[4] Ekardt W. // Phys. Rev. B. 1985. V. 31. N 10. P. 6360—6370.
[5] Ekardt W. // Phys. Rev. B. 1984. V. 29. N 4. P. 1558—1564.
[6] Власов С. В. и др. Изв. АН СССР, сер. физ. 1986. Т. 50. № 7. С. 1336—1342.
[7] Пайнс Д. Элементарные возбуждения в твердых телах. М.: Мир, 1965. 382 с.
[8] Блумштейн И. М., Власов С. В., Нижникова Г. П., Фарберович О. В. // Деп. в ВИНИТИ. 1988. № 2791-В88. 41 с.
[9] Власов С. В., Куркина Л. И., Нижникова Г. П., Степанова Е. В., Фарберович О. В. // Деп. в ВИНИТИ. 1988. № 4125-В88. 27 с.
[10] Герман М. М., Купершмидт В. Я., Фарберович О. В. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 6. С. 1822—1824.
[11] Немошкаленко В. В., Алешин В. Г. Теоретические основы рентгеновской эмиссионной спектроскопии. Киев: Наукова думка, 1974. 384 с.

Воронежский государственный университет
Воронеж

Поступило в Редакцию
16 августа 1988 г.

---

УДК 621.315.592

© Физика твердого тела, том 32, № 4, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 4, 1990

# ВЛИЯНИЕ СЛАБОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭКСИТОННЫЕ СПЕКТРЫ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

*Е. В. Орешко*

Воздействие лазерного излучения большой интенсивности ($W > 10^7$ Вт/см$^2$) на сульфид кадмия приводит к образованию точечных дефектов, например вакансий серы $V_S$, междуузельной серы $S_i$, и изменяет фотоэлектрические и люминесцентные свойства монокристалла [1, 2].

В [3] методом электронной Оже-спектроскопии показано, что облучение в воде монокристаллов CdS поверхностно поглощаемым лазерным излучением ($W=0.1$ Вт/см$^2$) приводит к обогащению кадмием приповерхностной области толщиной 0.1—0.15 мкм, под которой появляется слой с избытком серы, причем при длительном облучении (30 мин) кадмий выделяется на поверхности в виде пленки. Причиной обогащения кадмием приповерхностной области может являться дрейф междуузельного кадмия в поле приповерхностного изгиба зон. Если этот механизм реализуется, то при небольших дозах облучения в спектрах экситонной люминесценции должны наблюдаться изменения, обусловленные увеличением концентрации доноров, в частности кадмия междуузельного.

Нами исследовалось влияние облучения в воде на экситонные спектры фотолюминесценции сульфида кадмия. В опытах использовались высокоомные ($\rho > 10^{10}$ Ом·см) чистые пластинчатые монокристаллы сульфида кадмия, выращенные пересублимацией. Монокристаллы облучались в дистиллированной воде при н. у. He—Cd лазером ($\lambda=0.4416$ мкм, $W=0.1$ Вт/см$^2$) в течение 5—15 мин. Люминесценция исследовалась при 6 К при возбуждении He—Cd лазером с $W=0.01$ Вт/см$^2$.

До облучения в воде в спектрах люминесценции присутствовали сравнимые по интенсивности линии $I_1$ ($\lambda_m=4888.2$ Å) и $I_2$ ($\lambda_m=4865.5\div4869.5$ Å), обусловленные аннигиляцией экситонов, связанных на нейтральном акцепторе и доноре соответственно. После облучения в течение небольшого времени (5 мин) наблюдалось перераспределение по интенсивности между компонентами тонкой структуры (рис. 1): исчезала или ослаблялась компонента с $\lambda_m=4866.9$ Å, обусловленная экситоном, связанным на междуузельном литии $Li_i$ [4], и усиливалась или появлялась компонента с $\lambda_m=4869.5$ Å (экситон, связанный на междуузельном кадмии [4]).

