KREMNIYLI QUYOSH ELEMENTLARINING AYRIM XUSUSIYATLARI

MADAMINOV X.M., XUDOYBERDIYEVA M., ZAYNABIDINOV S.Z., ABDUAZIMOV V.

Mazkur ish kremniy asosidagi quyosh elementlari xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. Kremniyda tok tashuvchilarning diffuziya uzunligi Galliy arseniddagidan kattaligi sababli, yorug'lik ta'sirida hosil bo'lgan tok tashuvchilar ko'proq to'planishi undan foydalanishning qulay tomonlaridan biri ekanligi ko'rsatilgan. Kremniyli quyosh elementlari ochiq fazoda ishlatilayotganida uning xususiyatlarini buzuvchi "radiatsion nuqsonlar" asosiy bo'lmagan tok tashuvchilarning yashash vaqtlarini uzunligini kamayishiga olib kelib,quyosh elementining hajmida yorug'lik ta'sirida optik qo'zg'alishlarga sezgir markazlarni kamaytirishi belgilab o'tildi.

***Kalit sozlar**: kremniy, quyosh elementi, tok tashuvchilar, diffizion uzunlik, radiatsion nuqson, vakansiya, A-markaz.*

Данная работа посвящена изучению свойств солнечных элементов на основе кремния. Показано, что длина диффузии носителей тока в кремнии больше, чем в арсениде галлия, и накопления носителей тока, образованных светом, больше в кремнии. И это обеспечивает его преимущество в практическом использовании. Отмечено, что при эксплуатации этих солнечных элементов радиационные дефекты уменьшают время жизни неосновных носителей тока, тем самым уменьшают оптически чувствительные центры в объёме изделий.

***Ключевые слова**: кремний, солнечный элемент, носители тока, диффузионная длина, радиационные дефекты, вакансия, А-центр.*

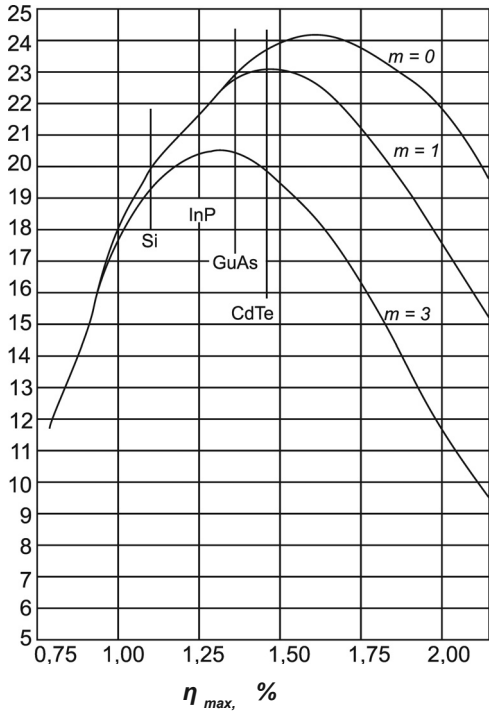
Th present article is devoted to the study of solar elements properties of the most reliable and financially beneficial converting process of solar energy into electric energy based on semiconductor silicon. Silicon is the biggest longitude diffusion than CaAs, so it is shown that current carriers are generated more by sunlight. During the exploitation of this solar elements defects lessen the the life of secondary carries of electric energy and as a result of it it disseminates the optical sensitivity of solar centers in amount of products.

***Key words:** silicon, solar element, carriers of a current, diffusion length, radiation defects, vacancy, A-center.*

Zamonaviy fan va texnologiyalar rivojining hozirgi bosqichi olim va mutaxassislarga kishilik jamiyatining ortib borayotgan ehtiyojlarini qondirish uchun mavjud energiya manbalarining samaradorligini oshirish hamda alternativ energiyalar hissasini ko'paytirish vazifasini qo'ymoqda. O'zbekiston Respublikasi hukumatining mamlakatimizda quyosh energiyasidan foydalanish sohasidagi ilmiy va amaliy ishlarni rivojlantirish haqidagi qaroqlari bu muammolar naqadar dolzarb ekanliginngi isbotidir. Shu munosabat bilan ushbu maqola quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda o'zining fizikaviy va mexanik xarakteristikalari bilan eng qulay va iqtisodiy jihatdan foydali bo'lgan yarimo'tkazgichli kremniy [1] asosidagi quyosh elementlarining ayrim xususiyatlariga bag'ishlandi.

