

**ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ӘДІСІМЕН YAG:CE НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКЕРАМИКАНЫҢ
СИНТЕЗІ****Кукенова Айзат Бахытовна***aizat.kukenova@gmail.com*

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ№ ФТФ,

«Наноматериалдар және нанотехнологиялар» мамандығының магистранты

Ғылыми жетекшісі - Усеинов А.Б.

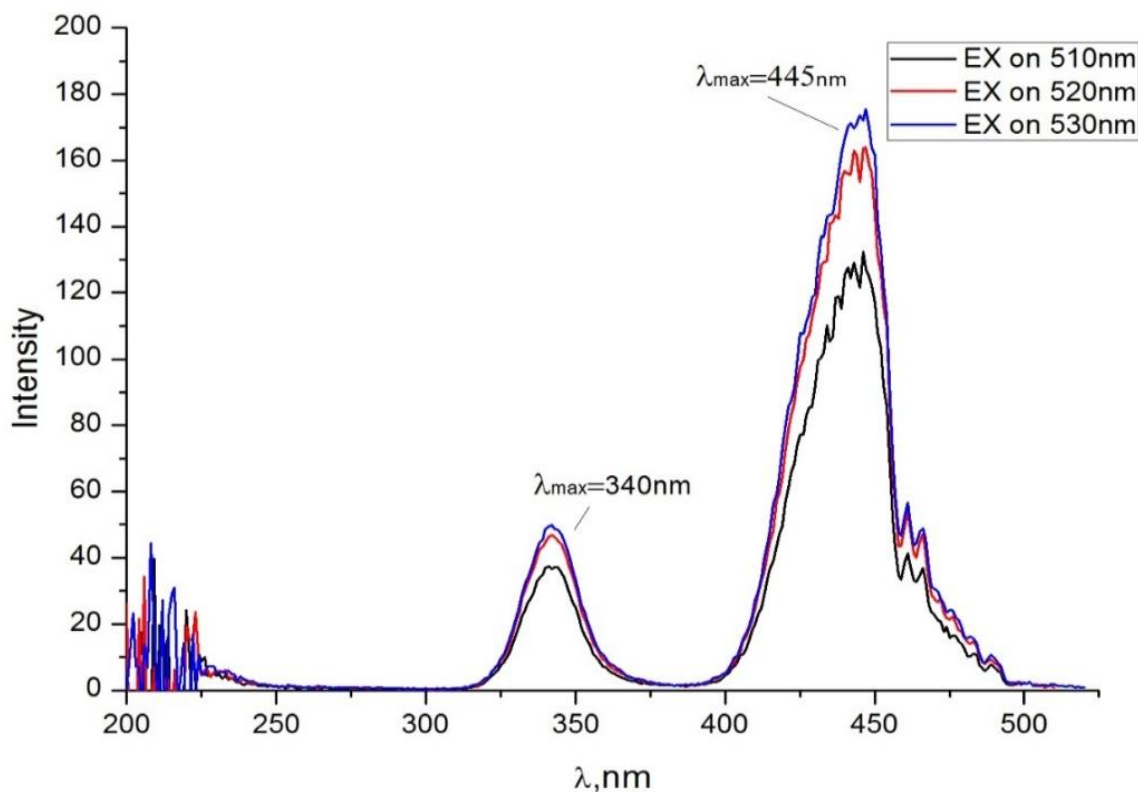
Иттрий - алюминий гранаты $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG) кубтық анар құрылымында бар және оның тамаша химиялық тұрақтылығы, жақсы оптикалық қасиеттері және сырғуға жоғары температураға төзімділігі арқасында озық қосымшалардың әртүрлі салаларында үлкен назар аударды [1, 2]. YAG құрылымын бірнеше сирек кездесетін жер иондарымен оңай байланыстыруға болады, бұл жақын инфрақызыл сәулелерден ультракүлгін диапазонға дейін толқындар шығаруға мүмкіндік береді. YAG (YAG:Ce) легирленген тривалентті церий катодты сәулелік түтіктер [3], далалық эмиссиялық дисплейлер [4], сцинтилляция және электролюминесцентті дисплейлер [5] сияқты көптеген қосымшалар үшін кеңінен қолданылады. YAG ұнтағын ең маңызды қолдану: Ce көк жарық шығаратын диодтардың (жарық диодтарының) сәулеленуін өте кең жолақты сары сәулеленуге айналдыру болып табылады, оны галлий нитридіне негізделген көгілдір жарық диодымен ақ жарық шығарудың ең көп таралған әдістерінің бірі ретінде пайдалануға болады [6, 7]. Әдебиетте YAG:Ce ұнтақтарын әзірлеу бойынша көптеген зерттеулер бар. Әдетте YAG ұнтақтары Y_2O_3 және Al_2O_3 ұнтақтарын араластыру арқылы қатты күйдегі реакция нәтижесінде пайда болды.

