

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

2-2025
ANIQ FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

MATEMATIKA

B.M.Mamadaliyev, K.R.Topvoldiyev, I.S.Abduraximov	
Galiley tekisligida trigonometriya	4
K.T.Karimov, O.M.Akbarova	
To'g'ri to'rtburchakda ikkita ichki tip o'zgarish chizig'iga ega bo'lgan aralash tipdagi tenglama uchun dirixle masalasi.....	11
I.T.Tojiboyev, M.E.Usmonova	
Chiziqli bo'lmagan gibrid tizimlar uchun sonli modellashtirish va ularning tahlili	24
Sh.T.Karimov, Sh.A.Abdumo'minova	
Uchinchi tartibli giperbolik tenglama uchun koshi masalasi	30

FIZIKA-TEXNIKA

L.O.Olimov, U.A.Axmadaliyev	
ZnSb asosli termoelektrik materialni tayyorlash usuli	35
I.D.Yakubov	
Separator-tozalagich uzatmalari taxlili.....	39
A.Otaxo'jayev, Sh.Komilov, R.Muradov	
Jinlash jarayonini takomillashtirish asosida tola sifatini yaxshilash	44
Sh.A.Yuldashev, S.M.Zaynolobidinova	
Yorug'lik nurini yarimo'tkazgichli fotoelementga ta'sirini o'rganish.....	51
A.A.Yuldashev, Sh.A.Islomova	
Quyosh radiatsiyasini qabul qilib, optotransformator yordamida qayta ishlash	57
S.Otajonov, O.Mamasoliyeva	
Arduino platformasi orqali o'quvchilarning kreativ qobiliyatlarini rivojlantirish.....	62
Sh.Shuxratov, N.Yunusov	
Takomillashtirilgan ishchi qismga ega bo'lgan arrali jinni ishlab chiqish	68
M.K.Yuldashev	
"Yarimo'tkazgichli fotodetektorlarda erbiy ionlarining ta'siri kremniy modeli".....	71

ILMIY AXBOROT

I.I.Zokirov, B.B.Axmedov	
Ilmiy-tadqiqot faoliyatida sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni.....	75



UO'K: 538.975:621.383.535.216

YORUG'LIK NURINI YARIMO'TKAZGICHLI FOTOELEMENTGA TA'SIRINI O'RGANISH

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТА НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ФОТОЭЛЕМЕНТ

STUDY OF THE INFLUENCE OF LIGHT ON A SEMICONDUCTOR PHOTOELEMENT

Yuldashev Shohjahon Abrorovich¹ ¹Farg'ona davlat universiteti, t.f.b.f.d (PhD)Zaynolobidinova Sapura Malikovna² ²Farg'ona davlat universiteti, f.-m.f.b.f.d (PhD)

Annotatsiya

Maqolada quyoshdan kelayotgan nurlanish spektral tarkibidan unimli foydalanib yuqori samarador fotoelementlar yaratish haqida malumot beriladi. Xalkogenid yupqa pardalaridan yassi ko'p qatlamli ko'p energetik sathli, bo'ylama va ko'ndalang tabiatga ega bo'lgan fotoelementlar yaratish borasidagi tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Bunday fotoelementlarning universal xususiyatlari aniqlangan va uning o'tkazuvchan va dielektrik istemolchi bilan moslashib ishlay oladigan tizimi yaratilgan. Fotoelementlarning iste'molchisi metall bo'lib, unga katta kuchlanish va quvvat uzatish ishini ta'minlash uchun yorug'lik spektrining monoxromatik bo'lishi asoslangan.

Аннотация

В статье представлена информация о создании высокоэффективных фотоэлектрических элементов за счет эффективного использования спектрального состава солнечного излучения. Представлены результаты исследований по созданию плоских многослойных фотоэлектрических ячеек с несколькими энергетическими уровнями продольной и поперечной природы из тонких пленок халькогенидов. Выявлены универсальные свойства таких фотоэлектрических элементов и создана система, способная работать как с кондуктивными, так и с диэлектрическими потребителями. Потребителем фотоэлектрических элементов является металл, который использует монохроматичность светового спектра для обеспечения высокого напряжения и эффективности передачи энергии.

