

平成 17 年度 卒業論文

電子式偏光制御器を利用した  
光ゲート入力偏光制御システムの開発

学籍番号 0122006

葛西 博幸

電子工学科 光エレクトロニクス講座

指導教官 上野芳康 助教授

提出日 平成 18 年 2 月 28 日

## 概要

現在、電気回路の速度限界に縛られない全光通信技術の開発が行われている。そのような装置では複屈折素子や偏光軸を持つ素子などが多用されており、偏光軸合わせは主に手動で行われている。本研究では電子式偏光制御器と Digital-Analog-Converter、Power Meter を用いて光の偏光を自動制御し、消光状態、または最大透過の出力光を長時間安定させるのシステムの開発をした。また本システムを応用し、半導体光増幅器の偏光軸を半自動探索するシステムの開発をした。

# 目次

第1章	序論	1
第2章	研究背景	2
2.1	全光通信	2
2.2	偏光	2
第3章	本研究の目的と方法	5
3.1	目的	5
3.2	研究の方法	5
第4章	波長板の特性評価実験と理論解析	6
4.1	波長板の特性評価実験	6
4.2	Maple による理論解析	6
4.3	実験と理論解析の比較	6
第5章	電子式偏光制御器の制御と評価	13
5.1	PCI 接続型 Digital-Analog-Converter	13
5.2	配線中継器	13
5.3	電子式偏光制御器	16
第6章	偏光の自動制御・安定化システムの開発	20
6.1	DAC の出力の安定化	20
6.2	GPIB 操作プログラム	22
6.3	自動記録システム	22
6.4	フィードバックプログラム	23
6.4.1	光出力の立下り	23
6.4.2	消光の安定化	23
6.4.3	消光ロジックの構築	27
6.5	消光、最大透過の論理反転	27
第7章	SOA の偏光軸の半自動探索システムの開発	30
7.1	実験構成図	30
7.2	本研究と手動での探索精度、時間の比較	30
第8章	結論	34
	謝辞	35
	参考文献	36
付録 1	高周波電気信号伝送実験	
付録 2	Fabry-perot Laser Diode の特性評価実験	
付録 3	Digital-Analog-Converter 制御プログラムメインソース	

## 第1章 序論

現在の光通信は信号変調に電気を用いた構成になっており、通信速度は電気の動作限界である 40Gb/s に制限される。この限界を取り払うには信号を光のまままで処理する必要がある。

そのために全て光で信号を処理する研究がなされている。例えばリングファイバレーザ[1]や波長変換器などといった装置があり、複屈折素子や偏光軸を持つ素子が多用されている。そのため偏光軸合わせが重要だが主に手動で行われている。

本研究では電子式偏光制御器を用いた偏光の自動制御・長時間安定化システムの開発と、半導体光増幅器 (Semiconductor Optical Amplifier, SOA) の偏光軸半自動探索システムの開発を行った。

## 第2章 研究背景

### 2.1 全光通信

現在の光通信は情報の伝送は光で、情報の処理は電気で行っている。しかしトランジスタに高い電界を印加してもキャリア速度が飽和してしまうため 40GHz いう動作限界が生じている。

光通信は 100Ch 以上を波長多重することにより伝送容量を増大することも可能だが、その装置は大型かつ高コストになるため現実的ではない。

それらを解決するために電気による動作限界に縛られない、光信号の光電気変換をせず光だけですべての制御を行う研究がなされている。

## 第8章 結論

本研究では、電子式偏光制御器、Digital-Analog-Converter、パワーメータを利用した偏光の消光、最大透過の長時間自動安定化とその自動記録システムの開発と本システムを応用した SOA 偏光軸半自動探索システムの開発、各素子の特性評価実験、波長板の理論解析を行った。

パワーメータから GPIB を利用し光強度を PC に戻し、それを DAC で電気信号出力にフィードバックさせたシステムを構築した。本研究では外部からシステムのファイバに刺激や、波長板の角度変化を加えた場合でもフィードバックにより再び消光状態へ補償することが出来た。また消光、最大透過での 5000 秒以上の安定性を達成した。消光状態へ至るまでのフィードバックのパラメータ操作により 50%以上の時間短縮が出来た。制御 bit 数が大きい DAC を用いれば更に決めの細かい偏光制御が可能である。

SOA 偏光軸半自動探索は手動より精度、速度共に劣るものの偏光軸を見つけることが可能である。フィードバックルーチンなどに改良の余地がある。

電子式偏光制御器は実験結果から液晶を用いた偏光制御を行っているものと推測される。

波長板の Maple を利用した理論解析は実際の波長板を用いた特性評価実験と比較し、実験結果と解析結果が一致したと言える。

本研究の応用例として DAC への印加電圧をランダムに設定することで偏光状態を乱すことができるので、偏波（偏光）無依存システムの確認や実験を行うときに用いることが考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、助言や指導いただいた院生、研究室メンバー、上野芳康教授に深く感謝します。

## 参考文献

- [1] S. Gee, F. Quinlan, S. Ozharar, and P.J. Delfyett, 'Simultaneous Optical Comb Frequency Stabilization and Super-Mode Noise Suppression of Harmonically Mode-Locked Semiconductor Ring Laser Using an Intracavity Etalon,' IEEE Photonics Technology Letters, vol. 17, no. 1, pp. 199-201, Jan. 2005.
- [2] K. Hirabayashi, C. Amano, "Liquid-Crystal Polarization Controller Arrays on Planar Waveguide Circuits," IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 14, No. 4, APRIL 2002, pp. 504-506.
- [3] P. Doussiere, P. Garabedian, C. Graver, D. Bonnevie, T. Fillion, E. Derouin, M. Monnot, J.G. Provost, D. Leclerc, M. Klenk, "1.55 $\mu$ m polarisation independent semiconductor optical amplifier with 25 dB fiber to fiber gain," IEEE Photonics Technology Letters, Vol 6, pp. 170-172, 1994.
- [4] X. Yang, D. Lenstra, G. D. Khoe, H. J. S. Dorren, "Nonlinear polarization rotation induced by ultrashort optical pulses in a semiconductor optical amplifier," Optical Communications, Vol. 223, No. 1-3, pp. 169-179, July. 2003.
- [5] H. J. S. Dorren, Daan Lenstra, Member, IEEE, Yong Liu, Student Member, IEEE, Martin T. Hill, Member, IEEE, and Giok-Djan Khoe, Fellow, IEEE, "Nonlinear Polarization Rotation in Semiconductor Optical Amplifiers: Theory and Application to All-Optical Flip-Flop Memories," IEEE J. Quantum Electron., vol. 39, no. 1, pp. 141-148, Jan. 2003.
- [6] R. J. Manning, A. Antonopoulos, R. Le Roux and A. E. Kelly, "Experimental measurement of nonlinear polarization rotation in semiconductor optical amplifiers," Electron. Lett., vol. 37, no. 4, pp. 229-231, Feb. 2001.