



SOBRE LA RELACIÓN ENTRE LA DEFORMACIÓN Y LA RESISTENCIA ELÉCTRICA EN LA TRANSFORMACIÓN MARTENSÍTICA INDUCIDA POR TENSIONES EN MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA

Jorge L. Pelegrina^{(1,2)*}, Graciela M. Bertolino^(1,2) y Alejandro A. Yawny^(1,2)

⁽¹⁾*División Física de Metales, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. E. Bustillo 9500, 8400 San Carlos de Bariloche, Argentina.*

⁽²⁾*CONICET e Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.*

*Correo Electrónico (autor de contacto): jlp201@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

Una de las aplicaciones de los denominados Materiales con Memoria de Forma (MMF) es en dispositivos actuadores. En ellos se genera un cambio de dimensión como consecuencia de una variación de la temperatura impuesta, que puede ser utilizado para distintas funciones de posicionamiento en micromecanismos. La utilización de la variación de la resistencia eléctrica del núcleo actuador de MMF ha sido propuesta como una alternativa conveniente para el control realimentado de la deformación generada, evitando el uso de sensores de desplazamiento adicionales (voluminosos y costosos). Por este motivo, la caracterización de la relación entre la deformación y la variación de la resistencia eléctrica en MMF base NiTi y base Cu ha sido objeto de intenso estudio. Los resultados sin embargo no son concluyentes. Esto se debe principalmente al comportamiento no-lineal de los MMF, a la existencia de una histéresis y al efecto del calor latente de transformación asociados a la transformación martensítica responsable del comportamiento de estos materiales.

Se presentan resultados de medidas de deformación y resistencia eléctrica realizadas simultáneamente en ensayos mecánicos de monocristales de MMF de CuZnAl. Se puso énfasis en los efectos de la velocidad de deformación y la temperatura, relevantes para el tipo de aplicación considerada. Se encontró una dependencia lineal entre estas magnitudes, cuya pendiente cambia con la temperatura del ensayo. Se planteó un modelo simple, de dominios de las fases austenita y martensita dispuestos en serie, para simular la dependencia de la resistencia con la deformación. Este modelo predice el comportamiento lineal encontrado y, en forma aproximada, su dependencia con la temperatura. El análisis realizado indica que el uso de MMF del tipo CuZnAl, con baja dependencia de la temperatura crítica de transformación con la tensión aplicada, baja histéresis y alta conductividad térmica es recomendable para aplicaciones de tipo actuador-sensor.

ABSTRACT

Actuator applications have been benefited with the advent of Shape Memory Alloys (SMA). In them, a temperature variation induces a dimensional change that can be used for accurate positioning in micro mechanisms. To avoid the use of bulky and expensive displacement sensors, the electrical resistance variation of the SMA element has been proposed as the feedback control variable instead of the strain. For that reason, intensive attempts to characterize the relation between strain and electrical resistance variation in NiTi and Cu-based SMA can be found in the literature. Notwithstanding, the results are inconclusive, mainly due to the complexities associated with the non-linear behavior exhibited by SMA, the presence of a hysteresis and due to the latent heat associated with the first order martensitic transformation responsible of the singular behavior of these materials.

In the present work, simultaneous measurements of strain and electrical resistance during stress induced transformation in a CuZnAl SMA single crystal have been performed with the aim of contributing to the understanding of the relationship between both variables. The influence of the speed of deformation and temperature, both key variables in actuator applications, has also been assessed. A linear dependence between strain and the corresponding variation of electrical resistance has been observed. The slope however was found to depend on temperature. To rationalize these findings, a simple model consisting of an in-series arrangement of austenitic and martensitic domains was proposed. It predicts the before mentioned linear behavior and, approximately, its temperature dependence as well. The analysis also indicates that considering CuZnAl single crystals in actuator-sensor applications is highly recommendable due to the low stress dependence of the critical transformation temperatures, low hysteresis and high thermal conductivity.

TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO: T04

PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER): O (oral)