Abstract

The article presents information on the creation of highly efficient photovoltaic elements due to the effective use of the spectral composition of solar radiation. The results of studies on the creation of flat multilayer photovoltaic cells with several energy levels of longitudinal and transverse nature from thin films of chalcogenides are presented. The universal properties of such photovoltaic elements are revealed and a system is created that is capable of working with both conductive and dielectric consumers. The consumer of photovoltaic elements is a metal that uses the monochromaticity of the light spectrum to ensure high voltage and energy transfer efficiency.

Kalit so'zlar: Xalkogenid va xalkogenid birikmalar, yupqa pardali fotoelement, elektron teshik jufti, ionlashish, rekombinatsiya, foton qabul qilgich, foton nurlantirgich (foton manbasi), generatsiya, valent va o'tkazuvchanlik zonalar, taqiqlangan(man etilgan) zona.

Ключевые слова: Халькогениды и халькогенидные соединения, тонкопленочные фотоэлектрические элементы, электронно-дырочные пары, ионизация, рекомбинация, акцептор фотонов, излучатель фотонов (источник фотонов), генерация, валентная зона и зона проводимости, запрещенная зона.

Key words: Chalcogenide and chalcogenide compounds, thin-film photovoltaics, electron-hole pairs, ionization, recombination, photon acceptor, photon emitter (photon source), generation, valence and conduction bands, forbidden band.

KIRISH

Global energetik inqirozdan chiqishning istiqboli va samarador yo'llaridan biri quyosh energiyasidan keng miqyosida foydalanishni tashkil qilishdir. Quyosh ulkan ekologik toza foydalanishga har tomonlama qulay energiya manbasidir. Insoniyat uchun uzoq va yaqin kelajak uchun quyosh energetikasining rivojlantirish ko'p sohalarining rivoji uchun xizmat qilishi odamlar ongiga chuqurroq o'rnashib bormoqda. Bu sohada quyosh energiyasini to'g'ridan to'g'ri

yarimo'tkazgichli fotoelementlar yordamida elektr energiyasiga aylantirish o'ta istiqbolli samarador yo'nalish hisoblanadi. Fotoelementlar sohasidagi ilmiy va texnikaviy tadqiqotlar yetarli bo'lib ular quyosh energetikasini katta masshtabda ishlab chiqarish uchun texnik baza bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Fotoelementlar fotovoltaiik effektga asoslanib ishlaydi. Bu effektini birinchi bo'lib Edmond Bekkerel tomonidan elektrolitik yacheykada kuzatilgan. Qattiq jismlarda fotoelektrik effekt dastlab selendan tayyorlangan fotoelementlarda Adams va Asem tomonidan Londonda 1876-yil kuzatilgan. Undan so'ng Sankt-Peterburg fizika texnika institutida A.F.Ioffe rahbarligida 1930-yilga kelib oltingugurt – talliy fotoelementi yasaldi. Bu sohadagi katta qadam 1958-yil kremniyning p-n o'tishda yasalgan fotoelement bo'lib u Yer yo'ldoshida ("sputnik-3") quyosh batareyasi sifatida ishlatilgan. 1960-yillarning boshlariga kelib arsenid galliyni p-n o'tishidan birinchi quyosh fotoelementlari yaratildi. Ular sovet kosmik apparatlarida elektr ta'minoti manbai sifatida "Lunaxod-1" va "Lunaxod-2" da ishlatildi (1970 va 1972-yillar). 1980-yil o'rtalariga kelib kremniy va arsenid galliy asosidagi quyosh fotoelementlarini mukammallashtirish asosan oddiy strukturalarda nisbatan sodda texnologiyalar asosida amalga oshirildi. Quyosh fotoenergetikasida ishlatilayotgan fotoelementlarda yorug'lik hamda rekombinatsiya bilan yuqori bo'lib ularni kamaytirish maqsadida yuqori samarador texnologiyalar taklif qilina boshladi [1]. Ularning asosida yaratilgan kremniyli fotoelementlarning laboratoriya namunalarining samaradorligi nazariy hisoblarga yaqin bo'lsa ham oddiy texnologiya [1,2] bilan olingan fotoelementlardan narxi o'ta yuqori edi. Fotoelementni ixchamlashtirish va ulardagi yorug'lik, hamda rekombinatsiya bilan bog'liq yo'qotishlarni kamaytirish maqsadida mazkur ishda yangi geteroepitaksial vakuumli yupqa pardali metodni qo'llab, quyosh radiatsiyasining spektridagi to'lqinlaridan ko'proq sohasi qamrab olish maqsad qilindi. Quyosh spektridagi fotonlarning ko'proq qismini foydalanish imkoniyatini beradigan quyosh elementlari yaratish bilan uning samaradorligi, narxi va ularning geometriyasini ixchamlashtirishni maqsad qilib olindi.

Quyosh, Yer uchun ulkan energiya manbai hisoblanadi. Undan Yer sirtiga sekundiga 1350 Joul/m^2 energiya yetib keladi. Yiliga o'rtacha Yer yuzasining har metr kvadratiga taqriban 3000-5000 MJoul atrofida energiya keladi. Hozirgi zamon muammolaridan muhimi bunday ulkan miqdordagi quyosh nurlanish energiyasidan unumli (maksimal) foydalanish masalasidir. Quyoshdan kelayotgan radiatsiyaning qisqa to'lqinga mos keluvchi energiyasining ma'lum qismi, Yer atmosferasida yutilib qoladi, Yer sirtiga yetib kelayotgan energiyani ko'p qismi radiatsiyaning uzun to'lqinli sohasiga mos keladi. Quyosh energiyasidan foydalanishning bir qancha usullari mavjud. Quyosh energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirishda samarali, foydali ish ko'effitsienti yuqori bo'lgan usul yarimo'tkazgichlardan fotoelement yasab, quyosh batareyasi qurilmasini yaratishdir. Yarimo'tkazgichlardan fotoelementlar olib, ulardan quyosh batareyalari yaratishda quyoshdan kelayotgan radiatsiyaning spektral tarkibini bilish masalaning muhim muammolaridan biri bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun, fotoelementlarni quyosh elementi sifatida quyosh elektr stansiyalarida ishlatish uchun quyosh spektrining qaysi sohasidan foydalanish imkoniyatini aniqlovchi yarimo'tkazgichning optik xususiyat va xarakteristikalarini va quyosh energiyasini elektr energiyasiga samarali aylantirib bera oladigan elektr, optik va fotoelektrik xususiyatlarini bilgan holda yarimo'tkazgich materiallarini tanlash muhimdir. Yarimo'tkazgichning bunday xususiyat va xarakteristikalarini aniqlashdagi asosiy parametr yarimo'tkazgich materialining taqiqlangan zonasining kengligi (E_g) hisoblanadi.

Yorug'lik yarimo'tkazgichga tushganda, unda elektron-teshik juftini hosil qila olishi uchun yorug'lik fotonining energiyasi man etilgan zona kengligi energiyasidan kam bo'lmagan energiyaga ega bo'lishi kerak, ya'ni $h\nu \geq E_g$, bundan kichik energiyali fotonlar oqimi yarimo'tkazgich materialining valent zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga elektronni chiqara olmaydi. Fotoeffekt nazariyasiga muvofiq, foton energiyasidan (E_g) yetarli kichik man etilgan zonali yarimo'tkazgich tanlash ham yaxshi natija bermaydi. Chunki E_g kichiklashishi natijasida $h\nu - E_g$ farq kattalashadi, natijada fotonning ortiqcha energiyasi yarimo'tkazgichning haroratini orttirib, fotoelementning samaradorligini kamaytiradi. Agar E_g si katta bo'lgan yarimo'tkazgich tanlanganda, nurlanish fotonlarining ($h\nu < E_g$) faolligi kamayib spektrdagi fotonlarning bir qismi yutilishda qatnashmaydi,

