面発光レーザ増幅器の結合効率の検討

Investigation of Coupling Efficinecy of 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 暁冬[1]，中濵 正統[1]，松谷 晃宏[2]，小山 二三夫[1]
Tokyo Tech. FIRST[1]，Tokyo Tech. Dept. Tech.[2]
Zeuku Ho[1]，Keisuke Shimura[1]，Xiaodong Gu[1]，Masanori Nakahama[1]，
Akihiro Matsutani[2]，Fumio Koyama[1]
E-mail: 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が，VCSEL の単一モード出力は数 mW 程度にとどまっている．そこで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た[2]．今回は SOA 単体の特性を評価するため外部光源を結合させるデバイスを作製し，高結合効率を可能とする構造について検討したので報告する．

2. デバイス構造と動作原理

提案する SOA の概略図を Fig.1 に示す．層構造は InGaAs/GaAs の 3 重量子井戸を含む活性層，酸化狭窄層，分布ブラッグ反射鏡(DBR)で構成されている．上部 DBR を数ペアエッチングした結合領域から外部光源を結合し，結合光は DBR によって多重反射しながらスローライトとして伝搬し，デバイス表面から出射させることで光を取り出す．SOA に電流注入することで出射光の強度が伝搬方向に対して一定となり，出射光はレンズにより集光するため SOA 長を長くすることで高い光出力を得ることができる．

3. デバイス製作と測定結果

作製した 980nm 帯デバイスを Fig.2 に示す．結合領域を導波路から 20μm 離した位置にドライエッチングによって形成した．Fig.2(c)は結合領域を赤外顕微鏡で観察したものである．酸化アパチャがテーパー状になっており，本構造により結合効率が改善できる．本デバイスでは 8mW，波長 970nm の入力光に対し，2V の逆バイアス電圧をかけたとき 1mA の光電流を得た．内部量子効率を 0.9 と仮定すると，結合損失は，約 7.5dB である．酸化狭窄幅の最適化でさらに向上が期待される．スローライト増幅特性を Fig.3 に示す．最大出力 2mW を得た．光出力があまり増幅されていないが，これは使用したウェハの PL 波長がカットオフ近傍になってしまい，高効率で結合可能な波長帯で増幅できないことが原因であると考えられる．よって PL 波長をカットオフから大きく離したウェハの設計によって出力特性の改善ができると考えている．

4. まとめ

外部光源からの結合効率を改善する SOA の構造を検討・作製し評価を行った．結合領域を導波路から離し酸化アパチャをテーパー状にすることで，8mW の入力光に対し 2V の逆バイアス電圧で 1mA の光電流を得た．PL 波長をカットオフから離したウェハの設計によって高出力化が期待できる．

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] M. Nakahama, X. Gu, A. Matsutani, T. Sakaguchi and F. Koyama, CLEO, SF1L5, 2016.

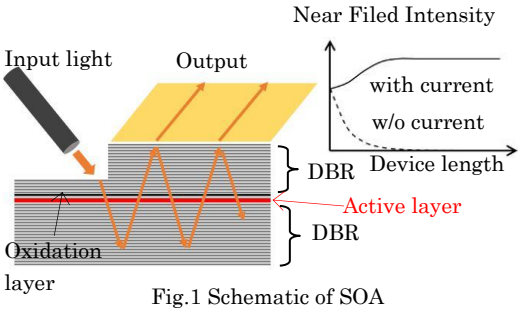


Fig.1 Schematic of SOA

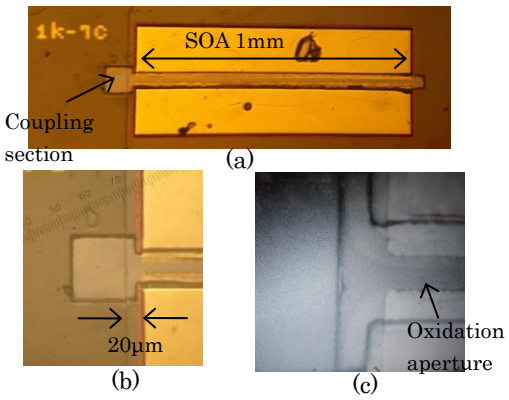


Fig.2 Fabricated device (a) Top view
(b) Enlarged view (c) Photograph of IR microscope

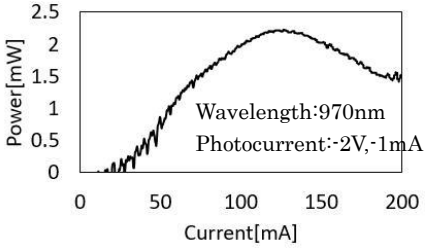


Fig.3 Amplification characteristics of slow light

© 2017年 応用物理学会