

UOT 621.315.592

Sİ GÜNƏŞ ELEMENTLƏRİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TEMPERATURUN TƏSİRİ

M.N.AĞAYEV, V.Q.SƏFƏROV, G.M.SADIXZADƏ, R.F.MEHDİYEV

Bakı Dövlət Universiteti

agayevm.50@mail.ru

İşdə Si Günəş elementlərinin (GE) elektrofiziki xassələrini tədqiq etmək məqsədilə Al-Ni /(n^+) – Si kontaktının diod xarakteristikaları və omik xassələri öyrənilmişdir. Diod xarakteristikaları düşən şüalanmanın müxtəlif güc və temperaturalarda tədqiqi Günəş elementlərinin elektrofiziki parametrlərinə təsirini müəyyən etməyə imkan verir.

Açar sözlər: Günəş elementi, p – n keçid, potensial çəpərin hündürlüyü, faydalı iş əmsalı

Müasir dövrdə enerji sərfiyatına olan ehtiyacın artması nəticəsində ənənəvi enerji mənbələrinin tədricən tükənməsinə gətirib çıxarır. Bu baxımdan da yeni enerji mənbəyi kimi Günəş elementlərinin tədqiqinə təlabatın artımını meydana gətirir. Günəş elementlərinin tükənməz enerji mənbəyi olan Günəş enerjisini birbaşa elektrik enerjisinə çevirmə qabiliyyətinə malik olması, bu elementlərin perspektiv olmasını daha da genişləndirir. Bundan əlavə belə elementlərin yüksək çevirmə əmsalına malik olması, faktiki olaraq ətraf mühiti çirkləndirmədən, onların istismarı zamanı kiçik güclərdə, gücün sabit olmasını təmin edir. Belə üstünlüklərin olması, yeni Günəş elementlərinin konstruksiyasına və onların tədqiq olunmasını gündəmə gətirir.

İşdə Şottki baryeri əsasında hazırlanmış Günəş elementi tədqiq olunmuşdur. Element hazırlanarkən onun konstruksiyasında p – tip silisiumdan və alüminium – nikel ərintisindən istifadə olunmuşdur. Elementin sahəsi $2,7 \text{ sm}^2$ olmuşdur.

Günəş elementlərinin (GE) əsas fotoelektrik parametrlərinə yarımkəçiricinin optik və elektrofiziki xassələri təsir edir. Yalnız dərinədən təhlil etməklə müəyyən etmək olar ki, Günəş elementlərinin konstruksiyasının işlənilməsi zamanı kifayət qədər yüksək səmərəliliyə malik olan elementlərin alınmasının səbəbləri nə ilə əlaqədardır. Bunun üçün onun əsas xarakteristikalarını öyrənmək lazımdır ki, bu da itkilərin baş vermə səbəblərini başa düşməyə imkan verir.

Sənayedə istesal olunan Günəş elementlərinin içərisində ən geniş yayılan monokristal silisiumdur. Buna səbəb kimi silisiumun səth rekombinasiya sürətinin kiçik olması, zonalararası keçidlərin düzünə keçid olmaması və udulma sərhədinin daha səliqəli olması, udulan kvantların sayının artmasına imkan verir. Bu isə öz növbəsində Günəş elementinin qalınlığı artdıqca elektron – deşik cütliyünün artmasına səbəb olur. Adətən yarımkəçiricilərdə udulma əmsalını müqaisə etdikdə, qiymətli materiallara qənaət baxımından düzünə keçidə malik olan yarımkəçiricilərə, çəp keçidə malik olan yarımkəçiricilərə nisbətən daha çox üstünlük verilir. Lakin təcrübələr göstərir ki, yarımkəçiricilərin möhkəmliyinin aşağı olması səbəbindən nazik günəş elementləri hazırlamaq qeyri-mümkün olur. Bu səbəbdən də Günəş elementləri hazırlanarkən əsas material olaraq silisiumdan istifadə edilir.

