

РЕЗОНАНСНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА
В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$

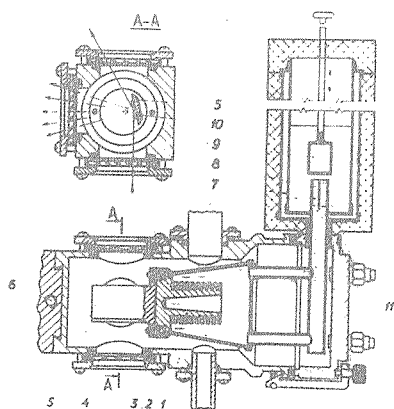
Ю. А. Алещенко, В. Д. Копанев, Л. К. Водопьянов

УДК 621.315.592

Получены спектры резонансного комбинационного рассеяния в твердых растворах $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$. В $\text{Cd}_{0,94}\text{Hg}_{0,06}\text{Te}$ наблюдались пять обертонов ЛО-моды CdTe -подобного колебания. Описана конструкция азотного криостата для серийного спектрометра ДФС-24.

Твердые растворы $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ имеют кристаллическую структуру цинковой обманки, которая описывается точечной группой симметрии T_d . В спектрах комбинационного рассеяния /КР/ света должно проявляться трижды вырожденное колебание типа F_2 ; в полярном кристалле оно расщепляется на ТО- и ЛО-компоненты. Приведенное ранее исследование $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ методом КР /1/ позволило выявить двухмодовый характер перестройки колебательных спектров и показало возможность наблюдения резонансного КР (РКР) в этой системе при возбуждении Ar^+ лазером. Однако в указанной работе резонансные условия возбуждения удалось создать только для CdTe .

В настоящей работе предпринята попытка наблюдения РКР в системе твердых растворов $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$. Спектры КР возбуждались излучением Ar^+ лазера при конфигурации "на отражение" под углом Брюстера от плоскости [111]. Такая геометрия опыта позволяла одновременно наблюдать ТО- ЛО-фононы. Рассеянный свет анализировался двойным монохроматором ДФС-24 и регистрировался ФЭУ-79 в режиме счета фотонов.

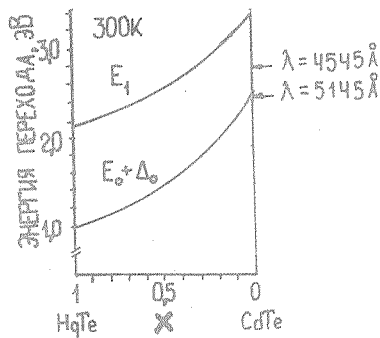


Р и с. 1. Общий вид азотного криостата: I – корпус; 2 – хладопровод; 3 – нагреватель, 4 – окно; 5 – подвижный наконечник хладопровода; 6 – винт; 7 – азотный резервуар; 8 – трубка; 9 – колпачок; 10 – образец; II – электроводы

Для получения спектров КР в диапазоне 80–300 К специально для осветительной системы ДФС–24 был сконструирован простой оптический криостат. К его особенностям относятся горизонтальное расположение корпуса и подвижный наконечник хладопровода, позволяющий проводить измерения как в геометрии "на отражение" под углом Брюстера, так и "на просвет".

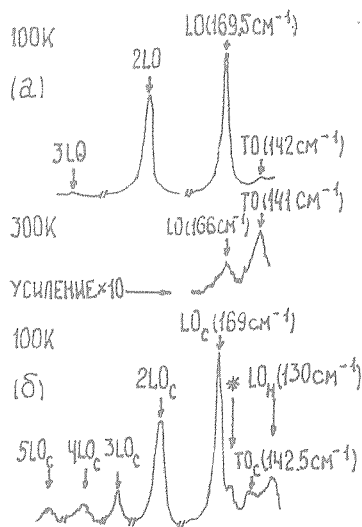
Общий вид криостата и ход лазерного луча в используемой нами геометрии эксперимента показаны на рис. 1. Для удобства юстировки криостат устанавливался вместо столика для образца в осветительной системе спектрометра ДФС–24 и мог перемещаться при помощи винта 6. Регулировка температуры образца обеспечивалась дозировочным устройством, состоящим из колпачка 9 и трубки с вертикальной прорезью 8 (на рис. 1 колпачок показан в крайнем верхнем положении, не ограничивающем поступление азота). Более точная установка температуры осуществлялась с помощью нагревателя. 3.

