

Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Entwicklung eines neuen Prozesses zur Nanostrukturierung von magnetischen Schichtsystemen. Die hergestellten Strukturen haben einen Durchmesser kleiner als 200 nm. Sie sind so ausgelegt, daß an ihnen elektrische Widerstandsmessungen im Temperaturbereich von 4 K bis Raumtemperatur möglich sind. Dadurch ist es am Forschungszentrum Jülich erstmalig möglich, den Riesenmagnetowiderstand senkrecht zur Schichtebene (CPP-GMR) an magnetischen Schichtsystemen zu untersuchen. Es werden erstmals das strominduzierte magnetische Schalten sowie magnetische Anregungen durch Spin-Transfer an einkristallinen Nanomagneten nachgewiesen.

In dieser Arbeit werden zwei epitaktische Systeme untersucht, die mit Molekularstrahlepitaxie hergestellt werden. Das System Fe(10) / Cr(1.2) / Fe(2) [in nm] zeigt einen GMR= 0.1 % bei RT und 0.6 % bei 4 K. Bei Erhöhung der Gleichstromstärke ergeben sich Anregungen des magnetischen Systems, die vermutlich aufgrund der antiferromagnetischen Zwischenschichtaustauschkopplung in beiden Schichten und bei beiden Stromrichtungen auftreten. Ein hysteretisches Schalten der dünnen Eisenschicht ist deswegen nicht zu beobachten.

Das zweite untersuchte System ist Fe(14) / Cr(0.9) / Fe(10) / Ag(6) / Fe(2). Der CPP-GMR beträgt 2.6 % bei RT und 5.6 % bei 4 K. Bei Anlegen eines Gleichstromes mißt man bei kleinen externen Magnetfeldern hysteretisches, strominduziertes magnetisches Schalten in beiden Stromrichtungen, was theoretisch mit der unterschiedlichen Spinstreuasymmetrie der Fe / Cr- und Fe / Ag-Grenzfläche erklärt werden kann. Bei großen Magnetfeldern von ~ 1 T ergibt sich nur bei positiver Stromstärke ein Peak im differentiellen Widerstand. Dies ist ein klares Anzeichen von magnetischer Anregung durch Spin-Transfer.

Das magnetische Schalten der Schichten läßt auf ein komplexes Magnetisierungsverhalten der nanostrukturierten Proben schließen. Dadurch ist eine weitergehende, quantitative Interpretation nicht möglich. Durchgeführte mikromagnetische Simulationen identifizieren aber die Probleme, die eine Behebung durch die Verbesserung des Strukturierungsverfahrens ermöglichen können.