Müxtəlif tip keçiriciliyə malik iki yarımkəçiricinin, həmçinin metal ilə yarımkəçiricinin toxunma sahəsində baş verən fiziki proseslərin öyrənilməsi sənaye elektronikasının müxtəlif sahələrində tətbiqini tapan bir sıra yarımkəçirici cihazların yaradılmasına gətirib çıxarır. Yarımkəçiricinin kontakt ətrafı təbəqəsinin maraqlı xassələrindən biri kontaktın işıqlandırılması zamanı potensial çəpərin hündürlüyünün dəyişməsidir. Bu hadisə əsasında müxtəlif opto-elektron cihazlar, xüsusi halda fotoelektrik çeviriciləri yaradılır. Fotogenerasiya və diod rejimində fotoeffekt nəzəriyyəsi işlənmişdir. Müxtəlif fotoelektrik çeviricilərinin yaradılmasına və tətbiqinə çoxlu sayda işlər həsr olunub.

Tədqiq olunan Günəş elementinin elektro – fiziki parametrlərinə şüalanmanın və temperaturun təsirini izləmək məqsədilə düşən şüalanmanın müxtəlif güclərində və geniş temperatur intervalında diod xarakteristikası tədqiq olunmuşdur.

Ölçmədən əvvəl Günəş elementinə omik kontakt olaraq $\text{Al}_{80}\text{Ni}_{20}$ amorf xəlitəli metaldan istifadə olunub. Kontaktın omik olmasını yoxlamaq məqsədilə, hər iki istiqamətdə çıxarılan Volt – Amper xarakteristikası düz xətt olmuşdur. Bu da Günəş elementinə vurulan kontaktın omik kontakt olmasını göstərir. Kontaktın omikliyi müəyyənləşdirildikdən sonra onu tədqiq etmək üçün yığılmış qurğuya birləşdirilmişdir. Tədqiq olunan günəş elementlərinin fotoenergetik parametrlərini təyin edərkən [1.4] işində təsvir olunan üsullardan istifadə olunmuşdur. İşıq mənbəyi etalon Günəş elementinin köməyiylə dərəcələnməmişdir, neytral filtrlərin istifadəsi isə GE – nin üzərinə düşən şüalanmanın gücünü $0 \div 100 \frac{\text{mWt}}{\text{sm}^2}$ intervalında dəyişməyə imkan verir.

Diod xarakteristikalarını tədqiq etmək məqsədilə Günəş elementi elektrik dövrəsinə adi yarımkəçirici diod kimi qoşulub, Günəş elementinə sürüşmə gərginliyi verilərək, əks və düzünə istiqamətdə VAX-ı çıxarılmışdır. Bu zaman VAX ölçmələrinin hər bir tsikli düşən şüalanmanın verilmiş gücündə aparılmışdır. Təcrübənin bu cür qoyuluşu GE-nin bir sıra elektrofiziki parametrlərini (Φ_0 – doyma cərəyanının sıxlığı, R_s – şuntlayıcı müqaviməti və

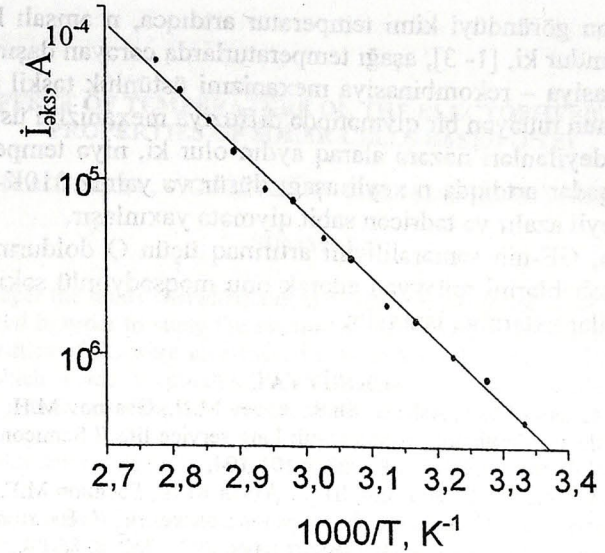
n – qeyri-ideallıq əmsalı) təyin etməyə imkan vermişdir. Nəticədə şüalanmanın müəyyən gücündə cərəyan daşınmasında diffuziya və ya generasiya – rekombinasiya mexanizminin üstünlük təşkil etməsi haqqında mühakimə yürütmək olar. Nəticə etibarilə işıqlanmanın cərəyan daşınma mexanizminə təsirini təsdiq və ya inkar etmək imkanı yaranır.

