

スロット線路を用いたイットリウム鉄ガーネットの磁化ダイナミクス励起とスピン波の検出

神田哲典、室賀翔¹、遠藤恭²
(大島商船高専、¹秋田大、²東北大)

Magnetization dynamics induced by slot line waveguide and detection of spin waves in yttrium iron garnet

T. Koda, S. Muroga¹, Y. Endo²

(National Inst. of Technology, Oshima College, ¹Akita Univ., ²Tohoku Univ.)

はじめに

我々はイットリウム鉄ガーネット(YIG)の磁化ダイナミクスを励起する高周波伝送線路としてスロット線路に着目し、高周波応答の線路形状依存性を評価した。その結果、スロット線路の間隔に依存する磁化ダイナミクスが励起されることを見出した[1]。マイクロマグネティクスシミュレーションによる解析から線路から発生するスピン波と磁化ダイナミクスの相互作用が存在することが示唆された。そこで、その高周波応答とスロット線路から発生するスピン波の相関を検討したので報告する。

実験方法

試料には(111)ガドリウムガリウムガーネット (GGG) 単結晶基板に液相エピタキシャル法で成長された膜厚 10 μm の YIG(111)単結晶膜を用いた。試料上に高周波伝送線路として、フォトリソグラフィ法で非対称型のコプレーナウェーブ伝送線路、および、スロット伝送線路を形成した。0 dBm の高周波電力をこの伝送線路により YIG 上に入力し、反射電力強度の外部磁界依存性をネットワークアナライザで評価した。また、試料上にスピン波を検出するための非対称型コプレーナウェーブ線路を 1 mm 離れた位置に設置し、YIG を伝搬するスピン波をアンテナ法により検出・評価した。

実験結果

図1には信号線路幅 10 μm 、線路幅間隔 55 μm のスロット線路における測定結果を示す。入力周波数は 7.2 GHz である。反射強度は 1670 Oe および 1730 Oe 付近に吸収ピークが確認される。マイクロマグネティクスによる解析から、スロット線路のそれぞれの線路周辺で局所的に磁化歳差運動が誘起され、スピン波が伝搬することが示唆されている。実際、アンテナ法においてもスピン波に起因する信号が検出されている。1730 Oe 付近の吸収ピークよりも高磁場側においては、アンテナ法で検出されたスピン波の強度と吸収ピーク強度に大きな相関は見られなかった。一方、1700 Oe 近傍の挙動で、高周波電力の吸収強度が少ない磁場領域ではスピン波の検出出力が極小値を示しており、磁化歳差運動とスピン波強度に強い相関を示した。本試料で発生するスピン波は表面静磁波であり、その波長は同一周波数の場合、磁場の低下と共に短くなる。1700 Oe におけるスピン波の波長はおよそ 55 μm と見積もられる。電磁界解析より、伝送線路間の高周波磁場の位相は 180° ずれているため、このスピン波の波長において、スピン波と局所磁化歳差運動が逆位相の関係になり磁化歳差運動のスピン波が抑制されたと考えられる。すなわち、この結果はスピン波が局所磁化歳差運動に影響を及ぼしていることを強く示唆する結果と考えられる。講演では磁化歳差運動とスピン波の相関の素子サイズ依存性を中心に報告する。

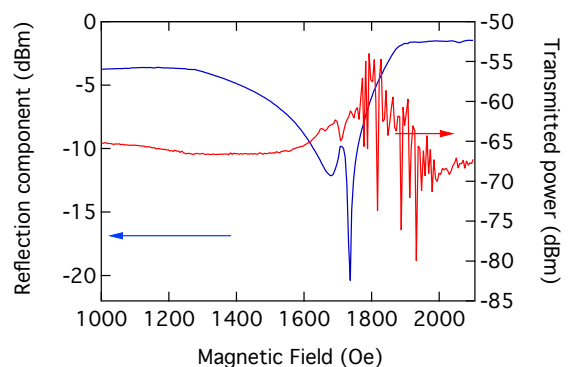


Fig.1. Magnetic field dependence of reflection component of input power and transmitted power for the detection of spin waves.

謝辞 本研究にあたり、株式会社グラノプトから測定試料の御協力を頂きました。本研究の一部は、JSPS 科研費 No.18K14114 の助成を受けて行われた

参考文献 [1] Koda et.al., Appl. Phys. Lett., vol. 116 102403 (2020).