

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Studies on Generation and Control of Ultrashort Optical Pulses by Electrooptic Modulation   |
| Author(s)    | 金, 大式   |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40664">https://hdl.handle.net/11094/40664</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 金 大 式  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学)  |
| 学位記番号      | 第 13919 号  |
| 学位授与年月日    | 平成10年3月25日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>基礎工学研究科物理系専攻   |
| 学位論文名      | Studies on Generation and Control of Ultrashort Optical Pulses<br>by Electrooptic Modulation<br>(電気光学変調による超短光パルス生成・制御に関する研究) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 小林 哲郎<br><br>(副査)<br>教授 山本 錠彦 教授 岡村 康行 助教授 北川 勝浩  |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、連続発振レーザー光からの電気光学外部変調法による超短光パルス生成およびそのパルス波形制御に関する研究をまとめたものであり、6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景として、超短光パルス生成の進歩と現在の光技術の現状を概説し、本研究の目的とその概要について述べている。

第2章では、従来から開発されてきた超短光パルス生成法の概要を述べた後、それらの問題点に対する電気光学変調による超短光パルス生成、制御法の有効性を示して、本研究の意義、目的を明らかにしている。

第3章では、超短光パルス生成・制御に適した新しい大振幅動作電気光学位相変調器の開発について述べている。一般の進行波形電気光学位相変調器では電気光学結晶を進む光とマイクロ波の速度が異なり、変調指数は一定の周期で増減を繰り返す。そこで電気光学結晶の周期的な分極反転により速度整合条件を擬似的に達成すれば相互作用長にほぼ比例する変調指数が得られることを理論的にみちびき、実際に電気光学結晶  $\text{LiTaO}_3$  を用い擬似速度整合形 (Quasi-Velocity-Matching : QVM) 電気光学位相変調器を作製し、3 THz までの広帯域光変調サイドバンドを得ており、さらにフェムト秒光パルスの生成と電気的な制御が可能であることを明らかにしている。

第4章では、QVM 電気光学位相変調器により連続発振レーザー光から生成されたサイドバンドスペクトルを利用して、電気光学的手法では世界で初めてフェムト秒領域の短光パルスの生成と任意の光波形制御を行ったことを述べている。まず、異常分散素子である回折格子対で群遅延圧縮を行い、半値幅560fsの超短光パルス列生成に成功し、また正常分散素子である単一モード光ファイバを用いて最適な圧縮パルスの観測結果を示している。次に変調光を空間的に分波して、液晶空間位相変調器アレイを用い各々のサイドバンドの位相のみを制御した結果、1変調周期に2つのパルス列生成をはじめとして様々なパルス列生成を確認している。

第5章では、単純な電気光学的手法を用いた群遅延圧縮パルス生成の場合、背景光が残っている問題点を解決するため、大振幅動作位相変調と同時に強度変調をかける方法を提案し、カスケード方式の実験により高効率パルス圧縮の可能性を確かめている。次に周期的レンズ形分極反転を用いることにより擬似速度整合と高速レンズ動作を同時に達成できる新しい電気光学変調器を開発し、超短光パルス圧縮実験を行い、最短550fsの短光パルスを高い消光比で得ている。さらに計算によるパルス波形とともに効率を評価し、より良いフェムト秒パルス生成の可能性を示している。

第6章本章では第2章から第5章までの研究成果を総括している。さらに今後の課題と展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、テラヘルツと言う超広帯域の光サイドバンドが生成可能な電気光学位相変調器、及びそれを用いた連続発振レーザに適用できる新しいフェムト秒域の超短光パルス生成・波形制御法の開発に関する研究をまとめたものであり、全体6章から構成されている。

まず、第1章で、研究の背景、本研究の意義、目的等を明らかにした後、第2章で、従来の超短光パルス生成法に対する本研究の有効性を示している。

第3章では、超短光パルス生成・制御に適したマイクロ波領域で動作する新しい大振幅動作電気光学位相変調器の開発について述べている。ここでは電気光学結晶の周期的な分極反転により光とマイクロ波の速度整合条件を擬似的に達成する方法(Quasi-Velocity-Matching: QVM法)を採用し、電気光学結晶にLiTaO<sub>3</sub>を用い16.25GHzで動作する電気光学位相変調器を作製し、3THzの広帯域光変調サイドバンドを得ている。

第4章では、QVM電気光学位相変調器により生成されたサイドバンドを利用して、電気光学的手法では世界で初めてフェムト秒領域の短光パルスの生成と任意の光波形制御を行ったことを述べている。まず位相変調光のもつ周波数チャープに対し、異常分散素子である回折格子対で群遅延圧縮を行い、変調周期61.5psの繰返しで半値幅560fsの超短光パルス生成に成功し、また正常分散素子である50mの単一モード光ファイバーを用いても同程度の幅の圧縮パルスを得ている。次に変調サイドバンドを空間分離しそれぞれの位相を液晶空間位相変調器アレイを用いて制御し、合波する光パルスシンセサイザの実験を行い、変調に対し2倍繰返しの1.2psパルス列生成を初めとして、様々な波形のパルス列生成を確認している。

第5章では、上述の群遅延圧縮パルス生成法のもつ高レベル背景光を除去するための2つの新方法を提案している。一つは強度変調器と位相変調器のカスケード方式であり、16.25GHzで背景光の少ないパルス圧縮に成功している。二つ目は位相変調にレンズ変調効果を加味した新しい電気光学変調器を用いる方式であり、レンズ動作により一方の向きの周波数チャープ部のみを選択抽出したのち、パルス圧縮を行うものである。この方式では、最短550fsの短光パルスを高い消光比で得ることに成功している。

第6章は研究成果の総括であり、加えて今後の課題と展望についても述べている。

以上のように、本論文は、世界記録の超広帯域のサイドバンド生成が可能なQVM電気光学位相変調器の開発とそれを用いた他では類例を見ない新しい超短光パルス生成・制御法の開発に関する研究の成果をまとめたものであり、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。