



Title	共振器内部光高調波発生に関する研究
Author(s)	花光, 清
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31504
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

氏 名・(本籍)	花 光 清
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 3 5 1 2 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 2 月 27 日
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	共振器内部光高調波発生に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 松尾 幸人 (副査) 教 授 小山 次郎 教 授 山中千代衛 教 授 裏 克己

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科（電子工学専攻）博士過程に在学中に行った、共振器内部光高調波発生に関する研究をまとめたもので、5章からなっている。

第1章では、理工学から医学に至る分野において、情報の搬送媒体や計測手段、さらには、高密度集光光源として、さまざまな波長と出力特性を有するコヒーレント光源が要請されている現在、レーザを母体としたコヒーレント光発生の技術がどのような状況にあるかを述べ、本研究の課題である共振器内部光高調波発生法を用いた内部通倍形レーザが、かかる分野に、レーザ遷移では得られない波長領域での新しい光源となりうることを述べている。

第2章では、室温で連続発振が可能な Nd^{3+} : YAG レーザに関して、光励起レーザの高出力動作の決める1つとなる集光器、特に実用性の高い楕円筒集光器について、集光効率や最適設計について考察するとともに、これらの結果にもとづいて製作した Nd^{3+} : YAG レーザ装置についての基礎実験結果を示している。さらに、直線偏波の単一横モード動作での出力低下の要因となるレーザロッドの熱効果についてまとめて述べている。

第3章では、代表的な周波数変換法である、非線形光学結晶による第2高調波発生の定式化を行ったのち、共振器内部に通倍用の非線形光学結晶を配置して構成される共振器内部光高調波発生法に関して、従来、明らかにされていなかった基本モード（ TEM_{00} モード）での動作を記述する詳細な理論を展開し、最適非線形パラメータや最大高調波出力を与える関係式を導くとともに、 Nd^{3+} : YAG レーザと $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ 結晶からなる内部通倍形レーザの実験を行い、上記理論の正当性を示している。さらに、ここでの解析結果と前章でのべたレーザロッドの熱効果とをふまえて、内部通倍形レーザの

高効率動作のための共振器構成について述べている。

第4章では、共振器に非線形な損失源を含んだ内部通倍形レーザの安定性を、固体レーザ特有の緩和振動現象に基づいて考察している。また、このレーザの外部低周波摂動に対する応答動作を非線形振動論の立場から考察し、数値解と実験結果とを対応させながら内部通倍形レーザの動特性について述べている。さらに、通倍出力の向上をはかる有用な方法を提案し、実験的にも証明している。

第5章は、結論で、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後に残された問題点や課題について述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文でえられた研究成果を要約するとつぎのようである。

- (1) 固体レーザ励起用集光器の中にあつて、特に実用価値の高い楕円筒集光器について解析し、集光効率や最適設計法を求めるとともに、これに基づいて製作は、楕円筒集光器を用いた $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ レーザは、入出力特性、出力の安定性において優れた特性を有することが実験的に示された。
- (2) 内部通倍形レーザの基本モード動作理論を確立し、最適非線形パラメータ、および最大高調波出力を与える基本式を導いた。また、 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ レーザと $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ 結晶からなる内部通倍形レーザにおいて、最大高調波出力を得るのに要する最適結晶長を導き、共振器の損失とポンピング・パラメータにより決定されることを示すとともに、これらの内部通倍形レーザの基本モード動作理論の正当性を実験的に明らかにした。また、内部通倍形レーザの高効率、高出力動作のための共振器構成を明らかにした。
- (3) 内部通倍形レーザの安定性について、小信号解析を試みた結果、最適変換に近い状態にある内部通倍形レーザは、極めて安定な系であることを示した。また、外部摂動に対する内部通倍形レーザの応答を数値的に解析した結果、低変換状態にある系では、非線形共振現象が生じ、基本波および通倍波は幅の狭いパルス列になることが示された。
- (4) $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ 結晶を内部に含む $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ レーザを用いて上記の共振現象を実験的に確かめるとともに、この共振現象を用いて通倍出力の向上がはかれることを示した。

このように、本論文は、電子工学の進歩に寄与するところ大であり、博士論文として価値あるものと認める。