

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Ш.Г.АСКЕРОВ, Н.А.ГУСЕЙНОВ, Ш.С.АСЛАНОВ,
М.Н.АГАЕВ, М.Г.ГАСАНОВ

Бакинский Государственный Университет

В данной работе определены плотность обратного тока неосновных носителей, последовательное сопротивление, шунтирующее сопротивление и коэффициент, характеризующий степень рекомбинации носителей тока в области р-п перехода кремниевого фотопреобразователя. В качестве исследуемого объекта выбран кремниевый фотопреобразователь на р-п переходе с омическим контактом из аморфно металлического сплава $Al_{80}Ni_{20}$.

Для повышения эффективности преобразования солнечной энергии, надежности и срока службы солнечных батарей, необходимо точно определять и уметь регулировать основные параметры фотопреобразователя [1].

На рис.1 представлена схема исследуемого солнечного элемента на основе р-п перехода из р-Si. Для уменьшения отражательной способности полупроводника в качестве просветляющего покрытия использовалось фосфорсиликатное стекло, а для увеличения срока службы и уменьшения себестоимости фотопреобразователя в качестве омического контакта использовался аморфно металлический сплав $Al_{80}Ni_{20}$. Образец имел на рабочей поверхности одинаковый рисунок контактной сетки с одинаковым шагом [2].

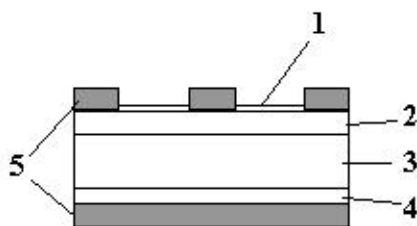


Рис.1. Схема исследуемого элемента.

- 1- Просветляющее покрытие фосфорсиликатное стекло (ФСС).
- 2- n^+ -Si : P(фосфор) ($N_D=1 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$)
- 3- p-Si КДБ10 ($N_A=1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$)
- 4- p^+ -Si КДБ10 ($N_A=1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$)
- 5- Омический контакт из аморфного металлического сплава $Al_{80}Ni_{20}$.

Известно, что величины плотности обратного тока неосновных носителей (j_0), последовательного сопротивления (R_n), шунтирующего сопротивления ($R_{ш}$) и коэффициента, характеризующего степень рекомбинации носителей тока в области р-п перехода (A), зависят от исходного материала и качества созданного при изготовлении солнечного элемента (СЭ) легированного слоя, а также профиля р-п перехода. Чем меньше равновесных неосновных носителей тока содержится в р и п областях СЭ, тем меньше j_0 , тем выше потенциальный барьер на р-п-переходах и, следовательно, выше напряжение холостого хода (U_{xx}) и качество прибора в целом. Концентрация равновесных неосновных носителей тока в р и п областях СЭ и скорость рекомбинации неосновных носителей в р-п переходе зависят от многих факторов, например, от наличия посторонних примесей, загрязняющих полупроводник, наличия в полупроводниковом материале различного рода дефектов, ловушечных и рекомбинационных центров и от размеров области р-п перехода. Из сказанного становится ясно, что определение j_0 и A имеет важное практическое значение.

Для определения j_0 в области нагрузочной характеристики, близкой к режиму холостого хода, где влиянием R_n можно пренебречь, зависимость $\ln(I_{кз}-I_n)=f(U_n)$ оказывается линейной (рис.2). Продолжая полученную прямую до пересечения с осью ординат, где $U_n=0$, находят $\ln j_0$ и, следовательно, j_0 . Из тангенса угла наклона полученной прямой к оси ординат можно рассчитать $A \frac{kT}{q}$.

По графикам, показанным на рис.2, ясно, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta U_n}{\ln(I_{кз} - I_n)}$$

Следовательно, коэффициент A можно определить воспользовавшись следующей формулой

$$A = \frac{q}{kT} \operatorname{tg} \alpha = \frac{q}{kT} \frac{\Delta U_n}{\ln(I_{кз} - I_n)}$$

где,

q – заряд электрона ($1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), k – постоянная Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К), T – температура (в данном случае 300К)

