

ՀՈՎՀ.Ռ. ԴԱՇՏՈՅԱՆ, Հ.Ռ. ԴԱՇՏՈՅԱՆ, Վ.Վ. ԲՈՒՆԻԱԹՅԱՆ
ՖԵՐՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՆԱՆՈԹԱՂԱՆԹԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՎՈԼՏ-ԱՄՊԵՐԱՅԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ

Ինքնատարաձվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի եղանակով ստացված ֆերո-էլեկտրիկ թիրախներից իմպուլսային լազերային փոշենստեցմամբ պատրաստվել են $\text{Pt} - \text{Ba}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{TiO}_3 - \text{pSi} - \text{Al}$ և $\text{Pt} - \text{Ba}_{0.31}\text{Sr}_{0.69}\text{TiO}_3 - \text{SiO}_2 - \text{pSi} - \text{Al}$ նանոթաղանթային կառուցվածքներ: Տարբեր արտաքին պայմաններում հետազոտվել են պատրաստված կառուցվածքների վոլտ-ամպերային բնութագրերը:

Առանցքային բառեր. ինքնատարաձվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզ, BST, իմպուլսային լազերային փոշենստեցում, ֆերոէլեկտրական նոնթաղանթային կառուցվածքներ, վոլտ-ամպերային բնութագրեր:

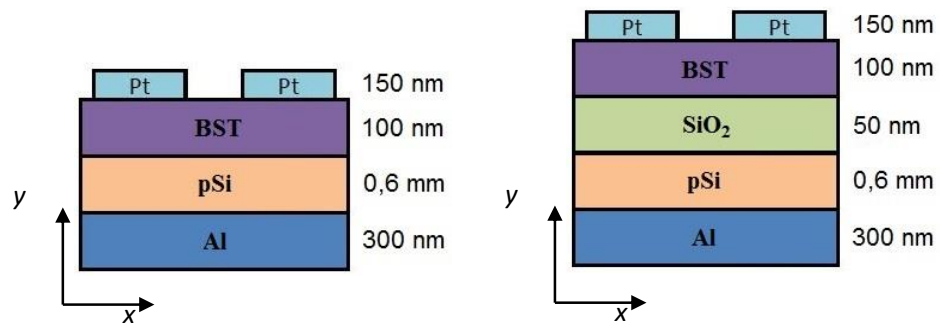
Ներածություն: Ժամանակակից տեղեկատվական համակարգերի առաջադրած խիստ պահանջները բավարարելու համար անհրաժեշտ են նոր և բարելավված հատկություններով նյութեր և կառուցվածքներ: Այս իմաստով ֆերոէլեկտրիկների (ՖԷ) վրա հիմնված կառուցվածքները հսկայական ներուժ ունեն: ՖԷ-ների մի մեծ դաս, հատկապես պերովսկիտ բյուրեղային կառուցվածք ունեցողները, լավ դիէլեկտրիկներ են, որոնք բնութագրվում են փոքր կորստյան հոսանքներով, շատ մեծ դիէլեկտրիկական թափանցելիությամբ, որը կախված է կիրառված էլեկտրական դաշտից, մեխանիկական լարվածությունից և ջերմաստիճանից [1]:

Վերը նշված և այլ հատկությունների շնորհիվ ՖԷ-ները վերջին տարիներին հետազոտողների կողմից բավականին մեծ ուշադրության են արժանացել: Հետազոտվել և լայն կիրառություն են գտել հատկապես պերովսկիտ տիպի մի շարք բարդօքսիդային ՖԷ նյութեր (BaTiO_3 , SrTiO_3 , $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ (BST), BiFeO_3 , PbTiO_3 , LiNbO_3 և այլն) [2...4]: Պերովսկիտ տիպի բարդ օքսիդներն ունեն լայն կիրառություն էներգամեկախ հիշասարքերում, ԳԲՀ էլեկտրոնիկայում, ակուստաէլեկտրիկական և միկրոմեխանիկական սարքերում [2]:

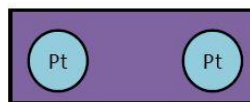
Պերովսկիտ տիպի բարդ օքսիդներից էլեկտրոնիկայում առավելապես կիրառվում են BaTiO_3 , SrTiO_3 և դրանց պինդ լուծույթները $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ (BST)՝ շնորհիվ մեծ ϵ դիէլեկտրիկ թափանցելիության, ϵ -ի՝ էլեկտրական դաշտից և ջերմաստիճանից ունեցած ոչ գծային կախվածության, մեծ ծակման լարումների և փոքր կորստյան հոսանքների: BST պինդ լուծույթի ֆերոէլեկտրական բնութագրերը, մասնավորապես Կյուրիի ջերմաստիճանը, հնարավոր է փոփոխել լայն տիրույթում՝ փոփոխելով Sr-ի պարունակությունը:

Փորձնական մաս: Խնդիր է դրված փորձնականորեն հետազոտել իմպուլսային լազերային փոշենստեցման (ԻԼՓ) մեթոդով պատրաստված նանոթաղան-

թային կառուցվածքների (նկ.1) վոլտ-ամպերային բնութագրերը (ՎԱԲ)՝ տարբեր արտաքին պայմաններում:



ա) տեսքերը կողքից



բ) տեսքը վերևից



գ) կոնտակտային տպասալիկ

Նկ. 1. ԻԼՓ մեթոդով պատրաստված $Pt - Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3 - pSi - Al$ և $Pt - Ba_{0,31}Sr_{0,69}TiO_3 - SiO_2 - pSi - Al$ նանոթաղանթային կառուցվածքների տեսքերը.

ա) կողքից, բ) վերևից, գ) կոնտակտային տպասալիկ

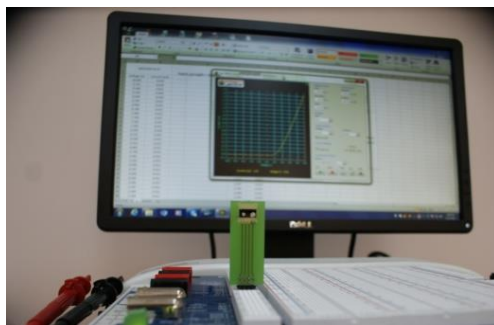
Օգտագործելով ինքնատարածվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՍ) եղանակը [5]՝ պատրաստվել են ԻԼՓ-ի համար նախատեսված թիրախներ: Անօրգանական բարդ կոմպոզիցիոն նյութերի սինթեզման այլ եղանակների հետ համեմատած ԻԲՍ մեթոդն ունի մի շարք առավելություններ. օգտագործվող սարքավորումների պարզություն, բարձր արտադրողականություն, սինթեզվող նյութի մաքրություն, ֆազային բաղադրության ու միկրոկառուցվածքի կարգավորման հնարավորություն, սինթեզի համար էներգածախսի բացակայություն, սինթեզման կարճ ժամանակ, էկոլոգիական մաքրություն և այլն: Այս առավելություններով է պայմանավորված մեթոդի տնտեսապես շահավետ լինելը:

Ընտրվել է նանոթաղանթների աճեցման իմպուլսային լազերային փոշենստեցման մեթոդը, քանի որ այն ունի մի շարք հիմնական առավելություններ. Տեխնոլոգիական գործընթացի ճկունություն և հեշտ կառավարելիություն, սիլիցիումային տեխնոլոգիաների հետ համատեղելիություն, թաղանթի բարձր կաչունություն ու նստեցման բարձր արագություն [6]: Այս հատկությունների շնորհիվ ԻԼՓ-ն լայնորեն կիրառվում է գիտահետազոտական աշխատանքներում և արտադրության մեջ: ԻԼՓ-ն հնարավորություն է տալիս ստանալ բազմաբաղադրիչ նյութերի՝ պերովսկիտային օքսիդների, դրանց պինդ լուծույթների և համակցված նյութերի նանոթաղանթներ, շնորհիվ այն բանի, որ այդ եղանակով նստեցվող թաղանթը կրկնում է թիրախի ստեխիոմետրիան [1, 7]: Հետազոտվող ֆերոէլեկտրական նանոթաղանթային կառուցվածքները պատրաստվել են 0,6 մմ հաստությամբ 1000 Օմ·սմ տեսակարար դիմադրություն ունեցող p տիպի սիլիցիումային (pSi) հարթակի վրա:

Հետազոտության տվյալների հիմնական մասը ստացվել է KEITHLEY 6430 Sub-Femtoamp SourceMeter սարքի միջոցով (նկ.2, ա), որը սովորական պայմաններում (առանց էկրանավորման) հնարավորություն է տալիս կատարել 1 պԱ-ից մինչև 100 մԱ հոսանքի չափում: Մնման աղբյուրի լարման միջակայքը 0...200 Վ է, փոփոխման քայլը՝ 0,1 մՎ: Սարքն ունի USB ինտերֆեյս, որի միջոցով միանում է համակարգչին: KEITHLEY 6430 SourceMeter սարքի չափման տվյալների գրանցումը կատարվել է LabTracer 2.9 SourceMeter ծրագրի միջոցով, որը հնարավորություն է տալիս ավտոմատացնել չափման գործընթացը և հեշտացնել տվյալների պահպանումն ու մշակումը:



ա)



բ)

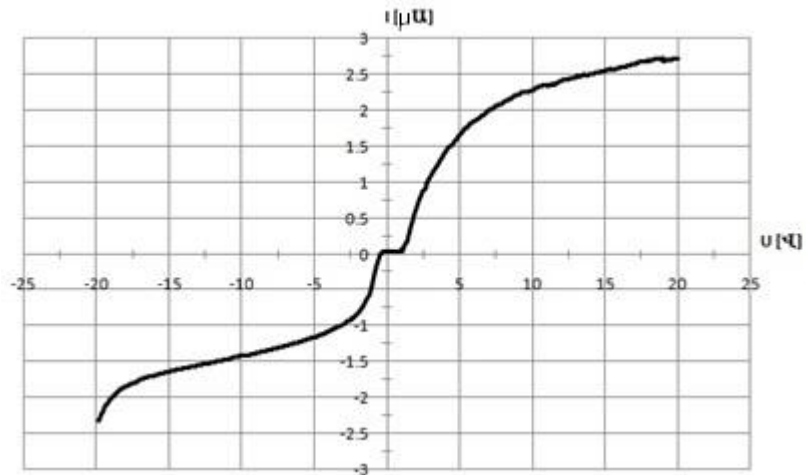
Նկ. 2. ՎԱԲ-երը ստացվել են, օգտագործելով՝

ա) KEITHLEY 6430 Sub-Femtoamp SourceMeter սարքը, բ) NI ELVIS II աշխատանքային կայանի բաց հարթակը

ՎԱԲ-երի տվյալները ստացվել են նաև NI ELVIS II բազմաֆունկցիոնալ աշխատանքային կայանի միջոցով (նկ.2, բ)՝ կիրառելով NI ELVISmx Instrument Launcher

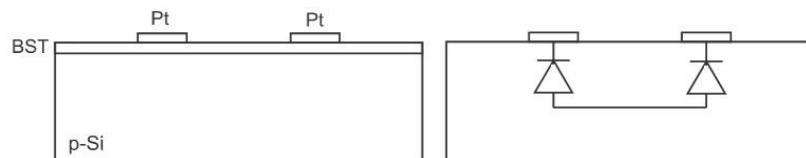
ծրագրի Two-wire Current-Voltage Analyzer գործիքը, որը թույլ է տալիս $-10...10$ Վ կիրառված լարման դեպքում չափել $-40...40$ մԱ հոսանք: Թեև այս սարքը հնարավորություն է տալիս հոսանքը գրանցել միայն միլիամպերների տիրույթում, բայց նայնպես այն բավարար է տվյալ հետազոտության շրջանակներում դրված խնդիրների լուծման համար: NI ELVIS II-ն ունի գերարագագործ USB, որը հնարավորություն է տալիս տվյալները օպերատիվ կերպով գրանցել և մշակել համակարգչով:

Հետազոտության արդյունքները և դրանց վերլուծությունը: Ստացված բոլոր տվյալները մշակվել են Microsoft Office Excel ծրագրով, և կառուցվել են ներքևում բերված ՎԱԲ-երը (նկ.3, նկ.5, նկ.6, նկ.7):

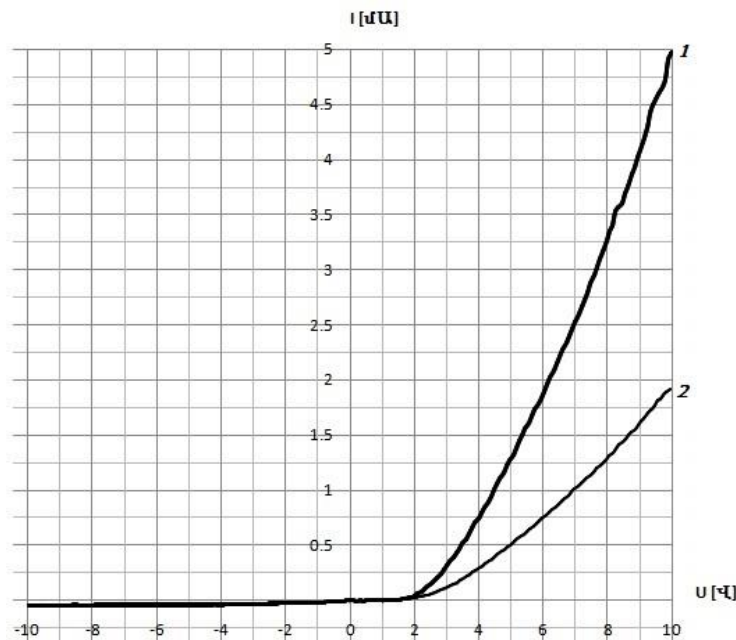


Նկ. 3. Pt - Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ - pSi - Al կառուցվածքի x ուղղությամբ մթնային ՎԱԲ-ը 10°C ջերմաստիճանում

Pt - Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ - pSi - Al կառուցվածքի x ուղղությամբ ՎԱԲ-ի վերլուծությունը թույլ է տալիս տվյալ կառուցվածքը դիտարկել որպես հաջորդաբար միացված երկու դիոդներ՝ հետևյալ էլեկտրական սխեմայով (նկ.4):

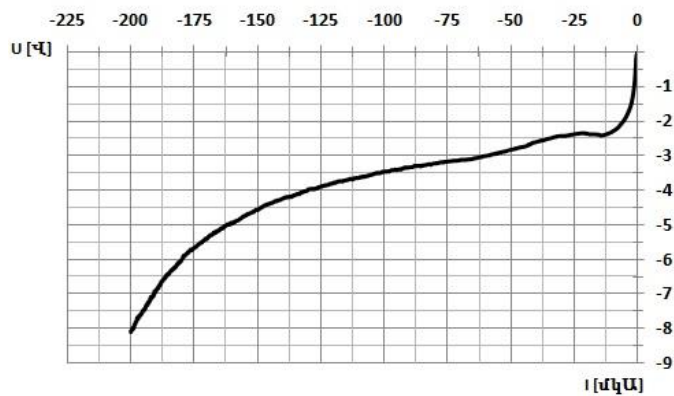


Նկ. 4. Pt - Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ - pSi - Al հեփերոկառուցվածքը և դրան համապատասխանող էլեկտրական սխեման՝ հաջորդաբար միացված երկու դիոդների տեսքով

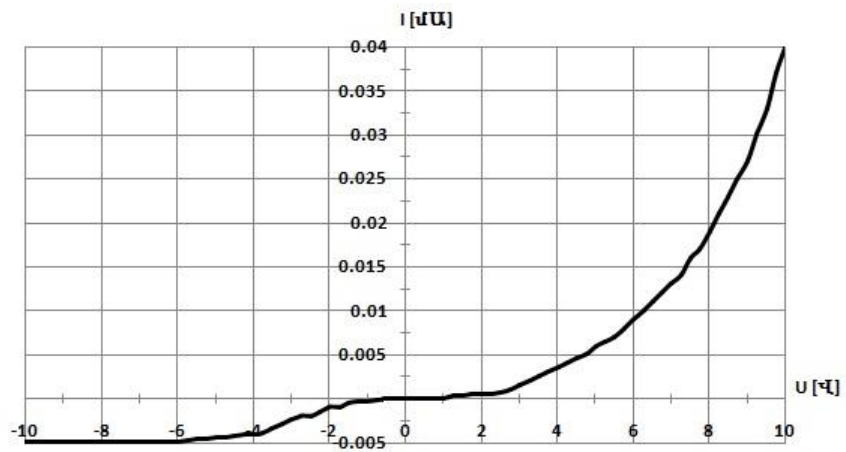


Նկ. 5. $Pt - Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO_3 - pSi - Al$ կառուցվածքի՝ y ուղղությամբ, սենյակային ջերմաստիճանում ստացված 1) լուսային (սենյակային լուսավորության պայմաններում), 2) մթնային ՎԱԲ-երը

Նկ.6-ից և Նկ.7-ից երևում է, որ y ուղղությամբ կիրառված հակառակ լարման ~ 170 Վ արժեքից սկսած $Pt - Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO_3 - pSi - Al$ նմուշը դրսևորում է ծակման միտվածություն:



Նկ. 6. $Pt - Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO_3 - pSi - Al$ կառուցվածքի y ուղղությամբ ստացված մթնային ՎԱԲ-ի հակառակ ճյուղը $10^\circ C$ ջերմաստիճանում