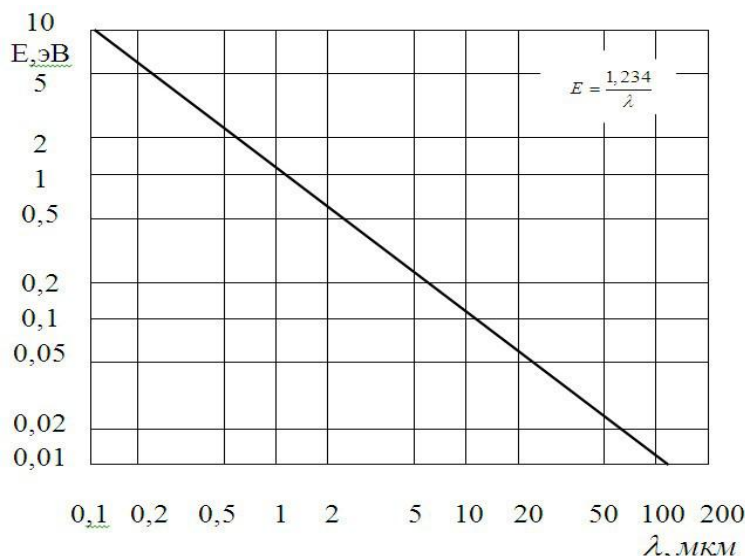
FIZIKA-TEXNIKA

chunki fotoelementning qisqa tutashuv ($I_{q,t}$) fototoki $h\nu \geq E_g$ shartni qanoatlantiruvchi fotonlarning soni bilan aniqlanadi. Elektromagnit nurlanish spektral sohasining ko'rinadigan nurlar qismi 0,38 dan 0,72 mkm oralig'ida bo'ladi. Infraqizil qismi 0,72 dan 1000 mkm gacha bo'lgan oraliqni oladi.

Foton energiyasini elektron voltlarda, to'lqin uzunligi λ ni mikronlarda o'lchasak foton energiyasi formulasi

$$E = \frac{1,234}{\lambda}$$

ko'rinishda yoziladi. Ifodaning grafigi 1-rasmda keltirilgan.

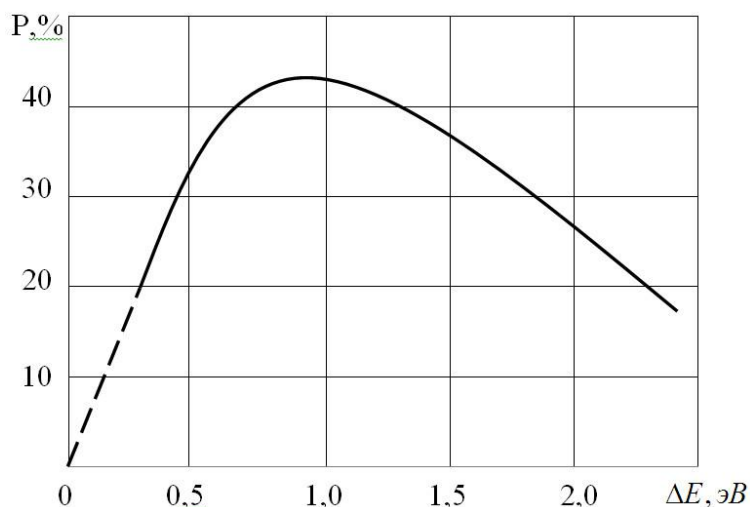


1-rasm: Foton yenergiyasi va nurlanish to'lqin uzunligi orasidagi munosabat.

