

## اثرهال درحالت عادی ابررساناهای $Nd_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ( $M=Pr, Th$ )

قربانی، شعبان رضا<sup>۱</sup>؛ و رب، اوستن<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه فیزیک؛ دانشگاه تربیت معلم سبزواری؛ سبزواری؛ صندوق پستی ۳۹۷

<sup>۲</sup>*Solid State Physics, IMIT, KTH, SE-164 40 Kista, Electrum 229, Stockholm, Sweden*

### چکیده

خواص تراپردی نمونه های  $Nd_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  ( $M=Pr, Th$ ) درحالت عادی باندازه گیری اثرهال مطالعه شدند. ضریب هال دردمای بالا تقریباً برای  $Ca-Pr$  ثابت است درحالیکه یک افزایش شدیدی برای آلاینده  $Ca-Th$  وجود دارد. این تغییرات یک کاهش تمرکز بار را برای  $Ca-Th$  ولی ثابت برای  $Ca-Pr$  پیشنهاد می کند.

## The normal State Hall effect in $Nd_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ( $M=Pr, Th$ ) Superconductors

Ghorbani S.R.<sup>1</sup>; Rapp Ö.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Sabzevar Teacher Training University, P.O. Box 397, Sabzevar, Iran,

<sup>2</sup>Solid State Physics, IMIT, KTH Electrum 229, SE-164 40 Kista, Stockholm, Sweden.

### Abstract

The transport properties of sintered samples  $Nd_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  ( $M=Pr, Th$ ) with  $0 \leq x \leq 0.10$  have been studied in the normal state by Hall effect measurements. The Hall coefficient at high temperature was almost constant for  $Ca-Pr$  while it increases with increasing  $Ca-Th$  doping concentration. These changes suggested a decreasing charge concentration for  $Ca-Th$  and a constant charge concentration for  $Ca-Pr$ .

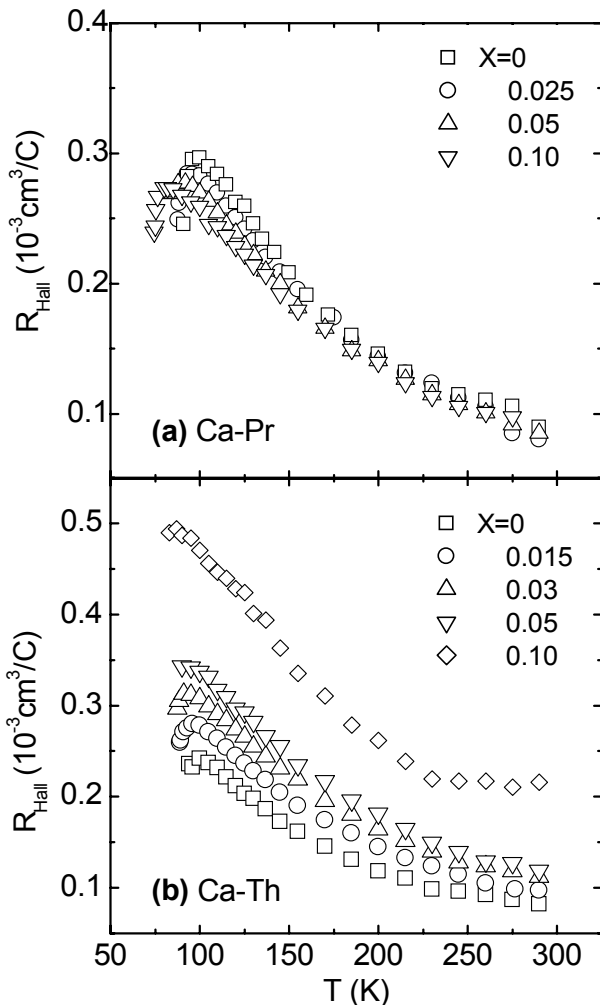
PACS No. 74.72.Jt; 74.25.Fy; 74.62.Dh

تمرکز حفره ها ثابت نگه داشته می شود. بعبارت دیگر حفره های اضافه شده توسط  $Ca$  بوسیله الکترونها  $Pr$  و  $Th$  در تمرکزهای آلایش پایین جبران می شوند. در این حالت تغییرات سهموی دمای بحرانی  $T_c$  با تمرکز حفره فرونشاندن می شود و  $T_c$  بطور خطی با تمرکز آلایش کاهش می یابد [۳،۴].  
پراش نوترون این ترکیبات نشان داد که تغییر ساختار، پارامترهای شبکه و طول پیوندها کوچک هستند. با این حال تفاوت های مشخصی در روند تغییرات بعضی باند والانس سامها (BVS) [۳،۴] و آهنگهای واهلش میون [۵] بصورت تابعی از تمرکز این آلاینده ها وجود دارند. علاوه بر این مطالعه مقاومت ویژه الکتریکی  $\rho$  [۶] و توان گرما الکتریسته  $S$  [۷] دو نوع موضعی شدن متفاوت را برای این دوسری نمونه پیشنهاد می کند.

