



МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОКАСКАДНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДА InP - Ge

Бесполудин Владислав Валерьевич

студент Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, РФ, г. Таганрог

Основная цель данного исследования заключается в увеличении КПД однокаскадного солнечного элемента на основе гетероперехода InP – Ge посредством изменения таких параметров как толщина слоя InP , степень легирования InP , и текстурирование поверхности, с использованием программы PC1D [3;4]. Сочетание таких материалов как InP и Ge является привлекательным, из-за их различной ширины запрещенной зоны, что в сочетании друг с другом позволяет достигать высоких значений эффективности солнечных элементов. В этом исследовании, верхняя слой изготовлен из InP n – типа (1,35 эВ), а нижний слой изготовлен из Ge p – типа (0,66 эВ). Одним из недостатков однокомпонентных солнечных элементов является невозможность поглощать фотоны в широком солнечном спектре от 300 нм до 2500 нм. Для этих целей используют солнечные элементы из различных материалов и с разной шириной запрещенной зоны, как показали исследование данное решение является хорошим подходом к повышению эффективности фотогальванических устройств с одним p – n переходом [4]. В процессе моделирования мы используем слой Ge p – типа толщиной 100 мкм, и слой InP n – типа толщиной от 4 мкм до 1 мкм, площадь устройства составляет 110 см². Моделирование проводилась при стандартных условиях, температуры и освещения.

Исходя из вышеизложенного, мы ожидаем, что сочетание материалов с энергетическими запрещенными зонами, 0,66 эВ и 1,35 эВ дадут высокую эффективность и возможность поглощать фотоны солнечного излучения в широком спектре. Еще одним из достоинств использования сочетания InP – Ge является периоды их решёток 5,87 Å для InP и 5,65 Å для Ge , что снижает возникновение дислокаций несоответствия, а также высокая подвижность электронов данных материалов, 5400 - 3900 см²/ В·с для InP и Ge соответственно. На рисунке 1 показана структура однокаскадного солнечного элемента на основе гетероперехода InP – Ge [1;3;5]. Моделирование проводилось на основе стандартной “диффузионно-дрейфовой” одномерной модели. В этой модели совместно решается система одномерных уравнений с использованием дискретной сетки. Система представлена уравнением Пуассона и двумя уравнениями переноса заряда в случае электронов и дырок.

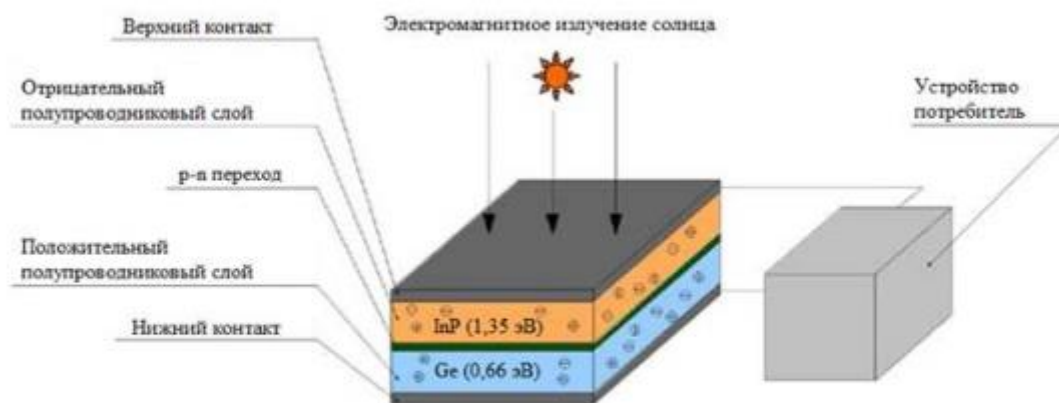


Рисунок 1. Структура солнечного элемента на основе гетероперехода InP - Ge

В процессе моделирования менялись такие параметры как толщины слоя InP, степень легирования слоя InP, а также текстурирование фронтальной поверхности для снижения оптических потерь в верхнем слое. При моделировании толщина верхнего слоя InP была изменена с 4 мкм до 1 мкм. Влияния изменения толщины слоя InP на фотоэлектрические характеристики солнечного элемента отражено на рисунке 2. При изменении толщины слоя InP с 4 мкм до 1 мкм происходит увеличение КПД солнечного элемента с 18,9% до 25,45%. Данное увеличения КПД связано с тем что верхний слой InP генерирует основную часть электронов, которым необходимо пройти

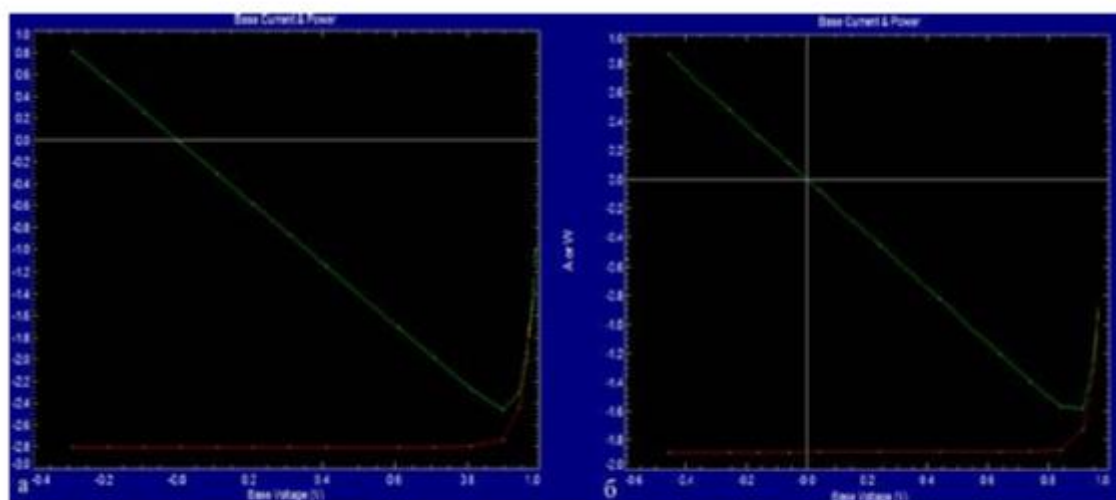


Рисунок 2. ВАХ однокаскадного солнечного элемента InP - Ge а) При толщине слоя InP 1 мкм б) При толщине слоя InP 4 мкм

определенное расстояние, чтобы добраться до слоя Ge, и чем меньше это расстояние тем выше вероятность. При увеличении легирования фронтального слоя InP от 1017 до 1020 происходит снижение КПД с 25,45 до 14,6% рисунок 3. Причина снижения производительности связана с изменением ширины запрещенной зоны слоя InP, в результате чего изменяется и диапазон поглощаемых фотонов [3;4].

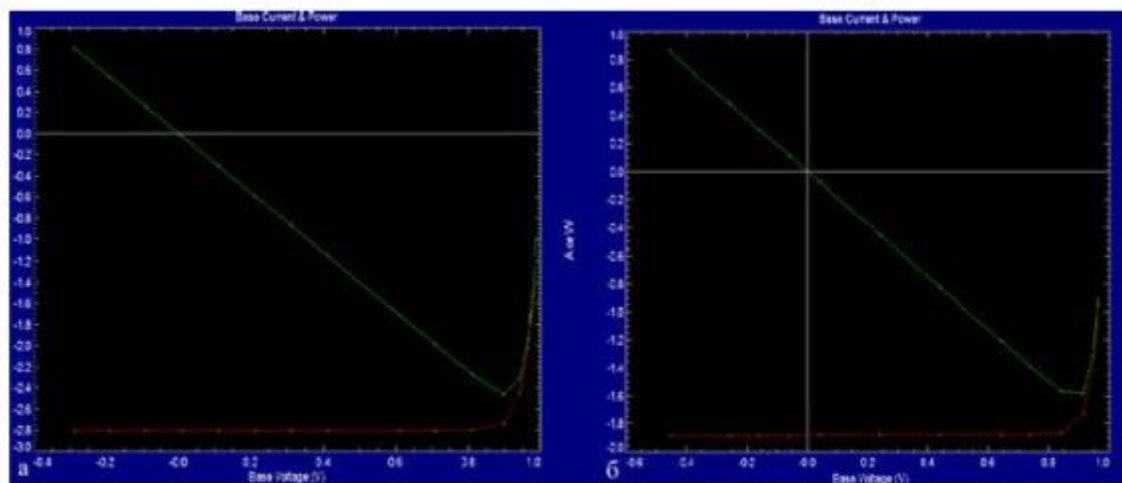


Рисунок 3. Влияния степени легирования на ВАХ солнечного элемента а) При

В данной работе также было проведено влияние текстурирования на КПД данного устройства, и оно показало что применения слоя текстур в толщину 0,2 мкм и углом в 71 может незначительно улучшать КПД устройства с 25,45% до 26,3%, за счет снижения оптических потерь и лучшей передачи фотонов в глубину материала [4]. В данном исследовании мы показали, что расширенный спектральный охват за счет тщательного подбора материалов, оптимизации толщины, а также степени легирования фронтального слоя InP и текстурирования фронтальной поверхности привело к повышению производительности однокаскадного солнечного элемента на основе гетероперехода InP – Ge с 18,49% до 26,3%. Данные показатели КПД значительно выше, чем показатели производительности однокаскадного солнечного элемента на основе гомоперехода Ge при тех же параметрах толщины степени легирования и текстурирования фронтального слоя.