

Title	C02レーザーの最適設計とその応用に関する研究
Author(s)	大道, 博行
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/394
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	大 道 博 行
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 2 7 4 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	CO ₂ レーザーの最適設計とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 山中千代衛 (副査) 教 授 木下 仁志 教 授 西村正太郎 教 授 犬石 嘉雄 教 授 藤井 克彦 教 授 鈴木 胖 教 授 横山 昌弘 教 授 中井 貞雄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、核融合研究用高出力CO₂レーザーシステムの開発研究と、それを用いたターゲット照射実験による研究成果の大略をまとめたものである。以下各章ごとに順を追って内容の概略を述べる。

第1章は、緒論であって、慣性核融合研究における本研究の重要性を述べ、論文の位置づけを行っている。

第2章では、ラダー型TEA CO₂レーザーの開発について述べ、核融合研究用CO₂レーザーシステムの発振器、前置増幅器として用いた時の性能評価を行っている。

第3章には、最高15気圧まで動作可能な電子ビーム制御放電励起方式の高気圧CO₂レーザー装置の開発及びこれを用いて行った小信号利得の圧力依存性、受動モードロック発振特性等に関する実験結果について述べている。その結果、CO₂レーザーの回転準位のスペクトル幅の圧力広がり係数として4.6GHz/atmを得ており、モードロック発振の安定化の条件を明らかにしている。

第4章では、CO₂レーザーシステム中の寄生発振のうち、特にターゲットとシステム中スペーシャルフィルターのピンポールとの結合による寄生発振モードの動的過程を解析している。この結果、ターゲットと最終増幅器の間の距離の増大、増幅器の利得立上り時間の短縮による寄生発振抑制の効果を定量的に明らかにしている。

第5章では、大規模CO₂レーザーシステム構成要素のモデル化と、それを用いたシステム動作のシミュレーション技術の開発について述べている。この結果、非線形光伝搬特性によるレーザーパルス波形の変形と、これのターゲット照射実験に及ぼす影響を明らかにしている。

第6章では、単一パス増幅システムとマルチパス増幅システムの最適設計に関する考察を行い、核

融合炉用レーザーとしてのCO₂レーザーの工学的検討を行い、その可能性を明らかにしている。

第7章は、CO₂レーザーによる固体ターゲット照射実験について述べている。ターゲットからの吹き出しプラズマの運動量を振り子により測定し、チャージコレクターによる測定値と比較している。この結果をガラスレーザーによる結果と比較して、CO₂レーザーによる高効率ペレット圧縮の可能性を示している。

第8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。最後に謝辞、業績目録およびコード開発に関する付録を記している。

論文の審査結果の要旨

核融合研究用CO₂レーザーシステム開発研究の中心課題は、CO₂レーザー媒質の量子エレクトロニクスの特性の解明、発振器、増幅器等のシステム構成要素の技術開発、システムとしての動作特性解析の諸点である。

本論文は、CO₂レーザーの物理の解明およびシステム構成要素の開発を行うとともに、計算機シミュレーションの技術をレーザーシステム解析に導入することを試み、ターゲット照射を行う核融合実験システムとしての動作特性の解明を行い、多くの成果を得ている。主なものを要約すると次の通りである。

- i) 大規模レーザーシステムの発振器、前置増幅器として使用可能な安定性をもったラダー型TEA CO₂レーザーを開発した。
- ii) 電子ビーム制御放電を利用した、最高15気圧まで動作可能な高気圧CO₂レーザーの開発に成功した。これより、CO₂分子回転準位のスペクトル幅の衝突広がりを測定し4.6GHz/atmを得た。
- iii) CO₂レーザーシステムの寄生発振モードを解析し、最終増幅器からターゲットまでの距離、最終増幅器の立上りの寄生発振発生の閾値に及ぼす効果を定量的に調べ、システム設計に有用なデータを得ている。
- iv) システム中飽和増幅、飽和吸収過程のシミュレーションモデルを作成し、システム動作シミュレーション技術を確認した。この結果、非線形パルス伝搬によるパルス波形変形、パルス伝搬の進行、遅延効果、S/N比、増幅効率等を動作パラメータとして解析し、実験結果とのよい一致を得ている。これによりCO₂レーザーシステムの詳細設計法が確立された。
- v) 上記手法を駆使して、10kJ級CO₂レーザー烈光Ⅷ号のシステム設計およびマルチパス増幅による高効率100kJ級レーザーの設計を行い、核融合炉用レーザーとしてのCO₂レーザーの可能性を示した。
- vi) ペレット爆縮ドライバーとしての10ミクロンレーザー光の問題点を明らかにすべく、固体ターゲット照射実験を実施し、10¹³W/cm²の照射パワー密度で10Mbのアブレーション圧力を観測し、長波長レーザーによる高効率爆縮の可能性を示した。

以上のように本論文は、CO₂レーザーとその慣性核融合への応用について重要な多くの知見を得ており、レーザー、核融合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。