

ساخت نانو بلور لیتیوم تترا بورات آلیبده با منیزیم به روش احتراقی و بررسی رفتار لومینسانس آن

زاهدی فر، مصطفی^۱؛ محرابی، محسن^۱؛ حسنیلو، سهیلا^۱

^۱نانوفیزیک، دانشگاه کاشان، پژوهشکده علوم و فناوری نانو، کاشان

^۲فیزیک هسته ای، دانشگاه کاشان، دانشکده فیزیک، کاشان

چکیده

در این پژوهش نانوبلور نیمه رسانای لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mg}$) به روش احتراقی سنتز شده و خاصیت ترمولومینسانس آن مورد مطالعه قرار گرفته است. ساختار، شکل و اندازه‌ی نانوذرات به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) مورد بررسی قرار گرفته است. منحنی تابش ترمولومینسانس آن که با پرتوهای گاما از منبع ^{137}Cs پرتو دهی شده‌اند با برنامه محاسباتی برازش شده و پارامترهای گیراندازی آن به طور عددی محاسبه شده‌اند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که منحنی تابش ترمولومینسانس نانوذرات سنتز شده از پنج پیک تشکیل شده است که همپوشانی زیادی دارند. علاوه بر آن حساسیت خوب نانوبلور های ساخته شده نسبت به پرتو گاما و پاسخ خطی آن در یک بازه گسترده در دزهای بالا نمونه های فوق را برای اهداف دزیمتری مناسب می‌سازد.

Synthesis of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mg}$ nanocrystals by combustion method and study of its luminescence behavior

Zahedifar, Mostafa^{۱,۲}; Mehrabi, Mohsen^۱; Hasanlu, Soheila^۱

^۱Nanophysics, Institute of NanoScience and NanTechnology, university of kashan, Kashan, Iran

^۲Nuclear physics department of physics, university of kashan, Kashan, Iran

Abstract

The semiconductor nanocrystal of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mg}$ was produced by combustion method and its thermoluminescence (TL) properties was studied. The Shape, size and the crystalline structure of nanoparticles were determined by Scanning Electron Microscopic (SEM) and X-rays diffraction (XRD). TL glow curve of the sample, irradiated by Gamma ray of ^{137}Cs source was fitted with a computer program and trapping parameters were calculated numerically. Results show that the TL glow curve is contained five overlapping glow peaks. Moreover the good sensitivity of nanoparticles in high doses toward gamma rays makes its suitable for dosimetry purposes.

PACS NO. ۲۹

مقدمه

اند و خواص لومینسانس آنها نسبت به پرتوهای گاما مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

روش آزمایشگاهی

برای سنتز نانوذرات لیتیوم تترابورات روش احتراقی به کار برده شده است. مواد به کار رفته در این روش عبارتند از: لیتیوم نیترات، بوریک اسید، منیزیم نیترات، اوره، آمونیوم نیترات که همگی موادی با درجه خلوص بالا می باشند.

جهت انجام واکنش مواد فوق با مقادیر مشخص را وزن کرده و همه آنها در هاونگ ریخته به مدت ۵ دقیقه ساییده می شوند تا کاملاً یکنواخت با یکدیگر مخلوط شوند. سپس ماده ی حاصله را در یک بوته چینی ریخته و در کوره ای که از قبل گرم شده در دمای 580°C به مدت یک ساعت قرار می دهیم. طی این مدت مواد با یکدیگر واکنش داده و مواد اضافی موجود تبخیر می شوند. سپس ماده‌ی به دست آمده مجدداً در هاونگ ساییده شده و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای 450°C انیل می شود. پودر سفیدرنگی حاصل می شود که نانوذرات لیتیوم تترابورات را تشکیل می دهند.

نتایج آزمایشگاهی

آنالیز نانوذرات لیتیوم تترابورات

ساختار نانوذرات سنتز شده با الگوی پراش پرتو ایکس با دستگاه ساختار D Rigaku-III C max، پراش کننده اشعه ایکس با فیلتر نیکل و تابش $K\alpha$ مس، مورد بررسی قرار گرفته است. همان طور که شکل ۱ نشان می دهد الگوی بدست آمده ساختار لیتیوم تترابورات را تایید می کند که مطابق با کد مرجع به شماره ی (۴۰-۰۵۰۵) می باشد. نمودار پراش پرتو ایکس نانو ذرات سنتز شده در شکل ۱ مشاهده می شود.

