

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔԸ

Լուսինե Սկրտչի Ծառուկյանի Ա.04.21 – «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների զենեքացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսեյան փնջի միջոցով» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ

Լ.Մ. Ծառուկյանի ատենախոսությունը նվիրված է ֆոտոռեֆրակտիվ լիթիումի նիոբատի (LN) բյուրեղում նոր ոչ գծային օպտիկական պրոցեսների ուսումնասիրությանը և նրանց կիրառություններին և բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացությունից, գրականության ու հապավումների ցանկերից: Վերջերս հրապարակված ծավալուն գիտական աշխատանքում՝ Di Zhu et al. (ընդհանուր 15 համահեղինակ), որը տպագրվել է հեղինակավոր ամսագրում՝ Advances in Optics and Photonics V. 13, No. 2, 2021, ընդգծվում է, որ լիթիումի նիոբատի բյուրեղը բազում կիրառություններ ունեցող հարուստ հատկություններով նյութ է և այս բյուրեղի ավելի քան 20 կիրառություններ է բերված գիտության մեջ և տեխնիկայում: Հետևաբար ատենախոսության արդիականությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսության Ներածությունում ձևակերպված է թեմայի արդիականությունը, աշխատանքի նպատակները, խնդիրները, գիտական նորոյթն ու կիրառական նշանակությունը, ինչպես նաև պաշտպանության հիմնական դրույթները: Ատենախոսության բոլոր գլուխներում՝ համապատասխանաբար 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 բաժիններում, բերված են թեմային առնչվող հայտնի աշխատանքների մանրակրկիտ ակնարկներ:

Առաջին գլխում, որը կոչվում է «Մեկ գաուսյան փնջի մոտեցումն օպտիկական հոլոգրաֆիայում», ցույց է տրվել, որ 632.8 նմ ալիքի երկարությամբ և միլիվատային հզորությամբ մեկ գաուսյան փնջի տարածումը երկաթով լեզիրված ֆոտոռեֆրակտիվ LN (LN:Fe) բյուրեղում առաջացնում է 2D միկրոմետրական չափսերի կանոնավոր օպտիկական պատկերների ձևավորումը և միաժամանակ այդ բյուրեղում ռեֆրակտիվ կառուցվածքի գրառումը: 1.2, 1.3 բաժիններում բերված են LN հատկությունները և նրանում հոլոգրաֆիական ցանցերի գրառման ֆիզիկական մեխանիզմները, փորձում օգտագործված փորձարարական սխեման և տեխնիկան, այնուհետև 1.4 և 1.5 բաժիններում համապատասխանաբար բերված են ստացված արդյունքները և ֆիզիկական բացատրությունները, ինչպես նաև մանրակրկիտ կատարված թվային հաշվարկները, որոնք լավ համընկնում են փորձով ստացված արդյունքների հետ:

Երկրորդ գլխում, որը հանդիսանում է առաջին գլխի տրամաբանական շարունակությունը և կոչվում է «Գաուսյան փնջի միջոցով կորագիծ հետագծով տարածական սոլիտոնի ձևավորումը լիթիումի նիոբատի բյուրեղում», դիտվել է պիրոէլեկտրական էֆեկտի օժանդակությամբ դեկավարվող

կորագիծ հետագծով օպտիկական սոլիտոնի գեներացումը ֆոտոռեֆրակտիվ LN:Fe բյուրեղում: 2.2, 2.3 բաժիններում բերված են փորձում օգտագործված փորձարարական սխեման ու տեխնիկան, ինչպես նաև փորձի իրականացման մոտիվացիան, այնուհետև 2.4 – 2.6 բաժիններում համապատասխանաբար բերված են ստացված արդյունքները և ֆիզիկական բացատրությունները, ինչպես նաև կատարված մանրակրկիտ թվային հաշվարկները, որոնք լավ համընկնում են փորձով ստացված արդյունքների հետ:

Երրորդ գլխում՝ «Արտաքին մագնիսական դաշտում ֆոտոռեֆրակտիվ LiNbO₃:Fe բյուրեղում հոլոգրաֆիական ցանցերի չքայքայող թեստավորման եղանակը և նրա պոլյարոնային մոդելը», մշակվել և ուսումնասիրվել է արտաքին մագնիսական դաշտում գտնվող ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղներում ֆոտոնիկ կառուցվածքների չքայքայող օպտիկական թեստավորման նոր եղանակ: Ցույց է տրվել, որ մագնիսական դաշտի առկայությամբ ֆոտոնիկ կառուցվածքների օպտիկական թեստավորումն էապես նվազեցնում է նրա ջնջումը, որը բացատրվում է մագնիսադիմադրության երևույթի հիման վրա: 3.2 - 3.4 բաժիններում բերված են փորձարարական սխեման ու տեխնիկան, ստացված արդյունքները, ինչպես նաև քննարկված են ֆիզիկական բացատրությունները:

Չորրորդ գլխում՝ «Բեսելյան փնջի մոտեցումը երկաթով լեզիրված լիթիումի նիոբատի բյուրեղում միկո- և նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերման համար», ներկայացվում է չտարամիտվող բեսելյան փնջի տեխնիկայի նոր առաջարկը և կիրառումը ֆոտովոլտայիկ լավիտների մշակման համար: Բարձր կոնտրաստով 2D ֆոտովոլտայիկ դաշտը, որն առաջանում է LN:Fe բյուրեղի մակերևույթի վրա օպտիկական բեսելյան փնջի ազդեցությամբ, ապահովում է դիէլեկտրիկ CaCO₃ միկրոմասնիկների և զլիցերինում դիսպերսված Ag նանոմասնիկների արդյունավետ գերումը՝ բեսելյան ցանցի համակենտրոն օղակների երկայնքով: 4.2 և 4.3 բաժիններում բերված են բեսելյան տեխնիկայի մոտեցումը ֆոտովոլտայիկ թվիզերներում, ֆիզիկական մոդելը և տեսական հենքը: 4.4 բաժնում ներկայացված են փորձի իրականացման մեթոդոլոգիան և փորձարարական սխեման, իսկ 4.5 բաժնում բերված են ստացված արդյունքները և նրանց լիարժեք քննարկումները:

Ստացված արդյունքներն ունեն ընդգծված կիրառական նշանակություններ, ինչպիսիք են՝

1. Օպտիկական հոլոգրաֆիայում մեկ լազերային փնջի նոր մոտեցումը կիրառությունների նոր պոտենցիալ հնարավորություններ է ստեղծում՝ ֆոտոռեֆրակտիվ նյութերում ֆոտոնիկ կառուցվածքների ձևավորման և կոմպակտ ֆոտոնիկ սարքերի մշակման համար: LN:Fe բյուրեղում պիրոէլեկտրական դաշտով ղեկավարվող կորագիծ հետագծով տարածական օպտիկական սոլիտոնները ձևավորում են երկար կյանքի տևողությամբ ալիքատարեր, որոնք հեռանկարային են օպտիկական ինֆորմացիայի հասցեագրված փոխանցման համար:

2. Մագնիսական դաշտի ազդեցությամբ հոլոգրամների չքայքայող թեստավորման նոր եղանակի մշակումը խոստումնալից է ֆոտոնային սարքերում կիրառությունների համար և ունի հեշտությամբ իրագործվելու առավելություն:

3. Բեսելյան փնջերի և LN:Fe բյուրեղի կիրառմամբ ֆոտովոլտայիկ լավիտների նախագծումը խոստումնալից են lab-on-a-chip սարքերի մշակման և իրական ժամանակում տարբեր միկրո- և նանոօբյեկտների գերման և ղեկավարման համար, որոնք լայն հեռանկարներ ունեն ֆոտոնիկայի, ինտեգրված օպտիկայի և կենսատեխնոլոգիայի ոլորտներում:

Աշխատանքի հիմնական դրույթները և արդյունքները հրատարակված են միջազգային գրախոսվող հեղինակավոր ամսագրերի 5 հոդվածներում, SPIE proceedings-ների 3 հոդվածներում, OSA Technical Digest-ի 1 հոդվածում և միջազգային գիտաժողովների ժողովածուների 4 թեզիսներում: Հեղինակն ունի առանց համահեղինակների մեկ հրատարակված գիտական հոդված Journal of Contemporary Physics (NAS RA) ամսագրում: Նշված գրախոսվող արտասահմանյան ամսագրերը ունեն բարձր ազդեցության գիրծակիցներ՝ 2-3.5 ինչը խոսում է տպագրված հոդվածների բարձր գիտական մակարդակի մասին: Լ. Շառուկյանի հրապարակումների վրա կա 11 հղում (<https://scholar.google.com/>): Ատենախոսությունը գրված է լավ անգլերեն լեզվով: Նշեմ լուսանկարների շատ բարձր որակը, որոնք ցույց են տալիս փորձարարական արդյունքները: Աշխատանքը գրված է շատ կոկիկ, և ես նկատել եմ ընդամենը 2 տառասխալ՝ սեղմագրում, էջ 20, ռուսերեն «основнополагающая» գրվում է «основополагающая», էջ 6՝ «միկրոմոտրական» գրվում է «միկրոմետրական»: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը, և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները: Ատենախոսության մեջ նշված գրականության ցանկում կան բազմաթիվ հղումներ 2010 թվականից հետո տպագրված աշխատանքների վրա. այսինքն՝ հեղինակը քաջատեղյակ է այս ոլորտում վերջին աշխատանքներին:

Ատենախոսության մեջ տեղ գտած գիտական և կիրառական արժեքների հետ միասին առկա են նաև որոշ թերություններ.

