

3D プリンティングと超臨界流体薄膜堆積法による金属コーティングで作製したテラヘルツハイパスフィルターの応答特性評価

Evaluation of THz High-Pass Filter fabricated by 3D printing and metallic coating by supercritical fluid deposition

東大院理¹, 東大院工², 東大工³ ○小西 邦昭¹, 添田 建太郎¹, 安河内 裕之¹, 趙 ユウ², 森下 広隆³, 下山 裕介², 霜垣 幸浩², 百瀬 健², 湯本 潤司¹, 五神 真¹

Univ. of Tokyo, °Kuniaki Konishi, Kentaro Soeda, Hiroyuki Yasukochi, Yu Zhao, Hirotaka Morishita, Yusuke Shimoyama, Yukihiro Shimogaki, Takeshi Momose, Junji Yumoto and Makoto Kuwata-Gonokami

E-mail: kkonishi@ipst.s.u-tokyo.ac.jp

電磁波の波長程度のサイズの人工構造は、中空導波管やメタルメッシュフィルターなど、マイクロ波領域における電磁波制御技術として重要な役割を担ってきた。近年では、波長以下の大きさの単位構造が周期的に配置された人工構造はメタマテリアルと呼ばれ、その形状によって応答を自在に制御できるため、テラヘルツ(THz)波領域における制御手法として注目されている。THzメタマテリアルや、THz導波管などのTHz波制御デバイスは数十～数百 μm オーダーの構造体から成るが、このような微細構造を3次元的に一体成型することはリソグラフィーや切削加工技術では非常に困難であり、設計上の大きな制約となる。近年我々は、光硬化型の3Dプリンターを用いてポリマー3次元構造を高解像度かつ自在に造形し、その表面を金属コートすることによって作製したTHz導波管[1]やTHzハイパスフィルター[2]を報告している。しかしながら、これらの金属コートにはめっき法を用いているために、細長い円筒状の高アスペクト比構造や、複雑な内部構造を有する造形物への表面コートは困難であり、作製できる構造の制限となっていた。

この問題点を解決するために我々は、高アスペクト比構造を有する金属や半導体の表面コーティングに用いられている超臨界流体薄膜堆積法(Supercritical Fluid Deposition, SCFD)[3,4]を、ポリマー構造表面の金属コーティングへ適用する方法を開発してきた。本研究では、この手法を用いて作製したTHzハイパスフィルター構造の透過スペクトルを測定し、その応答特性を評価した。

本研究では、厚さ1mm、一辺300 μm の方形導波管が、400 μm の周期で配列した構造を、独自開発した3Dプリンター(RECILS)[5]で作製し、SCFDを用いてCu薄膜による表面コーティングを行った。このような周期的に配置された導波管構造は、導波管のカットオフ特性に起因してハイパスフィルターとして動作することが知られている[2]。この構造のTHz透過スペクトルを観測したところ、良好なカットオフ特性を示すことが明らかになった(Fig参照)。また、Cuめっきで作製した場合の試料の測定結果を上回る透過率が観測されており、SCFDによって良質なCuコーティングが行われていることを示唆している。発表では、よりアスペクト比の高い構造についての測定結果も議論する予定である。

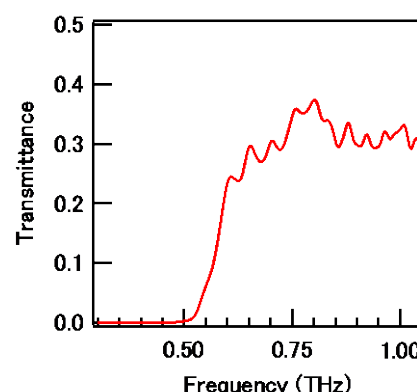


Fig. observed Transmission spectra of a fabricated THz high-pass filter.

[1] W. J. Otter et. al., Electronics Letters 53, 471 (2017). [2] 小西他、第78回応用物理学会秋季学術講演会、8a-A405-11, 2017年9月. [3] T. Momose, et. al., APEX, 1 (2008) 097002. [4] K. Jung, et al., ECS Solid State Lett., 2 (2013) P79 [5] H. Yasukochi, US patent application: US2012045617 A1.