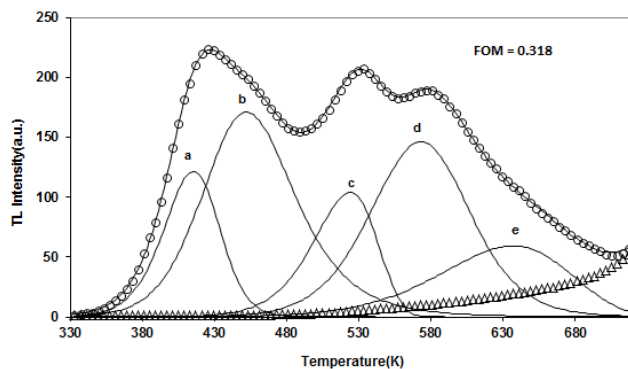
ترمولومینسانس (TL) یک تکنیک مفید برای ارزیابی میزان دز دریافتی توسط اشخاص و اجسام می باشد. نقص های نقطه ای که در ساختار بلورهای نیمه رسانا وجود دارد، حالت‌های الکترونی را در باند ممنوع ایجاد می کند. درک پدیده‌ی ترمولومینسانس به مشخصات ساختار این نقص‌ها بستگی دارد. مواد با خاصیت ترمولومینسانس یک منحنی تابش با یک یا چند پیک را ارائه می دهند وقتی که بارهای حامل به تله افتاده آزاد می شوند [۱ و ۲]. برای ترمولومینسانس دزیمتری (TLD) دست یافتن به اندازه گیری دقیق دز جذب شده، مواد دزیمتری باید یک پاسخ مشابه همانند مقدار متوسط تابش دهنده داشته باشند. عملکرد TLD توسط محاسبه خواصی مثل: خطی بودن، رنج دز، انرژی پاسخ، تولید مجدد، پایداری اطلاعات ذخیره شده و ایزوتوپ ارزیابی می شود [۳].

لیتیوم تترابورات ماده مناسبی برای دزیمتری ترمولومینسانس است، به این دلیل که عدد اتمی مؤثر آن ($Z_{\text{eff}}=7,3$) نزدیک به بافت بدن انسان است (۷,۴). لیتیوم تترابورات پایه ترمولومینسانس دزیمتری است که توجه زیادی را در دزیمتری تابش به خود جلب کرده است و در تحقیقات و کاربردهای چندین دهه ی اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. [۴ و ۵].

نخستین بار Schulman و همکاران، لیتیوم تترابورات دوپ شده با منگنز را آماده نمودند (۰,۱ wt % Mn) سپس Brunskill آماده سازی این ماده را برای تولید یک آشکارساز هم ارز بافت مفید گسترش داد [۶ و ۷ و ۸]. ترمولومینسانس لیتیوم تترابورات ابزار مفیدی برای تشخیص میزان تابش مربوط به اشخاص است از مواد و تجهیزاتی که تابش از آنها منتشر می شود دریافت کرده اند.

در دهه های اخیر نانوتکنولوژی در زمینه های مختلف علوم وارد شده است و مواد نانوساختار خواص و ویژگی های متفاوتی را نسبت به مواد توده ای از خود نشان داده اند. نانوفسفرها خواص لومینسانس عالی وابسته به اندازه ی ذرات و سطح موثر نشأت گرفته از گسترش باند گپ رانشان می دهد [۹ و ۱۰]. در این پژوهش نانوبلورهای لیتیوم تترابورات به روش احتراقی سنتز شده

توصیف پیک های ترمولومینسانس می توان از یکی از مدل های توصیف کننده این پدیده استفاده کرد. در واقع میزان انطباق پیک های تجربی و نظری را می توان با استفاده از یک برنامه کامپیوتری به دست آورد. این کار برای پیک های مربوط به نانوذرات ساخته شده انجام گرفته است. برنامه به کارگرفته شده بر اساس مدل سینتیک مرتبه عام نوشته شده است در شکل ۳ منحنی تجربی و برازش شده ترمولومینسانس که با استفاده از این برنامه ی کامپیوتری برازش شده است مشاهده می شود، همچنین پارامترهای گیراندازی مربوط به آن در جدول ۱ آورده شده است. که در آن b مرتبه سینتیک، E انرژی فعالسازی، T_m و I_m به ترتیب دما و شدت بیشینه پیک می باشند.

