

PRESSEMITTEILUNG

Magnetischer Schalter mit hohem Anwendungspotenzial

Berlin, 27.01.2014

Forschergruppen aus Paris, Newcastle und dem Helmholtz-Zentrum Berlin ist es gelungen, robusten Ferromagnetismus in einem Materialsystem mit einem elektrischen Feld und nahe der Raumtemperatur an- und auszuschalten. Ihre Ergebnisse könnten Anwendungen wie schnelle, energieeffiziente und nichtflüchtige Datenspeicher ermöglichen.

Die Probe bestand aus einem kristallinen Substrat aus BaTiO_3 , das mit magnetischem FeRh beschichtet war. Schon ein kleines äußeres elektrisches Feld schaltete die magnetische Ordnung in der Probe um. Experimente an BESSY II sowie weitere Messungen und Berechnungen haben aufgeklärt, was in der Probe geschieht: Da BaTiO_3 ferroelektrisch ist, induziert ein äußeres elektrisches Feld mechanische Spannungen im Substrat; diese Spannungen übertragen sich auf den magnetischen FeRh -Film, wodurch sich der magnetische Ordnungszustand dramatisch verändert, von Ferromagnetismus (starke Magnetisierung) zu Antiferromagnetismus (insgesamt Null-Magnetisierung). Der Effekt ist zehnmal stärker als bislang in anderen Materialien beobachtet und tritt bei einer Temperatur auf, die nicht weit von Raumtemperatur entfernt ist. Die Ergebnisse sind online am 26. Januar in Nature Materials erschienen unter der DOI: [10.1038/nmat3870](https://doi.org/10.1038/nmat3870)

Bislang war es nicht möglich, bei Raumtemperatur Ferromagnetismus mit einem moderat hohen elektrischen Feld einfach an- oder auszuschalten. Doch solche magnetischen Schalter wären sehr nützlich für spintronische Bauelemente und künftige Datenspeicher, die Daten rascher und nichtflüchtig speichern könnten und dafür auch weniger Energie bräuchten als herkömmliche Speicher.

Nun haben Wissenschaftler der Unité Mixte de Physique CNRS/Thales und der Université Paris Sud ein neuartiges Materialsystem hergestellt, das interessante Eigenschaften besitzt: Wie Messungen von Sergio Valencia, Akin Ünal und Florian Kronast vom HZB zeigten, kann die magnetische Ordnung durch ein elektrisches Feld kontrolliert werden. Die Probe reagiert rund zehnmal empfindlicher auf moderate elektrische Felder als bislang bekannte Materialien.

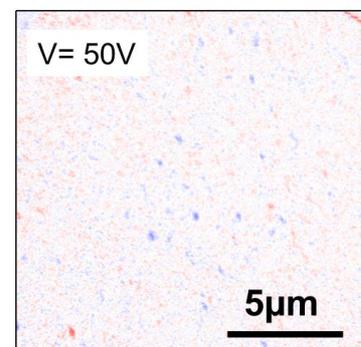
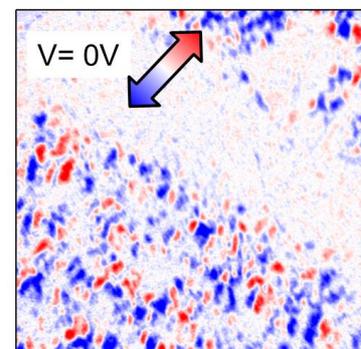
Die neue Struktur besteht aus einem ferroelektrischen BaTiO_3 Substrat, das mit einem dünnen magnetischen FeRh -Film beschichtet ist. Um die magnetische Ordnung mit mikroskopischer Auflösung zu ermitteln, untersuchte das HZB-Team die Proben am Spin-aufgelösten Photo-Emissions-Elektronenmikroskop an BESSY II bei unterschiedlichen Spannungen und einer Temperatur von 385 K oder 112 °Celsius. "Schon ein verhältnismäßig niedriges elektrisches Feld löst in der Probe eine dramatische Veränderung aus und schaltet den Ordnungszustand von Ferromagnetismus in Antiferromagnetismus um", berichtet Valencia.

Weitere Informationen:
Dr. Florian Kronast
Abt. Magnetisierungsdynamik
Tel.: +49 (0)30-8062-14620
florian.kronast@helmholtz-berlin.de

Dr. Sergio Valencia Molina
Tel.: +49 (0)30-8062-15619
sergio.valencia@helmholtz-berlin.de

Dr. Akin Ünal
Tel.: +49 (0)30-8062-15061
akin.uenal@helmholtz-berlin.de

Pressestelle
Dr. Antonia Rötger
Tel.: +49 (0)30-8062-43733
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de



XMCD-PEEM Bilder zeigen, wie eine elektrische Spannung die magnetische Ordnung verändert. Ohne äußeres, elektrisches Feld (0 V) dominiert die ferromagnetische Ordnung (blaue und rote Punkte). Mit einem äußeren elektrischen Feld (50 V) ist die Probe antiferromagnetisch. Die Messung wurde bei einer Temperatur von 385 Kelvin oder 112 °Celsius gemacht.
Bild: HZB

Die detaillierte Analyse der Daten zeigte, dass das Phänomen sowohl durch die mechanische Spannung als auch durch Feldeffekte im BaTiO₃ vermittelt wird. Daraus ergibt sich eine magnetoelektrische Kopplung, die eine Größenordnung stärker ist als in bisher untersuchten Materialien.

Die Möglichkeit, mit elektrischer Spannung (und nahezu ohne Stromfluss, also fast ohne Leistung) zwischen magnetischen Ordnungszuständen umzuschalten, ist eine attraktive Alternative zu herkömmlichen Magnetspeichertechnologien, die mit einem Laser im Schreibkopf lokal Hitze erzeugen, um die Magnetisierung eines Bits zu verändern. “Unsere Arbeit zeigt, dass hybride Perowskit/Metall-Systeme wie BaTiO₃/FeRh für spintronische Architekturen sehr interessant sind. Solche Systeme könnten sich in Zukunft weiter optimieren lassen, so dass der Effekt auch bei Raumtemperatur auftritt“, sagt Valencia.

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.