

Studio della crescita di film sottili di MgO(111) su substrati metallici

Relazione scientifica

Lo scopo di questa ricerca è stato lo studio della struttura e della morfologia di film sottili di MgO(111) cresciuti su un substrato metallico. La ricerca è stata svolta durante la permanenza presso il Fritz-Haber Institut di Berlino.

Lo studio delle superfici di ossidi ha attratto molta attenzione negli ultimi anni grazie al loro possibile utilizzo nella catalisi e nei dispositivi magneto-elettronici. In particolare l'MgO è un ossido inerte e di facile preparazione che può essere utilizzato come supporto, ad esempio per nanostrutture metalliche. La preparazione della superficie (001) di tale ossido su diversi substrati è stata estesamente studiata in letteratura e ha mostrato interessanti possibilità, soprattutto se cresciuto su Mo(001) [S. Benedetti, H.M. Benia, N. Nilius, S. Valeri, H.J. Freund, Chem. Phys. Lett. 430 (2006) 330]. Al contrario la superficie (111) rimane un sistema ancora altamente inesplorato, a causa del fatto che questa superficie è polare e quindi molto instabile. Questa instabilità può invece essere ridotta nel caso di un film sottile, grazie alla relazione di epitassia col substrato, alle possibili deformazioni strutturali che possono essere introdotte o alla presenza del substrato metallico. Abbiamo quindi investigato in quali condizioni si riesce ad ottenere un film di MgO(111) con una buona qualità cristallina e senza ricostruzioni estreme come la formazione di faccette.

Fra i possibili substrati utilizzabili a tale scopo, è stata scelta la superficie (111) dell'Au, poiché mostra un ridotto mismatch reticolare con l'MgO, ha la stessa simmetria dell'ossido che si vuole crescere e può essere trattato a temperature più elevate (fino a circa 600°C) rispetto ad altri substrati come l'Ag.

È stata quindi investigata la crescita di MgO in forma di film sottile (1-5 MonoLayers) in Ultra-Alto-Vuoto (UHV), utilizzando due differenti metodi di preparazione. Il primo prevede la deposizione di un layer di Mg sulla superficie dell'Au, che viene successivamente esposto a pressione parziale di ossigeno (1×10^{-7} mbar). Il secondo invece consiste nella deposizione reattiva di Mg in atmosfera di ossigeno (1×10^{-7} mbar).

Grazie alla strumentazione presente al Fritz-Haber-Institut è stata studiata la morfologia mediante Scanning Tunneling Microscopy (STM) a bassa temperatura (100 K) e la struttura del sistema mediante Low Energy Electron Diffraction (LEED).

La prima procedura di preparazione, già utilizzata in passato per crescere ossidi polari su metalli [M. Kiguchi et al., Phys. Rev. B 68, 115402 (2003)], non ha portato ad una buona struttura cristallina del film ed è stata quindi abbandonata.

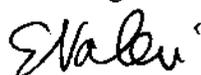
La seconda procedura, al contrario, ha mostrato un pattern LEED esagonale già depositando 1 ML di MgO a temperatura ambiente. È inoltre presente una ricostruzione (2x2), che scompare all'aumentare dello spessore e della temperatura di annealing dopo la deposizione. La qualità del LEED migliora scaldando il film a 250°C. Il film è inoltre abbastanza piatto in tali condizioni di crescita, ma non è completamente chiuso. La nucleazione dell'ossido avviene prevalentemente seguendo la periodicità della ricostruzione a herringbone della superficie dell'Au(111), come mostrato dalle immagini STM.

Sono state quindi studiate le variazioni di struttura e morfologia variando la temperatura del substrato tra 100 e 350°C durante la deposizione. Questo migliora la qualità della struttura cristallina del film rispetto alla crescita a temperatura ambiente e induce la formazione sulla superficie di isole triangolari, che formano un layer praticamente chiuso di 2 ML lungo gli step delle terrazze di Au, mentre sono più disperse al centro di tali terrazze. Il pattern esagonale mostrato dal LEED rimane ben visibile fino a 5 ML di spessore dell'ossido, mentre nessuna ricostruzione indotta per compensare la polarità appare evidente.

Modena, 30/11/2007

Il Proponente del Programma

Prof. Sergio Valeri



Il Fruitore del Programma

Dott.ssa Stefania Benedetti