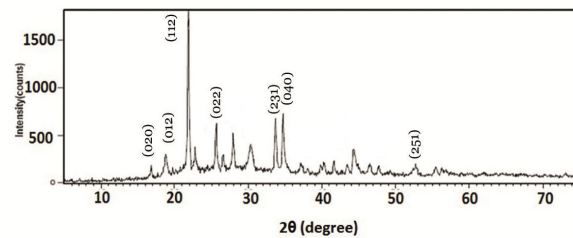


شکل ۳ : منحنی برازش شده نانوذرات لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم

جدول ۱ : پارامترهای گیراندازی منحنی تابش ترمولومینسانس نانوذرات

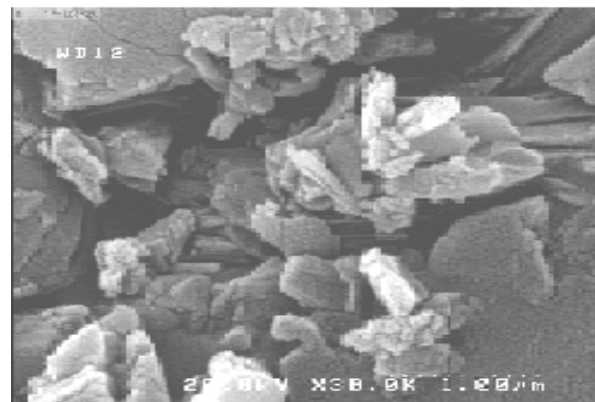
لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم

Peak	B	E(ev)	T_m	I_m
a	۱,۳۹	۰,۸۸۵	۴۱۵,۲۶۶	۱۲۱,۴۰۱
b	۲	۰,۷۵۲	۴۵۱,۶۰	۱۷۰,۹۱۳
c	۱,۰۰۰۱	۱,۰۴۹	۵۲۳,۷۵۶	۱۰۳,۹۳۳
d	۱,۵۸۹	۱,۰۱۰	۵۷۲,۶۲۶	۱۴۶,۰۷۴
e	۱,۰۰۰۱	۰,۷۳۵	۶۳۵,۴۹۴	۵۹,۱۷۸



شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس نانوذرات لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم

در شکل ۲ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی مشاهده می شود. از عکس های گرفته شده از بلورهای ساخته شده مشخص می شود که ذرات تشکیل شده ساختار نانو دارند. نتایج بدست آمده با استفاده از فرمول شرر برای تخمین اندازه ی نانو ذرات مورد بررسی قرار گرفت که اندازه ی تقریبی ۳۴ نانومتر برای نانوذرات سنتز شده به دست آمده است که با عکس های میکروسکوپ الکترونی همخوانی دارد.



شکل ۲ : تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از نانوذرات لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم

منحنی تابش ترمولومینسانس نانوذرات لیتیوم

تترابورات آلیبده با منیزیم

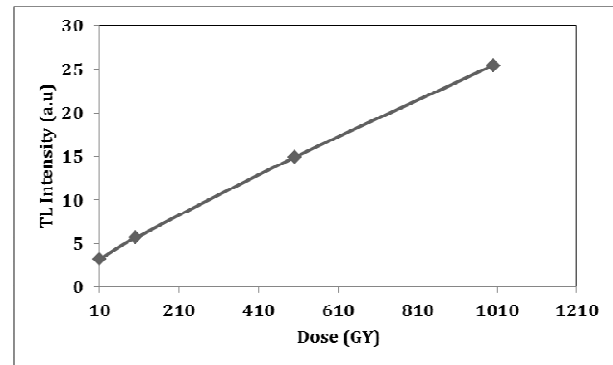
نانوذرات سنتز شده ی لیتیوم تترابورات آلیبده با منیزیم بوسیله پرتوهای گاما از چشمه ^{137}Cs پرتو دهی شده اند. شکل ۳ منحنی تابش ترمولومینسانس این نانوذرات را نشان می دهد. برای

از آنجا که طیف XRD شکل گرفتن ذرات لیتیوم تترابورات آلاییده با منیزیم را تایید می کند بنابراین می توان این اثر را به اندازه ذرات نسبت داد. روش ساده ساخت ؛ حساسیت بالا؛ پاسخ ترمولومینسانس در یک بازه گسترده از پرتو دهی و محو شدگی ناچیز با گذشت زمان از خصوصیات نانو فسفر های ساخته شده می باشد و امکان استفاده از آنها را برای اهداف دزیمتری میسر می سازد. از آنجا که این ماده هم ارز بافت بدن است می توان از آن برای دزیمتری فردی به خوبی استفاده نمود.

