

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を活用した 3 次元テラヘルツデバイス作製

Fabrication of 3-dimensional terahertz devices using 3D printing and metallic coating by supercritical fluid deposition

東大院工¹, 東大工², 東大院理³ 趙 ユウ¹, 森下 広隆², 小西 邦昭³, 安河内 裕之³

添田 建太郎³, 湯本 潤司³, 五神 真³, 下山 裕介¹, 霜垣 幸浩¹, ○百瀬 健¹

Univ. of Tokyo Yu Zhao, Hirotaka Morishita, Kuniaki Konishi, Hiroyuki Yasukochi, Kentaro Soeda,

Junji Yumoto, Makoto Kuwata-Gonokami, Yusuke Shimoyama, Yukihiro Shimogaki,

and ○Takeshi Momose

E-mail: momo@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

電磁波の波長より小さな単位構造が周期的に配置された人工構造であるメタマテリアルは、その形状によって応答を自在に制御できるため、重要なテラヘルツ(THz)波制御手法の一つとなっている。このような 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旧来の切削加工では非常に困難であった。近年我々は 3D プリンターを用いてポリマー 3 次元構造体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る THz デバイスの作製を報告している[1,2]。しかしながら、これらの金属コートには無電解めっきによる Ni シード形成と電解めっきによる Au コートを用いており、高アスペクト比構造への適用が困難であるため、作製可能な構造の形状が限られてしまうという課題が残っている。

一方、我々は超臨界流体(CO_2 , Fig.1)中において有機金属錯体を還元あるいは酸化することにより、金属薄膜や酸化薄膜を形成する Supercritical Fluid Deposition (SCFD)プロセスを検討してきた。SCFD は、反応場である超臨界流体が液体に近い溶媒能と気体に近い拡散性を合わせ持つために、高濃度原料を素早く 3 次元構造内に供給することができ、高アスペクト比構造のコーティングに適している。これまでに、Si ナノホールへの Cu の極薄膜形成や埋め込み[3]、アスペクト比 100 の Si ミクロトレレンチへの TiO_2 薄膜の均一形成などを報告してきた[4]。一方、絶縁性のポリマー材料表面への SCFD プロセスは確立していなかった。

今回我々は、3D プリンター(RECILS)[5]を用いて微細なポリマー 3 次元構造体を造形し、その表面に SCFD により Cu 薄膜を形成することで各種 THz デバイスの開発を行った。Fig.2 に示すように、開口幅 400 μm 、深さ 5mm の高アスペクト比ポリマートレンチ内に均一な Cu 膜の形成を確認できた。本技術を用い作製した作製したハイパスフィルターの外観を Fig.3 に示す。本報告では、開発した SCFD プロセスの詳細を説明すると共に、実際に作製したデバイスを報告する。

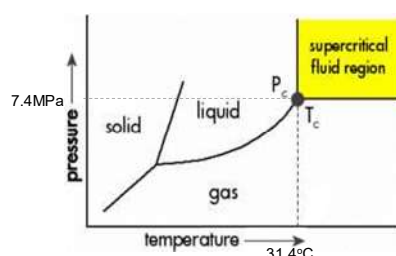


Fig.1 Phase diagram of CO_2 .

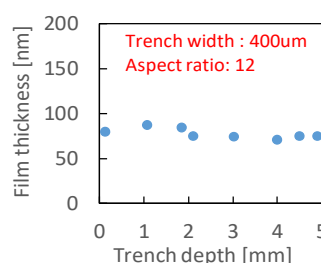


Fig.2 Cu film thickness profile in the polymer trench.

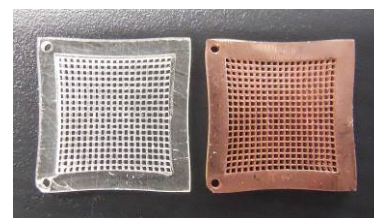


Fig.3 High-pass filter (left) before (right) after Cu deposition.

[1] W.J. Otter, *et al.*, Electronics Letters, 53 (2017) 471. [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.