テラヘルツ波時間領域分光法による三角形構造メタマテリアルの透過特性に関する研究

Study on transmission spectrometry of the triangle-shape metamaterials by Terahertz time domain spectroscopy

○植松　成将[1]，　戸梶　敬規[1]，　田畑　仁[1]（1．東大工）

○Narimasa Uematsu[1], Hiromu Tokaji[1], Hitoshi Tabata[1] (1. Univ. of Tokyo)

E-mail: uematsu@bioxide.t.u-tokyo.ac.jp

バイオセンシング分野において、メタマテリアル構造のフラクタル化の研究が行われている。この目的として、ディップ数の増加・電場増強が挙げられる。例として、H 型メタマテリアルのフラクタル化によるディップ数の増加[1]、三角形のシェルピンスキー構造によるギャップ間電場増強のシミュレーション[2]などが挙げられる。このように、メタマテリアル構造のフラクタル化はバイオセンシング分野で期待できる方法の一つである。

本研究では、向かい合う２つの三角形を単位構造とした３種類の金属表面パターンにおいて、それぞれテラヘルツ波領域における透過率の測定を行った。本研究の目的は、基本的な金属表面パターン（向かい合う三角形）のサイズ、細部構造を変えることによる透過スペクトルの変化を検討することで、バイオセンシングに最適な金属表面パターンの候補を見つけることである。波長以下の周期構造を保持する金属構造（メタマテリアル）は、その共振周波数のシフト特性により、テラヘルツ領域バイオセンシングにおける、選択性・感度向上への期待がされている。

Fig 1 に本研究で作製した３つのパターンを示す。フォトリソグラフィー法とスパッタリング法により、1×1cm^2 のサファイア基盤上に縦 30μm、横 10μm の間隔を開けて配置された金属パターンを作製した。パターン A は底辺・高さ 50μm の三角形が 3μm のギャップを経て向かい合う構造になっており、B は A を一段階フラクタル化したもの、C は B のスケールを 2 倍に拡張したものである。

透過率測定は、Advantest 製 TAS7400TS を用いたテラヘルツ時間領域分光法により行った。Fig 2 より、パターン A、B、C はそれぞれ 1.34、0.60、0.56THz で共振を起こすことが分かった。それぞれ比較を行うと、パターン A が最も透過率が大きく、これはテラヘルツ波が照射する総面積に対する金属部分の割合が大きいためであると考えられる。また、A と B の比較では、フラクタル化により、おおよそ 0.74THz の共振周波数の違いが起こることが分かった。今後は、本研究で作製したメタマテリアルを用いてセンシングを行い、感度を評価するとともに、もっと高度にフラクタル化された構造との比較も行い、高感度・高選択性メタマテリアルの作製に向けて検討を行っていく。

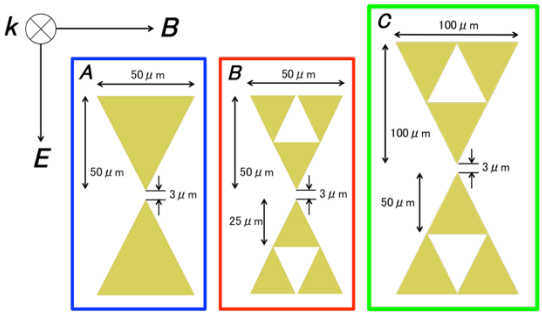

Fig 1: triangle unit structures

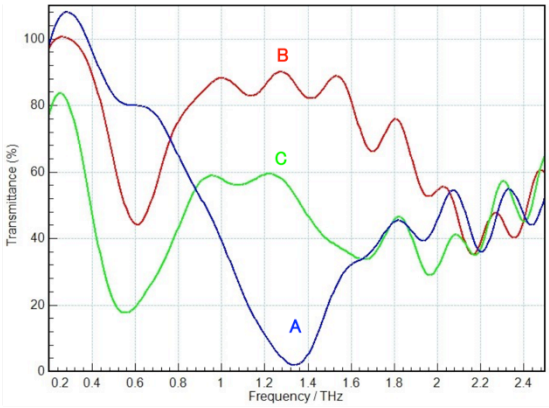

Fig 2: transmission spectrum of pattern A, B and C shown in Fig 1

[1]戸梶敬規，東京大学工学系研究科バイオエンジニアリング専攻修士論文（2016）

[2] Shawn Sederberg and A.Y. Elezzabi, OPTIC EXPRESS 10461, Vol. 19, No. 11 (2011)

© 2016年 応用物理学会