

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 大島 伸夫

近年、家庭への光ファイバー設置の普及、スマートフォン、タブレットの普及により、インターネットトラフィックは増加の一途をたどっている。特にモバイル用データトラフィックの増加は著しく、年平均成長率は53 % で増加し、2020年には約30 EB/月に到達することが予測されている。トラフィックの多くはスマートフォンが占めており、全体の約 80 % に達している。このため、携帯基地局のトラフィックの増加が著しく、基地局における通信速度の高速化が急務となっている。一方で、情報のクラウド化が進み、データセンターのトラフィックも増加の一途をたどっている。特に大きなデータセンターを有する企業ではデータセンター内の通信速度、データセンター間や、データセンターとコアネットワーク間を結ぶ通信速度の高速化、大容量化が求められている。これらネットワークに対応する次世代の光通信のモジュールへの期待は大きい。

上述した要求や課題に対応した次世代の光モジュールを実現することは有意義である。このような状況の中、携帯基地局用途の20 Gbit/s 光送信モジュール、ラインカード大容量化に向けた40 Gbit/s 光送信モジュールの小型化、光波長変換器の実用化に向けた研究開発に取り組んだ。本論文は以下のように構成されている。

第一章では研究背景、研究の意義を述べる。

第二章では、本論文を理解するために必要な光学、熱解析、高周波、波長変換技術に関する基礎理論について述べる。

第三章では携帯基地局用の20 Gbit/s光送信モジュールの開発について述べる。光送信モジュールの環境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +95\text{ }^{\circ}\text{C}$ の動作を実現する上で直面する光出カパワー変動に対してはプラスチックレンズを用いた光学補償が有効であることを示し、光学補償が無い場合に対して、約0.8 dB の光パワー変動の抑制効果があることを明らかにした。また、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +95\text{ }^{\circ}\text{C}$ にて、通信速度20 Gbit/s の良好な光出力波形が得られることも実証した。

第四章では40Gbit/s 光送信モジュールの小型化について述べる。既存の40Gbit/s に対応した光送信モジュールは高周波信号の劣化を防ぐため、PCB(Printed Circuit Board) 上に実装される電気信号源のICと光モジュール間を同軸ケーブルで直接接続する構成をとる。そのため、光モジュールには同軸コネクタが必要となり、モジュールの大型化につながっていた。そこで、同軸コネクタの代わりにFPC (Flexible Printed Circuit) を使用することでモジュールの小型化を図った。FPCを用いる場合、FPCとPCBの接続部における電気信号の反射が問題となるが、新規に考案した電気信号の低反射接続構造により、

40 GHzの帯域において、 -21.6 dB 以下の電気反射特性が得られた。これにより、従来品よりも体積比50 %の低減を実現した。また、通信速度40 Gbit/sの動作にて従来品と遜色の無い良好な光出力波形を得た。

第五章では光波長変換器について述べる。SOA(Semiconductor Optical Amplifier)-MZI (Mach Zehnder Interferometer) 型光波長変換器は、入力信号光のパワーや偏波に対して出力される波長変換光の劣化が大きいことが実用化の妨げとなっている。そのため、新たにフィードバック制御を導入し、入力信号光パワーと偏波のロバスト化を図った。偏波に関係なく、入力信号光パワーのダイナミックレンジは8dB が得られ、フィードバック制御が無い場合と比較して、約7dBの改善効果を実証した。

第六章では本研究で得られた結果をまとめ、総括する。