**Каперко, Виктор Павлович.**

## Исследование эффектов межэкситонного взаимодействия в монокристаллах селенида галлия : диссертация ... кандидата физико-математических наук : 01.04.07. - Киев, 1984. - 173 с. : ил.

## Введение диссертации (часть автореферата)на тему «Исследование эффектов межэкситонного взаимодействия в монокристаллах селенида галлия»

Актуальность теш. В последнее время активно исследуются процессы межэкситонного взаимодействия при высоких уровнях возбуждения кристалла. Эти процессы, как известно, могут привести к возникновению новых эффектов таких, как образование стабильных экситонных комплексов - биэкситонов или экситон-ных молекул (ЭМ), электронно-дырочной жидкости (ЭДЮ, неравновесной электронно-дырочной плазмы (ЭДП) и др. Наличие ЭДД и ЭМ убедительно доказано и разносторонне изучено для непрямо-зонных кристаллов германия и кремния. Однозначно решены многие вопросы, касающиеся ЭМ в прямозонных соединениях СиСС- и

СиВ-2

Что же касается большинства других кристаллов, то следует отметить, что коллективные экситонные процессы в них изучены недостаточно полно. Имеются существенные противоречия в интерпретации природы тех или иных полос излучения, возникающих в различных кристаллах при их интенсивном лазерном возбуждении. Мало исследованы так называемые когерентные взаимодействия экситонов и ЭМ - их бозе-эйнштейновская конденсация. В значительной мере проблематичен вопрос о том, что образуется в прямозонных полупроводниках при предельно высоких уровнях возбузвдения: ЭДЕ или же ЭДП.

Нет ясности в вопросе о влиянии анизотропии кристалла на образование и свойства ЭМ. В особенности это относится к слоистым кристаллам, возможная квазидвумерность и анизотропия энергетических зон которых могут вносить определенную специфику в оптические свойства кристалла при высоких уровнях возбуждения.

Нерешенность упомянутых выше вопросов требует их более глубокого и тщательного экспериментального исследования.

Обьект исследований. Настоящая работа направлена на изучение эффектов коллективного взаимодействия экситонов в одном из представителей анизотропных полупроводников - в слоистых кристаллах селенида галлия. Необходимо подчеркнуть, что в существующих работах по изучению оптических свойств GaSe преимущественно рассматривались его оптические свойства при сравнительно низких уровнях возбуждения. Что же касается исследований оптических спектров GaSe при высоких плотностях накачек (Рн ), то следует отметить, что они во многих отношениях неполны.

Так, имеющиеся работы проведены при предельно высоких

Ри , создающих очень высокие концентрации экситонов, приближа-и ющиеся к моттовской. При этом вследствие сильной экранировки кулоновского взаимодействия экситоны распадаются на несвязанные электроны и дырки.

Промежуточные значения Р., , при которых естественно н ожидать проявления таких эффектов взаимодействия экситонов, как образование полиэкситонных комплексов, ЭМ, бозе-эйнштей-новская конденсация экситонов либо ЭМ изучены недостаточно. Не было также проведено целенаправленного изучения характера межэкситонного взаимодействия в этом соединении.

Вместе с тем, GaSe представляется весьма интересным модельным объектом для изучения влияния анизотропии эффективных масс носителей на процессы коллективизации экситонов. Кроме того, структура энергетических зон этого соединения характеризуется наличием близко расположенных прямого и непрямого минимумов зоны проводимости, что может сказываться на оптических свойствах кристалла при высоких уровнях возбуждения.

Следует также отметить, что большой выход люминесценции и относительная простота технологии выращивания монокристаллов GraSe делают это соединение весьма перспективным материалом для оптоэлектроники и квантовой электроники.

Целью настоящей работы было:

- определение характера межэкситонного взаимодействия в кристаллах селенида галлия;

- изучение эффектов, обусловленных этим взаимодействием и их проявления в оптических спектрах Gra Se ;

- определение влияния анизотропии эффективных масс носителей и специфики строения энергетических зон на возможность образования и свойства биэкситонов в кристаллах Ga Se .

Кроме того, предстояло рассмотреть особенности моттов-ского перехода в экситонной подсистеме селенида галлия и возможность возникновения в нем ЭДЖ.

Научная новизна диссертации состоит в следующем.

Впервые показано, что большой длинноволновой сдвиг, уши-рение и изменение асимметрии формы экситонной полосы поглощения GaSe. , наблюдаемые при Т К и возбуждении кристалла п -1 г п = 1 квантами, энергия которых "n60go3g-)>h3|<c С ^экс = ^^ эВ - энергия образования экситона в основном ( П, = I) состоянии), с интенсивностью Р ~ 20 -f 250 кВт/см^ обусловлены и преимущественно экситон-экситонным взаимодействием. Установлено, что это взаимодействие имеет характер притяжения.

При указанных выше уровнях возбуждения впервые в монокристаллах GaSe доказано существование ЭМ. Определен ряд их параметров. Путем анализа теоретических и экспериментальных данных установлено, что величина энергии связи ЭМ в этом соединении довольно большая ( я» 4,1 мэВ), что может быть обу

- 5 словлено анизотропией эффективных масс носителей.

Впервые в оптических спектрах селенида галлия при Т =1,6 К и Рн>20 кВт/ем^ обнаружено поглощение, возникающее в результате индуцированных экситон-биэкситонных переходов.

В спектрах люминесценции GaSe при возбуждении с Рн~ о 300 кВт/ем и Т = 1,6 К обнаружено и изучено излучение, связанное с процессами ЭМ-ЭМ рассеяния.

Показано, что при уровнях возбуждения, соответствующих экранировке кулоновского взаимодействия носителей в экситоне, образуется неравновесная ЭДД, в формировании которой, по-видимому, принимают участие дырки и электроны прямой и непрямой зон проводимости.

Практическая ценность работы. Полученные результаты могут быть использованы при создании и оптимизации приборов и устройств квантовой электроники, применяющих селенид галлия. В частности, данные по спектрам люминесценции при высоких уровнях возбуждения будут полезны при создании ОКГ на основе Ga Se .

Созданная в процессе выполнения диссертационной работы экспериментальная установка, а также разработанные вопросы методического характера могут быть рекомендованы в дальнейших экспериментальных исследованиях.

Краткое содержание. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы.