

## 面発光レーザ高出力化のための長尺半導体光増幅器 Long semiconductor optical amplifier for high output power of VCSEL

東工大未来研<sup>1</sup>, 東工大技術部<sup>2</sup>

○許 在旭<sup>1</sup>, 志村 京亮<sup>1</sup>, 顧 曉冬<sup>1</sup>, 中瀆 正統<sup>1</sup>, 松谷 晃宏<sup>2</sup>, 小山 二三夫<sup>1</sup>

Tokyo Tech. FIRST<sup>1</sup>, Tokyo Tech. Dept. Tech.<sup>2</sup>

Zeuku Ho<sup>1</sup>, Keisuke Shimura<sup>1</sup>, Xiaodong Gu<sup>1</sup>, Masanori Nakahama<sup>1</sup>,

Akihiro Matsutani<sup>2</sup>, Fumio Koyama<sup>1</sup>

E-mail: [ho.z.aa@m.titech.ac.jp](mailto:ho.z.aa@m.titech.ac.jp)

### 1. 背景

次世代レーザ加工技術では、高出力・高ビーム品質を両立した実用性の高いレーザ加工用光源が求められている[1]. 面発光レーザ(VCSEL)は小型で高ビーム品質といった特徴を有し可搬式レーザ加工機などへの応用の可能性がある. しかし VCSEL の単一モード出力は数 mW 程度にとどまっている. 我々は高出力化のために VCSEL とブラッグ反射鏡導波路による半導体光増幅器(SOA)との集積構造を提案し[2], 数十 mW の出力を達成している[3]. SOA は長尺化することで更なる高出力化が期待できるが, 増幅自然放光(ASE)によって SOA 長が制限される. 今回は ASE を抑圧するウェハ設計と作製したデバイスについて報告する.

### 2. デバイス構造

提案する SOA の構造を Fig.1 に示す.

AlGaAs/GaAs の 3 重量子井戸活性層, 光閉じ込め層(SCH), 上下 DBR で構成されている. 上部 DBR の一部をエッチングした結合部からレンズドファイバによって外部光を結合させ, 結合光は誘導放出を繰り返しながら増幅器内を伝搬し, 上部 DBR から放射させることで取り出す. SOA に電流注入を行うことで誘導放出によるキャリアの損失を補償する. 理論上では伝搬距離に比例して光出力は増幅し, ワット単位の高出力化の可能性がある.

### 3. ASE 抑圧設計

通常の SOA は自然放光が発生する. ASE はコアとクラッドの屈折率差によって活性層内を全反射し導波モードとして伝搬しながら増幅するため, SOA の長尺化のためには ASE を抑圧し増幅器の飽和を抑える必要がある. スローライトモードの結合光は DBR の多重反射によって伝搬し, 屈折率差とは無関係であるため, SCH の屈折率を減らしコアとクラッドの屈折率差を無くすことで導波モードのみを一方向的に抑圧できると考える. SCH の屈折率を変化させたときの導波モード, スローライトモードそれぞれの光閉じ込め係数のシミュレーション結果を Fig.2 に示す. スローライトモードは変化が少ないのに対し, 導波モードの閉じ込め係数は劇的に減少している. SCH の Al 組成を 50% にしたとき上下 DBR の平均屈折率とコアの屈折率が同じになり, 導波モードの閉じ込め係数が 0 になるため, ASE を抑圧できる. この構造を取り入れることで SOA を無限に長尺化できると考える.

### 4. まとめ

VCSEL と集積可能な SOA のウェハ設計を検討し, SCH の Al 組成を 50% にすることで ASE を抑圧し SOA を無限に長尺化できる可能性を示した. 当日は作製したデバイスの評価についてご報告する.

謝辞: 本研究は NEDO 「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」の委託のもとに行われた.

### 参考文献

- [1] NEDO, 「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」基本計画,  
<http://www.nedo.go.jp/content/100797144.pdf>  
[2] T. Shimada et al, Applied Optics, vol. 53, no.9, pp. 1766-1774, Feb. 2014.  
[3] M. Nakahama, CLEO2016, SF1L.5, Jun. 2016.

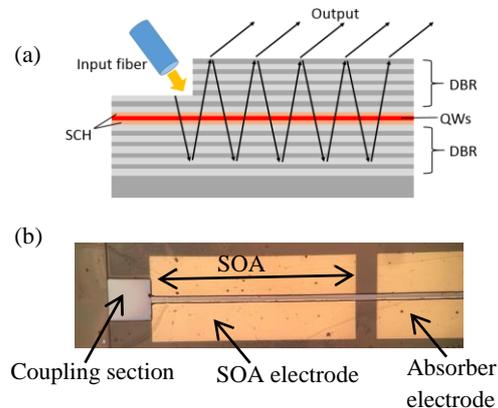


Fig.1 A structure of SOA (a) schematic (b) fabricated device

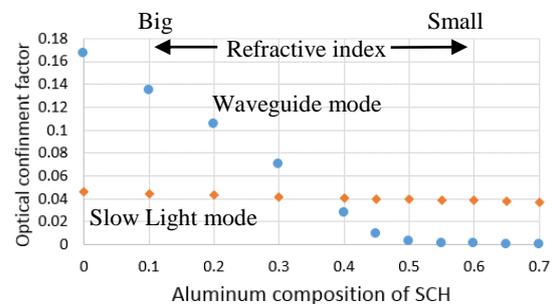


Fig.2 Optical confinement factor when changing the refractive index of SCH