

## 光走査デバイスに向けた WGM レーザ発振器の放射光制御

## C-1 Emission Control of Whispering Gallery Mode Laser for Optical Beam Steering Device

三島 拓馬<sup>†</sup> 岸本 誠也<sup>†</sup> 大貫 進一郎<sup>†</sup>Takuma MISHIMA<sup>†</sup> Seiya KISHIMOTO<sup>†</sup> Shinichiro OHNUKI<sup>†</sup><sup>†</sup> 日本大学理工学部<sup>†</sup> College of Science and Technology, Nihon University

## 1. はじめに

レーザ光を走査するデバイスには、回転機構を有する方式が広く用いられる。しかし近年では車載用センサーなどの応用目的において、小型化や耐久性に問題が生じている。そのため機構部を光学技術に置き換え、レーザ光を走査する方法が検討されている。本研究では WGM (Whispering Gallery Mode) レーザからの放射パターンを制御することで、レーザの指向性を時間的に変化させ、レーザ光を走査するデバイスの開発を目的とする。本報告では WGM レーザを異なる 2 つの共振モードで発振させた場合における、放射電界の強度変化について検討する。

## 2. 解析手法

4 準位系媒質の電磁界解析を行うため、電子遷移によって生じる媒質中の分極、電子エネルギー準位の状態をそれぞれ Lorentz 振動子を想定した電子の運動方程式、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[1]。これらの方程式を Maxwell 方程式に組み込む ADE-FDTD (Auxiliary Differential Equation Finite-Difference Time-Domain) 法を用いて解析する[2]、[3]。

## 3. 解析結果

図 1 に電界の成分が  $z$  方向のみである TM 波における WGM レーザ発振器の解析モデルを示す。半径  $r = 540\text{nm}$ 、屈折率  $n = 3$  の円柱状誘電体共振器に対して、利得媒質をドーピングしたモデルを用いた。利得媒質は 4 準位系の媒質を想定し、波長  $839\text{nm}$  と  $926\text{nm}$  の 2 つで発振するように共鳴周波数と遷移幅を設定した。ポンピングは一定のレートで、利得媒質全体に対して一様に与えた。

図 2 に WGM レーザ発振器からの放射電界の波長スペクトルを示す。放射電界は波長  $839\text{nm}$  と  $926\text{nm}$  で強く現れており、異なる二つの波長で同時にレーザ発振していることが確認できる。

図 3 に  $t = 3.844\text{ ps}$  と  $t = 3.859\text{ ps}$  における  $x$  軸方向の電界強度の分布を示す。 $3.844\text{ ps}$  では  $+1.0\mu\text{m}$  付近で強い電界強度を示し、 $3.859\text{ ps}$  では  $-1.0\mu\text{m}$  付近で強い電界強度を示している。このような  $x$  軸方向の電界強度変化は  $3\text{ fs}$  周期で繰り返し現れており、 $0.15\text{ fs}$  おきに電界の放射方向が交互に入れ替わるように変化している。

## 4. まとめ

本報告では WGM レーザを  $839\text{nm}$  と  $926\text{nm}$  で同時に発振させた場合の放射電界について電磁界解析を行った。マルチモードで発振させた場合、 $x$  軸方向の電界強度が周期的に時間変化していることが確認できた。今後は  $x$  方向のみでなく  $y$  方向にも同時に放射光強度を変化させることで放射光を走査する方法の検討を行う。

## 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。

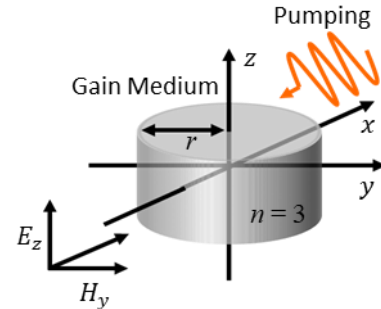


図 1 レーザ発振器の解析モデル

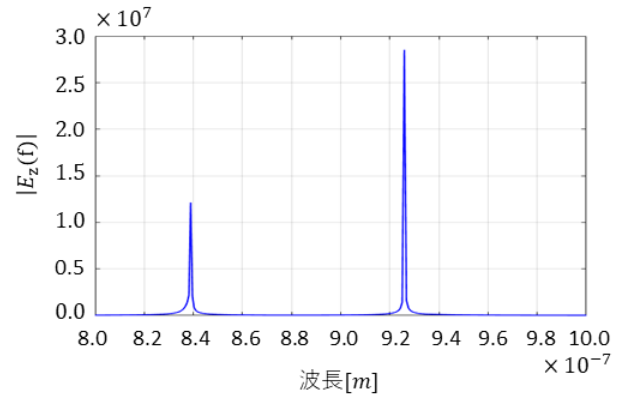
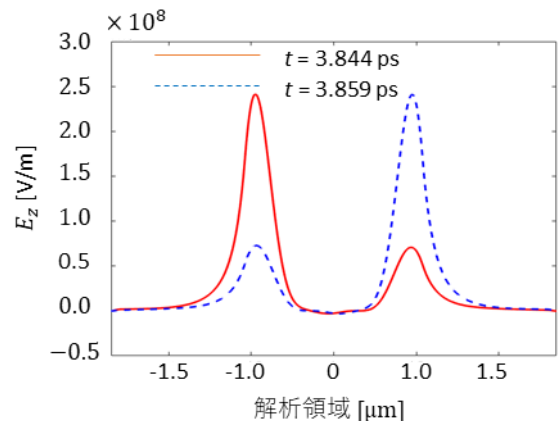


図 2 放射電界の波長スペクトル

図 3  $x$  軸方向の電界強度

## 参考文献

- [1] A. S. Nagra and R. A. York, "FDTD Analysis of Wave Propagation in Nonlinear Absorbing and Gain Media" IEEE Trans. Antennas Propagate, vol. 46, March, 1998.
- [2] 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, 2016.
- [3] 上村凌平, 大貫進一郎, "円柱状微小レーザ発振器の放射パターン制御に関する検討", 2017 IEICE ソサイエティ大会, C-1-8, 2017.