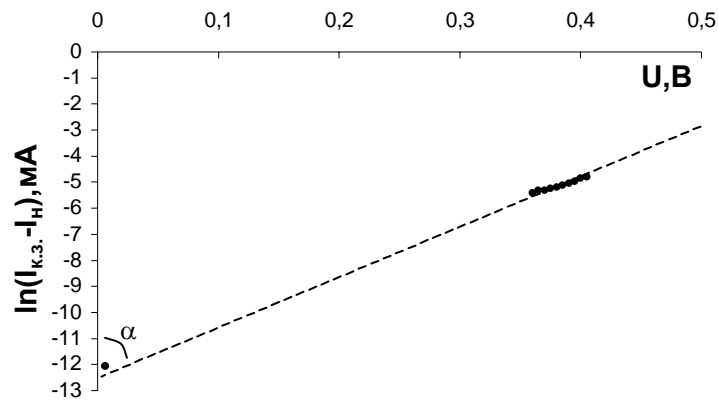


Рис.2. Зависимость $\ln(I_{k3} - I_n)$ от напряжения на фотопреобразователе.

Для определения последовательного сопротивления R_{Π} в работе [3] используют удобный метод, согласно которому, измеряя 4 точки вольтамперной характеристики, при освещении (в режиме фотогенератора, 2 точки) и в темноте (в режиме диода, 2 точки), находят последовательное сопротивление из выражения

$$R_{\Pi} = \frac{U_T - U_{XX}}{I_{k3}},$$

где U_T -напряжение на фотопреобразователе в темноте при пропускании через него от внешнего источника тока, по величине равного I_{k3} . Этот способ справедлив, если контакты омические, т.е. их сопротивления не зависят от направления тока.

Определение шунтирующего сопротивления $R_{Ш}$ обычно проводят по наклону темновой вольтамперной характеристики

$$R_{Ш} = \frac{\Delta U_{обр}}{\Delta I_{обр}}.$$

При использовании в этой статье метода определения j_0 и A , следует обратить внимание на следующие обстоятельства. Известно, что при определении j_0 и A из вольтамперной характеристики их величины будут зависеть от приложенного к p-n переходу напряжения. Поэтому выбор U_n и I_n , при которых определяется j_0 и A , не безразличен, так как результаты оценок j_0 и A должны быть сопоставимы для разных СЭ. Целесообразно, чтобы j_0 и A соответствовали той области нагрузочной характеристики, в которой вклад последовательного сопротивления R_{Π} был незначительным.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры Элемент	R_n , Ом	$R_{ш}$, Ом	A	j_0 , А
Кремниевый фотопреобразователь	3,03	2000	2,679	$9,64 \cdot 10^{-6}$

Таким образом, использованный метод позволил определить j_0 , A и R_n из нагрузочной вольтамперной характеристики, а $R_{ш}$ из темновой обратной вольтамперной характеристики. Полученные значения вышеперечисленных параметров близки к результатам, полученными другими более сложными методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Августимов В.Л., Белоусова Т.Н. Оптоэлектроника и полупроводниковая техника, 1995г., в.30, с.120-154.
2. Аскеров Ш.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г., Гусейнов Н.А. Известия НАН Азербайджана, 2003, т. XXIII, № 5(II), с.66-69
3. Handy R. J., Solid State Electronics. 1967, v. 10, №8, p.765.

SİLİSIUM FOTOÇEVİRİCİLƏRİN ƏSAS PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

**Ş.Q.ƏSGƏROV, N.Ə.HÜSEYNOV, A.Ş.ASLANOV,
M.N.AĞAYEV, M.H.HƏSƏNOV**

ANNOTASIYA

Bu işdə silisium fotoçeviricisinin p-n keçidi oblastında yükdaşıyıcıların rekombinasiya dərəcəsinə xarakterizə edən əmsal, şuntlayıcı müqavimət, ardıcıl müqavimət, qeyri-əsas yükdaşıyıcıların əks çərəyanının sıxlığı təyin edilmişdir.

DETERMINATION OF KEY PARAMETERS OF SILICON PHOTOCONVERTERS OF A SOLAR ENERGY

**Sh.Q.ASKEROV, N.A.GUSEYNOV, A.Sh.ASLANOV,
M.N.AGAEV, M.H.GASANOV**

ABSTRACT

In the given article are determined density of a reverse current of minority carrier, series resistance, shunting resistance and factor describing degree recombination carriers of a current in area p-n junction silicon solar battery. As researched object the silicon photoconverter on p-n junction with ohmic contact from amorphous metal alloy $Al_{80}Ni_{20}$ is chosen.