イットリウム鉄ガーネットの磁化ダイナミクスを利用した高感度磁気センシングの基礎検討

神田哲典、室賀翔[1]、遠藤恭[2]、黒澤孝裕[3]
（大島商船高専、[1]豊田高専、[2]東北大、[3]秋田県産業技術センター）

Sensitive measurements of magnetization dynamics in yttrium iron garnet for magnetic sensor applications

T. Koda, S. Muroga[1], Y. Endo[2], T. Kurosawa[3]
(National Inst. of technology Oshima college, [1]National Inst. of technology Toyota college, [2]Tohoku Univ., [3]AIT)

はじめに

近年、生体磁場検出等に向けて室温で動作する高感度磁気センシング技術の研究開発が活発に行われている。このような用途に向けて、本研究では、低磁気ダンピング定数のイットリウム鉄ガーネット(YIG)の強磁性共鳴近傍の条件下で外部磁場変化に伴う非線形な磁化ダイナミクス変化を利用し、磁場変化を高感度に捉えることを試みたので報告する。

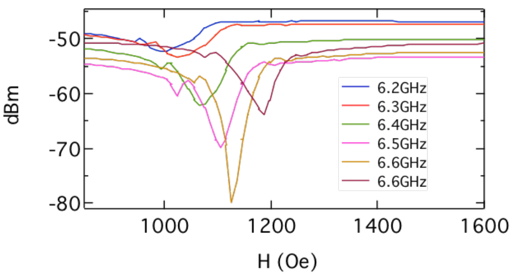
実験方法

試料には(111)ガドリウムガリウムガーネット（GGG）単結晶基板上に液相エピタキシャル法で成長された膜厚 10μm の YIG(111)単結晶膜を用いた。試料上に高周波伝送路として、フォトリソグラフィー法で非対称型のコプレナーウェイブガイド（グランド幅 175μm、信号線幅 100μm、信号線間隔 45μm）を形成した。-10dBm の高周波電力をこの伝送路を用いて YIG 上に入力し、反射波の磁場に対する応答を評価した。磁化ダイナミクスを誘起するための高周波電力の周波数は GHz 帯域と高いため、位相変化の時間分解能を高めることが可能な Double Mixer Time Difference（DMTD）法を用いた測定系を構築し［1］、反射波の電力と位相を RF ロックインアンプにより計測することで磁化ダイナミクスを評価した。

実験結果

図 1(a)には磁場掃引した際の磁化ダイナミクスの高周波周波数依存性の測定例を示す。反射電力スペクトルの形状は周波数に大きく依存し、特定の周波数において磁場掃引に対して急峻な変化を示すことがわかる。この周波数によって大きくスペクトルが変化する原因は特定されていないが、コプレナーウェイブガイドの寸法を系統的に変えると周波数依存性も系統的に変化することから、信号線、グランド線のそれぞれにおいて励起された局所的な磁化の歳差運動によって発生するスピン波同士の干渉効果による共振が発生していると推定している。

図 1(b)には最も急峻なスペクトルを示す印加周波数 6.6 GH z での DMTD 法を用いた位相変化の測定結果を示す。磁場による位相変化は強磁性共鳴が起こる磁場近傍で顕著となり、最大で 27° /Oe の比較的大きな磁場に対する位相変化が検出された。講演では周波数依存性の原因に関する考察と、位相の磁場依存性を中心に報告する予定である。



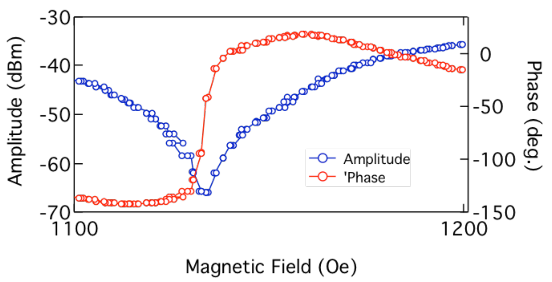


Fig. 1 (a) Magnetic field dependence of reflected wave power.　(b) Magnetic filed dependence of power and phase.

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。ここに感謝致します。

参考文献　1) S. Yabukami *et al.*, :, *J. Magn. Soc. Jpn.*, 38, (2014) 25.