



OBTENCIÓN DE FASE Y PROPIEDADES MAGNÉTICAS LTIP-MnBi MEDIANTE PROCESOS DE SOLIDIFICACIÓN RÁPIDA

J. Zamora*, I. Betancourt, I. A. Figueroa

Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 04510.

**Correo Electrónico (autor de contacto): zamenj@im.unam.mx*

RESUMEN

El compuesto intermetálico MnBi ha despertado interés como posible alternativa a los imanes permanentes basados en tierras raras. La fase magnética en dichos compuestos se conoce como "fase intermetálica de baja temperatura" (LTIP, por sus siglas en inglés)-MnBi. Esta fase posee propiedades magnéticas de gran utilidad para la fabricación de imanes permanentes, tales como una alta anisotropía uniaxial magnetocristalina ($K_1 = 10^6 \text{ J/m}^3$) y una alta temperatura de Curie de $355 \text{ }^\circ\text{C}$ [1-3]. Las aleaciones MnBi son una opción viable para obtener imanes permanentes capaces de operar a más de $200 \text{ }^\circ\text{C}$, sosteniendo campos coercitivos de más de 4 kOe . En este trabajo, se estudia la constitución de fases y su influencia en las propiedades microestructurales y magnéticas de aleaciones MnBi obtenidas mediante procesos de solidificación rápida. Los lingotes iniciales de Mn-Bi se obtuvieron por medio de horno de arco eléctrico en una atmósfera inerte. A partir de estos lingotes se obtuvieron cilindros y fragmentos de cintas, mediante las técnicas de colada por succión en molde de cobre y solidificación ultra-rápida, respectivamente. La distribución de fases de las aleaciones se realizaron mediante análisis de rayos X (Co- K_α , $A=1.790 \text{ \AA}$), encontrándose la formación de Bi elemental, Mn y LTIP-MnBi. La caracterización microestructural de las muestras se llevó a cabo a través de microscopía electrónica de barrido (MEB). Las propiedades magnéticas, determinadas por magnetometría de muestra vibrante (MMV), mostraron que para los cilindros la magnetización de saturación, M_s , fue de 50 emu/g , mientras que el campo coercitivo, H_c , fue de 3 kOe . Por su parte, las cintas fragmentadas, presentaron $M_s=8 \text{ emu/g}$ y $H_c=6.2 \text{ kOe}$. La presencia de zonas enriquecidas de Bi actúan como frontera de grano que dificulta el acoplamiento de intercambio intergranular, lo que tiene un efecto doble de dilución del momento magnético (baja M_s) y un valor alto de H_c . Estos resultados muestran con claridad la marcada influencia de la constitución de fases en las propiedades magnéticas de aleaciones MnBi.

ABSTRACT

The intermetallic compound MnBi has drawn attention as an alternative to rare-earth based permanent magnets. The magnetic phase of these compounds is known as "low-temperature intermetallic phase" (LTIP)-MnBi. This phase has magnetic properties useful for the development of permanent magnets, such as high uniaxial magnetocrystalline anisotropy ($K_1 = 10^6 \text{ J/m}^3$) and high Curie temperature of $355 \text{ }^\circ\text{C}$ [1-3]. The MnBi alloys are a viable for obtaining permanent magnets capable of operating at more than $200 \text{ }^\circ\text{C}$, keeping coercive fields more than 4 kOe option. In this work, we study the phase constitution and its influence on the microstructural and magnetic properties of MnBi alloys obtained by rapid solidification processes. Initial ingots of Bi-Mn master alloys were obtained by means of arc-melting of elemental constituents in a titanium-gettered inert atmosphere. From the master ingots, cylindrical rods and ribbons as fragmented pieces were obtained by means of suction-casting and melt-spinning technique, respectively. Phase distributions of the alloys were performed by X-ray diffraction analysis (Co- K_α , $A=1.790 \text{ \AA}$), indicating the presence of elementary Bi, Mn and LTP-MnBi. Microstructure characterization of the samples by scanning electron microscopy (SEM). Magnetic properties, determined by vibrating sample magnetometry (VSM), were established as follows for cylindrical rods: $M_s=50 \text{ emu/g}$ and $H_c=3000 \text{ Oe}$. Meanwhile, the ribbons showed a $M_s=8 \text{ emu/g}$ and $H_c=6.2 \text{ kOe}$. The presence of non-magnetic Bi-rich zone acted as an intergranular phase

caused a dilution effect on the magnetic moment, which produces to the low M_s and high H_c values. These results clearly show the strong influence of the constitution of phases in the magnetic properties of MnBi alloys.

REFERENCIAS

1. S. Kavita, U. M. R. Seelam, D. Prabhu, R. Gopalan, “On the temperature dependent magnetic properties of as-spun Mn-Bi ribbons”, *J. Magn. Magn. Mater.*, Vol. 377 (2015) p. 485-489.
2. W. Xei, E. Polikarpov, J. P. Choi, M. E. Bowden, K. S. J. Cui, “Effect of ball milling and heat treatment process on MnBi powders magnetic properties”, *J. Alloy Compd*, Vol. 680 (2016), p. 1-5.
3. P. Toson, A. Asali, G.A Zickler and J. Fidler, “AB-Initio study on the hard magnetic properties of MnBi”, *Phys. Procedia*, Vol. 75 (2014) p. 1410-1414.

TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO: *T16*

PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER): *O (Oral)*