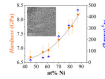


Excel·lents propietats mecàniques gràcies a la nanoestructuració

09/2010 - Física.

Les propietats mecàniques i magnètiques dels materials metàl·lics poden millorar de manera excepcional quan s'aconsegueix que el material estigui constituït per cristalls de mida nanomètrica, augmentant la seva duresa, o de la resistència a la fractura i al desgast, entre d'altres. En aquest treball s'ha analitzat com aquestes propietats es veuen afectades per diferents factors, com la grandària dels nanocristalls o la composició de l'aliatge de Cu-Ni, en làmines metàl·liques de 3 micres de gruix obtingudes electroquímicament.



Duresa i magnetització de saturació de les làmines nanocristal·lines, en funció del percentatge atòmic de níquel dins l'aliatge Cu-Ni.

Els materials metàl·lics nanocristal·lins (és a dir, amb mides de cristall per sota dels 100 nm) es troben actualment en el punt de mira de la comunitat científica perquè presenten, respecte dels materials convencionals amb mides de cristall superiors (per entendre'ns, a l'escala micromètrica) prestacions mecàniques superiors, com ara una major duresa, una resistència a la fractura i al desgast més elevades, o fins i tot l'aparició de superplasticitat a baixes temperatures o a velocitats de deformació elevades. Això ha esperonat la recerca en el camp dels materials metàl·lics nanoestructurats, ja sigui en forma massiva (bulk) o en forma de capa prima, no tan sols des d'un punt de vista fonamental sinó també aplicat. Així, capes metàl·liques nanoestructurades d'unes poques micres de gruix resulten especialment atractives com a recobriments durs resistents al desgast i també com a components en sistemes micro- i nanoelectromecànics (MEMS/NEMS) basats en la tecnologia de silici. Si, a més, la capa metàl·lica és magnètica, aleshores pot integrar-se en dispositius d'actuació magnètica que poden ésser manipulats de forma remota.

En aquest treball s'han estudiat amb detall les propietats mecàniques (mitjançant nanoindentació) i el comportament magnètic de capes d'aliatge coure-níquel (Cu-Ni) nanocristal·lí preparades per electrodeposició sobre substrats de base silici modificats. És la primera vegada que es duu a terme un estudi d'aquestes característiques amb aquest material, ja que fins al moment bàsicament s'havien preparat làmines no nanoestructurades (ja fos per electrodeposició o mitjançant mètodes físics) o en forma massiva (bulk). El bany electroquímic que s'ha emprat conté en la seva formulació diferents additius, d'entre els quals convé destacar la sacarina, un conegut agent refinador del gra. S'ha usat el mètode galvanostàtic (aplicació d'una intensitat de corrent constant) per preparar capes Cu-Ni de distinta composició (entre un 45 i un 87 per cent atòmic de níquel) i gruix controlat (3 micres). S'ha vist que les làmines preparades, amb una rugositat superficial molt baixa (d'aproximadament 2 nm) i una mida de cristall al voltant dels 30 nm, presenten una duresa força excepcional, compresa entre 6,4 i 8,2 GPa, i un comportament magnètic variable, en funció de la seva composició. A mesura que el contingut de níquel a les capes augmenta, la duresa, el mòdul d'elasticitat (comprès entre 180 i 204 GPa) i la resistència al desgast també ho fan i, simultàniament, les capes passen de presentar un comportament paramagnètic a ferromagnètic (essent el llindar de transició d'un comportament a l'altre al voltant del 70 per cent atòmic de níquel). La mida de cristall i la presència de defectes d'apilament que es generen durant el creixement electroquímic de les capes esdevenen essencials a l'hora d'entendre el perquè de la seva elevada duresa. Aquest ampli ventall de característiques converteixen el material estudiat en extremadament versàtil i, de retruc, capaç de satisfer els requeriments necessaris per a cada tipus d'aplicació.

Aquest estudi ha estat desenvolupat per investigadors del Departament de Física (Dra. Eva Pellicer, Aïda Varea, Dr. Santiago Suriñach, Dr. M. Dolors Baró), del Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia ICN-CSIC (Dr. Josep Nogués, Dra. Marta Estrader), del Institute of Ion Beam Physics and Materials Research de Rossendorf, Alemanya (Dr. Enric Menéndez), en col·laboració amb investigadors del Institute of Robotics and Intelligent Systems de la ETH Zurich, Suïssa (Dr. B. J. Nelson i Dr. S. Pané). Els Dr. J. Sort i J. Nogués són, a més, professors ICREA i la Dra. M. D. Baró ha estat enguany guardonada amb un ICREA Acadèmia.

Eva Pellicer

Departament de Física

"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.