1. Քանի որ ատենախոսությունը գրված է լավ անգլերենով և պարունակում է կարևոր գիտական արդյունքներ, անհրաժեշտ է այն տեղադրել համացանցում ընթերցողների լայն շրջանակի համար: Քանի որ համացանցում հոդվածները որոնվում են հիմնաբառերով (Key-words), ճիշտ կլիներ թեզի վերնագրում նշել «լիթումի նիոբատի բյուրեղը»:

2. Աշխատանքում օգտագործվել է He-Ne լազեր (ապրանքանիշը նշված է՝ Thorlabs HP-100, սակայն ինտերնետում ես չգտա), որը կարող է ունենալ ճառագայթման տարբեր սպեկտրալ լայնություններ: Քանի որ որոշ օպտիկական երեւույթների համար, բացի հզորությունից կամ ճառագայթման

ինտենսիվությունից, կարող է կարևոր լինել ճառագայթման սպեկտրալ խտությունը, ցանկալի էր նշել լազերային ճառագայթման սպեկտրալ լայնությունը (սա սխալ չէ, այլ խորհուրդ):

3. Քանի որ գիտական գրականության մեջ կան հրապարակումներ, որտեղ օգտագործում են միկրոմետրական հաստության լիթումի նիոբատի թիթեղներ, հետևաբար, ցանկալի կլիներ, որ 1-ին գլխում նշվեր, թե ինչքան կարող է նվազել LN:Fe բյուրեղի հաստությունը, որպեսզի դեռ դիտարկվեն 1-ին գլխում նկարագրված էֆեկտները: Սա կարող է նաև կարևոր լինել lab-on-a-chip սարքերի մշակման համար:

Հասկանալի է, որ հաստության նվազումով նվազում է բյուրեղի կլանումը, որն անհրաժեշտ է դիտարկված էֆեկտների համար: Սակայն, հնարավոր է հայելիներ նստեցնել բյուրեղի մակերևույթի վրա և դրանով իսկ մեծացնել փոխազդեցության երկարությունը: Սա կարող է օգտագործվել նաև 2-րդ գլխում ստացված արդյունքների համար:

4. Լ. Ծառուկյանի ատենախոսությունում ստացված է հետևյալ շատ կարևոր արդյունքը՝ « Առաջարկվել և իրականացվել է չտարամիտող բեսելյան փնջի մոտեցումը ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղի մակերևույթի վրա միկրո- և նանոօբյեկտների արդյունավետ ֆոտովոլտայիկ գերման և դեկավարման համար »:

Օգտակար կլիներ նշել դիէլեկտրոֆորետիկ ուժերի մեծությունը բյուրեղի մակերևույթի վրա, որոնք բերում են միկրո- և նանոմասնիկների գերմանը:

Նշված թերությունները, սակայն, չեն նվազեցնում ատենախոսության արժեքը: Կատարված են փորձարարական արժեքավոր հետազոտություններ և թվային հաշվարկներ, ինչպես նաև տրված են լիարժեք ֆիզիկական բացատրություններ ստացված արդյունքների համար: Ստացված արդյունքները նոր են և մեծ նշանակություն ունեն օպտիկական հոլոգրաֆիայի մշակման և զարգացման, օպտիկական ինֆորմացիայի հասցեագրված փոխանցման, ֆոտոնիկայի, ինտեգրված օպտիկայի և կենսատեխնոլոգիայի ոլորտներում կիրառությունների համար:

Համոզված եմ, որ Լ. Մ. Ծառուկյանի «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների գեներացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսելյան փնջի միջոցով» թեմայով ատենախոսությունը լիովին բավարարում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող բոլոր պահանջներին, իսկ ատենախոսության հեղինակն անկասկած արժանի է Ա.04.21 – «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզ.-մաթ. գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանին:

Ֆիզ.-մաթ. գիտությունների դոկտոր՝  Դ. Ն. Մարգսյան

Դ. Ն. Մարգսյանի ստորագրությունը հաստատում եմ,

ՀՀ ԳԱԱ ՖՀԻ գիտական քարտուղար, ֆ.մ.գ.թ.՝  Գ. Ա. Մանուկյան

29 Հոկտեմբերի 2021թ.

