

கலையங்கம்

- அறிவில் ஓர் அட்சய பாத்திரம்..... 5
எம்.என். பொன்னுசாமி

சிறப்புக் கட்டுரை

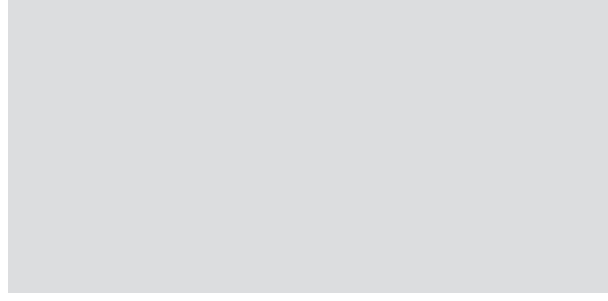
- சீதாராம் கிருஷ்ணன் (1898-1970)..... 8
ர.சுகன்யா, செந்தில்குமார் சந்திரன், பெ.இராமசாமி

ஆய்வுக் கட்டுரைகள்

- நியூட்ரினோக்களும் அவற்றின் சில வகைகளும்13
முனைவர் ம. இராசமூர்த்தி
- கூழ்ம-கரைசல் முறையில் பெறப்பட்ட சீரியம் மற்றும் சீர்கோனியம் பதிலீட்டு
ஸ்ட்ரோணண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்களின் கட்டமைப்பு,
நிறமாலை மற்றும் காந்தப் பண்புகள் பற்றிய ஓர் ஆய்வு!.....16
பனிமலர் .செ, குமரேசன் .ப
- 8-(4-மெத்தில் பென்சீன் சல்போனில்) - 17-(4-மெத்திலினில்) - 12, 14-டைபினில்-
16-ஆக்சா-8, 13, 14-டிரைஅஜாடேட்நாசைக்களோ - (8.7.0.0², 7.0¹¹, 15) ஹெப்ட டெக் -
12-ஈன்-1-கார்போ நெற்றில் கலவையின் முப்பரிமாண அமைப்பை அறிதல்..... 27
அங்கூர் த்ரிகுனைத், கிருஷ்ணசாமி குணசேகரன்
- வளர்ச்சி மற்றும் பண்புத்தன்மை பற்றிய 4-அமினோபிரிடினியம்
4-நைட்ரோபினாலைட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றைப் படிகத்தின்
நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் பயன்பாடுகள் 40
த.கமலேஷ், பி.கருப்பசாமி, முத்துசெந்தில்பாண்டியன், பெ.இராமசாமி, சுனில்வர்மா
- போளிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட L-அஸ்பாஜீன் மோனோஹைட்ரேட்
ஒற்றைப் படிகத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் சிறப்பியல்புகள் நேர் சார்பில்லா
ஒளியியல் பயன்பாடுகளுக்காக.. 48
பி.சங்கீதா, பி.ஜெயப்பிரகாஷ், எம்.லிட்யா கரோலின்
- ஒளியை ஒத்த படிக இழைகள்..... 57
இ. இன்பவள்ளி, த.அழகேசன்

பொதுக் கட்டுரை

- அறிவியல் கலைச்சொற்கள் 88
பொ. ஜெகதீஸ்வரன், வி. நடராஜன்

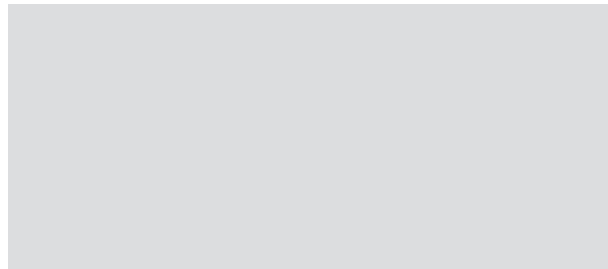


பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள்
தமிழ்மொழியிற் பெயர்த்தல் வேண்டும்
இறவாத புகழுடைய புதுநூல்கள்
தமிழ்மொழியில் இயற்றல் வேண்டும்
மறைவாக நமக்குள்ளே பழங் கதைகள்
சொல்வதிலோர் மகிமை இல்லை
திறமான புலமையெனில் வெளி நாட்டோர்
அதைவணக்கஞ் செய்தல் வேண்டும்.

– மகாகவி பாரதியார்

அணுவைப் பிளந்து ஏழ்கடலைப் புகுத்தி
குறுகத் தரித்த குறள்.

– ஓளவையார்



அறிவியல் ஓர் அட்சய பாத்திரம்

M.N. பொன்னுசாமி

கௌரவப் பேராசிரியர்,

படிகவியல் மற்றும் உயிரியற்பியல் துறை

சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், கிண்டி வளாகம், சென்னை - 600 025

email: mnpsy@hotmail.com

அன்புடையீர்,

வணக்கம், பேராசிரியர்கள் ஆனந்தன் மற்றும் சண்முகசுந்தரம் அவர்கள் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப ஆராய்ச்சி சஞ்சிகைக்கு (இளவேனில் பதிப்பகம்) ஒரு தலையங்கம் எழுத வேண்டும் என பணித்தபோது, என்னால் மறுக்க முடியவில்லை. அறிவியல் என்பது ஓர் அட்சயபாத்திரம். அள்ள அள்ளக் குறையாத ஓர் அழகான இலக்கியம் என்றே கூறலாம். சிந்துவெளி மற்றும் எகிப்திய நாகரிக காலங்கள் தொட்டு அறிவியல் எல்லா திசைகளிலும் வளர்ந்து கொண்டதான் உள்ளது. டார்வின் கொள்கை முதல் இன்று வரை எத்தனை வகையான அறிவியல் மற்றும் தொழில் நுட்ப வளர்ச்சிகளை நாம் கண்டுள்ளோம். “Necessity is the mother of invention” என்று கூறுவார்கள். அது எவ்வளவு தூரம் உண்மை என்பதை நாம் கண்கூடாக கண்டு கொண்டுதான் உள்ளோம்.

நான் இங்கு ஒரு கருத்துரு எப்படி வளர்ந்து வந்தது என்பதை மட்டும் கூறி எனது கட்டுரையை முடித்துக் கொள்கிறேன். 1895-ம் ஆண்டு X-கதிர்களை வில்ஹெல்ம் ரான்ச்டன் அவர்கள் கண்டுபிடித்தார். அதன்பின் X-கதிர்களின் உபயோகம் பல கட்டங்களைத் தாண்டி மனித சமுதாயத்திற்கு எல்லா வகையிலும் பயனளித்து வருகிறது. இன்றைக்கு மருத்துவத் துறையிலும் மற்றும் அறிவியல் துறையிலும் அளவற்ற பயன்களைத் தந்துள்ளது.

X-கதிர்களைப் பயன்படுத்தி மூலக்கூறுகளின் முப்பரிமாணத்தைக் கண்டறிய முடியும் என்ற அறிவியல் உண்மை பேராசிரியர்களான பிராக் குடும்பத்தில் இருந்து வந்தது. அதன் தொடர்ச்சி வளர்ந்து இன்று ஆலமரமாகி புரதத்தின் (Protein) முப்பரிமாணத்தைக் கூட கண்டறிய முடியும் என்ற நிலைக்கு உயர்ந்துள்ளது. இதற்கு வித்திட்டவர்கள் நோபல் பரிசு பெற்ற அறிஞர்களான பேராசிரியர்கள் லயனஸ் பாலிங் (Linus Pauling) மற்றும் மேக்ஸ் பெரூட்ஸ் (Max Perutz) என்று கூறினால் மிகை ஆகாது.

இரண்டாம் உலகப்போர் 1945-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் ஒரு முடிவுக்கு வந்தது. அறிவியலின் ஆற்றல் என்ன என்பதை அப்போதுதான் நாம் கண்டறிந்தோம். உலக மக்களுக்கு ஏற்பட்ட ஒரு தலைகுனிவு என்று கூட ஹீரோசிமா மற்றும் நாகசாகி அணுகுண்டு வெடிப்பைக் கூறலாம். இருந்தாலும் அறிவியலை நாம் எதிர் மறையாக நோக்காமல் மனித சமுதாயத்திற்குப் பயன்படும் ஒரு கருவியாக மாற்றிய வல்லமையும் இதில் புலப்படுகிறது.

பேராசிரியர் லயனஸ் பாலிங் அவர்கள் இயற்கையாகக் கிடைக்கக்கூடிய அமினோ அமிலங்களை (Amino Acids) வைத்து ஏற்றமிகு ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து வந்தார். இரண்டு அமினோ அமிலங்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணையும்போது ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளை நன்கு ஆராய்ச்சி செய்தார். அதன் விளைவாக ஒரு புது வகையான இணைப்பைக் கண்டுபிடித்தார். அதுதான் பெப்டைடு பாண்டு (Peptide Bond) என்பதாகும். இதன் விளைவு உலகத் தரம் வாய்ந்த கேம்பிரிட்ஜ் மற்றும் ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகங்களில் எதிரொலித்தது. ஒரு குறுகிய கால எல்லைக்குள் மிகவும் முக்கியமான இரத்தத்தில் உள்ள ஹீமோகுளோபின் என்ற புரதத்தின் முப்பரிமாணத்தை மேக்ஸ் பெரூட்ஸ் கண்டுபிடித்தார். ஹீமோகுளோபின் எப்படி செயல்படுகிறது என்ற விளக்கங்களை மிகத் தெள்ளத் தெளிவாகக் கூறினார். அவருக்கும் லயனஸ் பாலிங்குக்கும் நோபல் பரிசுகள் வழங்கி சிறப்பிக்கப்பட்டது.

இந்த அறிய கண்டுபிடிப்பைப் பின்பற்றி நமது பெருமைமிகு பேராசிரியர் G.N.ராமச்சந்திரன் (GNR) அவர்கள் சென்னைப்பல்கலைக் கழத்தில் இயற்பியல் துறையில் பல அற்புத அறிவியல் உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். ராமச்சந்திரன் பிளாட் என்ற சிறப்பம்சம் கொண்ட வரைபடத்தை உருவாக்கினார். மேலும் கொலஜன் (Collagen) என்ற புரதத்தின் முப்பரிமாணத்தை மிக அழகாக பரிசோதனை அடிப்படையில் கணித விளக்கங்களுடன் வெளியிட்டார். இதன் விளைவு உலக அளவில் மெட்ராஸ் குரூப் என்றே சென்னைப் பல்கலைக் கழக இயற்பியல் துறை அழைக்கப்பட்டது. இதன் உச்சகட்ட வளர்ச்சி உயிரியலையும் இயற்பியலையும் இணைத்து உயிரியற்பியல் தோன்றியது. இதற்கு மூல காரணமாக இருந்தவர் நமது பெருமைமிகு G.N.ராமச்சந்திரன் என்று சொன்னால் மிகை ஆகாது. அவரது கண்டுபிடிப்புகள் உலகளவில் சிறப்பாகப் பேசப்பட்டாலும் மிக உயரிய விருதான நோபல் பரிசை அவர் பெறாமல் போனது மிக வருத்தமளிக்கக் கூடியதே.

இன்று லட்சக்கணக்கான புரதங்களும், கரிம, கனிம மற்றும் இயற்பொருட்களின் மூலக்கூறுகளை படிக்கவியல் கொண்டு முப்பரிமாணத்தை

கண்டுள்ளன. ஆண்டுகள் பல கடந்தும் புரதங்களின் முப்பரிமாணத்தை அளவீடு செய்யும் கருவியாக இன்றும் நமது ராமச்சந்திரன் வரைபடம்தான் உபயோகிப்படுகிறது என்பது நமக்கெல்லாம் பெருமைதரக் கூடிய செயல்.

இப்படியாக படிக்கவியலும் உயிரியற்பியலும் சேர்ந்து மனித சமுதாயத்திற்குப் பயன்படக்கூடிய புதுப்புது மருந்துகளை நோய்க்கு ஏற்றவாறு உருவாக்கி வருகிறார்கள். இன்று பிரபலமாகப் பேசப்படும் கொரோனா வைரசுக்கும் கூடிய விரைவில் புது மருந்துகள் இதன் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்படும் என்பது உறுதி.

நான் அறிவியல் வளர்ச்சி என்ற கடலின் ஒரு துளியை மட்டும் சுட்டிக் காட்டியுள்ளேன். அறிவியல் மற்றும் அதன் ஆற்றல் மேலும் மேலும் வளர்ந்து நமது நாட்டு மக்களுக்கும் உலக மக்களுக்கும் பயன்பட வேண்டும் என வேண்டி நிறைவு செய்கிறேன்.

அறிவியல் வளர்ச்சி ஓர் அழகான இலக்கியம். அதனை நேர்கொண்ட பார்வையோடும் தாய்மொழிச் சிந்தனையோடும் நோக்க வேண்டும்! அதுவே முன்னேற்றத்திற்கான வழி!

வாழ்க தமிழ்! வளர்க அதன் புகழ்!

சீதாராம் கிருஷ்ணன் (1898-1970)

ர.சுகன்யா ^(அ), செந்தில்குமார் சந்திரன் ^(அ), பெ.இராமசாமி ^(ஆ),

^(அ) அரசு கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி, ஓசூர்- 635110.

^(ஆ) எஸ்.எஸ்.என் பொறியியல் கல்லூரி, காலவாக்கம், சென்னை-603110

முனைவர் கிருஷ்ணனின் பிறப்பு மற்றும் கல்வி :

முனைவர் சீதாராம் கிருஷ்ணன் 1898 ஆகஸ்ட் 24 ஆம் தேதி தஞ்சாவூர் மாவட்டம், மகாராசபுரம் கிராமத்தில் பிறந்தார். அவர் புவியியலில் பி.ஏ. (ஹானஸ்.) பட்டத்தை சென்னை பல்கலைக்கழகத்தின் மாநிலக் கல்லூரியில் 1919 ஆம் ஆண்டு தனித்தன்மையுடன் தேர்ச்சிப் பெற்றார். பின்னர் 1921 ஆம் ஆண்டு அதே பல்கலைக்கழகத்தில் புவியியலில் எம்.ஏ. பட்டம் பெற்றார். சுமார் ஐந்து மாதங்கள் மத்திய மாகாணங்களில் கள புவியியலாளராக பணியாற்றிய பின் இரண்டு ஆண்டுகள் செய்முறையாளராக சென்னை மாநிலக் கல்லூரியில் பணியாற்றினார்.

1921ஆம் ஆண்டு, பட்டதாரிகள் ஆதரவு ஊதிய திட்டத்தின் பேரில், முனைவர் கிருஷ்ணன் இம்பீரியல் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கல்லூரியில் (ராயல் காலேஜ் ஆப் சயின்ஸ், லண்டன்) மேற்படிப்பைத் துவங்கி, 1922 இல் அரசு அறிவியல் கல்லூரியில் (ஏ. ஆர். சி.எஸ்.) இணை ஆராய்ச்சியாளராக முதல் வகுப்பிலும், அடுத்த ஆண்டு பட்டய இம்பீரியல் அறிவியல் கல்லூரியில் பட்டய பட்டமும் பெற்றார். பேராசிரியர் வாட்ஸ் மற்றும் முனைவர் எவன்ஸ் ஆகியோரின் வழிகாட்டுதலின்படி புவியியலில் பாறைகள் (பாறைகள் பற்றிய அறிவியல் ஆய்வு) பிரிவில், குஜராத் மாநிலம் கதியாவாரின் கிர்னார் மற்றும் ஓஷம் மலைப்பகுதிகளில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட பாறைகளின் தொகுப்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆய்வில் 1924

ஆம் ஆண்டு லண்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். தனது ஆய்வின் போது லண்டன் இம்பீரியல் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கல்லூரியில் சுரங்க புவியியலில் சிறப்புப் பயிற்சியும் பெற்றிருந்தார். முனைவர் பட்டம் பெற்ற பிறகு அவர் லண்டன் கண்காட்சியின் இந்திய நிலையத்தில் சில காலம் பணியாற்றினார். பின்னர் இந்திய அரசாங்கத்தின் (மாநில செயலாளர்) சேவைக்கு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். முனைவர் கிருஷ்ணன், இந்திய புவியியல் துறையில் முனைவர் பட்டம் பெற்ற முதல் புவியியலாளர் ஆவார்.

1935-1936 காலப்பகுதியில், அமெரிக்க மற்றும் இங்கிலாந்துக்கு படிப்பு விடுப்பில் சென்றார். அக்காலகட்டத்தில், லண்டனில் உள்ள இம்பீரியல் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கல்லூரியில் முழுநேர பயன்பாட்டு புவி இயற்பியலில் பட்டய படிப்பை முடித்தார். பின்னர், அமெரிக்காவில் ஹார்வர்ட் மற்றும் விஸ்கான்சின் பல்கலைக்கழகங்களில் நவீன கனிம தொழில் நுட்பங்கள் மற்றும் ஐந்து அச்சின் உலக நிலை பயன்பாடு ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்வதிலும், 'பல ஆய்வகங்கள், வேலை செய்யும் சுரங்கங்கள் மற்றும் புவியியல் ஆய்வுகள் ஆகியவற்றை பார்வையிடுவதிலும் அவரது நேரத்தை செலவிட்டார். திரும்பி வரும் வழியில், புவி அடித்தள கட்டமைப்பு பகுப்பாய்வின் நுட்பங்களை அறிய ஆஸ்திரியாவின் இன்ஸ்ப்ருக்கில் பேராசிரியர் புருனோ சாண்டருடன் சிறிது காலம் செலவிட்டார்.

முனைவர் கிருஷ்ணனின் பணி:

1937-1938 ஆம் ஆண்டில், நிலக்கரித் தொழிலின் பிரச்சினைகளுக்கு தீர்வுக்கான இந்திய அரசால் நியமிக்கப்பட்ட நிலக்கரி ஆணைய உறுப்பினராக முனைவர் கிருஷ்ணன் பணியாற்றினார். அவர் தனது இறுதி அறிக்கையில் நிலக்கரி தொழில் தேசிய மயமாக்கல் குறித்த கருத்துதை தரையமாக பதிவு செய்தார். முனைவர் கிருஷ்ணன் அரசாங்கத்தில் பல்வேறு முக்கிய பதவிகளை வகித்தார். இந்தியாவின் புவியியல் ஆய்வுத் துறையில் 1924 முதல் 1943 வரை புவியியலாளராக பணியாற்றினார், பின்பு 1948 வரை கண்காணிப்பு புவியியலாளர் பதவிக்கு உயர்த்தப்பட்டார். கண்காணிப்பு புவியியலாளராக பணியாற்றியபொழுது, சென்னையில் உள்ள தெற்கு வட்டார அலுவலகம் தொடங்குவதற்கு பொறுப்பாள ராக இருந்தார். மேலும் பயிற்சி களப்பணி மற்றும் இளைய புவியியலாளர்களுக்கு சிறந்த வழிகாட்டியாக செயல்பட்டார். முனைவர் கிருஷ்ணன் தனது வட்டத்தில் பணிபுரியும் ஒவ்வொரு அதிகாரிக்கும், பணிபுரிதல் மற்றும் அவர்களின் துறை சம்மந்தமான அடுத்தடுத்த முயற்சிகளில் ஈடுபடுவதில் தனிப்பட்ட கவனத்தை அளித்து தீவிர பயிற்சி அளித்தார்.

நவம்பர் 1948 லிருந்து ஜனவரி 1951 வரை, இந்திய சுரங்க பணியகத்தில் இயக்கு நராக நியமிக்கப்பட்டார். இடையில் 1949 ஆம் ஆண்டு நான்கு மாதங்களுக்கு மட்டும் இந்திய புவியியல் ஆய்வுத் துறையின் இயக்குநராக செயல்பட்டார். சூமார் 1920களில் இந்திய புவியியல் ஆய்வுத் துறையின் இயக்குநராக பதவி வகித்த முதல் இந்தியர் முனைவர் கிருஷ்ணன் ஆவார். 1951 லிருந்து ஆகஸ்ட் 1955 வரை இந்திய புவியியல் ஆய்வுத் துறையின் நிரந்தர இயக்குநராக பணியை தொடர்ந்தார். அக்காலகட்டத்தில் இந்திய அரசாங்கத்தின் கனிம ஆலோசகராகவும் டெல்லியில் பணியாற்றினார். முனைவர் கிருஷ்ணன் ஆகஸ்ட் 1955 முதல் ஏப்ரல் 1957

வரை, இயற்கை வளங்கள் மற்றும் அறிவியல் ஆராய்ச்சி அமைச்சகத்தில் இந்திய அரசின் கனிம ஆலோசகராக இருந்தார். மே 1957 இல் அரசாங்கத்தின் சிறப்பு கோரிக்கையின் பேரில், அவர் இந்திய சுரங்கங்கள் மற்றும் பயன்பாட்டு புவியியல் பள்ளியின் இயக்குநர் பதவியை ஏற்றுக்கொண்டார். ஆனால் ஆகஸ்ட் 1958 இல் அந்த பதவியை கைவிட்டு, அரசு சேவையில் இருந்து விருப்ப ஓய்வு பெற்றார்.

சேவைகள் :

ஜனவரி 1959 முதல் செப்டம்பர் 1961 வரை, ஆந்திர பல்கலைக்கழகத்தில் பயிற்ற, ஆர்வமுள்ள புவியியலாளர்கள் மற்றும் புவி இயற்பியலாளர்களுக்கு கற்பித்தல் மற்றும் பயிற்சியளித்தலில் தம்மை அர்ப்பணித்தார். 1961 இல், அறிவியல் மற்றும் தொழில் ஆய்வுத்துறை அமைப்பானது முனைவர் கிருஷ்ணனை, புவி இயற்பியல் வாரியத்தின் முதல் இயக்குநராக அழைத்தது, பின்னர் அவ்வமைப்பானது ஐதராபாத்தின் தேசிய புவி இயற்பியல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் என மறுபெயரிட்டது. அவர் 1963 ஆண்டு, தன் பணியில் இருந்து ஓய்வு பெரும் வரை தனித்தன்மையுடன் பணியாற்றினார். தேசிய புவி இயற்பியல் ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தின் இயக்குநராகவும் மற்றும் புவி இயற்பியல் சர்வதேச ஒன்றியத்தின் பணியக உறுப்பின ராகவும் இருந்தார். அமெரிக்காவின் தேசிய ஆராய்ச்சி அமைப்பின் அழைப்பின் பேரில், ஐரோப்பா மற்றும் அமெரிக்க நாடுகளுக்கு பயணம் மேற்கொண்டார்.

அவரது வாழ்க்கையின் பெரும்பகுதி புவியியல் ஆய்வில் கள புவியியலாளராக செலவிடப்பட்டது என்றாலும், பின்னர் புவியியல் ஆய்வுத் துறையின் இயக்குநராக, புவியியல் மற்றும் புவி இயற்பியல் துறையில் ஆசிரியராக குறிப்பிடத்தக்க பங்களிப்புகளை வழங்கினார். அவரை, 1928, 1929 மற்றும் 1930 ஆண்டுகளில், (ஒவ்வொரு ஆண்டும் முறையே நான்கு மாதங்களுக்கு) டெராடூனில் உள்ள

இம்பீரியல் வனக் கல்லூரியில் புவியியல் பேராசிரியராக இந்திய அரசு நியமித்து அவரை சிறப்பித்தது. 1933-1935 ஆண்டுகளில், இந்திய புவியியல் ஆய்வில் தனது கடமைகளுடன் கூடுதலாக, கல்கத்தாவின் மாநிலக் கல்லூரியில் புவியியல் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டார். முனைவர் கிருஷ்ணன் கற்பித்தல் அமைப்புடன் நெருக்கமாக தொடர்புடையவர், மேலும் மேற்கு ஐரோப்பா, சோவியத் ஒன்றியம், சப்பான், வட அமெரிக்கா மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவில் உள்ள பல பல்கலைக்கழக பேராசிரியர்களுக்கு நன்கு அறிமுகமான ஒரே இந்திய புவியியலாளராக அவர் இருந்தார்.

1943 இல் 'இந்திய மற்றும் பர்மாவின் புவியியல்' பற்றிய புத்தக வெளியீடு, முனைவர் கிருஷ்ணன், புவியியல் கல்விக்கு அளித்த மதிப்புமிக்க பங்களிப்பு ஆகும். இந்த புத்தகமானது பல பதிப்புகளை தாண்டி இன்றும் பயன்பாட்டிலுள்ளது. 1924 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் ரஷ்ய மொழியில் மொழிபெயர்க்கப்பட்ட இந்த புத்தகம், இப்போதுவரை ஆசிய துணைக் கண்டத்தின் மிகவும் விரிவான மற்றும் எக்காலத்திற்கும் உகந்த புவியியல் புத்தகமாக அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் இது நாட்டின் புவியியல் பற்றிய மிகவும் உண்மையான புத்தகமாக இங்கிலாந்து மற்றும் அமெரிக்காவில் உள்ள பல புவியியலாளர்கள் கருதப்படுகிறது. புவியியல் பற்றிய பாடஅறிவு தேவைப்படும் இளங்கலை, பொறியியல் மற்றும் அதனுடன் தொடர்புடைய பாடங்களை பயிலும் மாணவர்களுக்கு பயன்படுமாறு, முனைவர் கிருஷ்ணன் தனது பெரிய புத்தகத்தை 'இந்தியாவின் புவியியல் அறிமுகம்' என்று சுருக்கி வெளியிட்டார். 1955 ஆம் ஆண்டு இந்நூலின் இந்தி மொழி பெயர்ப்பு வெளியிடப்பட்டது; இதுவே தேசிய மொழியில் வெளியிடப்பட்ட முதல் தொழில்நுட்பம் சார்ந்த புத்தகம் ஆகும். முனைவர் கிருஷ்ணன் சிறந்த தகுதி பெற்ற

பன்னிரண்டு சுயசார்புக்களையும், பல்வேறு தேசிய மற்றும் சர்வதேச பத்திரிகைகளில் 450க்கும் மேற்பட்ட கட்டுரைகளையும் வெளியிட்டார். அவரது கடைசி இரண்டு ஆவணங்கள் அவர் நோய்வாய்ப்படுவதற்கு சில நாட்களுக்கு முன்பு முடிக்கப்பட்டன. 1940 ஆம் ஆண்டு, முனைவர் கிருஷ்ணனின் முன்முயற்சி, உழைப்பு மற்றும் அப்போதைய சென்னை ஆளுநரின் ஆலோசகர் சர் எஸ். வி. ராமமூர்த்தியின் உதவியுடன் நெய்வேலி நிலாக்கரி திட்டம் உருவாக்கப்பட்டது என்பது பலருக்கும் தெரியாது.

புவியியல் பங்களிப்பிற்காக பெற்ற கவுரவங்கள்:

இந்நாட்டில் புவி அறிவியலைக் கையாள்வது குறித்த மிகவும் கற்றறிந்த பலசங்கங்களின் உறுப்பினராகவும், தலைவராகவும் முனைவர் கிருஷ்ணன் இருந்துள்ளார். அவர் 1935 இல் இந்திய அறிவியல் மகாசபையின் பிரிவு தலைவராகவும், 1958 இல் அதன் பொதுத் தலைவராகவும் பணியாற்றியுள்ளார். 1954 இல் இந்திய அறிவியல் சங்கத்தில் 'இந்தியாவின் இரும்புத் தாதுக்கள்' எனும் தலைப்பில் விரிவுரைகளை வழங்கினார். புவி அறிவியலைக் கையாளும் உலகின் பெரும்பாலான கற்றறிந்த சமூகங்களில் அவர் ஆயுட்கால உறுப்பினராக இருந்தார். புவியியல் அறிவியலில் முனைவர் கிருஷ்ணனின் சிறந்த பங்களிப்புக்காக, லண்டன் புவியியல் சங்கம் 1967 ஆம் ஆண்டு காமன்வெல்த் உதவித்தொகை மூலம் அவரை கௌரவித்தது. அதே ஆண்டு, அமெரிக்காவின் தாதுகள் சமூகம் அவரை ஆயுட்கால உறுப்பினராக்கி கௌரவித்தது. முனைவர் கிருஷ்ணன் அவர்கள் பொருளாதார புவியியலாளர்கள் சங்கத்தில் உறுப்பினராகவும், பல சந்தர்ப்பங்களில் அதன் துணைத் தலைவராக இருந்துள்ளார். சுமார் இருபது ஆண்டு காலங்கள் 'பொருளாதார புவியியல்' இதழின் இணை ஆசிரியராக இருந்தார். அவர் இந்திய புவியியல் சங்கத்தின் சக

அறக்கட்டளையாளராகவும், 1958 இல் சங்கம் தொடங்கப்பட்டதிலிருந்து அதன் துணைத் தலைவர்களில் ஒருவராகவும் இருந்தார். முனைவர் கிருஷ்ணன் அவர்களின் பணி அர்ப்பணிப்புமற்றும் நேர்மைக்கு வெகுமதியாக பல கௌரவ விருதுகள் கிடைத்தன. இந்திய புவியியலுக்கு அவர் செய்த பங்களிப்புகளுக்கு அங்கீகாரமாகமாக, மேற்கு வங்காள ஆசிய அரசு சமூகம் அவருக்கு பி.என். போஸ் பதக்கம் வழங்கியது. சிறந்த விஞ்ஞானியாக மட்டுமல்லாமல் முனைவர் கிருஷ்ணன் ஒரு ஆர்வமுள்ள வாசகராகவும் இருந்துள்ளார்.

முனைவர் கிருஷ்ணனின் பண்புகள்:

18, 19 மற்றும் 20 ஆம் நூற்றாண்டு ஆங்கிலம் மற்றும் பிரெஞ்சு இலக்கியங்களில் பரந்த அளவில் அறிவு பெற்றிருந்தார். முனைவர் கிருஷ்ணன் வேதங்களை கற்ற அறிஞர் என்பதும், கீர்த்தனைகள் மற்றும் பாடல்களில் பரந்த அறிவைக் கொண்டிருந்தார் என்பதையும் மிக சிலரே அறிவர். முனைவர் கிருஷ்ணன் மிகவும் தொண்டு மனப்பான்மை உடையவர் பண சிரமங்களை சமாளிக்க பல மாணவர்களுக்கு தாராளமாக உதவியுள்ளார். பதவியில் இருக்கும்போது, கீழ்நிலை ஊழியர்களிடம் மிகவும் அக்கறையுள்ளவராக இருந்தவர், ஏழைகளுக்கு பல உதவிகளை செய்தவர். முனைவர் கிருஷ்ணன் மிகவும் எளிமையான மற்றும் நேர்மையான மனிதராக இருந்தார். ஆய்வுகளில் அவரது அறிவு குறிப்பிடத்தக்கது மற்றும் ஈடு இணையற்றது. அவர் மிகவும் ஒழுக்கமானவராகவும், கனிவானவராகவும், அக்கறையுள்ளவராகவும் இருந்தார். கடின உழைப்பில் நம்பிக்கை உடைய அவர், மேலும் பலருக்கு நல்ல முன்மாதிரியாக விளங்கினார். புவி அறிவியல் மற்றும் பிற பாடங்களில் சிறந்த புத்தகங்களின் தொகுப்பு அவரிடம் இருந்தது.

இந்திய புவியியல் ஆய்வில் இருந்து ஓய்வு பெற்ற பிறகும், முனைவர் கிருஷ்ணன் சர்வதேச அமைப்புகளுடன் தொடர்பில்

இருந்தார். வெளிநாடுகளில் பல்வேறு குழு கூட்டங்கள் மற்றும் மாநாடுகளில் சிறப்பு அழைப்பாளராக கலந்துகொண்டார். 1962 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவில் உள்ள ஐயோஸ்டனில் நடைபெற்ற கருத்தரங்கில் “பஞ்சாப் மற்றும் வடமேற்கு இந்தியாவின் படிக்கட்டமைப்பு” குறித்த அவரது சொற்பொழிவு ஒரு தலைசிறந்த படைப்பாக கருதப்பட்டது. 1969 ஆம் ஆண்டு மார்ச்-ஜூலை வரை சிறப்பு விரிவுரையாளராக லண்டன், ஆஸ்திரேலியா மற்றும் நியூசிலாந்திற்கு ஒரு சுற்றுப்பயணத்தை மேற்கொள்ள காமன்வெல்த் அறக்கட்டளை அவரை அழைத்தது. நியூசிலாந்து மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவில் உள்ள புவியியல் ஆய்வு மையங்கள் மற்றும் அனைத்து பல்கலைக்கழகங்களிலும் அவர் விரிவுரையாற்றினார், புவியியலின் அனைத்து அம்சங்களிலும் அவரது அவரது திறன் மற்றும் அறிவார்ந்த சாதனைகள் அளப்பறியது. முனைவர் கிருஷ்ணன் குறுகிய இடைவெளியில் எந்தவொரு விடயங்களிலும் தெளிவாக விரிவுரை செய்ய வல்லவர் ஆவார்.

இந்திய அரசின் அங்கீகாரம்:

ஆகஸ்ட் 1963 ஆம் ஆண்டு, இந்திய குடியரசு தலைவர் முனைவர் எஸ்.ராதா கிருஷ்ணன் அவர்கள் ஒரு சிறப்பு விழாவில் தனிப்பட்ட முறையில் முனைவர் கிருஷ்ணன் அவர்களுக்கு ‘புவியியல் மற்றும் புவி இயற்பியலில் மேம்பட்ட எல்லைகள்’ எனும் புத்தக தொகுதியை வழங்கினார், அதில் உலகெங்கிலும் உள்ள புகழ்பெற்ற புவியியல் விஞ்ஞானிகளின் பங்களிப்புகள் இருந்தன. இந்தத்தொகுப்பு, முனைவர் கிருஷ்ணன் தனது 65 வயதை எட்டியபோது பெறப்பட்ட நன்கொடைகளைப் பயன்படுத்தி அவரது நண்பர்கள் மற்றும் சகாக்களால் தயாரிக்கப்பட்டது. மீதமுள்ள நிதிகள் 40 வயதிற்குட்பட்ட மிகச் சிறந்த புவியியலாளர் அல்லது புவி இயற்பியலாளருக்கு, இந்திய புவிஇயற்பியல் அமைப்பால் ஆண்டுதோறும் வழங்கப்படும் பதக்கத்திற்கு வழங்கப்பட்டது.

முனைவர் கிருஷ்ணனின் இறுதி காலம்:

ஜனவரி 1970 ஆம் ஆண்டு புவியியல் துறையில் நாட்டிற்காக ஆற்றிய சேவைகளை பாராட்டி மதிப்புமிக்க 'பத்ம பூசன்' விருது இந்திய அரசால் முனைவர் கிருஷ்ணனுக்கு வழங்கப்பட்டது. ஏப்ரல் 21, 1970 அன்று கடுமையான வயிற்றுவலி சிகிச்சைக்காக முனைவர் கிருஷ்ணன் தஞ்சை மருத்துவக் கல்லூரி மருத்துவமனையில் அனுமதிக்கப்பட்டார். ஏப்ரல் 22 காலை அவருக்கு பெரிய அறுவை சிகிச்சை நடைபெற்றது. ஆரம்ப கால முன்னேற்றத்திற்குப் பிறகு, ஏப்ரல் 24 மாலை 7-40 மணி அளவில் அவரது இறுதி மூச்சு நின்றது. முனைவர் கிருஷ்ணனுக்கு மூன்று மகள்கள், அவர்களில் மூத்தவர்

ஒரு புவியியலாளரை மணந்தார். அவர் காலமானதன் மூலம் உலகம் ஒரு சிறந்த விஞ்ஞானியையும் இந்தியா ஒரு சிறந்த நில அமைப்பியல் வல்லுனரையும் இழந்துவிட்டது.

T. C. Anand Kumar

P. T. Narasimhan

Paramasivam Natarajan

Thavamani Jegajothivel Pandian

E. S. Raja Gopal

Rengaswamy Ramesh

Krishnaswami Ramiah

Ravi Sankaran

T. R. Seshadri

நியூட்ரினோக்களும் அவற்றின் சில வகைகளும்

முனைவர் ம. இராசமூர்த்தி
இணை பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை, அரசு கலைக்கல்லூரி அரியலூர்.

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

திருச்சி வானொலி நிலையத்தின் நிகழ்ச்சி, அறிவியல் பலகணியில் நியூட்ரினோ பற்றிய எனது உரையினை இக்கட்டுரையில் தகவல்களாகக் கொடுத்துள்ளேன். நியூட்ரினோவின் தோற்றம் மற்றும் அவற்றின் சில வகைகள் இக்கட்டுரையில் விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. முன்னுரை :

சுமார் 14 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் இந்த பேரண்டம் புள்ளிவடிவாக இருந்தது. அப்போது காலம் என்ற ஒன்று இல்லை, தூரம் என்ற ஒன்று இல்லை. ஒரு புள்ளிவடிவாக இருந்த பேரண்டம் வெடித்து சிதறியபோது தோன்றிய துகள்கள் எலெக்ட்ரான், புரோட்டான் நியூட்ரான் மற்றும் நியூட்ரினோ. ஆனால் மனிதன் இவற்றை கண்டறிவதற்கு சுமார் 1400 கோடி ஆண்டுகள் ஆகியது. அதாவது எலெக்ட்ரானை ஜே.ஜே. தாம்சன் 1879 ஆம் ஆண்டிலும் புரோட்டானை ரூதர்ஃபோர்டு 1920 ஆம் ஆண்டிலும், நியூட்ரானை சாட்விக் 1932 ஆம் ஆண்டிலும், பவுளி கொள்கை வாயிலாக 1932ல் நியூட்ரினோவையும் கண்டறிந்தனர். பவுளி நியூட்ரினோவின் இருப்பை கண்டறிவதில் தோற்றுப்போனார்.

1959-இல் ரெனிஸ் மற்றும் கவான்ஸ் இருவரும் நியூட்ரினோவின் இருப்பை உறுதி செய்தனர். நிலையானவை என அழைக்கப்படுகின்ற துகள்கள் எலெக்ட்ரான், புரோட்டான், ஃபோட்டான் மற்றும் நியூட்ரினோ ஆகிய நான்குமாகும். இதில் எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னோட்டம் கொண்டவை, புரோட்டான்கள்

நேர்மின்னோட்டம் கொண்டவை மற்ற இரண்டும் மின்னூட்டமற்றவை.

சுமார் 1400 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஒன்றுமே இல்லாத ஒன்றிலிருந்து உருவானதுதான் இந்த பேரண்டம். இப்போது 500 பில்லியன் அண்டங்கள் உள்ளன. கோடி கோடியான சூரியன்கள் உள்ளன. ஒன்றுமே இல்லாத ஒன்றிலிருந்து உருவான பேரண்டத்தில் அணு உருவான சற்று நேரத்திற்கெல்லாம் உருவானது இந்த நியூட்ரினோக்கள். இந்தப் பேரண்டத்தில் எல்லா இடத்திலும் செல்லக்கூடிய ஒரே துகள் நியூட்ரினோக்கள். 1400 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றிய நியூட்ரினோக்கள் இன்னும் பேரண்டத்தில் அலைந்து கொண்டிருப்பதாக நம்பப்படுகிறது. கடவுள் தூணிலும் இருப்பார், துரும்பிலும் இருப்பார் என்பார்கள் அது உண்மையோ பொய்யோ ஆனால் நியூட்ரினோக்கள் இல்லாத இடமே இந்த பேரண்டத்தில் இல்லை. இந்த நியூட்ரினோக்கள் மூன்று வகைப்படும். மூன்றுமே மின்னூட்டமற்றவை. பிறகு எப்படி மூன்றுவகையாக வகைப்படுத்துகிறார்கள் என்றால் அது மிகச் சுவாமிமனது. அதாவது எலெக்ட்ரானோடு வினையில் வெளிவரும்

நீயூட்ரினோ எலெக்ட்ரான் நீயூட்ரினோ எனவும், மியூயானோடு வெளிவரும் நீயூட்ரினோ மியூயான் நீயூட்ரினோ எனவும் டவ் துகளோடு வெளிவரும் நீயூட்ரினோ டவ் நீயூட்ரினோ எனவும் வகைப்படுத்துவர். முக்கியமாக இந்த மூன்று நீயூட்ரினோக்களும் வெவ்வேறு நிறை கொண்டவை. இந்த மூன்று நீயூட்ரினோக்களுக்கும் எதிர் நீயூட்ரினோக்களும் உண்டு. எலெக்ட்ரான் நீயூட்ரினோ 50 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்க்கும் குறைவான நிறை கொண்டது, மியூவான் நீயூட்ரினோ 0.5 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்க்கும் குறைவான நிறை கொண்டது, டவ் நீயூட்ரினோ 70 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்க்கும் குறைவான நிறை கொண்டது. முக்கியமாக நாம் நினைவில் கொள்ளவேண்டியது மூன்று வகை நீயூட்ரினோக்களுக்கும் மின் சுமை கிடையாது ஆனால் வெவ்வேறு நிறை கொண்டவை. சரி இனி இந்த நீயூட்ரினோக்கள் எங்கிருந்து தோன்றுகின்றன மற்றும் அவற்றின் வகைகளையும் தெளிவாக பார்ப்போம்.

2. நீயூட்ரினோவின் வகைகள்

2.1. வளிமண்டல நீயூட்ரினோக்கள்

வான்வெளியிலிருந்து, புவியின் வளிமண்டலமானது தொடர்ச்சியாக காஸ்மிக் கதிர்களால் முக்கியமாக புரோட்டான்களால் தாக்கப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. இவ்வகை உயர் ஆற்றல் புரோட்டான்களால் புவியின் வளிமண்டலம் தொடர்ச்சியாகத் தாக்கப்படுவதால், புரோட்டான்கள் காற்று மூலக்கூறுகளோடு வினைபுரிந்து பையான்இது ஒரு மின்னூட்டமுள்ள துகள்) என்ற துகள் மழையை உருவாக்குகின்றன. பின்பு இந்த பையான்கள் மியூவான்களாகவும், மியூவான் நீயூட்ரினோக்களாகவும் சிதைவடைகின்றன. சில மியூவான்கள் காஸ்மிக் கதிர்களாக பூமியை வந்தடைகின்றன. ஆனால் பல மியூவான் துகள்கள் பறந்து வரும்போதே மியூவான் நீயூட்ரினோக்களாகவும், எலெக்ட்ரான் நீயூட்ரினோக்களாகவும் சிதைகின்றன. இவ்வகையான தத்துவமே துகள் முடுக்கிகளைக்கொண்டு நீயூட்ரினோ கற்றையை உருவாக்க பயன்படுத்துகிறார்கள்.

2.2. சூப்பர் நோவா நீயூட்ரினோக்கள் (அல்லது) காஸ்மாலஜி பின்புல நீயூட்ரினோக்கள்

நீயூட்ரான் நட்சத்திரங்களின் மோதலின் போதும், சூப்பர்நோவா வெடிப்புகளின் போதும் தோன்றுகின்ற நீயூட்ரினோக்கள் இவ்வகை நீயூட்ரினோக்களாகும். பெறும்பான்மையான நீயூட்ரினோக்கள் பெருவெடிப்பிற்கு சிறிது நேரத்திற்குப்பின் உருவாகியவை அதாவது 1400 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன், அப்போது இந்த பேரண்டம் முழுமையும் அடிப்படைத் துகள்களை மட்டுமே கொண்டிருந்தது. இவ்வகை நீயூட்ரினோக்கள் மிகவும் குறைவான ஆற்றல் கொண்டவை. இவ்வகை நீயூட்ரினோக்கள் இன்றும் பேரண்டத்தில் உலவிக்கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் இவற்றை பிடிப்பது அவ்வளவு சுலபமல்ல. ஒருகால் இவற்றை பிடித்து அவற்றைப்பற்றி ஆராய முடிந்தால் இந்தப் பேரண்டத்தின் தோற்று வாயைக் அதாவது ஆரம்பத்தை நாம் காணலாம் மேலும் ஈர்ப்பலைகள் பற்றிய பல கேள்விகளுக்கு விடை கிடைக்கலாம். ஆனால் அது மிகக் கடினம் ஏனெனில் நீயூட்ரினோக்கள் மெலிந்த இடைவினைத் துகள்கள் அதாவது யாரோடும் எளிதில் உரவாடாத துகள்கள்.

2.3. சூரிய நீயூட்ரினோக்கள்

சூரியனில் நடந்துகொண்டிருக்கின்ற அணுக்கரு இணைவு நிகழ்ச்சியின் மூலமே நமக்கு ஆற்றல் கிடைக்கின்றது. அதாவது நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து ஒரு ஹீலியம் அணு உருவாகிறது. இது ஒரு அணுக்கரு இணைவு வினை. அந்த இணைவு வினையின்போது இரண்டு பாசிட்ரான்களும் (இங்கு பாசிட்ரான் என்பது எலெக்ட்ரானின் எதிர் துகளாகும்), இரண்டு நீயூட்ரினோக்களும் அதோடு கூட 25 மில்லியல் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலும் வெளிப்படுகிறது. ஒவ்வொரு 25மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுக்கும் இரண்டு நீயூட்ரினோக்களை சூரியன் வெளியிடுகிறது. இந்த வினையானது சூரியனின் மையத்தில் நடைபெறுகிறது. மையத்தில் உருவாகிற ஒளி சூரியனின் மேற்பரப்பை அடைய பலகோடி ஆண்டுகளை

எடுத்துக்கொள்கிறது ஆனால் நீயூட்ரினோ சில நிமிடங்களில் சூரியனின் மேற்பரப்பை அடைகிறது. சூரியனின் மேற்பரப்பிலிருந்து புவின் மேற்பரப்பை அடைய ஒளி 8 நிமிடம் 20 வினாடிகளை எடுத்துக்கொள்கிறது ஆனால் சூரியனின் மேற்பரப்பிலிருந்து நீயூட்ரினோ பூமியை வந்தடைய 8 நிமிடம் 30 வினாடிகளை எடுத்துக்கொள்கிறது. சூரியனிலிருந்து பூமியில் ஒவ்வொரு சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பளவிலும், ஒவ்வொரு வினாடியிலும் 10 பில்லியன் நீயூட்ரினோக்கள் அதாவது 1000 கோடி நீயூட்ரினோக்கள் கடந்து செல்லுகின்றன. எனவே நீயூட்ரினோ ஆய்வை மேம்படுத்தி ஒவ்வொரு 8 நிமிடம் 30 வினாடிகளுக்கும் சூரியனைப்பற்றிய தரவுகளை பெறலாம். இதன்மூலம் பல இயற்கைச் சீற்றங்களை கண்டறியலாம்.

