УДК 621.383

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ ВЫСОТЫ БАРЬЕРА P-N ПЕРЕХОДА

АСКЕРОВ Ш.Г., АГАЕВ М.Н., ГАСАНОВ М.Г., ОРУДЖОВ В.А., ГУСЕЙНОВ Н.А.

Бакинский Государственный Университет

Исследована зависимость эффективности кремниевых солнечных элементов (С.Э.) от высоты потенциального барьера (ВПБ) p-n перехода. Для этого из снятых нагрузочных ВАХ м C-V характеристик определены коэффициент полезного действия С.Э. (к.п.д.) и ВПБ соответственно. Установлена некоторая зависимость между увеличением величины ВПБ и повышением к.п.д. С.Э.

Введение.

Как известно, эффективность преобразования солнечной энергии кремниевых элементов зависит от высоты потенциального барьера (ВПБ) p-n перехода[1]. В то же время, очевидно, что ВПБ не единственный фактор, определяющий фотоэлектрические характеристики С.Э., и существенное значение имеют также: поверхностная рекомбинация, последовательное сопротивление, диффузионная длина неосновных носителей и др.[2].

Эксперимент.

Нами были исследованы элементы на основе p-n-перехода из p-Si, покрытые просветляющим покрытием с переменным составом SiO_x (x=1÷2) и Ag металлизацией[4], и элемент, покрытый фосфорсиликатным стеклом (ФСС) и металлизацией из аморфного металлического сплава $\boldsymbol{Al_{80}Ni_{20}}$ (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 рассчитан к.п.д. солнечных элементов[4]. Из снятых вольт-фарадных характеристик рассчитана высота потенциального барьера p-n-перехода С.Э. (рис.3)

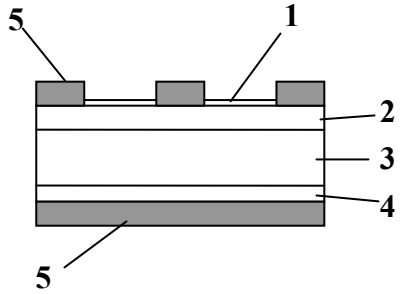


Рис.1. Схема исследуемого элемента.

1- Просветляющее покрытие с переменным составом SiO_x (x=1÷2) или покрытие (ФСС) фосфорсиликатное стекло; 2- n^+-Si : P ($N_Д=1\cdot10^{20}$ см$^{-3}$) ; 3- p-Si КДБ10 ($N_A=1\cdot10^{16}$ см$^{-3}$); 4- p^+-Si ($N_A=1\cdot10^{17}$ см$^{-3}$); 5- Омический контакт из Ag или аморфного металлического сплава $Al_{80}Ni_{20}$.

Во время измерений солнечная батарея освещалась проградуированным имитатором солнечного излучения с регулированной интенсивностью потока. Интенсивность потока изменялось в пределах от $30 \cdot 10^{-3}$ до 0 Vt/cm^2. Площадь всех трех солнечных батарей бралась одинаковой и равнялось 1,5 см^2. Все измерения проводились при комнатных условиях.

При освещенности F=450Lx были получены следующие данные:

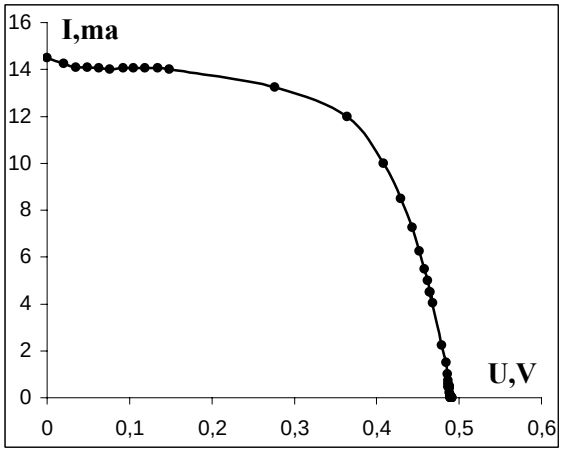
Параметры / Элементы	**η ,%**	**$I_{КЗ}$,mA**	**U_{XX},V**	**φ_B,eV**
I элемент	18,3	14,3	0,86	1,3
II элемент	16,9	13,85	0,9155	1,25
III элемент	10,17	14,5	0,472	0,45

где η-коэффициент полезного действия СЭ.

$I_{КЗ}$- ток короткого замыкания

U_{XX}- напряжение холостого хода

φ_B- высота потенциального барьера p-n-перехода.



