

PdSi – Si STRUKTURLARIN ALINMA TEKNOLOGİYASI VƏ FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

E.Ə. KƏRİMOV, B.Ə. QULUZADƏ, R.R. HƏSƏNOVA

*Milli Aerokosmik Agentliyi Elmi Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu
Bakı, AZ-1106, Azadlıq pr. 159*

Ş.Ə. BAYRAMOVA

*Milli Aerokosmik Agentliyi Məxsusi Konstruktor Bürosu
Bakı, AZ-1106, S.S. Axundov küç.1, korpus2*

Məqalədə PdSi - Si strukturunun alınma texnologiyası və onun əsasında Şottki çəpərin fotoelektrik xassəsi tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, PdSi nazik təbəqəli “optik pezenator” şəklində Şottki qəbuledicisinin yaradılması kvant fotoemissiyası əmsalının artımına gətirir. Fotohəssas strukturun şüalanmanı udma dərəcəsi Təkcə PdSi-nin qalınlığından deyil, həm də dielektrikin qalınlığı və materialından asılıdır.

Müasir elm və texnikanın intensiv inkişafı yarımkeçiricilər elektronikasının inkişafı ilə sıx əlaqədardır. Bu elm sahəsinin inkişafı ilə bağlı olaraq kosmik texnika və texnologiyaları inkişaf etdirmək mümkün olmuşdur. Optoelektron cihazların və inteqral sxemlərin sonrakı inkişafı mövcud cihazların daim təkmilləşdirilməsini və daha mükəmməl texnologiya əsasında yarımkeçirici cihazların yaradılmasını tələb edir [1,2].

Son illər infraqırmızı (İQ) şüalanma qəbulediciləri geniş yayılmışdır ki, bunlar da palladium silisidi - silisium (PdSi - Si) əsasında Şottki çəpərli diodlardan olan matrisa bazasında hazırlanır. Onların xassələri həm təmiz, həm də müxtəlif aşqarlar əlavə edilmiş silisium və germanium, qurğuşun və kadmiyum sulfidləri, antimonid və indium əsasında hazırlanmış İQ - şüalanma dedektorlarından prinsipial olaraq fərqlənir.

PdSi - Si Şottki diodları əsasında şüalanma qəbulediciləri kadmiyum tellurid bərk məhlulları civə istifadə olunan İQ-texnika sistemləri ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdirlər.

PdSi - Si həssas elementləri olan şüalanma qəbuledicilərinin əsas üstünlükləri ayrı-ayrı elementlər üzrə həssaslığın çox yüksək biricinsliyi, silisium inteqral sxemlərin sənaye texnologiyasından istifadə etməklə hazırlanmasının mümkünlüyü və həmçinin ilkin material kimi standart silisium monokristalının tətbiq edilə bilməsidir ki, bu da dedektə olunan elementlərin qəbuledici sisteminin qəbuledici – gücləndirici və rəqəmli məntiqi elektronika blokları ilə effektiv əlaqələndirməyə imkan verir [3]. Elementlərinin sayı 200X200 olan PdSi - Si kontaktları bazasında qəbuledicilərdən istifadə etməklə yaradılan İQ kameranın ayırma qabiliyyəti televiziyanın ayırma qabiliyyətinə yaxın olur. Bundan əlavə, təsvirin qəbulu üçün yüksək həssaslığa malik elementlər hesablayan (sayan) YƏC (yük əlaqəli cihazlar) qurğulu lövhədə asanlıqla formalaşır. Belə uzlaşma perspektivdə vahid texnoloji tsiklə tabe olmayan kadmiyum - civə telluridləri qəbuledicilərindən istifadə əsasında sistemlərlə müqayisədə daha ucuz televiziya sistemlərinin yaradılmasının mümkün olmasının təyin edir.

Beləliklə, tamamilə nazik PdSi təbəqələrinin, onlar əsasında fotohəssas qurğuların alınma texnologiyası və onların elektrik, fotoelektrik xassələrinin tədqiqi baxılan strukturlarda fiziki proseslərin xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaq üçün böyük maraq kəsb edir.

