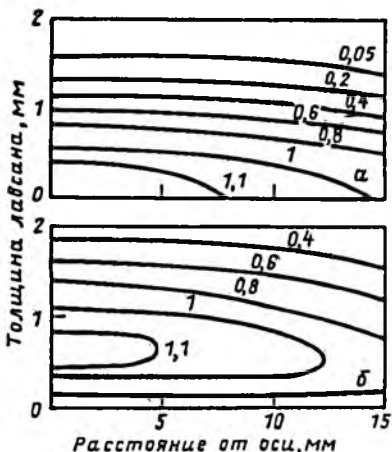




Р и с. 4. Распределение дозы (кГр), поглощенной в лавсане, для трубки с катодом диаметром 25 (а) и 10 мм (б)

25 мм доза 1 кГр/имп и более создается в поверхностном слое 0,5 мм в пятне диаметром 30 мм. Для трубки с катодом диаметром 10 мм та же доза создается в слое, расположенном на глубине от 0,3 до 1 мм. Двустороннее облучение шовного материала обеспечивает равномерное распределение поглощенной дозы по толщине мотка нити и сократит время стерилизации.

Ускоритель АРСА предлагается использовать в качестве основного узла стерилизатора изделий медицинского назначения, например, микрохирургического или стоматологического инструмента, небольших искусственных органов, шовного материала и т.д. Такой стерилизатор с двусторонним облучателем, компактной радиационной защитой может быть установлен в кабинетах и операционных. Он экологически безопасен и экономичен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горн А.К., Кичушкина Г.Г., Сахаров Е.С., Шпак В.Г. Электронный импульсный степдовый стерилизатор для поверхностной обработки медицинского инструмента и материалов. — В сб.: Сильноточные импульсные электронные пучки в технологии. Новосибирск: Наука, 1983, с. 159—163.
2. Nablo S. Process and Apparatus for Sterilization of Materials. US Patent, 1973, № 3780308.
3. Калиновская Н.И., Кульгавчук В.В., Лобов С.И. и др. Сильноточные наносекундные пучки электронов с энергией до 0,6 МэВ. — ПТЭ, 1982, № 1, с. 166—167.

Поступило в Редакцию 14.07.95

УДК 535.376, 546.284, 546.651

НАЛИЧИЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДА СВЕТА ИЗ ОКСИДНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

Бурачас С.Ф., Бондарь В.Г., Мартынов В.П., Катрунов К.А., Зеленская О.В.
(Институт монокристаллов НАН Украины),
Здесенко Ю.Г., Николайко А.С. (ИЯИ НАН Украины)

Сцинтилляционные монокристаллы сложных оксидов — силикат гадолиния Gd_2SiO_5 (GSO), вольфрамат кадмия $CdWO_4$ (CWO), вольфрамат свинца $PbWO_4$ (PWO) благодаря совокупности своих свойств (высокая тормозная способность, хорошее энергетическое разрешение, негигроскопичность и др.) являются для большинства областей применения наиболее перспективными в качестве материала детекторов ионизирующего излучения. Однако их меньший по сравнению с щелочно-галогенидными кристаллами световой выход радиoluminesценции сдерживает еще более широкое применение [1—3]. Увеличение светового выхода этих материалов в первую очередь связано с совершенствованием технологии получения высококачественных кристаллов. Другим важнейшим резервом улучшения сцинтилляционных характеристик является использование анизотропных свойств кристаллической матрицы. Поэтому представляет интерес изучение светового выхода, а также спектральных характеристик люминесценции и пропускания монокристаллов с различной кристаллографической ориентацией.

В настоящей работе исследовались анизотропия сцинтилляционных свойств монокристаллов GSO и CWO, принадлежащих к моноклинной сингонии и имеющих пространственную группу симметрии $P2_{1/c}$ и $P2_{2/c}$ соответственно, а также монокристаллов PWO, принадлежащих к тетрагональной сингонии с пространственной группой симметрии $14_{1/a}$.

Монокристаллы выращивали методом Чохральского, из них изготавливали образцы в виде кубиков размером $10 \times 10 \times 10$ и $20 \times 20 \times 20$ мм с полированными гранями, ориентированными относительно различных кристаллографических направлений.

