



V9 – Magnetische Anisotropie und Antiferromagnetismus in Co/Pt-Multilagen

Ort: MAIN: Labor C50.038, P-Bau: Labor C60.111 (Professur Magnetische
Funktionsmaterialien)

Betreuer: M. Sc. Lokesh Rasabathina

Magnetische Multilagen, welche z.B. aus dünnen Schichten von Co und Pt bestehen, können bei geeigneten Schichtdicken eine senkrechte magnetische Anisotropie aufweisen und im entmagnetisierten Zustand bei entsprechender Dicke vielfältige Domänenstrukturen bilden. Des Weiteren können mittels zusätzlicher Zwischenlagen komplexere magnetische Kopplungen zwischen benachbarten Co/Pt Blöcken erzeugt werden. Bei bestimmten Schichtdicken dieser Zwischenlagen kann diese Kopplung antiferromagnetisch wirken. In diesem Fall spricht man von synthetischen geschichteten Antiferromagneten. In der angewandten Forschung werden solche Effekte häufig genutzt, um bestimmte Funktionalitäten zu erzielen (z.B. beim magnetischen Spinventil).

Während des Versuches werden sowohl eine ferromagnetische Multilage, als auch ein darauf basierender synthetischer Antiferromagnet, beide mit senkrechter magnetischer Anisotropie, hergestellt. Darauf folgend werden die Schichten auf ihre Eigenschaften untersucht und die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Schichtsystemen herausgestellt. Sie lernen dabei den Umgang mit einer konfokalen Sputterdepositionsanlage und die Bedienung üblicher Charakterisierungsgeräte zur strukturellen (Röntgendiffraktometer) und magnetischen Analyse (Vibrating Sample Magnetometer, kurz VSM) kennen.

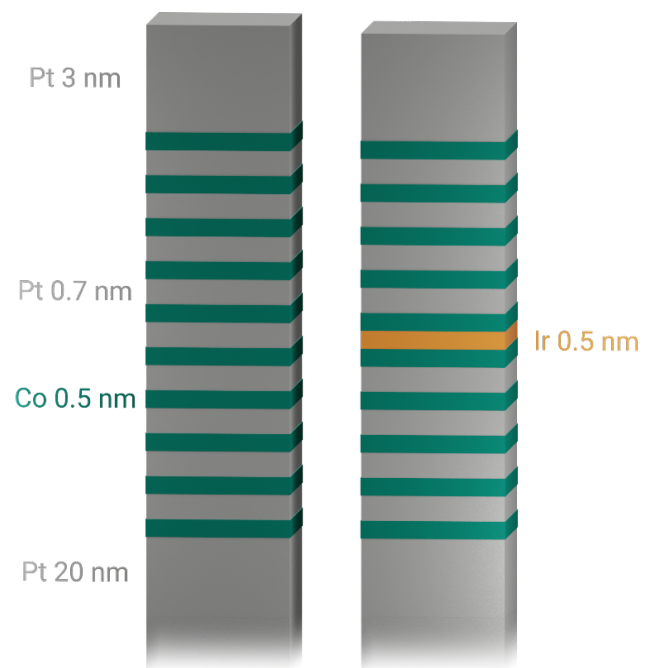


Abbildung 1) Aufbau einfacher ferromagnetischer (links) und antiferromagnetischer (rechts) Multilagen mit senkrechter magnetischer Anisotropie.



1. Stellen Sie eine ferromagnetische Multilage mit senkrechter magnetischer Anisotropie und einen darauf basierenden synthetischen Antiferromagneten mittels Magnetronsputterdeposition her.
2. Untersuchen Sie die Struktur der hergestellten Proben mittels Röntgenreflektometrie (XRR) und Röntgenbeugung (XRD).
3. Messen Sie die magnetischen Hysteresekurven der Proben senkrecht und parallel zur Schichtebene und diskutieren Sie die Unterschiede.

Ein detailliertes Arbeitsprogramm für diesen Versuch befindet sich am Ende dieser Anleitung.

