



Architektur von nano- und mikrodimensionalen Strukturelementen



Sprecher
<p>Prof. Dr. Marius Grundmann Universität Leipzig Fakultät für Physik und Geowissenschaften Institut für Experimentelle Physik II Linnéstr. 5, D-04103 Leipzig ph: 0341-9732680, fax: 0341-9732699</p>
Projekte
<p>P1 Herstellung und Charakterisierung von eindimensionalen Heterostrukturen und Nanorosen M. Grundmann¹, M. Lorenz¹</p> <p>P2 MOVPE-Darstellung von eindimensionalen, miniaturisierten Grundbausteinen für die integrierte Elektronik und Optoelektronik: A^{III}B^V Nanowires - Nanotubes V. Gottschalch², M. Grundmann¹</p> <p>P3 Konstruktive Darstellung von dreidimensionalen periodischen Nanostrukturen durch ionenstrahl-gestützte Abscheidung E. Schubert³</p> <p>P4 Zylindrisch-lamellare Mikrogefügeübergänge und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Kyndrit, FeSn₄Pb₃Sb₂S₁₄ K. Bente⁴</p> <p>P5 Laterales optisches Konfinement mikroskopischer Resonatoren B. Rheinländer¹, V. Gottschalch²</p> <p>P6 Synthese und Charakterisierung eindimensionaler Ferroelektrika mit Perowskitstruktur R. Böttcher¹, E. Hartmann⁵</p> <p>P8 3D-Ionenstrahlanalytik zur morphologischen und stofflichen Charakterisierung nano- und mikrodimensionaler Strukturbauelemente und Ionenstrahl-Micromachining. T. Butz¹</p> <p>P9 Herleitung effektiver Theorien für atomistisch dünne Röhren und Schichten S. Müller⁵</p>

Wissenschaftliches Programm																					
<p>► Dreidimensional konstruierte Nano- und Mikrostrukturen</p> <p>Gezielte dreidimensionale Architektur Raumerfüllung Einzelstruktur und geordnete Felder Verknüpfung bzw. Vernetzung von Strukturelementen</p> <p>Konzepte für neue Präparationstechniken Glanzwinkeldeposition (GLAD) Katalytisches Wachstum (VLS) Kontrollierter roll-off Substrat-Strukturierung</p> <p>Strukturelle und chemische Analyse Transmissions-Elektronenmikroskopie Ionensonde</p>	<table border="0"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #ADD8E6;">Drähte</th> <th colspan="2" style="background-color: #ADD8E6;">Rollen</th> </tr> <tr> <td>Makrowelt</td> <td>Nanowelt</td> <td>Makrowelt</td> <td>Mikrowelt</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 µm</td> <td></td> <td>3 µm</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> neue physikalische Eigenschaften vergrößerte Gitterrelaxation Nanolichtquelle resonante Tunnelodiode optischer Resonator schallbare Polarisation in „1D“-Ferroelektrika P1, P2, P6, P8, P9 </td> <td colspan="2"> neue physikalische Eigenschaften strukturell steuerbare Gitterrelaxation chemisch steuerbare Gitterrelaxation stark gekrümmte Netzebenen Aufwickeln von... z.B. Mikroschichten, Spiegel P2, P4, P8, P9 </td> </tr> </table>	Drähte		Rollen		Makrowelt	Nanowelt	Makrowelt	Mikrowelt						1 µm		3 µm	neue physikalische Eigenschaften vergrößerte Gitterrelaxation Nanolichtquelle resonante Tunnelodiode optischer Resonator schallbare Polarisation in „1D“-Ferroelektrika P1, P2, P6, P8, P9		neue physikalische Eigenschaften strukturell steuerbare Gitterrelaxation chemisch steuerbare Gitterrelaxation stark gekrümmte Netzebenen Aufwickeln von... z.B. Mikroschichten, Spiegel P2, P4, P8, P9	
Drähte		Rollen																			
Makrowelt	Nanowelt	Makrowelt	Mikrowelt																		
																					