PdSi – Si ƏSASINDA FOTOHƏSSAS ELEMENTLƏRİN HAZIRLANMA TEKNOLOGİYASI

Girişdə deyildiyi kimi, PdSi - Si kontaktı əsasında Şottki çəpərli diodlar spektrin İQ oblastı üçün dedektor kimi isti-

fadə edilə bilər. Lakin bu qəbuledicilərin kvant effektivliyi p-n keçidləri və göstərilən yarımkeçiricilər əsasında hazırlanmış fotoqəbuledicilərlə müqayisədə kiçikdir. Kvant effektivliyini artırmaq üçün Şottki qəbulediciləri “optik rezanator” şəklində hazırlanır: burada PdSi-nin qalınlığı 120Å-dən artıq olmamalıdır. Bu məqsədlə bizim tərəfimizdən nazik PdSi – Si kontaktlarının alınması üçün çoxtəbəqəli metallaşma texnoloji rejimi işlənmişdir.

Metal təbəqəsi ilə silisium arasında reaksiya nəticəsində silisidin formalaşması zamanı metallik təbəqənin istifadə etdiyi silisiumun miqdarını nəzərə almaq lazımdır. Bu hesablamalar cədvəl 1-də verilmişdir. Burada Pd, Si və PdSi-nin sıxlıqlarının nəzəri qiymətlərindən istifadə edilmişdir. Lakin hazırda belə rejimin praktiki reallaşması tozlandırma qurğularının təkmil olmaması baxımından çətindir. Sonrakı nəticələr birtəbəqəli metallaşma rejiminə aid olacaq.

Cədvəl 1

Təbəqələr	Qalınlığı, Å
I təbəqə Pd	70
II təbəqə Si	15
III təbəqə Pd	12
IV təbəqə Si	14
V təbəqə Pd	10
VI təbəqə Si	14
VII təbəqə Pd	10

Birtəbəqəli metallaşma zamanı fotohəssas strukturların hazırlanma prosesini aşağıdakı ardıcılıqla təsvir etmək olar:

- p - tip (n - tip) silisiumun oksidləşməsi;
- mühafizə olunan n(p) oblastların formalaşması üçün pəncərələrin açılması;
- n(p) oblastların formalaşması üçün fosforun (borun) diffuziyası;
- çəpər təbəqələrin formalaşması üçün pəncərələrin açılması;
- nazik Pd metal təbəqənin çəkilməsi;
- PdSi yaranması üçün vakuumba və qaz qarışığında tabalma;
- reaksiyaya girməyən Pd və SiO₂ təbəqələrinin götürülməsi;
- TiW diffuzion çəpər təbəqəsinin və Al kontaktın çəkilməsi;
- təbəqəyə qədər kontakt pəncərələrdən TiW ərintisinin və Al-nun silinməsi;
- işıqlanan örtüyün çəkilməsi.

Texnoloji əməliyyatların sayını azaltmaq üçün bizim tərəfimizdən spektral mkm diapazonda işləyən fotoqəbuledicilərin hazırlanmasının yeni metodu təklif edilmişdir ki, bu

metodun mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir: PdSi ərintisinin əvəzinə PdTiW və ya Ti / PdTiW-dən istifadə etmək.

Əsas istiqamətlər üzrə texnoloji əməliyyatlar aşağıdakılardan ibarətdir:

- lövhələrin oksidləşməsi;
- oksiddə pəncərələrin açılması;
- PdTiW və ya Ti / PdTiW-nin tozlandırılması;
- PdSi təbəqəsinin alınması üçün tabalma;
- pəncərələrə TiW – in aşındırılması;
- alüminium kontaktın tozlanması.

