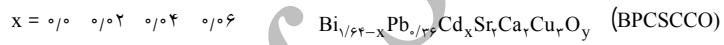


Bi

()

musavi_ebrahim@yahoo.co.uk :



Bi ۲۲۲۳

EDX SEM XRD

۲۷۰

Bi ۲۲۲۳

Bi

४०

اولین بار با الایش کادمیوم به جای Bi در ابررسانای $Pb_{0.26}Cd_xSr_yCu_zO_y$ ، $Bi_{0.64-x}$ ، که در آن 0.04% و 0.06% در x است نمونه هایی از آن ساخته و پذیرفتاری مغناطیسی آنها اندازه گیری گردید. به منظور بررسی ریزساختارها، با گرفتن الگوهای پراش اشعه X، تصاویر SEM و EDX، ریزساختار نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت.

برای ساخت نمونه‌های Bi_{1/64-x}Pb_{0/36}CdxSr_xCa_yCu_yO_y مقادیر معینی از پودرهای اولیه، CuO، CaCO₃، SrCO₃، CdO و Bi₂O₃ با درجهٔ خلوص بالا با نسبت‌های وزنی مناسب وزن شدن. پس از مخلوط کردن، پودرها به مدت یک ساعت آسیاب شدن. سپس اقدام به ساخت نمونه‌هایی با مقادیر کادمیوم x = 0/04 و 0/02، 0/0، 0/02، 0/04 و 0/06 گردید. برای پیشگیری از تشکیل

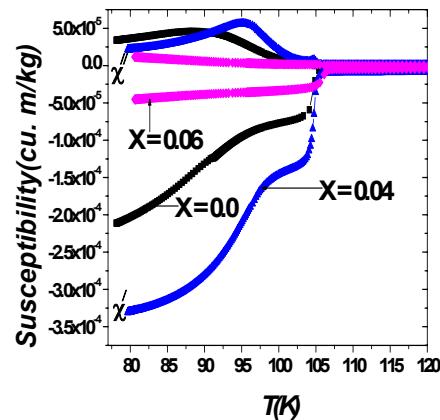
ابررسانای پایه بیسموت دارای سه فاز اصلی به صورت Bi-۲۲۰۱، Bi-۲۲۱۲ و Bi-۲۲۲۳ است. در بین این فازها، فاز Bi-۲۲۲۳ با دمای گذار بالاتر و توانایی آن در عبور جریان الکتریکی مورد توجه است [۱ و ۲]. برای تهیه نمونه ابررسانایی که دارای درصد بیشتر فاز Bi-۲۲۲۳ نسبت به سایر فازهای اصلی باشد شیوه‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. از آن جمله می‌توان فرایند پخت آرام و طولانی [۳ و ۴]، استوکیومتری عناصر با دقیق زیاد [۵]، نوع و مقدار آلایش نمونه توسط اتم‌های دیگر [۶، ۷] و دمای کلوخه‌سازی [۸] را نام برد. در این مقاله برای تهیه نمونه‌ها از هر یک از این شیوه‌ها استفاده شده است تا بتوان شرایط تشکیل فاز Bi-۲۲۲۳ را فراهم نمود. در این مقاله، با توجه به شرایط مطلوب جانشین سازی [۹] انتظار می‌رود با آلایش کادمیوم به جای Bi به توان درصد فاز Bi-۲۲۲۳ را افزایش داد. به همین خاطر برای

$$\chi_D = \frac{\chi}{(1-D\chi)} \quad (2)$$

که در آن برای نمونه استوانه‌ای که میدان مغناطیسی موازی محور آن است $D = 0$ می‌باشد [۱۰]. در نمونه‌های مکعب مستطیل مورد استفاده نیز به دلیل آنکه طول نمونه‌ها به مراتب بیش از عرض و ضخامت آن است، می‌توان نمونه‌ها را به طور تقریبی استوانه‌ای در نظر گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ها در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. از نمونه‌های ساخته شده، الگوهای پراش توسط دیفراکتومتر مدل PW1840 ساخت شرکت فیلیپس با آند مس و همچنین تصاویر SEM و EDX توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل ۱۴۵۵VP ساخت شرکت LEO تهیه گردید.

