مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، (JSIAU)
شماره ٦٣ بهار ١٣٨٦

ساخت و بررسی ابررسانا گرم بر پایه بیسموت

حبیب حمیدی نژاد*
گروه فیزیک، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران
محمد صالحی
گروه فیزیک، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

Archive of SID

چکیده

در این مقاله علاوه بر توضیح چگونگی ساخت نمونه های ابررسانای گرم بر پایه بیسموت با فرمول عمومی $Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+4}(n=1,2,3)$ تاثیر پارامترهای مختلف سنتز همچون دما و زمان تکلیس، فشار لازم برای تهیه نمونه ها، همچنین دما و زمان کلوخه سازی در نمونه های مختلف را مورد بررسی قرار می دهیم. مطالعات XRD روی نمونه ها و اندازه گیری الکتریکی دمای بحرانی و پهنای گذار تائیدی بر حضور توام دو فاز ۲۲۱۲ و ۲۲۲۳در نمونه ها می باشد که با تغییر پارامترهای ساخت می توان این نسبت را تغییر داد. ساخت نمونه ها در دانشگاه تبریز، اندازه گیری الکتریکی در دانشگاه صنعتی شریف و XRD در سازمان زمین شناسی غرب کشور انجام شد.

واژه های کلیدی **: ابر رسانا، بیسموت، زمان تکلیس، کلوخه سازی**

* عخده دار مکاتبات

www.SID.ir

مقدمه:

پس از کشف ابررسانایی، کوششهای فراوانی برای یافتن عناصر و ترکیبات ابررسانا با دمای بحرانی بالا انجام گرفت. در اواخر سال ۱۹۸٦ نمونه هایی از ابررسانا بر پایه $La-Sr-Cu-O$ با دمای گذار ٤۰k تهیه گشت. پس از آن گذار بالاتر از ۸۰k در سیستم $Y-Ba-Cu-O$ مشاهده شد[۱] و گزارشهایی درباره ابررسانای جدید در سیستمهای $Bi-Sr-Ca-Cu-O$ با دمای گذار تا ۱۱۰k و در $Tl-Ba-Ca-Cu-O$ بادمای گذار بالای k ۱۲۰انتشار یافت[۲] .در سیستمهای $Bi-Sr-Ca-Cu-O$ همزمان دو فاز ابررسانا با دمای گذار بالا مشاهده می شود. فاز $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ (۲۲۲۳) و فاز $Ba_2Sr_2Ca_1Cu_2O_8$ (۲۲۱۲) که به ترتیب دارای دماهای گذار k ۱۱۰ و k ۸۵ می باشند[۳]. در ۲۲۱۲ لایه های دو تایی و در ۲۲۲۳ لایه های سه تایی اکسید مس وجود دارد. لایه های اکسید مس بیشتر دمای گذار را بالا می برد بنابراین با افزایش درصد فاز ۲۲۲۳ نسبت به ۲۲۱۲ نمونه هایی با دمای گذار بالاتر خواهیم داشت[٤]. ما در این کار، چند ترکیب بر پایه بیسموت دارای دمای بحرانی بالاتر از نقطه جوش نیتروژن مایع تهیه کرده و این دمای بحرانی را اندازه گرفته ایم. علاوه بر این با مطالعات XRD و اندازه گیری پارامترهای بلوری تاثیرعوامل ساخت برنسبت دو فاز را بررسی نموده ایم.

روش تهیه نمونه ها:

برای تهیه نمونه ها از روش واکنش حالت جامد استفاده شد. ابتدا پودر $CaCo_3$، $SrCo_3$، Bi_2O_3 و CuO هر کدام با درجه خلوص٪ ۹۹/۹۹ را تا دمای ^0c ۹٤۰ خشک نمودیم. پس از توزین پودرها با دقت (mg)۰/۱ در همان حالت خشک آنها را مخلوط کرده و سپس این مخلوط را با حضور ایزو پروپیل الکل – به عنوان چسباننده – با هاون آسیاب کردیم. استفاده از ایزو پروپیل الکل باعث می شود که مخلوط همگن تری از مواد اولیه فراهم شود و این مواد در حین واکنشهای حالت جامد، ذوب نشده و فرایندها در همان حالت جامد انجام شوند. هر چه مخلوط اولیه همگن تر باشد واکنش سریعتربه فاز ابررسانا می رسد. بعد ازاینکه مخلوط به دست آمده خوب خشک شد، آن را دوباره می سابیم تا عمل اختلاط بهبود یابد. سپس مخلوط را تحت فشارهای ۱ تا ۳ تن بر سانتیمتر مربع به شکل قرصهایی به ضخامت ۱ تا ۲ میلی متر تبدیل می کنیم. قرصهای تهیه شده باید در چند مرحله تحت تاثیر عملیات حرارتی تکلیس و کلوخه سازی قرار گیرند.

مرحله تکلیس توسط کوره الکتریکی با محفظه مکعبی در هوا با فشار یک اتمسفر انجام می شود. در این مرحله ابتدا دمای کوره را در هر ده دقیقه ۱۰ درجه سانتی گراد بالا می بریم تا به ۳۰۰ درجه سانتی گراد برسد، سپس درهر ۳ دقیقه ۵ درجه سانتی گراد دمای آن را افزایش می دهیم تا به دمای ۸۲۰–۸۱۰ درجه سانتی گراد برسد. تکلیس باعث انحلال گرمایی می شود، به طوری که ابتدا در دماهای پایین آب و در دماهای بالاتر

Archive of SID

www.SID.ir

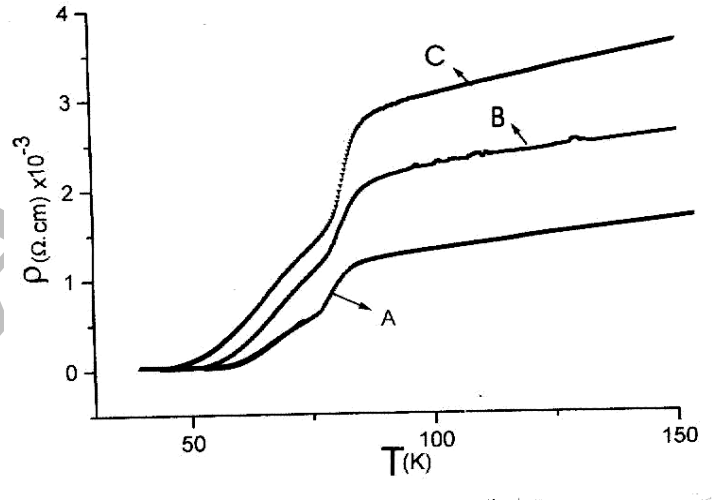
اکسیژن و گازهای Co_2 از مواد خارج می شود. نمونه ها در دمای مورد نظراز ١٦ تا ٢٠ ساعت نگه داشته می شوند و بعد ازاین مدت دمای کوره را به همان ترتیبی که بالا بردیم، پایین می آوریم.

مرحله کلوخه سازی مهمترین مرحله ساخت نمونه های ابررسانا است. در واقع در این مرحله است که فاز ابر رسانایی و سلولهای واحد ارتورمبیک ایجاد می شود. کلوخه سازی توده سرامیکی باعث می شود که خلل و فرج توده های سرامیکی حذف شود. در این مرحله ابتدا تراکم مکانیکی بین ذرات منجر به حرکت سطح دانه ها شده و بدون چروکیدگی و انقباض توده ها کانال هایی بین دانه ها ایجاد می شود که سبب خروج گازهای گیر افتاده در میان دانه ها می شود و در نهایت انقباض توده ها با نو آرایی ذرات و تشکیل سرامیک همراه است.

نتایج تجربی:

١- اندازه گیریهای الکتریکی

دمایی که در آن مقاومت ویژه الکتریکی یک ابررسانا صفر می شود دمای بحرانی ابررسانا نامیده می شود. برای اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب دما یعنی $\rho_{(T)}$ از روش چهار میله ای استفاده شد تا مقاومت سیمها حذف گردد. دراین روش چهار اتصال برای اندازه گیری مقاومت ویژه لازم است و باید نمونه ها را به صورت مکعب مستطیل در آورد. به این منظور یک قطعه مکعب مستطیل ازداخل قرصها برش دادیم. مقاومت الکتریکی کلیه نمونه ها با استفاده از جریانی درحد میلی آمپر اندازه گیری شد که نمودارها ی مربوطه درشکل ١آورده شده اند.



شکل ١ : منحنی های دمای گذار

Archive of SID

www.SID.ir

همانطور که در شکل ۱ دیده می شود مقاومت ویژه شروع گذار، دمای گذار و پهنای گذار نمونه ها متفاوت می باشد که به روند ساخت نمونه ها مربوط است. مشخصه های ساخت و پارامترهای اندازه گیری شده در جدول ۱ آمده است.

جدول۱- مشخصه های ساخت

نمونه	دمای تکلیس	زمان تکلیس	فشار	دمای کلوخه سازی	زمان کلوخه سازی	دمای شروع گذار	پهنای گذار
A	۸۲۰	۱۸	۲	۸۵۵	۷۲	۳۵/۸۷	۵۳/۳۱
B	۸۱۰	۱۶	۳	۸۳۰	۸۵	۳۹/۸۹	٤۹/۳۷
C	۸۱۵	۳۰/۱۸	۱	۸٤۵	٦۵	۳۳/۹۰	٦۱/٤٤

۲- بررسی نقشه های پراش پرتو

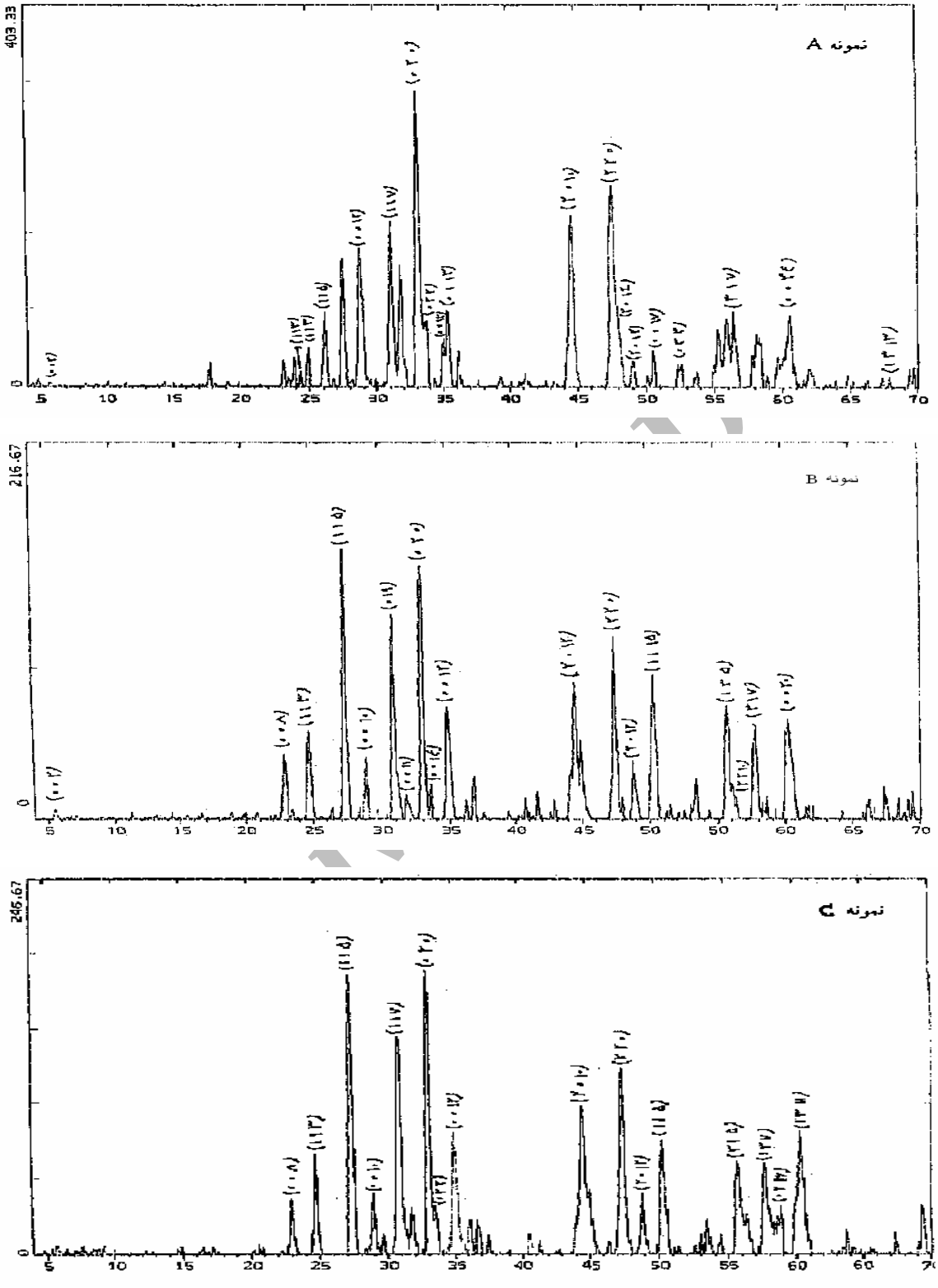
شناسایی قله های مربوط به هر فاز، با استفاده از مقادیر d داده شده مربوط به شاخصهای میلر و همچنین زاویه 2θ به دست آمده از نقشه های پراش، انجام می شود. هیچ یک از قله های مربوط به مواد اولیه در طیف پرتوX نمونه های ساخته شده وجود ندارد. بررسی نقشه پراش در مورد فازهای L وH نشان می دهد که نسبت H به L تحت شرایط مختلف سنتز متغیر است. نقشه پراش نمونه های A ، B و C نشان می دهد نسبت فاز H به L در نمونه C بیشتر از B ودر نمونه B بیشتر از A است که منحنی مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب دمای این نمونه ها (شکل ۱) نیز این مطلب را تایید می کند. ابعاد سلول واحد در هر دو فاز محاسبه گردیده و میانگین آنها در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۲- ابعاد سلول واحد

		A	B	C
فاز H	a	۳۷٦/۵	۳۸۹/۵	٤۱۱/۵
	b	٤۱٦/۵	٤۱۸/۵	٤۱٦/۵
	c	۱۸٤/۳۷	۲۹٦/۳۷	۸۳۲/۳۷
فاز L	a	۳۹۳/۵	٤۲۵/۵	٤۳۲/۵
	b	٤۰۲/۵	۳۹۸/۵	٤۱۱/۵
	c	۷۷۵/۳۰	۸۸۳/۳۰	٦۹۰/۳۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نقشه های پراش نمونه های B،A وC

www.SID.ir

نتیجه گیری

۱- از بررسی منحنی های دمای گذار (شکل ۱) در می یابیم که مقاومت ویژه حالت رسانش، نرمال فلزی بوده و تا دمای شروع گذار به طور خطی با دما کاهش می یابد.

۲- دمای کلوخه سازی باید در یک بازه مشخص باشد. زیرا در دمای کمتر از آن ترکیب مواد به خوبی انجام نمی شود و دمای بیشتر از آن سبب ذوب شدن مواد و عدم واکنش در حالت جامد خواهد شد. با توجه به جدول ۱ افزایش دمای کلوخه سازی سبب کاهش پهنای گذار نمونه شده اما کاهش زمان کلوخه سازی به کمتراز ۷۲ ساعت پهنای گذار را افزایش می دهد.

۳- با افزایش فشار و زمان تکلیس می توان نسبت فاز H به L را افزایش داد و ابررسانایی، با دمای بحرانی بالاتر به دست آورد.

سپاسگزاری

از سرکار خانم دکترنوشین برادران برای کمک در تهیه نمونه ها وآقای دکتر محمد اخوان جهت اندازه گیری مقاومت الکتریکی نمونه ها تشکرمی کنیم.

Reference:

1- Ku, H., Tai, M. and Hsu, S., *Condensed Matter Physics*, **27**, 145 (1988)
2- Lio, H., Duo, S., Kviz, M., Ton, N. and Sorrel, C., *Phys. Rev. B*, 5266 (1989)
3- Lin, E. and Person, M., *Supercond Sci Technol*, 198**,** (1988)
4- Xi, Z., Ji, C. and Zhou, L., *Solid State Commun* , **72**, 1015 (1989)

Archive of SID

www.SID.ir