

PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CABLES SUPERCONDUCTORES DE MgB_2

Analia Cabrera (1), Cesar Sobrero (2), Maria Teresa Malachevsky (2), Daniel Bianchi (3), Adriana Serquis (2)

(1) Instituto Sabato, CNEA, Buenos Aires. (2) CONICET – Centro Atómico Bariloche, CNEA, S. C. de Bariloche, Argentina. (3) L.M. FAE Centro Atómico Ezeiza-CNEA, Buenos Aires, Argentina.
Email: acabrera@cnea.gov.ar, ana_liacabrera@hotmail.com

Desde que fue descubierto el estado superconductor, principios del siglo XX, se ha investigado sobre su fenomenología y se han puesto en práctica técnicas para obtener materiales que transporten corriente sin resistencia eléctrica. Se debe tener en cuenta que además de los requerimientos de superconductividad, estos materiales van a ser solicitados mecánicamente de distintas maneras según sea la aplicación tecnológica y antes de eso se plantea el problema de la conformabilidad. En este caso, se busca realizar una bobina superconductora con cables mono o multifilamentarios. El MgB_2 es un material cerámico, con lo cual los procesos que se pueden llegar a usar son muy limitados al igual que la geometría final. Es por esta razón que surge la necesidad de componer un material superconductor que tenga una combinación de las propiedades mecánicas de los metales con la propiedad eléctrica del MgB_2 . Además, para optimizar las propiedades del material, es necesario estudiar la posible reacción química o interdifusión entre materiales, la segregación de compuestos o la modificación de la microestructura en las interfases vaina metálica-superconductor, que afectan los fenómenos de transferencia de corriente y tienen un fuerte impacto sobre su rendimiento.

El objetivo de este trabajo es la caracterización mediante microscopía electrónica de barrido las interfases entre el cerámico y los metales. En años anteriores Serquis y col [1-3] desarrollaron un cable superconductor con buenas propiedades a escala de laboratorio. Fue así que se buscó evaluar la configuración del cable a escala industrial. Este trabajo se presenta parte del análisis de un cable conformado en condiciones industriales que ha sido sometido a tratamientos térmicos y de trefilación. El cable se fabricó a partir de una vaina de Ti, con estabilizadores de Cu en su interior (figura 1).

En primer instancia se prepararon muestras del cable que aún no había recibido el tratamiento final de sinterizado. Para ello, fracciones de cable multifilamentario fueron incluidas en una resina (Subiton), devastada con lijas y luego con polvo de diamante y con alúmina hasta 0,3-0,5 μm . Se trabajó en el diseño y conformado de una bobina del alambre de sintetizado la cual a continuación de este trabajo sería sometida a ensayos en un criogenerador para medir su resistencia eléctrica. Luego, para analizar el comportamiento del cable frente al bobinado se ideó armar espiras que sirvieran para simular vueltas de la bobina, sometidas a un recocido para relajar tensiones y sintetizar finalmente el MgB_2 TT a 800°C en atmósfera controlada de Ar/H₂ [1-3].

La figura 2(a) muestra una imagen de SEM por electrones retrodifundidos del cable multifilamentario sin tratamiento final. En esta sección transversal se puede notar una de las cuatro vainas que conforman el cable multifilamentario. Entre vaina y vaina se encuentra el Cu que por la trefilación y los tratamientos térmicos ha llegado a rodearlas. Este es un resultado interesante, ya que se desea que el Cu cumpla una función de estabilizador térmico y para ello se buscaba un buen contacto entre el Cu y Ti. A mayor aumento se observó que la interfase entre MgB_2 y Ti había reaccionado, contrariamente a lo que se había encontrado en los cables de escala de laboratorio [3]. Para evaluar esa interfase se decidió realizar la técnica de mapeo elemental (Figura 2b), que reveló la presencia de una capa difusa de Ti que difundió sobre el MgB_2 .

Otro objetivo de la caracterización es el cálculo del área de MgB_2 dentro de las vainas para poder calcular la corriente que podrá circular a partir de mediciones de magnetización.

En las muestras donde se hicieron tratamientos térmicos a 800 ° C se notó que además de la difusión de Ti, el Cu habría podido difundir a través del Ti formando una capa a las orillas del MgB_2 e incluso penetrando en él (ver Figura 3). Además la presencia de agujeros en el centro del cable, da cuenta de una posible fisura de algunas de las vainas. La figura 3b es una imagen de la interfase del MgB_2 con la vaina de Ti, donde se puede notar en el tono más claro los lugares por donde el Cu ha difundido, no tan solo dentro del Ti y del MgB_2 sino también creando una nueva interfase de Cu entre los mismos.

