

Լ.Հ. ՍՈՒՔՈՅԱՆ, Վ.Վ. ԲՈՒՆԻԱԹՅԱՆ, ՀՈՎՀ.Ռ. ԴԱՇՏՈՅԱՆ

**ԼՈՒՍԱՀԱՍՑԵԱՎՈՐՎՈՂ ԿԵՆՍԱՐԺԵԿԱԿԱՆ ՏՎԻԶՆԵՐԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

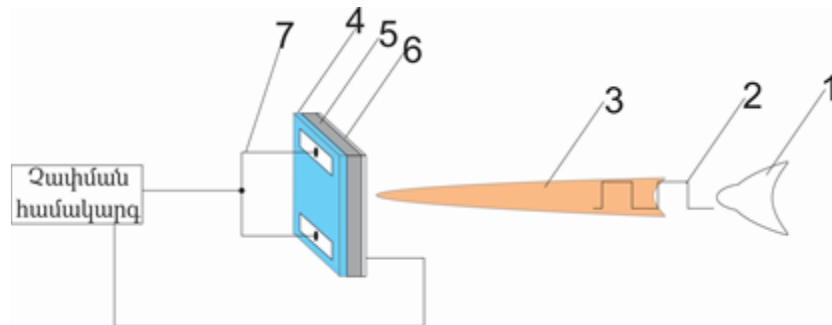
Փորձնականորեն հետազոտվել են ունակային սկզբունքով աշխատող ֆերոէլեկտրիկ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ կառուցվածքի ֆոտոզգայնության մեխանիզմներն ու ընթացող օպտիկա-ֆիզիկական երևույթներն ըստ ինտենսիվության/հաճախության մոդուլացված լույսի ազդման դեպքում: Ստացված արդյունքները համապատասխանության մեջ են կիսահաղորդչային սարքերի ֆիզիկայի ընդհանուր դրույթների և տեսական հաշվարկների հետ:

Առանցքային բառեր. լուսահասցեավորվող տվիչներ, ֆոտոհոսանք, կենսաբժշկական տվիչներ:

Ներածություն: Ինչպես հայտնի է [1-5], լուսահասցեավորվող պոտենցիալաչափական տվիչների (ԼՊՏ) աշխատանքը հիմնված է դաշտային ունակային երևույթի վրա, երբ էլեկտրոլիտ-զգայուն թաղանթ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ ունակության վրա լուսային կամ արտաքին էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ փոփոխվում են կիսահաղորդչի աղքատացած/ծավալային լիցքի տիրույթի հաստությունն ու կուտակված լիցքի մեծությունը, որը հանգեցնում է կառուցվածքի ընդհանուր ունակության փոփոխման: Նշված սարքերում, որպես զգայուն նանոթաղանթ, մեր կողմից առաջին անգամ առաջարկվել, պատրաստվել և տեսականորեն հետազոտվել է բարդ-օքսիդային ֆերոէլեկտրական $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ նյութը՝ որպես բազմաֆունկցիոնալ նշանակության և սենսորային տեխնիկայի պահանջներին լավագույնս բավարարող հեռանկարային նյութ [5-9]:

Սույն աշխատանքում պատրաստվել են ֆերոէլեկտրիկ ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$)-օքսիդ-կիսահաղորդիչ ($Al-pSi-SiO_2-Ba_xSr_{1-x}TiO_3$), ինչպես նաև մետաղ-ֆերոէլեկտրիկ-կիսահաղորդիչ ($Pt-Ba_xSr_{1-x}TiO_3-pSi-Al$) կառուցվածքներ և փորձնականորեն հետազոտվել է դրանց ունակության և ֆոտոէլեկտրական բնութագրերն ըստ հաճախության մոդուլացված լուսային ազդանշանի կիրառման ռեժիմում: Հետազոտվող կառուցվածքներում ընթացող օպտիկա-ֆիզիկական երևույթները տեսականորեն մոդելավորվել և քննարկվել են [5,10] աշխատանքներում:

Փորձնական հետազոտություններ: Լաբորատոր փորձարարական ստենդը և դրա պարզեցված սխեման ներկայացված են նկ.1-ում:



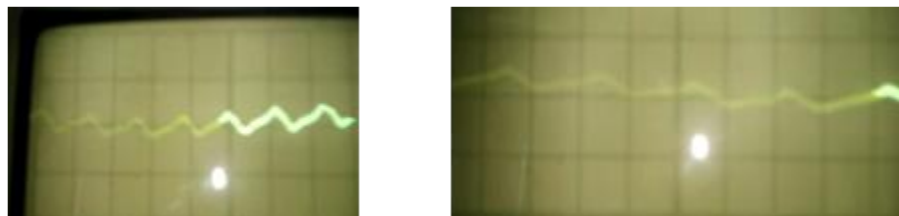
Նկ. 1. Փորձարարական լաբորատոր ստենդի պարզեցված սխեման.

