

高出力面発光レーザ増幅器のビーム品質改善の検討

Study on Beam Quality Improvement of High Power VCSEL Amplifier

東工大未来研¹, 東工大技術部²

○許 在旭¹, 志村 京亮¹, 顧 曉冬¹, 松谷 晃宏², 小山 二三夫¹

Tokyo Tech. FIRST¹, Tokyo Tech. Dept. Tech.²

Zeuku Ho¹, Keisuke Shimura¹, Xiaodong Gu¹,

Akihiro Matsutani², Fumio Koyama¹

E-mail: ho.z.aa@m.titech.ac.jp

1. 背景

次世代のレーザ加工技術では高出力と高ビーム品質を両立した光源が求められている。我々はこれまでに面発光レーザ(VCSEL)増幅器による高出力・高ビーム品質動作を実証した[1]。増幅器長を長尺化することで、より高出力かつ幅の狭いビームが得られる。ASEを抑圧することで増幅器長を cm 規模まで長尺化できる可能性を示した[2]。今回はパルス動作によるワットクラスの高出力化、および高バイアス領域におけるビーム品質の改善について検討を行ったので報告する。

2. デバイス構造と動作原理

作製した 2mm 長の VCSEL 増幅器を Fig.1 に示す。ウェハは通常の 850nm 帯酸化狭窄型 VCSEL と同様の層構造を有しているが、ASE 抑圧のため SCH 層の屈折率を下げている。結合領域から外部光源を結合し、増幅器内に発振閾値以上の電流注入を行うことで結合光はスローライトモードで増幅器終端まで伝搬する。伝搬光は増幅器表面から均一に出射されるため、増幅器長が長くなるほど光出力は線形に増加し、ビーム幅は狭窄化される。

3. 測定結果

Fig.2 に 2,6,10mm 長増幅器のパルス動作時における I-L 特性を示す。結合光は波長 850nm, 出力 3mW である。注入電流は繰り返し周波数 1kHz, パルス幅は 6,10mm 長素子では 100ns, 2mm 長素子では 50ns である。光出力は増幅器長の長尺化によって増加し、10mm 長素子では 8W 以上が得られた。Fig.3 に 2mm 長素子の出射光のスペクトルを示す。低バイアス領域では単一波長が得られたが、流入電流の増加に伴い余分なモードが発生した。我々はこの原因を注入電流の不均一性、素子端面の反射によるスローライトの寄生発振であると考えている。

Fig.4 は 6mm 長素子に対し 5mm 長の多層プローブで CW 電流動作を行ったときの遠視野像のプロファイルを示す。1 点プローブを用いるよりさらに細いビームが得られ、FWHM は最小で 0.015° が得られた。これは注入電流均一性の改善によりビーム品質が改善できる可能性を示している。

4. まとめ

ASE 抑圧構造を用いて最長 10mm の長尺 VCSEL 増幅器を作製し評価を行った。パルス動作によって 8W 以上の高出力動作を得られたが、注入電流の増加に伴いビーム品質が劣化した。これは注入電流の均一化によって改善できる可能性があり、多層プローブにより CW 動作で 0.015° の非常に細いビーム出射が得られた。

謝辞：本研究は NEDO 「高輝度・高効率次世代レーザ一技術開発」の委託のもとに行われた。

参考文献

[1] M. Nakahama, et al, CLEO2016, SF1L.5, Jun. 2016.

[2] Z. Ho, et al, ICO-24, Tu1J-08, Aug. 2017.

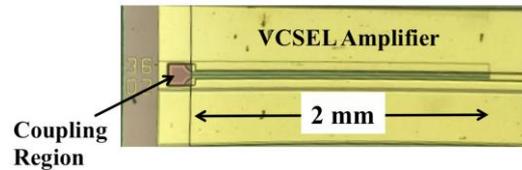


Fig.1 Top view of a fabricated 2mm long VCSEL amplifier

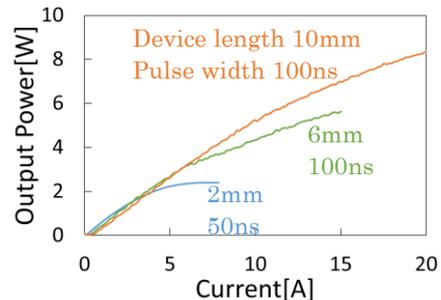


Fig.2 I-L characteristics for different lengths of amplifiers under pulsed operation (the repetition rate is 1 kHz)

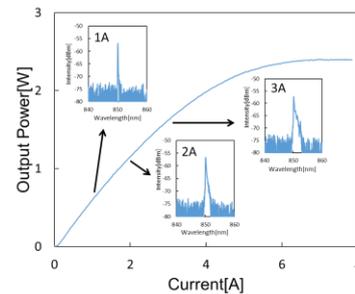


Fig.3 I-L characteristic and spectra for 2 mm long device under pulsed operation

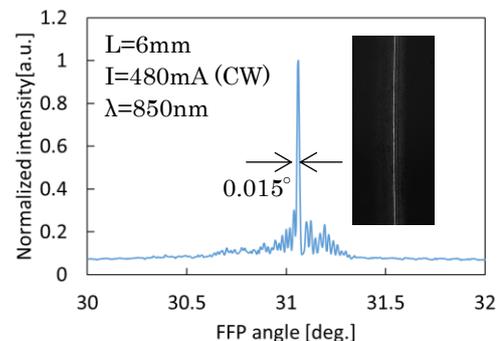


Fig.4 Far field pattern for 6mm long device under CW operation