

Сцинтилляционные параметры литийсодержащих монокристаллов: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiTaO_3 , LiNbO_3

Э.Л.Виноград, Ю.Т.Выдай, Л.Б.Загарий, М.Б.Космына, А.М.Кудин, А.Б.Левин,
Б.П.Назаренко, В.А.Тарасов, В.В.Черников

Институт монокристаллов НАН Украины,
310001, г.Харьков, пр.Ленина, 60

Рукопись поступила в редакцию 17 мая 1994 г.

Определены сцинтилляционные параметры неорганических монокристаллов: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiTaO_3 , LiNbO_3 , выращенных методом Чохральского. Показано, что сцинтилляционные характеристики $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ выше, чем у других полученных монокристаллов и находятся на уровне лучших параметров разрабатываемых литийсодержащих неорганических сцинтилляторов.

Визначені сцинтиляційні параметри неорганічних монокристалів: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiTaO_3 , LiNbO_3 , вирощених методом Чохральського. Показано, що сцинтиляційні характеристики $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ вищі, ніж у інших одержаних монокристалів і знаходяться на рівні кращих параметрів розроблюваних неорганічних сцинтиляторів із вмістом літію.

В настоящее время проводится интенсивный поиск новых сцинтилляционных материалов, сочетающих высокую сцинтилляционную эффективность с радиационной, химической и термической стойкостью.

Перспективные материалы этого типа — литийсодержащие монокристаллы: тетраборат, ниобат и танталат лития до недавнего времени исследовались преимущественно в свете проблем квантовой электроники, акусто- и оптоэлектроники. Их исследования в качестве сцинтилляторов, в том числе для регистрации нейтронов, практически не проводились.

В то же время известные отдельные исследования этих кристаллов свидетельствуют об их высокой химической и термической стойкости, прозрачности в оптическом диапазоне и радиационной прочности [1-5].

Данная работа посвящена определению оптических и сцинтилляционных характеристик монокристаллов тетрабората, ниобата и танталата лития. Исследуемые монокристаллы были выращены методом Чохральского. Для измерений сцинтилляционных параметров использовались монокристаллы $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, прошедшие стадию термического отжига и монокри-

сталлы LiTaO_3 , LiNbO_3 — стадию монодоменизации.

Люминесценция кристаллов возбуждалась рентгеновским и α -излучением. Максимум спектра радиolumинесценции монокристаллов $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ находится в области 320-340 нм, а монокристаллов LiNbO_3 — в области 380 нм (рис.1). При возбуждении α -частицами с энергией 5.1 МэВ от плутония-239 световой выход монокристаллов $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, оцененный по интенсивности радиolumинесценции, составляет $\approx 5\%$ от световыхода литиевого стекла [6], амплитудное разрешение — $\approx 40\%$ (рис.2). Отношение сигналов, полученных при α и β возбуждении с учетом их нормировки на энергию первичных частиц, составляет $\alpha/\beta \approx 0.1$. Световой выход монокристаллов LiNbO_3 заметно ниже и составляет 0.3% от световыхода литиевого стекла, световой выход монокристаллов LiTaO_3 — очень мал. Кривая высвечивания сцинтилляционного импульса $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ имеет сложный характер и состоит как минимум из трех компонент с временами высвечивания $\tau_1 < 2$ нс, $\tau_2 \approx 5-6$ нс, $\tau_3 \approx 50-100$ мкс. Основной вклад в световой выход вносит длительная компонента высвечивания.

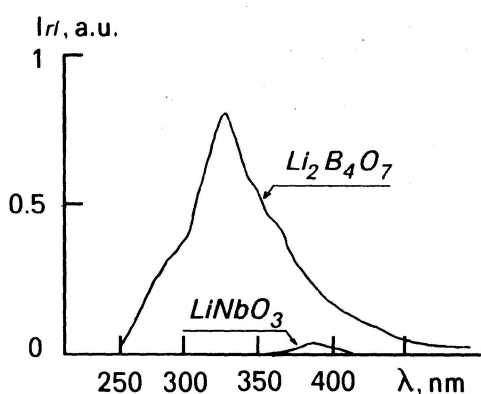


Рис. 1. Спектры радиолуминесценции $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ и LiNbO_3 .

