

金属キャビティ TM モード MQW レーザの設計と試作

Design and fabrication of metallic-cavity TM-mode MQW lasers

東大院工, [○]沖本 拓也, 財津 優, 張 柏富, 井上 智之, 種村 拓夫, 中野 義昭

Graduate School of Eng., Univ. of Tokyo, [○]Takuya Okimoto, Masaru Zaitzu, Baihu Zhang,

Tomoyuki Inoue, Takuo Tanemura, Yoshiaki Nakano

E-mail: okimoto@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

1. 背景

将来のオンチップ光インターコネクタにおいて求められる高密度かつ低消費電力な光源として、数 μm^3 以下の大きさの超小型レーザの研究が活発に進められている[1-3]. 中でも、半導体メサ構造を金属で埋め込んだ金属キャビティレーザは、光の浸み出しが小さく電流注入が容易であるなどの利点があり、2012 年には電流注入下での室温連続発振が初めて報告された[2]. 同論文では、バルク InGaAs 層を活性層として用いており、TE モードではなく TM モードを用いることで金属による光損失を抑えることが出来ると報告されている。

そこで著者らは、TM モード発振に最適な引張歪み多重量子井戸(MQW: multiple quantum well)構造を初めて金属キャビティレーザに導入することで、金属キャビティレーザの更なる高性能化を目指している。今回、素子の設計と試作を行い、室温での光励起による発光を確認したので報告する。

2. 素子の構造と設計

金属キャビティ MQW レーザの模式図を図 1 に示す。ハイメサ型 InGaAs/InGaAsP 引張歪み(-0.7~0.8%) MQW レーザを 25 nm 厚の絶縁膜(SiO₂)と 2 μm 厚の金属(Ag)で覆い被せた構造になっている。金属が高効率な反射鏡として働き光を内部に閉じ込めることで W と L をサブ μm オーダーまで小さくすることができる[2,3].

まず、XY 断面構造における導波モードを二次元有限要素法により計算し、TM モードの発光に最適な層構造と導波路幅 W を決定した(図 1(b)). 続いて、三次元有限差分時間領域(FDTD: finite-difference time-domain)法による計算を行い、1.55 μm 帯で発振するように導波路長 L を選んだ。その結果、W=1.2 μm , L=2.5 μm としたとき、1553 nm において閾値利得 532 cm^{-1} で発振することが確認された(図 2 点線)。

3. 素子の試作と評価

塩素系ドライエッチングによりレーザ構造を作製し、その上に SiO₂ と銀を積層した。InP 基板側からの光励起と観測を行うために、素子を反転させてシリコン基板上に貼り付け、HCl を用いたウェットエッチングによって InP 基板を除去した。

W=1.2 μm , L=2.5 μm の素子に波長 532 nm のレーザ光を入射した際に室温で観測された顕微 PL スペクトルを図 2 の実線で示す。FDTD 計算結果(図 2 点線)と一致し、1550 nm において共振モードが存在することが確認された。今後、作製プロセスの最適化を進め、電流注入による室温連続発振を目指す。

[1] K. Takeda, et al., Nature Photon., **7**, 569(2013).

[2] N. Ding et al, Light: Science & Applications, **1**, e20 (2012).

[3] M. Khajavikhan, et al., Nature **482**, 204 (2012).

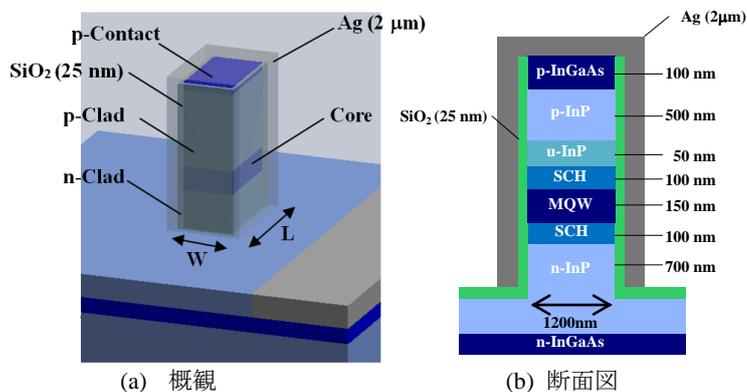


図 1 金属キャビティレーザの模式図。

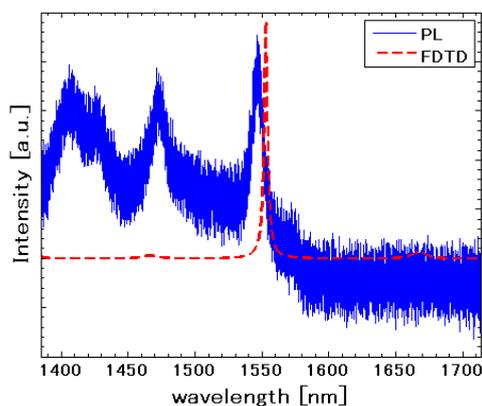


図 2 W=1.2 μm , L=2.5 μm の素子の室温顕微 PL スペクトル測定結果。