Аннотация

Полупроводники типа A_3B_5 в настоящее время являются одним из перспективных материалов для создания быстродействующих мощных электронных и СВЧ-приборов, оптоэлектронных устройств инфракрасного и видимого оптического диапазона, полевых транзисторов, а также приборов спинтроники. В последние годы в полупроводниковой электронике ярко выражена тенденция к уменьшению линейных размеров активных компонентов интегральных схем. Вследствие этого морфологические свойства поверхности и границы раздела оказывают все более заметное влияние на их характеристики.

Важнейшим фактором при изготовлении металл–диэлектрик–полупроводник (МДП) структур на основе A_3B_5 является низкая плотность поверхностных состояний (ПС) на границе раздела диэлектрик/полупроводник. Основной проблемой, препятствующей использованию соединений типа A_3B_5 , является отсутствие диэлектрика, обеспечивающего необходимое качество границы раздела.

Для минимизации негативного воздействия поверхности на электрофизические параметры МДП-структур в технологии изготовления полупроводниковой микроэлектроники активно развивается направление, называемое «пассивацией границы раздела». В основе этого направления находятся способы обработки поверхности полупроводника, связанные с формированием переходных слоев различного состава (в зависимости от соединения A_3B_5) и/или нанесения различных диэлектрических покрытий. Многообразие способов формирования границы раздела диэлектрик/ A_3B_5 с низкой плотностью ПС, которые разрабатываются эмпирически, демонстрирует сложный механизм ее формирования и различную физико-химическую природу поверхностных состояний.

В рамках данной работы оптимизировалась методика препарирования поперечных срезов гетеросистем для ВРЭМ исследования границы раздела анодный оксид/ $InAlAs$ с оксидными слоями, выращенными анодным окислением в низкотемпературной плазме таунсендовского разряда. Были разработаны методики препарирования поперечных срезов гетеросистем для ВРЭМ исследования границы раздела $Au/Ti/InAlAs$. Анализ ВРЭМ-изображений границы раздела $Au/Ti/InAlAs$ показал, что Au и Ti имеют поликристаллическую структуру с кубической ($a=4.08 \text{ \AA}$) и гексагональной ($a=2.96 \text{ \AA}$, $c=4.69 \text{ \AA}$) решетками, соответственно. На границе раздела присутствует тонкий (1.5-2 нм) аморфный оксидный слой, наличие которого также подтверждается данными рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Шероховатость границы раздела не превышает 2-3 монослоя. Анализ ВРЭМ-изображений границы раздела анодный слой/ $InAlAs$, сформированной окислением поверхности $InAlAs$ в таунсендовской газоразрядной плазме (O_2 , Ar), показал, что граница характеризуется резким переходом аморфный слой/полупроводник, а также высокой гладкостью (шероховатость не превышает 1-2 монослоя). Формирование анодного слоя во фторсодержащей газоразрядной плазме (O_2 , CF_4 , Ar) приводит к увеличению шероховатости границы раздела примерно в два раза.

Исполнитель (Ф. И. О.): Недомолкина Александра Александровна

Наименование научно-выпускной квалификационной работы: ВРЭМ-исследование анодных оксидов на соединениях A_3B_5

Объект исследования: границы раздела гетероструктуры анодный оксид/ $InAlAs$ и гетеросистемы $Au/Ti/InAlAs$

Цель: исследование морфологии переходного слоя и атомной структуры модифицированной границы раздела диэлектрик/ $InAlAs$ методом просвечивающей

электронной микроскопии высокого разрешения для выяснения механизма формирования МДП-структур с низкой плотностью поверхностных состояний.

Методы исследования: просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, темнопольная микроскопия с регистрацией высокоугловых рассеянных электронов.

Научная новизна: Проведено ВРЭМ-исследование границы раздела анодный слой/InAlAs, сформированной окислением поверхности InAlAs в таунсендовской газоразрядной плазме при разных условиях окисления. Установлено, при окислении в газовой смеси $O_2:Ag$ граница характеризуется резким переходом аморфный слой/полупроводник, а также высокой гладкостью, окисление поверхности InAlAs в газовой смеси $O_2:CF_4:Ag$ приводит к увеличению шероховатости границы раздела.

Теоретическая и практическая значимость: разработаны и оптимизированы методы перпарирования поперечных срезов гетеросистем для ВРЭМ исследования границы раздела анодный оксид/InAlAs и Au/Ti/InAlAs. Исследованы морфологические и локальные химические особенности границ раздела анодный оксид/InAlAs, оксидные слои которого сформированы окислением поверхности InAlAs в таунсендовской газоразрядной плазме.

Список ключевых слов: высокоразрешающая электронная микроскопия, аналитическая микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, темнопольная высокоугловая электронная микроскопия, анодный оксид/InAlAs, Au/Ti/InAlAs, таунсендовская газоразрядная плазма