ЖУРНАЛ

ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

1

ЯНВАРЬ

1988

ТОМ

48

Для кристаллов $EuGa_2S_4$ на основе результатов оптических и интерференционных исследований удается определить термодинамический параметр α_c (коэффициент температурного расширения), поскольку другие известные методы определения КТР неэффективны [6]. Оказалось, что величина α_c для $EuGa_2S_4$ меняется в пределах $(1{,}5 \div 2{,}5) \times \times 10^{-6}$ K^{-1} в области $T = 5 \div 150$ K.

Таким образом, интерференционный метод может успешно применяться для определения как оптических параметров, так и КТР широкозонных полупроводников.

Summary

In the paper investigation is made of the $EuGa_2S_4$ single crystals transmission spectra. The dispersion of the refraction index $n(\lambda)$ at different temperatures in the region of $0.5 \div 0.6$ μm is determined. It is seen that with a decrease of the wavelength the refraction index increases; this fact is caused by the zonal structure of the crystal. The temperature dependence of the refraction index $n(T)$ is also investigated and its temperature coefficient $\Delta n/\Delta T$ is defined. It is obtained that in crystals $EuGa_2S_4$ within the region of $5 \div 300$ K this coefficient varies in limits of $(5.0 \div 5.5) \cdot 10^{-4}$ $grad^{-1}$. The temperature coefficient of the forbidden zone width $\Delta E_g/\Delta T = 1.25 \cdot 10^{-4}$ eV/deg determined.

Литература

1. **Ковалюк З. Д., Малик А. И., Савчук А. И.** // ФТП. 1975. Т. 9, № 6. С. 1216—1218.
2. **Тагиев Б. Г., Мамедов Г. М., Багирзаде Э. Ф.** // Изв. АН АзССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук. 1980. Т. 1, № 3. С. 71—73.
3. **Tagiev O. B.** and **Ibrahimova E. N.** // Phys. Stat. Sol. 1986. V. 97 (a). P. K49—K52.
4. **Уханов Ю. И.** Оптические свойства полупроводников. М., 1977.
5. **Мосс Т.** Оптические свойства полупроводников. М., 1961.
6. **Арешев И. П., Данилевский А. И., Кочегаров С. Ф., Субашиев В. К.** // Опт. и спектр. 1980. Т. 48, № 5. С. 975—979.

Поступило в редакцию 10.06.86.

УДК 535.34:539.12.04

М. Х. Ашуров, Е. В. Жариков, С. П. Калитин,
А. М. Курбанов, И. Н. Насыров, В. В. Осико,
А. М. Прохоров, П. К. Хабибуллаев, И. А. Щербаков

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ХРОМА НА ОБРАЗОВАНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ В КРИСТАЛЛАХ ИТТРИЙ-СКАНДИЙ-ГАЛЛИЕВОГО ГРАНАТА

Эффективный перенос энергии от возбужденных ионов Cr^{3+} на ионы Tm^{3+} и Ho^{3+} в кристаллах иттрий-скандий-галлиевого граната (ИСГГ) позволяет существенно поднять КПД и снизить пороги генерации лазеров, работающих на переходах $^3H_4 \rightarrow {}^3H_6$ (~2 мкм) ионов Tm^{3+}, $^5I_7 \rightarrow {}^5I_8$ (~2,1 мкм) и $^5I_6 \rightarrow {}^5I_7$ (~3 мкм) ионов Ho^{3+} [1, 2]. Вместе с тем при изучении радиационно-оптических свойств гадолиний-скандий-галлиевого граната (ГСГГ) было обнаружено значительное уменьшение наводимой окраски в кристаллах ГСГГ : Cr и ГСГГ : Cr—Nd по сравнению с кристаллами ГСГГ без активатора и ГСГГ : Nd и сделан вывод о возможной радиационной стойкости данных активных сред [3]. Подобный же результат был получен при γ-облучении и других кристаллов со структурой граната, выращенных методом Чохральского [4]. В связи с этим целью настоящей работы является исследование образования наведенной окраски в хромосодержащих кристаллах ИСГГ после γ-облучения.

Кристаллы для исследований были выращены методом Чохральского. Перечень образцов и содержание в них примесных ионов приведены

Рис.
зой

Рис.
акти

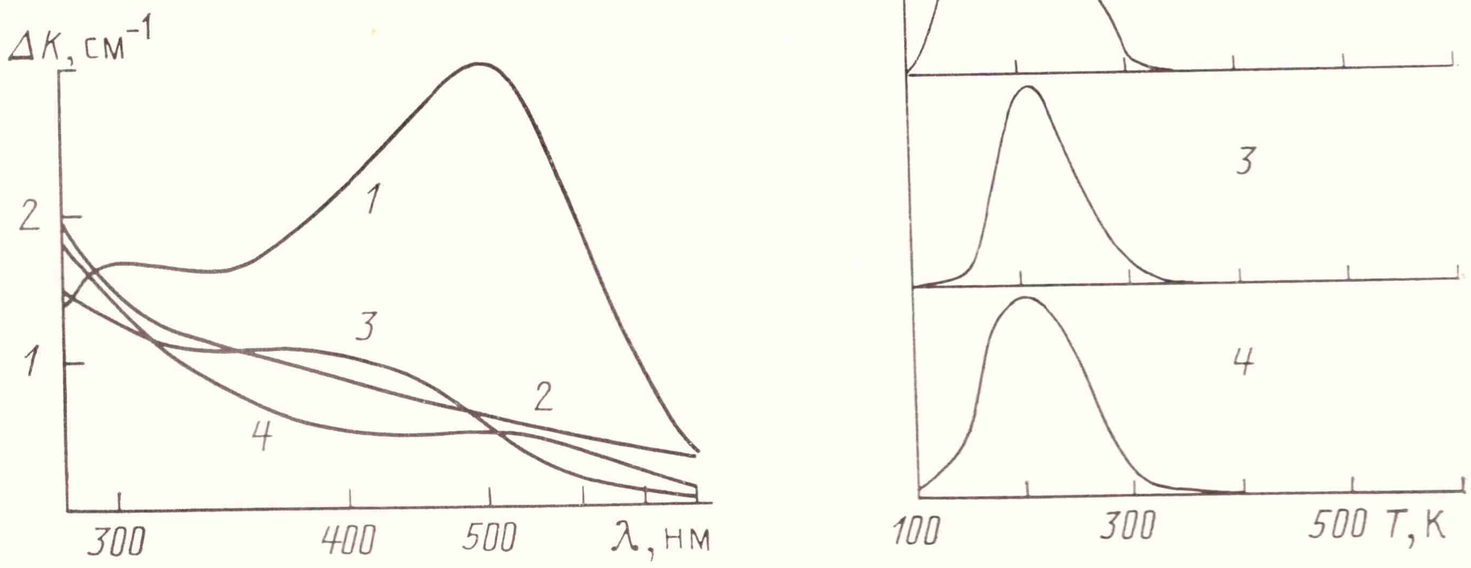
в таблице. Кристаллы облучались γ-излучением источника ^{60}Co мощностью 2000 Р/с до дозы насыщения 10^6 Р. Появление наведенной окраски регистрировалось при 300 К путем снятия спектров поглощения в области 300—800 нм до и после облучения. Температура освобождения захваченных во время облучения зарядов на локальных уровнях дефектов в запрещенной зоне кристаллов ИСГГ определялась методом кривых термовысвечивания в диапазоне 100—600 К при постоянной скорости

Концентрация ионов-активаторов в кристаллах

Кристаллы	Концентрация, 10^{20} см$^{-3}$		
	Tm^{3+}	Ho^{3+}	Cr^{3+}
ИСГГ	—	—	—
ИСГГ: Tm—Cr	4	—	3,5
ИСГГ: Ho—Cr	—	8	2
ИСГГ: Tm—Ho—Cr	8	0,5	3

изменения температуры 0,23 К/с. Рекомбинационное свечение регистрировалось интегрально в области 200—800 нм.

На рис. 1 приведены спектры наведенного поглощения кристаллов ИСГГ, полученные как разность спектров поглощения при 300 К до и после облучения. В неактивированном кристалле ИСГГ γ-облучение вызывает появление широкой полосы интенсивного наведенного поглощения в видимой области спектра с максимумом при 500 нм. В кристалле ИСГГ : Tm—Cr интенсивная окраска наблюдается только в УФ-области $\lambda<300$ нм. В видимой области, там, где в неактивированном кристалле имеется максимум дополнительного поглощения, в кристалле ИСГГ : Tm—Cr наведенная окраска мала. Аналогичный спектр наведенного поглощения получается и после облучения при 300 К кристаллов ИСГГ : Ho—Cr и ИСГГ : Tm—Ho—Cr. Интенсивность наведенного поглощения в области 500 нм в хромосодержащих кристаллах примерно в 5 раз меньше, чем в неактивированном.



