

INVESTIGACIONES MAGNÉTICAS Y MAGNETOÓPTICAS DE FERRITAS HEXAGONALES POLICRISTALINAS

O. Arés, A. de La Campa
Dpto. de Física de los Metales
Universidad de La Habana

E. A. Gaúchina, V. A. Liscov.
Cátedra de Magnetismo
Universidad Estatal de Moscú

RESUMEN

Se estudió el efecto ecuatorial de Kerr entre 2 y 5 e, v para ferritas exagonales policristalinas (fase M), obteniéndose variaciones en el espectro en dependencia de las condiciones de preparación. Todas las muestras con buenas propiedades magnéticas, resultaron tener un espectro magnetoóptico similar al del monocristal.

ABSTRACT

Equatorial Kerr effect in the 2-5 e.v range was studied for polycrystals of hexagonal ferrites (M-type). A dependence between the spectro and the details of the preparation process was obtained. It was found that the magneto-optical spectro of the samples with good magnetic properties were similar to those reported for monocrystals.

INTRODUCCIÓN

Las ferritas con estructura exagonal son ampliamente utilizadas en calidad de imanes permanentes y como elementos resonantes en el diapason de las microondas. El valor práctico de estos materiales y la relativa facilidad y economía de su proceso de obtención, demanda una más profunda investigación de sus propiedades magnéticas y magnetoópticas.

En la fase M-Ba ($\text{Ba Fe}_{12} \text{O}_{19}$), sólo existen iones Fe^{3+} ubicados en sitios tetraédricos (A), octaédricos (B) y bipiramidales (2b), en una proporción relativa 2:9:1 respectivamente. La estructura de este material

está formada por bloques espinélicos (S), separados por capas exagonales en las que se ubica el Ba (1). Teniendo en cuenta, que el número de sitios 2b es despreciable respecto al número de A y B y que la simetría de los bloques en que estos se encuentran es cúbica (espinélica), debe esperarse que los espectros magnetoópticos del Ba-M sean muy similares a los de las espinelas de Li y Mg, que solo contienen iones Fe^{3+} . En el trabajo (2) se presenta el efecto ecuatorial de Kerr (EEK) caracterizado por su δ_e para un monocristal del Ba-M en el rango de energías del fotón entre 2 y 5 e.v. Las anomalías de este espectro (picos), se encuentran en $\hbar\omega = 2,18; 2,5; 3,25; 3,8$ y $4,65$ e.v. Para el caso de la espínela $Li_{0,5}Fe_{2,4}O_4$, estos se encuentran en las posiciones $\hbar\omega = 2,3; 2,6; 3,27; 3,88; 4,4$ y $4,7$ e.v (3). Como puede verse, la concordancia de la posición de los picos magnetoópticos para estas dos ferritas es buena, aunque existe una diferencia en la región para la que éstos son más intensos. Para el Ba-M esta se encuentra entre 3 y 5 e.v y en $\hbar\omega < 3$ e.v para la de Li. Esta diferencia parece estar vinculada a la diferencia a su vez de casi un orden de magnitud en las poblaciones relativas de sitios A y B para estos dos materiales.

El objetivo del presente trabajo ha sido, el estudio de las propiedades magnéticas y magnetoópticas de muestras policristalinas de ferritas exagonales (tipo M), en dependencia de las condiciones de preparación.

TÉCNICA DE MEDICIÓN Y MUESTRAS UTILIZADAS

Las propiedades magnetoópticas fueron estudiadas mediante el EEK en una instalación automática (4). Esta es capaz de escribir el espectro $\delta_e = \delta_e(\omega)$ en un registrador XY. El barrido del espectro, se obtiene rotando el tambor del monocromador (DMR-4) con ayuda de un motor, al que también está conectada una resistencia variable que permite obtener un voltaje proporcional a la energía del fotón.

