

COP フィルム積層技術を用いた 3 THz 帯メタ材料の作製

Fabrication of metamaterials operating at 3 THz using multilayered COP films

情報通信研究機構¹, 東北大学²,[○]古澤 健太郎¹, 関根 徳彦¹, 片桐 崇史²National Institute of Information and Communications Technology¹, Tohoku University²[○]Kentaro Furusawa¹, Norihiko Sekine¹, Takashi Katagiri²

E-mail: kfurusawa@nict.go.jp

光源や検出技術の向上により、テラヘルツ(THz)周波数領域における特異的な吸収特性のコントラストを利用した様々なセンシング応用の実用化が期待されている。センシングシステムの構築には、レンズなどの高品質な THz 波のコンポーネントは必要不可欠であるが、広帯域・高効率でコンパクトな光学系を構築するには、THz 波の吸収によって、利用できる材料が限られてくる。透明なポリマー材料と金属微細構造を組み合わせた THz メタ材料は、Critical Dimension が数 μm となるため、フォトリソグラフィを用いた標準的な半導体プロセスで作製が可能であり、従来とは異なる薄膜構造の高効率なコンポーネントを実現する手法として注目される^[1]。~1 THz 帯ではポリイミド^[2]、ポリエチレンナフタレート^[3]、BCB^[4]を用いて作製した例が報告されているが、3 THz 以上の周波数ではこれらの吸収が顕著となり、高効率な積層型デバイス作製は困難になる。一方、シクロオレフィンポリマー(COP)は 3 THz 以上でも高い透明性が得られることが知られている^[5]が、他の材料への密着性が悪く、半導体プロセス技術を応用した積層構造の作製に適さないという欠点があった。そこで本研究では、接着層を工夫して COP ベースの埋め込み型・積層型のメタ材料の作製を試みたので報告する。

0.5 mm の COP 基板に $t=200\text{ nm}$ の Au 薄膜を蒸着し、フォトリソグラフィとウェットエッチングによって、ピッチ $\Lambda=30\ \mu\text{m}$ 、 $R=12\sim 14\ \mu\text{m}$ 、幅 $3.5\ \mu\text{m}$ のリングスリットのアレイパターンを形成した(図 1(a))。アクリレート系接着剤をスピコート($\sim 3\ \mu\text{m}$)した後、0.1 mm の COP フィルムを貼付し、埋め込み構造を実現した。フィルムに直接パターンニングを行うことで積層構造への拡張が可能となる。テラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS)を用いて透過特性を評価した結果を図 1(b)に示す。3 THz 付近の透過率ピーク値で~90%が得られ、接着層の吸収はほぼ無視できること、また位相シフト量も共鳴周波数を挟んでほぼ設計値通りの 0.8 rad. が得られることがわかった。発表では積層構造の光学特性評価も報告する。

[1] H. -T. Chen, *et al.*, *Nature*, **444**, 597 (2006). [2] M. Choi, *et al.*, *Nature*, **470**, 369 (2011). [3] N. R. Han, *et al.*, *Opt. Express*, **19**, 6990 (2011). [4] J. Neu, *et al.*, *Opt. Express*, **18**, 27748 (2010). [5] P. D. Cunningham, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **109**, 043505 (2011). 謝辞: 本研究遂行にあたり、日

本ゼオン(株)、協立化学産業(株)にサンプルをご提供いただいた。ここに深謝いたします。

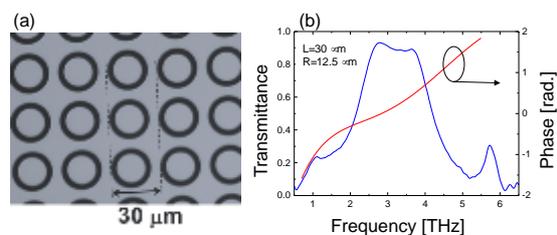


図 1 (a) 作製したリングスリット構造の光学顕微鏡写真、(b) THz-TDS で測定した透過特性