

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

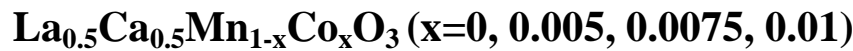
روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

تأثیر آرایش کبالت بر ویژگی‌های ساختاری، مغناطیسی و رفتار پسماند گرمایی منگنیت



مدرسی، ناهید؛ کاملی، پرویز؛ احمدوند، حسین؛ اصلی بیکی، باقر؛ سلامتی، هادی

دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

چکیده

در این پژوهش اثر آرایش کبالت بر ویژگی‌های ساختاری، مغناطیسی و رفتار پسماند گرمایی منگنیت $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ مورد بررسی قرار گرفته است. تحلیل ریتولد الگوهای پراش پرتو ایکس، نشان می‌دهد که افزایش آرایش، منجر به تغییر ساختار در نمونه‌ها نمی‌شود و این تحلیل، ساختار بلوری اورتورومبیک با گروه فضایی $Pnma$ را برای همه‌ی نمونه‌ها تایید می‌کند. همچنین نتایج تحلیل ریتولد نشان می‌دهد که با افزایش میزان آرایش تا $x=0.0075$ حجم یاخته‌ی واحد افزایش می‌یابد و پس از آن با آرایش بیشتر Co تا $x=0.01$ حجم یاخته‌ی واحد کاهش می‌یابد. تصویر $FE-SEM$ ، تشکیل دانه‌های میکرومتری را در نمونه‌ها تایید می‌کند. همچنین در منحنی پذیرفتاری مغناطیسی همه‌ی نمونه‌ها پسماند گرمایی مشاهده شد. به طوری که در آرایش‌های $0 \leq x \leq 0.005$ جهت حلقه‌ی پسماند گرمایی به صورت پادساعتگرد و در آرایش‌های $0.005 < x \leq 0.01$ جهت حلقه‌ی پسماند گرمایی به صورت ساعتگرد است.

Effect of Co Doping on Structural and Magnetic Properties and Thermal Hysteresis Behavior of $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ ($x=0, 0.005, 0.0075, 0.01$) Manganites

Modaresi, Nahid; Kameli, Parviz ; Ahmadvand, Hossein ; Aslibeiki, Bagher ; Salamati, Hadi
Department of Physics, Isfahan University of Technology. Isfahan 84156-83111, Iran

Abstract

In this study, the effect of Co doping on structural and magnetic properties and thermal hysteresis behavior of $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ manganite has been investigated. Structural study using the Reitveld refinement of X-ray diffraction pattern shows that Co doping makes no changes in the structure of samples and it confirms an orthorhombic structure with $Pnma$ space group for all samples. This refinement also shows that by increasing Co doping level up to $x=0.0075$ the lattice volume increases and decreases by further increase in x up to $x=0.01$. $FE-SEM$ image confirms formation of micrometer size particles in samples. Also there is thermal hysteresis loop in all samples. In $0 \leq x \leq 0.005$ samples the susceptibility curves show a counterclockwise hysteresis loop, while $0.005 < x \leq 0.01$ samples exhibit a clockwise loop.

PACS No. 75

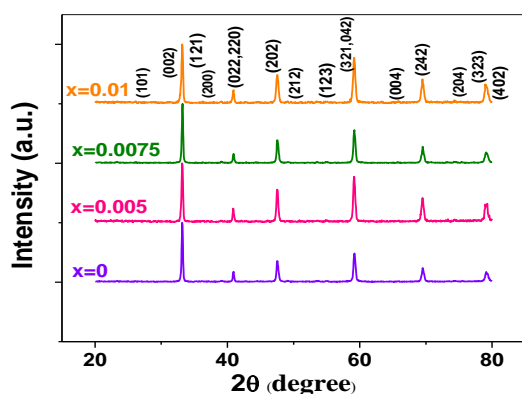
مقدمه
منگنیت‌ها دسته‌ای از اکسیدهای منگنز هستند که ساختار بلوری لایه‌ای یا پروسکایتی دارند و این ترکیبات به دلیل دارا بودن ویژگی‌های جالبی از جمله گذار فازهای مغناطیسی و الکتریکی، مغناطو مقاومت زیاد و... به لحاظ کاربردی حایز اهمیت می‌باشند. فرمول عمومی منگنیت‌های پروسکایتی به صورت $A_{1-x}B_x\text{MnO}_3$ است که در آن A یک کاتیون سه ظرفیتی از خاکی‌های نادر همانند Pr, La و B یک کاتیون دو ظرفیتی مانند Sr و Ca است. در این میان منگنیت‌های نیم آرایش شده ($x=0.5$) به دلیل گذار فازهای چندگانه و جدایی فاز بیشتر مورد توجه هستند [۱و۲].