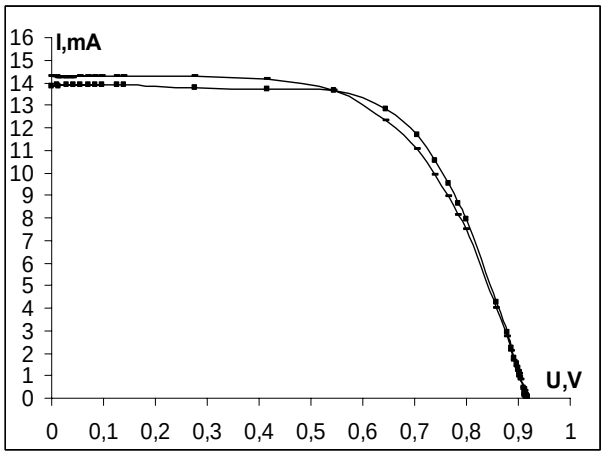
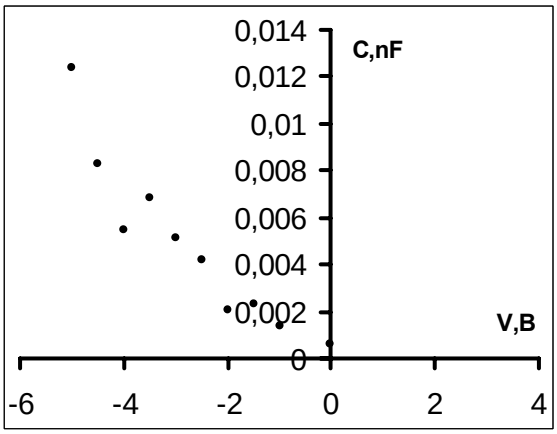


Рис.2

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

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



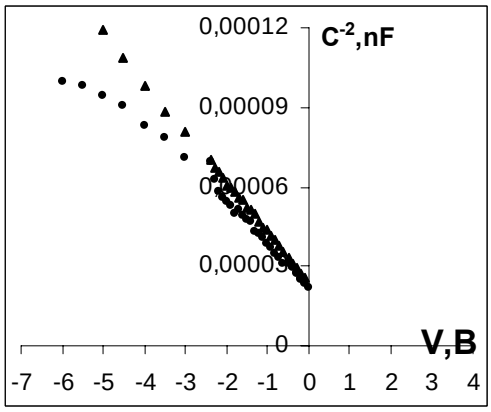


Рис.3

а) C-V характеристики элемента на основе p-n-перехода из Si-p с аморфной $Al_{80}Ni_{20}$ металлизацией при F=450Lx

б) C-V характеристики элементов на основе p-n-перехода из Si-p с серебряной металлизацией при F=450Lx , с различным покрытием поверхности

Результаты и обсуждение.

Для хорошего качества С.Э. необходимо, чтобы величина φ_B была по возможности выше. Для данного полупроводникового материала, характеризуемого определенной шириной запрещенной зоны, при прочих условиях высота потенциального барьера будем тем выше, чем меньше величина обратного тока неосновных носителей, или как его еще называют, обратного тока насыщения [1].

Из сказанного легко видеть, что для обеспечения высокого значения φ_B необходимо применять для изготовления С.Э. 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 p-, 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 зонной, качество С.Э. ухудшается, несмотря на рост φ_B. 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 φ_B p-n перехода, и чем выше высота барьера φ_B тем больше кпд С.Э. Следовательно, для производства С.Э. 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 С.Э.

---

1. *М.М. Колтун.* Солнечные элементы М.: Наука,1987г.
2. *В.Л. Августимов, Т.Н. Белоусова, С.И. Власкина, С.В. Свечников, З.И. Шаповал, М.К. Шейнкман* //Оптоэлектроника и полупроводниковая техника-1995г. в.30,с.120-154.
3. *Ш.Г. Аскеров, М.Н. Агаев, М.Г. Гасанов, Ш.С. Асланов, В.А. Оруджов, Н.А. Гусейнов* //Тез. докл. Научно-техническая конференция. Связь и наука. Баку, 2002г.,с.125.
4. *Ш.Г. Аскеров, Ш.С.Асланов, М.Н. Агаев, М.Г. Гасанов, В.А.Оруджов, Н.А. Гусейнов*\\Вестник БГУ-2003г., в.1, стр.164-167.
5. *Ш.Г. Аскеров, М.Н. Агаев, М.Г. Гасанов, В.А. Оруджов, Н.А. Гусейнов.*//Вестник Академии Наук Азербайджана-2003г., №5(II), т. XXIII, стр.66-68.

SİLİSİUM GÜNƏŞ ELEMENTLƏRİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN P-N KEÇİDİ ÇƏPƏRİNİN HÜNDÜRLÜYÜNDƏN ASILILIĞI

ƏSGƏROV Ş.Q., AĞAYEV M.N., HƏSƏNOV M.N., ORUCOV V.Ə., HÜSEYNOV N.Ə.

Silisium günəş elementlərinin (Q.E.) səmərəliliyinin p-n kesidin potensial çəpərinin hündürlüyündən (P.Ç.H.) asılılığı tədqiq edilmişdir. Bunun üçün çixarılan yük VAX-sı və C-V xarakteristikalardan uyğun olaraq, qünəş elementlərinin faydalı iş əmsalı (f.i.ə.) və potensial çəpərin hündürlüyü tə'yin edilmişdir. Potensial çəpərin hündürlüyünün qiymətinin

artırılması və qünəş elementlərinin (f.i.ə.)-nın yüksəldilməsi arasında hər hansı asılılıq müəyyən edilmişdir.

DEPENDENCE OF EFFICIENCY OF SILICON SOLAR ELEMENTS FROM BARRIER HEIGHT P-N JUNCTION

ASKEROV SH.Q., AGAEV M.N, HASANOV M.Q., ORUJOV V.A., HUSEYNOV N.A.

Dependence of efficiency of silicon solar elements from a potential barrier height p-n junction have been investigated. For this purpose efficiency of solar elements and a potential barrier heights is determined by the resistant voltage-current characteristic and capacitance-voltage characteristics, respectively. Some dependence between increase of potential barrier height and rise of efficiency of solar elements is indicated.