

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 宮本 裕

本論文は、「40 Gbit/s チャンネルベース大容量光ネットワークのための帯域制御 RZ 符号化光伝送方式に関する研究」と題し、1 波長あたり 40 Gbit/s 以上の超高速チャンネルを用いた大容量波長多重光ネットワークを実現することを目的としている。

本論文は 8 章からなる。第 1 章は「序論」であり、まず本論文の背景として、これまでの光ファイバ通信技術の発展と通信ネットワークに対する社会的要求条件の変遷について述べる。次に、本研究の技術的背景と技術課題に触れたのち、本論文の目的と各章の構成、概要について述べる。

第 2 章は、「光ファイバ通信システムにおける変復調符号化技術」と題し、超高速光通信システムにかかわる重要事項として、ベースバンド変復調技術、光デバイス技術、光変復調符号化技術についてのレビューを行う。

第 3 章は「光増幅を考慮した光フロントエンド回路の超高速化方式」と題し、1.5 μm 帯光増幅技術を用いた長距離伝送方式に適した光送受信構成について検討したのち、50 Gbit/s 以上にスケール可能な光受信回路構成方式を提案している。さらにこの方式を実装した試作回路の特性評価を行い、シンボル速度 50 Gbit/s 以上の高感度受信回路においてその有効性を実証した。

第 4 章、第 5 章、第 6 章では、波長多重光ネットワークにおいて高密度大容量光伝送を実現するための帯域制御 RZ 光変復調方式を提案し、光スペクトル特性、分散耐力、非線形耐力に関し詳細に検討している。第 4 章は「キャリア抑圧 RZ 強度変調符号」と題し、光パルス列変調部のみに関連符号化を適用したキャリア抑圧 RZ (CSRZ: Carrier-Suppressed RZ) 符号について論じている。次に第 5 章は「デュオバイナリキャリア抑圧 RZ 強度変調符号」と題し、光パルス列変調部ならびにデータ変調部の両方に関連符号化を適用したデュオバイナリキャリア抑圧 RZ (DCS RZ: Duobinary-Carrier-Suppressed RZ) 符号について述べる。さらに第 6 章は「キャリア抑圧 RZ 符号化差動位相変調遅延検波符号」と題し、光デュオバイナリ符号、DCS RZ 符号と差動符号化位相変調 (DPSK) 符号の関係を詳細に考察し、RZ 位相変調回路の光パルス列生成過程とデータ復調過程に関連符号を用いた、RZ DPSK 方式の帯域制御符号を提案する。DCS RZ 符号と CSRZ DPSK 符号に共通の光スペクトル構造 (デュオバイナリモード) があることを見出し、特に長距離伝送が難しい局所分散の小さい光ファイバにおける両者の比較を行い、CSRZ DPSK 符号遅延検波方式の有用性を数値計算、Tbit/s 級の光伝送実験により明確化している。

第 7 章は「40 Gbit/s 帯域制御 RZ 符号化チャンネルによる OTN 実証」と題し、第 3~6 章で提案した技術を適用した 40 Gbit/s チャンネルを用いた波長多重ネットワークの実現性について述べる。波長多重伝送技術を用いた光バックボーンネットワークの要求条件について述べたのち、これらの要求条件に基づく光ネットワークにおける新しいデジタルフレームを提案する。次に、提案したデジタルフレームを用いた 43 Gbit/s 波長多重伝送実験を行い、その実現性と有効性を実証する。また、トーン変調された CSRZ OOK (On off Keying) 符号または CSRZ DPSK 符号による波長分散モニター方式を用いた受信端自動波長分散補償を提案し、OTN フレームによる誤り訂正監視機能と組み合わせることにより、波長多重光ネットワークにおける 40 Gbit/s 以上の光パスを容易に確立できることをフィールド実験により示している。

第 8 章は「結論と将来展望」であり、本論文で得られた成果をまとめ、今後の課題と展望について述べている。

以上のように本研究では、分散耐力および非線形耐力を考慮して高密度波長多重伝送を実現するための新しい光変復調方式を提案し、40 Gbit/s 以上の超高速チャンネルを用いた大容量光ネットワークにおいてその有効性を検証した。本論文で提案された帯域制御 RZ 符号化超高速チャンネル伝送技術は、近年のコヒーレント光通信システムにおける超高速光変復調技術の変革・発展に貢献した。また、本論文で提案された超高速チャンネルを用いた大容量光ネットワークは、100 Gbit/s Ethernet 信号をトランスペアレントに収容可能なデジタルフレームに発展している。本研究は、将来の大容量光ファイバ通信技術の発展に大きく寄与し、電子工学への貢献が多岐である。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。