VF130032 Optoelektronische Eigenschaften quasi-zweidimensionaler Halbleiter

Dipl.-Phys. Rainald Mientus, Dr.-Ing. Stefan Seeger, Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Phys. Michael Weise

(Projektlaufzeit: 01.03.2012–31.07.2014)

Zielstellung:

Ziel der Untersuchungen war, die Vorteile der Quasizweidimensionalität von Schichtgitterhalbleitern wie Wolfram- oder Molybdändisulfid für die Nutzung in optoelektronischen Bauelementen zu erschließen. Dazu wurde

a) die Eignung des für die Herstellung von Solarabsorbern entwickelten aSLcS-Prozesses (amorphous solid - liquid - crystalline solid-Prozess) zur Erzeugung von texturierten Schichten geringster Dicke (bis zu einzelnen Monolagen) geprüft und
b) deren Schichteigenschaften erforscht.

Anwendungsmöglichkeiten:

Anhand von ellipsometrischen (Exzitonenlage), Photolumineszenz - (direkte Bandlücke) und Ramanstreumessungen wurde das erfolgreiche Erzeugen von texturiertem WS_2 in Monolagendicke nachgewiesen.
Der ursprünglich favorisierte aSLcS – Prozess verursacht allerdings Schichtstörungen, die eindeutig auf die Promotorsulfide zurückgeführt, aber nicht beseitigt werden konnten. Entgegen den (auch internationalen) Erwartungen konnten für einen promotorfreien Magnetronsputterprozess Parameter bestimmt werden, bei denen die Abscheidung texturierte Monolagen liefern kann.
Die für optoelektronische Anwendungen wichtige Photoleitung sowie elektrische Schalteigenschaften (Feldeffekt) wurden nachgewiesen.
Die chemisch inerte Oberfläche der Dichalkogenide verspricht eine hohe Strahlungsfestigkeit der auf ihnen basierenden optischen Bauelemente.
Die (im Vergleich z. B. zu Si, 1,1 eV) höhere Bandlücke von quasizweidimensionalem WS_2 (≥ 1,8 eV) sollte Photodetektoren mit geringerem Rauschen ermöglichen.
Die untersuchten Präparationsroutinen sichern Skalierbarkeit und niedrige zukünftige Material- und Fertigungskosten.

Ausblick:

Wichtige nächste Aufgaben sind:

- Lokalisation der lateralen Ausdehnung der kristallinen Bereiche mittels geeigneter Nachweismethoden
- zuverlässige ohmsche Kontaktierung mit niedrigen spezifischen Kontaktwiderständen und geringen mechanischen Verspannungen
- Dotierung zum reproduzierbaren Einstellen der Schichtleitfähigkeit
- Aufbau von Heterostrukturen.