Для определения точного положения линии и ее изменений в результате облучения были выбраны монокристаллы, не имевшие тонкой структуры в $I_2$. В таких монокристаллах по мере увеличения времени облучения $I_2$ вначале уширялась, у нее появлялось длинноволновое крыло, а затем ее максимум смещался в коротковолновую область, уменьшаясь по интенсивности (рис. 2). При времени облучения 15 мин сдвиг составил 3.5—4.0 Å (1.9—2.0 мэВ), а полуширина увеличилась от 1 до 2.2 мэВ. Линия люминесценции свободного $A$-экситона ($\lambda_m$=4855.9 Å) при облучении уширялась и смещалась в коротковолновую область на величину не менее 1.5 мэВ.

Известно, что при 4.2 К увеличение избыточной концентрации доноров ($N_D-N_A$) в CdS приводит к асимметричному уширению $I_2$, а при ($N_D-N_A$) >

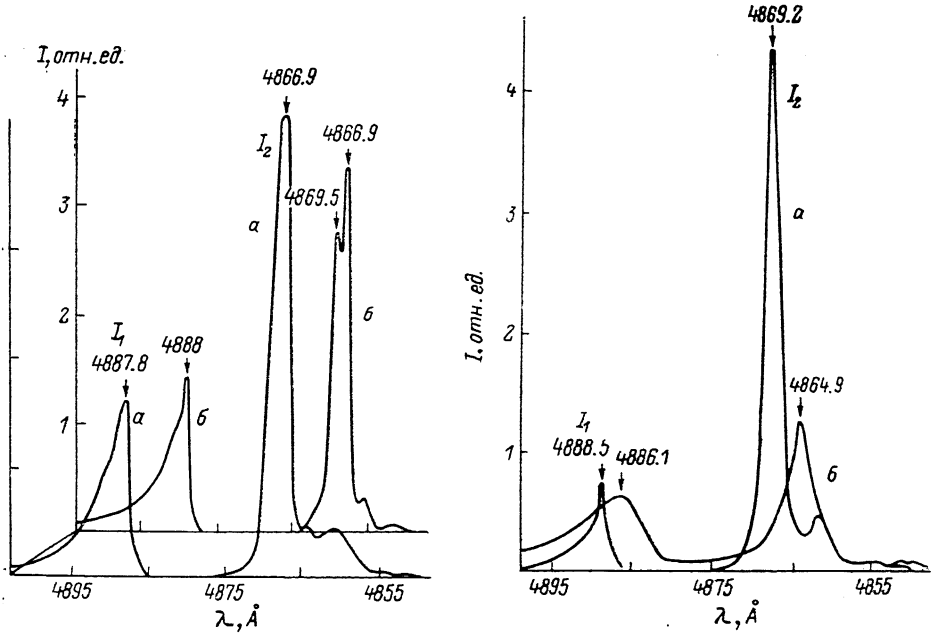


Рис. 1, 2. Спектр экситонной люминесценции монокристалла сульфида кадмия до (*а*) и после (*б*) облучения в воде. $T$=5 К.

$> 10^{18}$ см$^{-3}$ происходит сдвиг в коротковолновую сторону $I_2$ и линии свободного $A$-экситона с уменьшением интенсивности [5, 6]. Согласно [5], сдвиг $I_2$ на величину ~2 мэВ происходит при ($N_D-N_A$) $> 5\cdot10^{18}$ см$^{-3}$. Основываясь на результатах [5, 6], можно полагать, что в нашем случае облучение в воде приводит к увеличению избыточной концентрации доноров в приповерхностной области, причем ($N_D-N_A$) $> 5\cdot10^{18}$ см$^{-3}$.

Интенсивность $I_1$ после облучения слабо отличается от исходной. Это позволяет считать, что концентрация нейтральных акцепторов изменяется незначительно.

Увеличение ($N_D-N_A$) нельзя объяснить ростом концентрации вакансий серы, являющихся донором, так как отсутствует линия $I_2$ с $\lambda_m$= =4870.2 Å, обусловленная аннигиляцией экситона, связанного на вакансии серы [7].