Qaranlıq VAX-dan təyin olunmuş əksinə doyma cərəyanı $\Phi_0 = 5,97 \cdot 10^{-7}$ A olmuşdur. Qeyri-ideallıq əmsalı n praktik olaraq şüalanmanın gücündən asılı olmur. Bu fakt sübut edir ki, cərəyan daşınma mexanizmi tədqiq olunan şüalanma intervalında dəyişməz qalır və onun əmsalı $n \sim 1,79$ olmuşdur. Onda belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, cərəyan daşınması mexanizmində hər iki mexanizm iştirak edir, yəni həm diffuziya, həm də generasiya – rekombinasiya mexanizmi öz payını verir. Axırncı mexanizmin olması və ya üstünlük təşkil etməsi $p - n$ keçidində müxtəlif aşqar səviyyələrin olması ilə əlaqədardır. Bu səviyyələrdən əsasən qeyri-əsas yükdaşıyıcıların şüalanması rekombinasiyası baş verir və Q doldurma əmsalı aşağı düşür. Q doldurma əmsalının böyük olmayan qiyməti GE-nin faydalı iş əmsalını məhdudlaşdıran əsas amillərdən biridir.

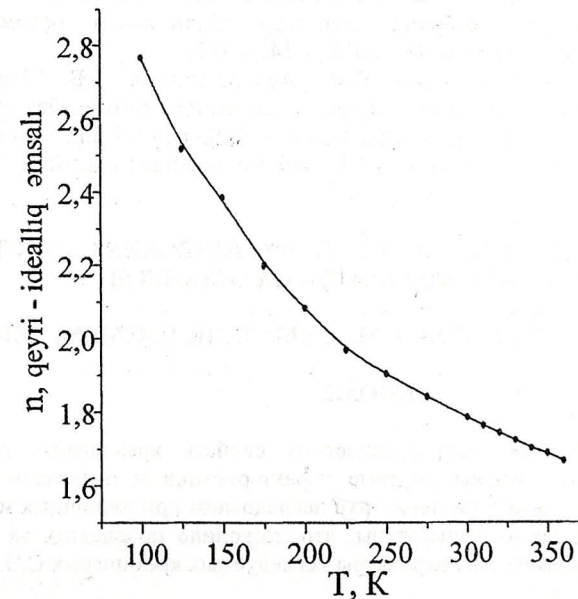
Məlumdur ki, GE-ri hazırlanma müddətində, həm də Günəş batareyalarının istismarı zamanı onlar daim temperatur təsirinə məruz qalır. Bundan əlavə yarımkəçricilər və onların əsasında hazırlanmış cihazların tədqiqi zamanı temperaturun təsirindən bir alət kimi istifadə edərək, düzünə istiqamətdə cərəyanın temperatur asılılığının meylinə görə verilmiş gərginlikdə E_a aktivləşmə enerjisinin qiyməti təyin olunmuşdur. E_a -nı bilmək, əvvəla, verilmiş kontakt strukturunda cərəyan daşınması mexanizmini təyin etmək, ikincisi isə, $p - n$ keçiddən bu və digər cərəyan daşınması mexanizminin üstünlük təşkil etməsi haqqında mühakimə yürütmək olar. VAX-da cərəyan daşınması mexanizmi dəqiq ifadə olunan hissəsindən cərəyanın temperatur asılılığını götürməyə diqqət yetirmək lazımdır.

Düzünə VAX -ın meylindən təyin olunmuş E_a aktivləşmə enerjisi $E_a = 0,69$ eV tərtibindən müəyənləşdiyindən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, $p - n$ keçidindən yükdaşıyıcıların daşınmasında həm rekombinasiya, həm də diffuziya cərəyan daşınması mexanizmləri iştirak edir. Bu zaman rekombinasiya toplananı çox kiçik olduğundan cərəyan daşınması mexanizmində diffuziyanın payı əsas olur.

Əks istiqamətdə VAX-ın meylindən (şəkil 1) təyin olunmuş E_a aktivləşmə enerjisinin qiyməti $E_a = 0,72$ eV təşkil edir və bu onu sübut edir ki, $p - n$ keçidindən yükdaşıyıcıların daşınmasında həm rekombinasiya (generasiya), həm də diffuziya mexanizmi iştirak edir.



