

Определение температуры активной области светодиода по высокоэнергетическому фронту спектра электролюминесценции

Доманевский Д.С.¹, Бобученко Д.С.¹, Красовский В.В.¹, Цвирко В.И.²

¹Белорусский национальный технический университет

²РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий
НАН Беларуси»

Одним из возможных способов определения температуры перегрева светоизлучающих диодов (СИД) является анализ высокоэнергетического фронта спектра электролюминесценции. Как предлагается в [1], высокоэнергетический фронт спектра электролюминесценции необходимо аппроксимировать формулой $\ln I(h\nu) = B - h\nu/kT$ и по наклону прямых можно определить температуру электронной подсистемы светоизлучающих слоев. Однако, проведенная таким образом оценка дает существенно завышенные значения температур для всех СИД.

Это связано, во-первых, с тем, что аппроксимация приведенной выше функцией является корректной, если энергия квантов $h\nu$ намного больше эффективной ширины запрещенной зоны E_g ($h\nu \gg E_g$), что не выполняется для высокоэнергетического фронта спектра. Поэтому более точным является аппроксимация высокоэнергетического фронта экспериментального спектра функцией заполнения электронных состояний вблизи дна зоны проводимости (функция Ферми-Дирака): $I(h\nu) \approx A / (\exp((h\nu - E_g)/kT) + 1)$. Измерены спектры электролюминесценции различных СИД при разных уровнях возбуждения. Проведенные расчеты по ним показали, что температуры, полученные из аппроксимации функцией Ферми-Дирака меньше от нескольких единиц до нескольких десятков градусов, чем оценки температур по линейному участку. Но в отдельных случаях они остаются достаточно высокими по сравнению со значениями, полученными из обработки электрических параметров и с помощью тепловизора.

Во-вторых, интегральный спектр электролюминесценции представляет собой наложение спектров различных участков кристалла СИД с различными длинами доминирующих волн, что связано с флуктуациями состава полупроводниковых соединений вдоль поверхности чипа.

Следует также учесть, что наклон высокоэнергетического фронта спектра электролюминесценции дает температуру электронной подсистемы, а не кристаллической решетки.

Литература

1. Шуберт, Ф.Е. Светодиоды / Фред Е. Шуберт; пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. - 2-е изд. - Москва: Физматлит, 2008. - 495 с.