

Pressemitteilung

Ruhr-Universität Bochum

Dr. Josef König

12.09.2011

<http://idw-online.de/de/news440027>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik / Astronomie
überregional



Spin-Pump-Effekt erstmals nachgewiesen: RUB-Physiker berichten in Applied Physics Letters

Den Spin-Pump-Effekt in magnetischen Schichten haben Bochumer Physiker erstmals experimentell nachgewiesen. Das Verhalten des Spin-Pumpens war bisher nur theoretisch vorausgesagt worden. Dem Forscherteam der RUB ist es nun gelungen, den Effekt durch ultraschnelle Röntgenstreuung mit Auflösung im Pikosekundenbereich zu messen. Mit ihrer Rotation der magnetischen Momente, der so genannten magnetischen Präzession, können sich einzelne Elektronen durch eine nicht-magnetische Zwischenschicht hindurch in ihrer Drehbewegung (Spin) gegenseitig beeinflussen. Das ist eine entscheidende Erkenntnis für künftige Generationen von Magnetsensoren in Festplatten-Leseköpfen und anderen Datenspeichern.

Spin-Pump-Effekt erstmals nachgewiesen
RUB-Physiker machen hochpräzise Experimente zur Dynamik in Spinventilen
Rotierende magnetische Momente: Applied Physics Letters berichtet

Den Spin-Pump-Effekt in magnetischen Schichten haben Bochumer Physiker um Prof. Dr. Hartmut Zabel erstmals experimentell nachgewiesen. Das Verhalten des Spin-Pumpens war bisher nur theoretisch vorausgesagt worden. Dem Forscherteam der RUB ist es nun gelungen, den Effekt durch ultraschnelle Röntgenstreuung mit Auflösung im Pikosekundenbereich zu messen. Mit ihrer Rotation der magnetischen Momente, der so genannten magnetischen Präzession, können sich einzelne Elektronen durch eine nicht-magnetische Zwischenschicht hindurch in ihrer Drehbewegung (Spin) gegenseitig beeinflussen. Das ist eine entscheidende Erkenntnis für künftige Generationen von Magnetsensoren in Festplatten-Leseköpfen und anderen Datenspeichern. Über ihre Ergebnisse berichten die Forscher in der renommierten Zeitschrift „Applied Physics Letters“ des American Institutes of Physics.

Magnetische Kreisel sind anders

Ein Kreisel, einmal in Schwung gebracht und sich selbst überlassen, wird nach einigen Rotationen langsamer und kommt schließlich zum Stehen. Reibungsverluste entziehen ihm Energie, bis er schließlich aufhört zu drehen. Auch zwei Kreisel in einem gewissen Abstand, um Berührung zu vermeiden, zeigen im Großen und Ganzen das gleiche Verhalten. „Insbesondere erwarten wir nicht, dass der eine Kreisel den anderen in seiner Rotation beeinflussen kann“, so Prof. Hartmut Zabel. Ob beide Kreisel sich in der gleichen oder in entgegengesetzter Richtung drehen, sollte keinen Einfluss auf die Zahl der Rotationen bis zum Stillstand haben. „Genau das ist aber bei magnetischen Kreiseln der Fall“, bestätigt die Bochumer Forschergruppe in ihren Experimenten.

Magnetische Rotation im Gigahertzbereich

Einmal angestoßen rotieren die magnetischen Momente in einem Kristallgitter solange, bis ihre Rotationsenergie durch Anregung von Gitterschwingungen und Spinwellen aufgebraucht ist. Spinwellen sind Anregungen der magnetischen Momente in einem Kristall, die sich wellenartig ausbreiten. Das Forscherteam hat zwei ultradünne magnetische Schichten durch eine Kupferschicht getrennt. Die Kupferschicht wurde so dick gewählt, dass die beiden ferromagnetischen Schichten keinen Einfluss aufeinander ausüben können – zumindest nicht statisch. Sobald jedoch eine der beiden ferromagnetischen Schichten zu sehr schneller Präzession im Gigahertzbereich angeregt wird, hängt die Dämpfung der Präzession von der Orientierung der zweiten magnetischen Schicht ab. Sind beide Schichten gleich orientiert, dann ist die Dämpfung geringer; sind beide entgegengesetzt orientiert, dann ist die Dämpfung größer.

Dynamische Wechselwirkung

Der als „Spin-Pumpen“ bezeichnete Effekt konnte aber bisher noch nicht experimentell erforscht werden. Der Nachweis gelang den Wissenschaftlern jetzt an der von RUB-Physikern gebauten Messkammer ALICE in Berlin. Die Präzession der magnetischen Momente in einer ferromagnetischen Schicht wird durch die nicht-magnetische Kupfer-Zwischenschicht hindurch „gepumpt“ und von der zweiten ferromagnetischen Schicht aufgenommen. Mit anderen Worten: Ferromagnetische Schichten, die statisch nicht mit einander wechselwirken, da die Zwischenschicht zu dick ist, können dennoch dynamisch durch Pumpen und Diffusion von Spins von einer Schicht zur anderen miteinander „agieren“.

Ein typisches „Spinventil“ in Datenspeichern

Die gewählte Schichtabfolge im Experiment entspricht der eines typischen Spinventils. Das sind nanomagnetische Schichtstrukturen, die als Magnetsensor in den Leseköpfen von Festplatten eingesetzt werden sowie in nicht-flüchtigen magnetischen Datenspeichern die logischen Bits „0“ und „1“ kodieren. Die Geschwindigkeit, mit der Daten gelesen und geschrieben werden können, hängt entscheidend von der Präzession der magnetischen Momente und deren Dämpfung ab. „Daher ist die Erkenntnis, dass die Dämpfung der magnetischen Präzession durch Spin-Pumpen über nicht-magnetische Zwischenschichten hinweg beeinflusst wird, nicht nur von grundsätzlichem sondern auch von praktischem Interesse für industrielle Anwendungen“, sagt Prof. Zabel.

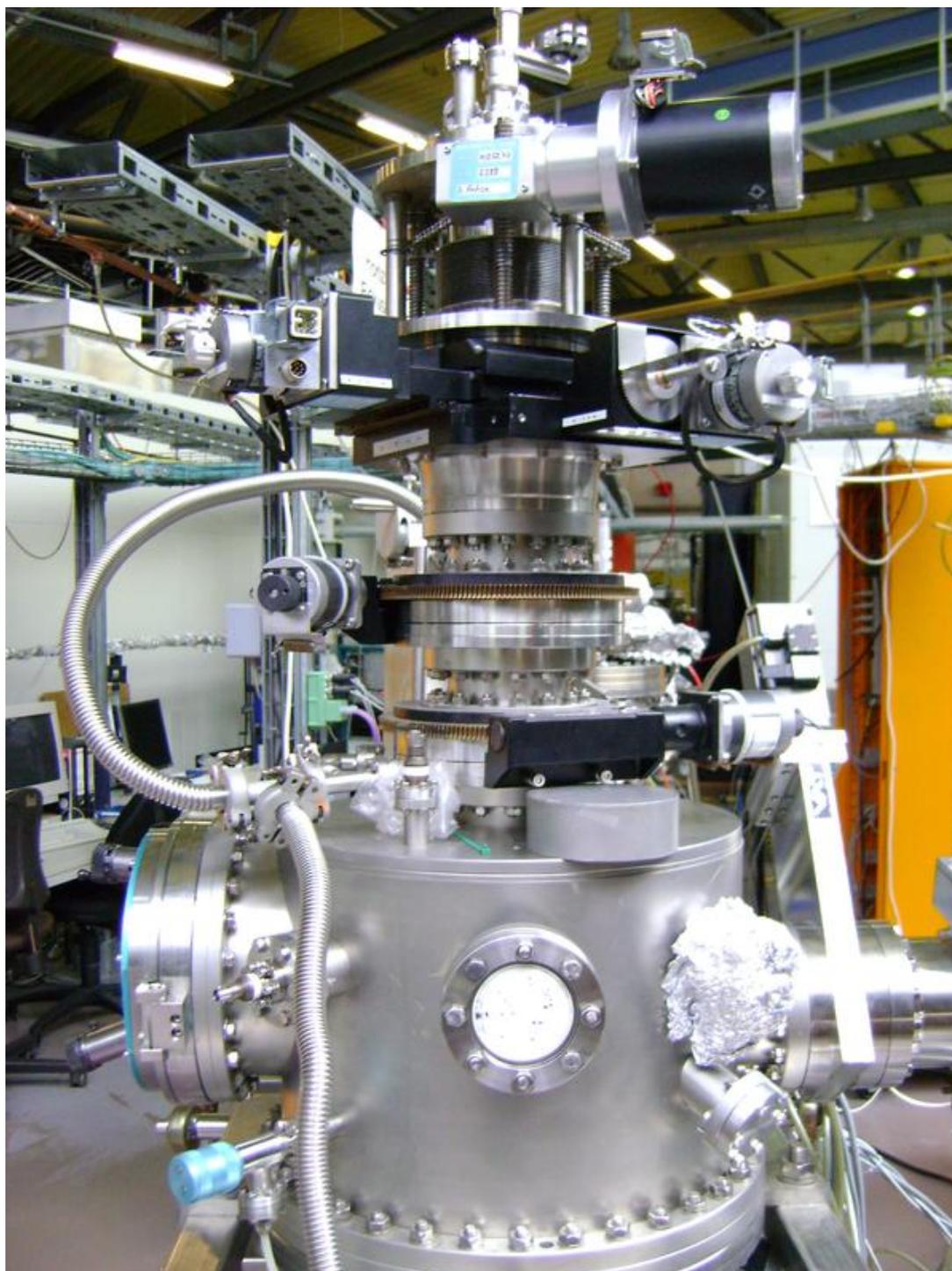
Titelaufnahme

R. Salikhov, R. Abrudan, F. Brüßing, St. Buschhorn, M. Ewerlin, D. Mishra, F. Radu, I. A. Garifullin, and H. Zabel, „Precessional Dynamics and Damping in Co/Cu/Py Spin Valves“, Applied Physics Letters Vol. 99, Seite 092509 (2011), DOI: 10.1063/1.3633115

