

CERAMICAS PIROELECTRICAS TIPO $Sr_{(1-x)}Ba_xNb_2O_6$ MODIFICADAS CON LANTANO

I. González, J. Portelles, G. Santana, S. García, Laboratorio de Magnetismo, Facultad de Física, Universidad de La Habana

RESUMEN

Se reporta la obtención y caracterización de cerámicas $Sr_{(1-x)}Ba_xNb_2O_6$ modificadas con diferentes porcentos de La. Se encontró que la corriente piroeléctrica y la permitividad dieléctrica crecen con la adición de La mientras que la temperatura de Curie se desplaza hacia valores menores.

ABSTRACT

Obtention and characterization of $Sr_{(1-x)}Ba_xNb_2O_6$ (SBN) ceramics containing differents % of La are reported. It have been found that the pyroelectric response and the dielectric constant increase while the Curie Temperature decreases whith the increasing of the addition of La in these ceramics. It has been calculated the pyroelectric coefficient.

INTRODUCCION

Se ha venido reportando desde hace algunos años que monocristales de $Sr_{(1-x)}Ba_xNb_2O_6$ han sido utilizados con éxito a temperatura ambiente como detectores piroeléctricos de radiaciones en el rango visible e infrarrojo del espectro electromagnético, con tiempos de respuesta menor que 30 ns. El desarrollo de estos detectores con prioridad sobre otros es debido principalmente al alto valor del coeficiente piroeléctrico en estos materiales y a la aparente ausencia de señales piezoeléctricas oscilatorias debidas a oscilaciones mecánicas en la muestra ferroeléctrica. [1,2]. La permitividad dieléctrica en estos materiales depende fuertemente de la relación Sr/Ba en la composición de los mismos, obteniéndose que la temperatura de Curie (T_c) crece cuando se incrementa el contenido de Ba. Los mayores valores de la permitividad dieléctrica se reportan para $x = 0.7$ pero con T_c de aproximadamente 180 °C [3]. De esta manera variando la concentración de Ba se puede disminuir la T_c , pero ello provocaría una disminución de las corrientes piroeléctricas. Se conoce que los valores mayores de la permitividad dieléctrica y del coeficiente piroeléctrico ocurren para mayores concentraciones de Ba. Por otra parte se conoce que en monocristales SBN la adición de La produce una disminución apreciable de la T_c sin alterar significativamente otras propiedades. Se obtendría de esta manera un material no costoso, con características idóneas

para ser usado en dispositivos sensores de las radiaciones antes mencionadas. En este trabajo se reporta la obtención de cerámicas de $Sr_{(1-x)}Ba_xNb_2O_6$ modificadas con diferentes porcentos en peso de La_2O_3 y las variaciones de las características piroeléctricas en función de la temperatura para diferentes porcentos del dopante utilizado.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Muestras policristalinas de composición nominal $Sr_{(0.3)}Ba_{0.7}Nb_2O_6 + \%x$ de la ($x = 0.1, 0.2, 0.3, 0.5\%$) fueron preparadas usando el método cerámico convencional partiendo de los compuestos $BaCO_3$, $SrCO_3$, y Nb_2O_5 de alto grado de pureza. Los diferentes compuestos fueron mezclados y calcinados a 900 °C, se prensaron en tabletas de 8mm de diámetro y 1mm de espesor. La sinterización se realizó en aire a las temperaturas de 1250 °C, 1300 °C y 1400 °C respectivamente. Las muestras con diferentes porcentos de La fueron nombradas: serie A (0,5 % de La_2O_3), serie B (0,3 %), serie C(0,2 %) y serie D(0,1 %).

El contacto eléctrico se realizó mediante plata difundida a 700 °C.

De las mediciones de la permitividad dieléctrica en función de la temperatura se comprobó que la

Tc disminuye con el incremento del por ciento de Lantano.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de las pérdidas experimentales debidas al proceso de calcinación en función del tiempo, se observa que la serie D se separa del comportamiento regular de las demás, hecho que pudiera influir en el comportamiento de estas muestras.

