InSb/InAlSb гетероструктуры для ИК фотоприемников с повышенной рабочей температурой

М.А. Суханов, А.К. Бакаров, И.Д. Лошкарев, К.С. Журавлев

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова, Новосибирск,

630090, пр. Академика Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/RCSP2021-84

Антимонид индия – полупроводник, применяемый для создания фотоприемников ИК диапазона от 1 до 5 мкм, работающих при криогенных температурах. Основным ограничением InSb фотоприемников является темновой ток, подавление которого достигается понижением рабочей температуры устройства до 77 К, что увеличивает вес, стоимость и размер устройства. Основной альтернативой традиционным pin InSb фотодиодам являются nBn – гетероструктуры InSb/InAlSb, состоящие из контактного (n), барьерного (B) и поглощающего слоев(n) [1]. Данная гетероструктура обладает меньшей степенью обеднения и шириной ОПЗ, встроенный барьер позволяет подавить темновой ток электронов со стороны контактного слоя и поверхностный ток утечки, что, по сравнению с pin фотодиодами, позволяет повысить рабочую температуру фотоприемника без повышения плотности темнового тока, или наоборот, повысить чувствительность при неизменной температуре. При приложении отрицательного смещения к контактному слою, фотогенерированные в поглощающем слое дырки перемещаются к контактному слою под действием поля. В данной работе были измерены темновые и фототоки, проведено изучение роста методом молекулярно-лучевой эпитаксии nBn-гетероструктур InSb/In_{1-x}Al_xSb на подложках InSb (001), где In_{1-x}Al_xSb является широкозонным барьером (B). Ввиду наличия рассогласования между постоянными решетки барьерного слоя и подложки InSb, необходимо определить оптимальную долю алюминия и толщину барьера, при которой слой InAlSb будет псевдоморфным, для этого была выращена серия слоев InAlSb с постоянной $x=0.4, 0.3, 0.2$ и переменной долей алюминия, в варизонных барьерах доля алюминия изменялась от 0.4 до 0.1 (I) и от 0.35 до 0.15 (II) в процессе роста структуры от поглощающего слоя к контактному. Контроль состояния поверхности в процессе роста проводился методом дифракции

Рис. 1. Сравнение темнового тока InSb pin и InSb/InAlSb nBn структур при $U = -50$ мВ.

ловушки в барьере. Продемонстрировано, что при смещении -50 мВ и диапазоне температур от 100 до 200 К, темновой ток nBn InSb/InAlSb с варизонным барьером II меньше, чем у традиционных pin фотодиодов в 10 – 100 раз для 100 К и 200 К соответственно (рисунок 1), что указывает на возможность использования InSb/InAlSb гетероструктур для изготовления ИК фотоприемников с повышенной рабочей температурой.

Литература

- [1] Savich G. R. et al. Benefits and limitations of unipolar barriers in infrared photodetectors. *Infrared Physics & Technology*. 2013. Т. 59. С. 152-155.