

Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg

Sonderforschungsbereich 668
Institut für Angewandte Physik
Universität Hamburg
Jungiusstr. 11
20355 Hamburg
Heiko Fuchs
Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: (0 40) 428 38 – 69 59
Fax: (0 40) 428 38 – 24 09
hfuchs@physnet.uni-hamburg.de

Pressemitteilung

Hamburg, 10.06.2008

Der Dreh mit dem Wirbel

Wie die renommierten US-Fachzeitschriften „Physical Review Letters“ und „Science“ (Online-Ausgabe vom 23. Mai 2008) berichten, gelang es Forschern der Universität Hamburg, mit Hilfe von zeitauflösender Röntgen-Mikroskopie, die Dynamik der Magnetisierung von kleinen ferromagnetischen Elementen, die durch Spinströme zum Schwingen angeregt wurden, zu beobachten. Diese Forschungsergebnisse erweitern das benötigte grundlegende Verständnis für den Einsatz in neuartigen magnetischen Speichermedien.

Magnetische Festplattenspeicher sind heutzutage in fast jedem Haushalt vorhanden und finden sogar in Videokameras, Harddisk-Video-Rekordern und Set-Top-Boxen Gebrauch. Das jahrzehntelange Wachstum der Speicherdichte auf heute über eine Milliarde Bits pro Quadratmillimeter droht in den nächsten Jahren an das Limit zu stoßen; die kleinsten magnetischen Bits sind nämlich bei Raumtemperaturen nicht mehr stabil, sondern verlieren ihr „Gedächtnis“. Aus diesem Grund machen sich bereits jetzt Forscher in aller Welt Gedanken über mögliche Nachfolger zu herkömmlichen Datenspeichermethoden. Als erfolgversprechende Alternative sind Konzepte im Gespräch, in denen Festkörperspeicher mit Hilfe von Spinströmen ausgelesen oder geschrieben werden. Spinströme nutzen eine weitere, bisher weitgehend unbeachtete Größe von Elektronen: Ihr Eigendrehmoment oder Spin. Mithilfe von Spinströmen lässt sich die Magnetisierung sehr kleiner Strukturen punktgenau auslesen und auch verändern, indem die Elektronen ihre Spinausrichtung auf die Magnetisierung übertragen. Dieser Prozess wird „Spin-Transfer“ genannt. Für die Entdeckung eines verwandten Mechanismus, den sogenannten Riesenmagnetowiderstand, erhielten Peter Grünberg und Albert Fert letztes Jahr den Physiknobelpreis. Durch das punktgenaue Lesen und Schreiben mit dem Spin-Transfer-Effekt lassen sich in Zukunft eventuell noch kleinere magnetische Bits schalten als bisher.

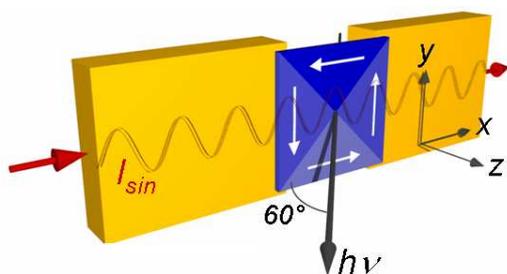
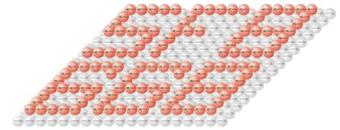


Abb. 1: Von Spinströmen angeregte Magnetisierung in einem ferromagnetischen Quadrat.

Den Einfluss von Spinströmen auf die Magnetisierung haben Dr. Markus Bolte und Mitarbeiter des Instituts für Angewandte Physik der Universität Hamburg nun in Zusammenarbeit mit dem I. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg, dem Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart, der Universität Ghent in Belgien und der Lawrence Berkeley Laboratories in Berkeley, Kalifornien untersucht. Zum ersten Mal konnten sie mit einer zeitlichen Auflösung von weniger als einer Milliardstel Sekunde die Wechselwirkung zwischen Spinströmen und Magnetisierung verfolgen.



Als ultraschnelle „Kamera“ wurde dabei das Röntgen-Licht eines Elektronensynchrotrons verwendet. In einem solchen Synchrotron entsteht das Röntgen-Licht, indem Elektronenpakete, die mit Lichtgeschwindigkeit um den Ring fliegen, abgelenkt werden. Das Licht wird dann durch spezielle Linsen auf die magnetischen Strukturen geschickt. Eine besonders schnelle lichtempfindliche Diode misst jedes einzelne Röntgen-Lichtquant und wandelt es in elektrische Signale um. In den untersuchten magnetischen Quadraten (siehe Abb. 1) bildet sich natürlicherweise eine magnetische Singularität, ein sogenannter Vortex aus, bei dem die Magnetisierung aus der Ebene zeigt (siehe Abb. 2). Da der Vortex nur eine von zwei Richtungen annehmen kann, werden Vortizes als mögliche nichtflüchtige Speichermedien gehandelt. Die Vortizes können durch hochfrequente Wechselströme zum Schwingen und zum Umlappen gebracht werden.

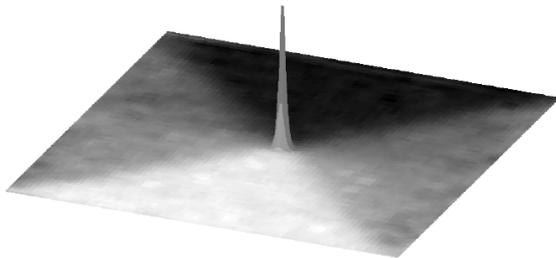


Abb. 2: Die Magnetisierung eines Quadrates mit dem Vortex in der Mitte.

Herr Bolte beschreibt die Ergebnisse der Messungen: „Dank der hervorragenden zeitlichen und örtlichen Auflösung des Mikroskops konnten wir die Bewegung des Vortizes extrem genau verfolgen.“ Er sagt weiter: „Wir konnten zeigen, dass nicht nur der Elektronenspin auf die Magnete wirkt, sondern auch das Magnetfeld, das jeden elektrischen Strom umgibt. Mit unserer Messmethode konnten wir bestehende Vorhersagen über die Wechselwirkung zwischen Spinströmen und Ferromagneten erweitern und besser quantifizieren.“ Diese Entdeckung hat Auswirkungen auf die mögliche Realisierbarkeit solcher nichtflüchtiger Datenspeicher. Die Forschergruppe arbeitet bereits an konkreten Umsetzungsmöglichkeiten. In Zusammenarbeit mit dem Arbeitsbereich TIS des Departments für Informatik entwickeln sie Modelle, die es ihnen erlauben, das Verhalten solcher Strukturen in komplexen Elektronikschaltkreisen vorherzusagen.

Originale Veröffentlichung:

„Time-Resolved X-ray Microscopy of Spin-Torque-Induced Magnetic Vortex Gyration“
M. Bolte, G. Meier, A. Drews, R. Eiselt, L. Bocklage, B. Krüger, S. Bohlens, T. Tyliczszak, A. Vansteenkiste, B. Van Waeyenberge, K. W. Chou, A. Puzic, and H. Stoll
 Physical Review Letters **100**, 176601 (2008)
 doi:10.1103/PhysRevLett.100.176601
<http://link.aps.org/abstract/PRL/v100/e176601>
<http://www.sciencemag.org/content/vol320/issue5879/twil.dtl#320/5879/987b>

Weiterführende Internet-Seiten:

<http://www.sfb668.de>
http://www.physnet.uni-hamburg.de/institute/IAP/Group_N/index.html

Weitere Informationen:

Dipl.-Chem. Heiko Fuchs
 Sonderforschungsbereich 668
 Universität Hamburg
 Jungiusstr. 11a
 20355 Hamburg

Tel.: (0 40) 4 28 38 - 69 59
 Fax.: (0 40) 4 28 38 - 24 09
 E-Mail: hfuchs@physnet.uni-hamburg.de
 URL: <http://www.hansenanotec.de>