

АННОТАЦИЯ

Научно-квалификационная работа посвящена InAlSb/InSb-гетероструктурам для инфракрасных фотоприемников: эпитаксиальному росту гетероструктур, созданию одиночных фотоприемников на их основе и изучению механизмов темнового тока. Методами ДБЭ и РФЭС изучены процессы образования и удаления оксидов с поверхности подложек InSb при термическом отжиге и построена модель, описывающая эволюцию состава и толщины оксидного слоя в рамках химических реакций. Методом ДБЭ изучены реконструкционные переходы на поверхности слоев InSb, InAlSb при росте в Sb и In – обогащенных условиях, что позволило определить оптимальные условия роста слоев, также установлено влияние упругих напряжений на реконструкционные переходы. Методами фотолитографии и жидкостного травления сформированы одиночные фотоприемники на основе InAlSb/InSb-гетероструктур. Определено, что диэлектрик Si_3N_4 позволяет подавить поверхностный канал тока утечки, в отличие от Al_2O_3 . Проведено моделирование туннельного тока электронов через варизонный барьер InAlSb и показано, что туннельный механизм является преобладающим при температурах до 100 К, при больших температурах увеличивается вклад диффузионного и генерационно-рекомбинационного механизмов темнового тока.

Исполнитель (Ф.И.О.): Суханов Максим Андреевич

Наименование научно-квалификационной работы: Молекулярно-лучевая эпитаксия и электронный транспорт InAlSb/InSb гетероструктур для ИК фотоприемников

Объект исследования: полупроводниковые гетероструктуры InAlSb/InSb, слой InAlSb, InSb.

Цель: Определение оптимальных условий роста InAlSb/InSb-гетероструктур методом МЛЭ и исследование темнового тока фотоприемников на их основе.

Методы исследования: Молекулярно-лучевая эпитаксия, дифракция

быстрых электронов, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, атомно-силовая микроскопия.

Теоретическая/практическая значимость исследования:

Результаты, представленные в работе, могут быть использованы в области тепловидения для улучшения параметров матричных инфракрасных фотоприемников.

Новизна результатов:

1. Описана эволюция состава и толщины оксидного слоя при термическом отжиге подложек InSb с помощью расчета химических реакций разложения и формирования оксидов. Показано, что на первом этапе отжига оксид сурьмы реагирует с материалом подложки с образованием оксида индия. На втором этапе большая часть оксида индия десорбируется, а оставшаяся является поликристаллической, также выявлено, что поток сурьмы замедляет процесс удаления оксида.

2. Изучены реконструкционные переходы на поверхности слоев InAlSb в процессе роста при Sb- и In-обогащенных условиях. По мере перехода от In- в Sb-обогащенные условия на поверхности напряженных слоев происходит 3 реконструкционных перехода $(4 \times 2) \rightarrow a(1 \times 3) \rightarrow (1 \times 3) \rightarrow (1 \times 3) + c(4 \times 4)$, где реконструкция $c(4 \times 4)$ обладает наибольшей степенью покрытия сурьмой. При релаксации напряжений, поток сурьмы, необходимый для возникновения реконструкции $c(4 \times 4)$ уменьшается.

3. Показано, что диэлектрик Si_3N_4 позволяет пассивировать поверхность фотоприемных структур на основе InAlSb/InSb. Рассчитан туннельный ток электронов в nВn-гетероструктуре и путем сравнения с экспериментальными ВАХ показано, что он является преобладающим при температурах до 100 К. При малых обратных смещениях и температурах от 100 К до 200 К преобладает диффузионный механизм тока, для температур более 200 К основной вклад вносит ток генерации носителей в области обеднения.

Область применения: тепловидение, матричные фотоприемники среднего инфракрасного диапазона.

Список ключевых слов: антимонид индия, темновые токи, пассивация поверхности, молекулярно-лучевая эпитаксия, дифракция быстрых электронов, инфракрасные фотоприемники, барьерные гетероструктуры, реконструкции поверхности.