مقدمه
منگنیت‌ها دسته‌ای از اکسیدهای منگنز هستند که ساختار بلوری لایه‌ای یا پروسکایتی دارند و این ترکیبات به دلیل دارا بودن ویژگی‌های جالبی از جمله گذار فازهای مغناطیسی و الکتریکی، مغناطو مقاومت زیاد و... به لحاظ کاربردی حایز اهمیت می‌باشند. فرمول عمومی منگنیت‌های پروسکایتی به صورت $A_{1-x}B_x\text{MnO}_3$ است که در آن A یک کاتیون سه ظرفیتی از خاکی‌های نادر همانند Pr, La و B یک کاتیون دو ظرفیتی مانند Sr و Ca است. در این میان منگنیت‌های نیم آرایش شده ($x=0.5$) به دلیل گذار فازهای چندگانه و جدایی فاز بیشتر مورد توجه هستند [۱و۲].

است. روش ساخت در مرجع [۳] به‌طور مفصل توضیح داده شده است. به‌صورت مختصر فرایند ساخت به این صورت است که ابتدا این مواد مخلوط شده، سپس به‌صورت دستی سایش داده شدند. پودر به‌دست آمده توسط دستگاه آسیاب سیاره‌ای، سه بار و هر بار به مدت ۴۵ دقیقه آسیاب و سپس به مدت ۵ ساعت در دمای 600°C تکلیس شد. پودر به‌دست آمده از این مرحله، به صورت دستی آسیاب و از آن قرص ساخته شد. قرص‌ها به مدت ۵ ساعت در دمای 1350°C پخت داده شدند. ویژگی‌های ساختاری نمونه‌ها با استفاده از طیف پراش پرتو X مورد بررسی قرار گرفت. طیف‌ها توسط نرم افزار FULLPROF مورد تحلیل قرار گرفتند. پذیرفتاری مغناطیسی AC نمونه‌ها بر حسب دما به کمک دستگاه پذیرفتاری سنج AC مدل ۷۰۰۰ شرکت Lake-Shore اندازه‌گیری شد و مقاومت الکتریکی نمونه‌ها بر حسب دما با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج به روش چهار میله‌ای اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

شکل ۱، الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌ها با آلایش‌های مختلف را نشان می‌دهد و همان‌طور که مشاهده می‌شود نمونه‌ها با فاز تقریباً خالص تشکیل شده‌اند.



شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌ها.

نتایج XRD، توسط نرم‌افزار Fullprof تحلیل شدند. در شکل ۲ الگوی پراش پرتو ایکس نمونه $x=0.0075$ به‌همراه طیف

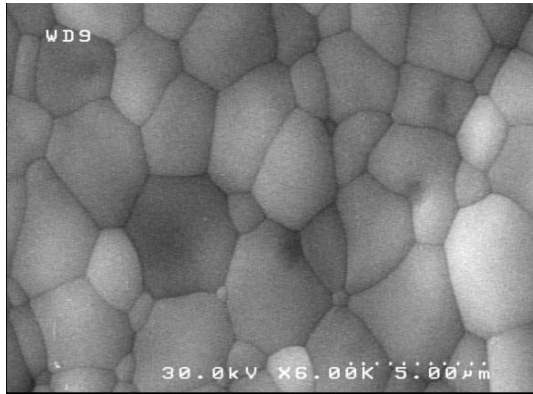
جدایی فاز به عوامل مختلفی از جمله دما، میدان مغناطیسی، اندازه‌ی دانه، روش ساخت و آلایش وابسته است. در مطالعه‌ی اخیر در منگنیت $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ جدایی فاز توسط منحنی پذیرفتاری مغناطیسی مشاهده شده است، این جدایی فاز توسط دمای کلوخه‌سازی یا به‌عبارت دیگر توسط اندازه‌ی دانه‌ها قابل کنترل است به‌طوری‌که در نمونه‌های با اندازه دانه‌ی کوچک‌تر، فاز فرومغناطیس غالب است درحالی‌که در نمونه‌های با دمای پخت بالاتر (دانه‌های بزرگ‌تر) فاز پادفرومغناطیس افزایش می‌یابد و منجر به پدیده‌ی جدایی فاز می‌شود [۳]. در ترکیب $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ علاوه بر جدایی فاز، نظم بار نیز دیده می‌شود. نظم بار حالتی در سیستم است که در آن یون‌های Mn^{3+} و Mn^{4+} به‌صورت نظم یافته‌ای در شبکه‌ی بلور قرار می‌گیرند. این نظم معمولاً در فاز پادفرومغناطیس رخ می‌دهد و به عوامل مختلفی مثل دما، آلایش و اندازه‌ی دانه وابسته است [۴]. یکی از عواملی که تاثیر زیادی بر نظم بار در این ترکیبات دارد، جای‌نشانی عناصر در جایگاه منگنز می‌باشد [۵]. علاوه بر این موارد در منحنی‌های مغناطیسی این مواد، پسماند گرمایی نیز دیده می‌شود. پسماند گرمایی به‌علت گذار فاز مرتبه اول است. در یک سیستم با گذار فاز مرتبه اول، انحراف ساختاری بسیار قابل ملاحظه است که اگر شدید باشد با پسماند گرمایی همراه است. گذار فاز مرتبه اول در سیستم‌های مختلفی مشاهده شده است و این گذار همراه با ویژگی‌های کاربردی زیادی است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به پدیده‌ی GMR، اثر مغناطوگرمایی و مغناطوتنگش اشاره کرد [۶].

در این پژوهش اثر آلایش Co بر رفتار پسماند گرمایی، ویژگی‌های مغناطیسی و ساختاری منگنیت $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ مورد بررسی قرار گرفته است.

ساخت و آزمایش

برای ساخت ترکیب $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ از مواد اولیه با خلوص ۹۹/۹٪ شامل استات لانتانیم $\text{La}(\text{OOCCH}_3)_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ ، استات منگنز $\text{C}_4\text{H}_6\text{MnO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ، نترات کلسیم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ، استات کبالت $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Co} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ و اسید سیتریک $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ با استوکیومتری مناسب، استفاده شده

FE-SEM مربوط به نمونه‌ی آلیش نشده را نشان می‌دهد و همان‌طور که مشاهده می‌شود دانه‌هایی با ابعاد در محدوده‌ی میکرومتر تشکیل شده است.

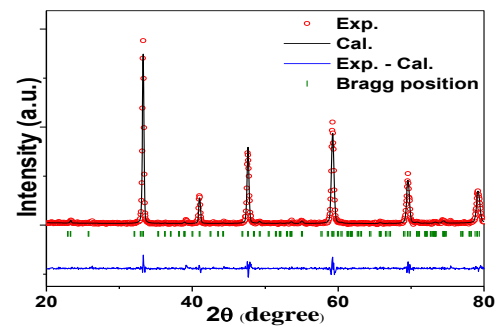


شکل ۴: تصویر FE-SEM نمونه‌ی آلیش نشده.

برای بررسی ویژگی‌های مغناطیسی، پذیرفتاری AC نمونه‌ها برحسب دما در میدان 800 A/m و بسامد 333 Hz اندازه‌گیری شده است. در شکل ۵-الف، مؤلفه حقیقی پذیرفتاری مغناطیسی برحسب دما برای نمونه‌ی آلیش نشده در دو حالت سرد و گرم شدن آورده شده است. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، این نمونه در حالت سرد شدن ابتدا وارد فاز فرومغناطیس می‌شود سپس در دماهای پایین‌تر این منحنی افت پیدا می‌کند که نشان‌دهنده‌ی پیدایش نظم بار است و پس از آن با کاهش بیش‌تر دما وارد فاز پادفرومغناطیس می‌شود [۲ و ۳].

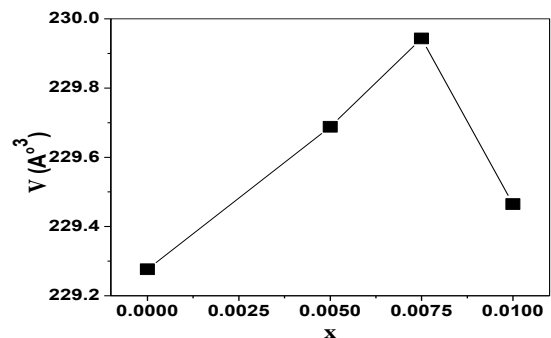
شکل ۵-ب، ج، و د به ترتیب منحنی پذیرفتاری مغناطیسی برای نمونه‌های $x=0.005$ ، $x=0.0075$ و $x=0.01$ در میدان 800 A/m را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود با افزایش میزان آلیش Co، نظم بار تضعیف می‌شود [۵]. همچنین در شکل ۵ دیده می‌شود که با افزایش میزان آلیش از $x=0$ تا $x=0.005$ ، جهت حلقه‌ی پسماند گرمایی تغییری نمی‌کند و منحنی سرد شدن بالاتر از منحنی گرم شدن قرار دارد اما با افزایش بیشتر میزان آلیش تا $x=0.0075$ و $x=0.01$ (شکل ۴-ج و د) جهت پسماند گرمایی معکوس شده و به‌صورت ساعتگرد می‌شود به‌طوری‌که منحنی سرد شدن پایین‌تر از منحنی گرم شدن قرار می‌گیرد. در حقیقت پسماند گرمایی به علت گذار فاز ساختاری است که یک گذار فاز مرتبه اول است. جهت حلقه‌ی پسماند گرمایی را رقابت بین تنش فشاری و تنش کششی تعیین می‌کند.

