ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ АМОРФНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ФОТОПРОВОДИМОСТЬ c-SI

Бабыченко О.Ю.
Научный руководитель –к.ф.-м.н., доц. каф. МЭПУ Пащенко А.Г.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки,14, каф.микроэлектроники, электронных приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62
e-mail: oksana.babychenko@nure.ua

Thegivenworkispresentedperspectivedirections of modification the silicon structure for obtaining a higher coefficient of transformation in solar cells. A mathematical model is proposed for estimating the effect of the geometry amorphous heterogeneity's in crystalline silicon on the photoconductivity.

В настоящее время просматривается тенденция увеличения процентного отношения альтернативных источников энергии по отношению к традиционным. Большую долю этих источников составляет прямое преобразование солнечного излучения в электрическую энергию [1].В быту солнечные батареи применяются для питания устройств автоматики, переносных радиостанций и радиоприёмников, для катодной антикоррозионной защиты нефте- и газопроводов. Большинство коммерческих модулей солнечных элементов основано на кристаллическом кремнии с эффективностью $\eta \leq 20$ % (1-поколение) и аморфных тонкопленочных фотоэлементов большой площади с величиной η порядка 8 % (2-поколение). Концепция 3-поколения – это использование нано- и микроструктур. Фотоэлементы относятся к классу устройств с особым конструктивным исполнением для получения направленного транспорта носителей заряда за счет геометрии и материала таких структур. В результате модернизации структуры фотоэлемента за счет текстуризации фронтальной поверхности, оптимизации конструкции контактной группы, повышающей фоточувствительность в фиолетовой части солнечного спектра, и встроенного электрического полявблизи тыльной поверхности КПД увеличился уже до 17 %. Эта величина эффективности оставалась непревзойденной в течение нескольких лет. Эффективность отдельных лабораторных образцов достигает ~20%. Основным препятствием для достижения более высоких значений КПД является объемная рекомбинация носителей заряда. Структура с пассивированным эмиттером и локальной диффузией носителей заряда на тыльной стороне стала вершиной процесса эволюции кремниевых фотоэлементов и было достигнуто наивысшее значение КПД 24 % при воздушной массе AM 1.5 [1-2]. Это термодинамический предел кремниевыхфотопреобразователей с одним p-n-переходом. Для изготовления наземных фотоэлектрических преобразователей наиболее пригодными считаются полупроводники Si, CdTe, GaAs, InP. Около 91%

энергии падающего светового потока можно преобразовывать в электрический ток в кремниевых фотопреобразователях при решении проблемы вывода носителей заряда из объема полупроводника. Низкая стоимость кремния является определяющей при выборе материала.

Гетерокомпозиции с тонкими и сверхтонкими структурами (сверхрешетки) можно рассматривать как новый класс полупроводниковых материалов, фундаментальные свойства которых определяются типом указанных структур, их толщинами и характером распределения входящих легированных примесей. Сформированные на их основе интерфейс структуры позволят управлять носителями заряда в объеме полупроводника. Подобная структура и способы ее получения описаны в работе [3]. Сочетание фундаментальных свойств прямозонной структуры (a–Si) и непрямозонной (c–Si)–структуры в едином (c-Si)-кристалле является основным различием между существующими устройствами только на основе (c-Si) или (a-Si)-материалов. В структуре (c–Si) носители обладают большой подвижностью (μ_n ~1500, μ_p ~500) $cm^2/V{\cdot}s$, но незначительным коэффициентом поглощения света кроме коротковолновой области солнечного спектра, что и вынуждает использовать большие толщины фотопреобразователей (≥ 100 μm). В структуре (a-Si) носителя заряда обладают низкой дрейфовой подвижностью (μ_n~10^{-1}, μ_p~10^{-3}) $cm^2/V{\cdot}s$, но очень большим коэффициентом поглощения светового излучения, а также большой концентрацией рекомбинационных центров в зоне подвижности. Эти факторы и определяют низкую эффективность (a-Si)-фотопреобразователей.

В работе проведено моделирование фотопроводимости полупроводниковой структуры, представляющей собой кристаллический кремний с равномерно расположенными неоднородностями аморфного кремния для случая однородной генерации фотоносителей. Показано, что фотопроводимость данной структуры при фиксированном не нулевом значении скорости поверхностной рекомбинации уменьшается при увеличении радиуса неоднородностей и увеличивается с уменьшением среднего расстояния между ними.

Список источников.1. М.Г Севастьянов, В.С. Лобков, А.Г. Шмелев, А.В. Леонтьев , В.Л. Матухин ,А.В. Бобыль , Е.И. Теруков, А.В. Кукин. Изучение электронных свойств пленок гидрогенизированного аморфного кремния методами фемтосекундной спектроскопии. // Физика и техника полупроводников, 2013, том 47, вып. 10. 2. Jha A. R. Solar cell technology and applications.– Taylor and Francis Group, LLC., 2010. – 280p. 3. A.N.Dovbnya, V.P.Yefimov, G.D.Pugachev, V.S.Dyomin, N.A.Dovbnya, J.E.Gordienko, B.G.Borodin, S.V.Babychenko, T.A.Semenets. The influence of γ-irradiation and ^{238}U fragments on the properties of single-crystal Silicon. // Problems of atomic science and technology. Ceries ’’Nuclear Physics Investigations,” Kharkov (Ukraine).-2006, # 3(47). -P. 179-181.