

Reflexions- und Photolumineszenz Mikroskopie mit hochpräziser Ortsauflösung

Halbleiternanostrukturen weisen von Natur aus Strukturgrößen im Mikrometerbereich auf. Darin werden Quanteneffekte relevant, die in der Grundlagenforschung untersucht werden und beispielsweise für die Nano- und Optoelektronik von Interesse sind. Um an den vielen interessanten Eigenschaften solcher Strukturen forschen zu können, sind Messtechniken mit hoher räumlicher Auflösung erforderlich.

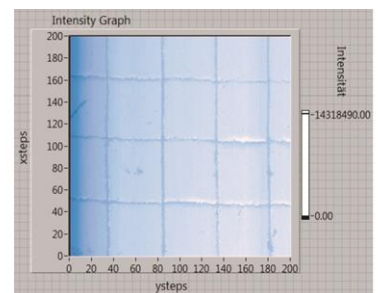
In dieser Arbeit wird die Reflexion eines optischen Halbleiter-Mikroresonators untersucht. Sie besteht aus einem dünnen Resonator, einer sogenannten Cavity, welche zwischen zwei Bragg-Reflektoren eingeschlossen ist. Dieser Aufbau führt zu einem hohen Reflexionsvermögen für einen bestimmten Wellenlängenbereich. Interferenz zwischen Reflektoren und Cavity bewirkt ausserdem eine erhöhte Transmission in einem schmalen Wellenlängenbereich. Der realisierte Testaufbau ermöglicht ortsaufgelöste Reflexionsmessungen mit einer Genauigkeit von 1-10 μ m. Das Signal der Photolumineszenz ist bei Raumtemperatur im Vergleich zum thermischen Rauschen zu klein, weshalb eine zuverlässige Messung erst bei tiefen Temperaturen möglich ist. Der Aufbau soll daher für einen späteren Einbau in einen Kryostaten mit Temperaturen bis zu 300 Millikelvin und Magnetfelder bis 16 Tesla geeignet sein. Dazu werden piezoelektrische Positionierer, welche auch unter solchen Bedingungen im Sub-Millimeter-Bereich arbeiten, verwendet.

Mit Hilfe eines speziell entwickelten Steuerprogrammes auf Basis von Labview können Proben über eine maximale Fläche von 5 x 5mm² vermessen werden. Die Schrittweiten sowie die Gesamtstrecke in x- und y-Richtung sind einstellbar. Die Messdaten werden in einem wählbaren Bereich des Spektrums aufsummiert und zum Schluss ortsaufgelöst in einem Intensity Graph dargestellt und als Textdatei abgespeichert. An einem Gallium-Arsenid Waferstück mit geritztem Gitter mit 0.5mm Gitterabstand sind Reflexionstestmessungen durchgeführt worden. Dabei wurde nachgewiesen, dass der Aufbau die geforderte Ortsauflösung von 1-10 μ m erreicht. Ausserdem wurde ein Mikroresonator, welcher bei Raumtemperatur messbar ist, untersucht. Die destruktive Interferenz der Cavity tritt bei 816nm auf. Anhand des gemessenen Reflexionsspektrums können Rückschlüsse auf die effektive Dicke der Cavity gemacht werden. Der Fokus ändert sich durch ungleiches Aufbringen auf den Probenhalter bei jeder Probe unterschiedlich stark. Daher ist zukünftig die Entwicklung und Integration eines Autofokus sinnvoll.

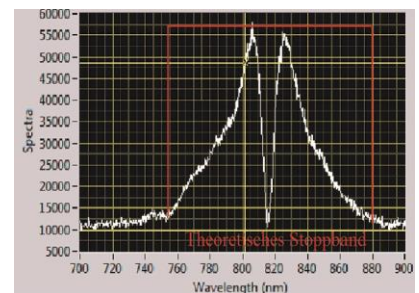


Diplomandin
Jessica Gmür

Dozent
Hartmut Nussbaumer



Reflexionsmessung mit 200 x 200 Schritten über die Fläche von 2000 x 2000 μ m an einer Ga-As-Gitterstruktur. Der Gitterabstand beträgt 0.5mm und die Breite eines Ritzes 11 μ m. Die geforderte Ortsauflösung von 1-10 μ m ist erreicht.



Die Cavity verursacht im Stoppband ein Minimum, welches bei einer bestimmten Wellenlänge auftritt. Die reale Messung weicht von dem theoretischen Stoppband (rot) wegen chromatischer Aberration und der breitbandigen Lichtquelle ab.