محاسبه شده توسط نرم افزار FULLPROF نشان داده شده است.



شکل ۲: تحلیل ریتولد نمونه $x=0.0075$

نتایج تحلیل ریتولد حاکی از آن است که نمونه‌ها دارای ساختار بلوری اورتورومبیک با گروه فضایی $Pnma$ هستند. حجم یاخته‌ی واحد نمونه‌ها از نتایج تحلیل ریتولد به‌دست آمد. شکل ۳، منحنی حجم یاخته واحد بر حسب میزان آلیش را نشان می‌دهد.



شکل ۳: منحنی حجم یاخته‌ی واحد بر حسب میزان آلیش.

همان‌طور که از منحنی مشخص است در ابتدا با افزایش آلیش از $x=0$ تا $x=0.0075$ ، حجم یاخته‌ی واحد افزایش یافته و پس از آن در نمونه‌ی $x=0.01$ ، حجم یاخته واحد کم شده است. از آنجا که شعاع یونی کبالت و منگنز به‌صورت Mn^{3+} (0.765 Å)، Co^{3+} (0.580 Å) و Mn^{4+} (0.530 Å) می‌باشند شاید بتوان نتیجه گرفت که در نمونه‌های با میزان آلیش‌های کم‌تر $x=0, 0.005, 0.0075$ ، یون‌های Co^{3+} به‌طور عمده جانشین Mn^{4+} شده‌اند اما در نمونه‌ی $x=0.01$ این یون‌ها به‌طور تصادفی در جایگاه‌های Mn^{3+} و Mn^{4+} جانشین شده‌اند [۷].

برای دستیابی به اطلاعاتی درمورد دانه‌بندی نمونه‌ها و ابعاد ذرات، از تصویر FE-SEM استفاده شد. شکل ۴، تصویر

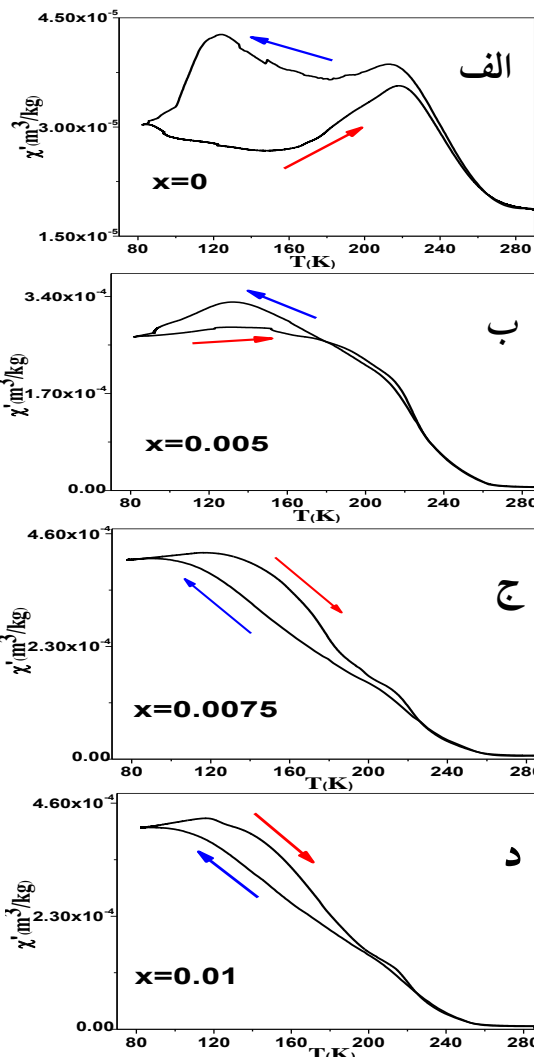
جانشین منگنز شده است. وجود میزان آلیش های بیشتر Co ($x=0.0075, 0.01$) در سیستم باعث می شود که هشت وجهی های MnO_6 دچار واپیچش شده، در نتیجه از یکدیگر فاصله گرفته و تنش کششی در سیستم ایجاد شود. وجود این تنش به تبدیل فاز پادرومغناطیس به فرومغناطیس در حالت گرم شدن سرعت می بخشد و باعث می شود که در گرم شدن افزایش پذیرفتاری مغناطیسی در دماهای بالاتری رخ دهد و جهت حلقه پسماند ساعتگرد شود. همان طور که در شکل ۴-ج و د هم مشاهده می شود منحنی گرم شدن بالاتر از منحنی سرد شدن قرار گرفته است و این به دلیل ایجاد تنش کششی در سیستم است [۸].

