

Кидибаев М.М., Эгамбердиева А.А., Денисов Г.С.

ФТОРЛУУ НАТРИЙ КРИСТАЛЛАДАРЫНДАГЫ РАДИАЦИАЛЫК-ОПТИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕР

Кидибаев М.М., Эгамбердиева А.А., Денисов Г.С.

РАДИАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КРИСТАЛЛАХ ФТОРИДА НАТРИЯ

M.M. Kidibaev, A.A. Egamberdieva, G.S. Denisov

RADIATION-OPTICAL PROCESSES IN CRYSTALS OF SODIUM FLUORIDE

УДК: 539.22, 546.161

Көлөмдүү жана була NaF и NaF:U,Me кристаллдарынын ионолюминесценттик спектрлери изилденди. Була үлгүдөгү кристаллдын ионолюминесценттик спектринде негизги максимум тилкелери байкалды, алар F₂-борборлору менен шартталган F₂- начар тилкесиси менен бөлүнөт.

Ключевые слова: Кристалл, люминесценция, спектр, борборлор, нурландырылган, нурландырылбаган, була, кошулма.

Исследованы спектры ионолюминесценции объемных и волоконных кристаллов NaF и NaF:U,Me. В спектре ионолюминесценции волоконных образцов наблюдается основная полоса максимумами, связанная с F₂- выделяется также более слабая полоса, обусловленная F₃-центрами.

Ключевые слова: кристалл, люминесценция, спектр, центры, облученный, необлученный, волокна, примесь.

The spectra ionoluminescence bulk and fiber crystals and NaF NaF: U, Me. The spectrum ionoluminescence fiber samples observed baseband maxima associated with F₂- stands out as a weak band, due to F₃-centers.

Key words: crystal, luminescence, spectrum, centers, irradiated, non-irradiated, fiber admixture.

Под действием пучка ионов люминесцирует поверхностный слой волокна, своеобразный люминесцирующий красный чехол. Толщина люминесцирующего слоя не превышает единиц микрон. Свечение проникает и в центральную часть волокна и может передаваться по волокну к фотоприемному устройству. Этот результат может представлять интерес для разработки новых систем волоконной оптики.

Аналогичные спектры наблюдаются и для большемерных образцов NaF. При этом создаются планарные гетероструктуры, представляющие интерес для развития систем интегральной оптики. В волоконных и больше

размерных образцах, активированных ураном, в спектрах ионолюминесценции кроме полос, обусловленных центрами окраски, наблюдаются интенсивные полосы свечения, связанные с ионами U⁶⁺. Наблюдается спектры и для большемерных образцов NaF. При этом создаются планарные гетероструктуры, представляющие интерес для развития систем интегральной оптики. В волоконных и большемерных образцах, активированных ураном, в спектрах ионолюминесценции кроме полос, обусловленных центрами окраски, наблюдаются интенсивные полосы свечения, связанные с ионами U⁶⁺. Наблюдается спектры, аналогичные таковым и при возбуждении импульсным электронным пучком. В спектрах ионолюминесценции, так же, как и в спектрах, импульсно катодолюминесценция (ИКЛ) доминируют полосы, связанные с ионами U⁶⁺. Новые результаты были получены для системы NaF:Eu. В работе было установлено наличие в активированных кристаллах NaF парных центров типа Eu³⁺-Ce³⁺, Sm³⁺-Ce³⁺ и Ho³⁺-Ho³⁺. Проведенные нами исследования тех же самых, что и в работе [1], кристаллов NaF-Eu учетом возможностей радиационно-примесной модификации кристаллов и с использованием возбуждения более высокой плотности (пучков ионов азота) позволили обнаружить полосы свечения, связанные с кластерами Eu²⁺-Eu³⁺ на фоне интенсивных полос центров окраски наведенных радиацией. Ниже приведены результаты этих исследований. Предварительно была проведена аттестация этих образцов.

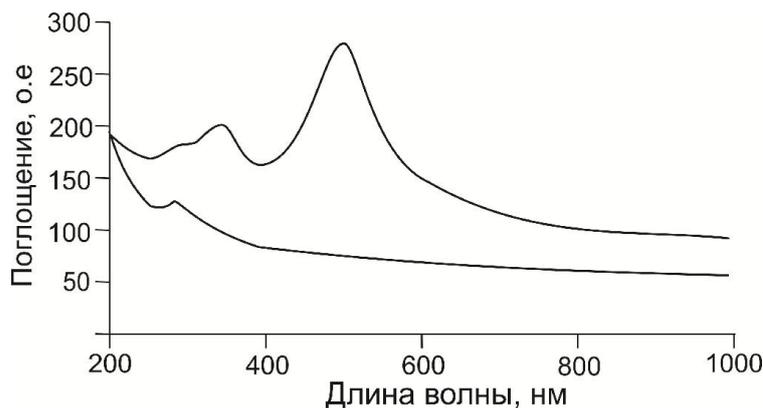


Рис. 1. Спектры поглощения необлученного (1) и облученного (2) кристалла NaF:Eu.