### مقدمه

خواص فیزیکی حالت عادی ابررساناهای با دمای بحرانی بالا (HTSC) در مقایسه با فلزات معمولی غیر متعارف هستند [۱]. تحقیقات زیادی روی خواص حالت عادی ابررسانایی سیستم  $RE-RE$  (RE ها عناصر خاکی هستند) جهت روشن شدن مکانیزمهای از بین برنده ابررسانایی انجام گرفته است. این تحقیقات نشان داده که خواص حالت عادی قویاً در تضاد با تئوری مایع فرمی [۲] هستند و وابستگیهای پیچیده ای را به دمای آلایش و بی نظمی ها نشان می دهند.  
ترکیبات  $RE_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  با ( $M=Pr, Th$ ) و مقدار اکسیژن ثابت نمونه های جذابی هستند. چون آلاینده های  $Ca-Pr$  و  $Ca-Th$  از نظر الکتریکی خشی هستند بنابراین

۱۰۰ K با افزایش تمرکز Ca-Pr اندکی کاهش می یابد. از سوی دیگر برای ۱۲۳-Nd آلاییده با Ca-Th،  $R_H$  با افزایش آلایش در تمام محدوده دمایی از  $T_c$  تادمای اتاق افزایش می یابد.



شکل ۱. وابستگی دمایی ضریب هال  $R_H$  برای  $Nd_{1-2x}M_xPr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

M=Th (b) M=Pr (a)  $2xCa_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

نسبت تغییرات  $\rho$  و  $R_H$  در دمایی اتاق برای سری  $Nd_{1-2x}M_xPr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  اساسی دارد. تفاوت جالب دیگر برای هر دو سری در  $R_H$  است [۷]. تفاوت جالب دیگر برای هر دو سری در دمایی  $275 K$  ( $R_H(275 K)$ ) است. این وابستگی برای هر دو سری نمونه در شکل ۲ مقایسه شده اند. برای آلاییده Ca-Pr تقریباً ثابت است. در حالیکه برای آلاییده Ca-Th افزایش شدیدی مشاهده می شود. این نشان می دهد که تمرکز بار الکتریکی (حفره ها) با افزایش Ca-Th کاهش می یابد ولی برای

## اندازه گیری و تست نمونه ها

نمونه ها با ترکیب  $Nd_{1-2x}Ca_xM_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  با M برابر Pr و Th و  $0 \leq x \leq 0.10$  به روش فرآیند پودر حالت جامد تهیه شدند که جزئیات آن در مرجع [۷] شرح داده شده است. نمونه ها در اتمسفر اکسیژن در دمایی  $460^\circ C$  بمدت ۳ روز باز پخت شدند و سپس با آهنگ  $12^\circ C/hr$  تا دمایی اتاق سرد شدند. پراش به روش پودراشعه X و نوترون نشان داد که تمام نمونه های آلایش شده بجز نمونه  $x=0.10$  سری Ca-Th دارای ساختار تک فاز اورتورومبیک هستند. این نشان می دهد که حد حلالیت جامد Ca-Th اندکی زیر  $x=0.10$  است.

ولتاژ هال  $V_H$  با تکنیک چهار پروپ استاندارد با دو الکتروود اضافی جهت اندازه گیری  $V_H$  و روش جاروب کردن میدان مغناطیسی اندازه گیری شدند. سیمهای الکتریکی با چسب نقره به نمونه ها متصل و در دمایی  $300^\circ C$  داخل اتمسفر اکسیژن بمدت نیم ساعت باز پخت شدند. با این روش مقاومتی در حدود  $1-2 \Omega$  برای اتصال بدست می آید. برای اندازه گیری ولتاژ هال از نمونه هایی با ابعاد  $0.5 \times 2.5 \times 6 \text{ mm}^3$  استفاده شد. تمام نمونه ها در دمایی بالای دمایی بحرانی  $T_c$  و میدانهای مغناطیسی B تا  $8 T$  تابعی خطی از B بودند. ضریب هال  $R_H$  از روی شیب این رابطه در هر دمایی تعیین شد.

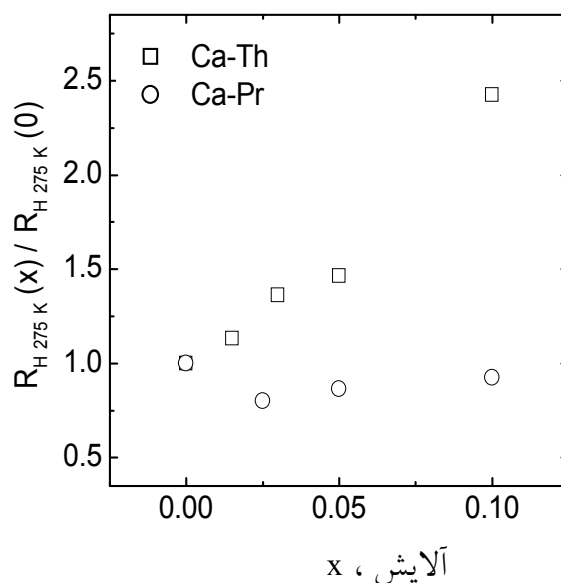
در این کار بمنظور درک بیشتری از خواص آلاییده های Ca-Pr و Ca-Th و ضریب هال در حالت عادی بصورت تابعی از دما و تغییر میدان مغناطیسی در بازه  $0 \leq B \leq 8 T$  در هر دمایی ثابت اندازه گیری می شود.

## نتایج و تحلیل داده ها

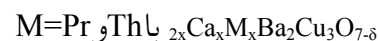
شکل ۱  $R_H$  را به صورت تابعی از دما و تمرکز آلایش Ca-Pr و Ca-Th نشان می دهد.  $R_H$  در حالت عادی برای تمام نمونه های هر دو سری مثبت است و با افزایش دما افزایش یافته به مقدار ماکزیممی در دمایی نزدیک  $100 K$  می رسد و بعد از آن شدیداً کاهش می یابد. وابستگی دمایی  $R_H$  در دماهای پایین قویتر از دماهای بالا است. در سری  $Nd_{1-2x}Ca_xPr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  دماهای بالا  $R_H$  با تغییر x ثابت است در حالیکه قله آن در دمایی

- Wäppling R., Physica C 338 (2000) 263.  
 [6]- Lundqvist B., Lundqvist P., Rapp Ö., Phys. Rev. B 57 (1998) 14428.  
 [7]- Ghorbani S.R., Andersson M., Rapp Ö., Phys. Rev. B 66 (2002) 104519

آلاینده Ca-Pr ثابت است. این نشان می دهد که ظرفیت Pr در این تمرکز آرایش پایین +۴ است چون در غیر این صورت تاثیر بار اضافه شده توسط Ca بیشتر از Pr می باشد و (۲۷۵ K)  $R_H$  بایستی کاهش یابد. این نتایج نشان می دهند که اضافه کردن آلاینده Ca-Th حالت فلزی را بطور چشمگیری کاهش می دهد. این نتایج توافق بسیار خوبی با تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی در حالت عادی [۶] و توان گرماالکتريسته [۷] دارند.



شکل ۲. وابستگی  $R_H$  (۲۷۵ K) به تمرکز آرایش برای Nd- $2x$



### سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی دانشگاه تربیت معلم سبزوار، آژانس تحقیقاتی و تنسک پرودت (VR) و برنامه اکسید کثورسوند قدردانی می شود.

### مرجع‌ها

- [1]- Anderson P.W., The theory of superconductivity in High- $T_c$  Cuprate (Princeton University Press, Princeton, 1977).  
 [2]- Anderson P.W., Science 235 (1987) 1196; 256 (1992) 1526.  
 [3]- Lundqvist P., Rapp Ö., Tellgren R., and Bryntes I., Phys. Rev. B 56 (1997) 2824.  
 [4]- Lundqvist P., Tengroth C., Rapp Ö., Tellgren R., and Hegedüs Z., Physica C 269 (1996) 231.  
 [5]- Lundqvist P., Rapp Ö., Hartmann O., Karlsson E., and