



همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها، باید نام دانشگاه بوعلی (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشگاه گیلان

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته فیزیک (گرایش حالت جامد)

عنوان:

مطالعه ساختار مدوله شده YBCO در دمای بالای 900 درجه سانتی گراد به وسیله دستگاه والیومتریك

استاد راهنما:

دکتر منوچهر بابایی پور

استاد مشاور:

دکتر محمد امیری

پژوهشگر:

مهدی کمره‌ای

خرداد 1389



دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

مطالعه ساختار مدوله شده YBCO در دمای بالای 900 درجه سانتی گراد به وسیله دستگاه والیومتریک

نام نویسنده: مهدی کمره ای

نام استاد/ساتید راهنما: دکتر منوچهر بابایی پور

نام استاد/ساتید مشاور: دکتر محمد امیری

دانشکده: علوم

گروه آموزشی: فیزیک

رشته تحصیلی: فیزیک

گرایش تحصیلی: حالت جامد

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تاریخ تصویب: 1387/7/7

تاریخ دفاع: 1388/03/25

تعداد صفحات: 105

چکیده:

YBCO به عنوان ابررسانای گرم معروف به ابررسانای 123 می باشد که در دمای 900 کلوین از خود خاصیت ابررسانایی نشان می دهد. YBCO در دو فاز پایدار اورتورومبیک و تتراگونال قرار دارد که بنا بر روش ساخت، می توان هر کدام از این دو فاز، که ساختار بلوری متفاوتی دارند را به دست آورد. برای پی بردن به علل تغییر فاز و تفاوت ساختاری این دو فاز به مطالعه ساختاری سلول واحد این ماده پرداخته شد. با مطالعه ساختار بلوری YBCO مشخص شد که مقدار اکسیژن سلول واحد نقش مهمی در تغییر فاز این ابررسانا دارد. این مقدار اکسیژن سلول واحد با تغییر دما در هنگام ساخت، فشار اکسیژن و نحوه سرد کردن ماده قابل تغییر می باشد که با در اختیار داشتن دستگاه والیومتریک (کنترل کننده فشار و دما) به ساخت این ماده در هر دو فاز پرداخته شد. در هنگام ساخت اگر در دماهای مشخص، اکسیژن با فشار 2 میلی بار تا 1 بار تزریق شود و بوسیله سرد کردن ماده به صورت آرام دمای آن به دمای اتاق برسد، مقدار اکسیژن ماده بیشتر از 6/5 می شود و YBCO در فاز اورتو قرار می گیرد. اگر بدون تزریق اکسیژن، دمای ماده را به سرعت سرد کنیم YBCO در فاز تترا قرار می گیرد. برای ایجاد فاز خالص در هنگام ساخت از سه مرحله تکلیس استفاده می شود که باعث همگن شدن مواد اولیه می شود. در مرحله کلوخه سازی ماده اصلی تشکیل می شود البته در هر مرحله تکلیس با بررسی طیف پراش اشعه X می توان روند شکل گیری ماده نهایی را مشاهده کرد که مقایسه و بررسی این طیفها با نرم افزار Xp powder انجام گردیده است.

واژه های کلیدی: والیومتریک - YBCO - تزریق اکسیژن -- فاز اورتومبیک - فاز تتراگونال

تقدیر و تشکر

با تقدیر از اساتید و دوستان عزیز و تشکر از پدر و مادر فداکار و همسر مهربانم

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
49	جدول 2-1 : داده های مربوط به YBCO در فاز تتراگونال
50	جدول 2-2 : داده های مربوط به YBCO در فاز اورترومبیک
83	جدول 4-1 : مقایسه دو ماده تتراگونال در دماهای مختلف با اکسیژنهای یکسان
84	جدول 4-2 : مقایسه دو ماده تتراگونال در دماهای یکسان با اکسیژنهای مختلف در سلول واحد
85	جدول 4-3 : دو فاز اورتو و تترا در دماهای مساوی و اکسیژن متفاوت در سلول واحد
86	جدول 4-4 : دو نمونه در فاز اورتو با اکسیژنهای مساوی و دماهای متفاوت
88	جدول 4-5 : مقایسه داده های دو نمونه، در فازهای اورتو و تترا

