

実施課題番号：2007B1965

実施課題名：in-plane X線回折法によるホイスラー合金薄膜の構造解析

実験責任者所属機関および氏名：(株)東芝 研究開発センター 大森廣文

使用ビ - ムライン：BL19B2

実験結果：

1. 背景

電荷の自由度のみが利用されてきた従来のエレクトロニクスに対し、スピンの自由度も利用するスピントロニクスの研究が近年盛んになっている。スピントロニクスで将来極めて有望と考えられるものの一つに、MTJ (磁気トンネル接合) 素子があり、これを用いたMRAM (Magnetic Random Access Memory) は、不揮発性に加えSRAM並みの高速性とDRAM並みの高容量とを併せ持つことを特徴とし“ユニバーサルメモリ”として大いに期待されている。このMTJ素子の性能の指標となるのがTMR (トンネル磁気抵抗効果) 比であるが、TMR比を上げるためにはスピン分極率の大きな強磁性体材料を用いる事が重要である。スピン分極率 $P=1$ をもつ“ハーフメタル”は理論的にTMR比が無限大になると言われており、ハーフメタルのホイスラー合金は最有力候補として注目されている。

我々は、ホイスラー合金の一つであるCFAS ($\text{Co}_2\text{Fe}(\text{Al}_{0.5}\text{Si}_{0.5})$) を用いたMTJ素子の検討を行っており、CFAS層の下に設けたバッファ層の違いによってCFASの結晶構造が変化することをこれまでに確認している。今回、この結晶構造の差についてさらに詳しく調べるため、SPring-8放射光による回折実験を行った。

2. 実験

[試料] 図1(a), (b)に示すような構造の試料を超高真空スパッタにより作製した。

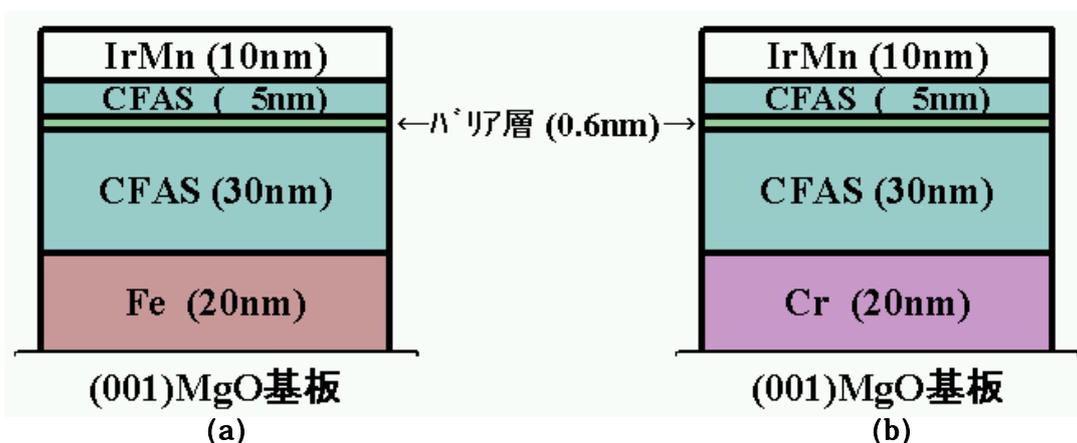


図1 作製した試料の構造を示す図

[実験方法] CFAS層が5~30nmと薄いことから、図2に示す配置でのin-plane X線回折法による評価を行った。使用したX線は10keV。試料と検出器(シンチレーションカウンタ)の間には長さ40cmのソーラースリットを用い、X線のパスと試料周りとは、He置換を行って空気によるX線の減衰を防いだ。検出器直前のスリット幅は、1mm×1mmである。X線の視射角()を変化させ、膜の深さ方向の格子定数の変化について調べた。

