

Терагерцовая система «накачка-зондирование» на Новосибирском ЛСЭ для измерения временной динамики релаксации в примесном полупроводнике

В.Д. Кукотенко^{1,2,*}, Ю.Ю. Чопорова^{1,3}, Н.Д. Осинцева^{1,3},
Р.Х. Жукавин⁴, К.А. Ковалевский⁴, Б.А. Князев^{1,3}

¹Институт ядерной физики Г. И. Будкера СО РАН

²Новосибирский государственный технический университет

³Новосибирский государственный университет

⁴Институт физики микроструктур СО РАН

*E-mail: kukotenkova@yandex.ru

DOI: 10.31868/RFL2020.226-227

Полупроводники известны во всем мире своим широким спектром применения. Быстродействие детекторов на их основе определяется временами релаксации. Детекторы на основе германия с различными примесями распространены, например, в астрономических исследованиях. Добавление примеси (As, Ga, Sb) ведёт к замещению одного из атомов германия в кристаллической решетке на атом примеси, причем ее электроны образуют водородоподобную модель. Исследование такой модели интересно как в рамках фундаментальной науки, так и для применений.

Времена релаксации возбужденных состояний примеси в германии при низких температурах лежат в терагерцовой области спектра. Для их измерения была применена система «накачка-зондирование», с использованием Новосибирского лазера на свободных электронах (ЛСЭ) как источника излучения. Новосибирский ЛСЭ генерирует монохроматическое излучение с перестраиваемой длиной волны в диапазоне 5-240 мкм.

В основе принципа «накачка-зондирование» лежит разделение лазерного пучка на более мощный импульс накачки, который возбуждает определенный энергетический переход в образце, и на импульс зондирования, который проходит через оптическую задержку и детектирует временную характеристику прозрачности образца. Образец, германий допированный мышьяком, был помещён в проточный гелиевый криостат и имел температуру 4К. На время прохождения импульса ЛСЭ длительностью 100 пс образец становился прозрачным, т.к. носители примеси переходят в возбужденное состояние. Далее его прозрачность уменьшалась пропорционально релаксации носителей заряда. На Рисунке 1 показана зависимость сигнала от времени задержки при разных мощностях. Видно, что сигнал хорошо описывается экспоненциальной функцией. В таком случае показатель экспоненты соответствует времени релаксации соответствующего энергетического перехода.

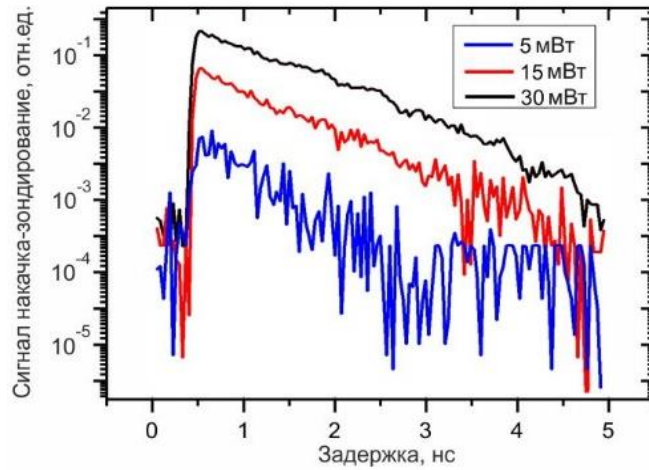


Рис. 1. Зависимость мощности сигнала в канале зондирования от времени задержки. $P_{\text{зондирования}} = 0,8 \text{ мВт}$, $\lambda = 140 \text{ мкм}$, $T = 4\text{К}$.

В качестве детектора был использован оптоакустический детектор ячейка Голея. Для увеличения соотношения сигнал/шум была применена синхронная схема детектирования с частотой 15 Гц, которая обусловлена максимальной чувствительностью ячейки Голея.

В докладе будут представлены результаты исследований релаксационной динамики возбужденных носителей в n-Ge:As.