OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	高強度超短パルスレーザー光の発生とその応用に関する研究
Author(s)	山川, 考一
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37887
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【41】

氏名	山川考一（やまかわこういち）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第10270号
学位授与年月日	平成4年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科　電磁エネルギー工学専攻
学位論文名	**高強度超短パルスレーザー光の発生とその応用に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授　中井　貞雄 (副査) 教授　井澤　靖和　教授　加藤　義章　教授　西川　雅弘 教授　三宅　正宣　教授　青木　亮三　教授　石村　勉 教授　三間　圀興　教授　権田　俊一

論文内容の要旨

本論文は6章より構成されている。

第1章は緒論であり，高強度超短パルスレーザーの発生とそれによって開かれる応用研究の重要性について述べ，本研究の意義および目的を示した。

第2章では，光パルス圧縮において生じるペデスタルを除去するために提案した時間的ウインドウ法の計算モデルについて述べ，従来のペデスタル除去法との比較を行ないその有用性を示した。

第3章では，高強度超短パルスレーザー光を生成する第1段階として，チャープパルス増幅法を高出力ガラスレーザーシステムに適用し，これによって得られた実験結果について述べた。この実験では，ペデスタルを除去するために可飽和吸収体を用いた時間的ウィンドウ法を試みた。これらの結果，世界に先駆けて高コントラスト，8TW，3．5psレーザーパルスの発生に成功した。

第4章では，本研究の第2段階として，より高いコントラスト，高出力，短パルス化を目指し，長距離光ファイバーと高速光スイッチを用いたチャープパルス増幅実験について述べた。これによって，コントラスト比10^7以上，単一ビームから得られる世界最大出力30TW，1psレーザー光の発生に成功した。　第5章では，高強度超短パルスレーザー照射による固体ターゲットからの超短パルスX線発生の基礎実験について述べた。また，波長60nmXUVレーザー発振に必要な光電離方式XUVレーザー増幅器の設計を行ない，飽和増幅への可能性を検討した。

第6章は結論であり，主要な成果についてまとめ，本研究の総括とした。

論文審査の結果の要旨

集光強度10^{18}W／cm^{2}以上，パルス幅1 ps以下の高強度・超短パルスレーザー光は，プラズマ生成を伴わずに原子に束縛されている電子と直接に非線形相互作用し，多価イオン生成，高調波発生，超短パルスX線発生等を生じると予測されている。このような高強度光電場においては，プリパルスに含まれる僅かなエネルギーさえ，10^{12}W／cm^{2}を越える照射強度となる。即ち主パルスがターゲットに到着する前に，ペデスタルと呼ばれる背景光によって低密度プラズマが生成され，実験条件が大きく変化する。したがって，これらの応用においては，高出力で且つ背景光の小さい超短パルスレーザーが必要である。

本論文はこのような観点から，チャープパルス増幅法を高出力ガラスレーザーシステムに適用し，高コントラスト，高強度超短パルスレーザー光の発生とその応用に関する研究を行ったもので，主な成果は次のとおりである。

(1) 光ファイバーと回折格子対を用いた光パルス圧縮法において，短パルスに伴って生成されるペデスタルを除去するための新しい技術を考案し，計算モデルによる解析によりコントラスト比を従来の10：1から10^3：1以上に改善できることを示している。

(2) 光ファイバーと回折格子対による光パルス圧縮法において，周波数チャープパルスを増幅後にパルス圧縮するチャープパルス増幅法を高出力ガラスレーザーシステムに適用し，世界に先駆けてピーク出力8 TWの超高出力ピコ秒光パルスの発生に成功している。

(3) 光パルス圧縮において生じるペデスタルを除去するために可飽和吸収体を用いた時間的ウインドウ法を開発し，コントラスト比を従来の10:1から900:1以上（測定限界）に改善している。この実験結果は，上述したモデルの計算結果とよく一致することを示している。

(4) 大口径ＫＤＰ結晶を用いて圧縮パルスを変換効率40％で2倍高調波に波長変換し，さらに，高調波変換によりコントラスト比が向上することを実験的に明らかにしている。

(5) 高速の光スイッチとしてポッケルスセルスイッチを使用し，チャープパルスからの正の線形チャープ部分のみを取り出し，このチャープパルスの増幅を行ない，波長1.053μm おいて，コンストラスト比10^7以上，パルス幅1 ps，単一ビームから得られる出力としては世界最大の30TW のレーザー光の発生に成功している。

(6) 高強度超短パルスレーザー光を固体ターゲットに照射し，約1 keV のＸ線発生の時間変化を測定し，照射レーザー光のパルス幅を短くすることにより，短スケール長のプラズマが生成されることを実験的に明らかにしている。

以上のように本論文は，チャープパルス増幅法において生じる高出力化，短パルス化に伴う技術的問題点を明らかにし，また高コントラスト比を達成するための新しい技術を提案し，その有効性を示している。これらの結果，これまで実現されなかった高コントラスト，高強度超短パルスレーザー光の発生が可能となり，電磁エネルギー工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。