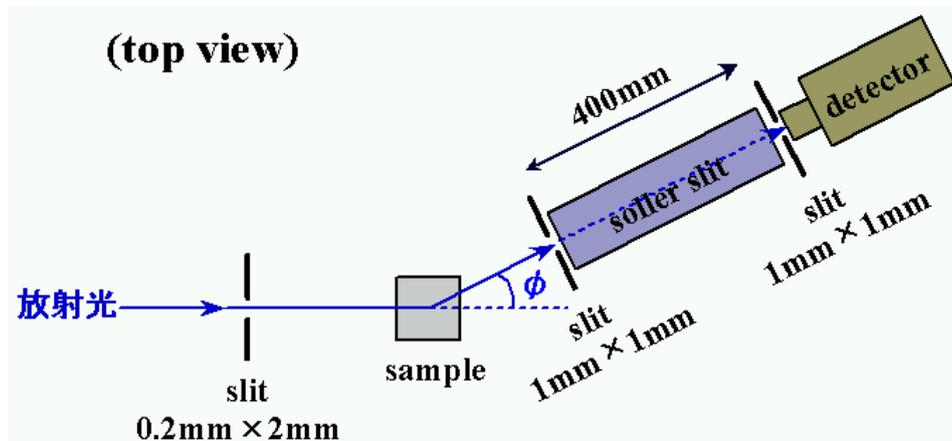
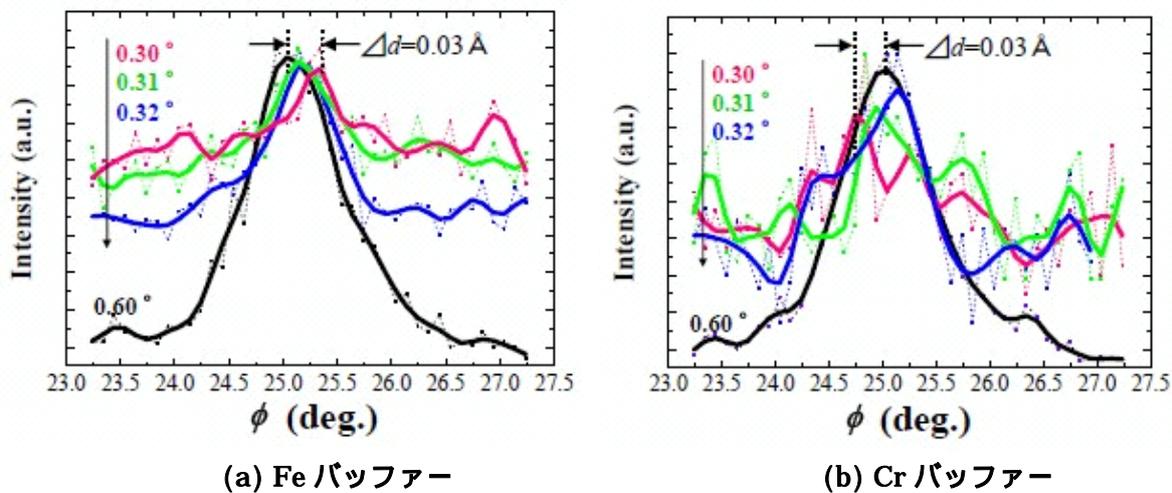


図2 実験配置

3. 結果

バッファー層としてFeを用いた試料のCFAS(200)回折線の視射角()依存性を図3(a)に、バッファー層としてCrを用いた試料のCFAS(200)回折線の視射角()依存性を図3(b)に示す。 はX線の散乱角を示し、図中の角度(0.30, 0.31, 0.32, 0.60°)はX線の視射角()を示す。



(a) Fe バッファー

(b) Cr バッファー

図3 in-plane X線回折プロファイル(視射角依存性)

Fe バッファーを用いた試料(図3(a))では、視射角の増加とともにピーク位置が低角度側にシフトしている。よって格子定数は視射角の増加とともに大きくなっており、CFAS は深さ方向に歪んでいる(格子定数が深さ方向に分布を持つ)ことが考えられる。視射角が小さいほどブラッグ角が低角側にシフトしているから、表面に近いほど格子定数が小さくなっていると考えられる。

Cr バッファーを用いた試料(図3(b))では、視射角の増加とともにピーク位置が高角度側にシフトしていることから、Fe バッファーを用いた試料とは逆に、CFAS は表面に近いほど格子定数が大きくなっていることが示唆された。

4.まとめ

放射光 in-plane 回折法により、ホイスラー合金薄膜の深さ方向の構造解析を行った。その結果、ホイスラー合金薄膜の格子定数は深さ方向に分布を持ち、その傾向は基板が Fe と Cr とで異なる事が示唆された。