На рис. 2 представлены зависимости величин энергетических зазоров $E_0 + \Delta_0$ и E_T твердых растворов $Cd_{1-x}Hg_xTe$ от состава x по данным работы [2]. Из рисунка видно, что для некоторых



Р и с. 2. Зависимость величин энергетических зазоров $E_0 + \Delta_0$ и E_1 $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ от параметра состава x

значений x величины энергетических зазоров $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ близки к энергиям дискретных линий Ar^+ лазера. В настоящей работе резонансные условия создавались путем подбора состава твердого раствора, длины волны возбуждающего излучения и температуры образца. При приближении энергии возбуждающего фотона к величинам энергетических зазоров $E_0 + \Delta_0$ и E_1 в спектрах $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ наблюдался рост интенсивностей ЛО- и ТО-колебаний и появление обертоков ЛО-мод. Эти эффекты были наиболее ярко выражены в образцах CdTe и $\text{Cd}_{0,94}\text{Hg}_{0,06}\text{Te}$ в случае резонанса на переходе $E_0 + \Delta_0$. Соответствующие спектры представлены на рис. 3. При понижении температуры образца от 300 до 100 К интенсивность рассеяния на ЛО-фононе в CdTe возрастала в 40 раз. Рассеяние на ТО-фононах вызывается деформационным потенциалом, то есть модуляцией периодического потенциала кристалла относительно смещением атомов при колебаниях решетки. Рассеяние на ЛО-фононах обусловлено как деформационным потенциалом, так и Фрелижовским взаимодействием электронов с макроскопическим электрическим полем ЛО-фононов. Интенсивность ЛО-мод в резонансных условиях возбуждения намного превышает интенсивность ТО-мод из-за преобладающего вклада Фрелижовского взаимодействия в сечение рассеяния в полярных полупроводниках. Последнее приводит также к появлению в резонансных спектрах интенсивных обертоков ЛО-колебаний центра зоны Бриллюэна. Например, в $\text{Cd}_{0,94}\text{Hg}_{0,06}\text{Te}$ при



Р и с. 3. Спектры РКР (а) CdTe при температуре 100 К и 300 К (возбуждение на длине волны 4880 Å), (б) Cd_{0,94}Hg_{0,06}Te при температуре 100 К (возбуждение на длине волны 5145 Å). Индексы С и Н обозначают соответственно CdTe- и HgTe-подобные колебания

возбуждении на длине волны 5145 Å наблюдаются 5 обертонов LO CdTe-подобного колебания. В спектрах HgTe, Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te и Cd_{0,29}Hg_{0,71}Te возрастало отношение интенсивностей LO-колебаний к интенсивностям TO-мод при увеличении длины волны лазерного излучения от 4765 Å до 5145 Å, что указывает на приближение энергии возбуждения к величине щели E_T.

Таким образом, в настоящей работе впервые наблюдалось резонансное КР света в твердом растворе ртуть-кадмий-теллур. Анализ полученных результатов показал, что в случае твердого раствора применимы представления о резонансном КР, развитые для совершенных кристаллов.

Поступила в редакцию
31 мая 1983 г.

Л и т е р а т у р а

1. A. Mooradian, T. C. Harman, in "Physics of Semimetals and Narrow Gap Semiconductors", ed. by D. L. Carter, Pergamon Press, Oxford, 1971, p. 297.
2. A. Moritani et al., Journ. Phys. Soc. Japan, 34, 79 (1973).