2.4. அணுகரு உலை நியூட்ரினோக்கள்

கனமான அணுக்கருக்களை இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட லேசான அணுக்கருக்களாக மாற்றும் நிகழ்ச்சி அணுக்கரு பிளவு எனப்படும். இந்த தத்துவமே அணுக்கரு உலையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு அணுக்கரு உலையில் அணுக்கரு பிளவு நடைபெறும்போது ஒவ்வொரு பிளவிற்கும் சராசரியாக இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட நீயூட்ரான்களும், 200 பில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலும் வெளியிடப்படுகிறது. இதோடு கூட 6 எதிர் நீயூட்ரினோக்களும் வெளியிடப்படுகிறது. எனவே அணுக்கரு உலையில் ஒவ்வொரு வினாடியிலும் வெளியிடப்படும் ஆற்றலைக் கொண்டு, ஒவ்வொரு வினாடியிலும் வெளியிடப்படும் நீயூட்ரினோக்களின் எண்ணிக்கையை கணக்கிடலாம். இங்கு நாம் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டியது அணுக்கரு உலையில் வெளி வருவது இயல்பான நீயூட்ரினோக்கள் அல்ல அவற்றின் எதிர் நீயூட்ரினோக்களாகும்., எதிர் நீயூட்ரினோக்களுக்கும் மின்சுமை கிடையாது. தொடரும்

2.5. ஜியோ நீயூட்ரினோக்கள்

(புவி நியூட்ரினோக்கள்)

எதிர் நீயூட்ரினோக்களுக்கு அணுக்கரு உலை மட்டுமே மூலம் கிடையாது, புவியின்

உள்ளகமும் ஒரு மூலமாகும். அதாவது சூரியனின் வெப்பநிலை போன்று பூமியின் உட்பகுதியும் அதிகப்படியான வெப்பநிலையைக் கொண்டிருக்கும். எனவே பூமியின் உட்பகுதியும் ஒரு இயற்கையான அணுக்கரு உலையைக் கொண்டிருக்கிறது எனலாம். பூமியின் உள்ளே என்னற்ற கதிரியக்கத் தனிமங்கள் உள்ளன, உதாரணத்திற்கு பொட்டாசியம் 40 மற்றும் கதிரியக்க ஐசோடாப்புகளான யுரேனியம் 238, தோரியம் 232 பெறுமளவில் உள்ளன. இவைகள் தொடர் பீட்டாகதிர் சிதைவின்போது ஆண்டி (எதிர்) நீயூட்ரினோக்களை வெளியிடுகின்றன. இந்த எதிர் நீயூட்ரினோக்களைத்தான் வல்லுனர்கள் ஜியோ நீயூட்ரினோ என அழைக்கின்றனர். இத்தகைய ஜியோ நீயூட்ரினோக்கள் புவியின் ஆழத்தில் நடைபெறும் கதிரியக்கத்தின் அளவை வெளிக் கொண்டு வரும். எனவே பூமியின் உள்ளே நடைபெறும் நிகழ்வுகளை நீயூட்ரினோ தொலைநோக்கிகொண்டு ஆய்வு செய்ய புவியியல் ஆய்வாளர்கள் ஆர்வமாக உள்ளனர். இங்கு முக்கியமாக கவனத்திகொள்ளவேண்டிய செய்தி யாதெனில் நாம் பெறும்பாலும் இயல்பான துகள்களையே கொண்டிருக்கின்றோம், அதாவது நீயூட்ரான், புரோட்டான் மற்றும் எலெக்ட்ரான் இன்னும் மற்றதுகள்கள் ஆனால் இவற்றின் எதிர் துகள்களின் ஆதிக்கம் இங்கு குறைவு. ஆனால் நீயூட்ரினோ மட்டுமே இரண்டையும் அதாவது நீயூட்ரினோ மற்றும் எதிர்நீயூட்ரினோ பெறுமளவு கொண்டுள்ளது. ஜப்பானில் இத்தகைய ஜியோ நீயூட்ரினோக்களின் ஆய்வு பல ஆண்டுகளாகவே நடந்துவருகிறது தொடரும்.

3. முடிவுரை

இக்கட்டுரையில், நியூட்ரினோவின் தோற்றம் பற்றியும் அவற்றில் வளிமண்டல நியூட்ரினோக்கள், சூப்பர் நோவா நியூட்ரினோக்கள், சூரிய நியூட்ரினோக்கள், அணுகரு உலை நியூட்ரினோக்கள் மற்றும் ஜியோ நீயூட்ரினோக்கள் ஆகியவை பற்றி விரிவாக விவதிக்கப்பட்டது. அவற்றின் பயன்பாடுகள் பற்றி அடுத்த கட்டுரையில் காண்போம்.

கூழ்ம-கரைசல் முறையில் பெறப்பட்ட சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீட்டு ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்களின் கட்டமைப்பு, நிறமாலை மற்றும் காந்த பண்புகள் பற்றிய ஒரு ஆய்வு!

பனிமலர் .செ மற்றும் குமரேசன்.ப

1. உதவிப் பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை, அன்னை வேளாங்கண்ணி கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி, தஞ்சாவூர்- 613 007.

2. இணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை, அரசு கலைக் கல்லூரி (தன்னாட்சி), கும்பகோணம் - 612 002.

* தொடர்புடைய ஆசிரியர்: இயற்பியல் துறை, அரசு கலைக் கல்லூரி (தன்னாட்சி), கும்பகோணம் - 612 002, தமிழ்நாடு, இந்தியா. மின்னஞ்சல் முகவரி : crrajaphy@gmail.com <mailto:crrajaphy@gmail.com>, crraja@rediffmail.com கைப்பேசிஎண் :+91 99766 96277

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

இந்த ஆய்வுக்கட்டுரையில், சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீட்டு செய்யப்பட்ட ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்கள் கூழ்ம-கரைசல் முறையில் பெறப்பட்டுள்ளன. தயாரிக்கப்பட்ட மாதிரிகள் தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானி (எக்ஸ்ஆர்டி), ஃபுரியர் அகச்சிவப்பு நிறமாலைமானி (எஃப்டி-ஐஆர்), புல உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (எஃஐ-எஸ்ஐஎம்) மற்றும் அதிர்வுறும் மாதிரி காந்தமானி (விஎஸ்எம்) பகுப்பாய்வு ஆகியவற்றால் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எக்ஸ்ஆர்டி விளைவுமானியின் அனைத்து விளிம்பு சிகரங்களும், ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் அமைப்புடன் ஒத்துப்போகிறது என்பதை காட்டுகிறது மற்றும் அதன்படி பண்புகளும், அறுங்கோண கட்டம் அளவுருக்களும் ஆராயப்பட்டுள்ளன. வி.எஸ்.எம் ஆய்வானது, செறிவு காந்தமயமாக்கல், கொயர்சிவிட்டி மற்றும் மறுநிலை காந்தமயமாக்கல் ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகளை பதிலீட்டு செய்வதால் மாறுகிறது என்பதை வெளிப்படுத்துகிறது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் வெப்ப பகுப்பாய்வானது, வெப்பநிலை 670 டிகிரி செல்சியஸுக்கு மேல் அதன் அறுங்கோண அமைப்பை வெளிப்படுத்துகிறது. குறிப்பிட்ட அறுங்கோண ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் மூலக்கூறு குழுக்களின் அதிர்வெண்கள் 400 செ.மீ⁻¹ வரம்பு முதல் 600 செ.மீ⁻¹ வரை காணப்படுகிறது. புல உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி சோதனை, ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் துகள்கள் கோள வடிவம் கொண்டுள்ளது என்பதை காட்டுகிறது மேலும் துகள்களின் அளவுகள் 37 நூ.மீ முதல் 44 நூ.மீவரை காணப்படுகின்றன.

முக்கியசொற்கள் : ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட், கூழ்ம-கரைசல் முறை, கட்டமைப்பு, காந்த பண்புகள்.

1. அறிமுகம்

ஹெக்ஸா ஃபெரைட்டுகள் காந்த பொருட்களின் வகையை சார்ந்தது, மேலும் இது காந்த-பிளம்பைட் (எம்-வகை) அமைப்பு கொண்டிருக்கும். பொதுவாக ஹெக்ஸாஃபெரைட்டுகள் பல தொழில்நுட்ப பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது, குறிப்பாக உயர் செறிவு காந்தமாக்கல், கியூரி வெப்பநிலை மற்றும் கொயர்சிவிட்டி மதிப்பு போன்ற பண்புகள் காரணமாக நிரந்தர காந்தங்கள், காந்த-பதிவு ஊடகம், காந்தவியல் மற்றும் நுண்ணலை அதிர்வெண் உறிஞ்சு சாதனங்கள் போன்ற தொழில்நுட்ப சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இவற்றின் மின்கடத்தா தன்மை, காந்த இழப்பு போன்ற பண்புகள் காரணமாக ஹெக்ஸா ஃபெரைட்டுகள் ஒரு சிறப்பு நுண்ணலை உறிஞ்சும் பொருளாக நுண்ணலை அதிர்வெண் உறிஞ்சு சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நகரும் காந்தத்தின் டொமைன், உயர் அதிர்வெண் மாற்றீடு களங்கள் மற்றும் சுழல் தளர்வு மின்காந்த புலங்களின் காரணமாக ஹெக்ஸாஃபெரைட்டுகளின் மின்எதிர்ப்பு சக்தி மிக அதிகமாக இருக்கும். இந்த ஹெக்ஸா ஃபெரைட்கள் காந்த பொருட்களின் காந்த இழப்பு அவற்றின் ஃபெரிமேக்னடிசத்தின் விளைவாகும். ஹெக்ஸாஃபெரைட்டின் அதிகபட்ச நுண்ணலை அதிர்வெண் உறிஞ்சுதலை மேம்படுத்த இவற்றின் மின்கடத்தா பண்பு, மின்காந்த ஆற்றல் மற்றும் காந்த பண்புகளை மேம்படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட் அறுங்கோண கட்டமைப்பு மற்றும் P63/mmc குழு வகையை சார்ந்தது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸா ஃபெரைட் ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) அலகு கூட்டில் இரண்டு மூலக்கூறுகள் உள்ளன, அவற்றில் 64 அயனிகள் உள்ளன. அவற்றில் 24 இரும்பு அயனிகள் ஐந்து துணை அலகு கூட்டில் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. இதில் இரும்பு அயனி என்பது ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட்டின் முக்கிய அங்கமாகும், இது அதன் காந்த பண்புகளை மேம்படுத்துகிறது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட்டின் மின் மற்றும் காந்த பண்புகளை மேம்படுத்துவதற்காக

இரும்பு அல்லது ஸ்ட்ரோண்டியம் அயனிகள் வெவ்வேறு எதிரயனிகளுடன் பதிலீடு செய்யப் படுகின்றன.

இந்த ஆய்வுகட்டுரையில், சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீடு செய்யப்பட்ட எம்-வகை ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட் நானோ துகள்கள் கூழ்ம-கரைசல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த கூழ்ம-கரைசல் முறையானது கட்டுப்படுத்தக்கூடிய மேற்பரப்பு உருவவியல், வேதியியல் ஒருமைப்பாடு, சிறந்த துகள் அளவு மற்றும் குறைந்த செலவு போன்ற பல நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட்டின் கட்டமைப்பு, நிறமாலை, வெப்ப மற்றும் காந்த பண்புகள் பற்றி இந்த ஆய்வில் கூறப்பட்டுள்ளன.

2. பரிசோதனை முறைகள்

2.1 சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீட்டு ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட் நானோ துகள்களின்தயாரித்தல்

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபெரைட் நானோ துகள்கள் $\text{SrFe}_{12-x}(\text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})\text{O}_{19}$ ($x=1$) சமன்பாட்டின்படி ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு கூழ்ம-கரைசல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. தொடக்கபொருட்களாக, ஃபெரிக் நைட்ரேட் ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), ஸ்ட்ரோண்டியம் நைட்ரேட் ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), சீரியம் நைட்ரேட் ($\text{Ce}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), சிர்கோனியம் நைட்ரேட் ($\text{Zr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), சிட்ரிக் அமிலம் ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) மற்றும் அம்மோனியா கரைசல் ஆகியவை தொடக்கப் பொருட்களாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு அவை வேதியியல் விகித அளவுகளில் எடையும் செய்யப்பட்டன.

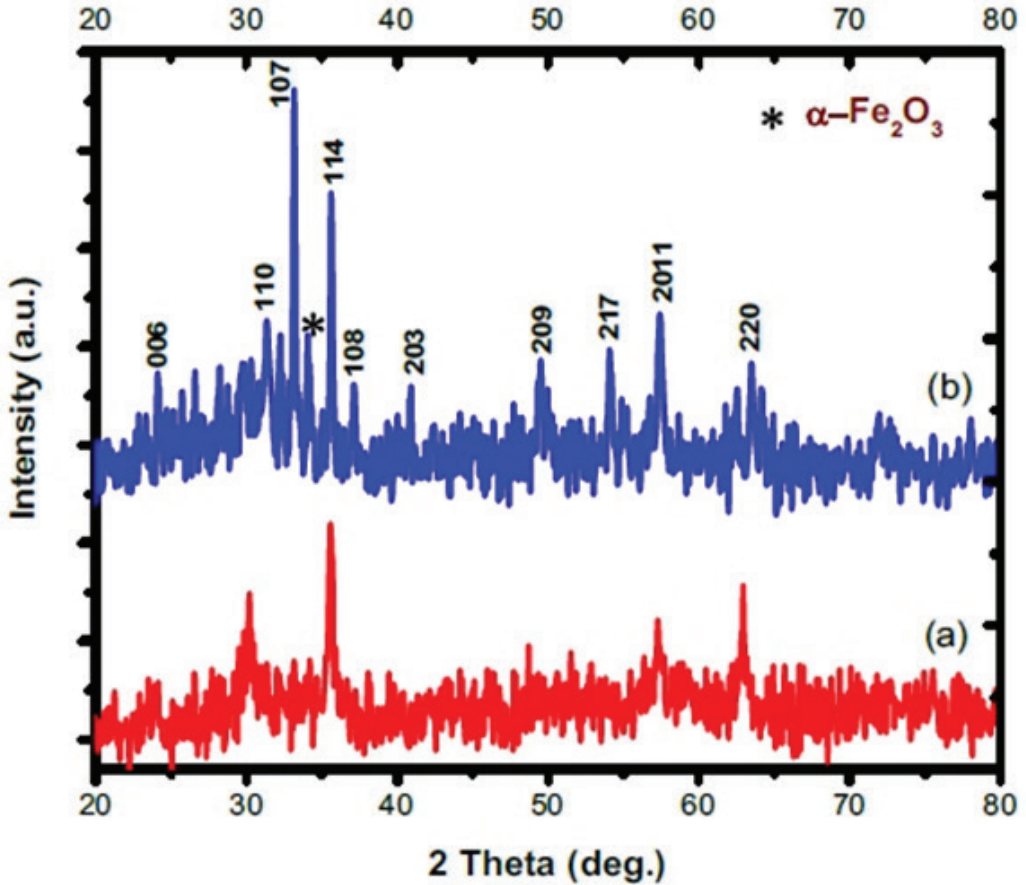
ஆரம்பத்தில், ஃபெரிக், ஸ்ட்ரோண்டியம், சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் நைட்ரேட்டுகள் அயனிகள் நீக்கப்பட்ட நீரில் கரைக்கப்பட்டு ஒரு சூடான தட்டில் ஒரு காந்த அசைப்பான் பயன்படுத்தி தொடர்ந்து கிளறி விடப்பட்டன. பின்னர் சிட்ரிக் அமிலம் நைட்ரேட் கரைசலில் சேர்க்கப்பட்டது, இதில் சிட்ரிக் அமிலம் எரிபொருளாக செயல்படுகிறது. அம்மோனியா கரைசலைச் சொட்டு சொட்டாக சேர்ப்பதன் மூலம் pH இன் மதிப்பு 10 இல் பராமரிக்கப்பட்டது. இந்த கரைசல் 24 மணி நேரத்திற்கு 70 டிகிரி

செல்சியஸில் தொடர்ந்து கிளறிக் கொண்டே இருந்தது. கரைசல் பின்னர் ஆவியடைந்து, கூழ்மமாக மாற்றப்பட்டது. பின்னர் கூழ்மம் ஒரு சூடான காற்று அடுப்பில் 250 டிகிரி செல்சியஸில் 6 மணி நேரத்திற்கு வைக்கப்பட்டது. இந்த காலகட்டத்தில், கூழ்மம் காற்றில் தானாக எரிந்து உலர்ந்த தூள் பெறப்பட்டது. இறுதியாக, தூள் நன்கு அரைக்கப்பட்டு ஒரு வெப்ப உலையில் 3 மணி நேரத்திற்கு 900 டிகிரி செல்சியஸ் வெப்ப நிலையில் வைக்கப்பட்டது. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட மாதிரிகள் படி அமைப்பு, காந்த மற்றும் வெப்பப்பண்புகள் பற்றிய ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டது.

3 முடிவுகள் மற்றும் கலந்துரையாடல்

3.1 படி கட்டமைப்பு (எக்ஸ் ஆர்டி) பகுப்பாய்வு

தயாரிக்கப்பட்ட ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் படி அமைப்பானது, தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானியை பயன்படுத்தி தீர்மானிக்கப்பட்டது. தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவு மானியானது X'Pert-PRO பான்பகுப்பாய்வு, 45 kV, 30 mA மற்றும் Cu K α கதிர்வீச்சு அலைநீளம் 1.5406 Å, 2 θ வரம்பில் 20 முதல் 80 டிகிரி வரை இயக்கப்படுகிறது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானியின் படம் 1 (a) மற்றும் (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1: தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவு மானியின் படம்

தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானியின் அனைத்து பிரதிபலிப்புகளின் சிகரங்களும் (006), (110), (107), (114), (108), (203), (116), (205), (209), (217), (2011) மற்றும் (220) ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் படிக அமைப்பை குறியிடப்படுகின்றன. சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் படிக கூட்டிற்குள் நுழைவதால், ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் படிக அமைப்பில் மாற்றத்தை வெளிப்படுத்துகிறது. எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானியின் வெவ்வேறு சிகரங்களின் மாற்றம் சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகளை பதிலீடு செய்யவதே இதற்கு காரணமாகும், மேலும் இது படிக கூட்டின் பல்வேறு படிக தளங்களை பதிலீடுகளால் ஆக்கிரமிப்பதோடு தொடர்புடையதாக இருக்கலாம்.

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் படிக அளவுருக்கள் பிராக்ஸ் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்டன,

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + k^2 + hk}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2}$$

அட்டவணை 1: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் படிக கூடு மாறிலிகளின் மதிப்புகள்

Samples	Lattice parameters		c/a	V (Å ³)	Crystallite size (nm)
	a (Å)	c (Å)			
SrFe ₁₂ O ₁₉	5.885	23.052	3.917	690	57
Ce/Zr-doped SrFe ₁₂ O ₁₉	5.883	23.038	3.916	690	42.38

இங்கு dhkl என்பது படிக இடைவெளி மதிப்பு மற்றும் h, k மற்றும் l ஆகியவை மில்லர் குறியீடுகள். அலகு கூட்டின் அளவு பின்வரும் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்டது

$$V = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c$$

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் படிக கூடு மாறிலிகளின் மதிப்புகள் கணக்கிடப்பட்டு அவை அட்டவணை 1-ல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. படிக கூடு மாறிலிகள் a மற்றும் c இன் அளவுருக்கள் 5.883Å மற்றும் 23.038 Å எனக் கண்டறியப்பட்டன, அவை ஏற்கனவே அறிவிக்கப்பட்ட மதிப்புகளுடன் ஒத்துப் போகின்றது.

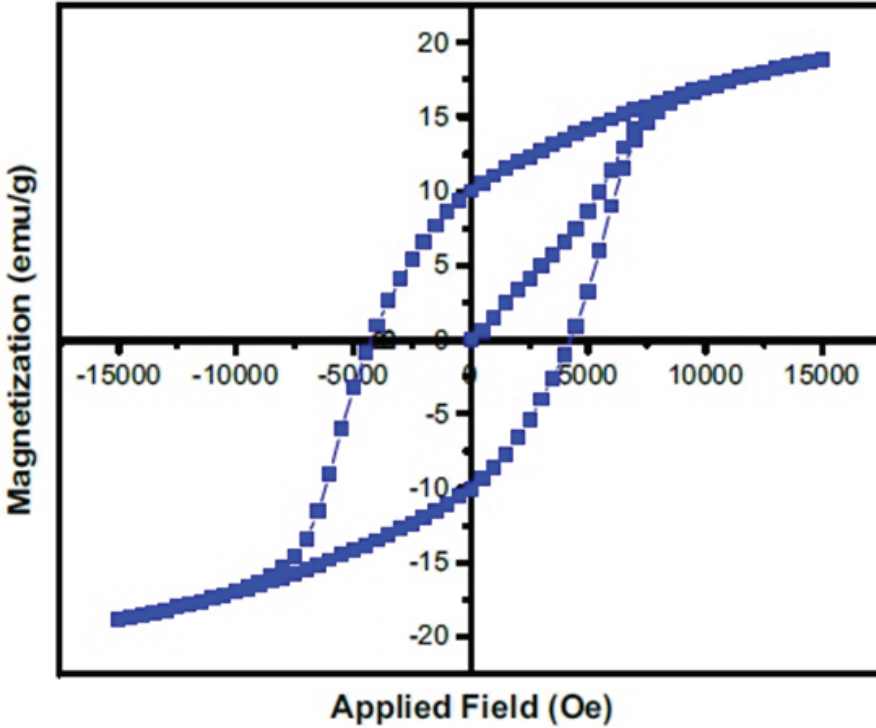
எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுமானியின் தரவிலிருந்து மதிப்பிடப்பட்ட மிக தீவிரமான உச்சத்திலிருந்து (107), ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் மாதிரிகளின் சராசரி படி அளவுருக்கள் பின்வரும் டிபை-ஷெரர் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி கணக்கிடப்படுகிறது.

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta}$$

இங்கே, λ என்பது எக்ஸ் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம், இங்கே β என்பது முழு அகலம் அரை அதிகபட்சம் (FWHM). இது ரேடியங்களில் அளவிடப்படும் மற்றும் θ என்பது பிராக்கோணம். கணக்கிடப்பட்ட மதிப்புகள் அட்டவணை 1இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

3.2 காந்த (வி.எஸ்.எம்) பகுப்பாய்வு

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் காந்த பண்புகள் அதிர்வறும் மாதிரி காந்தமானி பகுப்பாய்வு (எம்-எச்) (விஎஸ்எம் - லேசேஷார் மாடல்-7410 அதிகபட்சமாக அறை வெப்ப நிலையில் 15kOeஇன்புலம்)காந்ததயக்கவளையத்தின் மூலம் ஆராயப்பட்டது. ஒரு காந்தப் பொருள் ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது, பாய்வு அடர்த்தி (B) அதை ஏற்படுத்தும் காந்த சக்தி (H)ஐவிட பின்தங்கியிருக்கும், மேலும் இது ஒரு காந்த தயக்க வளையத்தை உருவாக்குகிறது. காந்த தயக்க வளையத்தில் இருந்து, நாம் காந்த பண்புகளை அளவிட முடியும். செறிவு காந்த மயமாக்கல், மறு காந்த மயமாக்கல், மற்றும் காந்த தயக்கம் போன்றவை வரையப்பட்ட காந்த தயக்க வளையத்தின் மூலம் கணக்கிட முடியும். வரையப்பட்ட காந்த தயக்க (எம்-எச்) வளையம் படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் வரையப்பட்ட காந்த தயக்க (எம்-எச்) வளையம்

வரையப்பட்ட (ஆ-ழ) காந்த தயக்க வளையத்தில் இருந்து, செறிவு காந்தமாக்கல், மறுகாந்த மயமாக்கல் மற்றும் காந்ததயக்க மதிப்புகள் அளவிடப்பட்டு அவை அட்டவணை

2 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. வரையப்பட்ட காந்த தயக்க வளைவு ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் கடினமான காந்த தன்மையை வெளிப்படுத்துகிறது.

அட்டவணை2: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் காந்த தயக்க மதிப்புகள்

Samples	Coercivity (Hc) (Oe)	Saturation magnetization (Ms) (emu/g)	Remanent magnetization (Mr) (emu/g)	Squareness ratio (Mr/Ms)
SrFe ₁₂ O ₁₉	5378	57.2	33.7	0.58
Ce/Zr-doped SrFe ₁₂ O ₁₉	4254	18.79	9.90	0.52

காந்த தயக்கம் கடின காந்தபொருட்களின் சிறந்த பண்புகளில் ஒன்று. எம்-வகை ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் உள்ளார்ந்த காந்த பண்புகள் மாற்று எதிரயனிகள், அயனி ஆரம், அடர்த்தி மற்றும் வேலன்ஸ் நிலை மாற்றம் ஆகியவற்றின் தள ஆக்கிரமிப்பால் கடுமையாக பாதிக்கப்பட்டுள்ளது. சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் இரும்பு அயனிகளில் காந்த நீர்த்துப் போகச் செய்வதால் செறிவு காந்தமாக்கல், மறுகாந்த மயமாக்கல் மற்றும் காந்த தயக்க மதிப்புகள் ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் குறைகிறது. இது ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் வெவ்வேறு படிக தளங்களுக்கு இடையிலான சூப்பர் பரிமாற்ற இடைவினைகள் குறைவதற்கு காரணமாகிறது.

காந்த தயக்க பண்புகள் எப்போதும் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் அளவு மற்றும் காந்தவியல் படிக அனிசோட்ரோபியைப் பொறுத்தது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டில், 4f₂, 2b மற்றும் 12k தளங்கள் காந்த அனிசோட்ரோபிக்கு முக்கிய பங்களிக்கிறது. காந்த தயக்க குறைவு இந்த தளங்களை பதிலீடு ஆக்கிரமிப்பதன் காரணமாக இருக்கலாம், இதன் விளைவாக அனிசோட்ரோபி குறைகிறது. எனவே, பதிலீட்டு அயனிகள் இந்த தளங்களுக்குள் நுழைய விரும்புகின்றன என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. எதிரயனிகள் மாற்றுவது காந்தவியல் படிக அனிசோட்ரோபியில் எதிர்மறையான

தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது, இது காந்த தயக்கம் குறைவதற்கு காரணமாகிறது. சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகளை பதிலீடுவதன் மூலம் துகளின் அளவு குறைவது காந்த தயக்கம் குறைவுக்கு மற்றொரு காரணமாக இருக்கலாம்.

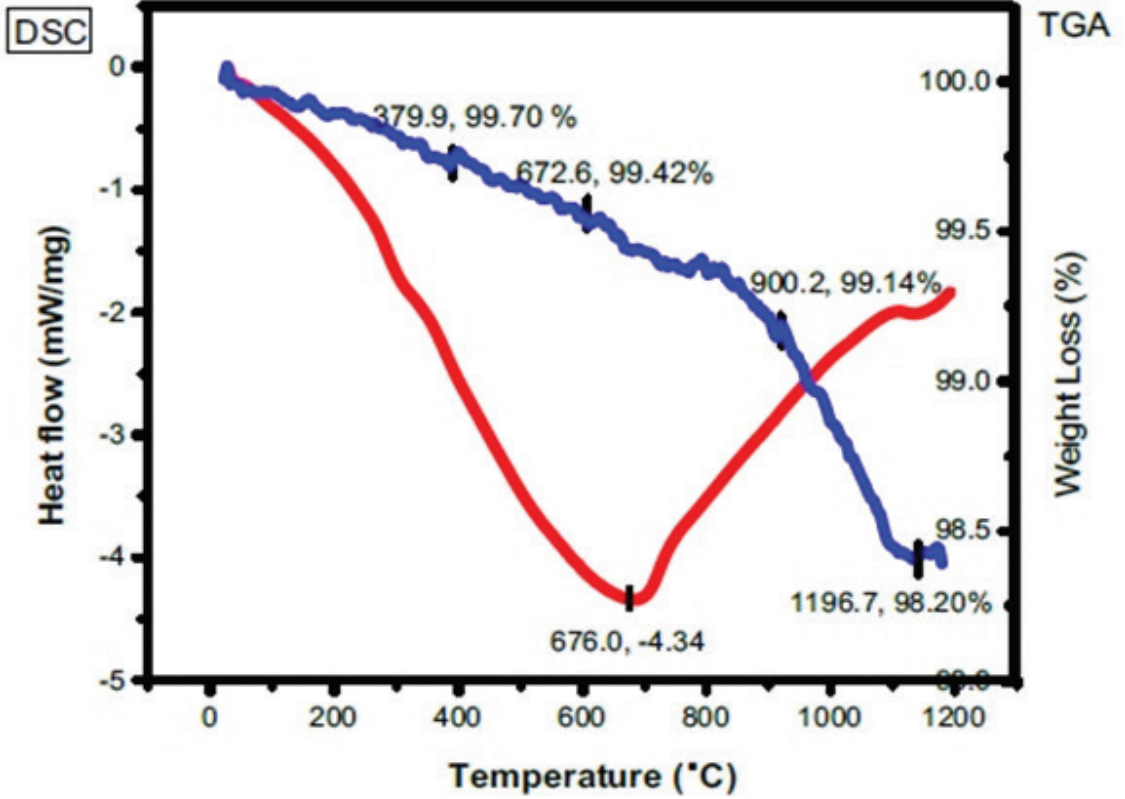
காந்த மறுமயமாக்கல் மதிப்பு குறைவதற்காக பல வழிமுறைகள் உள்ளன. அவைகளில் (i) தற்போதுள்ள இரும்பு-ஆக்ஸிஜன் பிணைப்பின் நீளத்தின் அதிகரிப்பு ஆக்டோஹெட்ரல், முக்கோண பைபிரமிடல் மற்றும் டெட்ரா ஹெட்ரல் தளங்கள், (ii) பலவீனப்படுத்தும் அணு சுற்றுப்பாதைகளின் ஒன்றுடன் ஒன்று குறைப்பு சூப்பர் பரிமாற்ற தொடர்பு, (iii) ஸ்பின்ன்கேண்டிங், (iv) மற்றும் காந்த அல்லாத α-Fe₂O₃ கட்டம் மாற்றாக படிக கூட்டில் நுழைவது.

3.3 வெப்ப (டிஜி / டி.எஸ்.சி) பகுப்பாய்வு

சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீட்டு ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் வெப்ப பண்புகள் தெர்மோகிராமிமெட்ரிக் (டிஜிஏ) ஆய்வு மற்றும் வேறுபட்ட ஸ்கேனிங் கலோரி மெட்ரிக் (டி.எஸ்.சி) பகுப்பாய்வு (NETZSCH மாதிரி: STA 449F3 10 டிகிரி செல்சியஸ் / நிமிடங்கள்) மற்றும் ஆய்வுக்குடல் தெர்மோகிராம்சுள் படம் 3 காட்டப்பட்டுள்ளன. டிஜிஏ வளைவு அறை வெப்பநிலையிலிருந்து 1100 டிகிரி செல்சியஸ்க்கு எடை இழப்பு ஏற்படுவதை காட்டுகிறது. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட மாதிரியின்

மொத்த எடை இழப்பு 1.8௬ காணப்படுகிறது, இது உறிஞ்சப்பட்ட நீர் மூலக்கூறுகளின் ஆவியாதல் காரணமாக இருக்கலாம். ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் படி அமைப்பு 1100 டிகிரி செல்சியஸ்க்கு மேல் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.

வெப்பநிலை 670 டிகிரி செல்சியஸ் இல் காணப்படும் எண்டோடெர்மிக் உச்சம் பதிலீட்டு ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் உருவாவதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

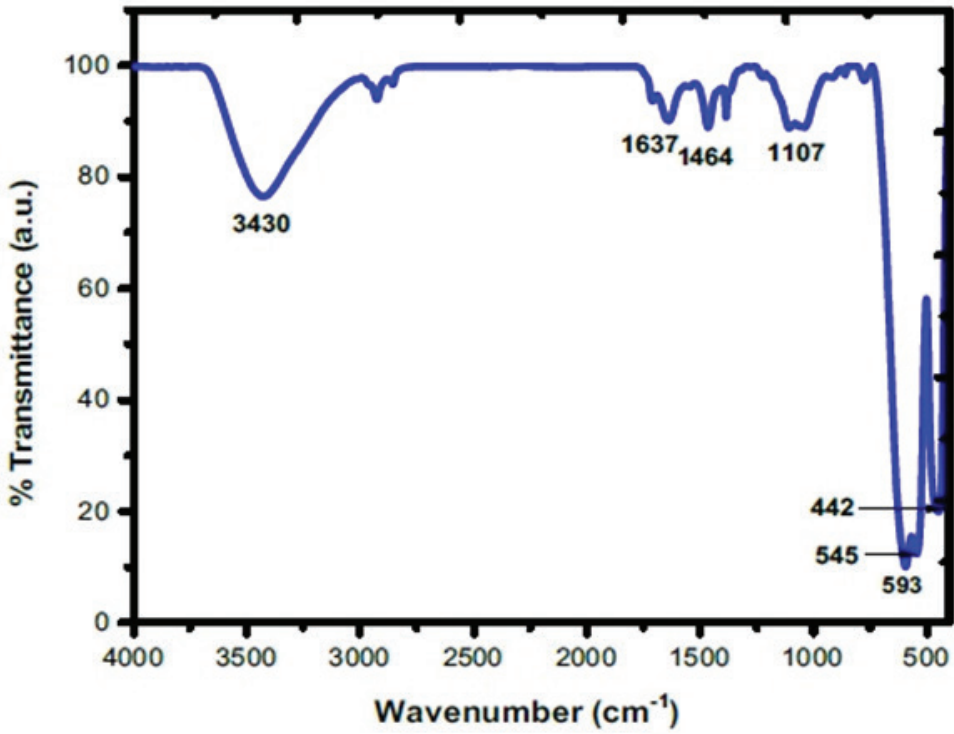


படம் 3: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் வெப்ப (டிஜி / டி.எஸ்.சி) பகுப்பாய்வு

3.4 ஃபுரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலைமணி (எஃப்டி-ஐஆர்) ஆய்வு

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வெண்கள் ஃபுரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலைமணி பகுப்பாய்வு மூலம் உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. இது ஒரு பெர்கின்

எல்மர் எஃப்டி-ஐ ஆர்ஸ்பெக்ட்ரோ மீட்டரால் (KBr துகள்களைப் பயன்படுத்தி, 4000 செ.மீ⁻¹ – 400 செ.மீ⁻¹ வரம்பில்) பதிவு செய்யப்பள்ளது. ஃபுரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலைமணி பகுப்பாய்வு படம் 4இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



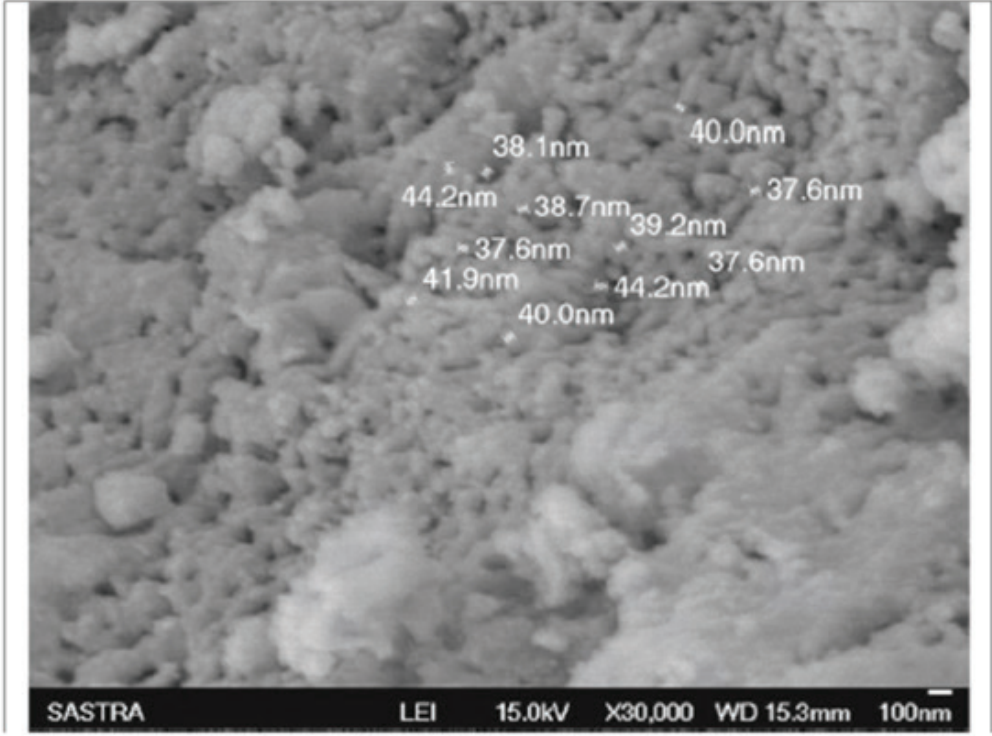
படம் 4: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹைக்ஸாஃபெரைட்டின் ஃபிரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலைமானி பகுப்பாய்வு

ஃபிரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலை மானியில், உறிஞ்சப்பட்ட நீர் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வெண்கள் 3430 செ.மீ⁻¹ மற்றும் 1637 செ.மீ⁻¹ஐ சுற்றி காணப்படுகிறது, இது உறிஞ்சப்பட்ட நீர்மூலக்கூறுகளின் (ஆக்ஸிஜன்-ஹைட்ரஜன்) நீட்சி அதிர்வுக்கு காரணம். உலோக ஆக்ஸிஜன் உலோகத்தின் அதிர்வெண்கள் (இரும்பு - ஆக்ஸிஜன் - இரும்பு) 1464 செ.மீ⁻¹ மற்றும் 1107 செ.மீ⁻¹இல் காணப்படுகிறது. தூய ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹைக்ஸாஃபெரைட்டின் முக்கிய சிறப்பு அதிர்வெண்கள் 580 செ.மீ⁻¹, 540 செ.மீ⁻¹ (டெட்ரா ஹைட்ரல் தளத்தின் இரும்பு-ஆக்ஸிஜன் அதிர்வு) மற்றும் 430 செ.மீ⁻¹ (ஆக்டோ ஹைட்ரல் தளத்தின் இரும்பு-ஆக்ஸிஜன் அதிர்வு) இல்காணப்படுகிறது. குறுகிய பிணைப்பு நீளம் காரணமாக, ஆக்டோ ஹைட்ரல் அதிர்வுகளுடன் ஒப்பிடும்போது டெட்ரா ஹைட்ரல் அதிர்வுகள் அதிக அதிர்வெண்ணில் நிகழ்கின்றன. சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீடு செய்யப்பட்ட

ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹைக்ஸாஃபெரைட்டில் அதிர்வுகள் 593 செ.மீ⁻¹, 545 செ.மீ⁻¹ மற்றும் 442 செ.மீ⁻¹ அதிக அதிர்வெண்களுக்கு மாற்றப்படுகின்றன, அதாவது அதிர்வெண்ணில் காணப்பட்ட மாற்றங்கள் டெட்ரா ஹைட்ரல் மற்றும் ஆக்டோ ஹைட்ரல் தளத்தில் சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் இருப்பதால் நிகழ்கின்றன.

3.5 புல உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி சோதனை

சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹைக்ஸாஃபெரைட் மாதிரியின் மேற்பரப்பு உருவவியல் பகுப்பாய்வு புலம் உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பகுப்பாய்வு மூலம் பகுப்பாயப்பட்டது (FE-SEM) (JEOL / JSM, khÅç-5610 NE) மற்றும் புலம் உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பகுப்பாய்வு படம்5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5: ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் புலம் உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிபகுப்பாய்வு

வெப்பப்படுத்தப்பட்ட ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் மாதிரியின் சராசரி துகளின் அளவை அளவிட புலம் உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பகுப்பாய்வு பயன்படுத்தப்படுகிறது. அளவிடப்பட்ட துகள்கள் அளவு 37.6 நானோ மீட்டர் முதல் 44.2 நானோ மீட்டர் வரை அளவிடப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்கள் கோள வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன.

4. முடிவுரை

சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்கள் கூழ்ம-கரைசல் முறையின் மூலம் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் பதிலீடு செய்வதால் ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் படிக அமைப்பில் மாற்றத்தை ஏற்படுவது தூள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவு மானியை பயன்படுத்தி தீர்மானிக்கப்படுகிறது. அதிர்வுறும்

மாதிரி காந்தமானி பகுப்பாய்வானது, செறிவு காந்தமயமாக்கல், மறு காந்தமயமாக்கல், மற்றும் காந்த தயக்கம் போன்றவை சீரியம் மற்றும் சிர்கோனியம் அயனிகள் பதிலீடால் குறைகிறது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் 670 டிகிரி செல்சியஸ்க்கு மேல் உருவாவதை தெர்மோகிராமி மெட்ரிக் மற்றும் வேறுபட்ட ஸ்கேனிங் கலோரி மெட்ரிக் பகுப்பாய்வு காட்டுகிறது. ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட் நானோ துகள்களின் அளவு 37 நானோ மீட்டர் முதல் 44 நானோ மீட்டர் வரை மற்றும் துகள்கள் கோள வடிவமாக இருக்கும் என்பதை புலம் உமிழ்வு ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பகுப்பாய்வு காட்டுகிறது. ஃபுரியர் மாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலையானது அறுங்கோண ஸ்ட்ரோண்டியம் ஹெக்ஸாஃபைரைட்டின் முக்கிய அதிர்வெண்கள் 400 செ.மீ⁻¹ முதல் 600 செ.மீ⁻¹ வரம்பு வரை காணப்படுகிறது.

மேற்கோள்:

- [1] Ashiq, M.N., Qureshi, R.B., Malana, M.A., Ehsan, M.F.: Synthesis, structural, magnetic and dielectric properties of zirconium copper doped M-type calcium strontium hexaferrites. *J. Alloys Compd.* 617, 437–443 (2014).
- [2] Ghasemi, A., Hossienpour, A., Morisako, A., Saatchi, A., Salehi, M.: Electromagnetic properties and microwave absorbing characteristics of doped barium hexaferrite. *J Magn. Magn. Mater.* 302, 429–435 (2006).
- [3] Fang, C.M., Kools, F., Metselaar, R., de With, G., de Groot, R.A.: Magnetic and electronic properties of strontium hexaferrite SrFe₁₂O₁₉ from first-principles calculations. *J. Phys. Condens. Matter* 15, 6229–6237 (2003).
- [4] Sahu, R.K., Mohanta, O., Pramanik, A.K.: XPS study on the correlation of magnetic properties and site occupancy of Al doped SrFe₁₂O₁₉. *J. Alloys Compd.* 532, 114–120 (2012).
- [5] Jamalian, M.: An investigation of structural, magnetic and microwave properties of strontium hexaferrite nanoparticles prepared by a sol-gel process with doping Sn and Tb. *J. Magn. Magn. Mater.* 378, 217–220 (2015).
- [6] Bsoul, I., Mahmood, S.H., Lehlooh, A.-F., Al-Jamel, A.: Structural and magnetic properties of SrFe_{12-2x}Ti_xRu_xO₁₉. *J. Alloys Compd.* 551, 490–495 (2013).
- [7] Davoodi, A., Hashemi, B.: Investigation of the effective parameters on the synthesis of strontium hexaferrite nanoparticles by chemical coprecipitation method. *J. Alloys Compd.* 512, 179–184 (2012).
- [8] Kang, Y.-M., Kwona, Y.-H., Kim, M.-H., Lee, D.-Y.: Enhancement of magnetic properties in Mn-Zn substituted M-type Sr hexaferrites. *J. Magn. Magn. Mater.* 382, 10–14 (2015).
- [9] Brito, P.C.A., Gomes, R.F., Duque, J.G.S., Macêdo, M.A.: SrFe₁₂O₁₉ prepared by the proteic sol-gel process. *Physica B* 384, 91–93 (2006).
- [10] de Araujo, J.H., Soares, J.M., Ginani, M.F., Machado, F.L.A., da Cuncha, J.B.M.: Mossbauer and magnetic study of nanocrystalline strontium hexaferrite prepared by an ionic coordination reaction technique. *J. Magn. Magn. Mater.* 343, 203–207 (2013).
- [11] Kiani, E., Rozatian, A.S.H., Yousefi, M.H.: Structural, magnetic and microwave absorption properties of SrFe_{12-2x}(Mn_{0.5}Cd_{0.5}Zr_x)O₁₉ ferrite. *J. Magn. Magn. Mater.* 361, 25–29 (2014).
- [12] Rashid, A.U., Southern, P., Darr, J.A., Awan, S., Manzoor, S.: Strontium hexaferrite (SrFe₁₂O₁₉) based composites for hyperthermia applications. *J. Magn. Magn. Mater.* 344, 134–139 (2013).

- [13] Luo, H., Rai, B.K., Mishra, S.R., Nguyen, V.V., Liu, J.P.: Physical and magnetic properties of highly aluminum doped strontium ferrite nanoparticles prepared by auto-combustion route. *J. Magn. Magn. Mater.* 324, 2602–2608 (2012).
- [14] Yang, X., Li, Q., Zhao, J., Li, B., Wang, Y.: Preparation and magnetic properties of controllable-morphologies nano-SrFe₁₂O₁₉ particles prepared by sol-gel self-propagation synthesis. *J. Alloy Compd.* 475, 312–315 (2009).
- [15] Thakur, A., Singh, R.R., Barman, P.B.: Structural and magnetic properties of La³⁺-substituted strontium hexaferrite nanoparticles prepared by citrate precursor method. *J. Magn. Magn. Mater.* 326, 35–40 (2013).
- [16] Hooda, A., Sanghi, S., Agarwal, A., Dahiya, R.: Crystal structure refinement, dielectric and magnetic properties of Ca/Pb substituted SrFe₁₂O₁₉ hexaferrites. *J. Magn. Magn. Mater.* 387, 46–52 (2015).
- [17] Davoodi, A., Hashemi, B., Yousefi, M.H.: Synthesis of co-precipitated strontium hexaferrite nanoparticles in the presence of polyvinyl alcohol. *J. Magn. Magn. Mater.* 323, 3054–3057 (2011).
- [18] Iqbal, M.J., Ashiq, M.N., Hernandez-Gomez, P., Munoz, J.M.: Magnetic, physical and electrical properties of Zr-Ni-substituted co-precipitated strontium hexaferrite nanoparticles. *Scr. Mater.* 57, 1093–1096 (2007).
- [19] Isalgué, A.: Exchange interactions in BaFe₁₂O₁₉. *J. Appl. Phys.* A 39, 221–225 (1986).
- [20] Gordani, G.R., Ghasemi, A., Saidi, A.: Enhanced magnetic properties of substituted Sr-hexaferrite nanoparticles synthesized by co-precipitation method. *Ceram. Int.* 40, 4945–4952 (2014).
- [21] Iqbal, M.J., Ashiq, M.N.: Physical and electrical properties of Zr-Cu substituted strontium hexaferrite nanoparticles synthesized by co-precipitation method. *Chem. Eng. J.* 136, 383–389 (2008).
- [22] Chawla, S.K., Mudsainiyan, R.K., Meena, S.S., Yusuf, S.M.: Sol-gel synthesis, structural and magnetic properties of nanoscale M-type barium hexaferrites BaCo_xZr_xFe_{12-2x}O₁₉. *J. Magn. Magn. Mater.* 350, 23–29 (2014).
- [23] Martinez-Garcia, R., Reguera Ruiz, E., Estevez Rams, E.: Structural characterization of low temperature synthesized SrFe₁₂O₁₉. *Mater. Lett.* 50, 183–187 (2001).
- [24] Mosleh, Z., Kameli, P., Poorbaferani, A., Ranjibar, M., Salamati, H.: Structural, magnetic and microwave absorption properties of Ce-doped barium hexaferrite. *J. Magn. Magn. Mater.* 397, 101–107 (2016).

8-(4-மெத்தில் பென்சீன் சல்போனில்)-17-(4-மெத்தில்பினில்)-12, 14-டைபினில்-16- ஆக்சா-8,13,14-டீரை அஜாடேட்-றாசைக்ளோ- [8.7.0.0²,7.0¹¹,¹⁵] ஹெப்ட டெக்-12-ஈன்-1-கார்போ நைற்றில் கலவையின் முப்பரிமாண அமைப்பை அறிதல்

அங்கூர் த்ரிசுனைத், கிருஷ்ணசாமி குணசேகரன்

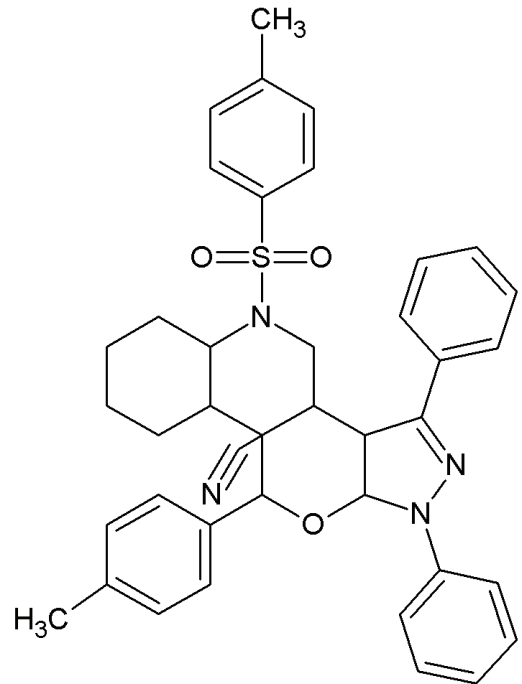
படிக வரைவியல் மற்றும் உயரி இயல்பியல் துறை சென்னை பல்கலை கழகம், கிண்டி வளாகம், சென்னை - 25

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

படிக வரைவியல் என்பது எந்த ஒரு மூலக்குறின் முப்பரிமாண வடிவத்தை அறிவதற்கான மிக முக்கியமான மற்றும் துல்லியமான முறையாகும். படிகங்கள் x-கதிர்களை விளிம்பு விளைவு அடைய செய்யும் என்பதே அடிப்படையாகும். இந்த கட்டுரை விளிம்பு விளைவு தரவுகள் எவ்வாறு பெறப்படுகின்றன, வடிவம் தீர்மானிக்க படுகின்றது, சீர்மைபடுத்தப்படுகின்றது ஆகியவை மென்பொருள் விவரங்களுடன் படிப்படியாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

அறிமுகம்

ஹீட்டோரோசைக்ளிக் அமைப்புகளுடன் சல்போனமைடு தொகுப்புகளை இணைக்கும் முறை புற்று நோய் எதிர் காரணிகளை மற்றும் எச்.ஐ.வி எதிர்ப்பி மூலக்கூறுகளை உருவாக்க பயன்படுகிறது (டபகோவிச் மற்றும் பலர். 1983). எனவே புதிய சல்போனமைடு - ஹீட்டோரோசைக்ளிக்வளையம் ஒருங்கிணைந்த அமைப்புகள் மிகுந்த பலனுள்ளவைகளாக பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் தெளிவு படுத்தப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய உயிரியல் முக்கியத்துவத்தைக் கருத்தில் கொண்டு, முப்பரிமாண அமைப்பை அறிந்துகொள்ள தலைப்பில் குறிப்பிட்ட கலவையை படிகமைக்கி, எக்ஸ்ரே படிக வரைவியல் (X-ray Crystallography) ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன, அத்தகைய ஒரு முயற்சி இந்த கட்டுரையில் விரிவாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. விவரிக்கப் பட்ட கலவையின் திட்ட வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



திட்ட வரைபடம்

பொருட்கள் மற்றும் முறைகள் (Materials and Methods)

(2Z) - 2 - {[N- (2-ஃபார்மில்பெனைல்) (4-மெத்தில்பென்சீன்) சல்போனமிடோ] மெத்தில்} -3- (4-மெத்தில்பெனைல்) ப்ராப் -2-எனிட்ரைல் (0.431 கிராம், 1 மிமீல்) மற்றும் 1,3 -டிஃபெனைல் -1 எச்-பைரசோல் -5 (4 H) -ஒன் (0.236 கிராம், 1 மிமீல்) ஒரு வட்ட அடிப்பகுதியில் வைக்கப்பட்டு 180°C க்கு 1 மணிநேரத்திற்கு உருகப்பட்டது. டி.எல்.சி (TLC) சுட்டிக்காட்டியபடி எதிர்வினை முடிந்தபின், கச்சா தயாரிப்பு 5 மில்லி எத்திலாசெட்டேட் மற்றும் ஹெக்ஸேன் கலவையுடன் (1:49 விகிதம்) கழுவப்பட்டது. இதன் மூலம் 96% (0.62 கிராம்) தூய தலைப்பில் குறிப்பிட்ட கலவை நிறமற்ற திடமாக வெற்றி கரமாக பெறப்பட்டது. மெத்தனால் இருந்து மெதுவாக ஆவியாதல் பயன்படுத்தி ஒற்றை படிகங்கள் வளர்க்கப்பட்டன: ஐசோபிரபனோல் (1: 3). சுமார் 1x2x1 மிமீ 3 படிகங்கள் 15 நாட்களில் பெறப்பட்டன.

ஓ-கதிர் தரவு சேகரிப்பு (X-ray diffraction data collection)

எக்ஸ்-ரே விளிம்பு விளைவு சோதனை என்பது மூலக்கூறுகளின் முப்பரிமாண கட்டமைப்பைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்படும் மிக சக்திவாய்ந்த நுட்பமாகும். தற்போதைய ஆய்வில், சென்னை பல்கலைக்கழகத்தின் படிகவியல் மற்றும் உயிரி இயற்பியல் துறையில், ப்ரூக்கர் ஸ்மார்ட் அபெக்ஸி (Bruker Smart Apex Area Detector) ஏரியா-டிடெக்டர் பொருத்தப்பட்ட விளிம்பு விளைவுமானி கொண்டு (ப்ரூக்கர், 2008) படிகங்களுக்கான விளிம்பு விளைவு தரவு பதிவு செய்யப்பட்டது. ஒற்றை படிகங்களிலிருந்து பெறவேண்டிய அனைத்து விளிம்புவிளைவு தரவுகளையும் திரட்ட தேவையான அமைப்பை இந்த கருவி கொண்டுள்ளது. இந்த விளிம்பு விளைவுமானியில் MoK α ($\lambda = 0.7107\text{\AA}$) அலை நீளம் கொண்டு தரவுகள் திரட்டப்பட்டன.

மூன்று வெவ்வேறு திசைகளில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்ட 36 விளிம்பு விளைவு படங்கள் (diffraction images) (0.5° ϕ -ஸ்கேன்) மற்றும் வேறுபாடு திசையன்களின் (difference vectors) நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி அலகுகூட்டின

அளவுருக்கள் (unit cell dimensions) தீர்மானிக்கப் பட்டது. விளிம்பு விளைவு தரவானது ஒவ்வொன்றும் நான்கு மடங்கு (நான்கு முறை சேகரிக்கப்பட்டதாகவும்) இருக்கும்படியும் மேலும் சராசரியாக 0.75\AA பிரித்தறியும் திறன் (Resolution) அமையும்படியும் சேகரிக்கப்பட்டது. SAINT-NT (பதிப்பு 6.0) மென்பொருளைப் பயன்படுத்தி தரவு சேகரிப்பு, படங்கள் (diffraction images) ஒருங்கிணைப்பு, லோரென்ட்ஸ் (Lorentz) - முனைவாக்கல் (Polarization) மற்றும் சிதைவு (Radiation damage) திருத்தம் ஆகியவை செய்யப்பட்டன. நோக்கு திருத்தம் (Empirical absorption correction) SADABS (ப்ரூக்கர், 2008) திட்டத்தைப் பயன்படுத்தி செய்யப்படுகிறது.

அனைத்து விளிம்பு விளைவு தரவுகளும் மாறும் ஊடுகதிர் வேகம் (variable scan speed), சூழல் மற்றும் மங்குதல் ஆகியவற்றிற்கான பின்வரும் உறவினை பயன்படித்தி சரி செய்யப்படுகிறது.

$I_{raw} = f (N_c - 2(L_b + R_b)) NPI$ இங்கு, ஐசயற என்பது விளிம்பு விளைவு தரவு (intensity)

$N_c =$ முகடுகளின் எண்ணிக்கை

L_b & $R_b =$ இடது மற்றும் வலது சூழல் முகடுகளின் (background peak) எண்ணிக்கை

$NPI =$ ஊடுகதிர் வேகம்

$f =$ மங்குதல்காரணி

ஒவ்வொன்று விளிம்பு விளைவு தரவுக்கான பெறப்பட்ட கட்டமைப்பு காரணி (observed structure factor) பின்வரும் சமன்பாடு மூலம் பெறப்படுகிறது.

$F_o = k (I_{raw} / L_p)^{1/2}$

இங்கு, k என்பது உருமுகடின் (structure amplitude) தோராய ஆற்றல் எண்ணிக்கைக்கான அளவீட்டு காரணி.

$L =$ லாரன்ஸ் காரணி (Lorentz factor defined as $= 1/\sin^2\theta$), மற்றும்

$p =$ முனைவாக்கல் காரணி (polarization factor $p = (\cos^2\theta_m + \cos^22\theta) / (1 + \cos^2\theta_m)$ இங்கு, $\theta =$ பிராக் கோணம் மற்றும் $\theta_m =$ ஒற்றை நிறமக்கியின் இருப்பு கோணம் (monochromator setting angle).

தரவு குறைப்பு (Data reduction) :

விளிம்பு விளைவுமானியிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மூல தரவுகள் இயற்பியல் மற்றும் வடிவியல் பிழை காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. எனவே உரு கட்டமைப்பிற்கு நேரடியாக பயன்படுத்த முடியாது. எனவே லோரென்ட்ஸ், துருவப்படுத்தல் மற்றும் சிதைவு திருத்தம் ஆகியவை விளிம்பு விளைவு தரவு (intensity) களின் மீது செய்யப்படுகிறது. லோரென்ட்ஸ் மற்றும் துருவ முனைப்பு திருத்தங்கள் ஒவ்வொரு கோணத்திற்கும் கணக்கிடப்பட வேண்டும், ஏனெனில் ஒரு படிகத்தின் பிரதிபலிப்பு செயல்திறன் ஒவ்வொரு செய்பப கோணத்துடன் மாறுபடும். அதேசமயம் உட்கொள் திருத்தம் (absorption correction), கலவையின் தன்மை மற்றும் பயன்படுத்தப்படும் கதிர்வீச்சைப் பொறுத்து பயன்படுத்தப்பட வேண்டும், அதாவது நேர்தொடர் உட்கொள் குணக (linear absorption coefficient) மதிப்பைப் பொறுத்தது.

படிகத்தின் வகைவெளி குழு (Space group), பிராக் தரவுகளில் “முறையான காணாமல் போதலின்” (Systematic absence) மூலமும் பிராக் புள்ளி விவரங்கள் மூலமும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. வகைவெளி குழு தெளிவின்மை எழுந்தால், அலகு கூடின் உள்ளடக்க காரணிகளாக உள்ள மூலக் கூறுகளின் எண்ணிக்கை, பிராக் தரவுகளின் பங்கீடு மற்றும் பிற தொடர்புடைய விவரங்கள் ஆழமாக பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன.

கட்டமைப்பு தீர்வு (Structure solution) :

கட்டமைப்பை நிர்ணயம் என்பது படிகத்தின் அலகு கூடிற்குள் உள்ள எலக்ட்ரான் அடர்த்தியை நிர்ணயிப்பதாகும், அடிப்படையில் சமச்சீரற்ற ஓர் மூலக்கூறு அலகை வடிவமைப்பதாகும். விளிம்பு விளைவுமானியின் உணரியில் (detector) பதிவுசெய்யப்பட்ட புள்ளிகள் உண்மையில் படிகத்தில் X-கதிர் விளிம்பு விளைவினை உறுதிபடுத்துகிறது. கொடுக்கப்பட்ட சாய்வு கோணம் (θ) மற்றும் அலைநீளம் (λ) ஆகியவற்றிற்கு d தூரத்தினால் பிரிக்கப்பட்ட தளங்கள், விளிம்பு விளைவின் உச்ச நிலையை (பிராக்கின் விதி) பூர்த்திசெய்து X-கதிர்களை திசை திருப்புகின்றன (அலைகள்,

ஒத்தகட்டத்தில் (in-phase) இருக்கும் இடத்தில், ஆக்கபூர்வமான குறுக்கீட்டு விளைவு (constructive interference)) விளைவாக உணரியை (detector) தாக்குகின்றன. அந்த $\theta - \lambda$ சேர்க்கைக்கு, பிற தளங்களால் விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுத்தப்பட்ட X-கதிர்கள் அழிவுகர குறுக்கீட்டை (Destructive interference) உருவாக்கி, உணரியை அடைவதில்லை. பிராக் தரவுகளின் செறிவு அதன் சிதறல் தளங்களில் இருக்கும் அணுக்களின் சிதறல் வலிமையை (அணு சிதறல் காரணி scattering factor) விட அவற்றின் அலை கட்டத்தைப் (Phase) பொறுத்தது. எனவே எலக்ட்ரான் அடர்த்தியைக் கணக்கிட, பிராக் தரவின் செறிவு மட்டுமல்லாது கட்ட மதிப்பும் அறியப்பட வேண்டும். இயல்பில், கட்டத்தை விளிம்புவிளைவு சோதனையின் மூலம் அளவிட முடியாது. இந்த சிக்கலானது படிகவியலில் “கட்ட சிக்கல்” “phase problem” என்று அழைக்கப்படுகிறது மற்றும் சிக்கலை தீர்க்க சிறு மூலகூறுகளில் (small molecular crystallography), நேரடி முறைகள் (Direct methods) வெற்றிகரமாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நேரடி முறைகளைப் பயன்படுத்தி, பிராக் பிராக் தரவுகளின் கட்டங்கள் கணக்கிடப்பட்டன. நேரடி முறைகளில் மூலக்கூறுகள் சமமான, கோள, அதிர்வுறும் புள்ளி அணுக்களாக கருதப்படுகின்றன. அனைத்து அணுக்களும் சமமாக கருதப்படுவதால், அவை “ v ” என அழைக்கப்படுகின்றன. நேரடி முறைகளில் அதிர்வுகளைத் தவிர்ப்பதற்கு கட்டமைப்பு காரணிகள் இயல்பாக்கப்படுகின்றன (Normalized).

நேரடி முறைகளில் ஈடுபட்டுள்ள பல்வேறு படிகள்:

படி I : விளிம்பு விளைவினால் பெறப்பட்ட கட்டமைப்பு காரணிகளை (FhkI) இயல்பாக்கப்பட்ட (normalized), θ வின் தாக்கமற்ற, கட்டமைப்பு காரணிகளாக (EhkI) மாற்றுதல்.

படி II: மூன்று மற்றும் நான்கு கட்ட உறவுகளை (phase relationship) (triplets & quartets) பயன்படுத்தி பெறப்பட்ட பிராக் தரவுகளின் கட்ட உறவுகளை பெறுதல்.

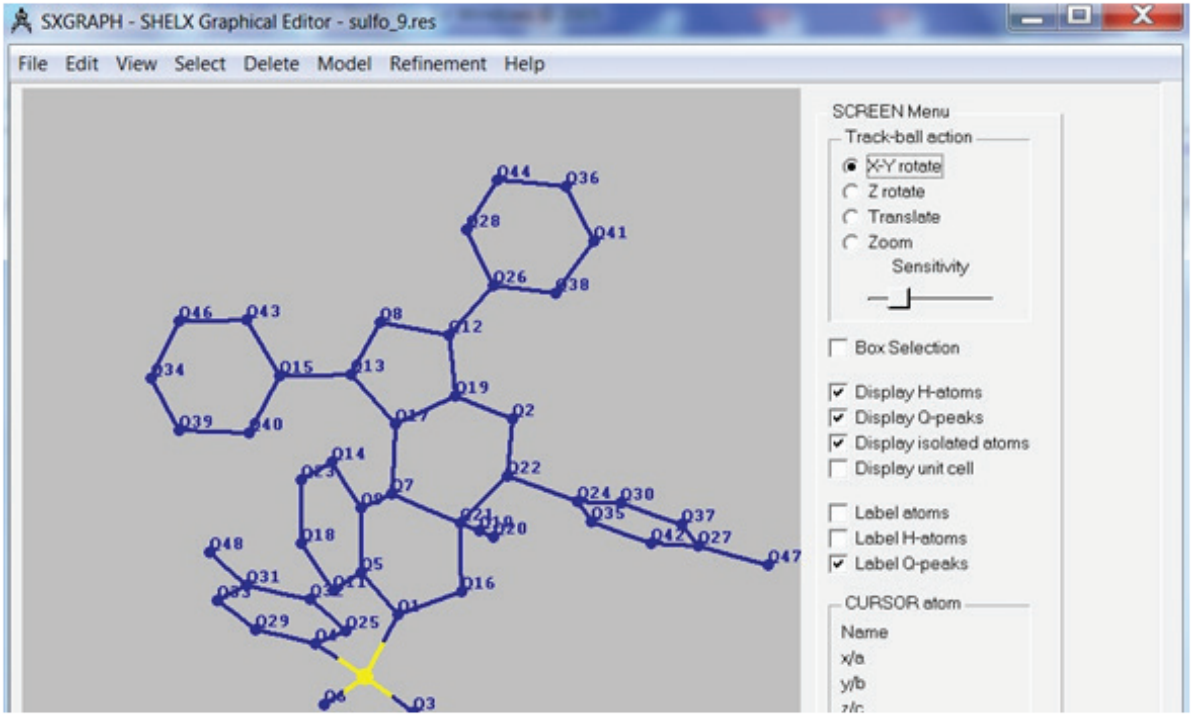
படி III: கட்ட உறவின் முற்கணிப்பை பயன்படுத்தி, குறிப்பிட்ட பிராக் தரவுகளை தேர்ந்தெடுத்தல்.

படி IV: தொடு சமன்பாட்டை (Tangent Formula) பயன்படுத்தி கட்ட விரிவாக்கம் மற்றும் சீர்மைப்படுத்துதல் (Karle and Hauptman, 1950)

படி V: ஒருங்கிணைந்த தகுதி குறியீட்டு எண் மூலம் சிறந்த கட்ட தொகுப்புகளின் கணக்கீடு மற்றும் கட்டங்களின் நம்பகத்தன்மையை வெளிப்படுத்தப் படுகிறது (Combined Figure of Merit).

படி VI: இயல்பாக்கப்பட்ட கட்டமைப்பு காரணிகளை (Ehkl) பயன்படுத்தி எலக்ட்ரான் அடர்த்தி வரைபடத்தை (E-வரைபடம்) [electron density map] கணக்கிடுதல்.

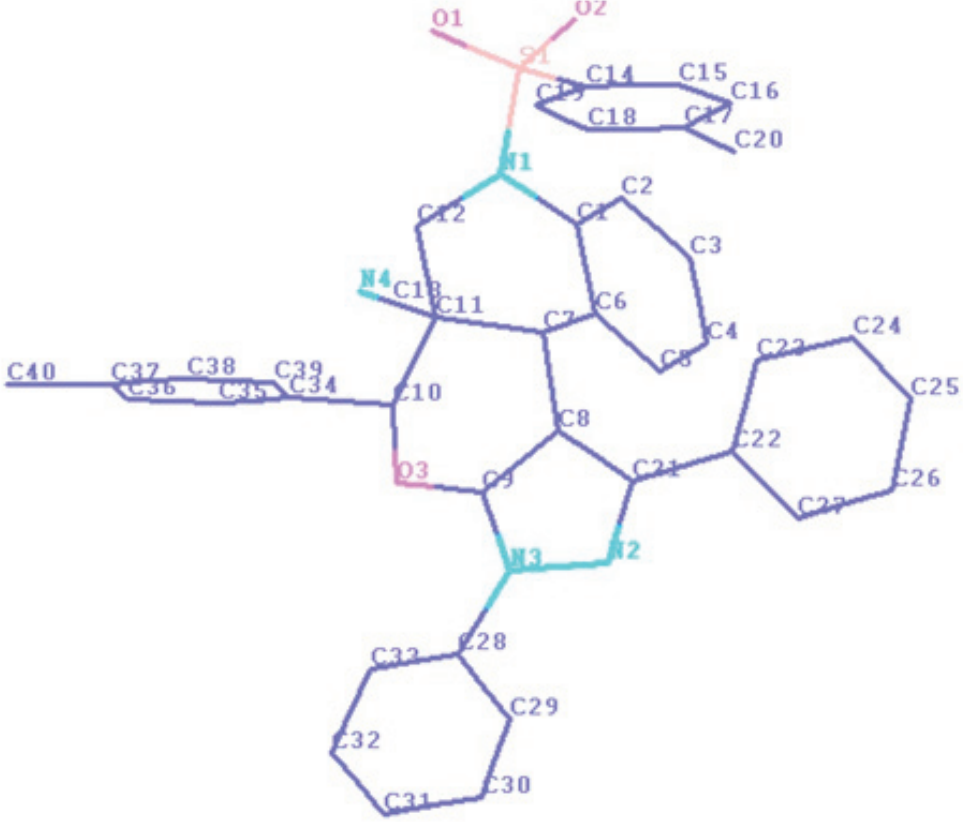
WingX தொகுப்பில் உட்பொதிக்கப்பட்ட SHELXS-97 (Sheldrick, 2008) மென்பொருளைப் பயன்படுத்தி, நேரடி முறைகள் மூலம் படி அமைப்பு கண்டறியப்பட்டது. $E_{hkl} > 2.5$ உள்ள 1999 பிராக் தரவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டு, சிறந்த ஒருங்கிணைந்த தகுதி குறியீட்டு (CFOM) எண் (0.098) கொண்ட எலக்ட்ரான் அடர்த்தி வரைபடம் 48 அணுக்களின் இருப்பை (position) வெளிப்படுத்துகிறது. இந்த நிலையில், புள்ளி அணு மாதிரி (point atom model) அடிப்படையில் கணக்கிடப்பட்ட நம்பகத்தன்மை குறியீடு (RE), 0.218 (21%) (பெறப்பட்ட கட்டமைப்பில் உள்ள பிழையைக் குறிக்கும்) ஆகும். மேற்கொண்ட வினை தொகுப்பின் அடிப்படையில், கிடைக்கப் பெற்ற மிகப்பெரிய எலக்ட்ரான் அடர்த்தி முகடு (peak) கந்தகம் என அறியப்படுகிறது. (படம் 1, WingX சாளரத்தில் பார்க்கப்படுவது போல்).



படம் 1: நேரடி முறைகள் மூலம் பெறப்பட்ட மூலக்குறு வடிவம். q என்ற எழுத்தின் மூலம் அணுக்களின் இடம் (position) குறிக்கப்படுகின்றன. மஞ்சள் புள்ளி சல்புர (S) குறிக்கிறது.

நேரடி முறைகளிலிருந்து (Direct Methods) பெறப்பட்ட ஆயக்கட்டுகளிலிருந்து (அணுக்கள்), வேதியியல் ரீதியாக அர்த்தமுள்ள கட்டமைப்பை உருவாக்கும் முதல் 48 அணுக்கள் மேலும் வடிவ சீர்மைக்கு (structure refinement) எடுத்துக்

கொள்ளப்பட்டன. எலக்ட்ரோன் அடர்த்தி மற்றும் வினை தொகுப்பு எதிர்பார்ப்பின் (synthetic anticipation) அடிப்படையில் அணுக்களின் வகைகள் (C, N, S, O, etc.,) குறிக்கப்படுகின்றன.



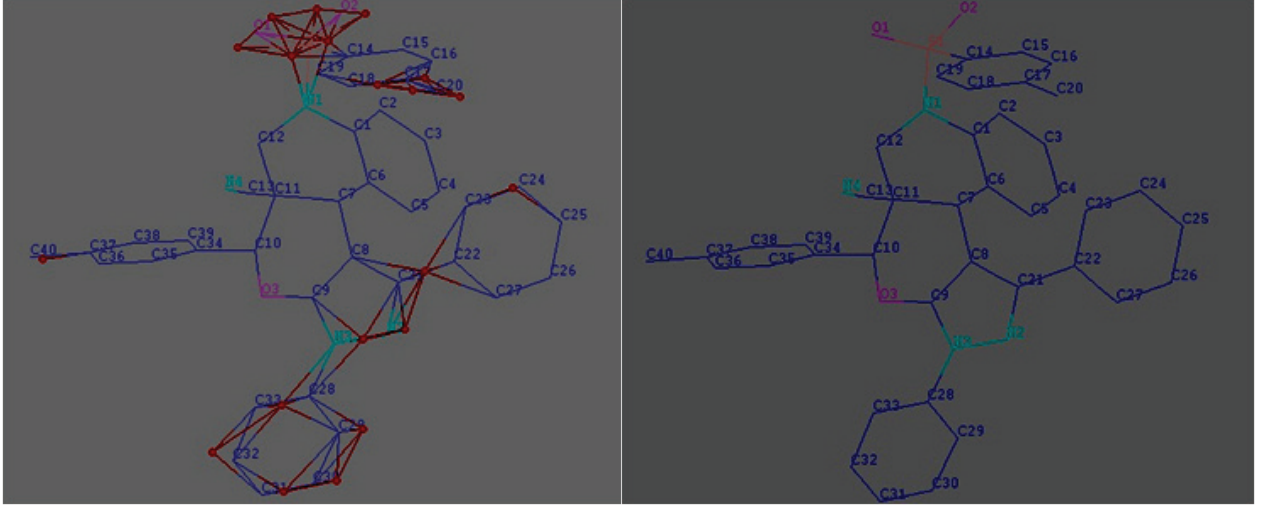
படம் 2: அணுக்களின் வகைகள் குறிப்பிட்ட பின் வடிவம்.

முழுமையான வடிவம் கிடைக்கபெற்றதும், முழு-அணி மீச்சிறு வர்க்க சீர்மை படுத்துதலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது [SHELXL-97 (Sheldrick, 2008)]. அணுக்கள் பொதுவாக திசை சார்பற்றே (Anisotropic) அதிர்வறும் என்றாலும், முதலில் சமதிசை வெப்ப இடப்பெயர்வு (Isotropic) மட்டுமே அனுமதிக்கப்பட்டு அதனால் அணுக்களின் சிதறல் எண் திருத்தம் செய்யப்பட்டன [அணு அதிர்வு அடையும்போது அணு சிதறல் தன்மை குறையும் என்பதை அறிக]. ஆரம்பத்தில் அதிர்வு 0.5 Å² ஆக ஒதுக்கப்படுகிறது. இப்போது சரியான அணு சிதறல் காரணிகளுடன் (atomic scattering factor: அணுக்களின் வகை),

அணுக்கள் அமைவிடம் (position) ஆகியவை சீர்மைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில், அந்தந்த இடங்களில் அணுக்களின் ஆக்கிரமிப்பு 100% ஆகக் கருதப்பட்டு மாறு தலுக்கு உட்படுத்தபடுவதில்லை (kept unrefined). அதேசமயம், ஒவ்வொரு அணுவும் ஐசோட்ரோபிக் அதிர்வு அடைதல் (சமதிசை வெப்ப இடப்பெயர்வு - எல்லா அணுவும் ஒரே திசையில் அதிர்தல்) அனுமதிக்கப்பட்டு அவை வெப்ப காரணி (U_{ij}) அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த நிலையில், நம்பகத்தன்மை காரணி (reliability index: R-Factor) 0.15 (15%).

அனைத்து அணுக்களும் (ஹைட்ரஜன் நீங்கலாக) பெறப்பட்டதா மற்றும் எந்த அணுவும் விடுபடவில்லை என்பதை சரிபார்க்க, $[F(\text{obs}) - F(\text{cal})]$ -ஐ குணகமாக கொண்டு எலக்ட்ரான் அடர்த்தி ஃபோரியர் தொகுப்பு கணக்கிடப்பட்டது. இந்த மூலோபாயம் “வேறுபாடு ஃபோரியர் (Difference

Fourier)” என குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த கணக்கீடு விடுபட்ட அணுக்கள் இருந்தால் வெளிப்படுத்தி விடும். இந்த முயற்சி, எந்த புதிய அணுக்களையும் வெளிப்படுத்தவில்லை என்பதால், கூடுதல் அணு எதுவும் கட்டமைப்பில் சேர்க்கப்படவில்லை (படம் 3).



படம் 3 (இடது): சிகப்பு புள்ளிகள் “difference Fourier” ஆல் கிடைக்கப்பெற்றவை.

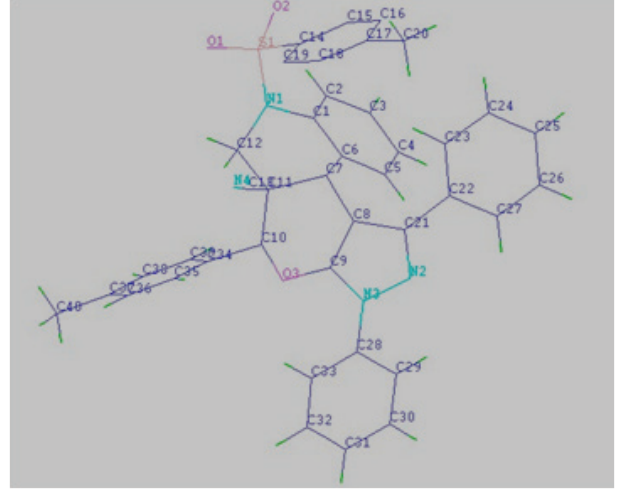
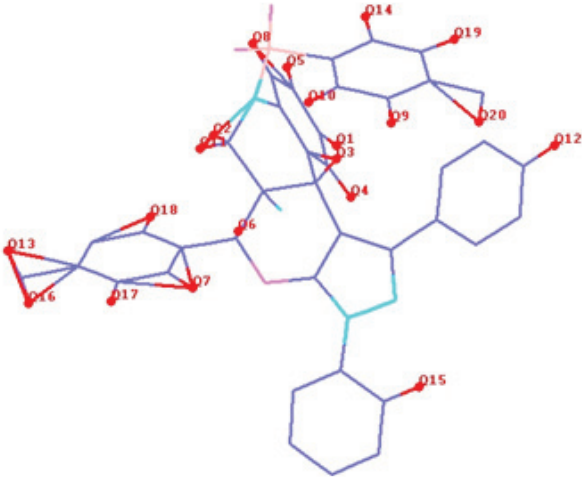
எந்த புள்ளியும் வேதியியல் பூர்வமானதாக இல்லை என்பது அறிக.

அவை பொருளற்றவை அல்லது போலியானவை. படம் 4 (வலது): சிகப்பு புள்ளிகள் நீங்கலாக

ஹைட்ரோஜன் அணுக்கள் :

வடிவம் (அணுக்கள்) திசைசார்பற்ற இடப் பெயர்வு (anisotropic vibration) அடைய அணு மதிக்கப்பட்டு அணு சிதறல் எண் (f) அதற்கேற்ப திருத்தும் செய்யப்பட்டு (atomic scattering factor corrected for thermal vibration), அதன் மூலம் பெறப்படும் கட்டமைப்பு காரணி (F) கொண்டு R - factor கணக்கிட படுகிறது. இறுதியாக

கிடைக்கப்பெற்ற வடிவத்தில் [R factor = 0.08 (8%)], ஹைட்ரோஜன் அணுக்கள் (படம் 5 மற்றும் 6) சேர்க்கப்பட்டன. C-H பிணைப்பு நீளம் 0.93வீ வடி 0.98Å, N-H = 0.86 Å இருக்கும்படி செய்து அவை சமதிசை வெப்ப இடப்பெயர்வு கொண்டவையாக (isotropic displacement parameter $U_{\text{iso}}(\text{H}) = 1.2 U_{\text{eq}}(\text{C})$) கொண்டு சீர்மை படுத்தப்பட்டது. முடிவான நிலையில் R - factor ஆனது 0.051 (5.1%) ஆகும்.

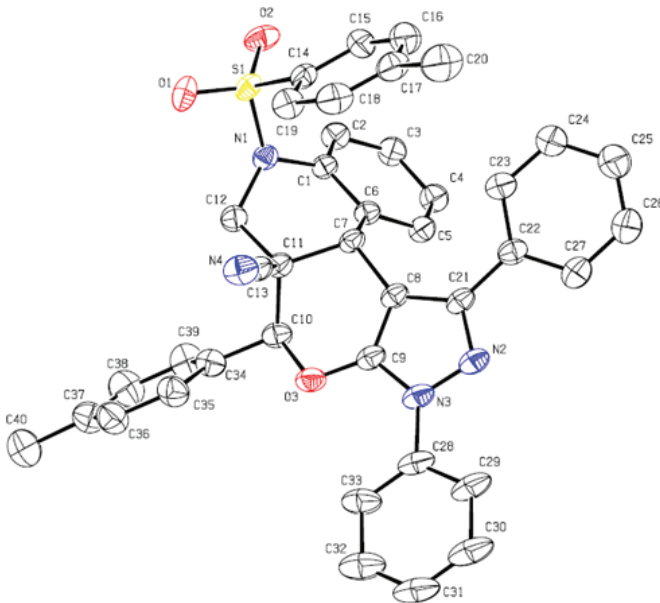


படம். 5 (இடது): பெரும்பாலான ஹைட்ரோஜென் அணுக்கள் Difference Fourier மூலமாகவே தெளிவாக அறியப்பட்டன. படம். 6 (வலது): முடிவான சீர்மை படுத்தப்பட்ட மூலக்குறு வடிவம்.

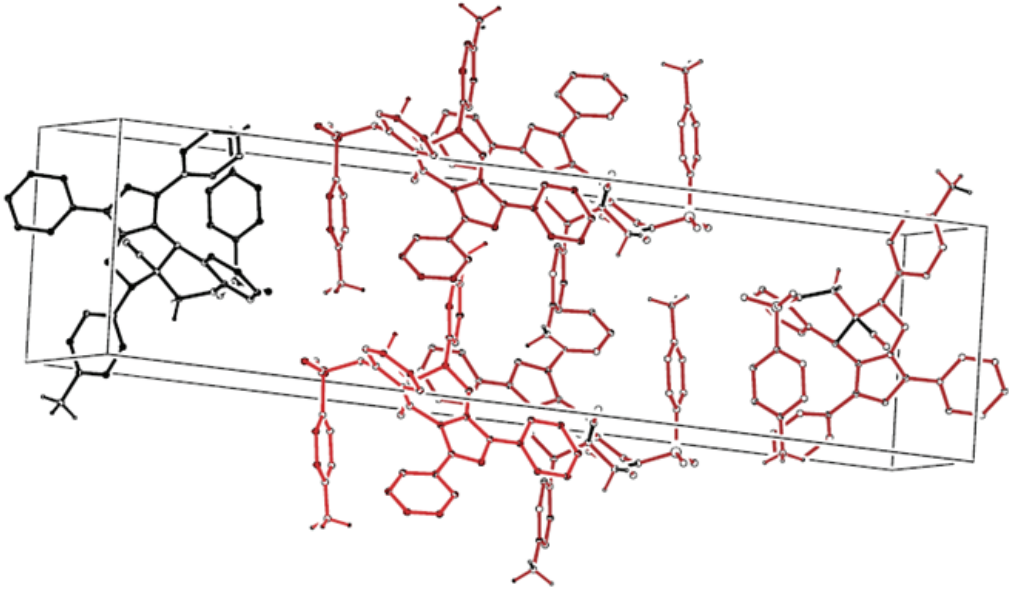
முடிவுகள் மற்றும் விவாதம் (Results & Discussion)

படிகத் தரவு மற்றும் பிற தொடர்புடைய விவரங்கள் அட்டவணை 1 (Table1) இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ORTEP (Oak Ridge Thermal Ellipsoid Plot: வெப்பநீள்கோள வரைபடம்) படம் மூலக்குறில் உள்ள அணுக்களின் சார்பு அமைவிடத்தையும் அவற்றின் திசை சார்ந்த அசைவு அல்லது அதிர்வையும் சித்தரிக்கிறது (படம் 7). படம் 8 (கிரிஸ்டல் பேக்கிங்)

பதிகத்தினுள் மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு தொகுத்தடுக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை விளக்குகிறது. ஹைட்ரஜன் அல்லாத அணுக்களின் அணு ஆயத்தொகுப்புகள் (positional coordinates), அவற்றின் சமதிசை வெப்ப இடப்பெயர்வு அளவுருக்கள் (Isotropic Thermal Parameters) அட்டவணை 2 இல் வழங்கப்பட்டுள்ளன. திசைசார்பற்ற இடப்பெயர்வு அளவுருக்கள் (Anisotropic thermal parameters) அட்டவணை 3 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.



படம் 7: மூலக்கூறின் வெப்ப நீள்கோள வரைபடம் (Ortep). 30% வெப்ப நீள்கோள அளவில் கட்டப்பட்டுள்ளன. தெளிவான பார்வைக்காக ஹைட்ரோஜென்கள் காட்டப்படவில்லை.



படம் 8: படிக தொகுப்பு (Crystal Packing) – ஒரு அளவுக்கூடு கட்டப்பட்டுள்ளது.

வடிவருக்கள் விவரம் (Conformational features)

ஆய்விற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட கலவையில், S1-O1, S1-O2, S1-C14 மற்றும் S1-N1 இணை நீளங்கள் (bond lengths) 1.422 (2) Å, 1.418 (3) Å, 1.757 (3) Å மற்றும் 1.636 (2) Å என அறியப்படுகிறது. மேலும் இந்த அளவுகள் ஏற்கனவே அறியப்பட்ட அளவுகளுக்கு ஒப்பிடப்படுகின்றன (ரஞ்சித் மற்றும் பலர்., 2011). ஃபீனைல்சல்போனைல் குழுவின் எலக்ட்ரான்-திரும்பப் பெறும் தன்மையின் (electron negativity) விளைவாக, N-C sp² பிணைப்பு நீளம், அதாவது, N1-C1 [1.437 (2) Å] என்பது சராசரி மதிப்பை [1.355 (1)] விட அதிகமாக உள்ளதை அறிகிறோம்.

S-அணு ஒரு வழக்கமான டெட்ராஹெட்ரான் (tetrahedral – பிணைப்புகளுக்கு இடை கோணங்கள் 109.28°) அமைப்பில் இருந்து குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வேறுபட்டிருப்பதை அறிகிறோம். மிகப்பெரிய வேறுபாடுகளாக O-S-O [O1-S1-O2 = 120.2 (1)°] மற்றும் O-S-N [O2-S1-N1] 106.7 (4)° கோணங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. O-S-O இன் விரிவாக்கம் மற்றும் O-S-N கோணங்களின் சுருக்கம், இரண்டு குறுகிய S = O (S1-O1 & S1-O2) பிணைப்புகளுக்கிடையேயான electron-electron தள்ளுதல் விசை (repulsion) காரணமாக இருக்கலாம். N1ஐச் சுற்றியுள்ள பிணைப்பு

கோணங்களின் கூட்டுதொகை [357.27 (3)] sp² அமைப்பை குறிக்கிறது.

பைரிடின் மற்றும் பைரன் வளையங்கள் முறையே படகு (Boat) மற்றும் அரைநாற்காலி (Half-Chair) அமைப்புகளை ஏற்றுக்கொள்கின்றன. பைரிடைன் வளையத்திற்கான முறுக்கு அளவுருக்கள் (Puckering parameters) (Cremer & Pople, 1975), q₂ = 0.643 (3) Å, φ₂ = 111.22 (1)° மற்றும் பைரானுக்கு, q₂ = 0.439 (1), φ₂ = -151.82 (1)°. இந்த அளவுருக்களும் மேற்சொன்ன வடிவங்களை உறுதிப்படுத்துகின்றன. C21 மற்றும் என் N3 அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்ட ஃபீனைல் (C22-C27) மற்றும் பிற ஃபீனைல் (C28-C33) வளையங்கள், பைரசோல் வளையத்தைப் பொறுத்தவரை (C9/C8/ C21/N3/N2) கிட்டத்தட்ட ஒரே தளத்தில் அமைந்திருப்பதை உறுதி செய்கிறது. மேலே கூறப்பட்ட தளங்கள் பைரசோல் தளத்துடன் 18.73 (1)° மற்றும் 7.15 (1)° முறுக்கு கோணத்தை (Torsional angle or Dihedral angle) ஏற்படுத்துகின்றன.

படிக கட்டமைப்பு பலவீனமான உள் மூலக்கூறு மற்றும் வான் டெர் வால்ஸ் (வயே னாச நுயயடள) தொடர்புகள் மூலம் உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. மற்றும் குறிப்பிடத்தக்க ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு எதுவும் இல்லை.

Table 1: படிக தரவுகள் : தரவு சேகரிப்பு, சீர்மை படுத்துதல்

Empirical formula (மூலக்குறு)	C ₄₀ H ₃₂ N ₄ O ₃ S
Formula weight (மூலக்குறு எடை)	648.76
Temperature (வெப்பநிலை)	293(2) K
Wavelength (அலை நீளம்)	0.71073 Å
Crystal system (படிக வகை)	மொனோக்ளினிக் Monoclinic
Space group (வகை வெளி)	P2 ₁ /n
Unit cell dimensions (அலகுருக்கள்)	a = 9.686 (2) Å, b = 9.057 (3) Å, β = 92.175 (2)° c = 38.510 (10) Å
Volume	3376.3 (2) Å ³
Z, Calculated density (படிக அடர்த்தி)	4, 1.257 Mg/m ³
Absorption coefficient (உட்கொள் காரணி)	0.141 mm ⁻¹
F(000)	1360
Crystal size (mm)	0.35 x 0.30 x 0.25
θ range for data collection	2.19 to 26.0°
(தரவு பெற பயன்படுத்தப்பட்ட θ அளவுகள்)	
Limiting indices (தரவு முழுமை)	-11 ≤ h ≤ 11 -11 ≤ k ≤ 11 -47 ≤ l ≤ 44
Reflections (bragg தரவுகள்)	
collected / unique (பெறப்பட்டவை/ தனிதன்மையனவை)	30303/ 6642 [R _{int} = 0.038]
Completeness to theta (முழுமை தன்மை)	100%
Refinement method (சீர்மைக்கு முறை)	Full-matrix least-squares on F ²
Data / restraints / parameters	6642/ 0 / 436
தரவு/கட்டுப்பாடுகள்/காரணிகள்	
Goodness-of-fit on F ²	1.04
Final R indices [I > 2σ(I)]	R1 = 0.0505, wR2 = 0.1177
இறுதியான R -காரணி [I > 2σ(I)]	
R indices (all data) இறுதி R -காரணி (அனைத்து தருவுகள்)	R1 = 0.0737, wR2 = 0.1301
Largest diff. peak and hole பெரிய விடுபட்ட எலக்ட்ரான் மற்றும் துளை	0.249 and -0.265 e.Å ⁻³

Table 2: ஹைட்ரோஜன் அல்லாத அணுக்களின் அணுக்களின் அயக்கட்டுக்கள் ($\times 10^4$) and சமதிசை வெப்ப இடப்பெயர்வு அளவுருக்கள் ($\text{\AA}^2 \times 10^3$).

