

## EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD QUÍMICA ENTRE $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ y $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$ A TRAVÉS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

O. Ortiz D., D. A. Landínez Téllez, J. Roa-Rojas

*Grupo de Física de Nuevos Materiales, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC*

(Recibido 09 de Sep.2005; Aceptado 22 de Jun. 2006; Publicado 04 de Oct. 2006)

### RESUMEN

Presentamos los resultados de un refinamiento, por el método Rietveld, de los patrones de difracción de rayos X de varias muestras de compósitos de los materiales  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  y  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$ , que fueron sometidos a un tratamiento térmico a 900 °C durante 10 horas. Se tomaron patrones de difracción de rayos X a cada una de estas mezclas con el fin de evaluar la estabilidad química entre los dos materiales, estudiando los patrones con el programa GSAS. Los resultados indican que el material  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$  no reaccionó químicamente con el  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , lo cual junto con otros requisitos previamente estudiados, lo hace apto para ser propuesto como sustrato para la deposición de capas superconductoras.

**Palabras claves:** Superconductividad, fases cristalinas de compósitos, refinamiento.

### ABSTRACT

We show the results of Rietveld refinement of X ray diffraction patterns of several samples of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}/\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$  composites, which was heated at 900°C for 10 hours. We make XRD patterns of these samples in order to study the chemical stability between  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  and  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$ , by GSAS software. From the results, We can say that there is no chemical reaction between  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . Thus, it is very suitable as potential substrate material for superconductor layers.

**Key Words:** Superconductivity, crystalline phases of composites, refinement

### 1. Introducción

Desde el descubrimiento de los superconductores de alta temperatura crítica se han dedicado enormes esfuerzos a la preparación de películas delgadas, con la mira puesta en aplicaciones en dispositivos crioelectrónicos [1-3]. Además, en los últimos años se han venido ejecutando gigantescos proyectos, especialmente en Japón y Estados Unidos, dedicados a la investigación y desarrollo de cintas recubiertas con superconductor, para aplicaciones en tecnología de potencia eléctrica [4,5]. Para la fabricación de películas o cintas superconductoras de alta calidad es de vital importancia la escogencia adecuada del sustrato. El material  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$  (SYSO), que pertenece a la familia de las perovskitas cúbicas complejas  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$ , ha sido evaluado previamente, y hemos encontrado que tiene buen ajuste de su parámetro de red con el del  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  (YBCO) y no afecta el valor de la temperatura crítica  $T_c$  [6]. Al comparar los patrones de difracción de rayos X de diferentes compósitos SYSO/YBCO y no detectar la presencia de picos diferentes a los característicos de estas dos fases, sugerimos que los dos materiales eran estables químicamente. Lo anterior nos motivó a proponer el material como

potencial sustrato para la deposición de capas superconductoras de YBCO [6]. No obstante, necesitábamos un estudio más cuantitativo respecto a la estabilidad química. En ese orden de ideas, realizamos un refinamiento de estos patrones, por el método Rietveld, para descartar la presencia de una fase diferente. Este refinamiento se realizó a través del software GSAS y su interface gráfica EXPGUI [7,8].

## 2. Técnicas Experimentales

Las fases puras de YBCO y SYSO fueron preparadas por el método de reacción de estado sólido [6]. Los compósitos YBCO/SYSO fueron preparados mezclando diferentes porcentajes de volumen de los dos materiales. Las muestras de compósitos se presionaron en forma de pastillas (a 1.6 ton/cm<sup>2</sup>) y fueron sometidas a un tratamiento térmico a 900°C durante 10 horas. La estabilidad química entre los dos materiales fue estudiada a partir de los patrones de difracción de rayos X, registrados por un difractómetro Siemens D500, usando la radiación Cu-K<sub>α</sub> ( $\lambda=1.5406$  Armstrong).

Para el refinamiento se utilizaron los programas GSAS y EXPGUI, tomando como datos iniciales los parámetros de red de las dos fases y los datos instrumentales del difractómetro.

## 3. Resultados y Discusión

En las figuras 1 y 2 se presentan los patrones de difracción de dos de las muestras, comparados con los calculados por el programa GSAS. Los demás patrones no se muestran por razones de espacio. La figura 1 corresponde al compósito con 85% de YBCO y 15% de SYSO, en tanto, la figura 2 corresponde a la de 55% de YBCO y 45% de SYSO. Los resultados del refinamiento para todos los patrones son similares a alguno de estos y en todos ellos las fracciones en peso calculadas discrepan en menos del 10% respecto a las que se pesaron al momento de preparar las muestras.

Los picos que aparecen en el patrón de la figura 1 fueron señalados por GSAS como uno de YBCO o como uno de SYSO. Las pequeñas diferencias que se observan en algunos de ellos, sobre todo en los más intensos, se deben a la mala calidad de los datos. En las gráficas para otros compósitos con 30, 80 y 90% de SYSO el programa no mostró picos diferentes a los de las dos fases.

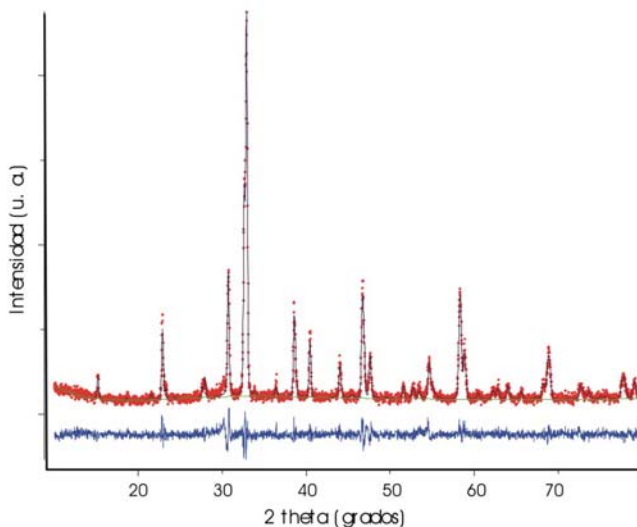


Figura 1: Patrón de difracción de rayos X de la muestra con 85% de  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  y 15% de  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$ . Los puntos corresponden al patrón experimental y la línea continua junto a los puntos corresponde al ajuste realizado por GSAS. Más abajo aparece la diferencia entre el patrón calculado y el observado. Para este refinamiento  $\chi^2$  es 1,370 y el indicador de “bondad” del ajuste R es 0,0841.

En contraste, la figura 2 ilustra lo hallado para las muestras con 45, 60 y 70% de SYSO. Cerca al pico (400) y al (422) (ángulos  $44^\circ$  y  $54^\circ$ ) aparecen dos pequeños picos que no habíamos advertido hasta antes de realizar el refinamiento, los cuales no aparecen en los otros patrones y son los responsables de las diferencias entre los patrones calculado y observado para esos valores de  $2\theta$ . Sin embargo, no creemos que indiquen la presencia de otro compuesto diferente, ya que lo más probable es que el valor de  $T_c$  se hubiera visto afectado y esto no sucedió, como se puede apreciar en el recuadro de la figura 2. La transición diamagnética se presenta para el mismo valor de temperatura que para la muestra de YBCO puro.

Pensamos que el origen de esos picos (muy cercanos a dos de la fase  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$ ) se debe a una distorsión de la estructura cúbica de la perovskita SYSO que, para esos porcentajes se torna ortorrómbica. Este asunto será objeto de un análisis posterior

En resumen, hemos confirmado de una manera cuantitativa la apreciación que teníamos respecto a la estabilidad química de SYSO con YBCO, lo que nos alienta a continuar con el proceso de evaluación del material como sustrato para capas de YBCO, pero ahora estudiándolo en forma de películas. No obstante, la aparición de un pico extra nos impone una nueva tarea, por cuanto debemos investigar su causa.

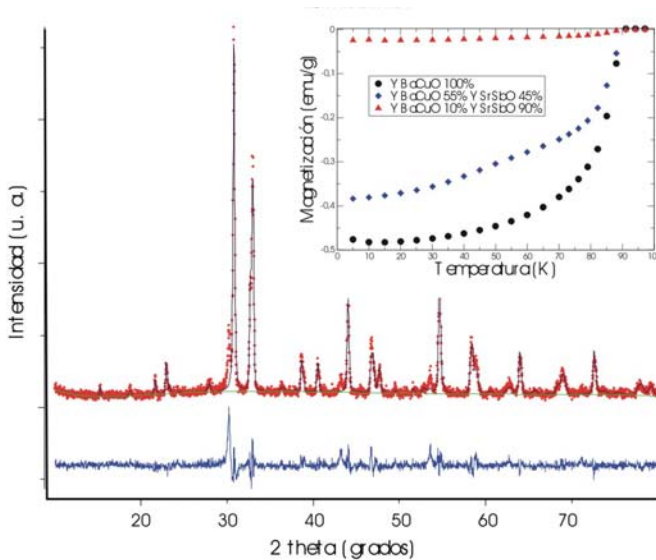


Figura 2: Patrón de difracción de rayos X de la muestra con 55% de  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  y 45% de  $\text{Sr}_2\text{YSbO}_6$ . En el recuadro se muestra el comportamiento de la magnetización en función de la temperatura para este compuesto. Para este patrón  $\chi^2$  es 2,138 y R es 0,1296.

**Agradecimientos:** Este trabajo tuvo el apoyo parcial de COLCIENCIAS: proyecto No. 1101-05-13604 y Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, contrato No. 043-2005.

## REFERENCIAS

- [1] J. Kurian and T. Morishita, *Supercond. Sci. Technol.* 16, 422 (2003).
- [2] Y. Takahashi, H. Wakana, A. Ogawa, T. Morishita and K. Tanabe, *Jpn. J. Appl. Phys.* 42, L283 (2003).
- [3] M. Barra, A. Cassinese and A. Prigiobbo, *Supercond. Sci. Technol.* 16, 407 (2003).
- [4] V. Matias, B. J. Gibbons, A. T. Findikoglu, S. Kreiskott, L. Bronisz y D. Peterson *IEEE Trans. Appl. Supercond.* 12, 2488 (2003).
- [5] T. Watanabe, Y. Hiohara y T. Izumi *IEEE Trans. Appl. Supercond.* 12, 2445 (2003).
- [6] O. Ortiz Diaz, J. Roa-Rojas, D. A. Landínez Téllez and J. Albino Aguiar *Mod. Phys. Lett. B* 18, 1035 (2004).
- [7] A. C. Larson and R. B. Von Dreele, "General Structure Analysis System (GSAS)", *Los Alamos National Laboratory Report LAUR 86-748* (2000)
- [8] B. H. Toby, *J. Appl. Cryst.* 34, 210 (2001).