

سنتز نانوساختارهای فریتی به عنوان جاذب امواج مایکروویو

سید ابوالحسن میر محمد حسینی^۱، سید ارسلان حبیبی^۱، اکبر چراغی^{۱و۱}، احمد مشاعی^۱، رسول ملک فر^۱، مرضیه پریشانی^۱و محمد الله آبادی^۱

لدانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، بخش فیزیک، گروه فیزیک اتمی و مولکولی ، تهران صندوق پستی ۱۷۵–۱۴۱۱۵

۲دانشگاه شهید ستاری-دانشکده علوم پایه

چکیده – در این تحقیق به بررسی خواص جذب امواج الکترومغناطیس در ناحیه مایکروویو برای پودر های فریتی تیتانات باریم و لیتیم – روی (Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O4) آلایش یافته با یون های ²⁺Cu پرداخته شده است. پودر های فریتی مورد نظر به وسیله روش واکنش های حالت جامد تولید شده و سپس ۷۰ ٪ وزنی پودرفریت تولید شده با رزین اپوکسی مخلوط وحرارت داده شد. مشخصه یابی نمونه ها از روش های وزن سنجی حرارتی TGA/DTA انجام شده است. همچنین میزان تلفات بازتاب برای امواج مایکروویو با استفاده از روش های وزن سنجی حرارتی Vetor Network Analyzer انجام شده است. همچنین میزان جذب تا حداکثر مقدار طB ۴ – برای این نمونه ها از روش های این حداکثر مقدار معا

كليد واژه- تيتانات باريم، واكنش حالت جامد، جاذب مايكروويو، تلفات بازتاب

Nanostructures ferrite synthesis as microwave absorber

¹S. A. Mir Mohammad Hosseini, ¹S. A. Habibi, ^{1,2}A. Cheraghi, ¹A. Moshaii, ¹R. Malekfar, ¹M. Parishani, ¹M. Allah Abadi, ¹Tarbiat Modares University, Department of Physics.

²Shahid Sattari University, Department of Basic Science.

Abstract- This paper examines the microwave absorption properties of lithium ferrite powder, ferrite and barium titanate - ions $(Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O_4)$ doped with Cu^{2+} . The ferrite powders synthesized by solid-state reaction method and 70% by weight mixed with epoxy resin and then the mixture annealed. Thermal gravimetric analysis techniques TGA / DTA have been used for characterization of the samples. In addition, the reflection losses of the samples in the microwave region were measured by Vector Network Analyzer method. The results indicate that the amount of absorption for the synthesized materials can reach up to -4 dB.

Keywords: Barium titanate, Solid state reaction, Microwave absorption, Reflection loss

۱–مقدمه

از انرژی مایکروویو به صورت روز افزون استفاده می شود . تداخل امواج الكترومغناطيس(EMI) به عنوان يك مشكل جدی در عصر حاضر مطرح می شود. بنابراین تلاش های زيادى براى پيداكردن يك جاذب امواج مايكروويو مناسب صورت گرفته است[۱و۲]. جاذب مایکروویو به منظور تلفات بازتاب امواج الكترومغناطيسي در ادواتي مانند هواپیماها، کشتی ها، تانک ها، زیردریایی ها و همچنین پوشش محفظه های بدون بازتاب استفاده می شود [۳و۴]. مشکل اصلی در تولید جاذب امواج الکترومغناطیسی به انتخاب مواد با کنترل مناسب در خواص مغناطیسی و الكتريكي ، مرتبط مي شود.هر دو خصوصيت مغناطيسي و الکتریکی مواد مورد استفاده باید با دقت با بسامد موج فرودى تطبيق داده شوند تا جاذب بتواند يك نوار وسيعى از بسامد ها را جذب کند[۵]. در این پژوهش به بررسی پوششی جهت جذب امواج راداری در محدوده(GHz)8-12 با استفاده از(Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄) و فریت تیتانات باریم پرداخته شده است. طیفهای الکترومغناطیسی به نوارهای فركانسي متفاوتي تقسيم ميشوند. اصطلاحات اوليه انتخاب شده براي طول موجهای میکروویو (ریزموج) شامل پرتوهایی با فرکانس "خیلی زیاد"، "فوق العاده زیاد" و "بسیار زیاد" می باشند. به علت سرّی بودن پیامها در جنگ جهانی دوم، برای ارسال و دریافت پیامها در نوار میکروویو از طرحهای نوار K ، X ، C ، L ،S و Q استفاده مینمودند. نوار X محدوده فرکانسی ۸ الی ۱۲ گیگاهرتز را شامل می شود که اکثر رادارهای مدرن دنیا در این محدوده کار می کنند[۶]. مقایسه نتایج حاصل از ترکیبات ایجاد شده در این پژوهش و ترکیبات دیگر نشان می دهد که فریت های نام برده شده می تواند کاندید مناسبی به عنوان جاذب در گستره ی امواج رادار باشد.تلفات بازتاب با امیدانس نرمال ورودی Z_{in} لایه جاذب مایکروویو مرتبط به صورت زیر است