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
3	(1-1): نمودار چگالی جریان بحرانی بر حسب میدان مغناطیسی در دمای 77K برای ماده YBCO
8	(1-2): نمودار روند تاریخی کشف مواد ابررسانا
10	(1-3): نمودار مقاومت الکتریکی بر حسب افزایش دما در مواد غیر ابررسانا
11	(1-4): نمودار مقاومت الکتریکی بر حسب افزایش دما در مواد ابررسانا
12	(1-5): تفاوت پهنای گذار فلزهای خالص و ناخالص
21	(1-6): تغییرات میدان بحرانی با تغییر دما
22	(1-7): میدان بحرانی چند نمونه ابررسانا در دماهای نزدیک به صفر مطلق
24	(1-8): تغییر جریانهای پوششی با تغییر میدان خارجی برای نمونه ایده آل
26	(1-9): تغییر جریانهای پوششی با تغییر میدان خارجی برای نمونه غیرایده آل
48	(2-1): تغییر پارامتر λ در سلول واحد بر حسب دما
80	(4-1): نسبت اکسیژن گیری در حالت سردکردن آهسته به درجه دما
81	(4-2): نسبت اکسیژن گیری در حالت سرد کردن سریع به درجه دما
82	(4-3): تفاوت اکسیژن گیری نمونه YBCO بنا بر شرایط اولیه (نحوه سرد کردن نمونه)
89	(4-4): تغییرات طول محور C در سلول واحد ماده YBCO با تغییر دمای ماده

90 (4-5): تغییرات طول محور C در سلول واحد ماده YBCO با تغییر مقدار اکسیژن درون

سلول واحد

فهرست شکل ها

عنوان

- 6 شکل 1-1: مسیر مارپیچ یونهای داغ در میدان مغناطیسی یک پیچه
- 14 شکل 1-2: چگالی میدان مغناطیسی در یک حلقه (بنا بر شرایط اولیه)
- 16 شکل 1-3: میدان مغناطیسی حاصل از جریانهای پوششی
- 17 شکل 1-4: تغییر رفتار مغناطیسی حاصل از جریانهای پوششی
- 20 شکل 1-5: چگالی جریانهای سطحی روی جسم ابررسانا
- 31 شکل 2-1: ترکیب $BaTiO_3$ در فاز مکعبی
- 32 شکل 2-2: فاصله اتمها در ترکیب $BaTiO_3$
- 32 شکل 2-3: ترکیب $BaTiO_3$ در فاز تتراگونال
- 34 شکل 2-4: ساختار بلوری $BaM_{1-x}Bi_xO_{3-y}$
- 35 شکل 2-5: ساختار بلوری $Ba_{1-x}k_xBiO_3$ در فاز مکعبی
- 35 شکل 2-6: ساختار بلوری $Ba_{1-x}k_xBiO_3$ در فاز تتراگونال

- 40 شکل 2-7: ساختار تتراگونال YBCO
- 44 شکل 2-8: چند هرمیها وارتباط بین اتمهای اکسیژن
- 45 شکل 2-9: ساختار ارترومبیک YBCO
- 59 شکل 3-1: پودر تتراگونال بعد از مرحله کلوخه سازی
- 60 شکل 3-2: پودر اورترومبیک بعد از مرحله کلوخه سازی
- 62 شکل 3-3: مخلوط مواد اولیه در آلومینا
- 62 شکل 3-4: مخلوط مواد اولیه و استفاده از الکل ایزوپروپیل (عامل بنداننده)
- 63 شکل 3-5: اتصالات و فشارسنج متصل به لوله کوارتز (دستگاه والیومتریکی)
- 65 شکل 3-6: نمای کلی از دستگاه کنترل فشار و دما (دستگاه والیومتریکی در دانشگاه بوعلی سینای همدان)
- 65 شکل 3-7: دسیکاتور و مواد اولیه درون دسیکاتور (مواد واکنش دهنده با اکسیژن)
- 67 شکل 3-8: کوره استوانه ای به جنس چدن (توانایی کنترل دما با شیب افزایشی)
- 69 شکل 3-9: پراش پرتوی X از دو صفحه موازی بلور
- 71 شکل 3-10: فاصله بین صفحات با اندیس های h, k, l یک سلول متعامد با اطلاق b, a, c
- 71 شکل 3-11: هندسه ناحیه نزدیک میدادر سلول متعامد
- 72 شکل 3-12: صفحه AOB و COS در هندسه نزدیک به مبدأ در سلول واحد متعامد
- 94 شکل 4-1: تصویر SEM از نمونه YBCO (تهیه شده در دانشگاه صنعتی شریف)
- 94 شکل 4-2: تصویر SEM از نمونه YBCO بعد از مرحله کلوخه سازی