Las muestras fueron preparadas utilizando el método cerámico convencional (1) a una temperatura final de sinterización de alrededor de 1200°C. Se obtuvieron dos series de muestras que se diferencian entre sí, por los valores de densidad (ρ) y magnetización de saturación (M_s) antes de la sinterización; Serie 1 (S_1), $M_s = 250$ G y $\rho = 3,2$ gr./cm³. Serie 2 (S_2), $M_s = 300$ G y $\rho = 3,5$ gr./cm³. Esto se logró variando las condiciones de precocido (1) y prensado. En el caso de las dos series, se varió el tiempo de sinterización

(t_s) entre algunos minutos y varias horas.

Las propiedades magnéticas fueron medidas mediante un magnetómetro vibracional y la M_s también se midió por una técnica anisométrica desarrollada por N. I. Shpinkov (5).

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

En la figura 1. se presenta la dependencia de M_s y H_c con t_s para S_1 y S_2 . De la gráfica se ve, que las propiedades magnéticas de las muestras de S_2 , débilmente dependen de t_s . Para S_1 esta dependencia es más fuerte, encontrándose una caída de H_c y M_s en $t_s = 2,5$ horas, más brusca para la primera. Este fenómeno parece estar vinculado a una variación de la composición de fase de las muestras de esta serie con t_s y en el caso de H_c , también con un aumento considerable del tamaño del grano. Los difractogramas obtenidos para S_1 con $t_s = 3$ horas, presentan picos fuertes de óxidos como el α $Fe_2 O_3$, γ $Fe_2 O_3$ ó $Fe_3 O_4$, además de picos (con el mismo orden de intensidad) del $Ba Fe_{12} O_{19}$. Para una muestra de S_1 con $t_s = 1$ hora, el difractograma refleja picos intensos del $Ba Fe_{12} O_{19}$ con picos débiles ($< 3\%$) del α $Fe_2 O_3$. El estudio de la microestructura de las muestras de S_1 , utili-

zando microscopía electrónica de barrido, arrojó tamaños de grano para $t_g = 1h$ de $1,5 \mu$ y de 10μ para 4 horas.

Magnetoópticamente se investigaron los tiempos $t_g = 0,5, 1h$ y $4h$ para S_1 y $6,5, 2$ y $4h$ para S_2 . Después del pulido mecánico se trató la superficie de las muestras con una solución al 20% de HCl hirviendo.

En la fig. 2 se presenta $\delta_e = \delta_e(\omega)$ para una muestra de S_2 con $t_g = 1h$, antes y después del ataque químico y su comparación con la del monocristal (2) para esta serie, los espectros para diferentes t_g son similares entre sí. De la gráfica se ve, que el ataque químico cambia las propiedades magnetoópticas, observándose un crecimiento de δ_e en dos veces para $\hbar\omega$ entre 3 y 4 e.v. Sin embargo, el pico que se encuentra en 4,7 e.v, solo cambia su intensidad en un 20%. El H_3PO_4 hace un efecto similar en el EEK y la acción de ambos ácidos se estabiliza a partir de los 30 seg. de ataque.

Los resultados de las mediciones sobre S_1 se muestran en la fig. 3. Para la muestra con $t_g = 1$ hora, las particularidades de $\delta_e = \delta_e(\omega)$ se encuentran para $\hbar\omega = 2,1, 2,5, 2,8, 3,3, 3,8$ y $4,7$ e.v que como se puede apreciar coinciden con las del monocristal-

tal del Ba-M (el mismo resultado se obtiene para las muestras de S_2). En la misma fig.3 se puede observar, que los espectros $\delta_e = \delta_e(\omega)$ de S_1 , para $t_s = 0,5$ y 4 h presentan un cambio en su carácter. Se produce un ensanchamiento e inversión de intensidad, para los picos que se encuentran en 3,3 y 3,8 e.v. Además, de que disminuye δ_e para $\hbar\omega$ entre 2 y 3 e.v. Esta variación del espectro del EEK, coincide con el hecho de que para estas muestras, se detectaron otras fases por DRX (α Fe₂ O₃, δ Fe₂ O₃ ó Fe₃ O₄) y sus propiedades magnéticas se encuentran por debajo del óptimo.

