

異なる面方位の MgO 基板上に作製した $[\text{Co}_2\text{MnSi}/\text{Pd}]_n$ 人工格子膜の磁気異方性 Magnetic anisotropy of $[\text{Co}_2\text{MnSi}/\text{Pd}]_n$ superlattice films prepared on MgO single crystal substrates with various crystal orientation

¹東工大電物, ²サムスン日本研究所

○松下 直輝¹, 藤野 頼信¹, 高村 陽太¹, 園部 義明², 中川 茂樹¹

○Naoki Matsushita¹, Yorinobu Fujino¹, Yota Takamura¹,
Yoshiaki Sonobe², Shigeki Nakagawa¹

¹Dept. of Phys. Electron., Tokyo Tech, ²Samsung R&D Inst. Japan-Yokohama

E-mail: matsushita.n.ac@m.titech.ac.jp

【はじめに】

我々はスピン分極率が 100%のハーフメタル強磁性体であるフルホイスラー合金 Co_2MnSi (CMS)へ垂直磁気異方性を付与することを目的とし、ガラス基板上に CMS 薄膜と Pd 薄膜を交互に積層した人工格子膜 $[\text{CMS}/\text{Pd}]_n$ を作製し、得られた人工格子膜が垂直磁気異方性を示すことを報告してきた[1]。ガラス基板上に成膜した CMS 薄膜は無配向膜であったため、配向を制御することができれば、より大きな垂直磁気異方性が得られる可能性があった。今回この人工格子構造を様々な基板方位の単結晶 MgO 基板上に作製し、明瞭な基板面方位依存性を観測したので詳細な調査を行った。

【試料の作製方法と実験結果】

すべての試料は対向ターゲット式スパッタ法を用いて、Kr 雰囲気中で基板温度 $T_s=300^\circ\text{C}$ で、単結晶 MgO 基板上に作製した。MgO 基板は、面方位が(100)、(110)、(111)のものを使用した。

まず、MgO 基板/Pd(20 nm)/CMS(60 nm)/Ta の構造の試料を作製し、X 線回折(XRD)法を用いて Pd/CMS 2 層膜の結晶構造を解析した。2 層膜の結晶配向を調べたところ、MgO(100)基板を用いた場合には、Pd(100)面と CMS(100)面が、MgO(110)基板の場合には Pd(110)面と CMS(211)面が、MgO(111)基板の場合には Pd(111)面と CMS(110)面がそれぞれ優先配向することがわかった。また、超格子線の観察から、少なくとも MgO(111)基板を用いた場合には、CMS 薄膜は $L2_1$ 構造を形成することを確認した。次に、振動試料型磁力計(VSM)を用いて磁化特性評価を行った。(100)、(110)、(111)基板を用いた場合の CMS 薄膜の飽和磁化は、それぞれ 706、695、744 emu/cc であり、バルクより小さな値となった。

次に、上記 Pd/CMS 2 層膜と同じ成膜条件で、MgO 基板/Pd(20 nm)/[CMS(0.6 nm)/Pd(2 nm)]₆/Ta の人工格子膜の試料を作製し(Fig. 1)、試料面内方向と面直方向の磁化特性の評価を行った。MgO(100)基板を用いた場合では、面内磁化膜となったが、MgO(110)基板では等方的磁化膜になり、MgO(111)基板を用いた場合には垂直磁化膜となった(Fig. 2)。この結果は、[Co/Pd]人工格子膜の結果[2]と整合する。また、MgO(111)基板上に作製した[CMS(0.6 nm)/Pd(2 nm)]₆人工格子膜の垂直方向の磁気異方性定数 K_u は $3.3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ となった。

以上より、MgO(100)、(110)、(111)基板上の Pd と CMS は異なる結晶配向を示し、MgO(111)基板上に作製した CMS/Pd 人工格子膜において高い垂直磁気異方性が発現することがわかった。

[1] 藤野他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-C15-5, (2013).

[2] 大森, 前坂, 日本応用磁気学会誌, 26, 224 (2002).

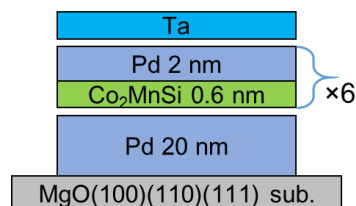


Fig. 1 Schematic structure of $[\text{CMS}/\text{Pd}]_6$ superlattice films.

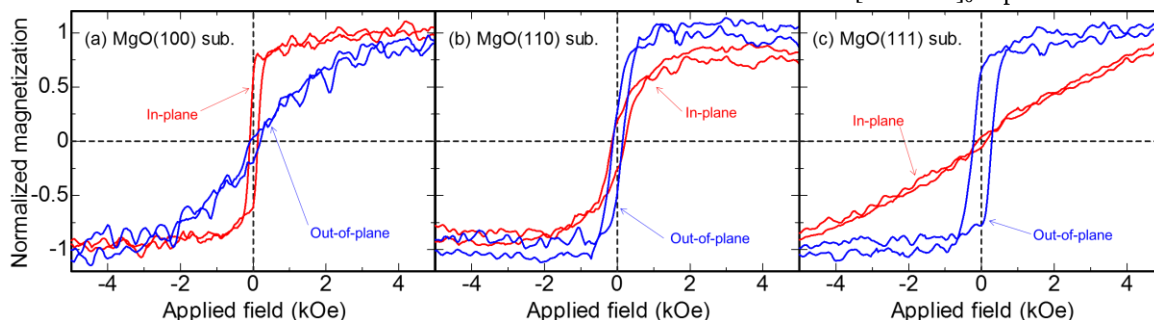


Fig. 2 M - H characteristics of $[\text{CMS}(0.6 \text{ nm})/\text{Pd}(2 \text{ nm})]_6$ superlattice films prepared on MgO single crystal substrates with (100), (110) and (111) orientation.