Ниже в таблице приведены оптические и сцинтилляционные характеристики исследованных монокристаллов, и для сравнения приведены аналогичные характеристики литиевого стекла. Как видно, сцинтилляционные характеристики монокристаллов

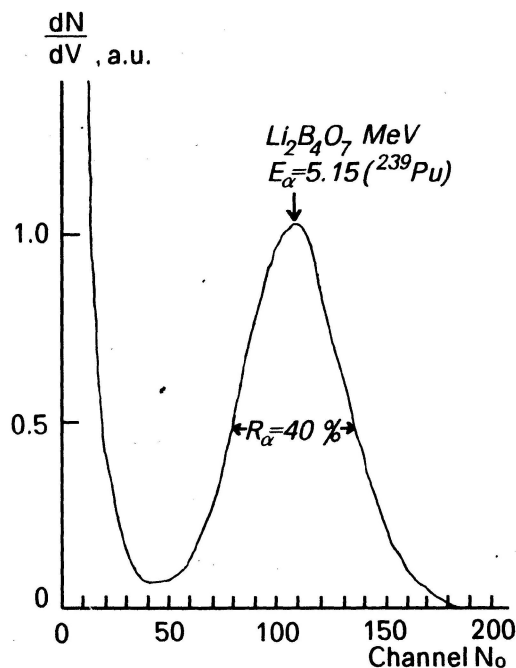


Рис. 2. Спектр амплитуд импульсов монокристаллов $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$.

Оптические и сцинтилляционные характеристики литийсодержащих неорганических сцинтилляторов.

Кристалл	Активатор	Плотность, г/см	Показатель преломления	Оптическое пропускание, мкм	Максимум спектра эмиссии, нм	Время высвечивания	Световой выход, С	α/β отношение	%	Ссылка
$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$		2.44	$n_0=1.605$ $n_e=1.560$	0.16-3.2	320-340	$\tau_1 < 2$ нс $\tau_2 \approx 5-6$ нс $\tau_3 \approx 50-100$ мкс	$\approx 5\%$ от литиевого стекла	0.1	$R \approx 40$ ($E_\alpha = 5.1$ МэВ)	данные настоящей работы
LiNbO_3		4.7	$n_0=2.2967$ $n_e=2.2082$ ($\lambda = 0.6$ мкм)	0.4-4.5	380		$\approx 0.3\%$ от литиевого стекла	0.1		"-
LiTaO_3		7.45	$n_0=2.175$ $n_e=2.180$ ($\lambda = 0.6$ мкм)	0.4-4.5				очень мал		"-
${}^6\text{Li}$ -стекло	Ce	2.5-2.7	1.55-1.57		390-430	60 нс	4-6% от NaI(Tl)			[6]

$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ выше, чем у других полученных литийсодержащих монокристаллов и нахо-

дятся на уровне лучших неорганических сцинтилляторов этого типа [6-8].

Литература

1. Ю.С.Кузьминов, Ниобат и танталат лития - материалы для нелинейной оптики, Наука, Москва, (1975)
2. R.Ababaka, S.Untung, M.Obernafer, *Radiat. Prot. Dosim.*, 33, 95, (1990).
3. Bhuwan Chandra, Gov. India Bhabha Atom Res. Cent., N1546, 1a (1991).
4. Я.В. Бурак, Я.О.Довгий, И.В.Китык, *Опт. и спектр.*, 69, 1183 (1990).
5. J.O. Tocho, I.A. Sanz Gacia, F. Gaceia Sole Jaque, *J. Appl. Phys.*, 70, 5582 (1991).
6. B.V. Shulgin, in: Proc. of Intern. symp. LUMDETR'91 (Riga, Latvia, 1991).
7. A.R. Spowart, *J. Phys. D.; Appl. Phys.*, 16, 1819 (1983).

8. R. Visser, P. Dorenbos, C.W. Van Eijn, in: «Crystal 2000" Int. workshop on heavy scintillators for scientific and industrial, (Chamonix, France, 1992).

**Scintillation parameters of single crystals containing lithium: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$,
 LiTaO_3 , LiNbO_3**

E.V.Vinograd, Yu.T.Vydai, L.B.Zagariy, N.B.Kosmyna, A.M.Kudin, A.B.Levin, B.P.Nazarenko,
V.A.Tarasov, V.V.Chernikov

Scintillation parameters are detected for nonorganic single crystals: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiTaO_3 , LiNbO_3 , grown by Chohralsky method. It's shown, that scintillation characteristics of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ are higher than those of the other obtained single crystals and lie on the level of the best parameters for lithiumcontaining nonorganic scintillators being elaborated.