$$Z_{in} = \sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r} \tanh\left[j \frac{2\pi}{c} \sqrt{\mu_r \varepsilon_r} f d\right]}$$

که در آن μ و ε_r به ترتیب تراوایی مختلط مغناطیسی و الکتریکی محیط جاذب، C سرعت نور در فضای آزاد، f بسامد و d ضخامت ماده جاذب است. در یک ماده

جاذب ایده ال شرایط باید به گونه ای باشد که امپدانس ورودی برابر 1 شود.

۲-مواد و روش تحقیق

نمونه Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄ با تركيب كردن مواد اوليه شامل اكسيد اهن (Fe₂O₃)، كربنات ليتيم (LiCO₂)، اکسید مس (CuO)، اکسید روی (ZnO) و نمونه تیتانات باريم (BaTiO₃) شامل كربنات باريم(BaCO₃) و اكسيد تيتانيوم(TiO₂) بدست آمد. ابتدا عمليات خرد كردن و مخلوط کردن توسط اسیاب گلوله ای به مدت 10 ساعت انجام شد و بمدت 3 ساعت در دمای ${C}$ 1300 درهوا تف جوشی شده است.سرعت حرارت دهی نمونه ها از دمای اتاق تا $600^{\circ}C$ ، اتاق تا $5\frac{1}{\min}$ ، $600^{\circ}C$ اتاق تا جوشی با سرعت $\frac{\circ C}{\min}$ 10 حرارت دهی شد.از آنجایی که ذرات هگزافریت بدست آمده پس از تف جوشی ابتدایی درشت و زبر هستند و برای مخلوط شدن با اپوکسی باید به پودری نرم تبدیل شوند، بنابر این ذرات دوباره توسط آسیاب گلوله ای به مدت ۱۰ ساعت خرد شدند تا ابعاد آنها در گستره ی 5µm-3 قرار گیرد.مواد مرکب به منظور ارزيابي خواص جذب امواج مايكروويو به وسيله ي مخلوط كردن فريت Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄ با پليمر رزين اپوكسى به نسبت وزنى فريت به پليمر ، معادل 70 به 30 مخلوط گردید.مخلوط پودر فریت نام برده شده در دمای $^{\circ}C$ حرارت دیده و در 5.5 MPa به مدت 10 دقيقه پرس شده است.درنمونه تيتانات باريم بدون نياز به رزین اپوکسی پس از حرارت دیدن در دمای $^{\circ}C$ مانند نمونه اولیه پرس گردید و جهت بررسی جذب آنها در دستگاه Vector Network Analayser داخل فلنج WR90 قرار گرفت. در شکل (۱۱) پودر تهیه شده از نمونه ها در درون فلنج WR90 برای محدوده امواج مورد نظر آورده شده است.



شکل ۱: نمونه آز مایشگاهی نانومواد جاذب تولیدی

۳-بحث و نتیجه گیری

به منظور بررسی تغییرات وابسته به دما در ساختار پودر آنالیز حرارتی تا محدوده دمایی C°1200 انجام و در شکل (۲) آورده شده است.