مشخصه‌یابی نمونه‌ها توسط پراش اشعه x انجام شد و به وسیله آن درصد فازها اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها و محاسبات در مرجع [۱۱] آورده شده است.

شکل ۱ پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌های K_{2}FeO_4 و $\text{K}_2\text{FeO}_4 - \text{K}_2\text{FeO}_4$ در زمان پخت ۲۷۰ ساعت را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که هر چند دمای گذار درون دانه‌ای آنها تقریباً یکسان می‌باشد، ولی گذار بین دانه‌ای نمونه‌ها در دماهای مختلف صورت می‌گیرد. به طوری که گذار بین دانه‌ای نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ نسبت به درصدهای دیگر ($x = 0/06$ و $x = 0/0$) در دماهای بالاتری صورت می‌پذیرد. بنابراین نتیجه گرفته شد که پیوند بین دانه‌ای در نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ بهتر از سایر نمونه‌های آلایش داده شده می‌باشد. با توجه به داده‌های XRD و پذیرفتاری مغناطیسی مشاهده می‌شود که برای نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/06$ ، نمونه تخریب شده است. علت تخریب، آن است که درصد فاز Bi-2212 در نمونه کاهش و فازهای Bi-2223 و همچنین فازهای ناخواسته افزایش می‌یابند. چون این فازها در مرزدانه‌ها قرار گرفته و مانند پیوندگاه‌های ضعیف عمل می‌کنند، لذا با افزایش آنها پیوند بین دانه‌ای تخریب می‌شود.

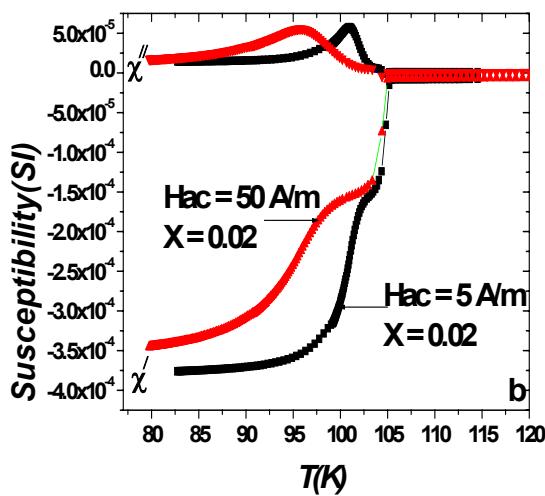


شکل ۱. وابستگی پذیرفتاری مغناطیسی به دما برای مقادیر متفاوت کادمیوم با زمان پخت ۲۷۰ ساعت در میدان 50 A/m

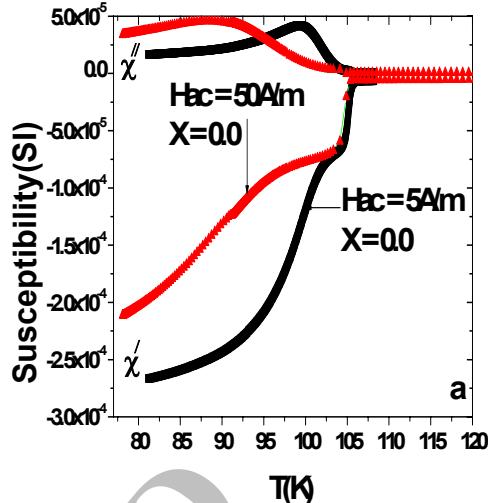
فازهای ناخواسته در طول فرایند ساخت، با استفاده از روش واکنش حالت جامد، عمل تکلیس که شامل یک گرمای دهی در دمای 820°C ، به مدت ۱۵ ساعت انجام گرفت. محصول تکلیس شده، به مدت ۳ ساعت آسیاب شد. میله‌ها و قرص‌هایی تحت فشار $25 \times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$ تهیه و درون کوره قرار گرفتند. مرحله کلوخه‌سازی در دمای 845°C با زمان‌های پخت متفاوت انجام گرفت. در مطالعه خواص مغناطیسی، از دستگاه پذیرفتارسنج متناوب (مدل ۷۰۰۰ ساخت شرکت Lake Shore) استفاده گردیده است. اصول این اندازه‌گیری بر پایه رانش شار مغناطیسی از داخل ابررسانا (اثر مایسنز) استوار است. هر گونه تغییر توزیع شار مغناطیسی (انرژی) در فضایی که نمونه در آن قرار دارد، می‌تواند یک ولتاژ القایی درون سیم پیچی که به دور نمونه پیچیده شده، ایجاد کند. این ولتاژ القایی با پذیرفتاری مغناطیسی نمونه (χ) متناسب است.