Şəkil 1. Al – Ni (Si – n⁺ – p – p⁺) Günəş elementinin əks qaranlıq cərəyanının temperaturdan asılılığı.



Şəkil 2. Qeyri-ideallıq əmsalının temperaturdan asılılığı.

Səkil 2-dən göründüyü kimi temperatur artdıqca, n əmsalı kiçilir. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, [1- 3], aşağı temperaturlarda cərəyan daşınması mexanizmində generasiya – rekombinasiya mexanizmi üstünlük təşkil edir, temperatur artdıqca onun müəyən bir qiymətində diffuziya mexanizmi üstünlük təşkil edir. Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq aydın olur ki, niyə temperatur 80 K-dan 350 K-ya qədər artdıqda n xeyli aşağı düşür və yalnız 310K-ya çatdıqda azalma sürəti xeyli azalır və tədricən sabit qiymətə yaxınlaşır.

Beləliklə, GE-nin səmərəliliyini artırmaq üçün Q doldurma əmsalının aşağı düşməsi səbəblərini müəyən edərək onu məqsədyönlü şəkildə korrekte etmək üçün üsullar axtarmaq lazımdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Guseynov N.A., Askerov Sh.Q., Aslanov Sh.S., Agaev M.N., Gasanov M.H. Technology of getting of reliable silicon photoconverters with long service life // Semiconductor Physics Quantum & Optoelectronics, 2005, v.8., №3, c.101-104.
2. Аскеров Ш.Г., Гусейнов Н.А., Асланов Ш.С., Агаев М.Н., Гасанов М.Г. Определение основных параметров кремниевых фотопреобразователей // Вестник Бакинского Университета, серия физико-математических наук, 2005, №2, с. 86-89.
3. Августимов В.Л., Белоусова Т.Н., Власкина С.И. и др. Современное состояние фотопреобразования энергии с использованием кремниевых солнечных элементов // ОПТ, 1995, №30, с. 120-154.
4. Мехтиев Р.Ф., Сафаров В.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г. Технология получения надежных кремниевых фотопреобразователей с продолжительным сроком службы. Вестник Бакинского Университета., №2, 2013, с.140 – 145.
5. Аскеров Ш.Г., Сафаров Г., Гасанов Г.М., Абдурахманова Ф.Б. “Зависимость характеристик солнечных элементов аморфного металлического сплава от высоты барьера $p-n$ перехода” Fizika Problemləri İnstitutu, BDU-nun 95 illik yubileyinə həsr olunmuş “Fizikanın müasir problemləri VIII Respublika konfransı materialları” 24 – 25 Dekabr, Bakı, 2014, s.110 – 112.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ SI

М.Н.АГАЕВ, В.Г.САФАРОВ, Г.М.САДЫХЗАДЕ, Р.Ф.МЕХТИЕВ

РЕЗЮМЕ

С целью исследования электрофизических свойств кремниевых солнечных элементов (с.э), в работе изучены диодные характеристики и омические свойства контакта $AlNi(n^+) - Si$. Диодные характеристики исследованы при различных мощностях падающего излучения, а также температуры, что позволило проследить за влиянием освещенности на электрофизические параметры исследуемых кремниевых С.Э.

Ключевые слова: солнечные элементы, $p-n$ переход, высоты потенциального барьера, коэффициент полезного действия

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SOLAR CELLS BASED ON SI

M.N.AGHAYEV, V.G.SAFAROV, G.M.SADIKHZADE, R.F.MEHDİYEY

SUMMARY

In this paper the diode characteristics and ohmic properties of $AlNi(n^+) - Si$ contacts have been studied in order to study the electrophysical properties of silicon solar cells (SC). Diode characteristics of SC were investigated at various powers of the incident radiation and temperature, which made it possible to follow the influence of illumination on the electrophysical parameters of the investigated silicon SC.

Keywords: solar cells (SC), $p-n$ junctions, potential barrier height, efficiency

Redaksiyaya daxil oldu: 23.04.2018-ci il

Çapa imzalandı: 28.06.2018-ci il