جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

Archive of SID

بررسی تاثیر آلایش بر خواص و تعیین محل جانشینی Cr بجای Cu در ساختار Gd123

بازرگان ، صمد[۱]؛جوانمرد، حسین [۱] ؛اخوان ، محمد[۱]

[۱] آزمایشگاه تحقیقاتی مغناطیس ، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

خواص ساختاری و الکتریکی ترکیبات $GdBa_2Cu_{3-x}Cr_xO_{7-\delta}$ با آلایشهای ($0 \le x \le 0.3$) مطالعه گردیده است. آنالیز ریتولد بر روی طیف اشعه x مواد با آلایشهای مختلف انجام و نتایج آن بررسی گردیده است. با افزایش میزان آلایش، دمای گذار از 92°K برای x=0 به 22°K برای x=0.3 کاهش یافته است، که نشاندهنده تاثیر شدید این جانشینی بر حالت ابررسانایی ماده دارد. دو احتمال جانشینی در صفحه یا زنجیره، برای این تخریب شدید مطرح شده و مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

Effects of doping Cr for Cu on physical properties and locating it in Gd123

Bazargan, Samad[1]; Javanmard, Hossein[1] ; Akhavan, Mohammad[1]

[1]*Magnetic Research Laboratory (MRL), Physics Department, Sharif University of Technology, Tehran*

Abstract

Structural and electrical properties of $GdBa_2Cu_{3-x}Cr_xO_{7-\delta}$ for $0 \le x \le 0.3$ has been studied. Rietveld refinement has been done on samples with different doping extents and its results have been investigated. Transition temperature, T_c , has been dropped from 92°K for x=0 to 22°K for x=0.3 which reflects the strong effect of this doping on superconductivity of this phase, also probability of two distinct substitutions in chain or plane has been argued.

PACS No. 74

مقدمه

با توجه به نقش کلیدی‌ای که مس در بروز ابررسانایی در کوپراتها دارد، جانشین‌کردن مس با عناصر واسطه 3d، هم‌دوره با مس، شاید موثرترین روش برای کشف و بررسی بیشتر نقش مس در ابررسانایی ساختار ۱۲۳ باشد. انتخاب این عناصر بدلیل اندازه یونی و ساختار اوربیتالی مشابه آنها با مس است.

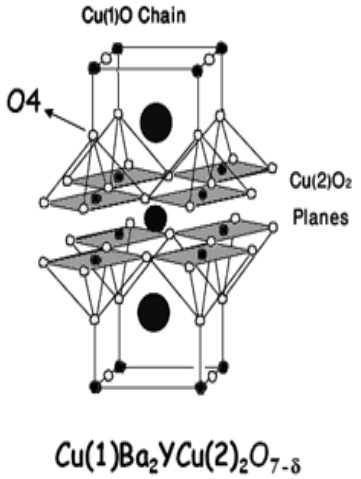
تحقیقات فراوانی بر روی جانشینی مس در ساختار ۱۲۳ با تعداد زیادی از عناصر انجام شده‌است[۱،۲] و از جمله مواردی که در این جاشینی‌ها مورد توجه بوده‌است، محل جانشینی این عناصر است؛ چون در ساختار ۱۲۳ دو مکان Cu1 و Cu2 وجود دارد ، شکل۱، و نقش مس در این دو محل بسیار متفاوت است، در نتیجه بسته به اینکه آلایش موردنظر در کدام محل قرارگیرد، اثرات متفاوتی بر خواص ماده خواهد داشت. با جانشینی بجای Cu2 که در صفحه قراردارد، نظم مغناطیسی موجود در صفحات تغییر می‌کند و بسته به ممان مغناطیسی ایجاد شده در مکان یون، علاوه بر تغییر باندهای انرژی، شکست جفت مغناطیسی نیز مطرح می‌شود که موجب تضعیف جفت‌شدگی الکترونها و افت دمای گذار می شود؛ در حالیکه در جانشینی بجای Cu1 که در زنجیره قراردارد، به دلیل فاصله زیاد از صفحات که دارای بیشترین احتمال حضور جفت‌های کوپر هستند، این اثرات به‌صورت ضعیفتری مطرح هستند.

علاوه بر محل جانشینی، سازوکارها تاثیر این ناخالصیها بر ابررسانایی نیز از مسایل مورد توجه است که چهار توضیح مهم برای تخریب ابررسانایی با آلایش مطرح است[۲] ؛ یکی میزان بی‌نظمی ساختاری است که این آلاییدگی بوجود می‌آورد؛ دوم تاثیر این آلایش بر روی میزان حاملین ابررسانایی است که در کوپراتها، حفره‌هایی هستند که توسط اکسیژن‌های زنجیره در صفحات بوجود می‌آیند. پس آلاییدگی می‌تواند با تغییر میزان

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

Archive of SID

اکسیژن‌ها، بر روی تعداد حاملین در ماده تاثیر بگذارد؛ سوم شکست جفت مغناطیسی است که برای یونهایی که دارای ممان مغناطیسی هستند یا با برهم زدن نظم مغناطیسی سیستم، باعث بوجود آمدن ممان میشوند، مطرح است؛ چهار حالت اکسیداسیون آلاییدگی است که به دلیل چند ظرفیتی بودن عناصر واسطه مطرح شده‌است.



شکل۱:ساختار بلوری YBCO

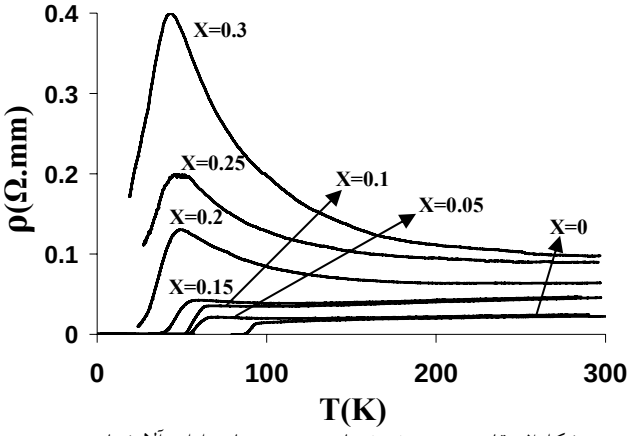
روش آزمایش

نمونه‌های $GdBa_2Cu_{3-x}Cr_xO_{7-\delta}$ به ازای آلایشهای x=0,0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3 به روش استاندارد حالت جامد ساخته شدند. در ابتدا پودرهای Gd2O3, BaCO3, CuO, Cr_2O_3 با خلوص ۹۹,۹ با ترکیب جرمی مناسب با یکدیگر مخلوط شده و به‌مدت ۱-۲ ساعت ساییده شدند تا در ریزترین اندازه ممکن با هم مخلوط شده و همگن شوند سپس در دمای°C ۸۵۰ برای مدت ۲٤ ساعت تکلیس شدند و برای رسیدن به کیفیت مطلوب‌تر مراحل سایش و تکلیس دوباره تکرار شدند. پودرهای بدست آمده تحت فشار ton/cm^2 ۱۰ بصورت قرص پرس شدند و در دمای C °۹۳۰ بمدت ۳٦ ساعت تحت شارش اکسیژن کلوخه‌سازی شدند. سپس با آهنگ C/min ° ۱۰ دمای کوره تا دمای اتاق پایین آمده و برای جذب اکسیژن، در دماهای °C ٦٥٠ و ٥٥٠ و٤٥٠ هر یک بمدت ۱ ساعت، نمونه‌ها تحت شارش اکسیژن نگه داشته شدند. طیف اشعه X نمونه‌های ساخته شده گرفته شد و تشکیل ساختار 123 در نمونه‌ها تایید شد. همچنین بر روی داده‌های XRD آنالیز ریتولد صورت گرفت.

مقاومت الکتریکی نمونه‌ها با استفاده از روش چهار میله‌ای و استفاده از Lock-in Amplifier اندازه‌گیری شد و با استفاده از یخچال هلیوم، اندازه‌گیری مقاومت از دمای اتاق تا °K ۲۰ انجام شد و تغییرات رفتار مقاومت بر حسب دمای نمونه‌ها بدست آمد.

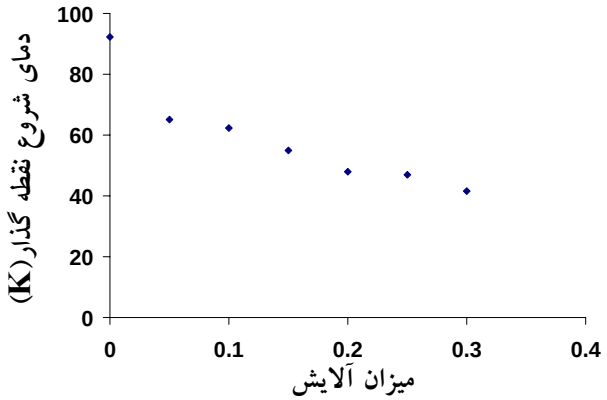
نتایج و بحث

با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی نمونه‌ها، نتایج شکل۲ بدست آمده‌است.



شکل۲: مقاومت ویژه نمونه‌ها بر حسب دما به ازای آلایشهای x=0,0.05,0.1,0.15,0.2,0.25,0.3 .

همانگونه که از شکل۲ پیداست با ورود آلایش Cr یک کاهش شدید در دمای گذار بوجودآمده‌است که با ادامه آلایش، این افت با آهنگ کمتری ادامه یافته است(شکل۳). همچنین پهنای گذار هم افزایش یافته است، که در جدول۱ آمده است.



شکل۳: میزان افت دمای نقطه شروع گذار با آلایش Cr بجای Cu.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

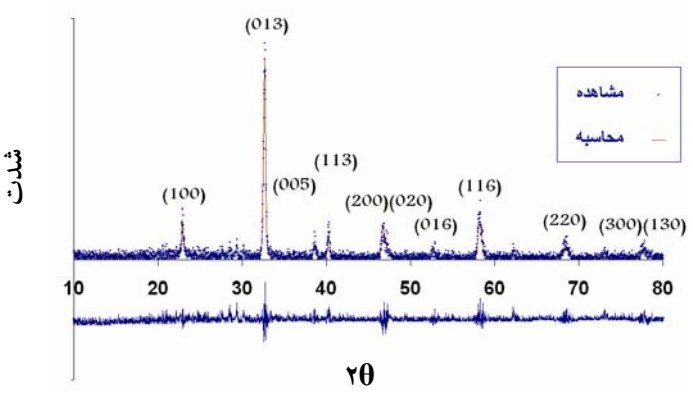
Archive of SID

پهنای گذار	دمای گذار	دمای شروع گذار	میزان آلایش
۳.۹۹	۹۰.۰۹	۹۲.۳۱	۰
۷.۷۷	۵۶.۸۱	۶۲.۳۲	۰.۰۵
۷.۸۱	۵۸.۹۵	۶۵.۱۱	۰.۱
۱۱.۴۴	۴۶.۳۶	۵۴.۹۸	۰.۱۵
۳۷.۰۱	۳۵.۳۴	۴۷.۹۹	۰.۲
نامعلوم	نامعلوم	۴۶.۹۸	۰.۲۵
نامعلوم	نامعلوم	۴۱.۵۸	۰.۳

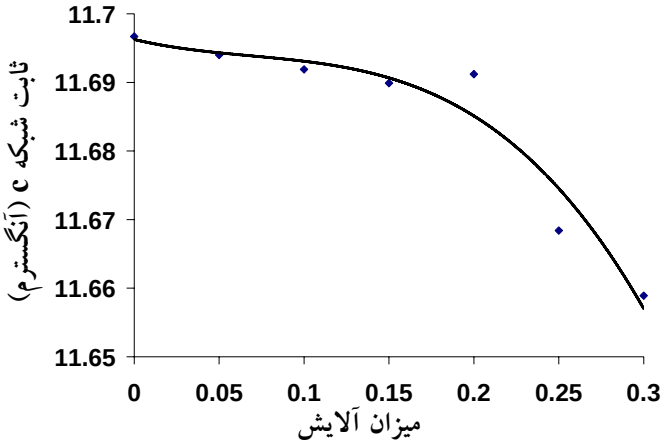
جدول۱:دمای شروع گذار که دمای نقطه شروع افت شدید مقاومت است و دمای گذار که در آن دما، مقاومت به نصف مقدار آن در نقطه شروع گذار می‌رسد و پهنای گذار که اختلاف دما در ۱۰٪ و ۹۰٪ مقدار مقاومت در نقطه شروع است بر حسب میزان Cr آلاییده.

برای بررسی تشکیل فاز ۱۲۳ طیف اشعه X گرفته شده و با استفاده از نرم‌افزار ظریف سازی ریتولد، طیف محاسباتی نیز بدست آمده است. این نرم‌افزار برای یافتن ثابتهای شبکه، طیف محاسباتی را با طیف تجربی مقایسه کرده و با تغییر ثابتهای شبکه اولیه، اختلاف این دو طیف را کم می‌کند تا اینکه با رسانیدن این اختلاف به میزان تعیین شده، ثابتهای شبکه محاسبه شده با دقت اختلاف دو طیف تجربی و محاسباتی، همان ثابت شبکه‌های مواد ما خواهند بود.نمونه‌ای از طیف محاسباتی و تجربی و اختلاف آنها در شکل٤ آمده است. همانطور که از شکل٤ پیداست، قله‌های مشخصه فاز ۱۲۳ همانند قله‌های ۳۳و۳۹-٤۰و ٤۷ و ۵۸ درجه به‌وضوح وجود دارند که موید ساختار ۱۲۳ هستند، همچنین شکافتگی قله‌های ٤۷ درجه، نشان‌دهنده اختلاف ثابت‌های شبکه a, b است که نشان از تشکیل فاز اورتوگونال دارد. پس از ظریف سازی داده‌ها به روش ریتولد برای نمونه‌های مختلف، مقادیر ثابت شبکه آنها همانطور که در شکل ۵ و٦ نشان داده‌شده، بدست آمده است. این داده‌ها برای ثابت شبکه c (شکل۵)، یک روند نزولی را نشان می‌دهند یا به‌عبارت دیگر افزایش میزان Cr، موجب انقباض ساختار در راستای c شده‌است.

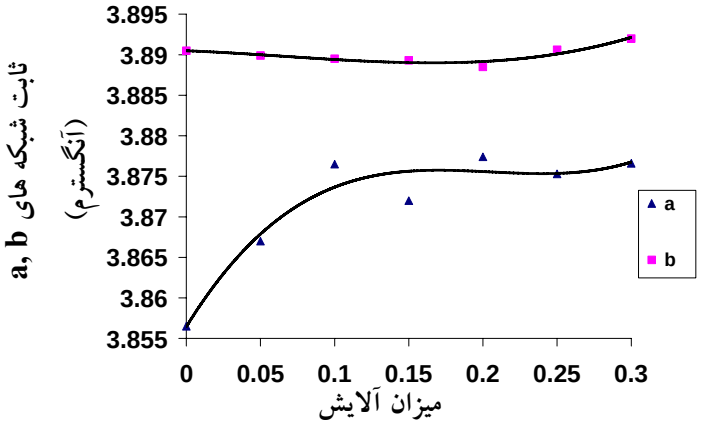
ثابت شبکه b همانطور که شکل٦ نشان می‌دهد تغییر نکرده است ولی a یک روند صعودی از خود نشان می‌دهد؛ ولی تا آلایش ۰,۳ که ما جانشینی را ادامه داده‌ایم هنوز ثابت‌های شبکه a, b با هم اختلاف دارند و گذار فاز اورتوگونال به تتراگونال مشاهده نشده و ماده همچنان در فاز اورتوگونال قرار دارد.



شکل٤: طیف اشعه X تجربی و محاسباتی و اختلاف آنها برای نمونه Gd123 .



شکل۵: تغییر اندازه ثابت شبکه c با آلایش Cr بجای Cu (منحنی تنها برای راهنمایی چشم ترسیم شده است) .



شکل٦: تغییرات ثابت‌های شبکه a,b با آلایش Cr (منحنی تنها برای راهنمایی چشم ترسیم شده است).

Archive of SID

نتایج اندازه‌گیریهای مقاومت بر حسب دما نشان دهنده افت شدید خواص ابررسانایی با آلایش Cr بجای Cu هستند. تعیین محل جانشینی Cr با استفاده از ظریف سازی ریتولد امکان‌پذیر نبود، چون در طیف محاسباتی حتی با جانشین کردن کامل Cr بجای Cu تنها در شدت قله‌ها تغییراتی مشاهده شد که این اختلاف شدت بدست آمده بسیار کوچک و به سختی قابل بررسی بود، که استفاده از این روش را برای تعیین محل جانشینی Cr نادرست می‌نمایاند.

عنصر Cr دارای ظرفیت‌های مختلفی است اما معمولا در شرایط عادی با ظرفیت پایدار ۳+ در ترکیبات خود شرکت می‌کند و برای ساخت نمونه‌ها هم از پودر Cr_2O_3 که Cr آن ۳ ظرفیتی است، استفاده شده است.

حال با این توصیف اگر Cr با ظرفیت ۳ در ترکیب شرکت کند، بدلیل تفاوت ظرفیت با مس صفحه، با احتمال خیلی کمی می‌تواند وارد جایگاه‌های Cu در صفحه شود. چون در زنجیره می‌تواند با جذب اکسیژن و برقراری پیوندهای بیشتر ، به ظرفیت ۳+ برسد در حالیکه در صفحه امکان برقراری پیوندهای اضافی وجود ندارد، پس با این تصویر، احتمال جانشینی در زنجیره بیشتر است.

کروم ،Cr، اگر در صفحه قرارنگیرد، دیگر شاهد مختل شدن نوارهای انرژی و تاثیر شدید بر حالت سیستم نخواهیم بود و از طرفی ممان مغناطیسی کوچک Cr در مقایسه با عناصری مانند Fe Co ,[۵] نمی‌تواند همانند آنها با سازوکار شکست جفت مغناطیسی چنین تخریبی در ابررسانایی ماده ایجاد کند؛ مخصوصا اینکه اگر در زنجیره باشد، همین فاصله از صفحه نیز در افت شدت برهمکنش مغناطیسی آن با جفت‌ها تاثیر خواهد گذاشت. پس با فرض جانشینی در زنجیره، Cr نمی‌تواند با اختلال مستقیم در تابع حالت ابررسانایی ،در تخریب آن نقش داشته باشد.

سازوکار دیگری که Cr می‌تواند از آن طریق به‌صورت غیر مستقیم بر ابررسانایی ماده تاثیر گذارد، ایجاد تغییر در میزان حاملین در این سیستم است.

حفره‌ها در صفحات CuO_2، توسط اکسیژنهای زنجیره و از طریق اکسیژنهایی O4، که بین صفحات و زنجیره قراردارند، شکل۱، در سیستم بوجود می‌آیند، که اکسیژنها به‌خاطر الکترونگاتیوی زیادی که دارند توزیع الکترونی صفحه را به خود متمایل کرده و از این طریق در آن حفره بوجود می‌آورند. به همین دلیل مکان این اکسیژنهای O4، یا به عبارتی طول پیوند Cu1-O4 در میزان حاملین بوجودآمده بشدت تاثیر می‌گذارد.[۳،٤] ولی چون سطح مقطع اتمهای اکسیژن در پراکنده کردن اشعه x بسیار کوچک است، نمی‌توان از داده‌های اشعه x برای تعیین مکان اکسیژنها استفاده کرد و پراش نوترون یا آنالیزهای دیگری برای این منظور نیاز است.

عامل دیگری که برای بررسی میزان حاملین باید مورد توجه قرارگیرد، میزان اکسیژن زنجیره است. که به احتمال زیاد توجیه کننده این تاثیر شدید است. Cr برای افزایش عدد هم‌آرایی خود نسبت به Cu، برای رسیدن به پایداری بیشتر، اکسیژنهای بیشتری را به خود جذب کرده و باعث کاهش تولید حفره‌های سیستم می‌شود، که می‌توان گفت اثری شبیه به کمبود اکسیژن دارد که اثر شدیدی در افت دمای گذار ابررسانایی دارد[۱] .

نتیجه‌گیری

جانشینی Cr به جای Cu موجب افت شدیدی در دمای گذار ماده شده است و چون ثابت شبکه‌های a,b تغییر چندانی نکرده‌اند، با توجه به آرایش ۳+ پایدار یون کروم و تاثیر شدیدی که اکسیژن می‌تواند بر دمای گذار داشته باشد، به احتمال زیاد این تاثیرات ناشی از تغییر میزان اکسیژن موثر در تزریق حاملین نمونه هستند.

سپاسگزاری

از خانم محبوبه میرزاده و آقای خسروآبادی برای کمک‌ها و راهنمایی‌هایشان در طول انجام پروژه سپاسگزاریم.

مرجع‌ها

[۱] D. M. Ginsberg; "*Physical properties of high temperature superconductors*"; Vol II.
[۲] J. M. Tarascon,L. H. Greene,P. Barboux,W. R. McKinnon, and G. W. Hull, *Phys. Rev. B* **36** (1987) 8393.
[۳] J.K. Burdett, *Physica C* **191** (1992) 282.
[٤] P. F. Miceli, J. M. Tarascon,L. H. Greene,P. Barboux, F. J. Rotella and J. D. Jorgensen, *Phys. Rev. B* **37** (1988) 5932.
[۵] Hajime Shimizu, Tadasi Kiyama and Juichiro Arai, *Physica C* **196** (1992) 329.