مرجع ها

- [۱] McKeever. S.W.S; "Thermoluminescence of Solids"; Cambridge University Press; New York, (۱۹۸۵).
- [۲] Azorn. J; "Determination of thermoluminescence parameters from glow curves"; *J. Radiat. Appl. Instrum. Part D Nucl.* (۱۹۸۶) ۱۵۹-۱۶۶.
- [۳] A. Ege; E. Ekdal; T. Karali; N. Can; "Determination of thermoluminescence kinetic parameters of Li₂B₂O₇: Cu, Ag, P" *Radiation Measurements*, ۴۲ (۲۰۰۷) ۱۲۸۰ - ۱۲۸۹.
- [۴] Z. Y. Xiong; C. X. Zhang and Q. Tang; "Investigation of thermoluminescence in Li₂B₂O₇ phosphors doped with Cu, Ag and Mg" *Chinese Science Bulletin*, ۵۲ (۲۰۰۷) ۱۷۷۶-۱۷۸۲.
- [۵] Kang.Soo. Parka; J.K. Ahna; D.J. Kima; H.K. Kima; Y.H. Hwanga; D.S. Kimb; M.H. Parkc; Yumi Parkd; Jin.Joo .Yoond and Jae.Young. Leemd; "Growth and properties of Li₂B₂O₇ single crystals doped with Cu, Mn and Mg"; *Journal of Crystal Growth* ۲۴۹ (۲۰۰۳) ۴۸۳-۴۸۷.
- [۶] D. I. Shahare; B. T. Deshmukh; S. V. Moharil; S. M. Dhoptel; L. Muthal and V. K. Kondawar; " Synthesis and characterization of Li₂B₂O₇:Cu phosphor " *phys. stat. sol.* ۱۴۱ (۱۹۹۴) ۳۲۹-۳۳۵.
- [۷] J. H. Schulmarn; D. Kirk; and E. J. West; "Luminescence dosimetry " *Proc. 1st Internat. Conf. Luminescence Dosimetry.* (۱۹۶۷) ۱۱۳-۱۱۸.
- [۸] W. A. Langmead and B. F. Wall; "a TLD system based on lithium borate for the measurement of doses to patients undergoing medical irradiation"; *Phys. Med. Biol.* ۲۱ (۱۹۷۶) ۳۹-۴۶.
- [۹] Lakhwant. Singh; Vibha.Chopra and S.P.Lochab, "Synthesis and characterization of thermoluminescent Li₂B₂O₇ nanophosphor", *Journal of Luminescence*, ۱۳۱ (۲۰۱۱) ۱۱۷۷-۱۱۸۳.
- [۱۰] W. Ge; H. Zhang; Y. Lin; X. Hao; X. Xu; J. Wang; H. Li; H. Xu and M. Jiang; "Preparation of Li₂B₂O₇ thin films by chemical solution decomposition method"; *Mater. Lett.* ۶۱ (۲۰۰۷) ۷۳۶-۷۴۲.

همچنین شکل ۴ منحنی پاسخ حساسیت نانوذررات را نسبت به پرتو گاما نشان می دهد. با توجه به شکل می توان نتیجه گرفت که نمودار پاسخ این نانوذررات نسبت به پرتو گاما در یک بازه خطی بوده که می توان از آن به عنوان یک دزیمتر در دز های بالا استفاده نمود.



شکل ۴ : منحنی پاسخ نانوذررات تترابورات لیتیوم آلاییده با منیزیم

نتیجه گیری

یک پیک در منحنی ترمولومینسانس یک نیمه رسانا معرف وجود مراکز گیر اندازی خاصی در گاف انرژی آن نیمه رسانا است. وجود چند پیک اثبات کننده قرارگیری چند مرکز گیر اندازی در گاف انرژی است که تفاوت آنها به دلیل ناخالصی های متفاوت و یا تمرکز یک نوع ناخالصی در چند تراز مختلف انرژی است. در این مقاله اثر اندازه ذرات بر روی خاصیت ترمولومینسانس فسفر لیتیوم تترابورات آلاییده با منیزیم بررسی شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از روی طیف پراش پرتو ایکس و عکس میکروسکوپ الکترونی می توان نتیجه گرفت که ساختار شکل گرفته مربوط به نانوذررات لیتیوم بورات می باشد.

ما دریافتیم که منحنی تابش ترمولومینسانس نانو ذرات لیتیوم تترابورات آلاییده با منیزیم نسبت به حالت توده های بسیار پیچیده تر می باشد و تعداد پیک های بیشتری با دماهای بالاتر مشاهده می شود. علاوه بر آن افزایش حساسیت نانو ذرات نسبت به پرتوهای گاما در دز های بالا به خوبی دیده می شود. دمای پیک های ترمولومینسانس برای نانو کریستال های ساخته شده بالاتر از دمای اتاق بوده بنابراین محو شدگی دمایی در آنها بسیار ناچیز می باشد.

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop