

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗДЕФЕКТНЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУР КАРБИДА КРЕМНИЯ НА ПОДЛОЖКЕ КРЕМНИЯ

Студент гр.11310112 Заневский В. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Стремительное развитие микроэлектронных технологий симулировало потребность в изготовлении бездефектных эпитаксиальных пленок на подложке из кремния.

В основе метода лежит эпитаксия — ориентированный рост одного кристалла на поверхности другого. Эпитаксия осуществляется, если различие постоянных решёток не превышает 10 %. Пленки эпитаксиальные, если они имеют упорядоченную структуру близкую к монокристаллу.

Для того, что бы интегрировать в кремниевую электронику такие материалы, как нитрид галия, нитрид алюминия, карбид кремния необходимо иметь подложки, у которых параметры решеток различаются не более чем на 4 %. Однако, параметры решетки кремниевой подложки и параметры решеток данных материалов отличаются более чем на 19 %. Более того, кремний – кристалл с кубическим строением решетки, а большинство широкозонных полупроводников, имеют гексагональную решетку.

Одним из способов является выращивание высококачественного слоя пленки карбида кремния на кремниевой подложке хоть и разница в параметрах решеток достигает 19 %. Чтобы избежать образования дислокаций, решено создать множество молекулярных “затравок” для роста, путем формирования так называемых дилатационных диполей, которые компенсируют механические напряжения образующиеся в кристалле.

В момент зарождения дилатационных диполей атомы углерода должны образовать молекулу SiC. Молекулы SiC сливаются друг с другом в зародыш, а оторвавшиеся от диполя вакансии сливаются друг с другом образуя поры. Процесс происходит в атмосфере монооксида углерода. Процесс диффузионный, с увеличением толщины слоя скорость роста затухает. В результате пленка SiC оказывается "висящей". Нижняя сторона пленки, содержит многочисленные неупорядоченные "сталактитоподобные" структуры. Структура верхнего слоя SiC по качеству приближается к монокристаллу, так же есть возможность получения не только кубического, но и гексагонального политипа.

На поверхности пленок SiC можно вырастить ряд широкозонных полупроводников, таких как AlN, GaN. Ведь уже нет различия в параметрах решеток - на поверхности кремния лежит слой ненапряженного карбида кремния.

УДК 620.178.156

ОЦЕНКА МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПЛЕНКИ АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ

Лапицкая В.А.¹, аспирант Зубарь Т.И.¹, Митрин Б.И.², Садыриин Е.В.²
Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.¹.

¹Государственное научное учреждение «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси»

²Белорусский национальный технический университет

³Донской государственный технический университет

Современные требования к точности измерений микромеханических свойств тонких пленок требует применения современных методик и оборудования, позволяющих работать на субмикронном и нанометровом уровне. Для этих целей широко используется метод наноиндентирования с автоматической записью диаграммы нагружения индентора.

Для определения значений модуля упругости и микротвердости пленок алюминия толщиной 100 нм, 200 нм и 1 мкм на кремниевой подложке проводилась серия испытаний с приложением нагрузок в диапазоне 0,4 – 2 мН. Предельные значения величины прилагаемой к индентору нагрузки определялись с учетом толщины пленки. При высоких значениях нагрузки, когда глубина внедрения превышает 10% от толщины пленки, на результаты испытания оказывает влияние материал подложки, а при очень низких – ошибку вносит тонкий слой образовавшегося оксида и шероховатость поверхности.

В таблице 1 приведены используемые нагрузки. Величины модуля упругости и микротвердости представляют собой усредненные значения всех полученных данных для каждой пленки в выбранном диапазоне нагрузок.

Таблица 1 – Результаты испытаний тонких пленок алюминия методом наноиндентирования

Толщина пленки, мкм	Диапазон нагрузок, мН	Максимальная глубина внедрения, нм	Модуль упругости, ГПа	Микротвердость, ГПа
0,1	0,4-0,8	12	52,26	1,62 ± 0,17
0,2	0,5-1	19	66,44	1,62 ± 0,20
1	0,8-2	106	79,26	1,55 ± 0,12