

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | GENERATION OF A HIGH-POWER ULTRA-SHORT LASER PULSE AND INTENSITY ENHANCEMENT BY HARMONIC CONVERSION   |
| Author(s)    | 張, 鉄軍   |
| Citation     | 大阪大学, 1995, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/39151">https://hdl.handle.net/11094/39151</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         | 張 鉄 軍  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)   |
| 学位記番号      | 第 11892 号  |
| 学位授与年月日    | 平成 7 年 3 月 23 日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科電磁エネルギー工学専攻   |
| 学位論文名      | GENERATION OF A HIGH-POWER ULTRA-SHORT LASER PULSE AND INTENSITY ENHANCEMENT BY HARMONIC CONVERSION<br>(高出力超短パルスレーザー光の発生と高調波変換による強度増大に関する研究) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 井澤 靖和<br>教授 加藤 義章<br>教授 西川 雅弘<br>教授 権田 俊一<br>教授 三間 罔興<br>教授 青木 亮三<br>教授 中塚 正大<br>教授 中井 貞雄<br>教授 桂 正弘<br>教授 西原 功修                  |

### 論文内容の要旨

本論文は、高強度で背景光の小さい超短パルスレーザー光の発生と、高調波変換による短波長化、短パルス化、強度増大ならびに背景光の抑制について行なった研究成果をまとめたもので、9章より構成されている。

第1章は緒論であり、超短パルスレーザー光発生における問題点をまとめ、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第2章では、非線形方程式を用いたチャープパルス増幅の解析モデルにより、背景光の原因とその除去法について解析し、時間的ウィンドウ法と周波数ウィンドウ法を組み合わせて用いることにより、光ファイバーを用いたチャープパルス増幅システムで、コントラスト比 $10^{10}:1$ が得られることを示している。

第3章では、3次の非線形光学効果を含む非線形相互作用の方程式を用いて高強度チャープパルス増幅レーザー光の第2高調波発生過程を解析した結果について述べ、常光線と異常光線に時間遅延をつけることにより、第2高調波のピーク出力が増強され、パルス幅が圧縮されること、エネルギー変換効率も向上することを示している。

第4章では、高強度超短パルスレーザー光の第3高調波発生においては、群速度不整合を考慮することが重要であることを指摘し、基本波と第2高調波に時間遅延を導入する新しい手法を提案して、解析によりエネルギー変換効率が上昇することを明らかにしている。

第5章では、高強度ピコ秒レーザーシステムの第2高調波発生実験について述べ、常光線と異常光線に時間遅延をつけて入射することにより第2高調波へのエネルギー変換効率が上昇すること、パルス幅が圧縮されピーク強度が増大することを示している。また、最適入射レーザー光強度では比較的スムーズなビーム断面形状が得られ、自己収束が低く抑えられていることを明らかにしている。

第6章では、高強度超短パルスレーザー用の集光システムを設計・試作し、ピーク出力30TWのレーザーにより集光強度 $10^{18}\text{W}/\text{cm}^2$ を実現している。このレーザーはレーザー航跡波を用いた電子加速実験に利用されている。

第7章では、チャープパルス増幅レーザーシステムにおけるパルス幅拡大器の設計手法について述べ、4次の非線形項を含めたレンズの収差解析を通して、背景光を抑制するために必要なレンズの設計指針を与えている。

第8章では、光ファイバー中を伝搬するパルスレーザー光のチャープ特性にあらわれる、時間および周波数領域における強度変調を解析し、この強度変調が誘導ラマン散乱によるものであることを明らかにしている。

第9章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

チャープパルス増幅を利用した高強度、超短パルスレーザー光においては、ペDESTALと呼ばれる背景光を除去し、コントラスト比の高いレーザーパルスを得ることや、高調波変換により短波長化を図ることが強く望まれている。本論文はチャープパルス増幅過程や高調波変換過程を高次の非線形相互作用まで含めて解析し、背景光の抑制、短波長化と強度増大を目的として行った研究成果をまとめたもので、主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 非線形方程式を用いたチャープパルス増幅の解析モデルにより、パルス圧縮過程で背景光を生成する要因とその除去法について解析し、時間的ウィンドウ法と周波数ウィンドウ法を組合せて用いることにより、光ファイバーを用いたチャープパルス増幅システムにおいてコントラスト比  $10^6$ : 1 が得られることを明らかにしている。
- (2) チャープパルス増幅システムのパルス幅拡大器で使用するレンズの収差を4次の非線形項まで含めて解析し、パルス圧縮時の背景光を抑制するために必要なレンズの設計指針を与えている。
- (3) 3次の非線形項を含めて、高強度チャープレーザーパルスの第2高調波発生過程を解析し、基本波を常光線と異常光線に分割し、時間遅延を与えて入射することにより第2高調波の強度増大とパルス幅の圧縮が引き起こされ、変換効率も向上することを示すとともに、基本波の入射強度に対する最適な遅延時間と波長変換用結晶の厚さの関係を明らかにしている。また、チャープパルス増幅による高強度、超短パルスレーザー光を用いて第2高調波発生実験を行い、時間遅延によるエネルギー変換効率の向上、パルス幅の圧縮、ピーク強度の増強を確認している。
- (4) 高強度、超短パルスレーザー光の第3高調波発生過程を解析し、群速度不整合を補償するため、基本波と第2高調波に時間遅延を導入する新しい手法を提案している。基本波と第2高調波の強度比や遅延時間が第3高調波変換効率に及ぼす効果を解析し、最適なパラメータに対する指針を与えている。

以上のように、本論文は高次の非線形効果を含めて、高強度、超短パルスレーザー光の発生や高調波変換過程を解析し、コントラスト比の向上や変換効率の増大、ピーク強度の増強など高強度、超短パルスレーザー光を応用する上で重要な知見を与えており、非線形光学、レーザー工学の発展に寄与することが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。