Los valores de densidad obtenidos para las distintas series se muestran en la Figura 2. Se observa que la densidad crece con la temperatura de sinterización y con el incremento del contenido de Lantano de manera que para la serie A (0.5 %) la densidad siempre presenta valores superiores. Se observa también que para la temperatura 1400 °C la densidad es máxima para todas las series, por lo que resulta la temperatura idónea pues según el diagrama de fase algún incremento de la temperatura pudiera provocar un cambio de estado de la sustancia. Los valores de densidad obtenidos se corresponden con los valores de densidad reportados para estas cerámicas:[3]

La Figura 3 muestra la dependencia de la Tc con la concentración de La₂O₃. Se observa claramente que el incremento de la concentración de La₂O₃ produce una fuerte disminución de la temperatura de Curie en forma aproximadamente lineal.

Los resultados de las mediciones de la permitividad en función de la temperatura se reportan en la Figura 4. Estos valores se obtuvieron de las mediciones de capacidad en función de la temperatura usando un puente RLC Tesla modelo BM 509 con salida analógica y un horno conectado a un servomecanismo que controla las variaciones de temperatura.

La dependencia de la corriente piroeléctrica con la temperatura se determinó usando la técnica reportada en [5]. La corriente

piroeléctrica se determinó usando un electrómetro Takeda TR 8651 con sensibilidad de hasta 10⁻¹⁵ A, con salida analógica. Un termopar de cromel-alumel calibrado se empleó para la determinación de la temperatura. Para la medición de la corriente piroeléctrica las muestras fueron previamente polarizadas a 3 kV/mm, dando un coeficiente piroeléctrico $p = 3.3 \cdot 10^{-8} \text{ C cm}^{-2} \text{ K}^{-1}$. En la figura 5 se presenta la dependencia de la corriente piroeléctrica con la temperatura, obteniéndose valores mayores para mayores contenidos de La₂O₃.

CONCLUSIONES

Del análisis de las pérdidas en el proceso de precocido y de las densidades obtenidas en el proceso de sinterización así como de los valores de permitividad se observa que para T₅ = 1250°C no se tiene el material buscado pues hay baja densidad, en el caso de la serie D la reacción no se completó quedando las pérdidas experimentales mucho menores que las pérdidas teóricas pues en todas las mediciones los valores obtenidos se separan de la regularidad obtenida en las restantes series.

El incremento de La en la red cristalina puede estar asociado con el incremento de sustituciones de La³⁺ en sitios del Sr que provoca el proceso de sinterización ya que ambos iones tienen radios iónicos cercanos y el peso atómico del La es superior al del Sr. Otro resultado que avala esta idea es el decrecimiento de la Tc con el porcentaje de La₂O₃ añadido.

El incremento de La no modifica el valor del coeficiente piroeléctrico de SBN sin dopar y desfasa hacia valores menores la temperatura de Curie, produciendo además un incremento en los valores de permitividad máxima y de la corriente piroeléctrica dando como resultado mejoras en las cualidades de la cerámica para ser usadas como sensores de radiación. Se reporta por tanto, la posesión de un método para obtener cerámicas piroeléctricas tipo SBN.