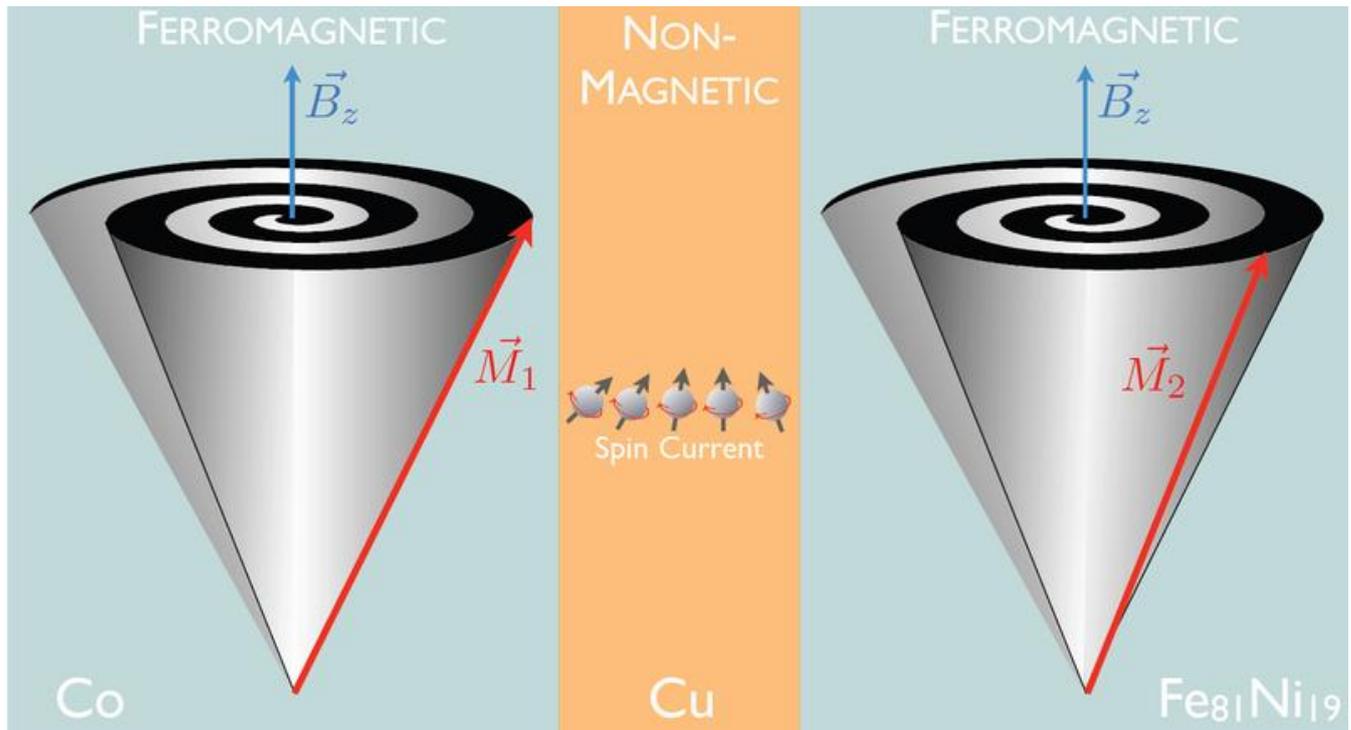
Weitere Informationen

Prof. Dr. Hartmut Zabel, Lehrstuhl für Experimentalphysik / Festkörperphysik der Ruhr-Universität Bochum, Tel. 0234/32-23649, E-Mail hartmut.zabel@rub.de

Redaktion: Jens Wylkop



Messkammer ALICE in Berlin



Zwei ferromagnetische Schichten (Co und Fe₈₁Ni₁₉) sind durch eine dickere nicht-magnetische Cu-Schicht getrennt. Wenn die magnetischen Momente M_1 in der linken Schicht zur Präzession um eine magnetische Feldachse B_z angeregt werden, dann wird auch die Präzession der magnetischen Momente M_2 in der zweiten Schicht davon beeinflusst. Diese gegenseitige Beeinflussung wird Spin-Pump-Effekt genannt und bewirkt, dass die Präzession von M_1 stärker gedämpft wird, wenn die Momente M_1 und M_2 antiparallel ausgerichtet sind als im parallelen Fall. Der Spinstrom, der durch die nicht-magnetische Cu-Schicht „gepumpt“ wird, ist schematisch durch kleine Pfeile angedeutet