

準周期金属マグノニック結晶におけるスピン波伝搬特性

Spin wave propagation in metallic magnonic quasi-crystals

福大理 (M2) 藤井幹太, 笠原健司, 中山和之, [○]眞砂卓史²

Fukuoka Univ.¹, Kanta Fujii, Kenji Kasahara, Kazuyuki Nakayama, [○]Takashi Manago

E-mail: manago@fukuoka-u.ac.jp

はじめに マグノニック結晶(MC)とは強磁性体導波路中に周期的な構造を付加したものであり、近年 MC を用いたスピン波伝搬制御に関する研究が精力的に行われている。我々は、パーマロイ(Py)を用いた MC においてマグノニックバンドギャップの観測に成功し、シミュレーションによく一致することを報告した[1]。短距離秩序をもたない準周期 MC (QMC)では、複雑な分散関係や多数のミニバンドの形成が期待され、スピン波制御の新たな可能性が開ける。本研究では、マイクロマグネティックシミュレーションを用いて、Fibonacci 列をもつ Py QMC における静磁表面波(MSSW)の伝搬特性を報告する[2]。

計算方法 スピン波の伝搬特性は、Mumax 3 を用いて計算した。長さ 102.4 μm 、厚さ 75 nm の Py 導波路を仮定し、幅 $d = 0.8 \mu\text{m}$ (深さ 25 nm)の溝と、幅 $\tau d = 1.3 \mu\text{m}$ ($\tau = (1 + \sqrt{5})/2$)のテラスからなる凹凸構造を、Fibonacci 列に従い導入した(Fig. 1)。静磁場の印可方向は導波路短辺方向($\pm 20 \text{ mT}$)であり、ブロードバンド励起可能なアンテナ磁場によりスピン波を発生し、動的磁化の面直成分をスピン波信号として解析した。

実験結果 Figure 2 は、準周期構造中を伝搬するスピン波の分散関係である。準周期を反映したブランチが観測され、ブランチの位置からスピン波は Fibonacci 列特性長の 1/3 の長さの周期を感じていることが分かった。また分散曲線の交差するところに小さなバンドギャップが発生しており、その数は同程度の周期をもつ通常の MC 比べて増加している。さらに非相反性について解析した。通常は伝搬方向の反転と磁場方向の反転では結果が一致するが、準周期構造では構造自体の反転対称性がないため、複雑な応答を示す。このため、バンドギャップで区切られた周波数領域毎に性質が変化し、非相反性がほぼ 0 の領域が生じたり、負の領域が生じる等、通常の MC に見られない特性を示した。これは、新しい非相反性の制御法として活用できる可能性を示している。

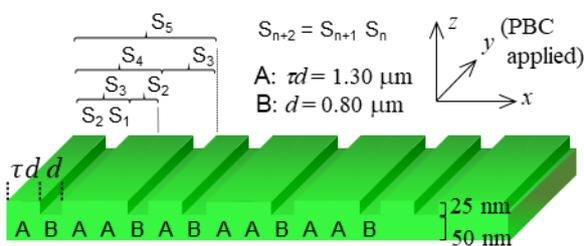


Fig. 1 Fibonacci 列を持つ準周期マグノニック結晶(QMC)

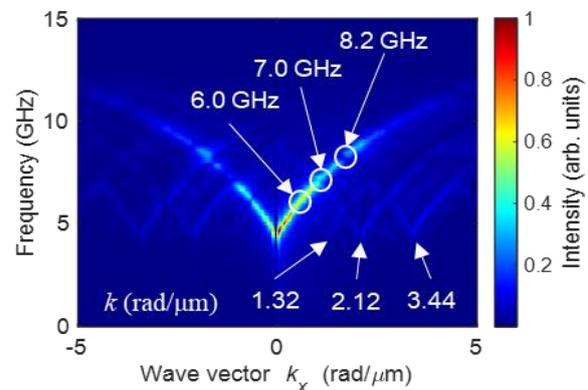


Fig. 2 Fibonacci QMC のスピン波の分散関係

参考文献

- [1] K. Shibata *et al.* Appl. Phys. Exp., **12**, 053002 (2019).
 [2] T. Manago *et al.* J. Phys. D: Appl. Phys., **55**, 115005 (2021).