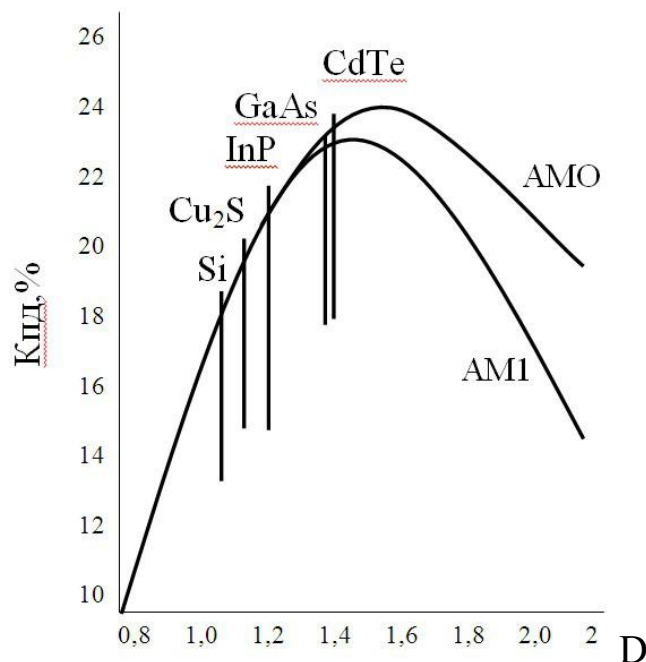
Undan ko'rinadiki yorug'lik yutilganda elektron-teshik jufti hosil bo'lishi uchun nurlanish energiyasiga mos ta'qiqlangan zonali yarimo'tkazgich tanlash zarur bo'ladi. Quyosh nurlanishi energiyasining qariyb 90% ko'rinadigan nurlar sohasiga to'g'ri keladi. Shu sababdan quyosh elementi yasashda ta'qiqlangan zonasining kengligi 1,0-2,2 EV bo'lgan yarimo'tkazgich materialidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday yarimo'tkazgichlardagi quyosh yorug'ligidan paydo bo'lgan elektron-teshik juftliklari potensial to'siqqa yetmay rekombinatsiyaga uchrab yo'q bo'lib ketmasligi kerak. Ularning (tok tashuvchilari) yashovchanligi yuqori, sirdagi rekombinatsiya tezligi juda oz bo'lishi ham kerak. Chunki, yorug'lik hosil qilgan elektron-teshik juftliklari yarimo'tkazgich sirtining 1 mkm tartibidagi yupqa qatlamida hosil bo'ladi. Ular sirdan yarimo'tkazgich ichiga qarab kiradi. Bu jarayondagi elektron va teshiklarning energiya yo'qotishlari oz bo'lishi shart. Fotoelement yorug'likning yarimo'tkazgichga ta'siriga asoslanib ishlaydi. Yarimo'tkazgich p-n- o'tish sohasi yoritilsa, unda elektron va teshiklar hosil bo'ladi. Elektron, teshiklar p-n- o'tishning potensial to'sig'ida ajraladi. Salt rejimda ular tashqi zanjirga keta olmay p-n- o'tish qutblarida yig'iladi va elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K) hosil qiladi, hosil bo'lgan foto E.Yu.K.

$V = E_{\Phi} = \frac{kT}{e} \ln \left(1 + \frac{I_{\Phi}}{I_T} \right)$ ifodadan topiladi. Shunday qilib p-n- o'tish tashqi zanjir (iste'molchi)

bilan bog'lansa, zanjirdan fototok (I_f) o'tadi. Demak, p-n- o'tishli fotoelementni yorug'likni elektr energiyasiga to'g'ridan-to'g'ri aylantiradigan manba sifatida foydalanish mumkin. Fotoelement unga tushayotgan yorug'likning bir qisminigina elektr energiyasiga aylantiradi. Chunki, yorug'likning yarimo'tkazgichdan qaytishi, unda o'tib ketishi hisobiga va yutilgan lekin, elektron teshik hosil qilmagan tashkil etuvchilari bilan bog'liq yorug'lik energiyasining yo'qotishlari mavjud. Bundan tashqari yarimo'tkazgich bilan bog'liq energiya yo'qotishlari ham bor. Bunda elektron-teshik juftini inersiya qiluvchi yorug'likning energiyasi va fotoelement foydali ish koeffitsientining yarimo'tkazgich man etilgan zonasi kengligi bilan bog'liqligini hisobga olish kerak.



