

Spintronics: Elektronentennis mit Drall

Andreas Grois

Institut für Halbleiter- und Festkörperphysik

Nach dem „Gesetz“ von Moore verdoppelt sich alle 2 Jahre die Zahl der Transistoren auf einem Halbleiterchip. Die Siliziumtechnologie, die in der Mikroelektronik seit Jahrzehnten dominiert, stößt jetzt aber an ihre Grenzen: eine weitere Erhöhung der Computerleistung pro Gerätefläche erfordert das Beschreiten völlig neuer Wege.

Einen vielversprechenden Ansatz die Grenzen der konventionellen Halbleitertechnik zu überwinden bietet die Spintronik: Die kombinierte Nutzung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Ladungsträger im selben Bauteil eröffnet nicht nur ungeahnte Möglichkeiten in der Datenverarbeitung, sondern lässt auch neuartige Anwendungen erwarten. Grundvoraussetzung dabei ist, dass die gewünschten Eigenschaften bei Raumtemperatur vorhanden sind.

Ein Materialsystem, das in der Spintronik Verwendung finden kann, sind sogenannte verdünnte magnetische Halbleiter (dilute magnetic semiconductors). In diesen Halbleitern wird ein kleiner Teil der Atome durch magnetische Ionen ersetzt („dotiert“). Ein vielversprechender Kandidat ist Galliumnitrid (GaN), welches derzeit zum Beispiel für blaue Leuchtdioden verwendet wird. Für mit Mangan dotiertes GaN wurde gezeigt, dass Ferromagnetismus bei Raumtemperatur zu erwarten ist, wenn genügend freie Ladungsträger zur Verfügung stehen.

Andreas Grois führte in seiner Diplomarbeit eine umfassende Untersuchung an mit Übergangsmetallen dotiertem GaN durch. Dazu verwendete er modernste magnetische und optische Messmethoden, die er mit einer Analyse am Synchrotron in Grenoble kombinierte. Seine Ergebnisse ermöglichen es erstmals zu verstehen, wie die magnetischen Ionen mit den freien Ladungsträgern und dadurch auch untereinander wechselwirken.

Diese Kenntnis bereitet den Weg für GaN-basierte Spintronik-Geräte, z.B. Logikelemente, bei denen ein einzelnes Bauteil zwischen allen logischen Verknüpfungen umschalten kann, oder permanente Datenspeicher, die schneller als die derzeitigen „flash memories“ sind. Industriell können diese Materialien mit gängigen Prozessen verarbeitet werden - eine wesentliche Voraussetzung für die kommerzielle Nutzung.