

İrSi-Si KONTAKTI ƏSASINDA GÜNƏŞ BATAREYALARININ XARAKTERİK PARAMETRLƏRİNİN ÖLÇÜLMƏSİ SİSTEMİ

E.Ə. KƏRİMOV

*Milli Aerokosmik Agentliyi, Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu,
S.S. Axundov küç. 1, AZ 1115*

S.N. MUSAYEVA

*Azərbaycan Texniki Universiteti, H. Cavid pros. 25, AZ 1073
E-mail: E.Kerimov.fizik@mail.ru*

Tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, volt-ampere xarakteristikalarının xətti hissəsini Şottki koordinatlarında cərəyanların oxlarının kəsişməsinə qədər sıfır gərginliyinə ekstrapolasiya edərək, cərəyanın qiymətinə görə potensial çəpərin hündürlüyünü təyin etmək olar. İrSi-Si sərhəddində potensial çəpərin bu üsulla hesablanmış hündürlüyü 0,94 eV- a bərabər olmuşdur.

Açar sözlər: günəş batareyaları, Şottki koordinatları, günəş sabiti, zenit, günəş elementi, tranzistor, blok-sxem.

UOT: 535.317

PACS: 72.10.-d

Günəş batareyalarının həm istehsalı prosesində, həm də istismara göndərilməzdən əvvəl onların xarakteristik parametrlərinin xüsusi dəqiqliklə ölçülməsinə böyük ehtiyac vardır. Günəş elementi vasitəsilə alınan elektrik enerjisinin miqdarı yalnız elementin özünün texniki xarakteristikalarından deyil, həm də elementin yerləşdiyi coğrafi ərazinin koordinatlarından, sutkanın vaxtından, havanın buludlu olub-olmamasından, ilin fəslindən və s.-dən asılıdır. Buna görə də, müxtəlif elementləri korrekt şəkildə müqayisə etmək üçün onların parametrlərinin ölçülməsi şəraitini standartlaşdırmaq zərurəti meydana çıxır. Günəş şüalanmasını xarakterizə edən və günəş elementlərinin sınağı zamanı əsas rol oynayan kəmiyyətlər şüalanmanın intensivliyi və spektral tərkibidir.

Günəş şüalanmasının intensivliyi I_0 Yerin müxtəlif regionlarında müxtəlif qiymətə malikdir. Kosmosda, Yer atmosferi xaricində I_0 -ın qiyməti (günəş sabiti) 1370 Vt/m^2 -a bərabərdir. Ölçmələr zamanı intensivliyin standart qiyməti olaraq 1000 Vt/m^2 qəbul edilmişdir.

Günəş şüalanmasının spektral tərkibini xarakterizə etmək üçün AM –“hava kütləsi” anlayışı (AM-Air Mass) daxil edilmişdir. AM0 hava kütləsi, Yer atmosferi xaricində günəş şüalanması spektrinə uyğundur. AM1 isə müşahidə nöqtəsinə nəzərən Günəşin zenitdə olduğu zaman onun Yer səthində yaratdığı şüalanmanın spektrinə uyğundur. Ölçmələr zamanı standart olaraq AM1,5 hava kütləsi (bu, Günəşin zenitlə əmələ gətirdiyi bucağın 45° -yə bərabər olduğu halda Yer səthində yaratdığı şüalanmanın tərkibinə uyğundur) qəbul edilmişdir [1-3].

Günəş elementlərinin parametrlərinin standart ölçmələri zamanı qarşıya qoyulan sonuncu tələb isə ölçmə temperaturunun müəyyən olunmasıdır. Sınaqların 25°C temperaturunda aparılması standart olaraq qəbul edilmişdir. Deməli, günəş elementlərini pasportlaşdırmaq üçün dünyada qəbul edilmiş standart şərtlər (STC–Standart Test Conditions) aşağıdakı kimidir:

- intensivlik 1000 Vt/m^2 ;
- spektr AM1,5 ;
- temperatur 25°C .

Günəş elementlərinin sınağı zamanı keyfiyyətini, effektivliyini yoxlamaq üçün əsas etibarlı ilə aşağıdakı parametrlər ölçülür (standart şəraitdə):

- boş gedişin gərginliyi V_{oc} ;
- qısa qapanma cərəyanı I_{sc} ;
- maksimal çıxış gücü P_{max} ;
- maksimal çıxış gücə uyğun gələn gərginlik V_{max} ;
- VAX-ın dolma əmsalı FF ;
- elementin f.i.ə. η ;
- elementin ardıcıl müqaviməti R_s ;
- elementin şuntlayıcı müqaviməti R_{sh} ;
- aşqarların konsentrasiyası, N_a , N_d ;
- defektlərin konsentrasiyası N_{def} ;
- xüsusi müqavimət ρ .

Fotoenergetik sistemlərin laboratoriya maketlərindən tutmuş onların istismarına kimi bütün etaplarda elementlərin keyfiyyətini və istismar xarakteristikalarını qiymətləndirməyin əsas üsulu – onların volt-ampere xarakteristikalarını (VAX) ölçülməsidir. Məhz VAX-ın ölçülməsi (ışıqda və qaranlıqda) və ölçmə nəticələrinin emalı, fotoelektrik çeviricilərin yuxarıda göstərilən parametrlərindən bir çoxunu (V_{oc} , I_{sc} , P_{max} , V_{max} , η , R_s , R_{sh} ,...) təyinetməyə və, beləliklə də, elementlərin hazırlandığı texnologiyaları qiymətləndirməyə, proqnozlaşdırmağa və nəhayət, effektivliyini maksimum həddə çatdırmağın yollarını müəyyən etməyə imkan verir.

Yarımkəçirici günəş elementlərinin və modullarının VAX-ın ölçmək üçün işlədiyimiz sistem müasir ölçmə texnologiyaları - National Instruments (Ni) kompaniyasının ölçmə plataları, drayverləri (NI - DAQmx) və proqram təminatı (Lab VIEW) əsasında işlənmişdir. Ölçmə sxemini Dövlətlər arası Beynəlxalq standart – GOCT – 28977 - 91 uyğun olaraq işlənmişdir (şəkil 1).

1 - nümunə; 2 - temperatur vericisi; 3 - nəzarət edici element; 4 - yüksək dəqiqliyə malik rezistor; 5 - ölçü cihazı; 6 - temperatur qeydedicisi; 7 - cərəyanın ölçülməsi sxemi; 8 - gərginliyin ölçülməsi sxemi; 9 - dəyişən müqavimət.

Ənənəvi olaraq GE-nin VAX-nı almaq üçün elementə qoşulmuş dəyişən müqavimətin (yükün) qiymətini dəyişməklə I və U ölçülür. VAX qeyri-xətti olduğundan bu

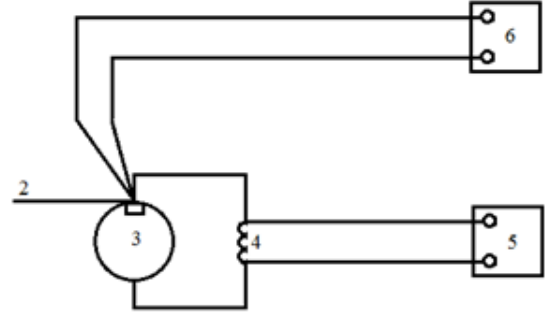
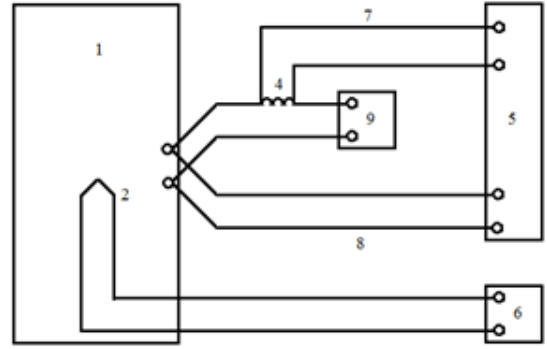
zaman qrafiki qurmaq üçün 10-12 ölçü aparmaq lazım gəlir. Bu üsulla ölçmə isə müəyyən vaxt aparır. Ölçmə prosesinin belə uzun sürməsi elementin qızmasına, imitatorun şüalanmasının dəyişilməsinə və nəhayət GE-nin real gücünün kifayət qədər dəyişilməsinə səbəb ola bilər [4-6].

Təklif etdiyimiz qurğuda dəyişən müqaviməti (yükü), istok-stoks müqaviməti proqram yolu ilə geniş diapazonda dəyişmək mümkün olan IRF530NS sahə tranzistoru vasitəsilə həyata keçirilir. Qurğunun blok sxemi şəkil 2-də, prinsipial elektrik sxemi isə şəkil 3-də verilmişdir.

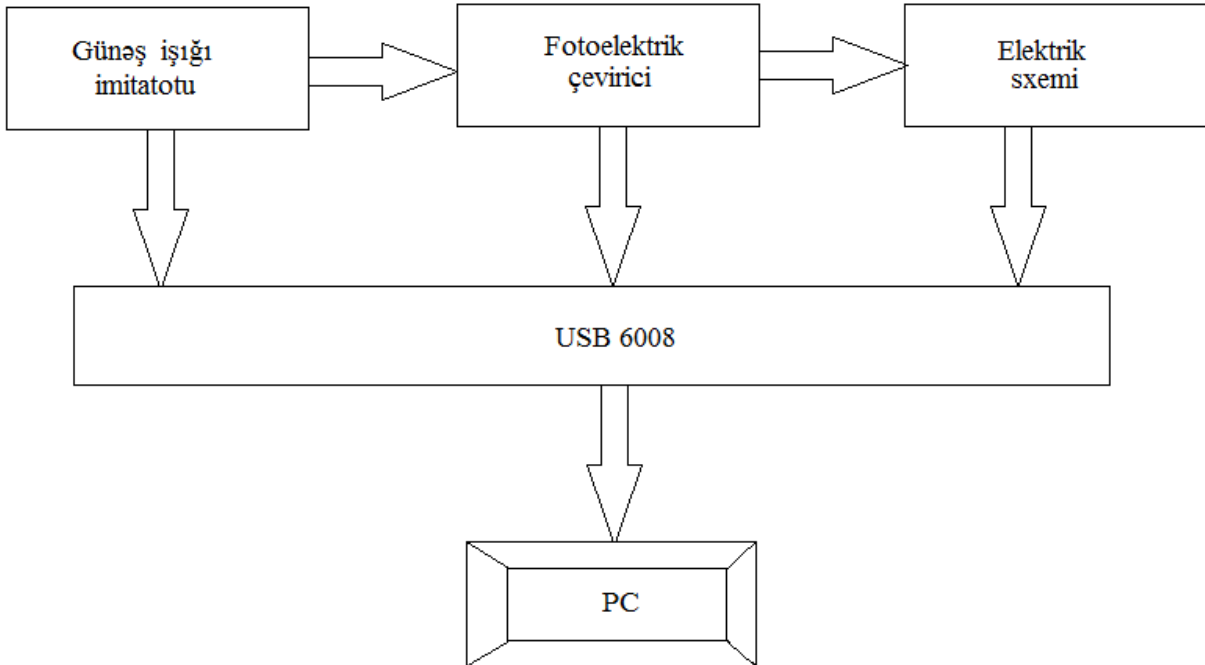
IRF530NS sahə tranzistorunun istok-stok müqaviməti USB6008 platasının analoq çıxışından tranzistorun emitter-istok keçidinə verilən və 0-5V diapazonunda dəyişilən gərginliklə idarə olunur. Cərəyan şiddəti $R1$ müqavimətinin uclarındakı gərginliyin USB6008-in analoq AI + \pm AI-differensial girişlərinə verilməsilə, boş gedşin gərginliyi isə (istok-stoks müqaviməti maksimum olduğu zaman) AI0+ \pm AI0- girişi vasitəsilə ölçülür.

LabVIEW mühitində /33-35/ işlənmiş proqram təminatı (virtual cihazlar) GE-nin V_{oc} boş gedşinin gərginliyini, I_{sc} qısa qapanma cərəyanını, P_{max} maksimal çıxış gücünü, maksimal çıxış gücə uyğun gələn V_{max} gərginliyi, η f.i.ə-ni, FF VAX-ın dolma əmsalını avtomatik olaraq təyin etməyə imkan verir (şəkil 4).