CONCLUSIONES

Independientemente de las condiciones de obtención de policristales de la ferrita Ba Fe₁₂ O₁₉, todas las muestras con buenas propiedades magnéticas (magnetización y fuerza coercitiva) presentan espectros magnetoópticos muy parecidos entre sí y parecidos a su vez al del monocristal. Esto demuestra que los materiales obtenidos con buenas propiedades, tienen una estructura correspondiente al Ba Fe₁₂ O₁₉.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Georgi Sergievich Krin-chik su atención para con el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. B.E. Levin. Y.D. Tetriakov y L.M. Letiok "Físico-química, fundamento de obtención, propiedades y aplicaciones de las ferritas". Moscú. Metalurgia 1979 (En ruso).
2. A.A. Askochenski, E.M. Esperanskaia u A.P. Jreptov. Serie Física T. 44. No. 7, 1980 p. 1480 (Academia de Ciencias URSS). (En ruso)
3. Krinchik G.S., Jreptov A.P., Askochenski A.A. Esperanskaia E.M. u Beliaev C.A. JETP, 72. 2. 699 (1974) (en ruso).
4. Krinchik G.M. Nurmujamedov. JETP, 48, 34, 1965
5. N.I. Shpinkov. "Método anisométrico de medición". Comunicación privada. Facultad de Física de la Lomonosov (Moscú).

Recibido 16-3-82.

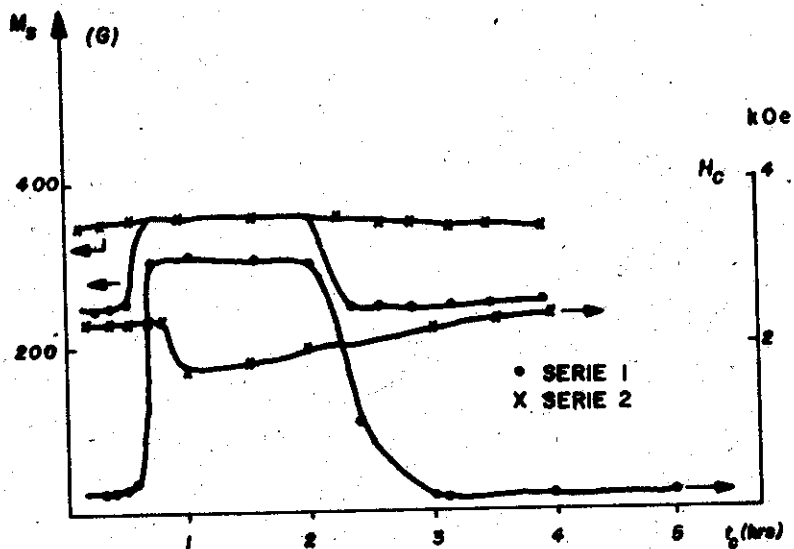
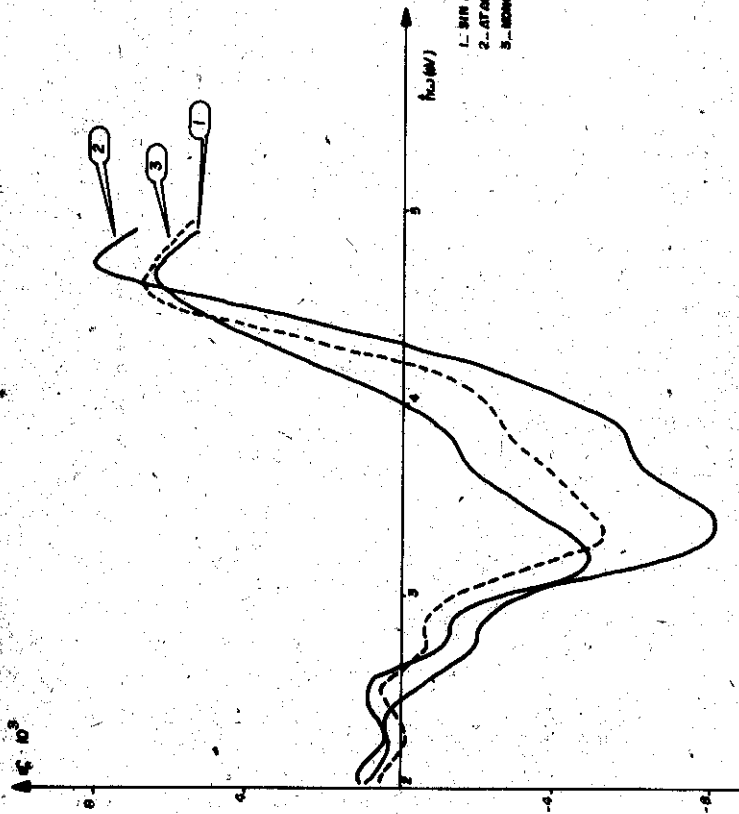


