

Атамирзаев Тохиржон Усманович. НамИСИ.

Сотиболдиев Бобуржон Баходир угли.

НамИСИ(студент).

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ К ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОНКИХ ФРОНТАЛЬНЫЙ ДИФФУЗИОННЫЕ СЛОИ

Аннотация: В коротковолновой области спектральной характеристики солнечных элементов (СЭ), где является ответственным фронтальный слой структуры, наблюдается более резкий спад чувствительности. В статье приведены результаты исследования процесса диффузии примесей в монокристаллический кремний через окисных покрытий SiO_x и влияние их на трансформацию характеристик структур СЭ.

Ключевые слова: солнечные элементы, коротковолновая часть, защитное покрытие, эффективная толщина, спектральная характеристика.

Atamirzaev Tokhirjon Usmanovich. NamECI.

Sotiboldiev Boburjon Bakhodir ugli. NamECI (student).

INFLUENCE OF PROTECTIVE COATINGS TO SOLAR CELL PARAMETERS USING THIN FRONTAL DIFFUSION LAYERS.

Summary: In the short-wave area of a spectral characteristic of solar cells (SC) where the frontal layer of structure is responsible, sharper recession of sensitivity is observed. In article results of research of process of diffusion of impurity are given to single-crystal silicon through oxide coverings of SiO_x and their influence on transformation of characteristics of structures of SC.

Key words: solar cells, short-wave part, protecting cover, effective thickness, spectral characteristic.

Аннотация: Қуёш элементларини(КЭ) қиска тўлқин соҳасидаги спектр характеристикалари, яъни тузилишини масъулиятли фронтал қатлами

ҳисобланган қисмида сезгирликни жуда кескин пасайиши кузатилади. Мақолада SiO_x оксидли қоплама орқали монокристалли кремний аралашмаларидаги диффузия жараёнини ва уларни қуёш элементлари тузилиш характеристикалари трансформациясига таъсирларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: Қуёш элементлари, қисқа тўлқинли соҳа, химоя қопламаси, эффектив қатлам, спектр характеристикалари.

В современных эффективных структурах солнечных элементов (СЭ) на основе кристаллического кремния диапазон спектральной чувствительности охватывает основную часть спектра солнечного излучения и находится в пределах 0,3-1,2 мкм. Максимум спектральной чувствительности СЭ приходится в зависимости от качества исходного кремния в области диапазона волн 0,75-0,95 мкм. Зачастую в коротковолновой области спектральной характеристики СЭ, где является ответственным фронтальный слой структуры, наблюдается более резкий спад чувствительности. Несмотря на относительно небольшие значения протяженности (порядка 2-3 мкм), по сравнению с общим размерами всей структуры СЭ (~300 мкм), максимальная расчетная величина вклада суммарного фото отклика от фронтального слоя и области р-п перехода составляет более 30 % от величины полного коэффициента собирания всей структуры /1/.

В работе /2/ нами были приведены результаты исследования процесса диффузии примесей в монокристаллический кремний через окисных покрытий SiO_x и влияние их на трансформацию характеристик структур СЭ. Основными определяющими свойствами, наносимых окисных покрытий должны быть, на наш взгляд, возможность варьирования толщиной, пористостью и составом.

Во всех случаях наличие заблаговременно полученного окисного слоя SiO_x на поверхности пластины приводит к уменьшению глубины

диффузии примеси. Причем, примесное распределение благоприятствует смещению спектрального максимума чувствительности в коротковолновую часть спектра и увеличению тока короткого замыкания структуры СЭ. С уменьшением глубины р-п перехода увеличивается фото отклик в коротковолновой части спектра, например для случая предварительно нанесенного слоя SiO_x толщиной около 1000 Å при длине волны излучения, $\lambda=0,4$ мкм увеличение фото отклика составляет более чем в 2,5 раза. Кроме того в [2] было выявлено тенденция смещения максимума спектральной чувствительности структуры в длинноволновую область спектра с одновременным расширением области максимума. Смещение чувствительности в длинноволновую часть спектра связывалась с очисткой объема базы СЭ от неконтролируемых примесей, то есть их геттерированием и выходом к поверхности структуры, и таким образом улучшением электрофизических параметров, например, времени жизни неосновных носителей заряда.

В данной работе приводятся результаты исследования влияния состава покрытий на основе композита Si/SiO_x и толщины его, приводящее на наш взгляд, к изменению плотности покрытия, на свойства структур СЭ. Технология изготовления СЭ аналогична как в работе [2]. В качестве исходного материала для изготовления СЭ выбран монокристаллический кремний п-типа проводимости КЭФ-2. Просветляющие покрытия из SiO_x с толщиной 950-1050 Å получены методом вакуумного напыления. Нагрузочные ВАХ СЭ измерены в условиях АМ 1,5 ($E_{\text{пад}} = 900 \text{ Вт/м}^2$, $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$).

Покрyтия на основе смеси кремний-окись кремния наносили на вакуумной установке УВН-71П-3 при остаточном давлении $P = 5 \cdot 10^{-5}$ торр. В процессе напыления покрытия структура СЭ не подвергалась какой-либо обработке. Регулирование толщиной формируемого покрытия проводилось

по весу навески, определенной по предварительным или контрольным экспериментам.

На структурах СЭ из монокристаллического кремния были нанесены покрытия Si/SiO_x трех различных толщин с целью определения влияния толщины на свойства структур. Мы предполагаем, что в данном случае более подходящим является термин «эффективная толщина», так как смесь на основе Si и SiO очевидно не представляет собой структуру частиц кремния, равномерно распределенных в структуре матрицы окиси кремния SiO (условная плотность смеси и другие свойства просветляющего покрытия рассчитываются именно в этом предположении). При строгом подходе необходимо учесть, что часть кремния вступает во взаимодействие с остаточными газами при относительно высокой температуре испарения, некоторая часть кремния неизбежно вступает во взаимодействие с материалом испарителя. Таким образом, структуру покрытия можно представить в виде смеси $\text{Si-SiO}_x\text{-SiO}$. Для более точного определения микроструктуры данного покрытия требуется естественно, дополнительные исследования.

Для сравнения характеристик на одном из пластин структура СЭ изготовлена согласно /2/ с применением в качестве защитного покрытия только слоев SiO_x .

На рис.1 показана зависимость спектральной чувствительности p^+nn^+ - структуры, толщиной базы 300 мкм на основе КЭФ-2, полученная с применением защитного покрытия из слоев SiO_x

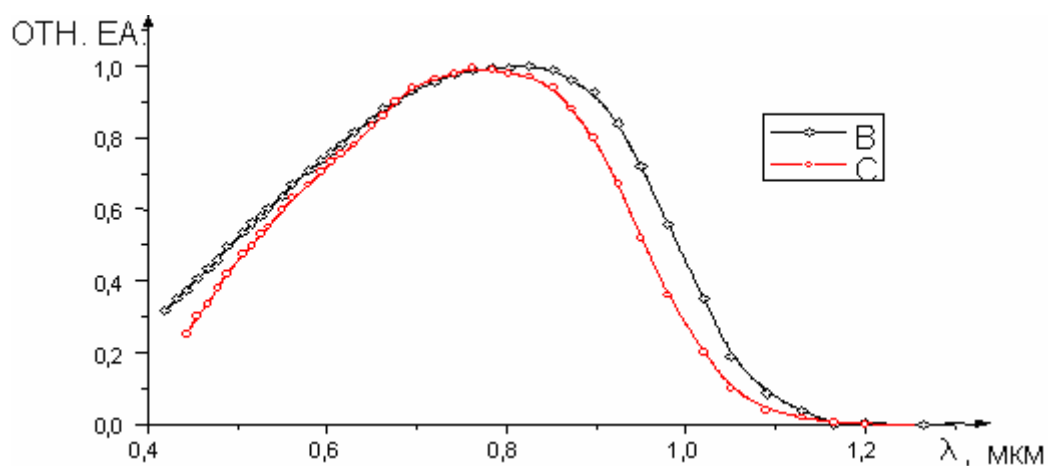


Рис.1. Спектральная характеристика $p^{+}np^{+}$ - структуры, толщиной базы 300 мкм на основе КЭФ-2. В -толщина предварительно полученного SiO_x 1000 Å, С - без предварительно полученного окисла.

На рис.2. приведена спектральная характеристика $p^{+}np^{+}$ - структуры, толщиной базы 300 мкм на основе КЭФ-2. Структура СЭ получена с применением композитной пленки на основе Si/SiO_x различной толщины и состава в качестве защитного покрытия в процессе диффузии примеси бора в пластину кремния. Технология получения композитного материала и некоторые его свойства приведены в работе /3-4/.

