

# ZnTe 結晶の円偏光励起による THz ベクトルビームの発生

## THz vector beam generation from ZnTe crystal excited by circular polarized pulse

東北大理<sup>1</sup>, 東北大高等研究機構<sup>2</sup>

◦(BC)岩瀬 弘明<sup>1</sup>, 大野 誠吾<sup>1,2</sup>

Dept. Physics, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Org. for Advanced Studies, Tohoku Univ.<sup>2</sup>

◦(BC)Hiroaki Iwase<sup>1</sup>, Seigo Ohno<sup>1,2</sup>

E-mail: hiroaki.iwase.p3@dc.tohoku.ac.jp

ビーム内の偏光方向が空間的に回転して分布するベクトルビームは、その回転中心で偏光方向が定まらない特異点を有する。その特徴的な空間的分布は、超高解像顕微鏡などの応用技術の開拓が期待されている。非線形光学結晶の一つである ZnTe 結晶は、超短パルスレーザーを入射することによりコリニアな位相整合条件を満たしテラヘルツ(THz)波を発生する。なかでも効率的な発生を目的として[110]面が主に利用されてきた[1]。一方、結晶の[111]面は、その対称性の高さから円偏光に対し、THz 波の発生は禁制となる。しかしながらその方向から少しでもずれば対称性が崩れ THz 波の発生が許容となる。その場合、発生する THz 波は方向による異方性に応じた偏光を持ちうる。本発表では、このことを簡易なベクトルビームの発生原理として応用し、[111]方向に励起円偏光を集光入射することを提案する。集光ビームは、[111]方向を取り囲むように異方軸が回転するというトポロジカルな性質を持つことから、発生するベクトルビームの波長無依存性が期待される。

差周波発生過程において、非線形結晶にパルスレーザーを入射すると、スペクトル内の任意の2つの周波数成分の非線形相互作用によって二次の非線形分極が誘導され、差周波に対応する THz 波が発生する。Zinc-blende 構造を持つ ZnTe 結晶の二次の電気感受率テンソルは、ゼロとならない成分 $d_{14} = d_{25} = d_{36}$ のみで表され[2]、円偏光電場 $(\frac{E_0}{\sqrt{2}}(0, 1, i)^T)$ 入射時の結晶の任意の方向における非線形分極は、結晶軸に対する入射方向を極座標表示したときの角度 $\theta$ 、 $\phi$ を用いて

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = -2d_{14}E_0^2 \begin{bmatrix} \sin\theta \cos\theta \sin\phi \\ \sin\theta \cos\theta \cos\phi \\ \sin^2\theta \sin\phi \cos\phi \end{bmatrix}$$

と解析的に表すことができる。このうち遠方場で検出可能な成分を結晶座標系において球面上に表記した(Fig. 1)。これを見ると[111]方向にベクトルの向きが定まらない特異点を持ちその周りで分極の方向が放射状に1回転していることがわかる。

実際に、ZnTe 結晶の[111]面に対して、円偏光の励起光を入射する実験を行った。その際、レンズで集光することで、[111]方向からずれた成分も同時に入射した。THz 波の偏光・波面計測を行ったところ、ビーム中央には強度が弱くなる特異点、その周りでは偏光が回転するというベクトルビームの特徴が観測された(Fig. 2)。この性質が 0.4~0.9THz の範囲に渡り確認することができたことから、波長無依存性も示していると考えられる。当日は、異なるベクトル分布を示す特異点を持つ[100]方向についても議論する。

**謝辞** 本研究は JST 創発的研究支援事業 (JPMJFR2036)、JSPS 科研費 (JP22H01980, JP21H01018)の支援を受けた。

[1] V. Ya. Gaivoronskii *et al.*, "Competition between linear and nonlinear processes during generation of pulsed terahertz radiation in a ZnTe crystal," *Quantum Electronics* **35**, 407 (2005).

[2] Q. Chen *et al.*, "Electro-optic transceivers for terahertz-wave application," *J. opt. Soc. Am. B* **18**, 823 (2006).

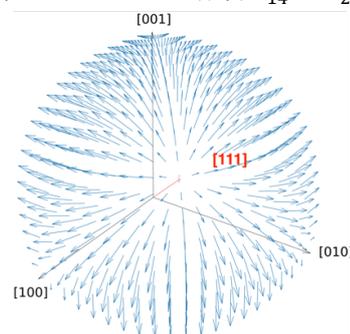


Fig. 1. Vector distribution diagram of 2nd order nonlinear polarization for circular polarized beam incident to arbitrary direction.

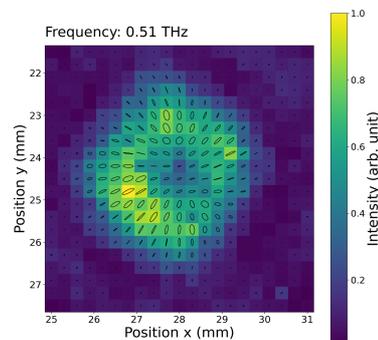


Fig. 2. Intensity and polarization distributions of THz wave (0.51 THz) generated around [111] in ZnTe.