

МЕЖЗОННОЕ МНОГОФОТОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ЛИНЕЙНО-ЦИРКУЛЯРНЫЙ ДИХРОИЗМ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ В ПРИБЛИЖЕНИИ КЕЙНА

Р.Я. Расулов¹, В.Р. Расулов¹, М.Х. Кучкаров², И.М. Эшболтаев²

¹ Ферганский государственный университет, г. Фергана, Республика Узбекистан

² Кокандский государственный педагогический институт, г. Коканд, Республика Узбекистан

Определены выражения для спектральной и температурной зависимости парциальных коэффициентов межзонного многофотонного поглощения света, отличающиеся друг от друга типами виртуальных оптических переходов, в зависимости от степени поляризации света и проведен количественный анализ коэффициента многофотонного межзонного линейно-циркулярного дихроизма. Также проведен количественный анализ спектральной зависимости двух- и трехфотонного межзонного поглощения света в полупроводнике InSb, количественный расчет которого основан на теории возмущения в приближении Кейна, где энергетический спектр носителей тока считается сферически-симметричным.

Ключевые слова: начальное, виртуальное и конечное состояния, междוזонное многофотонное поглощение света, приближение Кейна, оптический переход, полупроводник.

Введение

В настоящее время основные исследования в области многофотонного поглощения света проводятся в широкозонных полупроводниках, поскольку их физико-химические свойства изучены более подробно. В этом отношении многофотонные эффекты, протекающие в узкозонных кристаллах, мало изучены как в теоретическом, так и в экспериментальном аспектах. Основная причина этого заключается в том, что теоретическое исследование ряда фотонно-кинетических явлений в узкозонных кристаллах требует использования не только приближения Латтинжера – Кона, но и многозонного подхода Кейна. В последнем случае теоретические расчеты производятся с использованием матриц размером не менее 6×6 или 8×8 . Первые работы по двухфотонным межзонным переходам в кристаллах были выполнены в начале 60-х гг. прошлого века вскоре после появления лазеров [1–3]. В работе [2, 3] при вычислениях матричных элементов двухфотонных переходов в полупроводниках использована теория возмущения по электрическому полю неполяризованной электромагнитной волны в двухзонном приближении Кейна. В [4–9] как теоретически, так и экспериментально исследован линейно-циркулярный дихроизм (ЛЦД) двух- и трехфотонного поглощения света в кристаллах кубической симметрии, однако вопрос о спектральном и температурном исследовании многофотонного межзонного поглощения поляризованного света в узкозонных кристаллах в трехзонной модели Кейна остался открытым.

Межзонные матричные элементы и вероятность многофотонных оптических переходов

Далее определим выражение для коэффициента многофотонного поглощения света ($K^{(N)}(\omega, T)$), используя теорию возмущения [10]. При расчетах учтем, что эффективный гамильтониан носителей тока H состоит из двух составляющих, одна из которых H^0 является невозмущенным гамильтонианом, собственное значение $E_n^{(0)}$ и собственная функция $|\psi_n\rangle$ которого известны, а вторая (H') – учитывает взаимодействие системы носителей тока с электромагнитным полем, т.е. электрон-фотонного взаимодействия. Тогда

$$H = H^0 + H' . \quad (1)$$

В общем случае для диагонализации эффективного гамильтониана носителей тока в теории возмущений выбирается унитарный оператор вида e^{-S} , под действием которого формируется диагональный (или квазидиагональный) гамильтониан, т.е. в этом случае диагональные составляющие матричных элементов $\psi_m | \tilde{H} | \psi_l$, вычисленные с помощью волновых функций носителей тока в модели Кейна [11, 12], отличны от нуля, а недиагональные – равны нулю.

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>