

エピタキシャル Fe 薄膜を伝搬するスピン波の実時間観測

石田尚子*, 関口康爾**, 介川裕章***

(* 慶大理工, **JST さきがけ, *** 物質・材料研究機構)

Time-domain measurement of propagating spin waves in an epitaxial Fe film

N. Ishida*, K. Sekiguchi**, and H. Sukegawa***

(*Keio Univ., **JST PRESTO, ***NIMS)

1. はじめに

強磁性薄膜に交流磁場を印加するとスピン波が励起され伝搬する。結晶磁気異方性を有する強磁性薄膜ではダンピング定数 α が結晶方位に依存すると計算されており [1]、スピン波減衰長と結晶軸の関係は興味深い。本研究では、エピタキシャル成長させた Fe 単結晶薄膜の容易軸方向を伝搬するスピン波の電氣的検出を試みた。

2. 実験方法

Fe 単結晶薄膜 (100) 面を MgO(100) 基板上に成膜した。Fe 薄膜は Cr をバッファ層として膜厚 25 nm エピタキシャル成長させた [2]。この Fe 薄膜を電子線描画及び Ar イオンミリング法により $120 \times 200 \mu\text{m}^2$ に加工した。SiO₂(80 nm) を成膜し Fe 薄膜を絶縁した後、SiO₂ 上に Fig. 1 に示すシグナル線 (S) とグランド線 (G) からなるアンテナ 2 組を Ti(5 nm)/Au(200 nm) で作製した。左と右のアンテナはスピン波励起用、検出用のアンテナであり、両アンテナ間の距離 (Gap, g) はスピン波の伝搬距離に対応する [3]。外部磁場 500 Oe を y 方向に印加した状態で、励起用アンテナ (左側) にパルス電圧 V_{in} を印加しスピン波を励起した。スピン波が Fe 薄膜を伝搬して検出アンテナ直下を通過すると、磁化振動による磁束変化が生じ、検出アンテナに誘導起電力が生じる。この誘導起電力をスピン波信号としてオシロスコープで検出した。

3. 実験結果および考察

伝搬距離を変化させたときのスピン波信号の時間変化を Fig. 2 に示す。図に示すようにパケット状のスピン波信号が観測され、パケット中心から到達時間 (t_s) がわかる。スピン波の群速度は $v_g = g/t_s$ から 10 km/s とわかった。外部磁場強度を 10 Oe に低減させ v_g を測定すると、13 km/s となり 30% 増加した。これは、スピン波の分散関係から計算される v_g の傾向と定性的に一致する。Fe 単結晶薄膜において Py に匹敵する高速スピン波伝搬が実現することがわかった。

参考文献

- [1] K. Gilmore *et al.*, Phys. Rev. B **81**, 174414 (2010).
 [2] H. Sukegawa *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 184401 (2012).
 [3] K. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 022508 (2010).

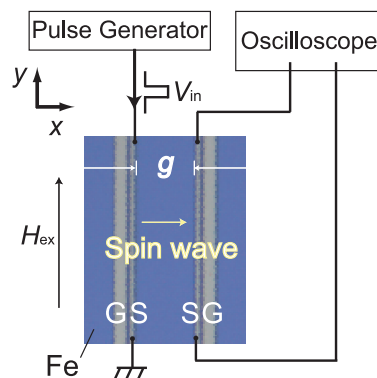


Fig. 1 Schematic illustration of a measurement setup. The widths of the signal line and the ground line are $1 \mu\text{m}$ and $3 \mu\text{m}$, respectively.

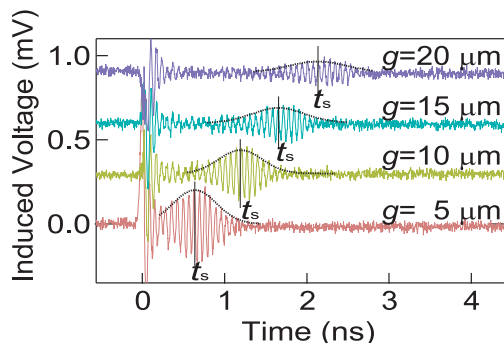


Fig. 2 Spin wave signals with different gap distances (g). Spin wave packets are fitted by the Gaussian function (broken lines).