

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ $EuLaGa_3S_7$

С.М. МУСАЕВА, М.И. МУРГУЗОВ

Азербайджанский Педагогический Университет им.Н.Туси
ул. У. Гаджисебекова, 34

О.Б. ТАГИЕВ

Институт Физики АН Азербайджана
370143, Баку, пр.Г.Джавида, 33
(Поступило 11.03.96)

Приводятся результаты исследования фотолюминесценции монокристаллов $EuLaGa_3S_7$ в интервале температур 77-300 К. Обнаружено широкополосное излучение в области 0.50-0.60 мкм ($\lambda_{max}=0.550$ мкм), связанное с 5d-4f- переходами иона Eu^{2+} . Из температурной зависимости интенсивности люминесценции определено значение энергии активации, которое оказалось равным 0.04 эВ.

В последнее время широко исследуются тройные и более сложные халькогалаты редкоземельных и щелочноземельных элементов, обладающих полупроводниковыми свойствами [1-5]. В этих полупроводниках редкоземельный и щелочноземельный элементы можно заменить в большом количестве другими редкоземельными элементами. В кристаллах халькогалатов возможно возбуждение ионов редкоземельных элементов электрическим полем и оптическим путем через межзонные переходы ($h\nu \geq E_g$). Кроме того, температура плавления тройных и более сложных халькогенидов редкоземельных и щелочноземельных металлов, по сравнению с монохалькогенидами редкоземельных (щелочноземельных) элементов, низкая ($T_{пл} = 1500$ К). Поэтому монокристаллы этих соединений можно получить в чистом виде методами химических транспортных реакций (ХТР) и Бриджмена. Одним из перспективных соединений среди сложных халькогенидов редкоземельных и щелочноземельных элементов является соединение типа $A^{II}LnB_3^{III}X_7$, (где A^{II} - Eu, Sm, Yb, Sr, Ca; B^{III} - Ga, Al; X - S, Se).

В работе [6] приводятся кристаллографические характеристики соединений типа $Eu^{II}LaGa_3^{III}S_7$. Показано, что тригалаты лантаноидов типа $EuLaGa_3S_7$ кристаллизуются в структурном типе мелзилита и имеют тетрагональную решетку: $a=9,51$ А; $c=6,17$ А; пространственная группа симметрии $P_{4,2m}$. Из соединений типа $A^{II}LnB_3^{III}X_7$, только для $CaLaGa_3S_7$ и $SrLaGa_3S_7$, активированных Er, исследованы фото- и катодолюминесцентные свойства [6]. Показано, что в этих материалах преобладает интенсивная зеленая эмиссия.

В кристаллах типа $A^{II}LnB_3^{III}X_7$, можно получить излучение как в двухвалентных, так и в трехвалентных ионах редкоземельных элементов. Насколько нам известно, электрические, фотоэлектрические и люминесцентные характеристики соединений типа $EuLaGa_3S_7$ не исследованы. В настоящей работе приводятся люминесцентные характеристики кристаллов $EuLaGa_3S_7$.

Кристаллы соединений $EuLaGa_3S_7$ были получены в откаченных кварцевых ампулах из смеси EuS , La_2S_3 и Ga_2S_3 при молярном соотношении 2:1:3.

Спектры ФЛ получены при возбуждении кристалла лазерами ЛПМ-7 (гелий-кадмиевый лазер) и ЛГИ-21 (азотный лазер). Регистрация спектров излучений осуществлялась на спектрометре СДЛ-1.

На рис.1 представлены спектры люминесценции $EuLaGa_3S_7$ при 77 и 300 К. Видно, что спектр излучения охватывает область длин волн 0.50 и 0.60 мкм. Максимум излучения соответствует длине волны 0.550 мкм.

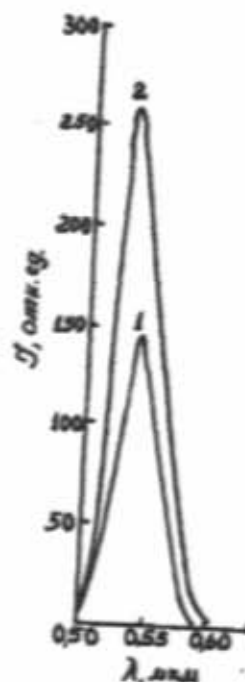


Рис.1. Спектр фотолюминесценции монокристаллов $EuLaGa_3S_7$, 1 - 300 К, 2 77 К.

На рис.1 представлен спектр фотолюминесценции (ФЛ) монокристаллов $EuLaGa_3S_7$. Спектр ФЛ состоит из одной полосы излучения с максимумом $\lambda=550$ нм. Энергетическое положение максимума полосы излучения в спектрах ФЛ не зависит от интенсивности возбуждения. Интенсивность излучения при $\lambda_{max}=550$

nm исследована в зависимости от интенсивности накачки. Результаты представлены на рис.2. Интенсивность излучения линейно изменяется при изменении интенсивности накачки.

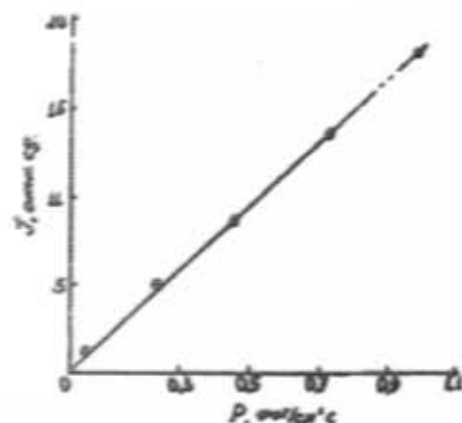


Рис.2. Зависимость интенсивности излучения от мощности накачки для монокристаллов $EuLaGa_3S_7$.

Для того, чтобы выяснить природу широкополосного свечения в области $\lambda_{max}=0.550$ мкм, нами выращены кристаллы $CaLaGa_3S_7:Eu$, обладающие одной и той же структурой $EuLaGa_3S_7$. Исследование спектра люминесценции показало, что такая же полоса обнаруживается в $EuLaGa_3S_7:Eu$. Кроме того была исследована температурная зависимость интенсивности излучения.

На рис.3 в полулогарифмическом масштабе представлена эта зависимость. Видно, что интенсивность люминесценции экспоненциально уменьшается с ростом температуры:

$$I = C \frac{I_0}{1 + \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)} \quad (1)$$

где I_0 - интенсивность люминесценции при $T=0$; C - независимая от температуры константа; k - постоянная Больцмана.

С увеличением температуры имеет место тушение люминесценции, обусловленное ионами Eu^{2+} . По наклону прямой $\lg I - f(10^3/T)$ определено значение

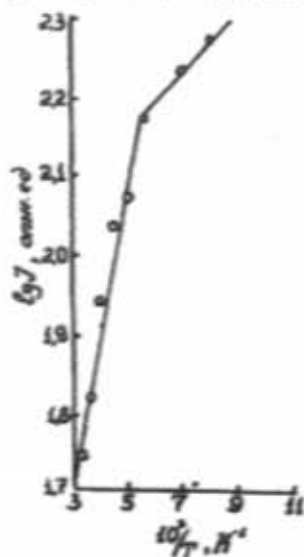


Рис.3. Температурная зависимость интенсивности излучения монокристаллов $EuLaGa_3S_7$.

энергии активации, которое оказалось равным 0.04 эВ.

Время распада излучения для полосы излучения $\lambda_{max}=0.550$ мкм составляет 0.25 мкс. Короткое время спада связано с концентрационными тушениями за счет неизлучательных заселений возбужденных состояний. Порядок величины времени затухания люминесценции дает нам основание заключить, что коротковолновое излучение обусловлено 5d-4f переходами ионов Eu^{2+} , образующих кристаллическую решетку монокристаллов $EuLaGa_3S_7$. Следует отметить, что, в отличие от Eu^{2+} , ионы Eu^{3+} в диэлектриках и полупроводниках обычно дают широкополосное излучение.

Анализ экспериментальных результатов показывает, что интенсивное широкополосное излучение в области 0.550 мкм обусловлено 5d-4f переходами иона Eu^{2+} .

- [1] T.E.Peters and T.A.Baglio. J.Electrochem.Soc. 1972, v.119,2, p.110-116.
 [2] P.C.Donohue and I.E.Hanlon. J.Electrochem.Soc. 1974, v.121,1, p.137-142.
 [3] A.Garcia, C.Fouassier and P.Douglies. J.Electrochem.Soc. 1982, v.129,9, p.2063-2069.
 [4] G.K.Aslanov, G.M.Niftiev, Ch.M.Breskina,

- V.F.Zolin, V.M.Markushov. J.Luminescence 1985,33, p.135-140.
 [5] Г.К.Асланов, Ч.М.Брескина, В.Ф.Эслик, В.М.Маркушов, Г.М.Нифтиев, О.Б.Тагыев. Изв. АН СССР, Неорг.мат. 1986, 22, n.10, с.1630-1634.
 [6] A.M.Lozaeh, M.Guittard and I.Flahaut. Mat.Res. Bull. 1973, 8, p.75.

S.M. Musajeva, M.H. Murqozov, O.B. Tağıyev

$EuLaGa_3S_7$ MONOKRİSTALININ LÜMİNESSENSİYA XASSƏLƏRİ

Mogalodo $EuLaGa_3S_7$ monokristalının geniş temperatur intervalında (77+300) lüminessensiya xassələrinin geniş tədqiqi verilir. Dalğa uzunluğunun 0.50+0.60 μm oblastında $EuLaGa_3S_7$ monokristalının şüalanması ($\lambda_{max}=0.550 \mu m$) müəyyən olunmuşdur. Həmin şüalanma spektri Eu^{2+} ionlarının 5d-4f keçidi ilə olaqodardır. Şüalanma spektrinin temperatur asılılığından lüminessensiyada iştirak edən tələlərin aktivləşmə enerjisi ($E_c=0.04$ eV) təyin edilmişdir.

S.M. Masayeva, M.I. Murguzov, O.B. Tagiev

THE LUMINESCENCE PROPERTIES OF $\text{EuLaGa}_3\text{S}_7$ SINGLE CRYSTALS

The investigation results on the photoluminescence of $\text{EuLaGa}_3\text{S}_7$ single crystals in the temperature region from 77 to 300 K are shown. A wide - band radiation at 0.50-0.69 μm ($\lambda_{\text{max}}=0.550 \mu\text{m}$) attributed to 5d-4f transitions of the Eu^{2+} ion has been found. The corresponding energing is 0.04 eV.

Редактор: Б.Г. Тазиев