

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19360172

研究課題名(和文) スペクトル-時間変調を用いた全光学的光ラベル認識に関する研究

研究課題名(英文)

Optical Label Recognition using Spectrum Spread-Time Hopping Codes.

研究代表者

大柴 小枝子(OSHIBA SAEKO)

京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授

研究者番号：90372599

研究分野：光通信工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：(1) 光スイッチ (2) フォトニックネットワーク (3) 情報通信工学

(4) 光パケットスイッチ

#### 1. 研究計画の概要

本研究では、スペクトル-時間変調により光ラベルを構成し、各パケットに付与し、それを光処理によって認識することで、高速のバーストデータを遅延なく認識し、パケット単位での挿入・引き落とし・経路切り替え(スイッチング)を可能とする全光認識の光パケットスイッチ方式に関して研究を行う。具体的には、モードロックレーザによって発生した高速の光パルスを用いて、複数のサブFBG(ファイバブラッググレーティング)などから構成される光スペクトル-時間変調器を用いて、信号パルスのスペクトルを構成する各縦モードをスペクトル分割し、位相変調および時間遅延を加える方式を提案することを目的とし、以下について明らかにする。

(1) 光ラベル認識のシミュレーションモデルを構築し、本方式で実現可能なコード数を明らかにする。また、実際に、複数のサブFBG(ファイバブラッググレーティング)などから構成される光スペクトル-時間変調器を作成し、モードロックレーザのスペクトル分割、位相変調および時間遅延を加えた場合の光ラベル認識の実験確認を行う。

(2) 本方式で、光ラベル認識を行い、光パケットスイッチの切り替え制御を行う。ラベル認識信号を閾値処理する回路を試作し、スイッチングの高速化・低パケットロスを行うための課題を確認する。

(3) 光ラベルを付与して、光パケットスイッチング実験を実施し、本方式を用いた光パケットスイッチネットワークによる帯域利

用効率の検討を行う。

#### 2. 研究の進捗状況

(1) スペクトル-時間変調による光ラベル方式で実現可能なコード数を明らかにした。特に、5つの波長帯を組み合わせた場合の、光ラベル認識のシミュレーションモデルを構築し、14400パターンが実現可能であることを明らかにした。

実際に、5つのサブFBG(ファイバブラッググレーティング)などから構成される光スペクトル-時間変調器を作成し、5つの波長帯域に対して異なる遅延時間を施すことで符号/復号化を行った。また、4種類の異なる遅延時間パターンを持つFBG符号/復号器を用いて光ラベルの生成/認識実験を行い、自己相関と相互相関のピーク比に関して検討を行った。

また、FBG位相符号方式を用いた光符号方式についても検討した。

(2) スペクトル-時間変調による光ラベル方式で光ラベル認識を行い、光パケットスイッチの切り替え制御実験を行った。生成/認識した光ラベルを光パケットスイッチに応用するために、スイッチ制御信号の生成について検討した。光信号である相関波形をO/E変換した後、雑音低減回路によってノイズ軽減およびパルス幅拡大を行い、スイッチをON/OFFする0/1信号を生成した。さらに、光符号のコードパターン、自己相関と相互相関のピーク比、あるいは相関波形の時間タイミングなどの条件を変化させたとき、ラベル認識信号を閾値処理する回路を試作しON-OFF

制御においてエラーフリーでの制御を実現し、パケットロスがないことを確認した。

(3) 波長多重パケットを構成し、それに本光ラベルを付与してのパケット切り替え実験を行った。

### 3. 現在までの達成度

① 当初の計画以上に進展している。

(理由)

実際に素子を試作し、実験確認を行って、本ラベル方式の有効性を確認した。さらに、本方式を用いることで、光ラベルの分離・付与が認識と同時に可能であり、ネットワークにおける遅延時間を低減することが可能であるという新たな知見を得ることができた。

また、ラベル認識信号のノイズ低減回路を作成し、ラベルスイッチ以外にも、広く RZ 信号の雑音低減に有効であることを実験的に確認した。

### 4. 今後の研究の推進方策

これまでの研究で、本ラベル方式に関する有効性を確認できた。今後は、さらに、光パケットでの帯域利用効率に関する詳細な検討を行う予定である。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Masaki Kishi, Renichi Moritomo, Saeko Oshiba, Masahiro Akiyama, Noise Reduction of OCDM Signals by Electrical Time Gating, Proceedings of Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC) and the National Fiber Optic Engineers Conference (NFOEC), CD-ROM, 3 ページ, 2010, 査読有
- ② Improvement of multiplicity in flexible signal bit rate OCDM system using noise reduction circuits, S. Oshiba, Y. Kotani, Y. Tsubouchi, R. Moritomo, M. Akiyama, Proceedings of Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC) and the National Fiber Optic Engineers Conference (NFOEC), CD-ROM, 3 ページ, 2009, 査読有
- ③ 別所秀起、高山良太、大柴小枝子、秋山正博、光ラベル認識によるパケットスイッチ制御信号生成と誤り率特性改善に関する検討、電子情報通信学会技術研究報告, Vol.108, No.417, pp.125-130、2009 年、査読無
- ④ 別所 秀起、大柴 小枝子、スペクトル時間変調方式を用いた信号処理モデルに関する検討、電子情報通信学会技術研究報

告, Vol.107, No.444, pp.47-51、2008 年、査読無

- ⑤ Y. Tsubouchi, R. Moritomo, M. Akiyama, and S. Oshiba, A peak-voltage-control circuits and its application to noise reduction from high speed RZ signals, Proceedings of 2007 Korea-Japan Micro Wave Conference, pp.153-156, 2007, 査読有

[学会発表] (計 6 件)

- ① 高山良太、大柴小枝子、片岡伸元、和田尚也、FBG 光ラベル生成/認識素子を用いた WDM 光パケットの切替スイッチング実験、電子情報通信学会、2009 年 9 月 16 日、新潟大学
- ② 川北優介・守友連一・大柴小枝子、SC 光のスペクトルスライスによる WDM パケット用短パルス発生実験、電子情報通信学会、2009 年 9 月 17 日、新潟大学
- ③ 岸 正樹・守友連一・大柴小枝子・秋山正博、電気領域時間ゲートによる多重化 OCDM 信号の雑音低減、電子情報通信学会、2009 年 9 月 18 日、新潟大学
- ④ 坪内雄大・守友連一・大柴小枝子・秋山正博、ピーク電圧制御回路と閾値アンブを用いた高速 RZ 信号からの雑音低減法の検討、電子情報通信学会、2009 年 3 月 21 日、北九州市立大学
- ⑤ 高山良太・別所秀起・大柴小枝子・秋山正博、光ラベル認識によるパケットスイッチ制御信号の生成、電子情報通信学会、2008 年 9 月 17 日、明治大学

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

名称：時間分割波長ホップ光符号方式による通信方法および通信システム

発明者：岩村英志、鹿嶋正幸、大柴小枝子

権利者：京都工芸繊維大学

種類：特許

番号：特願 2009-156640

出願年月日：2009 年 7 月 1 日

国内外の別：国内

名称：光符号ラベルスイッチ方法および光符号ラベルスイッチ装置

発明者：岩村英志、鹿嶋正幸、大柴小枝子

権利者：京都工芸繊維大学

種類：特許

番号：特願 2009-162915

出願年月日：2009 年 7 月 9 日

国内外の別：国内