2-rasm: Elektron-teshik juftlarini hosil qilish uchun ishlatiladigan quyosh nurlanish energiyasining yarimo'tkazgichning tarmoqli bo'shliq kengligiga bog'liqligi



3-rasm: tarmoqli bo'shliq va quyosh hujayrasi o'rtasidagi munosabatlar. D- Taqiqlangan hududning kengligi

Yuqorida keltirilgan talqin, tahlillar asosida, yuqori samarador ixcham, chidamli fotoelementlar yaratish ba'zi bir fizik asoslarini keltiramiz. Xalkogenidlarning qariyb ko'pchiligidan fotosezgirliigi, undagi zaryad tashuvchilarning xarakatchanligi va yashovchanligi yuqori bo'lganligi sabab ulardan oddiy va murakkab fotoelementlar yasab yuqori samarador ixcham foton qabul qiluvchi qurilmalar yaratish imkoniyati yuqoridir. Oddiy fotoelementlar bitta p-n- o'tishdan iborat

bo'lib, uning kuchlanishi $\frac{kT}{q}$ tartibida chegaralangan, istemolchiga uzatadigan toki ham oz. Uning

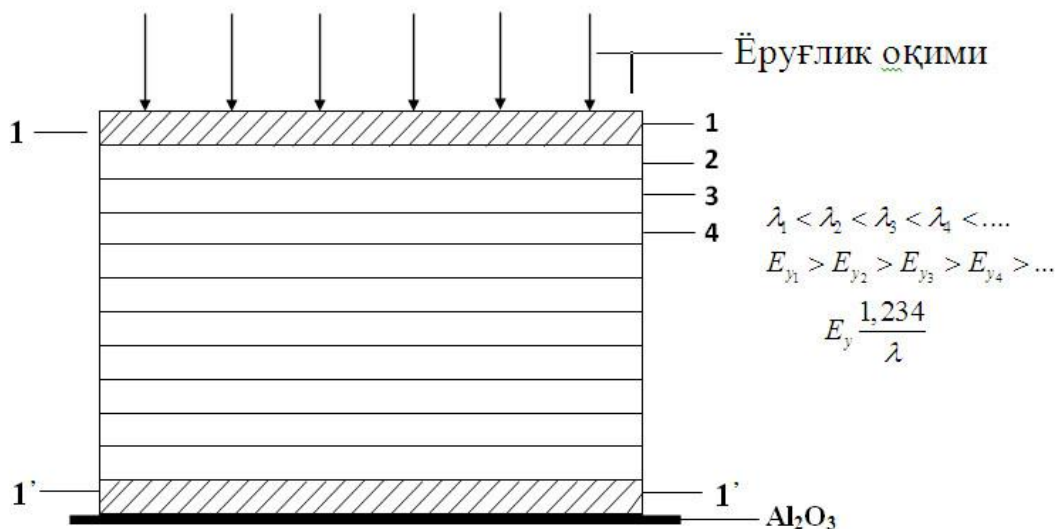
kuchlanishini orttirish uchun ko'p sondagi oddiy fotoelementlar ulanib, fotoelementlar batareyasi tuziladi. Bu jarayonni texnik va texnologik amalga oshirish murakkabliklari va yarimo'tkazgich material sarfi ham yetarli. Fotoelementlar batareyasini yaratishda energiya tejankor, sodda va