4° Congreso de la Asociación Argentina de Microscopía (SAMIC 2016)

La difusión del Cu y Ti debido a los TT sometidos ($T > 0,6T_m$) altera las características del superconductor. Se debe bajar las temperaturas de tratamiento o evaluar el uso de Cu. Se sugiere que para disminuir las fallas mecánicas y pérdidas de capacidad superconductor se debería buscar una configuración más empaquetada de las vainas iniciales y/o cambiar la configuración inicial del cable.

REFERENCIAS

- [1] A. Serquis, L. Civale, D. L. Hammon, G. Serrano, V. F. Nesterenko. "Optimization of critical currents in MgB_2 wires and coils" IEEE Transactions in Applied Superconductivity 15 (2005) 3188-3191
- [2] C. E. Sobrero • J. M. Vallejos • V. San Martin, M. T. Malachevsky, A. C. Serquis "Multifilamentary MgB_2 Wires Prepared by an In Situ Powder-in-Tube Method" Low Temp Phys (2015) 179:119–125.
- [3] C. E. Sobrero, • M. T. Malachevsky, A. C. Serquis "Core Microstructure and Strain State Analysis in MgB_2 Wires with Different Metal Sheaths" Advances in Condensed Matter Physics (2015) Volume 2015, 297363.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el CONICET, la ANPCYT, la Universidad Nacional de Cuyo, y la Comisión Nacional de Energía Atómica.

FIGURAS

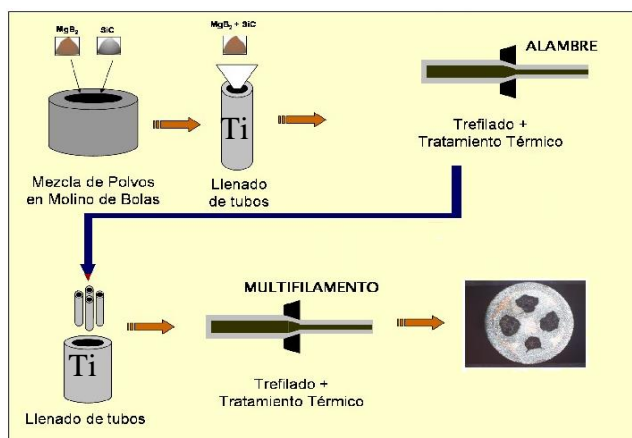


Figura 1: Ilustra el método PIT tradicional para la fabricación de cables de MgB_2 y una imagen de SEM de electrones secundarios de la sección transversal

Figura 2: a) Imagen de SEM por electrones retrodifundidos de un cuarto de la sección transversal del cable multifilamentario sin TT. Contraste más claro corresponde al Cu, el intermedio a Ti y el oscuro al Mg b) Sobre el mismo corte transversal, imagen de técnica mapeo elemental de la interfase de Mg y Ti.

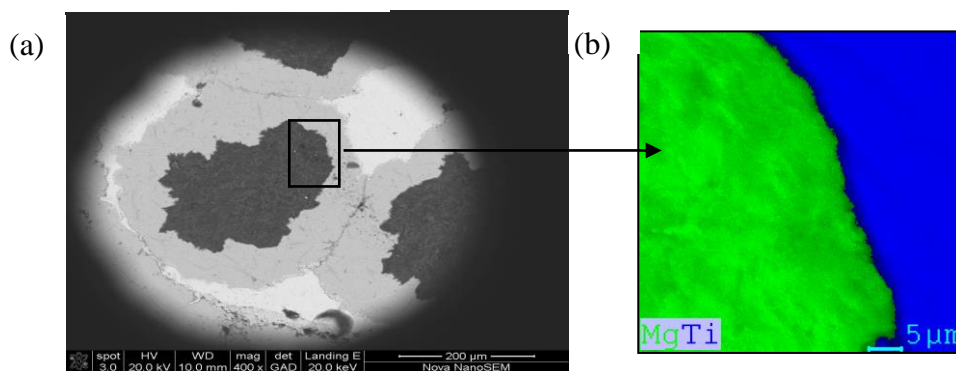


Figura 3: a) Imagen de SEM (electrones retrodifundidos) del centro de la sección transversal del cable multifilamentario sometida a TT 800°C por 30 min. b) Detalle de la interface del MgB_2 y la vaina

