

19a-C7-9

1.55μm 帯 Si/SiO₂Bragg 反射鏡導波路によるビーム掃引デバイスの設計 Design of 1.55μm band beam steering device based on Si/SiO₂ Bragg reflector waveguides

東工大 精研, °小山 俊泰, 顧 曉冬, 小山 二三夫
Tokyo Tech., P&I Lab., °Toshihiro Oyama, Xiaodong Gu, Fumio Koyama
E-mail: toshihiro.oyama@ms.pi.titech.ac.jp

1. はじめに

ビーム掃引デバイスにはポリゴンミラー(回転多面鏡)が用いられているが, 掃引速度が遅いことや小型化が難しい等の問題点がある. これらの問題点を解決するために, 本研究室では Bragg 反射鏡(DBR)導波路を用いたビーム掃引デバイスによる高解像度ビーム掃引動作を実証してきた. [1] ただし, 動作波長は 980nm 帯を中心としたものであった.

本研究では, 波長選択スイッチなどへの適用を考え, 光ファイバ通信で主に使用される 1.55μm 帯でのビーム掃引デバイスについて検討する. 反射鏡として用いる DBR は, 短波長帯では, VCSEL 技術で用いられる半導体 DBR が一般的だが, 今回は 1.55μm 帯で損失が少ない Si と SiO₂ を利用し DBR を設計する. この材料を利用することで, 大面積化や温度依存性の低減等の利点が期待できる.

2. 設計

DBR は 1/4 波長分の光学的厚さを持つ膜を交互に積層させた反射鏡である. DBR は層の枚数を変更することで反射率を制御することができ, 上部 DBR の反射率をわずかに低下させ自由空間に光を放射させる. DBR 導波路では伝搬角を 90 度程度まで大きくすることができるため, 巨大な構造分散により光の波長を制御することで伝搬角が大きく変化する. この特性を活かし, 小型で高解像度のビーム掃引デバイスが期待される. 今回計算に用いた構造図を Fig.1 に示す. DBR の層はカットオフ波長 1620nm を想定して設計している. 上部 DBR, 下部 DBR はそれぞれ Si/SiO₂ 5.5 ペア, 6 ペア, コアは屈折率の温度係数が小さい SiO₂ から構成される.

3. ビーム掃引特性

ビーム掃引特性を調べる為にフィルムモードマッチング法でシミュレーションを行なった. 入射光の波長 1610~1230nm まで変化させた時の放射光の伝搬角を Fig.2 に示す. 角度分散値 $d\theta/d\lambda$ は約 0.21 °/nm という特性を得た. 本デバイスではコアに SiO₂ を使用している. SiO₂ は屈折率の温度係数が小さい為, 温度による特性変化が少ないと見込んでいる. 温度差 ΔT が 100K 存在する場合のシミュレーション結果も Fig.2 に示した. この結果により, ほぼ温度に影響されないデバイスが作製可能であると示された. この温度特性を更に評価するために, 温度差 ΔT を 0~100K 考慮した場合の伝搬角のシミュレーションを行なった. 比較のため, コアに GaAs, Si, SiO₂ を使用している場合に分けて評価する. 結果を Fig.3 に示す. コアが SiO₂, Si, GaAs の場合, 偏向角の温度係数 $d\theta/dT$ はそれぞれ, 5.0×10^{-3} °/K, 4.9×10^{-2} °/K, 5.8×10^{-2} °/K となった. この結果より, GaAs をコアに使用している場合に比べ, 一桁の特性改善が見られた.

4. まとめ

コアに SiO₂ を使用した 1.55μm 帯のビーム掃引デバイスの設計を行なった. 偏向角の温度係数 $d\theta/dT$ は約 5.0×10^{-3} /K と半導体ビーム掃引デバイスに比べて約 1 桁小さい. 今後は実験的検証に加え, 波長選択スイッチなどへの適用を検討する.

参考文献

[1] X. Gu, et al IEEE Photonics Journal, vol. 4, no. 5, pp. 1712-1719, Oct. 2012

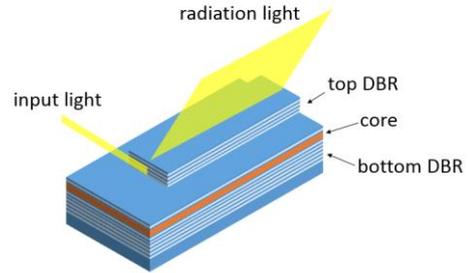


Fig.1(a) Device structure (Bird-view)

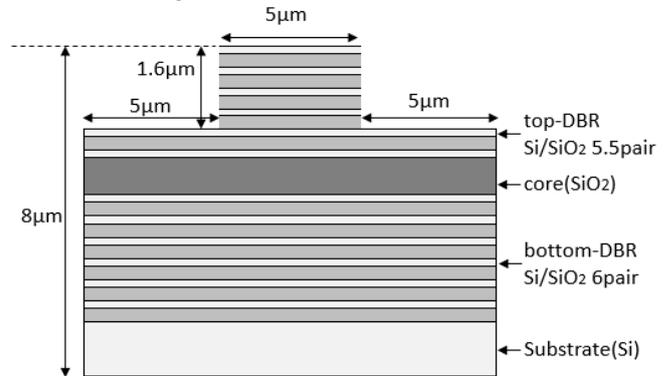


Fig.1(b) Cross-sectional device structure

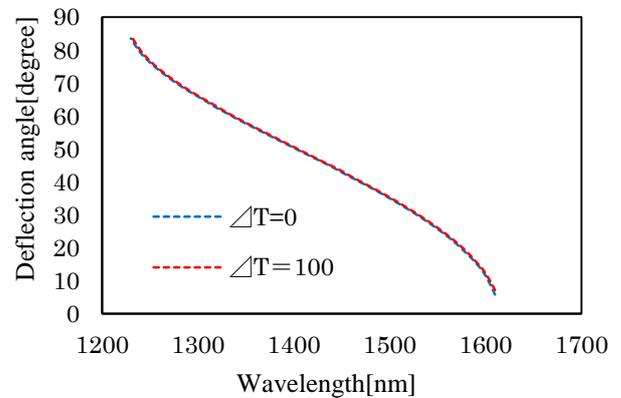


Fig.2 Deflection angle as function of wavelength

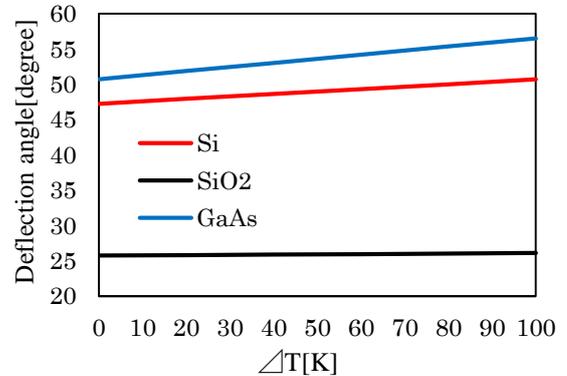


Fig.3 Temperature dependence of deflection angle.