

КРАЕВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ АЛМАЗОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ОТ 80 ДО 800 К*

В.С. Рипенко^{1,2}, А.Г. Бураченко^{1,2}, Д.А. Переседова², Е.И. Липатов^{1,2}

¹ *Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Представлены результаты исследований температурного тушения краевой катодолюминесценции алмазов, синтезированных методом температурного градиента, в диапазоне температур от 80 до 800 К. Показано, что в зависимости от качества алмазного образца кардинально меняется температурная зависимость основного пика свободных экситонов на длине волны 235 нм.

Ключевые слова: алмаз, экситон, катодолюминесценция, тушение, температурная зависимость.

Введение

Алмаз – полупроводниковый материал с шириной запрещенной зоны ~ 5.5 эВ. Данный материал способен испускать интенсивное излучение в ультрафиолетовой области спектра за счет рекомбинации свободных экситонов (краевая люминесценция). Свободные экситоны в алмазе характеризуются энергией связи ~ 82 мэВ, поэтому их излучательная рекомбинация регистрируется при комнатной температуре [1]. Эти и многие другие свойства делают алмаз перспективным материалом для создания различных оптоэлектронных устройств, таких, например, как катодолюминесцентные (КЛ) излучатели, лазерные ультрафиолетовые диоды и др.

В работе [2] была предложена концепция ультрафиолетового катодолюминесцентного излучателя. В ней было обнаружено, что при интенсивной работе такого прибора в течение 5 ч при комнатной температуре происходит снижение интенсивности экситонной люминесценции в несколько раз. Это связано с нагревом испытуемого образца электронным пучком.

Кроме того, при создании приборов на основе алмаза необходимо учитывать то, что данные приборы могут работать в экстремальных условиях, например при пониженных давлениях и высокой температуре. Использование алмаза в качестве люминофора либо радиатора черенковского детектора [3] является перспективным для нужд космической техники или ядерной энергетики. Эксплуатация полупроводниковых приборов практически всегда связана с нагревом (нагрев люминофора в излучателях, нагрев материала радиатора черенковского детектора, нагрев диодов при пропускании через них тока). Однако литературных данных о характеристиках катодолюминесценции таких излучателей при воздействии на них пучков заряженных частиц недостаточно, в том числе и для краевой люминесценции. В связи с этим при создании подобных приборов – излучателей, датчиков, сенсоров – важно обладать достаточной информацией о тушении люминесценции в области повышенных температур.

Цель данной работы – исследование катодолюминесценции свободных экситонов в алмазных образцах с содержанием примесей менее 10 ppm. Рассмотрены зависимости интенсивности пиков свободных экситонов на длине волны 235 нм от температуры образцов в интервале от 80 до 800 К.

Методы и материалы

В работе использовались алмазный образец № 1 с содержанием примеси (по азоту) $N < 10$ ppm и образец № 2 с $N < 1$ ppm, размерами $5 \times 5 \times 0.25$ мм, синтезированные методом температурного градиента в условиях высокого давления и высокой температуры [4]. Эксперименты по исследованию краевой люминесценции проводились на ускорителе типа НОРА [5] с электронной трубкой ИМАЗ-150Э. Характерная осциллограмма тока пучка электронов, зарегистрированная с помощью коллектора тока, а также отпечаток пучка электронов представлены на рис. 1. Регистрация осциллограмм проводилась при помощи цифрового осциллографа Tektronix MDO3102 с полосой пропускания 1 ГГц и частотой дискретизации 5 Гвыб/с.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-22-00984, <https://rscf.ru/project/22-22-00984/>.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>