ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ
ԿԱՐԾԻՔ

Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ Արթուր Վալերիի Աղաբեկյանի տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացրած «Սև սիլիցիումի ստացումը և ֆունկցիոնալ հատկությունները» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ

<u>Թեմայի արդիականությունը.</u>

Սև սիլիցիումը միկրո և նանոէլեկտրոնիկայում օգտագործվող հեռանկարային նյութերից է, հատկապես օպտոէլեկտրոնային սարքերում կիրառելու տեսակետից: Այն ձևավորվում է բյուրեղային սիլիցիումի մերձմակերևութային տիրույթում և կազմված է պատահականորեն տեղաբաշխված բարակ նանոասեղներից: Ներկայումս մշակվել են սև սիլիցիումի ստացման մի շարք տեխնոլոգիական մեթոդներ՝ լազերային խածատումը, մետաղների օժանդակությամբ քիմիական խածատումը և ռեակտիվ իոնային խածատումը: Առավել տարածված է հատկապես վերջինս, որի առավելություններից են ինքնադիմակավորումը, կառավարման հնարավորությունը և «չոր» բնույթը:

Սև սիլիցիումն օժտված է յուրահատուկ կառուցվածքային և օպտիկական հատկություններով. այն ունի մակերևութային մեծ մակերես, բարձր լուսազգայնություն, փոքր անդրադարձման գործակից և գրեթե ամբողջությամբ կլանում է լույսը: Այս հատկությունների շնորհիվ էլ սև սիլիցիումը հիմնականում կիրառվում է միանցումային արևային էլեմենտներում՝ փոխարինելով ներկայումս լայնորեն կիրառվող միկրոչափսային բուրգաձև հակաանդրադարձնող շերտերին:

Չնայած սև սիլիցիումի ակնառու առավելություններին, այս նյութի ստացման և արևային էլեմենտներում կիրառման տեսակետից առկա են լուծում պահանջող որոշակի խնդիրներ և տեխնոլոգիական դժվարություններ: Առաջին հերթին դա վերաբերվում է սև սիլիցիումի օպտիկական հատկությունների զգալի վատթարացմանը

բարձր ջերմաստիճանային մշակումների արդյունքում: Բացի այդ, դեռևս լուծված չէ սև սիլիցիումի արդյունավետ պասիվացման խնդիրը դիէլեկտրիկ բարակ թաղանթներով: Եվ վերջապես, լիարժեք չեն օգտագործվում արևային էլեմենտների ՕԳԳ-ի բարձրացմանը նպաստող սև սիլիցիումի ֆունկցիոնալ հնարավորությունները: Այդ տեսակետից, ատենախոսության թեման արդիական է, քանի որ միտված է նշված խնդիրների լուծմանը:

Ատենախոսությունը կառուցվածքը.

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից և հիմնական եզրակացությունից: Հիմնական տեքստի ծավալը 122 էջ է, ներառյալ 141 անուն աղբյուրից բաղկացած գրականության ցանկը:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված է հետազոտության նպատակը, ներկայացված են ատենախոսության գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը և պաշտպանության դրվող հիմնական գիտական դրույթները:

Առաջին գլխում հիմնավորվում են միկրոկառուցվածքային սիլիցիումից դեպի նանոկառուցվածքային ձևերին (մասնավորապես՝ ծակոտկեն և սև սիլիցիում) անցման նպատակահարմարությունն ու հեռանկարները: Այնուհետև վերլուծվել են սև սիլիցիումի ստացման և հատկությունների հետ կապված խնդիրները, մատնանշվել սահմանափակումները և լուծման հնարավոր ուղիները: Հատուկ կարևորություն է տրվել այդ խնդիրներին նվիրված համալիր տեսական գնահատումներին և փորձարարական ուսումնասիրություններին: Ներկայացված են սև սիլիցիումի ֆունկցիոնալ հնարավորությունները և կիրառման ոլորտները, մասնավորապես, որպես արևային էլեմենտների հակաանդրադարձնող ճակատային շերտ: Դիտարկվել են արևային էլեմենտների ՕԳԳ-ի բարձրացման համար լուծման կարիք ունեցող խնդիրները:

