

## カットオフ構造を用いた VCSEL と VCSEL 増幅器の横方向集積

### Lateral coupling integration of VCSEL and VCSEL amplifier with cutoff structure

<sup>1</sup>東工大未来研, <sup>2</sup>東工大技術部 <sup>○</sup>鷹箸雅司<sup>1</sup>, 志村京亮<sup>1</sup>, 顧暁冬<sup>1</sup>, 中濱正統<sup>1</sup>, 松谷晃宏<sup>2</sup>, 坂口孝浩<sup>1</sup>, 小山二三夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Tech. FIRST, Tokyo Tech. Tech Dept <sup>○</sup>Masashi Takanohashi<sup>1</sup>, Keisuke Shimura<sup>1</sup>, Xiaodong Gu<sup>1</sup>, Masanori Nakahama<sup>1</sup>, Akihiro Matsutani<sup>2</sup>, Takahiro Sakaguchi<sup>1</sup>, Fumio Koyama<sup>1</sup>

E-mail: takanohashi.m.aa@m.titech.ac.jp

#### 1. 背景

ものづくりの現場で用いられるレーザ加工や LiDAR などの光センサのために, 高出力かつ高ビーム品質のレーザが求められている[1]. 本研究室では外部光源を用いてスローライト半導体増幅器(SOA)での 260mW の出力を達成しており[2], 小型化などの観点から光源との集積が望ましい. VCSEL と SOA は同一の層構造を持つことから横方向の集積が可能であるが, 低い光結合効率が課題となっている. 本稿ではカットオフ波長差による光閉じ込め効果を用いた高効率横方向結合の構造を提案および製作をし, 光源・増幅器両方向からの結合量の検討を行ったので報告する.

#### 2. デバイス構造

Fig.1 にデバイス構造を示す. Half-VCSEL に上部ミラーとして誘電体 DBR を用いてデバイスを作製していく. 増幅器側に位相調整層として半導体層または誘電体層を挿入することによって実効共振器長を変え, カットオフ波長を変化させる[3]. これにより伝搬方向の光閉じ込め及び増幅器側からの逆結合阻止によりモードの安定化と高効率結合及び一方向性結合の実現を可能にする. 結合光は誘導放出を繰り返しながら伝搬し上部 DBR から放射させることで取り出す. 今回製作したデバイスでは発振波長のオフセットは 6.1nm である.

#### 3. 光閉じ込め効果の検討

横方向集積構造では伝搬方向への光閉じ込めがないことにより伝搬モード制御が課題であった. 本研究ではカットオフ波長差により光閉じ込めの実現を狙うと同時に増幅器から光源 VCSEL への逆結合抑制を図る. Fig.2(a)に光源 VCSEL の垂直方向出力および結合量を示す. VCSEL の垂直発振に伴い結合量増加が確認できる. (b)は増幅器における結合量の測定結果であり, 垂直発振以降結合量が減少し逆結合抑制が確認できた.

#### 4. まとめ

VCSEL と増幅器のカットオフ波長のオフセットにより, 光源から増幅器への光結合および増幅器から光源への逆結合の抑制が確認された.

#### 参考文献

[1]NEDO, 「高輝度・高効率次世代レーザ技術開発」  
[http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100124.html](http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100124.html)

[2] Masanori Nakahama, Xiaodong Gu, Akihiro Matsutani, Takahiro Sakaguchi and Fumio Koyama, "High Power Non-mechanical Beam Scanner based on VCSEL Amplifier", OECC/PS2016

[3]鷹箸, 中濱, 小山, 第 78 回応用物理学会春季学術講演会, 5p-PB1-6, Sep. 2017

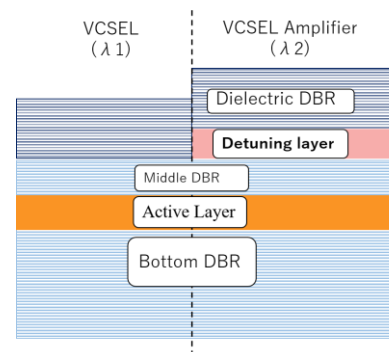


Fig 1 Layer Structure

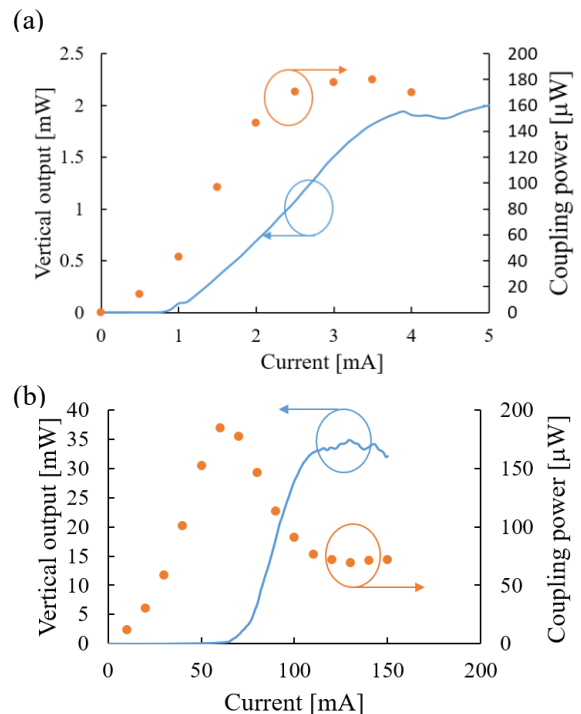


Fig 2 Vertical output and coupling power  
(a)VCSEL, (b)Amplifier