

Title	Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers with (775)B Self-Organized GaAs and InGaAs Quantum Wires Grown by Molecular Beam Epitaxy
Author(s)	樋口, 裕
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47299
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	樋口 裕
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21256 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers with (775)B Self-Organized GaAs and InGaAs Quantum Wires Grown by Molecular Beam Epitaxy ((775) B 面基板上に MBE 成長した GaAs 及び InGaAs 自己形成型量子細線の面発光レーザへの応用)
論文審査委員	(主査) 教授 菅 滋正 (副査) 教授 鈴木 義茂 教授 松本 和彦 愛媛大学理工学研究科教授 下村 哲

論文内容の要旨

(775) B 面基板上に分子線結晶成長 (MBE 成長) した GaAs 及び InGaAs 自己形成型量子細線は、作製方法の簡便性、細線の高い密度及び高い均一性、一次元性といったデバイス応用に必要な条件を満たしている。この量子細線を活性層に有する面発光レーザを作製することで、従来の面発光レーザで問題になっている出射ビームの偏光が不安定であるという問題が解決されると期待される。また、面発光レーザでは量子細線の一次元性を利用することができるため、優れた特性のデバイスが実現されると期待される。

初めに MBE 成長構造及び条件の最適化を行った後、5 層の GaAs/(GaAs)₄(AlAs)₂ 量子細線からなる活性層を有する面発光レーザ構造を MBE 成長した。選択酸化型デバイスに加工した結果、量子細線面発光レーザとして初めての電流注入による室温発振を実現した。直径 3 μm の電流狭窄領域をもつデバイスの場合、しきい値電流 0.38 mA という良好な値が得られた。また、光出力は量子細線方向に偏光し、しきい値の 8 倍以上まで直交偏波間の消光比が 20 dB 以上と、非常に安定した発振特性が得られた。

だが、井戸幅を薄くしないと一次元性が顕著にならないため、GaAs 量子細線の場合、発振波長が室温で約 765 nm と、近距離光通信用波長帯 (~850 nm) に比べて短かった。そこで、発振波長を長波長化するために、5 層の InGaAs/(GaAs)₆(AlAs)₁ 量子細線からなる活性層を有する量子細線面発光レーザを作製した。InGaAs 量子細線の場合も室温発振を実現し、直径 4 μm の電流狭窄領域をもつデバイスの場合、しきい値電流は 0.7 mA で量子細線方向に偏光した安定した発振特性が得られた。発振波長は約 830 nm と、近距離光通信用波長帯の量子細線面発光レーザを実現することができた。

論文審査の結果の要旨

樋口裕君の提出した審査対象論文は、分子線エピタキシャル成長で作製したⅢ・Ⅴ化合物半導体量子細線を垂直共振器型面発光レーザに応用し、電流注入で偏光安定なレーザ発振を実現した成果をまとめた論文である。これまで、垂直共振器型面発光レーザでは、レーザ光の偏光が温度や電流注入量により 90 度変化する偏光スイッチが問題となっていた。樋口裕君は、(775) B 面方位の高指数面方位 GaAs 基板上に作製される超高密度の GaAs および InGaAs 量子細線が細線方向に偏光した光に対して優先的光学利得をもつことを利用してこの問題の解決を試みた。これまでも、パルスレーザ光を用いた光励起による量子細線面発光レーザの室温レーザ発振は実現されていたが、電流注入によるレーザ発振は実現されていなかった。このため、閾値電流等、レーザの性能を客観的に比較するデータが不足し、他の面発光レーザとの特性と比較ができなかった。電流注入によるレーザ発振を実現するには、商品質の量子細線を作製すること、共振器波長と量子細線活性層の発光波長をきちんと合わせること、このレーザに用いられる高アルミ組成のブラッグ反射器を低抵抗に作製すること、プロセス中にブラッグ反射器が酸化されないようしながら電流狭搾のための AlAs 層を横方向酸化を可能にすることなど、多くの解決すべき問題があった。樋口裕君は、最適なアルミ組成および、ブラッグ反射器界面に組成傾斜を用いて低抵抗化を計るなどこれらの問題を解決し、偏光スイッチのない量子細線面発光レーザの室温レーザ発振を世界で初めて実現した。GaAs 量子細線面発光レーザの閾値電流密度は、0.35 mA と他の面発光レーザと比較しても遜色なく、偏光スイッチの問題を解消する上で量子細線が非常に有望な半導体光レーザ材料であることを示した。実用性の高い波長 850 nm 帯をもつ InGaAs 量子細線面発光レーザにおいても、同様の偏光スイッチのない電流注入室温レーザ発振を実現し、将来の発展が期待される研究成果である。

以上により、樋口裕君の提出した論文は、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。