

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	平野 正樹 (ひらの まさき)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 706 号
○授与年月日	2011 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	電気光学変調による高効率光周波数コム発生
○審査委員	(主査) 森本 朗裕 (立命館大学理工学部教授) 笠原 健一 (立命館大学理工学部教授) 田口 耕造 (立命館大学理工学部教授) 村田 博司 (大阪大学大学院基礎工学研究科准教授)

<論文の内容の要旨>

本論文は、光共振器を利用した多重電気光学変調による高効率光周波数コム発生について行った研究をまとめたものである。電気光学変調を用いた光周波数コム発生はスペクトル帯域等を電氣的に制御可能であり、通信や計測の分野において有用であると考えられる。光周波数コムが効率的に発生できる複数の方式を提案し、それぞれ解析および実験を行った。まず、バルク型 Fabry-Perot 光変調器を疑似速度整合型電気光学変調器を用いて試作し、これによる光周波数コム発生を確認している。疑似速度整合は周期分極反転構造を 2 段階パルス電界印加法により作製して達成している。変調周波数 10.4 GHz、変調電力約 1.0 W で幅約 150 GHz の光周波数コムが可視域で得られた。

次に、光ファイバリングによる光周波数コム発生とスペクトル平坦化に着目して研究を行った。ファイバリングレーザーの FM レーザー動作を利用するとテラヘルツにおよぶ広帯域スペクトルを容易に得ることができるが、その外部に光強度変調器を接続することによりスペクトル整形を行うことを提案し、実験により変調周波数 10 GHz、変調電力 1.0 W で幅約 0.5 THz、強度偏差±1.5 dB 以内の平坦光周波数コムが生成できることを確認した。また、外部注入光のファイバループ変調を利用した光周波数コム発生において、指数関数状に強度分布を持つ変調サイドバンドとともに、光共振器内でのモード同期発振が同時に起きることを見だし、それらの同期によってスペクトル整形を行うことを提案して実証した。実験では、変調周波数 11 GHz、変調電力 1.0 W で幅約 1.0 THz、強度偏差±1 dB 以内の平坦光周波数コムが、外部注入光の周波数を基準として安定に生成できることを確

認している。

<論文審査の結果の要旨>

本論文は、電気光学変調による光周波数コム発生に関するものである。光周波数コムは周波数軸上で等間隔に櫛（コム）状に並んだ広帯域光スペクトルのことであり、近年、極限計測はもとより次世代光通信の分野にその応用分野が広がりつつある。本論文は3つの内容について述べているが、いずれも光共振器を用いることによってマイクロ波と同期した光周波数コムを効率よく発生可能な方式を提案して実証しているものであり、以下の点において高く評価できる。

- 1) マイクロ波領域で動作可能な高効率光変調器として知られている **Fabry-Perot** 光変調器に周期分極反転による疑似速度整合型光位相変調器を適用することを提案し、その動作条件と動作特性を解析および実験により明らかにしたことは評価できる。
- 2) 電気光学結晶の分極反転において、パルス電界印加波形を成形することによって精度よく分極反転が可能になる手法を見いだした。またそれを用いて試作した、定比組成電気光学結晶の分極反転構造が、冷却という簡易な手法により非破壊で観測できることを見いだした。実用的な面で評価できる。
- 3) 広帯域コムでありながらスペクトル強度変動の大きい **FM** レーザー光に外部強度変調を組み合わせることによって、そのスペクトル強度変動を改善する手法を提案して実証した。位相変調単体よりもはるかに広帯域かつ平坦な光コムが生成できることは、実用的に高く評価できる。
- 4) 外部注入光によるファイバリング変調とモード同期スペクトルの同期によって、広帯域かつ平坦な周波数光コムが生成可能であることを提案し、実験によりその特性を明らかにした。光共振器内の分散特性を有効に利用したスペクトル制御法を提案しており、学術的および実用的に高く評価できる。

本論文の審査に関して、2011年2月1日（火）11時00分～12時00分、電子システム系共同研究室において公聴会を開催し、申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者平野正樹に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、スペクトルの安定性、従来方式との比較、独創性の所在などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科フロンティア理工学専攻博士課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第18条第1項該当者であり、論文内容および公聴会での

質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、課程博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することを適当と判断する。