

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on High Speed VCSEs Based on Lateral Resonator Integration for Optical Interconnects
著者(和文)	DalirHamed
Author(English)	Hamed Dalir
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9578号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:小山 二三夫,浅田 雅洋,梶川 浩太郎,植之原 裕行,宮本 智之,大橋 弘美
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9578号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Hamed Dalir	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	小山二三夫	教授	審査員	植之原裕行	教授
	審査員	浅田 雅洋	教授		宮本 智之	准教授
		梶川浩太郎	教授		大橋 弘美	学外審査員 (NTT)

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study on High Speed VCSELs Based on Lateral Resonator Integration for Optical Interconnects」(光インターコネクトのための横方向光共振器集積による高速面発光レーザに関する研究)と題し、英文 8 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」(序論)では、スーパーコンピュータやデータセンターにおける光インターコネクトの通信容量増大や低消費電力化の必要性について概観するとともに、そこで用いられている半導体レーザ光源の現状と課題について述べている。特に、半導体レーザの直接変調の高速化の制限要因について明らかにし、高速化と低消費電力化の両立の必要性について指摘して、本研究の目的を述べている。

第 2 章「Transverse Coupled Cavity VCSEL for Bandwidth Enhancement」(変調帯域拡大のための横方向結合共振器面発光レーザ)では、横方向に共振器を結合した面発光レーザによる変調帯域拡大の新しい手法を提案し、その動作原理を明らかにするとともに、光帰還を含むレート方程式を用いて、横方向共振による変調帯域拡大の効果を明らかにし、実際に実験的にその効果を実証している。具体的には、横方向結合共振器の構造としてくびれ酸化狭窄構造を提案し、その結合共振器の電磁界解析を行うとともに、レート方程式解析により、結合共振器により小信号変調帯域が倍以上に拡大できると述べている。また実験的にデバイス製作を行い、小信号変調帯域として、980nm 帯面発光レーザとしては、世界最速の 29GHz 以上の高速化を実現していると述べている。また、大信号変調特性としては 36Gbps の変調に成功するとともに、その動作温度やバイアス電流に対する良好な安定性を実証している。

第 3 章「Resonant High Frequency Modulation for Radio over Fibre Application」(光ファイバ無線方式のための共振高周波変調)では、ミリ波と光伝送を融合した光ファイバ無線方式への応用を目指した面発光レーザの高周波変調について述べている。第 2 章で述べたくびれ酸化狭窄構造を有する面発光レーザにおいて、構造パラメータを制御することにより、共鳴状の変調特性が得られることを見出し、実際に 25GHz 以上の変調周波数帯域で、通常的面発光レーザに対して、30dB 以上の変調感度の向上を実現したと述べている。

第 4 章「Push-Pull Modulation for Ultrahigh Speed Operations」(超高速変調のための差動変調)では、横方向結合共振器面発光レーザにおいて、各共振器へ注入する電流波形の位相を反転した差動変調方式による高速化の可能性を検討している。第 2 章で述べたくびれ酸化狭窄構造を有する面発光レーザを用いて、差動変調方式を導入し、小信号変調特性を評価するとともに、40Gbps の大信号変調に成功したと述べている。

第 5 章「Ultra-Compact Electro-Absorption Modulator Integrated with VCSEL」(面発光レーザに集積した超小型電界吸収光変調器)では、横方向結合共振器面発光レーザの一方の共振器に逆バイアス電圧を印加する変調器集積光源を製作し、その静特性と動特性の評価結果を示している。変調電圧 200mV 以下で消光比 5dB 以上の低電圧動作を実証するとともに、25Gbps までの高速変調動作を実現し、低消費電力動作と高速化の両立の可能性を示している。

第 6 章「Taper Hollow Waveguide for VCSEL Integration」(面発光レーザ集積のためのテーパ中空光導波路)では、テーパ中空導波路による新しいモード合分波回路などの光回路を提案し、その動作特性を理論的に解析するとともに、その面発光レーザアレイとのハイブリッド集積を通して、更なる大容量化の可能性を議論している。

第 7 章「Future Prospect of the Lateral integration of VCSEL」(面発光レーザの横方向集積の将来展望)では、横方向結合共振器面発光レーザによる更なる変調帯域拡大や高効率の横方向結合の可能性について論じている。

第 8 章「Conclusion」(結論)では、本研究で得られた成果を総括している。

これを要するに本論文は、横方向結合共振器を用いた面発光レーザの高速化の新しい手法を提案し、その動作原理を明らかにするとともに、実際に面発光レーザの世界最速の高速変調動作を実現するとともに、低電圧動作する光変調器などの機能デバイス集積化を実証したもので、学術上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(学術)の学位論文として価値あるものと認められる。