

DS 17 Harte Schichten und mechanische Eigenschaften

Zeit: Montag 13:30–15:15

Raum: TU H110

Hauptvortrag

DS 17.1 Mo 13:30 TU H110

Mechanisms of mechanical deformation in artificial superlattices and self-organized nanostructured thin films — ●LARS HULTMAN — Thin Film Physics Division, Department of Physics, IFM, Linköping University, S-581 83 Linköping, Sweden

Nanostructured thin films are attractive in that materials can be synthesized for tailored mechanical properties. This presentation gives an overview of mechanical deformation mechanisms in different types of nanostructured materials exhibiting superhardening (nitride superlattices and nanocomposites), extreme elasticity (fullerene-like carbon nitride) or reversible plasticity (MAX-phase ceramics). In TiN/NbN superlattices, glide within the layers is shown to be the dominant deformation mechanism in support of theory for superhardening that presumes plasticity with dislocation hindering at interfaces between phases of different shear modulus. Age hardening of ceramic coatings is introduced for advanced surface engineering with the example of metastable TiAlN. Spinodal decomposition with coherent cubic-phase nm-size domains of TiN and AlN that hinder dislocation glide is demonstrated. Thin films of inherently nanolaminated hexagonal Mn-1AX_n-phases are produced (n=1,2,3; M=transition metal; A-group element; X=C/N) such as Ti₃SiC₂. Ductile mechanical deformation is observed with kink formation and cohesive delamination on the basal planes. CN_x compounds are resilient (hard and extremely elastic). They consist of sp²-coordinated basal planes that are buckled from the incorporation of pentagons, but also cross-linked due to the substitutional bonding of N. Carbon nitride can store deformation energy by bending of such fullerene-like units.

DS 17.2 Mo 14:15 TU H110

Abscheidung von spannungsarmen nanokristallinen Diamantschichten mit Hilfe einer MW-CVD Plasmaquelle — ●NICOLAS WÖHRL, ALEXEI POUKHOVI und VOLKER BUCK — AG Dünschichttechnologie, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 3-5, 45141 Essen

Nanokristalliner Diamant bietet durch seine speziellen mechanischen und elektrischen Eigenschaften, welche die herausragenden Eigenschaften der seit Jahren technisch eingesetzten mikrokristallinen Variante um einige interessante Aspekte ergänzt, neue Möglichkeiten der technischen Anwendung. Es werden die Ergebnisse zur Abscheidung Nanokristalliner Diamantschichten mit Hilfe einer MW-CVD Plasmaquelle auf Siliziumsubstraten vorgestellt, für die der Abscheideprozess optimiert wurde. Hierbei wurden insbesondere Wachstumsrate und Schichtqualität in Abhängigkeit von Prozessparametern wie Gaszusammensetzung, Druck und Gasfluss optimiert. Die Schichtqualität der Nanokristallinen Diamantschichten wurde mit Hilfe der Ramanspektroskopie ermittelt. Der Einfluss auf den für den technischen Einsatz sehr kritischen Aspekt der mechanischen Spannungen in den Schichten wurde ebenfalls untersucht. Dabei kam eine ex-situ Apparatur zur Bestimmung des Krümmungsradius der Proben zum Einsatz. Es zeigte sich, dass sich, bei geeigneter Wahl der Prozessparameter spannungsfreie Schichten abscheiden lassen.

DS 17.3 Mo 14:30 TU H110

Probing superelasticity in NiTi-based shape memory thin films and foils – an advanced experimental approach — ●R. HASSDORF¹, J. FEYDT¹, S. THIENHAUS¹, L. BUFORN², N. CONTÉ², O. PYKHTEEV¹, M. KRUŽÍK^{1,3}, N. BOTKIN¹, and M. MOSKE¹ — ¹Forschungszentrum caesar, 53175 Bonn, Germany — ²CSM Instruments SA, 2034 Peseux, Switzerland — ³Academy of Sciences, 182 08 Prague, Czech Republic

