

**INFLUENCIA DEL DOPADO EN ALGUNAS PROPIEDADES
SUPERCONDUCTORAS DEL SISTEMA $Y_{1-x}PR_xBA_2CU_3O_{7-\delta}$,
X = 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 Y 0.5**

P. Delgado, G. Holguín y E. Posada
Facultad de Ciencias, Departamento de Física,
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

RESUMEN

Se encuentra por mediciones de susceptibilidad magnética AC y resistividad eléctrica DC, que en la cerámica superconductora $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ al sustituir Y por Pr progresivamente, se presenta corrimiento en su temperatura crítica en un rango de 90 a 80⁰K. A partir de la sustitución de 30% se acentúa un comportamiento semiconductor-superconductor; y finalmente al sustituir 50% de itrio por praseodimio se observa supresión de la fase superconductora. Además se hace un análisis en la variación del parámetro de red en su estructura ortorrómbica, relevante sólo en la sustitución máxima.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que para sistemas del tipo $A_xBa_2Cu_3O_{7-y}$ (A = Elemento de tierra rara), presentan T_c alrededor de 90K[1]. En éste caso al tener $x = 1$ se tendría A = Pr. En la sustitución de iones Pr, el sistema inicial se altera especialmente para concentraciones elevadas de praseodimio; algunos factores que pueden estar ligados a estos cambios se relacionan con la proporción Pr - O que difiere de la proporción Y - O en los precursores utilizados.

Un estudio de la cinética de reacción sería de utilidad para determinar la razón por la cual se presentan anomalías la sustitución progresiva de praseodimio en el sistema $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Las muestras de $Y_xPr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ fueron preparadas por el método convencional de sinterización reactiva[2] a 900°C en atmósfera de oxígeno con una rata de enfriamiento de 5°C por minuto.

Las mediciones de susceptibilidad magnética AC se realizaron en el susceptómetro Lake Shore modelo 7221. Aplicando un campo de 0.62 Oe con una frecuencia de 150 Hz. Se encuentra un comportamiento normal en las muestras tomadas[3].

En las mediciones de resistencia eléctrica DC se utiliza el método de cuatro puntas aplicando una corriente constante de 10 mA. Se muestra un comportamiento progresivo a la transición superconductor- semiconductor.

El análisis estructural se realizó usando un difractómetro de rayos-X PHILIPS PW 800, ánodo de cobre ($\lambda_{K\alpha}=1.5406 \text{ \AA}$) y filtro de níquel; con un barrido por pasos a velocidad de barrido de 0.05° por minuto y paso de 0.02°. (fig. 1). Luego de la identificación de las fases presentes, se hace un refinamiento, por medio del programa Dicvol91[5]. Como

resultado de éste análisis se encuentra una variación significativa en el volumen de la red cristalina para la sustitución máxima. Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

De los resultados obtenidos por mediciones de resistencia eléctrica se puede ver (fig. 1a) como se acentúa el comportamiento semiconductor en el sistema a medida que la concentración de dopante aumenta. Para el caso de una sustitución de 50% de Pr hay una supresión de la fase superconductor.

Las mediciones de susceptibilidad magnética AC se realizaron para sustituciones por debajo del 30% (fig. 1) y el comportamiento es el convencional para las cerámicas tipo $ABa_2Cu_3O_{7-y}$ [2], se observa una función pendiente de la temperatura representada por su parte real χ' (Negro) y su parte imaginaria χ'' (rojo).

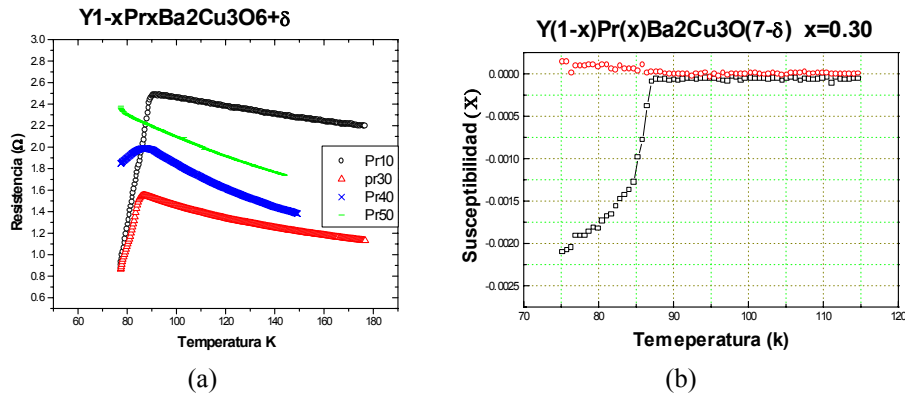


Figura 1. (a) Resistencia eléctrica vsr Temperatura y (b) Susceptibilidad vsr Temperatura para $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$.

Las mediciones hechas por difracción de rayos-X y la indexación posterior[5], caracterizan a nuestro sistema como ortorrómbico, coincidiendo en sus reflexiones más intensas con el reporte hecho en la ICDD (78-1974).

El estudio estructural permitió determinar una ligera variación en el volumen de la red unitaria del $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, ($x = 0$), solamente cuando $x = 0.5$. Como se puede observar en la tabla 1. Para éste análisis se toma el volumen de la red cristalina como una función de varias variables; de manera que el criterio adoptado por Deming[6] para determinar el error de la función es aplicable, por lo que se usa la ecuación (1), junto con el siguiente criterio para determinar si la variación con respecto a la celda original es significativa:

Si $V > 3\sigma_{\Delta V}$ La variación es significativa,

Si $V < 3\sigma_{\Delta V}$ La variación se encuentra dentro de los márgenes de los errores sistemáticos presentes en la medición del volumen, y

Si $V = 3\sigma_{\Delta V}$ No se puede concluir.

$$\sigma_v = \sqrt{\sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial V}{\partial x_j} \right)^2 \sigma_j^2} \quad \sigma_{\Delta V} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad [1]$$

Donde V, es el volumen de la red unitaria, σ_1, σ_2 , son las desviaciones standard para los volúmenes a comparar.

Tabla 1. Análisis estructural.

Dopante	Volumen	ΔV	σ_v	$3 \times \sigma_{\Delta V}$	Variación
0%	173.446	0	0.172	0.73	
10%	172.82	0.62	0.3304	1.117	No Sig
20%	172.91	0.53	0.2326	0.868	No Sig
30%	173.4	0.0436	0.2135	0.822	No Sig
40%	173.426	0.0356	0.2135	0.822	No Sig
50%	174.61	1.17	0.266	0.950	Sig

El sistema ciertamente sufre variaciones tanto en su estructura (levemente) como en la resistencia eléctrica. Después de estos resultados es interesante hacer un estudio pormenorizado de la cinética de reacción que rige al sistema a partir de este punto hasta una sustitución total de iones de praseodimio. Ya que es sabido que por sus características el Pr no debería desestabilizar al $YBa_2Cu_3O_{7-y}$. Creemos que el flujo de oxígeno podría ser una variable experimental en la medida en que se aumente la concentración de dopante.

AGRADECIMIENTOS

COLCIENCIAS, por hacer posible la realización de este trabajo.
IVIC que por intermedio del Dr R.Vargas facilitó las mediciones por difracción de rayos-x

REFERENCIAS

- [1] Zhigang Zou, Toshimitsu Ito, Solid State, 1997
- [2] J.Reed Ceramic Processing. J.Wiley . N.Y. 1992.
- [3] A.F.Clark,R.B.Golbfarb et all, Cryogenics 27 (1987)473.
- [4] R.Snyder, J.Am Ceram. Soc. 78(12) 3171-94 (1995).
- [5] D. Louer, Powder Diffraction, 22-26, 1992.
- [6] W.E.Deming, Statistical Adjument of Data. Wiley. N.Y. (1965), 38-40.