

18. 赤外域ヘテロダイン方式レーザーレーダの基礎的動作特性

Studies of Basic Performance of the Infrared Heterodyne Laser Radar

松本 忠雄 小林 喬郎 稲場 文男

Tadao MATSUMOTO Takao KOBAYASI Humio INABA

東北大学電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication Tohoku Univ.

1 はじめに 波長約 $2\sim 15\mu\text{m}$ の赤外域では、ほとんどの分子がそれぞれ特徴的な吸収スペクトルを有しており、また伝搬損失の小さい“大気の窓”が幾つか存在しているため、この波長域は大気汚染分子や大気状態の遠隔測定のためのレーザーレーダへの応用に極めて有用である。しかしながら、従来の直接検波法による光検出法は赤外域では感度が低いため、我々は既にヘテロダイン検波法を用いる散乱光の差分吸収方式レーザーレーダの提案とその特性の理論的解析を行なってきた。⁽¹⁻³⁾ 本文では、その方式を実現するために波長可変な2台の CO_2 レーザを用いたレーザーレーダを試作し、赤外域におけるヘテロダイン検波法の基礎的な特性の実験的検討を行なったのでその結果を報告する。また、赤外域におけるFM方式のレーザーレーダへの拡張の試みについても併せて議論したい。

2. CWヘテロダイン方式レーザーレーダの特性

2.1 レーザレーダ装置

Fig. 1に試作したCW動作のヘテロダインレーザーレーダのブロック図を示す。2台の CO_2 レーザを送信光源とローカル光源とし、両者にグレーティングを用いて波長可変とした。またPZTに取付けた出力鏡により共振器長を変化させて、両者の周波数差が中間周波数($f_{IF}=4.5\text{MHz}$)になる様にビート周波数を測定し、手動(*free running*)またはAFC(自動周波数制御)により周波数制御を試みた。受信光学系としては室内の散乱実験においては直径 30mm のレンズを使用し、さらに遠隔測定には直径 100mm の反射鏡を用いている。

レーザ共振器は4本のスーパーインバー棒で保持して温度に対する周波数安定度を上げ、全体の架台を防震台に乗せて外部からの震動を防いでいる。

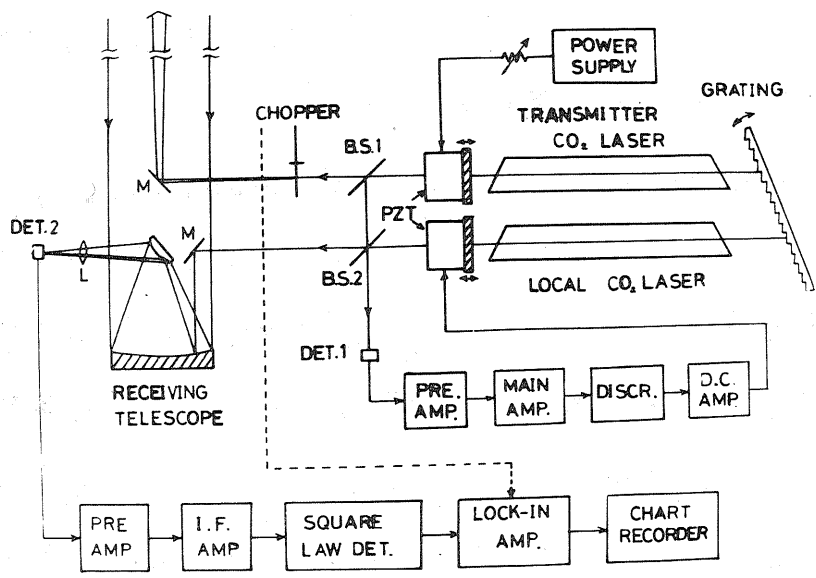


Fig.1 CO₂レーザを用いた赤外域ヘテロダインレーザレーダの構成図

2.2 2台のレーザのビートスペクトル特性

Fig.2 に一オのCO₂レーザのPZT印加電圧を変化させた時のビート周波数の変化特性を示す。ほぼ 1MHz/100V の変化率を示しているが図中の周波数のバラツキ (約500kHz)

は主に音響振動と空気のゆらぎに起因している。

防震台に乗せない状態の周波数変動は数MHzと大きい。そこで防震対策に加えてレーザ全体をアルミの

ケースで囲み、音響的振動の遮断と空気の対流を防

止することにより、約200kHz程度に短時間(約10分)周波数変動におさえ

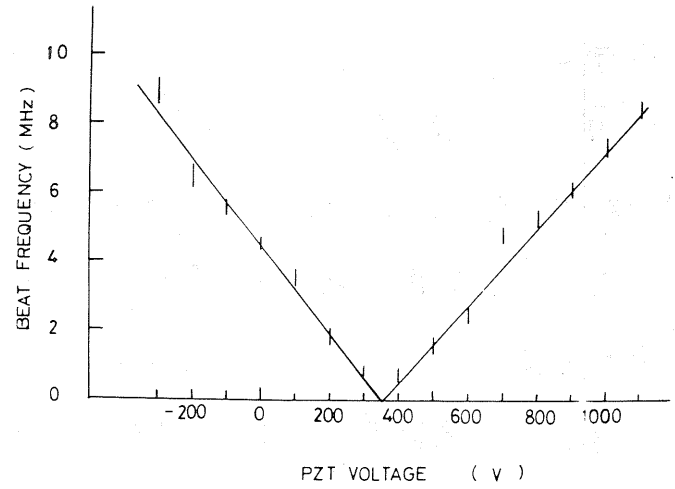


Fig.2 共振器長の変化によるヘテロダインビート周波数

ることが出来た。この状態でAFCを動作させることが出来る。なお、200kHzの変動成分として；放電電流の変動($\sim 4 \times 10^5 \text{ Hz/A}$)、放電の形状の変化、ガス流量と圧力の変動などが挙げられ、目下これらの対策を考慮している。Fig.3に $f_{IF} = 4.2 \text{ MHz}$ 、スペクトル幅約200kHzのビート・スペクトルの一例を示す。

2.3 散乱光のヘテロダイン

検波特性

Fig.1の装置構成で室内実験により、種々の散乱体(金属板、木板、拡散板その他)からの散乱光の強度変化を求めて散乱パラメータの測定を行なっている。

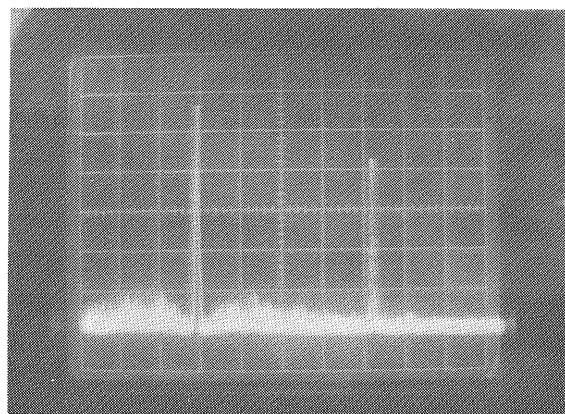


Fig.3 ヘテロダイン・ビート・スペクトル

さらに、ヘテロダイン検波法に特有な信号光とローカル光のコヒーレンス特性に関連した受信開口面積の効果や指向性についての詳細な検討を行なっている。これらの結果については講演の際に報告したい。

さらにレーザの発振波長を変化させて H_2O や C_2H_4 、 O_3 、 NH_3 などの分子の差分吸収方式レーザ・レーダによる観測を試みる積りである。

3. FM方式レーザ・レーダへの拡張

CW動作の発振器を用いて散乱体の距離分解能を得る方法として、マイクロ波領域ではFMレーダが実用化されているが、この技術を可視光領域に拡張する試みが最近米国で見られる。我々は既に赤外域でのFMレーザ・レーダによる大気汚染分布の遠隔測定法の理論的検討を進めて来たが、ここでは先に検討したパルス方式ヘテロダインレーザ・レーダ⁽¹⁻³⁾との比較の下に検出感度と距離分解能の詳細な検討結果を述べる。また実験的には上記のCWヘテロダイン方式レーザ・レーダの発振器

であるCO₂レーザにFM変調を加え、ホモダイン方式の検出法の構成を採用することにより、FM方式レーザレータへの拡張を試みている。

参考文献

- 1) 小林, 松本, 稲場 ; 信学会 光量研資料 OQE74-68 97 (1974)
- 2) H. INABA, T. KOBAYASI ; Opt. Comm., 14 119 (1975)
- 3) T. KOBAYASI , H. INABA ; Opt. Quant. Elect., 7 319 (1975)