Energiyani aylantirish jarayonida asosiy fizik hodisalardan biri fotovoltaik effektdir.

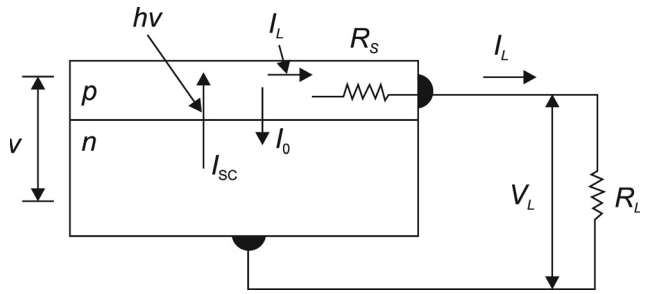
Fotovoltaik effektning eng muhim ahamiyatli tomoni quyosh energiyasini elektr energiyaga aylantirishidir. Bu holatda aylantirishning FIKi va chiqish quvvati asosiy ko'rsatkichlar hisoblanadi. Quyosh nurining spektri fotoelektrik aylantirishlar uchun foydalanish mumkin bo'lgan moddalarning tanlovini belgilaydi: yarim o'tkazgichning taqiqlangan sohasi E_g qancha kichik bo'lsa, quyosh nuri spektrining shuncha ko'p qismidan foydalanish mumkin bo'ladi, lekin foto EYKning maksimal qiymati ham shuncha kichik bo'ladi. Boshqa tomondan, taqiqlangan soha kengligi katta bo'lishi foto EYK katta qiymatlariga erishish va siljish toki (yoki to'yinish toki - I)ning kamroq bo'lishini ta'minlaydi. Shuning uchun spektral egri chiziqning optimal bo'lishiga erishish quyosh elementlari yaratishda muhim ahamiyatga ega. Kosmos amaliyotida yorug'likning atmosferada yutilishi ahamiyatsiz bo'lgani uchun E_g ning optimal qiymati 1.6 eV ga yaqin. Quyosh nurining atmosferada yutilishi hisobga olinadigan bo'lsa, E_g kichik energiya tomoniga siljiydi. 1-rasmda har xil yarimo'tkazgich moddalar uchun hisoblangan FIKning taqiqlangan soha kengligiga bog'lanish grafigi har xil atmosfera qalinliklari uchun keltirilgan.



1-rasm. **Quyosh batareyalari FIKning yarimo'tkazgich taqiqlangan soha kengligiga bog'liqligini hisoblash natijalari (m=1/cosΘ, Θ – Quyosh va uning eng tik holati orasidagi burchak).**

Rasmdan ko'rinishicha, *CdTe* eng katta FIKga ega bo'lishi kerak bo'lgani holda, eng yaxshi natija kremniyda olingan (21%). Buning sababi kremniy texnologiyalarining tez sur'atlar bilan rivojlanishi natijasida yuqori sifatli kremniyli quyosh elementlari olinayotganidadir. Taqiqlangan soha kengligi katta bo'lgan material - GaAs ning FIKi 27 % bo'ladi. Quyosh elementlari spektral sezgirligini oshirish uchun taqiqlangan soha kengligi har xil bo'lgan yarimo'tkazgichlardan tashkil etilgan geteroo'tishlardan foydalaniladi. Bunda taqiqlangan soha kengligi katta bo'lgan yarimo'tkazgich quyosh elementining yoritiladigan tomonida qilib tayyorlanadi.

Quyosh elementini 2-rasmda ko'rsatilgan ko'rinishida soddalashtirilgan ekvivalent sxema yordamida tasvirlash mumkin.



2- rasm. **Quyosh elementining ekvivalent sxemasi**

Bunda R_L - yuklama (nagruzka) qarshiligi, R_s - ichki ketma-ket diod qarshiligi.

p-n o'tishda zaryad tashuvchilarning diffusion uzunligiga teng masofada yutilayotgan nurlanish I_{SC} tokini hosil qiladi va bu tok ikki qismga bo'linib, I_{SC} tok R_L yuklama (nagruzka) orqali oqadi, tokning I_0 qismi esa p-n o'tish orqali injeksiyalanadi.

Ichki ketma-ket qarshilik R_s ning mavjudligi tufayli V_L p-n o'tishda hosil bo'ladigan foto EYuK dan kichik.