1-լույսի աղբյուր, 2-մոդուլացման f հաճախություն, 3-լուսային ճառագայթ, 4-BST-ի թաղանթ ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$) 100նմ, 5- p - Si, 6-ալյումինե հալակ, 7-տվիչի կոնտակտներ

Փորձնական ստենդը բաղկացած է տարբեր տեսակի լույսի աղբյուրներից, կիզակետող հանգույցից, մոդուլացման հանգույցից և ելքային ֆոտոլարման, ֆոտոհոսանքի գրանցման սարքերից:

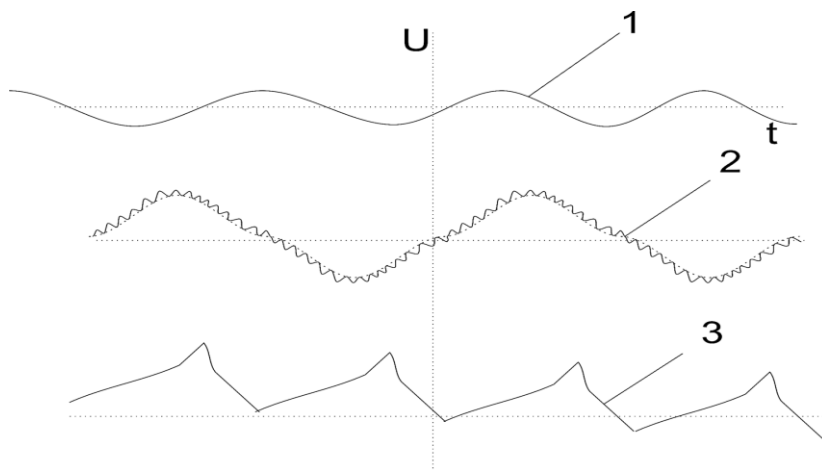
Չափումները վերցված են 4.6 ՄՕՄ դիմադրության վրայից, որը փորձնական սխեմայում հաջորդաբար միացված է փորձանմուշին:

Փոփոխելով ընկնող լույսի մոդուլացման հաճախությունը՝ փոփոխվում է ելքային ազդանշանի և՛ հաճախությունը, և՛ լայնությունը: Այսինքն՝ պարզ երևում է, որ լույսի ազդեցության տակ շղթայում առաջանում է ֆոտոհոսանք, որը կախված է ընկնող լույսի մոդուլացման հաճախությունից (նկ.2, նկ.3):



Նկ. 2. Լույսի ազդեցության տակ շղթայում առաջացած ֆոտոլարման տեսքը (մոդուլացման առավելագույն (ω) և նվազագույն (ρ) հաճախության դեպքում)

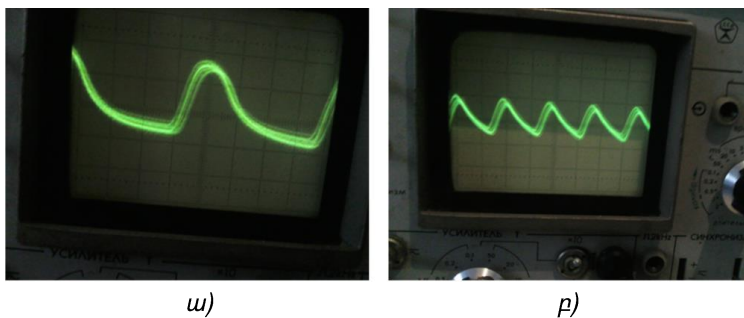
Ընկնող լույսի ինտենսիվությունից կախված նկատվում է ազդանշանի ամպլիտուդի փոփոխություն: Նկ.3-ում ավելի պարզ բերված է լույսի առկայության ռեժիմում ազդանշանի տեսքը:



Նկ. 3. Ելքային ազդանշանը մթության (1) և լուսավորվածության պայմաններում (2)