Спектры люминесценции образцов из монокристаллов GSO, CWO и PWO исследовались на установке КСВУ-23. В качестве источника излучения использовали рентгеновский излучатель РЕИС с трубкой из серебра и напряжением на антикатоде 35 кВ, что соответствовало энергии облучения ~ 30 кэВ.

Излучение кристаллов CWO и GSO регистрировали источником ионизирующего излучения ^{207}Bi энергией 569 и 1063 кэВ. Сцинтилляции регистрировали с помощью фотоэлектронного умножителя XP2412, световые сигналы с которого поступали на спектрометрический усилитель БУС2-97 и далее через аналого-цифровой преобразователь в многоканальный анализатор импульсов. Данные анализатора поступали в систему обработки спектрометрической информации [4]. Кроме того, для детекторов на основе CWO и PWO был измерен относительный световой выход при облучении γ -квантами ^{137}Cs относительно кристалла NaI(Tl) и BGO соответственно. Результаты измерений приведены в табл. 1—3.

Т а б л и ц а 1. Световыход GSO

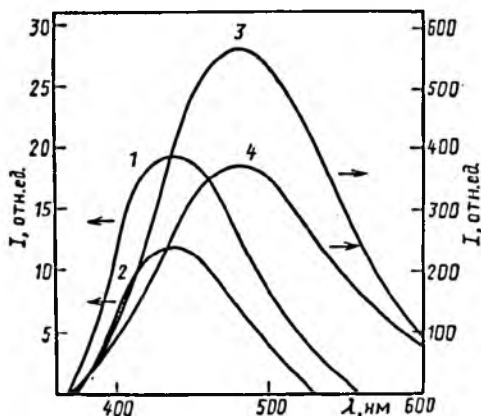
Номер серии	Условия светособираания	Плоскость вывода	Положение пиков, канал		
			569 кэВ	1063 кэВ	CsI(Tl)
1	С отражателем в оптическом контакте с ФЭУ	(010)	162,68 + 2,59	303,07 + 4,58	407,24 + 0,50
		(100)	160,27 + 2,11	299,16 + 3,92	
		(001)	163,14 + 4,18	304,62 + 7,77	
2	С отражателем без оптического контакта	(010)	82,82 + 0,97	153,18 + 1,12	411,47 + 0,87
		(100)	83,61 + 0,97	154,61 + 1,13	
		(001)	82,81 + 2,47	153,06 + 4,49	

Т а б л и ц а 2. Световыход CWO

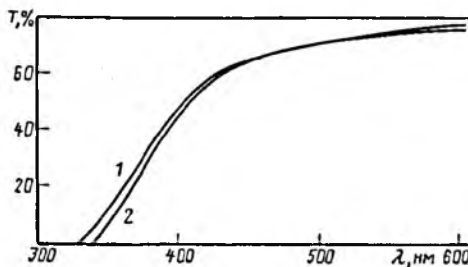
Номер серии	Условия светособираания	Плоскость вывода	Положение пиков, канал		
			569 кэВ	1063 кэВ	CsI(Tl)
1	С отражателем в оптическом контакте с ФЭУ	(010)	177,37 + 3,45	326,11 + 6,03	427,35 + 1,19
		(100)	169,61 + 2,18	311,90 + 3,44	
		(001)	164,08 + 5,27	301,08 + 9,62	
2	С отражателем без оптического контакта	(010)	93,61 + 1,69	171,73 + 1,83	432,61 + 1,57
		(100)	90,94 + 1,94	166,69 + 2,10	
		(001)	86,39 + 1,92	158,22 + 2,25	
3	С поглотителем в оптическом контакте с ФЭУ	(010)	146,71 + 3,95	269,72 + 7,58	390,35 + 0,67
		(100)	138,45 + 1,64	254,30 + 2,44	
		(001)	133,11 + 1,78	243,54 + 1,54	
4	С поглотителем без оптического контакта	(010)	134,67 + 1,14	248,61 + 1,73	385,03 + 0,70
		(100)	129,63 + 2,26	238,10 + 3,74	
		(001)	121,78 + 0,84	223,27 + 1,09	

