

ブルズアイ結合導波路構造におけるテラヘルツ波の位相制御

Phase control of terahertz wave propagating in waveguide coupled with bulls-eye structure

東北大¹, 理研², 徳島大 pLED 研³, 日大⁴ °大野誠吾^{1,2}, 時実悠^{2,3}, 四方潤一⁴, 南出泰亜²

Tohoku Univ.¹, RIKEN², pLED, Tokushima Univ.³, Nihon Univ.⁴,

°Seigo Ohno^{1,2}, Yu Tokizane^{2,3}, Jun-ichi Shikata⁴, Hiroaki Minamide²

E-mail: seigo@tohoku.ac.jp

ブルズアイ構造は金属表面に作成した同心円状の凹凸からなる回折格子とその中心に開いたサブ波長スケールの円孔によって構成される構造である。回折格子の共鳴周波数において異常透過現象を示すことから注目を集めてきた。我々は THz 波信号伝送を見据え、ブルズアイのアンテナとしての応用を検討してきた[1]。今回、ブルズアイ結合導波路構造において入射偏光による位相の制御性が見出されたのでこれを報告する。

ブルズアイの特徴として回転対称性があることから、直線偏光、垂直入射時に偏光方向に依存しない透過性を有する。また、中心の円孔のサイズが波長よりも小さいことから透過した電磁波は、一般に高い波数成分を持っている。このことに着目すると、裏面に導波路構造のような伝搬可能なチャネルを設けると、結合にロバスト性が生まれることが期待できる。いま、裏面に面内を伝搬するストリップ線路状の導波路があり、円孔を透過した電磁波が導波モードへ結合することを考える（図1）。入射偏光が導波方向 x と平行な場合、対称面に対して入射する電磁場が反対称（奇パリティ）に分布することから伝搬するモードもそれに伴って位相が逆となる。一方で偏光方向を対称面に対して平行な y 方向にして入射すると伝搬するモードは x の正負に対して同相（偶パリティ）になることが期待できる。その上で、ストリップ線路を円孔の直上からあえて y 方向にずらして配置することを考える。この場合、 x 偏光、 y 偏光いずれの入射偏光に対しても、導波路を伝搬するモードは、最低次の伝搬モードと結合することができる。入射偏光を xy 面内で回転させたとき x 正負の方向へ伝搬する電磁場は形式的に

$$\begin{pmatrix} E_{+x} \\ E_{-x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \cos \theta e^{i\alpha} + B \sin \theta e^{i\beta} \\ A \cos \theta e^{i\alpha} - B \sin \theta e^{i\beta} \end{pmatrix} e^{-i\omega t}$$

として与えることができる。 A, B は円孔から導波モードへの結合率、 α, β は結合時の位相遅延、 θ は入射偏光の y 軸からの傾きを表す。これは偏光の向きによって x 正負の方向に進む電磁波間の位相差を制御できることを意味する。当日は電磁場の数値計算結果も交え議論する。

謝辞: 本研究は株式会社トプコンの支援を受けています。

[1] 時実 悠 et al., レーザー研究 47, 52 (2019).

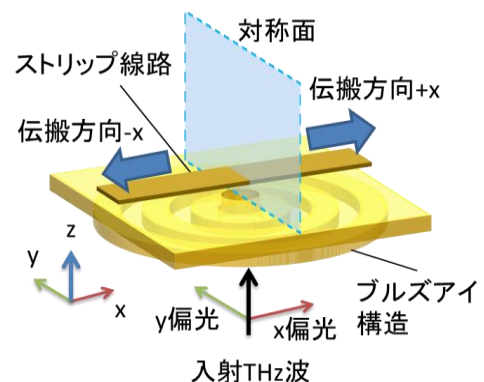


図1 概念図。入射偏光によってストリップ線路の伝搬モードの $+/-x$ 間での位相の偶奇性を変えられる。