

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Unordnung stabilisiert Elektronenspin

Unchoreographiert drehen Elektronen ihre Pirouetten in Halbleitern. Unsicher sind sie noch dazu. Die wenigsten der geladenen Ballerinas können länger um die eigene Achse rotieren. Die meisten kippen schon nach kurzer Zeit um. Am längsten halten die Elektronen durch, wenn die Bühne unaufgeräumt ist und Gerümpel herumfährt. Auf dem gebohnerten Parkett eines makellosen Kristallgitters sind ihre Pirouetten nur von kurzer Dauer. Die Elektronen scheinen Unordnung zu mögen, wie Wissenschaftler von der University of Colorado herausfanden.

Die Vorliebe ausdauernd drehender Elektronen für ungeordnete, das heißt defekte Halbleitergitter hat Folgen für den Bau spintronischer Elektrogeräte. Denn die Schaltkreise der Spintronik reagieren auf die Drehrichtung der Elektronen. Ein sich drehendes Elektron ist Ladung in Bewegung. Und eine sich bewegende Ladung erzeugt ein Magnetfeld. Dreht das Elektron sich linksherum, ist der Nordpol oben. Dreht es sich rechtsherum, ist der Südpol oben. Der Spin eines Elektrons kann folglich nach oben oder nach unten weisen. Damit der Spin technisch genutzt werden kann, muss der Spin eine geraume Weile stabil sein, er darf nicht gleich wieder kippen während sich die Elektronen durch den Schaltkreis schlängeln. Den Ingenieuren würde es schon reichen, wenn die Drehrichtung eines Elektrons für 0,1 Nanosekunden nicht wechselt.

Damit der Elektronenspin stabil bleibt, dürfen sich die Elektronen nicht zu nahe kommen. Ist die Elektronendichte zu hoch, stoßen die Elektronen aneinander und verlieren durch die Stöße sehr schnell die Kontrolle über ihren Spin. Ist die Dichte dagegen gering, bewegen sich die Elektronen kaum mehr von der Stelle, so dass auch die Spintronik nicht recht in die Gänge kommt. Irgendwo dazwischen müssen Spintroniker operieren können. Die Messungen aus Colorado geben einen Hinweis darauf, wo die Elektroneningenieure künftig ansetzen können: im Chaos. In der Nähe von Defekten im Halbleiter, wo die kristalline Ordnung des Halbleitermaterials verunreinigt ist, hielten die Elektronen ihren Spin ganze drei Nanosekunden. Das ist 30 Mal länger als in der perfekten Symmetrie des Metalls.

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Schon ein einziges überzähliges Atom zerstört die präzise Geometrie eines Halbleiterkristalls. An ihm stranden die Elektronen. Von der einsamen Insel im Kristall kommen sie nur schwer wieder weg; die Elektronen entziehen sich dem Strom. Beste Voraussetzungen dafür, sich auf den Spin zu konzentrieren und in aller Ruhe ein paar weitere Pirouetten zu drehen. Das aber verkompliziert die Konstruktion spintronischer Geräte. Die Voraussetzungen sind nicht gerade förderlich für den optimalen Transport von Elektronen. Denn die Elektronen sollen den Halbleiter möglichst widerstandslos passieren. Der Spintroniker wird also einen Kompromiss eingehen müssen: Auf der einen Seite muss er den Kristall verunreinigen, damit er den Spin der Elektronen nutzen kann, auf der anderen Seite wird er den Halbleiter möglichst rein halten, um dem Strom keinen Widerstand entgegenzusetzen.

Um die Bedingungen für die Stabilität der Spins messen zu können, untersuchten die US-Wissenschaftler Elektronen in einem Potentialtopf. Durch den Potentialtopf jagten sie ultrakurze Laserpulse, die paarweise aufeinander folgten. Der erste Laserpuls regte die Elektronen im Topf an und versetzte sie in Drehung. Die sich drehenden Elektronen erzeugten vorübergehend ein Magnetfeld, durch das der zweite Puls blitzte. Beim Durchgang durch das Magnetfeld änderte sich die Polarisationsrichtung des Lasers. Je stärker sich die Polarisationsrichtung änderte, desto mehr Elektronen besaßen im Potentialtopf denselben Spin. Zu oszillieren begann die Polarisationsrichtung, als die Wissenschaftler ein äußeres Magnetfeld anlegten. Dann kreisten die Elektronen im Topf und ließen munter ihren Spin pendeln. Aus dem Oszillationsmuster schließlich berechneten die Forscher die Dauer, während der die Spins der Elektronen stabil blieben.