Նկ. 7. Pt - Ba_{0,31}Sr_{0,69}TiO₃ - SiO₂ - pSi - Al կառուցվածքի y ուղղությամբ ստացված ՎԱԲ-ը սենյակային լուսավորության և սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում

Եզրակացություն: Տվյալ հետազոտության շրջանակներում ԻԲՍ-ով ստացված թիրախներից ԻԼՓ եղանակով pSi հարթակների վրա պատրաստվել են BST հիմքով (հետևյալ երկու հարաբերակցություններով՝ Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ և Ba_{0,31}Sr_{0,69}TiO₃) նանոթաղանթային կառուցվածքներ: Ստացվել են վերջիններիս վոլտ-ամպերային բնութագրերը՝ օգտագործելով բավարար բնութագրերով և ճշտությամբ չափիչ սարքեր ու համակարգչային ծրագրեր: ՎԱԲ-երի վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Pt - Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ - pSi - Al կառուցվածքը ցուցաբերում է հետերոկառուցվածքին բնորոշ հատկություններ, մասնավորապես՝ ուղղող ՎԱԲ: y ուղղությամբ կիրառված հակառակ լարման ~170 Վ արժեքից սկսած՝ նույն կառուցվածքը դրսևորում է ծակման միտվածություն: Հետազոտված կառուցվածքներն ունեն փոքր կորստյան հոսանքներ, դրանց վերին մակերեսը լուսային ճառագայթների ուղղորդված ազդեցության պայմաններում ցուցաբերում են զգալի լուսազգայունություն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Gevorgyan S.** Tunable Film Bulk Acoustic Wave Resonators.-Springer-Verlag, London, 2013.-243p.
2. **Gevorgyan S.** Ferroelectrics in Microwave Devices, Circuits and Systems.-Springer, 2009.- 394p.
3. **Բեգոյան Վ.Կ., Դաշտոյան Հ.Ռ.** BaTiO₃ և SrTiO₃ կերամիկական նմուշների դիէլեկտրիկ հատկությունների ջերմաստիճանային և հաճախականային կախվածությունների հետազոտումը // ՀՊՃՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրաբեր.- 2012.- №1.- Էջ 361-365:
4. **Авджян К.Э., Буниатян В.В., Даштоян А.Р.** Оптические свойства наноразмерных композитных пленок BiFeO₃/BaTiO₃/Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄, полученных методом лазерно-импульсного осаждения // Известия НАН РА. Физика.-2013.- Т.48, №3.- С. 203-207.

5. Մարտիրոսյան Ն.Վ., Դաշտոյան Հ.Ռ. BiFeO₃ սինթեզը՝ ԻԲՍ տեխնոլոգիայով և կերամիկական նմուշների ստացումը // ՀԴՃՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրաբեր.- 2010.- Հ. 2, №1.- էջ 322-325:
6. Hegde M. S. Epitaxial oxide thin films by pulsed laser deposition: Retrospect and prospect // Proc. Indian Acad. Sci.- 2001.- Vol. 113, N. 5 & 6.- P. 445–458.
7. Eason R. Pulsed laser deposition of thin films.- WILEY, 2007.- 707 p.

Օ.Ր. ԴԱՏԻՏՅԱՆ, Ա.Ր. ԴԱՏԻՏՅԱՆ, Վ.Վ. ԲՈՒՆԻԱՏՅԱՆ

ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАНОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

Импульсным лазерным напылением изготовлены нанопленочные структуры Pt – Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ – pSi – Al и Pt – Ba_{0,31}Sr_{0,69}TiO₃ – SiO₂ – pSi – Al с использованием мишеней, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. В разных внешних условиях экспериментально исследованы вольт-амперные характеристики изготовленных структур.

Ключевые слова: самораспространяющийся высокотемпературный синтез, BST, импульсное лазерное напыление, ферроэлектрические нанопленочные структуры, вольт-амперные характеристики.

HOVH.R. DASHTOYAN, H.R. DASHTOYAN, V.V. BUNIATYAN

CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF FERROELECTRIC NANOSCALE FILM STRUCTURES

Pt – Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO₃ – pSi – Al and Pt – Ba_{0,31}Sr_{0,69}TiO₃ – SiO₂ – pSi – Al nanoscale film structures are obtained by the method of pulsed laser deposition using the targets produced by self-propagating high-temperature synthesis. Current-voltage characteristics of the obtained structures are experimentally studied under different conditions.

Keywords: self-propagating high-temperature synthesis, BST, pulsed laser deposition, ferroelectric nanoscale film structures, current-voltage characteristics.