- 95 شکل 4-3: طیف پراش اشعه X نمونه $YBa_2Cu_3O_{6/5}$ در فاز تتراگونال در مرحله اول تکلیس
- 96 شکل 4-4: طیف پراش اشعه X نمونه $YBa_2Cu_3O_{6/5}$ در سه مرحله تکلیس
- 97 شکل 4-5: سه مرحله تکلیس در فشار اتاق و دماهای مختلف پخت
- 98 شکل 4-6: روند شکل گیری پیکها در سه مرحله تکلیس که با روش سرد کردن سریع و بدون تزریق اکسیژن
- 99 شکل 4-7: روند شکل گیری پیکها در سه مرحله تکلیس و مرحله کلوخه سازی که با روش سرد کردن آرام و تزریق اکسیژن
- 100 شکل 4-8: پیکهای اصلی ماده ابررسانای YBCO در فاز اورتورومبیک
- 100 شکل 4-9: علامت گذاری پیکهای اصلی فاز اورتو با نرم افزار xpowder
- 101 شکل 4-9: مقایسه طیف پراش اشعه X نمونه پایدار در مرحله آخر کلوخه سازی پس از گذشت 60 روز

فهرست مطالب

فصل اول: تاریخچه و اهمیت شناخت خواص ابررساناها

- 2 مقدمه‌ای بر فصل اول
- 2 1-1 : کاربرد مواد ابررسانا
- 3 1-1-1: کاربردهای ابررسانایی در مغناطیسها
- 4 1-1-2: کاربردهای ابررسانایی در حوزه پزشکی
- 5 1-1-3: کاربردهای مغناطیس برای تبدیل انرژی
- 7 1-2: مشکلات موجود در استفاده گسترده از مواد ابررسانا
- 9 1-3 : ضرورت ایجاد دماهای نزدیک به صفر مطلق
- 9 1-4 : ابررسانای نوع I
- 9 1-4-1 : ابررساناهای متعارف
- 10 1-4-2 : عوامل موثر در رسانندگی فلزات
- 11 1-4-3 : عوامل مؤثر در دمای ابررسانایی نوع I
- 12 1-4-4: پهنای گذار (ΔT_C) و دمای گذار (T_C)
- 12 1-4-5: اندازه گیری مقاومت صفر در مواد ابررسانا
- 13 1-4-6: شرایط فیزیکی ایجاد شده در مدار بدون مقاومت

- 14 1-4-7: مقاومت ابرسانا در مدار های جریان متناوب
- 14 1-4-8: فرق ابر الکترونها با الکترونها معمولی
- 15 1-4-9: خواص مغناطیسی یک فلز با مقاومت الکتریکی صفر
- 16 1-4-10: تغییر رفتار مغناطیسی نمونه به علت تغییر در شرایط اولیه
- 18 1-5: رفتار مغناطیسی ویژه ابرسانا
- 18 1-5-1: اثر مایسنر
- 18 1-5-2: نفوذ پذیری یک ماده ابرسانا
- 19 1-5-3: چگالی جریانهای سطحی روی جسم ابرسانا
- 21 1-6: چگالی شار بحرانی
- 21 1-7: میدان بحرانی اعمال شده به ابرسانا
- 21 1-7-1: تغییر میدان بحرانی با دما
- 22 1-7-2: تاثیر دمای گذار در مقدار میدان مغناطیسی بحرانی
- 23 1-8: مغناطیس شدگی ابرسانا
- 23 1-8-1: تغییر جریانهای پوششی با تغییر میدان خارجی
- 25 1-8-2: نمونه های غیر ایده آل
- 27 1-9: ابرسانای نوع \square
- 27 1-9-1: ابرسانای گرم با دمای گذار پایین تر از 30K

