課題番号　:F-21-TU-0012
利用形態　:機器利用
利用課題名（日本語）　:薄膜デバイスの微細加工プロセスの検討
Program Title (English)　:Investigation of microfabrication process for thin film devices
利用者名（日本語）　:熊谷静似、藤原耕輔
Username (English)　:S. Kumagai, K. Fujiwara
所属名（日本語）　:スピンセンシングファクトリー株式会社
Affiliation (English)　:Spin Sensing Factory Corp.
キーワード／Keyword　:膜加工・エッチング、磁気センサー、強磁性トンネル接合（MTJ）

1. 概要（Summary）

イオンミリング装置を利用し、TMR センサーの作製を行った。均一性の高いミリングにより、特性が高く、かつばらつきの少ない磁気抵抗特性が得られた。

2. 実験（Experimental）

【利用した主な装置】

イオンミリング装置　エヌ・エス／伯東 20IBE-C

【実験方法】

強磁性トンネル接合（Magnetic Tunnel Junction：MTJ）はトンネル磁気抵抗（Tunnel Magneto Resistance：TMR）効果によって外部磁場の変化に対応して電気抵抗が変化する。これを磁場センサーとして用いた TMR センサーは高感度・室温動作・低コストなセンサーがであり、近年盛んに研究開発がなされている。

TMR センサーの製造に当たり、複数回のフォトリソグラフィー、Ar イオンミリング工程を行う必要がある。ミリングを行うことにより MTJ 多層膜をピラー状に形成する工程において、ミリング量の分布やミリングストップ点の再現性が問題となる。これば MTJ 多層膜中の障壁層である MgO 層が 5 nm 以下と非常に薄く、かつミリング後にどれだけ MgO が残っているか、もしくはどれだけオーバーエッチングしているかが TMR センサーの特性に影響を与えるためである。本研究ではウェハ上に成膜した MTJ 多層膜に対してイオンミリング装置を用いてミリングを行い、ミリング分布が TMR センサーに与える影響の見積りを行った。

MTJ 多層膜は 3 インチウェハ上に DC マグネトロンスパッタリングで成膜した。成膜した MTJ 多層膜上にフォトリソグラフィーでパターン形成を行った。パターンは数十個の MTJ が直列に接続されるアレイパターンであり、このアレイがウェハ上に 300 個ほど形成される。イオンミリング装置　エヌ・エス／伯東　20IBE-C を用いて MTJ 形成を行い、作製したアレイを磁場中で 2 端子測定し、磁気抵抗特性を評価した。

3. 結果と考察（Results and Discussion）

Fig. 1 に作製したセンサーアレイの抵抗変化率である TMR 比を示す。MTJ 多層膜の成膜分布に起因する右下で TMR 比が高く左上で TMR 比が低いという分布があるものの、ミリングに起因すると思われる面内での分布等は見られていない。また、最大の TMR 比は 99%と高く、本イオンミリング装置を用いて高感度・高品質な TMR センサーを作製することができると考えられる。

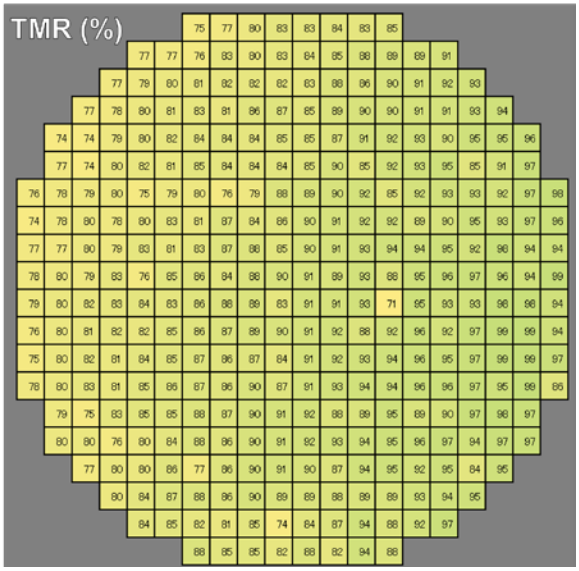

Fig. 1 Resistance change ratio (TMR ratio) of the fabricated TMR magnetic sensor

4. その他・特記事項（Others）

検討を進めるにあたり多大なるご協力を頂きました東北大学ナノテク融合技術支援センターのスタッフの皆様に感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表（Publication/Presentation）

なし。

6. 関連特許（Patent）

なし。