

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 李 鑑村

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第122号

学位授与年月日 令和6年3月25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 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 Si photonics microring modulator array for radio over fiber applications and its optical control

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	馬場俊彦
		横浜国立大学	教授	新井宏之
		横浜国立大学	教授	荒川太郎
		横浜国立大学	准教授	西島喜明
		横浜国立大学	准教授	水野洋輔

論文及び審査結果の要旨

近年、新しい通信規格 5G の商用サービスが始まり、さらに beyond 5G や 6G の議論が始まっている。これらの規格ではマイクロ波からミリ波に至るより広い周波数帯の信号を低損失に伝送するため、無線通信と光ファイバ通信の融合が検討され、光無線という形で開発が進められている。本論文では、シリコン (Si) フォトニクス技術において汎用的に用いられる微小マイクロリング変調器について、その大規模アレイ集積と光無線応用、ならびに遠隔操作が可能な全光制御技術との融合を議論している。まず、ファウンドリを利用して製作したマイクロリング変調器に対して 40 GHz 以上の周波数帯域と 32 Gb/s でのアイパターン開口、および熱光学共振波長チューニングを確認した。8 個のマイクロリングアレイにおいては、この共振波長チューニングを使うことで、変調器のスイッチングが可能になることを実証した。続いて、このチップをプリント基板上にダイボンディングし、光ファイバ固定とワイヤボンディングを施した簡易実装基板を製作した。これに 4 箇所、二偏波を同時測定できる高周波プローブ基板を接続して、それぞれのプローブが受信する信号を用いて各マイクロリング変調器を変調、さらに上記の波長スイッチングを行うことで、高速なシリ

アル光伝送できることを示した。加えて、プローブ基板を移動させることで疑似的に送信アンテナから空間に放射される 3.5 GHz 周波数の電磁波の空間分布を取得した。次に、高濃度不純物をドーピングした Si 導波路に制御用の光を導入して光吸収加熱を行う光ヒータを提案、設計し、電気ヒータ以上の高効率を得られる可能性を理論計算した。さらにチップ外で合波した信号光と制御光をチップ内の方向性結合器により分離して、マッハツェンダー干渉計とリング共振器にこの光ヒータを適用した。その結果、理論とよく一致する動作と、電気ヒータをわずかに上回る高効率を証明した。最後に、光無線デバイスの完全な遠隔操作を目指し、光ヒータを適用することで長尺な電気配線をなくす光制御型光無線デバイスを提案、設計した。実際に 4 個のマイクロリング変調器に制御光を導入、制御光パワーを上げて順次、1 個の変調器を選択し、実際に高周波伝送を実証した。以上の成果と公表論文の状況より、本研究は博士論文として十分に価値があるものと判断された。