На наш взгляд, увеличение ($N_D-N_A$) в приповерхностной области качественно можно объяснить дрейфом заряженных дефектов, вероятно междуузельных, в поле приповерхностного изгиба зон. Если учесть, что подвижность $Li_i$ превышает подвижность $Cd_i$ [4], то ослабление компоненты $I_2$ с $\lambda_m$=4866, Å объясняется быстрым выходом лития на поверхность.

В заключение автор выражает благодарность О. Н. Таленскому и Св. А. Пендюр за предоставленные кристаллы.

Список литературы

[1] Бродин М. С., Давыдова Н. А., Шаблий Н. Ю. // ФТП. 1976. Т. 10. № 4. С. 625—629.
[2] Косунская Н. Е., Маркевич И. В., Мощи М. Д. и др. // ФТТ. 1982. Т. 24. № 11. С. 3223—3228.
[3] Игнатков В. Д., Камуз А. М., Орешко Е. В. и др. // УФЖ. 1987. Т. 32. № 1. С. 95—97.
[4] Кросунская Н. Е., Маркевич И. В., Шаблий Ю. Н. и др. // ФТП. 1981. Т. 15. № 2. С. 279—282.
[5] Гросс Е. Ф., Пермогоров С. А., Резницкий А. Н. и др. // ФТП. 1973. Т. 7. № 7. С. 1225—1262.
[6] Kukimoto H., Shionoya S., Toytomi S., Morigaki K. // J. Phys. Soc. Jap. 1970. V. 28. P. 110—119.
[7] Lider K. F., Novikov B. V., Permogorov S. A. // Phis. St. Sol. 1966. V. 18. P. K1—K4.

Институт полупроводников АН УССР
Киев

Поступило в Редакцию
16 июня 1989 г.

---

УДК 548.0 : 534

© Физика твердого тела, том 32, № 4, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 4, 1990

# РЕНТГЕНОТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОЛЕЙ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ УЛЬТРАЗВУКОМ В КРИСТАЛЛАХ

*А. С. Погосян, О. И. Алешко-Ожевский, Ф. Н. Чуховский, И. И. Калашникова*

Использование рентгеновской топографии для визуализации акустических объемных и поверхностных акустических волн (ПАВ) в пьезо- и сегнетоэлектриках открывает новые возможности исследования физики дифракции рентгеновского излучения в периодически искаженных структурах. С другой стороны, становится возможным изучение распространения и взаимодействия акустических волн с дефектами кристаллической решетки в зависимости от частоты и амплитуды колебаний, а также от конструкции элемента, в котором распространяется ультразвук. Общие закономерности дифракции коротковолнового излучения в колеблющихся совершенных кристаллах в наиболее полной форме были установлены в [1]. Вопросам рентгеновской топографии кристаллов с ПАВ посвящены работы [2, 3], кристаллов с объемными колебаниями — работа [4].

В настоящей работе представлены первые результаты рентгенотопографического исследования кварцевого резонатора АТ-среза в виде квадратной пластинки размерами $14\times14\times3$ мм и линии задержки на основе ПАВ в кристалле танталата лития *У*-среза. Использовался однокристальный метод Лэнга на прохождение и отражение соответственно для наблюдения полей упругих деформаций в кварце и на поверхности танталата лития.

На рис. 1, *а*, *б* представлены топограммы кварцевого резонатора при дифракции от взаимно перпендикулярных плоскостей $(2\bar{1}.0)$ и $(0\bar{1}.2)$. Частота ультразвукового резонанса 567.93 кГц, ток через кристалл при напряжении 20 В был равен 1.5 мА. В зависимости от направления вектора дифракции наблюдаемая на топограммах картина распределения напряжений существенно изменялась. Это позволило провести анализ деформационных полей. В рассматриваемом случае имела место деформация типа сдвиг—изгиб с модами колебаний $n=3$, $m=5$ в обозначениях работы [4]. Наблюдалось изменение картины деформаций в зависимости от расположения электродов и даже конструкции крепления образца.