Atom	x	y	z	U (eq)
C (1)	-970 (2)	4151 (2)	6834 (1)	45 (1)
C (2)	-1557 (2)	5171 (2)	7050 (1)	52 (1)
C (3)	-1350 (2)	6647 (3)	6987 (1)	59 (1)
C (4)	-619 (2)	7093 (3)	6709 (1)	58 (1)
C (5)	-35 (2)	6067 (2)	6492 (1)	52 (1)
C (6)	-193 (2)	4578 (2)	6555 (1)	45 (1)
C (7)	465 (2)	3366 (2)	6346 (1)	46 (1)
C (8)	1152 (2)	3854 (2)	6023 (1)	49 (1)
C (9)	640 (2)	3476 (2)	5703 (1)	52 (1)
C (10)	-1459 (2)	2722 (3)	5907 (1)	55 (1)
C (11)	-640 (2)	2168 (2)	6238 (1)	49 (1)
C (12)	-1644 (2)	1894 (3)	6536 (1)	55 (1)
C (13)	79 (2)	783 (3)	6157 (1)	53 (1)
C (14)	1169 (2)	1588 (2)	7176 (1)	50 (1)
C (15)	1983 (3)	2638 (3)	7339 (1)	68 (1)
C (16)	3388 (3)	2602 (4)	7300 (1)	82 (1)
C (17)	3986 (2)	1550 (4)	7099 (1)	78 (1)
C (18)	3155 (3)	504 (3)	6939 (1)	77 (1)
C (19)	1744 (2)	504 (3)	6979 (1)	63 (1)
C (20)	5523 (3)	1540 (5)	7045 (1)	128 (2)
C (21)	2376 (2)	4650 (2)	5956 (1)	52 (1)
C (22)	3369 (2)	5396 (3)	6193 (1)	55 (1)
C (23)	3477 (3)	5118 (4)	6542 (1)	88 (1)
C (24)	4400 (3)	5865 (4)	6758 (1)	99 (1)
C (25)	5234 (3)	6908 (4)	6632 (1)	90 (1)
C (26)	5151 (4)	7197 (4)	6287 (1)	112 (1)
C (27)	4228 (3)	6466 (4)	6070 (1)	92 (1)
C (28)	1502 (3)	3734 (3)	5091 (1)	63 (1)
C (29)	2622 (3)	4222 (3)	4917 (1)	84 (1)
C (30)	2648 (4)	4003 (4)	4561 (1)	102 (1)
C (31)	1596 (5)	3312 (4)	4386 (1)	101 (1)
C (32)	480 (4)	2848 (4)	4560 (1)	94 (1)
C (33)	424 (3)	3045 (3)	4914 (1)	79 (1)
C (34)	-2734 (2)	1878 (3)	5794 (1)	58 (1)
C (35)	-2680 (3)	581 (3)	5611 (1)	69 (1)
C (36)	-3895 (3)	-135 (3)	5504 (1)	81 (1)
C (37)	-5172 (3)	415 (3)	5578 (1)	79 (1)
C (38)	-5211 (3)	1690 (4)	5766 (1)	89 (1)
C (39)	-4018 (3)	2424 (3)	5870 (1)	78 (1)
C (40)	-6488 (3)	-358 (4)	5457 (1)	114 (1)
N (1)	-1228 (2)	2595 (2)	6865 (1)	46 (1)
N (2)	2580 (2)	4710 (2)	5616 (1)	60 (1)
N (3)	1502 (2)	3963 (2)	5458 (1)	58 (1)
N (4)	623 (2)	-294 (2)	6101 (1)	72 (1)
O (1)	-1174 (2)	210 (2)	7163 (1)	69 (1)
O (2)	-936 (2)	2510 (2)	7501 (1)	68 (1)
O (3)	-544 (2)	2744 (2)	5619 (1)	59 (1)
S (1)	-636 (1)	1664 (1)	7203 (1)	52 (1)

$$U_{eq} = (1/3) \sum_i \sum_j U_{ij} a_i \cdot a_j$$

Table 3: ஹைட்ரோஜன் அல்லாத அணுக்களின் திசைசார்பற்ற இடப்பெயர்வு அளவுருக்கள் ($\text{\AA}^2 \times 10^3$). $\exp\{-2\pi^2 [h^2 a^2 U_{11} + \dots + 2hk a^* b^* U_{12}]\}$

Atom	U11	U22	U33	U23	U13	U12
C (1)	45 (1)	48 (1)	42 (1)	-1 (1)	6 (1)	2 (1)
C (2)	55 (1)	55 (1)	48 (1)	-5 (1)	13 (1)	5 (1)
C (3)	67 (1)	54 (1)	57 (1)	-12 (1)	10 (1)	6 (1)
C (4)	72 (1)	43 (1)	59 (1)	-3 (1)	6 (1)	2 (1)
C (5)	62 (1)	51 (1)	45 (1)	2 (1)	9 (1)	-1 (1)
C (6)	49 (1)	46 (1)	39 (1)	-2 (1)	5 (1)	3 (1)
C (7)	54 (1)	48 (1)	37 (1)	2 (1)	10 (1)	4 (1)
C (8)	60 (1)	47 (1)	40 (1)	2 (1)	13 (1)	6 (1)
C (9)	70 (1)	45 (1)	43 (1)	2 (1)	13 (1)	6 (1)
C (10)	67 (1)	50 (1)	49 (1)	-3 (1)	7 (1)	11 (1)
C (11)	59 (1)	44 (1)	44 (1)	-2 (1)	11 (1)	4 (1)
C (12)	58 (1)	57 (1)	50 (1)	-6 (1)	12 (1)	-6 (1)
C (13)	66 (1)	50 (1)	43 (1)	1 (1)	7 (1)	2 (1)
C (14)	46 (1)	58 (1)	46 (1)	9 (1)	8 (1)	1 (1)
C (15)	63 (2)	78 (2)	63 (2)	-6 (1)	3 (1)	-5 (1)
C (16)	60 (2)	106 (2)	78 (2)	5 (2)	-3 (1)	-17 (2)
C (17)	45 (1)	124 (3)	66 (2)	26 (2)	4 (1)	0 (2)
C (18)	61 (2)	101 (2)	70 (2)	5 (2)	14 (1)	25 (2)
C (19)	52 (1)	69 (2)	69 (2)	-2 (1)	3 (1)	8 (1)
C (20)	48 (2)	221 (5)	116 (3)	34 (3)	14 (2)	1 (2)
C (21)	62 (1)	53 (1)	43 (1)	5 (1)	16 (1)	8 (1)
C (22)	55 (1)	64 (1)	48 (1)	5 (1)	15 (1)	6 (1)
C (23)	95 (2)	112 (2)	56 (2)	19 (2)	-1 (1)	-37 (2)
C (24)	100 (2)	129 (3)	68 (2)	18 (2)	-11 (2)	-34 (2)
C (25)	70 (2)	114 (3)	84 (2)	1 (2)	-6 (2)	-17 (2)
C (26)	105 (2)	143 (3)	89 (2)	17 (2)	4 (2)	-60 (2)
C (27)	99 (2)	119 (3)	60 (2)	16 (2)	10 (2)	-33 (2)
C (28)	99 (2)	54 (1)	35 (1)	4 (1)	12 (1)	26 (1)
C (29)	118 (2)	89 (2)	46 (1)	9 (1)	26 (1)	12 (2)
C (30)	149 (3)	108 (3)	50 (2)	14 (2)	35 (2)	20 (2)
C (31)	168 (4)	96 (2)	38 (2)	3 (2)	9 (2)	48 (2)
C (32)	137 (3)	96 (2)	48 (2)	-7 (2)	-1 (2)	41 (2)
C (33)	110 (2)	80 (2)	45 (1)	-7 (1)	5 (1)	21 (2)
C (34)	65 (1)	55 (1)	53 (1)	-1 (1)	-3 (1)	9 (1)
C (35)	71 (2)	66 (2)	72 (2)	-14 (1)	1 (1)	8 (1)
C (36)	91 (2)	73 (2)	79 (2)	-17 (2)	-4 (2)	-4 (2)
C (37)	72 (2)	83 (2)	80 (2)	6 (2)	-8 (1)	2 (2)
C (38)	66 (2)	93 (2)	108 (2)	-3 (2)	-2 (2)	16 (2)
C (39)	70 (2)	68 (2)	96 (2)	-12 (2)	-2 (1)	17 (1)
C (40)	88 (2)	133 (3)	120 (3)	7 (2)	-18 (2)	-25 (2)
N (1)	47 (1)	48 (1)	43 (1)	0 (1)	10 (1)	2 (1)
N (2)	72 (1)	65 (1)	43 (1)	6 (1)	19 (1)	6 (1)
N (3)	77 (1)	58 (1)	39 (1)	2 (1)	12 (1)	9 (1)
N (4)	90 (2)	59 (1)	66 (1)	-4 (1)	10 (1)	18 (1)
O (1)	56 (1)	55 (1)	96 (1)	20 (1)	14 (1)	-6 (1)
O (2)	68 (1)	95 (1)	43 (1)	8 (1)	18 (1)	16 (1)
O (3)	74 (1)	62 (1)	42 (1)	-3 (1)	5 (1)	2 (1)
S (1)	47 (1)	59 (1)	51 (1)	11 (1)	14 (1)	3 (1)

மேற்கோள்:

- 1 Ahmed, B., Khan, S. A., & Alam, T. (2003). *Die Pharmazie*, 58(3), 173–6.
- 2 Allen, F. H., Kennard, O., Watson, D. G., Brammer, L., & Orpen, A. G. (1987). *Tables of Bond Lengths determined by X-Ray and Neutron Diffraction. Part, 1–19*.
- 3 Bhusare, S.R., Pawar, R. P. & Vibhute, Y. (2001). *Indian Journal of Heterocyclic Chemistry*, 11, 79–80.
- 4 Bhusari, K.P., Khedekar, P.B., Umathe, S.N., Bahekar, R.H., R. A. R. R. (2000). *Indian Journal of Heterocyclic Chemistry*, 9(4), 275–278.
- 5 Borne, R. F., Peden, R. L., Waters, I. W., Weiner, M., Jordan, R., & Coats, E. A. (1974). *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 63(4), 615–7.
- 6 Briganti, F., Scozzafava, A. & Spuran, C. T. (1997). *Eur. J. Med. Chem.*, 32, 901.
- 7 Bromidge, S. M., Clarke, S. E., King, F. D., Lovell, P. J., Newman, H., Riley, G. & Thomas, D. R. (2002). *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 12(10), 1357–60.
- 8 Bruker. APEX2, SAINT and XPREP. Bruker AXS Inc., Madison Wisconsin, USA. (2004).
- 9 Bruker. APEX2, SAINT and XPREP. Bruker AXS Inc., Madison Wisconsin, USA. (2008).
- 10 Cremer, D. & Pople, J. A. (1975). *Journal of the American Chemical Society*, 97(6), 1354–1358.
- 11 Dannhardt, G., Fiebich, B. L. & Schweppenhäuser, J. (2002). *European Journal of Medicinal Chemistry*, 37(2), 147–61.
- 12 De Clercq, E. (2001). *Current Medicinal Chemistry*, 8(13), 1543–72.
- 13 El-Sayed, N. S., El-Bendary, E. R., El-Ashry, S. M. & El-Kerdawy, M. M. (2011). *European Journal of Medicinal Chemistry*, 46(9), 3714–20.
- 14 Genç, Y., Ozkanca, R. & Bekdemir, Y. (2008). *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 7, 17.
- 15 Kavitha, T., Thenmozhi, M., Dhayalan, V., Mohanakrishnan, A. K. & Ponnuswamy, M. N. (2010). *Acta Cryst E*, 66(5), o1071.
- 16 Mengelers, M. J., Hougee, P. E., Janssen, L. H. & Van Miert, A. S. (1997). *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 20(4), 276–83.
- 17 Mun, J., Jabbar, A. A., Devi, N. S., Yin, S., Wang, Y., Tan, C. & Goodman, M. M. (2012). *Journal of Medicinal Chemistry*, 55(15), 6738–50.

- 18 Mirian, M., Zarghi, A., Sadeghi, S., Tabaraki, P., Tavallaee, M., Dadrass, O. & Ozbek, N., Katirciođlu, H., Karacan, N. & Baykal, T. (2007). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 15(15), 5105–9.
- 19 Pankaj, P., Sushil, K., Khyati, P. & Hansa, P. (1999). *Indian J. Chem*, 38 (B), 696.
Ranjith, S., Subbiahpandi, A., Namitharan, K. & Pitchumani, K. (2011). *Acta Cryst E*, 67(4), o843.
- 20 Sadeghi-Aliabadi, H. (2011). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research : IJPR*, 10(4), 741–8.
- 21 Shekar, B.C., Roy, K. & De, A. U. (2001). *Indian Journal of Heterocyclic Chemistry*, 10, 237–238.
- 22 Sheldrick, G. M. (1997). SHELXS97, Program for the Crystal Structure Solution. University of Gottingen, Germany.
- 23 Sheldrick, G. M. (2008). *Acta Cryst A*, 64, 112–122.
- 24 Supuran, C. T., Scozzafava, A., Jurca, B. C. & liies, M. A. (1998). *Eur. J. Med. Chem.*, 33, 83–83.
- 25 Tabaković, K., Tabaković, I., Trkovnik, M. & Trinajstić, N. (1983). *Liebigs Annalen Der Chemie*, 1983(11), 1901–1909.

வளர்ச்சி மற்றும் பண்புத்தன்மை பற்றிய 4-அமினோபிரிடீனியம் 4-நைட்ரோபினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிக்கத்தின் நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் பயன்பாடுகள்

த. கமலேஷ்^{(a)1}, பி. கருப்பசாமி¹, முத்து செந்தில் பாண்டியன்¹, பெ. இராமசாமி¹, சுனில் வர்மா²

¹எஸ் எஸ் என் ஆராய்ச்சி மையம், எஸ் எஸ் என் பொறியியல் கல்லூரி, சென்னை - 603 110, தமிழ்நாடு, இந்தியா. லேசர் பொருட்கள் மேம்பாடு மற்றும் சாதனங்கள் பிரிவு, ஆர்.ஆர்.சி.ஏ.டி, இந்தூர் -452013, மத்தியப் பிரதேசம், இந்தியா

மின்னஞ்சல்: kamaleshkamal918@gmail.com <mailto:kamaleshkamal918@gmail.com>, கைப்பேசி: 9944227488

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

நல்ல தரமான 4-அமினோபிரிடீனியம் 4-நைட்ரோபினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிக்கங்கள் அறை வெப்பநிலையில் மெதுவாக கரைசல் ஆவியாதல் தொழில் நுட்பம் (SEST) மூலம் வளர்க்கப்பட்டது. வளர்ந்த ஒற்றை படிக்கத்தின் சிற்றளவு பரிமாணங்கள் ஒற்றைப்படிக்க X-கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வின் மூலமாக உறுதி செய்யப்பட்டது. 4APNP ஒற்றைப்படிக்கத்தின் செயல்பாட்டுக் குழுக்கள் ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலை மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டது. புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமாலை பகுப்பாய்வு மூலம் ஒற்றை படிக்கத்தின் ஊடுருவும் ஒளியியல் தரம் கண்டறிந்து, மேலும் படிக்கத்தின் ஒளியியல் பட்டை இடைவெளி ஆற்றல் கணக்கிடப்பட்டது. படிக்கத்தின் வெப்ப நடத்தையானது வெப்ப பருமனளவிடல் மற்றும் வகையீட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வு மூலம் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. படிக்கங்களின் ஈரிசைவியக்கம் குர்ட்ஸ்-பெர்ரி நுட்பத்தின் மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டது.

அறிமுகம்

படிக்க ஆராய்ச்சியாளர்கள் அதிக நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் குணகம் மற்றும் அதிவிரைவு பதிலளிப்பு நேரம் கொண்ட கரிம படிக்கங்களை உருவாக்குவதில் அதிக ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர். என்னொனில் லேசர் தொழில்நுட்பம், ஒளியியல் அளவுரு அலைவுகள், ஒளியியல் தகவல் செயலாக்கம் மற்றும் ஒளியியல் தரவு சேமிப்பு தொழில்நுட்பம் போன்ற பல்வேறு பகுதிகளில் நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் படிக்கங்களின் பயன்பாடுகள் அதிகமாக உள்ளன [1-2]. பல்வேறு வகையான நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் பொருட்களைக் காட்டிலும், கரிம

இனப் பொருட்கள் நல்ல பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. அவை அதிகமான உயர் லேசர் மேற்பரப்பு சேதச் சிதைவு, உயர் ஒளியியல் பட்டை இடைவெளி, விரிவாக்கப்பட்ட வெப்ப நிலைத்தன்மை, மற்றும் சாதனங்களுடனான ஆகும் [3]. 4-நைட்ரோபீனால் (4NP) வகையைச் சார்ந்த பொருள்கள் பொதுவாக ஒற்றை பரிமாண வழங்கி (OH) ஏற்பி (NO₂) அமைப்பு சாதகமாக உள்ளது. இதன் காரணமாக 4-நைட்ரோபினால் கொண்டுள்ள பல்வேறு கரிம மற்றும் கனிம பொருட்களின் உயர்ந்த முனைவாகுத் தன்மை பண்பினை அதிக அளவில் பெற்றுள்ளது [4]. இருமுனைக் குரோமோபோர் மற்றும் பல்வேறு கரிமப் பொருட்களில் புரோட்டான் பரிமாற்றத்தின்

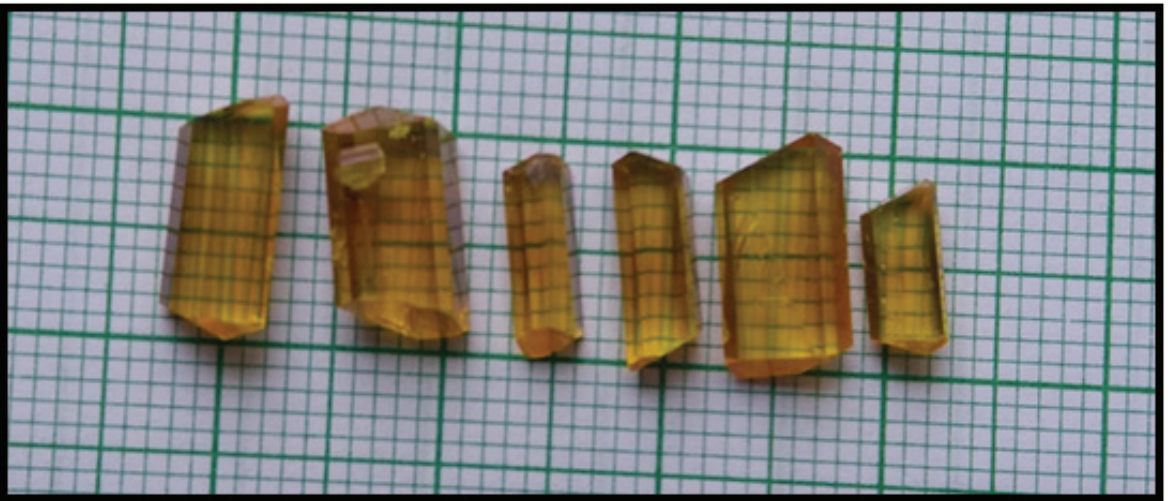
சாத்தியக்கூறுகள் வலுவான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு மூலம் இணை-கலவைகள் உப்புக்களை உருவாக்குவதில் வல்லமை படைக்கின்றன. இந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பில் போதுமான வலிமை மற்றும் திசை உள்ளதால் மூலக்கூறுகூட்டமைப்பு எளிதில் கட்டுப்படுகிறது. இந்த கட்டுப்பாடு நம்பகத்தன்மை மற்றும் மறுப் பொருளாக்கம் செய்வதற்கு போதுமானதாக இருக்கும் [5]. 4- அமினோபிரிடின் (4AP) மற்றும் 4-நைட்ரோபீனால் (4NP) இன் எதிர்வினையின் போது, ஒரு புரோட்டான் 4-நைட்ரோபீனாலில் (OH^-) இருந்து 4-அமினோபிரிடினியத்திற்கு (பைரிடின் நைட்ரஜன்) இடையே மாற்றப்படுகிறது. இதன் விளைவாக 4-அமினோபிரிடினியம் 4-நைட்ரோபினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) படிக்கம் பெறப்பட்டது. குறிப்பாக மெதுவான ஆவியாதலின் போது, நடுநிலை 4-சூடு மூன்றாவது கூட்டாளராக இணைக்கப்பட்டது.

தற்போதைய ஆராய்ச்சியில், 4-அமினோ பிரிடினியம் 4-நைட்ரோபினாலேட் 4-நைட்ரோ பீனால் (4APNP) என்ற கரிம நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் படிக்கம் அறை வெப்பநிலையில் மெதுவாக ஆவியாதல் கரைசல் தொழில் நுட்பம் (SEST) மூலம் வளர்க்கப்பட்டது மற்றும் வளர்ந்த படிக்கத்தில், ஒற்றை படிக்க X-கதிர் விளிம்பு விளைவு, ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலை, புற ஊதா பகுதி-கட்டில் ஒளி-

அகச்சிவப்பு நிறமாலை, வெப்ப பருமனவிடல் மற்றும் வகையீட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வு மற்றும் ஈரிசைவியக்கம் குர்ட்ஸ்-பெர்ரி நுட்பத்தின் பகுப்பாய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளது.

2. பொருள் கூட்டிணைப்பு மற்றும் படிக்க வளர்ச்சி:

4-அமினோபிரிடினியம் 4-நைட்ரோ பினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) படிக்கத்தின் மூலப் பொருட்களான, 4- அமினோபிரிடின் (4AP) மற்றும் 4-நைட்ரோபீனால் (4NP) கலவை தொகுப்பு 1:1 வேதிச்சமான விகிதத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு மெத்தனால் கரைப்பானில் கரைக்கப்பட்டது. ஒருபடித்தான நிலைக்கு வரும் வரை கரைசல் தொடர்ந்து கலக்கி மூலம் கலக்கப்பட்டது. கரைசல் செறிவுநிலை அடைந்ததும் வாட்மேன் காகிதத்தை வடிகட்டி பயன்படுத்தி வடிகட்டப்பட்டது. வடிகட்டப்பட்ட கரைசலை படிக்க வளர்ப்புக்கலனில் ஊற்றப்பட்டு, ஊற்றப்பட்ட கரைசல் தடித்த பாலித்தீன் காகிதம் மூலம் மூடப்பட்டது. ஆவியாதல் விகிதம் கட்டுப்படுத்த சில சிறிய துளைகள் இடப்பட்டன. நல்ல ஒளியியல் ஒளிபுகும் தன்மை கொண்ட 4- அமினோபிரிடினியம் 4-நைட்ரோபினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிக்கங்கள் 30 நாட்களில் வளர்க்கப்பட்டது. வளர்ந்த ஒற்றை படிக்கங்களின் படங்கள் (படம் 1)- ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1. 4 APNP ஒற்றை படிக்கங்கள்

3. பண்பறிதல் பகுப்பாய்வு

வளர்ந்த 4- அமினோபிரிடீனியம் 4-நைட்ரோ பினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிகமானது பல்வேறு பண்பறிதல் ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. வளர்ந்த ஒற்றை படிகத்தின் சிற்றளவு பரிமாணங்கள் ப்ரூக்கர் கப்பா APEXII ஒற்றை படிக X-கதிர் விளிம்பு விளைவு MoK α ($\lambda = 0.7107 \text{ \AA}$) ஆய்வின் பயன்படுத்திப் பெறப்பட்டன. ப்ரூக்கர் அக்சிஸ் ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலையை பயன்படுத்தி வளர்ந்த படிகத்தில் KB ν பயன்முறையில் 400-4000 cm^{-1} வரம்பில் பல்வேறு செயல்பாட்டுக் குழுக்கள் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. ஒளியியல் பண்புகளை பெர்கின்-எல்மர்லாம்ப்டா-35புறஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமலை மூலம் 200-1100 nm வரம்பில் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. பெர்கின்-எல்மர் டயமண்ட் வெப்ப பருமனளவிடல் மற்றும் வகையீட்டு கருவியைப் பயன்படுத்தி படிகத்தின்

வெப்ப நிலைத்தன்மை கண்டறியப்பட்டது. Nd: YAG லேசரை பயன்படுத்தி வளர்ந்த படிகத்தின் ஈரிசைவியக்கம் மதிப்பு ஆய்வு செய்யப்பட்டது.

4. முடிவுகள் மற்றும் விவாதங்கள்

4.1 X-கதிர் விளிம்பு விளைவு

4-அமினோபிரிடீனியம் 4-நைட்ரோ பினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிகமானது ஒற்றைச் சரிவுப் படிக அமைப்புடன், P21 இடக்குழுவோடு உள்ளது. கணக்கிடப்பட்ட அலகுக் கூடு அளபுருக்கள் $a = 5.55 \text{ \AA}$, $b = 15.04 \text{ \AA}$, $c = 10.67 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 102.5^\circ$ and $\gamma = 90^\circ$ மற்றும் பருமன் $V = 869 \text{ \AA}^3$. படிகத்தின் தற்போதைய அலகுக் கூறு அளபுருக்கள், முன்னர் அறிவிக்கப்பட்ட அளவு மதிப்புகளுடன் [5] ஒத்து இருக்கிறது மற்றும் இதன் விவரங்கள் அட்டவணை 1-யில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1:

TP4N படிகத்திற்கான படிகக் கட்டமைப்பு அளவீடுகள்

		அளவு (5)
கூடு	$a = 5.55 \text{ \AA}$, $b = 15.04 \text{ \AA}$, $c = 10.67 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 102.5^\circ$, $\gamma = 90^\circ$, $V = 869 \text{ \AA}^3$	$a = 5.603 \text{ \AA}$, $b = 15.30 \text{ \AA}$, $c = 10.779 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 102.70^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ $V = 901 \text{ \AA}^3$
அளபுருக்கள்		
இடக்குழு	P2 ₁	P2 ₁
அமைப்பு	ஒற்றைச்சரிவு	ஒற்றைச்சரிவு

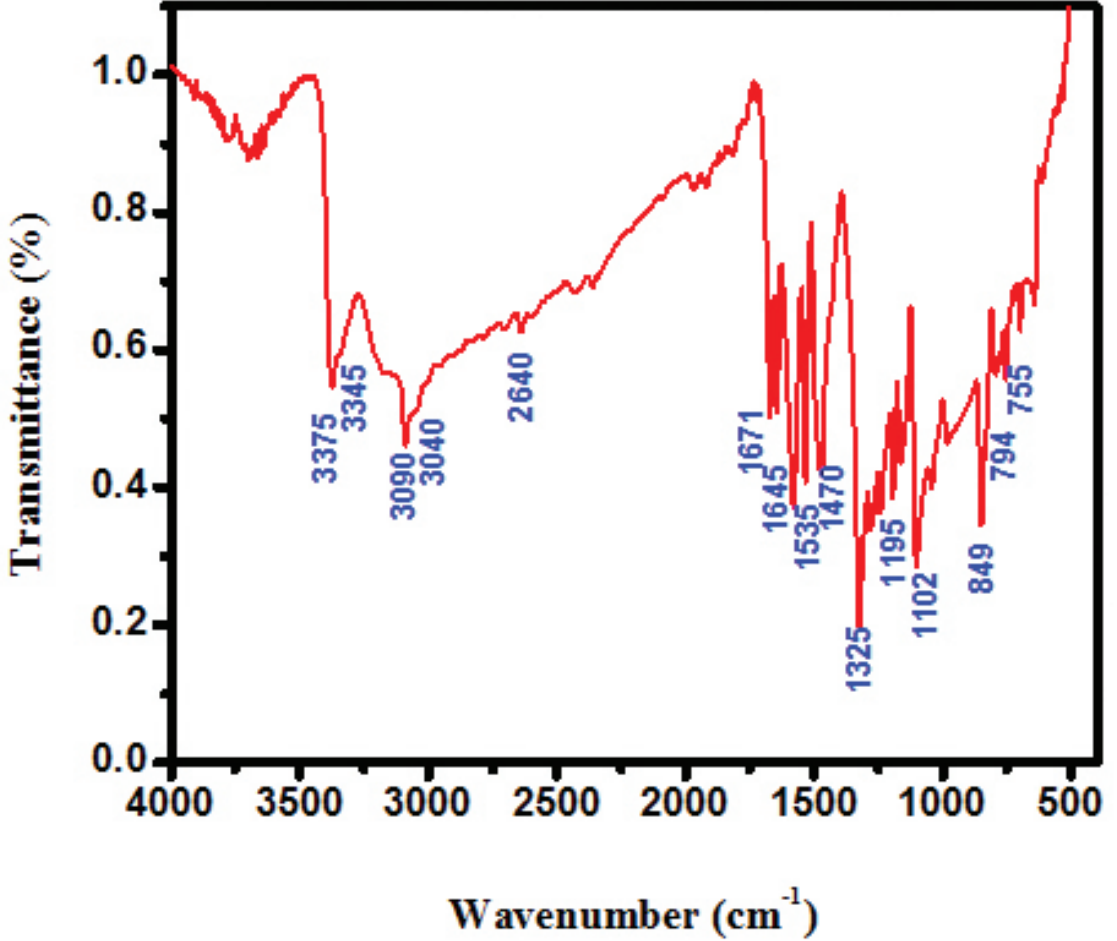
4.2 ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமலை பகுப்பாய்வு:

4- அமினோபிரிடீனியம் 4-நைட்ரோ பினாலேட் 4-நைட்ரோபீனால் (4APNP) ஒற்றை படிகத்தின் மூலக்கூறு அதிர்வுகளை ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமலை ஆய்வுகள் மூலம் அடையாளம் கண்டறியப்பட்டது. பெறப்பட்ட அகச்சிவப்பு நிறமலை படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 4AP மற்றும் 4NP

மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் காரணமாக O-H தொகுப்பின் நீட்சி அதிர்வினால் 3375 cm^{-1} உச்சமதிப்பு இருக்கிறது. உச்சமதிப்பு 3345 cm^{-1} இல் N-H நீட்சி அதிர்வை காணப்படுகிறது. வாசனையுள்ள பிரிடீனியம் நீட்சி அதிர்வு 3090 cm^{-1} குறிக்கிறது. HN+ நீட்சி அதிர்வு 2640 cm^{-1} உச்சமதிப்பில் காணப்படுகிறது. 1671 cm^{-1} மற்றும் 1645 cm^{-1} ஆகியவை

வாசனை எலும்புக்கூடு கார்பன்-கார்பன் (C=C) அதிர்வுகளை குறிக்கிறது. NO₂ சமச்சீர்மையிலா நீட்சி அதிர்வு உச்சம் 1535 செ.மீ⁻¹யில் காணப்படுகிறது. 4APNP படிக்கத்தின் O-H தொகுப்பு சமதளம் வளைவு அதிர்வு உச்ச மதிப்பு 1470 செ.மீ⁻¹ காணப்படுகிறது.

NO₂ சமச்சீர் நீட்சி அதிர்வு உச்சம் 1325 செ.மீ⁻¹ யில் காணப்படுகிறது. படிக்கத்தின் C-O நீட்சி அதிர்வுகள் உச்சம் 1195 செ.மீ⁻¹யில் காணப்படுகிறது. C-N நீட்சி அதிர்வு 849 செ.மீ⁻¹ வரம்பில் உள்ளது. C-H தள வளைவு அதிர்வு 755 செ.மீ⁻¹ வரம்பில் உள்ளது.

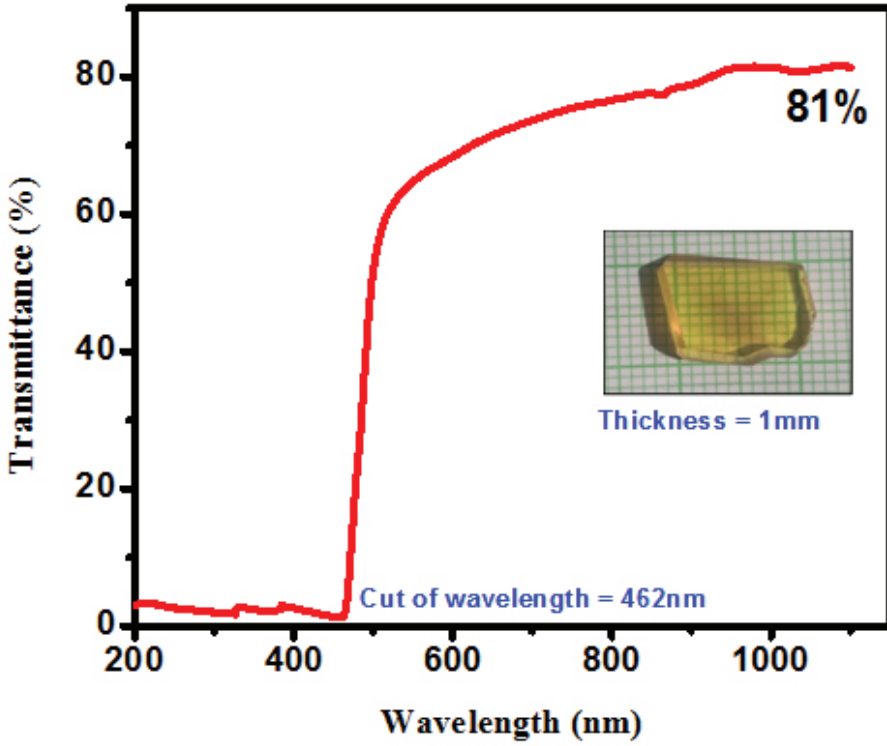


படம் 2. 4APNP படிக்கத்தின் ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலை

4.3. புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமாலை பகுப்பாய்வு

வளர்ந்த நல்ல தரமான, 1 மிமீ ஒரு தடிமனும் மற்றும் <010> படிக்கத்தளம் கொண்ட 4APNP ஒற்றை படிக்கம் புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சி

சிவப்பு நிறமாலை பகுப்பாய்வுக்கு ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டது. வளர்ந்த ஒற்றை படிக்கமான 4APNP ஒளியியல் ஊடுருவத்திறன் நிறமாலை படம்- 3 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3. 4APNP படிகத்தின் புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமாலை

புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமாலையிருந்து, வளர்ந்த படிகமானது உற்றுநோக்கப் பட்டது. அதிலிருந்து படிகமானது முழுக் கட்புல பகுதியிலும் மற்றும் அண்மை அகச்சிவப்பு பகுதியிலும் நல்ல ஒளியியல் ஊடுருத்திறனை கொண்டுள்ளது. ஒளியியல் ஊடுருத்திறன் செறிவு குறிப்பாக ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் உட்கவர்ந்து விடும். அந்த அலைநீளமே பொருளின் வெட்டு அலைநீளம் எனப்படும். இது வளர்ந்த படிகத்திற்கு வெட்டு அலைநீளம் 462 nm எனக் கண்டறியப்பட்டது.

σ மற்றும் π சுற்றுப்பாதையிருந்து எலெக்ட்ரானை அடிநிலையிருந்து கிளர்ந்தநிலைக்கு உயர கொண்டு செல்ல ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இத்தகைய ஆற்றலானது பொருளின் பட்டை இடைவெளிக்கு சமமாக இருக்கும். குறிப்பாக, உறிஞ்சும் பட்டைகளின் நிலைமாற்றமான $\pi \rightarrow \pi^*$ மற்றும் $n \rightarrow \pi^*$ உள்ளடக்கிய π -சுற்றுப்பாதை இதில் பங்கு வகிக்கிறது.

4APNP பொருளின் உறிஞ்சுதல் குணகம் (α) என்பது படு ஒளித்துகளின் ஆற்றலைப் பொறுத்தது. α பின்வரும் தொடர்பைப் பயன்படுத்தி பல்வேறு அலைநீளங்களுக்கு கணக்கிடப்படுகிறது:

$$\alpha = \frac{2.3026}{t} \log_{10} \left(\frac{100}{T} \right) \text{ (cm}^{-1}\text{)} \dots \dots \dots (1)$$

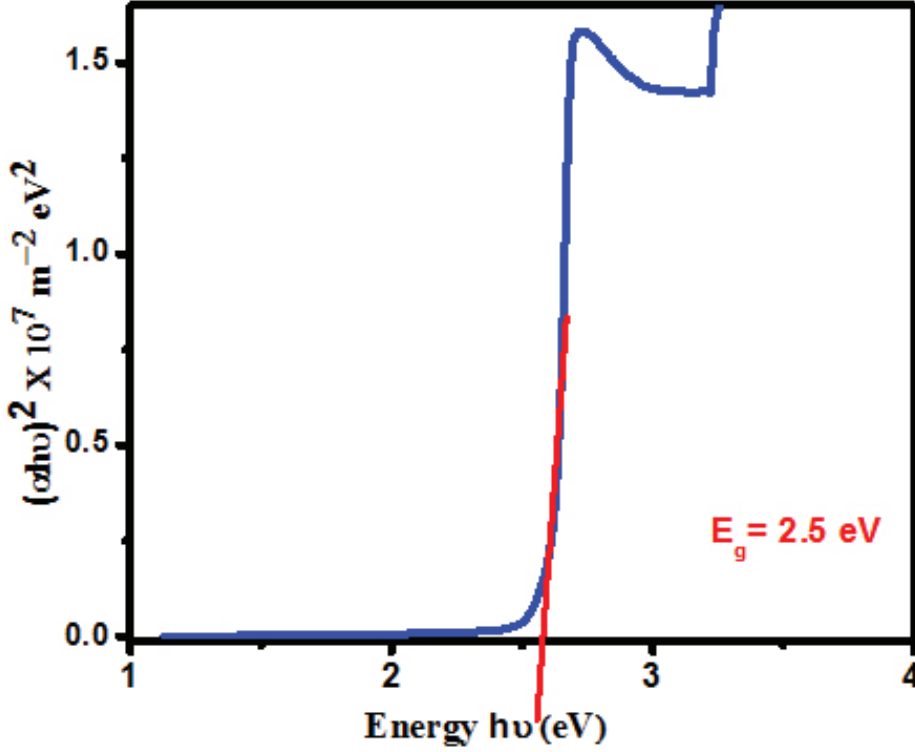
T என்பது ஒளி ஊடுருத்திறன் (%) மற்றும் t என்பது பொருளின் தடிமன் (1 மிமீ). ஒளியியல் உறிஞ்சுதல் குணகமானது (α) ஒளித்துகள் ஆற்றலுடன் சார்புடையது. இந்த ஒளித்துகளின் ஆற்றல் பட்டை அமைப்பானது ஒளியியல் ஊடுருத்திறன் வகைகளைப் படிக்க உதவுகிறது. டஃக் விதியின் படி, பொருளின் ஒளியியல் பட்டை இடைவெளியை தீர்மானிக்க உதவுகிறது

$$(ch\nu) = A(h\nu - E_g)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2)$$

[6].

படம்.4-ல் ஒளித்துகளின் ஆற்றல் (ஈ) மற்றும்

(ஈ)2 இடையே திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. உறிஞ்சு குணகம் (ஈ) வளைவின் நேர்கோட்டு பகுதியை ஒப்பீடு செய்வதன் மூலம் பொருளின் ஒளியியல்



படம் 4. ஒளியியல் பட்டை இடைவெளி நிறைமாலை

பட்டை கணக்கிடப்படுகிறது.

4APNP படிகத்தின் கணக்கிடப்பட்ட நேரடி பட்டை இடைவெளி ஆற்றல் 2.5 நௌ ஆகும்.

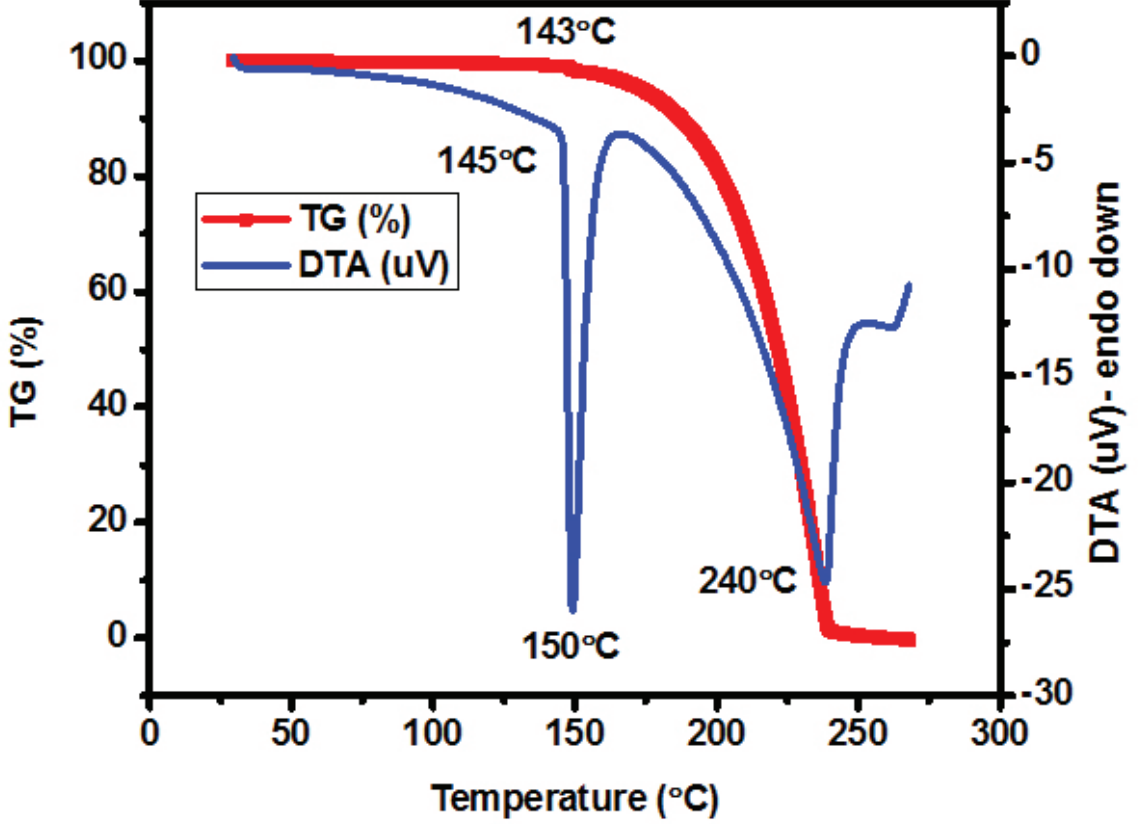
4.4. வெப்ப ஆய்வு:

வெப்ப பரும அளவிடல் (TG) மற்றும் வகையீட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வை (DTA) பயன்படுத்தி 4APNP ஒற்றை படிகத்தின் வெப்ப நிலைப்பு தன்மை ஆய்வு செய்யப்பட்டது. 4.5 மி.கி அளவு 4APNP ஒற்றை படிகத்தை ஒரு அலுமினா கொள்கலனில் எடுக்கப்பட்டு, அது பொருள்தாங்கி மீது வைக்கப்பட்டது. நைட்ரஜன் வாயு உலை உள்ளே அனுமதிக்கப்பட்டு, நிலையான மாறா வினைபுரியா சூழல் பராமரிக்கப்

படுகிறது. 4APNP மாதிரி வெப்பநிலை 10°C / நிமிடம் என்ற வீதத்தில் 30ஸ்ஊ இருந்து 300°C வரம்பு வரை சூடாக்கப்பட்டது. வெப்ப பரும அளவிடல் (TG) மற்றும் வகையீட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வு (DTA) வரைபடம் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 4APNP படிகத்தை வெப்பப்படுத்தும் போது ஒரு கூர்மையான வெப்ப ஏற்கும் உச்சி ஏற்படுகிறது. இதுவே 4APNP ஒற்றை படிகத்தின் உருகுநிலை புள்ளியை குறிக்கிறது மற்றும் இந்த செயல்முறை 150°C இல் நிறைவுடைகிறது. இந்த அதிகூர்மையான வெப்ப ஏற்கும் உச்சியானது பொருளின் நல்ல படிகத்தன்மையை கொண்டுள்ளதை குறிக்கிறது. வெப்பநிலை மேலும் அதிகரிக்கும் போது படிகமானது ஒற்றை நிலை சிதைவு புள்ளி

தொடங்குகிறது மற்றும் வெப்பநிலை படிப்படியாக அதிகரிக்கும் போது பொருளின் நிறை இழப்பு ஏற்படுகிறது. வெப்பநிலை 240°C அடையும்போது கிட்டத்தட்ட 100% பொருளின் நிறை இழப்பு

ஏற்படுகிறது. முடிவில் பொருளில் எவ்வித கசடு மற்றும் மாசும் இல்லை என்பதை காட்டுகிறது [7]. இதன் மூலம் வளர்க்கப்பட்ட படிசுமானது நல்ல படிசுத்தன்மை கொண்டிருப்பதை உணரலாம்.



படம் 5-ல் 4APNP படிசுத்தின் வெப்ப பரும அளவீடல் (TG) மற்றும் வகையிட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வு (DTA)

4.5. ஈரிசைவியக்க உற்பத்தி

குர்ட்ஸ் மற்றும் பெர்ரி நூட்பம், (ஈரிசைவியக்க உற்பத்தி SHG) நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் படிசுக்களின் ஈரிசைவியக்க உற்பத்தி மதிப்பை அளவிடும் கருவியாகும் [8]. படிசுமானது நன்கு தூள் செய்யப்பட்டு, இறுக்கமாக நுண்ணிய குழாயில் நிரப்பப்பட்டு, 1064 nm அலைநீளம் Q-Switched Nd-YAG லேசர் பாதையில் வைக்கப்படுகிறது. படிசுத்திலிருந்து வரும் அலைக் கற்றை ஒளிப் பண்மடங்காக்கி குழாயில் பதிவு செய்யப்பட்டுகிறது. KDP படிசுத்தின் SHG வெளியீடு 24mV

அளவிடப்பட்டு, KDP-யை ஆய்விற்கான குறிப்பு பொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. 4APNP படிசுத்தின் SHG வெளியீடு அளவிடப்பட்டு, இது முனுளு இன் 0.85 மடங்கு ஆகும்.

5. முடிவுரை :

நல்ல தரமான கரிம நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் ஒற்றை படிசுமான (4APNP) மெத்தனால் கரைப் பாணை பயன்படுத்தி மெதுவான ஆவியாகுதல் நூட்பம் (SEST) மூலம் வெற்றிகரமாக வளர்க்கப்பட்டது. வளர்ந்த படிசுமானது ஒற்றை படிசு X-கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்விற்கு உட்படுத்த

பட்டது. இதன் மூலம் படிசுமானது ஒற்றைச்சரிவு அமைப்பு மற்றும் P21 இடகுழு கொண்டுள்ளது என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது. வளர்ந்த ஒற்றை படிசுத்தின் செயல்பாட்டுக் குழுக்கள் ஃபூரியர் உருமாற்று அகச்சிவப்பு நிறமாலை மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டது. புற ஊதா-கட்புல-அண்மை அகச்சிவப்பு நிறமாலை பகுப்பாய்வு மூலம் ஒற்றை படிசுத்தின் ஒளியியல் தரம் கண்டறியப்பட்டது. படிசுத்தின் வெப்ப நடத்தையானது வெப்ப

பருமனளவிடல் மற்றும் வகையீட்டு வெப்ப பகுப்பாய்வு மூலம் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. படிசுங்களின் ஈரிசைவியக்கம் குர்ட்ஸ்-பெர்ரி நுட்பத்தின் மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டது. இந்த பல்வேறு ஆய்வுகளின் மூலம் 4ஹெக்டோபடிசும நேர்ச்சார்பிலா ஒளியியல் பயன்பாட்டிற்கு பொருத்தமானதாக இருக்கலாம் என்று பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

அங்கீகாரங்கள் :

இந்த வேலை BRNS திட்டத்தால் ஆதரிக்கப்பட்டது (குறிப்பு 34/14/06/2016-BRNS / 34032).

மேற்கோள்:

- [1]. K.S. Huang, D. Britton, the late M.C. Etter, S.R. Byrn, J. Mater. Chem. 7 (1997) 713-720.
- [2]. O.P. Kwon, M. Jazbinsek, H. Yun, J.I. Seo, J.Y. Seo, S.J. Kwon, Y.S. Lee, P. Gunter, CrystEngComm. 11 (2009) 1541-1544.
- [3]. X. Zhang, X. Jiang, Y. Li, Z. Lin, G. Zhang, Y. Wu, CrystEngComm. 17 (2015) 1050-1055.
- [4]. J.H. Jeong, B.J. Kang, J.S. Kim, M. Jazbinsek, S.H. Lee, S.C. Lee, I.H. Baek, H. Yun, J. Kim, Y.S. Lee, J.H. lee, J.H. Kim, F. Rotermund, O.P. Kwon, Sci. Rep. 3 (2013) 1-8.
- [5]. Jagadesan, A., G. Peramaiyan, R. Mohan Kumar, and S. Arjunan. J. Cryst. Growth 418 (2015) 153-157.
- [6]. J. Chandrasekaran, S. Balaprabhakaran, B. Babu, Optik, 124, 4296-4299 (2013).
- [7]. V. Sangeetha, K. Gayathri, P. Krishnan, N. Sivakumar, N. Kanagathara and G. Anbalagan, J. Cryst. Growth 389, 30-38 (2014).
- [8]. S. K. Kurtz and T. T. Perry, J. Appl. Phys, 39, 3798-3813 (1968).

போரிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட

L-அஸ்பாஜீன் மோனோஹைட்ரேட் ஒற்றை படிகத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் சிறப்பியல்புகள் நேர் சார்பில்ல ஒளியியல் பயன்பாடுகளுக்காக...

பி. சங்கீதா^அ, பி.ஜெயப்பிரகாஷ்^ஆ, எம். லிட்யா கரோலின்^{இ²}

அ. இயற்பியல் துறை, அரசு கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி, தென்னங்கூர், வந்தவாசி - 604408
ஆ. இயற்பியல் துறை, புனித ஜோசப் தொழில்நுட்பம் கல்வியியல் கழகம், ஓளம்ஆர், சென்னை - 600119, தமிழ்நாடு, இந்தியா.
இ. இயற்பியல் துறை, டாக்டர். அம்பேத்கர் அரசு கலைக் கல்லூரி, வியாசர்பாடி, சென்னை - 600039, தமிழ்நாடு, இந்தியா.
மொழிபெயர்ப்பு: ர.சுகன்ய, அரசு கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி, ஓசூர்- 635110.

