

Разработка, создание и применение новых сцинтилляционных материалов

И. В. Ходюк

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 552-75-74, эл. почта: hodiouk@mail.ru

Объемные, как правило, монокристаллические люминофоры, служащие для преобразования ионизирующих излучений в видимый свет, известны как сцинтилляторы. Сцинтилляторы находят широкое применение в различных областях науки и техники. Важнейшими из них являются: медицинские и промышленные томографы, приборы космического назначения, системы таможенного контроля и контроля распространения радиоактивных материалов, приборы дозиметрического контроля, различные детекторы, применяемые в физике высоких энергий, установки контроля качества при нефте- и газодобыче, осуществление мониторинга бурения скважин и контроля состояния трубопроводов. Требования, предъявляемые к сцинтилляционным материалам, растут по мере развития возможностей сопутствующей электроники. В настоящее время факторами, лимитирующими как временное, так и энергетическое разрешение систем, зачастую, являются применяемые сцинтилляторы.

Основные требования, предъявляемые к сцинтилляторам

- Высокий световыход. Под световыходом обычно понимается число фотонов, образовавшихся при поглощении кванта или частицы ионизирующего излучения сцинтиллятором и достигших фотоприёмника [1].
- Короткая постоянная спада сцинтилляционного импульса, обуславливающая высокое временное разрешение.
- Высокое энергетическое разрешение или малая ширина фотопика.
- Хорошее согласование длины волны люминесценции с кривой чувствительности фотодетектора.

Тенденции развития сцинтилляционных материалов

Не смотря на то, что NaI(Tl) известен как сцинтиллятор уже более 60 лет, он по прежнему является одним из наиболее часто используемых материалов. Это связано с высоким свеовыходом ~ 40000 фотонов/МэВ и энергетическим разрешением $\sim 5,5\%$ при поглощении 662 кэВ гамма излучения Cs^{137} . Помимо NaI(Tl) существует целый ряд сцинтилляционных материалов с различными характеристиками. Например, BaF₂ открытый в лаборатории "Физики Ионных Кристаллов" кафедры "Экспериментальная Физика" СПбГПУ, обладает постоянной спада 0,8 нс (230 нс для NaI(Tl)). Отдельного внимания заслуживают материалы на основе или с примесями редкоземельных элементов: YAlO₃(Ce) и LaBr₃(Ce). В частности, LaBr₃(Ce) обладает световыходом ~ 63000 фотонов/МэВ и постоянной спада 26 нс. Серьёзной проблемой является крайне высокая цена исходного сырья и производства LaBr₃, что существенно замедляет процесс его внедрения.

Отдельно хочется отметить высокоперспективное направление создания сцинтилляционных оптических керамик развиваемое лабораторией "Физики Ионных Кристаллов". Помимо широко известного GOS:Pr,Ce [2] ведутся исследования и разработки новейших материалов на основе легированных нано- и микро- размерных порошков ZnO, обладающих уникальными характеристиками. Например, микроразмерный порошокобразный ZnO:Ga обладает высоким световыходом 15000 фотонов/МэВ и малым временем высвечивания 0,7 нс [3]. В результате ZnO:Ga имеет самую высокую добротность (отношение световыход/время спада) среди известных люминофоров.

Литература

1. Rodnyi P. A. , Physical Processes in Inorganic Scintillators. // CRC Press 1997 NY
2. Горохова Е. И. , Демиденко В. А. , Еронько С. Б. , Михрин С. Б. , Родный П. А. , Христич О. А. Спектрально-кинетические характеристики Gd₂O₂S:Pr,Ce-керамик // Оптический журнал. 2006. Т. 73. С. 71-79.
3. Горохова Е. И. , Родный П. А. , Ходюк И. В. , Ананьева Г. В. , Демиденко В. А. , Bourret-Courchesne E. D, Оптические, люминесцентные и сцинтилляционные свойства ZnO и ZnO:Ga керамик. Оптический Журнал, 2008, том 75, № 11, с. 66 — 72.