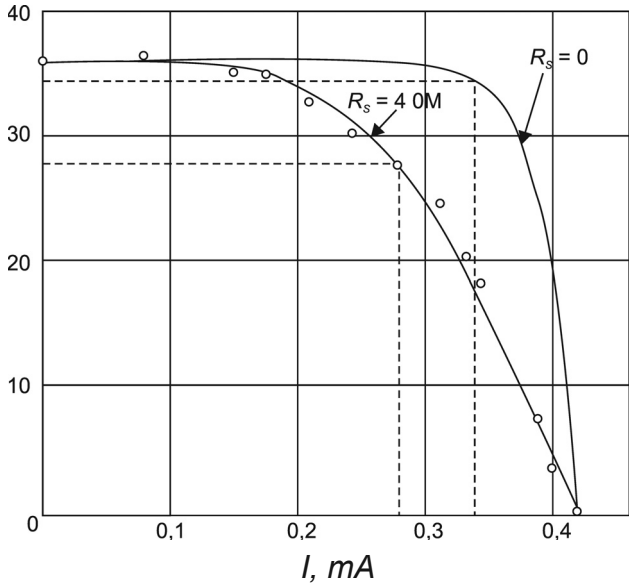
$$V_L = V - I_L R_S \qquad (1)$$

$I = I_L$ deb olib,

$$V_L = (kT/q)\ln[1+(I_{SC} - I_L]/ I_0 - I_L R_S \qquad (2)$$

ni hosil qilamiz.

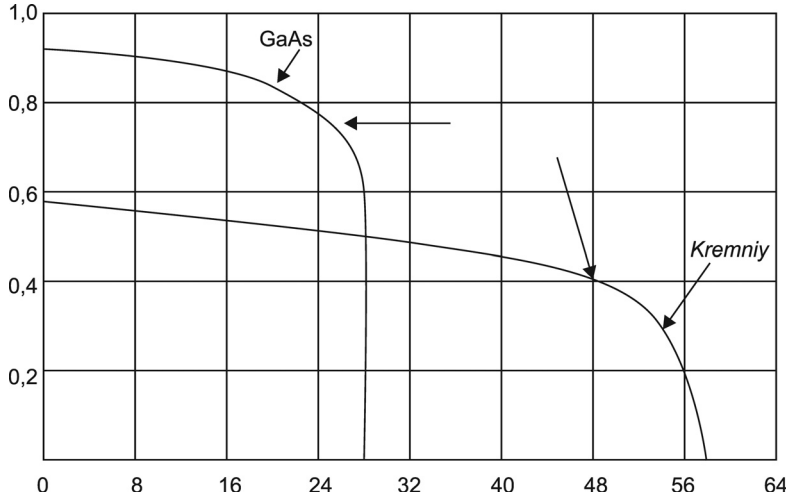
3-rasmda ichki ketma-ket ulangan qarshilikning quyosh elementining ishlashiga ta'siri tasvirlangan.



3- rasm. **Kremniydan yasalgan quyosh elementlarining yorqin quyosh nuri bilan yoritilganligi VAX i (o – eksperiment, --- (2) formula bilan hisoblash natijalari)**

Rasmdan ko'rinadiki, Rs dagi yo'qotishlar yuz beradigan eng katta quvvatni va mos holda quyosh elementining FIK ni kamaytiradi.

4-rasmda taqiqlangan soha kengligi har xil bo'lgan yarimo'tkazgichlardan tayyorlangan quyosh elementlarining elektr xarakteristikalari (bir xil sharoit bo'lganda) keltirilgan.



4-rasm. **GaAs va Si dan tayyorlangan quyosh elementlarining VAX lari**

Bundan ko'rinib turibdiki, taqiqlangan soha kengligi katta bo'lgan modda eng katta bo'sh yurish kuchlanishini bersa, E_g kichik bo'lgan modda tushayotgan nurlanishning katta qismini yutib, eng ko'p qisqa tutashuv tokini hosil qiladi. Bundan tashqari, kremniyda tok tashuvchilarning diffuziya uzunligi GaAs dagidan kattaligi sababli [2] yorug'lik ta'sirida hosil bo'lgan tok tashuvchilar ko'proq to'planadi.