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد که همه ی نمونه های ترکیب $La_{0.5}Ca_{0.5}Mn_{1-x}Co_xO_3$ ($x=0, 0.005, 0.0075, 0.01$) دارای ساختار اورتورومبیک با گروه فضایی $Pnma$ می باشند. با افزایش میزان آلیش Co ، نظم بار تضعیف می شود. در منحنی پذیرفتاری مغناطیسی متناوب همه ی نمونه ها پسماند گرمایی دیده می شود و جهت حلقه ی پسماند برای نمونه های $x=0, 0.005$ به صورت پادساعتگرد و برای نمونه های $x=0.0075, 0.01$ به صورت ساعتگرد است.

مرجع ها

- [۱] Dagotto. E. et al; "Colossal Magnetoresistant Materials :The key role of phase separation"; *Physics Reports* **344**, (2001) 1-153.
- [۲] P.Levy. et al; "Controlled phase separation in $La_{0.5}Ca_{0.5}MnO_3$ "; *Phys. Rev. B* **62**, (2000) 6437.
- [۳] P. Amirzadeh. et al; "Phase separation and direct magnetocaloric effect in $La_{0.5}Ca_{0.5}MnO_3$ manganite"; *J.Appl.Phys* **113**, (2013) 123904.
- [۴] T. Sarkar. et al; "Crystal structure and physical properties of half-doped manganite nanocrystals of less than 100-nm size"; *Phys. Rev.B* **77**, (2008) 235112.
- [۵] T. S. Orlova. et al; "Universal effect of Mn-site doping on charge ordering in $La_{1/3}Ca_{2/3}MnO_3$ "; *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmmm.2013.04.061>(in press)
- [۶] R. Sandhunil Barman. et al; "First order magneto-structural phase transition and associated multi-functional properties in magnetic solids"; *J. Phys. Condens. Matter* **25**, (2013) 183201.
- [۷] S. D. Bhamé. et al; "Effect of disorder on the magnetic properties of $LaMn_{0.5}Fe_{0.5}O_3$ "; *Phys. Rev. B* **72**, (2005) 054426.
- [۸] J. Fan. et al; "Strain-driven inverse thermal hysteresis behavior in half-doped manganites"; *J. Phys. D: Appl. Phys* **41**, (2008) 105013.



شکل ۵: منحنی پذیرفتاری مغناطیسی AC بر حسب دما برای نمونه های با میزان آلیش های ($x=0, 0.005, 0.0075, 0.01$) در دو حالت سرد و گرم شدن.

در نمونه های $x=0, 0.005$ (شکل ۴-الف و ب) در حالت سرد شدن، سیستم ابتدا وارد فاز فرومغناطیس و پس از آن وارد فاز پادرومغناطیس می شود. از آن جا که پارامتر شبکه در حالت پادرومغناطیس کوچک تر از حالت فرومغناطیس است، در گذار فاز از حالت فرومغناطیس به پادرومغناطیس، تنش تراکمی در سیستم رخ می دهد. در گرم شدن وقتی سیستم از حالت پادرومغناطیس به فرومغناطیس می رود باید بر این تنش تراکمی غلبه کند، به همین دلیل گذار فاز پادرومغناطیس به فرومغناطیس در حالت گرم شدن در دماهای بالاتری رخ می دهد. تنش کششی وقتی در سیستم رخ می دهد که هشت وجهی های MnO_6 از یکدیگر فاصله بگیرند. با توجه به نتایج XRD، کبالت در نمونه ها

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تکنیک آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تکنیک آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تکنیک آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران