

Title	導波形炭酸ガスレーザとその電気光学的同調法に関する研究
Author(s)	松島, 朋史
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/38372">http://hdl.handle.net/11094/38372</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏 名 松 島 朋 史

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 4 0 1 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 9 月 18 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 導 波 形 炭 酸 ガ ス レ ー ザ と そ の 電 気 光 学 的 同 調 法 に 関 す る 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 末 田 正(副査)  
教 授 山 本 錠 彦 教 授 小 林 哲 郎 教 授 西 原 功 修

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年、可視、近赤外光領域においては、レーザから得られるコヒーレント光を利用した光通信、光計測等への応用が目覚ましい発展を遂げた。しかし、中赤外光領域では、小型で所望の波長の光源を容易に得ることが困難であり、これらの分野への応用は後れていると言える。本論文は、小型、高効率、高出力導波形炭酸ガスレーザ、および電気光学変調器を利用した周波数可変炭酸ガスレーザに関する研究をまとめたものである。

最初に、導波構成の特長を生かした小型、高圧力および高出力導波形炭酸ガスレーザの新しい構成方法を提案し、それぞれについて動作解析および試作・実験を行い、小型、高圧力、高出力レーザが実現できる可能性を明らかにしている。

まず、導波形レーザの利得係数の圧力依存性を詳細に解析し、高圧力連続動作の可能性について考察し、その結果に基づいて、プリオン化機構を取り入れた導波形炭酸ガスレーザを試作し、初めて大気圧付近までの連続発振を確認している。また、窒化アルミニウムを新しい導波路材料として用いることを提案し、これによって高性能の小型導波形炭酸ガスレーザが得られることを示している。さらに、一枚のアルミナ基板上に中空導波路を一体化し、実効長を長くして高出力化を図った多段折り返し導波形レーザを提案し、その有効性を確かめている。

次に、電気光学変調器を利用することにより、高精度、高効率で広い範囲にわたって周波数を変化できる周波数変換器および周波数可変レーザのいくつかの新しい構成法を提案し、動作解析、実験を行い、広帯域周波数可変レーザが実現できる可能性を明らかにしている。

まず、炭酸ガスレーザ光のような長波長光の場合、大きな変調電圧が要求されることに留意し、高効率で知られるフアブリーペロー（以下F-Pとする）形光変調器を周波数変換器に利用することを考え、10.6  $\mu\text{m}$ 帯F-P形光変調器の試作、実験を行い、周波数変換器として用いた場合の動作について考察している。また効率をさらに高めるため、3ミラーF-P形光変調器、F-P形単側波帯変調器を提案し、動作解析を行い、これらが長波長光に対する周波数変換器として有用であることを明らかにしている。

さらに、F-P形光変調器と周波数可変導波形炭酸ガスレーザを組み合わせることにより、レーザの周波数可変範囲

を大幅に拡大できることを示した。また、電気光学変調器をレーザ共振器内に置き、周波数可変フィルタを出力ミラーとした周波数可変レーザの新しい構成法を提案し、試作、実験を行い、従来のものに比べて、周波数変換効率を高めることができることを示している。

最後に、これらの方法を用いることにより、炭酸ガスレーザの離散的な発振スペクトル線を埋め、9–11  $\mu\text{m}$  の範囲にわたって連続的に周波数を変化できるコーヒレント光源の実現可能性について考察した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、導波形炭酸ガスレーザの新しい構成法ならびに電気光学効果を利用した周波数可変炭酸ガスレーザに関する研究をまとめたものである。

著者は、炭酸ガスレーザの中でも、小型化が可能な導波形レーザに着目し、いくつかの新しいレーザ構成法を提案し、動作解析および実験によって、小型、高圧力、高出力レーザが実現できる可能性を明らかにしている。まず、導波形炭酸ガスレーザにおける利得係数のガス圧力に対する依存性について詳細に解析し、高圧力連続動作の可能性について考察し、その結果に基づいてプリオン化機構を取り入れた導波形レーザを試作し、初めて大気圧付近までの連続動作を確認している。

次に、窒化アルミニウムを新しい導波路材料として用いることを提案し、これによって高性能の小型炭酸ガスレーザが得られることを示している。さらに、一枚のアルミナ基板上に複数個の中空導波路を一体化して作成し、実効長を長くして高出力化を図った多段折返し導波形レーザを試作し、その有効性を確かめている。

導波形炭酸ガスレーザは高圧力動作が可能であり、利得幅の圧力広がりを利用することによって発振周波数を変化させることができる。しかし、通常の構成法では、縦モードによってレーザ共振器長が制限される。そこで、著者は、Fox-Smith 形モード選択素子を挿入してこの制限を除くことを試み、動作解析、試作、実験によってその有効性を確かめている。

周波数可変範囲をさらに拡大するため、著者は、電気光学効果を利用して光変調を行い、その際生じる側波帯を利用して、レーザ媒質の利得幅以上の範囲にわたって光周波数を変化させることを考え、まず、側波帯の利用に適した種々の高効率変調器構成法を提案し、実験によってその動作を確かめている。さらに、ファブリペロー形変調器の周期的変調特性に着目し、これと従来の周波数可変レーザとを組み合わせることによって、周波数可変範囲を大幅に拡大する方法を提案し、これを実証している。

また、効率をさらに高めるため、光変調器をレーザ共振器の内部に入れ、内部変調あるいは結合変調を利用して周波数変換を行う方法を提案し、解析、試作、実験によってその有効性を確かめ、初めて、2.2 GHz という広い範囲にわたって、連続的に周波数を変化させることに成功している。

本研究は、高性能導波形炭酸ガスレーザの構成法および電気光学変調器を利用した高効率かつ高精度の周波数可変法を提案し、小型高出力で周波数可変範囲の広い10  $\mu\text{m}$  帯光源への道を拓いたもので、光エレクトロニクスの発展に貢献するところが大きく、本論文は博士論文として価値あるものと認める。