

## ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КИСЛОРОДНЫХ ЦЕНТРОВ В КРИСТАЛЛАХ LiF

Гуанхуэй Гэ, П.В. Петикарь, А.А. Липовка

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.И. Корепанов  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
 Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
 E-mail: [korepanov@tpu.ru](mailto:korepanov@tpu.ru)

Сцинтилляторы на основе фторида лития с примесями металлов используются для регистрации различных частиц, в том числе слабозаимодействующих с веществом. Однако до настоящего времени не выяснена окончательно ни структура центров свечения, ни механизмы их возбуждения. В работах [1..3] нами представлены результаты исследования параметров и характеристик импульсной активаторной катодолюминесценции кристаллов LiF-WO<sub>3</sub>, LiF-TiO<sub>2</sub>, LiF-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В настоящей работе мы описываем исследования фотостимулированной люминесценции кристаллов фторида лития с широким набором кислородосодержащих примесей: LiF-WO<sub>3</sub>, LiF-TiO<sub>2</sub>, LiF-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LiF-Li<sub>2</sub>O, LiF-OH в спектральном диапазоне 6,5 – 4,4 эВ при температурах 20 – 300 К. Отметим, что кристаллы с примесями W и Ti обладают сильным поглощением в области спектра < 290 нм.

### Фотолюминесценции кристаллов при 300 К

Показано, что спектр люминесценции кислородного центра в кристалле LiF:Li<sub>2</sub>O состоит из двух полос с полуширинами 0,5 эВ и максимумами полос при 3.1 эВ и 2,64 эВ. Максимум спектра возбуждения люминесценции соответствует полосе поглощения (O<sub>2</sub><sup>-</sup> - V<sub>a</sub>) – центра.

В кристаллах LiF:OH в области длин волн 200 – 300 нм возбуждается люминесценция только кислородных центров. Эти центры, по-видимому, создаются при выращивании кристаллов. Фотолюминесценции, вызванной примесью, в этом диапазоне энергий возбуждающего излучения не обнаружено.

В кристаллах LiF:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, также, как и в кристаллах LiF:Li<sub>2</sub>O, LiF:OH, в области длин волн 200 – 300 нм возбуждается преимущественно люминесценция кислородных центров (O<sub>2</sub><sup>-</sup>-V<sub>a</sub>). Слабое активаторное свечение обусловлено полосой с максимумом при энергии 3,37 эВ и полушириной около 0,5 эВ.

Спектры люминесценции кристаллов LiF:WO<sub>3</sub>, измеренные в диапазоне длин волн 350-800 нм существенно отличаются от спектров люминесценции кристаллов LiF:Li<sub>2</sub>O, LiF:OH, LiF:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Спектр может быть представлен суммой двух полос с максимумами при 2,9 эВ и 2,6 эВ и полуширинами около 0,5 эВ. Таким образом, в спектре излучения кристалла LiF:WO<sub>3</sub> обнаружены две полосы люминесценции, которые, очевидно, связаны с примесью активатора (W). Возможно люминесценция (O<sub>2</sub><sup>-</sup>-V<sub>a</sub>)-центра мала, в сравнении с примесной, из-за высокой концентрации последней. Спектр возбуждения люминесценции LiF:WO<sub>3</sub> также сильно отличаются от спектров возбуждения кристаллов LiF:Li<sub>2</sub>O и может быть разложен на 2 компонента: кислородный ((O<sub>2</sub><sup>-</sup> - V<sub>a</sub>) – центр) и примесный кислородный.

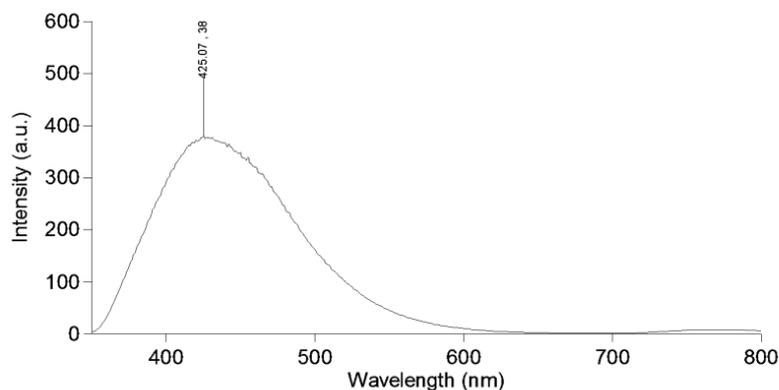


Рис. 1. Спектр люминесценция кристалла LiF:WO<sub>3</sub> (возбуждение при E = 4,96 эВ)

Люминесценция кристаллов LiF-TiO<sub>2</sub> также содержит примесные полосы люминесценции. Из анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что в образце присутствуют, как минимум,

три полосы излучения. Одна из полос соответствует полосе люминесценции ( $O_2^- - V_a$ )-центра, две другие с максимумами в области 2, 05 и 2,5 эВ имеют примесное происхождение. Характер влияния примеси титана на спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции такой же, как в кристаллах с примесями вольфрама. Отличия в конкретных параметрах спектров или соотношениях интенсивностей полос излучения и возбуждения.

#### **Особенности люминесценции кристаллов при 20 К**

Нами подробно изучены кристаллы  $LiF: TiO_2$  и  $LiF:Li_2O$ . Спектры люминесценции кристаллов  $LiF:Li_2O$  обусловлены свечением кислородных центров ( $O_2^- - V_a$ ). Особенность состоит в том, что люминесценция кислородных центров возбуждается не только в области 6,2–5,0 эВ, но и в других диапазонах длин волн. Дополнительные максимумы в спектре возбуждения наблюдаются при 4,6 эВ и 4,0 эВ.

Спектры фотолюминесценции кристаллов  $LiF:TiO_2$  при 20 К подобны спектрам, измеренным при 300 К. Особенность состоит в том, что также как и в кристалле  $LiF:Li_2O$ , люминесценция эффективно возбуждается не только в области поглощения кислородных центров и примеси титана, но и при длинах волн, обнаруженных при низких температурах в кристалле  $LiF:Li_2O$  (4,6 эВ и 4,0 эВ).

Изучены температурные зависимости параметров полос активаторного свечения в кристаллах  $LiF: TiO_2$  и  $LiF:WO_3$ . Полуширина полос практически не изменяется в диапазоне 20 – 300 К, а интенсивность уменьшается при повышении температуры от 20 К. Видно два характерных участка нарушения плавного хода кривой изменения интенсивности (50 К и 250 К). Максимум излучения слабо зависит от температуры.

Выращивание кристаллов с поливалентными примесями сопровождается вхождением в них различных компенсирующих примесей и дефектов. По этой причине центр свечения представляет собой комплекс из ряда примесей и дефектов структуры кристалла. Предполагается, что в сцинтилляторах типа  $LiF-W$ ,  $LiF-Ti$  излучательными центрами являются оксианионные комплексы  $WO_3$ ,  $TiO_2$ .

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Korepanov V.I., Petikar P.V., Kamrikova A.A... Pulsed cathodoluminescence of  $LiF-Fe_2O_3$  crystals // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2014. 552 012038
2. Korepanov V.I., Petikar P.V., Ge Guanghui. Luminescence of  $LiF$  Crystals Doped with Metal Oxide Impurities // *Key Engineering Materials*, – 2016. – 685. – С. 623– 626
3. V.I. Korepanov, P.V. Petikar, Ge Guanghui, Yanyi Li. Pulsed Cathodoluminescence of  $LiF$  Crystals Doped with W and Ti // *Key Engineering Materials*. – 2016. – 712.– С. 372– 375