شكل (٢): أناليز تجزيه حرارتي DTA نمونه صنعتي

نتایج آنالیز کاهش وزن ناشی از حرارت (TGA)، که در شکل(۳) نشان داده شده بیان می کند که نمونه آنالیز شده تا دمای 2°2001دارای ۲۴ درصد کاهش وزن بوده که شامل سه مرحله خروج آب در ساختار پودر، خروج ترکیبات آلی آزاد شده و تشکیل فازهای کربناتی، تجزیه حرارتی ترکیبات آلی و کربنات ها و تشکیل تیتانات باریم می باشد. منحنی (DTA) دارای ۲ پیک اصلی می باشد که پیک در دمای 2°8.88 مربوط به واکنش تخریب ساختار و تشکیل فازهای کربناتی و آمورف می باشد. بلورینه شدن با فازهای کربناتی آغاز و با افزایش دما، خود

فازهای کربناتی هم تجزیه شده و تیتانات باریم بوجود می آید. سه پیک گرماگیر در دمای حدود 2°420.9، 2008و 3°.969 که مربوط به تجزیه کربنات ها و تشکیل تیتانات باریم می باشد.



شکل(۳): آنالیز تجزیه حرارتی TGA نمونه صنعتی

پیک گرمازایی که در دمای $2^{\circ}C$ 1154.5 مشاهده می شود، مربوط به تغییر ساختار تیتانات باریم از مکعبی به تتراگونال است[AوY]. شکل (۴) و شکل (۵) نمودار های تلفات بازتاب برحسب بسامد فریت Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄ و تیتانات باریم را نشان می دهد.باتوجه به شکل ۳ ،پیک های اصلی جذب برای فریت Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄ در بازه بسامدی Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O₄ را نشان می دهد.



شكل(۴): نمودار تلفات باز تاب تيتانات باريم (سمت چپ) و فريت لاريم (سمت راست) يالنوري Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu

پیک های اصلی جذب برای تیتانات باریم در فرکانس های 12GHz – 8را نشان می دهد که با توجه به وابستگی ویژگی های مغناطیسی و جذب تیتانات باریم به فرکانس تشدید استفاده از این مواد به عنوان جاذب در گستره فرکانس های راداری پرکاربرد مستلزم افزایش میزان تلفات بازتاب می باشد.

۴–نتیجهگیری

پودر های فریت تیتانات باریم($BaTiO_3$) و ($BaTiO_3$) به روش حالت جامد تهیه شد. پهنای نوار جذب برای فریت تیتانات باریم در محدوده فرکانسی حدود 2GHz همراه با جذبی بیش از محدوده فرکانسی حدود محدود فرکانس فریت (4dB) بود و تلفات بازتاب بر حسب فرکانس فریت (4dB) بود و تلفات بازتاب بر حسب فرکانسی حدود $Li_{0.32}Zn_{0.26}Cu_{0.1}Fe_{2.32}O_4$ همراه با جذبی بیش از (BdB_2) بود. بنابر این پوشش های نام برده در پژوهش حاضر می تواند کاندید مناسبی به عنوان پوشش های جاذب رادار باشند.

مراجع

- [1] H.S.Cho and Kim, **IEEE** 35,3151(1999)
- [2] M.Matsumoto and Y.Miyata, **J.Appl.Phys**. 79,5488 (1996)
- [3] S.Sugimoto,K.Okayama. S.Kondo,H.Kimura, Y.Yoshida,H.Nakamura,D.Book.T.Kagotani, andM.Homma,Mater.Trans.JIM39,1080(199 8)
- [4] F.Zekun,H.Aiping,and E.Huahui, IEEE 35,420 (2002)
- [5] H.Zhang,L.Zhichao,andY.Xi, ater.Sci.Eng.B96,289(2002)
- [6] N.Zhao, T.Zou, C.Shi, J.Li and W.Gua, microwave absorbing properties of activated carbon-fiber felt screen (vertical-arranged carbon fibers)/epoxy resin composite, Mater. Sci. Eng.B127,207-211(2006)
- [7] Michael Z.-C Hu, Vino Kurian, E.Andrew Payzant, Claudia J Rawn, Rodney D Hunt. Powder Technology, Volume 110, Issues 1–2, 1 May 2000, Pages 2-14
- [8] Bharat L Newalkar, Sridhar Komarneni, Hiroaki Katsuki Materials Research Bulletin, Volume 36, Issues 13–14, 1 November 2001, Pages 2347-2355