

共振器集積グレーティングカップラのアポダイズ法

An apodization method for grating coupler in waveguide cavity

京都工繊大¹, 産総研² ◯(M1)小澤 桂介¹, (D)渡邊 明理¹, (M2)上田 凌平¹, 井上 純一¹,
金高 健二², 裏 升吾¹

Kyoto Inst. Tech.¹, AIST², ◯Keisuke Ozawa¹, Akari Watanabe¹, Ryohei Ueda¹, Junichi Inoue¹,

Kenji Kintaka², Shogo Ura¹

E-mail: m1621016@edu.kit.ac.jp

共振器集積導波モード共鳴ミラー (CRIGM) は、波長に対して一定の反射率と急峻に変化する反射位相を示すと予測されている[1]。レーザ外部共振器ミラーに応用すれば、レーザ発振波長の反射位相変化波長への固定が期待できる。CRIGM の基本構成と光波伝搬の様子を Fig. 1 に示す。反射性基板に、分布ブラッグ反射器 (DBR) ペアからなる導波路共振器とグレーティングカップラ (GC) を集積して構成される。空間光が入射すると、一部が GC により導波光に結合され、残りは反射性基板により反射される。導波光は DBR 共振器の共振波長で増強され、GC により放射される。放射光が基板反射光に重畳し CRIGM の反射光となる。

これまで検討してきた CRIGM では、放射光強度分布はほぼ一様であったが、ミラーとして用いるには入射光強度分布に一致することが望ましい。今回、GC をアポダイズすることでガウシアンビーム入射光に適した CRIGM を設計した。数値シミュレーションによりアポダイズの効果を確認したので報告する。

放射光振幅は、導波光振幅と GC の結合係数に比例する。導波光振幅はほぼ一様であるため、結合係数分布をガウス分布にすることを試みた。共振器内には導波光の定在波が形成される。結合係数 κ は、グレーティングの屈折率境界と定在波の節の距離 Δz に依存し[2]、次式で表される。

$$\kappa = \kappa_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} N_{eff} \Delta z\right) \quad (1)$$

ここで κ_0 は $\Delta z = 0$ での結合係数、 λ は共振波長、 N_{eff} は実効屈折率である。 κ は $\Delta z = 0$ のとき (Fig. 2(a)) 最大となり、 $\Delta z = \lambda/4N_{eff}$ のとき (Fig. 2(b)) ゼロになる。これらはそれぞれ屈折率境界が定在波の節に位置する場合と腹に位置する場合である。

共振波長が 1045 nm の CRIGM を設計した。SiO₂ ガラス基板 (屈折率 1.450) 上に Nb₂O₅ (屈折率 2.245, 厚さ 116.9 nm) と SiO₂ (屈折率 1.471, 厚さ 178.5 nm) を積層した誘電体多層膜ミラーを反

射性基板とした。その上に SiO₂ 光バッファ層 (屈折率 1.471, 厚さ 1510 nm)、Si-N 導波コア (屈折率 1.963, 厚さ 310 nm)、Si-N グレーティング (厚さ 55 nm) を集積した構成とした。入射するガウシアンビームの直径を 7.2 μm と想定し、GC 長を 7.2 μm とした。GC の結合係数が同一径のガウス分布となるようアポダイズした。

有限差分時間領域 (FDTD) 法により得た電界分布を Fig. 3 に示す。振幅分布がガウス分布と 94.8% の高い一致率を持つ反射光が得られた。

[1] J. Inoue, *et al.*, *Opt. Lett.*, **39**, 1893 (2014).

[2] K. Kintaka, *et al.*, *Photon. Technol. Lett.*, **29**, 201 (2017).

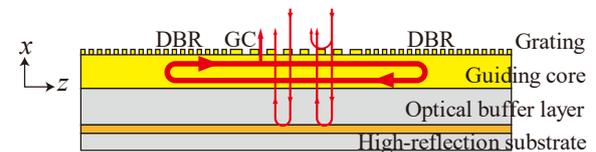


Fig. 1 Basic configuration of CRIGM and wave coupling.

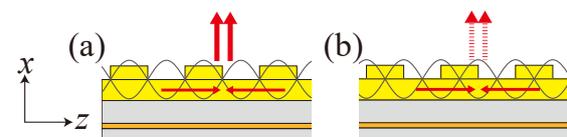


Fig. 2. Positions of grating teeth of the GC relative to a standing wave generated by the waveguide cavity at (a) $\Delta z = 0$ and (b) $\Delta z = \lambda/4N_{eff}$.

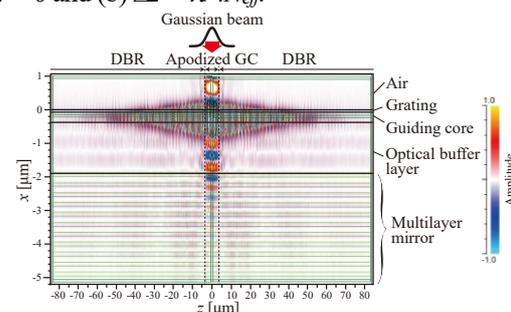


Fig. 3 FDTD simulation result of CRIGM with two-dimensional model.