

ВЛИЯНИЕ АМОРФНЫХ ВКРАПЛЕНИЙ НА СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Бабыченко О. Ю.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доц. Пащенко А. Г.

Харьковский национальный университет радиозлектроники
(61009, Харьков, пр. Ленина 14, кафедра микроэлектроники, электронных
приборов и устройств, тел.: +38 (057) 7021362)

E-mail: mepu@kture.kharkov.ua

The features of structures of perspective devices in silicon photovoltaics are analyzed with radial amorphous microstructures in the volume of single-crystal of silicon. Arrays of amorphous disseminations are a basic structural factor at creation of photocells with enhanceable efficiency, radiation stability and high resource of exploitation for surface and space energy.

В настоящее время внедрение альтернативных источников энергии, автономных и децентрализованных более выгодно, как с экономической, так и с экологической точки зрения. Основа нынешней фотоэнергетики — батареи на основе кремния и его соединений. Выбор кремния в качестве исходного материала для изготовления фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) обусловлен рядом факторов: Si является наиболее распространенным после кислорода элементом на Земле и промышленное производство его при переработке кварцевого сырья хорошо освоено; для солнечного спектра наибольшая выходная электрическая мощность получается у ФЭП, изготовленных из полупроводников, ширина запрещенной зоны которых лежит в пределах 1-1,5 эВ. КПД преобразования света в электричество у кремниевых батарей достигает 30%, у ближайших конкурентов – органических солнечных батарей хорошим результатом считается КПД на уровне 5-7% [1-2].

Объединение электрических и оптических свойств в наноструктурах аморфного кремния является базовым условием для создания устройств светового переизлучения. Гидрированная аморфная с микрокристаллической структурой тонкая пленка создается методом химического осаждения паров из газовой фазы, получаемой в плотной водородной плазме или в высокотемпературном реакторе. Проблема повышения эффективности (с-Si) – фотоэлементов состоит из двух частей: переизлучение коротковолновых фотонов в область края видимого спектра через механизм прямых оптических переходов зона-зона в моногидриде кремния и эффективный вывод фотогенерируемых носителей заряда по всему спектру солнечного излучения. Сложность в том, что в аморфных кремниевых структурах дрейфовая подвижность заряда очень низкая.

Пористый кремний, который получают электрохимическим травлением пластин монокристаллического кремния (с-Si) в растворах плавиковой кислоты, представляет собой ансамбли связанных между

собой кремниевых нанокристаллов. В зависимости от размера пор пористый кремний подразделяют на микропористый ($< 2\text{ нм}$), мезопористый (2-50 нм) и макропористый ($> 50\text{ нм}$). Пористый кремний имеет большую эффективную поверхность ($200\text{ м}^2/\text{см}^3$), поэтому влияние внешних факторов, например, светового излучения, может привести к значительному изменению концентрации носителей заряда и фотопроводимости [3-4].

Существенным отличием аморфного кремния от кристаллического кремния со сферическими вкраплениями аморфного кремния является отсутствие пространственного упорядочивания атомов. В случае если аморфные сферические вкрапления внедрены в кристаллическую кремниевую матрицу, то такая структура характеризуется наличием большого числа гетерограниц, т.е. предлагаемую структуру можно рассматривать как материал, обладающий пространственно неоднородными свойствами кристаллического и аморфного кремния. Наличие гетерограниц с дефектами приводит к появлению внутренних электрических полей, влияющих на электрический транспорт носителей заряда в структуре, но не сказывающихся на электрохимический потенциал структуры в целом.

В работе рассмотрена модель полупроводника p-типа в котором равномерно расположены сферические вкрапления аморфного кремния радиусом r_0 и средним расстоянием между центрами вкраплений $2R$. Вследствие рекомбинации фотоносителей на поверхности вкраплений в полупроводнике устанавливается неоднородное распределение фотоносителей и происходит диффузия фотоносителей к вкраплениям. Для определения пространственного распределения концентрации носителей Ар для случая сферической симметрии в области $r_0 \leq r \leq R$ решается стационарное одномерное уравнение непрерывности.

Список литературы:

1. Алфёров Ж. И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики [Текст] / Ж. И. Алфёров, В. М. Андреев, В. Д. Румянцев // Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38, Вып. 8. – С. 937-948.
2. Dovbnya A. N. Radiation Technologies in Formation of the Condensed State of Atomic Structure in Crystal Materials (Physical Methodology for Radiation Process Development) [Text] / A. N. Dovbnya, V. P. Yefimov // Telecommunications and Radio Engineering. – 2008. – Vol. 67. – P. 1805-1826.
3. Poortmans Jef. Thin Film solar cell: fabrication, characterization and applications. [Text] / Jef Poortmans, Vladimir Arkhipov // Wiley series in materials for electronic & optoelectronics application. - 2006. – 504 p.
4. Пелевин О. В. Производство полупроводниковых материалов для перспективных преобразователей солнечной энергии [Текст] / О. В. Пелевин, В. П. Гришин // Итоги науки и техники. Металлургия цветных металлов. - 2000. - Т.19. - С.3-48.