

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

В CdGa_2S_4

А. Н. Георгобiani, А. Н. Грузинцев, И. М. Тигияну

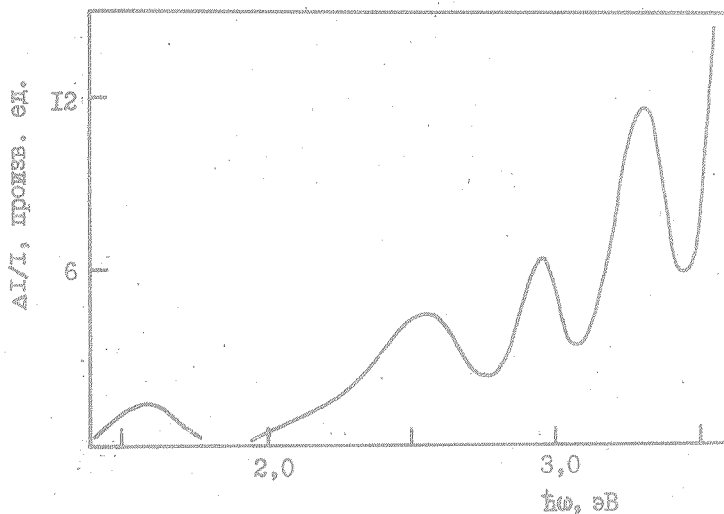
УДК 621.315.592

Исследованы спектры примесного электропоглощения и фотопроводимости титогаллата кадмия. Определено энергетическое положение уровней глубоких центров в запрещенной зоне соединения.

Высокая фоточувствительность и яркая фотолюминесценция монокристаллов CdGa_2S_4 делают их перспективными для практических применений /1,2/. Однако, несмотря на возрастающее количество работ по исследованию данного полупроводника, удовлетворительная схема электронных переходов с участием локальных центров отсутствует. В связи с этим нами исследованы спектры примесного электропоглощения (ПЭП) и фотопроводимости (ФП).

Для измерений были выбраны бело-прозрачные монокристаллы CdGa_2S_4 n-типа проводимости с удельным темновым сопротивлением не меньше 10^{10} ом/см при $T = 300$ К, полученные методом йодидного транспорта /3/. Спектры ПЭП измерялись методом "сандвича" /4/. Свет распространялся вдоль направления, параллельного оптической оси кристалла и вектору приложенного к образцу внешнего электрического поля. Сигнал ПЭП регистрировался на частоте модуляции и отсутствовал на удвоенной частоте. При измерении ФП световой луч модулировался механическим прерывателем.

На рис. 1 показан спектр ПЭП CdGa_2S_4 при $T = 80$ К. Наблюдаются пики с максимумами при энергиях 1,6; 2,55; 2,96; 3,31 эВ и плечо в области 2,0 - 2,2 эВ. Зависимость интенсивностей наблюдаемых пиков от величины поля близка к линейной (рис. 2).

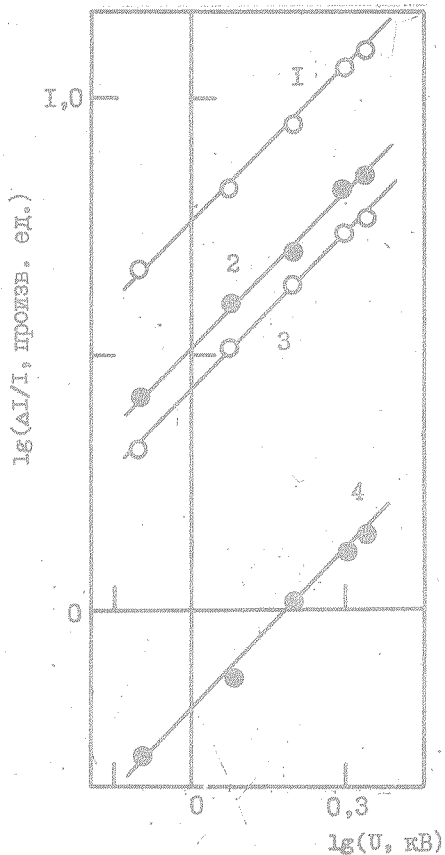


Р и с. 1. Спектр ПЭП CdGa_2S_4 при $T = 80 \text{ K}$

При энергии $\hbar\omega \approx 3,5 \text{ эВ}$ наблюдается резкое возрастание сигнала, что, видимо, связано с началом межзонного поглощения.

Типичный спектр ФП исследованных образцов при $T = 300 \text{ K}$ представлен на рис. 3. Четко выделяются пики с максимумами при энергиях 3,65 и 3,0 эВ и плечо в области 2,5 – 2,6 эВ. Кроме того, слабый пик наблюдался в области 1,6 – 1,7 эВ. Предполагается, что самый коротковолновый пик ФП обусловлен собственным поглощением $/I/$. Остальные особенности в спектре связаны, по-видимому, с поглощением света локальными центрами. Если о пике при 3,0 эВ сообщалось ранее $/I,2/$, то особенности в более длинноволновой области ранее в литературе не упоминались. Отметим, что при $T = 80 \text{ K}$ в исследуемой области длин волн фототок не был обнаружен.

