بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

بررسی تقویت گسیل در شیشه های آلائیده به Nd^{3+} و در برگیرنده نانوبلورهای با انرژی فونونی پایین

علی اکبر رضایی[۱]، یوسف هاتفی[۲]، وحید امیرزاده فتوت[۱]، حسن شیر محمدی[۲]، هادی آفتابسوار[۲]

[۱]دانشگاه جامع امام حسین (ع)- دانشکده و پژوهشکده علوم پایه- مرکز اپتیک و لیزر

[۲]دانشگاه جامع امام حسین (ع)- دانشکده و پژوهشکده علوم پایه- گروه فیزیک

چکیده - در این مقاله روش ساخت انواع جدیدی از شیشه ها و شیشه سرامیک های آلائیده به Nd^{3+} گزارش شده است. پارامترهای موثر جهت تقویت گسیل مانند نوع میزبان، درصدهای یون آلاینده، و هم آلایش سازی بررسی و توضیح داده شده است. ویژگی های ساختاری و طیفی نمونه ها با روش های XRD، DTA و طیف سنجی جذب و گسیل مورد بررسی قرار گرفته است و پتانسیل کاربردی نمونه های ساخته شده شیشه-سرامیکی آلاییده به Nd^{3+} گزارش شده است.

کلید واژه- تقویت فوتولومینسانس، شیشه - سرامیک، گسیل تبدیل به بالا، نانوبلور.

Emission enhancement study in Nd^{3+} doped glasses containing low energy phonon nanocrystals

A.A. Rezaei[1], Y. Hatefi[2], V.A. Fotovat[1], A.H. Shirmohamadi[2], H. Aftabsavar[2]

[1] Optic&Laser Resarch center, Imam Hossein University, Tehran

[2] Department of Physics, Imam Hossein University, Tehran.

Abstract- In this work the synthesizing method of some new Nd^{3+} doped Glass and Glass-Ceramics have been reported. The effect of host material, crystallization of host medium, persent amount of active ions and the effect of sensitization ions for emission intensity enhancement have been studied. The structural and optical properties of synthesized glassy and glass-ceramics samples have been studied by DTA, XRD and absorption-emission Spectrometry and also the potential application of fabricated Nd^{3+} doped glass-ceramics were reported.

Keywords: Photoluminescence enhancement ,Glass-Ceramics, Up Conversion, Nanocrystal

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-13]

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

۱- مقدمه

شیشه سرامیک های آلائیده به عناصر خاکی کمیاب به دلیل دارا بودن مزایای ذاتی در مقایسه با شیشه ها و بلورها دارای کاربردهای قابل توجه در گسیل لیزری پرتوان ، تقویت کننده های نوری و قطعات تبدیل فرکانس می باشند. نوع میزبان، نوع یون فعال و ویژگی های یون های حساس ساز در ساخت شیشه سرامیک های آلاییده به عناصر خاکی کمیاب با گسیل افزایش یافته بیش از سایر پارامترها مورد توجه می باشد.[1-5]

میزبان : برای میزبان، مزیت هایی مانند انرژی فونونی پایین و آلایش پذیری بالا مورد انتظار است.

یون فعال: از میان یون های خاکی کمیاب، یون Nd با ویژگی های فوتولومینیسانسی برتر، بیش از همه مورد توجه بوده است.

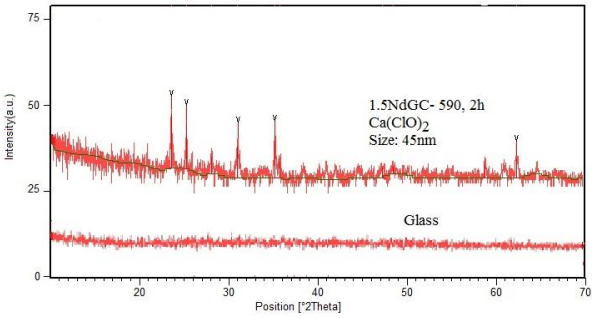
یون حساس ساز: یون کمکی یا حساس ساز مانند Cr^{3+}، طول موجهای دمشی که یون فعال اصلی مانند Nd^{3+} نمی تواند آنها را جذب کند، جذب کرده سپس در نوار جذبی یون های فعال گسیل می کند. این یون ها بطور مناسب از میان عناصر واسطه و خاکی کمیاب انتخاب می شود. در این گزارش پس از ساخت نمونه های با میزبان ها و آلایش های متفاوت، پارامترهای موثر جهت تقویت گسیل با هم مقایسه شده اند.