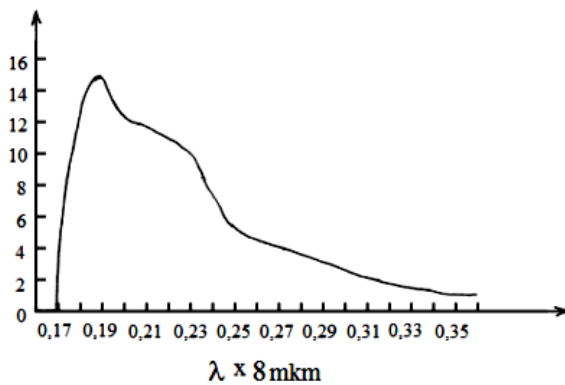
Ərintini təşkil edən komponentlərin müxtəlif diffuziya əmsalına malik olduqları üçün tabalma prosesində faza təbəqələşməsi baş verir və platin silisiumla reaksiyaya girərək silitsid yaranır. Yaranan TiW ərinti diffuziya çəpəri rolunu oynayır ki, bu da öz növbəsində cihazın deqradasiya olunmasının qarşısını alır.

Pd-Si STRUKTURUNUN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

Yük daşıyıcıların köçürülməsi mexanizmi haqqında əlavə informasiyanı fotoelektrik ölçmələr zamanı almaq olar. İşdə PdSi - n - Si və PdSi - p - Si strukturlarının fotoelektrik xassələri öyrənilmişdir. Bu fotoelektrik ölçmələr üçün iki tip cihazdan istifadə edilmişdir. Birinci tip cihazlar əvvəldə göstərilmiş texnologiya üzrə hazırlanıb: bu zaman planar omik və həmçinin diffuzion-çəpər təbəqələri bütöv, ikinci halda isə həlqəvi formaya malikdir [4].

Strukturun işıqlanması zamanı fotocərəyan yalnız, tətbiq olunan gərginliyin polyarlığı aşağıda yerləşən qeyri-şəffaf alüminium elektroddakı müsbət potensiala uyğun gəldikdə yaranır. Gərginliyin əks polyarlığında fotocərəyanın artması eksperimentin xətası daxilində qiymətə malik olan qaranlıq cərəyanı ilə müqayisədə çox kiçik olmuşdur. Bu fakt onu göstərir ki, müşahidə etdiyimiz fotocərəyan silisium lövhənin həcmi fotokeçiriciliyi ilə deyil, metal elektroddakı daşıyıcıların silisium lövhəyə fotoemissiyası ilə bağlıdır. Şəkil 1-də PdSi - p - Si strukturunun həssaslığının spektral asılılığı verilmişdir.

R, şərti vahid



Şəkil 1. PdSi - p - Si strukturunun həssaslığının spektral asılılığı. $T = 77K$.

Fotocərəyanın maksimumunun vəziyyəti silisiumun udulmasına uyğun gəlir. Uzundalğalı sərhədin böyüməsi elektronların metaldan silisiuma fotoemissiyası ilə əlaqədardır. Bu fotodiodların spektral xarakteristikalarının uzundalğalı sərhədi çəpərin hündürlüyü ilə təyin olunur:

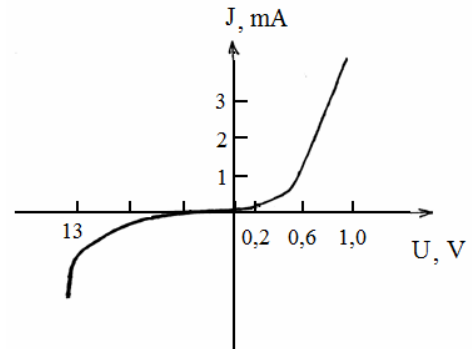
$$\lambda = 1,24 / q\phi_v$$

burada, λ – işığın dalğa uzunluğu, $q\phi_v$ - potensial çəpərin hündürlüyüdür. PdSi - n - Si strukturları üçün $q\phi_v = 0,74$ eV, fotoeffektin qırmızı sərhədi 0,2 mkm-ə uyğundur.

