بیست و سومین کنفرانس اپتیک و فوتونیک و نهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
دانشگاه تربیت مدرس
۱۲-۱۴بهمن ۱۳۹۵
23rd Iranian Conference on Optics and Photonics and 9th Conference on Photonics Engineering and Technology
Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
January 31- February 2, 2017

بررسی و مشخصه یابی لانتانوم آلومینات($LaAlO_3$)به عنوان لایه و یا بخشی از لایه های انتخابی به عنوان جاذب امواج در محدوده مایکروویو

معصومه بهشتی[۱]، مرضیه پریشانی[۱]، اکبر چراغی[۲و۱]و رسول ملک فر[۱]

[۱] گروه فیزیک اتمی و مولکولی، بخش فیزیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران صندوق پستی ۱۷۵-۱۴۱۱۵

[۲] دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید ستاری، تهران

چکیده - در این مقاله، بلورک های$LaAlO_3$ با استفاده از روش تعامل حالت جامد وشوک حرارتی در آزمایشگاه تهیه شدند. به منظور شناسایی ترکیب و مدهای ارتعاشی نمونه، طیف سنجی انتقال فوریه مادون قرمز (*FTIR*) صورت پذیرفت. به منظور تشخیص فازهای بلورک های تولید الگوی پراش اشعه ایکس (*XRD*) و به منظور ریخت شناسی و دانه بندی ساختار تصویر*FESEM* نمونه مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصه یابی های انجام گرفته تشکیل بلورکهایی با ابعاد دانه بندی درحدود*nm* ۲۰۰ با ریخت شناسی مناسب و گروه های عاملی ذیربط را نشان می دهد.

کلید واژه: روش تعامل حالت جامد، روش شوک حرارتی، لانتانیوم آلومینات،جذب ماکروویو، لایه نشانی بس لایه ای.

Investigation and characterization of lanthanum aluminate ($LaAlO_3$) as a selective absorption layer or multilayer in the microwave region

Masoumeh Beheshti[1], Marziyeh Parishani[1], Akbar Cheraghi[1,2] and Rasoul Malekfar[1]

[1] Department of Physics, Faculty of Basic Sciences, TarbiatModares University, Tehran P.O. Box 14115-175, I.R. Iran.

[2] Faculty of Basic Sciences, ShahidSattari University, Tehran, I.R. Iran.

Abstract- $LaAlO_3$particles were synthesized by solid-state method and using thermal shock. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) of the synthesized samples was performed to identify composition and vibrational modes. In order to determine the crystalline phase of particles and morphology investigation of the structure, X-ray diffraction (XRD) and Field emission scanning microscopy (FESM) were studied, respectively. The characterization results confirm the production of crystallites with grain sizes of about 200 nm with suitable morphology and related functional groups.

Keywords: Solid state reaction method, Thermal shock method,Lanthanum Aluminate, Microwave absorption, Multilayer coating.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-08]

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

۱- مقدمه

جذب تابش الکترومغناطیسی در ناحیه مایکروویو دارای اهمیت بسیار بالایی در بسیاری از زمینه‌های فناوری های جدید می باشد. سرعت گسترش انواع متنوعی از ابزارهای الکترونیکی بی سیم نیازمند دانش وسیعی در ارتباط با موادی است که پوشش محافظ اثربخش و کم هزینه‌ای از تابش های های ناخواسته فراهم می کند [۱]. در همین راستا انواعی از مواد جاذب وجود دارد که بسته به آنکه برای چه کاربردهای بسامد های بالا و پایین مورد استفاده قرار می گیرند، از نظر ساختاری و ترکیبات، دانه بندی بلورک های تشکیل دهنده ترکیبات به کار گرفته شده، نسبت سطح به حجم و جرم واحد بالا متفاوت می باشند. از میان مواد مختلف جاذب راداری در استفاده از آنها به عنوان پوشش بر پرنده ها، ادوات هوابرد و یا سامانه های مختلف دریافت و یا ارسال امواج و یا رهگیری مستقر در زمین می توان به فریت ها، نانو کامپوزیت های پلیمری و نانولوله های کربنی اشاره کرد [۲].

یک جاذب، انرژی الکترومغناطیسی برخوردی را در خود جذب و یا عبور می دهد، در نتیجه انرژی خالص قابل دسترس برای بازتاب برگشتی به رادارکاهش می یابد.به عبارت دیگر، اغلب جاذب ها، موادی هستند که برای رادار قابل تشخیص نیست.محققان همواره در حال ایجاد تعادلی میان دو مشخصه اصلی اثر بخشی در ناحیه بسامدی وسیع تر و کم وزن بودن جاذب که به طور قابل توجهی بار مفید هواپیما را کاهش می دهند ، می باشند.

