

# 準周期マグノンニック結晶を用いた MSSW の非相反性制御

藤井幹太, 笠原健司, 眞砂卓史  
(福岡大理)

Propagation properties of spin waves in magnonic crystal with quasi periodic structure

K. Fujii, K. Kasahara, and T. Manago  
(Fukuoka Univ.)

**はじめに** 近年、強磁性体導波路中に周期的な構造を導入したマグノンニック結晶(MC)を用いて、スピン波の伝搬特性を制御しようとする研究が精力的に行われている。これまでに我々は、強磁性体金属のパーマロイ(Py)に周期的な溝を導入した MC を作製し、アンテナを用いた電気的手法により特定の周波数帯でスピン波が伝搬できないマグノンニックバンドギャップの観測に成功した[1]。長期的な周期性を持たない準周期構造の MC は通常の MC にはない伝搬特性を示すことが期待されるものの、その調査はほとんど行われていない。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、準周期構造をもつ 1 次元の Py MC 中を伝搬する静磁表面波(MSSW)の伝搬特性を調査した。

**計算方法** スピン波の伝搬特性の計算は、Object Oriented Micromagnetic Framework(OOMMF)により行った。縦×横×膜厚が  $102.4 \mu\text{m} \times 6 \mu\text{m} \times 75 \text{nm}$  である Py 導波路を仮定し、深さが  $25 \text{nm}$  で溝の幅  $d$  が  $0.8 \mu\text{m}$  の溝と凸の幅が  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}d$  の凸を、漸化式  $A_{n+2} = A_{n+1} + A_n$  で表されるフィボナッチ数列に従い、Py の長辺方向に導入した(Fig.1)。+y 方向の印加静磁場に対して、右側に伝搬する方向を Forward、それと逆方向を Reverse と定義した。スピン波励起用のシグナル(S)とグラウンド(G)アンテナの磁場分布は MATLAB で行った。S 及び G アンテナ幅は、それぞれ  $1.0$  及び  $50 \mu\text{m}$  で、SG 間距離は  $1.0 \mu\text{m}$ 、それらの厚みは  $205 \text{nm}$  とした。この磁場分布を OOMMF に取り込み、パルス幅が  $50 \text{ps}$  のガウシアンパルスを印可することにより、スピン波を励起した。静磁場の印可方向は Py の短辺方向( $20 \text{mT}$ )としているため、伝搬するスピン波は MSSW モードとなる。

**実験結果** Figure 2 は、励起アンテナからの距離が  $40 \mu\text{m}$  のときのスピン波のスペクトルである。赤と青はそれぞれ、+y 方向の印加静磁場に対して、右側に伝搬する方向(Forward)と、それと逆向き(Reverse)のスペクトルを示している。構造のない Py 膜において+y 方向に磁化が向いている場合、アンテナ法で励起された MSSW は、-x 方向に比べ、+x 方向の強度が大きくなる非相反性を示すことがよく知られている。4 ~ 8 GHz 付近では、赤(+x 方向)のスペクトル強度が青(-x 方向)の強度より大きく、典型的な MSSW モードの非相反性が現れているが、8 ~ 10 GHz 付近では、赤と青のスペクトル強度が逆転しており、非相反性が逆転する現象が観測された。これは準周期構造により MSSW モードの非相反性が変化したことを示している。

**参考文献** [1] Koji Shibata, Kenji Kasahara, and Takashi Manago. Applied Physics Express **12**, 053002 (2019).

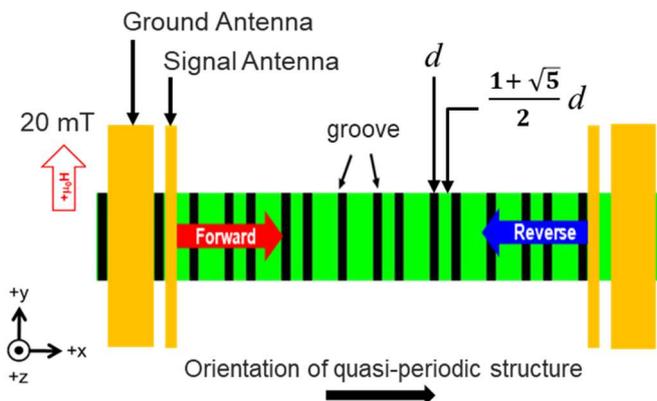


Fig.1 Schematic illustration of a quasi-periodic Py MC.

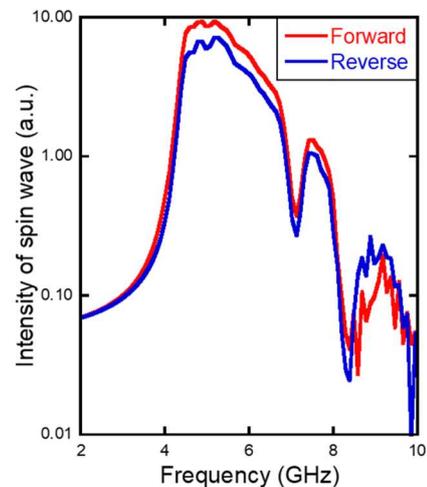


Fig.2 Spin wave spectra for forward and reverse direction of a quasi-periodic Py MC.