۲- بخش تجربي، نتايج و تحليل

الف) ترکیب فسفوکلرایدی با درصدهای مولی زیر :

$$(50\text{-}x)\ P_2O_5,\ 30\ CaCl_2,\ 20\ NaCl,\ x\ Nd_2O_3$$
$$\text{and } x = 0.5,\ 1,\ 1.5$$

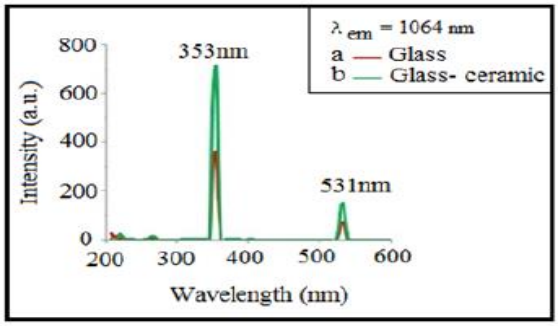
برای ساخت نمونه های با درصدهای مختلف آلایش بکار گرفته شد. در ساخت این نمونه ها به میزان ۵۰ گرم از این ترکیب توزین و مخلوطی همگن تهیه شد. پس از حرارت دهی اولیه، بوته حاوی نمونه به کوره ای که در دمای ^{o}C ۱۱۰۰ قرار داشت منتقل شد و در این دما به مدت ۲ ساعت تحت عملیات حرارت دهی قرار گرفت. الگوی پراش XRD نمونه شیشه ای و شیشه-سرامیکی مطابق با شکل ۱ بدست آمد.



شکل ۱ : الگوهای پراش XRD نمونه شیشه ای (پایین) و نمونه شیشه-سرامیکی (بالا).

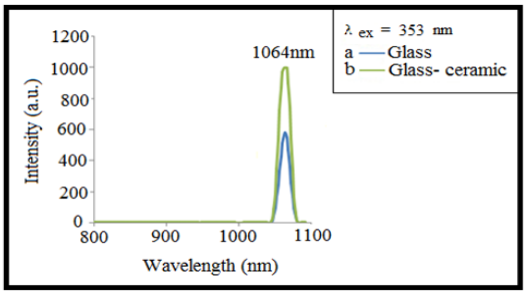
اندازه این نانوبلورها با بکارگیری معادله شرر حدود ۴۵ نانومتر برآورد شد.

طیف های برانگیختگی که در طول موج ۱۰۶۴ نانومتر دیده بانی شده است مطابق شکل ۲می باشد



شکل ۲ : طیف های برانگیختگی نمونه ***a)*** شیشه ای و ***b)*** شیشه سرامیکی

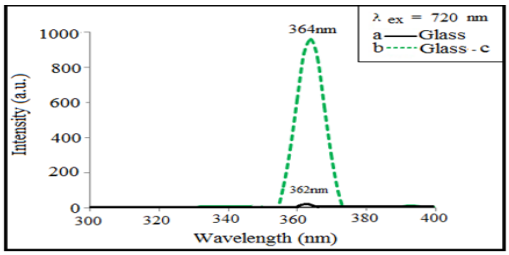
طیف های گسیلی تبدیل فرکانس به پایین و به بالا که به ترتیب در طول موج های ۳۵۳ nm و ۷۲۰ nm تحریک شده اند مطابق با شکل های ۳ و ۴ بدست آمده است.



شکل ۳ : طیف های گسیلی تبدیل فرکانس به پایین با تحریک در طول موج ۳۵۳ نانومتر برای نمونه های***a)*** شیشه ای و ***b)*** شیشه سرامیکی

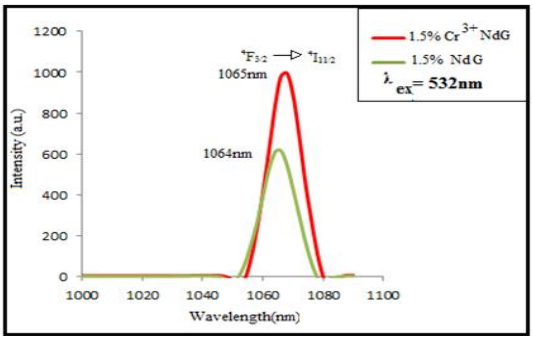
[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-13]

با توجه به شکل ۴ در تحریک نمونه شیشه-سرامیکی، در طول موج ۷۲۰ nm گسیلی بسیار شدید و مطابق با فرایند جذب دو فوتونی در طول موج ۳۶۴ nm بدست آمده است. نمونه شیشه ای تبدیل فرکانس به بالای ناچیزی دارد.



