

Динамика электронной и тепловой рефракции, индуцированной в полупроводниках лазерным излучением

Кисилев И.Г.¹, Ивакин Е.В.¹, Гацкевич Е.И.²

¹ Институт физики НАН Беларуси,

² Белорусский национальный технический университет

Для исследования свойств полупроводниковых структур широко используется метод динамических решеток (ДР). Их записывают путём облучения образцов двумя интерферирующими пучками от импульсного лазера, которые создают в образце периодически модулированное распределение плотности неравновесных носителей заряда (ННЗ). Релаксация ДР обусловлена несколькими конкурирующими процессами, основными из которых являются амбиполярная диффузия и Оже-рекомбинация ННЗ.

В результате рекомбинационных процессов происходит передача энергии фононам и формируется тепловая решетка. Для изучения закономерностей релаксации ДР на образец направляют зондирующий лазерный пучок и фотометрируют дифракционный порядок с разрешением во времени.

В настоящей работе проведено теоретическое рассмотрение формирования и релаксации тепловой ДР в полупроводнике. Изучена экспериментальная ситуация, когда длительность возбуждающего импульса существенно меньше времени рекомбинации и времени диффузии неравновесных носителей. Считалось, что решетка возбуждается по всей толщине образца, что позволяет перейти к одномерному приближению.

В такой постановке задача сводится к уравнению теплопроводности с периодическими граничными условиями. При выборе источника тепла учитывалось, что тепловая решетка формируется за счёт рекомбинационных процессов в электронной решетке. Сформулированная задача имеет аналитическое решение.

Показано, что амплитуда пространственно модулированной температуры в образце, от которой зависит дифракционная эффективность тепловой ДР, определяется временем рекомбинации ННЗ, эффективным временем затухания электронной решетки и временем затухания тепловой решетки.

Полученное решение позволяет определить оптимальные периоды ДР для проведения экспериментальных исследований полупроводников методом динамических решеток.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Ф13К-063).