The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	炭酸ガスレーザー増幅器の高効率化に関する研究
Author(s)	井上, 満夫
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33885
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【10】

氏名・（本籍）	井上満夫（いのうえ みつお）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6446 号
学位授与の日付	昭和59年3月24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	**炭酸ガスレーザー増幅器の高効率化に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 山中千代衛 教授 横山 昌弘　教授 木下 仁志　教授 中井 貞雄 教授 藤井 克彦　教授 山中 龍彦　教授 犬石 嘉雄 教授 加藤 義章　教授 鈴木 胖　教授 井澤 靖和

論文内容の要旨

本論文は，核融合研究用高出力炭酸ガスレーザー増幅器の高効率化に関する研究の成果をまとめたもので，7章よりなっている。

第1章は緒論であって，慣性核融合炉用レーザーとしての炭酸ガスレーザーの利点を述べ，その高効率化に関する研究の意義を明らかにしている。

第2章では，高出力短パルス炭酸ガスレーザーの動作原理を示し，大容量増幅器の増幅特性及び8ビーム炭酸ガスレーザー烈光Ⅷ号のシステム動作特性について述べている。

第3章では，大容量増幅器の高利得動作時における問題点を明らかにし，安定動作可能な最高利得を制限する寄生発振の諸特性を解明し，その抑制に関する技術開発及び設計指針について述べている。

第4章では，炭酸ガスレーザー増幅器のエネルギー取り出し効率の改善に関する研究について述べている。2パルス増幅実験により炭酸ガス分子の振動緩和過程を解明し，飽和増幅後の利得回復が比較的速いことを示した。回復した利得を有効に利用する多重パス増幅方式の採用により，現在の効率が約5倍改善されることを明らかにし，炭酸ガスレーザーが炉用レーザーとして有用であることを検証している。

第5章では，放電によるレーザー励起，振動緩和，増幅の3つの過程を含んだ計算機シミュレーションに関する研究について述べ，第4章で得られた結果をシミュレーションコードを用いて解析している。

第6章では，メガジュール級の炉用レーザーの1モジュールとして，100 kJ多重パス増幅システムの最適設計に関する考察を行い，その技術的課題を明らかにしている。大容量媒質における大電流放電路の自己収束が外部磁界の印加により抑制され，均一励起が達成されることを示している。

第７章は結論であって，得られた知見をまとめ，本論文の総括としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は高出力炭酸ガスレーザーの高効率化に関する研究を行い，実用核融合炉用レーザーとしての炭酸ガスレーザーの可能性を明らかにしている。

本研究によって得られた成果の主なものを要約すると次の通りである。

(1) 高出力短パルス炭酸ガスレーザーシステムに不可欠な大容量増幅器の増幅特性を詳細に調べ，高出力高効率化に必要な研究課題を明らかにしている。出力の向上はレーザーガスの高気圧化と高利得動作による蓄積エネルギーの増加により，効率は高利得化による飽和増幅により達成される。これらの結果をふまえ，烈光Ⅷ号システム，１ビーム当たり半値幅 0.8 ns の短パルスで出力 920 J（1.2 TW），増幅器の総合効率 1.2 %が達成されている。

(2) 大容量増幅器の高利得動作を行う上で最も重要な課題である増幅器内部の寄生発振の諸特性を明らかにし，これの抑制技術を開発している。種々の材料をテストし，波長10ミクロン帯における低反射材料としてMgOを選定し，これを用いて安定な増幅のための実用利得を 4.0 %cm^{-1}より 4.4 %cm^{-1} に向上し，また寄生発振のモデル解析と実験結果より，寄生発振しきい値に与える形状因子を明らかにし，大容量増幅器の寄生発振抑制技術を確立している。

(3) 高効率化における多重パス増幅方式の有効性を検討し，多重パス増幅システムの定量的な設計指針を得るため，飽和増幅後の振動緩和，利得回復過程を詳細に調べている。100 ns以下の短時間で70%以上の利得回復が見られ，この過程がレーザー下準位，（010）準位緩和によることを明らかにしている。小型の多重パス増幅システムにより最大効率，7.8 %，シングルパス増幅の５倍の効率を達成し，最適化により実用炉に必要とされる効率10%以上のシステム実現の可能性を実証している。

(4) 放電励起過程をボルツマン方程式，励起緩和過程を５温度モデル，増幅過程には回転緩和を考慮した２準位レート方程式モデルからなる多重パス増幅シミュレーションコードを開発している。総合的なシステムシミュレーションの結果は，実験結果と良い一致を示し，シミュレーションコードの妥当性を示している。

(5) メガジュール級核融合炉用炭酸ガスレーザーの基本ユニットとしての 100 kJ システムの最適設計を，開発したシミュレーションコードを用いて行っている。レーザーガス成分，圧力，励起放電パラメーター，光学システム等に関する最適化を行い，CO_2：N_2：He ＝１：１：１，2.4 気圧で効率12%が得られている。このとき，主放電々源は 1.4 MV，430 kA，0.9 MJ，電子銃電源は 500 kV，0.26 A／cm^2，放電安定化磁場 500 ガウスである。

以上のように本論文は高出力，高効率炭酸ガスレーザーの最適設計に関する有用な多くの知見を得ており，その成果はレーザー工学，核融合エネルギー開発の進展に寄与する所が大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。