

PRESSEMITTEILUNG

Forscher stellen Lösung für ein lange bekanntes Problem vor und ebnen damit den Weg für künftige Anwendungen in der Spintronik und der Datenspeichertechnologie

30.10.2023

In einer kürzlich in *Advanced Science* veröffentlichten Arbeit haben Forscher des Paul-Drude-Instituts in Berlin und der Xiamen-Universität in Xiamen, China, gezeigt, dass ferrimagnetisches NiCo_2O_4 (NCO) eine Lösung für das lange bekannte Problem darstellt, Materialien mit einer robusten Magnetisierung senkrecht zur Schichtoberfläche zu finden. Außerdem wurde gezeigt, dass die elektrischen und magnetischen Eigenschaften von NCO in weiten Bereichen maßgeschneidert werden können. Das Forschungsteam hat darüber hinaus auch die Ursache für ein ungewöhnliches grundlegendes Magnetotransportphänomens aufgeklärt. Diese Erkenntnisse ebnen den Weg für neuartige spintronische Anwendungen und enthalten Lösungsansätze für künftige Speicher mit hoher Dichte, die über die derzeitigen Designs hinausgehen.

Mit dem Ziel, neuartige magnetische Oxide für die zukünftige Spintronik zu entwickeln und ihre grundlegenden Eigenschaften zu verstehen, haben Lv. et al. gezeigt, dass NiCo_2O_4 aufgrund seiner robusten Magnetisierung senkrecht zur Schichtoberfläche und seiner flexiblen Abstimmbarkeit ein vielversprechendes spintronisches Material ist. Insbesondere ebnet die Verwendung von NCO den Weg für neuartige ferrimagnetische spintronische Konzepte und Speicher der nächsten Generation mit hoher Dichte, die über die kürzlich berichteten, auf antiferromagnetischen Materialien basierenden Konzepte hinausgehen [1,2].

Die Identifizierung magnetischer Materialien mit einer robusten Magnetisierung senkrecht zur Schichtoberfläche (perpendicular magnetic anisotropy: PMA) ist für die heutige Spintronik von entscheidender Bedeutung, da bisher in der Regel Übergitterstrukturen mit ultradünnen Einzelschichten zur Realisierung einer PMA in Speichern mit hoher Dichte verwendet werden. Materialien mit einer robusten PMA in relativ dicken Schichten sind für die Herstellung von Bauelementen wesentlich weniger aufwendig und daher kostengünstiger. Die Studie von Lv et al. zeigt, daß neben der PMA auch die gesamten Transport- und magnetischen Eigenschaften von NCO-Filmen in weiten Bereichen eingestellt werden können, abhängig von den relativen Konzentrationen von Ni-Kationen in verschiedenen Valenzzuständen (Ni^{2+} und Ni^{3+}). Es hat sich gezeigt, daß die Materialeigenschaften von NCO-Filmen entscheidend von

der elektrischen Leitfähigkeit abhängen, die zwischen isolierendem und metallischem Verhalten eingestellt werden kann.

Aus fundamentaler Sicht zeigen Lv. et al., daß die Ursache für die ungewöhnliche Vorzeichenumkehr im anomalen Hall-Effekt (AHE) eine Folge des Zusammenspiels konkurrierender Mechanismen ist, die dem AHE zugrunde liegen. Tatsächlich zeigen die Autoren, daß das AHE-Vorzeichen in NCO-Filmen unabhängig von ihrer Dicke eingestellt werden kann, was für andere einphasige Materialien noch nie berichtet wurde. In der Studie wurde auch zum ersten Mal ein Beitrag der Skew-Streuung in einem Material mit relativ niedriger Leitfähigkeit ($\sim 10^2 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$) nachgewiesen. Bisher wurde ein solcher Beitrag zur AHE nur für extrem reine Metalle mit hohen Leitfähigkeiten ($\sim 10^6 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$) berichtet. In diesem Zusammenhang stellen NCO-Filme eine neue Plattform dar, um den Quantentransport in magnetischen Materialien zu untersuchen und zu manipulieren.

Aufgrund der neuen Erkenntnisse über Magnetotransportphänomene und der abstimmbaren magnetischen Eigenschaften sind ferromagnetische NCO für die weitere Forschung sehr vielversprechend. Diese Arbeit ist daher von großem Interesse für die Grundlagenforschung, das Design neuartiger spintronischer Anwendungen sowie die industrielle Entwicklung von Speichern mit hoher Dichte.

Literatur

- [1] Qin *et al.*, *Nature* **2023**, 613, 485.
[2] Chen *et al.*, *Nature* **2023**, 613, 490.

Publikation

Title: Underlying Mechanisms and Tunability of the Anomalous Hall Effect in NiCo₂O₄ Films with Robust Perpendicular Magnetic Anisotropy
Authors: Hua Lv, Xiao Chun Huang, Kelvin H. L. Zhang, Oliver Bierwagen, and Manfred Ramsteiner

Organisationen

Dr. H. Lv, Dr. O. Bierwagen, Dr. M. Ramsteiner
Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e. V., Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany
Dr. H. Lv, Dr. O. Bierwagen, Dr. M. Ramsteiner

M.S. X. C. Huang, Prof. Dr. K. H. L. Zhang
State Key Laboratory of Physical Chemistry of Solid Surfaces, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, People's Republic of China

Journale

Journal title: Advanced Science
DOI: <https://doi.org/10.1002/advs.202302956>

Kontakte

- Dr. Hua Lv, Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V., Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany.
Email: hua.lv@pdi-berlin.de

- Dr. Manfred Ramsteiner, Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V., Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany.
Email: ramsteiner@pdi-berlin.de

Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik

Das Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI) ist ein Forschungsinstitut mit Sitz in Berlin, Deutschland. Wir betreiben Grundlagen- und angewandte Forschung an der Schnittstelle von Materialwissenschaft, Physik der kondensierten Materie und Gerätetechnik. Das Institut ist Teil des Forschungsverbundes Berlin und Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft.

www.pdi-berlin.de