

金属らせん構造アレイを用いたテラヘルツ波帯 1/4 波長板

Terahertz wave quarter wave plate using metallic helix array

静大工, 名大工 [○](M)絹村 健人¹, (B)高木 駿¹, 廣本 宣久¹, 川瀬 晃道², トリパティ サロジ¹
Shizuoka Univ.¹, Nagoya Univ.², [○]Kento Kinumura¹, Shun Takagi¹, Norihisa Hiromoto¹, Kodo Kawase², Saroj Tripathi^{1*}
*E-mail:tripathi.saroj@shizuoka.ac.jp

テラヘルツ波の応用範囲を広げるために, 広帯域かつ高効率な光学素子, 例えば波長板, フィルタが求められている. テラヘルツ帯において, 最適な材料の不足のためメタマテリアルによる光学素子の研究が盛んにおこなわれている^[1]. テラヘルツ帯における安価な光学素子の実現はテラヘルツに新たな応用をもたらすと考えられる. 本研究では, 金属らせん構造アレイを用いて 1/4 波長板を作成する.

市販の左右の巻を持つばね(内径 400 μm , 線材太さ 100 μm)を 2mm 間隔で穴をあけたプラスチックに入れ, 7x7 列で粘着テープ上に立てた. サンプルは左右の巻のばねを用いてそれぞれ作成した. ばねのらせん構造は, ヘリカルアンテナのふるまいをし, その共振周波数は式(1)であらわされる^[2].

$$\frac{3}{4} \frac{c}{\pi D} < f < \frac{4}{3} \frac{c}{\pi D} \quad (1)$$

ここで D はばねの径, c は光速である. 今回の寸法のばねでは共振周波数は約 140GHz~250GHz である.

作成されたサンプルを THz 時間領域分光器(TDS)のコリメート光部分に挿入し測定した. 2つのワイアグリッド(WG)をサンプル透過後のコリメート光部分に挿入し, 水平/垂直成分を計算した^[3]. それらの強度と位相からストークスパラメータを用いて, 楕円率を計算した^[4]. Fig.1 に左右それぞれの巻のばねを用いたサンプルの楕円率を示す. 楕円率は 1, -1 の時, それぞれ右巻き, 左巻きの真円に近い円偏光であり, 170GHz~220GHz で最も円偏光が得られていることが分かった. また 170GHz 付近を境に偏光の向きが逆転している. 螺旋構造では, 螺旋の 1 巻きと波長が同じ長さの場合最も強く共振する. 螺旋の 1 周に対する波長の長さの大小により, 偏光方向が変わると考えられる. Fig.1 において円偏光となっている 170GHz~220GHz を, 時間波形に対して FIR バンドパスフィルタを用いることで抜きだし, 三次元プロットしたものを Fig.2 に示す. Fig.2(a),(b)はそれぞれ右巻き, 左巻きのばねのサンプルによるものである. これらの結果は, 直線偏光をばねの巻方向に対応した左巻き, 右巻きの円偏光に変換できることを示した.

謝辞: 本研究は科学研究費助成事業[挑戦的研究(萌芽)17K19075]の支援によって行われたものである.

[1] N. K. Grady *et al.*, *Science*, p. 1235399, May 2013.

[2] Balanis, C. A. *Antenna Theory: Analysis and design*, 2nd Ed. (WileyJohn Wiley & Sons, 2007)

[3] F. Miyamaru *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 82, no. 16, pp. 2568–2570, Apr. 2003.

[4] Cong, L. *et al.*, *Laser & Photonics Reviews*, 8(4), 626-632, July 2014

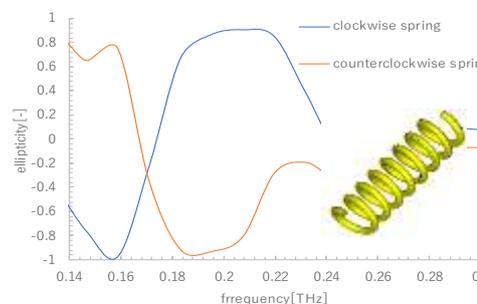


Fig. 1. Ellipticity of clockwise and counterclockwise spring waveplate. Inset: schematic diagram of counterclockwise metallic helix.

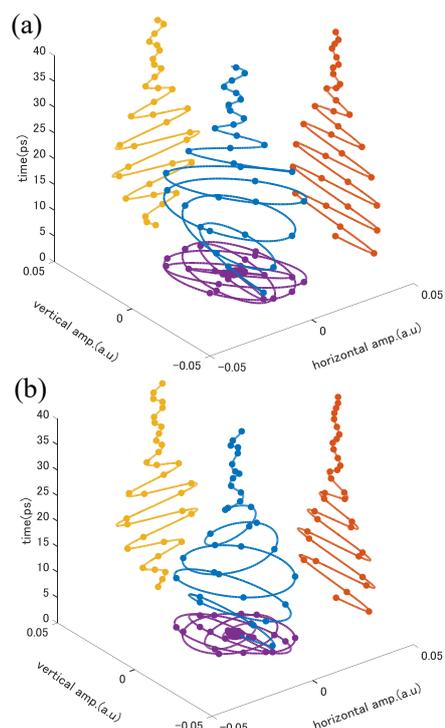


Fig. 2. 3-dimensional time domain waveform. (a) and (b) shows the terahertz time domain waveform obtained from counterclockwise and clockwise metallic helix array respectively.