

UOT 621.315.592

**ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ
P – N ПЕРЕХОДА ИЗ АМОРФНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО
СПЛАВА ОТ ВЫСОТЫ БАРЬЕРА P –N ПЕРЕХОДА**

**Ш.Г.АСКЕРОВ, М.Г.ГАСАНОВ,
В.Г.САФАРОВ, М.Н.АГАЕВ, Г.М.САДЫХЗАДЕ**
Бакинский Государственный Университет
agayevm50@mail.ru

Исследованы солнечные элементы (СЭ) на основе p – n перехода с металлизацией из аморфного металлического сплава $Al_{80}Ni_{20}$ и зависимость эффективности кремниевых солнечных элементов от высоты потенциального барьера (ВПБ) p – n перехода. Для снижения потерь отражении от поверхности были использованы просветляющие покрытия (ФСС). Из снятых нагрузочных ВАХ и C – V характеристик определены коэффициент полезного действия СЭ (кпд) и ВПБ соответственно. Установлена некоторая зависимость между увеличением величины ВПБ и повышением К.П.Д. СЭ.

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

В современной солнечной энергетике особое внимание уделяется разработке высокоэффективных солнечных элементов, какими являются монокристаллические кремниевые солнечные элементы (СЭ) [1 – 3]. Основная цель дальнейших разработок – снижение стоимости СЭ [3] за счет совершенствованная технологии их изготовления, повышение КПД и уменьшение рабочей поверхности СЭ.

Как известно, эффективность преобразования солнечной энергии кремниевых элементов зависит от высоты потенциального барьера p – n перехода [1]. В то же время, очевидно, что ВПБ не единственный фактор, определяющий фотоэлектрические характеристики СЭ, и существенное значение имеют также: поверхностная рекомбинация, последовательное сопротивление, диффузионная длина неосновных носителей и др. [2 – 3]. Нами были исследованы элементы на основе p – n перехода из p-Si, покрытые просветляющим покрытием с переменным составом SiO_x ($x=1 \div 2$) и Ag металлизацией [4], и элемент, покрытый фосфорсиликатным стеклом (ФСС) и металлизацией из аморфного металлического сплава

Al₈₀Ni₂₀ (рис.1) [3 - 5]. Все образцы имели на рабочей поверхности одинаковый рисунок контактной сетки, но с различным шагом. Сняты нагрузочные ВАХ исследуемых элементов (рис.2), из которых рассчитана к.п.д. солнечных элементов [4]. Из снятых вольт – парадных характеристик рассчитана высота потенциального барьера р – n перехода СЭ (рис.3)

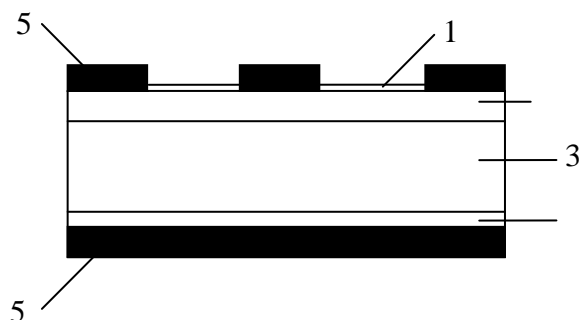


Рис.1. Схема исследуемого элемента.

1 – Просветляющее покрытие с переменным составом SiO_x (x = 1 ÷ 2) или покрытие (ФСС) фосфорсилкатное стекло; 2 - n⁺- Si ; 3 - p - Si ; p (N_д = 1· 10²⁰ см⁻³); 3 - p - Si КДБ 10 (N_А = 1· 10¹⁶ см⁻³); 4 - p⁺ - Si (N_А = 1· 10¹⁷ см⁻³); 5 – Омический контакт из Ag или аморфного металлического сплава Al₈₀Ni₂₀ .

