

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ МОДИФИКАЦИЙ СИЛИЦИДОВ ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ БЫСТРОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФОТОПРИЕМНИКОВ

© 2010 г. Ю. С. Емельяненко*, канд. физ.-мат. наук; В. В. Колос**, М. И. Маркевич***, доктор физ.-мат. наук; В. Ф. Стельмах****, канд. физ.-мат. наук; А. М. Чапланов***, доктор физ.-мат. наук

* Институт физики НАН Республики Беларусь, Минск, Белоруссия

** НПО “Интеграл”, Минск, Белоруссия

*** Физико-технический институт НАН Республики Беларусь, Минск, Белоруссия

**** Белорусский государственный университет, Минск, Белоруссия

E-mail: Emelyanenko@inel.bas-net.by

Проведено исследование оптических свойств системы $\text{Au}/\text{TiSi}_2(\text{C49})/\text{Si}_{n\text{-типа}}/\text{Si}$, сформированной методом быстрой термической обработки. Показано, что максимум спектральной чувствительности находится в области 750 нм. Максимальная чувствительность достигает 35 мА/Вт в диапазоне длин волн 750–800 нм. Сделан вывод о том, что на основе данной структуры, полностью совместимой с известной технологией, применяемой для изготовления полупроводниковых приборов на кремнии (кремниевая технология), возможно создание фотоприемника, чувствительного в диапазоне 350–1050 нм.

Ключевые слова: дисилицид титана, быстрая термическая обработка, оптические свойства, фотоприемник, кремниевая технология.

Коды OCIS: 040.5160

Поступила в редакцию 10.11.2009

Введение

В настоящее время существует необходимость в новых фотоприемниках для видимой и ультрафиолетовой (УФ) областей спектра, особенно совместимых с кремниевой технологией. Это, прежде всего, связано с применением их в решении задач экологии (контроль “озоновой дыры” над Землей), биотехнологии, медицине и проч., а также совмещением этих фотоприемников с большими интегральными схемами на кремниевой подложке и расширением функциональных возможностей самой микросхемы. Малогабаритные полупроводниковые фотоприемники имеют высокую эффективность и надежность, не чувствительны к магнитным полям.

Основной проблемой при создании нового типа фотоприемников является получение новых материалов и гетероструктур, на основе которых можно было бы сформировать фотоприемник с высокой фоточувствительностью [1–7].

В данной работе были проведены исследования, связанные с формированием гетерострук-

туры с применением дисилицида титана в модификации C49 для фотоприемников на основе кремниевой технологии. Ранее авторами [8] было установлено, что сформированная структура TiSi_2 в модификации C49 обладает фоточувствительностью.

Целью настоящей работы являлось исследование оптических свойств системы $\text{Au}/\text{TiSi}_2(\text{C49})/\text{Si}_{n\text{-типа}}/\text{Si}$, сформированной методом быстрой термической обработки (БТО).

Методика эксперимента

При формировании системы проводилась химическая очистка подложки кремния в буферном травителе на основе HF, затем пластины кремния подвергались ионной очистке в атмосфере аргона на глубину 5 нм.

Далее на подложку кремния, имеющего ориентацию (001), методом магнетронного нанесения на установке *Varian m2i* последовательно осаждались пленки титана и нитрида титана на эпитаксиальный слой кремния *n*-типа, сфор-

мированный на подложке из кремния марки КДБ-12. Затем проводилась быстрая термическая обработка с использованием галогенных ламп на установке *Heat Pulse* 8108. Время обработки составляло 30 с при температуре 600 °С. В результате этой термообработки была синтезирована пленка дисилицида титана в модификации С49.

Исследования фазового состава пленок дисилицида титана, полученных при БТО, проводились на электронографе ЭМР-102 в отраженном свете. Для расшифровки электронограмм использовали базу данных “*Of the International Centre for Diffraction Data*”.

После удаления защитного слоя TiN наносился полупрозрачный слой золота толщиной около 100–150 Å методом термического осаждения. Формирование fotocувствительных площадок осуществлялось методом фотолитографии (диаметр площадок 5 мм).

Для определения спектральной чувствительности использовались интерференционные фильтры (с максимумами пропускания – 363,5, 599, 761,7, 780,5, 939,2, 1049,8 нм). Источником излучения служила типовая лампа накаливания СИРШ 8,5-200-1. Спектральная характеристика поглощения исследуемой структуры определялась методом сравнения фототоков калиброванного кремниевого фотоприемника (ФД-24к) и поверхности исследуемой структуры при одинаковых освещенностях.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена электронограмма пленки дисилицида титана в модификации С49, сформированной в результате БТО при температуре 600 °С.

В таблице приведены значения фототока системы в зависимости от времени выдержки на воздухе при нормальных условиях.

Из ее данных видно, что после выдержки исследуемой структуры в течение 1,5 часов и более фототок стабилизируется.

