

## MM 30: Mechanical Properties II

Time: Wednesday 15:45–17:00

Location: H 0111

MM 30.1 Wed 15:45 H 0111

**Tensile tests of magnetron sputtered nanocrystalline palladium (exchanged with MM 29.5)** — ●ANNA CASTRUP<sup>1,2</sup>, SEBASTIAN GOTTSCHALK<sup>1</sup>, HORST HAHN<sup>1,2</sup>, RUDOLF BAUMBUSCH<sup>3</sup>, PATRIC GRUBER<sup>3</sup>, and OLIVER KRAFT<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institute of Nanotechnology, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, P.O. Box 3640, D-76021 Karlsruhe, Germany — <sup>2</sup>Institute for Materials Science, Thin Films Division, Darmstadt University of Technology, Petersenstr. 23, D-64287 Darmstadt, Germany — <sup>3</sup>IZBS, University of Karlsruhe, Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe, Germany

Nanocrystalline Pd films of 1  $\mu\text{m}$  thickness were prepared by rf magnetron sputtering on Kapton substrates. The films were sputtered by use of nanoscale multilayer technology with individual deposition layer thicknesses ranging between 1 and 20 nm at various sputter conditions.

The resulting grain size and texture were characterized using TEM and conventional XRD measurements. Tensile tests were performed ex-situ as well as in-situ in a synchrotron diffractometer. Peak form analysis reveals intrinsic and extrinsic stacking fault density and twin density, which depend on the applied strain rate. Considered deformation mechanisms are: grain boundary sliding, grain rotation and the formation of stacking faults. It is investigated whether the formation of these defects is reversible after relaxation.

MM 30.2 Wed 16:00 H 0111

**Fe-based composite materials with improved mechanical properties** — ●KATARZYNA WERNIEWICZ<sup>1,2</sup>, UTA KÜHN<sup>1</sup>, NORBERT MATTERN<sup>1</sup>, JÜRGEN ECKERT<sup>1</sup>, LUDWIG SCHULTZ<sup>1</sup>, and TADEUSZ KULIK<sup>2</sup> — <sup>1</sup>IFW Dresden, P.O. Box 270116, D-01171 Dresden, Germany — <sup>2</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering, Warsaw, Poland

Following a previous study by the authors two new compositions ( $\text{Fe}_{89.0}\text{Cr}_{5.5}\text{Mo}_{5.5}\text{O}_{91}\text{C}_9$  and  $(\text{Fe}_{89.0}\text{Cr}_{5.5}\text{Mo}_{5.5})_{83}\text{C}_{17}$ ) have been developed with the aim of improving the ductility of  $\text{Fe}_{65.5}\text{Cr}_4\text{Mo}_4\text{Ga}_4\text{P}_{12}\text{C}_5\text{B}_{5.5}$  bulk metallic glass (BMG). In contrast to the alloys in that study, the recently prepared Fe-based materials are Ga-free. It was expected that the variations in the composition will lead to the changes in the phase formation and, hence, in the mechanical response of the investigated alloys. It was recognized that in-situ formed Fe-based composites show superior plasticity ( $\epsilon_{pl} \approx 37\%$ ) for the alloy with lower C content and ( $\epsilon_{pl} \approx 4\%$ ) for the alloy with higher C content compared to monolithic glass ( $\epsilon_{pl} \approx 0.2\%$ ). Furthermore, on the basis of present as well as previous investigations it has been shown that the Ga addition is beneficial for the plasticity of these Fe-based alloys. It was observed that the  $(\text{Fe}_{89.0}\text{Cr}_{5.5}\text{Mo}_{5.5})_{83}\text{C}_{17}$  alloy exhibits a significantly smaller fracture strain ( $\epsilon_f \approx 5\%$ ) compared to its Ga-containing counterpart ( $\epsilon_f \approx 16\%$ ). Therefore, it can be concluded that appropriate alloying additions are crucial in enhancing the mechanical properties of the complex Fe-based materials developed here.