Во время измерений солнечная батарея освещалась проградуированным имитатором солнечного излучения с регулируемой интенсивностью потока. Интенсивность потока изменялось в пределах от 30 · 10⁻³ до 0 Вт / см² . Все измерения проводились при комнатных условиях. При освещенности F = 450 L_x были получены следующие данные:

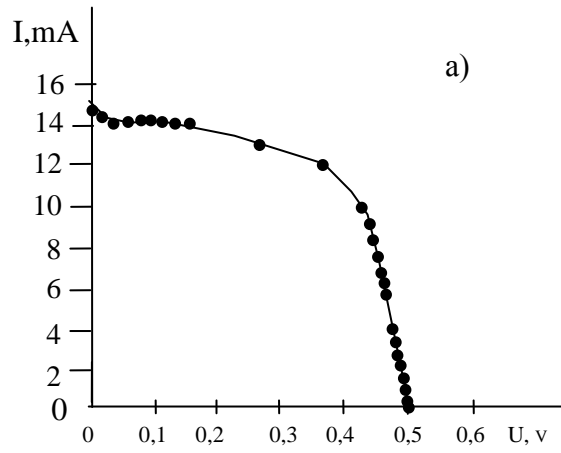
Параметры Элементы	η , %	I _{кз} , mA	U _{хх} , V	Φ _В , eV
I элемент	18,3	14,3	0,86	1,3
II элемент	16,9	13,85	0,9155	1,25
III элемент	10,17	14,5	0,472	0,45

где η - коэффициент полезного действия СЭ

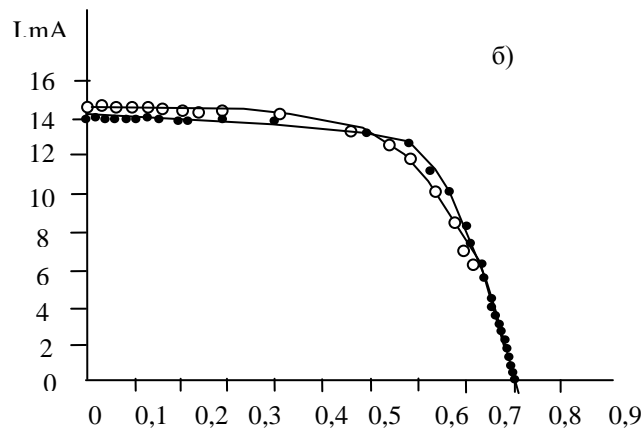
I_{кз} – ток короткого замыкания

U_{хх} – напряжение холостого хода

Φ_В – высота потенциального барьера р – n перехода

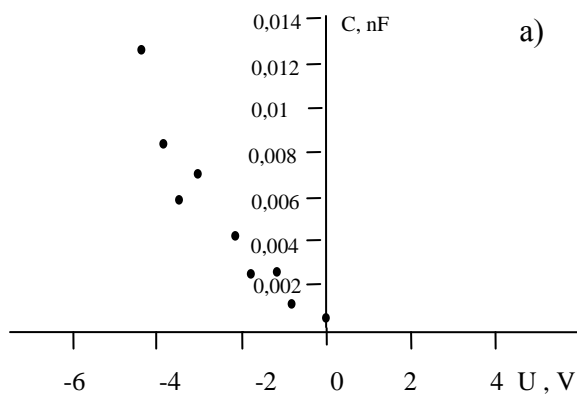


а)
 Нагрузочная ВАХ элемента на
 основе р – n перехода из Si –р с
 аморфной $Al_{80}Ni_{20}$ металлизацией
 при $F = 450Lx$

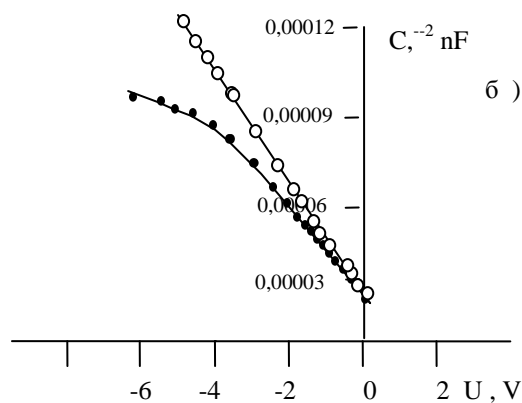


б)
 Нагрузочная ВАХ элементов на основе р - n
 перехода из Si – р с серебряной металлизацией при
 $F = 450 Lx$, с различной покрытием поверхности

Рис.2.