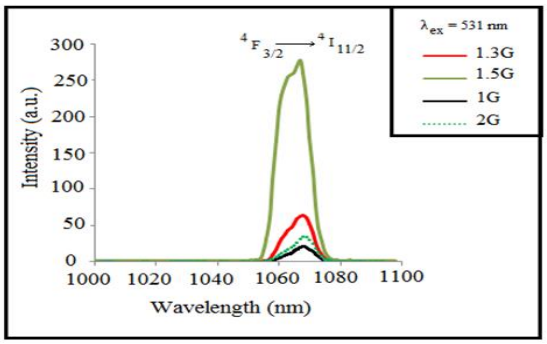
شکل ۴ : طیف گسیلی تبدیل فرکانس به بالا با تحریک در طول موج ۷۲۰ نانومتر برای نمونه های ***a*** شیشه ای و ***b*** شیشه سرامیکی

با افزودن به مقدار سه صدم درصد وزنی از پودر Cr_2O_3 به ترکیب فسفوکلرایدی نقش یون های حساس ساز مطابق با شکل ۵ نشان مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۵ : طیف ها گسیلی نمونه بدون حساس ساز(پایین) و با حساس ساز Cr^{3+} (بالا)

در شکل۶ نتایج بررسی برای درصدهای مختلف آلایش یونهای Nd^{3+} نشان داده شده است.



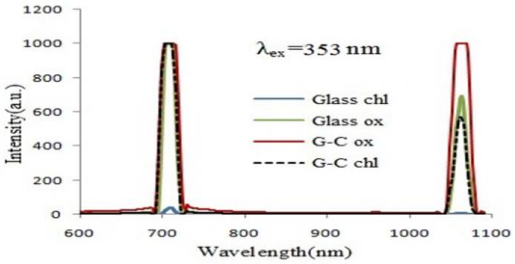
شکل ۶ : طیف گسیلی نمونه های شیشه ای با درصدهای مولی مختلفی از یون نئودیمیوم

ب) ترکیبات چالکوجنایدی با درصد های مولی زیر:

$40P_2O_5$-$12B_2O_3$-$27Na_2S_2O_3$-$20SbCl_3$ - $1Nd_2O_3$

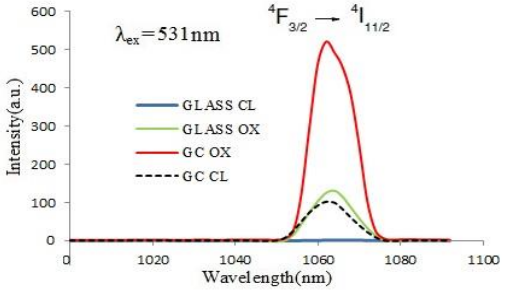
$40P_2O_5$-$12B_2O_3$-$27Na_2S_2O_3$-$20Sb_2O_3$- $1Nd_2O_3$

طیف های گسیلی نمونه های شیشه و شیشه سرامیکی کلرایدی و اکسیدی مطابق با شکل های ۹ و ۱۰ بدست آمد. نمونه شیشه-سرامیکی اکسیدی شدیدترین گسیل را نشان می دهد.



شکل ۹ : طیف های گسیلی کلرایدی و اکسیدی با تحریک در طول موج ۳۵۳ نانومتر برای نمونه های شیشه ای و شیشه سرامیکی

شکل ۱۰ نتایج تحریک نمونه ها در طول موج nm ۵۳۱ را نشان می دهد.



شکل ۱۰ : طیف های گسیلی کلرایدی و اکسیدی با تحریک در طول موج ۵۳۱ نانومتر برای نمونه های شیشه ای و شیشه سرامیکی

۳- نتیجه گیری

با تبدیل میزبان های شیشه ای به شیشه-سرامیکی، افزایش قابل توجه در گسیل های تبدیل به پایین و بالا حاصل می شود. با انتخاب مناسبترین میزان آلایش یون فعال اصلی، شدیدترین گسیل ها بدست می آید. بکار گیری مناسب یون های حساس ساز منجر به تقویت گسیل تا دو برابر می شود. طیف های گسیلی نمونه های شیشه-سرامیکی بیانگر پتانسیل کاربردی مناسب آنها برای کاربرد در قطعات تبدیل فرکانس و محیط فعال لیزرهای حالت جامد جدید می باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-13]

مراجع

[1] Hatefi Y, Shahtahmasebi N, Moghimi A. and Attaran E, Frequency-conversion properties of Eu3+ doped chlorophosphate glass ceramics containing $CaCl_2$ nanocrystals, p. 114–118, Journal of Luminescence, 2011.

[2] H. Aftabsavar, Y. Hatefi, A.H. Shirmohamadi, A.A. Rezaei, H. Samadzadeh, Up and down frequency emission in Nd3+-doped Antimony Oxychalcogenide glass and glass-ceramics, 3nd National Conference on Optic and Laser Engineering (ICOLE2013)

[3] Hatefi Y, Shahtahmassebi N, Moghimi A., and Attaran E., Ultraviolet to visible frequency-conversion properties of rare earths doped glass ceramics, p. 484-488, J. Rar. Eart., 2011.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-13]