

氏 名	しゃ け いっ べい 社 家 一 平
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 210 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 通 信 情 報 シ ス テ ム 専 攻
学 位 論 文 題 目	光時分割多重信号の一括分離技術および非同期サンプリングを用いた光 信号品質監視技術に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 佐 藤 亨 教 授 高 橋 豊 助教授 乗 松 誠 司
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、次世代光ネットワークを実現するための要素技術である、光時分割多重 (OTDM) 技術および光信号品質監視技術の確立を目的としたものである。

電気回路では動作速度が追いつかない速度の時分割多重が必要な場合、光領域での時分割多重が有用である。その場合に OTDM 信号生成についての研究は多くなされているが、OTDM 信号を安定に一括分離する技術についてはまだ確立されていない。また、次世代光ネットワークでは OTDM 信号を含め、光信号ビットレート、変調フォーマット (NRZ/RZ, PSK 等)、データフォーマット (SDH, Ethernet, ATM 等) に依存しない点 (トランスペアレント性) が大きな特徴の一つある。トランスペアレント性を確保し、かつ光信号の品質監視を行うことは、次世代光ネットワーク構築における課題の一つとなる。本論文では、これらの課題を解決するための手法について研究を行い、その成果をまとめている。

OTDM 信号を安定に一括分離する技術においては、半導体光増幅器 (SOA) における光非線形効果の一つである四光波混合を利用し、SOA アレイをプレーナ型光導波路 (PLC) にハイブリッド集積した回路を提案している。回路を製作し、その特性改善についても検討されている。また、ビット誤り率と 1 対 1 に対応した Q 値により光信号品質が定義されるが、光信号品質監視技術に関しては、トランスペアレント性のある Q 値モニタ法を二つ提案し、その特性などが詳述されており、論文は全 9 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の背景について述べ、光ネットワークの開発動向、トランスペアレント性の必要性、目的について述べている。

第 2 章—第 4 章では、主に OTDM 信号の一括分離技術 (OTDM-DEMUX) の検討について述べており、第 5 章—第 8 章では、主に非同期サンプリングを用いた光信号品質監視技術の検討について述べている。

第 2 章は、OTDM-MUX/DEMUX 回路を検討する上で候補となる光変調技術について述べている。光信号の変調デバイスとして用いられるニオブ酸リチウム光変調器、電界吸収型光変調器や半導体光増幅器等の半導体素子、および光ファイバを用いた光変調について、現在までに実現されている光変調特性について述べ、OTDM-MUX/DEMUX 回路を作成する上での必要条件を満足する方法について比較を行っている。

第 3 章では、OTDM-MUX/DEMUX 回路として SOA アレイをプレーナ型光導波路 (PLC) にハイブリッド集積した光回路に関する検討について述べている。まず SOA を用いた光信号処理特性について検証した後、ハイブリッド集積回路の動作条件の検討および試作した 160 Gbit/s OTDM-DEMUX 回路の基本特性について述べている。

第 4 章では、OTDM 信号伝送を考慮したときの伝送品質劣化要因について述べている。従来考慮されなかった、チャンネル内四光波混合の影響に関する考察も行っている。そして、全チャンネル個別変調の OTDM 信号を生成し、全チャンネル一括分離を行ってビット誤り率特性を検証した初めての結果である、OTDM-DEMUX 回路を用いた 160 Gbit/s OTDM 信号の伝送実験について述べている。

第5章では、非同期サンプリングを用いて得られる非同期振幅ヒストグラムから平均化Q値を評価することにより光信号品質監視を行う方法の提案、および平均化Q値評価の特性を数値計算により検証している。

第6章では、平均化Q値モニタ法について、波長分散に対する依存性の考察および偏波分散や線形クロストークに対する依存性の考察について述べている。

第7章では、光信号品質監視回路の提案および試作と、それを用いた平均化Q値評価について述べている。

第8章では、非同期サンプリングによりアイダイヤグラムを測定する方法について提案し、実現条件について検討している。さらに、波長多重された光信号の監視方法を提案し、波長セレクトを用いた光信号品質回路を用いた実験による検討について述べている。

第9章は結論であり、本論文で得られた主要な成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

現在さまざまな通信ネットワークが無線化され、無線機に対する需要が極めて大きくなっている。本論文は、次世代光ネットワークを実現するための要素技術である、光時分割多重(OTDM)信号の一括分離技術およびトランスペアレント性が必要な次世代光ネットワークにおける光信号品質監視技術(Q値モニタ法)の確立を目的としたものであり、試作回路による実証実験を含め、その有用性を明らかにしている。得られた主要な研究成果は次の通りである。

(1) OTDM信号の一括分離技術に関し、半導体光増幅器アレイをプレーナ型光導波路にハイブリッド集積した回路に関する検討を行った。試作回路を用い、動作条件の検討を行った。

(2) 試作回路を用い、160 Gbit/s OTDM信号に対し、良好な一括分離特性が得られることを確認した。さらに160 kmの光ファイバを伝送したOTDM信号に対しても同様に良好な一括分離特性が得られることを確認した。

(3) Q値モニタ法に関し、非同期サンプリングを用いて得られる非同期振幅ヒストグラムから平均化Q値を評価することにより光信号品質監視を行う方法の提案、および平均化Q値評価の基礎特性を検討した。さらに、実用上影響があると考えられる光ファイバの波長分散や偏波分散、線形クロストークなどの影響について検討を行い、明らかにした。

(4) 光段でのサンプリングを行う平均化Q値モニタ回路を試作して動作検証を行い、40 Gbit/sの信号に適用可能な8 psの分解能を得た。

(5) Q値モニタ法の別手法として、非同期サンプリングにより信号アイダイヤグラムを測定する方法を提案し、実現条件について明らかにした。さらに、波長多重された光信号の監視方法を提案し、波長セレクトを用いた光信号品質回路を用いた実験による検討を行った。

以上要するに本論文は、次世代光ネットワークを実現するための要素技術である、OTDM一括分離の安定的動作を可能とし、信号形式によらないQ値モニタ法の提案を行うとともに、その有用性ならびに優れた特性を明らかにしたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年2月22日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。