

ИНЖЕНЕРИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ $\text{Bi}_4(\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x})\text{O}_{12}$

Баранов В.¹, Биатов М.², Бондарь В.², Будагов Ю.¹, Герасимов Я.²,
Галенин Е.², Глаголев В.¹, Давыдов Ю.¹, Сидлецкий О.²

¹ Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

² Институт сцинтилляционных материалов НАНУ, Харьков, Украина

gerasimov@isma.kharkov.ua

Развитие сцинтилляционного материаловедения привело к созданию нового типа сцинтилляционных кристаллов, так называемых смешанных кристаллов, которые, зачастую, представляют собой твердые растворы замещения по катиону или аниону. Применение такого замещения в некоторых случаях приводит к положительным эффектам, например, позволяет увеличить световой выход и улучшить энергетическое разрешение путем частичного замещения в кристалле GSO гадолиния на лютеций (LGSO) [1] или в кристалле GGG галлия на алюминий (GAGG) [2]. Частичное замещение гадолиния на лантан, в плавящемся с разложением GPS, приводит к возможности получения объемных кристаллов [3, 4]. Таким образом, процедура изовалентного замещения катионов или анионов в искомом соединении является мощным инструментом для создания сцинтилляторов с улучшенными свойствами.

В данной работе представлены результаты экспериментов по получению смешанных кристаллов $\text{Bi}_4(\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x})\text{O}_{12}$. Потребность в таких кристаллах связана с тем, что кристаллы BGO являются достаточно дорогим и медленным сцинтиллятором (300 нс), а кристаллы BSO дешевле и быстрее (100 нс), но их сложно получать из-за инконгруэнтного плавления.

Были получены кристаллы BGSO с различным соотношением германия и кремния. Измерение сцинтилляционных характеристик полученных кристаллов позволило установить зависимость значений энергетического разрешения, светового выхода и времени затухания от соотношения германия и кремния. Световой выход смешанных кристаллов находится в интервале от 2000 до 8000 фотонов/МэВ. Энергетическое разрешение (σ/E) кристалла BGSO с соотношением $\text{Ge}^{4+}/(\text{Si}^{4+}+\text{Ge}^{4+})$ достигает 10 % при 662 кэВ, что заметно лучше разрешения чистого BSO (~15 %). Время затухания BGSO варьируется в пределах 110–220 нс в зависимости от соотношения $\text{Si}^{4+}/\text{Ge}^{4+}$. Таким образом, смешанные кристаллы с данными параметрами и стоимостью сырья на 20–50 % ниже BGO являются перспективными сцинтилляторами для использования в физике высоких энергий.

1. O.Sidletskiy, A. Belsky, A. Gektin et al. Crystal Growth & Design, 2012, 12, 441.
2. Kei Kamada et al. Crystal Growth Des. 11 (2011), 4484–4490.
3. I. Gerasymov, O. Sidletskiy et al. Journal of Crystal Growth 318 (2011), 805–808,
4. Y. Tsubota, J. H. Kaneko, M.Higuchi et al. Optical Materials 36 (2014), 665–669.