

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ, ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РЕЛАКСАЦИИ ФОТООТКЛИКА МОНОКРИСТАЛЛА СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 400-600 К

Амосов А.В.,

*студент 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Пышненко О.В.*

В настоящее время активно идёт развитие приборостроения на основе алмаза и его аналогов. Перспективно использование алмазов для расширения ассортимента детекторов ультрафиолетового, радиационного излучения и т.д. В большинстве алмазов содержится азот в качестве основной примеси. Даже в высококачественных природных кристаллах содержится не менее $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ атомов азота, что соответствует высокому уровню легирования с точки зрения физики полупроводников. Проблемы дефектообразования при синтезе алмазов и понимание механизмов влияния примесей и дефектов на различные свойства алмазных структур всё ещё далеки от решения. Ограниченные возможности варьирования и контроля технологии выращивания синтетического алмаза компенсируют изучением вариации дефектно-примесного состава по ростовым зонам монокристалла, что позволяет прогнозируемо отбирать материал требуемого качества [1]. Одним из таких методов является метод фотоэлектрической релаксационной спектроскопии (PICTS). Настоящая работа выполнялась по заявке, на базе и при консультировании лаборатории нелинейных материалов ГНУ ИТА НАН РБ, консультант – ст. науч. сотр., к.ф.-м.н. А.П. Одринский.

В настоящей работе была поставлена цель – исследовать процессы термоэмиссии локализованного заряда, определяющие поляризационные характеристики приконтактных областей, ответственные за чувствительность дозиметра.

Материал и методы. В работе был исследован монокристалл синтетического алмаза, который был выращен РУП «Адамас БГУ» методом *HPHT*. Образец исследовался методом *DLTS* [2]. Полученные результаты обрабатывались методом *PICTS* [2].

Результаты и их обсуждение. Плоскопараллельную пластину монокристалла синтетического алмаза возбуждали прямым излучением ксеноновой лампы ДКСШ-500. При регистрации фототока была задействована схема первичной измерительной цепи. Изменение падения напряжения на сопротивлении нагрузки после усиления широкополосным усилителем подавалось на АЦП, который связан с ПК. Регистрация проводилась в процессе нагрева образца. Условия и методика регистрации данных подробно описаны в [2].

Для разделения вкладов отдельных процессов в кинетику медленной релаксации фототока была использована аппроксимация зарегистрированного сигнала модельной функцией – суммой двух экспоненциальных составляющих:

$$Y(t) = A_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot t) + B_0 \exp(-\beta \cdot t) + C_0, \quad (1)$$

где α и β – характеристические времена релаксации; A_0 , B_0 , C_0 – постоянные коэффициенты.

Аппроксимация проводилась последовательно в каждой температурной точке из области температур регистрации пика. Использовался специальный программный модуль итерационного определения параметров модели методом согласованного градиентного спуска с возможностью изменения соотношения масштабов приращений параметров в процессе подгонки. Модельная функция (1) хорошо описывала кинетику медленной релаксации фототока.

Например, на рисунке 1 представлен выделенный участок полученного графика зависимости показателя степени экспоненциальных составляющих кинетики релаксации фотоотклика от температуры.

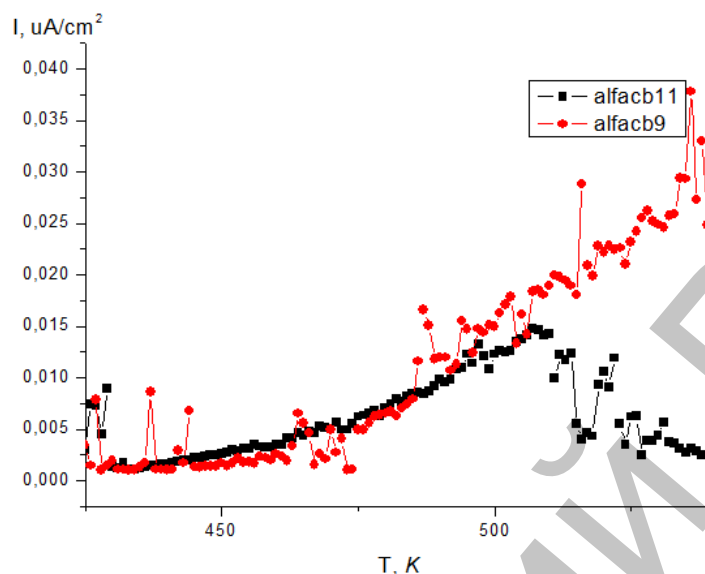


Рисунок 1 – Выделенный участок графика зависимости показателей степени экспоненциальных составляющих кинетики релаксации от температуры в диапазоне $T=430\div540$ К.

По данным эксперимента с сэндвич конфигурацией контактов обнаружены процессы термоэмиссии локализованного заряда в диапазонах температуры $430\div510$ К и $550\div600$ К, определяющие поляризационные характеристики приконтактных областей. В эксперименте с планарной конфигурацией контактов на фронтальной поверхности пластины обнаружен процесс термоэмиссии в диапазоне $430\div550$ К.

На участке $430\div510$ К наблюдается хорошее соответствие изменения с температурой скорости делокализации заряда, полученное по данным регистрации с различной конфигурацией электродов, что свидетельствует о идентичности обнаруженных процессов. В температурном диапазоне $430\div510$ К регистрации процесса термоэмиссии характер температурной зависимости ее вклада в релаксацию фотоотклика хорошо сопоставим с введенными ранее представлениями о регистрируемом процессе как термоэмиссии с многозарядного центра.

Обнаруженные процессы термоэмиссии с центров локализации заряда, ответственны за поляризуемость приконтактной области кристалла и определяют эффективность сбора радиационно инжектированных носителей заряда, т.е. чувствительность дозиметра. Контроль обнаруженных центров локализации заряда способен обеспечить формирование датчиков радиационного потока с улучшенными параметрами.

Заключение. Таким образом, в работе обнаружены процессы термоэмиссии локализованного заряда в диапазонах температуры $430\div510$ К и $550\div600$ К, определяющие поляризационные характеристики приконтактных областей, ответственные за чувствительность дозиметра. Обнаруженные термоактивационные процессы делокализации зарядов будут учтены при изучении электрической активности дефектов в синтетическом *HPHT* алмазе и формировании на его основе эффективных датчиков дозиметрического типа для радиационной терапии.

1. Новиков, Н.В. Физические свойства алмаза / Н.В. Новиков. – Киев: 1987. – 188 с.
2. Одринский, А.П. Аппаратно-программный комплекс для исследования высокоомных полупроводников методом фотоэлектрической нестационарной спектрометрии. / А.П. Одринский. – Полоцк: Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств, 2008. – Т. 3. – С. 80–83.