

MA 33 Messmethoden, Anisotropie, Spinelektronik/Spininjektion

Zeit: Mittwoch 11:00–13:15

Raum: TU EMH225

MA 33.1 Mi 11:00 TU EMH225

Magnetrelaxometrie an magnetischen Nanoteilchen mit gradiometrischer Fluxgate-Anordnung — ●E. HEIM, S. MÄUSELEIN, F. LUDWIG und M. SCHILLING — Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik, TU Braunschweig, Hans-Sommer-Str. 66, 38106 Braunschweig

Die Magnetrelaxometrie mit magnetischen Nanoteilchen ist ein aussichtsreiches Verfahren in der Bioanalytik zur Konzentrationsbestimmung von Biomolekülen. Wir untersuchen die Relaxation biologisch funktionalisierter Nanoteilchen aus Magnetit (Fe_3O_4) mit Durchmessern unter 20 nm, die bei Raumtemperatur superparamagnetische Eigenschaften zeigen. Die Teilchen können nach zwei grundsätzlichen Mechanismen relaxieren. Bei der Brownschen Relaxation rotiert das Nanoteilchen größenabhängig im Medium und bei der Néel-Relaxation rotiert das innere magnetische Moment.

In unserem neuen Messaufbau verwenden wir eine 3-achsige Helmholtz-Spule, um die Probe homogen zu magnetisieren. Zwei Fluxgate-Magnetometer sind gradiometrisch im homogenen Feld um die Probe herum angeordnet. Dieser neue gradiometrische Messaufbau bewirkt eine um den Faktor 2 höhere Empfindlichkeit und ermöglicht durch die Störfeldunterdrückung die Konzentrationsbestimmung in ungeschirmter Umgebung.

Gefördert durch die DFG über den SFB 578.

MA 33.2 Mi 11:15 TU EMH225

Rauscharme Fluxgate-Sensoren mit Modulationsfrequenzen bis zu 1MHz — ●R. PIEL, F. LUDWIG und M. SCHILLING — Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik, TU-Braunschweig, Hans-Sommer-Str. 66, D-38106 Braunschweig

Fluxgates werden üblicherweise mit Anregungsfrequenzen von einigen kHz betrieben. Dabei wird das Gesamtverhalten des Sensors vorwiegend durch die Auswertelektronik bestimmt. Mit der Erhöhung der Modulationsfrequenz ist eine Erhöhung der Empfindlichkeit verbunden, die eine Reduktion des Beitrages der Elektronik zum Sensorrauschen ermöglicht. Weiterhin erlaubt die hohe Modulationsfrequenz eine höhere Messbandbreite, die zu einer Verbesserung des dynamischen Verhaltens führt. Zur Optimierung wurden Betriebselektronik und Fluxgate-Spulen in PSPICE simuliert. Desweiteren wurden Anregungsspule und Detektionsspule auf ihre Eignung für diese Frequenzen überprüft. Es zeigte sich, dass die hohe Anregungsfrequenz im Bereich der Eigenfrequenz der bisher verwendeten, drahtgewickelten Spulen liegt. Dies erfordert eine Anpassung der Fluxgate-Spulen. Die mit der neuentwickelten Elektronik gemessenen Sensoreigenschaften, wie Empfindlichkeit, Rauschen und Dynamik werden präsentiert.

MA 33.3 Mi 11:30 TU EMH225

Magnetische Anisotropie und orbitales Moment in Nickel — THORSTEN OHM¹, STEFAN WEISER¹, WERNER WEBER¹, ●JÖRG BÜNEMANN² und FLORIAN GEBHARD² — ¹Institut für Physik, Universität Dortmund, 44221 Dortmund — ²Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg, 35032 Marburg

Die Gutzwiller-Theorie ist eine neue Methode zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften von Metallen mit starken lokalen Coulomb-Wechselwirkungen. Sie erwies sich bereits als sehr erfolgreich bei der Beschreibung der Quasi-Teilchen Bandstruktur von elementarem Nickel [1]. In unsere neueren Rechnungen haben wir nun auch die Spin-Bahn-Kopplung in Nickel einbezogen. Wir finden in folgenden Punkten eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Experiment: (i) die magnetische Vorzugsrichtung ist (111), (ii) das orbitale Moment beträgt $\approx 0.05\mu_B$, (iii) bei einer kontinuierlichen Drehung des Moment mit Hilfe eines äußeren Magnetfeldes in die (001)-Richtung ergibt sich bei einem bestimmten Winkel eine Änderung der Fermiflächentopologie am X-Punkt [2]. Deutliche Abweichungen finden wir zwischen unseren Ergebnissen und de-Haas-van-Alphen Daten. Wir vermuten, daß diese auf einer fehlerhaften Auswertung der experimentellen Rohdaten beruhen und regen daher eine Wiederholung solcher Experimente an.

[1] J. Bünnemann et. al., Europhys. Lett. **61**, 667 (2003)

[2] R. Gersdorf und G. Aubert, Physica B **95**, 135 (1978)

MA 33.4 Mi 11:45 TU EMH225

Reversible H-induced switching of the magnetic easy axis in Ni monolayers and structural relaxation — ●J. KIRSCHNER¹, D. SANDER¹, W. PAN¹, S. OUAZI¹, W. MEYER², M. KRAUSE², ST. MÜLLER², L. HAMMER², and K. HEINZ² — ¹Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Weinberg 2, D-06120 Halle / Saale — ²Lehrstuhl für Festkörperphysik, Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstr. 7, D-91058 Erlangen

A reversible switching of the easy axis of magnetization for Ni on Cu(100) from in-plane to out-of-plane is found by changing the partial pressure of hydrogen in the gas phase around the sample. A quantitative low-energy electron diffraction (LEED) study of the diffracted intensity versus electron energy ($I(E)$) shows that the H-induced spin reorientation transition (SRT) is accompanied by a relaxation of the tetragonal distortion of the topmost Ni layer upon H-adsorption. The orientation switch to perpendicular to the surface comes with a relaxation of the topmost layer spacing upon H-adsorption from 1.675 Å to 1.770 Å. We propose that the H-induced structural change drives the SRT via a corresponding quenching of the orbital moment, which reduces the magnetic surface anisotropy. These results support recent ab initio calculations of both structure and magnetic anisotropy of this system [2].

[1] D. Sander et al., Phys. Rev. Lett. (2004) in press. [2] F. Mácá et al., J. Magn. Magn. Mater. **272-276**, 1194 (2004).

MA 33.5 Mi 12:00 TU EMH225

Percolation limits the Curie temperature of Dilute Magnetic Semiconductors — ●PETER H. DEDERICHS¹, KAZUNORI SATO^{1,2}, BRAHIM BELHADJI¹, and HIROSHI KATAYAMA-YOSHIDA² — ¹Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich, D-52425 Jülich — ²ISIR, Physics Department, University of Osaka, Japan

We present detailed ab-initio calculations for the electronic and magnetic properties of dilute magnetic semiconductors (DMS), using the KKR-CPA method. The exchange coupling constants J_{ij} between two magnetic impurities are calculated by embedding the impurities in the CPA medium and using the Lichtenstein formula. Two types of DMS can be distinguished: (i) DMS with the d states deep in the valence band, like e.g. (Ga,Mn)As and (Ga,Mn)Sb. Here the exchange interaction is dominated by p-d ("kinetic") exchange and is long ranged. (ii) DMS with impurity d-bands in the gap, like e.g. (Ga,Mn)N and (Zn,Cr)Te. In this case the exchange interaction is dominated by double exchange and is short ranged. Using Monte Carlo methods and Binder's cumulant expression we calculate the Curie temperatures for a series of magnetic semiconductors, with the J_{ij} calculated in LDA and LDA+U. We find that for short ranged interactions, in particular for (Ga,Mn)N, the Curie temperature is strongly reduced from the very high values obtained in the mean field approximation. The physical reason is that, for small concentrations of Mn, percolation cannot be achieved by the strong nearest neighbour interaction. Even for (Ga,Mn)As, where the interaction is longer ranged, the mean field values are reduced by a factor of two. Thus percolation is a serious obstacle to high Curie temperatures in DMS.