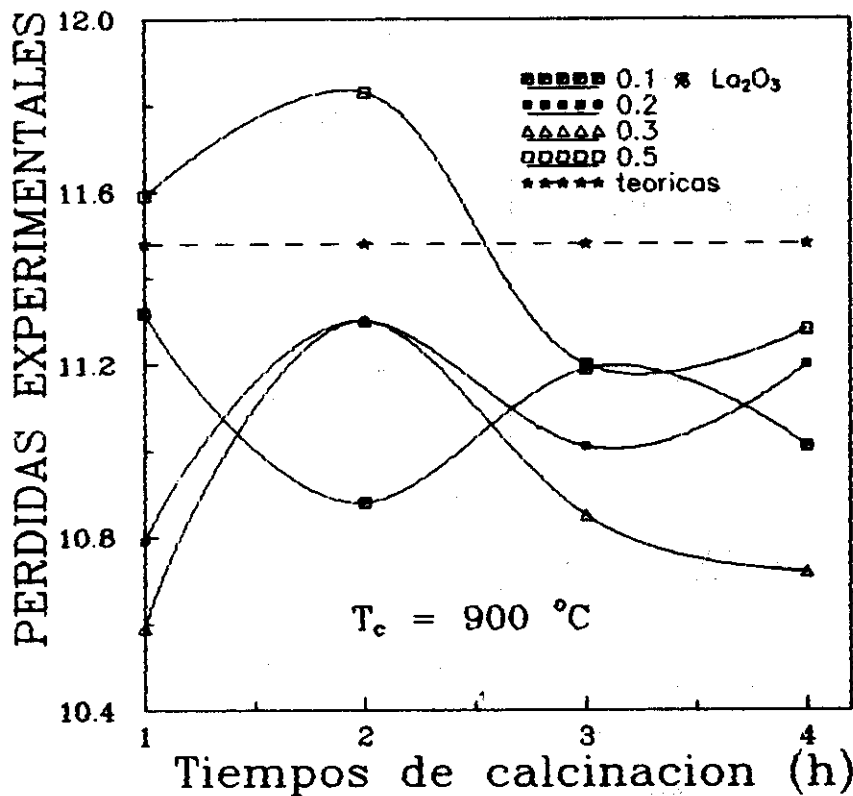


Figura 1. Perdidas experimentales de masa en función del tiempo de calcinación para el $\text{Sr}_{0.3}\text{Ba}_{0.7}\text{Nb}_2\text{O}_3$ y de La_2O_3 , ($y = 0.1, 0.2, 0.3, 0.5$).

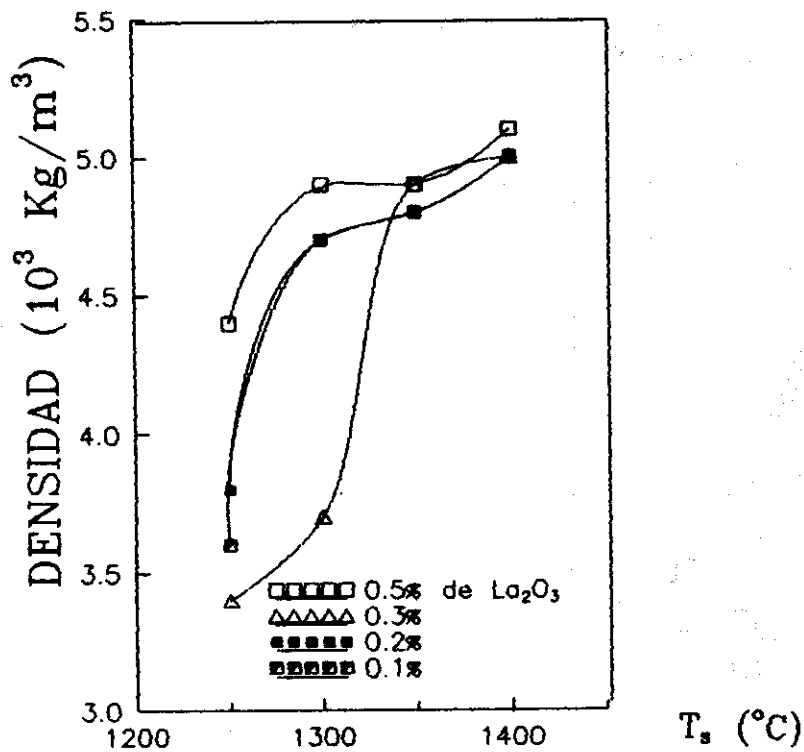


Figura 2. Densidad en función de la temperatura de sinterización.