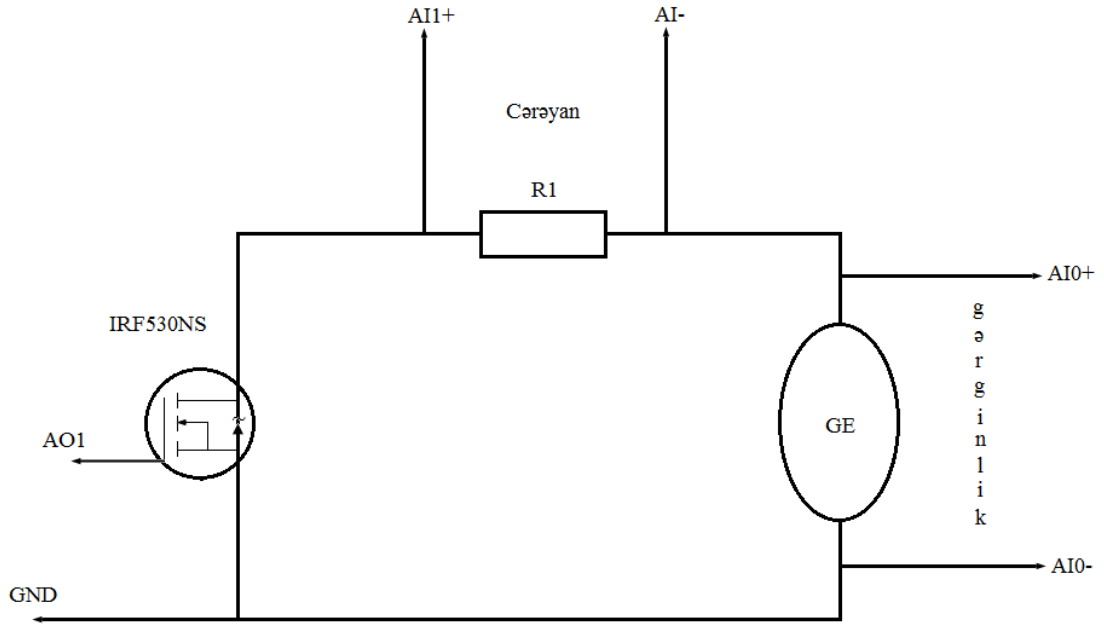
LabVIEW mühitində yaradılmış GE-lərinin volt-ampər xarakteristikalarını ölçmə sisteminin üz paneli, şəkil 5-də isə onun blok diaqramı təsvir edilmişdir. GE-lərinin volt-ampər xarakteristikalarının ölçmə nəticələrinə əsasən xarakteristikanın qurulması, maksimal gücə uyğun işçi nöqtənin tapılması da LabVIEW mühitində yaradılmış VC-ın (proqramın) köməyi ilə yerinə yetirilir (şəkil 6).