FIZIKA-TEXNIKA

material isrofi minimal bo'lgan usul ham qo'llash imkoniyati bor. Masalan, xalkogenidlarni yuqori vakuumda anizotropik bug'latib olingan yupqa pardalarining sirtida polikristall mikrozarachalar (kristallik) ketma-ket bo'ylama zanjiri paydo bo'ladi. Bu mikrozaralar anizotropik bug'latish [3,4] natijasida shunday joylashadiki ularning har biri alohida elementar fotoelement vazifasini bajaradi. Natijada xalkogenid yupqa pardalari ko'p sondagi p-n- o'tishlarning super sistemasini (CMC) hosil qiladi. Bunday mikroo'tishlarning super sistemasi [5] yoritilganda anomal yuqori fotokuchlanish vujudga keladi va kuchli elektr maydoni manbasiga aylanadi. Bunday elektr maydon manbalari dielektrik iste'molchilar bilan ishlaydi, masalan MDP-tranzistorli juda ko'p elektron qurilma va kvant guruhidagi asboblarda qo'llash mumkin [6]. Fotoelementlarning iste'molchisi metall bo'lib, unga katta kuchlanish va quvvat uzatishli ishni ta'minlash uchun yorug'lik spektrining yarimo'tkazgich bilan ta'siridagi monoxromatik selektivligidan foydalansa bo'ladi. Buning uchun p-n- o'tishlarning ko'ndalang joylashgan tizimini hosil qilish lozim. Monoxromatik selektivlikka asosan, spektrdagi monoxromatik nurlarning yarimo'tkazgichga (yupqa pardalari jumladan) kiruvchanligi $\left(\frac{1}{\alpha}, \alpha - \text{ютилин коэффициенту}\right)$ har xil. Ya'ni spektrdagi uzun to'lqinli nurlar yarimo'tkazgich sirtiga tushganda chuqurroq kiradi, to'lqin uzunligi yetarli katta bo'lsa, undan o'tib ketishi ham mumkin. Shuning uchun uzun to'lqinli nurlar sirtga yaqin sohalardagi yutilishi kuchsiz bo'ladi ($d < \frac{1}{\alpha}$, d - yorug'likning yarimo'tkazgich nur tushgan sirtidan ichkariga kirish chuqurligi).

Qisqa to'lqinlar sohasida, yarimo'tkazgichning sirtiga yaqin joylaridagi yutilish yuqori bo'ladi. Spektrning uzun to'lqinlar sohasining fotonlari energiyasi kichikligi tufayli $\left(E_{\phi} = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}\right)$ man

qilingan zonasi kengligi yetarli katta yarimo'tkazgichlarda fotoaktivligi foydali fotonlar soni kamayishiga sabab bo'ladi. Biroq, zonasi kengligining optimal qiymati borki, unda yutilish nisbatan ortishi kuzatiladi [7]. Yarimo'tkazgich bilan yorug'likning ta'siridagi monoxromatik selektivlikka asoslanib, har xil zonali yarimo'tkazgich pardalaridan iborat ko'ndalang ko'pqatlamli geteroo'tishlar tizimidan (GFE) [8] iborat fotoelement yaratish mumkin. Ko'p qatlamli GFE lar tizimini amalda ro'yobga chiqarish (yasash) uchun namuna sifatida quyidagi yarimo'tkazgichlar xalkogenid qatorini tanlash mumkin, ZnS, CdS, CdSe, CdTe yoki PbTe, PbSe, PbS, qatlamlarning monoxromatik selektivlikka va qatlam yarimo'tkazgichi man qilingan zona kengligiga mos joylashuvi 4-rasmda ifodalangan.



