一方向性結合を可能にする VCSEL 集積型ビーム掃引デバイス

VCSEL-Integrated Beam Steering Device with Unidirectional Coupling

東京工業大学未来産業技術研究所¹,東京工業大学技術部マイクロプロセス部門² [○]志村 京亮¹,許 在旭¹,顧 暁冬¹,松谷 晃宏²,中濵 正統¹,小山 二三夫¹ Tokyo Tech, FIRST.¹, Tokyo Tech, Semiconductor and MEMS Processing Division.², [°]K. Shimura¹, Z. Ho¹, X. Gu¹, M. Nakahama¹, A.Matsutani² and F. Koyama¹

E-mail: <u>shimura.k.ad@m.titech.ac.jp</u>

<u>1.はじめに</u>

ビーム掃引デバイスは、自動運転の車載 LiDAR などへの応用として期待されている.本 研究では,一方向性結合を可能にする面発光レー ザを集積した非機械式のビーム掃引デバイスを 提案する. 先行研究では、DBR 導波路を用いて 外部光源からの波長を可変することでビームの 掃引を行い、1000 点以上の解像点数を実現した [1]. また DBR 導波路に活性層を埋め込み, 電流 注入により出力を増幅する VCSEL 増幅器を用い ることで、現在パルス動作で 200mW 以上の出力 が確認されている[2]. 前回の応用物理学会の報 告[3]では, TCC-VCSEL を用いた光源と増幅器の 集積構造で約13°の掃引幅と30点以上の解像点 数を実現した. しかしながら出力は数十μW で あり,その課題として結合効率の低さと相互結合 によるモード安定性があった. 今回は高い結合効 率とモード安定化のための一方向性結合を可能 にする新たな光源集積型デバイスの提案とシミ ュレーションを行ったので報告する.

<u>2.デバイスの動作原理</u>

提案するデバイスの構造図を Fig.1 に示す.通 常の VCSEL 構造と違い厚さの異なる二層の酸化 層(Detuning layer)が上下に挿入されており,酸化 された領域が低屈折率層(位相調整層)となる.ま た VCSEL と SOA の間にはイオン注入がなされ ており電気的絶縁を取る. VCSEL 側の上部酸化 層を全面酸化することで SOA と屈折率を離調す る.以上により VCSEL と SOA の伝搬定数がそ れぞれ変化し,高い一方向性結合が期待できる. VCSEL で生成された光は SOA に結合し,波長に 応じた反射角で SOA 内をスローライト伝搬する. 同時に電流注入による増幅を行う.上部 DBR は 反射率が下がっているため,伝搬距離に応じた鋭 いビームが放出される.

3.シミュレーション結果

3.1 伝搬定数

カットオフ波長の制御は上述の位相調整層の 挿入と電流注入による熱光学効果を利用する. VCSELとSOAのカットオフ波長が6.5nm離れた ときの伝搬定数の変化をFig.2に示す.カットオ フ波長が熱光学効果により変化しても伝搬定数 の差異が確保できることがわかった.

3.2 結合効率

結合光の波長を 977.5nm と仮定したときの VCSELからSOAへの結合強度のシミュレーショ ン結果を Fig3 に示す. このときの結合損失は約 1dB であり, すなわち結合効率は約 80%と高い数 値が得られた. 次に SOA から VCSEL への逆結 合のシミュレーション結果を Fig.4 に示す. 結合 損失は約 21dB で,一方向性結合が期待できる. 4.まとめ

低屈折率の位相制御層を挿入した構造のデバ イスの検討を行った.高い結合効率と一方向性結 合が期待できる.

参考文献

- X.Gu, et al., IEEE Photonics Journal, vol. 4, pp. 1712-1719, Oct. 2012
- [2] X.Gu, *et al.*, 21st. Optoelectronics and Communications Conference (OECC/PS2016), MD2-4, Jul. 2016.
- [3] 志村京亮, et al., 2017 年第 64 回応用物理学会春季学術講 演会, 15p-422-4, Mar. 2017



Fig.1 The schematic of new structure.



Fig.2 Difference in propagation constant at each cutoff wavelength.



Fig.4 Coupling strength from SOA to VCSEL