Темновые токи в фотоприемных структурах на основе соединений InSb, InAlSb выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии

Суханов М.А., Бакаров А.К., Журавлёв К.С., Протасов Д.Ю.

ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-463

Антимонид индия – широко применяемый материал для создания матричных инфракрасных фотоприёмников среднего диапазона – 3..5 мкм, является одним из самых узкозонных полупроводников группы $A^{III}B^V$. Одним из факторов, ограничивающих производительность фотоприемников на основе InSb, являются темновые токи, возникающие за счет тепловой генерации носителей заряда. Выделяют три основных вклада в темновой ток фотодиодов на основе InSb: диффузия носителей заряда, генерация-рекомбинация Шокли-Рида-Холла (ШРХ), которая доминирует в области обеднения, где ловушки в запрещенной зоне не заняты, и поверхностные токи утечки. Центры рекомбинации возникают в середине запрещенной зоны из-за наличия дефектов в кристалле. Поэтому в связи с проблемой темновых токов в последнее время ведется внедрение так называемой структуры с униполярным барьером. Примером такой структуры является nВп структура, состоящая из поглощающего слоя n-типа, нелегированного барьерного слоя и контактного слоя p-типа [1]. Барьером является широкозонный полупроводник, роль которого в этой структуре это блокирование потока основных носителей заряда, одновременно не препятствуя потоку неосновных носителей.

Рис.1. – Зависимость темнового тока nВп структуры при обратном смещении (-50 мВ) от диаметра мезаструктуры. T=80 К.

Актуальной задачей является изучение методов подавления темновых токов, связанных с генерацией-рекомбинацией ШРХ, поверхностными токами утечки и диффузией носителей заряда, оптимизация слоевой структуры и условий роста соединений InAlSb и InSb методом МЛЭ с целью улучшения производительности фотоприемников на его основе. С целью измерения темновых токов nВп структур, определения преобладающего механизма протекания темнового тока, сравнения со стандартными рпн диодами были выращены nВп структуры методом молекулярно-лучевой эпитаксии.

Для определения объемной и поверхностной составляющей темнового тока, были изготовлены мезаструктуры с диаметром от 75 мкм до 200 мкм, была получена зависимость темнового тока от диаметра мезаструктуры (рисунок 1), которую можно аппроксимировать квадратичной зависимостью от диаметра, что свидетельствует о протекании тока преимущественно через объем. Для определения преобладающего механизма протекания темнового тока в том или ином диапазоне температур была измерена температурная зависимость темнового тока в диапазоне от 80 К до 180 К, также были построены кривые Аррениуса для определения энергии активации темнового тока. В диапазоне температур от 80 К до 140 К преобладающим механизмом протекания темнового тока является ток генерации-рекомбинации ШРХ. При температурах от 80 К до 110 К энергия активации составляет 65 мэВ, в диапазоне температур от 110 К до 140 К энергия активации составляет 135 мэВ. Для температур от 145 К до 180 К энергия активации составила 210 мэВ.

[1] S. Maimon, G. W. Wicks, *Applied Physics Letters*, **89**, 151109 (2006).