

DS 24: Ion Beam Techniques

Time: Thursday 11:15–13:15

Location: H34

DS 24.1 Thu 11:15 H34

Ion Beam induced Glancing Angle Deposition of silicon nanostructures — ●CHRISTIAN PATZIG¹, WILFRIED ERFURTH², ALEXEY MILENIN², and BERND RAUSCHENBACH¹ — ¹Leibniz Institute of Surface Modification, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, Germany — ²Max Planck Institute of Microstructure Physics, Weinberg 2, 06120 Halle, Germany

Silicon nanostructures such as chevrons, four-fold spirals, screws and vertical posts are grown on Si substrates using ion-beam induced Glancing Angle Deposition (GLAD) at room temperature. GLAD is a deposition technique developed in recent years. Based on a self-shadowing process of particles that reach the substrate under a highly oblique angle (the particle flux typically reaches the substrate under an angle $\beta > 80^\circ$ as measured to the substrate normal), slanted posts will grow in the direction of the incoming flux. Combined with suitable substrate rotation, unique structures can be grown. The structures are grown on bare Si substrates as well as on templates made with Electron Beam Lithography (EBL) and are analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM). The effect of different rotation schemes and the influence of period and size of the template pattern on the growing structure will be discussed. It will be shown that the period of the template pattern, compared to the natural dimension of the structure on the bare substrate, dominates both dimension and periodicity of the grown structures.

DS 24.2 Thu 11:30 H34

Energy dependence of the surface topography on Si and Ge during ion beam erosion: Change of ripple orientation — ●BASHKIM ZIBERI, FRANK FROST, THERESA LUTZ, and BERND RAUSCHENBACH — Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e. V., 04318 Leipzig

Under certain conditions, induced by self-organization processes, low-energy ion beam erosion can lead to the formation of well ordered nanostructures on surfaces. The formation, ordering and size of nanostructures depends on different process conditions. The underlying mechanism is an interplay between curvature dependent sputtering that roughens the surface and smoothing by different relaxation processes. In the case of ripple formation current theories predict a ripple orientation perpendicular to the projection of the incoming ion beam for not too oblique angles of ion incidence and an increase of the ripple wavelength with ion energy if the relaxation process is not a thermal activated surface diffusion process. In this contribution the ripple surface topography emerging on Si and Ge surfaces during low energy Xe⁺ ion beam erosion at oblique ion incidence is investigated (ion energy ≤ 2000 eV). The results show that there is a much more complex behavior of the surface topography with ion energy, that contradicts the predictions of the theoretical models. For example a change in ripple orientation from perpendicular to parallel with decreasing ion energy was found, and the ripples formed at lower ion energies have a wavelength two times larger than the ripples at higher ion energies.

DS 24.3 Thu 11:45 H34

Biaxially textured polycrystalline Ag films on amorphous Si by ion beam assisted deposition — ●DANIEL FÖRSTER, SEBASTIAN BLEIKAMP, and THOMAS MICHELY — II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln, Zùlpicher Str. 77, 50937 Köln

Controlling the texture of polycrystalline thin films is crucial for their performance, i.e. in integrated circuits or as IR-reflective coatings.

We studied the early growth stages of Ag thin films on amorphous silicon as a model system by scanning tunneling microscopy. If grown by physical vapour phase deposition, these films develop a $\langle 111 \rangle$ fiber texture.

In order to obtain biaxially textured films, ion beam assisted deposition is performed using 4 keV Argon ions. Three channeling directions, corresponding to ion beam angles of 20° , 35° and 85° with respect to the surface normal are tested at different ion-to-atom arrival rates. For the grazing incidence angle of 85° at an 1/10 arrival rate a pronounced biaxial texture is found.

Details of the texture may be understood by considering the different interaction of the grazing ion beam with terraces and step edges.

DS 24.4 Thu 12:00 H34

Selektive Diffusion durch Ionenbestrahlung: Gold in amorphem Silizium — PETER KÄCHLER¹, ANDREAS KLIMMER¹, HANS-GERD BOYEN¹, CHRISTIAN PFAHLER¹, MORITZ TRAUTVETTER¹, ●PAUL ZIEMANN¹, JOHANNES BISKUPEK², UTE KAISER² und PAUL WALTHER² — ¹Institut für Festkörperphysik, Universität Ulm, 89069 Ulm, Germany — ²Zentrale Einrichtung Elektronenmikroskopie, Universität Ulm, 89069 Ulm, Germany

Bestrahlt man 60 nm dicke Goldfilme auf Si(100)-Substraten mit 230 keV Ar⁺ Ionen, so reicht diese Energie aus, dass die Projektile in einer mittleren projizierten Tiefe von 80 nm im Silizium zur Ruhe kommen. Simulationen (SRIM) wie auch TEM-Messungen zeigen, dass eine Gesamtfluenz von $4 \cdot 10^{15}$ Ionen/cm² genügt, um eine Si-Schicht mit scharf definierter Dicke (230 nm) direkt an der Grenzfläche Au-Si vollständig zu amorphisieren. Erfolgt eine solche Bestrahlung durch geeignete Masken, kann man bei anschließendem Tempern ein Temperaturfenster mit selektiver Au-Diffusion finden. So diffundiert Gold, wie Rutherford-Rückstreuexperimente (RBS) zeigen, zwischen 290° - 350°C in das amorphisierte Si-Substrat ein, während in den kristallinen Teilen noch keine merkliche Diffusion stattfindet [1]. Es wird über kombinierte RBS-, TEM- und SEM-Experimente berichtet, welche Aufschluss über die sich einstellenden Au/Si-Tiefenprofile liefern und die durch Nutzung geeigneter Bestrahlungsmasken eine Bestimmung der so erreichten elektrischen Leitfähigkeitskontraste zwischen bestrahlten und unbestrahlten Bereichen erlauben.

[1] J. Ehrhardt *et al.*, J. Appl. Phys. 100, 063534 (2006).

DS 24.5 Thu 12:15 H34

Messung der winkelabhängigen Sputterrate und der Sekundärelektronenausbeute bei der FIB-Bearbeitung von ein- und polykristallinen Metallen — ●YULIYA STARK, ROBERT FRÖMTER und HANS PETER OEPEN — Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg, Germany

Das direkte Bearbeiten von Metallfilmen zur Herstellung von Nanostrukturen erfreut sich wegen der Verfügbarkeit hochauflösender FIB Quellen zunehmender Beliebtheit. Während es relativ einfach ist, anhand einer Monte-Carlo Simulation [1] eine Abschätzung für die Sputterrate bei der Bearbeitung eines bestimmten Metalls zu erhalten, sind experimentelle Werte hierfür in der Literatur rar. Wir haben daher Messungen der Sputterrate von 30 kV Ga Ionen an polykristallinen Fe, Co und Permalloy Schichten, sowie den Substratmaterialien Si, GaAs und Graphit durchgeführt. Winkelabhängige Messungen an einkristallinem Fe zeigen, dass der Einfluss der Kristallstruktur (channeling), der in [1] nicht berücksichtigt wird, bis zu einer Größenordnung betragen kann. Auffälligerweise fallen hier nicht alle niedrig indizierten Kristallrichtungen mit Minima der Sputterrate zusammen.

Die Sekundärelektronenausbeute spielt ebenfalls eine Rolle bei der Bearbeitung, da sie beispielsweise die Bildqualität bei der Ionenmikroskopie und damit die zur Abbildung notwendige Grenzdosierung bestimmt. Wir haben mittels eines sphärischen retarding-field Spektrometers den Ertrag sowie die Energieverteilung der Sekundärelektronen für eine Reihe von Materialien bestimmt.

[1] James F. Ziegler; <http://www.srim.org>

DS 24.6 Thu 12:30 H34

Mechanical stress in low-energy ion-irradiated germanium: Experiments and simulations — ●TOBIAS EDLER and S.G. MAYR — I. Physikalisches Institut, Friedrich-Hund-Platz 1, Georg-August-Universität Göttingen, 37077 Göttingen, Germany

In the present contribution we focus on the origins and impacts of the swelling anomaly in amorphous germanium during ion bombardment. Experimentally, amorphous germanium thin films were grown from vapor, and subsequently bombarded with Ar⁺ ions with energies of up to 3 keV. Stress generation is monitored by a laser beams deflection method. In order to identify the underlying mechanisms of stress generation, molecular dynamics simulations were performed, in which crystalline and amorphous germanium films of different densities were irradiated.

We find a good agreement between experiments and simulations, which both clearly show the generation of compressive stresses, which saturate at 200 MPa. These stresses can be attributed to the generation of voids with sizes of approximately 1 nm several nanometers below the surface.

This work was financially supported by the DFG – SFB 602 TP B3.

DS 24.7 Thu 12:45 H34

Nanoporous carbon thin films manufactured by ion beam treatment of self-assembled block-copolymer nanotemplates

— •VALERIY LUCHNIKOV¹, MANFRED STAMM¹, ALEXEY KONDUYRIN², and MARCELA BILEK² — ¹Leibniz-Institut of Polymer Research Dresden, Hohe Str. 6, 01069 Dresden, Germany — ²School of Physics, University of Sydney, New South Wales 2006, Australia

Well-defined nanoporous carbon materials are explored for a number of advanced applications such as separation media, energy storage/conversion systems, catalyst supports, nano-electronic devices. Self-assembled block-copolymer thin films constitute a promising precursor material to formation of highly-ordered nanoporous carbon thin films via carbonization reactions. One of the carbonization techniques is ion beam implantation that transforms a polymer to insoluble electrically conductive carbonized structure, which can operate under aggressive media, high energy irradiations, mechanical load and high temperature. We have shown that a nanoporous BC-film can be completely carbonized by high-energy ion beam implantation, while preserving highly-ordered morphology. Thickness and structure of the carbonized nano-template are analyzed. Ion-beam induced carbonization does not require high temperatures and permits delicate modification of only the top 100-200 nm thick layer. This opens up new possibilities, such as formation of ordered carbon thin films on plastic and fusible metal substrates for flexible electronics. The method is also perspective for manufacture of free-standing nanoporous carbon

membranes for different applications.

DS 24.8 Thu 13:00 H34

Transport von Ionen durch dünne Filme und Membrane —

•EVA UNGER, THOMAS KOLLING, SHUTAO SUN und KARL-MICHAEL WEITZEL — Fachbereich Chemie, Universität Marburg, Hans Meerweinstr., 35032 Marburg

Dünne Filmschichten und Membrane spielen in Forschung und Technik eine grosse Rolle, z. B. in der Mikroelektronik, Medizintechnik aber auch allgemein in der Oberflächenbearbeitung und -veredelung.

Ausgehend von Studien zur reaktiven Streuung von Ionen an filmbelegten Grenzflächen, u.a. an PPX-Filmen, haben wir in diesem Beitrag den Transport von Ionen durch freistehende PPX-Membrane studiert. Dazu wurden dünne PPX - (Poly-Para-Xylene) Schichten und PPX-Membrane variabler Dicke (100 nm bis 2 μ m) durch Plasma-Dampfabscheidung (CVD) präpariert. So erzeugte Membrane wurden anschließend in einer Ultrahochvakuumkammer "freistehend" positioniert und mit Cs⁺ Ionen beschossen. Durch die Membran hindurchtretende Teilchen wurden mit einem Mikrokanalplattendetektor nachgewiesen und bezüglich ihrer kinetischen Energie analysiert.

Wir können den Durchtritt von Cs⁺ Ionen nachweisen, finden jedoch auch deutliche Hinweise auf das Austreten von Elektronen und im geringen Umfang auch neutraler Cs Atome. Diese Teilprozesse werden vor allem als Funktion der Aufschlagsenergie (impact energy) und der Schichtdicke untersucht.