Osaka University Knowledge Archive

Title	超短パルスKrFレーザーの高出力化
Author(s)	西岡, 一
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3075145
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 86 】

氏　　名	西（にし）　岡（おか）　一（はじめ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11029　号
学位授与年月日	平成 5 年 12 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	**超短パルス KrF レーザーの高出力化**
論文審査委員	（主査） 教 授　山中　龍彦 教 授　佐々木孝友　教 授　平木　昭夫　助教授　中井　貞雄 教 授　青木　亮三　教 授　加藤　義章　教 授　白藤　純嗣

論文内容の要旨

本論文は，超短パルス KrF レーザーの高出力とその実用化に必要な要素技術の開発を目的として行った研究成果をまとめたもので，9 章から構成されている。

第 1 章は，緒論であり，研究の背景と研究の目的について述べている。

第 2 章では，KrF エキシマや紫外レーザーの性質が超短パルス増幅に与える効果を明らかにし，高出力化，実用化のために解決しなければならない課題を整理している。

第 3 章では，KrF レーザーに使用可能な紫外可飽和色素の基礎特性を測定し，それを用いた ASE（Amplified Spontaneous Emission）光の抑制，パルス整形について述べている。まず，可飽和吸収体が備えるべき条件を明らかにし，線形 3 環芳香属色素の一つであるアクリジンの飽和特性，溶媒効果，寿命を測定し，その基礎特性を明らかにしている。さらに，アクリジンを短パルス KrF レーザーシステムに適用し，増幅器列中における ASE 光の成長を抑制できることを示している。

第 4 章では，2 重可飽和吸収体を用いたフェムト秒パルス発生実験について述べている。飽和速度の異なる 2 つの可飽和吸収体を用いた高速波形整形法を提案するとともに，この方法を KrF レーザーに適用して，フェムト秒パルスの発生に成功している。

第 5 章では，過渡領域における後方ラマンパルス圧縮法について述べている。初めに，1 次ストローク光増幅を定常状態に保ちつつ，2 次ストークス光散乱のみを過渡状態にして圧縮する新しい方法を提案している。次に，シミュレーションコードを用いてこの方法に用いる圧縮器の最適動作条件を明らかにするとともに，実験的に圧縮率の比例則を検証し，150倍にもおよぶ圧縮率を得ている。

第 6 章では，超短パルス幅測定法として開発した光音響信号を用いた紫外シングルショット自己相関計について述べている。光音響検出器の非線形応答，感度，空間分解能を測定し，多光子蛍光法に比べ 2 桁高い感度が得られることを示している。

第 7 章では，紫外光学素子の損傷機構について述べている。光音響法を用いて，光学薄膜内部の多光子吸収，レー

ザー損傷しきい値を測定し，光学材料と損傷機構の関係を示すとともに，光学薄膜内部の光電流を測定し，電子雪崩損傷における電子増倍の実効利得と損傷しきい値の関係を明らかにしている。

第8章は結論であり，以上の研究で得られた結果をまとめ，本論文の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は最近注目を集めている超高電場と物質との相互作用研究やX線レーザー発生，超高時間分解計測をはじめとする広い分野への応用が開けつつある超短パルスKrFレーザーの高出力化に関する研究成果をまとめたものであり，主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) 短パルスレーザーの背景光となる増幅器で発生するASE光を抑制するために，KrFレーザー波長域で強い吸収を持つ可飽和色素を三環芳香族を中心に調べ，含窒素系三環芳香族のアクリジンが吸収断面積，吸収の回復特性，光化学的安定性に優れていることを見いだしている。

(2) 増幅器の利得に相当する吸収を持つ可飽和色素を増幅器間に挿入する「ASE零利得システム」により，前段よりのASE光を制御し，10^3以上のコントラスト比を得ている。

(3) 飽和速度の異なる二つの可飽和吸収体を組み合わせた高速波形成形法を提案するとともに，実験によりその有効性を確かめ，フェムト秒パルスの発生に成功している。

(4) 後方ラマン散乱を用いたパルス圧縮で，1次のストークス光増幅を定常状態に保ちつつ，2次のストークス光散乱を過渡状態に保つ過渡ラマン圧縮法を用いるとパルス圧縮比が改善できることを提案し，計算機シミュレーションによりこの方法が有効に機能する条件，適用限界を定量的に示すとともに，実験により有効性を明らかにし，後方ラマンパルス圧縮において初めて31倍にも達する圧縮比を得ている。さらに入射KrFレーザーと第1ストークス光に対しては高い反射率を持つが，第2ストークス光に対しては透明に近いダイックロイック反射鏡を持つラマンセルを用いた過渡圧縮法で，150倍にもおよぶ圧縮比を得るとともに2次ストークス光利得と圧縮率の比例則を実験的に示している。

(5) 超短パルス幅の計測法として，従来の非線形相関法に代る光音響法を開発し，多光子蛍光法に比べて約2桁高い測定感度と安定性を得ている。

(6) 反射鏡等に用いられる誘電体多層膜の紫外光による損傷が多光吸収により生じた光電子を種とする電子雪崩によることを光電流の測定により見いだすとともに，発生電子の実効寿命を短くすることにより光学膜を高耐力化できる可能性を示している。

以上のように本論文は超短パルスKrFレーザーの高出力化と実用化に関して多くの知見を得るとともに，有用な方策を提案実証しており，レーザー工学ならびに電気工学の発展に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認められる。