

申請者	学科名	情報通信工学科	職名	准教授	氏名	福嶋 丈浩	印
調査研究課題	2次元半導体レーザーの偏光制御に関する研究						
交付決定額	550,000円						
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担		
	代表	福嶋 丈浩	情報通信工学科・准教授	光エレクトロニクス	研究の実施と総括		
	分担者						
調査研究実績の概要	<p><b>1. はじめに</b></p> <p>半導体プロセス技術の進歩により、今日では任意の2次元形状を有する半導体レーザーを製作することが可能になっている。これまで、円形や楕円形、スタジアム形など様々な形状を有する半導体レーザーが製作され、発振特性が調べられている[1, 2]。2次元共振器レーザーの発振モードを調べることは、学術的な観点のみならず応用の観点から見ても大変興味深い研究課題である。本研究では、共振器の形状を利用した半導体レーザーの偏光モードの制御方法を提案するとともに、その基本的な原理を検証した。</p> <p><b>2. 共振器形状による偏光モードの制御</b></p> <p>量子井戸構造の半導体レーザーは、通常、TE(Transverse Electric)偏光モードで発振する。これは、光学遷移の選択則により、TE偏光モードの方がTM(Transverse Magnetic)偏光モードよりも高い利得が得られることに起因する[3]。一方、共振器モードの損失は、端面における光の反射率に大きく依存する。2次元共振器では、端面に対する光の入射角を制御することが可能であり、TE偏光モードとTM偏光モードの損失に差を設けることが可能になる。</p> <p>図1に形状の異なる2つの2次元共振器半導体レーザーを示す。図1(a)に示したレーザー(軸軌道レーザー)には、赤線で示した軸軌道に沿ってビームが伝搬する軸軌道モードが存在する。軸軌道レーザーは、端面に対して垂直に光が入射するため、従来の半導体レーザーと同様にTE偏光モードで発振することが予想される。一方、図1(b)に示したレーザー(菱形軌道レーザー)には、軸軌道モードの他に赤線で示した菱形の軌道に沿ってビームが伝搬する菱形軌道モードが存在する。菱形軌道の端面入射角をブリュースター角(偏光角)の近くに設定するとTE偏光モードに対する端面反射率は垂直入射に比べて十分小さくなり、TM偏光モードに対する端面反射率は垂直入射に比べて増加する。その結果、TE偏光モードのミラー損失は、TM偏光モードに比べて十分大きくなると考えられる。このことから、菱形軌道レーザーは、TM偏光モードで発振することが予想される。</p> <p style="text-align: right;">次頁に続く</p>						

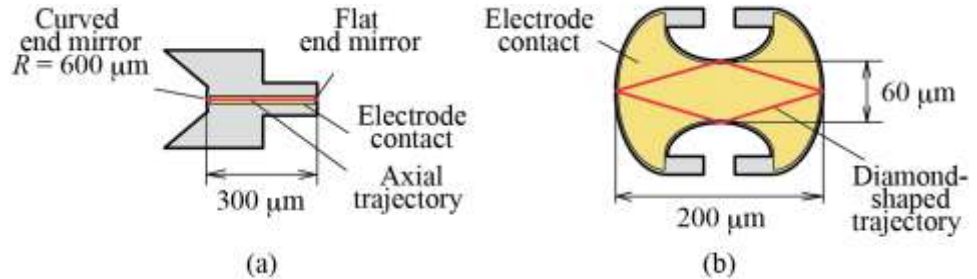


図1 2次元共振器半導体レーザ, (a)軸軌道レーザ, (b)菱形軌道レーザ.

### 3. 実験結果

GaAs/AlGaAs屈折率分布分離閉じ込め単一量子井戸構造のウエーハを用いて製作した図1に示す2種類のレーザに対して発振特性を評価した. 図2は, 偏光モードを分離して端面から出力される光の放射パターン(遠視野像)を測定した結果を示している. 図2(a)に示すように, 軸軌道レーザでは共振器の軸に沿って強いビームが出力され, TE偏光モードで発振することを確認した. 一方, 菱形軌道レーザについては, 図2(b)に示すように菱形軌道に対応する出射角( $\pm 71.5^\circ$ )で出力光の強度が強くなり, TM偏光モードで発振することを確認した.

調査研究実績  
の概要

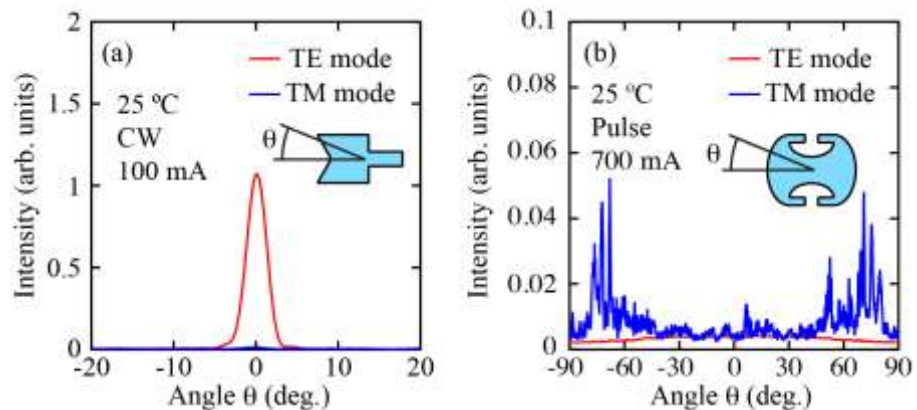


図2 遠視野像の測定結果, (a)軸軌道レーザ, (b)菱形軌道レーザ.

### 4. まとめ

2次元共振器半導体レーザの形状を適切に設計することでレーザ発振の偏光モードが制御できることを示した. 今後の課題として, 偏光モードのスイッチ機能を備えた多機能な半導体レーザを実現することが挙げられる.

#### 参考文献

- [1] 福嶋文浩, "2次元共振器半導体レーザ —共振器形状による発振モードの制御—," 電子情報通信学会誌 vol. 94, no. 4, pp. 323-328 (2011).
- [2] T. Harayama and S. Shinohara, "Two-dimensional microcavity lasers," Laser & Photonics Reviews, vol. 5, pp. 247-271 (2011).
- [3] 伊藤良一, 中村道治:半導体レーザ【基礎と応用】, 培風館, 1989, p. 80.

成果資料目録

1. T. Fukushima, S. Shinohara, S. Sunada, T. Harayama, K. Sakaguchi, and Y. Tokuda, "Lasing of TM modes in a two-dimensional GaAs microlaser," Optics Express, vol. 22, no.10, pp. 11912-11917 (2014).
2. 福嶋文浩, 篠原晋, 砂田哲, 原山卓久, 坂口浩一郎, 徳田安紀: 2次元マイクロレーザのTMモード発振, 第9回レーザー学会専門委員会「レーザーのカオス・ノイズダイナミクスとその応用」, 京都市, 2014年5月.
3. 福嶋文浩, 篠原晋, 砂田哲, 原山卓久, 坂口浩一郎, 徳田安紀: 2次元共振器GaAsマイクロレーザのTMモード発振, 第75回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-C2-1, 札幌市, 2014年9月.
4. T. Fukushima, S. Shinohara, S. Sunada, T. Harayama, K. Sakaguchi, and Y. Tokuda, "Transverse-magnetic emission of a GaAs unstrained quantum well microlaser (招待講演)," ICTON 2015, Budapest, July 2015. (発表予定)