MA 33.6 Mi 12:15 TU EMH225

Ferromagnetische Ordnung oberhalb Raumtemperatur in TiO₂ durch Mn-Implantation — ●D. MENZEL, I. JURŠIĆ und J. SCHÖENES — Institut für Halbleiterphysik und Optik, TU Braunschweig, Mendelssohnstr. 3, 38106 Braunschweig

Dünne TiO₂-Filme auf Quarzsubstrat sowie einkristalline TiO₂-Substrate wurden mit Mn-Ionen implantiert. Auf diese Weise konnte Mn-dotiertes TiO₂ erstmalig ohne Risiko der Cluster-Bildung hergestellt werden. Sowohl die Filme als auch der implantierte Anteil der Volumenproben ordnen ferromagnetisch oberhalb Raumtemperatur mit einem magnetischen Moment von 0.41 μ_B pro Mn-Atom. Die Curie-Temperatur konnte bei einer Mn-Konzentration von 7% zu 680 K abgeschätzt werden. Nach einem Temperungsprozess unter Sauerstoffatmosphäre nimmt die Magnetisierung ab, was einer Reduzierung des Sauerstoffdefizits im TiO₂ und einer damit verbundenen Erhöhung der Elektronenkonzentration zugeschrieben wird. Dieses spricht für indirekten magnetischen Austausch, der über freie Elektronen vermittelt wird, wie es bereits für Co-dotiertes TiO₂ vorgeschlagen wurde [1]. Die Rolle von Mn auf Zwischengitter- sowie Substitutionsplätzen für den Magnetismus wird diskutiert.

[1] L. A. Balagurov et al., JETP Letters **79**, 98 (2004)

MA 33.7 Mi 12:30 TU EMH225

Magnetic Properties of Gd-doped EuO Thin Films — ●R. SU-TARTO¹, H. OTT¹, S. HEISE¹, H.-H. HSIEH², H.-J. LIN², C.T. CHEN², and L.H. TJENG¹ — ¹II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln — ²NSRRC, Hsinchu, Taiwan

We have successfully grown Gd-doped EuO thin films at different doping levels from 2 to 20% using molecular beam epitaxy (MBE). Soft x-ray magnetic circular dichroism (XMCD) measurements at the Eu $M_{4,5}$ -edges indicate a strong enhancement of the Curie temperature compared to $T_c = 69$ K for undoped EuO. We found a maximum T_c of 180 K at Gd-doping level 4-5%. This enhancement of T_c was further observed in the exchange splitting in the O 1s XAS spectra. Gd- $M_{4,5}$ XMCD spectra reveal that Eu and Gd spins align parallel at all doping levels.

MA 33.8 Mi 12:45 TU EMH225

Half-Metallic and Metallic Phases of Magnetite probed by Raman Spectroscopy — ●MARTIN FRIÁK¹, ARNO SCHINDLMAYR^{1,2} und MATTHIAS SCHEFFLER¹ — ¹Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin-Dahlem, Germany — ²Institut für Festkörperforschung, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich, Germany

Half-metals, which are metallic in only one spin channel and can thus sustain ideal 100% polarized currents, are excellent candidates for future spintronics technologies. Factors like strain may destroy this desirable property, but as the spin polarization is difficult to measure directly, there are so far no comprehensive data. We therefore studied thermodynamic properties that are more readily accessible by spectroscopy and can be probed to distinguish the half-metallic and metallic phases. For magnetite we identify the A_{1g} Raman-active phonon mode as a possible indicator. Our density-functional theory (DFT-GGA) calculations, employing the all-electron FLAPW method, predict the mode frequency under equilibrium conditions in good agreement with experiments and also reproduce the observed kink in the frequency as a function of applied pressure around 15 GPa. We explain this behavior as a direct consequence of the strain-induced half-metal to metal transition, which changes the lattice dynamics. Explicit boundaries for the half-metallic phase of magnetite are given for different forms of strain.

MA 33.9 Mi 13:00 TU EMH225

Magnetic tunneling junctions with the $\text{Co}_2\text{Cr}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{Al}$ Heusler compound — ●ANDRÉS CONCA, MARTIN JOURDAN, GERHARD JAKOB, and HERMANN ADRIAN — Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität, Staudinger Weg 7, 55128, Mainz, Germany.

The use of half metallic electrodes in magnetic tunnelling junctions (MTJ's) will result in a large increase of the TMR ratio. We used the full Heusler alloy $\text{Co}_2\text{Cr}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{Al}$ as bottom electrode for MTJ's. This compound is expected to show half metallicity.

The junctions were deposited in a chamber with a base pressure of $3.0 \cdot 10^{-8}$ mbar by dc magnetron sputtering using metallic shadow masks with Co as counter electrode and AlO_x as barrier. We present measurements of the magnetoresistive differential conductivity between 4 and 300K. The properties of the barrier are analyzed by applying the Simmons model to the bias dependent differential conductivity. Magnetic properties of the junctions were analyzed by VSM, SQUID and Kerr effect methods.