Երկրորդ գլխում հեղինակի կողմից հակիրճ նկարագրված են կիրառված հետազոտության նմուշները և մեթոդները: Այնուհետև շարադրված են սև սիլիցիումի

կառուցվածքային և օպտիկական հատկությունների փորձարարական ուսումնասիրության արդյունքները՝ կախված ռեակտիվ իոնային խածատման ռեժիմներից, նանոասեղների երկրաչափությունից և բարձր ջերմաստիճանային մշակումներից: Ներկայացված են FDTD մոդելավորմամբ ստացված սև սիլիցիումի օպտիկական հատկությունների առանձնահատկությունները: Այս ուսումնասիրությունների հիման վրա հստակեցվել են սև սիլիցիումի օպտիմալ պարամետրերը և դրանց ապահովման տեխնոլոգիական ռեժիմները:

Երրորդ գլխում համակողմանի հետազոտվել են բարակ թաղանթ/սև սիլիցիում հիբրիդային կառուցվածքների ֆունկցիոնալ հատկությունները: Դիտարկվել են ատոմաշերտային և զոլ-գել նստեցման մեթոդներով ստացված տարբեր բարակ թաղանթներ: Հատուկ ուշադրության արժանացել են հաֆնիումի օքսիդի թաղանթները՝ ուսումնասիրվելով դրանց պասիվացնող և հակաանդրադարձնող հատկությունները: Բերված են տիտանի երկօքսիդ/b-Si հետերոկառուցվածքի էլեկտրական և ֆոտոզգայուն պարամետրերի չափման արդյունքները:

Չորրորդ գլխում նկարագրված են արևային էլեմենտներում սև սիլիցիումի կիրառման ֆունկցիոնալ հնարավորություններն ընդլայնող մշակված տեխնոլոգիական և կառուցվածքային լուծումները. արևային որակի սիլիցիումային հարթակի կառուցվածքային արատների և խառնուրդների հետերացման մեթոդը, միանցումային արևային էլեմենտների պատրաստման տեխնոլոգիական երթուղին, տանդեմային արևային էլեմենտների կառուցվածքը և պատրաստման տեխնոլոգիան: Ներկայացված են պատրաստված հսկիչ և թեստային արևային էլեմենտների ֆոտոէլեկտրական բնութագրերի ստուգաբանական ու համեմատական փորձարկումների արդյունքները: Ձևակերպվել են գործնական առաջարկություններ՝ մշակված մեթոդներն արտադրությունում ներդրման համար:

<u>Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորման աստիճանը.</u>

Ատենախոսությունում ստացվել են հետևյալ **կարևոր արդյունքները.**

Հետազոտվել են սև սիլիցիումի հատկությունների կախվածությունները ռեակտիվ իոնային խածատման ռեժիմներից և նանոասեղների երկրաչափական պարամետրերից:

1. Ուսումնասիրվել է բարձր ջերմաստիճանային մշակումների ազդեցությունը սև սիլիցիումի կառուցվածքային և օպտիկական հատկությունների վրա:

2. Հետազոտվել են սև սիլիցիում/բարակ թաղանթ հիբրիդային կառուցվածքների հատկությունները և ֆունկցիոնալ հնարավորությունները:

3. Առաջարկվել և փորձարկվել է սիլիցիումային հարթակի կառուցվածքային արատների և մետաղական խառնուրդների արտաքին հետերացման մեթոդ:

4. Մշակվել է միանցումային սիլիցիումային արևային էլէմենտների պատրաստման նոր տեխնոլոգիական երթուղի:

5. Առաջարկվել է պերովսկիտ-սև սիլիցիում-սիլիցիում տանդեմային արևային էլեմենտների կառուցվածք և մշակվել է դրա պատրաստման տեխնոլոգիա:

6. Պատրաստվել և ուսումնասիրվել են միանցումային ու տանդեմային արևային էլեմենտների ֆոտոէլեկտրական բնութագրերը:

Ատենախոսության գիտական դրույթների հավաստիությունը հաստատված է մոդելավորման և փորձնական հետազոտությունների արդյունքների բավարար համադրմամբ և պատրաստված նմուշների փորձարկման արդյունքներով:

<u>Հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների կարևորությունը գիտության և համար</u> պայմանավորված է հետևյալով.