27	1-9-2: ابررسانا با دمای گذار بالاتر از 30k
	فصل دوم ساختار بلوری YBCO
30	مقدمه‌ای بر فصل دوم
30	2-1: ساختار پروسکیت
30	2-2: انواع ساختار های شبیه به پروسکیت
31	2-2-1: دماهای بالاتر از 200°C ترکیب به شکل مکعبی
32	2-2-2: در دمای اتاق ترکیب در فاز تتراگونال
33	2-2-3: در دمای کمتر از 5°C ترکیب در فاز اورترومبیک
34	2-3: ساختار بلوری $\text{BaM}_{1-x}\text{Bi}_x\text{O}_{3-y}$
34	2-4: ساختار بلوری $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$
36	2-5: ساختار بلوری ترکیبات 214
36	2-6: ساختار بلوری ترکیب YBCO معروف به ساختار های 123
38	2-6-1: نحوه ساخت وکشف ترکیب $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$
38	2-6-2: ساختار YBCO
38	2-6-3: ساختار YBCO در فاز تتراگونال
41	2-6-4: طول پیوند اتمها بنا بر اطلاعات پراش نوترونی
41	2-6-5: ساختار YBCO در فاز اورترومبیک

42	2-7: تاثیر مقدار اکسیژن روی فاز تتراگونال و فاز اورترومبیک
46	2-8: فرق ساختاری فاز تتراگونال (1) با فاز اورترومبیک (2)
47	2-9: تاثیر نحوه ساخت در میزان اگسیژن گیری و طول پیوندها YBCO
49	2-10: جایگزینی دیگر عناصر بجای اتمهای ترکیب
	فصل سوم : روش ساخت YBCO
52	3-1: مقدمه
52	3-2: انواع ساخت ابررساناهای گرم
52	3-2-1: تک بلورهای کوپه ای
53	3-2-2: روش چند بلوری های کلوخه ای
53	3-2-3: استفاده از فیلمهای نازک
54	3-3: مراحل عمومی ساخت ابررساناهای سرامیکی
55	3-4: تاثیر تغییرات ماکروسکوپی در خواص میکروسکوپی
58	3-5: ساخت ابررسانایی گرم YBCO
60	3-6: نحوه عمومی ساخت YBCO
61	3-6-1: مراحل اولیه
63	3-6-2: مرحله اول تکلیس
65	3-6-3: مرحله دوم تکلیس

- 66 3-6-4: مرحله ی کلوخه سازی
- 66 3-7: اندازه گیری مقدار اکسیژن در ترکیب
- 68 3-7-1: روشهای عمومی برای تعیین مقدار اکسیژن درون نمونه
- 69 3-8: روش اندیس گذاری و تعیین پارامترهای شبکه
- فصل چهارم: نتایج تجربی**
- 78 4-1: تعیین مقدار اکسیژن درون نمونه
- 78 4-2: روشهای متداول برای اندازه گیری اکسیژن درون نمونه
- 78 4-2-1: آنالیز TGA ,DT
- 78 4-2-2: تغییر اکسیژن درون نمونه بر اساس تغییر فشار اکسیژن
- 79 4-2-2-1: تقسیم بندی سرعت جذب اکسیژن در فاز اورترومبیک
- 81 4-2-2-2: سرعت جذب اکسیژن در فاز تتراگونال
- 83 4-3: مقایسه داده های پراش نوترونی دو فاز اورترومبیک و تتراگونال
- 83 4-3-1: مقایسه دو ماده تتراگونال در دماهای مختلف با اکسیژنهای یکسان
- 83 4-3-2: مقایسه دو ماده تتراگونال در دماهای یکسان با اکسیژنهای مختلف
- 84 4-3-3: دو فاز اورتو و تترا در دماهای مساوی واکسیژن متفاوت در سلول واحد
- 85 4-3-4: دو نمونه در فاز اورتو با اکسیژنهای مساوی و دماهای متفاوت
- 87 4-3-5: دو نمونه در فازهای اورتو و تترا

91	4-4: نتیجه گیری
93	4-5: آزمایشات SEM
95	4-6: نتایج پراش اشعه X
96	4-6-1: روند شکل گیری فاز تتراگونال در سه مرحله تکلیس
97	4-6-2: ماهیت پیکهای اضافی
98	4-6-3: روند شکل گیری ماده ابررسانا در حالت اول
99	4-6-4: روند شکل گیری ماده ابررسانا در حالت دوم
100	4-6-5: پایداری فاز ابررسانا و عدم واکنش با اکسیژن و رطوبت هوا

فصل اول

تاریخچه و خواص ابررساناها

مقدمه

پدیده ابرسانایی یکی از شگفت‌انگیزترین پدیده‌های فیزیکی در دو قرن اخیر می‌باشد، از سال 1911 تا کنون تلاش‌های بسیاری برای بالا بردن دمای ابرسانایی تا دمای اتاق صورت گرفته که تا موفق بوده است .

در این مدت صدها مرکز علمی جهان بیش از صد هزار مقاله علمی برای فهم ساز و کار ابرساناهای گرم منتشر کرده اند ولی سازوکار این پدیده کاملاً مشخص نیست .

در سال 1987 موسسه IBM زوریخ با کشف ابرساناهای دمای بالا موفق به دریافت جایزه نوبل شد این کشف راه جدیدی در خصوص بالا بردن دمای ابرسانایی پیش روی محققان قرار داد. دمای گذار بالای این ترکیبات در مقایسه با ابرساناهای متعارف وجه مشخصه این مواد می‌باشد. (1)

پدیده ابرسانایی اولین پدیده ای است که قوانین مکانیک کوانتومی را در مقیاس ماکروسکوپی بروز داد .

دو مشخصه اصلی این نوع مواد در حالت ابرسانایی، صفر شدن مقاومت ماده و دیامغناطیس شدن نمونه می‌باشد .

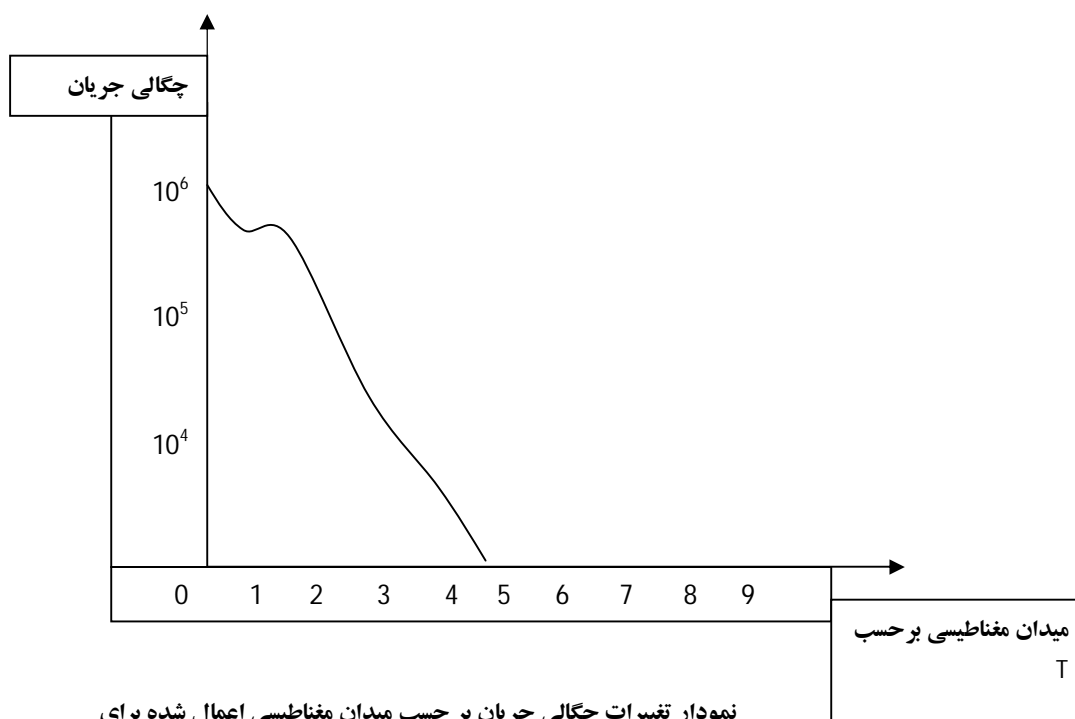
1-1: کاربرد مواد ابرسانا

از جمله کاربردهای این مواد می‌توان به پیشبرد تجهیزات پزشکی (دستگاه MRI) تسلیحات نظامی، ساخت ابررایانه های قدرتمند با سرعت بسیار بالا، انتقال نیرو بدون اتلاف انرژی، استفاده در حمل و نقل و کاهش اتلاف انرژی بر اثر اصطکاک و... اشاره کرد .

البته تمامی این پیشرفت‌ها هنگامی محقق می‌شود که بتوان بطور گسترده و خارج از محیط آزمایشگاهی از این مواد استفاده کرد که این امر مستلزم بالا بردن دمای ابرسانایی و شکل دهی به این مواد متناسب با کارمورد نظر می‌باشد .

1-1-1: کاربردهای ابرسانایی در مغناطیس ها

همانطور که می دانیم مغناطیس ها کاربردهای بسیار مشخصی از ابرساناها می باشند. در مواد ابرسانا وقتی میدان مغناطیسی برقرار شد دیگر هیچ انرژی الکتریکی اضافی برای حفظ آن لازم نیست در حال حاضر برای دست یابی به این هدف باید پیچه های ابرسانا را تا دمای هلیم مایع سرد و این دما را حفظ کرد. از نظر اقتصادی ایجاد یک میدان مغناطیسی حدود 10T در یک ابرسانا یک دهم هزینه ایجاد میدان مغناطیسی در مواد معمولی می باشد. برای ایجاد میدان مغناطیسی 10T در یک پیچه مسی حدود 5000KW توان الکتریکی لازم می باشد و در هر دقیقه 1m^3 آب خنک باید پمپ شود. سرمایه با ازت مایع حداقل پنجاه برابر ارزانتر از سرمایه با هلیموم مایع می باشد. تمامی ممالک صنعتی در حرکتی شتابان به دنبال نمونه هایی هستند که در دمای ازت مایع تبدیل به ابرسانا بشوند. برای ساخت پیچه های مغناطیسی تلاش بشر به سمت افزایش جریان بحرانی مواد ابرسانا حرکت کرده، این جریان بحرانی به صورت تابعی از میدان مغناطیسی در نمودار (1-1) برای YBCO در دمای 77K رسم شده است. (5)



نمودار تغییرات چگالی جریان بر حسب میدان مغناطیسی اعمال شده برای ابرسانای گرم YBCO که در این تحقیق مورد مطالعه قرار می گیرد

زمانی که تلاش برای ساخت پیچه های ابررسانا انجام میگرفت، متاسفانه دریافتند که جریان حاصل برای سیم کوتاه در مورد پیچه حاصل نمی شود، این پدیده به اثرات انرژی مشهور است .

حرکت سریع بسته های کامل شار، مقدار زیادی گرما تولید می کنند، اگر نتوانیم این گرما را به سرعت بر طرف کنیم مقاومت ایجاد شده ، گرمای بیشتری ایجاد کرده و منجر به افزایش ناحیه رسانش عادی می شود به طوری که بسیار سریع تمام ماده به حالت عادی تبدیل می شود .

برای جلوگیری از این اتفاق ماده ابررسانا را با رساناهای عادی مثل مس یا آلومینیوم که کمترین مقاومت را دارند پوشش می دهند . اگر این پوشش خوب باشد چنانچه ناحیه ای از ابررسانش عادی در پیچه ظاهر شود جریان در گذار آن با یک اتصال کوتاه در رسانش عادی مواجه شده و دیگر دمای ماده بالا نمی رود ماده ابررسانا زمان لازم را برای سرد تر شدن بدست می آورد .

2-1-1: کاربردهای ابررسانایی در حوزه پزشکی

در سالهای اخیر تشدید مغناطیسی هسته ای کاربرد امید بخشی را به شکل پراش NMR پیدا کرده است (حروف NMR بیانگر تشدید مغناطیسی هسته ای می باشد) در این فرآیند تشدید اسپینی هسته ای برای بررسی بافتهای انسان به کار می رود و وسیله تشخیص کاملا نوینی را در اختیار می گذارد .

برای موقعیت یابی سیگنالهای اسپین هسته ای ، یعنی تهیه نقشه ای از ارتفاع سیگنال و یا زمان واهلش آنها میدان مغناطیسی ثابتی به همراه میدان مغناطیسی متغیری که به آن سربار می شود، احتیاج می باشد و پس از بدست آوردن پراشی مانند پراش پرتوهای X ، کارهای محاسباتی بر روی آن انجام می دهند .

امروزه دستگاههایی که قادر به بررسی کل بدن انسان می باشد در آستانه تکمیل می باشد .