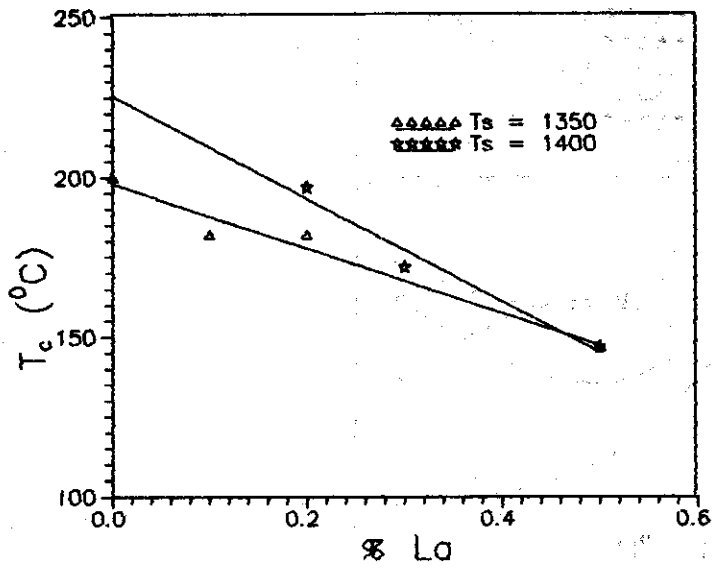


Figura 3. T_c en dependencia del porcentaje de La_2O_3

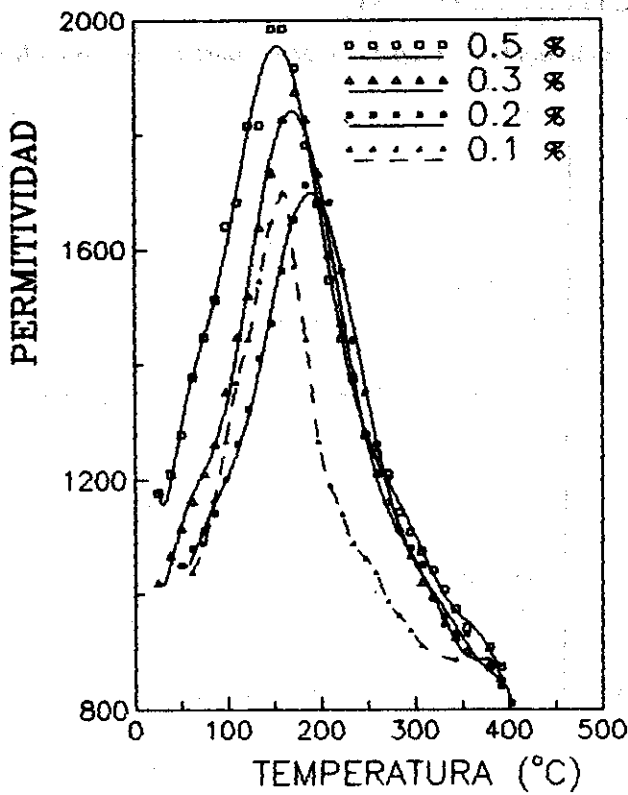


Figura 4. Permittividad dielectrica en función de la temperatura ($T_s = 1400$ °C)

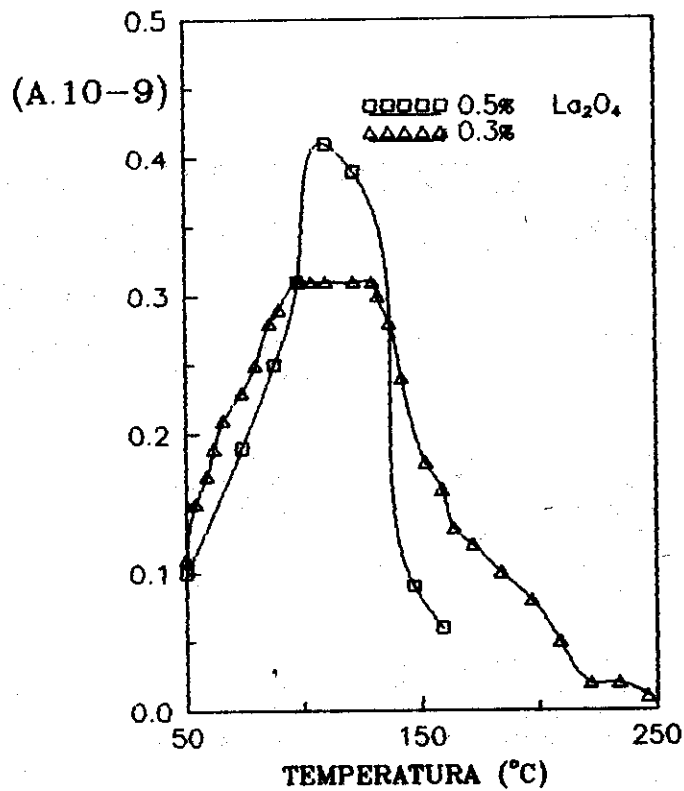


Figura 5. Corriente piroelectrica en función de la temperatura en muestras polarizadas a 3 KV/ mm.

REFERENCIAS

[1] GLASS, A.M. (Nov. 1969): J. of Appl. Phy. (40): 12, 4699).

[2] LIU, S.T. (1973): IEEE, 259.

[3] MITSUI, T. (1981): Ferroelectric and Related Substances, Sub volumen A. (16): 201.

[4] VAIVOV, P.A. (1979): Soviet Phys. Solid State, 19 (10).

[5] BYER, R.L. (1972): Ferroelectrics, (333).

[6] PORTELLES, J., I. GONZALEZ. Workshop on Optoelectronic and Material Related.