

エピタキシャル CoFe/n-Ge/Fe₃Si 縦型構造の作製

椎原貴洋¹、沖宗一郎¹、酒井宗一郎¹、井川昌彦¹、山田晋也^{1,2}、浜屋宏平^{1,2}

(¹ 阪大基礎工, ² 阪大基礎工スピントロニクスセンター)

Fabrication of all-epitaxial CoFe/n-Ge/Fe₃Si vertical structures

T. Shiihara¹, S. Oki¹, S. Sakai¹, M. Ikawa¹, S. Yamada^{1,2}, and K. Hamaya^{1,2}

(¹Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ., ²Center for Spintronics Research Network, Osaka Univ.)

[はじめに]

我々は、分子線エピタキシー(MBE)法と固相成長(SPE)法を併用することで、エピタキシャル CoFe/p-Ge/Fe₃Si 縦型構造を低温で形成し[1]、その縦型構造を用いて p 型 Ge を介した室温スピン伝導の観測に成功してきた[2]。しかし、p-Ge のスピン拡散長は非常に小さく[2]、スピン信号は温度の上昇とともに急速に減衰する。一方、n-Ge のスピン拡散長は、p-Ge のスピン拡散長よりも室温で 1 桁大きい[3]。そのため、Fe₃Si 層上に n-Ge 層を成長できれば、CoFe/Ge/Fe₃Si 縦型構造のスピン信号の増大が期待される。

本研究では、Fe₃Si 層上に Sb を同時蒸着した Ge 層を成長し、CoFe/n-Ge/Fe₃Si 縦型構造の作製を試みる。

[実験方法]

MBE 法を用いて Ge(111)基板上に Fe₃Si 層(50 nm)を成長した後、最表面を Si 面終端した[4]。その直上に非晶質 Ge 層(2 nm)を室温堆積し、125°C で 30 分のアニール処理を施した(SPE-Ge)[1]。その後、温度を 175°C に上げて、SPE-Ge 層上に Sb を同時蒸着(セル温度:280°C)した Ge 層(18 nm)を MBE 成長した。最後に、基板温度を室温まで下げた後、CoFe 層(10 nm)を MBE 成長し、CoFe/Sb-doped Ge/Fe₃Si 縦型構造とした。

[実験結果]

Fig. 1 に各層を成長した後の RHEED パターンを示す。Fig. 1(b) から、Sb を同時蒸着しても Ge 層はエピタキシャル成長しており、低温成長によって Sb の表面偏析を抑制できていることがわかる。また、Fig. 1(c)に示すように、三層成膜後でも RHEED はストリークパターンを維持している。つまり、エピタキシャル CoFe/Sb-doped Ge/Fe₃Si 縦型構造の作製に成功した。

Fig. 2 に 300 K で測定した磁化曲線を示す。二段のヒステリシス曲線が観測され、CoFe, Fe₃Si が Ge を介して磁氣的に分断していることが示唆される。講演では、Au-Ti/Sb-doped Ge/Fe₃Si/p-Ge/Al 縦型デバイスの電気伝導特性について述べ、作製した Ge 層が n 型伝導を示すことについても言及する。

本研究は、科研費基盤研究(A)(16H02333)・科研費基盤研究(S)(17H06120)の補助を受けた。

参考文献

- 1) S. Sakai *et al.*, *Semicond. Sci. Technol.* **32**, 094005 (2017).
- 2) M. Kawano *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **1**, 034604 (2017).
- 3) M. Yamada *et al.*, *Appl. Phys. Express* **10**, 093001 (2017).
- 4) S. Yamada *et al.*, *Cryst. Growth Des.* **12**, 4703 (2012).

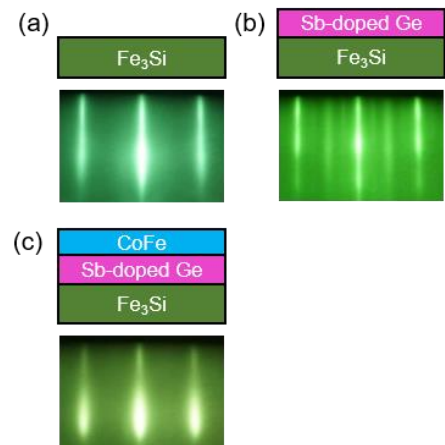


Fig.1 RHEED patterns of (a) Si-terminated Fe₃Si, (b) Sb-doped Ge and (c) CoFe layers.

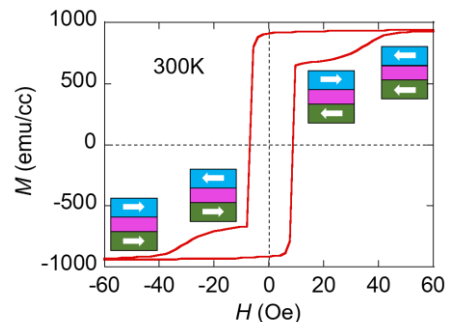


Fig. 2 M - H curve of a CoFe/n-Ge/Fe₃Si trilayer at 300 K.