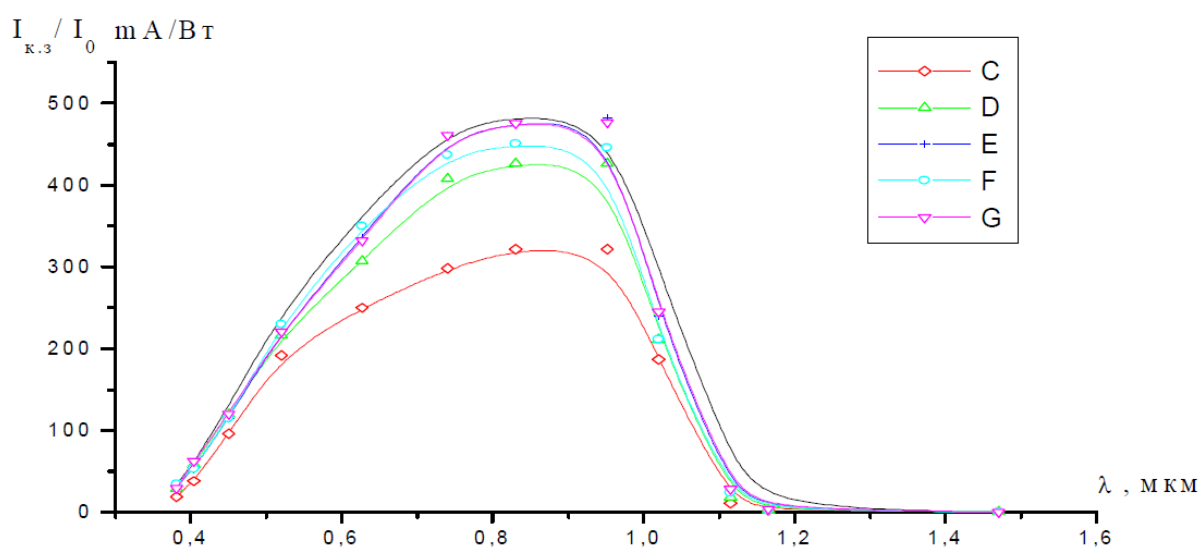


Рис.2. Спектральная характеристика p^+nn^+ - структуры, толщиной базы 300 мкм на основе КЭФ-2.

В - образец с защитным слоем из SiO_x , С, D, E, F, G - образцы с защитным слоем из Si/SiO_x ; С - $f=0,5$; $d_2=1000 \text{ \AA}$, D - $f=0,5$; $d_3=750 \text{ \AA}$, E - $f=0,3$; $d_1=750 \text{ \AA}$, F - $f=0,3$; $d_2=1000 \text{ \AA}$, G - $f=0,3$; $d_3=500 \text{ \AA}$, f - объемное содержание Si в SiO_2

Выявлена, что при применении композитной пленки на основе Si/SiO_x в качестве защитного покрытия в процессе диффузии примеси бора в структуру СЭ из пластин КЭФ-2 привело к смещению спектральной чувствительности в основном в коротковолновую область спектра. Причем, с увеличением доли кремния в Si/SiO_x и ростом толщины чувствительность структуры уменьшается. Эффект геттерирования примесей в данном случае не наблюдается. Видимо, это объясняется относительно большой плотностью пленок Si/SiO_x , обуславливающее создание большого барьера на пути потока диффундирующих атомов фосфора, по сравнению с результатами рис. 1.

Таким образом, разработанная технологии изготовления мелкозалегающих p-n переходов структур СЭ на основе кристаллического кремния с предварительным нанесением защитных слоев из окисных покрытий приводит к возможности трансформации спектральной чувствительности структур в конечном итоге к изменению эффективности СЭ на 10-12 % относительно первоначального /5/.

Литература

1. Hovel H.J, vol 11 Solar cells /Ed. R.K. Willardson, A.G. Beer New York; London:

Acad. Press, 1975, p.254.

2. Турсунов М.Н., Дадамухамедов С, Муродов М., Якубова М.С., Кремниевые

солнечные элементы с тонкими фронтальными диффузионными слоями,

«Гелиотехника», 2003, №2, с.

3. Gaziev U., Djanklich M., Diskin V., Muminov R., Settárova Z., Tursunov M., Effective

antireflection covers for photoconvertors on the base of polycrystalline silicon, Applied Solar Energy, New-York, 2003, №1

4. Муродов М. Х., УГЛИ М. Б. Х. Фотоэлектрическая станция с автоматическим

управлением мощностью 20 кВт для учебного заведения //Science Time. – 2015. – №. 12 Hove1 H.J, vo1 11 Solar cells /Ed. R.K. Willardson, A.G. Beer New York; London : Acad. Press, 1975, p.254.

5. Даминов А.А., Атамирзаев Т.У., Махмудов Н.М., Шарипов Ф. «Перспективные

направления автоматизированного управления процесса производства, передачи и потребления электроэнергии» Журнал Интернаука 2017.

6. Атамирзаев Т.У., Зокирова Д.Н., Абдусатторов Н.Н., Исмоилов Х.А., “Энергосбережения при внедрении в производство асинхронных двигателей с совмещёнными обмотками”. Электронное научно-практическое периодическое международное издание”.Журнал «Экономика и социум». №3(58) 2019.

7. Исследование механизма формирования поверхностных структур при электроискровом легировании. ТУ Атамирзаев, МЭ Шамсиддинов Журнал “Научное знание современности”, 41-43

8. Переходные процессы, влияющие на динамическую устойчивость электроэнергетической системы ограниченной мощности. Т.У. Атамирзаев, К.М. Файзуллаев, Міжнародний науковий журнал “Інтернаука”.