

様 式 F - 7 - 1

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成26年度）

1. 機関番号 

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 基盤研究(C) 4. 補助事業期間 平成26年度～平成28年度

5. 課題番号 

2	6	4	2	0	3	0	7
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 偏光双安定VCSELを用いた全光型JKフリップ・フロップの実現

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
8 0 3 1 3 3 6 0	カタヤマ タケオ 片山 健夫	物質創成科学研究科	助教

## 8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

## 9. 研究実績の概要

平成27年度は以下の研究で成果をあげた。

1. 偏光自己変調：VCSELの発振光を、偏光、強度、遅延時間などを調整して元のVCSELに戻す帰還光学系は本研究の基本となる光学系である。ボールレンズを加工した自己集光機能を持つ半球ハーフミラーで外部共振器を構成し、共振器内に偏光を90度回転させるために1/4波長板を挿入し、VCSELの発振光を自己変調させる研究を行った。半径3 mmのボールレンズで最高15.3 GHzの変調出力を得られ、変調は2つの外部共振器モードのビートによるものであることが分かった。

2. 波長の異なる光パルスによるANDゲート動作：これまでの光ANDゲート機能を用いたフリップ・フロップ動作では、セット光とデータ光パルスを同一波長に設定していたため、位相と波長の制御が必要でありシステムが複雑化する。そこで、波長の異なる2つの光パルスによるANDゲート動作を用いた光フリップ・フロップ動作を行った。1 ns幅のデータ光パルスの後半に500 ps幅のセット光パルスを重畳した場合、光の周波数差が2.0～4.0 GHzの間でフリップ・フロップ動作が可能であった。また、波長差を大きくすると大きな入力光パワーが必要となったが、偏光スイッチングのタイミングジッタが小さくなった。この方法を用いることにより、システムの構成を簡便にできる可能性がある。

3. 並列化による2ビットヘッダー識別：光論理回路の拡張性を確認するため、偏光双安定VCSELを2個並列に用い14ビット500 Mb/s RZのヘッダー信号列中の2ビットに対してANDゲート動作を行い、その識別結果信号によって光スイッチを制御して40 Gb/s 11段PRBS NRZ信号のパケットスイッチングを行った。4つの光出力ポートのうち、ヘッダーの宛先が示すポートへパイロードを出力することに成功した。

## 10. キーワード

- |                  |             |            |           |
|------------------|-------------|------------|-----------|
| (1) 光デバイス        | (2) 全光型論理素子 | (3) 半導体レーザ | (4) 偏光双安定 |
| (5) フォトニクスネットワーク | (6)         | (7)        | (8)       |

## 11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

研究実績の概要で示したように、本研究の基本となる帰還光学系の構築と、それを用いてVCSEL発振光の自己変調を行うことで応答特性の評価を行った。また、異なる波長の光パルスでANDゲート動作が可能であることを明らかにした。これらの成果はJKフリップ・フロップを実現するための基礎研究として重要であり、実際のJKフリップ・フロップ光学系を構築して動作を実現する前に実施したことで光学系を構築するための重要な知見が得られた。

## 12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

基本動作の研究で得られた知見をもとに光ファイバ系で帰還光学系を構築し、JKフリップ・フロップ動作の研究を実施する。偏光自己変調の実験から外部共振器の反射率が低いとスイッチングが起きず、帰還光学系においてもスイッチングに一定の強度が必要であること、さらに波長差がある光パルスであってもANDゲート動作が可能であることが分かったため、その知見をもとに光強度、波長差の設定を行う。まずは光ファイバを用いた光学系を構築してそれらの設定を確認するが、速やかに自由空間光学系に移行して高速化を図る。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

本研究の基盤技術となる自由空間光学系による自己光パルス発生の研究において高速動作の可能性が見出せ、平成26年度に実施予定であった光ファイバによる帰還光学系の実験の一部を次年度に行うこととしたため。

(使用計画)

光ファイバによる帰還光学系の実験を行うための光学部品の購入に使用する。

## 13.研究発表(平成26年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(2)件 うち査読付論文 計(2)件

著者名		論文標題			
D. Hayashi, K. Nakao, T. Katayama, and H. Kawaguchi		All-optical 2-bit header recognition and packet switching using polarization bistable VCSELs			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Optics Express	有	23	2   0   1   5	8357-8364	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1364/OE.23.008357					

著者名		論文標題			
T. Liu, T. Katayama, and H. Kawaguchi		High-Frequency Self-Modulation in Short-External-Cavity VCSEL with Concave Mirror			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
IEEE Photonics Technology Letters	有	27	2   0   1   5	280-283	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1109/LPT.2014.2368582					

(学会発表) 計(8)件 うち招待講演 計(0)件

発表者名		発表標題	
林大介、仲尾一也、片山健夫、河口仁司		偏光双安定VCSELを用いた全光型2ビットヘッダ識別による光パケットスイッチング	
学会等名	発表年月日	発表場所	
電子情報通信学会 レーザ・量子エレクトロニクス研究会	2014年10月30日～2014年10月31日	長崎歴史文化博物館(長崎県・長崎市)	

発表者名		発表標題	
仲尾一也、林大介、片山健夫、河口仁司		偏光双安定VCSELを用いた全光型2ビットヘッダ識別パケットスイッチング	
学会等名		発表年月日	発表場所
2014年電子情報通信学会ソサイエティ大会		2014年09月23日～2014年09月26日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名		発表標題	
林大介、仲尾一也、片山健夫、河口仁司		偏光双安定VCSELを用いた光メモリ動作のビット誤り率測定	
学会等名		発表年月日	発表場所
2014年電子情報通信学会ソサイエティ大会		2014年09月23日～2014年09月26日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名		発表標題	
仲尾一也、林大介、片山健夫、河口仁司		波長の異なるデータ光とセット光を用いたANDゲート光フリップ・フロップ動作	
学会等名		発表年月日	発表場所
2015年電子情報通信学会総合大会		2015年03月10日～2015年03月13日	立命館大学(滋賀県・大津市)

発表者名		発表標題	
片山健夫		偏光制御による高機能フォトニックデバイス	
学会等名		発表年月日	発表場所
日本学術会議公開シンポジウム「第4回先端フォトニクスシンポジウム」		2014年08月08日	日本学術会議(東京都・港区)

発表者名		発表標題	
劉濤、片山健夫、河口仁司		凹面鏡外部共振器VCSELによる高速光パルス発生	
学会等名		発表年月日	発表場所
2014年電子情報通信学会ソサイエティ大会		2014年09月23日～2014年09月26日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名		発表標題	
伊藤隼、片山健夫、河口仁司		偏光無依存HCGに結合した光導波路の入射偏光による出力切り換え	
学会等名		発表年月日	発表場所
2014年電子情報通信学会ソサイエティ大会		2014年09月23日～2014年09月26日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名		発表標題【発表確定】	
T. Katayama, D. Hayashi, K. Nakao, and H. Kawaguchi		BER Performance Evaluation and Header Recognition Using All-Optical Flip-Flop Operation with AND-Gate Functionality	
学会等名		発表年月日	発表場所
The Conference on Lasers and Electro-Optics/Europe and the European Quantum Electronics Conference 2015 (CLEO/Europe-EQEC 2015)		2015年06月21日～2015年06月25日	Munich(Germany)

〔図書〕計(0)件

著者名		出版社		
書名		発行年	総ページ数	

## 14.研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計( 0 )件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計( 0 )件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

## 15.備考

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 超高速フォトニクス研究室  
<http://mswebs.naist.jp/LABs/kawaguchi/index-j.html>