

Bi

()

musavi_ebrahim@yahoo.co.uk :

	x = ۰/۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	$\text{Bi}_{1/64-x}\text{Pb}_{x/36}\text{Cd}_x\text{Sr}_7\text{Ca}_7\text{Cu}_7\text{O}_y$ (BPCSCCO)
Bi ۲۲۲۳					EDX SEM XRD
۲۷۰		Bi ۲۲۲۳			Bi ۰/۰۴

اولین بار با آرایش کادمیوم به جای Bi در ابررسانای $\text{Bi}_{1/64-x}\text{Pb}_{x/36}\text{Cd}_x\text{Sr}_7\text{Ca}_7\text{Cu}_7\text{O}_y$ که در آن ۰/۰۶ و ۰/۰۴، 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 نمونه های $\text{Bi}_{1/64-x}\text{Pb}_{x/36}\text{Cd}_x\text{Sr}_7\text{Ca}_7\text{Cu}_7\text{O}_y$ مقادیر معینی از پودرهای اولیه، CuO ، CaCO_3 ، SrCO_3 ، CdO ، PbO و Bi_2O_3 با درجه خلوص بالا با نسبت های وزنی مناسب وزن شدند. پس از مخلوط کردن، پودرها به مدت یک ساعت آسیاب شدند. سپس اقدام به ساخت نمونه هایی با مقادیر کادمیوم ۰/۰۶ و ۰/۰۴، ۰/۰۲، ۰/۰۰ گردید. برای پیشگیری از تشکیل

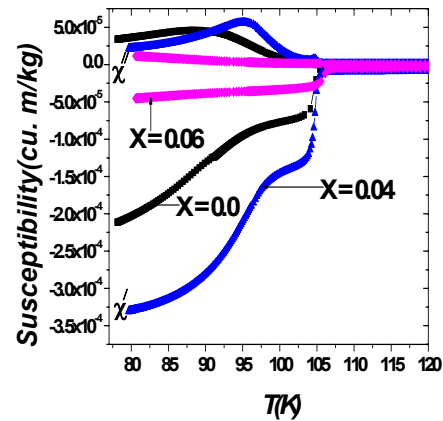
ابررسانای پایه بیسموت دارای سه فاز اصلی به صورت $\text{Bi}-2201$ ، $\text{Bi}-2212$ و $\text{Bi}-2223$ است. در بین این فازها، فاز $\text{Bi}-2223$ با دمای گذار بالاتر و توانایی آن در عبور جریان الکتریکی مورد توجه است [۱ و ۲]. برای تهیه نمونه ابررسانایی که دارای درصد بیشتر فاز $\text{Bi}-2223$ نسبت به سایر فازهای اصلی باشد شیوه های متفاوتی پیشنهاد شده است. از آن جمله می توان فرایند پخت آرام و طولانی [۳ و ۴]، استوکیومتری عناصر با دقت زیاد [۵]، نوع و مقدار آرایش نمونه توسط اتم های دیگر [۶، ۷] و دمای کلوخه سازی [۸] را نام برد. در این مقاله برای تهیه نمونه ها از هر یک از این شیوه ها استفاده شده است تا بتوان شرایط تشکیل فاز $\text{Bi}-2223$ را فراهم نمود. در این مقاله، با توجه به شرایط مطلوب جانشین سازی [۹] انتظار می رود با آرایش کادمیوم به جای Bi به توان درصد فاز $\text{Bi}-2223$ 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 PW۱۸۴۰ 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 $x = 0/0$ ، $0/04$ و $0/06$ در زمان پخت ۲۷۰ ساعت را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که هر چند دمای گذار درون دانه‌های آنها تقریباً یکسان می‌باشد، ولی گذار بین‌دانه‌های نمونه‌ها در دماهای مختلف صورت می‌گیرد. به طوری که گذار بین دانه‌های نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ نسبت به درصد‌های دیگر ($x = 0/0$ و $0/06$) در دماهای بالاتری صورت می‌پذیرد. بنابراین نتیجه گرفته شد که پیوند بین‌دانه‌ای در نمونه با مقدار کادمیوم $x = 0/04$ بهتر از سایر نمونه‌های آلیس 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-۲۲۲۳ در نمونه کاهش و فازهای Bi-۲۲۰۱، Bi-۲۲۱۲ و همچنین فازهای ناخواسته افزایش می‌یابند. چون این فازها در مرز دانه‌ها قرار گرفته و مانند پیوندگاه‌های ضعیف عمل می‌کنند، لذا با افزایش آنها پیوند بین‌دانه‌ای تخریب می‌شود.

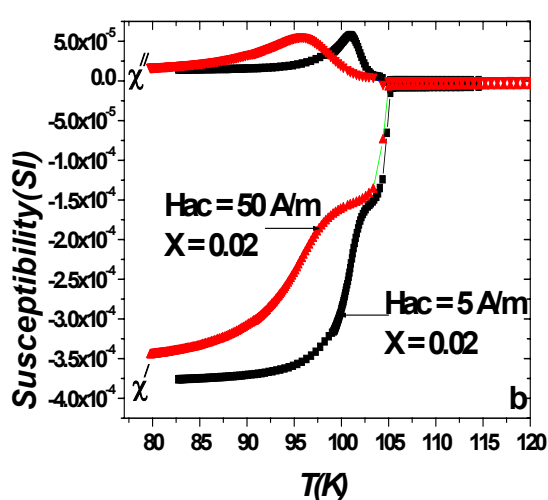


شکل ۱. وابستگی پذیرفتاری مغناطیسی به دما برای مقادیر متفاوت کادمیوم با زمان پخت ۲۷۰ ساعت در میدان 50 A/m .

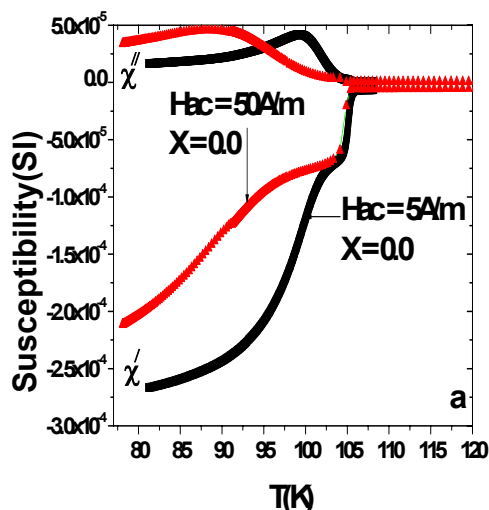
فازهای ناخواسته در طول فرایند ساخت، با استفاده از روش واکنش حالت جامد، عمل تکلیس که شامل یک گرما دهی در دمای 820°C ، به مدت ۱۵ ساعت انجام گرفت. محصول تکلیس شده، به مدت ۳ ساعت آسیاب شد. میله‌ها و قرص‌هایی تحت فشار $25 \times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$ تهیه و درون کوره قرار گرفتند. مرحله کلوخه‌سازی در دمای 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 ابرسانا (اثر مایسنر) استوار است. هر گونه تغییر توزیع شار مغناطیسی (انرژی) در فضایی که نمونه در آن قرار دارد، می‌تواند یک ولتاژ القایی درون سیم‌پیچی که به دور نمونه پیچیده شده، ایجاد کند. این ولتاژ القایی با پذیرفتاری مغناطیسی نمونه (χ) متناسب است.

$$v = \frac{\chi V H f}{\alpha} \quad (1)$$

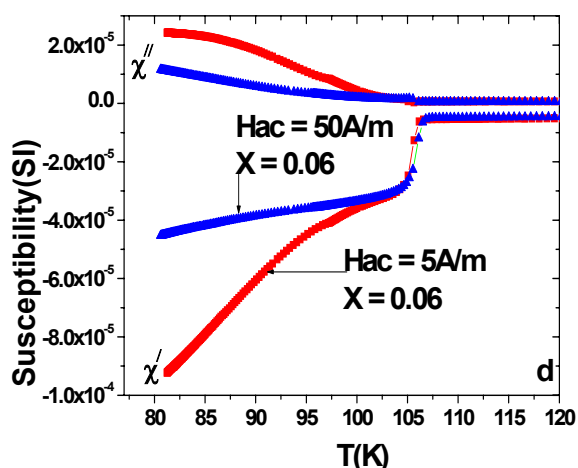
که در آن، v ولتاژ مؤثر اندازه‌گیری شده، χ پذیرفتاری مغناطیسی حجمی نمونه، V حجم نمونه، H میدان مغناطیسی مؤثر، f فرکانس میدان متناوب و α ضریب درجه‌بندی دستگاه است. اگر نمونه دارای ضریب وامغناطش باشد، مقدار پذیرفتاری به صورت زیر تغییر می‌کند.



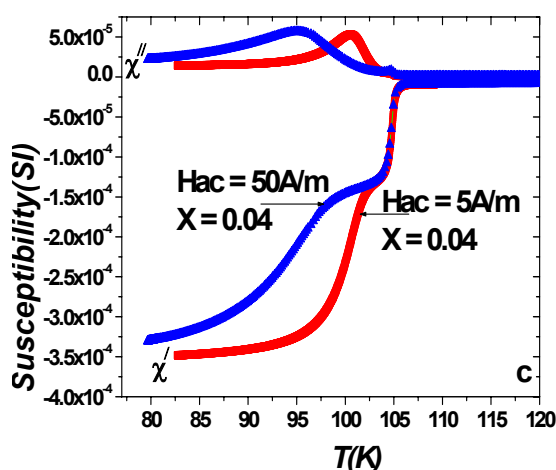
شکل ۲ (b). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابررسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.02}\text{Sr}_{0.02}\text{Ca}_{0.02}\text{Cu}_{0.02}\text{O}_y$ با $x = 0.02$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .



شکل ۲ (a). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابررسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.00}\text{Sr}_{0.00}\text{Ca}_{0.00}\text{Cu}_{0.00}\text{O}_y$ با $x = 0.00$ 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 ابررسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.06}\text{Sr}_{0.06}\text{Ca}_{0.06}\text{Cu}_{0.06}\text{O}_y$ با $x = 0.06$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .

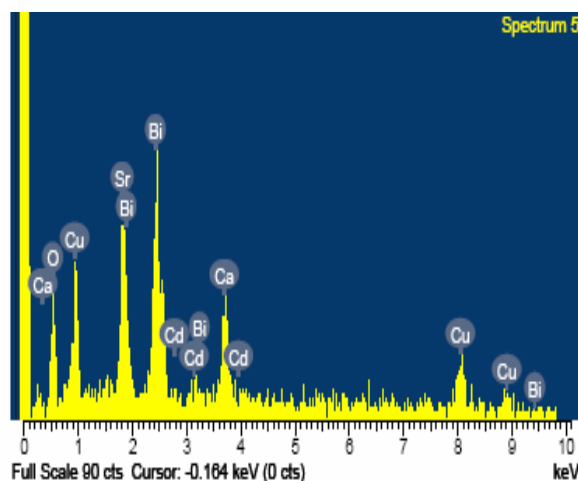


شکل ۲ (c). منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابررسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.04}\text{Sr}_{0.04}\text{Ca}_{0.04}\text{Cu}_{0.04}\text{O}_y$ با $x = 0.04$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m .

امر نشان دهنده کاهش اتلاف پس ماند است.

شکل ۲ (a) منحنی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی نمونه ابررسانای $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.00}\text{Sr}_{0.00}\text{Ca}_{0.00}\text{Cu}_{0.00}\text{O}_y$ با $x = 0.00$ و زمان پخت 270°C ساعت بر حسب دما به ازای میدان‌های 5 A/m و 50 A/m و همچنین از شکل‌های ۲ (a)، (b)، (c)، (d) مشاهده می‌شود که پایداری فاز $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_{0.00}\text{Sr}_{0.00}\text{Ca}_{0.00}\text{Cu}_{0.00}\text{O}_y$ نسبت به افزایش

شکل‌های ۲ (a)، (b)، (c)، (d) پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌هایی با مقادیر کادمیوم 0.00 ، 0.02 ، 0.04 و 0.06 در میدان‌های مغناطیسی 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 موهمی 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 $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cd}_x\text{Sr}_y\text{Ca}_z\text{Cu}_w\text{O}_y$ اندازه‌گیری گردید. با محاسبه درصد فازها و پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ها مشخص گردید که با افزایش مقدار کادمیوم تا $x = 0/04$ درصد فاز $\text{Bi} - 2223$ ، 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. سید ابراهیم موسوی قهفرخی، مرتضی زرگروشتری و منصور فرید، 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).
۱۱. سید ابراهیم موسوی قهفرخی، مرتضی زرگروشتری، مجله پژوهش فیزیک ایران، ۹، شماره ۱، ۴۹ (۱۳۸۸).

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.