

Физические основы методов испытания приборов на основе полупроводниковых материалов с глубокими центрами

Тявловский К.Л., Шадурская Л.И., Яржембицкая Н.В.
Белорусский национальный технический университет

Полупроводниковые приборы, в частности фотоприемники (ФП), на основе материалов с глубокими примесными многозарядными центрами обладают рядом уникальных характеристик. Например, за счет последовательного заполнения примесных центров в различных зарядовых состояниях в широком диапазоне изменяются время жизни носителей заряда, чувствительность (до нескольких десятичных порядков), коротковолновая граница спектральной характеристики чувствительности фотоприемников (смещение до 4 мкм). Измерение характеристик таких полупроводниковых приборов с использованием традиционных методик контроля без учета указанных особенностей может приводить к грубым ошибкам измерения. Поэтому контроль параметров полупроводниковых приборов на основе материалов с глубокими примесными многозарядными центрами требует предварительного анализа процессов перезарядки примесных уровней в различных зарядовых состояниях при изменении уровня инжекции, и учет их параметров при разработке методики контроля. Для решения данной задачи разработана модель формирования свойств примесных глубоких уровней для любого числа зарядовых состояний. Выполнено моделирование поведения глубоких примесных центров в ряде материалов. Доминирующим физическим эффектом при определении метрологических характеристик ФП на основе полупроводников с многозарядными примесями является нелинейная рекомбинация, определяемая концентрацией и параметрами примеси, а также плотностью мощности оптического излучения. На основе анализа параметров модели разработана методика контроля фотоприемников на базе полупроводников с глубокими многозарядными примесями.

Измерение метрологических характеристик и параметров ФП осуществляется в условиях, когда максимальное значение плотности мощности оптического излучения выбирается из условия работы ФП на линейном участке его энергетической характеристики. Методика испытаний ФП на основе полупроводников с многозарядными примесями в широком диапазоне плотностей мощности оптического излучения учитывает положение границ области нелинейной рекомбинации, которые предварительно определяются исходя из результатов моделирования. Результаты моделирования экспериментально проверены на структурах на базе Si и Ge, легированных Cu, Fe, Ni, Pt.