OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	ルビーレーザー増幅器に関する実験的・理論的研究
Author(s)	野田, 義稔
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37539
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

【57】

氏名・(本籍)	野田(のだ) 義稔(よしとし)
学位の種類	工学博士
学位記番号	第9414号
学位授与の日付	平成2年11月28日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ルビーレーザー増幅器に関する実験的・理論的研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄　教授 三宅 正宣　教授 青木 亮三 教授 横山 昌弘　教授 権田 俊一　教授 井澤 靖和 教授 石村 勉　教授 三間 圀興　教授 山中 龍彦

論文内容の要旨

本論文は，ルビーレーザ増幅器について，各種パラメータの測定と，光子輸送方程式の差分法による数値解析に関する研究をまとめたもので，以下の6章から構成されている。

第1章では，ルビーレーザ増幅器の各種パラメータおよび物性値を増幅器配置のままで高精度に測定することの必要性と，光子輸送方程式による動作解析の必要性を述べ，本研究の目的と意義を述べている。

第2章では，実際のルビーレーザ増幅器の配置のままで，各種パラメータを測定する方法の開発について述べている。本法は，従来分光器を用いて個別的にのみ測定されていた各パラメータを一括して，かつ，総てのルビー試料について一般的に測定できるもので，実際の測定結果も示している。その結果，通常の増幅特性に関して，損失係数が波形解析上無視しえないことを見いだしている。

第3章では，矩形波近似のレーザ光について，ルビーレーザ増幅器の出力波形を数値解析し，損失のある場合の近似解を得ている。フランツ・ノドヴィックの解に関連づけたこの解は，全く新しい近似解であり，一般性・精度ともに十分実用的であることを，数値解析および理論解析の両面から確認している。

第4章では，クロミウム密度をレーザ光のみの測定から決定する方法を開発している。さらに，従来定説がなく問題とされていたルビーのR_1線吸収断面積を本法で決定している。また，本法はレーザビームの実効断面積を測定する技術にも拡張できることを示している。

第5章では，損失を考慮した光子輸送方程式の“解の存在”と“一意性”を厳密に証明し，また，2次の収束次数をもつスキームを提案し，これについて“収束性”を証明している。本証明により，差分法に関する三証明を完結し，本研究内容の数学的厳密性を保証すると共に，証明法の一般化にも言及している。

第6章では，本論文で得られた成果を総括し，併せて今後の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

ルビーレーザは，1960年米国のメイマンらによって実現された最初のレーザであり，レーザ諸特性の基本パラメータの研究が進められた。1970年代には研究開発の対象がガスレーザ，液体レーザへと拡大したが，1980年代には固体レーザの再開発の時代を迎えている。ルビーを対象とした各種パラメータの研究は，それ自身が今日的な意味をもつとともに，開発された手法は他の固体レーザ材料にも適用しうる一般性をもつ。

本論文はルビーレーザを対象として各種パラメータを測定する新手法を開発し，各種物性定数を確定するとともに，増幅器としての動作解析手法を開発し実験結果と比較することによりその適用性を評価している。得られた主な成果を要約すると次のとおりである。

(1) ルビーレーザ増幅器の設計の際に基本となる各種パラメータを増幅器配置のままで高精度に測定する方法を開発し，その有効性を実験により実証している。

(2) 開発した方法を用いて，ルビーロッドの各種物性値を測定している。クロミウムの R_1 線中心部における吸収断面積 σ_0 を決定し，$\sigma_0 = 1.65 \times 10^{-20}\,cm^2$ を得ている。

(3) 損失を考慮した光子輸送方程式の解の存在と一意性を証明し，オイラー法による差分スキームの収束性を証明し，さらに収束次数の高い差分スキームを提案している。

(4) 損失係数 γ を考慮したルビーレーザ増幅器の動作解析において，実用的に充分な精度をもつ近似解を得ている。さらに $\gamma = 0$ における厳密解および数値解析の両面から実用上の精度，一般性を確認している。

以上のように，本論文はルビーレーザ増幅器について，新しい手法にもとづく各種パラメータ決定を行い，光子輸送方程式によるシミュレーション及び近似解によりその動作特性を評価する手法を開発したもので，レーザ工学の発展に貢献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。