

多結晶 CoFeB/MgAl₂O₄/CoFeB 型強磁性トンネル接合における 大きなトンネル磁気抵抗効果

Ikhtiar, °介川裕章, Xiandong Xu, Mohamed Belmoubarik, Hwachol Lee, 葛西伸哉, 宝野和博
(物材機構)

Large tunnel magnetoresistance effect in polycrystalline CoFeB/MgAl₂O₄/CoFeB magnetic tunnel junctions

Ikhtiar, °H. Sukegawa, X. Xu, M. Belmoubarik, H. Lee, S. Kasai, and K. Hono

(NIMS)

はじめに

スピネルは MgAl₂O₄ で表される立方晶の複合酸化物であり、強磁性トンネル接合 (MTJ) のトンネルバリアとして用いることで室温において 300%を超える大きなトンネル磁気抵抗 (TMR) 比が報告されている^{1,2)}。とりわけ、Mg-Al 組成調整されたスピネルバリア (Mg-Al-O) では、CoFe やホイスラー合金等と格子整合性が良く、高品位の界面構造を実現できる。このため、良好な TMR のバイアス電圧依存性が得られることから高い素子出力が得られるという利点がある。しかし、高品位な MgAl₂O₄ 結晶バリアを得るためには単結晶基板上にエピタキシャル成長が必要であるため、下地の制約なしに作製可能な多結晶素子化が望まれる。本研究では CoFeB 電極とスピネルバリアの間に薄い MgO テンプレート層を導入することで、CoFeB/MgAl₂O₄/CoFeB 型の高配向多結晶 MTJ を実現し、同時に大きな TMR 比が観測されたことを報告する³⁾。

実験方法

超高真空マグネトロンスパッタ装置を用いて、熱酸化膜付 Si 基板上に Ta (5)/Ru (10)/Ta (5)/Co₂₀Fe₆₀B₂₀ (CoFeB) (5)/Co₇₅Fe₂₅ (CoFe) (1)/MgO (0-0.7)/Mg-Al-O (1.2)/CoFeB (3)/Ta (5)/Ru (5)、(厚さ nm) を室温で成膜した。Mg-Al-O 層は組成が異なる焼結体ターゲット (Mg₂Al-O_x および MgAl₂-O_x) を用いて高周波スパッタによって作製した。成膜した多層膜は電子線リソグラフィを用い 200×400 nm² サイズの楕円状に微細加工した後、真空中で 5 kOe の磁場中において 500°C で熱処理を行った。

実験結果

MgO 挿入が非常に薄い (<0.1 nm) 場合、TMR 比は数十%程度と小さく、結晶バリアが得られないことがわかった。一方、MgO 膜厚の増大と共に TMR 比が向上し 150%以上の TMR 比がいずれの組成においても安定に得られた。MgO (0.5 nm)/Mg₂Al-O_x 構造において、最大 260%の TMR 比が実現された。これは、MgO 挿入層が Mg-Al-O バリア結晶化のためのテンプレートとして有効に働いたためと考えられる。また、単結晶スピネル MTJ と同様に良好な TMR 比のバイアス依存性も観察された。断面 STEM 像 (Fig. 1) から (001) 配向した CoFeB/Mg-Al-O/CoFeB 構造が得られていることが確認され、バリア界面の格子不整合も非常に小さいことがわかった。以上の結果から、極薄 MgO 挿入層の利用によって、高出力のスピネル MTJ を実用に適した多結晶素子として得られることがわかった。本研究の一部は革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) により科学技術振興機構を通じた委託により、また JSPS 科研費 (16H03852) の助成により行われた。

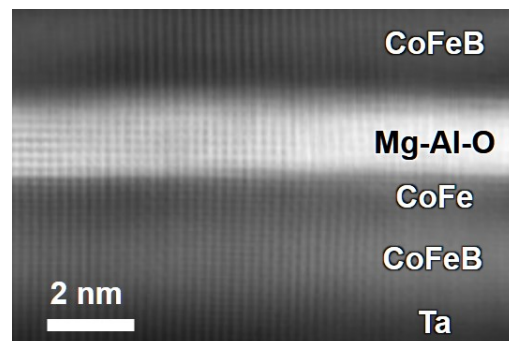


Fig. 1. Cross-sectional STEM image of a CoFeB/CoFe/MgO (0.7 nm)/MgAl₂-O_x (1.2 nm)/CoFeB MTJ.

参考文献

- 1) H. Sukegawa *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 184401 (2012). 2) T. Scheike *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 053004 (2016).
- 3) Ikhtiar *et al.*, Appl. Phys. Lett. **112**, 022408 (2018).