MM 30.3 Wed 16:15 H 0111

**Mechanical Characterisation of a human tooth with a structured filling material** — ●FERENC MOLNAR<sup>1</sup>, FRANK RICHTER<sup>1</sup>, and NORBERT SCHWARZER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Chemnitz University of Technology, Solid State Physics, 09107 Chemnitz, Germany — <sup>2</sup>Saxonian Institute of Surface Mechanics, Lieschow 26, 18569 Ummanz, Germany

New materials for dental use must have mechanical properties comparable to those of the surrounding biological material. To investigate a structured filling material consisting of hard nanometer-sized grains in a tough matrix with high local resolution we have applied the method of nanoindentation. Therefore a cross-section of the tooth has been prepared and depth sensing indentation measurements were per-

formed. Using the UNAT device (Universal Nanomechanical Tester, Asmec GmbH) with a Berkovich indenter an array of totally about 3200 measuring points with a spacing of 75 microns were created covering the essential parts of the tooth including filling, dentine and dental enamel regions. Young's modulus and hardness have been determined for each point of this array to obtain laterally resolved data of these mechanical properties. In addition, we have evaluated the yield strength of the filling material applying the effective indenter approach of Schwarzer [J. Phys. D: Appl. Phys., 37 (2004) 2761-2772]. The filling shows quite homogeneous behaviour to the external load but at smaller scales the microstructure gains more influence. Values of hardness and Young's modulus for particular measuring points being by a factor of two or three bigger than the average could be correlated by optical microscopy to single extraordinary large grains in the matrix.

MM 30.4 Wed 16:30 H 0111

**Simulation der ersten Phasen der Materialermüdung durch ein granulares Modell** — ●JUDITH FINGERHUTH<sup>1</sup>, MATZ HAAKS<sup>1</sup>, GUNTER SCHÜTZ<sup>2</sup> und KARL MAIER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nußallee 14-16, D-53115 Bonn — <sup>2</sup>Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich, D-52425 Jülich

Basierend auf der Idee des zellulären Automaten werden die ersten Phasen der Ermüdung eines Metalls vor der Initiierung von Mikrorissen mit einem mesoskopischen Modell simuliert. Der Kristall wird dabei als regelmäßige Anordnung von Kristallkörnern betrachtet, deren komplexe, individuelle Eigenschaften durch die skalaren Parameter Korngröße, Orientierung und Schädigung (mittlere Versetzungsdichte pro Korn) repräsentiert werden. Die Schädigung eines Kornes wird aus der plastischen Verformung, der pro Verformungszyklus dissipierten Energie und Schädigung der Nachbarkörner berechnet. In einer eindimensionalen Implementierung wurde das Verhalten von Nickel im einachsigen Zug-Druck-Versuch teilweise wiedergegeben. Es werden nun die Ergebnisse einer realistischeren 2D-Implementierung vorgestellt.

MM 30.5 Wed 16:45 H 0111

**Vorhersage des Ermüdungsbruchs an vordeformiertem Karbonstahl** — ●PATRICK EICH<sup>1</sup>, MATZ HAAKS<sup>1</sup>, KARL MAIER<sup>1</sup> und RALF SINDELAR<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Nussallee 14-16, 53115 Bonn — <sup>2</sup>FH Hannover, Ricklinger Stadtweg 120, 30459 Hannover

Die Ermüdung und das Versagen verschiedenster Bauteile unter Wechselbelastung spielen in Industrie und Forschung eine wichtige Rolle. Da die Lebensdauer unter zyklischer Belastung begrenzt ist, wäre eine präzise Schadensvorhersage von großer Bedeutung.

Die physikalische Ursache für die Ermüdung von metallischen Legierungen ist die Akkumulation von Gitterfehlern, wie Versetzungen, und durch Versetzungsbewegung erzeugte Defekte.

An der Bonner Positronen Mikrosonde lässt sich die von der Wechselbelastung verursachte Zunahme der Defektdichte mit der Methode der Positronen-Annihilations-Spektroskopie ortsaufgelöst messen. Dadurch kann der Ermüdungszustand bei höheren Lastzyklenzahlen aus der Defektdichte im Anfangsstadium der Ermüdung abgeschätzt werden [1].

Für Proben des Karbonstahls C45E, die sich zu Beginn der Belastung im ausgeheilten Materialzustand befinden, lässt sich aus den Frühstadien der Ermüdung die Restlebensdauer mit zu Wöhlermethoden vergleichbarer Sicherheit abschätzen. Um diese Vorhersagemethode unter realistischen Bedingungen zu testen, wurde die gleiche Versuchsreihe an vordeformierten Proben durchgeführt.

[1] M.Haaks, K. Maier in V. Jentsch et al. "extreme events"