4-rasm. Ko'p qatlamli GFE lar batareyasi

1 - GFE ning yorug'lik tushayotgan sirtidagi shaffof metall elektrod (SnO_2)

1' - Ikkinchi metall elektrod u Al_2O_3 taglikda joylashadi

NATIJA VA MUHOKAMA

Optik nurlar sohasidagi ($5 \cdot 10^{-4}$ - 10^{-9} m, $6 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{17}$ Gs) yorug'lik oqimi shaffof metall elektrod orqali (1) man qilingan zonasi keng (2) yarimo'tkazgich qatlamiga tushadi. Unga spektral mos keluvchi qisqa to'liqlik nurlar (λ_1) yutilib, qolgan nisbatan uzunroq to'liqlik ($\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \dots$) nurlar navbatdagi qatlamga (3) o'tadi. Shu tariqa yorug'lik to'liqlarining monoxromatik seleksiyasi sodir bo'ladi. Buning natijasida yorug'lik oqimining spektridagi ($\sim I_0$) ko'proq nurlarning fotoelektrik jarayonda ishtiroki ta'minlanadi. Hozirgacha ko'p qatlamli fotoelementdagi qatlamlarning optimal sonini aniqlashning nazariy usuli ilmiy jihatdan asoslanmagan, lekin 3-4 qatlamli fotoelementlar modeli uchun kuchlanishning maksimal qiymatini ($E_m=U$) va qisqa tutashuv tokini ($I_{q,t}$) hisoblab topilgan, ular mos ravishda $E_m = 2,25 \div 3 V$; $I_{q,t} = 40 - 45 mA/sm^2$. Bunday fotoelement uchun F.I.K. 36,4 ga yetadi.

XULOSA

Xalkogenid yarimo'tkazgich birikmalari negizida yuqori samarador ixcham, chidamli fotoelementlar yaratishning fizik asoslari yaratildi. Bu fotoelementlar yupqa pardali bo'lib, ularni yagona vakuum texnologiyasi asosida yaratish mumkinligi. Ular super ko'p qatlamdagi bo'ylama elementar fotoelementlar sistemasidan iboratligi tajribada va nazariy jihatdan isbotlandi. Bunday fotoelementlar universal bo'lib, bo'ylama yo'nalishda dielektrik istemolchiga kuchli elektr maydoni manbasi sifatida ishlasa, ko'ndalang yo'nalishda spektral selektiv rejimda ishlab, spektrdagi ko'proq fotonlardan (binafshadan to' infraqizil sohagacha) foydalanish imkonini beradi. Bu fotoelementlar ko'ndalang yo'nalishda metall iste'molchiga ham ishlay oladi. Ularni mikroelektronikada, kvant elektronikasida va optoelektron avtomatik masofadan boshqarish tizimlarida ishlatish mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Onarkulov, K. E., Naymonboyev, R., Yuldashev Sh, A., & Yuldashev, A. A. (2021). Preparation of photo elements from chalcogenide thin curtains. *Electronic journal of actual problems of modern science, education and training*, 7(2).
2. Onarkulov, M., Nasriddinov, S., Yuldashev, S., & Yunusaliyev, L. (2020). TECHNOLOGICAL FEATURES OF OBTAINING STRENGTH SENSITIVE POLYCRYSTALLINE FILMS Bi2-XSbXTe3. *Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering*, 2(3), 27.
3. Э.И. Адирович и др., "Фотоэлектрические явления в полупроводника и оптоэлектроника", Ташкент, изд-во "ФАН", 1972, стр. 143.
4. Onarkulov, K. E., Naymanbayev, R., Yuldashev, A. A., & Yuldashev Sh, A. (2021). Халкогенид бирикмалари устида тадқиқотлар. *Eurasian journal of academic research*, 1(6), 136-137.
5. Онарқулов, К. Э., Юлдашев, Ш. А., & Юлдашев, А. А. (2022). ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЙ. *Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS)*, 2(3), 427-434.
6. Egamberdievich, O. K., Abrorovich, Y. S., Abduvositovich, Y. A., & Qizi, Y. S. A. (2022). Determination of Microparameters of Halcogenide Thin Movies. *Journal of Optoelectronics Laser*, 41(5), 523-530.
7. Онарқулов, К., & Юлдашев, А. (2017). ВИСМУТ-СУРМА ТЕЛЛУРИД ЮПҚА ПАРДАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИК ХОССАЛАРИГА ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИНГ ТАЪСИРИ. *Scientific journal of the Fergana State University*, (2), 2-2.