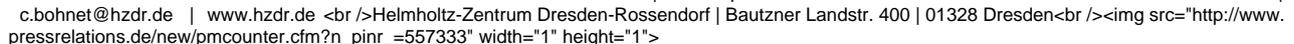




Ionenstrahlen ebnet den Weg zu neuen Ventilen für die Spintronik

Ionenstrahlen ebnet den Weg zu neuen Ventilen für die Spintronik
Üblicherweise bestehen Spin-Ventile aus nicht-magnetischen und ferromagnetischen Lagen, die übereinander geschichtet werden. Das ist aufwändig, und die zuverlässige Kontaktierung dieser Bauelemente stellt hohe Anforderungen. HZDR-Forscher Dr. Rantej Bali und seine Kollegen verfolgten deshalb einen anderen Weg. "Wir haben Strukturen mit lateraler Spinventil-Geometrie hergestellt, die unterschiedlichen magnetischen Bereiche sind hier nebeneinander angeordnet anstatt übereinander gestapelt", so Bali. Eine parallele Bearbeitung größerer Oberflächen sollte somit einfach möglich sein und eine kostengünstige Herstellung erlauben.
Zunächst haben die Wissenschaftler eine dünne Schicht einer Eisen-Aluminium-Legierung (Fe₆₀Al₄₀) bei 500 Grad Celsius getempert. Dadurch bildete sich eine hochgeordnete Struktur, in der jede zweite Atomlage nur aus Eisenatomen bestand. Diese Substanz verhielt sich, wie die Forscher erwarteten, paramagnetisch - die magnetischen Momente waren also ungeordnet. Anschließend überzogen die Wissenschaftler die Legierung so mit einem Schutzlack, dass auf der Oberfläche ein Streifenmuster entstand. Die freien Bereiche waren abwechselnd zwei Mikrometer und 0,5 Mikrometer breit und durch Lackstege mit einer Breite von 40 Nanometern voneinander getrennt.
Dieses Material wurde dann im Ionenstrahlzentrum des HZDR mit Neon-Ionen bestrahlt - mit gravierenden Folgen. Wie die Forschungsergebnisse der Wissenschaftler zeigen, weist das bestrahlte Material sehr interessante Eigenschaften auf. Unter den schützenden Lackstegen bleibt es paramagnetisch. Doch die schmalen und breiten Streifen dazwischen werden ferromagnetisch. Diese Bereiche lassen sich magnetisieren. "Ein Spin-Ventil wird über das Magnetfeld geschaltet. Je nach Orientierung der Spins - parallel oder antiparallel - ändert sich der elektrische Widerstand. Wir interessieren uns für die Größe des Effektes", sagt Bali. Ein von außen angelegtes Magnetfeld bewirkt, dass sich die Spins in diesen Bereichen geordnet ausrichten. Je nach Stärke des Magnetfelds können sie parallel oder antiparallel eingestellt werden. Diese Magnetisierung ist permanent und geht nicht verloren, wenn das äußere Feld abgeschaltet wird.
Die Ursache für dieses Verhalten liegt darin, dass die Ionenstrahlen die Struktur der Legierung verändern. "Die geordnete Struktur mit den Eisen-Lagen wird durch die Ionen zerstört. Die Ionen stoßen die Atome von ihren Plätzen, und andere Atome füllen diese Plätze auf. Eisen- und Aluminiumatome sind danach zufällig verteilt", erläutert Sebastian Wintz, der als Doktorand an den Forschungsarbeiten beteiligt war. Für dieses Bäumchen-Wechsel-Dich-Spiel auf atomarer Ebene genügt eine geringe Ionendosis. "Es ist eine Kaskade", beschreibt Wintz den Vorgang, "ein einziges Ion kann bis zu 100 Atome deplatzen." In die Bereiche unter den Lackstegen können die Ionen hingegen nicht eindringen. Daher bleiben diese Regionen paramagnetisch, und sie trennen die ferromagnetischen Streifen voneinander.
In Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern vom Helmholtz-Zentrum Berlin gelang es, die magnetische Struktur des Materials sichtbar zu machen. Dazu wurde das Spezial-Mikroskop SPEEM (spin-resolved photoemission microscope) genutzt, das am Synchrotron BESSY 2 betrieben wird. Die mikroskopischen Aufnahmen lassen die unterschiedlich magnetisierten Bereiche erkennen und zeigen, welche hohe räumliche Auflösung bei dem Strukturierungsverfahren erreicht werden kann.
In weiteren Versuchen wollen Rantej Bali und seine Kollegen nun die Eigenschaften des magnetisch strukturierten Materials weiter untersuchen. Außerdem möchten die Forscher herausfinden, ob eine weitere Miniaturisierung möglich ist. Je kleiner Bauelemente wie Spin-Ventile sind, umso leistungsfähiger werden die elektronischen Bauteile.
Text: Uta Bilow
Publikation: Rantej Bali u.a., Nano Letters 14, 435 (2014), DOI: 10.1021/nl404521c
Weitere Informationen:
Dr. Rantej Bali / Sebastian Wintz
Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung am HZDR
Tel. +49 351 260-2919
E-Mail: r.bali@hzdr.de / s.wintz@hzdr.de
Medienkontakt: Dr. Christine Bohnet | Pressesprecherin
Tel. +49 351 260 - 2450 oder +49 160 969 288 56 | c.bohnet@hzdr.de | www.hzdr.de
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf | Bautzner Landstr. 400 | 01328 Dresden


Pressekontakt

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V. (FZD)

01328 Dresden

Firmenkontakt

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V. (FZD)

01328 Dresden

Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf gehört zur Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und strebt nach neuen Erkenntnissen, um unsere Lebensgrundlagen zu erhalten und zu verbessern. Dafür betreiben wir Forschung in den Bereichen Energie, Gesundheit und Materie.