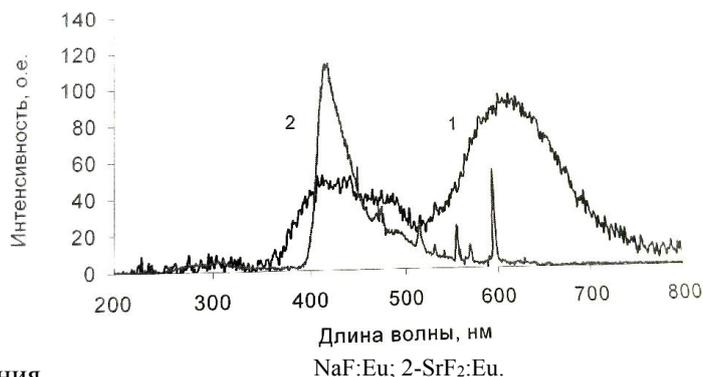
Спектры поглощения исходных образцов NaF-Eu и тех образцов, облученных ионами азота (за время измерения спектров ионolumинесценции), приведены на рис.1.

Исходные кристаллы прозрачны во всем видимом и ближнем ИК - диапазонах. Примесь Eu в кристаллах NaF фиксировалась нами по полосе поглощения в области 295-305 нм, которая связывается с известной полосой переноса заряда в комплексе $Eu^{3+}-O^{2-}$ [1,2]. В спектре поглощения кристаллов NaF-Eu, облученных ускоренными пучками ионов азота, доминируют полосы связанные с наведенными радиацией центрами окраски: при 340 нм (F –центр) и 506 нм ($F_2+F_3^+$ -центры). Таким образом, в спектрах поглощения проявляются как полосы, связанные с примесными центрами (Eu), так и полосы центров окраски, обусловленные собственными дефектами решетки F и $F_2+F_3^+$ центры окраски являются люминесцентно активными центрами. В спектрах ионolumинесценции кристаллов NaF-Eu (рис.2, кривая 1) наблюдается целая серия полос собственной и примесной люминесценции. Слабая УФ-полоса в области 275-330 нм максимумами около 300 нм, совпадает по положению с полосой переноса заряда комплекса $Eu^{3+}-O^{2-}$, проявляющейся в спектрах поглощения (рис. 1.), а также с известной полосой Фишера, принадлежащей ионам O^{2-} и расположенной при 285 нм. Полоса свечения 479 нм обусловлена полосой H-центра, связанного с междоузельным атомом галоида [3]. Наряду с этим и полосами собственной люминесценции, в спектре наблюдаются новые (дополнительные в сравнении с данными [1]) полосы с максимумами в голубой области при 409 и 442 нм, которые могут быть связаны с ионами Eu^{2+} , находящимися в неэквивалентных кристаллографических позициях, и полоса в красной области спектра (610 нм). Последняя по своему

положению хорошо совпадает с полоской Eu^{3+} (608,7 нм), обнаруженной ранее в тех же самых кристаллах В.Ф.Писаренко [1]. Других полос (а именно полос 612,8; 614,9; 624,6; 635,6; 640,6; 649,6 и 654,1) ионов Eu^{3+} , обнаруженных ранее в этих кристаллах В.Ф.Писаренко [1], из-за низкого разрешения аппаратуры (полихроматора и ПЗС - линейки) в спектре не наблюдается.

Появление полосы свечения ионов Eu^{2+} может быть связано с образованием ионов Eu^{2+} (по реакции $Eu^{3+}+e$) в приповерхностных слоях кристаллов NaF-Eu. В итоге происходит создание гетеровалентных кластерных центров в виде парных образований $Eu^{2+}-Eu^{3+}$, аналогичных известным парным центрам типа $Eu^{3+}-Ce^{3+}$, $Sm^{3+}-Ce^{3+}$ и $Ho^{3+}-Ho^{3+}$ в кристаллах NaF [1]. Подобное явление зафиксировано нами и для кристаллов SrF-Eu (рис. 2, кривая 2).