Co/Pt-Multilagen, magnetische Anisotropie dünner Schichten, Zwischenlagenaustauschkopplung (interlayer exchange coupling), RKKY-Wechselwirkung, synthetischer Antiferromagnet, DC-Magnetron-Sputtern (Kathodenzerstäubung), Röntgenreflektometrie (XRR) und Röntgendiffraktometrie (XRD), magnetische Hysterese, (SQUID-)VSM, Stoner-Wohlfarth-Modell

Folgende Literatur ist über die Universitätsbibliothek verfügbar:

- [1] M. T. Johnson, P. J. H. Bloemen, F. J. A. den Broeder, J. J. de Vries, Rep. Prog. Phys. 59 (1996) 1409-1458, <https://doi.org/10.1088/0034-4885/59/11/002>
- [2] J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Kapitel 5 und 7
- [3] H. Teves, Vakuum in Forschung und Praxis 2 (1990) 23-28, <https://doi.org/10.1002/vipr.19900020107>
- [4] M. Birkholz, Thin Film Analysis by X-Ray Scattering, Kapitel 1 und 4

- ▶ Die wissenschaftlichen Anlagen sind ausschließlich unter Aufsicht und gemäß Anweisungen des Betreuers zu bedienen. Fehlbedienungen können erheblichen Schaden verursachen.
- ▶ Für die Vakuumkammern der Sputteranlage und des SQUID-VSM gilt, dass sowohl das Innere als auch sämtliche Teile, die eingebaut werden sollen, nicht mit bloßen Fingern angefasst, sondern nur mit Handschuhen und sauberem Werkzeug berührt werden dürfen.
- ▶ Proben sind generell sauber und vorsichtig zu behandeln.
- ▶ Die für die Charakterisierung verwendeten Geräte sind empfindlich und daher sorgfältig zu behandeln.
- ▶ Vor Benutzung des Röntgendiffraktometers wird es eine Belehrung zum Umgang mit Röntgenstrahlung geben. Der Zutritt zum Röntgendiffraktometrielabor ist nur nach absolvierter Belehrung gestattet.
- ▶ **Der Versuch wird in Englisch gehalten.**



1. **Probenherstellung mittels Magnetronspütern (Labor C50.330)**
 - ▶ Der folgender Beschichtungsprozess wird für zwei vorgegebene Multilagenstrukturen durchgeführt:
 - ▶ Fixierung von 2 Substratstücken auf dem Probenhalter
 - ▶ Einschleusen in die Beschichtungskammer
 - ▶ Beschichtung der Substrate
 - ▶ Ausschleusen aus der Beschichtungskammer
 - ▶ Entfernen der beschichteten Proben vom Probenhalter und verstauen in einem Aufbewahrungsbehälter
2. **Strukturelle Charakterisierung (Labor C50.038)**
 - ▶ Röntgenreflektometrie (XRR)
 - ▶ Justage der Röntgenoptik in Parallelstrahlgeometrie
 - ▶ Ausrichten der Probe
 - ▶ Aufnahme der Röntgenreflektometriekurve
 - ▶ Röntgenbeugung (XRD)
 - ▶ Justage der Röntgenoptik in divergenter Strahlgeometrie (Bragg-Brentano-Geometrie) bzw. Parallelstrahlgeometrie
 - ▶ Ausrichten der Probe
 - ▶ Aufnahme der Röntgenbeugungskurve
 - ▶ ggf. Zusatz: Aufnahme von Rockingkurven
3. **Magnetische Charakterisierung (Labor C60.111)**
 - ▶ Zuschneiden der Probenstücke zu einer geeigneten Probengröße
 - ▶ Für Messungen senkrecht zur Probenebene: Herstellung eines geeigneten Probenhalters
 - ▶ Fixierung der Probenstücke auf dem bzw. im Probenhalter
 - ▶ Einschleusen des Probenhalters in das SQUID-VSM
 - ▶ Bestimmung der Probenposition
 - ▶ Aufnahme einer Hystereseurve
 - ▶ Ausschleusen der Probenhalters und Demontage der Probe
 - ▶ Für jede Probe wird je eine Messung parallel und senkrecht zur Probenebene durchgeführt

- ▶ Sputteranlage AJA ATC 2200-V
- ▶ Röntgendiffraktometer Rigaku SmartLab
- ▶ Magnetometer Quantum Design MPMS 3