Նկ.3-ի 3-րդ կորը ներկայացնում է նույն ազդանշանը, ուղղակի փոխված է օսցիլոգրաֆի ազդանշանը ներկայացնելու մասշտաբը՝ ազդանշանն ավելի պատկերավոր ներկայացնելու նպատակով:

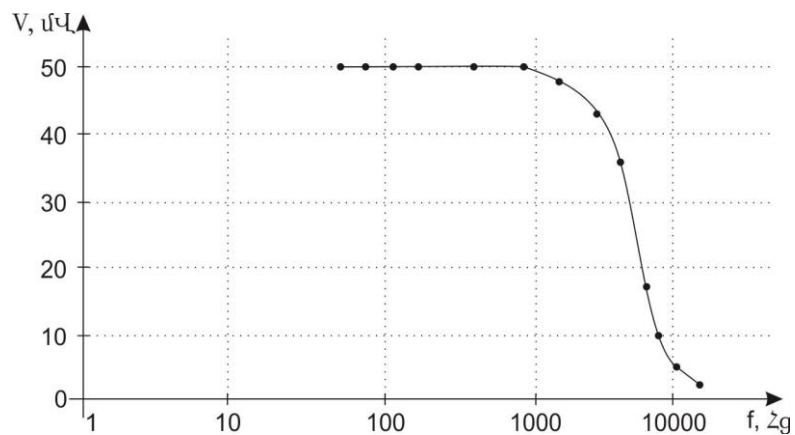
Փորձերը կատարվել են երկու դեպքում. 1) շղթային կիրառելով շեղման լարում և 2) առանց շեղման լարման կիրառման: Երկու դեպքում էլ հստակ նկատվում է ֆոտոհոսանքի և ֆոտոլարման ձևավորման երևույթը: Փորձերը կատարվել են նաև կարմիր լուսադիոդի ազդեցության տակ, որն աշխատել է իմպուլսային ռեժիմում: Այս ռեժիմում ստացված արդյունքները նույնպես հաստատում են տեսական հաշվարկերի տվյալները [5,10]: Նկ.4-ում ներկայացված է ֆոտոէլեկտրիկ փոփոխության կախվածությունը լույսի մոդուլացման f հաճախությունից:



Նկ. 4. Մոդուլացման $f = 2$ ԿՀց (ա) և $f = 5$ ԿՀց (բ) հաճախության դեպքում օսցիլոգրաֆից ստացված պատկերը

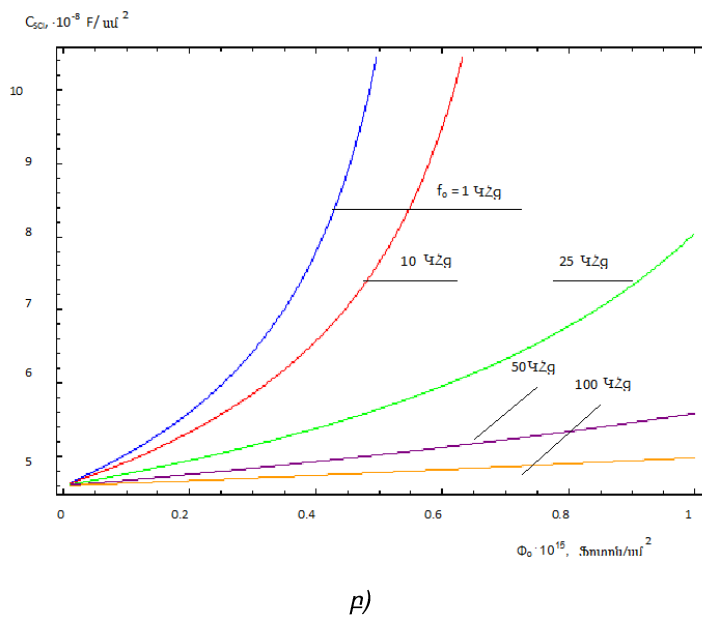
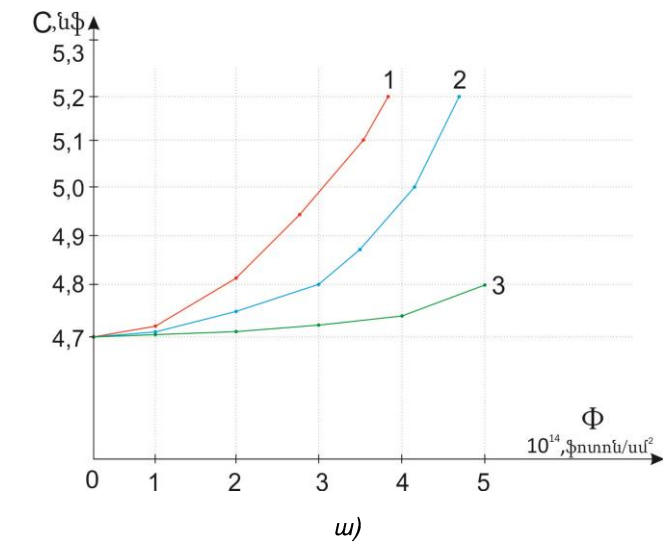
Նկ.4-ից պարզ երևում է, որ լույսի մոդուլացման հաճախությունը մեծացնելիս մեծանում է նաև ազդանշանի հաճախությունը, և փոքրանում է ամպլիտուդը:

Մոդուլացման հաճախությունը մինչև 10^4 ՀՀg աճելու ընթացքում ֆոտոլարման և ֆոտոհոսանքի ձևավորման երևույթը հստակ տեղի ունի, իսկ մոդուլացման 10^4 ՀՀg - ից ավելի մեծ հաճախությունների ռեժիմում փոփոխական ֆոտոհոսանքի և ֆոտոլարման լայնույթը խիստ նվազում է (նկ.5): Ֆոտոէլեկտրի ձևավորման երևույթը տեղի ունի մինչև մոդուլացման հաճախության որոշակի արժեքը, դրանից հետո ընկնող լույսի ընդհատումների ժամանակահատվածն արդեն փոքր է լինում լիցքակիրների կյանքի տևողությունից, և հետևաբար՝ աղբատացման շերտի լայնությունը չի փոխվում:

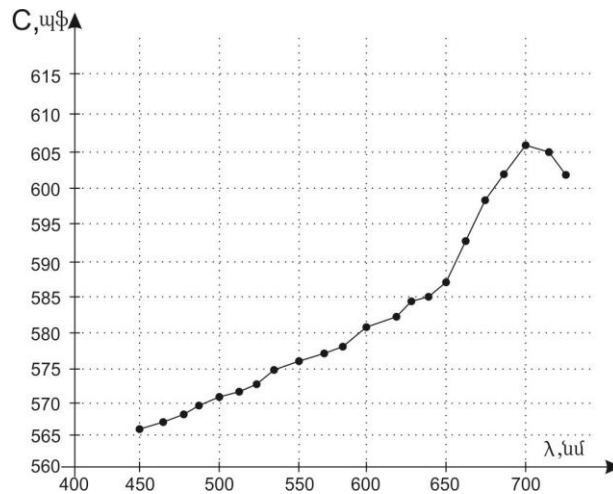


Նկ. 5. Նմուշի ելքային ֆոտոլարման լայնույթի կախումը լույսի մոդուլացման հաճախությունից (փորձնական կոր)

Փորձնական հետազոտությունների արդյունքում հաստատվեց նաև, որ նմուշի ունակությունն աճում է լույսի ինտենսիվության աճին զուգընթաց (նկ.6), որը համաձայնության մեջ է գտնվում տեսական հաշվարկների հետ [10]: Ընդ որում, նմուշի ունակության փոփոխությունն առավելապես տեղի ունի լույսի կարմիր սպեկտրի տիրույթում: Նկ. 7-ից երևում է, որ տվիչը ամենամեծ զգայնությունը ցուցաբերում է 650-700 նմ լույսի ալիքի երկարության դեպքում, որն էլ հենց համապատասխանում է սպեկտրի կարմիր տիրույթին:



Նկ. 6. Նմուշի ունակության կախումը լույսի հոսքի ինտենսիվությունից՝ լույսի մոդուլացման տարրեր հաճախությունների դեպքում.
ա) փորձնական (1. $f=1$ ԿՀգ, 2. $f=5$ ԿՀգ, 3. $f=10$ ԿՀգ), բ) տեսական