Рис. 2. Спектры ионolumинесценции кристаллов: 1-



Согласно [1] ион РЗЭ имеет симметрию C_{4v} . Он замещает катион в решетке NaF, а его избыточный заряд частично компенсируется катионной вакансией в ближайшем узле.

В качестве моделей парных центров в NaF и других ЩГК автором [1] были предложены гетеровалентные кластерные центры, состоящие из пары разнотипных ионов РЗЭ, например Ho^{3+} и Eu^{2+} в NaBr [1]. По аналогии с такой

моделью было предложено две возможные модели гетеровалентного кластерного центра, состоящего из пары ионов Eu^{2+} - Eu^{3+} , с вакансионно-примесной компенсацией избыточного заряда активаторов Eu^{2+} и Eu^{3+} , (рис.3) [4].

Рис.3. Модели парных центров Eu^{2+} - Eu^{3+} в кристаллах NaF с компенсацией избыточного заряда за счет вакансий иона натрия (а) или за счет примесных ионов кислорода, замещающих ионы фтора (б): 1- ион F⁻; 2- ион Na⁺; 3-вакансия иона Na⁺; 4-ион O²⁻; 5- ион Eu^{2+} ; 6-ион Eu^{3+} .

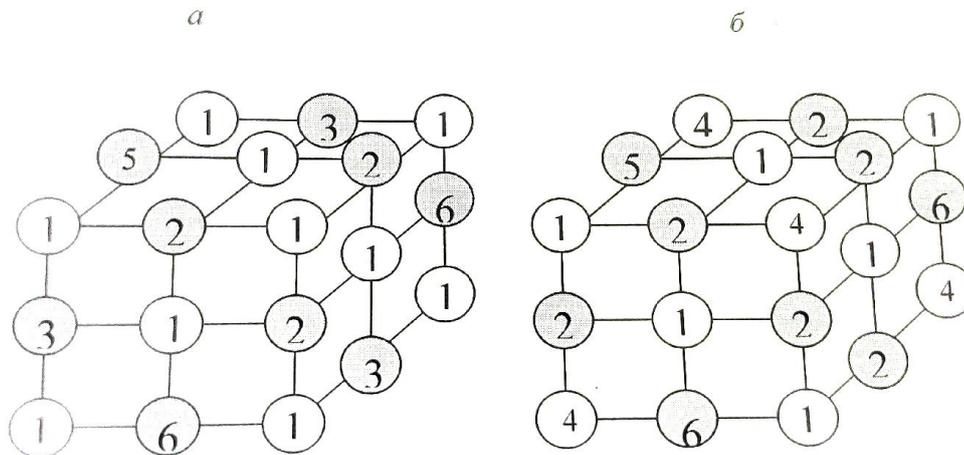


Рис. 3. Модели парных центров Eu^{2+} - Eu^{3+} в кристаллах NaF с компенсацией избыточного заряда за счет вакансий иона натрия (а) или за счет примесных ионов кислорода, замещающих ионы фтора (б): 1- ион F⁻; 2-ион Na⁺; 3-вакансия иона Na⁺; 4-ион O²⁻; 5-ион Eu^{2+} ; 6-ион Eu^{3+} .

Компенсация избыточного заряда кластера (Eu^{2+} - Eu^{3+}) в решетке NaF происходит либо за счет вакансионного механизма (Рис.3а), либо за счет примесных отрицательных ионов кислорода O²⁻ (Рис.3б).

Литература:

1. Писаренко В.Ф. Люминесценция и электрические свойства ионных кристаллов, активированных ионами редкоземельных элементов: Дис. д-ра физ.-мат. наук. Краснодар: Краснодарский госуниверситет, 1976. 336с.
2. Потапенко Г.Д., Писаренко В.Ф. // Спектроскопия кристаллов. Л.: Наука, 1972. с. 193-195.
3. Кидибаев М.М. Радиационно-стимулированные процессы в кристаллах (Li, Na) F-U, Me/ Ред.Б.В.Шульгин. Каракол; Екатеринбург: ИГУ, УГТУ, 1999. 220с.
4. Ионolumинесценция кластеров Eu^{2+} - Eu^{3+} монокристаллах NaF Eu / Б.К.Джолдошов, М.М.Кидибаев, Т.С. Королева, А.Н. Черепанов, Д.В.Райков, В.Ю.Иванов, О.В.Рябухин// ФТТ. 2005. Т.47, вып. 8. С. 1415-1416.

Рецензент: к.ф.-м.н., с.н.с. Хайдаров К.