

波長多重合波用 CRIGM の挿入損失低減のための DBR のアポダイズ化

Design of DBR Apodization for Low Insertion Loss CRIGM for Wavelength Multiplexer

京都工繊大¹, 産総研² ○(D)渡邊 明理¹, (M2)寺西 俊佑¹

井上 純一¹, 金高 健二², 裏 升吾¹

Kyoto Inst. Tech.¹, AIST², °Akari Watanabe¹, Shunsuke Teranishi¹,

Junichi Inoue¹, Kenji Kintaka², Shogo Ura¹

E-mail: d1822004@edu.kit.ac.jp

共振器集積導波モード共鳴ミラー(CRIGM)は、高反射性基板上の一対の分布ブラッグ反射器(DBR)による導波路共振器と、その内部に集積されたグレーティングカップラ(GC)から構成されている^[1]。空間光に対して共鳴波長で鋭い反射位相変化を示すため、レーザ共振器において共振器長に関わらず波長安定化をもたらす外部ミラーとしての機能が期待できる。複数の動作波長のCRIGMをカスケード接続し導波光を抽出する、すなわち波長合波機能により、波長多重も期待できる^[2]。しかしDBRのサイドローブによって他波長における透過率が低下し損失が生じる。そこで今回、アポダイズ化によるDBR反射スペクトルの改善と、その際のCRIGMの特性を理論的に検討した。

カスケード接続された2つのCRIGMと光波伝搬の様子をFig. 1に示す。GCに入射された空間光は、共鳴波長において一部は反射性基板上で反射され、一部は導波光に結合される。導波光はDBR共振器に蓄積されGCによって放射光に結合されるためCRIGMは高反射特性を示す。片側DBRを短縮したS-DBRとすれば共振器内の導波光を抽出できる。導波光は異なる動作波長のCRIGMにおいてGCによる放射損失とDBRによる反射損失を受ける。今回、DBRをアポダイズすることで動作帯域外でのDBR反射率の低減を試みた。

波長多重間隔20 nmを想定しCRIGMを設計した。導波路は、SiO₂ 光バッファ層(屈折率1.471, 厚さ1503 nm), Si-N 導波コア層(屈折率1.974, 厚さ324 nm)およびSi-N グレーティン

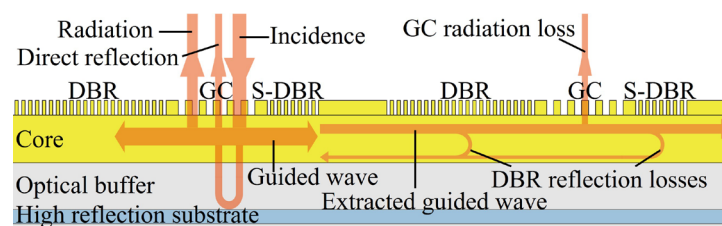


Fig. 1 Configuration of cascaded two CRIGMs and optical wave propagation.

グ層(厚さ40 nm)とした。動作波長1060 nmにおいてDBRとS-DBRは、両端にかけて凹部幅が狭くなるようガウシアン関数で変調させた。周期を共に302.2 nm, 中央の凹凸幅比を1:1とし、長さを182 μm および110 μm とした。

DBRの反射率スペクトルをFig. 2に示す。1080 nm 導波光の透過率は、アポダイズしている場合(黒線)-0.6 $\times 10^{-3}$ dB, していない場合(赤線)-0.57 dBと見積もられた。CRIGMの反射率スペクトル(黒線)および反射位相スペクトル(赤線)をFig. 3に示す。共鳴波長近傍で97%の高反射率と、急峻な反射位相変化が見積もられた。以上、アポダイズDBRによるCRIGM挿入損失の低減が予測され、アポダイズDBRを用いたCRIGMの有用性が理論的に示された。

[1] J. Inoue *et al.*, Opt. Lett., vol. 39, pp. 1893-1896, 2014.

[2] A. Watanabe *et al.*, IEEE 73rd Electronic Components Tech. Conf. (ECTC), 2023.

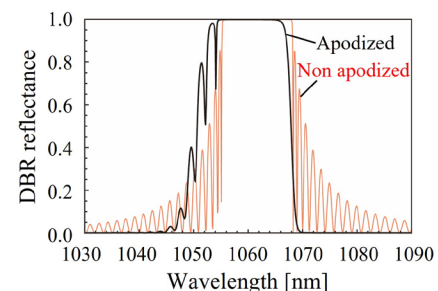


Fig. 2 Reflectance spectra of apodized/non apodized DBR of operation wavelength of 1060 nm.

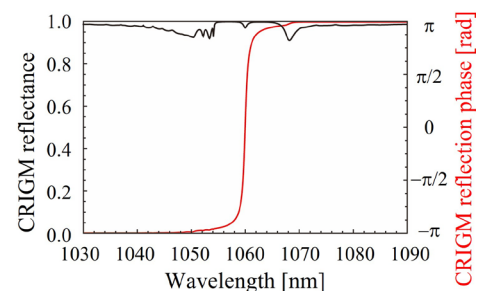


Fig. 3 Reflection spectra of CRIGM of operation wavelength of 1060 nm.