

スローライト導波路フェーズドアレイを用いた 二次元ビーム掃引の検討

2D beam steering by using slow light waveguide phased array

森 裕之, 顧 曉冬, 小山 二三夫 (東工大・精研)

Hiroyuki Mori, Xiaodong Gu and Fumio Koyama (Tokyo Tech. • P&I Lab.)

E-mail: mori.h.ap@m.titech.ac.jp

1. はじめに

従来の MEMS やポリゴンミラーを用いたビーム掃引デバイスでは機械式であるため安定性や掃引速度に問題があった[1]. その問題に対し, 本研究室では Bragg 反射鏡(DBR)導波路を用いて, 導波路の巨大構造分散を利用して波長可変により非機械式のビーム掃引を行い, 解像点数1,000を超える高解像度ビーム掃引を実現した[2]. しかしながら, このデバイスでは一次元のビーム掃引動作に留まっている.

本研究では AlGaAs 系 Bragg 反射鏡(DBR)導波路を 2 次元に配列し, 熱光学効果を用いて位相変調を行い, フェーズドアレイによる 2 次元ビーム掃引デバイスを提案する. 位相変調方式には, アレイ導波路間の位相調整の複雑さ解消のため, 電極形状により温度勾配をつけて行う. 本報告では, 小型高解像ビーム掃引に向けたデバイス設計と掃引特性についてご報告する.

2. デバイス構造と設計

Fig.1(a)に提案するデバイスの全体図を示す. 導波路の伝搬方向へのビーム掃引はFig.1(b)のように入射波長を変化させて制御し, 導波路と直交方向への掃引はFig.1(c)のように隣接導波路間の位相差を熱光学効果により制御し行う.

一般的にアレイ本数を増やすことで解像点数の増加させることができる[3]. フェーズドアレイのビーム掃引角を最大にするために隣接導波路間での位相差を π まで変化させる必要があり, 位相シフト長の長尺化が求められる. アレイピッチ $5\ \mu\text{m}$, 温度勾配を $100\ \text{K}$, アレイ数 n を $10, 50, 100, 500$ 本時の最大偏向角と解像点数の位相シフト長依存を調べ, その結果をFig.2に示す. 本構造はDBR導波路を使用するため, 通常の導波路に比べ群速度は低減され, 位相シフト長を短尺化でき, $1\ \text{mm}$ 程度の位相シフトで解像点数100以上の高解像ビーム掃引も期待できる.

アレイ導波路への分岐回路である Splitter region においてスローライト伝搬する入射ビームは角度広がりが大きいため, 多本数のアレイ導波路への分岐が可能となる. その波面に対しては Cylindrical lens を用いて波面補正を行う. しかし, レンズによる補正はレンズの曲率半径の高精度な制御が要求されるため, スプリッタ領域長 $200\ \mu\text{m}$, 導波路アレイ幅 $780\ \mu\text{m}$, アレイピッチ $5\ \mu\text{m}$ での許容精度をFig.3に示す. 解像点数20以上を得るためにはレンズの曲率半径を $60\ \mu\text{m}$ 程度で制御する必要があるとわかる.

3. まとめ

スローライト Bragg 反射鏡導波路アレイを用いた 2 次元ビーム掃引デバイスを提案し, 大規模な

スローライト伝搬による素子長の小型化の可能性を示した. 解像点数 20 以上をスプリッタ領域長 $200\ \mu\text{m}$, 導波路アレイ幅 $780\ \mu\text{m}$, アレイピッチ $5\ \mu\text{m}$ の下, レンズの曲率半径 $60\ \mu\text{m}$ 程度の許容度で可能であり, 小型高解像ビーム掃引の可能性を示した.

参考文献

- [1] P.F.V.Dessel et.al, Proc.IEEE, vol.86, no.8, pp.1687-1704, Aug. 1998.
- [2] X.Gu et.al, IEEE Photonics Journal, vol.4, no.5, pp.1711-1719, Oct. 2012.
- [3] K. Van Acoleyen, H. Rogier, and R. Baets, Opt. Express 18(13), 13655-13660 (2010).

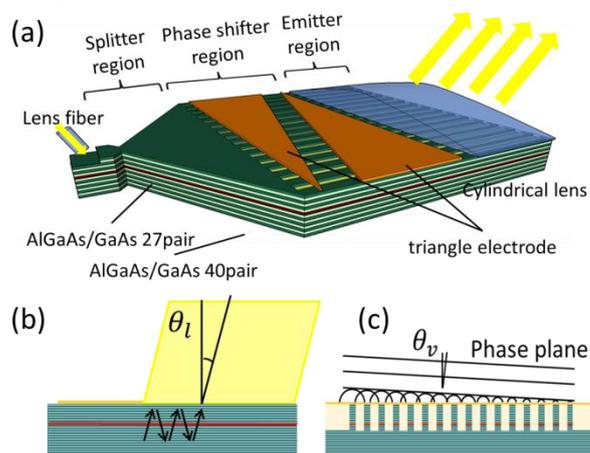


Fig.1 (a) Schematic view of device, (b) longitudinal cross-section view emitter region, (c) lateral cross-section view of emitter region.

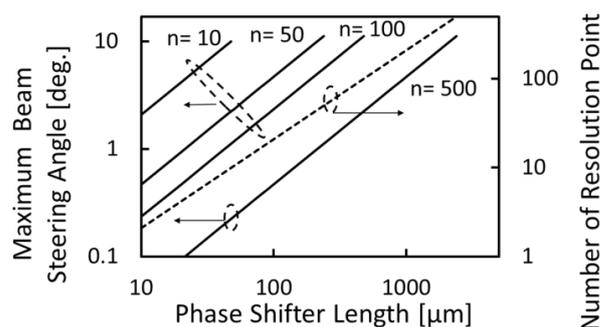


Fig.2 Number of resolution point for lateral beam steering.

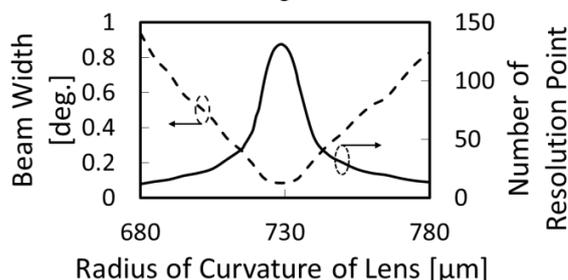


Fig.3 Tolerance of radius of lens curvature .