

НАКОПЛЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ В КРИСТАЛЛАХ NaF-Pb и NaF-U,Pb

Др. З.М. КАЗАКБАЕВА

Кыргызско-Турецкий университет «Манас»

Представлены результаты влияния примеси свинца на скорость накопления электронных центров окраски, создаваемых рентгеновским и синхротронным облучением в кристаллах **NaF-Pb** и **NaF-U,Pb**. Показано, что синхротронное облучение является более эффективным для образования центров окраски, в том числе заряженных, в кристаллах **NaF-U,Pb** по сравнению с рентгеновским. Интенсивность и большая ширина полосы излучения синхротронно - облученных кристаллов **NaF-U,Pb** указывает на то, что этот материал может оказаться перспективным для расширения области перестройки лазеров на центрах окраски.

Большой интерес в практическом отношении представляют кристаллы фтористого натрия. Исследование облученных кристаллов NaF привело к использованию их в качестве трехмерной регистрирующей среды и среды для хранения информации. На заряженных F_2^+ и F_3^- -центрах окраски этих кристаллов созданы лазеры, перестраиваемые в инфракрасной области спектра. [1,3,5] Зачастую ценные в практическом отношении свойства кристаллов улучшаются при введении примесей. С точки зрения спектроскопии ртутеподобных центров (РЦ) представляет интерес изучение поведения РЦ в ЩГК с более плотной упаковкой. К числу таких кристаллов относится NaF, уступающий по плотности упаковки лишь кристаллу LiF. В то же время фторид натрия является перспективным материалом для перестраиваемых лазеров и обладает лучшими физико-химическими свойствами по сравнению с другими ЩГК. Однако кристаллы фторидов щелочных металлов, активированные ртутеподобными ионами, практически не исследовались из-за трудностей, связанных с введением этих примесей в решетку. Нами впервые синтезированы кристаллы NaF- Pb. [2]

В спектрах поглощения облученных кристаллов **NaF-Pb** (воздух) **NaF-Pb** (аргон) существенных изменений в положениях пиков полос поглощения исследованных центров окраски по сравнению с полосами поглощения беспримесных кристаллов **NaF** (воздух) и **NaF** (аргон) не обнаружено. Однако скорости образования как F^- , так и F_2^- -центров окраски в кристаллах с примесью свинца заметно больше, чем в беспримесном кристалле. Это видно из сопоставления кинетических кривых накопления центров окраски, приведенных на рис. 1.

Облучение кристалла **NaF-Pb** электронами с энергией 1.8 МэВ дозой 10^{16} эл/см² при температуре жидкого азота приводит к образованию большого количества центров F^- , F_2^- , F_2^+ (рис.2., кривая I). После хранения в темноте при комнатной температуре в течение 5 суток в спектре поглощения наблюдается широкая полоса с неявным максимумом около 900 нм. При возбуждении в этой полосе кристалл дает слабое свечение с широкой полосой в области 1150 нм.

Молленаур [1] сообщал о наблюдении полосы поглощения с максимумом при 906 нм и соответствующего этой полосе свечения при 1165 нм, приписанных F_2^+ - подобным центрам (F_2^+) в кристаллах **NaF:OH**. Поскольку в выращенных на

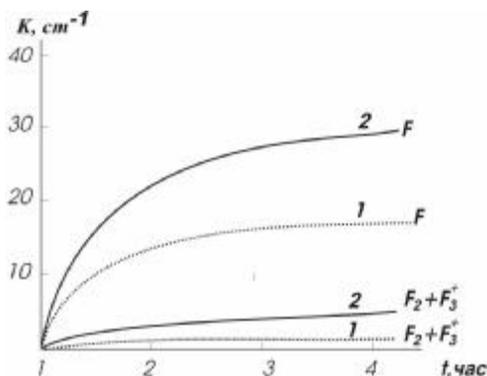


Рис. 1. Кинетика накопления центров окраски в кристаллах **NaF** (аргон)- кривые 1 и **NaF-Pb** (аргон, термодиффузия) – кривые 2 для облучения при 300 К. (измерено при 300К)

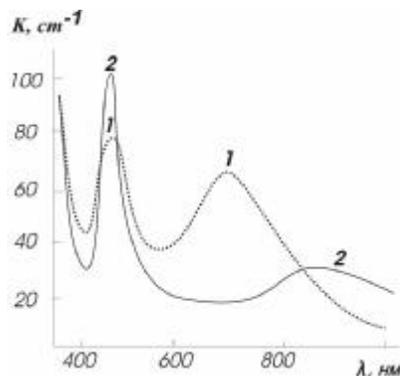


Рис. 2. Спектры поглощения **NaF-Pb** измеренные при 80 К:
1. – сразу после облучения электронами с энергией 1,8 Мэв дозой 10^{16} эл/см²
2. – после хранения при 300К в течение 5 суток.

воздухе кристаллах всегда имеется некоторое количество примеси **ОН**, можно предположить, что в нашем случае полоса поглощения при 900 нм и свечение в области 1150 нм также обусловлены (**F₂**)⁺-центрами.

Для исследования влияния свинца, как соактиватора использовались кристаллы **NaF-U** и **NaF-U,Pb**, выращенные в одинаковых условиях (методом Киропулоса на воздухе) и подвергнутые перед облучением одинаковой термообработке (закалка от 900°C). Облучение проводилось рентгеновскими лучами (трубка с вольфрамовым антикатодом, 55 кВ, 10mA) и синхротронным излучением (накопитель ВЭПП-3 ИЯФ АН СССР, г. Новосибирск) в течение 10 мин.

Механизм образования электронных центров окраски в чистых и легированном ураном монокристаллов фтористого натрия изучены в различных

Накопление центров окраски в кристаллах NaF-Pb и NaF-U, Pb

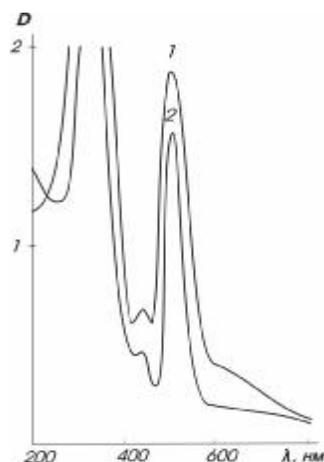


Рис. 3. Спектры поглощения **NaF-U,Pb** синхротронного (1) и рентгеновского (2) облучения. $T=300$ К.

работах [4,6]. Мы исследовали влияние примеси свинца на кинетику накопления различных центров в таких же кристаллах. В спектре поглощения облученных монокристаллов **NaF-U,Pb** (рис.3.) наблюдаются полосы поглощения при 344 нм (**F**-полоса), 439 нм (**F₃**-полоса), 506 нм и 620 нм (**F₄**-полоса). Асимметричная полоса поглощения около 506 нм является суперпозицией поглощения **F₂**-центров (498 нм) и **F₃**-центров (~520 нм) [3]. Шестивалентный уран, способствует увеличению количества анионных вакансий. Эти вакансии, захватывая электроны, образуют дополнительные центры окраски. Таким образом, увеличение количества урана приводит к увеличению **F**- и **M**-центров. (рис.4) Следует заметить, что эффективность образования высокоагрегатных центров (**F₃**, **F₃**, **F₄**) при синхротронном облучении выше, чем при рентгеновском (см. кривые 1 и 2 на рис.4). Это вытекает из природы центров, как дефектов, захвативших электроны. Синхротронное излучение, являясь потоком электронов, быстро заполняет анионные вакансии. Рентгеновское облучение создает малое количество электронов, выбивая их из атомов основного вещества.

Добавление примеси свинца приводит к повышению эффективности образования **F**- и **F₂**-центров окраски (рис. 4.) и их устойчивости.

Такое влияние свинца при добавлении его как в качестве активатора, так и в качестве со активатора может быть обусловлено двумя причинами. Во-первых, замещение одновалентного **Na⁺** двухвалентным **Pb²⁺** требует образования катионных вакансий для компенсации избыточного положительного заряда. Наличие катионных вакансий, являющихся эффективными центрами захвата для положительных дырок, препятствует их рекомбинации с электронами. Способствуя тем самым локализации электронов на анионных вакансиях, т.е. образованию центров окраски. Во-вторых, такое же влияние могут оказывать примесные центры свинца с захваченными дырками. Радиационно-индуцированное образование таких дырочных центров хорошо известно в других ЩГК с ртутеподобными примесями. Аналогичное влияние соактиваторов меди и титана на образование электронных центров окраски в кристаллах **NaF-U** наблюдалось в работе [4].

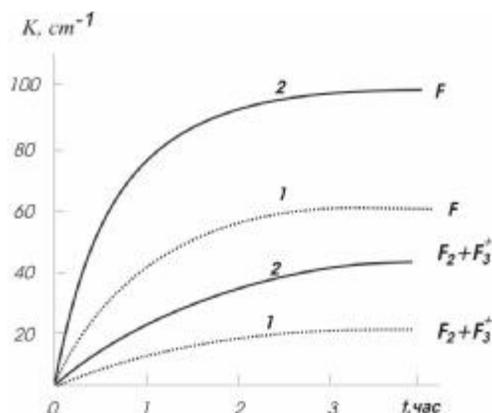


Рис.4. Кинетика накопления центров окраски в примесных кристаллах NaF (измерено при 300К). 1- NaF-U, 2 - NaF-U,Pb

ЛИТЕРАТУРА

1. MOLLENAUER L.F. **Room-Temperature-Stable, F⁺₂-Like Center Yields CW Tunable Over the 0,99-1,22 μm Range**, Opt.Lett. V.5, No.5, 1980. P.188-190.
2. АЛЫБАКОВ А.А., ГУБАНОВА В.А., КАЗАКБАЕВА З.М. **Manifestation of a Dynamic Jahn-Teller Effect in the Excitation Spectra of NaF-Pb²⁺ Single Crystals**. Phys.Stat. Sol (b), v.161, 1991. P.k73-k74
3. STILES L.F., FITCHEN D.B. **F⁺₃-center in NaF**, Phys.Rev.Lett.,V.17, N13, 1966. P.687-691
4. КИДИБАЕВ М.М. **Радиационно-оптические и сцинтилляционные свойства активированных кристаллов фторидов лития и натрия**. Автореферат диссерт. к.ф.-м.н., Свердловск, 1986
5. АЛЫБАКОВ А.А., ГҰСЕВ.Ю.А., ДРОЗДОВА О.А. **Свойства активных сред на основе F₂ и F₂⁺ - центров окраски в NaF. Перестраиваемые по частоте лазеры**. Материалы 4 Всесоюз. конференции, Новосибирск,1984. с.124-129
6. АЛЫБАКОВ А.А., ГУБАНОВА В.А., ДЕНИСОВ Г.С. **Спектры поглощения облученных кристаллофосфоров LiF:U и NaF:U при 80К**. Известия АН Кирг. ССР, № 6 ,1975, с.39-42.