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

செயலில் உள்ள நேரியல் அல்லாத ஒளியியல் படிகமான L-அஸ்பாஜீன் மோனோ ஹைட்ரேட் ஒற்றை படிகமானது, நீர் கரைசலில் இருந்து மெதுவான கரைப்பான் ஆவியாதல் நுட்பத்தால் வளர்க்கப்பட்டது. ஒற்றை படிக எக்ஸ்ரே வேறுபாடு ஆய்வானது P2₁2₁2₁ இடப்பெயர்வுக் குழு ஆர்த்தரோம்பிக் படிக அமைப்பை வெளிப்படுத்தியது. வளர்ந்த படிகத்தில் செயல்பாட்டுக் குழுக்களின் இருப்பானது, FT-IR நிறமாலையைப் பயன்படுத்தி பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டது. புற ஊதா மற்றும் புலப்படும் நிறமாலை பகுப்பாய்வின் படி, படிகமானது 225 nm வரை குறைந்த அளவிலான அலைநீளத்தைக் கொண்டுள்ளது என்பதை வெளிப்படுத்துகிறது, மேலும் இரண்டாவது ஹார்மோனிக் தலைமுறை (SHG) சமிக்ஞையை வெளிப்படுத்த இது ஒரு முக்கிய காரணியாகும். புற ஊதா உட்கவர்தல் சுயவிவரத்திலிருந்து, நேரடி ஒளியியல் பட்டை இடைவெளியானது 5.80 eV என மதிப்பீடு செய்யப்பட்டது. நடுநிலையற்ற சமச்சீர் படிகத்தின் நேர்சார்பிலா ஒளியியல் நடத்தையானது, குர்ட்ஸ்-பெர்ரி முறையைப் பயன்படுத்தி துடிப்பு Nd: YAG லேசர் (1064 nm, 10 ns, 10 Hz) ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்படும்போது அதிர்வெண் இரட்டிப்பான (2 ω) ஒளியியல் கதிர்வீச்சு காணப்பட்டது. மின்கடத்தா மாறிலி (ϵ') மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பு (ϵ'') மாறுபாடு மற்றும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட போரிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட L-அஸ்பாஜீன் மோனோஹைட்ரேட் ஒற்றை படிகத்தின் சில வெப்பநிலை, அதிர்வெண் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டது.

1. அறிமுகம்

மேம்பட்ட தொழில்நுட்பங்களின் சமீபத்திய சூழ்நிலையில், நேர்சார்பிலா ஒளியியல் (என். எல்.ஓ) ஒற்றை படிகங்கள் துறையானது அவற்றின் பரந்த பயன்பாடுகளின் காரணமாக ஆராய்ச்சியாளர்களையும் தொழில் துறைகளையும் ஈர்த்துள்ளது. இரண்டாம் சீரிசை உற்பத்தி (எஸ்.எச்.ஐ), வண்ண காட்சி,

மின் ஒளியியல் சொடுக்கிகள் இணைவு நமைச்சல்கள் (பதான் மற்றும் பலர், 1993), செயலற்ற வரையறை இணைவு ஆராய்ச்சிக்கான உயர் ஆற்றல் ஒளிக்கதிர்கள் போன்றவை. Γ - பிணைப்பு இருப்பதால் பல கரிம சேர்மங்கள் நல்ல என்.எல்.ஓ பண்புகளைக் காட்டுகின்றன, இப்பண்புகள் மூலக்கூறு பொறியியல் பயன்பாடுகளில் உதவுகிறது. பிற உயிரியல்

பொருட்களுடன் ஒப்பிடுகையில், அஸ்பாரஜீன் மிக முக்கியமான அமினோ அமிலமாகும், ஏனெனில் இது நரம்பு மற்றும் மூளை திசுக்களில் சில உயிரணு செயல்பாடுகளின் வளர்சிதை மாற்றக் கட்டுப்பாட்டில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது மற்றும் பல தாவரங்களால் நைட்ரஜன் இருப்பு மூலமாகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் கரிம மற்றும் பகுதி கரிம அமினோ அமிலங்கள் பல சுவாரஸ்யமான என்.எல்.ஓ பண்புகளைக் காட்டுகிறது (மிசோகுட்டி மற்றும் பலர்., 1966).

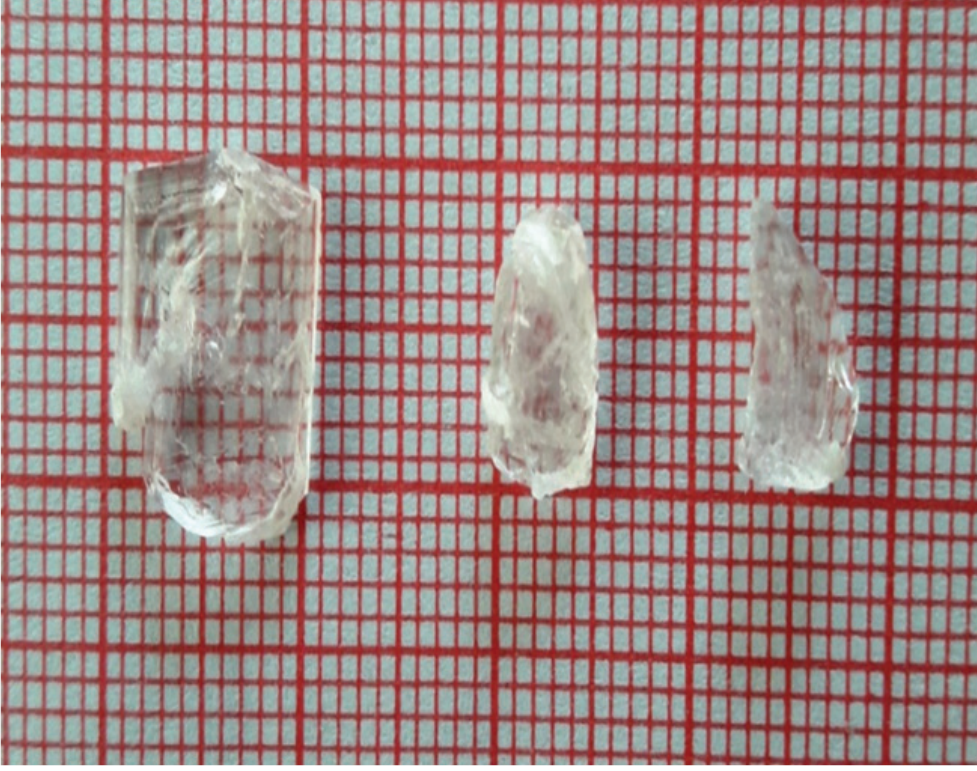
கனிம படிசங்களுடன் ஒப்பிடும்போது கரிம படிசங்கள் அதிக அளவிலான நேர்சார்பிலா ஒளியியல் பாதிப்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. கரிம வகுப்பில், ஈ- அமினோ அமிலங்கள் மூலக்கூறு சமச்சீரின்மை, பலவீனமான வான் டெர் வால்ஸ் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு, புலப்படும் மற்றும் புற ஊதா நிறமாலை பகுதிகளில் பரந்த வெளிப்படைத்தன்மை வரம்புகள் மற்றும் படிச கடினத்தன்மைக்கு சாதகமான மூலக்கூறின் zwitterionic தன்மை போன்ற சில குறிப்பிட்ட அம்சங்களுக்கான ஆதாரங்களைக் காட்டுகின்றன. அஸ்பாரகின், நரம்பு மற்றும் மூளை திசுக்களில் சில உயிரணு செயல்பாடுகளின் வளர்சிதை மாற்றக் கட்டுப்பாட்டில் இன்றியமையாத பங்கும், பல தாவரங்களில் நைட்ரஜன் இருப்புப் பொருளாகவும் பயன்படக்கூடிய ஒரு அமினோ அமிலமாகும். v δ -அஸ்பாரஜீன் மோனோஹைட்ரேட் (எல்ஏஎம்) என்பது அமினோ அமிலக்குடும்பத்தின் ஒரு கரிம கலவை ஆகும். இது ஆர்த்தரோம்பிக் கட்டமைப்பில் படிசமாகக்கூடியது, இடப்பெயர்வுக்குழு (P2₁2₁2₁) ஒரு அலகு செல்லிற்கு 4 மூலக்கூறுகளுடன் மற்றும் பின்னல் அளவுருக்களைக் கொண்டுள்ளது: a = 5.593Å, b = 9.827Å மற்றும்

c = 11.808Å, (வெர்பிஸ்ட் மற்றும் பலர்., 1972). படிசத்தின் இயற்பியல் மற்றும் ஒளியியல் பண்புகள் திசையைச் சார்ந்தது மேலும் ஒற்றை களத்தில் இல்லாத படிசங்கள் கட்டமைப்பில் சிர்கெடுகளையும், கட்டமைப்பு பரல் எல்லை குறைபாடுகளையும் கொண்டிருக்கும்.

தற்போதைய புலனாய்வு டுஹஆஹ ஒற்றை படிசத்தின் வளர்ச்சியை மையமாகக் கொண்டது. படிசமானது அயனி நீக்கம் பெற்ற நீரினால் மெதுவான ஆவியாதல் முறைக்கு உட்பட்டு, XRD, FT-IR மற்றும் UV-ன் முழு ஈடுபாடு மற்றும் பட்டை இடைவெளி நிர்ணயம் ஆகியவற்றால் இயல்பாய்வு செய்யப்பட்டது.

2. பரிசோதனை :

சம (1:1) விகிதத்தில் v δ -அஸ்பாரகின் மோனோஹைட்ரேட் கலப்புடன் போரிக் அமிலம் சேர்த்து LMBA செயற்கையாக ஒருங்கிணைக்கப்பட்டது. கணக்கிடப்பட்ட அளவு வினைபடு பொருட்களை அயனி நீக்கம் செய்யப்பட்ட நீரில் முழுமையாகக் கரைக்கப்பட்டு, சுமார் 5 மணிநேரத்திற்கு காந்தக் கிளறியைப் பயன்படுத்தி நன்கு கிளறி, கரைசல் ஒரே மாதிரியான வெப்பநிலை மற்றும் செறிவில் உள்ளதா என உறுதிசெய்யப்பட்டது. கரைசல் வடிகட்டப்பட்டு படிச வளர்ச்சி பாத்திரத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது மேலும் அறை வெப்பநிலையின் கீழ் மெதுவாக ஆவியாதல் மூலம் படிச மயமாக்கல் செய்யப்பட்டது. மெதுவான ஆவியாதல் மூலம் வெளிப்படையான நிறமற்ற படிசங்கள் 5 நாட்களில் உருவாக்கப்பட்டன வளர்ந்த படிசங்களின் புகைப்படம் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1. வளர்ந்த vS-அஸ்பாரகின் மோனோஹைட்ரேட் கலந்த போரிக் அமிலம் ஒற்றை படிகங்களின் புகைப்படம்.

3. முடிவுகள் மற்றும் விவாதம்

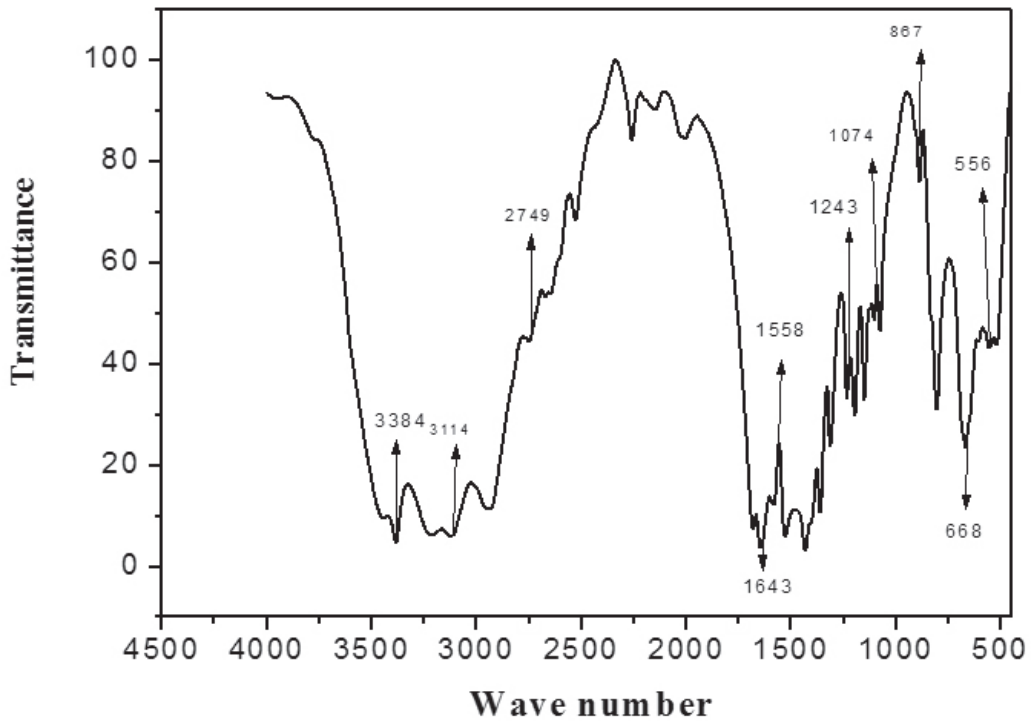
3.1 ஒற்றை படிக எக்ஸ்-ரே சிதறல் ஆய்வு

தொகுக்கப்பட்ட உப்பின் அடையாளத்தை உறுதிப்படுத்த, ஒற்றை படிக எக்ஸ்ரே சிதறல் பகுப்பாய்விலிருந்து அலகு செல் அளவுருக்கள் கணக்கிடப்பட்டன. MoK α ($\lambda=0.7170 \text{ \AA}$) கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்தி ENRAF NONIUS CAD4 அலை வளைவுமானியை கொண்டு செறிவிற்கான தீவிரத் தரவு சேகரிக்கப்பட்டது. 20–30 கோண வரம்பில் 25 பிரதிபலிப்புகளின் மீச்சிறு இருபடிசெய்யப்பட்டது. ஒற்றை படிக எக்ஸ்ரே வேறுபாடு பகுப்பாய்விலிருந்து ஆர்த்தரோம்பிக் படிக அமைப்புக்கு சொந்தமான பரப்பளவு = 5.58 \AA , $\text{\AA} = 9.00$, $\text{\AA} = 11.06 \text{ \AA}$ மற்றும் $\epsilon = 649 \text{ \AA}^3$ உடன் இடஎல்லை பப்டை P2₁2₁2₁ ஓர் அலகு செல் பரிமாணங்கள் தீர்மானிக்கப்பட்டது. அலகு செல் அளவுருக்கள் மதிப்புகளுடன் நன்கு ஒத்துப் போகின்றன.

3.2 FTIR நிறமாலை பகுப்பாய்வு:

கலவையில் இருக்கும் செயல்பாட்டுக் குழுக்களை அடையாளம் காண FT-IR நிறமாலை ஆய்வு திறமையாக பயன்படுத்தப்பட்டது. லம்பா படிகத்தில் செயல்பாட்டுக் குழுக்களின் இருப்பை தர ரீதியாக பகுப்பாய்வு செய்ய, 4000–400 செ.மீ⁻¹ பிராந்தியத்தில் BRUKER IFS66 V நிறமாலைமானி KBR பெல்லட் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி FTIR ஸ்பெக்ட்ரம் பதிவு செய்யப்பட்டது. பதிவு செய்யப்பட்ட FTIR ஸ்பெக்ட்ரம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. vS – அஸ்பாராகின் மோனோஹைட்ரேட் அட்மிக்ஸ்ட்சர் போரிக் அமிலம் எஃப்.டி.ஐ.ஆர் நிறமாலைமானி பயன்படுத்தி அடையாளம் காணப்பட்டது படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 3114 செ.மீ⁻¹, 2620 செ.மீ⁻¹ இல் உள்ள முழு ஈடுபாடு உச்ச நிலையானது NH₃⁺ இன் சமச்சீர் நீட்சி முறையே காரணமாகும். NH₂ குறை அதிர்வு 1643 செ.மீ⁻¹, 1526 செ.மீ⁻¹ உடன் ஒத்துள்ளது. இவ்வாறு தலைப்பு கலவையில் NH₃⁺ குழுவின் இருப்பு

உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. அயனியாக்கம் மற்றும் பலர், 2009). COO – வளைத்தல் மற்றும் செய்யப்பட்ட கார்பாக்சிலிக் குழு, 1680 COO- ராக்கிங் ஆகியவை முறையே 668 செ.மீ⁻¹ – 1540 செ.மீ⁻¹ பகுதியில் சிறப்பான செ.மீ⁻¹, 605 செ.மீ⁻¹ மற்றும் 556 செ.மீ⁻¹, 517 செ.மீ⁻¹ ஆகியவற்றில் காணப்பட்டன. சமச்சீர்ற்ற நீட்சிக்கு ஒத்திருக்கிறது (கரோலின் மற்றும் பலர், 2009).



படம் 2. LMBA-வின் FT-IR நிறமாலை

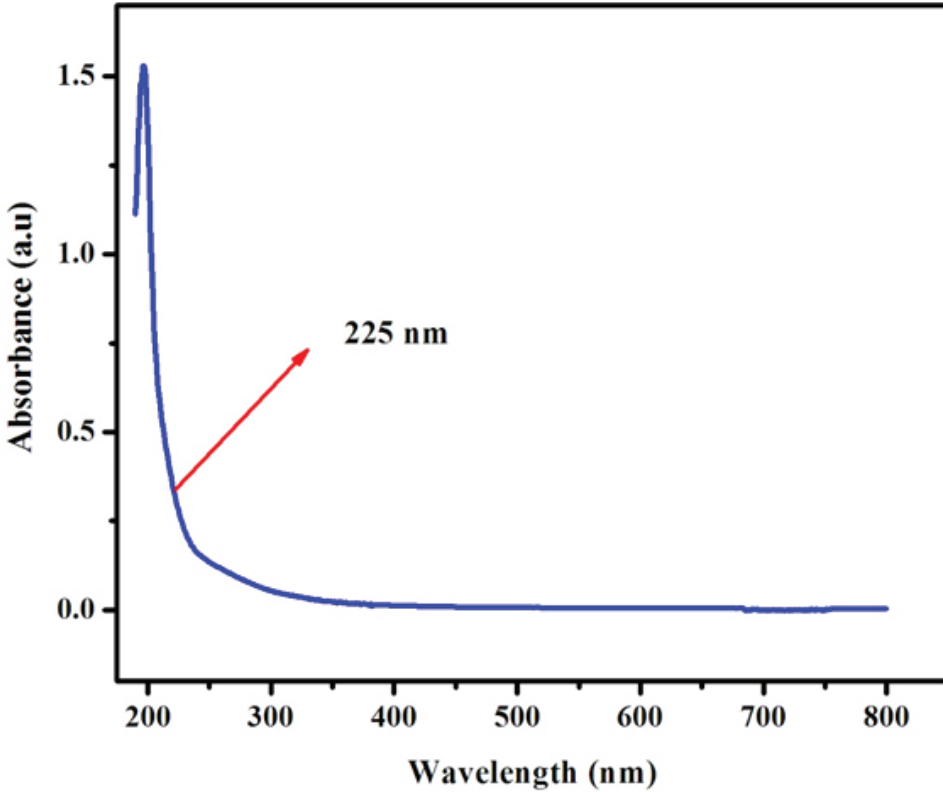
அட்டவணை 1. LMBA-வின் FTIR மூலக்கூறு அதிர்வுகள்

Wave Number	Assignments
3444, 3384	NH Symmetric stretching
3114, 2620	NH ₃ +Symmetric Stretching
2947	CH asymmetric Stretching
2749	N-H stretching
1680, 1558	COO-stretching
1643, 1526	NH ₂ Scissoring
1430, 1311	B-O Symmetric stretching
1360	COO-Symmetric Stretching
1243	C-O stretching
1194	C-C-N bending
1149	B-O-H in plane bending
1074	C-N Stretch
867	B-O asymmetric stretching
668, 605	COO-bending

3.3. ஒளி வெளியிடு தன்மை ஆய்வுகள்

L MBAவின் புற ஊதா நிறமாலை திரவ வடிவத்தில் (உயோனைஸ் செய்யப்பட்ட நீரில் கரைக்கப்படுகிறது) 200 முதல் 700 nm வரை LAMPDA-35 UV-Vis நிறமாலையைப் பயன்படுத்தி பதிவு செய்யப்பட்டது. பதிவு செய்யப்பட்ட பரிமாற்றம் மற்றும் உறிஞ்சுதல் நிறமாலை கீழே உள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. நேர் சார்பில்லா ஒளியியல் ஒற்றை படிகங்கள் முக்கியமாக ஒளியியல் பயன்பாடுகளில்

பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளியியல் வெளியிடு தன்மை வரம்பு, வெளிப்படைத்தன்மை, குறைந்த அளவிலான அலை நீளம் மற்றும் உறிஞ்சுதல் இசைக்குழு ஆகியவை லேசர் அதிர்வெண் மாற்று பயன்பாடுகளுக்கான மிக முக்கியமான ஒளியியல் அளவுருக்கள் ஆகும். முழு புற ஊதா பிராந்தியத்தில் ஒரு நல்ல பரிமாற்றம் மற்றும் 225 nm (படம் 3) இல் குறைந்த அளவிலான அலைநீளம், 1064 nm அல்லது நீல பிராந்தியத்தில் உள்ள பிற பயன்பாடுகளின் SHG லேசர் கதிர் வீச்சுக்கு போதுமானது.



படம் 3. L MBA ஒற்றை படிகத்தின் புற ஊதா-கட்டபுல நிறமாலை

3.3.1 ஒளிபட்டை இடைவெளி தீர்மானித்தல்

பொருள் இடைவெளி (எ.கா) பொதுவாக அணு மற்றும் மின்னணு இசைக்குழு கட்டமைப்புகளுடன் நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது மின்-ஒளி துறையில் ஒரு இடத்தைப் பிடித்துள்ளது (ஆ. Nageshwari et al., 2017).

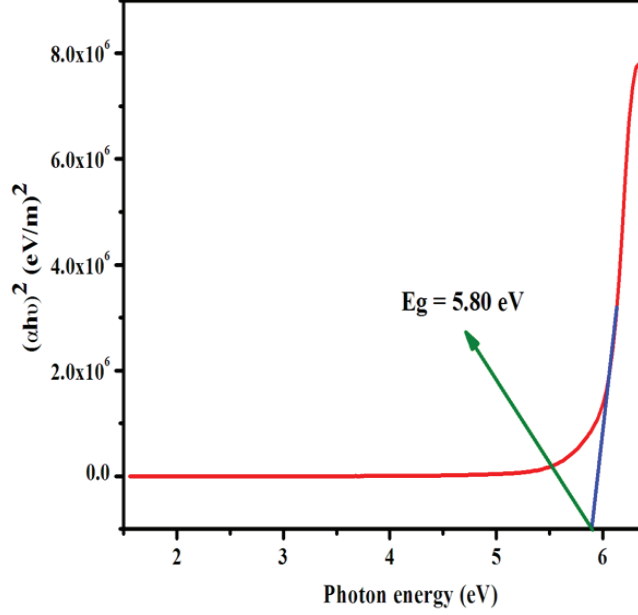
ஒளியியல் உறிஞ்சுதல் குணகம் (α) பின்வரும் உறவிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டது:

$$\alpha = \frac{2.3026 \log(1/T)}{t} \quad (1)$$

நேரடி பட்டை இடைவெளி ஆற்றல் உறிஞ்சுதல் (எ.கா) வெளியிடு தன்மை (IT) தரவிலிருந்து மதிப்பிடப்பட்டது, இதன் மூலம் (α) உறிஞ்சுதல் விளிம்பிற்கு நெருக்கமாக வெளிப்பாட்டிலிருந்து

கணக்கிடப்படுகிறது (P. Jayaprakash et al., 2016):

$$h\nu\alpha = A(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (2)$$



படம் 4. LMBA ஒற்றை படிகத்தின் டாவ் வளைவு

படம் 4 இல் வழங்கப்பட்ட டாவ் வளைவிலிருந்து ($h\nu\alpha$) vs $h\nu$ இன் நேரியல் பகுதியின் விரிவாக்கத்திலிருந்து நேரடி பட்டை இடைவெளி ஆற்றல் கணக்கிடப்பட்டது, அவை முறையே 5.80 eV ஆகும். கணக்கிடப்பட்ட பரந்த பட்டை இடைவெளி மதிப்பிலிருந்து அவை புற ஊதாவை சரி செய்யக்கூடிய மற்றும் NLO சாதன பயன்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் செயல்திறனாக இருக்கலாம் என்று பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

தொகுதி அயனிகளின் அணு துருவமுனைப்பு ஆகியவற்றால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது (Surekha et al., 2014). LMBA-வின் மின்கடத்தா தன்மை முறையே 50 ஹெர்ட்ஸ் – 5 மெகா ஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண் வரம்பில் தோந்தெடுக்கப்பட்ட பல்வேறு வெப்பநிலைகளான 313 K, 333 K, 353 K மற்றும் 373 K ஆகியவற்றிற்கு ஆராயப்பட்டது. மின்கடத்தா அனுமதி மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பு பின்வரும் உறவைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்டது:

3.4. மின்கடத்தா ஆய்வுகள்

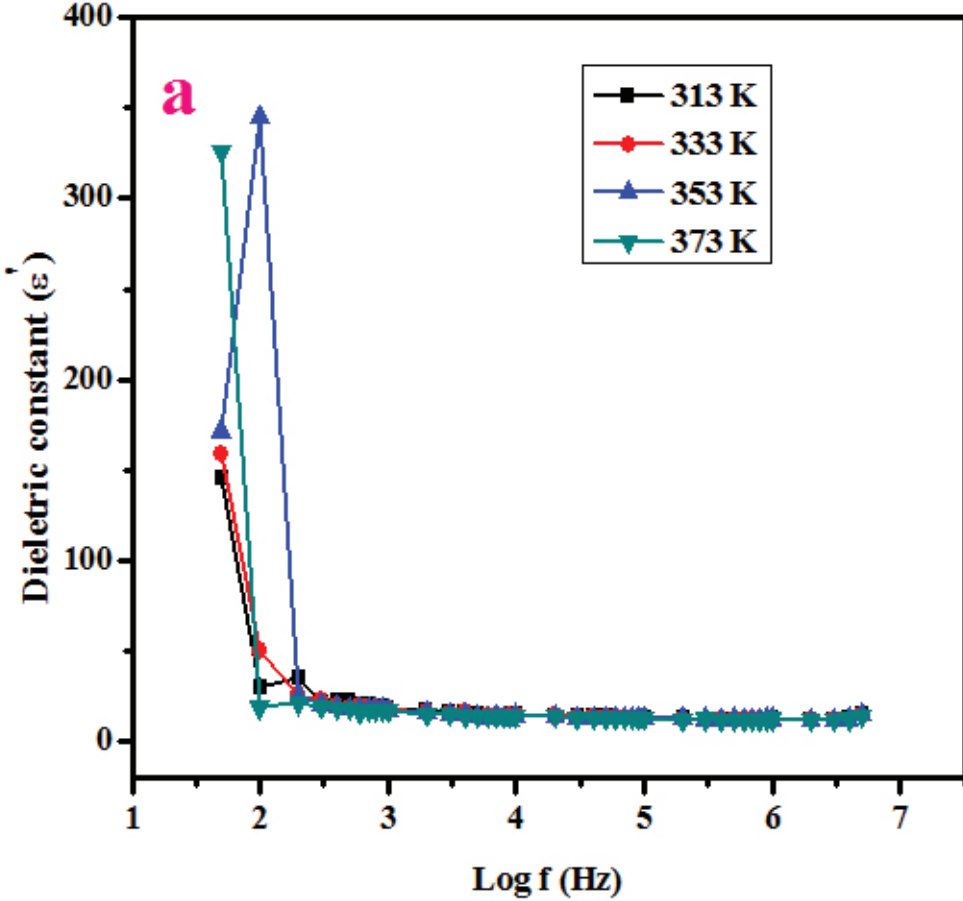
திண்ம இயக்கவியல், அணுக்களின் தன்மை, அயனிகள் மற்றும் துருவமுனைப்பு செயல்முறை பற்றி அறிய பொருளின் மின்கடத்தா பண்பு மிக அவசியம். குறைந்த அதிர்வெண் பகுதியில் உள்ள அயனி படிகத்தின் ஒப்பீட்டு மின்கடத்தா மாறிலி மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பு, படிக அமைப்பு, எலக்ட்ரானிக் மற்றும்

$$\epsilon' = \frac{Cd}{A \epsilon_0} \quad (3)$$

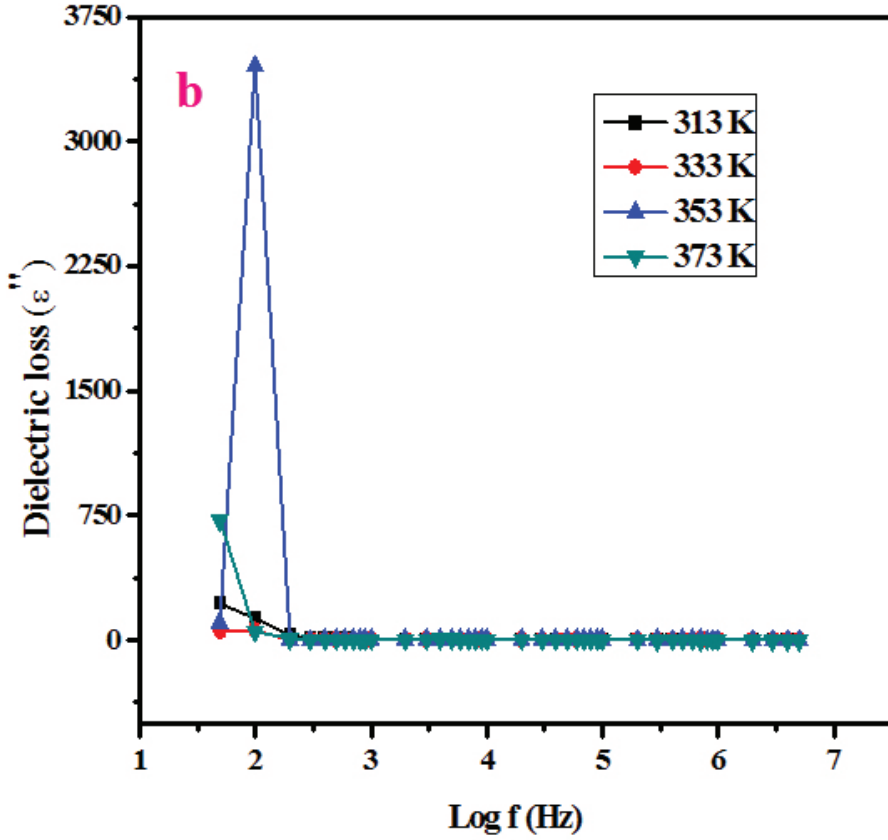
$$\epsilon'' = \epsilon' \tan \delta \quad (4)$$

இங்கு, C என்பது தாங்கும் திறன், d என்பது மாதிரியின் தடிமன், ϵ_0 என்பது வெற்றிட மின்கடத்தா மாறிலி, A என்பது படிக்கத்தின் பரப்பளவு மற்றும் $\tan \delta$ என்பது சிதறல் காரணி. படம் 5 மற்றும் படம் 6, LAMBA க்கான பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் மின்கடத்தா மாறிலி மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பு மற்றும் அதிர்வெண்ணின் மடக்கை ஆகியவற்றின் மாறுபாட்டை வெளிப்படுத்துகிறது. வெப்பநிலையின் செயல்பாடாக அதிர்வெண் அதிகரிப்பதன் மூலம் மின்கடத்தா மாறிலி மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பின் மதிப்புகள் குறைகின்றன என்பதை வரைபடங்கள் தெளிவாக காட்டுகின்றன. குறைந்த அதிர்வெண்களில் (ϵ') மற்றும் (ϵ'')

இன் மிக உயர்ந்த மதிப்புகள் முக்கியமாக மின்னணு, இடைவெளி, நோக்குநிலை மற்றும் அயனி துருவப்படுத்தல் ஆகிய நான்கு துருவமுனைப்புகளின் காரணமாக இருக்கலாம். அதிர்வெண்ணின் மதிப்பு அதிகரிக்கும் போது, இடைவெளி மின்விசை உதவ முடியாது, எனவே வெளிப்புற புலத்துடன் ஒத்துப்போகிறது, இதன் விளைவாக துருவமுனைப்பு குறைகிறது. அதிக அதிர்வெண்களில் குறைந்த மின்கடத்தா இழப்பு மற்றும் மின்கடத்தா மாறிலி LAMBA படிக்கத்தின் குறைபாடு குறைந்த ஒளியியல் தரத்தை வெளிப்படுத்துகிறது, இது NLO பயன்பாடுகளுக்கு ஒரு நியந்தனையாகும் (P. Jayaprakash et al., 2016).



படம் 5 LAMBA க்கான மின்கடத்தா மாறிலி Vs மடக்கை (f) இன் மாறுபாடு



படம் 6. மின்கடத்தா இழப்பின் மாறுபாடு Vs மடக்கை (f) LAMBA க்கு

3.5 SHG ஆய்வுகள்

குவர்ட்ஸ் பவுடர் SHG குழு சோதனையானது LAMBA படிகத்தின் இன் நேரியல் அல்லாத பண்பை உறுதிப்படுத்துகிறது[7]. 6mJ/s துடிப்பு ஆற்றல் மற்றும் 10 னே இன் துடிப்பு அகலம் மற்றும் 10 Hz இன் மறுபடு விகிதம் ஆகியவற்றுடன் 1064 nm இன் அடிப்படை லேசர் கற்றை பயன் படுத்தப்பட்டது. நிலையான KDP மற்றும் LAMBA படிகத்தின் ஒரே மாதிரியான துகள் அளவுகளுடன் SHG கணக்கிடப்பட்டன. ஐஆர் வடிப்பானைப் பயன்படுத்தி அடிப்படை கற்றை வடிகட்டப்பட்டது. ஒரு ஒளிமின்னழுத்த குழாய் கண்டுபிடிப்பானாக பயன்படுத்தப்பட்டது. 0.70J/ துடிப்பு உள்ளீட்டு ஆற்றலுக்கு, மாதிரியின் வெளியீடு நிலையான KDP இன் 0.685 மடங்கு அதிகம் என அளவிடப்பட்டது. படிகத்தின் SHG அளவீட்டு இது அதிர்வெண் இரட்டிப்பு செயல்முறைக்கு சாத்தியமானது என்பதை நிரூபிக்கிறது.

4. முடிவுகள்

LAMBA நிறமற்ற மற்றும் ஒளி உடுருவக்கூடிய LAMBAபடிகமானதுமெதுவாக ஆவியாதல்கரைசல் தொழில்நுட்பத்தால் வளர்க்கப்பட்டுள்ளது. ஒற்றை படிக எக்ஸ்ரே சிதறல் பகுப்பாய்வு மூலம் அழகுசூடு அளவுருக்கள் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. FT-IR நிறமமாலை LAMBA கலவை உருவாவதை உறுதிப்படுத்துகிறது. ஒளியியல் பரிமாற்ற ஆய்வுகள் LAMBA கட் புலப்படும் பகுதியில் ஒளியியல் ரீதியாக அதிக ஒளியை வெளியிடும் என்பதைக் காட்டுகிறது. புற ஊதா-உறிஞ்சுதல் தரவிலிருந்து தீர்மானிக்கப்படும் ஆற்றல் இடைவெளி மதிப்பு 5.24 eV ஆகும். அதிக அதிர்வெண்ணில் கணக்கிடப்பட்ட மின்கடத்தா மாறிலி மற்றும் மின்கடத்தா இழப்பானது LAMBA குறைந்த குறைபாட்டைக் கொண்டிருப்பதைக் கட்டுகிறது, இது ஒளி-மின் சாதனங்களில் பயன்படுத்தலாம் என்பதை காட்டுகிறது.

மேற்கோள்:

1. A.A. BuckleyBallman, R.L. Byer, D. Elimerl, R.S. Feigelson, B.J. Feldman (1951), Inorganic nonlinear materials for frequency conversion, Appl. Optics, Vol,pp.224-226 H.E. (1951), Crystal Growth, John Wiley and Sons, New York.
2. R.A. Laudise, R. Ueda and J.B. Millin(1975), Crystal Growth and Characterization, North-Holland Publishing Co.
3. J.A. James and R.C. Kell(1975), Crystal Growth, Ed. Pamplin B.R. pergamon Press, New York.
4. V.G. Dimitriev, G.G Gurzadyan and D.N. Nikogosyan(1991), 'Handbook of Nonlinear Optical Crystals', Springer, Berlin.
5. M. Narayan Bhat and S.M. Dharmaprakash(2002), 'Growth of nonlinear optical-glycine crystals', Journal of Crystal Growth , Vol. 236, pp. 376-380.
6. P.A. Franken, A.E. Hill, C.W. Peter and G. Weinreich(1961), 'Generation of Optical Harmonics', Phys.Rev.Lett.,Vol.,pp. 118-119.
7. S.K. Kurtz and T.T. Perry(1968), 'A Powder technique for the evaluation of nonlinear optical materials', J. Appl. Phys., Vol. 39,pp. 3798-3813.
8. S.P. Velsko(1990), Laser Program Annual Report, Lawrence UCRL-JC 105000 (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California).
9. P.R. Newman, L.F. Warren, P. Cunningham, T.Y. Chang, D.E. Copper, G.L. Burdge, P. Polak Dingles and C.K. Lowe-Ma (1990), 'Semiorganics, a new class of NLO materials', in "Advanced Organic Solid State Materials", (ed.) Chiang C.Y., ChaikanP.M. and Cowan D., Materials Research Society Symposium Proceedings, Vol. 173, pp. 557-56
10. J. Badan, R. Hierle, A. Perigaud, J. Zyss, D.J. Williams(Eds.), (1993), NLO Properties of Organic Molecules and polymeric Materials, in: American Chemical Symposium Series, vol. 233, American Chemical Society, Washington DC.
11. L. Misoguti, A.T. Varela, F.D. Nunes, V.S. Bagnato, F.E.A. Melo, J. Mendes Fiho, S.C. Zillo, (1996) Opt Mater. 6 147-152.
12. J.J Verbist, M.S. Lehman, T.F. Koetzla, W.C. Hamilton,(1972)ActaCrystallogr. B 28, 3006-3013.
13. M.Lydia Caroline, R.Sankar, R.M.Indirani, S.Vasudevan,(2009) Materials Chemistry and Physics 114, 490-494
14. J. Li, S.P. Xia and S.Y. Gao, Spectrochim, Acta(1995), 51A, 519
15. M. Nagaswari, P. Jayaprakash, C. Rathika Kumara, G. Vinitha, M. Lydia caroline, (2017), growth spectral, linear and nonlinear, optical characteristics of an efficient semi organic a centric crystal: L-vallinium chloride physica- B 511, 1-9.
16. P. Jayaprakash, M. Peer Mohamed, P. Krishnan. M. Nageswari, G. Mani, M. Lydia caroline, (2016) Growth, spectral, thermal, laser damage therhold, microhardness, dielectric, linear and nonlinear optica properties of an organic single crystal: L- phenylalanine DL-mandelic acid, Physica-B 503, 25-31.
17. R. Surekha, R. Gunaseelan,(2014)L-phenylalanine I-phenylalaninium bromide-a new nonlinear optical material, The Roy. Soc. Chem. 16 7979-7989.
18. P. Jayaprakash, M. Lydia Caroline, (2017) Growth, spectral and optical characterization of a novel nonlinear optical organic material: D-Alanine DL-Mandelic acid single crystal, J.Mol.Structure, vol.1137, pp 67-77.

ஒளியை ஒத்த படிக இழைகள்

இ. இன்பவள்ளி, த. அழகேசன்.

இயற்பியல் துறை, மாநில கல்லூரி (தன்னாட்சி), சென்னை-05.
தொடர்புடைய ஆசிரியர்: *மின்னஞ்சல்: talagesan@yahoo.com.

ஆய்வுச் சுருக்கம்:

இந்த தாளில், வழக்கமான ஒளியியல் இழைகளிலிருந்து பி.சி.எஃப் வரை, வழிகாட்டலின் சிறப்பியல்புகள், வழிநடத்துதல் வழிகாட்டல், மாற்றியமைக்கப்பட்ட மொத்த உள் பிரதிபலிப்பு, உத்தேச நுட்பங்கள், மாதிரியாக்கம் மற்றும் பகுப்பாய்வு செயல்பாடு அதன் பண்புகள், பயன்பாடுகள் மற்றும் திட இழைகள் மற்றும் வெற்று உள்ளக இழைகளின் இழப்பு வழிமுறைகள் பற்றி நாங்கள் விவாதிக்கிறோம். மேலும் சந்தையில் பிசிஎஃப் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பதை நாங்கள் முன்வைக்கிறோம்.

முக்கிய வார்த்தைகள்: ஒளியை ஒத்த படிக இழை (PCF), ஒளியை ஒத்த பட்டை இடை வெளி (PBG), உயர்தொடர் உற்பத்திகள் (SCG), மேற்பரப்பு தசைநார் அலைகள் (SCWs).

2. சுருக்கமான வரலாறு

ஒளியை ஒத்த படிக இழை (PCF) உருவாக்கும் அசல் நோக்கம் ஒரு புதிய வகையான மின்கடத்தா அலைவடிவத்தை உருவாக்கியது, இது இரு பரிமாண ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளி (PBG) மூலம் ஒளி வழிகாட்டுகிறது. 1991 ஆம் ஆண்டில், பெருமளவிலான கால இடைவெளியில் [1] நன்கு அறியப்பட்ட நிறுத்த பட்டைகள் ("stop-bands") அனைத்து ஒளியை ஒத்த நிலைகளையும் [2] நீக்குவதற்கு நீட்டிக்கப்பட்டது, இது மூன்று பரிமாண PBG பொருள்களை உருவாக்குவதற்கு உலகளாவிய முயற்சிகளை வழிநடத்தியது. ஒரு அசல் 1991 யோசனை, ஒரு கண்ணாடி கண்ணாடியின் முழு நீளத்தில் இயங்கும் நுண்ணிய காற்று நுண்திறக்கங்களின் இரு-பரிமாண "ஒளியை ஒத்த படிக" மூலம் ஒரு வெற்று மையத்தில் சிக்கி இருந்தது.

1995 ஆம் ஆண்டில், ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளிகள் உண்மையில் வெற்று இருந்து "கூம்பு" நிகழ்வுகளுக்கு இரண்டு பரிமாண சிலிக்கா காற்று கட்டமைப்புகள் இருந்தன இது வெற்று மைய பாகம் வழிகாட்டல் ஒரு அடிப்படை முன்நிபந்தனை இருப்பது. முதல் வெற்றிகரமான சிலிக்காகாற்று PCF அமைப்பு 1995 ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில் 217 சிலிக்கா நுண்துகள்கள் (8 தட்டுகள் மத்திய தட்டுப்பாட்டிற்கு வெளியில்), குறிப்பாக அறுகோண வெளிப்புறமாகவும் சுற்றறிக்கை உள்ளார்ந்த குறுக்கு பிரிவு களாகவும் தயாரிக்கப்பட்டது. கடைசி ஸ் குவித்து வைத்து உள்ள துளையின் விகிதம் d/Λ க்கு விட்டம் தோராயமாக 0.2 ஆகும், இது PBG வழிகாட்டுதலுக்கு ஒரு பிழையான உள்ளகத்திற்கு மிகவும் சிறியதாக இருந்தது எனக் காட்டியது [4,5,6]. இது முடிவில்லாத ஒற்றை முறை PCF இன் கண்டுபிடிப்புக்கு வழிவகுத்தது, இது அனைத்து வழிகளிலும் வழிகாட்டினால்

அடிப்படை வழிகாட்டியை ஆதரிக்கிறது [7].

இந்த ஆரம்ப சோதனைகள் வெற்றிகரமாக புதிய வகை PCF- பெரிய பயன் பகுதி [8], சிதைவு கட்டுப்பாட்டு [9,10], வெற்று மைய பாகம் [11], இருபக்க சிதறல் [12], மற்றும் பலவகை [13] ஆகியவற்றிற்கு விரைவாக வழிவகுத்தது. இந்த ஆரம்ப முன்னேற்றங்கள் விரைவாக பயன்பாடுகளை விரைவாக வழிநடத்தியது, 2000 ஆம் ஆண்டில் உயர்தொடர் உற்பத்திகள் (SCG) அறிக்கையானது பெருக்கம் இல்லாத Ti: சபையர் இழை லேசர் PCF இல் 800nm அலைநீளத்தில் பூஜ்ஜிய சிதைவைக் கொடுக்கும் அளவுக்கு சிறியதாகக் கொண்டது. [14].

3. அறிமுகம்

ஒளியை ஒத்த படிக இழைகள் (PCF கள்) மாற்று இழை தொழில்நுட்பமாக நிறுவப்பட்டுள்ளன. PCF கள் 1995 ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலில் நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கின்றன, அதிக ஒளிவிலகல் குறிப்பான குறியீட்டுடன் பின்னணியில் குறைந்த குறியீட்டு பொருள் கால இடைவெளி கொண்ட ஒளி இழைகள். PCF-ல் உள்ள பின்னணி பொருள் பொதுவாக சிலிக்காவை குறைக்காது, குறைந்த அளவிலான குறியீட்டுப் பகுதி பொதுவாக முழு நீளத்தில் இயங்கும் காற்று-ஓட்டைகள் மூலமாக வழங்கப்படுகிறது [15].

PCF-ன் இரண்டு முக்கிய பிரிவுகள் உள்ளன: உயர் குறியீட்டு வழிகாட்டி நரம்புகள் மற்றும் ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளி.

முதல் வகைக்குரிய PCF கள் வழக்கமான ஒளியியல் இழைகள் போலவே இருக்கின்றன, ஏனென்றால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட ஒட்டுமொத்த உள் பிரதிபலிப்பு செயல்முறையை சுரண்டுவதன் மூலம் ஒளியை மையமாகக் கொண்டிருக்கும். உள்ளகம் மற்றும் ஒளியை ஒத்த படிக உறைவு இடையே நேர்மறை ஒளிவிலகல் குறியீட்டு வேறுபாடு என்றால், காற்று துளைகள் இருப்பு குறைந்த சராசரி ஒளிவிலகல் குறியீட்டு ஏற்படுத்தும். நிலையான ஒளி இழைகள் திடுக்கிடச் சிதைவு குறியீட்டில் நிலையானது, ஆனால் PCFகளில் இது அலைநீளத்தில் மாற்றப்பட்டுள்ளது. இது புதிய சுவாரசியமான

அம்சங்களை தருகிறது [16].