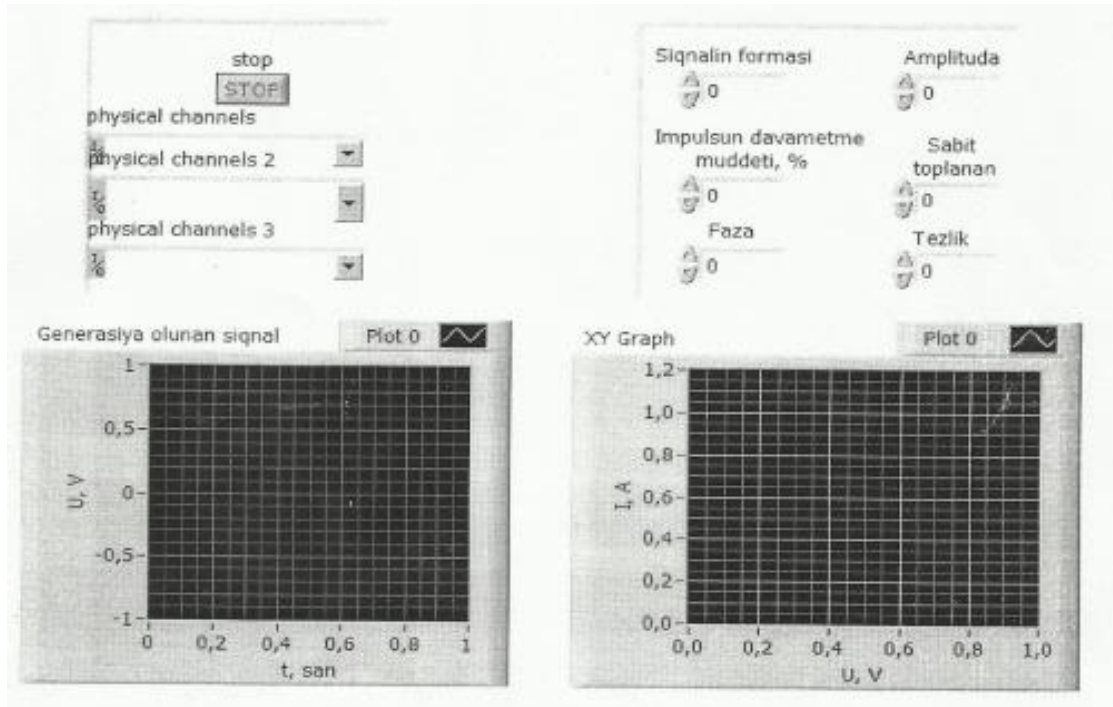
Şəkil 1. ГОСТ – 28977-91-ə görə fotoelektrik çeviricilərin ölçmə sxemi.



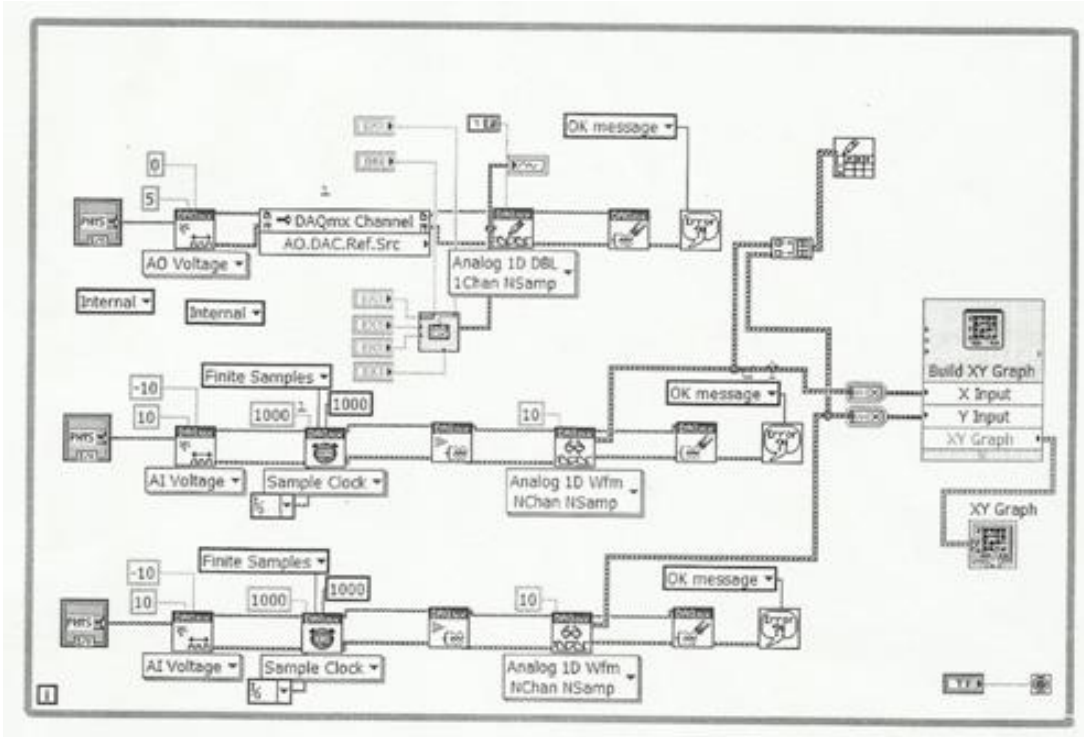
Şəkil 2. GE – lərinin VAX – larını ölçmək üçün qurğunun blok sxemi.