Т а б л и ц а 3. Световыход при облучении γ -источником ^{137}Cs , %

Номер детектора	Размер образца, мм	(001)	(010)	(100)
CWO-1	10×10×10	39,4	39,9	37
CWO-2	"	43,4	44,7	43,8
PWO-1	"	5,7	5,4	5,5
PWO-2	"	6,0	5,8	5,8
PWO-3	"	5,7	5,4	5,4
PWO-4	"	5,6	5,3	5,4
PWO-5	20×20×20	5,1	4,7	4,7
PWO-6	"	5,3	4,9	4,8
PWO-7	"	4,9	4,6	4,7
PWO-8	"	4,9	4,2	4,2
PWO-9	"	5,2	4,9	5,0



Р и с. 1. Спектр рентгенолюминесценции кристаллов PbWO_4 (1, 2) и CdWO_4 (3, 4) для направлений (001) (1), (100) (2), (010) (3), (100) (4)



Р и с. 2. Спектр пропускания кристаллов PbWO_4 для направлений (100) (1) и (001) (2)

Спектры рентгенолюминесценции (рис. 1), снятые при энергии рентгеновского возбуждения ~ 30 кэВ, показали, что их форма для всех исследованных кристаллографических направлений одинакова. Для кристалла PbWO_4 наблюдается значительное ($\sim 40\%$) увеличение интенсивности излучения при облучении, перпендикулярном кристаллографической плоскости (001), совпадающем с оптической осью, по сравнению с другими исследованными направлениями. Аналогичная ситуация наблюдается и для кристалла CWO , интенсивность свечения которого максимальна в направлении [010]. В спектрах пропускания (рис. 2) край полосы поглощения для преимущественных направлений кристаллографических плоскостей как для PbWO_4 , так и для CWO сдвинут в более длинноволновую область спектра по сравнению с краем полосы поглощения для других исследованных направлений.

Обсуждение результатов и выводы. Исследования зависимости светового выхода от различных кристаллографических направлений показали наличие в кристаллах CdWO_4 и PbWO_4 преимущественного направления. Доля света, выводимого через плоскость (010) для CdWO_4 и через плоскость (001) для PbWO_4 , превышает на 5—7% аналогичную для других плоскостей при облучении высокоэнергетическим излучением (0,5—1 МэВ). Для низкоэнергетического рентгеновского излучения (~ 30 кэВ) этот эффект существенно больше ($\sim 40\%$).

Эффект преимущественного направления в кристаллах PbWO_4 и CdWO_4 можно, по-видимому, объяснить тем, что в этих направлениях максимальна плотность центров излучения (наибольшая ретикулярная плотность). Это подтверждается также тем, что эффект в большей степени проявляется при низкоэнергетическом возбуждении. Действительно, при энергии возбуждения ~ 30 кэВ облучается лишь приповерхностный слой ~ 100 мкм в отличие от облучения энергией $\sim 0,5$ —1,9 МэВ, когда почти весь объем образца подвержен облучению. В случае низкоэнергетического возбуждения различие в количестве центров излучения в разных плоскостях сильнее скажется на световом выходе по сравнению со случаем высокоэнергетического облучения, т.е. с увеличением энергии падающего излучения эффект должен уменьшаться.

Для Gd_2SiO_5 не обнаружено зависимости выхода света от кристаллографического направления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Takagi K., Fukazawa T. Cerium-activated Gd_2SiO_5 single crystal scintillator. — Appl. Phys. Lett., 1983, v. 42, № 1, p. 42—45.
2. Кушнarenко И.Я. и др. Влияние примесей на собственную люминесценцию вольфрамата кадмия. — Укр. физ. журнал, 1992, т. 37, № 7, с. 976—983.
3. Kachanov Y.A. et al. Properties and Beam Tests of PbWO_4 Crystals. LAPP-EXP-93.08, October, 1993.
4. Гаркуша Г.Н., Здесенко Ю.Г., Куц В.Н. и др. Система накопления и обработки спектрометрической информации в низкофоновых экспериментах: Препринт ИЯИ АН УССР № 86-4, 1986. 12 с.

Поступило в Редакцию 3.08.95