

課題番号 : F-17-IT-0024
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : メタマテリアルアンテナの為の SOG を用いた低 $\tan\delta$ 材料の貼付
Program Title (English) : Pasting of low $\tan\delta$ material using SOG for metamaterial antenna
利用者名(日本語) : 鈴木健仁¹ 金在瑛²
Username (English) : T. Suzuki¹ and J. Kim²
所属名(日本語) : ¹東京農工大学大学院 工学研究院 先端電気電子部門
²ローム株式会社
Affiliation (English) : ¹Division of Advanced Electrical and Electronics Engineering, Institute of Engineering,
Tokyo University of Agriculture and Technology
²ROHM Co., Ltd.
キーワード/Keyword : メタマテリアル、アンテナ作製、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要 (Summary)

ここ最近、テラヘルツ波技術の実用化に向けた活発な研究開発が報告されている。0.3 THz 帯で動作する連続発振(CW)テラヘルツ波光源の共鳴トンネルダイオード(RTD)を用いたイメージング[1]やテラヘルツ波帯高速な無線通信[2]が報告されている。RTD は、2016年に室温で 1.92 THz の発振が報告されるなど非常に勢いがある光源である[3]。しかしながら、テラヘルツ波光源などの発展が著しい一方で、光源から放射された電磁波を制御するための光学素子は、マイクロ波帯、ミリ波帯と比較するとまだまだ成熟の域に達していない。例えば、テラヘルツ波帯で用いられるシリコンレンズなどの、自然界由来の材料を用いた光学素子は反射を除去できない。テラヘルツ波技術を実用化させるには、高効率な光学素子の実現が強く望まれている。

メタマテリアルは、電磁波の波長に対して小さな構造体を周期的に配置することで、比誘電率と比透磁率を同時に制御でき、自然界の材料では実現できない高屈折率かつ無反射を両立した光学特性を実現できる[4-7]。メタマテリアルにより、従来のテラヘルツ波帯光学素子では実現できなかった高性能な光学素子を実現できる。高屈折率低反射メタマテリアルを活用したテラヘルツ波帯平面アンテナ[5,7]は、光源から球面波として広がるテラヘルツ波を、一方向に強い指向性を有する平面波にできる。誘電体基板の表裏に対称にメタマテリアルのカット金属ワイヤーを配置した構造である。平面アンテナに関する先行研究[8]で課題となっていたアンテナ自体からの反射を抑圧している。

本報告では、0.3 THz 帯平面アンテナ[5]の実現のた

め予備実験を進めた。メタマテリアルを活用した 0.3 THz 帯平面アンテナの作製には、薄い誘電体基板の表裏に最小で 10 μm の間隔で金属パターンを描ける技術が必要である。アンテナ性能は、有限要素法電磁界シミュレータ ANSYS 社 HFSS により、0.3 THz で指向性利得 23.4 dB、開口効率 67.4%を設計している。アンテナは、中心に最大の屈折率 17.4、反射率 3.6%のメタマテリアルを配置し、周辺に向かってメタマテリアルを同心円状に配置している。高屈折率低反射メタマテリアルを活用したテラヘルツ波帯平面アンテナは、CW テラヘルツ波光源の性能を向上でき、テラヘルツ波技術の実用化に大きく貢献できる。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置(スピニングコート・現像装置・ホットプレート・オープン・ドラフトチャンバ等を含む)

【実験方法】

シクロオレフィンポリマー基板(23 μm 厚)の InP 基板への貼り付けについて、予備実験を行った。Si 基板に SOG(T-12B)を塗布(1 μm 厚)し、シクロオレフィン基板に押し付け(干渉縞が見える程度)、ホットプレート 100 $^{\circ}\text{C}$ で 1-5 時間ベークした。数分冷却した結果、シクロオレフィンポリマー基板が Si 基板から剥がれてしまった。

スライドガラス 2 枚を SOG により貼り付け、100 $^{\circ}\text{C}$ で 5 時間ベークした場合、簡単に剥がれない程度には貼りつくが、アセトンに 2 時間浸漬すると剥がれてしまった。

なし

特開 2017-034584

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

図1にシクロオレフィンポリマー基板表面の写真を示す。シクロオレフィンポリマー基板にはまばらにしか

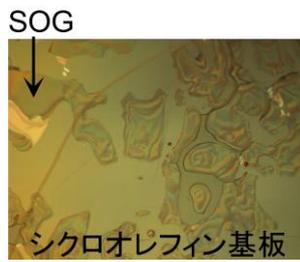


Fig. 1 Surface photograph of cycloolefin polymer substrate.

SOGが残っており、シクロオレフィンポリマー基板とSOGの密着性が悪い。SOGが液体時にはシクロオレフィンポリマー基板ではじかれることはないが、硬化時に剥離するように思われる。

・今後の課題

シクロオレフィンポリマー基板とSi基板との密着性を上げるため、PMMAを使ったシクロオレフィン基板の貼り付け、パターンニングを目指す。

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- [1] T. Nagatsuma, S. Horiguchi, Y. Minamikata, Y. Yoshimizu, S. Hisatake, S. Kuwano, N. Yoshimoto, J. Terada, and H. Takahashi, *Opt. Express* **21**, 23736 (2013).
- [2] T. Miyamoto, A. Yamaguchi, and T. Mukai, *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**, 032201 (2016).
- [3] T. Maekawa, H. Kanaya, S. Suzuki, and M. Asada, *Appl. Phys. Express* **9**, 024101 (2016).
- [4] 鈴木 健仁, 大内 隆嗣, 石原 功基, 佐藤 竜也, 富樫 隆久, 古謝 望, *レーザー研究* **44**, 116 (2016).
- [5] 大内 隆嗣, 石原 功基, 佐藤 竜也, 富樫 隆久, 鈴木 健仁, *電子情報通信学会論文誌 B* **J100-B**, 235 (2017).
- [6] K. Ishihara and T. Suzuki, *J. Infrared Millim. Te.* **38**, 1130 (2017).
- [7] 鈴木 健仁, *応用物理* **86**, 897 (2017)
- [8] 張 陽軍, 井上 晃伸, 栗井 郁雄, *電子情報通信学会論文誌 B* **J95-B**, 1634 (2012).