



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 光時分割多重方式を用いた超高速光信号伝送とその品質監視に関する研究   |
| Author(s)    | 賀川, 昌俊  |
| Citation     | 大阪大学, 2010, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/57560">https://hdl.handle.net/11094/57560</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| 【122】         |  |  |  |
| 氏 名           | 賀 川 昌 俊  |  |  |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士（工 学）   |  |  |
| 学 位 記 番 号     | 第 2 3 8 4 0 号  |  |  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 22 年 3 月 23 日  |  |  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科電気電子情報工学専攻  |  |  |
| 学 位 論 文 名     | 光時分割多重方式を用いた超高速光信号伝送とその品質監視に関する研究  |  |  |
| 論 文 審 査 委 員   | （主査）<br>准教授 丸田 章博<br>（副査）<br>教 授 滝根 哲哉 教 授 北山 研一 教 授 小牧 省三<br>教 授 馬場口 登 教 授 三瓶 政一 教 授 井上 恭<br>教 授 河崎善一郎 教 授 鷺尾 隆 教 授 溝口理一郎 |  |  |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が沖電気工業株式会社に在職中、および大阪大学大学院研究科電気電子情報工学専攻博士後期課程在学中に行った光時分割多重方式を用いた超高速光信号伝送とその品質監視に関する研究をまとめたものであり、以下の6章から構成されている。

第1章は序論であり、光時分割多重方式に関連する研究分野における研究状況、および課題についてまとめ、本研究の位置づけ、目的、意義を明らかにした。

第2章は本論文の基礎となる光時分割多重方式を用いた160-Gb/s送受信器について検討した。光時分割多重信号の生成方式として、空間結合系干渉計と小型の電界吸収型変調器を組み合わせることで全信号変調可能な多重回路を開発した。また、電界吸収型変調器を時分割分離ゲート、およびクロック再生器の分周器として用いた受

信器を開発した。さらに、開発された送受信器を用いて単一モードファイバ640kmの伝送実験を行い、その有効性を検証した。

第3章は光時分割多重方式で課題となる多重ビット間の位相制御を行う方式について検討し、1ビット遅延干渉計を用いて隣接ビット間の位相を検出する方式を提案した。また、提案した方式を第2章で検討した光時分割多重信号の送信器に適用し、その有効性を検証した。また、提案した方式を用いて、5種類の位相関係の異なる信号を生成し、その伝送特性を実験により比較した。さらに、位相関係が同じでも光パルスのデューティ比が異なると違う現象が生じることを見出したので、この原因について検証を加えた。すなわち、原因としてチャネル内四光波混合と隣接パルス間の相互作用に着目し、数値解析を行い考察した。

第4章は超高速光信号の利点の一つである一括光信号監視の実現をめざし、電気信号の限界を超えた伝送速度を持つ光信号でもその品質を検出可能とする方式を検討した。具体的には、より簡易な構成で実現することを目的として、電界吸収型変調器を用い、プリスケール方式の提案を行い、その有効性を実験により検証した。また、光ファイバ伝送の劣化要因として、光信号雑音比、波長分散、1次の偏波モード分散を想定し、その要因を分離検出可能な構成を検討した。さらに、JGNII光テストベツトを用いて、提案した方式のフィルード環境での有効性を検証した。

第5章は第2章で検討したビット間の位相制御方式を用いて、光時分割多重信号に光位相識別子を付与し、光時分割多重信号で課題であったチャネル識別を行う方式を提案した。光位相識別子は受信時に1ビット遅延干渉計に受信信号を通すことで、位相識別子に同期した低周波の分周信号を生成することができる。分周信号からクロック再生された信号も位相識別子に同期しているため、このクロック再生された信号を用いて時分割多重分離を行うことで、OTDM信号から特定のチャネルを分離することが可能になる。また、特定のチャネルを分離する実験を行い、提案した方式の有効性を検証した。

第6章は本論文の結論であり、本研究で得られた結果の総括を行った。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、光時分割多重方式を用いた超高速光信号伝送とその品質監視に関する研究成果をまとめたものであり、内容について要約すると以下の通りである。

(1) 光時分割多重方式を用いた160-Gb/s送受信器について検討している。光時分割多重信号の生成方式として、空間結合干渉計と小型の電界吸収型変調器を組み合わせることで全信号変調可能な多重回路を開発している。また、電界吸収型変調器を時分割分離ゲートおよびクロック再生器の分周器として用いた受信器を開発している。さらに、開発した送受信器を用いて単一モードファイバ640kmの伝送実験を行い、その有効性を検証している。

(2) 光時分割多重方式で課題となる多重ビット間の位相制御を行う方式について検討し、1ビット遅延干渉計を用いて隣接ビット間の位相を検出する方式を提案している。また、提案方式を(1)で開発した光時分割多重信号の送信器に適用し、その有効性を検証している。また、提案方式を用いて、5種類の位相関係の異なる信号を生成し、その伝送特性を実験により比較している。さらに、位相関係が同じでも光パルスのデューティ比が異なると違う現象が生じることを見出し、その原因について数値解析による検証を加えている。

(3) 超高速光信号の利点の一つである一括光信号監視の実現をめざして、電気信号の限界を超えた伝送速度を持つ光信号でもその品質を検出可能とする方式を検討している。具体的には、より簡易な構成で実現することを目的として、電界吸収型変調器を用い、プリスケール方式の提案を行い、その有効性を実験により検証している。また、光ファイバ伝送の劣化要因として、光信号対雑音比、波長分散、1次の偏波モード分散を想定し、その要因を分離検出可能な構成を検討している。さらに、JGNII光テストベツトを用いて、提案方式のフィルード環境での有効性を検証している。

(4) (1)で検討したビット間の位相制御方式を用いて、光時分割多重信号に光位相識別子を付与し、光時分割多重信号で課題であったチャネル識別を行う方式を提案している。光位相識別子は受信時に1ビット遅延干渉計に受信信号を通すことで、位相識別子に同期した低周波の分周信号を生成することができる。分周信号からクロック再生された信号も位相識別子に同期しているため、このクロック再生された信号を用いて時分割多重分離を行うことで、OTDM信号か

ら特定のチャネルを分離することが可能である。また、特定のチャネルを分離する実験を行い、提案方式の有効性を検証している。

以上のように、本論文は有益な成果を提供するものであり、情報通信工学分野の発展に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。