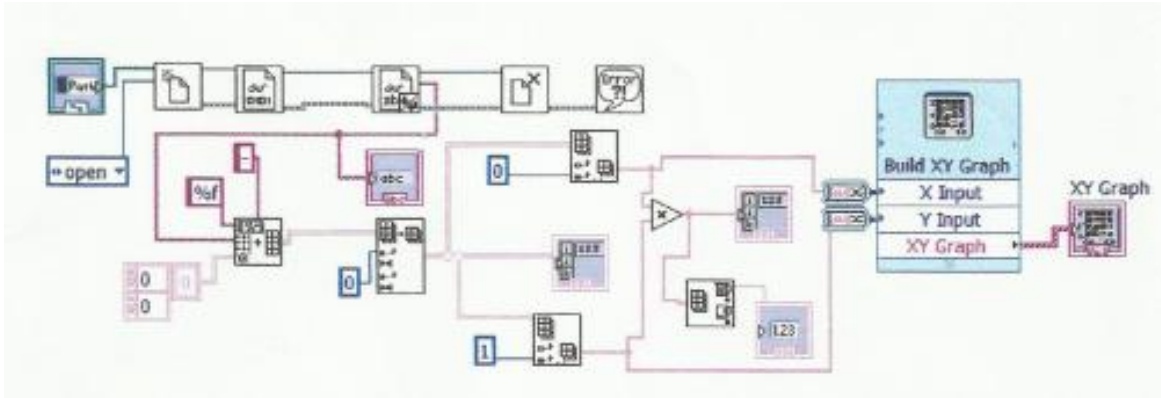
Şəkil 3. GE-lərinin VAX-larını ölçmək üçün qurğunun prinsipial elektrik sxemi. Burada: AO1də GND Nİ USB6008 platasının analoq çıxış kontaktları, AI+ ÷AI- və AI0+ ÷AI- cütləri isə onun differensial giriş kontaktlarıdır.



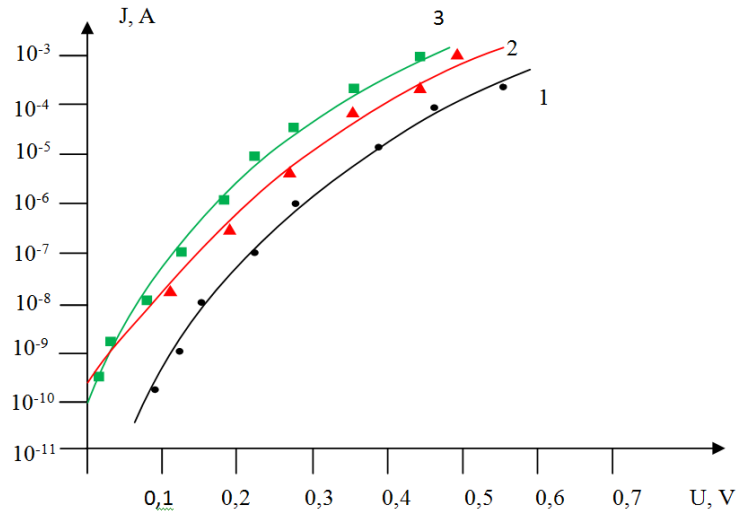
Şəkil 4. GE-lərinin volt-ampere xarakteristikalarını ölçmə sisteminin LabVIEW mühitində üz paneli.



Şəkil 5. GE-lərinin volt-ampər xarakteristikalarını ölçmə sisteminin blok diaqramı.



Şəkil 6. GE-lərinin volt-ampər xarakteristikalarının fayl şəklində saxlanılmış ölçmə nəticələrini emal etmək üçün VC-ın blok diaqramı.



Şəkil 7. Termik emalın müxtəlif temperaturlarında volt – ampər xarakteristikaları: 1– 300°C, 2– 400° C, 3– 500° C.