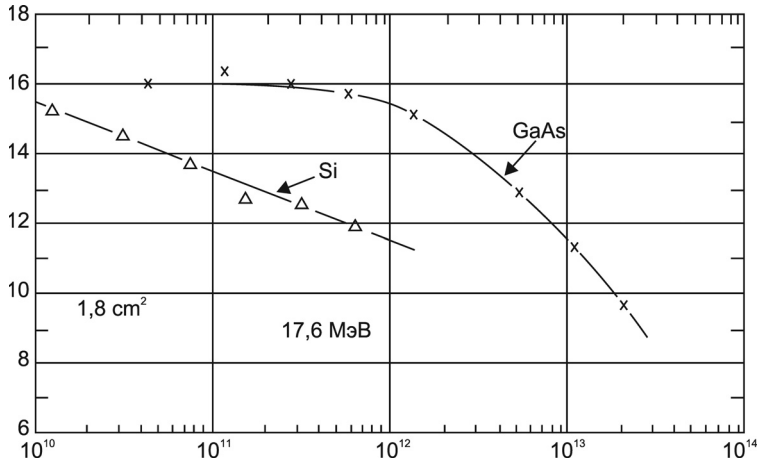
Eng katta chiqish quvvati va FIK ga mos keluvchi nuqtalar egri chiziqning burilish nuqtasida bo'ladi. Egri chiziq shakli to'rtburchakka qancha yaqin bo'lsa, FIK shuncha katta bo'ladi.

Kuchli yutiluvchi nurlanishlar (E_g << hu) holatida yoritilgan sirtda hosil qilinayotgan tok tashuvchilarning yig'ilishi oson bo'lishi uchun p-n o'tish yarimo'tkazgichni yoritilayotgan sirtga imkon boricha yaqin (tok tashuvchilar diffuziya uzunligiga yaqin) masofada joylashtiriladi. Diffuziya qatlamining kichik bo'lishi R_S ning katta bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun quyosh elementlarining yaratilishida tok tashuvchilarni yuqori darajadagi yig'uvchanligi samaradorligi bilan ketma-ket qarshiliklarning kichik bo'lishi o'rtasidagi munosabatni aniqlash muhim muammoni tashkil etadi.

Nurlanishlarning qaytishi tufayli yo'qotishlarni modda sirtiga shaffof qoplama surtish bilan kamytirish mumkin.

Quyosh elementlarini kosmosda ishlatilayotganda, ularning xususiyatlarini buzuvchi katta energiyali zarrachalar ta'siriga duch keladi. Bunday "radiatsion buzilishlar" modda atomlarining kristall panjarasidagi o'z o'rinlaridan siljib ketishi natijasida vujudga keladi, ularning o'rinlari bo'sh qoladi, siljib ketgan atom kristall ichida tugunlararo sohada, o'ziga termodinamik muqobil holat topmaguncha harakatlanadi. Vakansiyalar esa biror-bir nuqson bilan birikib A-markaz (V-O), divakansiya (V-V), E-markaz (V-P) va h.k.lar hosil qilishi mumkin.

Buning natijasida modda sirtida nurlanishsiz rekombinatsiya markazlari vujudga keladi. Bu esa o'z navbatida asosiy bo'lmagan tok tashuvchilarning yashash vaqtini, ya'ni ularning diffuziya uzunligini kamayishiga olib keladi. Natijada Quyosh elementini hajmida yorug'lik ta'sirida optik qo'zg'olishlarga sezgir bo'lgan sohalarni kamaytiradi. Har xil yarimo'tkazgichlarda radiatsion buzilishni sezgirlik farqi bo'ladi. Masalan, GaAs ni sezgirligi Si nikidan ikki marta katta (5-rasm).



5-rasm. **GaAs va Si asosida quyosh elementlari qarshilikni solishtirma chizmasi. Dastlabki FIK.- 9% tabiiy quyosh yorug'ligida o'tkazilgan**

Radiatsion nuqsonlar hosil bo'lishini kamaytirish uchun kremniyni Li, Ni, Co, Cu kabi elementlar bilan legirlash yaxshi samara beradi [3]. Hosil bo'lgan radiatsion nuqsonlarni kremniyni 600-800C da qizdirish orqali kamaytirish mumkin [4].

Adabiyotlar:

1. Саидов М.С., Ашуров М.Х., Абдурахманов Б.М. Долгосрочные вопросы кремниевого фотоэлектричества. // Гелиотехника. – 2000.- № 4. - С. 3-13.

2. Бахадирханов М.К., Ортиков И.Б. Малый энциклопедический справочник по полупроводниковым материалам. – Т., 2006. -199 с.

3. Зайнабидинов С.З. Физические основы образования глубоких уровней в кремнии.- Т.: Фан, 1984.- С. 160.

4. Зайнабидинов С.З., Далиев Х.С. Дефектообразование в кремнии.- Т.: Университет, 1993.- С. 99.

Андижон давлат университети,
2013 йил 10 апрелда қабул қилинган
(Тақризчи: проф. И.Н.Каримов)