

Obtención de imanes permanentes fundidos en el sistema $\text{Sm}(\text{Co,Cu})_5$

J.L.Sánchez Llamazares, O. Arés Muzio, S. Díaz Castañón
 Laboratorio de Magnetismo, Instituto de Materiales y Reactivos para la
 Electrónica (IMRE), Universidad de La Habana

RESUMEN

En el presente trabajo, se reportan los primeros resultados alcanzados en nuestro país en la obtención de imanes permanentes intermetálicos de Sm-Co . Mediante la técnica del horno de arco se prepararon imanes permanentes fundidos del tipo $\text{Sm}(\text{Co,Cu})_5$ los que presentan propiedades similares a las reportadas en la literatura para este tipo de materiales: $iH_c = 6500 \text{ Oe}$, $bH_c = 5400 \text{ Oe}$, $Br = 6400 \text{ G}$ y $(BH)_{\text{max}} = 9.6 \text{ MGO}$.

ABSTRACT

Present paper reports the first experimental results in the preparation and magnetic characterization of Sm-Co permanent magnet materials in our country. Casting $\text{Sm}(\text{Co,Cu})_5$ permanent magnets were obtained, which exhibit similar magnetic properties than those previously reported for these type of alloys: $iH_c = 6500 \text{ Oe}$, $bH_c = 5400 \text{ Oe}$, $Br = 6400 \text{ G}$ and $(BH)_{\text{max}} = 9.6 \text{ MGOe}$.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, además de las ferritas con estructura hexagonal y las aleaciones de tipo ALNICO, los materiales más utilizados como imanes permanentes son los compuestos intermetálicos de Samario y Cobalto de composición 1:5 y 2:17. Estos materiales se caracterizan por presentar elevados valores de anisotropía magnetocristalina ($\sim 10^8 \text{ erg/cm}^3$) y constituyen una nueva generación de imanes permanentes que conjuga altos valores de inducción remanente (Br), fuerza coercitiva (H_c) y producto de máxima energía magnética $(BH)_{\text{max}}$ (1).

Propiedades permanentes se obtienen en este tipo de materiales en policristales con partículas finas obtenidos mediante la sinterización de polvos orientados. Dentro de los materiales de composición 1:5, el SmCo_5 es el que más se ha utilizado comercialmente el que presenta valores de $(\text{BH})_{\text{max}}$ entre 16-20 MGOe(2).

Se han obtenido también buenas propiedades en el sistema $\text{RE}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_5$ con $\text{RE} = \text{Sm}, \text{Ce}$ (3); la sustitución del Co por Cu disminuye la magnetización de saturación de la aleación con la consecuente disminución del $(\text{BH})_{\text{max}}$ que oscila ahora entre 8-12 MGOe, no obstante, estas aleaciones son las más baratas dentro de este grupo de materiales por lo que representan también una opción de interés. La adición del Cu introduce un mecanismo de descomposición espinodal dando lugar a la precipitación de una segunda fase que aparece fundamentalmente dispersa en la matriz (4), que deviene centros de anclaje para las paredes de dominio, luego a diferencia del SmCo_5 en que el mecanismo de coercitividad es por nucleación de dominios en estas aleaciones se presenta un mecanismo de "pinning" (5).

El objetivo del presente trabajo, es el estudio de las condiciones de obtención de fundidos orientados en el sistema $\text{Sm}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_5$ con propiedades para imanes permanentes similares a las reportadas en la literatura para este tipo de aleaciones.

II. DESARROLLO EXPERIMENTAL

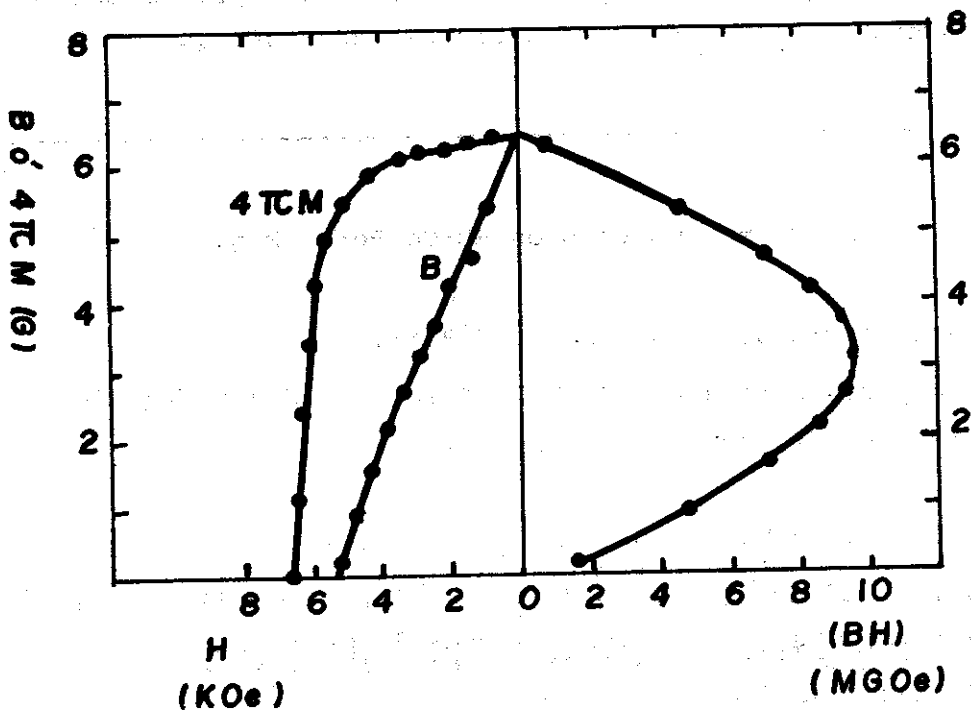
Mediante la técnica del horno de arco se prepararon muestras de composición química $\text{SmCo}_{3.3}\text{Cu}_{1.7}$ utilizándose como atmósfera protectora argón. La pureza de los componentes de partida fue: Sm 99.99%, Co 99.5% y Cu 99.5%. Las pérdidas en tierra rara por volatilización resultaron de hasta un 8%, y fueron compensadas mediante la adición en exceso de este elemento. Para garantizar una buena homogeneidad de fase en los fundidos, estos fueron volteados y refundidos varias veces. La densidad de las aleaciones obtenidas fue de 8.6 g/cm^3 .

El proceso de endurecimiento magnético para el desarrollo de la coercitividad en la aleación se llevó a cabo mediante un tratamiento térmico en vacío durante cuatro horas a 400°C .

La medición de las propiedades magnéticas se realizó en un magnetómetro vibracional convencional con un campo de saturación de hasta 16 KOe.

III. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra las curvas de desmagnetización en $4 \mu\text{M}$ (intrínseca) y en B, así como B vs (pd) del material obtenido según la dirección del gradiente de temperatura en que se solidificó el fundido, que como se ha reportado (6), debe coincidir con el eje cristalográfico c o de fácil magnetización del policristal crecido.



Debe notarse que ambas curvas son propias de un lazo de histéresis rectangular lo que indica que la solidificación direccional ha creado una fuerte textura cristalográfica y por ende magnética en el material. Mediciones del cociente σ_r/σ_s a 10 KOe arrojan un valor de 0.94, lo que confirma lo anteriormente expresado. La magnetización remanente permanece prácticamente constante para valores del campo magnético de hasta 4000 Oe; retirando el campo para $H \leq 4000$ Oe se comprobó experimentalmente que la magnetización permanece reversible, luego el desplazamiento de las paredes de Bloch debe ser también reversible en ese intervalo. Los valores de fuerza coercitiva alcanzados son elevados y están dentro de lo reportado para este tipo de aleación ($iH_c = 6500$ Oe y $bH_c = 5400$ Oe). Una de las ventajas notables de los imanes permanentes del tipo Sm-Co es precisamente sus elevados valores de coercitividad en comparación con el resto de los materiales convencionales (ALNICOS y ferritas) lo que los hace muy resistentes a la acción de campos desmagnetizantes. El valor de inducción remanente ($B_r = 6500$ G) es también congruente con lo reportado por otros autores para imanes permanentes fundidos o sinterizados en el sistema $RE(Co_{1-x}Cu_x)_5$ (3,7).

El producto de máxima energía magnética resultó $(BH)_{max} = 9.6$ MGOe. que se encuentra dentro de los límites superiores reportados para la composición preparada. El $(BH)_{max}$ se obtiene para $H = 3000$ Oe el que se encuentra por debajo al campo para el que comienza a aparecer procesos irreversibles de magnetización (4000 Oe), este elemento resulta de importancia para la aplicación en dispositivos en que el imán está sometido a la acción de campos desmagnetizantes variables.

El presente trabajo, constituye la base para el ulterior desarrollo de imanes permanentes sinterizados en el sistema $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Cu})_5$.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Iwama, Y.
Proc. of the V Int. workshop on RE-Co Perm. Mag. and Their Appl., 283, (1981).
- 2) TDK Co. General Products Catalogue, (1986).
- 3) "Rare earth permanent magnets". E.A. Nesbitt and J.H. Wernick, Academic Press, New York and London, (1973).
- 4) Hofer, F.
IEEE Trans. on Mag., vol. MAG-6, No. 2, 221 (1970).
- 5) Livingston, J.D.
Technical Information Series (General Electric), No. 80CRD292 (1980).
- 6) Kimura, Y. and K. Kamino
Trans. JIM, vol. 11, 132 (1970).
- 7) Sherwood, R.C.; E.A. Nesbitt; G.Y. Chin and M.L. Green
Mat. Res. Bull., vol. 7, 489 (1972)

Recibido: 19 de enero de 1987