ساختار$LaAlO_3$اخیراًتوجه زیادی را به علت خواص قابل توجهی مانند نقطه ذوب بالا(حدود ۲۱۰۰سانتی گراد)، ضریب کیفیت بالا، ضریب دی الکتریک بالا، کم سمی بودن و مقاومت شیمیایی به خود جلب کرده است[3].بنابراین در چند سال اخیر$LaAlO_3$اهمیت زیادی را در کاربردهای گوناگون مانند خازن بسامدهای بالا[4]، حسگرهای دی الکتریک های مایکروویو[5,6]،کاتالیست، رنگ دانه های سرامیکی، مواد الکترولیتی[7] و غیره پیدا کرده است.

در این تحقیق بلورک های$LaAlO_3$در آزمایشگاه به روش تعامل حالت جامد و با استفاده از شوک حرارتی در جهت تولید هرچه کوچکتر بلورک های به لحاظ داشتن نسبت سطح به جرم و حجم بالا تهیه گردیده و سپس به منظور مشخصه‌یابی و بررسی ساختاری، مورد تحلیل‌های گوناگونی همچون پراش اشعه ایکس، میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی و طیف سنجی انتقال فوریه مادون قرمز قرار گرفته است.

۲- روش آزمایشگاهی

در ابتدا برای تهیه$LaAlO3$ به روش تعامل حالت جامد، مراحل کاری زیر دنبال شد.ابتداآلومنیوم اکسید و لانتانیوم اکسید را باهم ترکیب کردیم. مقادیر مواد اولیه طوری انتخاب گردید که نسبت مولی$La:Al$ به صورت ۱:۱است.

$$La_2O_3+Al_2O_3 \rightarrow 2LaAlO_3$$

سپس ماده حاصله را برای رسیدن به دمای نهایی ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت 5 ساعت داخل کوره حرارتی قرار دادیم و هنگامی که به این دما رسید در درون نیتروژن مایع با دمای منفی ۲۷۳ درجه سانتی گراد، مورد شوک حرارتی قرار دادیم. بعد از تبخیر نیتروژن مایع، حدود بیست میلی لیتر اتانول به آن اضافه کرده وماده را به مدت یک ساعت درون حمام التراسونیک قرار می دهیم.سپس ترکیب حاصله را در حالت ثابت و در دمای 60^oCبه منظور تبخیر حلال، روی گرمکن (هیتر) قرار می دهیم.برای به دست آوردن محصول نهایی با بلورک های ریزتر و یکنواخت آنرا به مدت سی دقیقه درون دستگاه آسیاب گلوله‌ای با سرعت چرخش ۲۵۰ دور در دقیقه قرار دادیم.درنتیجه آسیاب کردن، اولا ماده تا ابعاد میکرون کوچک می شوند و ثانیا همه مواد با ابعاد تقریبا برابر با همدیگر مخلوط می شوند.بعد از آن پودر به دست آمده را درون کوره قرار دادیم تا به دمای نهایی ۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد.

۳- بحث و بررسی تحلیل ها

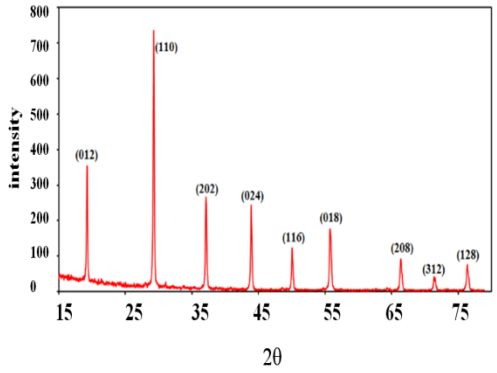
۳-۱- الگوی پراش ایکس:

درشکل ۱ الگوی پراش اشعه ایکس $LaAlO_3$نمایش داده شده است. از این الگو برای بررسی ساختار بلوری بهره بردیم الگوی پراش اشعه ایکس $LaAlO_3$منطبق بر الگوی مرجع خود با کد شناسایی (JCPDS 31-0022) می باشد. در این تصویر مشخصات صفحات بلوری هر پیک تعیین گردیده است و این نمونه دارای ساختار بلوری رومبوهدرال می

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-08]

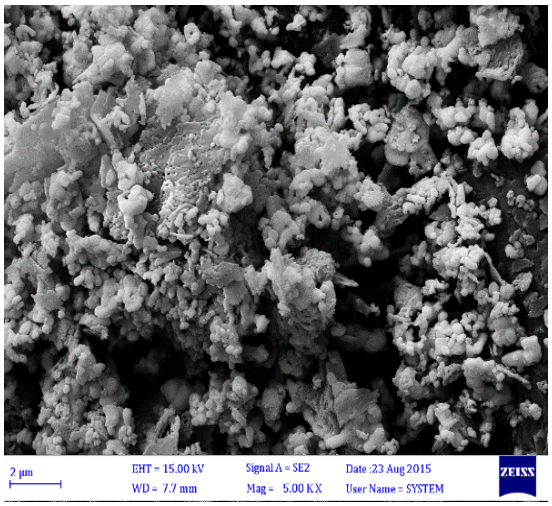
باشد.میانگین اندازه بلورک ها ۱۳۲,۴ نانومتر برحسب محاسبه با رابطه شرر و میانگین گیری از کل پیک های مشخصه ماده به دست آمد.



