

時間変調メタ材料に向けた磁性体の透磁率制御

Permeability Control of Magnetic Materials towards Time-varying Metamaterials

○児玉俊之¹, 黒澤裕之², 大野誠吾³, 菊池伸明⁴, 畑山正寿⁴, 岡本聡^{4,5}, 富田知志^{1,3}

(¹東北大高教機構、²京都工繊大電子、³東北大院理、⁴東北大多元研、⁵東北大 CSIS)

T. Kodama¹, H. Kurosawa², S. Ohno³, N. Kikuchi⁴, M. Hatayama⁴, S. Okamoto^{4,5}, S. Tomita^{1,3}

(¹IEHE, Tohoku Univ., ²Kyoto Inst. Tech., ³Dept. of Physics, Tohoku Univ., ⁴IMRAM, Tohoku Univ., ⁵CSIS, Tohoku Univ.)

E-mail: tkodama@tohoku.ac.jp

第6世代の超高速大容量通信(6G)に向けて小型で広帯域なミリ波や THz 光の光源開発への社会的要請は大きい。これまでのメタ材料(MM)では誘電率や透磁率が空間的に変調され負の屈折率や透明マントが実現されてきた。近年では誘電率や透磁率を時間的に変調する MM が注目を集めている。磁性体は MHz から THz の周波数領域において磁場に応答する。そして透磁率が高周波変調される媒質を通る電磁波は、周波数変換されると期待される。そこで我々は、磁性体を用いた透磁率時間変調 MM を実現し、入力したマイクロ波を周波数変換し、ミリ波や THz 波の出力を得ることを目指している。前回の報告では強磁性金属と重金属を積層した磁性膜に電流を流し、スピンホール効果を利用して、強磁性層における有効磁場を GHz 帯で制御可能であることを実験的に示した^[1]。今回の報告では、透磁率時間変調 MM に入力されたマイクロ波が、周波数変換されることを数値計算で検証する。

電磁場計算には COMSOL Multiphysics と RF モジュールを用いる。長方形の2次元モデルで、長手方向に空気層、透磁率時間変調 MM を想定した媒質、空気層の3層を構成する。片方の空気層から電場を短手方向に偏光させた平面波を入力する。透磁率時間変調 MM の比透磁率を $\mu_r = 1 + A_0\{1 - \cos(2\pi f_{\text{mod}} \times t)\}$ として与える。ここで f_{mod} は変調周波数であり、 t は時間である。透磁率時間変調 MM を経て空気層からの出力される電磁波の電場強度を計算する。

図1に計算結果の一例を示す。入力波の周波数は 15 GHz とした。振幅 A_0 は 50 とした。変調周波数 f_{mod} は 2 GHz とした。透磁率時間変調 MM の厚さは 0.1 mm とした。挿入図は計算によって得られた時間波形であり、それをフーリエ変換した周波数スペクトルを示している。入力波と等しい周波数 15 GHz の出力信号と、その高周波側と低周波側に f_{mod} と等しい 2GHz の間隔で出力信号が得られている。この結果は、透磁率時間変調 MM によりマイクロ波の周波数変換が生じることを示している。発表では実験結果も紹介する。

金森義明先生との有益な議論に感謝します。本研究は JST-CREST (JPMJCR2102) によって支援されています。

[1] 菊池伸明 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 22p-P01-7

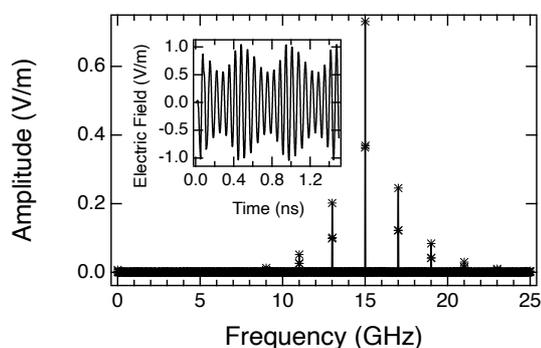


Fig. 1 : Frequency-domain spectrum of transmitted microwave through a time-varying permeability medium. (Inset: Time-domain waveform)