

# 傾いた鏡を有する微小光共振器のモード計算に関する検討

## Mode calculation of optical microcavity with tilted mirrors

横河電機(株)<sup>1</sup> ○北川 雄真<sup>1</sup>, 鈴木 雄太<sup>1</sup>, 手塚 信一郎<sup>1</sup>

Yokogawa Electric Corporation<sup>1</sup>

yuma.kitagawa@jp.yokogawa.com

微小な Fabry-Perot 共振器からなる VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser)は低い消費電力や単一モード発振等の特徴から光源として広く利用されている。我々はこれまでに VCSEL を MEMS (Microelectromechanical system)と組み合わせた広帯域な波長可変レーザーMEMS-VCSELを開発し、近赤外領域の様々な帯域において単一モード発振、50 - 60 nm のホップフリーな波長掃引、350 kHz の高速掃引を実現している[1, 2]。MEMS-VCSEL の設計においては微小共振器に関するシミュレーションが重要である。Fabry-Perot 共振器の数値計算としてよく知られている Fox-Li 法[3]は、短い計算時間でモード形状と回折損失を計算できるが、近軸近似のため VCSEL の微小共振器には適用できない。我々はこれまでに微小光共振器に適用可能な積分核について検討し、近軸近似を用いない Rayleigh-Sommerfeld 回折より回折積分を導出し、対称な凹面鏡光共振器のモード形状と回折損失の計算を行っているが、平行な共振器の鏡を仮定していたため、鏡の傾きの影響はモード形状や回折損失に反映されていなかった[4-6]。そこで本発表では、近軸近似のない回折積分において傾きを考慮した積分核を検討し、直接対角化法によりそのモード形状と回折損失を計算した結果を報告する。図 1 に計算により得られたモードの形状を示す。この結果からモード形状が鏡の傾きに依りて偏り、図 2 の傾きと回折損失の関係からは傾きに依りて回折損失が増大する。これらの微小共振器における鏡傾きとモード形状および回折損失の関係は MEMS-VCSEL を始めとした微小共振器の設計や作製において重要な情報となると考えられる。

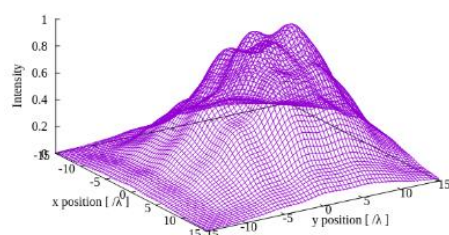


Fig 1. Mode profile for microcavity with tilted mirrors.

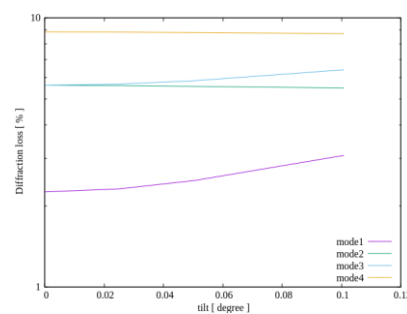


Fig 2. Diffraction loss vs. tilt angle.

### 参考文献

- [1] N. Kanbara, S. Tezuka, Int. Conf. Optical MEMS Nanophoton., MA3 Aug., 2006.
- [2] T. Yano et al, IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron., vol. 15, pp. 528-534, 2009.
- [3] A. G. Fox and T. Li, Bell Sys. Tech J., vol. 40, pp. 453-488, 1961.
- [4] S. Tezuka, ODF' 10 Yokohama 20PSa-11, 2010.
- [5] Y. Suzuki and S. Tezuka, ODF' 18 Hiroshima 28 PDa-03, 2018.
- [6] 鈴木, 北川, 手塚, 第 63 回光波センシング技術研究会, LST63-4, 2019