PdSi - n - Si strukturları üçün cərəyan həssaslığı otaq temperaturunda $\lambda=2$ mkm dalğa uzunluğu üçün maksimumunda 45 mA/Vt qiymətini alır. Fotohəssaslığı kiçik olması isə 100Å qalınlığında PdSi-nin maksimum udmaya malik olmasıdır. PdSi - Si strukturu əsasındakı şüalanma qəbulediciləri spektral xarakteristikasına görə adi silisium fotodiodlarından onunla fərqlənir ki, onların fotohəssaslığının spektral diapazonu kifayət qədər genişdir.

Şəkil 2-də düşən şüalanma zamanı PdSi - p - Si strukturlarının VAX-ı (volt-ampere xarakteristikası) verilmişdir. Göründüyü kimi işıqlanma zamanı tədqiq olunan strukturlardan keçən cərəyanın kifayət qədər dəyişməsi müşahidə olunur.

Tətbiq olunmuş əks gərginliyin kiçik qiymətlərində (0,2 - 0,8V) şüalanma zamanı tədqiq olunan strukturlardan keçən cərəyan 150÷250, gərginliyin bir qədər böyük (1 - 2V) qiymətlərində 300÷350, gərginlik 6 - 8V olduqda isə 10^3 dəfə dəyişir. Deməli, PdSi - p - Si strukturlarının SBŞ optimal iş rejimi $U_R = 6 - 8V$ arasındadır. Böyük gərginliklərdə sızma cərəyanları kəskin artır və tədqiq olunan nümunələrin dəşilməsi baş verir (ışıq mənbəyi kimi $\lambda=3$ mkm dalğa uzunluğuna köklənmiş ИКС-14А spektrometri istifadə edilir, işıq isə PdSi üzərinə Si tərəfdən düşür).



Şəkil 2. PdSi - p - Si əsasında Şottki diodunun volt-ampere (VAX) xarakteristikası. $T = 80K$.

Beləliklə, işıqlanma zamanı planar omik kontaktlı strukturlardan keçən cərəyanın dəyişməsi həlqəvi kontaktlı cərəyanlardan keçən cərəyanın dəyişməsinə nisbətən çox kiçikdir. Çox güman ki, bütöv kontakt zamanı fotogenerasiya olunmuş deşiklər metalın elektronları ilə rekombinasiya olunur və fəzalararası sərhədə çatmır.

[1] V.I. Strikha, V.V. Ilchenko, E.V. Buzanova. Radio-tehnika i elektronika, 1985, v. 5, № 3, s. 998-1001.
 [2] P.A. Bogomolov, V.I. Sidorov, I.F. Usoltsev. Priyomnie ustroystva IK-sistem. M: Radio i svyaz, 1987, s. 208.

[3] F.F. Martin, H. Elabd. Infrared Schottky barriers focal plane technology.- SPIE proceedings, 1981, V311, p. 102-111.
 [4] Fotopriyomniki vidimogo i IK-diapazonov (per. s angl.) pod. red. R.J. Kiesa, M: Radio i svyaz, 1985, s. 325.

E.A. Kerimov, B.A. Guluzade, Sh.A. Bayramova, R.R. Gasanova

TECHNOLOGY FOR PRODUCING STRUCTURES PdSi - Si AND PHOTOELECTRICAL PROPERTIES

The obtaining technology of PdSi - Si structures and photoelectric properties of Schottky barrier is investigated in this article. It is observed that the creation of Schottky receiver in «optical resonator» with a thin layer of PdSi leads to coefficient increase of the quantum photoemission. The radiation absorption degree of photosensitive structure depends not only on PdSi thickness, but also on the dielectric material thickness.

Э.А. Керимов, Б.А. Гулузаде, Ш.А. Байрамова, Р.Р. Гасанова

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРУКТУР PdSi - Si И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В данной статье исследованы технология получения PdSi - Si структур и фотоэлектрические свойства барьера Шоттки. Обнаружено, что создание Шоттки приемника в виде «оптического резонатора» с тонким слоем PdSi приводит к росту коэффициента квантовой фотоэмиссии. Степень поглощения излучения фоточувствительной структуры зависит не только от толщины PdSi, а также от толщины и материала диэлектрика.

Received: 23.10.09