

## 円柱状微小レーザー発振器を用いた光走査デバイスの設計 Design of Optical Scanning Devices Using Cylindrical Micro Laser Oscillator

○三島拓馬<sup>1</sup>, 岸本誠也<sup>2</sup>, 大貫進一郎<sup>2</sup>\*Takuma Mishima<sup>1</sup>, Seiya Kishimoto<sup>2</sup>, Shinichiro Ohnuki<sup>2</sup>

Abstract: Many laser scanning devices used in in-vehicle sensors have a rotating mechanism. This mechanism has problems in durability and miniaturization. Therefore, replacement of the rotating mechanism by optical beam steering technology has been investigated. The purpose of this research is to develop a beam steering device by changing the laser directivity with time. Electromagnetic simulation is performed in a nonlinear medium, such as absorption and gain media, using the FDTD method combined with a rate equation.

近年、車載用センサーなどに用いられるレーザー光を走査するデバイスには、回転機構を有するものが多く、耐久性や小型化に問題が生じている。そのため光学技術で機構部を置き換え、レーザー光を走査するデバイスの利用が検討されている。本研究ではFDTD (Finite-Difference Time Domain) 法を用いてレーザーの吸収・利得媒質など、非線形媒体におけるシミュレーションを行い、レーザーの指向性を時間的に変化させ、光走査を行うデバイスの開発を目的とする。

レーザーに利用される吸収・利得媒質と電磁界が相互作用する際、媒質中の電子が Lorentz 力を受け、運動状態が変化することで巨視的な分極が発生する。この分極は Lorentz 振動子モデルを想定した電子の運動方程式を解くことで求められる。また、吸収・利得媒質に対して強度の大きい入射波や急峻に変化するパルスが入射した際には、電子の遷移が生じることで媒質中の電磁界は非線形な増幅及び吸収を示す。このような電子の遷移は各エネルギー準位における電子数の時間変化を表すレート方程式によって表すことができる。上記の電子の運動方程式とレート方程式を補助微分方程式として、FDTD 法に組み込んだ ADE (Auxiliary differential equation) -FDTD 法を使用することで媒質による電磁界への影響と電磁界による媒質パラメータの変化を考慮したシミュレーションが可能となる。

本報告では、円柱状微小レーザー発振器の指向性変化の解析に向けて、上記の Lorentz 振動子モデルを想定した電子の運動方程式とレート方程式を導入した ADE-FDTD 法を使用した解析を行う。図 1 に示す真空中に半径  $r = 360 \text{ nm}$  の円柱状利得媒質を用いた解析モデルに  $x$  方向に伝搬する平面波を入射した際の電磁界の時間応答、空間分布を示す。

### 謝辞

本研究の一部は、日本大学理工学部プロジェクト研究助成金の援助を受けて行われた。

### 参考文献

- [1] 上村凌平, 大貫進一郎, : “ADE-FDTD 法による円柱状利得媒質の電磁界解析”, 信学技報, EST2016-49, pp.231-234, Sep.2016.
- [2] Amit S. Nagra, Robert A. York: “FDTD Analysis of Wave Propagation in Nonlinear Absorbing and Gain Media”, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL.46, NO. 3, pp334-340, 1998.
- [3] 三島拓馬, 岸本誠也, 大貫進一郎: 「非線形光学効果を用いた光走査デバイスの開発」, 電気学会 第10回学生研究発表会, 8-2, 2019.

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・教員・電気

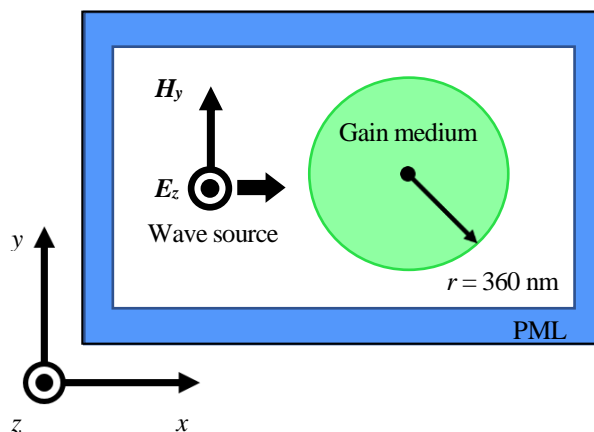


図 1. 円柱状利得媒質の解析モデル