

ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $MnIn_2S_4:Yb$

О.Б. ТАГИЕВ, Т.Ш. ГАШИМОВА

Институт Физики АН Азербайджана

370143, Баку, пр. Г.Джавида, 33

В данной работе приведены результаты исследования электролюминесценции монокристаллов $MnIn_2S_4:Yb$. Установлено, что механизм электролюминесценции связан с инжецией электронов из катода в кристалл.

Для получения монокристаллов $MnIn_2S_4:Yb$ был использован метод газотранспортных реакций. В качестве транспортера использовался кристаллический йод. Температуры горячей и холодной зон были выбраны равными $t_1=800^{\circ}\text{C}$ и $t_2=-700^{\circ}$, соответственно. Это соединение имеет кубическую структуру с пространственной группой симметрии $Fm\bar{3}m$. Параметр решетки $a = 10,71 \text{ \AA}$ [1]. Для исследования люминесценции использовались образцы толщиной 90 мкм с сэндвич-контактами из индия. Спектры электролюминесценции снимались на спектрометре СДЛ-1.

В монокристаллах $MnIn_2S_4:Yb$ электролюминесценция исследовалась при 77К и приложении к образцам постоянного напряжения. На рис.1 представлен спектр люминесценции $MnIn_2S_4:Yb$. В спектре в области 0,48-0,49 мкм наблюдается тонкая структура, состоящая из двух узких пиков при длинах волн 0,4820 и 0,4860 мкм, а в области 0,5-0,65 мкм – две широкие полосы с максимумами при 0,529 и 0,613 мкм. Область спектра 0,48-0,49 мкм обусловлена непрямым краевым излучением $MnIn_2S_4$, а 0,5-0,65 мкм дефектами кристаллической решетки и неконтролируемыми примесями.

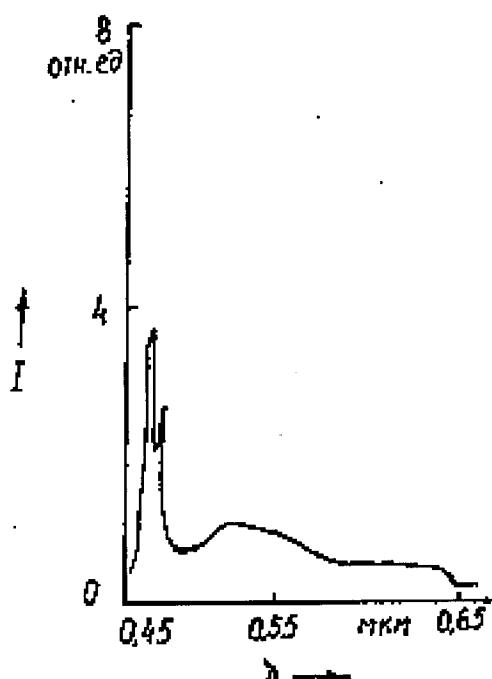


Рис.1. Спектр электролюминесценции при 77 К в области 0,45-0,65 мкм.

В ближней инфракрасной области спектра (рис.2) наблюдаются три ярко выраженных узких максимума при длинах волн 0,9864, 1,0392 и 1,0450 мкм и несколько слабых пиков.

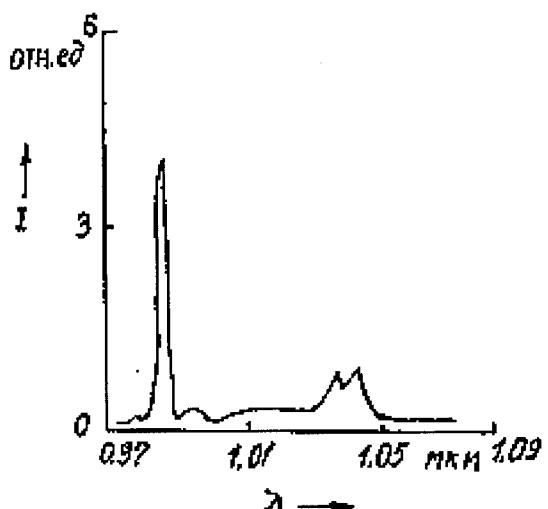


Рис.2. Спектр электролюминесценции при 77К в области 0,97-1,09 мкм

Интенсивность самых коротковолновых пиков электролюминесценции больше аналогичных пиков в спектре фотолюминесценции в этой же спектральной области, а в области 0,5-0,6 мкм в максимуме полосы (0,54 мкм) электролюминесценция по интенсивности почти на порядок слабее фотолюминесценции.

