

加熱 in-situ TEM による MTJ 膜の構造・組成変化のナノレベルの評価

Study of crystal evaluation method for MTJ with annealing

(株)東レリサーチセンター ○清水 夕美子, 安田 光伸, 西村 恵

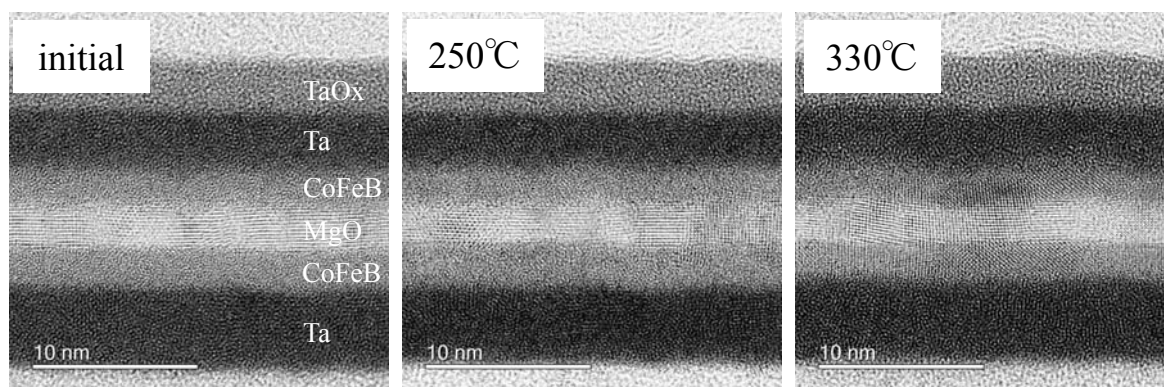
Toray Research Center, Inc. ○Yumiko Shimizu, Mitsunobu Yasuda, Megumi Nishimura

E-mail: Yumiko_Shimizu@trc.toray.co.jp

【緒言】近年、高感度ならびに低消費電力デバイスの需要が高まり、スピントロニクス分野では磁気メモリや磁気センサーなどが注目を集めている。これらの特性を示す指標である TMR 比を向上させるために MTJ (magnetic tunnel junction) 構造が主流となっており、CoFeB/MgO/CoFeB の構造が広く用いられている。この各層は数 nm の薄い層が積層されていることから、原子レベルでの膜厚やラフネスおよび結晶構造の制御が求められる。また、アニール温度によって TMR 比が変化することが知られているため、本研究では本材料に対して加熱昇温に伴う結晶成長や元素分布の変化をナノレベルで評価した。

【実験方法】Ta (cap) / CoFeB / MgO / CoFeB / Ta (cap) の積層膜試料について、FIB 加工により作製した断面試料を原子分解能分析電子顕微鏡 (日本電子製 JEM-ARM200F) を用いて各温度における STEM 像観察、EELS 分析および ACOM-TEM (Automated Crystal Orientation Mapping in TEM) 分析を実施した。

【結果】今回用いた試料では、初期状態では CoFeB 層は非晶質、MgO 層は結晶であり、250℃付近から CoFeB が結晶化する様子が BF-STEM 像から確認された。この結晶化は MgO 層との界面付近から開始し、330℃付近で層全体へ結晶化が進んだ。この変化とともに、CoFeB 層中の B は Ta 層との界面付近に移動する様子も EELS 組成分析により確認された。また、結晶の配向は MgO 層、CoFeB 層ともに膜面方向に 001 を有しているが、MgO と CoFeB の結晶では形成される結晶粒界種に違いがあることが ACOM-TEM の結果から示唆された。



BF-STEM image (initial, 250°C, 330°C)

【謝辞】本研究で使用した試料の一部は、東北大学院 工学研究科応用物理学専攻 安藤研究室よりご提供いただきました。ここに感謝の意を表します。