FIG.1 -- VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS CON EL TIEMPO DE SINTERIZACIÓN PARA LAS DOS SERIES ESTUDIADAS . --



- 1.- SIN ATAQUE
- 2.- ATAQUE
- 3.- MONO CRISTAL

FIG. 2.- ESPECTROS $\sigma_0 = \sigma_0(\omega)$, PARA UNA MUESTRA ANTES Y DESPUÉS DEL ATAQUE QUÍMICO DE LA SUPERFICIE Y SU COMPARACIÓN CON EL ESPECTRO DEL MONOCRISTAL...

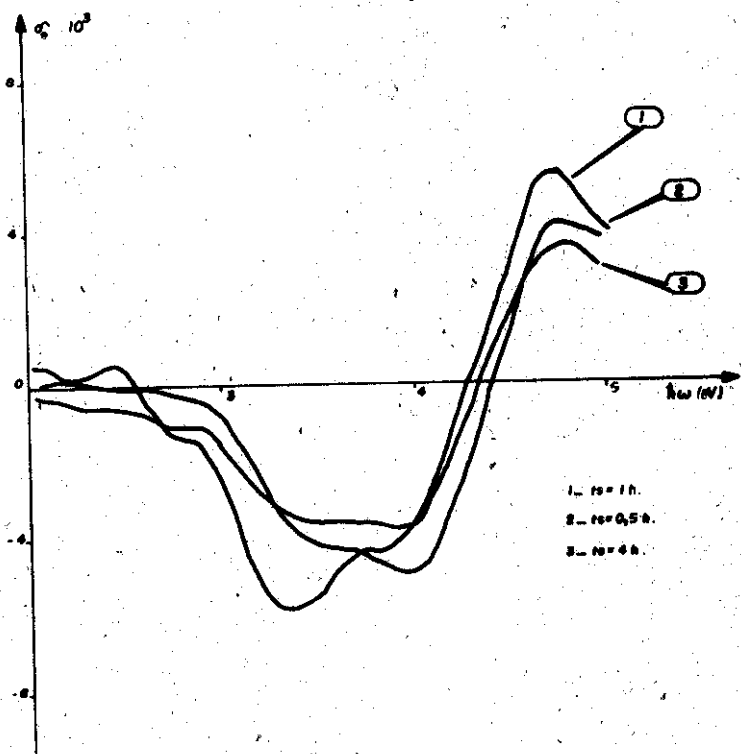


FIG.3— ESPECTROS $\sigma_e = \sigma_e(\omega)$, PARA TRES MUESTRAS DE S_2 CON DIFERENTES TIPOS DE SINTERIZACIÓN.—