Նկ. 7. Ունակության փոփոխության կախվածությունն ընկնող լույսի ալիքի երկարությունից

Եզրակացություններ և արդյունքների քննարկում: Հետազոտությունները կարող են հիմք հանդիսանալ ստեղծելու բազմաֆունկցիոնալ, նոր տեսակի սարքեր, որոնք հնարավորություն կտան կիսահաղորդչային մեկ բյուրեղի ծավալում կամ մակերևույթին ինտեգրված բազմաթիվ մեմբրանների (զգայուն նանոթաղանթների) միջոցով կատարել տարբեր նյութերի առկայության և կոնցենտրացիայի ստուգում: Մշակված սարքերը կկարողանան նաև կիրառվել ոչ միայն կենսաբժշկության, սննդի, դեղագործության, գյուղատնտեսության, այլև տարբեր բիոբիմիական հետազոտություններում:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № SCS 14A-2g47 գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Hafeman D.G., Parce J.W., McConnel H.M.** Light-addressable potentiometric sensor for biochemical systems // *Science*.-1998.- Vol. 240 (4856).- P. 1182-1185.
2. **Bousse L., Mostarshed S., Hafeman D.** Investigation of carrier transport through silicon wafers by photocurrent measurements // *J. Appl. Phys.*- 1994.- Vol. 75 (8).- P. 4000-4008.
3. Minority carrier diffusion length effects on light-addressable potentiometric sensor (LAPS) devices / **M. Sartore, M. Adami, C. Nicolini, et al** // *Sens. Actuator A*.- 1992.- Vol.32.- P. 431-436.
4. Portable light addressable potentiometric sensor (LAPS) for multisensor applications / **T. Yoshinobu, M.J. Schöning, R. Otto, et al** // *Sensors and Actuators B*.- 2003.- Vol.95.- P. 352-356.
5. **Բունիայան Վ., Սուքոյան Լ., Դաշտոյան Հ.** Լուսահասցեունակ կենսաբժշկական տվիչների հետազոտումը // ՀՊՀՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրաբեր, Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2013.- Մաս 1.- էջ 381-385:

6. New contactless electrolyte conductivity (EC) sensor /**V.V. Buniatyan, L.G. Rustamyan, H.H. Hovnikyan, et al** // Proceed. of Engineering Academy of Armenia (PEAA).-2013.-V.10,N3.- P. 531-536
7. Chemische Sensoren mit Bariumstrontiumtitanat als funktionale Schicht zur Multiparameter detektion / **C. Huck, A. Poghossian, M. Backer, et al** // Proceed. of 11th Dresdner Sensor Symposium.-2013.- P. 368-372.
8. Equivalent circuit and optimization of impedance characteristics of electrolyte conductivity sensor / **V.V. Buniatyan, C. Huck, A.S. Poghossian, et al** // Proceed.of SEUA "Information Technol., Electronics, Radio Engineer."- 2014.- Vol. 17, N1.- P. 69-77.
9. Capacitively coupled electrolyte-conductivity sensor based on high-k material of barium strontium titanate / **C. Huck, A. Poghossian, M. Schoening, et al** // Sensors and Actuators B: Chemical.-2014.- V. 198, 31.- P. 102-109.
10. **Սուրբյան Լ.Հ., Բունիաթյան Վ.Վ., Վանդունց Տ.Վ.** Ֆերոէլեկտրիկ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ կառուցվածքի բնութագրերն ըստ հաճախության մոդուլացված լուսային ազդանշանի ռեժիմում // ՀՊԾՀ (Պոլիտեխնիկ) Բանբեր: Սեր.Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ, էլեկտրոնիկա, ռադիոտեխնիկա.- 2015.- թող.18.- N1 (տպագրության ընթացքում է):

Л.А. СУКОЯН, В.В. БУНИАТЯН, О.Р. ДАШТОЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТОАДРЕСОВАННЫХ БИМЕДИЦИНСКИХ ДАТЧИКОВ

Экспериментально исследованы механизмы фотосенситивности и оптико-физические явления ферроэлектрик-оксид-полупроводник структур, работающих по емкостному принципу, при влиянии света, модулированного по интенсивности/частоте. Полученные результаты соответствуют общим положениям физики полупроводниковых приборов и теоретическим расчетам.

Ключевые слова: светоадресованные датчики, фототок, биомедицинские датчики.

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

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE LIGHT-ADDRESSABLE BIOMEDICAL SENSORS

Mechanisms of photosensitivity and optical-physical phenomena of ferroelectric-oxide-semiconductor structures are experimentally studied. The obtained results correspond to the general statements of the semiconductor device physics and with theoretical calculations.

Keywords: light-addressable sensors, photocurrent, biomedical sensors.