

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Symbol- und Abkürzungsverzeichnis | VII |
| Einleitung | 1 |
| 1 Integration von resistiven Materialien und TiO₂-Nanopunkten in Speichermatrizen | 5 |
| 1.1 Überlegungen zu Resistiven Speichermatrizen (Abschätzungen) | 5 |
| 1.2 Schaltverhalten in resistiven Materialien | 7 |
| 1.3 Integration von BST nach dem „Top-Down“-Verfahren | 9 |
| 1.3.1 Prototypen-Design | 10 |
| 1.3.2 Realisierung der Speichermatrizen nach dem „Top-Down“-Verfahren | 12 |
| 1.3.3 Elektrische Charakterisierung der Crossbar-Strukturen | 16 |
| 1.3.4 Bewertung der resistiven Speichermatrix nach dem „Top-Down“-Verfahren | 18 |
| 1.4 Template basierte Herstellung von BST-Nanokristalliten | 19 |
| 1.4.1 Elektronenstrahl-lithographisch definierte TiO ₂ -Nanopunkte | 19 |
| 1.4.2 Herstellung von BST-Nanokristalliten | 20 |
| 1.5 Hydrogen Silsesquioxan als Isolationsmatrix | 21 |
| 1.5.1 Ein neues Material als Isolationsmatrix: Hydrogen Silsesquioxan | 22 |
| 1.5.2 Die Einbettung von TiO ₂ Nanopunkten in eine Isolationsmatrix | 24 |
| 1.5.3 Strukturieren von Hydrogen Silsesquioxan | 27 |
| 1.5.4 Kontaktieren der in Hydrogen Silsesquioxan eingebetten Strukturen | 28 |
| 1.6 Diskussion | 30 |
| 1.7 Zusammenfassung und Ausblick | 32 |
| 2 Strukturierung mit Diblock- Copolymer Mizell Templates | 35 |
| 2.1 Motivation | 35 |
| 2.2 Selbstorganisation von Diblock-Copolymeren | 37 |
| 2.2.1 Diblock-Copolymer Mizellen in Lösung | 37 |
| 2.2.2 Mizellare Monofilme auf Substratoberflächen | 39 |
| 2.2.3 Vorarbeiten zur experimentellen Durchführung | 41 |
| 2.3 Strukturaufklärung in Lösung | 43 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.3.1 | Aufbau der Neutronenkleinwinkelanlage KWS-1 | 43 |
| 2.3.2 | Theorie der Neutronenstreuung | 45 |
| 2.3.3 | Auswertung des Kleinwinkelexperimentes | 47 |
| 2.3.4 | Auswertung der Neutronenstreuung an Diblock-Copolymer Lösungen | 48 |
| 2.3.5 | Dynamische Lichtstreuversuche an Diblock-Copolymer Lösungen | 52 |
| 2.3.6 | Technische Realisierung der Dynamischen Lichtstreuversuche | 53 |
| 2.3.7 | Auswertung der Dynamischen Lichtstreuversuche an Diblock-Copolymer Lösungen | 53 |
| 2.4 | Herstellung von Nanokristalliten über selbstorganisierenden Masken | 55 |
| 2.4.1 | Preparation und Charakterisierung von Substratoberflächen | 55 |
| 2.4.2 | Selbstorganisation von Diblock-Copolymer Mizellen auf unterschiedlichen Substratoberflächen | 56 |
| 2.4.3 | Entfernen der Diblock-Copolymere und Reduktion der Goldsalze | 59 |
| 2.4.4 | Herstellen von TiO ₂ -Kristallisationskeimen und Abscheidung von Bleititanat (PbTiO ₃) | 62 |
| 2.5 | Diskussion | 66 |
| 2.6 | Zusammenfassung und Ausblick | 71 |
| 3 | Realisierung eines Nanogap-Chips | 75 |
| 3.1 | Motivation | 75 |
| 3.2 | Grundlagen der elektrochemischen Zelle | 77 |
| 3.3 | Strukturierungstechniken | 80 |
| 3.3.1 | Direkte Strukturierung: Grundlagen der Elektronenstrahl-Lithographie | 80 |
| 3.3.2 | Elektronenstrahlempfindliche Resiste (Chemische Prozesse und Proximity Effekt) | 84 |
| 3.3.3 | Eingesetzter Zweilagigen-Fotolack | 88 |
| 3.3.4 | Indirekte Strukturierungstechnik: Optische Lithographie | 90 |
| 3.3.5 | Reaktives Ionenätzen | 92 |
| 3.4 | Anforderungen an das Design | 94 |
| 3.5 | Herstellungsrouten und Beschreibung des Nanogap-Chips | 95 |
| 3.5.1 | Herstellung des Nanogap-Chips | 95 |
| 3.5.2 | Verschiedenste Formvarianten für Nanoelektroden | 99 |
| 3.5.3 | Unterschiedliche Passivierungs-Schichten | 101 |
| 3.5.4 | Elektrochemische Zelle mit Nanoelektroden | 103 |
| 3.6 | Ergebnisse | 104 |
| 3.6.1 | Elektrodenanordnungen und Form-Varianten | 104 |
| 3.6.2 | Reproduzierbarkeit / Strukturierungs-limit | 106 |
| 3.6.3 | Beständigkeit der unterschiedlichen Passivierungs-Schichten | 110 |
| 3.6.4 | Sub-2nm Abstand zwischen Nanoelektroden | 112 |
| 3.7 | Diskussion | 115 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.8 | Zusammenfassung und Ausblick | 118 |
| 4 | Messungen an Gold-Nanopartikel-Anordnungen | 121 |
| 4.1 | Motivation | 121 |
| 4.2 | Mathematische Beschreibung von Tunnelkontakten | 122 |
| 4.2.1 | Quantisierungsbedingungen und Coulomb-Blockade | 122 |
| 4.2.2 | Theorie des Einzel-Elektron-Transistors | 125 |
| 4.2.3 | Zweidimensionale Anordnung von Tunnelkontakten und erste Abschätzungen | 127 |
| 4.3 | Organisation von Goldnanoclustern | 128 |
| 4.3.1 | Charakterisierung der verwendeten Goldnanopartikel | 129 |
| 4.3.2 | Nanopartikel Depositions Vorrichtungen und Versuchsaufbau für Coulomb-Blockade Messungen | 132 |
| 4.3.3 | Coulomb-Blockade Messungen in Goldnanostrukturen | 134 |
| 4.4 | Diskussion | 139 |
| 4.5 | Zusammenfassung und Ausblick | 141 |
| 5 | Ein Blick in die Zukunft | 145 |
| | Literaturverzeichnis | 149 |