С – V характеристика элемента на основе р – n перехода из Si –р с аморфной $Al_{80}Ni_{20}$ металлизацией при $F = 450Lx$



С – V характеристика элемента на основе р – n перехода из Si –р с серебряной металлизацией при $F = 450Lx$, с различным покрытием поверхности

Рис.3.

При исследовании спектральной характеристики элемента было обнаружено (рис.4), что спектральная чувствительность солнечного элемента падает как при освещении светом очень коротких волн, так и длин волн, близких к поглощению.

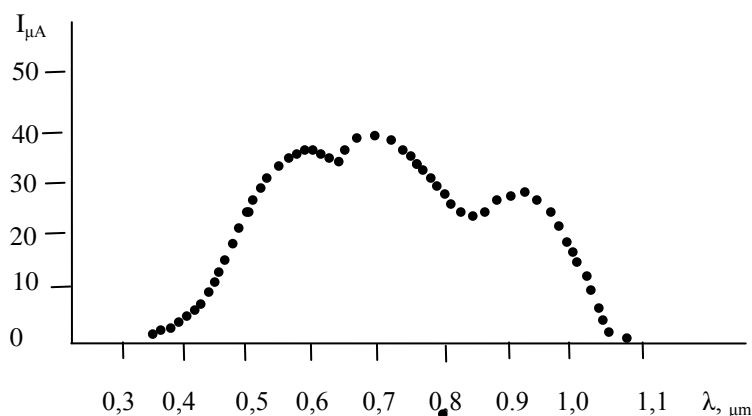


Рис.4 . Спектральная характеристика солнечного элемента на основе р-п перехода из р-Si с металлизацией из аморфного металлического сплава $\text{Al}_{80}\text{Ni}_{20}$.

Интервал чувствительности элемента на падающую лучистую энергию находится в области от 0,34 мк до 1,08 мк, а максимум чувствительности элемента достигается при 0,7 мк, что хорошо согласуется с теоретическими данными для кремневых элементов [1,2]

Результаты и обсуждение

В последнее время возрос интерес к солнечным элементам (СЭ) с применением аморфных металлических сплавов. Для хорошего качества СЭ необходимо, чтобы величина $\Phi_{\text{В}}$ была по возможности выше. Для данного полупроводникового материала, характеризуемого определенной шириной запрещенной зоны, при прочих условиях высота потенциального барьера будет тем выше, чем меньше величина обратного тока неосновных носителей, или, как еще называют, обратного тока насыщения [1].

Из сказанного легко видеть, что для обеспечения высокого значения $\Phi_{\text{В}}$ необходимо применять изготовления СЭ такой полупроводниковый материал, который имел бы малое число неосновных носителей тока в темноте. Последнее условие выполняется, во-первых, если материал имеет большое число основных носителей тока как в р, так и в n областях, т.е. если материал в сильной степени насыщен донорами или акцепторами и, во-вторых, если полупроводник имеет более широкую запрещенную зону. Однако, при применении материалов с относительно широкой запрещенной зоной, качества СЭ ухудшается, несмотря на рост $\Phi_{\text{В}}$. Ухудшение качества обусловлена тем, что фотоны с малой энергией не могут создавать электрон – дырочные пары.

Заключение

Как подтвердили наши исследования, эффективность солнечных элементов зависит от высоты барьера $\Phi_{\text{В}}$ р – n перехода, и чем выше вы-

сота барьера Φ_B , тем больше КПД СЭ. Следовательно, для производства СЭ необходимо использовать те материалы, которые позволяют получать высокий потенциальный барьер Φ_B . Естественно, наличие высокого барьера не является единственным требованием, предъявляемым к полупроводнику [2]. Для получения максимальной эффективности полупроводниковый материал должен удовлетворять многим требованиям, которые порой противоречат друг другу. Поэтому приходится выбирать оптимальные параметры, соответствующие максимальной эффективности СЭ.