Узкие пики с полушириной $\sim 20 \text{ \AA}$ в ближней инфракрасной области, которые наблюдаются и в спектре фотолюминесценции, по энергетическому положению соответствуют внутрицентровым переходам между уровнями ${}^2F_{5/2}$ и ${}^2F_{7/2}$ ионов Yb^{3+} .

Для выяснения механизма передачи энергии к ионам Yb^{3+} в кристаллах при 77 К была изучена зависимость интенсивности излучения от приложенного напряжения [2]. Как видно из рис.3, интенсивность излучения в области перехода ${}^2F_{5/2}$ и ${}^2F_{7/2}$ линейно зависит от приложенного напряжения. Анализ показывает, что в данном случае тунNELная ионизация не может быть механизмом возбуждения электролюминесценции, поскольку этот механизм действует в полях напряженностью $E \geq 10^6 \text{ В/см}$ [3]. В наших исследованиях напряженность электрического поля в образцах не превышала 10^4 В/см .

ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$

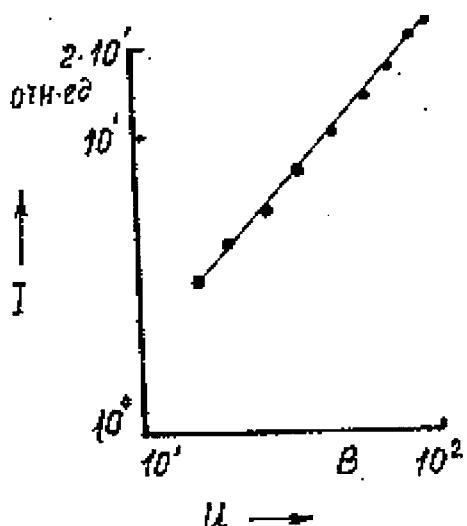


Рис.3. Зависимость электролюминесценции от приложенного напряжения.

Ударная ионизация в данном случае также не может быть механизмом электролюминесценции, т.к. по расче-

там Чуенкова [3] и Келдыша [4] для ударной ионизации необходимо электрическое поле напряженностью $E \geq 10^5$ В/см. Интенсивность излучения при механизме ударной ионизации от напряжения определяется эмпирическим выражением [3]

$$I = I_0 \exp(-b/u^n)$$

где $n=1/2$ при слабых полях, $n=1$ для сильных полей, b -постоянная. Полученные нами зависимости интенсивности от напряжения при малых значения приложенного напряжения ($\sim 10^3$ В/см), возникновение свечения уже при малых значениях напряжения в прикатодной области и распространение его с увеличением напряжения в сторону анода невозможно объяснить механизмом ударной ионизации.

По всей вероятности, электролюминесценция $\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$ в нашем случае связана с инжекцией электронов из катода в кристалл.

По-видимому, эффективная передача энергии редкоземельным ионам при межзонном возбуждении осуществляется резонансной передачей энергии этим ионам через ловушечные состояния [5].

-
- [1] M. Eibsch, H. Herman and S. Shtrikman. Solid State Commun., 1967, 5, 529.
 - [2] И.К. Верещагин. В кн. "Электролюминесценция кристаллов", М., Наука, 1974, с. 280.
 - [3] B.A. Чуенков. ФТТ, 1959, т. 2, с. 209-224.
 - [4] Л.В. Келдыш. ЖТФ, 1959, т. 37, № 3, с. 713-727.
 - [5] G.K. Aslanov, G.M. Niftiev, O.B. Tagiev, Ch.M. Briskina, V.F. Zolin, V.M. Markushev. J. of Luminescence, 1985, 33, p. 135-140.

O.B. Tagiyev, T.S. Hashimova

$\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$ MONOKRİSTALLARININ ELEKTROLÜMİNESSENSİYASI

Bu məqalədə $\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$ monokristallarında elektrolüminessensiyanın tədqiqinin nəticələri təqdim olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, elektrolüminessensiyanın mexanizmi elektronların katoddan kristala injeksiyası ilə əlaqədardır.

O.B. Tagiev, T.Sh. Hashimova

ELECTROLUMINESCENCE OF $\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$ SINGLE CRYSTALS

The result of investigation of electroluminescence in $\text{MnIn}_2\text{S}_4:\text{Yb}$ single crystals are presented in this paper. It is established that the mechanism of electroluminescence is connected by injection of electrons from the cathode to crystal.