	1 µm		3 µm																		
neue physikalische Eigenschaften vergrößerte Gitterrelaxation Nanolichtquelle resonante Tunnelodiode optischer Resonator schallbare Polarisation in „1D“-Ferroelektrika P1, P2, P6, P8, P9		neue physikalische Eigenschaften strukturell steuerbare Gitterrelaxation chemisch steuerbare Gitterrelaxation stark gekrümmte Netzebenen Aufwickeln von... z.B. Mikroschichten, Spiegel P2, P4, P8, P9																			
<p>► Neuartige physikalische Eigenschaften und Effekte</p> <p>Kontaktierte Nanostrukturen Gekrümmte/verdrillte Netzebenen Steuerbare Gitterrelaxation Toleranz gegenüber Gitterfehlpassung Abstimmbare neuartige photonische Bandlücke Unterdrückung lateraler spontaner Emission Größenbegrenzte ferroelektrische Polarisierung</p>	<table border="0"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #ADD8E6;">Spiralen</th> <th colspan="2" style="background-color: #ADD8E6;">Röhren</th> </tr> <tr> <td>Makrowelt</td> <td>Nanowelt</td> <td>Makrowelt</td> <td>Mikrowelt</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>400 nm</td> <td></td> <td>10 µm</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> neue physikalische Eigenschaften vergrößerte mechanische Elastizität Transmissionsdifferenz für σ^+ und σ^- polarisiertes Licht photonische Bandlücke in periodischen Arrays S. John, Science 292, 5519 (2001) P3, P8, P9 </td> <td colspan="2"> neue physikalische Eigenschaften Bragg-Mantel zur Kontrolle lateraler Photonenmoden mechanische Stabilisierung des Kerns (Quantendraht) „1D“-Ferroelektrika P5, P6, P8 </td> </tr> </table>	Spiralen		Röhren		Makrowelt	Nanowelt	Makrowelt	Mikrowelt						400 nm		10 µm	neue physikalische Eigenschaften vergrößerte mechanische Elastizität Transmissionsdifferenz für σ^+ und σ^- polarisiertes Licht photonische Bandlücke in periodischen Arrays S. John, Science 292, 5519 (2001) P3, P8, P9		neue physikalische Eigenschaften Bragg-Mantel zur Kontrolle lateraler Photonenmoden mechanische Stabilisierung des Kerns (Quantendraht) „1D“-Ferroelektrika P5, P6, P8	
Spiralen		Röhren																			
Makrowelt	Nanowelt	Makrowelt	Mikrowelt																		
																					
	400 nm		10 µm																		
neue physikalische Eigenschaften vergrößerte mechanische Elastizität Transmissionsdifferenz für σ^+ und σ^- polarisiertes Licht photonische Bandlücke in periodischen Arrays S. John, Science 292, 5519 (2001) P3, P8, P9		neue physikalische Eigenschaften Bragg-Mantel zur Kontrolle lateraler Photonenmoden mechanische Stabilisierung des Kerns (Quantendraht) „1D“-Ferroelektrika P5, P6, P8																			
<p>► Anwendungen</p> <p>Nanomechanik Optoelektronik Photonik Sensorik</p>	<p>Zukünftige Anwendungen in der Nanomechanik, Sensorik, Photonik und Elektronik erfordern eine neuartige Architektur von Mikro- und Nanostrukturen, die zunächst als Einzel-element, später auch als Netzwerk, den zur Verfügung stehenden, dreidimensionalen Raum voll nutzen. Hierdurch entstehen neue Freiheitsgrade beim Design, z.B. bezüglich des Verspannungsmanagements und der Konnektierbarkeit. Diesen Ansatz wollen wir verfolgen und die Herstellung von Nano- und Mikro-Säulen, -spiralen, -röhren, -zylindern und ähnlichen Strukturen studieren, die mit neuartiger Funktionalität Grundbausteine für die genannten Anwendungen sind.</p> <p>Die von uns angestrebten Strukturen sollen konstruktiv im Raum gestaltet werden. Sie sollen mit geringem Aufwand an Strukturierungstechnologie, die Prinzipien von Selbst-aufbau (self-assembly) oder gesteuertem Selbstaufbau (directed self-assembly) nutzend, erzeugt werden. Dieser bottom-up Ansatz ermöglicht es, qualitativ neuartige Strukturen (und die mit ihnen verknüpfte Funktionalität) herzustellen, die durch künstliche Strukturierung (top-down Ansatz) grundsätzlich nicht zu erreichen sind, z.B. spiralförmige oder konzentrische Strukturen oder Strukturen mit extremen Aspektverhältnissen.</p>																				

Die von uns erzeugten Strukturen unterscheiden sich fundamental von den zur Zeit ausgiebig untersuchten Nanopartikeln oder Clustern einfacher Form und mesoskopischen Inhomogenitäten und Nanostrukturen, die zumeist planar in eine feste Matrix (Halbleiterquantenpunkte) oder in eine flüssige Matrix (kolloidale Quantenpunkte) eingebettet sind. Die komplexe, dreidimensionale Formgestaltung der Einzelelemente, die auch Krümmungen beinhalten kann, führt zu neuartigen, anders nicht zu erreichenden, geometriebestimmten Eigenschaften. Dieser Schritt von den bisher dominierenden einfachen geometrischen Formen hin zu komplexeren Strukturen mit Krümmung, mit eingebetteten Heterostrukturen oder mit nicht einfach-zusammenhängender Topologie ist bedeutend. Die makroskopische Welt wäre ohne Bauteile solcher (und noch viel komplizierterer) Geometrie nicht denkbar. Bei erfolgreicher Arbeit der Forschergruppe wird ein neues Feld im Bereich der Nanotechnologie eröffnet sein.

Die Forschergruppe zielt auf die Exploration von räumlich konstruierbaren Strukturelementen im Mikro- und Nanokosmos. Der genaue Größenmaßstab der Strukturen ist korreliert mit den angestrebten Eigenschaften und der damit verbundenen Funktionalität, z.B. Elektronen-Confinement, Wechselwirkung mit Photonen oder Phasenstabilität.

¹Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Institut für Experimentelle Physik II

²Universität Leipzig, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Institut für Anorganische Chemie

³Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Leipzig

⁴Universität Leipzig, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Institut f. Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaften

⁵Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig