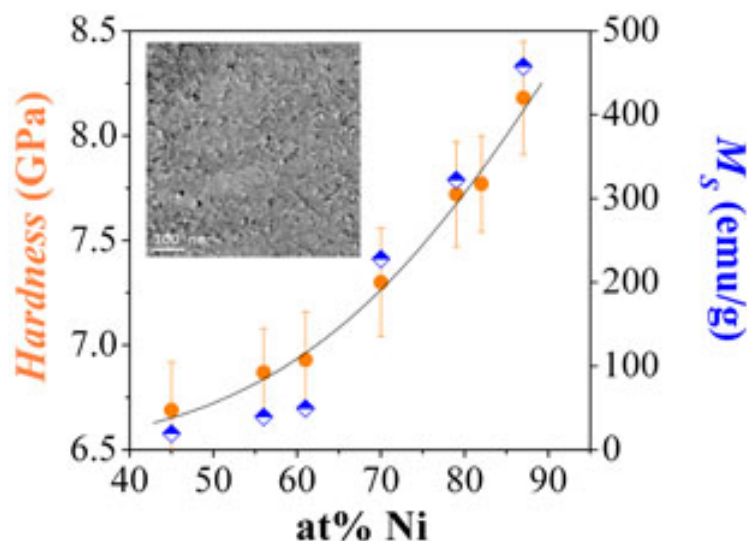


09/2010

## Excelentes propiedades mecánicas gracias a la nanoestructuración



Las propiedades mecánicas y magnéticas de los materiales metálicos pueden mejorar de manera excepcional cuando se consigue que el material esté constituido por cristales de tamaño nanométrico, consiguiendo un aumento de su dureza, o de la resistencia a la fractura y al desgaste, entre otros. En este trabajo se ha analizado cómo estas propiedades se ven afectadas por diferentes factores, como el tamaño de los nanocristales o la composición de la aleación de Cu-Ni, en láminas metálicas de 3 micras de espesor obtenidas electroquímicamente.

Los materiales metálicos nanocristalinos (es decir, con medidas de cristal por debajo de los 100 nm) se encuentran actualmente en el punto de mira de la comunidad científica para que presenten, respecto a los materiales convencionales con tamaños de cristal superiores (para entendernos, la escala micrométrica), prestaciones mecánicas superiores, como una mayor dureza, una resistencia a la fractura y al desgaste más elevadas, o incluso la aparición de superplasticidad a bajas temperaturas o velocidades de deformación elevadas. Esto ha

estimulado la investigación en el campo de los materiales metálicos nanoestructurados, ya sea en forma masiva (*bulk*) o en forma de capa delgada, no sólo desde un punto de vista fundamental sino también aplicado. Así, capas metálicas nanoestructuradas de unas pocas micras de espesor resultan especialmente atractivas como recubrimientos duros resistentes al desgaste y también como componentes en sistemas micro-y nanoelectromecánicos (MEMS / NEMS) basados en la tecnología de silicio. Si, además, la capa metálica es magnética, entonces puede integrarse en dispositivos de actuación magnética que pueden ser manipulados de forma remota.

En este trabajo se han estudiado con detalle las propiedades mecánicas (mediante nanoindentación) y el comportamiento magnético de capas de aleación cobre-níquel (Cu-Ni) nanocristalino preparadas por electrodeposición sobre sustratos de base de silicio modificados. Es la primera vez que se lleva a cabo un estudio de estas características con este material, ya que hasta el momento básicamente se habían preparado láminas no nanoestructuradas (ya fuera por electrodeposición o mediante métodos físicos) o en forma masiva (*bulk*). El baño electroquímico que se ha utilizado contiene en su formulación diferentes aditivos, de entre los cuales conviene destacar la sacarina, un conocido agente refinador del grano. Se ha usado el método galvanostático (aplicación de una intensidad de corriente constante) para preparar capas Cu-Ni de distinta composición (entre un 45 y un 87 por ciento atómico de níquel) y espesor controlado (3 micras). Se ha visto que las láminas preparadas, con una rugosidad superficial muy baja (de aproximadamente 2 nm) y un tamaño de cristal alrededor de los 30 nm, presentan una dureza bastante excepcional, comprendida entre 6,4 y 8,2 GPA, y un comportamiento magnético variable, en función de su composición. A medida que el contenido de níquel en las capas aumenta, la dureza, el módulo de elasticidad (comprendido entre 180 y 204 GPA) y la resistencia al desgaste también lo hacen y, simultáneamente, las capas pasan de presentar un comportamiento paramagnético a ferromagnético (siendo el umbral de transición de un comportamiento a otro alrededor del 70 por ciento atómico de níquel). El tamaño de cristal y la presencia de defectos de apilamiento que se generan durante el crecimiento electroquímico de las capas se convierten en esenciales a la hora de entender el porqué de su elevada dureza. Este amplio abanico de características convierten el material estudiado en extremadamente versátil y, de rebote, capaz de satisfacer los requerimientos necesarios para cada tipo de aplicación.

Este estudio ha sido desarrollado por investigadores del Departamento de Física (Dra. Eva Pellicer, Aida Varea, Dr. Santiago Suriñach, Dr. M. Dolors Baró), del Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología ICN-CSIC (Dr. Josep Nogués, Dra. Marta Estrader), del *Institute of Ion Beam Physics and Materials Research* de Rossendorf, Alemania (Dr. Enrique Menéndez), en colaboración con investigadores del *Institute of Robotics and Intelligent Systems* de la ETH - Zurich, Suiza (Dr. BJ Nelson y Dr. S. Pané). Los Dr. J. Sort y J. Nogués son, además, profesores ICREA y la Dra. M. D. Barón ha sido este año galardonada con un ICREA Academia.

**Eva Pellicer**

[eva.pellicer.icn@uab.cat](mailto:eva.pellicer.icn@uab.cat)

## Referencias

"Nanocrystalline Electroplated Cu-Ni: Metallic Thin Films with Enhanced Mechanical Properties and Tunable Magnetic Behavior". E. Pellicer, A. Varea, S. Pané, B. J. Nelson, E. Menéndez, M. Estrader, S. Suriñach, M. D. Baró, J. Nogués, J. Sort., *Advanced Functional Materials* 20 (2010) 983.

[View low-bandwidth version](#)