

## **Rolf Schmitz: Induzierte Domänenbewegung in magnetischen Tunnelkontakten mit sinusförmiger Kleinfeldmodulation. 2001**

Es werden erste Untersuchungen zum Barkhausen - Rauschen an magnetischen Tunnelkontakten präsentiert. Hierzu wurde ein niederfrequentes magnetisches Wechselfeld an die Proben angelegt und dabei die zeitliche Spannungsänderung über dem Tunnelkontakt mittels Rauschspektren gemessen. Das magnetische Wechselfeld bewirkt eine zeitliche Änderung der Magnetisierung in den ferromagnetischen Schichten. Diese Änderung geht direkt in das Widerstandsverhalten des Tunnelkontakts über den TMR - Effekt ein. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf das Schaltverhalten der magnetischen Domänen in den einzelnen Schichten ziehen.

Es konnten magnetische Tunnelkontakte mit einem einfachen Dreilagenn-System aus  $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{NiFe}$  hergestellt werden. Zur Herstellung der Aluminiumoxid-Barriere kam eine Quecksilber - Niederdrucklampe zum Einsatz, die zur Erzeugung von atomarem Sauerstoff und Ozon benutzt wurde. Die magnetoresistiven Effekte der mit UV-Licht hergestellten Tunnelkontakte beliefen sich auf (R/R-Werte bei Raumtemperatur im Bereich von 10 - 20 %). Die magnetischen Schaltfelder betragen zwischen 0,5 und 2 kA/m für die weich- bzw. hartmagnetische Schicht.

Zur Charakterisierung der Barriereigenschaften wurden Rauschmessungen durchgeführt. Damit konnten keine signifikanten Unterschiede in den Rauschleistungsspektren der mit UV-Licht oxidierten und der mit Plasma oxidierten Tunnelbarrieren festgestellt werden.

Ferner wurden die Oberflächenrauigkeiten von Co und NiFe anhand von Röntgenreflektometrie- und Rasterkraftmikroskopie- Messungen analysiert. Hierbei zeigte sich, daß ein niedriger Ar - Sputterdruck für eine geringere Rauigkeit verantwortlich ist. Die rms - Rauigkeiten sind extrem klein.

Der tunneltunnelmagnetoresistive Effekt der UV - Licht oxidierten Barrieren wurde in Abhängigkeit der Bias-Spannung und in bezug auf die Temperatur untersucht.

Des weiteren wurde der Sauerstoffdruck variiert, der während der einstündigen Oxidation des Aluminiums verwendet wurde. Dabei konnte das Optimum bei  $p = 10 \text{ mbar O}_2$  festgelegt werden. Mit diesem Druck ergaben sich die maximalen (R/R-Werte).

Zusätzlich konnte die Verteilung der TMR - Werte auf verschiedenen 3-Zoll-Wafern aufgezeichnet werden. Die maximalen Werte lagen jeweils in der Mitte der Wafer, während am Rand noch ca. ein Drittel des TMR - Wertes erreicht werden konnte. Dies läßt sich mit der abnehmenden Schichtdicke zum Rand hin erklären.

---

First measurements on Barkhausen - noise from magnetic tunnel junctions are presented. A low frequency magnetic field was applied to the magnetic thin film layers and then the temporary changes in the voltage signal of the junction were measured as spectral noise density. The alternating magnetic field causes a temporary change of the magnetization in the ferromagnetic layers. These changes influence the behavior of the resistance directly and the TMR - effect, respectively. With this method it was possible to draw conclusions on the switching behavior of the magnetic domains in each magnetic layer.

Magnetic tunnel junctions with a tri-layer system made of  $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{NiFe}$  have been fabricated. The aluminum oxide barrier was fabricated using a mercury - low pressure lamp which was able to produce oxygen radicals as well as ozone from pure oxygen gas. This successful preparation method is concerned to be an alternative to the commonly used plasma oxidation. All of the tunnel junctions showed a clear tunneling behavior based on the nonlinear current - voltage characteristics. The tunneling magnetoresistance effect of the junctions made with the UV-light were in the range of 10 - 20 % at room temperature. The magnetic switching fields have been measured to 0,5 and 2 kA/m for the soft- and hard magnetic layers respectively.

In order to characterize the tunnel barrier, noise measurements at different applied magnetic fields were made. No significant changes were observed in the spectra of the UV - light oxidized and the

plasma oxidized tunnel junctions.

The surface roughness of Co and Al were also studied by X-ray diffraction and scanning force microscopy measurements. These showed clearly that a low Ar pressure during sputtering is responsible for the excellent smoothness. An rms - roughness was found which was less than 0,2 nm. TMR ratios of the UV - light oxidized barriers were investigated depending on the bias - voltage and temperature.

Furthermore, the oxygen pressure was varied which was applied during the one hour oxidation procedure of the aluminum. An optimal condition could be found at  $p = 10 \text{ mbar O}_2$ . Using this value the maximum TMR - ratios were received.