شکل۱- الگوی پراش اشعه ایکس LaAlO3 تهیه شده به روش تعامل حالت جامد و شوک حرارتی (شدت پیک بر حسب 2θ زاویه پراش). الگوی پراشتبت و ضبط شده کاملا منطبق با پوشه ذیربط در کتابخانه (JCPDS 31-0022) می باشد.

۲-۳- میکروسکوپ الکترونیروبشی گسیل میدانی

شکل ۲، تصویر میکروسکوپ الکترونیروبشی$LaAlO_3$می-باشد که برای بررسی ساختار، اندازه و نحوه توزیع بلورک های از آن استفاده شده است.باتوجه به این تصویر می توان اظهار داشت که نحوه توزیع اندازه بلورک های تقریبا یکنواخت و منظم و با ابعادی در حدود ۲۰۰ nm می باشدکه با ابعاد به دست آمده ازپراش سنجی اشعه ایکس همخوانی نسبی مناسبی دارد. با توجه به کاربرد ماده لانتانیوم آلومینات به عنوان لایه ای مستقل و یا ساخت کامپوزیتی از آن و استفاده از کامپوزیت ساخته شده به عنوان لایه ای در پوشش با کاربردهای مختلف خصوصا در جذب امواج مایکروویو پرنده ها و یا استتار تاسیسات تولید کننده امواج و یا ادوات رهگیری مستقر در زمین از اهمیت خاصی برخوردار است، تولید و سنتز بلورک های کوچکتر با نسبت سطح به حجم و یا جرم بالا می تواند به عنوان یک پارامتر حیاتی محسوب گردد.



شکل۲- تصویر FESEM نمونه $LaAlO_3$تهیه شده به روش تعامل حالت جامد و شوک حرارتی.

۳-۳- طیف سنجی انتقال فوریه مادون قرمز

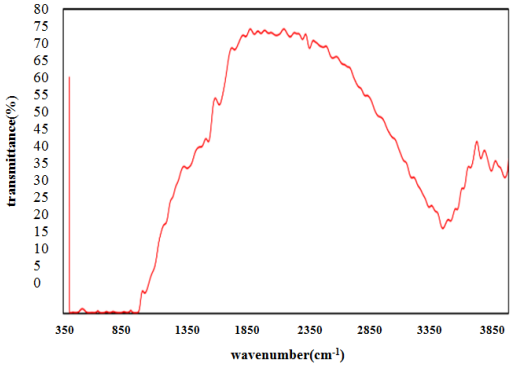
برای بررسی گروه های عاملی موجود در ترکیب از آنالیزFTIRاستفاده شد[8].سامانه طیف سنج انتقال فوریه مادون قرمز در محدوده طیفی cm^{-1} ۴۰۰۰-۴۰۰ ساخت کارخانهNicolet Thermo مدل ۶۸۰ مورد استفاده قرار گرفت. طیف عبوری FTIR نمونه لانتانیوم آلومینات سنتز شده در ناحیه طیفی cm^{-1} ۳۸۵۰-۳۵۰در شکل ۳ نمایش داده شده است.

در این طیف مدهای موجود در بازه طیفی cm^{-1} ۳۶۰۰- ۳۲۰۰ مربوط به مدهای ارتعاشی کششی گروه هیدروکسیلی است.جذب پهن طیف در حدود cm^{-1} ۳۴۰۰ نشان دهنده وجود آب جذب شده می باشد.شدت این نوار ها که رامی توان به آب جذب شده(زمانی که پودر در معرض هوا قرار گرفته)نسبت داد.

همچنین مد های مشاهده شده در اعداد موجی cm^{-1} ۸۲۰ و ۷۳۷ و ۵۷۳ به طور محتمل مربوط به ارتعاشات ذاتی گروه پیوندیM-O(فلز-اکسیژن)می باشد.