PCFகள் உயர் வடிவமைப்பு நெகிழ்வுத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன, அதாவது இழை குறுக்குவெட்டு, அதாவது பரிமாண அல்லது நிலைப்பாட்டின் காற்றழுத்தங்களின் வடிவியல் தன்மையை மாற்றுவதன் மூலம் ஆகும். அதனால் அவர்கள் உயர்தொடர் உற்பத்திகள் போன்ற பல பயன்பாட்டில் பயன்படுத்தலாம். இதற்கு மாறாக, நலிந்த இடங்களைப் பெறுவதற்காக சிறிய காற்று துளைகள் மற்றும் பெரிய துளை-க்கு-துளை தூரம் ஆகியவற்றை வடிவமைக்கலாம். PCFகள் வடிவியல் பண்புகளை ஒற்றை முறையாக பயன்படுத்தலாம், அதாவது அடிப்படை வழிமுறையானது அலைநீளத்தை பொருட்படுத்தாமல் வழிநடத்தப்படுகிறது. PCF மைய பாகத்தில் சமச்சீர்ற்றவை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டால், மிக உயர்ந்த அளவிலான இருபக்க சிதறல் இழைகளை உருவாக்குகிறது. PCF சிதறல் என்பது அதிக நெகிழ்வுத்தன்மையைக் கொண்டது, இது பூஜ்ஜிய சிதறல் அலைவரிசைக்குத் தெரியக்கூடிய வரம்பிற்கு நீட்டிக்கப்படுகிறது, மேலும் சிதறல் வளைவுகள் தீவிரமாக தட்டையானது அல்லது வலுவான எதிர்மறையான சாய்வுடன் உள்ளது.

பி.சி.எஃப் மைய மண்டலம் சுற்றியுள்ள ஒளிமயமான படிக உறைச்சலையும் விட குறைவான ஒளிவிலகல் குறிப்பானைக் கொண்டிருக்கும் போது, ஒளி முழுமையான உள் பிரதிபலிப்புகளிலிருந்து வேறுபடுகின்றது, அதாவது ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளி (PBG) இருப்பதை விளக்குகிறது. பிபிஜி விளைவு பட்டாம்பூச்சி இறக்கைகளில் காணப்படுகிறது. குறிப்பாக, லேசான PCF களில் ஒரு வெற்று கோர் மூலம் வழிநடத்தப்படலாம், இதனால் குறைந்த இழப்பு வழிகாட்டல் மற்றும் உயர் மின்சக்தி விநியோகம் போன்ற பயன்பாடுகளை சேதம் இல்லாமல் வழங்கலாம். எனவே வெற்று கருக்கள் சரியான வாயு அல்லது திரவங்களுடன் நிரப்பப்படுகின்றன, இவை சென்சார் பயன்பாடு களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

குவி மற்றும் இழு, அதிர்வு போன்ற மற்ற உத்திகள் நுட்பங்களுடன் விவரிக்கப்படுகிறது, வழக்கமாக மெல்லிய கண்ணாடி மற்றும்

பாலிமர்ஸ் போன்ற சிலிக்காவிலிருந்து வேறு பட்ட பொருட்களுடன் இழைகளை உணர பயன்படுகிறது.

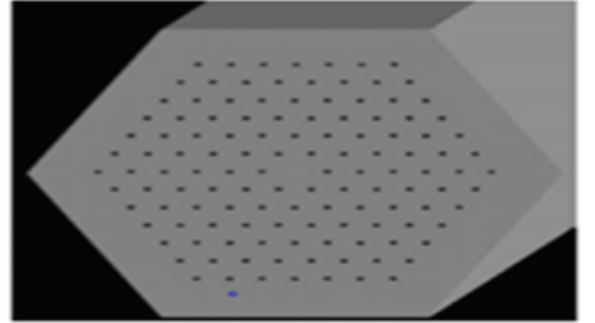
4. ஒளியை ஒத்த படிக இழை

20 ஆம் நூற்றாண்டின் மிகப்பெரிய தொழில்நுட்ப வெற்றிகளுள் ஒன்றான, தொலைதூரங்களிலிருந்து அதிக தொலைவில் உள்ள குறுகிய ஒளியியல் கதிர் வடிவங்களில் தகவலை அனுப்பும் ஒளி இழைகள் ஆகும். இந்த தொழில்நுட்பம் நம்பமுடியாத விகிதத்தில் உருவாக்கப்பட்டது, இது 1970 இல் முதல் குறைந்த இழப்பு ஒற்றை-பயன்முறை அலை வரிசைகளிலிருந்து அதிநவீன உலகளாவிய தொலைத்தொடர்பு பிணையத்தின் முக்கிய கூறுகளாக இருந்தது. ஒளி இழைகள் அல்லாத டெலிகாம் பயன்பாடுகளும் உள்ளன, உதாரணமாக மருந்துக்கான ஒளிக்கோடு விநியோகத்தில், எந்திரம் மற்றும் கண்டறியும் முறை, உணர்தல், மற்றும் பல துறைகள். நவீன ஒளி இழைகள் ஒளி நஷ்டங்கள், ஒளி நேர்பாங்கின்மை, குழு திசை திருப்புதல், மற்றும் துருவமுனைப்பு விளைவுகளுக்கு இடையில் கவனமாக வர்த்தகம் செய்கிறது.

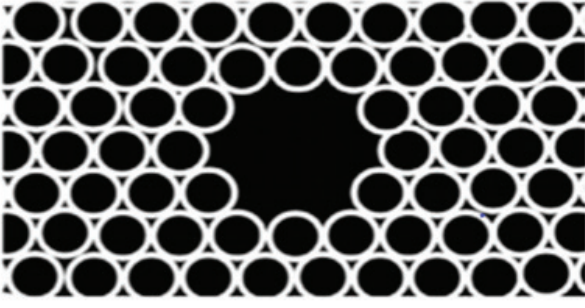
1980களில் இருந்து, ஒளியியல் அலை நீளத்தின் அளவு, நுண்ணோக்கிகள் அல்லது குறைவான ஒரு பகுதியை உருவாக்கும் திறன் ஆகியவை புதிய ஒளியியல் நடுத்தர உருவாக்க, ஒளியை ஒத்த படிகங்களாக அறியப்படுகின்றன. குறைக்கடத்திகள் ஒளியியல் மீது பெறப்பட்ட முடிவுகளின் நீட்டிப்பை அவை பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகின்றன. உண்மையில், அரைக்கடத்திகளின் பட்டை கட்டமைப்பானது எலக்ட்ரான்களுக்கு இடையேயான பரஸ்பரத்தின் விளைவு மற்றும் படிக பின்னல் உருவாக்கப்பட்ட சாத்தியமான கால மாறுபாடுகள் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு ஸ்கிராடங்கர் அலை சமன்பாட்டை தீர்ப்பதன் மூலம், எலக்ட்ரான் எரிசக்தி ஆற்ற மட்டங்களாக பிரிக்கப்பட்டு, y தடை பட்டைகள் பெறப்படுகின்றன. ஒளிப்படவியல் படிகங்களில் PBGகள் பெறலாம், இதில் மின்கடத்தா மாறிலி உள்ள கால மாறுபாடுகள், ஒளிவிலகல் குறியீட்டுடன் இருக்கும், மின்சக்தி உள்ள மாற்று

மாற்றங்கள் மற்றும் காந்த மண்டலத்திற்கான கிளாசிக்கல் அலை சமன்பாடு ஸ்ரோடிங்கரின் சமன்பாட்டை மாற்றும் [17].

PBG, 1987 ஆம் ஆண்டு டொராண்டோ பல்கலைக்கழகத்தில் இருந்து சஜீவ் ஜான், மற்றும் பெல் கம்யூனிகேஷன்ஸ் ஆராய்ச்சியாளர் களிமருந்து எலியப்லோவிச் ஆகியோரால் 1990களின் முற்பகுதியில் ஒளியியல் துறையில் மிகவும் சூடான தலைப்பாக மாறியுள்ளது. ஒளியை ஒத்த எரிசக்தி நிலைகள், அலைநீளங்கள், PBG களுடன் பொருந்துவதன் மூலம், மற்ற அலைநீளங்கள் சுதந்திரமாக அனுமதிக்கப்படும் போது, சரியான கட்டமைப்புகளை கட்டமைப்பது, சரியான கட்டமைப்பை கட்டமைப்பதாகும். மேலும், PBG இல் சிறிய வேறுபாடுகள், வழக்கமான அரைக்கடத்திகளின் குழுவில் உள்ள ஆற்றல் அளவுகளை உருவாக்குவதால் ஏற்படுகிறது. முதன்முதலாக ரூஷாழு பொருள் உருவாக்கப்பட்டது, யப்லோவிச்சு மற்றும் அவரது சக பணியாளர்கள் ஒரு தொகுதி 1nm ஒரு விட்டம் துளையிட்ட துளையால் ஒரு கதிர்ச்சிதர்வு குறியீட்டு 3.6.



படம் 1: முதல் திட- உள்ளகம் ஒளியை ஒத்த படிக இழை, 300nm இன் காற்று-துளை விட்டம் மற்றும் 2.3 μm இன் துளை-க்கு-துளை இடைவெளியுடன், [18]



படம் 2: 4.9 μm மற்றும் 14.8 மைக்ரோமீட்டர் மைய விட்டம் ஆகியவற்றின் துளை-முதல்-துளை இடைவெளியுடன், முதல் வெற்று-மைய PCF இன் குறுக்குவழி, [11]

1991 இல், யப்லோனோவிச்சின் ஆராய்ச்சியில் ஆர்வமுள்ள பிலிப் ரஸ்ஸல், CLEO/QELS மாநாட்டில் [வேறு] போது வேறுபட்டதற்கு அவரது பெரிய யோசனை கிடைத்தது [17]. ரஸ்ஸலின் கருத்து என்னவென்றால், இரண்டு பரிமாண ஒளியியல் படிக உறைப்பூச்சு உருவாவதன் மூலம் ஒளிக்கதிர் வெற்று உள்ளகத்தில் ஒளி மறைக்கப்படலாம், இது கால அளவின் அலைநீள அளவிலான கண்ணாடி உள்ள நுண்ணிய காற்று துளைகளின் சிதைவைக் குறிக்கிறது. ஒழுங்காக வடிவமைக்கப்பட்ட போது, முழு இழை நீளத்துடன் இயங்கும் ஒளியை ஒத்த படிக உறைவு, வெற்று மையத்திலிருந்து வெளிச்சத்தை தடுக்கிறது. இந்த புதிய இழைகள் PCF கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு ஒளியை ஒத்த படிக அமைப்புடன் முதல் இழை 1995 இல் ரஸ்ஸல் மற்றும் அவருடைய சக ஊழியர்கள் தெரிவித்தனர் [18]. இது மிகவும் சுவாரஸ்யமான ஆராய்ச்சிக் கூடமாக இருந்தாலும், முதல் PCF ஆனது வெற்றுக் உள்ளகத்தை கொண்டிருக்கவில்லை, இதன் விளைவாக, அது ஒளியியல் சிறைச்சாலைக்கு ஒரு ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளியை நம்பவில்லை. முதல் PCF உள்ளகத்தின் மீது உமிழும் கூறுகள் இல்லாமலும், வழக்கமான ஒற்றை பயன்முறை (SMF) விட பத்து மடங்கு பெரியதாக இருப்பதால் ஒரு சிலிக்கா மைய பாகம் காரணமாக, மிகக் குறைவான உள்ளார்ந்த இழப்புகளைக் கொண்டது.

1996 ஆம் ஆண்டில் பேட் பல்கலைக் கழகத்திற்கு தனது ஆராய்ச்சி குழுவை நகர்த்திய பின்னர், பி.சி.எஃப் உருவாக்கிய நுட்பங்கள் படிப்படியாக சுத்திகரிக்கப்பட்டிருந்தன, ரஸ்ஸல் மற்றும் அவரது சக ஊழியர்கள் 1999 இல், முதல் ஒற்றை முறை வெற்று மைய பாக இழை, முழு இரு பரிமாண PBG ஒளியை ஒத்த குழாய் வழிகாட்டி நெறிமுறை மிகவும் வலுவானதாக இருப்பதை உணர்ந்தார்கள், ஏனென்றால் ஒளி வலுவான வளைகளில் இழை உருவாகியிருந்தாலும் கூட, ஒளி வெற்று மையத்தில் நன்கு கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. இருப்பினும், இழை வடிவியல் சிறிய ஏற்ற இறக்கங்களுக்கு இது மிகவும் முக்கியமானது, உதாரணமாக, காற்று துளை அளவு வேறுபாடுகளுக்கு.

5. வழிகாட்டலின் பண்புகள் [19]

1. வழிகாட்டலின் நேர்கோட்டு பண்புகள்
 - ஒத்திசைவு மற்றும் எதிர் ஒத்திசைவு
 - நேர்மறை மைய உறைவு வேறுபாடு
 - ▶ முறைகள் எண்ணிக்கை கட்டுப்படுத்துகிறது
 - ▶ மிக - பெரிய - பகுதி ஒற்றை முறை
 - ▶ பல கருக்கள் கொண்ட இழை
 - ▶ நானோ கம்பி இழைகள்
 - எதிர்மறை மைய உறைப்பூச்சு வேறுபாடு
 - ▶ வெற்று மைய சிலிக்கா காற்று
 - ▶ அதிக ஒளிவிலகல் குறிப்பான கண்ணாடி
 - ▶ மைய பாகம் உறைப்பூச்சு எல்லை மீது மேற்பரப்பு மாநிலங்கள் உள்ளன
 - ▶ அனைத்து திடமான கட்டமைப்புகள்
 - ▶ மாநிலங்களின் வழிகாட்டலின் குறைந்த அடர்த்தி
 - இருபக்க ஒளிவிலகல்
 - குழு வேகம் சிதைவு (முன்னு)
 - ▶ திடமான மைய பாகம்
 - ▶ வெற்று மைய பாகம்

- தாழ்வான வழிமுறைகள்
- ▶ உறிஞ்சுதல் மற்றும் சிதறல்
- ▶ வளைந்த இழப்பு
- ▶ சிறைவாச இழப்பு

2. வழிகாட்டுதலின் அத்துமீறல் பண்புகள்

- கொர் நோய்பாங்கின்மை
- ▶ உயர்தொடர் உற்பத்திகள்
- ▶ ஒப்புமை பெருக்கிகள் மற்றும் அலையியற்றிகள்
- ▶ சாலிட்டான் சுய-அதிர்வெண் மாற்றல் ரத்து
- ராமன் சிதறல்
- ▶ பின்னோக்கு சிதறல்
- ▶ முன்னோக்கு சிதறல்

6. வழிகாட்டும் வழிமுறை

ஒரு ஒளி இழை வழிகாட்டப்பட்ட முறையில் அமைக்க வேண்டும், அது β , ஒரு மதிப்பு மூலம் மைய பாகத்தில் ஒளி அறிமுகம் அவசியம், அந்த உறை உள்ள பிரச்சாரம் செய்ய முடியாது இது இழை அச்சில், பிரச்சாரம் மாறிலி கூறு ஆகும். $\beta = n$, என்பது ஒரு முடிவற்ற ஒரே மாதிரியாக இருக்கும், என்பது இலவச இடைவெளி பரவலாக மாறிலி. β அனைத்து சிறிய மதிப்புகளும் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. எந்த இரண்டு பொருளைப் போன்ற ஒரு இரு பரிமாண ஒளிக்கதிர் படிக, β இன் அதிகபட்ச மதிப்பால் வகைப்படுத்தப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில், இது பொருள் முடிவிலா அடுக்கின் அடிப்படை முறைமைக்கு

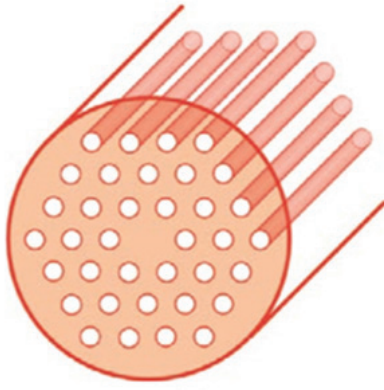
ஒத்துப்போகிறது, மேலும் இந்த β மதிப்பு பொருளின் பயனுள்ள ஒளிவிலகல் குறியீட்டை வரையறுக்கிறது.

6.1 மாற்றியமைக்கப்பட்ட மொத்த உள் பிரதிபலிப்பு மறுப்பு

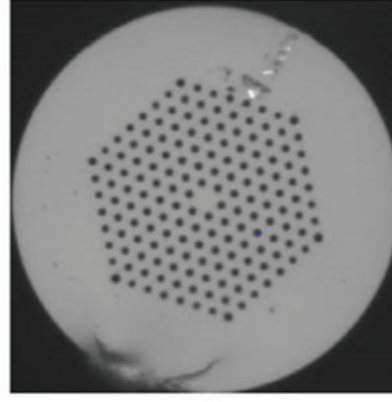
குறியீட்டு வழிகாட்டி PCFக்கள் என்று அழைக்கப்படும் காற்று துளைகளின் முக்கோணக் கோடுகளுடன் ஒரு ஒளியை ஒத்த படிக உறைச்சலால் சூழப்பட்ட ஒரு திடமான சிலிக்கா உள்ளகம் கொண்ட ஒளியை ஒத்த படிக இழை. மொத்த உள் பிரதிபலிப்பு (TIR) ஒரு வடிவத்தின் மூலம் வழிநடத்தப்படும் இந்த ஒளி. இருப்பினும், வழக்கமான ஒளியியல் இழைகள் தொடர்பாக பல வேறுபட்ட பண்புகள் உள்ளன.

முடிவற்ற ஒற்றை-நிலை பண்புகள்

முதல் திட உள்ளகம் பிசிஎஃப், இது சுமார் 300nm விட்டம் கொண்ட விட்டம் மற்றும் ஒரு துளை-க்கு-துளை இடைவெளி $\Lambda = 2.3\mu\text{m}$ கொண்ட காற்று துளைகளை கொண்டது, இது குறுகிய அலைநீளங்களுக்கு கூட பலமடங்கில் காட்டப்படவில்லை. முடிவில்லாமல் ஒற்றை முறை நடத்தை ஒரு மாதிரி வடிவக் குறியீடு அல்லது "சல்லடை" ஆக காற்று துணியுடன் பார்க்கும் வகையில் புரிந்து கொள்ள முடியும். காற்று துளைகள் வலுவான தடைகள் போன்ற செயல்படுகின்றன, எனவே அவை சல்லடைகளின் "கம்பி வலை" ஆகும். அதிக ஒழுங்கு முறைகள் ஐந்து மடங்கு பரிமாணங்கள் சிறியதாக இருக்கும், எனவே அவை இடைவெளிகளுக்கு இடையில் நழுவுகூடும். விகிதம் d/Λ போது, அது ஒளியை ஒத்த படிக உறைப்பூச்சு காற்று நிரப்புதல் பகுதியாகும், அதிக உயர் வரிசை வரிசைகள் சிக்கி மாறும். அடிப்படை முறை மட்டுமே வழிநடத்தப்படுகிறது, $d/\Lambda < 0.4$ [20,21].



(a)



(b)

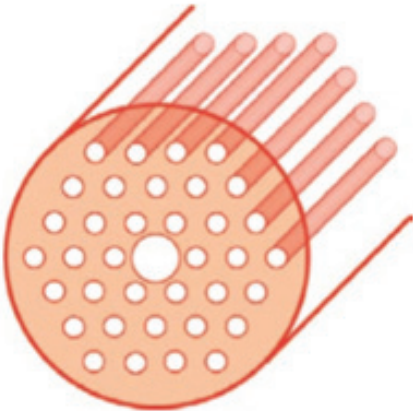
படம் 3: (அ) காற்று-துளைகள் ஒரு முக்கோண கோடு கொண்ட ஒரு திட-மைய PCF இன் திட்டவட்டமானது, இது மொத்த உள் பிரதிபலிப்புக்கான ஒளி வழிகாட்டுகிறது. (ஆ) சித்திரக் குழாய்களின் பி.எஸ்.எஃப் என்ற நுண்ணோக்கிப் படம், படிச இழை A / S மூலம் வழங்கப்படுகிறது.

மேலும் அது அதிக சக்தி வாய்ந்த இடப்பகுதி இழைகள் வடிவமைக்க முடியும், இது அதிக மின் விநியோகம், பெருக்கிகள் மற்றும் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படலாம். திசைகாட்டி குறியீட்டை சற்றே குறைக்க கோர்வை உறிஞ்சுவதன் மூலம், ஒளி வழிகாட்டல் முற்றிலுமாக மதிப்பின் மதிப்பை விட அலைநீளங்களை குறைக்க முடியும்.

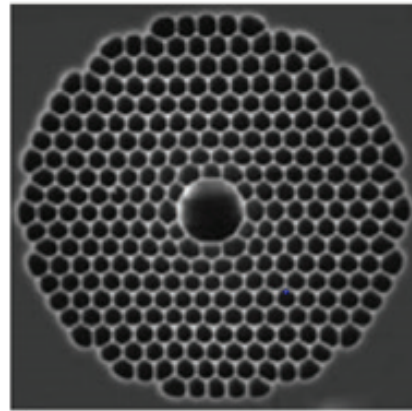
6.2. ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளியின் வழிகாட்டல்

ஒளி இழை வடிவமைப்புகள் முழுமையாக வேறுபட்டவை, ஒளியை ஒத்த படிச உறைவு,

ஆதார முத்திரை குறியீட்டு β எல்லைகளின் இடைவெளிகளில் இடைவெளியைக் கொண்டிருக்கின்றன, அங்கு எந்த பிரச்சார முறைகள் இல்லை. இவை படிசத்தின் PBGக்கள். மாதிரியின் குறியீட்டின் மதிப்புகளுக்கு இடைவெளிகளைக் காட்டலாம், ஒற்றுமையை விட சிறியதாகவும், பிணைப்பொருட்களை ஒரு தாழ்ப்பாளை கொண்டு வெற்று மைய பாக இழைகளை உருவாக்கலாம் என்பதை அடிக்கோடிட்டுக் காட்டுகிறது. 1998 ஆம் ஆண்டில் [22,23] ஒளியின் வழிகாட்டலுக்கு PBG விளைவைப் பயன்படுத்திக் கொண்ட முதல் பி.சி.எஃப்.



(a)



(b)

படம் 4: (அ) ஒளி வீசுதலுக்கான ஒரு முக்கோணக் கோளாறுடன் ஒரு வெற்று-மைய PCF இன் செயல்திட்டம், இது ஒளியை ஒத்த பட்டை இடைவெளி விளைவு மூலம் ஒளி வழிகாட்டுகிறது. (ஆ) சிதைந்த பிழையான முக்கோண பி.சி.எஃப் இன் மைக்ரோஸ்கோபிக் சித்திரம், படிச இழை ஏ.எஸ்.

மொத்த உள் பிரதிபலிப்பு (TIR)ஒளி யூட்டுவதற்கு வழிகாட்டுதலுக்காக, உள்ள கத்தை சுற்றியுள்ள குறைந்த குறியீட்டு உறைப்பூச்சு பொருள் அவசியமாகிறது, ஆனால் ஒளி அதிர்வெண்களில் காற்றை விட குறைவான ஒளிவிலகல் குறிப்பான கொண்ட குறைந்த இழப்பு பொருட்கள் இல்லை. தேன் மயிர் பின்னல்

கூடுதல் காற்று துளை மைய பாகம் உருவாக்க பயன்படுகிறது. இந்த பி.சி.எஃப் மட்டுமே சிலிக்காவில் வழிகாட்டும், இது அதிக குறியீட்டு பொருள் ஆகும். பெரிய மைய பாகம், வழிகாட்டி முறை மேம்படுத்தப்பட்டது. வெள்ளை ஒளி துவங்கியவுடன், வண்ண முறைகள் பரவுகின்றன, ஒளி வழிகாட்டி மட்டுமே கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அலைநீளம் வரம்புகளில் உள்ளது, இது PBGs [22] உடன் இணைந்துள்ளது.

7. புனைவு தொழில்நுட்பங்கள்

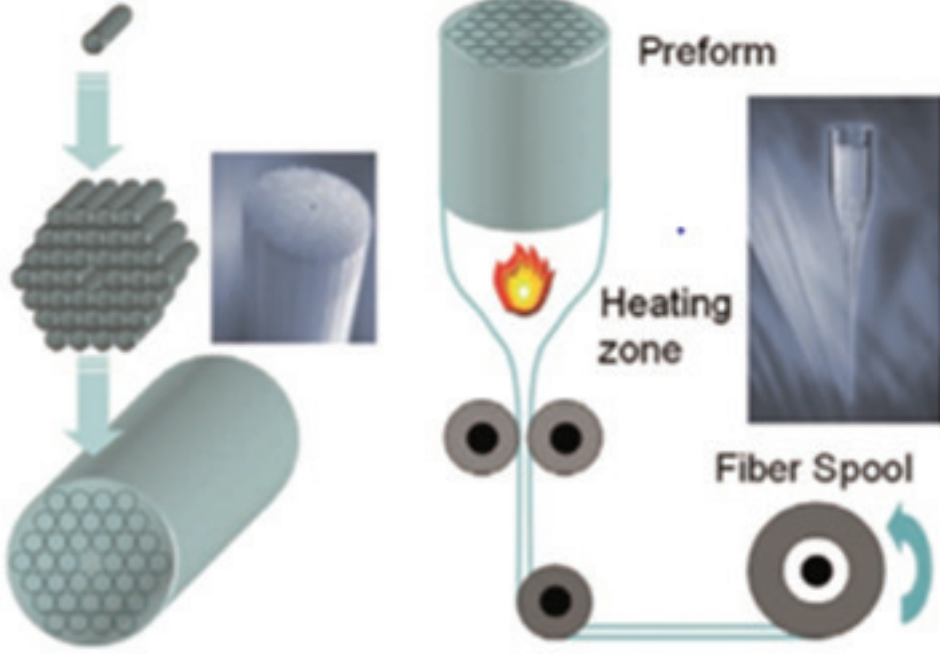
புதிய இழைகளை வடிவமைப்பதில் மற்றும் மேம்படுத்துவதில் மிக முக்கியமான அம்சம் ஒன்று அவற்றின் செயல்முறை செயல் ஆகும். பாரம்பரிய ஒளியியல் இழைகள் பொதுவாக ஒரு இழை தயாரிப்பை உருவாக்கி, கோபுரம் அமைப்பில் உயர் வெப்பநிலை உலை கொண்டதாக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. [24] உதாரணமாக, மாறுபட்ட நீராவி துருத்தி நுட்பங்கள், மாற்றி யமைக்கப்பட்ட வேதியியல் நீராவி துடிப்பு (MCVD), நீராவி அச்சு படிதல் (VAD) மற்றும் வெளிப்புற நீராவி டிப்யூஷன் (OVD) போன்றவை அனைத்தும் வட்ட-சமச்சீர்ற்ற இழை தயாரிப்பில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. முன்னர் விவரித்த அனைத்து தொழில்நுட்பங்களும் நுண் கட்டமைக்கப்பட்ட ஒளி இழைகளின் செயல்திறன் கையாளுதலுக்கு நேரடியாக பொருந்தாது, அதன் கட்டமைப்பு ஒரு வட்டச் சமச்சீர் தன்மையைக் கொண்டிருக்காது.

நுண்ணுணர்வு, ஈர்ப்பு மற்றும் மேற்பரப்பு பதற்றம் போன்ற பி.சி.எஃப்.எஸ் விஷயங்களில் பல சக்திகள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக

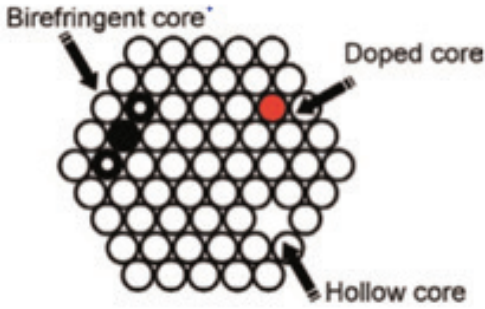
இருக்கின்றன. இது நுண்ணியலான கட்டமைக் கப்பட்ட வடிவவியலில் மிகப்பெரிய மேற்பரப்புப் பகுதியின் காரணமாகும், மேலும் பல மேற்பரப்புகள் இழை மையத்திற்கு நெருக்கமாக உள்ளன, இதனால் மேற்பரப்பு பதற்றம் மிகவும் முக்கியமானது. இதன் விளைவாக, குவளைப் பொருட்களின் தேர்வு, தொழில்நுட்ப சிக்கல்கள் மற்றும் PCF கட்டுப்பாட்டு முறைகளில் பயன்பாடுகளை வலுவாக பாதிக்கிறது.

- குவி மற்றும் இழு நுட்பம் [5]
- ஊடுருவல் கட்டுமான செயல்முறை [25, 26, 27]
- நுண்ணியலான கட்டமைக்கப்பட்ட பாலிமர் ஒளி இழைகள்
- ஒப்பந்த கையேடு இழைகள்
- நீர்ம அரை திண்ம கரைசல் முறை [28]
- வடிவமைத்தல் மற்றும் துளைத்தல் [29]

மிகவும்பரவலாகபயன்படுத்தப்படும்உத்திகள் வட்ட நுண்குழாய்களில் குவியலிடுதல். 1 மிமீ வெளிப்புற விட்டம் 20 மி.மீ. விட்டம் கொண்ட முற்றிலும் செயற்கை சிலிக்காவின் குழாய் துவங்குவதிலிருந்து பெறப்படுகிறது. குழாய் வீட்டின் உட்புற அல்லது வெளிப்புற விட்டம் 0.3 முதல் 0.9 மிமீ வரை. வரையப்பட்ட இழைகளில் d/Λ மதிப்பை இது தீர்மானிக்கிறது. விட்டம் மற்றும் சுற்றுச்சூழலில் ஒற்றுமை ஒற்றுமை குறைந்தது 1% விட்டம் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். அவர்கள் படிக்க ஏற்பாட்டை உருவாக்க பொருத்தமான வடிவிலான வழியறுதி கிடைமட்டமாக அடுக்கப்பட்டுள்ளன. குவித்து வைத்துள்ள கம்பியுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது, ஒரு மேலுறை குழாயில் செருகப்பட்டு, இழை வரைவதற்கு முன்னர் தயாரிக்கப்பட்ட அலகுக்கு ஏற்றது. இழுத்துச்செல்லும் போது அழுத்தம் மற்றும் வெற்றிடத்தின் பயன்பாடு d/Λ மதிப்பைப் போன்ற இறுதி கட்டமைப்பு அளவுருக்கள் மீது கட்டுப்பாட்டை அனுமதிக்கிறது.

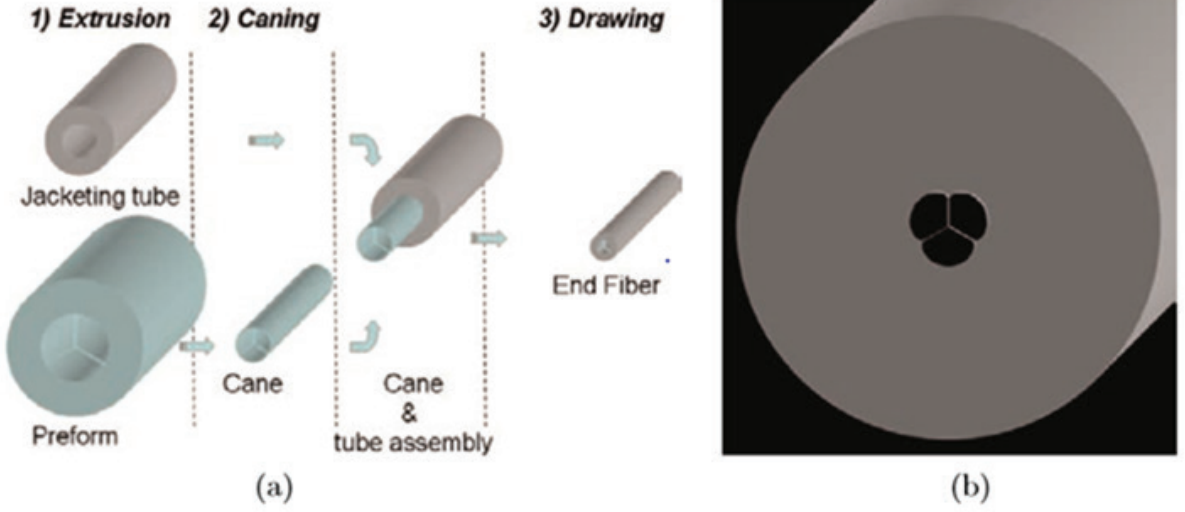


படம் 5: PCF கட்டமைப்பின் செயல்பாட்டின் திட்டம். PCF முன்னரே தோற்றுவித்தலின் புகைப்படங்களை ஒளி இழைகள் A / S வழங்கியுள்ளது.



படம் 6: பி.சி.எஃப் குறுக்கு வெட்டுக்கு உதாரணம், ஸ்டாக் வழங்கிய நெகிழ்வுத்தன்மையைக் காட்டும் மற்றும் கற்பனை செயல்முறை.

இழுத்துச்செல் என்பது PCF அல்லது துவக்க குழாய்களை உருவாக்க மாற்று வழி, கட்டுமானங்களின் மொத்த கண்ணாடி உருவாக்கம், குவியலிடுதல் மூலம் உடனடியாக செய்யப்படவில்லை. சிலிக்கா கண்ணாடிகள், டெலூரியட், chalcogenides மற்றும் மீச்சேர்மங்கள் குறைந்த வெப்பநிலையில் உருகுவதால் PCF களை உருவாக்கும். டெலூரியட் கண்ணாடி, 4 μ m க்கு அப்பால் சிறந்த IR வெளிப்படைத்தன்மை, ஆனால் இழை இழப்புக்கள் அதிகம். பல அணுகுமுறைகளான புறப்பாடு, வார்ப்படம், வடிவமைத்தல் மற்றும் துளையிடுதல் ஆகிய வற்றைப் பயன்படுத்தி சிட்னியில் மீச்சேர்மங்கள் கொண்ட PCFகள் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்டன.



படம் 7: (அ) வெளியேற்றப்பட்ட SF57 கண்ணாடி பிசிஎஃப் தயாரித்தல் மற்றும் (b) முன்மொழியப்பட்ட இழைகளின் குறுக்கு பிரிவின் திட்டவட்டம் [30]

8. மாதிரியாக்கம் மற்றும் பகுப்பாய்வு

PCF இன் சிக்கலான அமைப்பு - குறிப்பாக கண்ணாடி மற்றும் காற்றுக்கு இடையே உள்ள பெரிய ஒளிவிலகல் குறிப்பெண் வித்தியாசம், அதன் மின்காந்தவியல் பகுப்பாய்வு சவால் செய்கிறது. மேக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் பொதுவாக எண்ணிக்கையில் தீர்க்கப்பட வேண்டும், குறிப்பாக சிறப்பாக உருவாக்கப்பட்ட நூட்பங்கள் [31,32,33] ஒன்றில் ஒன்றைப் பயன்படுத்துகின்றன. நிலையான ஒளி பகுப்பாய்வு மற்றும் தோராயமான மாதிரிகள் எண்ணிக்கை எப்போதாவது பயனுள்ளதாக இருந்தாலும், துல்லியமான எண் தீர்வுகளுக்கு எதிராக சோதிக்கப்படாவிட்டால், சரியான நடத்தைக்கு இது கடினமான வழிகாட்டுதல்களாகும்.

8.1. மேக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள்

பெரும்பாலான நடைமுறைச் சூழல்களில், அலை அதிர்வெண் திசையன் பாகத்தின் β மதிப்பு அதே மதிப்பைப் பகிர்ந்து கொள்ளும் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களின் தொகுப்பைக் காட்டிலும் ஒரு சமமான அதிர்வெண் முறைகள் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும். ஆகவே β உடன் ஐகன்பெறுமானம் மேக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் ஏற்படுவது மிகவும் வசதியானது

$$(\nabla^2 + K^2 \varepsilon(r_T) + [\nabla \ln \varepsilon(r_T)] \wedge \nabla \wedge) H_T = \beta^2 H_T \quad (1)$$

$Q = Q_T(r_T) e^{-j\beta z}$, $\varepsilon(r_T)$ என்பது மின்கல நிலை மாறிலி, என்பது குறுக்குவெட்டில் உள்ள நிலை, மற்றும் $k = \omega / c$ என்பது வெற்றிட அலைவரிசை. பொருளின் சிதைவு எளிதில் சேர்க்கப்பட அனுமதிக்கிறது, சமன்பாடுகள் ஐகன்மதிப்பாக அமைக்கப்பட்டால் சாத்தியமற்றது, எ.கா கார்ட்டீசியன் ஆய அச்சுக்களில் வெளிப்படையாக எழுதப்பட்டது, சமன்பாடு (1) தொடர்பான இரண்டு சமன்பாடுகளை வழங்குகிறது

$$\frac{\partial^2 h_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h_x}{\partial x^2} - \frac{\partial \ln \varepsilon}{\partial y} \left[\frac{\partial h_x}{\partial y} - \frac{\partial h_y}{\partial x} \right] + (\varepsilon K^2 - \beta^2) h_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 h_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h_y}{\partial y^2} - \frac{\partial \ln \varepsilon}{\partial x} \left[\frac{\partial h_y}{\partial x} - \frac{\partial h_x}{\partial y} \right] + (\varepsilon K^2 - \beta^2) h_y = 0 \quad (2a)$$

h_x , h_y மற்றும் h_z மற்றும் உடன் தொடர்புடைய மூன்றாவது வகையிலான சமன்பாடு, எ.கா. (2).

8.2. அளவுரு கிட்டிய மதிப்பீடு

சமன்பாடு (1) உள்ள ஆபரேஷனுக்கான இரண்டாவது பகுதியளவான அளவுரு தோராயமாக, இது சமன்பாடு (2) உள்ள நடுத்தர விதிகளை உயர்த்துகிறது. புலத்தின் திசையன்

கூறுகளுக்கு இடையேயான அந்த ஜோடி பறக்கணிக்கப்படலாம், ஒரு அளவுரு அலை சமன்பாடு

$$\nabla^2 H_T + [K^2 \epsilon(r_T) - \beta^2] H_T = 0 \quad (3)$$

இது படிமுறை குறியீட்டு இழை நிலையான பகுப்பாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு அளவிடக் கூடிய சட்டத்திற்கு இட்டுச் செல்கிறது, இது புலங்களை மதிப்பிட பயன்படுகிறது [34]. துளை இடையேயான இடைவெளி Λ மற்றும் மற்றும் ஆகியவற்றை வரையறுக்கும் குறியீடுகள், ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவியல் படிக்கத்தின் வடிவியல் படிக்கத்தை வடிவமைப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படும் துளையிடும் பொருட்களின் துல்லியமான குறியீடுகள் துறையின் கணித வடிவங்கள் மற்றும் சிதறல் உறவுகள் ஒரேமாதிரியாக V-அளவுரு

$$V_{gen} = k\Lambda \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (4)$$

தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. இந்த சிறப்பம்சமானது (சரியாக வரம்பில்லாத நடைமுறை இல்லை என்றாலும்) விளைவாக, சிறிய அளவிலான குறியீட்டு வேறுபாடுகளுக்கு பட்டை இடைவெளிகள் இருக்கக்கூடும், இந்த அமைப்பு போதுமான அளவில் பெரியதாக உள்ளது.

8.3. எண்முறை நுட்பங்கள்

தீர்க்கமான ஒரு நுட்பம் (1) ஒரு ஃபோரியர் விரிவாக்கத்தை உருவாக்குகிறது, இது துறைகளுக்கு விமானத் அலை அடிப்படையை உருவாக்குகிறது, இது கணிப்பொறி கணிப்பிற்கு பொருத்தமான ஒரு அணி சமன்பாட்டின் மாற்றத்தை குறைக்கிறது [35]. K^2 உடன் ஐகன்பெறுமானம் [36], Eq (1) உடன் மாக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் வேறுபடுகின்றன. ஹெர்மிடியன் அல்லாதது, தரநிலை முதிர்வு முறை நேர்மாற்றமல்ல. வேகமான ஃபோரியர் மாற்றும் வழிமுறைகளால் செயற்குறி தலைகீழ் கணக்கிட, இந்த முறையானது ஒரு திட-மைய PCF இல் வழிகாட்டப்பட்ட வழிகளைத் துல்லியமாக கண்டறிய உதவுகிறது, இது தலைகீழ் செயற்குறி

ஐகன் மதிப்பு நிறமாலை மேல் விளிம்பில் அமைந்துள்ளது. வெற்று மைய PCF இல், ஐகன் மதிப்பு நிறமாலை உள்வட்டத்தில் வட்டி முறைகள் பொய். இருப்பினும், ஒரு எளிமையான மாற்றம் வண்ணப் பட்டின் விளிம்பிற்கு தேவையான உள்துறை ஐகன் மதிப்புகளை நகர்த்துவதற்கு பயன்படுத்தப்படலாம், கணக்கீடுகளை விரைவாக அதிகரிக்கிறது மற்றும் மில்லியன் கணக்கான அலைகளை இணைக்கப்படுவதற்கு அனுமதிக்கிறது [37,38].

விமானம் அலை விரிவாக்கம் முறை தொடர்ச்சியான மின்கடத்தா செயல்பாட்டை பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும் ஒரு ஃபோரியர் வரிசையை பயன்படுத்துகிறது, எனவே இது மாற்றங்களை பிரதிநிதித்துவப்படுத்துவதற்கு இயலாமை இல்லாத கிப்வின் தோற்றப்பாட்டினால் பாதிக்கப்படுகிறது. இது தீர்வுகளை தவறான முறையில் அறிமுகப்படுத்துகிறது. இது மேலும் விமான அலை கூறுகளை அறிமுகப்படுத்துவதன் மூலம் குறைக்க முடியும். ஹெர்மிட்-காசியன் செயல்பாடுகளை [33,39], அதிர்வெண் களத்தில் [FDTD] பகுப்பாய்வு அல்லது வரையறுக்கப்பட்ட-வேறுபாடு முறை ஆகியவற்றின் பயன்பாடு [37], மற்றும் வரையறுக்கப்பட்ட-உறுப்பு அணுகுமுறை [41]. இன்னுமொரு அணுகுமுறை மூல-மாதிரி நுட்பமாகும், இது சுழற்சியின் உள்ளேயும் வெளியேயும் உள்ள துறைகள் தோராயமாக இரண்டு கற்பனை அடிப்படை மூலங்களைப் பயன்படுத்துகிறது.

9. பண்புகள் மற்றும் பயன்படுத்துதல்

1. திட மைய இழைகள்

திட மைய இழைகளின் வாய்ப்புகள் PCF உறைப்பூச்சு சிறப்பு பண்புகள், பெரிய ஒளி விலகல் குறிப்பான முரண்பாடு மற்றும் நுண்ணிய அமைப்பின் இரு பரிமாண இயல்பின் காரணமாக, இருபக்க சிதறல், சிதறல், சிறிய அடையக்கூடிய மைய அளவு, வழிகாட்டி முறைகள் மற்றும் எண் துளை மற்றும் இருபக்க சிதறல்.

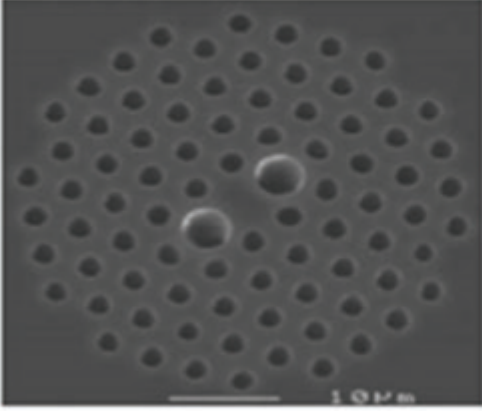
இருபக்க சிதறல் இழைகள்

இருபக்க சிதறல் இழைகள் வெவ்வேறு விகிதங்களில் ஒற்றை முறையில் இழை பிரச்சாரத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட இரண்டு

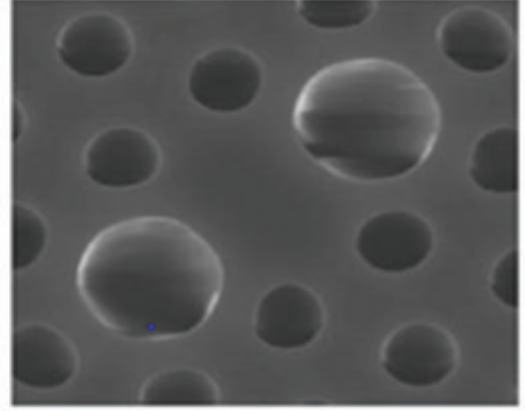
செங்கோண தளவிளைவுக்குட்படுத்தப்பட்ட முறைகளாக உள்ளன. இது ஒளி சாதனங்கள் மற்றும் துணை அமைப்புகளில் துருவமுனைப்பு மாநிலங்களை பராமரிக்க பயன்படுகிறது. பாரம்பரிய துருவமுனைத்திறனைப் போலன்றி, நீள்வட்ட உள்ளகம் அல்லது பாண்டா போன்ற குறைந்தது இரண்டு வெவ்வேறு வெப்ப விரிவாக்கம் குணகம் கொண்டிருக்கும். பி.சி.எஃப்.களுடன் கூடிய இருபக்க சிதறல் வெப்பநிலைக்கு மிகுந்த உணர்ச்சியற்றவை, இது பல பயன்பாடுகளில் முக்கியமான அம்சமாகும்.

சிதறல் தையல்

PCF களில், சிதைவு கட்டுப்பாடற்ற மற்றும் முன்னோடியில்லாத சுதந்திரத்தால் ஏற்படலாம். சிலிக்கா மற்றும் காற்றிற்கும் இடையே உள்ள அதிக ஒளிவிலகல் குறியீட்டு வேறுபாடு காரணமாக, மற்றும் காற்று துளை அளவுகள் மற்றும் வடிவங்களை மாற்றுவதற்கான நெகிழ்வுத்தன்மை, பரவலான பரவலான பரவலான பிழைகள் பெறலாம்.

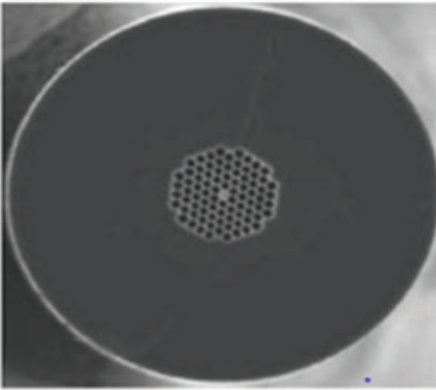


(a)

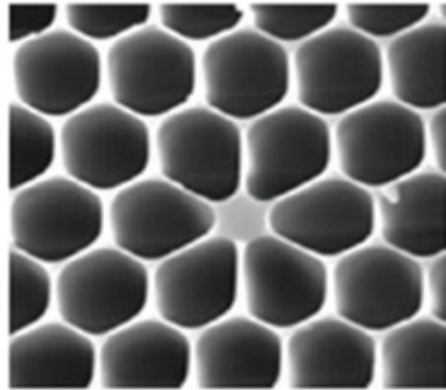


(b)

படம் 8: (a) குறுக்கு வெட்டு மற்றும் (b) மிகவும் பிரிக்கக்கூடிய முக்கோண பி.சி.எஃப் இன் முக்கிய பகுதி, தயவு செய்து படிக இழை A / S வழங்கிய மைக்ரோஸ்கோப் படம்.



(a)



(b)

படம் 9: (a) குறுக்கு வெட்டு மற்றும் (b) மிக அதிக பற்றாக்குறை இல்லாத PCF இன் மையப் பகுதியின் சிறு நுண்ணோக்கி படம், ஒரு சிறிய சிலிக்கா உள்ளகம் மற்றும் பெரிய காற்று-துளைகள் ஆகியவற்றைக் குறிக்கும், பூஜ்ஜியம்-சிதறல் அலைநீளம் தெரியும்வரை மாற்றப்படும். படங்கள் தயவு செய்து படிக இழை ஏ / எஸ் மூலம் வழங்கப்படுகின்றன.

தீவிர உயர் நேர்பாங்கின்மை

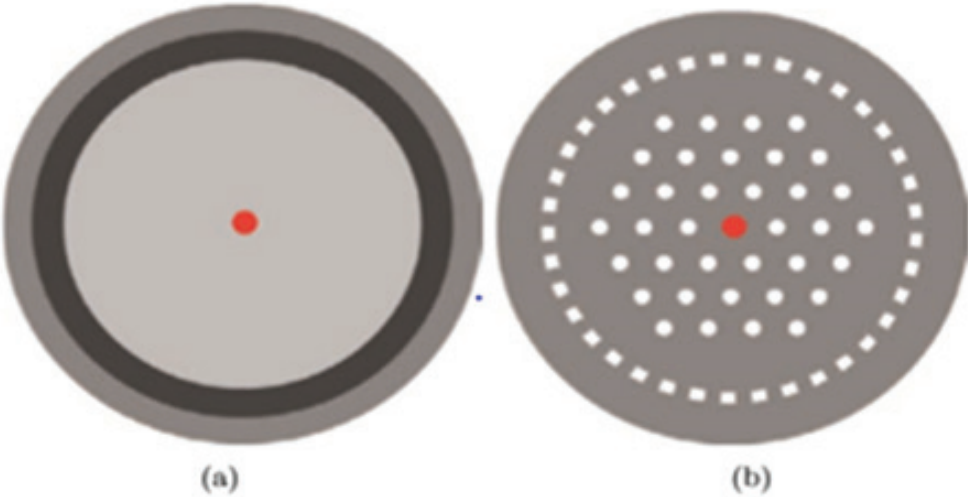
PCFகளின்பயனுள்ளகுறியீட்டுமுரண்பாடுகள் வழக்கமான ஒளியியல் இழைகள் விட அதிகமாக இருக்கும், அவை பெரிய காற்று துளைகள் மூலம் அல்லது உள்ளகம் பரிமாணத்தை குறைப்பதன் மூலம் அதிகமாக இருக்கும். அதனால் ஒளி சிலிக்கா மையத்திற்குள் தள்ளப்படுகிறது.

உள்ளகம் உயர்ந்த அளவு தீவிரத்தன்மை காரணமாக, இது தொகையற்ற விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த பண்புகள் ஒரு முக்கியமான பயன்பாடு உயர்தொடர் உற்பத்திகள், இது தொடர்ச்சியான தொடர்ச்சியான நிறமாலை உருவாக்கம் என்பது உயர் மின்சக்தி கதிர் இனங்காட்டாத ஊடகங்கள் மூலம் பரப்புவதன் மூலம். தீவிர நிறமாலை அகலப்படுத்தும் அதன் வழிவகை. SCG க்கான தீர்மானிப்பதற்கான காரணிகளானது உந்தல் அலைநீளம், துடிப்பு நீளம் மற்றும் உச்ச சக்தி ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிட முடியாத அளவிலான நடுத்தர நடுத்தரத்தின் சிதைவு ஆகும்.

பெரிய முறையில் பகுதி இழைகள் (LMA)

இழை குறுக்கு பிரிவின் வடிவியல் பண்புகளை மாற்றுவதன் மூலம், PCFகளை முற்றிலும் வேறுபட்ட பண்புகள் கொண்ட வடிவமைக்க முடியும், இது பெரிய பயனுள்ள பகுதி. இந்த வழக்கமான குறுக்குபிரிவினரை இழைபெரிய இட பகுதி (LMA) PCF கள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது கோளானது ஒரு காற்றில்லாத காற்று துளை மூலம் வரையறுக்கப்படும் காற்று துளைகளின் முக்கோணக் கோடுகளைக் கொண்டுள்ளது. LMA PCFகள் வழக்கமாக அதிக சக்தி பயன்பாடு களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, ஏனெனில் நார்ச்சத்து சேதம் மற்றும் குறைபாடுகள் கடுமையாக குறைக்கப்படுகின்றன.

லேசர் பற்றவைப்பு மற்றும் எந்திரம், ஒளியியல் லேசர்கள், பெருக்கிகள், பாரம்பரிய ஒளி இழைகளைப் பொறுத்து கணிசமான நன்மைகளை வழங்குவதற்கான உயர் மின்சக்தி ஒளி கதிர்கள் உற்பத்தியைப் போலவே, UV மற்றும் புலப்படும் பட்டைகள் ஆகியவற்றில் உள்ள சிறிய அலைநீளங்களில் இவை தற்போது பயன்படுத்தப்படுகின்றன [21].



படம் 10: (a) ஒரு நிலையான படி-குறியீட்டு இரட்டை-உறை இழை மற்றும் (b) ஒரு காற்று-மூட்டை PCF இன் குறுக்குவழிகள், மைய -காற்று LMA கட்டமைப்பில் ஒற்றை-செயல்பாட்டு செயல்திறன் உட்பொதிக்கப்பட்டிருக்கும்.

2. வெற்று மைய இழைகள்

வெற்று மைய பிசிஎஃப் க்கள் குறைந்த அரிதான தன்மை [42] மற்றும் அதிக சேதம் அடைந்த [43-45] திறன், வெற்று மைய வழிகாட்டும் மற்றும் சிலிக்கா மற்றும் பிரச்சார முறைக்கு இடையிலான சிறிய இடைவெளி ஆகியவற்றை வெளிப்படுத்துகின்றன. எதிர்கால தொலைத்தொடர்பு செலுத்தீடும் அமைப்புகளுக்கு இது நல்லது. மேலும், காற்று வழிகாட்டும் PCFகள் வாயுக்கள் லேசான ஒளியியல் செயல்முறைகளுக்கு ஏற்றது. உயர் சக்தி தொடர்ச்சியான அலைநான் நனோவிநாடிகள் மற்றும் துணை பைகோ விநாடிகள் லேசர் விட்டங்கள் விநியோகம் ஆகியவை பயனுள்ளதாக சந்தைப்படுத்தல், எந்திரம் மற்றும் பற்றவைப்பு, லேசர் டாப்ளர் வெலோசிமெட்ரி, லேசர் ஆற்றல் மற்றும் தலைமுறை ஆகியவை ஆகும்.

10. பயன்படுத்துதல்

- அதிக சக்தி மற்றும் ஆற்றல் பரிமாற்றங்கள்
- இழை லேசர்கள் மற்றும் பெருக்கிகள்
- இழை சாதனங்கள் வெட்டும் மற்றும் சேரும் முறை
- பிளவுறு மற்றும் புரியிணைவு
- பயன்முறை மின்மாற்றிகள்
- இழை சாதனங்களில்
- கொர் தொடர்பான கடினமான விளைவுகள்
- உயர்தொடர் உற்பத்திகள்
- ஒப்புக்கை பெருக்கிகள் மற்றும் அலையியற்றிகள்
- ஒத்துழைக்கப்படும் ஒளியை ஒத்த ஜோடி
- சாலிட்டான் சுய அதிர்வெண் மாற்றத்தை ரத்து
- பிரில்லியன் சிதறல்
- பின்னோக்குசிதறல்
- முன்னோக்கு சிதறல்
- எரிவாயு அடிப்படையிலான

நேர்பாங்கின்மை ஒளியியல்

- தூண்டப்பட்ட ராமன் சிதறல்
- உயர்தொடர் உற்பத்திகள்
- மின்காந்தவியல் தூண்டப்பட்ட வெளிப்படைத்தன்மை
- தொலைத்தொடர்பு
- புதிய தொலைத்தொடர்பு சாளரம்
- இழப்பு இழப்பீடு
- வெற்று மைய PCFகளில் லேசர் சாமணங்கள்
- ஒளியியல் உணரிகள்

11. இழப்பு வழிமுறைகள்

எந்த ஒளி இழை தொழில்நுட்பத்திற்கும் மிக முக்கியமான காரணி இழப்பு. கடந்த ஒன்பது ஆண்டுகளில் வழக்கமான ஒளி இழைகளில் இழப்புகள் குறைக்கப்பட்டுவிட்டன [48-50]. உருகிய சிலிக்காவில் குறைந்தபட்ச இழப்பு, சுமார் 1550 nm ஆகும், 0.2 dB / km [51] ஐ விட சற்றே குறைவாக உள்ளது. இந்த வரம்பு முக்கியமானது, இது நீண்ட தூர தகவல்தொடர்பு அமைப்புகளில் விரிவுபடுத்தக்கூடிய இடைவெளியை அமைக்கும் என்பதால், இது ஒரு நீண்ட தூர ஒலிபரப்பு அமைப்பு பெரிய செலவாகும். தொழில்நுட்பம் தங்கள் மதிப்புகள் குறைக்க எவ்வளவு தூரம் செல்ல முடியும் என்பதை, PCF களில் இழப்பு வழிமுறைகள் விவரங்களில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

11.1 உள்ளார்ந்த இழப்பு

திட- உள்ளகம் ஒளியை ஒத்த படிக்க இழைகள் PCF களில் அளவிடப்படும் ஒளிஇழப்பு α dB, குறைக்கப்பட்ட சிறைவாசம்

இழப்புடன்,

$$\alpha \text{dB} = A / \lambda^4 + B + \alpha \text{OH} + \alpha \text{IR}, (1.1)$$

A, B, αOH , மற்றும் αIR ஆகியவை ரேலே சிதறல் குணகம், அபூரணமும்

இழப்பு மற்றும் OH மற்றும் அகச்சிவப்பு உறிஞ்சு இழப்பு ஆகியவை ஆகும்.

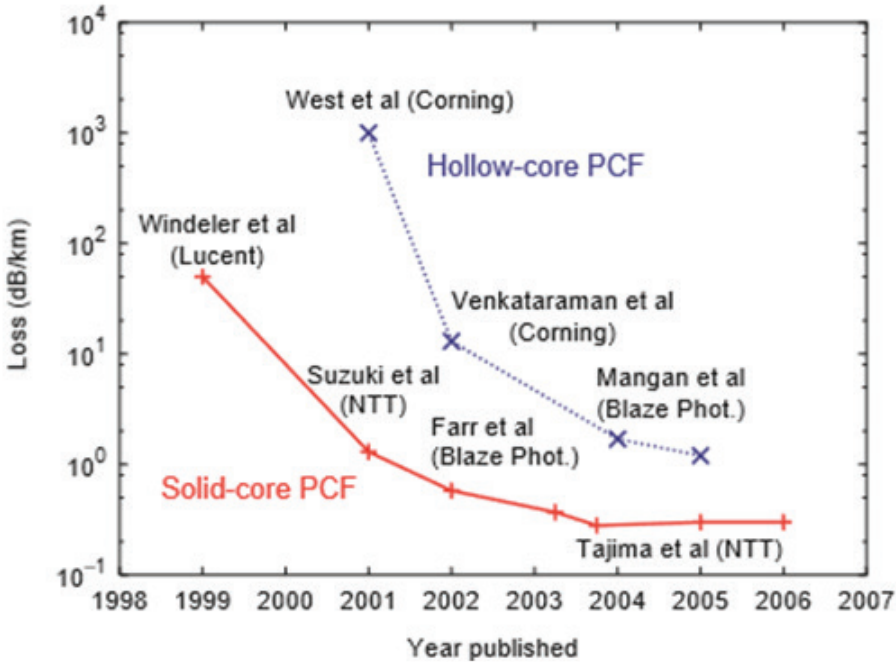
தற்போது PCFகளில் இழப்புகள் OH-

உறிஞ்சுதல் இழப்பு மற்றும் குறைபாடு இழப்பு [46] ஆல் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. ஒரு பொதுவான PCF இல், OH- உறிஞ்சுதல் இழப்பு 1380 nm இல் 10 dB/km க்கும் அதிகமாக உள்ளது, இது 1550 nm ஐ சுற்றி அலைநீள வீச்சுகளில் 0.1 dB / km கூடுதல் ஒளி இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த பங்களிப்பு இந்த அலைநீளத்தில் தூய்மையான சிலிக்கா கண்ணாடிக்கு 0.14 dB / km இன் உள்ளார்ந்த ஒளியியல் இழப்புக்கு ஒத்ததாக இருப்பதால், OH- உறிஞ்சுதல் இழப்பு குறைப்பு ஒரு முக்கியமான மற்றும் சவாலான சிக்கலாக மாறும். பெரும்பாலான OH அசுத்தங்கள் பி.சி.எஃப் உள்ளகம் மண்டலத்தில் ஊடுருவல் செயல்முறைக்கு ஊடுருவத் தோன்றும். இதன் விளைவாக, OH- உறிஞ்சுதல் இழப்பைக் குறைப்பதில் ஒரு நீரிழிவு செயல்முறை பயனுள்ளதாகும் [46].

முக்கியமாக காற்று துளை மேற்பரப்பு கடினத்தன்மை காரணமாக ஏற்படும் அபாய இழப்பு, மற்றொரு கடுமையான பிரச்சனை. உண்மையில், கட்டுமானப் பணியின் போது, காற்று துளை மேற்பரப்புகள் சிறிய கீறல்கள் மற்றும் மாசுபடுவதால் SMF இன் மேற்பரப்பு

கடினத்தன்மை கருதப்பட்ட அலைநீளத்துடன் ஒப்பிடக்கூடியதாக இருந்தால், மெருகூட்டல் மற்றும் பொறித்தல் செயல்முறையை மேம்படுத்துவது அவசியம், இந்த கடினத்தன்மை காரணமாக ஏற்படும் ஒளிஇழப்பை குறைப்பதற்காக உள்நாட்டில். கூடுதலாக, இழை வரைதல் செயல்முறையின் போது இழை விட்டம் உள்ள நீர்ப்பாய்ச்சல் மேலும் குறைபாடு இழப்பு ஏற்படலாம், காற்று துளை அளவு மற்றும் சுருதி மாற்றம் இழைகளில் ஏற்படலாம் [46].

PCF களின் ரேலே சிதறல் குணகம் ஒரு வழக்கமான SMF இன் அதே போலவே உள்ளது என்பதை அடிக்கோடிட்டுக் காட்டுகிறது. இருப்பினும், இந்த தூய சிலிக்கா-உள்ளக இழைகளை விட இது அதிகமாக உள்ளது, PCF ஆனது சுத்தமான சிலிக்கா கண்ணாடி கொண்டது. குறைவான குறைபாடு இழப்பு மற்றும் குறைவான ரேலே சிதறல் குணகம் [46] பெற, மேலும் கடினத்தன்மை குறைக்க அவசியம். நீண்ட கால PCF களை குறைந்த இழப்புடன் உருவாக்குவதே அடிப்படையாகும், அவை ஒலிபரப்பு ஊடகங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.



படம் 11: கடந்த ஆண்டுகளில், 2006 வரை, திட உள்ளகம் (+ சின்னங்கள்) மற்றும் வெற்று உள்ளகம் (x சின்னங்கள்) PCF கள் ஆகியவற்றின் ஒளிஇழப்பு நடத்தை ஆகும்.

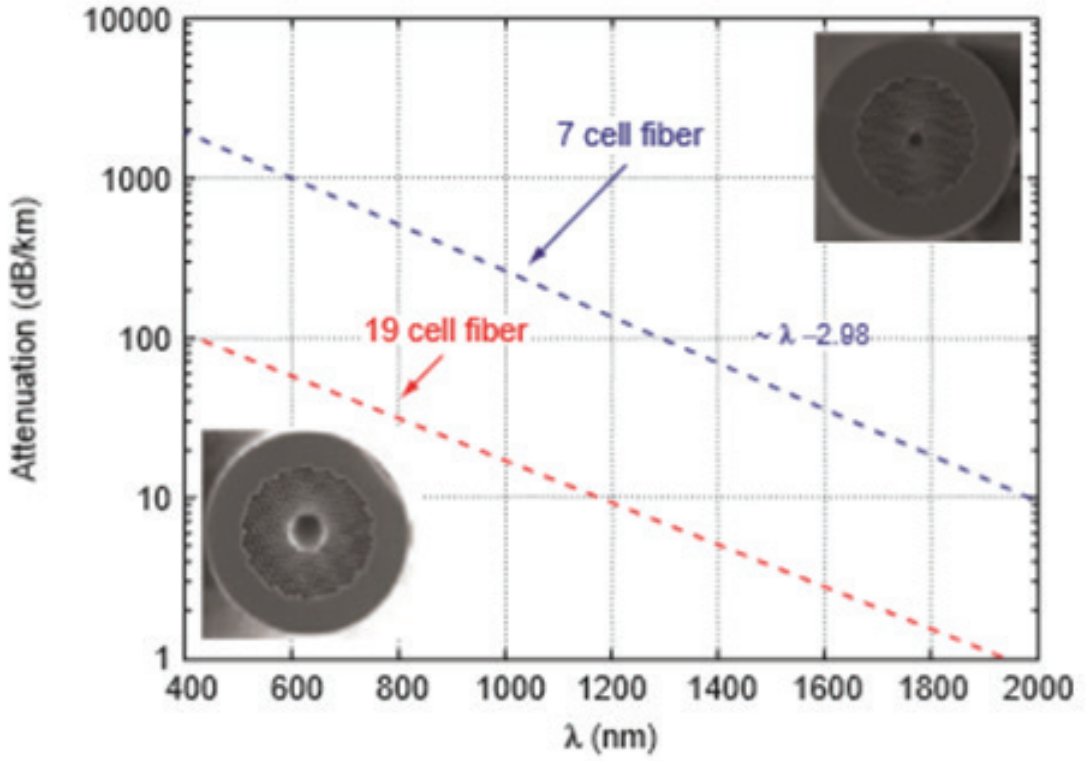
அவற்றின் வளர்ச்சியின் ஆரம்பத்தில், திட-பிசிஎஃப் க்கள் 0.24 dB / m [47] வரிசையில் ஒளிஇழப்புக்களைக் கொண்டிருந்தன, மேலும் கிடைக்கக்கூடிய நீளம் பல மீட்டர்கள் மட்டுமே. பி.சி.எஃப்.க்களின் ஒளிஇழப்புகள் வேகமாக 1 dB / km வரை உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. குறைந்தபட்ச இழப்பு 0.28 dB / km [51] ஆகும். சமீபத்தில், 0.3 dB / km மற்றும் நீண்ட நீளம், இது 100 கி.மீ, PCF ஆகும் [52]. இந்த வகையான PCFகளின் ஒளிஇழப்புகள் வழக்கமான SMF உடன் ஒப்பிடும்போது மிக அதிகமாக இருக்கின்றன. இருப்பினும், ஒரு திட-மைய பிசிஎஃப் நிலையான இழைகளை காட்டிலும் குறைவான இழப்புகளைக் கொண்டிருப்பதாக எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

வெற்று உள்ளக இழைகள்

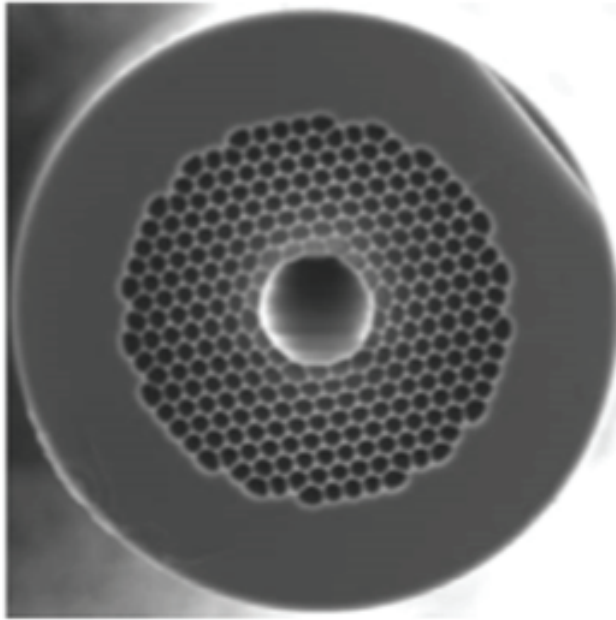
வெற்று உள்ளகம் இழப்புகளில் இழப்புகள் வழக்கமான நுண்ணறிவு மற்றும் குறியீட்டு வழிகாட்டி PCF களில் அதே இயக்கத்தினால் வரையறுக்கப்படுகின்றன, அதாவது உறிஞ்சுதல், ரேலே சிதறல், சிறைவாச இழப்பு, வளைவு இழப்பு மற்றும் நீளம் கொண்ட ஒளி கட்டமைப்பில் வேறுபாடுகள். இருப்பினும், அவற்றைக் குறைப்பதற்கான சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளன, அவைக் குறைபாடு மற்றும் உறிஞ்சுதல் மிகக் குறைவாக இருக்கும், வெற்று மையத்தில், சிற்றொர்மையின் பெரும்பகுதி பிரதிநிதி நெறிகள்.

படம் 1.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, வெற்று மைய PCF களுக்கு இலக்கியத்தில் பதிக்கப்பட்ட மதிப்பீடு மதிப்புகள், திட-பிசிஎஃப் மற்றும் தர நிர்ணய தரவரிசைகளிலும் அதிகமாக உள்ளன. படிக இழை ஏ / எஸ் தயாரிக்கப்பட்ட வெற்று-மைய இழைகள் பொறுத்தவரை,

[1.10] அறிக்கையிடப்பட்ட தேய்வு சார்பில் பார்க்க, இரண்டு முக்கியமான உண்மைகளை கவனிக்க முடியும். வழிகாட்டி அலைவரிசை வழக்கமாக மத்திய அலைநீளத்தின் 15% மற்றும் அலைநீளத்துடன் எதிர்மறையான இழப்பு அளவுகள் ஆகும். கோட்பாட்டு ரீதியான கருத்தாக்கங்களால் குறிக்கப்பட்டபடி, உள்ளக காற்று-சிலிக்கா இடைமுகங்களில் முறை இணைப்பு மற்றும் சிதறல் தொடர்பான அலைநீக்கம் அலைநீளத்தை λ^{-3} [53] உடன் அளவிட வேண்டும். இந்த பரிசோதனையானது பரிசோதிப்பு கண்காணிப்பு [54] மூலமாகவும் மற்றும் ஏழு செல் வடிவமைப்புக்கு பொருந்தும், இது இழைகள் மையத்தின் மையத்தில் ஏழு நுண்குழாய்கள் அகற்றுவதன் மூலம் வெற்று கோர்வை பெறும். குறைந்த இழப்புகளை அடைவதற்காக, 19-செல் வடிவமைப்புகளை பயன்படுத்தலாம், இது Fig.1.11 [54] இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள இழப்பு மதிப்புகளால் நிரூபிக்கப்பட்டால், அதை அடிக்கோடிட்டுக் காட்டுவது முக்கியம். 1.7 dB / km குறைந்தபட்ச இழப்பு படம் 1.12 [54] இல் காட்டப்பட்டுள்ள வெற்று மைய PCF உடன் பெறப்பட்டுள்ளது, ஏனெனில் பெரிய உள்ளகம்சினிக்காவுடன் வழிகாட்டுதல் முறைகள் உச்சரிக்கப்படுகிறது. சமீபத்தில், 1.220 dB / km 1620 என்.எம்.1_e என குறைவாக பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. இதே வகையான இழைகள் [53]. இருப்பினும், ஒரு பெரிய வெற்று உள்ளகம் அதிகமான வகுக்கப்பட்டு அளிக்கிறது, இது அதிகமான அடர்த்தியான மேற்பரப்பு முறைகளுக்கு வழிவகுக்கிறது, இது கீழ்க்கண்டவாறு விவரிக்கப்படும், குறைக்கப்பட்ட அலைவரிசைக்கு வழிவகுக்கும் மேலும் உயர்-வரிசை சிதைவு [55] அதிகரித்துள்ளது.



படம் 12: ஏழு செல் மற்றும் 19cell வெற்று மைய PCF களுக்கு அலைநீளத்தை எதிர்த்து செயல்படும் தன்மை, அதன் குறுக்கு வெட்டு பிரிவுகள் தொகுப்பாக காட்டப்படுகின்றன.

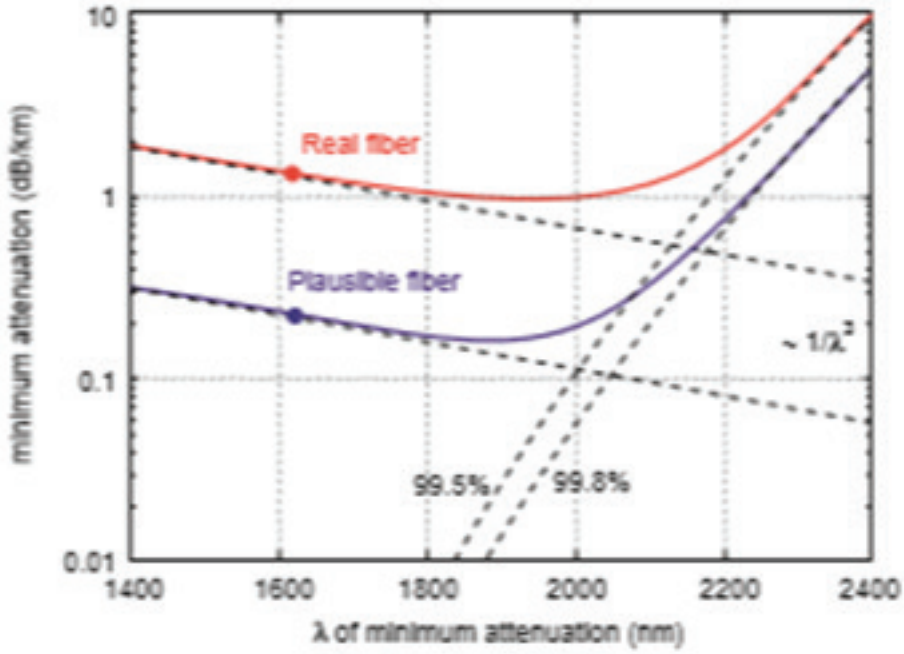


படம் 13: படிக இழை A / S மூலம் வழங்கப்பட்ட 19 – செல் வெற்று – உள்ளகம் இழை மைக்ரோஸ்கோப் படம்.

வழக்கமான சிலிக்கா இழைகள் தரவரிசை களுக்கு கீழே உள்ள வெற்று உள்ளகம் PCF இழப்பை குறைப்பது சவாலாக உள்ளது. அது பின்னர் விவாதிக்கப்படும் என, சிறைவாச வடிவமைப்பு மூலம் நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கும் வளைவு இழப்புக்கள், குறைந்த அளவுக்கு குறைக்கப்படலாம், அதே சமயம் குறைந்தபட்ச அளவு குறைக்கப்படலாம், அதே சமயம் காற்றோட்ட மோதிரங்கள், சில கட்டமைப்புகளில். ரேலே சிதறல் என்ன, மற்றும் உறிஞ்சுதல், பல பரப்புகளில் அதிகரித்த சிதறல் திறன் ஒரு பிரச்சனை பிரதிபலிக்கிறது கூட, அவர்கள் மொத்த இழை நிலை கீழே குறைக்கப்பட வேண்டும். இருப்பினும், அறியப்படாதது அதன் நீளம் நிறைந்த இழை கட்டமைப்பில் மாறுபாட்டின் நிலை. உண்மையில், பட்டை இடைவெளி நீண்ட கால அளவிலும், ஒரு பிரிவில் வழிநடத்தப்படும் அலைநீளங்கள் மற்றொன்றில் கசியக்கூடும் என்பதால் ஏற்படக்கூடிய உறுப்புகளின் நீட்சிக்கு அதிக உணர்திறன் அளிக்கிறது.

இழை ஒற்றுமை இல்லை இன்னும் கவனமாக உருவாக்கும் செயல்முறையை குறைக்க முடியும், ஆனால் மேற்பரப்பு தசைநார் அலைகளை (SCWs) உண்டாக்கப்படும்போது மேற்பரப்பு கடினத்தன்மையை அகற்றாது. உண்மையில், SCW விரிவாக்கத்தால் கொடுக்கப்பட்ட மேற்பரப்பு கடினத்தன்மையை விட்டுக் கொடுக்கும்போது வெப்பநிலை மேற்பரப்புகளில் இருக்கும் SCWகள், வெப்ப பரிமாற்றத்தில் மேற்பரப்பு பதற்றம் ஒரு மீள்திருப்பு சக்தியை அளிக்கிறது, அங்கு கண்ணாடி திடீர்த் தீயாக உறைந்துவிடும் [53]. இந்த கடினத்தன்மை

அடிப்படை முறைகளிலிருந்து வெளிச்சம் தரும் வழிகளால் சிதறடிக்கப்படுவதில்லை, இதனால் இவ்வாறான இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த மேற்பரப்பு கடினத்தன்மை இறுதியில் வெற்று-மைய PCF அலையுணர்வுக்கு வரம்பிடப்படுவதாக [53, 56] நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. உண்மையில், அதன் வெப்பவியக்க தோற்றம் காரணமாக, இந்த கடினத்தன்மை ஒரு சிறந்த இழை வரைதல் செயல்முறையுடன் குறைக்கப்படவில்லை. ஒரே மாதிரியான பிற தொழில்நுட்ப முன்னேற்றங்கள், வெற்று மைய PCF களை இரண்டு காரணிக்கு மேலால் குறைக்கக்கூடும். மேலும், கடினத்தன்மையின் எதிர்மறை PCF முறையான வெற்று உள்ளகம் இழை வடிவமைப்பு மூலம் குறைக்கப்படலாம், அதாவது கண்ணாடி-காற்று பரப்புகளில் அடிப்படை முறைகளின் மேற்குதியைக் குறைப்பதன் மூலம் குறைக்க முடியும். இந்த இரு திசைகளில் செயல்படுவதன் மூலம், வெற்று உள்ளகம் ஒரு அலைநீளம் 1.2 dB / km என்ற உண்மையான பதிப்பிலிருந்து 1620 nm இல் இருந்து 0.2 dB / km வரை அதே அலைநீளத்தில் குறைக்க முடியும் [53,56]. சிதறல் இழப்பு குறையும் என்பதால் சில கூடுதல் மேம்பாடுகள் நீண்ட இயக்க அலைநீளத்தை தேர்வு செய்யலாம். இதற்கு மாறாக, அகச்சிவப்பு உறிஞ்சுதல் இழப்பு அதிகரிக்கிறது, ஏனெனில் சில ஒளி கண்ணாடிகளில் பரவுகிறது. முன்னர் விவரிக்கப்பட்ட அலையுணர்வுகளின் λ -3 நடத்தை கருத்தில் கொண்டு 1% க்கும் குறைவான கண்ணாடியின் வழிகாட்டுதல்-முறையில் உறிஞ்சுதலை மதிப்பிடுவதன் மூலம், [53,56] ஒரு வெற்று மைய PCF இன் நம்பத்தகுந்த இழப்பு 0.13 dB / km 1900 nm க்கு உகந்ததாக இருக்கும்.



படம் 14: 1.22 dB /km 1620 nm உடன் உண்மையான வெற்று மைய PCF இன் குறைந்தபட்ச மதிப்பீடு, மற்றும் 1.220 dB / km 1620 nm இல் இழக்கக்கூடிய ஒரு நம்பகத்தன்மை உடையது [53,56] இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அலைநீளம் குறைக்கும் பொருட்டு, புதிய இழை வடிவமைப்புகள், புதிய பொருட்கள் அல்லது அதிகரித்த மேற்பரப்பு பதட்டங்களுக்கு ஒரு முறை தேவைப்படுகிறது [53, 56].

இறுதியாக, காற்றுக்கும் பி.சி.எஃப் களில் அதிகப்படியான இழப்பு ஏற்படுகிறது, இது காற்று-வழிகாட்டப்பட்ட அடிப்படை முறைமையிலிருந்து நின்றுவிட்ட மேற்பரப்பு முறைகள் வரை இணைக்கப்படுகிறது, இது கண்ணாட்டன் ஒன்றுடன் ஒன்று உள்ளது.

மேற்பரப்பு முறைகள் வலுவாக பாதிக்கிறது, காற்று-வழிகாட்டி PCFகளின் வழிகாட்டி பண்புகளை அவற்றின் ஒலிபரப்பு சாளரத்தின் அகலத்தை [57] குறைக்கிறது. உதாரணமாக, 4.7 μm ஒரு துளை-க்கு-துளை இடைவெளியில், 0.94 ஒரு காற்று- நிரப்புதல் பின்னம் மற்றும் 12.7 μm பற்றி ஒரு முக்கிய விட்டம் ஒரு துளை-துளை இடைவெளி வகைப்படுத்தப்படும் வெற்று-மைய இழை தேய்வு நிறமாலை [58] நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது 1550 மற்றும் 1650 nm க்கும்

இடையே அலைநீளத்தில் உள்ள உயர்-இழப்புப் பகுதி, மேற்பரப்பு முறை முன்னிலையில் உள்ளது. இந்த இழப்பு, வெற்று மைய முனையங்களைக் கொண்டிருக்கும் PCF எட்டுகள், இணை முறைகள் மூலம் இணைப்பதன் மூலம் மேற்பரப்பு முறைகளால் ஏற்படுகின்றன, அதேபோல் தாமிரம் நீட்டிக்கப்பட்டிருக்கும்.

குறிப்பாக, வழக்கமான வழிகாட்டுதல் போன்ற காற்று-வழிகாட்டி இழை, வழிகாட்டப்பட்ட முறைகள், அனைத்து வெற்று உள்ளகம் கொண்டிருக்கும், மற்றும் கசிவு உறைவிடம் மற்றும் கதிர்வீச்சு முறைகள் ஒரு எல்லையற்ற

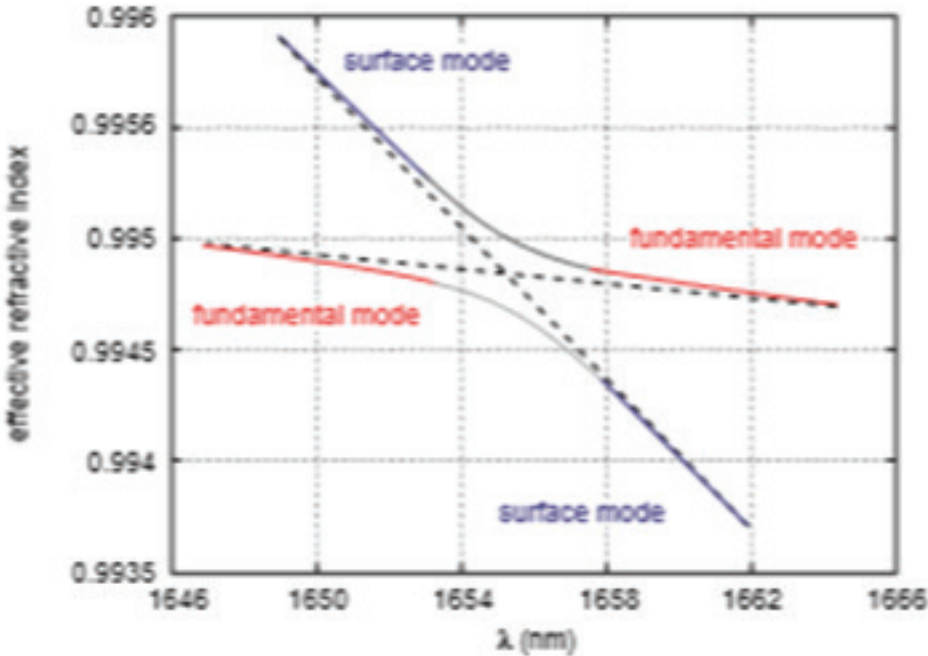
எண் மூலம் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக, காற்றோட்டத்தில் முற்றிலும் முனையமாக இருக்கும் முறைகள், சிலிக்கா கட்டமைப்பில் உள்ள சிறிய நுண்ணுயிரிகளால் உறைந்திருக்கும் ஒரு சிறிய இடைவெளியை உண்டாக்குகின்றன, அவை மிகுந்த பரந்த மண்டலத்தில் [58] பரவலாக உள்ளன. இருப்பினும், சில வெற்று-மைய PCF களில் வேறு

வகையான முறைகள், மேற்பரப்பு முறைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன, இவை அவ்வப்போது அமைந்த கட்டமைப்புகளில் எதிர்பாராதவை இல்லை [58]. உண்மையில், எல்லையற்ற

ஒளியை ஒத்த படிகில் திடீரென்று நிறுத்தப்பட்டால் மேற்பரப்பு முறைகள் உருவாகின்றன, ஏனெனில் இந்த முறைகள், எல்லைகள் மூலம் அறிமுகப்படுத்தப்படும் புதிய எல்லை நிபந்தனைகளை பூர்த்திசெய்கின்றன, அங்கு அவை உள்ளூர்மயமாக்கப்படுகின்றன [59]. மேலும், காலநிலை அமைப்பில் மேற்பரப்பு முறை இருப்பு வலுவாக, முடித்தல் இடம் சார்ந்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டுக்கு, தூரத்தை தண்டுகள் கடந்து சென்றால் மட்டுமே அவை மின்கல தண்டுகளின் மூலம் ஒளிமயமான படிகங்களில் தூண்டப்படுகிறது [59]. இதேபோல், காற்று வழிகாட்டும் PCFகளில் முக்கிய குறைபாடு லேட்ஸ் காலவரையறை ஒரு பங்காகும் அறிமுகப்படுத்துகிறது. ஒரு எல்லையற்ற காலக்கெடு கட்டமைப்பின் பரந்த இடைமுகத்தின் நன்கு

அறியப்பட்ட வழக்கில் இருந்து, வெற்று-மையத்தில் இழை சுற்றுவட்ட இடைவெளியில் இடைவெளி மற்றும் இடைவெளிக்கு அமைப்பு ஆகியவற்றுக்கு இடையே உள்ளது. காலநிலை கட்டமைப்பு மற்றும் இலவச இடைவெளியில் அதிவேகமான சிதைவின் மேற்பரப்பு முறைகள், இந்த பிராந்தியத்தில் துணைபுரிகின்றன. PBG க்குள்ளேயே அலைநீளம் கொண்டிருக்கும் மேற்பரப்பு முறைகள் மையமாகக் கொண்டிருப்பதாக அடிக்கோடிட்டுக் காட்டுவது முக்கியம், ஆனால் அவை மிகச் சிறந்த வழிகாட்டுதலின் முனையிலிருந்து அவை முனைகின்றன. அவை மிகுந்த தீவிரத்தன்மை வாய்ந்தவை.

படம் 15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, மேற்பரப்பு முறைமை சமிக்ஞை என்பது, அடிப்படை முறை சிதறல் வளைவின் நடத்தை, வழிகாட்டுதல் முறைமைக்கு இடையேயான புள்ளிகள் மற்றும் கோளப்பகுதி மற்றும் மேற்பரப்பு ஆகியவற்றுக்கு இடையேயான புள்ளிகள்.



படம் 15: அடிப்படை முறை மற்றும் மேற்பரப்பு முறைமைக்கு இடையே ஒரு தவிர்க்க முடியாத கடக்கும் ஒரு வெற்று மைய PCF சிதறல் வளைவு உதாரணம்.

வெற்று மையத்தைச் சுற்றி சிலிக்கா அளவைக் குறைப்பது மேற்பரப்பு முறைகளின் ஆற்றல் அதிகரிப்புக்கு காரணமாகிறது, இதன் விளைவாக PBGக்கு நகரும், மாறாக, வழிகாட்டப்பட்ட-முறை ஆற்றலானது இந்த மாற்றத்தால் ஏற்படுகின்றது. இருப்பினும், சில பிழையான உள்ளகம் பரிமாணங்களுக்கு இந்த இரண்டு PCF தொடர்பு வகையான முறைகள் இடையே ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர்பு உள்ளது, இதன் காரணமாக சிலிக்கா மண்டலங்களில் குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றுடன் ஒன்று உள்ளது. இவ்வாறு, இழை அலைவரிசைக்கு இடையில் உள்ள ஒடுக்கற்பிரிவுகளும் உள்ளகம் மற்றும் மேற்பரப்பு முறைகளுக்கு இடையில் ஒளி இணைப்பு வழங்கப்படலாம். மேற்பரப்பு முறைகள் தொடர்பான இழப்பு பொறிமுறையானது அவர்கள் மிகவும் அதிகமாக இணைக்கப்பட்டு, உறைந்திருக்கும் நீட்டிக்கப்பட்ட முறைகள் [58] தொடர்ச்சியான தொடர்ச்சியுடன் இணைந்திருப்பதைக் கருத்தில் கொண்டு முடிக்கப்படுகிறது.

11.2 சிறைவாச இழப்பு

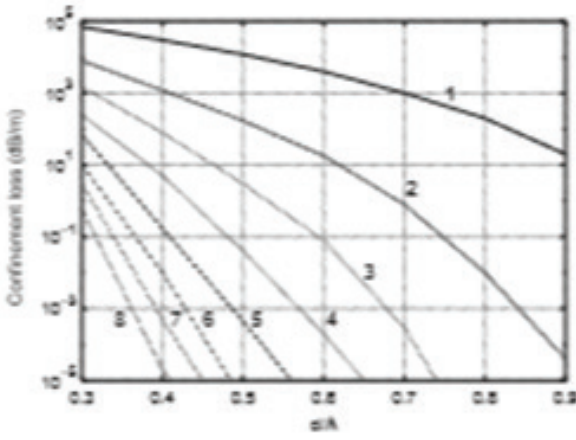
திட-உள்ளகம் மற்றும் வெற்று-மைய PCF களில், இழப்புகளுக்கு மற்றொரு பங்களிப்பைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும், அதாவது கசிவு அல்லது சிறைவாச இழப்பு ஆகும். இந்த இழை குறுக்கு பிரிவில் உருவாக்கப்படக்கூடிய காற்று-ஓட்டைகள் பற்றிய எண்ணம் ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாக, PCF வழிநடத்தும் முறைகள் கசியும்.

எடுத்துக்காட்டாக, திட-மைய ஞுஊகு களில் ஒளி-துளைகளால் ஒரு மையப் பகுதிக்குள் ஒளிமயமாக்கப்படுகிறது. காற்று துளைகளால் வழங்கப்பட்ட சிறைவாச போதுமானதாக இல்லை என்றால், மையத்திலிருந்து வெளிச்சம்

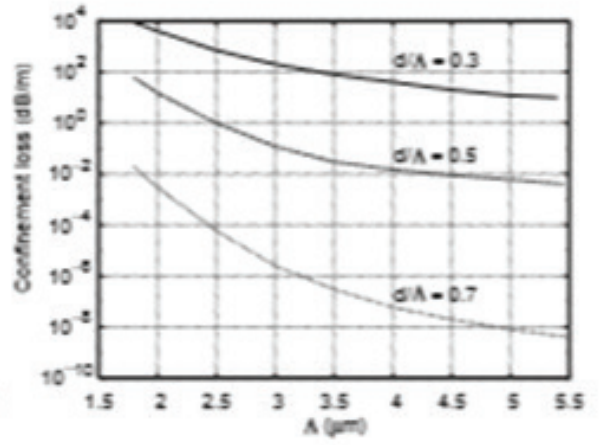
ஒளிரும். இதன் பொருள் PCF அமைப்பின் போன்ற அம்சங்களை காற்று-துளை விட்டம் மற்றும் துளை-க்கு-துளை இடைவெளி, அல்லது சுருதி, குறைந்த-இழப்பு ஞுஊகு களை உணர்த்துவது போன்றது. குறிப்பாக, காற்று-துளை விட்டம் மற்றும் சுருதி இடையே உள்ள விகிதம் முக்கியமாக கோணத்தில் ஒளிரும் ஒளிக்கு போதுமான அளவிற்கு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். மறுபுறம், விகிதம் ஒரு பெரிய மதிப்பு PCF பல முறை செய்கிறது. இருப்பினும், ஒழுங்காக வடிவமைப்பதன் மூலம், ஒற்றை-முறை PCF களின் சிறைவாச இழப்பு குறைக்கப்படலாம்.

சமீபத்தில், குறியீட்டு வழிகாட்டி பிசிஎஃப் மற்றும் பிபிஜி-அடிப்படையிலான இழைகள் இரண்டுவழி கசிவு இழப்புகள் [60-65] ஆகிய இரண்டையுமே வடிவமைக்க வழிகாட்டுதல்களை வழங்குவதற்காக பல பகுப்பாய்வுகளும் நடத்தப்பட்டன. காற்று-துளை வளையங்களின் எண்ணிக்கையில், குறிப்பாக உயர் காற்று-நிரப்புதல்

பிரிவு கொண்ட இழை பாகங்களைப் பொறுத்தமட்டில் சிறைவாச இழப்புக்களின் வலுவான சார்புகளை அது நிரூபித்துள்ளது. குறிப்பாக, வளையத்தை அதிகரிப்பதன் மூலம் கசிவு இழப்புக்கள் குறைக்க முடியும் [64]. இறுதியாக, உருவகப்படுத்துதல் முடிவுகள் PBGஇல், காற்று துளை வளையங்களின் எண்ணிக்கையில் கசிவு இழப்பு சார்ந்திருப்பவை குறியீட்டு வழிகாட்டி PCF களில் விட மிகவும் பலவீனமானவை என்பதைக் காட்டுகிறது, அதேசமயத்தில் பி.பி.ஜி உள்ளே உள்ள நிலைப் படுத்தப்பட்ட மாநிலத்தின் நிலைப்பாட்டின் வலுவான நம்பகத்தன்மையைக் காட்டுகின்றன. [61].



