

-50 dB 以下の高消光比と 80 % 以上の高透過電力を両立設計した テラヘルツ波帯ワイヤーグリッドの実験評価

Measurement of a Terahertz Wire-grid Polarizer

to Realize High Extinction Ratio Less Than -50 dB and High Transmission Power More Than 80 %

○岸 湧大¹ 永井 正也² 御田 護³ 高野 恵介⁴ 萩行 正憲⁴ 鈴木 健仁¹
○Yudai Kishi¹ Masaya Nagai² Mamoru Mita³ Keisuke Takano⁴ Masanori Hangyo⁴ Takehito Suzuki¹

茨城大学大学院 理工学研究科 電気電子工学専攻¹ 大阪大学 基礎工学研究科²

株式会社 M&M 研究所³ 大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター⁴

Major in Electrical and Electronic Engineering, Ibaraki University¹ Graduate School of Engineering Science, Osaka University²

M&M Research Laboratory³ Institute of Laser Engineering, Osaka University⁴

E-mail: takehito@mx.ibaraki.ac.jp, <http://suzuki-lab.ee.ibaraki.ac.jp/>

1. まえがき

現在、グラフェンでの光学量子ホール効果などテラヘルツ波を用いた新たな物理現象が観測[1]される中、偏光計測のための極めて高感度なテラヘルツ波帯ワイヤーグリッドが求められている。

これまでにテラヘルツ波帯ワイヤーグリッドの研究では、平行平板積層型[2]、ブリュースター角で-45 dB の消光比となるシリコン基板上へのマイクロオーダーのアルミ構造の作製[3]、ナノインプリント技術による 1.0 THz での消光比-50 dB[4]などが報告されている。

著者らは、-60 dB 消光比、90 % 透過電力、堅牢、低コストの 4 点全てを両立したワイヤーグリッド GoIS の研究を進めている。これまでに高速なモードマッチング法[5, 6]により解析し、平行平板積層型のワイヤーグリッドの最適化のための高速な設計法を構築[7]した。平行平板内にフィルムを挿入した構造の最適化設計と実験評価を行った[8]。本稿ではフィルムの誘電体損失を除去するため中空構造で消光比、透過電力を最適化設計した。作製可能な条件も考慮している。さらに素子の作製を行い、実験評価を行った。

2. モードマッチング法による最適化設計

図 1 にワイヤーグリッドを示す。構造は波長に対して十分大きく、 x 軸方向は周期構造、 y 軸方向は無限一様構造である。外部に周期境界壁を仮想し、1 本分抜き出した 2 次元解析モデルをモードマッチング法で設計し、TM モードの透過電力を解析した。消光比は、平行平板内の TE モードの伝搬定数[9]より求めた。

表 1 に設計パラメータを示す。金属の厚み $t=20\ \mu\text{m}$ 、伝搬方向の金属の長さ $a=2.0\ \text{mm}$ で、 $0.1\sim 2.99\ \text{THz}$ で-60 dB 以下の消光比とともに、TM モードの透過電力の平均値 94 % を設計した。

3. ワイヤーグリッドの作製と実験結果

図 2 に作製したワイヤーグリッド GoIS を示す。平行平板とスペーサーはエッチングにより作製しているため、低コストである。従来の素子に比べて極めて堅牢でもある。導体損も抑えるため、平行平板表面は金めっきを施している。ワイヤーグリッド中央部で数 $10\ \mu\text{m}$ 程度のたわみによる積層誤差が生じている。

図 3 に実験結果を示す。 $0.2\sim 2.3\ \text{THz}$ で消光比は-50 dB 以下に保っている。TM モードの透過電力の平均値は 82 % である。TM モードの平均透過電力の設計値との差は 12 % であり、インピーダンス整合による反射抑圧もおおむねできている。

4. まとめ

モードマッチング法により最適化設計した高消光比、高透過電力な中空構造ワイヤーグリッドを作製し、実験

により評価した。今後、ワイヤーグリッド中央部のたわみを抑える新たな構造の土台を作製し、動作確認する。

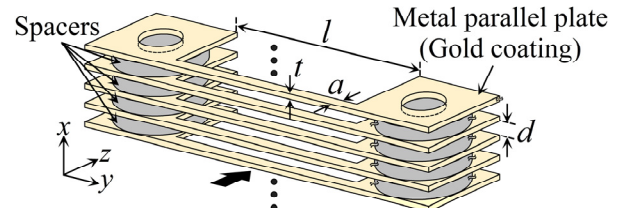


Fig. 1 Designed terahertz wire-grid polarizer.

Table 1 Parameters of the wire-grid polarizer.

d	$50\ \mu\text{m}$	a	$2.0\ \text{mm}$	t	$20\ \mu\text{m}$	l	$11\ \text{mm}$
-----	-------------------	-----	------------------	-----	-------------------	-----	-----------------

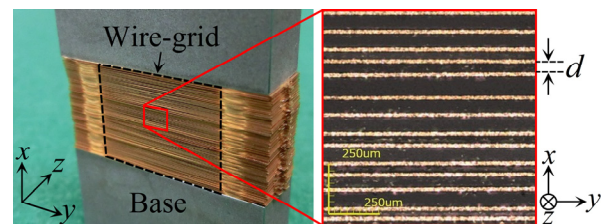


Fig. 2 Fabricated terahertz wire-grid polarizer.

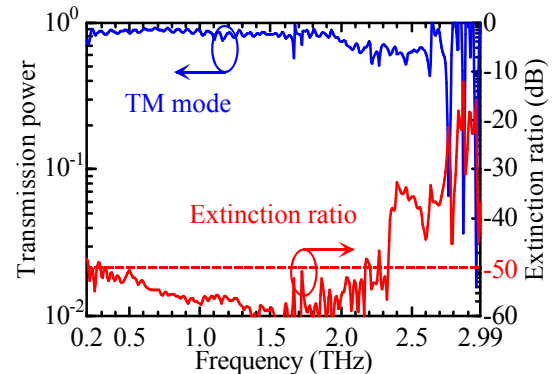


Fig. 3 Measurement of the terahertz wire-grid polarizer GoIS.

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科研費挑戦的萌芽研究(26600108)、総務省 SCOPE (122103011)、文部科学省科研費若手研究(A)(26706017)の助成、及び委託を受けたものである。

参考文献

- [1] R. Shimano et al., Nature Commun. **4**, 1 (2013).
- [2] T. Fujii et al., The 70th Autumn Meeting, 2009; The Japan Society of Applied Physics and Related Societies, 8p-M-17 (2009).
- [3] I. Yamada et al., Opt. Lett. **34**, 274 (2009).
- [4] K. Takano et al., Opt. Lett. **36**, 2665 (2011).
- [5] H. J. Eom, *Electromagnetic Wave Theory for Boundary-Value Problems*. (Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004).
- [6] T. Suzuki et al., IEICE Trans. Commun. **E92-B**, 150 (2009).
- [7] Y. Kishi et al., The 74th Autumn Meeting, 2013; The Japan Society of Applied Physics and Related Societies, 18p-A14-6 (2013).
- [8] Y. Kishi et al., IRMMW-THz 2013, Th7-3 (2013).
- [9] L. Josefsson, IEEE Trans. Antennas Propag. **41**, 845 (1993).