Если принять, что определяющий вклад в ФП дают свободные электроны, то тогда сравнение спектров ФП и ПЭП позволяет однозначно определить энергетическое положение локального центра, участвующего в фотопереходе. Так, из сопоставления данных рис. 1 и 3 можно установить, что пики ПЭП при энергиях 2,96; 2,55 и 1,6 эВ связаны с переходами электронов с глубоких центров в



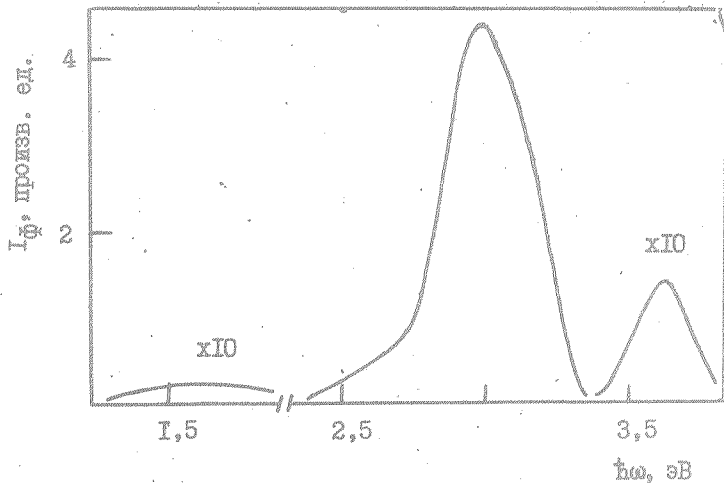
Р и с. 2. Зависимости интенсивностей пиков ПЭП при 3,31 эВ (1); 2,96 эВ (2); 2,55 эВ (3) и 1,6 эВ (4) от модулирующего напряжения U

зону проводимости. Пик при 3,31 эВ и плечо в области 2,0 – 2,2 эВ, видимо, обусловлены переходами электронов из валентной зоны на локальные центры, поскольку особенностей в спектре ФП при этих энергиях не наблюдалось. Возможно, что пик ПЭП при 1,6 эВ и плечо при 2,0 – 2,2 эВ являются проявлением одного и того же частично заполненного уровня, так как сумма энергий

этих переходов близка к ширине запрещенной зоны E_g ($E_g \approx 3,8$ эВ при $T = 77$ К /5/).

Таким образом, в запрещенной зоне специально легированных монокристаллов $CdGa_2S_4$ имеется 4 уровня: три из них расположены при энергиях 1,6; 2,55 и 2,96 эВ ниже дна зоны проводимости и четвертый при энергии 3,31 эВ выше потолка валентной зоны. Наши предварительные данные показывают, что уровень при 1,6 эВ является "очувствляющим" (уровнем типа II по Роузу /6/). К примеру, освещение образцов при $T = 300$ К светом с энергией порядка 2,0 эВ, соответствующей переходу электронов из валентной зоны на данный уровень, приводит к гашению собственной ФП. Это явление можно объяснить уменьшением числа электронов, рекомбинирующих через "очувствляющий" центр, и увеличением потока рекомбинации через быстрые центры (типа I по Роузу /6/).

Следует подчеркнуть, что наблюдение сигнала ПЭП на частоте модуляции можно объяснить наличием в объеме полупроводника



Р и с. 3. Спектр ФП $CdGa_2S_4$ при $T = 300$ К

внутренних электрических микрополей, ориентированных в кристалле вдоль выделенного направления /7/. Источником этих микрополей, по-видимому, являются сложные центры, которые, как и в GaGa_2Se_4 /8/, формируются в процессе выращивания титгаллата кадмия и ориентируются вдоль направления преимущественного роста, не совпадающего с оптической осью данного соединения /3/.

В заключение авторы выражают благодарность В. С. Дону за предоставление монокристаллов и Ю. В. Озерову за полезную дискуссию.

Поступила в редакцию
30 октября 1980 г.

Л и т е р а т у р а

1. С. И. Радауцан, В. Ф. Житарь, В. С. Дону, ФТП, 9, 1018 (1975).
2. P. Kivits, M. Wijnakker, I. Classen, J. Geerts, J. Phys. C: Sol. St. Phys., 11, 2361 (1978).
3. В. Ф. Житарь, В. С. Дону, М. И. Вальковская, М. М. Маркус. В сб. "Физика и химия сложных полупроводников". "Штиинца", Кишинев, 1975 г., с.50.
4. М. Кардона. Модуляционная спектроскопия. "Мир", М., 1972 г.
5. А. Г. Арешкин, В. Ф. Житарь, С. И. Радауцан, В. Я. Райлян, Л. Г. Суслина, ФТП, 13, 337 (1979).
6. А. Роуз. Основы теории фотопроводимости. "Мир", М., 1966 г.
7. Ю. Н. Берозавили, А. В. Дундуа, Д. Ш. Лорджишанидзе, Письма в ЖЭТФ, 15, 95 (1972).
8. А. А. Мамедов. Автореферат кандидатской диссертации, Баку, 1978 г.