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-08]



شکل۳- طیف عبوری FTIR نمونه $LaAlO_3$ تهیه شده به روش تعامل حالت جامد و شوک حرارتی

۴- نتیجه گیری

بلورک های لانتانیوم آلومینات با استفاده از روش تعامل حالت جامد و شوک حرارتی تهیه شد. با استفاده از طیف سنجی انتقال فوریه مادون قرمز از تشکیل پیوندها اطمینان پیدا کردیم و به تحلیل مدهای فعال FTIR مرتبط با گروه های عاملی موجود در نمونه موردنظر پرداختیم. مد های موجود در ناحیه cm^{-1} ۵۷۰ تا ۸۲۰ مربوط به ارتعاشات گروه پیوندی فلز-اکسیژن مشاهده گردید که مطابق با ساختار ترکیب مورد نظر در این پژوهش بود. براساس تحلیل الگوی پراش اشعه ایکس، الگوی نمونه موردنظر منطبق با مرجع بود.

با توجه به اینکه برای پوشش دهی یک سامانه از پیش طراحی شده (در جهت کاهش سطح مقطع راداری یا همان RCS) می توان با استفاده از مواد ترکیبی با ضخامت کم استفاده کرد، لذا تولید بلورک های با ابعاد کوچکتر و یا به بیانی نسبت های سطح به واحد حجم و جرم بالا از اولویت های تولید چنین موادی می باشد. در صورتی که سامانه مورد نظر متحرک و دارای سرعت بالایی باشد، بحث چسبندگی این گونه ساختارها در سرعت بالا به سامانه از اولویت های مهم کار به شمار می رود.در صورت پاشش و یا لایه نشانیِ چنین سامانه هایی، رعایت میزان افزایش وزن، شکل و ساختار آئرودینامیکی پرنده، اثرات زیست محیطی ساختار بسیار مهم می باشد. البته به دلیل اینکه بعد از لایه نشانی چنین ساختارِ ترکیبی (در مقیاس آزمایشگاهی) در داخل کوره قرار می گیرد، لذا در سرعت های نسبتاً بالا این مقوله نیز قابل بررسی و حل می باشد. نکته مهم و قابل بررسی این گونه ساختارها، انجام آزمایش در اتاق آنتن با رعایت اولویت های قابل پیش بینی در هنگام حرکت می باشد.

بر اساس این نیازها و تحلیل و بررسی نمونه مورد نظر در این پژوهش نمونه لانتانوم آلومینات تهیه شده در پژوهش حاضر به روش تعامل حالت جامد و شوک حرارتی و نسبت سطح به حجم و جرم نسبی بالا می تواند گزینه مناسبی برای به کارگیری به عنوان یکی از لایه‌های چند و یا بس لایه ای و یا استفاده از آن در سنتز کامپوزیت های ذیربط مواد جاذب امواج در ناحیه مایکروویو باشد.

مراجع

[1] F. Wen, F. Zhang, J. Xiang, W. Hu, S. Yuan, Z. Liu, “Microwave absorption properties of multiwalled carbon nanotube/FeNinanopowders as light-weight microwave absorbers”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 343, pp. 281-285, 2013.

[2] A. Ghasemi, et al. “Magnetic and Reflection Loss Characteristics of Substituted Barium Ferrite/Functionalized Multiwalled Carbon Nanotube”, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 47, No. 10, pp. 4310-4313, 2011.

[3] R.Ianos, R.Lazau, S. Baracanescu,R.Babuta, “Single-step combustion synthesis of $LaAlO_3$ powder and their sintering behavior”, Ceramics International, Vol. 40, No. 5, pp. 7561-7565, 2013.

[4] J.Y.Park,G.M.Choi,“Electrical conductivity of Sr and Mg doped $LaAlO_3$”, Solid State Ionics,Vol.154,pp.535-540,2002.

[5] D.Hreniak,W.Strek,P.Deren,A.Bednarkiewicz,A.Lukowiak,“synthesis and luminescence properties of Eu^{3+}-doped $LaAlO_3$ nanocrystals”,Journal of alloys and compounds, Vol.408,pp.828-830,2006.

[6] P.J.Deren,R.Mahiou,“Spectroscopic characterization of $LaAlO_3$ crystal doped with Er^{3+} ions”,Journal of Solid State Chemistry,Vol.194,pp.264-269, 2007.

[7] S.N. Koc , F. Oksuzoemer, E. Yasar, S. Akturk, M.A.Gurkayanak,“Effect of sol-gel modification on formation and morphology of nanocrystalline Lanthanum Aluminate”Material research bulletin,Vol.141,No.12,pp.2291-2297, 2006.

[8] Z. Lazarević, et al. "Preparation and characterization of spinel nickel ferrite obtained by the soft mechanochemically assisted synthesis." Materials Research Bulletin Vol. 48, No.2 pp. 404-415, 2013

[9] B. Ranjithkumar, S.Sathish,D.Nadaraj, and etal,“Structural and Electrical properties of $LaAlO_3$ Nanoparticles”, vol. 1, No. 1, pp. 28-32, 2014.

این مقاله به شرط در دسترس بودن در وبگاه www.opsi.ir معتبر است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-08]