Реакцияның бұл түрінің кемшілігі жоғары реакция температурасы ($\approx 1600^\circ C$), ұзақ қыздыру уақыты, ұнтақтау процесі, сонымен қатар біртекті өнімді алу және астық мөлшерін бақылау қиындықтары болды [8]. Жақында YAG наноұнтақтарын синтездеу үшін көптеген химиялық әдістер сәтті қолданылды, мысалы жану, Печини, сольватермиялық, полиакриламидті гель әдісі және золь-гель әдісі [8]. Золь-гель әдісі өзінің әмбебаптығы, тазалығы, өңдеудің төмен температурасы және дәннің мөлшері мен морфологиясын бақылау мүмкіндігі арқасында өте танымал болды. Атап айтқанда, қоспаланған золь-гель материалдарының маңызды белгілерінің бірі-олардың сұйық фазада қоспаның біркелкі таралуын қамтамасыз ету мүмкіндігі. Біздің білуімізше, YAG:Ce монокристалының люминесцентті қасиеттері көптеген жылдар бойы фосфор және сцинтиллятор ретінде танымал болды, бірақ нано деңгейіндегі материал әлі күнге дейін аз зерттелген.

Үлгілерді дайындау. Y_2O_3 материалдары (99.99%),

Бастапқы материалдар ретінде $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (99,0%), $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ (99,0%), азот қышқылы (HNO_3), лимон қышқылы (CH_3COOH), этиленгликоль ($HOCH_2CH_2OH$) және аммиак (NH_3) аналитикалық класс қолданылды. Төменде әр түрлі концентрациясы 0,1, 0,5, 1,0 және 2,0 моль% Ce^{3+} және жасыту температурасы бар церий қоспаланған иттрий-алюминий анарын

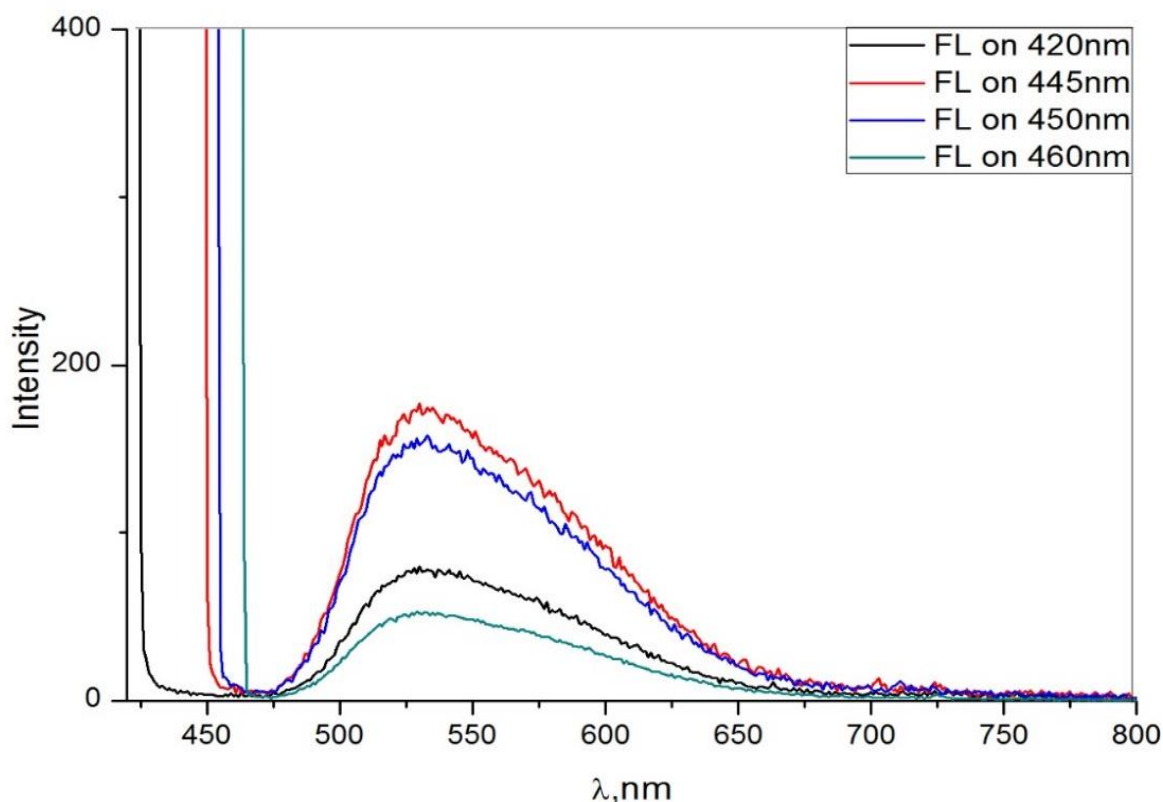
синтездеу процедурасы сипатталған. Бірінші кезеңде стехиометриялық Y_2O_3 3мл азот қышқылымен (HNO_3) алдын-ала араласқан 100 мл деионизацияланған суда ерітілді. Осыдан кейін аралас ерітінді мөлдір және біртекті ерітінді алынғанша 1 сағат ішінде $80^\circ C$ температурада араластырылды. Екінші кезеңде алюминий стехиометриялық нитраты $Y:Al$ 3:5 моль қатынасында алынған ерітіндіде ерітілді. Ерітіндіге тиісті стехиометриялық церий нитраты қосылды. Содан кейін ерітіндіге ЛҚ : $M^{3+} = 1$ ($M^{3+} : Y^{3+} + Al^{3+} + Ce^{3+}$) молярлық қатынасы бар лимон қышқылы (ЛҚ) қосылды, содан кейін ЭГ : ЛҚ 2 : 1 молярлық қатынасында этиленгликоль (ЭГ) қосылды.



Сурет 1- Фотолюминесценцияны қоздыру спектрі

Ерітінді бірнеше сағат бойы үздіксіз араластырылды. Ерітінділердің рН мәні аммиак ерітіндісімен (NH_3) қажетті мәнге ($pH = 1$) жеткізілді. Алынған ерітінді көбік пайда болғанға дейін $120^\circ C$ температурада кептірілді. Барлық Ce^{3+} концентрациясы үшін көбік бағдарламаланатын пеште 4 сағат ішінде $1000^\circ C$ температурада ауада тазартылды. Дәл осындай қадамдар Ce^{3+} 0,5 % мольде церийдің бекітілген концентрациясы бар кальцийленген үлгілерді алу үшін жасалды, бұл люминесценцияның максималды қарқындылығына сәйкес келеді. Содан кейін ұнтақтар әртүрлі температурада күйдірілді: 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, және 4 сағат ішінде $1150^\circ C$.

Люминесценция спектрлері. 1, 2-суретте көрсетілгендей, синтезделген үлгілердің шынымен де $YAG:Ce$ болатынын дәлеледеу мақсатында солар $Sm2203$ флуориметрінде фотолюминесценция спектрлері зерттелді. Үлгілердің 420-460 нм фотолюминесценциясы және 510-530 нм люминесценцияны қозу спектрлері зерттелді.



Сурет 2- Фотолюминесценция спектрі.

Мақалада золь-гель тәсілімен люминесценцияланатын керамиканы өндіру мүмкіндігі көрсетілді. Бұл тәсілдің төмен температурада жоғары тиімділікпен қажетті қосылыстарды синтездеуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Speghini A., Piccinelli F., and Bettinelli M., "Synthesis, characterization and luminescence spectroscopy of oxide nanopowders activated with trivalent lanthanide ions: the garnet family," *Optical Materials*, vol. 33, no. 3, pp. 247–257, 2011.
2. Lv Y., Zhang W., Liu H. et al., "Synthesis of nano-sized and highly sinterable Nd:YAG powders by the urea homogeneous precipitation method," *Powder Technology*, vol. 217, pp. 140–147, 2012.
3. Wu Y. C., S. Parola, O. Marty, M. Villanueva-Ibanez, and J. Mugnier, "Structural characterizations and waveguiding properties of YAG thin films obtained by different sol-gel processes," *Optical Materials*, vol. 27, no. 9, pp. 1471–1479, 2005.
4. Fadlalla H. M. H., Tang C. C., Wei S. Y., and Ding X. X., "Preparation and properties of nanocrystalline powders in $(Y_{1-x}Ce_x)_3Al_5O_{12}$ system," *Journal of Luminescence*, vol. 128, no. 10, pp. 1655–1659, 2008.
5. Fadlalla H. M. H. and Tang C., "Sol-gel preparation and photoluminescence properties of Ce^{3+} -activated $Y_3Al_5O_{12}$ nanosized powders," *Journal of Crystal Growth*, vol. 311, no. 14, pp. 3737–3741, 2009.
6. Rai P., Song M.-K., Song H.-M. et al., "Synthesis, growth mechanism and photoluminescence of monodispersed cubic shape Ce doped YAG nanophosphor," *Ceramics International*, vol. 38, no. 1, pp. 235–242, 2012.
7. Li Y. and Ameida R. M., "Preparation and optical properties of sol-gel derived thick YAG: Ce^{3+} phosphor film," *Optical Materials*, vol. 34, pp. 1148–1154, 2012.

8. Lozano-Mandujano D., Zarate-Medina J., Morales-Estrella R., and J. Munoz-Saldana, "Synthesis and mechanical characterization by nanoindentation of polycrystalline YAG with Eu and Nd additions," *Ceramics International*, vol. 39, no. 3, pp. 3141–3149, 2013.