With the advent of functional vapor-deposited thin films, the incorporation of shape memory and superelastic materials into coatings and lithographically processed microstructures has gained high prospects and technological importance. This holds specifically for their use in medical devices and thermal actuators. However, with shrinking size scale, characterization of the nonlinear superelastic behavior has become more and more demanding. In this respect, we present a study demonstrating the use of different advanced characterization techniques. One of them is nanoindentation with spherical tipped indenters tested on MBE-grown submicron NiTiCu alloy thin films. By applying Hertzian contact mechanics, the full range of mechanical response can be obtained from elastic, through the yield point, to permanent deformation. Moreover, using

an analytical approach the indentation data can be converted into a stress-strain scenario aimed at simulating uniaxial tension load. Therefore, for the above mentioned films, the width of the superelastic region is determined to be around 3% strain which complies with finite-element simulations used to fit the indentation curves.

Supported by BMBF under contract no. 03N4031A.

DS 17.4 Mo 14:45 TU H110

Strahlengehärtete Nanokomposit-Schutzbeschichtungen — ●HANS-JÜRGEN GLÄSEL¹, SIEGBERT RUMMEL¹, EBERHARD HARTMANN¹, REINER MEHNERT¹ und WINFRIED BÖHLMANN² — ¹Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung (IOM), D-04318 Leipzig — ²Institut für experimentelle Physik II, Universität Leipzig, D-04193 Leipzig

In der Formulierung von strahlengehärtbaren Acrylat-Nanodispersionen werden vornehmlich kommerzielle Nanopartikel (n-SiO₂) verwendet, denen in einer heterogenen hydrolytischen Kondensation (HHC) funktionalisierte Trialkoxysilane in situ aufgepropft wurden. Für die Beschichtung ist das rheologische Verhalten von ausschlaggebender Bedeutung (Walzenauftrag ca. 1.5 Pas). Bei einem Füllstoffgehalt um 25 Ma.% erhöht sich die Kratz- und Abriebfestigkeit beträchtlich (Faktor 5), wobei eine zugegebene Mikrokomponente (10 Ma.%) die oberflächenmechanischen Parameter nochmals verbessert (weiterer Faktor 10). Die HHC-Modifizierung kann durch eine rein adsorptive Partikelorganophilierung (APO) ersetzt werden, wodurch bedenkliche Abprodukte vermieden werden. ¹³C-NMR-Messungen konnten ein mechanistisches Bild der APO-Route verifizieren. Mittels praktisch bedeutsamerer metallorganischer Nanopulver wurden nun bei günstigerer Rheologie (0.3 bis 1.5 Pas) die oberflächenmechanischen Ergebnisse der HHC-Modifizierung übertroffen, auch werden nun spritzbare Nanolacke auf nichtwässriger Basis möglich.

H.-J. Gläsel, F. Bauer, E. Hartmann, H. Möbus, V. Ptatschek, Nucl. Instr. and Meth. B 208C (2003) 303.

DS 17.5 Mo 15:00 TU H110

Mechanical characteristics of PMMA films prepared by pulsed laser deposition — ●THORSTEN SCHARF¹, ERIK SÜSKE¹, PETER RÖSNER², and HANS-ULRICH KREBS¹ — ¹Institut für Materialphysik, Universität Göttingen, Friedrich Hund Platz 1, D-37077 Göttingen — ²I. Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Friedrich Hund Platz 1, D-37077 Göttingen

Pulsed laser deposition has turned out to be a promising method for the preparation of thin polymer films. Nevertheless not only the chemical properties differ slightly from those of the pure bulk target. Mechanical hardness is increased and depends strongly on the thermal treatment of the films and the deposition conditions like the used laser fluence. Additionally, the complex elastic modulus depends on the frequency as well as the temperature at which it is observed. This behavior, which is common for amorphous polymers, was observed via mechanical spectroscopy. In this contribution mechanical characteristics are discussed with respect to chemical structure and preparation parameters.