1. Սև սիլիցիում-բարակ թաղանթ կառուցվածքների հատկությունները նպաստում են օպտոէլեկտրոնային տարբեր սարքերի (արևային էլեմենտ, ֆոտոդիոդ, ֆոտոզգայուն տվիչ) ֆունկցիոնալ հնարավորությունների ընդլայնմանը:

2. Սև սիլիցիումի ստացման և պասիվացման նոր տեխնոլոգիական լուծումները, հարթակների կառուցվածքային արատների և մետաղական խառնուրդների հետերացման մեթոդը համապիտանի են ինտեգրալ սխեմաների նախագծման և պատրաստման համար:

3. Միջանցումային հակաանդրադարձնող նանոկառուցվածքային շերտով տանդեմային արևային էլեմենտների մշակված կառուցվածքն ապահովում է գործնական կիրառության համար կարևոր չափանիշ՝ ենթաէլեմենտների հոսանքների համաձայնեցում՝ հանգեցնելով նաև ՕԳԳ-ի բարձրացմանը:

4. Միանցումային և տանդեմային արևային էլեմենտների արդյունավետության բարձրացմանը նպաստող առաջարկված տեխնոլոգիական մեթոդները համատեղելի են միկրո և նանոէլեկտրոնիկայի ստանդարտ տեխնոլոգիական գործընթացների հետ և կիրառելի են արտադրության մասշտաբավորման դեպքում:

Ատենախոսության վերաբերյալ ցանկանում եմ նշել հետևյալ դիտողությունները.

1. Ատենախոսությունում ուշադրություն չի դարձվել սև սիլիցիումի մեխանիկական անկայունության և քիմիական ակտիվության հարցերին:

2. Ատենախոսությունում հստակեցված չեն հետերացման մեխանիզմներն և դրանց վրա ազդող հնարավոր գործոնները:

3. Ատենախոսությունում տեսականորեն հետազոտված է սև սիլիցիումի հակաանդրադարձման հատկությունը կախված լույսի անկման անկյունից, սակայն բացակայում են համապատասխան փորձարարական հետազոտությունները:

4. Ատենախոսությունում պարզաբանված չեն միանցումային արևային էլեմենտների պատրաստման տեխնոլոգիական երթուղու կիրառման հնարավորությունները և ահմանափակումները՝ պայմանավորված, օրինակ, p-n անցման փոքր խորությամբ սև սիլիցիումի նանոասեղիկների բարձրության համեմատ:

Եզրակացություն.

Վերը նշված դիտողությունները չեն նվազեցնում ատենախոսության գիտական արժեքը:

Ա.Վ. Աղաբեկյանի «Սև սիլիցիումի ստացումը և ֆունկցիոնալ հատկությունները» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունը ներկայացնում է ավարտուն գիտական աշխատանք: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսության

բովանդակությանը: Աշխատանքն համապատասխանում է Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտության՝ ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին: Աշխատանքի հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝
ՀԱՊՀ «Էլեկտրոնիկա, կենսաբժշկական և չափիչ
և համակարգեր» ամբիոնի վարիչի
պաշտոնակատար, տ.գ.դ., պրոֆ. Օ.Հ. Պետրոսյան

Օ.Հ. Պետրոսյանի ստորագրությունը վավերացնում եմ՝

ՀԱՊՀ գիտական քարտուղար՝ Ծ.Ս. Հովհաննիսյան

«03» 02 2026թ.