

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| ABSTRACT | I |
| KURZZUSAMMENFASSUNG | III |
| INHALTSVERZEICHNIS | V |
| 1. EINLEITUNG | 1 |
| 2. GRUNDLAGEN | 7 |
| 2.1. Lithografie | 7 |
| 2.1.1. Fotolithografie | 7 |
| 2.1.2. Elektronenstrahllithografie | 11 |
| 2.1.3. Nanokugellithografie | 14 |
| 2.1.4. Andere lithografische Methoden | 15 |
| 2.1.5. Weitere Prozessschritte | 15 |
| 2.1.6. Lacke | 21 |
| 2.2. Magnetismus | 22 |
| 2.2.1. Arten des Magnetismus | 22 |
| 2.2.2. Magnetische Energiebeiträge | 23 |
| 2.2.3. Magnetisierungsverhalten einer eindimensionalen Struktur: Makrospin - Kohärente Rotation - Stoner-Wohlfarth-Verhalten | 34 |
| 2.2.4. Magnetisierungs dynamik | 38 |
| 2.2.5. Thermisches Umschaltverhalten | 40 |
| 2.2.6. Superparamagnetisches Verhalten mit uniaxialer Anisotropie | 53 |
| 2.3. Elektrische Leitfähigkeit von Metallen | 57 |
| 2.3.1. Das Drude-Modell | 57 |
| 2.3.2. Das Fuchs-Sondheimer-Modell | 58 |
| 2.3.3. Magnetoresistive Effekte | 59 |
| 2.3.4. Der Hall-Effekt | 60 |
| 2.3.5. Rauschen | 63 |
| 3. PROBENSYSTEM UND EXPERIMENTELLE AUFBAUTEN | 65 |
| 3.1. Probenherstellung | 65 |
| 3.1.1. Herstellung der magnetischen Filme | 65 |
| 3.1.2. Herstellung der magnetischen Nanostrukturen | 68 |
| 3.1.3. Herstellung der Hall-Kreuze | 73 |
| 3.2. Versuchsaufbauten | 75 |
| 3.2.1. Der verwendete Kryoauflauf | 75 |
| 3.2.2. Aufbau für (winkelabhängige) Magnetisierungsmessungen | 75 |
| 3.2.3. Aufbau zur Messung des thermischen Magnetisierungsverhalten im Nullfeld | 76 |
| 4. MESSUNGEN, AUSWERTUNG UND DISKUSSION | 79 |
| 4.1. Verhalten der Nanostrukturen bei unterschiedlichen Ätzprozessen | 79 |
| 4.1.1. Unterschiedliche Ätzenergien bei der Herstellung der Nanostrukturen | 79 |
| 4.1.2. Magnetisches Verhalten vor und nach der Säuberung der Proben | 86 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| 4.2. Spinreorientierung durch die Strukturierung | 88 |
| 4.3. Sensitivität der Hall-Kreuze und Signalzuordnung | 93 |
| 4.3.1. Sensitivität | 93 |
| 4.3.2. Signalzuordnung | 97 |
| 4.4. Messungen an einzelnen Strukturen | 103 |
| 4.4.1. Einfluss des Messstromes | 105 |
| 4.4.2. Temperaturabhängigkeit der Anisotropiekonstante | 113 |
| 4.4.3. Nanostrukturen mit verkippter Richtung leichter Magnetisierbarkeit | 124 |
| 4.4.4. Zusammenfassung der Ergebnisse der Messungen an einzelnen Strukturen | 127 |
| 4.5. Wechselwirkungen zwischen magnetischen Nanostrukturen | 129 |
| 5. ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK | 141 |
| 6. ANHANG | 147 |
| 6.1. Zerstäubungsparameter | 147 |
| 6.2. Parameter zum Betrieb der Ionenquelle | 148 |
| 6.3. Lithografische Arbeiten zur Herstellung der Hall-Kreuze | 149 |
| 6.3.1. Herstellung der Kreuze mit Hilfe der fokussierten Ionenstrahlolithografie | 149 |
| 6.3.2. Herstellung und Optimierung der Kreuze mit der Elektronenstrahlolithografie | 152 |
| 6.3.3. Weitere technische Informationen zur Elektronenstrahlolithografie | 159 |
| 6.4. Einbau und elektrische Verschaltung der Proben | 161 |
| 6.5. Vergleich der Nanovoltmeter | 166 |
| 6.6. Analyse des Telegraphenrauschens | 167 |
| 7. LITERATURVERZEICHNIS | 169 |
| PUBLIKATIONSLISTE UND KONFERENZBEITRÄGE | 219 |
| DANKSAGUNGEN | 221 |