

05; 07

© 1992

ИНИЦИИРОВАНИЕ ГЕЛИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
КРИСТАЛЛОВ ФТОРИДА КАЛЬЦИЯО.В. Семёнов, А.Я. Купряжкин,
С.О. Чолах

Влияние гелия на ТСЛ и оптические характеристики кристаллов фторида кальция (см., например, [1, 2]) связывают преимущественно со стабилизацией дефектов, обусловленной сильным „химическим“ взаимодействием гелия с катионами в ионных кристаллах [3]. В настоящей работе выясняется возможность использования атомов гелия для изменения зарядового состояния отдельных примесей или комплексов дефектов, которые они образуют в кристаллах.

Для измерений использованы высокочистые монокристаллы CaF_2 , любезно предоставленные Королёвым Н.Е. (ГОИ), и кристаллы CaF_2 с примесями Dy , Gd , отличающимися разным зарядовым состоянием ионов, входящих в решетку кристаллов CaF_2 . Плотность дислокаций используемых монокристаллов ($2\div 6$) $\times 10^5 \text{ см}^{-2}$.

Образцы насыщали гелием известным образом. Содержание гелия определяли при дегазации кристаллов с помощью масс-спектрометра МИ 1201-Б в статическом режиме работы [3]. Отжиг образцов проводили в вакууме $P=10^{-4}$ Па. Съёмку спектров ТСЛ проводили после облучения образцов с помощью рентгеновской трубки в линейном режиме разогрева (8 К/мин).

На рис. 1 приведены наиболее характерные спектры ТСЛ исследованных кристаллов (спектр ТСЛ кристаллов $\text{CaF}_2 + \text{Gd}$ опущен). Спектры исходных высокочистых кристаллов (№ 1) содержат группу низкотемпературных пиков, обусловленных собственными дефектами, в кристаллах с примесями редкоземельных ионов дополнительно присутствует группа высокотемпературных пиков, обусловленных РЗЭ.

Прогрев исходных кристаллов с примесями Dy , Gd в вакууме при повышенных температурах вызывает уменьшение известных высокотемпературных пиков (это отмечалось ранее и другими авторами [4]), вместе с тем последующее насыщение кристаллов $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$ гелием приводит к существенному росту в высокотемпературной области нового пика ($T=625 \text{ K}$), не зарегистрированного ранее (№ 5 рис. 1) (в исходных кристаллах CaF_2 , содержащих Dy , Gd , новые высокотемпературные пики слабо выражены). В высокочистых кристаллах (№ 2 рис. 1) и кристаллах $\text{CaF}_2 + \text{Gd}$

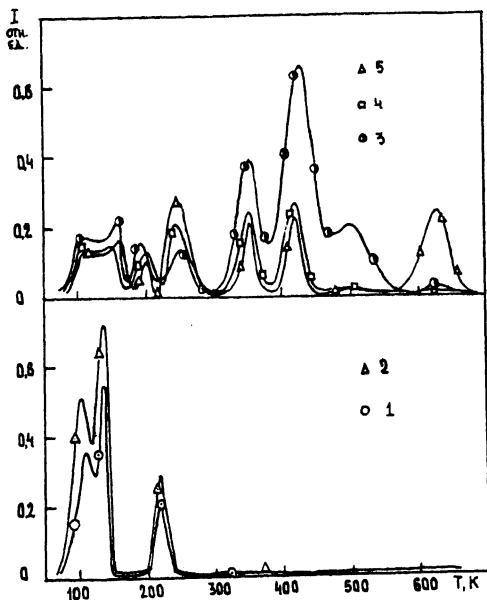


Рис. 1. Термостимулированная люминесценция кристаллов фторида кальция. 1 - CaF_2 , 2 - $\text{CaF}_2 + \text{He}$, 3 - $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$, 4 - $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$ (после отжига в вакууме), 5 - $\text{CaF}_2 + \text{Dy} + \text{He}$.

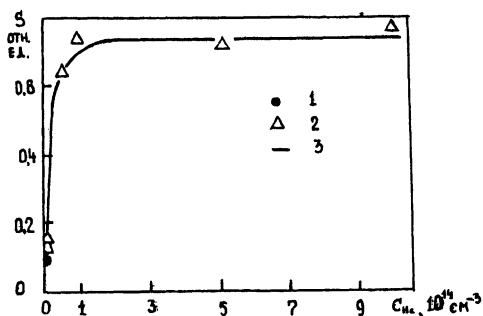


Рис. 2. Влияние концентрации гелия (C) на эффективность высокотемпературного светозапасания (S) кристаллов $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$.

1 - $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$, 2 - $\text{CaF}_2 + \text{Dy} + \text{He}$; 3 - экстраполяция.

при насыщении гелием образцов никаких изменений в спектрах ТСЛ не обнаружено. Увеличение концентрации гелия в кристалле $\text{CaF}_2 + \text{Dy}$ (рис. 2) до $1 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ может приводить к повышению высокотемпературного светозапасания кристалла по сравнению с исходным (№ 1 рис. 2) в 10 и более раз. Дальнейшее повышение концентрации гелия в кристаллах до $1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ оставляет спектры ТСЛ неизменными.

Инициирование гелием высокотемпературной термостимулированной люминесценции зарегистрировано только на кристаллах $CaF_2 + Dy$, следовательно, оно может быть обусловлено изменением состояния иона Dy^{2+} (ионы Dy , в отличие от ионов Gd , могут находиться в кристалле в двух зарядовых состояниях).

Растворение гелия происходит преимущественно в анионных вакансиях. Их стабилизация гелием, по-видимому, вызывает увеличение общего числа глубоких электронных ловушек, которыми в том числе могут являться и ионы Dy^{3+} . Поскольку число анионных вакансий в кристаллах такого типа невелико, увеличение концентрации гелия приводит к эффекту насыщения (рис. 2), связанному с заполнением вакансий гелием (см., например, [5]). По-видимому, могут существовать и другие причины, приводящие к такому эффекту, что, как и установление конкретного механизма инициирования ТСЛ гелием, требует дополнительных исследований.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Купряжкин А.Я. Влияние комплексообразования гелия на термостимулированную люминесценцию кристаллов. // Спектроскопия твердого тела. Свердловск, 1984. С. 40.
- [2] Богданов С.Н., Купряжкин А.Я. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 9. С. 780-783.
- [3] Купряжкин А.Я., Куркин А.Ю. // ФТТ. 1990. № 3. С. 184-188.
- [4] Архангельская В.А. // Опт. и спектр. 1964. Т. 16. В. 4. С. 628-637.
- [5] Купряжкин А.Я., Куркин А.Ю., Кигалев Г.А. // ЖТФ. 1988. Т. 62. № 12. С. 3083-3084.

Уральский
политехнический
институт
им. С.М. Кирова

Поступило в Редакцию
15 августа 1992 г.