

Jörg Wingbermhöhe: Transportphänomene in magnetischen Tunnelkontakten unter besonderer Berücksichtigung der Ionenstrahlputterdeposition. 2002

Die hier vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Inbetriebnahme und Charakterisierung einer Ionenstrahl-Sputteranlage. Dabei zeigten sich im Laufe der Einarbeitungszeit viele technische Mängel, die beispielsweise den Verunreinigungsgrad der deponierten Schichten betrafen. Mittels XPS-Messungen konnte eine Fe-Verunreinigungskonzentration von $c_{\text{Fe}} = 4.3\%$ festgestellt werden.

Als Ursache wurde die Strahlaufweitung erkannt, die dazu führte, dass ein Teil der Intensität nicht auf das Target geschossen wurde und es deshalb einen Sputtereffekt mit den Kammerwänden gab. Zur Lösung dieses Problems wurde eine Blende in den Strahlengang gestellt. Dadurch konnte die Fe-Konzentration auf $c_{\text{Fe}} = 0.5\%$ verringert werden. Als langfristige Abhilfe kommt nur die Neukonstruktion des Gittersystems in Betracht.

Weiterhin nahm die Bestimmung der optimalen Sputterparameter einen Großteil der Zeit in Anspruch. Versuche, die erst am Ende der Arbeit gemacht worden sind, zeigten eine deutliche Verbesserung der Schichtqualität bei der Verwendung der optimalen Parameter. Die RMS-Werte lagen bei diesen Schichten im Å-Bereich. TEM-Aufnahmen lieferten ein polykristallines Wachstum von Co und Py. Das AlN ließ ebenso auf ein polykristallines Wachstum schließen, wobei die Grenzfläche zwischen AlN und Co bzw. Py und AlN sehr glatt war.

Trotz der Kenntnis der Verunreinigung wurden mit Hilfe zweier Nitrierungsarten (Nitrierung einer Al-Schicht mit Hilfe des Assist-Ionenstrahles oder reaktives Sputtern von AlN) Tunnelkontakte hergestellt. XPS-Messungen bewiesen die eindeutige Existenz von AlN. Leitfähigkeitsmessungen der magnetischen und der nichtmagnetischen Tunnelkontakte zeigten, dass zur Beschreibung der Temperatur- und Spannungsabhängigkeit das direkte Tunneln nicht ausreichend ist. Es musste ebenso der Einfluss von lokalisierten Zuständen in der Barriere mit in Betracht gezogen werden. Die Leitfähigkeitsmessungen dienen daher als Methode, um die Qualität der Barriere zu untersuchen. Proben mit großen Kontaktflächen (Strukturierung mittels Schattenmasken) zeigten keinen TMR-Effekt. Andererseits ist an Proben, die mittels optischer Lithographie strukturiert wurden, ein TMR-Effekt gemessen worden. Der Wert war mit 1% klein und dies konnte mit den erwähnten Verunreinigungen erklärt werden. Ein Vergleich mit den UV-oxidierten Proben zeigt einen deutlichen Unterschied hinsichtlich der relevanten Energien bei der Oxidation bzw. Nitrierung der Barrierenherstellung. Hierin lag eine weitere Ursache für den kleinen TMR-Wert bei den AlN-Barrieren.

This thesis deals with the installation and characterization of an Ion-beam-Sputtering machine. There were a lot of technical problems during that period, for instance the contamination of the deposited layers. XPS-measurements revealed a value of 4.3% for the Fe-contamination. The divergence of the ion-beam was identified as the source of the contamination. A significant fraction of the ion-beam missed the target, hit the chamber wall and sputtered its material. By using an aperture the beam-diameter was decreased and the Fe-contamination could be reduced to 0.5%.

Furthermore the determination of the optimal parameters for sputtering took a lot of time. Experiments which were made at the end of this thesis showed a significant improvement of the quality of the layers when optimal parameters were used. The RMS-values of these layers were in the range of 1 Å. TEM-pictures showed a polycrystalline growth of Co and Py. The growth of AlN is also polycrystalline-like, and the interfaces between AlN and both Co and Py are very smooth. Despite of the contamination, tunnel junctions with different nitration-mechanisms (nitration of an Al-layer or reactive sputtering of AlN) have been fabricated. XPS-measurements proved the existence of AlN in the layer. Measurements of the conductivity revealed that the direct tunneling process alone is not sufficient for the description of the temperature-and bias dependence. The influence of localized states in the barrier had to be taken into account. Therefore the measurements of the conductivity provide a good method for the investigation of the barrier quality.

Patterned samples showed a TMR-value of 1 % at 20 K, which could be explained with the high value of contamination. A comparison with the UV-oxidized tunneljunctions yielded a clear difference between the energy involved in the processes during the barrier fabrication. This is an additional reason for the low TMR-value of the AlN-TMR-junctions.