

学位論文及び審査結果の要旨

氏名	小林 直樹
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工府博甲第559号
学位授与年月日	平成30年3月23日
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	工学府 物理情報工学 専攻
学位論文題目	マイクロリングレーザにおける高出力狭線幅化の設計製作技術の確立と全光情報処理機能の理論的解明 (Design and fabrication technologies for high output power and narrow linewidth operation of microring laser and its theoretical investigation on optical signal processing)
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 國分 康雄 横浜国立大学 教授 新井 宏之 横浜国立大学 教授 馬場 俊彦 横浜国立大学 准教授 荒川 太郎 横浜国立大学 准教授 西島 喜明

論文及び審査結果の要旨

近年の大容量光通信に用いられる光信号の振幅と位相の両方に変調を加える多値変調において、さらに多値度を高めて大容量化するには、高光出力かつ狭線幅な波長可変レーザが必要になる。また、光通信ネットワークの各ノードにおいて、消費電力削減、高速化、大規模集積化を進めるには、現在用いられている電気ルータに代わる全光信号処理デバイスの実現が求められている。本研究では上記の課題解決のために、マイクロリングレーザを用いた高出力狭線幅波長可変レーザの設計製作技術を確立し、またマイクロリングへの注入同期を用いた全光フリップフロップおよび全光インバータの動作原理の解明を行った成果をまとめたものである。

第2章では、マイクロリングを外部反射鏡に用いた外部共振器型マイクロリングレーザの原理と、半導体光増幅導波路(semiconductor optical amplifier, SOA)によってマイクロリング共振器を構成した内部共振器型マイクロリングレーザの原理を述べている。第3章では、外部共振器型マイクロリングレーザによる高出力かつ狭線幅の波長可変レーザを実現するための設計製作技術として、レーザ内部の損失を極限まで小さくし、共振器長を数cm以上に十分に長尺化する方法について、理論に基づく設計指針と製作法を述べている。長尺

化のために採用したシリコン導波路の低損失化法と、シリコン導波路によって構成した波長可変リング共振器反射導波路、レーザ用 SOA、出力増幅用 SOA の3チップをハイブリッド集積化する技術を開発して、光出力 100mW、線幅 100kHz の高出力狭線幅波長可変半導体レーザを実現した。第4章では、マイクロリングレーザを用いた全光信号処理デバイスの基本的な動作であるインバータおよびフリップフロップ動作が発現する物理的要因について、理論的に解明した結果を述べている。レーザキャビティ内の光の位相および振幅にそれぞれに非線形現象を考慮したモデルを導入し、レート方程式に追加することで、実験結果を理論的に説明できることを示した。これらの研究成果は次世代の光通信ネットワーク用デバイスの基盤技術として寄与が大きく、本論文は博士論文として十分な内容であると判断された。