

3D プリンターによる積層平板テラヘルツ偏光子の作製

Stacked-Plate Terahertz Polarizer Fabricated by 3D Printing and metal coating

東大院理¹, 千葉工大²

○小西 邦昭¹, 青木 大弥², 的場 みづほ¹, 添田 建太郎¹, 横堀 秀一¹,
田丸 博晴¹, 三尾 典克¹, 松井 伸介², 五神 真¹, 湯本 潤司¹

Univ. of Tokyo¹, Chiba Inst. Tech.²

°Kuniaki Konishi¹, Hiroya Aoki², Mizuho Matoba¹, Kentaro Soeda¹, Shuichi Yokobori¹,
Hiroharu Tamaru¹, Norikatsu Mio¹, Shinsuke Matsui², Makoto Kuwata-Gonokami¹, Junji Yumoto¹

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

テラヘルツ(THz)領域では、細いワイヤーを周期的に配置したワイヤーグリッド偏光子 (WGP) が一般的に使用される。しかしながら、WGP は製造の困難さから高コストで、消光比の向上も難しい。そのため、テラヘルツ偏光子の簡便かつ実用的な製造方法の開発は、重要な課題である。

近年、任意の3次元構造をオンデマンドで製造するためのツールとして、3D プリンターが注目を集めている。しかしながら、THz 波制御用の人工構造を作製するために必要とされる一般的な解像度は数10 μm であり、これは通常の金属3Dプリンターでは依然として達成が難しい。我々は、数10 μm オーダーの解像度でポリマー3次元構造を作製可能な高精細3Dプリンター(RECILS) [1]を開発した。その造形物の表面に金属コーティングを施すことで、THz 波に対する疑似的な3次元金属構造としての特性を示すことを実証した[2,3]。本研究では、3Dプリンターとめっき技術を用いて、消光比が約10⁻³のテラヘルツ偏光子を作製することを試みた。

本研究では、高消光比 THz 偏光子として機能することが知られている積層平板導波路構造[4]を用いた(Fig. 1(a))。作製した構造のプレートの厚さ(t)とプレート間のギャップ距離(g)はどちらも300 μm で、プレートの長さ(d)は2 mmである。まず、3Dプリンター(RECILS)を用いて、THz 偏光子のベースとなるポリマー構造を作製した。続いてその表面に、厚さ0.5 μm のニッケル無電解金属めっき、厚さ1 μm の銅の電解めっきを施したのち、置換めっき技術を用いて、数nmの厚さの金を、最表面に作製した。作製したサンプルの大きさは約2cm $\times$ 2cmである(Fig.1(b))。THz 時間領域分光法を使用して測定した、作製したサンプルの THz 透過率の偏光依存性を Fig.1(c)に示す。平行平板導波路では、カットオフ周波数以下では TM モードのみが伝送されることが知られている[4]。この構造で計算されたカットオフ周波数は0.6 THzであり、0.6 THzより低い周波数では、たしかに TM モードのみが透過する偏光子としての特性が観測されており、その消光比は約10⁻³であった。プレートの長さを長くすることにより、消光比のさらなる向上が可能であると考えられる。本手法は、THz 偏光子の簡便かつ実用的な新たな作製手法となり得るものである。

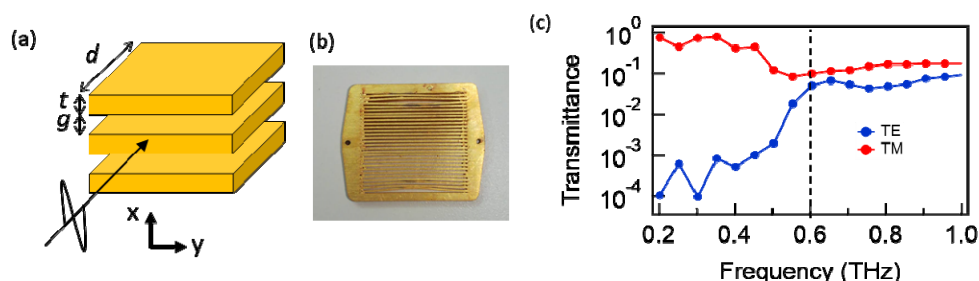


Fig. 1. (a) Schematics of the fabricated stacked parallel plate waveguides THz polarizer. (b) Photograph of the fabricated sample. (c) Measured transmission spectra of fabricated THz polarizer. Blue (Red) plots indicate the TE (TM) mode transmission spectrum. Broken line indicates the cutoff frequency.

[1]添田他、化学工学 **84**, 183 (2020) [2] W. J. Otter *et al.*, Electron. Lett., **53**, 471 (2017) [3]小西他、レーザー研究 **47**, 356 (2019) [4] T. Suzuki *et al.*, Opt. Lett. **41**, 325 (2016)