Strukturların volt – amper xarakteristikaları (VAX) 10^3 – 10^4 düzləndirmə əmsalına malik güclü unipolyar şək-lə malikdir. Cərəyan sıxlığının tətbiq edilmiş gərginlikdən müşahidə olunan asılılığı termoelektron emissiya nəzəriy-yəsi ilə yaxşı uzlaşır:

$$J = J_s \left(\exp\left(\frac{qU}{nkT}\right) - 1 \right) \quad (1)$$

burada, J_s – doyma cərəyanının sıxlığı, n – qeyri-ideallıq əmsalı, k – Bolsman sabiti, T – kelvinlərlə temperaturdur. Qeyri-ideallıq əmsalı 1,12–1,64 intervalında yerləşir; cə-rəyan sıxlığının qiyməti isə 7,5 V gərginlikdə $0,1 \text{ mAsm}^{-2}$ -dir.

İridium silisidi-silisium sərhəddində yaranan Şottki çəpərinin hündürlüyü doyma cərəyanı üçün aşağıdakı formuldan hesablanır:

$$J_s = AT^2 \exp\left(\frac{q}{kT}\right)(\varphi - \Delta\varphi) \quad (2)$$

burada, φ – Şottki çəpərinin hündürlüyü, $\Delta\varphi$ – kontaktda maksimal elektrik sahəsi ilə bağlı olan polyarizasiya qüv-vələri nəticəsində çəpərin hündürlüyünün azalmasıdır ki, aşağıdakı formul üzrə hesablanır:

$$\Delta\varphi = \left(\frac{qE_m}{4\pi\epsilon_s} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

burada;

$$E_m = \left[\frac{2qN_D}{\epsilon\epsilon_0 \left(V + V_i - \frac{kT}{q} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Çəpərin φ – hündürlüyü aşağıdakı formul üzrə təyin edilir ki,

$$\varphi = \left(\frac{kT}{q} \right) \ln \frac{AT^2}{J_s} = \left(- \frac{kT}{0,43} \right) \lg \frac{J}{AT^2} \quad (5)$$

burada volt-amper xarakteristikalarının xətti hissəsini Şot-tki koordinatlarında cərəyanların oxlarının kəsişməsinə qədər sıfır gərginliyinə ekstrapolyasiya edərək cərəyanın qiymətinə görə potensial çəpərin hündürlüyünü təyin et-mək olar. IrSi-Si sərhəddində potensial çəpərin bu üsulla hesablanmış hündürlüyü 0,94 eV-a bərabər olmuşdur.

- [1] *N.F. Kazimov, E.Ə. Kərimov.* Fizika jurnalı, 2012, cild XVIII, №1, seriya: Az. s. 17-20.
 [2] *E.Ə. Kərimov.* Fizika jurnalı, 2012, cild XVIII, № 3, seriya: Az. s. 6-8.
 [3] *E. Ə. Kərimov.* Fizika jurnalı, 2011, cild XVII, № 3, seriya: Az. s. 29-30.

- [4] *E.Ə. Kərimov.* Fizika jurnalı, 2013, cild, XIX, № I, seriya: Az. April, p. 15-18.
 [5] *Hua-Jin Zhai, Lai-Sheng Wang.* Probing. J. Am. Chem. Soc. 2007, v. 129, p. 3022.
 [6] *S. Zhu, R. Van, C. Detugermier. et al.* Chin. J. Semiconductor, 2000, v. 21, № 5, p.143-147.

E.A. Kerimov, S.N. Musaeva

SYSTEM OF MEASUREMENT OF CHARACTERISTIC PARAMETERS OF SUN BATTERIES BASED ON IRSi-Si

During the research it was found out that the linear part of the current-voltage characteristics in Schottky coordinates extrapolating to the zero voltage in terms of the current value can determine the height of the potential barrier. The barrier height at the IrSi-Si interface, calculated by this method, is 0.94 eV.

Э.А. Керимов, С.Н. Мусаева

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ IRSi-Si

В ходе исследований выяснилось, что экстраполируя до нулевого напряжения по величине тока линейную часть вольт-амперных характеристик в координатах Шоттки, можно определить высоту потенциального барьера. Рассчитанная высота барьера на границе IrSi – Si этим методом равна 0,94 эВ.

Qəbul olunma tarixi: 18.07.2017