Применение аморфных металлических сплавов в солнечной энергетике позволяет, во первых, снизить стоимость солнечных батарей, что очень актуально в настоящее время, во вторых, повысить стабильность и надежность СЭ и, в третьих, получить солнечные батареи площади и необходимой конфигурации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колтун М.М. Солнечные элементы М.: Наука, 1987, 355 с.
2. Августимов В.Л., Белоусова Т.Н., Власкина С.И., Свечникова С.В., Шапалов З.И., Шейнман М.К.// Оптоэлектроника и полупроводниковая техника – 1995 г. в.30, с.120 – 154.
3. Аскеров Ш.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г., Асланов Ш.С., Оруджов В.А., Гусейнов Н.А. Тез. докл. Научно – техническая конференция. Связь и наука. Баку, 2002 г., с. 125.
4. Аскеров Ш.Г., Асланов Ш.С., Агаев М.Н., Гасанов М.Г., Оруджов В.А., Гусейнов Н.А. // Вестник БГУ – 2003 г., в.1, с. 164 – 167.
5. Аскеров Ш.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г., Оруджов В.А., Гусейнов Н.А. // Вестник Академии Наук Азербайджана – 2003 г., №5(II), т. XXIII, с.66 – 68.
6. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е. Успехи физических наук, 160, № 9, 1990, 75
7. Аскеров Ш.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г. и др. Использование аморфного сплава $Al_{80}Ni_{20}$ в солнечных элементах в качестве металлизации / Материалы международной конференции “Физика 2005”. Баку, 2005, с. 715-716.
8. Мехтиев Р.Ф., Сафаров В.Г., Агаев М.Н., Гасанов М.Г. Технология получения надежных кремниевых фотопреобразователей с продолжительным сроком службы / Вестник Бакинского Университета.2013, № 2, с. 140 – 144.

p – n KEÇİDİ ƏSASINDA AMORF – METAL XƏLİTƏLİ GÜNƏŞ ELEMENTLƏRİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN p – n KEÇİDİN BARYERİNİN HÜNDÜRLÜYÜNDƏN ASILILIĞI

**Ş.Q.ƏSGƏROV, M.H.HƏSƏNOV,
V.H.SƏFƏROV, M.N.AĞAYEV, G.M.SADIXZADƏ**

XÜLASƏ

$Al_{80}Ni_{20}$ amorf – metallıq xəlitəsi ilə metallaşmış p – n keçidi əsasında Günəş elementləri (GE) və silisium Günəş elementlərinin səmərəliliyinin potensial baryerin hündürlüyündən asılılığı tədqiq olunmuşdur. Səthdən qayıtma zamanı itkiləri azaltmaq üçün parlaq örtüklər istifadə olunmuşdur.

Çıxarılmış yük Voltamper və Volt – Farad xarakteristikalarından Günəş elementinin faydalı iş əmsalı və potensial baryerin hündürlüyü təyin edilmişdir. Potensial baryerin

hündürlüyünün artması ilə Günəş elementinin faydalı iş əmsalının artması arasında müəyyən asılılıq müşahidə olunmuşdur.

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

**DEPENDENCE OF THE EFFICIENCY OF THE SILICON SOLAR ELEMENTS
ON THE POTENTIAL BARRIER HEIGHT OF p-n JUNCTION**

**Sh.G.ASGAROV, M.H.HASANOV,
V.H.SAFAROV, M.N.AGHAYEV, G.M.SADIKHZADE**

SUMMARY

In this paper, the dependence of efficiency of the silicon solar elements on the potential barrier height of p-n junction has been investigated. The antireflective coatings were used to reduce the loss of the reflection from the surface. The barrier height and efficiency of solar cells were determined from the I-U and C-U characteristics. There has been established some relationship between the increase in the value of barrier height and efficiency of solar cells.

Key words: amorphous metal film, solar elements, ohmic contacts

Поступила в редакцию: 14.05.2015 г.

Подписано к печати: 17.11.2015 г.