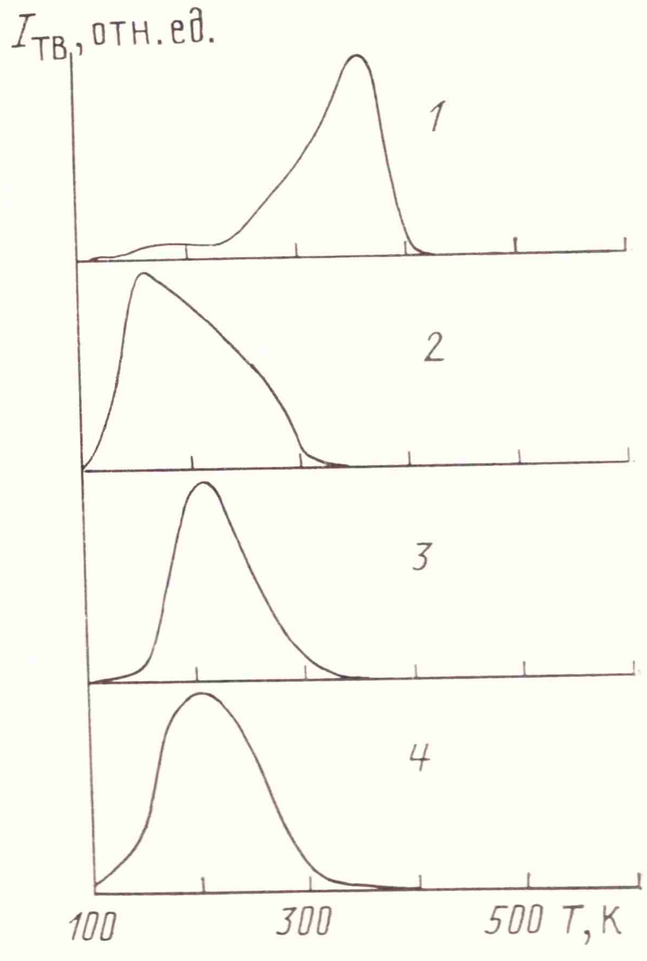


Рис. 1. Наведенное поглощение в кристаллах ИСГГ после γ-облучения при 300 К дозой 10^6 Р: неактивированном *(1)* и активированных Tm и Cr *(2)*, Ho и Cr *(3)*, Tm, Ho и Cr *(4)*

Рис. 2. Термовысвечивание γ-облученных при 77 К дозой 10^6 Р кристаллов ИСГГ: неактивированного *(1)* и активированных Tm и Cr *(2)*, Ho и Cr *(3)*, Tm, Ho и Cr *(4)*

На рис. 2 приведены кривые термовысвечивания γ-облученных при 77 К кристаллов ИСГГ. У неактивированного кристалла основной пик термовысвечивания находится при температуре 360 К, в то время как у всех остальных, содержащих ионы хрома кристаллов ИСГГ, рекомбинация захваченных во время облучения зарядов происходит при температуре ниже комнатной. Пики термовысвечивания имеют сложную структуру с общими максимумами при 160 К в кристаллах ИСГГ : Tm—Cr, 210 К—в ИСГГ : Ho—Cr и 200 К—в ИСГГ : Tm—Ho—Cr.

При исследовании влияния концентрации хрома на образование наведенного поглощения на примере кристаллов иттрий-алюминиевого граната [5] получено, что при малых концентрациях хрома наведенная окраска весьма интенсивна. С увеличением концентрации хрома интенсивность наведенной окраски резко падает. В [6] было показано, что в кристаллах ГСГГ при активации хромом происходит изменение зарядового состояния наиболее глубоких уровней вблизи середины запрещенной зоны, т. е. уровень Ферми смещается. Судя по данным термовысвечивания, в рассматриваемых кристаллах ИСГГ концентрация хрома оказывается достаточной для такого смещения уровня Ферми, что практически все захватываемые при облучении заряды одного из знаков освобождаются при температуре ниже 300 К. Рекомбинация с захваченными зарядами противоположного знака обусловливает восстановление спектров поглощения. В связи с этим в практически важной области $\lambda > 360$ нм (области поглощения ионов Cr^{3+} в кристаллах ИСГГ) наведенная окраска мала.

Таким образом, ионы хрома не только являются эффективными сенсибилизаторами люминесценции ионов тулия и гольмия в кристаллах ИСГГ, но и существенно повышают радиационную стойкость данной активной среды. Полученные результаты подтверждают универсальный характер влияния значительных концентраций ионов хрома на образование после облучения жесткими квантами наведенного поглощения в кристаллах со структурой граната.

Summary

Cr^{3+} ions are not only the effective sensibilizators of luminescence of Tm^{3+} and Ho^{3+} ions in YSGG crystals but they also decrease the additional coloration after γ-irradiation at 300 K in the pumping region ($\lambda > 360$ nm).

Литература

1. **Жариков Е. В., Калитин С. П., Лаптев В. В.** и др. // Квант. электрон. 1986. Т. 13, № 1. С. 216—219.
2. **Алпатьев А. Н., Жариков Е. В., Калитин С. П.** и др. // Квант. электрон. 1986. Т. 13, № 10. С. 2127—2129.
3. **Ашуров М. Х., Жариков Е. В., Лаптев В. В.** и др. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1984. Т. 48, № 7. С. 1343—1345.
4. **Ашуров М. Х., Жариков Е. В., Лаптев В. В.** и др. // Докл. АН СССР. 1985. Т. 282, № 5. С. 1104—1106.
5. **Багдасаров Х. С., Пастернак Л. Б., Севастьянов Б. К.** // Квант. электрон. 1977. Т. 4, № 8. С. 1702—1707.
6. **Ашуров М. Х., Насыров И. Н., Осико В. В., Хабибуллаев П. К.** // Докл. АН СССР. 1986. Т. 289, № 2. С. 344—347.

Поступило в редакцию 02.06.86,
после доработки — 14.07.87.