

Title	Study on Development of an Ultrashort Ultraviolet Solid State Laser and its Applications
Author(s)	Sharma, Lalit Bhushan
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40239
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	シ ャ ル マ ラ リ ッ ト ブ シ ャ ン Sharma Lalit Bhushan		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 1 3 1 8 4 号		
学位授与年月日	平成 9 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	Study on Development of an Ultrashort Ultraviolet Solid State Laser and its Applications (紫外域超短パルス固体レーザーの開発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 教授 三間 罔興 教授 加藤 義章 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 飯田 敏行 教授 西原 功修 教授 権田 俊一		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はパルス幅 1 ピコ秒の高強度ネオジウムガラスレーザー光 (波長1053nm) の 4 倍高調波変換を利用した超短パルス紫外全固体レーザー装置開発に関する研究についてまとめたものである。

第 1 章は緒論であり、本研究の目的と意義、本研究の背景である超短パルス高強度レーザー及び波長変換の現状についてまとめている。

第 2 章では、開発した超短パルスガラスレーザーシステムについて、各構成要素及び総合性能について述べている。特に再生増幅器の有する高利得により引き起こされるレーザースペクトル幅のナロウイング効果、増幅レーザーパルス波形の変形を利得飽和に至るまで詳細に調べている。

第 3 章ではパルス幅 1.5 ピコ秒のガラスレーザーパルスの 4 倍高調波変換の実験結果について述べている。非線形光学結晶として CLBO を用いたときの変換効率及び高次の非線形光学効果が詳細に述べられている。

第 4 章では超短パルス高強度レーザー光の波長変換の設計指針を明らかにするため開発した非線形光学効果を記述する方程式の数値計算コードについて述べられている。またコードによる計算結果と実験結果の比較を試みている。

第 5 章では、開発した波長可変超短パルスレーザーシステムを用いたレーザーと物質の相互作用、特に物質の相転移がおこる領域の現象を詳細に調べるための実験について報告している。

第 6 章は結論であり、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

固体レーザーの短パルス高出力化がチャープパルス増幅法により飛躍的に進展した。ペタワット (10^{15} W) のピーク強度を有するレーザー光を核融合爆縮ターゲットに集光照射し比較的低い照射レーザーエネルギーで核融合点火を実現しようとする試みも行われている。また高ピークパワーで小型高繰り返し動作可能な固体レーザーによりレーザーアブレーションや高強度 X 線源等、近い将来産業化も期待できる応用も現れ始めている。

本論文は発展しつつある高出力短パルス固体レーザーの工学的研究の中で比較的研究成果の少ない波長変換に関する実験的、理論的研究についてまとめたものである。また開発されたレーザーを用いた応用研究についても述べてい

る。主な成果は以下の通りである。

- (1) パルス幅1.5ピコ秒のガラスレーザーパルスの4倍高調波変換の実験において非線形光学結晶としてCLBO結晶を用いている。この結晶は大阪大学にて開発された、超短パルス光においても総合的に高い性能を有する新しい非線形光学結晶である。実験結果として基本波(波長 $1\ \mu\text{m}$)から4倍高調波光への変換効率24%が得られている。
- (2) 結晶に入射する光強度が $40\sim 100\text{GW}/\text{cm}^2$ と高くなると高次の非線形光学効果が起こり始める。これに関しては各波長のレーザービーム形状を詳細に測定し、セルフフォーカス等高次の非線形光学効果が約 $50\text{GW}/\text{cm}^2$ の入射レーザー光強度で起こり始めることを明らかにしている。また約 $100\text{GW}/\text{cm}^2$ になると高次非線形光学効果が支配的になりビーム形状がスパイク状になることも合わせて示している。
- (3) 超短パルス波長変換過程の解析のため高強度時に特に重要になる高次の非線形光学効果を含んだ数値計算コードを作製し、実験結果との比較対比を行なっている。またこの計算コードにより波長変換の光学的最適化への指針が得られた。結晶の厚さ等の最適化をはかることにより $50\text{GW}/\text{cm}^2$ の入射基本波で4倍高調波への変換効率47%が計算により示された。
- (4) 開発された波長可変超短パルスレーザーを用いたレーザーと物質の相互作用、特に物質の相転移のおこるパラメータ領域の現象を調べようとする応用実験について紹介している。この実験はレーザーによるマテリアルプロセス、プラズマ生成の初期過程に関する研究に貢献するものと期待される。

以上のように、本論文は超短パルスレーザーの波長変換の特性を実験的及び理論的に明らかにし物理的・工学的に数多くの知見を与えている。レーザー工学及びレーザー応用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る。