Можно предположить, что некоторое изменение фототока во времени происходит вследствие того, что дисилицид титана является

Зависимость фототока от времени выдержки на воздухе

Время выдержки, ч	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Фототок, мкА	14,2	13,8	13,6	13,4	13,4

фотокатализатором. В воздухе при нормальных условиях всегда содержатся пары воды, и под действием света на поверхности дисилицида титана образуются каталитически-активные комплексы и вследствие этого идет разложение воды на кислород и водород. Далее дисилицид титана в модификации С49 поглощает образующийся водород, что приводит к появлению дополнительных центров рекомбинации. Эти процессы и обуславливают падение фототока во время выдержки пленки дисилицида титана на воздухе.

В качестве полупрозрачного металлического покрытия, наносимого на поверхность дисилицида титана модификации С49, была выбрана золотая пленка толщиной 100–150 Å.

Из рис. 2 видно, что сформированная структура обладает fotocувствительностью в диапазоне 350–1050 нм. Максимум спектральной чувствительности находится в области 750 нм. Максимальная чувствительность достигает 35 мА/Вт при $\lambda = 750\text{--}800$ нм.

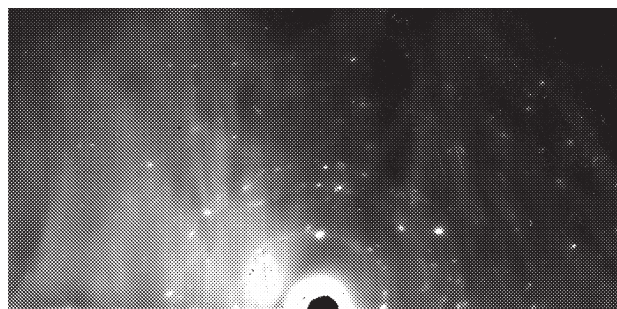


Рис. 1. Электронограмма TiSi₂(C49).

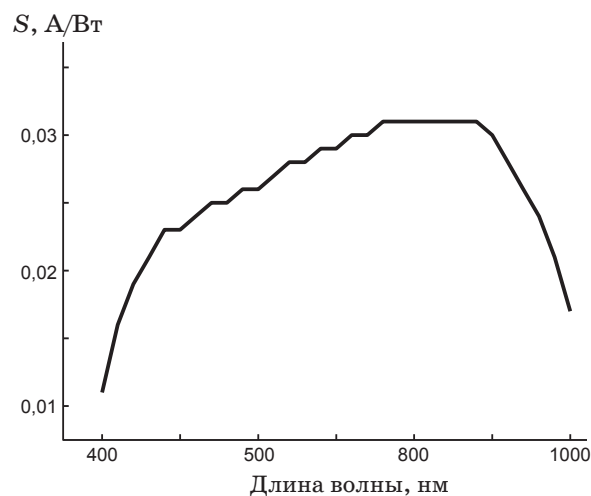


Рис. 2. Спектральная характеристика fotocувствительных структур на основе TiSi₂ в модификации С49.

Таким образом, методом БТО с использованием галогенных ламп была синтезирована поликристаллическая фоточувствительная пленка дисилицида титана в модификации С49, сформирована гетероструктура Au/TiSi₂(С49)/Si_{n-типа}/Si и исследованы ее оптические свойства (изменение фототока во времени и спектральная чувствительность). Данная структура обладает чувствительностью в широком спектральном диапазоне и захватывает УФ область.

На основе данной структуры возможно создание фотоприемника в интервале длин волн 350–1050 нм на основе кремниевой технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилипенко В.А. Быстрые термообработки в технологии СБИС. Минск: изд-во Центр БГУ, 2004. 531 с.
2. Борисенко В.Е. Твердофазные процессы в полупроводниках при импульсном нагреве. Минск: Наука и техника, 1992. 247 с.
3. Мьюрарка С.П. Силициды для БИС. М.: Мир, 1986. 175 с.
4. Пилипенко В.А., Горушко В.А., Пономарь В.Н., Пилипенко И.В. Электрофизические и механические свойства дисилицида титана, полученного с применением быстрой термообработки // Вестник БГУ. 2001. Сер. 1. № 2. С. 43–45.
5. Niess J., Paul S., Buschbaum S. Mainstream rapid thermal processing for source-drain engineering from first applications to latest results // Mat. Sci. and Eng. B. V. 114–115. P. 141–150.
6. Бурова С.В., Злобин В.П., Иевлев В.М. Формирование силицидов титана методом импульсного фотонного отжига // Электронная промышленность. 1988. № 2. С. 34–37.
7. Иевлев В.М., Куцев С.Б., Санин В.Н. Твердофазный синтез силицидов при импульсной фотонной обработке гетеросистем Si–Me (Me: Pt, Pd, Ni, Mo, Ti) // ФХОМ. 2002. № 1. С. 27–31.
8. Емельяненко Ю.С., Колос В.В., Маркевич М.И., Стельмах В.Ф., Чапланов А.М. Влияние импульсной фотонной обработки на свойства системы TiN/Ti/Si // Электроника-ИНФО. 2008. № 9. С. 55–57.