(a)

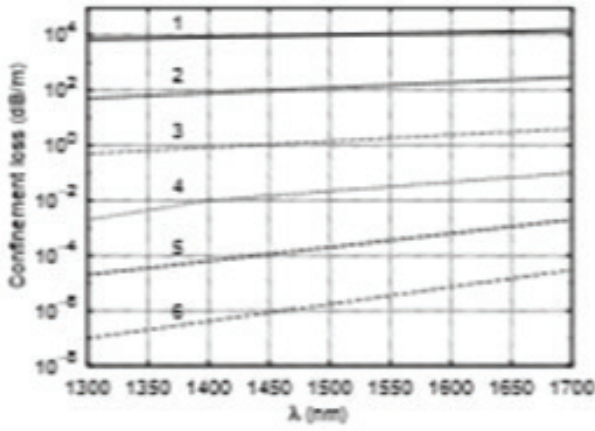


(b)

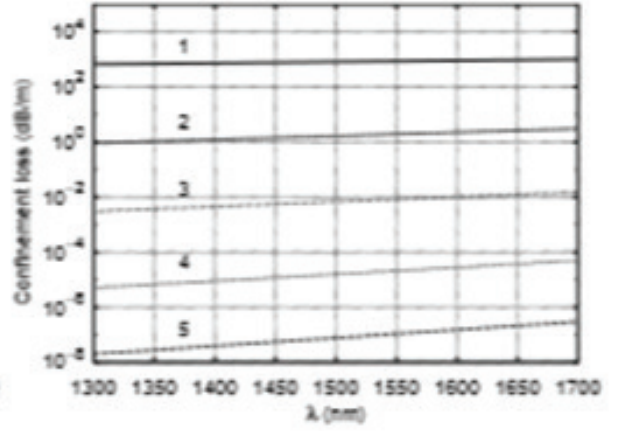
படம் 16: 1550 nm (a) இல் கசிவு இழப்பு காற்று-துளை விட்டம் d இன் செயல்பாடாக $\Lambda = 2.3 \mu\text{m}$ மற்றும் (b) காற்று-நிரப்புதல் பின்னம் d/Λ [60].

பி.சி.எஃப் களில் கசிவு இழப்பு நடத்தை சிறப்பாக விளக்கும் பொருட்டு, ஒரு திட-உள்ளகம்இழை மற்றும் காற்று-துளைகளின் முக்கோணக் கோடுகளுடன் ஒரு வெற்று-மையம் ஒன்று இங்கே கருதப்படுகிறது. படம் 14 இல் குறிப்பிடப்படும் உள்ளகம், $\Lambda = 2.3 \mu\text{m}$ [60]. படம் 16a ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, அதன் கசிவு இழப்பு சமன்பாடு படி கணக்கிடப்படுகிறது. காற்று-துளை வளையங்கள் எண் அல்லது காற்று துளை விட்டம் அதிகரிக்கும் போது விரைவாக குறைகிறது. சிறைவாச இழப்பு குறைப்பு விகிதம் இந்த வடிவியல் அளவுருக்கள் அதே வழியில் அதிகரிக்கிறது. எதிர்பார்த்தபடி, இழப்பு பெரிய Λ மதிப்பை ஒரு d/Λ க்கு குறைக்கிறது. இந்த விஷயத்தில், Λ மற்றும் d அதே அளவிற்கு அளவிடப்படுகிறது, எனவே ஒரு பெரிய சுருதி ஒரு பெரிய சிலிக்கா உள்ளகம் அளவை ஒத்திருக்கும், இதன் விளைவாக, உயர்ந்த சிறைவாச இழப்புகளின் அலைநீள சார்பு, 2.3 மற்றும் $4.6 \mu\text{m}$ ஆகும். துறையில் ஆனது

குறைவாக மாறியதால், கசிவு இழப்பு λ உடன் அதிகரிக்கிறது. மேலும், வளைய எண்ணும் அலைநீள சார்புடையது, இது சில காற்று துளை வளையங்களுக்கு பலவீனமாக உள்ளது [60]. இரண்டாம் பி.சி.எஃப் உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட முக்கோண வெற்று மையம், படம் 1.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது, $d = 1.8 \mu\text{m}$ மற்றும் $\Lambda = 2 \mu\text{m}$ ஆகியவற்றைக் கொண்டது. நான்கு மற்றும் ஏழு காற்று துளை வளையங்கள் நிர்ணயிக்கப்பட்டிருந்தால், 1.17 சிறைவாச இழப்பின் அலைநீள சார்புகளை அறிக்கையிடுகிறது. இரண்டுசந்தர்ப்பங்களிலும், கசிவு இழப்பு மங்கலானது ஒரு U- வடிவத்தை சாதாரணமான அலைநீளத்தை சுற்றி $\lambda/\Lambda = 0.68$ சுற்றி ஒரு குறைந்தபட்ச மதிப்பை அளிக்கிறது, இது PBGக்குள் வழிகாட்டி முறையில் மைய நிலைக்கு ஒத்துள்ளது. குறைபாடு நிலை PBG விளிம்புகளுடன் நெருக்கமாக நகரும்போது, காற்று துளை வளையம் அதிகமாக இருக்கும் போது இழப்பு மிக விரைவாக அதிகரிக்கிறது.

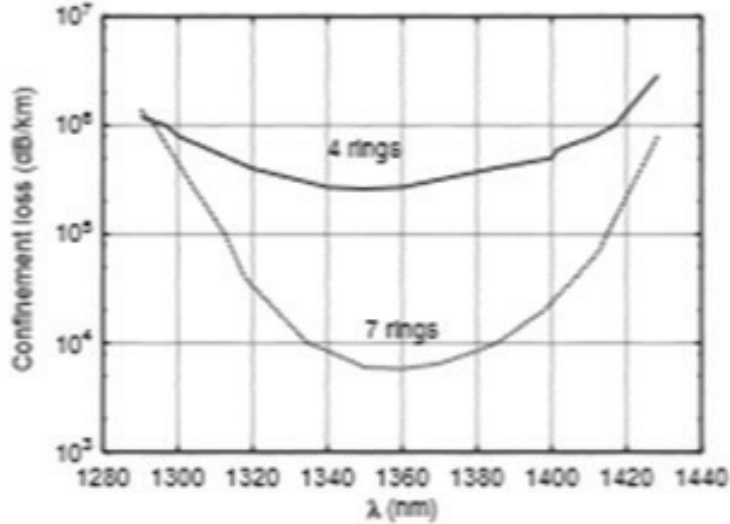


(a)



(b)

படம் 17: அலைவரிசை எண்கள், $d/\Lambda = 0.5$ மற்றும் (a) $\Lambda = 2.3 \mu\text{m}$ மற்றும் (b) $\Lambda = 4.6 \mu\text{m}$ [60] ஆகியவற்றுக்கான கசிவு இழப்பு.



படம் 18: நான்கு மற்றும் ஏழு காற்று துளை வளையங்களுடன் [61] ஒரு முக்கோண hollowcore PCF அலைநீளம் எதிராக காண்பெட்ட இழப்பு இழப்பு.

திட-மைய பிசிஎஃப் களின் ஒப்பிடுகையில், அதிகமான காற்று-நிரப்புதல்

பின்னம் இருந்தாலும், இது $d/\Lambda = 0.9$ ஆகும், வளையத்தின் நம்பகத்தன்மை மிகவும் பலவீனமாக உள்ளது. இறுதியாக, இழப்பு ஒரு வலுவான அலைநீளம் சார்பு உள்ளது என்று அடிக்கோடிட்டு காண்பிப்பது முக்கியம். உதாரணமாக, ஏழு காற்று துளை வளையம் PCF

இழப்பு ஒரு தசாப்தத்தின் அதிகபட்சம் 100 nm [61] க்கும் குறைவான அலைவரிசை வரம்பில் குறைந்தபட்ச மதிப்பைக் கொண்டிருக்கிறது.

11.3 வளைவு இழப்பு

ஏற்கெனவே கூறப்பட்டபடி, LMA இழை உருவாக்குவதற்கான ஒரு மாற்று வழி PCF களை உருவாக்குகிறது, இது முடிவற்ற ஒற்றை-முறைமை வடிவமைக்கப்படக்கூடியது, இது

வழக்கமான முடிவிலுள்ள அலைவரிசைகளைக் காட்டிலும் உயர்-வரிசை முறைகள் ஆதரிக்கப் படுவதைக் காட்டிலும் வழக்கமான இழை காட்டாது. நிலையான ஒளி இழை பொறுத்தவரை, PCF களில் நடைமுறை சாத்தியமான முனையப் பகுதி பரவலான இழப்பு [66-68] மூலம் வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட விமர்சன ஆரம் விட அதிக இறுக்கமாக வளைந்திருந்தால், வழக்கமான இழந்தவர்களின் கூடுதல் இழப்பு ஏற்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பை விட நீண்ட அலைநீளங்களுக்கான, இது "நீண்ட அலைநீளம் வளைவு இழப்பு முனை," அனைத்து வழிகாட்டுதல்களும் இழந்துவிட்டன. அதே நடத்தை PCFகளில் காணப்படுகிறது, இது ஒரு "குறுகிய-அலைநீளம் வளைவு இழப்பு" [69], இது அதிக-ஒழுங்குமுறையில் இருந்து அதிக-ஒழுங்குமுறையில், அதிகமான ஒழுங்குமுறையில் இருப்பதைக் கண்டறிவதன் விளைவாகும், இது அலைவரிசை நீளத்தை கொண்டது. முக்கியமாக, வழிகாட்டி முறையில் முக்கியமாக சிலிக்கா [69] மற்றும் $\lambda \ll \Lambda$ அண்டை காற்று அலைகள் இடையே உள்ள இடைவெளி இடைவெளியில் தப்பிக்க முடியும். இதன் விளைவாக, இழை வளைக்கும் மிகவும் உணர்திறன் கொண்டது.

முக்கோண பி.சி.எஃப்.க்கள், படம் 14ல் காட்டப்பட்டுள்ளது, இது ஒரு உயர் d / Λ மதிப்பைக் குறிக்கிறது, இது வளைக்கும் இழப்புக்கு ஒரு சிறந்த எதிர்ப்பாக விளைகிறது, அதே நேரத்தில் துளை-க்கு-துளை இடைவெளி Λ தோராயமாக நிலைமையை தீர்மானிக்கிறது வளைவு இழப்பு வளைவின் குறைந்தபட்சத்தில், இது $\Lambda / 2$ இல் தோராயமாக ஏற்படும் [67]. LMA PCF கள் பொதுவாக $\Lambda > 7-8 \mu\text{m}$ கொண்ட வடிவமைக்கப்பட்டு இருப்பதால், தரநிலை தொலைத்தொடர்பு சாளரம் குறுகிய-அலைநீள விளிம்பில் விழும். இதுபோன்றே, LMA PCF க்கள் 1550 nm [66,70-73] இல் ஒத்த அளவிலான வழக்கமான இழைகளை ஒப்பிடுகையில் வளைக்கும் இழப்புக்களை வெளிப்படுத்தியுள்ளன. கூடுதலாக, PCFகள் காணக்கூடிய பயன்பாடுகளுக்கு உகந்ததாக இருப்பது, 400,000 1000 nm இலிருந்து

எந்தவொரு அலைவரிசையிலும் வளைந்து செல்வதற்கு மிகவும் வலுவானதாக இருக்கிறது, இது வழக்கமான இழை உடன் ஒப்பிடும் போது, இது ஒற்றை-முறைமை ஒற்றை முறை [74].

அதிகமான உறவினர் காற்று துளை விட்டம் கொண்ட PCF கள், உயர் d / Λ உடன், வளைக்கும் இழப்புக்கு குறைவான உணர்திறன் கொண்டவை. இருப்பினும், ஒற்றை-முறை இயக்கத்திற்கான தேவை மற்றும் பெரிய-அளவு அளவு தேவை d / Λ அதிகரிப்பதை கட்டுப்படுத்துகிறது, மேலும் பிற தீர்வுகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட வேண்டும். முக்கோண PCF< வளைந்திருக்கும் இழப்புகள், பாரம்பரிய ஒற்றை-மை உள்ளகம்வடிவமைப்பு [75,76] இலிருந்து காற்று-துளை கட்டமைப்பு மாற்றுவதன் மூலம் மேம்பட்டதாக நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. குறிப்பாக, சில்லி தண்டுகளால் உருவாக்கப்படும் மையப் பகுதியுடன் ஒரு மாற்று அமைப்பு முன் மொழியப்பட்டது, வழிகாட்டி-பயன்முறை பகுதி மற்றும் வளைக்கும் இழப்புக்கு எதிர்ப்பை மேம்படுத்துவதன் நோக்கம், குறிப்பாக குறுகிய அலைநீளங்களில் [75]. பொருத்தமாக பொருத்தப்பட்ட மூன்று-கம்பி மற்றும் ஒற்றை-கம்பி PCF களை ஒப்பிடுவதன் மூலம் பெறக்கூடிய வளைக்கும் இழப்பு தொடர்பான நன்மைகளின் துல்லியமான மதிப்பீடு சமீபத்தில் செய்யப்படுகிறது [76]. சிலிக்கா உள்ளகம்மூன்று அருகில் உள்ள தண்டுகள், முக்கிய வளைவு ஆரம், 3 dB / loop சமன்செய்யும் ஆரம் எனக் குறிக்கப்படும் போது, சிங்கி உள்ளகம்ஆனது பாரம்பரிய ஒற்றை- 1064 nm மணிக்கு PCF வடிவமைப்புகளை, சோதனை அளவீடுகள் சிறந்த ஒப்பந்தத்தில்.

மரபார்ந்த ஒளி இழை வளைக்கும் இழப்பை மதிப்பீடு செய்வதற்கு இலக்கியத்தில் பல முனையுமான எர்த் அணுகுமுறைகள் முன் மொழியப்பட்டுள்ளன, அவை வழக்கமாக வட்டச் சமச்சீரற்ற ஒளிவிலகல் குறிப்பான சார்பு சார்புடையவை. துரதிர்ஷ்டவசமாக, இந்த அணுகுமுறைகள் PCF களில் நேர் மாறானவை அல்ல, அவற்றின் ஒளிவிலகல் குறியீட்டு சார்புகளின் சிக்கலான தன்மை காரணமாக. இதன் விளைவாக, வளைக்கும் இழப்பின் துல்லியமான மாதிரியானது

இன்னும் சவாலானதாகிறது. LMA PCF களில் வெற்றிகரமான இழப்பை வெற்றிகரமாக கணித்த ஒரு கோட்பாட்டு மாதிரியை 872௨ விவரிக்கிறது, அங்கு நிகழ்வின் தோற்றம் தோராயமாக ஆய்வு செய்யப்படுகிறது, ஒட்டு மொத்த இழப்புக்கு பங்களிப்பு செய்யும் இரண்டு PCF விசாரணை வழிமுறைகளை கணக்கிடுகிறது, இது மாற்றம் இழப்பு மற்றும் தூய வளைவு இழப்பு [71,72]. திடீரென்று ஏற்படும் வளைவு, வளைவின் துவக்கத்தில் அல்லது முடிவில் இருக்கும் இடமாற்ற இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த நஷ்டத்தை ஒருவிதமான இணைப்பு இழப்பு என்று மாதிரியாகக் கொள்ளலாம், ஏனென்றால் நேராகவும் வளைந்த பகுதிகளிலும் உள்ள முறைமை சீரமைக்கப்படவில்லை.

தூய வளைவு இழப்பு என்பது இழை எந்தவொரு வளைந்த பகுதியிலும் ஏற்படும் தொடர்ச்சியான இழப்பு ஆகும். இந்த மாதிரியில், PCF இன் முழு ஒளிவிலகல் குறிப்பீடும் தக்கவைக்கப்பட்டு, எனவே ஆறு மடங்கு எஃகு வடிவம் உள்ளது. உண்மையில், வளைந்த இழை நேராக இழை என மாதிரியாக ஒரு நேர்மறையான குறியீட்டு சார்பு சார்பாக வரையறுக்கப்படுகிறது, இது ஒரு பரிமாணத்தால் கொடுக்கப்பட்டது, இது வளைவின் திசையில் நேராக இழை ஒளிவிலகல் குறிப்பான் மீது சாய்வு. மற்ற கோட்பாட்டு அணுகுமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன, இது PCF வடிவியல் அளவுருக்கள் [67,68,77] உடன் வளைக்கும் இழப்பின் சரியான அளவுரு சார்ந்தவை. PCF களுக்கு ஒரு பயனுள்ள சாதாரண அதிர்வெண் அறிமுகம் மூலம், வழக்கமான படி-குறியீட்டு ஒளி இழை ஒரு ஒப்புமை பயன்படுத்தப்படுகிறது, இது ஒரு சமமான மைய ஆரம் மற்றும் ஒரு பயனுள்ள கதிர்ச்சிதர்வு குறியீட்டுடன் நுண் கட்டமைப்பு உறைப்பூச்சு [67]. பி.சி.எஃப் வளைவு இழப்பை விவரிப்பதற்காக, மின்காந்தம் காரணமாக தரமான ஒளி இழை மின் இழப்பு குணகங்களாகும்

ஒரு வெளிப்பாடு [67] எனக் கருதப்படுகிறது [78] எனில், இந்த அரை பகுப்பாய்வு பயனுள்ள குறியீட்டு ஒரு முக்கோண பி.சி.எஃப் இல் $d = 2.4 \mu\text{m}$ மற்றும் $\Lambda = 7.8 \mu\text{m}$, $d / \Lambda = 0.31$ உடன்

இருக்கும் குறுகிய-அலைநீள இழப்பு நடத்தை சரியாக கணிக்கிறது. மாறாக, வளைக்கும் இழப்பு மதிப்புகளுக்கு இடையே அளவிடப்படுகிறது மற்றும் எண்ணியல் மதிப்பீடு என்பது முக்கோண பி.சி.எஃப்-க்களுக்கு உயர்ந்த காற்று-நுனி பின்னூட்டலுடன் குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

எடுத்துக்காட்டுக்கு, முக்கோண பி.எஃப்.ச்கள் இந்த வடிவியல் சிறப்பியல்புகளுடன் முக்கோண பி.சி.எஃப்.கள் இல்லாததால், முக்கோண PCF டிராகன் இழை $d = 5.5 \mu\text{m}$ மற்றும் $\Lambda = 10 \mu\text{m}$ [78]. சமீபத்தில், முக்கோண LMA PCF களில் வளைக்கும் இழப்பு கணிப்புக்கான எளிமையான மதிப்பீடு வெளிப்பாடு பரிந்துரைக்கப்பட்டது [77]. PCF களுக்கு V- அளவுருவின் அண்மைய உருவாக்கம் அடிப்படையிலான வெளிப்பாட்டின் செல்லுபடியாகும், வெவ்வேறு இழை வடிவியல் அளவுருக்கள் மற்றும் வளைக்கும் விட்டம் ஆகியவற்றுக்கான சோதனைக்குட்பட்டது. [1.49] இல் கூறப்பட்டுள்ளபடி, வளைவு-இழப்பு விளிம்புக்கு இடையேயான வேறுபாடு அளவிடப்படுகிறது மற்றும் எண் கணித்துகளின் நிச்சயமற்ற தன்மையில் உள்ளது என்பதை நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

வெற்று-உள்ளகம் பி.சி.எஃப் க்கள் சிலிக்கா உள்ளகம் ஒன்றைக் கருத்தில் கொண்டிருக்கும். மருத்துவ பயன்பாடு அல்லது பொருள் செயலாக்கத்திற்கான உயர்-மின் விநியோகம் போன்ற பயன்பாடுகளுக்கு, எந்தவொரு வழமையான பயன்பாடும் அனுமதிக்கிறது, மேலும் இது இயந்திர முறைகளுக்கு ஆதரவு அளிப்பதில் எளிதான ஒருங்கிணைப்பு 879௨. வெற்று உள்ளகம் PCF வழிகாட்டி பண்புகள் [80] மீது வளைக்கும் குறைந்த தத்துவார்த்த வேலைகளில் ஆரம்பகால ஆர்ப்பாட்டத்திற்குப் பிறகு, காற்று-வழிகாட்டுதல் இழை வளைவு இழப்பு சோதனை செய்யப்பட்டது [79, 81]. குறிப்பாக, ஒற்றை-முறை இழை மற்றும் பல-முறை ஒன்றை பரிசோதிப்பு அளவீடுகளுக்குக் கருத்தில் கொண்டது, இது 4cm [79,81] சிறிய வளைவு விட்டம் கொண்ட 10 திருப்பங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் எந்தவிதமான கையெழுத்துமின்றி PCF வளைந்து கொண்டு பெறப்பட்ட மிக முக்கியமான நீண்ட அலை

நீளங்களை நோக்கி குறுகிய-அலைநீளம் பட்டை விளிம்பில் ஒரு மாற்றம் ஆகும், இவ்வாறு பிபிஜி ஆனது வெற்று மைய PCF களைக் குறைக்கும்.

12. சந்தையில் ஒளியை ஒத்த படிக இழைகள்

PCF கள் எப்போதும் 1996 ஆம் ஆண்டு முதல் ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே வலுவான ஆர்வத்தை ஈர்த்துள்ளன. உண்மையில், ஒளியியல் இழை குறுக்கு பிரிவில் நுண்ணிய அமைப்பு உடல் ரீதியான செயல்திறனை மேம்படுத்துகிறது, இது பல்வேறு பயன்பாடு சார்ந்த பகுதிகளில் புதிய முன்னேற்றங்களுக்கு வழிவகுத்துள்ளது [82]. லூசண்ட் தொழில் நுட்பங்கள், கார்னிங் மற்றும் என்.டி.டி போன்ற பெரிய நிறுவனங்களில், இந்த புதிய வகை சிறப்பு இழைகள் மீது தங்கள் வளங்களின் பகுதிகள் கவனம் செலுத்துகின்றன [83]. இந்த நிறுவனங்கள் ஆராய்ச்சி சந்தையில் புதிய பி.சி.எஃப் பலவற்றை உருவாக்கி, வலுவான

காப்புரிமைப் பத்திரம் பெற்றுள்ளன.

800, 1060, மற்றும் 1550 nm இல் மையப் படுத்தப்பட்ட ஒலிபரப்பு அலைவரிசை கொண்ட பல்வேறு வெற்று மைய இழைகள் சந்தையில் வர்த்தக ரீதியாக கிடைக்கின்றன. PCF வாடிக்கையாளர்களில் பெரும்பாலோர் பல்கலைக்கழக ஆராய்ச்சிக் குழுக்களாக இருந்தாலும் கூட, இந்த சூழ்நிலை அடுத்த எதிர்காலத்தில் மாறும். இதற்கிடையில், பிசிஎஃப் துறையில் ஒரு கடுமையான ஆய்வு, கல்வி ஆராய்ச்சி மையங்கள் மற்றும் நிறுவனங்களில் தொடர்ச்சியான இழப்புக்களைப் பெறுவதற்காக, குறிப்பாக எதிர்கால தொலைதொடர்பு நிறுவனங்களுக்கு முக்கிய பங்கைக் கொண்டிருக்கும், வெற்று மைய இழைகள், மாற்று பொருட்கள், மற்றும் சாத்தியமான PCF வடிவமைப்புகள் மற்றும் பயன்பாடுகளின் விரிவாக்கத்தை விரிவு படுத்துதல்.

மேற்கோள்:

1. P. St. J. Russell, "Designing Photonic Crystals," in Electron and Photon Confinement in Semiconductor Nanostructures, Amsterdam: IOS Press, pp. 79-103, 2003.
2. C.M. Bowden, J. P. Dowling, and H. O. Everitt, "Development and Applications of Materials -Exhibiting Photonic Band Gaps," Journal of the Optical Society of America B-Optical Physics, 10:280-413, 1993.
3. P. St. J. Russell, in NATO Advanced Study Institute of Confined Electrons and Holes, Erice, Sicily, 1993.
4. J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell, and D. M. Atkin, "Pure Silica Single-Mode Fiber with Flexagonal Photonic Crystal Cladding," in Conference on Optical Fiber Communications San Jose, California: Optical Society of America, 1996.
5. J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell, and D. M. Atkin, "All-Silica Single-Mode Optical Fiber with Photonic Crystal Cladding," Optics Letters, 21:1547-1549, Oct. 1996.
6. J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell, and D. M. Atkin, "All-Silica Single-Mode Optical Fiber with Photonic Crystal Cladding: Errata," Optics Letters, 22:484-485, Apr. 1997.
7. T. A. Birks, J. C. Knight, and P. St. J. Russell, "Endlessly Single-Mode Photonic Crystal Fiber," Optics Letters, 22:961--963, Jul. 1997.

8. J. C. Knight, T. A. Birks, R. F. Cregan, P. St. J. Russell, and J. P. de Sandro, "Large Mode Area Photonic Crystal Fibre," *Electronics Letters*, 34:1347-1348 Jun. 1998.
9. J. C. Knight, J. Arriaga, T. A. Birks, A. Ortigosa-Blanch, W. J. Wadsworth, and P. St. J. Russell, "Anomalous Dispersion in Photonic Crystal Fiber," *IEEE Photonics Technology Letters*, 12:807-809, Jul. 2000.
10. D. Mdgilevtsev, T. A. Birks, and P. St. J. Russell, "Group-Velocity Dispersion in Photonic Crystal Fibers," *Optics Letters*, 23:1662-1664, Nov. 1998.
11. R. F. Cregan, B. J. Managan, J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell, P. J. Roberts, and D. C. Allan, "Single Mode Photonic Bandgap Guidance in Air," *Science*, 285:1537-1539, Sep. 1999.
12. A. Ortigosa-Blanch, A. Diez, M. Delgad-Pinar, J. L. Curz and M. V. Andres, "Ultrahigh Birefringent Nonlinear Microstructured Fiber," *IEEE Photonic Technology Letters*, 16:1667-1669, July 2004.
13. B. J. Mangan, J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell, and A. H. Greenaway, "Experimental Study of Dual core Photonic Crystal Fibre," *Electronics Letters*, 36:1358-1359, Aug. 2000.
14. J. K. Ranka, R. S. Windeler, and A. J. Stentz, "Visible Continuum Generation in Air-silica Microstructure Optical Fibers with Anomalous Dispersion at 800 nm," *Optics Letters*, 25:25-27, 2000.
15. J.C.Knight, "Photonic Crystal fibers," *Nature*, vol. 424, pp. 847-851, Aug. 2003.
16. P.St.J.Russell, "Photonic Crystal Fibers," *Journal of Lightwave Technology*, 24:4729-4749, 2006.
17. P. St. J. Russell and R. Dettmer, "A neat idea [photonic crystal fibre]," *IEE Review*, vol. 47, pp. 19-23, Sept. 2001.
18. J.C. Knight, T.A. Birks, P. St. J. Russell, and D. M. Atkin, "Pure silica single-mode fibre with hexagonal photonic crystal cladding," in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 19.96*, San Jose, California, USA, Feb. 25 -Mar. 1, 1996.
19. P. St. J. Russell and Gerg J. Pearce, "Photonic crystal fibers" *Max-Planck Institute for the Science of Light*, Erlangen, Germany, 2010.
20. B. T. Kuhlmeiy, R. C. McPhedran, C. M. de Sterke, P. A. Robinson, G. Renversez, and D. Maystre, "Microstructured optical fibers: where's the edge?" *Optics Express*, vol. 10, pp. 1285-4290, Nov. 2002. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cmeURIr-OPEX 10-22-1285>.
21. R. E. Kristiansen, K. P. Hansen, 3.. Broeng, P... M. W. Sikovgaard, : M' D" Nielsen, A' Petersson, T. P. Hansen, B. Maegan, C. Jakobsen, and H. R. Simonsen, "Microstructured fibers and their applications," in *Proc. Reunion Espariola dc Optoelectrdnica OPTOE'L 2005*, Elche, Spain, July 13 15, 2005.
22. P. St. J. Russell, "Photonic crystal fibers," *Science*, vol. 299, pp. 358-362, Jan. 2003.

23. J. C. Knight, J. Broeng, T. A. Birks, and P. St. J. Russell, "Photonic band gap guidance in optical fibers," *Science*, vol. 282, pp. 1476-1478, Nov. 1998.
24. J. Legsgard and A. Bjarklev, "Microstructured optical fibers- fundamentals and applications," *Journal of the American Ceramic Society*, vol. 89, pp. 1-12, Jan. 2006.
25. V. V. R. K. Kumar, A. K. George, W. H. Reeves, I. C. Knight, P. St. J. Russell, P. G. Omenetto, and A. J. Taylor, "Extruded Soft Glass Photonic Crystal Fiber for Ultrabroad Supercontinuum Generation," *Optics Express*, 10:2520-155, Dec. 2002.
26. D. C. Allan, J. A. West, J. C. Fajardo, M. T. Gallagher, K. W. Koch, and N. F. Borrelli, "Photonic Crystal Fibers: Effective Index and Bandgap Guidance," in *Photonic Crystals and Light Localisation in the 1st Century*, C. M. Soukoulis (ed), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 305-320, 2001.
27. K. M. Kiang, K. Frampton, M. Monro, R. Moore, J. Tucknott, D. W. Hewak, D. J. Richardson, and H. N. Butt, "Extruded Single-Mode Non-Silica Glass Hole Optical Fibers," *Electronics Letters*, 38546647, 2002.
28. R. Bise and D. Js. Trevor, "Sol-Gel Derived Microstructured Fiber: Fabrication and Characterimtion," in *Conference an Optical Fiber Communication*, Anaheim, Paper OWL6 2005.
29. M. C. J. Large, A. Argyros, F. Cox, M. A. van Eijkelenborg, S. Ponrathnam, N. S. Pujari, I. M. Bassett, R. Lwin, and G. W. Barton, "Microstructured Polymer Optical Fibres: New Opportunities and Challenges," *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 446:219-231, 2006.
30. D. J. Richardson, F. Poletti, J.Y.Y. Leong, X. Feng, H. Ebendorff-Heidepreim, V. Finazzi, K. E. Frampton, S. Asimakis, R. C. Moore, J. C. Baggett, J. R. Hayes, M. N. Petrovich, M. L. Tse, R. Amezcua, J. H. V. Price, N. G. R. Broderick, P. Petropoulos, and T. M. Monro, "Advances in microstructured fiber technology," in *Proc. IEEE/LEOS Workshop on Fibers and Optical Passive components WFOPC 2005*, Palermo, Italy, June 22-24, 2005.
31. T. A. Birks, P. J. Roberts, P. St. J. Russell, D. M. Atkin, and T. I. Shepherd, "Full 2~D Photonic Band Gaps in Silica/Air Structures," *Electronics Letters*, 31:1941-1942, 1995.
32. T. P White. B. Kuhlmeier, R. C. McPhedran, D. Maystre, G. Renversez, C. M. De Sterke, and L. C. Botten, 'Mulumle Method for Microstructured Optical Fibers: I. Formulation.' *Journal of the Optical Society of America B-Optical Physics*. 19:2322-2330, 2002.
33. D. Mogilevtsev, T. A. Briks ,and P. St. J. Russell, "Localised Function Method for Modeling Defect Modes in 2-D Photonic Crystals," *Journal of Lightwave Technology*, 17:2078-2081, Nov. 1999.
34. T. A. Birk, D. M. Bird, T. D. Hedley, J. M. Pottage, and P. St. J. Russell, "Scaling Laws and Vector Effects in Bansgap-Guiding Fibres," *Optics Express*, 12:69-74, Ian. 2004.

35. A. Ferrando, E. Silvestre, J. J. Miret, P. Andres, and M. V. Andres, "Full-Vector Analysis of a Realistic Photonic Crystal Fiber," *Optics Letters*, 24:276-278, Mar. 1999.
36. R. D Meade, A. M. Rappe, K. D. Brommer, I. D. Ioannopoulos, and O. L. Alerhand, "Accurate Theoretical Analysis of Photonic Band-Gap Materials," *Physical Review B*, 48:8434-8437, 1993.
37. G. J. Pearce, T. D. Hedley, and D. M. Bird, "Adaptive Curvilinear Coordinates in a Plane-Wave Solution of Maxwell's Equations in Photonic Crystals," *Physical Review B*, 71:195 108, 2005.
38. T. M. Pottage, D. M. Bird, T. D. Hedley, T. A. Birks, J. C. Knight, P. St. J. Russell, and P. J. Roberts. "Robust Photonic Band Gaps for Hollow Core Guidance in PCF Made from High Index Glass," *Optics Express*. 11: "2854-28" . NOV. 2003.
39. T. M. Monro, D. J. Richardson, N. G. R. Broderick, and P. J. Bennett, "Holey Optical Fibers: An Efficient Modal Model." *Journal of Lightwave Technology*, 17:1093~1102, 1999.
40. V. Dangui, M. J. F. Digonnet, and G. S. Kino, "A Fast and Accurate Numerical Tool to Model the Modal Properties of Photonic-Bandgap Fibers," *Optics Express*, 14:2979-2993, Apr. 2006.
41. C. Mias, J. P. Webb, and R. L. Ferrar, "Finite Element Modelling of Electromagnetic Waves in Doubly and Triply Periodic Structures," *IEE Proceedings-Optoelectronics*, 146:111-118, 1999.
42. D. G. Ouzounov, F. R. Ahmad, D. Miiller, N. Venkataraman, M. T. Gallagher, M. G. Thomas, J. Silcox, K. W. Koch, and A. L. Gaeta, "Generation of megawatt optical solitons in hollow-core photonic bandgap fibers," *Science*, vol. 301, pp. 1702-1704, Sept. 2003.
43. C. J. S. de Matos, J. R. Taylor, T. P. Hansen, K. P. Hansen, and J. Broeng, "All-fiber chirped pulse amplification using highly-dispersive air-core photonic bandgap fiber," *Optics Express*, vol. 11, pp. 2832-2837, Nov. 2003. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX~1L22~2832>.
44. J. Limpert, T. Schreiber, S. Nolte, H. Zellmer, and A. Tiinnermann, "All fiber chirped-pulse amplification system based on compression in airguiding photonic bandgap fiber," *Optics Express*, vol. 11, pp. 3332-3337, Dec. 2003. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX~11-24-3332>
45. C. J. S. de Matos and J. R. Taylor, "Chirped pulse Raman amplification with compression in air-core photonic bandgap fiber," *Optics Express*, vol. 13, pp.2828-2834, Apr. 2005. Available at:<http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX~13-8~2828> .
46. K. Kurokawa, K. Tajima, K. Tsujikawa, and K. Nakajima, "Reducing the losses in photonic crystal fibres," in *Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2005*, Glasgow, Scotland, Sept. 25–29, 2005.
47. P. J. Bennett, T. M. Monro, and D. J. Richardson, "Toward practical holey fiber

- technology: fabrication, splicing, modeling, and characterization,” *Optics Letters*, vol. 24, pp. 1203–1205, Sept. 1999.
48. K. Tajima, K. Nakajima, K. Kurokawa, N. Yoshizawa, and M. Ohashi, “Low-loss photonic crystal fibers,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2002*, Anaheim, California, USA, Mar. 17–22, 2002, pp. 523–524.
 49. L. Farr, J. C. Knight, B. J. Mangan, and P. J. Roberts, “Low loss photonic crystal fiber,” in *Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2002*, Copenhagen, Denmark, Sept. 8–12, 2002, paper PD1.3.
 50. K. Tajima, J. Zhou, K. Nakajima, and K. Sato, “Ultra low loss and long length photonic crystal fiber,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2003*, Atlanta, Georgia, USA, Mar. 23–28, 2003, pp. PD1–1–PD1–3.
 51. K. Tajima, J. Zhou, K. Kurokawa, and K. Nakajima, “Low water peak photonic crystal fibers,” in *Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2003*, Rimini, Italy, Sept. 21–25, 2003, paper Th4.1.6.
 52. K. Kurokawa, K. Tajima, J. Zhou, K. Nakajima, T. Matsui, and L. Sankawa, “Penalty-free dispersion-managed soliton transmission over 100km low loss PCF,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2005*, Anaheim, California, USA, Mar. 6–11, 2005.
 53. P. J. Roberts, F. Couny, H. Sabert, B. J. Mangan, D. Williams, L. Farr, M. Mason, A. Tomlinson, T. A. Birks, J. C. Knight, and P. St. J. Russell, “Ultimate low loss of hollow-core photonic crystal fibres,” *Optics Express*, vol. 13, pp. 236–244, Jan. 2005. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-13-1-236>
 54. B. J. Mangan, L. Farr, A. Langford, P. J. Roberts, D. P. Williams, F. Couny, M. Lawman, M. Mason, S. Coupland, R. Flea, H. Sabert, T. A. Birks, J. C. Knight, and P. St. J. Russell, “Low loss (1.7dB/km) hollow core photonic bandgap fiber,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2004*, Anaheim, California, USA, Feb. 23–27, 2004, paper PDP24.
 55. J. C. Knight, “Optical fibres using microstructured optical materials,” in *Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2005*, Glasgow, Scotland, Sept. 25–29, 2005, paper We3.1.
 56. T. A. Birks, “Reducing losses in photonic crystal fibres,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2006*, Anaheim, California, USA, Mar. 5–10, 2006.
 57. R. Amezcua-Correa, N. G. Broderick, M. N. Petrovich, F. Poletti, and D. J. Richardson, “Optimizing the usable bandwidth and loss through core design in realistic hollow-core photonic bandgap fibers,” *Optics Express*, vol. 14, pp. 7974–7985, Aug. 2006. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-14-17-7974>
 58. J. A. West, C. M. Smith, N. F. Borrelli, D. C. Allan, and K. W. Koch, “Surface modes in air-core photonic band-gap fibers,” *Optics Express*, vol. 12, pp. 1485–1496, Apr. 2004. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-12-8-1485>
 59. M. J. F. Digonnet, H. K. Kim, J. Shin, S. Fan, and G. S. Kino, “Simple geometric

criterion to predict the existence of surface modes in air-core photonic-bandgap fibers,” *Optics Express*, vol. 12, pp. 1864–1872, May 2004. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-12-9-1864>

60. D. Ferrarini, L. Vincetti, M. Zoboli, A. Cucinotta, and S. Selleri, “Leakage properties of photonic crystal fibers,” *Optics Express*, vol. 10, pp. 1314–1319, Nov. 2002. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX-10-23-1314>
61. L. Vincetti, D. Ferrarini, M. Zoboli, A. Cucinotta, F. Poli, and S. Selleri, “Leakage losses in photonic band gap fibers,” in *Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2003*, Rimini, Italy, Sept. 21–25, 2003.
62. T. P. White, R. C. McPhedran, C. M. de Sterke, L. C. Botten, and M. J. Steel, “Confinement losses in microstructured optical fibers,” *Optics Letters*, vol. 26, pp. 1660–1662, Nov. 2001.
63. V. Finazzi, T. M. Monro, and D. J. Richardson, “Confinement loss in highly nonlinear holey optical fibres,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2002*, Anaheim, California, USA, Mar. 17–22, 2002, paper ThS4.
64. D. Ferrarini, L. Vincetti, M. Zoboli, A. Cucinotta, F. Poli, and S. Selleri, “Leakage Losses in Photonic Crystal Fibers,” in *Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2003*, Atlanta, Georgia, USA, Mar. 23–28, 2003, paper FI5.
65. K. Saitoh and M. Koshiba, “Confinement Losses in air-guiding photonic bandgap fibers,” *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 15, pp. 236–238, Feb. 2003.
66. J. C. Baggett, T. M. Monro, K. Furusawa, and D. J. Richardson, “Comparative study of large-mode holey and conventional fibers,” *Optics Letters*, vol. 26, pp. 1045–1047, July 2001.
67. T. Sørensen, J. Broeng, A. Bjarklev, E. Knudsen, and S. E. B. Libori, “Macro-bending loss properties of photonic crystal fibre,” *Electronics Letters*, vol. 37, pp. 287–289, Mar. 2001.
68. N. A. Mortensen and J. R. Folkenberg, “Low-loss criterion and effective area considerations for photonic crystal fibers,” *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics*, vol. 5, pp. 163–167, May 2003.
69. J. C. Knight, T. A. Birks, R. F. Cregan, P. St. J. Russell, and J. P. de Sandro, “Large mode area photonic crystal fibre,” *Electronics Letters*, vol. 34, pp. 1347–1348, June 1998.
70. T. M. Monro, J. C. Baggett, K. Furusawa, and D. J. Richardson, “Comparative Study of Bend Loss in Large Mode Holey and Conventional Fibres,” in *Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2001*, Baltimore, USA, May 6–11, 2001, p. 259.
71. J. C. Baggett, T. M. Monro, K. Furusawa, and D. J. Richardson, “Distinguishing transition and pure bend losses in holey fibers,” in *Proc. Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO 2002*, Long Beach, USA, May 19–24, 2002, p. 49.
72. J. C. Baggett, T. M. Monro, K. Furusawa, V. Finazzi, and D. J. Richardson, “Understanding bending loss in holey optical fibers,” *Optics Communications*, vol. 227, pp. 317–335, Nov. 2003.

73. K. Miyake, M. Hachiwaka, T. Kinoshita, S. Yamaguchi, H. Kubota, and S. Kawanishi, "Bend resistant photonic crystal fiber compatible with conventional single mode fiber," in Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2004, Stockholm, Sweden, Sept. 5–9, 2004.
74. M. D. Nielsen, J. R. Folkenberg, N. A. Mortensen, and A. Bjarklev, "Bandwidth comparison of photonic crystal fibers and conventional single-mode fibers," Optics Express, vol. 12, pp. 430–435, Feb. 2004. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-123-430>
75. N. A. Mortensen, M. D. Nielsen, J. R. Folkenberg, A. Petersson, and H. Simonsen, "Improved large-mode-area endlessly single-mode photonic crystal fibers," Optics Letters, vol. 28, pp. 393–395, Mar. 2003.
76. J. C. Baggett, T. M. Monro, J. R. Hayes, V. Finazzi, and D. J. Richardson, "Improving bending losses in holey fibers," in Proc. Optical Fiber Communications Conference OFC 2005, Anaheim, California, USA, Mar. 6–11, 2005, paper OWL4.
77. M. D. Nielsen, N. A. Mortensen, M. Albertsen, J. R. Folkenberg, A. Bjarklev, and D. Bonacinni, "Predicting macrobending loss for largemode area photonic crystal fibers," Optics Express, vol. 12, pp. 1775– 1779, Apr. 2004. Available at: <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=oe-12-8-1775>
78. T. Sørensen, J. Broeng, A. Bjarklev, T. P. Hansen, E. Knudsen, S. E. B. Libori, H. R. Simonsen, and J. R. Jensen, "Spectral macro-bending loss considerations for photonic crystal fibres," IEEE Proceedings Optoelectronics, vol. 149, pp. 206–210, Oct./Dec. 2002.
79. T. P. Hansen, J. Broeng, and A. Bjarklev, "Macrobending loss in air-guiding photonic crystal fibres," in Proc. European Conference on Optical Communication ECOC 2003, Rimini, Italy, Sept. 21–25, 2003.
80. E. Knudsen, A. Bjarklev, J. Broeng, and S. E. Barkou, "Macro-bending loss estimation for air-guiding photonic crystal fibre," in Proc. Optical Fibre Sensors Conference OFS-14, Venice, Italy, Oct. 11–13, 2000.
81. T. P. Hansen, J. Broeng, C. Jakobsen, G. Vienne, H. R. Simonsen, M. D. Nielsen, P. M. W. Skovgaard, J. R. Folkenberg, and A. Bjarklev, "Air-guiding photonic bandgap fibers: spectral properties, macrobending loss, and practical handling," IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, vol. 22, pp. 11–15, Jan. 2004.
82. A. Bjarklev, "Photonic crystal fibers: fundamentals to emerging application," in Proc. Conference on Lasers and Electro- Optics CLEO 2005, Baltimore, USA, May 22-27, 2005, p. 213.
83. J. Legsgard and A. Bjarklev, "Microstructured optical fibers- fundamentals and applications," Journal of the American Ceramic Society, vol. 89, pp. 1-12, Jan. 2006.

அறிவியல் கலைச்சொற்கள்

பொ. ஜெகதீஸ்வரன், வி. நடராசன்

ராஜலக்ஷ்மி தொழில்நுட்பக் கல்லூரி

arc lamp	வில்விளக்கு
arc spectrum	வில்நிறமாலை, மின்வில்நிறமாலை
archimedes spiral	ஆர்க்கிமெடீஸ்குருள்
area light	தளவிளக்கு
areal expansion	பரப்புவிவ
areal velocity	தளத்திசைவேகம், காற்றில்நிசைவேகம்
ariel	ஏயல்
armature	ஆர்மெச்சூர்
arons and chonsmethod	ஆரன் காண்முறை
arrhenius theory	ஆனியஸ்கொள்கை
arrow of time	காலக்கணை
artificial	செயற்கையான
artificial disinetegration	செயற்கைச்சிதைவு
artificial radioactivity	செயற்கைக்கதியக்கம்
astatic galvanometer	அஸ்ட்டாடிக்கால்வனோமீட்டர்
asteroids	நுண்கோள், சிறுகோள், அஸ்டிராய்டுகள்
astigmatism	ஒருதளப்பார்வை
astrology	சோதிடம்
astronomer	வானியல்வல்லுநர்
astronomical telescope	வானியல்தொலைநோக்கி
astronomy	வானியல்
astrophysics	வானியற்பியல்
atmospheric electricity	வளிமின்சாரம்
atmospheric physics	வளிமண்டலஇயற்பியல்
atmospheric pressure	வளிமண்டல அழுத்தம்

atmospherics	வளிமண்டலமின்குழப்பங்கள்
atom	அணு
atomic battery	அணுமின்கல அடுக்கு
atomic clock	அணுக்கடிகாரம்
atomic energy	அணு ஆற்றல்
atomic heat	அணுவெப்பம்
atomic mass unit	அணுப்பொருண்மை அலகு
atomic model	அணுமாதியமைப்பு
atomic number	அணுஎண்
atomic orbital	அணுவகச்சுற்றுப்பாதை
atomic oscillation	அணு அலைவு
atomic pile	அணுஉலை
atomic plant	அணுவாற்றல்கேந்திரம்
atomic polarizability	அணுமுனைவாகுதன்மை
atomic power station	அணுமின்நிலையம்
atomic radiation	அணுக்கதிர்வீச்சு
atomic spectrum	அணுநிறமாலை
atomic structure	அணு அமைப்பு
atomic submarine	அணுநீர்மூழ்கிக்கப்பல்
atomic transition	அணுநிலைமாற்றம்
atomic weight	அணு (எடை) நிறை
attenuation	அலைக்குறைப்பு
attenuator	அலைக்குறைப்பி
attracteddisc electrometer	கவர்வட்டுஎலெக்ட்ரோமீட்டர்
attraction	கவர்ச்சி
attractive force	கவர்ச்சிவிசை
atwoods machine	அட்வூட் பொறி
audibility	கேள்திறன்
audibility range	கேள்திறன்நெடுக்கம்
audio	செவியுறு (கேள்)
audiofrequency	செவியுறு அதிர்வெண்

INDIAN SCIENCE AND TECHNOLOGY ASSOCIATION



Elavenil
(Regd.110/2015)

163/69, Secretariat colony, Kilpauk, Chennai-600 010, India
Email: elavenil.org@gmail.com, istaindia18@gmail.com
Mobile: 08939316518



Application Number		Membership Number		Admission date	
--------------------	--	-------------------	--	----------------	--

Membership Application

Name -----Sex-----

Designation -----

Institution -----

Date of Birth ----- Age----- Qualification-----

Mailing Address-----

----- District -----

State _____ Country _____ Pincode _____

Mobile No -----Email -----

Type of Membership

Life time (2000) ----- Annual (500) ----- Student (200) -----

Date

Signature

Printed and Published by **M.Srinivasan** on behalf of **ELAVENIL ORGANIZATION** and printed at **J.M. Process**, No.29, V.N.Doss Road, Border Thottam, Mount Road, Chennai-600 002 and published at 163/69, Secretariat Colony, 8th Street, Kilpauk, Chennai-10. Editor : **M. SRINIVASAN**