

E 8

赤外域ヘテロダイン検波用 RF励起導波路型CO₂レーザー

RF Excited Waveguide CO₂ Laser for the Infrared Heterodyne Detection

池浦正史 大高真人 小林香郎

Masashi Ikeura , Masato Ohtaka and Takao Kobayashi

福井大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, Fukui University

1. はじめに

赤外域ヘテロダイン検波法は、直接検波法と比べて本質的に高感度であり、指向性及び周波数選択性が優れており、光計測や光通信などの分野で新しい応用が進展している。我々は、これらの特徴を生かした小型のレーザー遠隔計測システムとして、FMヘテロダイン方式CO₂レーザー・レーダの研究を行ってきた。1) これらのヘテロダイン検波用レーザー光源として、(1)広帯域周波数可変特性、(2)出力の低ノイズ特性、(3)スペクトルの狭帯域、安定性などが要求される。また、差分吸収のための光源としては、多数のブランチでの発振可能性が必要とされる。そこで我々は、RF励起導波路型CO₂レーザーを開発し、その出力特性、広帯域周波数可変特性、出力ノイズ特性などを検討したので、それらの結果について報告する。

2. RF励起導波路型CO₂レーザーの構造とその出力特性

図1に、試作、開発したRF励起導波路型CO₂レーザーの断面構造図を示す。導波路は、低伝搬損失(損失係数: $4.4 \times 10^{-2}/m$)で熱伝導率の大きい(0.5 cal/cm·s·deg)特性を有する研磨されたベリリア(BeO)の0.5mm厚、及び2.0mm厚の板で形成した。導波路断面は2mm×2mmの正方形で導波路長は230mmとし、放電の安定性を図るため、電極を導波路の外部に設置する無声放電型とした。共振器は平面鏡を導波路端に近接する内部共振器を構成し、ガスフロー方式とした。ガス圧110 Torr、ガス混合比CO₂: N₂: He = 1:1:18、ガス流量400 cc/min、共振器ミラーの最適透過率の条件で、10P(20)ブランチにおいて発振出力2.9 W、発振効率5.7%のレーザー出力特性が得られた。

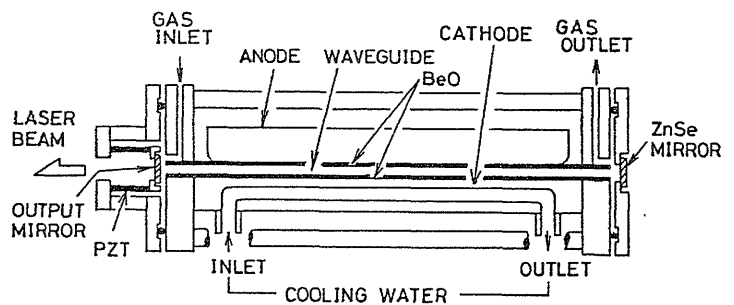


図1 開発したRF励起導波路型レーザーの断面構造図

3. 波長選択性及び発振周波数可変幅

まず、差分吸収レーザー・レーダ用光源などに必要な波長選択特性を得るため、回折格子(135本/mm)を反射鏡の代わりに用いて共振器を構成した。10μmバンドP(12)~P(32)、R(8)~R(18)の17本のブランチで発振を確認した。

つぎに、FMヘテロダイン検波では広帯域周波数可変特性が必要である。レーザーの共振器長を変化させることにより10P(20)ブランチにおいて、周波数可変幅420 MHz(FWHM)の特性が得られた。

さらに、広帯域のFM幅を得るには、(1)結合損失、導波路伝搬損失、ミラー回折格子の反射率など共振器の損失の軽減、(2)利得スペクトル幅の増大、(3)利得の増大、が挙げられる。今回は、(1)の共振器の損失軽減に着目して、図2に示す複合共振器を構成し、凹面鏡で回折格子からの0次光を反射させ回折格子の実効反射率を大きくし周波数可変幅の広帯域化を図った。単一及び複合共振器でのガス圧力に対するFM幅の比較結果を図3に示す。ガス圧80 Torrで20%の広帯域化が見られ、複合共振器は広帯域化に有効な方法であることがわかる。しかし、装置が複雑になる欠点もある。

4. レーザノイズの検討

光ヘテロダイン検波法において、量子検出限界であるショットノイズ制限状態の高感度なヘテロダイン検波を実現するためには、レーザ光源の低出力ノイズ特性が要求される。図4に我々が開発したDC励起の導波路と従来型の放電管と比較したレーザ出力の雑音スペクトル特性を示す。各レーザとも出力ノイズがショットノイズを上回っており、その抑制が必要である。10 KHz付近のノイズはプラズマノイズであり特にDC励起レーザは高ノイズで、RF励起レーザは低ノイズ特性を示している。500 Hz以下のノイズは放電ノイズ及びガス圧力変動によるノイズであり、放電が安定なRF励起導波路型レーザのガス封止化により、さらに低ノイズの特性が期待できる。

5. おすび

赤外域ヘテロダイン検波用RF励起導波路型CO₂レーザを開発し、その動作特性について示した。今後、これらの特性を生かしさらに低出力ノイズ化を行いFMレーザ・レーダの高性能化を進めてゆきたい。

文献 1)中村 上野 池浦 大高

小林 "FMヘテロダインCO₂レーザ・レーダの動作特性" 第10回レーザ・レーダシンポジウム 予稿集 p.90 (1985)

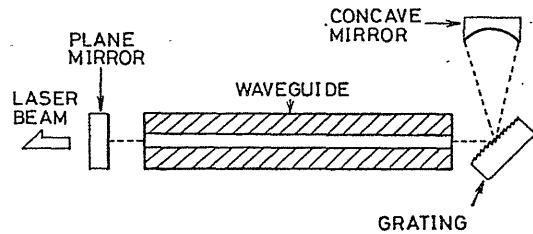


図2 複合共振器の構成図

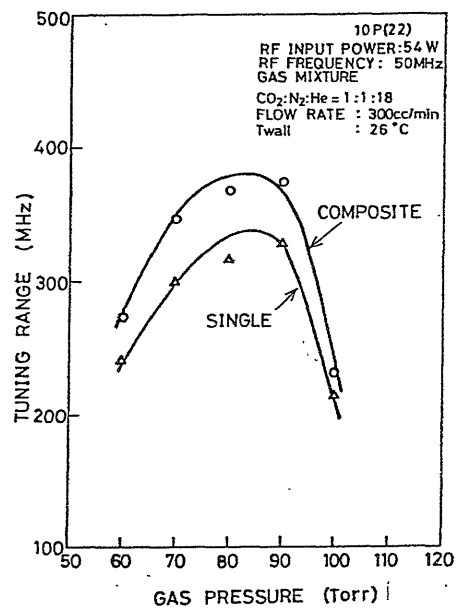


図3 単一及び複合共振器の発振周波数可変幅の比較

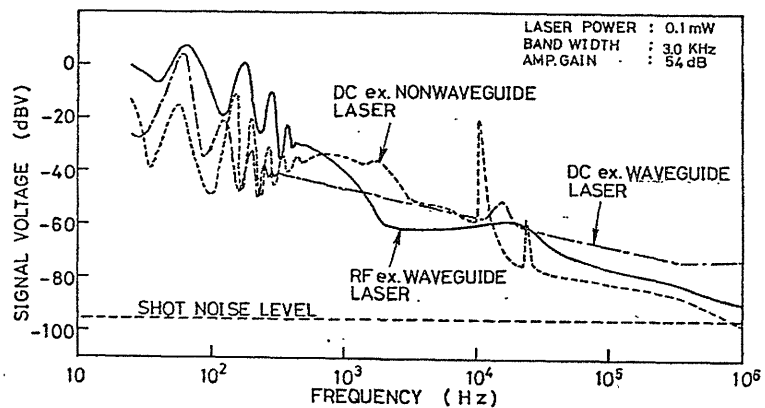


図4 レーザの出力ノイズのスペクトル特性