$$\nu = \frac{\chi VHf}{\alpha}, \quad (1)$$

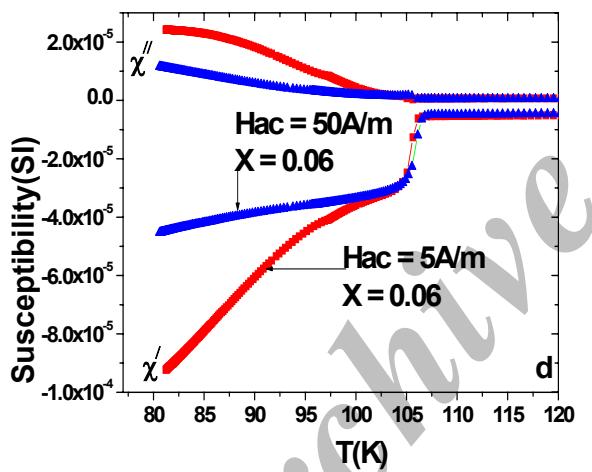
که در آن، V ولتاژ مؤثر اندازه‌گیری شده، χ پذیرفتاری مغناطیسی حجمی نمونه، H میدان مغناطیسی مؤثر، f فرکانس میدان متناوب و α ضریب درجه‌بندی دستگاه است. اگر نمونه دارای ضریب وامغناطیش باشد، مقدار پذیرفتاری به صورت زیر تغییر می‌کند.



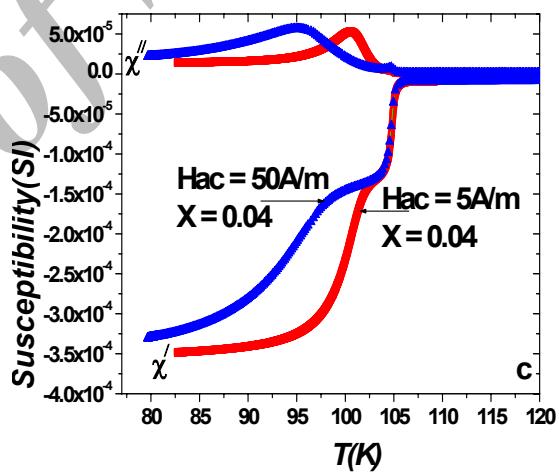
شکل ۲ (b). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابرسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_{x/24}\text{CdxSr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ با $x = 0/02$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .



شکل ۲ (a) منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابرسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_{x/24}\text{CdxSr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ با $x = 0/0$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .



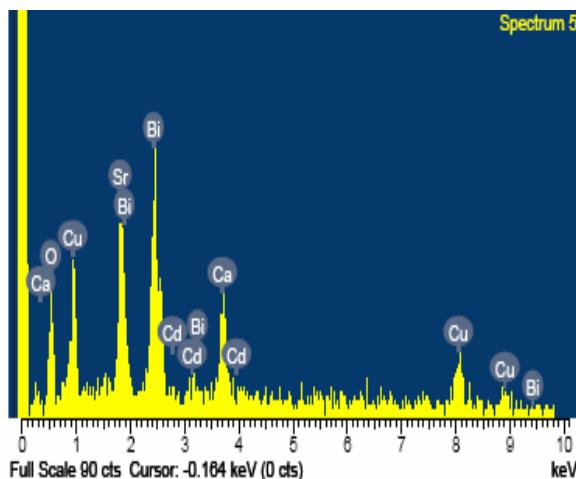
شکل ۲ (d). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابرسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_{x/24}\text{CdxSr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ با $x = 0/06$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .



شکل ۲ (c). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابرسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_{x/24}\text{CdxSr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ با $x = 0/04$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .

امر نشان دهنده کاهش اتلاف پس ماند است. شکل ۲(a) منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابرسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_{x/24}\text{CdxSr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ با $x = 0/0$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m همچنین از شکل‌های ۲(a)، (b)، (c)، (d) مشاهده می‌شود که پایداری فاز $\text{Bi}-223$ نسبت به افزایش

شکل‌های ۲(a)، (b)، (c)، (d) پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ای با مقادیر کادمیوم $0/06$ ، $0/02$ ، $0/04$ و $0/0$ در میدان‌های مختلف با زمان پخت 270°C ساعت را نشان می‌دهند. از این شکل‌ها ملاحظه می‌گردد که گذار فاز میان دانه‌ای شدیداً به دامنه میدان مغناطیسی ac وابسته است. کاهش میدان باعث انتقال تیزتر و باریک شدن قله بخش موهومی می‌شود، که این



شکل ۳. تصویر EDX از نمونه‌ای با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ با زمان پخت ۲۷۰ ساعت.

با استفاده از دستگاه پذیرفتارسنج، پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌های ابررسانای $\text{Bi}_{0.64-x}\text{Pb}_{0.26}\text{Cd}_x\text{Sr}_x\text{Ca}_x\text{Cu}_x\text{O}_y$ اندازه‌گیری گردید. با محاسبه درصد فازها و پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ها مشخص گردید که با افزایش مقدار کادمیوم تا $x = 0/04$ درصد فاز Bi_{2223} پیوند بین دانه‌ای و پایداری نمونه‌ها نسبت به افزایش میدان مغناطیسی افزایش و برای مقادیر کادمیوم $x > 0/04$ کاهش می‌یابد به طوری که بهترین نمونه، نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ و زمان پخت ۲۷۰ ساعت می‌باشد.

میدان مغناطیسی در نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ بهتر از سایر نمونه‌ها می‌باشد. علت این پایداری، آن است که پیوند بین دانه‌ای در نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ قوی‌تر بوده و با افزایش میدان، پیوند بین دانه‌ای در این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر تخریب می‌شود. نتایج آزمایش EDX از نمونه‌ها که یک نمونه از آنها در شکل ۳ نشان داده شده است، مشاهده می‌شود که هیچ گونه ناخالصی در نمونه‌ها وارد نشده است.

۷. سیدابراهیم موسوی قهفرخی، مرتضی زرگرسوشتی و منصور فربد، کنفرانس فیزیک ایران (۱۳۸۶) ۳۳۵.
8. T Uzumaki, K Yamanaka, N Kamehara and K Niwa, *Appl. Phys. Lett.* **54** (1989) 2253.
9. W Hume, "The Structure of Metals and Alloys", London (1969).
10. S Chikazumi, and S H Charap, "Physics of Magnetism", John Wiley, New York (1964).
11. سیدابراهیم موسوی قهفرخی، مرتضی زرگرسوشتی، مجله پژوهش فیزیک ایران، ۹، شماره ۱، (۱۳۸۸) ۴۹.

1. J Passai, M Lahtinen, J T Eriksson and M Polak, *Physica C* **259** (1996) 1.
2. M Ishizuka, and J Sakuraba, *Physica C* **433** (2006) 173.
3. J M Trascon, W R Mckinnon, P Barboux, D M Hwang and G W Hull, *Phys. Rev. B* **38** (1988) 8885.
4. T Hatano, K Aota, S Ikeda, K Nakamura and K Ogawa, *Jpn. J. Appl. Phys.* **27** (1988) L2055.
5. Y T Huang, C Y Shei, W N Wang, C K Chiang and W H Lee, *Physica C* **169** (1990) 27.
6. M Zargar Shoushtari, M R Kashian and H Yazdani, *Physica B* **321** (2002) 305.