

Формирование и свойства фотодиодных структур Al/Mg₂Si/Si/Au–Sb*

И.О. Шолыгин¹, Д.В. Фомин¹, Н.Г. Галкин²,
К.Н. Галкин², И.М. Чернев², А.В. Поляков¹

¹ Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

² Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

В условиях сверхвысокого вакуума на подложке Si (111) методом послойного соосаждения пар слоев Mg и Si при температуре 250 °С на предварительно сформированный аморфный буферный слой кремния выращены толстые поликристаллические пленки Mg₂Si с толщинами 496 и 692 нм. Формирование кристаллического Mg₂Si подтверждено данными спектроскопии комбинационного рассеяния света. По спектрам пропускания и отражения, полученным методом оптической спектроскопии, был рассчитан спектр коэффициента поглощения, что позволило установить ширину непрямой запрещенной зоны в пленках Mg₂Si (0.80–0.86 эВ) и определить первый прямой межзонный переход с энергией 1.09–1.10 эВ, согласующийся с литературными данными. На основе сформированных пленок были изготовлены фотодиодные структуры, для которых сняты темновые вольт-амперные характеристики (ВАХ) и спектры фотоотклика при различных напряжениях на гетероструктуре Al/Mg₂Si/Si/Au–Sb. Анализ ВАХ и спектров фотоотклика показал, что характеристики сильно отличаются от таковых для стандартного кремниевого *p–n*-перехода. Установлена зависимость спектров фотоотклика от знака и величины приложенного к контактам потенциала. Основной особенностью является узкая спектральная характеристика фотоотклика при 1050 нм, отсутствующая у кремниевого фотодиода. Анализ данных показал, что при высокотемпературном отжиге кремния в нем формируется двойной *p–n*-переход с запиорным слоем, который вместе с гетеропереходом Mg₂Si/Si-*p* и определяет уникальные свойства созданной гетероструктуры.

Ключевые слова: силицид магния, реактивная эпитаксия, фотодиодные гетероструктуры, двойной *p–n*-переход, локальный фотоотклик.

Введение

Mg₂Si – это непрямозонный полупроводник с шириной запрещенной зоны 0.74 эВ [1, 2], обладающий широким диапазоном фоточувствительности, в том числе и в ИК-области [1–4]. Данное соединение является перспективным для создания фотодиодов, работающих в диапазоне от 200 до 1400 нм [4, 5]. Нелегированный Mg₂Si обладает высокой концентрацией носителей 6.00·10¹⁵ см⁻³, но при этом их подвижность составляет 400–550 см²/(В·с) для электронов и 65–70 см²/(В·с) для дырок [5], что на порядок меньше, чем для уже используемых полупроводниковых соединений [3, 6, 7] (табл. 1).

Таблица 1

Электронные и оптические свойства полупроводников

Полупроводниковый материал	Подвижность дырок μ_p , см ² /(В·с)	Подвижность электронов μ_n , см ² /(В·с)	Ширина запрещенной зоны, эВ	Ссылки
Si	500	1200–1450	1.12	[6]
Ge	1800	3600	0.67	[6]
GaAs	300	8000	1.43	[3, 6]
BaSi ₂	350	1000	1.23	[7, 8]

При формировании тонких пленок Mg₂Si актуальны такие проблемы, как сложность эпитаксиального роста пленок на кремниевых подложках и высокий коэффициент десорбции атомов Mg с поверхности подложки [3, 4]. Скорость десорбции атомов Mg зависит от температуры прогрева подложки, решение данной проблемы может быть найдено в увеличении скоростей осаждения Mg. Можно также отметить, что на электронные свойства пленок оказывают влияние наличие посто-

* Работы по формированию пленок Mg₂Si на кремниевых подложках проведены в рамках внутреннего гранта АмГУ. Работы по исследованию оптических, фоновых и диодных характеристик гетероструктур выполнены в рамках государственного задания ИАПУ ДВО РАН (госбюджетная тема FFW-2021-0002).