

МОДИФИКАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛОВ GGG ОБЛУЧЕННЫХ ИОНАМИ КРИПТОНА

Кумарбеков Куат¹, Карипбаев Жакып²

kumarbekov@inbox.ru

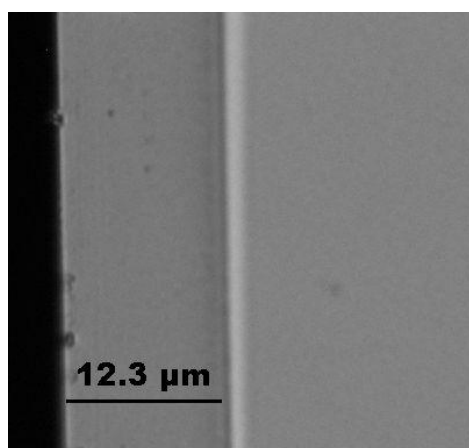
¹Докторант ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

²И.о. доцента ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

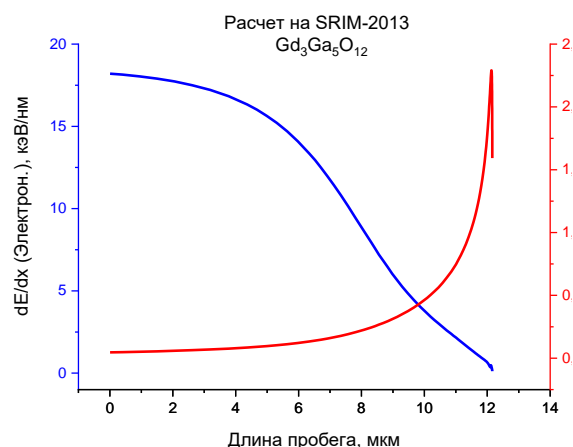
Научные руководители – Даулетбекова А.К., Инербаев Т.М.

Монокристаллы $Gd_3Ga_5O_{12}$ или GGG широко используются и исследуются в качестве твердотельных лазерных материалов, а также в качестве магнитооптических накопителей, люминофоров и сцинтилляторов [1-3]. При легировании редкоземельными ионами и оксидами металлов являются перспективными радиационностойкими люминофорами [3].

В данной работе мы представляем результаты по исследованию оптических свойств монокристаллов GGG, облученного ионами Kr^{+15} с энергией 1,75 МэВ/и, до флюенса 1×10^{13} , 5×10^{13} , 1×10^{14} ион/см² на циклотроне DC-60 (Нур-Султан, Казахстан). Наши образцы выращивались по методу Чохральского в слегка окисляющей атмосфере. Образцы кристаллов GGG были приготовлены в виде полированных пластин с (111) ориентацией и толщиной 0.48 мм. Спектры поглощения регистрировались с помощью спектрофотометра Agilent Cary 7000 в спектральном диапазоне 200-1100 нм. Фотолюминесценция регистрировалась с помощью ПЗС-матрицы Andor iSTAR DH734-18F-A3, соединенной со спектрометром Andor Technology SR-303i-B. Возбуждение фотолюминесценции осуществлялось импульсным твердотельным лазером Ekspla NT342 / 3UV с длительностью импульса 4 нс, $\lambda=228$ нм. Термостимулированные спектры люминесценции измеряли с помощью Harshaw TLD 3500 со скоростью 2К/с.



а



б

Рисунок 1. а) поперечный скол, снятый на оптическом микроскопе после облучения ионами 147 МэВ Kr; б) потери энергии для иона 147 МэВ Kr в кристалле GGG.

На рисунке 1а показана микрофотография, сделанная с помощью оптического микроскопа поперечного скола кристалла GGG, после облучения ионами 147 МэВ Kr. Длина пробега R составляет 12,3 мкм, что совпадает с расчетными значениями, сделанными с помощью кода SRIM-2013 (Рисунок 1б).

В таблице 1 приведены параметры иона 147 МэВ Kr в кристалле GGG – электронные потери энергии, ядерные потери и длина пробега. Мы видим, что электронные потери энергии доминируют.

Таблица 1

Радиационные параметры иона $^{84}\text{Kr}^{15+}$ в монокристалле GGG

Ион	Энергия, МэВ	Флюенс, ион/см ²	S_e , кэВ/нм	S_n , кэВ/нм	R, мкм
$^{84}\text{Kr}^{15+}$	147	10^{13} - 10^{14}	18	2,3	12,3

В спектрах поглощения необлученных и облученных кристаллов GGG наблюдались полосы, которые приписываются $^8\text{S}_{7/2} \rightarrow ^6\text{D}_J$, $^8\text{S}_{7/2} \rightarrow ^4\text{I}_J$, $^8\text{S}_{7/2} \rightarrow ^6\text{P}_J$ переходам ионов Gd^{3+} (Рисунок 2)

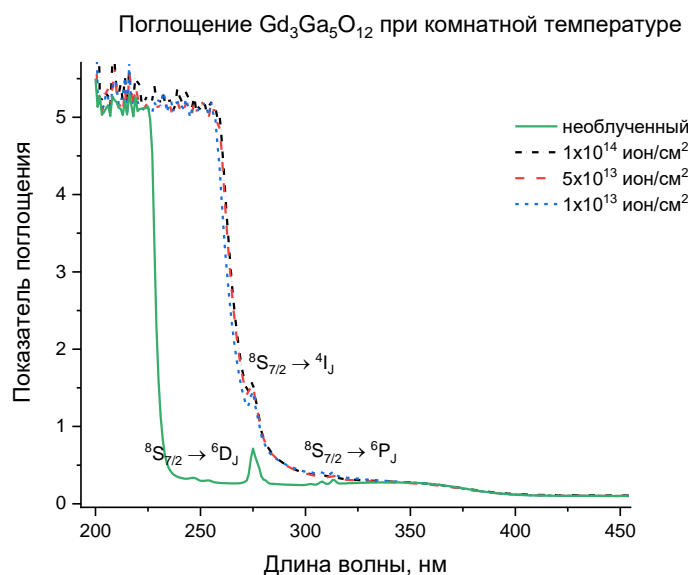


Рисунок 2. Спектр поглощения кристаллов $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ необлученного и после облучения ионами 147 МэВ Kr

При облучении широкая полоса поглощения в диапазоне 200-230 нм расширяется от флюенса. Облучение быстрыми тяжелыми ионами привело к созданию центров окраски типа F^+ (300 нм).

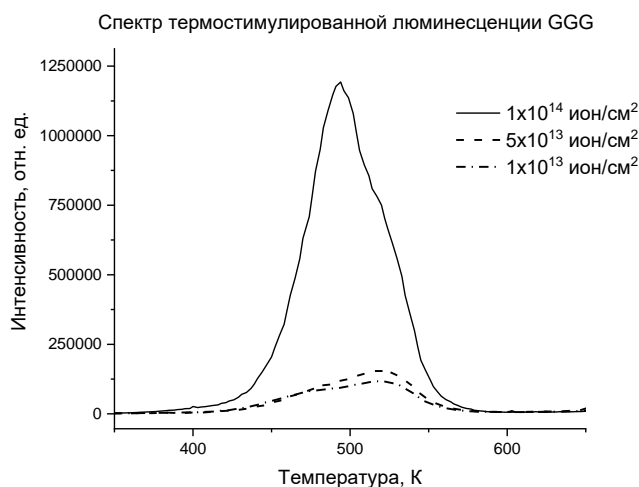


Рисунок 3. Спектр ТСЛ кристаллов GGG в зависимости от флюенса при облучении ионами 147 МэВ Kr

В спектрах ТСЛ (Рисунок 3) появляется полоса с максимумом в 525 К. Эта полоса резко увеличивается при флюенсе 10^{14} ионов/см² со смещением максимума полосы до 500К. При облучении широкая полоса излучения в области 650-800 нм в спектрах фотolumинесценции показывает увеличение интенсивности по сравнению с полосами 383 нм, 418 нм и 438 нм. В необлученном кристалле наблюдалась обратная картина.

Список использованных источников

1. Dinerman, B. J., & Moulton, P. F. 3- μ m cw laser operations in erbium-doped YSGG, GGG, and YAG. Optics Letters, 1994 19(15), 1143.
2. Liu, Q. C., Zhou, X. M., & Luo, S. N. Optical absorbances of Gd₃Ga₅O₁₂ single crystals under shock compression to 211 GPa. Journal of Applied Physics, 2017 121(14), 145901.
3. Zabiliūtė, A., Butkutė, S., Žukauskas, A., Vitta, P., & Kareiva, A. Sol-gel synthesized far-red chromium-doped garnet phosphors for phosphor-conversion light-emitting diodes that meet the photomorphogenetic needs of plants. Applied Optics, 2014 53(5), 907.

УДК 539.2:535.37

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ИОНОВ Хе, Аг И N В ZrO₂

Мантиева К.А.

Jan-kizi-91@mail.ru

Докторант ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Даулетбекова А.К.

Введение

ZrO₂— это широкозонный оксид (Eg -5.0-5.5 eV [1,2]), который используется в различных отраслях благодаря высокой химической, механической и термической стабильности. Оксид циркония имеет три кристаллические модификации: моноклинная, тетрагональная и кубическая. Он используется в плотных керамиках, батареях, конденсаторах, коррозионно устойчивых покрытиях, топливных элементах, твердых электролитах катализаторах и т. д.[3, 4]. Интересные люминесцентные свойства оксида циркония дают возможность использования в качестве лазерного материала, активных фотolumинесцентных слоев, в катодolumинесцентных и электролюминесцентных устройствах. Зависимость выхода термolumинесценции от поглощенной дозы позволяет рассматривать этот оксид как возможный материал для создания различных типов ионизирующей радиации.

Несмотря на то, что в последние годы оксид циркония интенсивно исследуется, механизм люминесценции, природа основных полос в спектре фотolumинесценции до сих пор остаются неясны. Например, исследования по термическому отжигу полосы фотolumинесценции 480 нм в моноклинном оксиде циркония [1] Термolumинесцентные свойства объемного и наноструктурированного ZrO₂ различного фазового состава после облучения рентгеновскими лучами [5], электронами [6-8], гамма квантами [9-11], нейтронами [12], и УФ излучением [7, 10, 13 – 15] описаны в указанных работах. Однако люминесцентные и термolumинесцентные свойства оксида циркония при высокодозном облучении быстрыми тяжелыми ионами малоизучены.

Главная цель нашего исследования изучение люминесценции нанопорошков ZrO₂, в зависимости от типа иона и флюенса. В настоящей работе мы провели расчеты с использованием кода SRIM длины пробега и удельных ионизационных и упругих потерь энергии 56 МэВ аргона, 200 МэВ ксенона, 25 МэВ. азота в ZrO₂

Экспериментальная часть. Результаты и обсуждение

В качестве исходного материала использовался нанопорошок моноклинного диоксида циркония, полученный плазмохимическим методом (компания Плазмотерм“, Россия) с