

C 7

航空機搭載レーザーヘテロダイン分光計 Airborne Laser Heterodyne Radiometer

石津美津雄、 板部敏和、 有賀規
Mitsuo Ishizu, Toshikazu Itabe, Tadashi Aruga.
郵政省通信総合研究所
Communications Research Laboratory

SYNOPSIS: An airborne laser heterodyne radiometer has been developed for the purpose of detecting stratospheric trace species such as OCS and SO₂ molecules. The constructed system consists of a single-mode PbSnTe diode laser with an output power of 100 microWatts or a wave-guide CO₂ laser as local oscillators. Owing to the reduction of aberrations in the optics, shot-noise limited operation of a HgCdTe photomixer was attained using the diode laser. Preliminary result of ground-based observation of the solar spectrum is also shown.

1. はじめに

成層圏の極微量成分を測定するために、通信総合研究所では、炭酸ガスレーザ、または、PbSnTe半導体レーザを局部発振器に用いた、航空機搭載可能なレーザヘテロダイン分光計を、開発している。現在の目標は、成層圏エアロゾルの供給源となる、OCS, SO₂分子を測定することである。これらは、成層圏中での酸化反応により、エアロゾルへ変換される反応速度が高く、存在量そのものは、高度15kmのOCS分子で0.4ppbと少ない。しかし、エアロゾル生成の原始物質として、濃度の高度分布の測定は重要である。本シンポジウムでは、試作された分光計光学部と、地上テスト結果について報告する。また、航空機搭載テストの結果も報告する予定である。

2. レーザヘテロダイン分光計

OCS分子は、波数850cmに吸収バンドの中心がある。これを、ヘテロダイン分光法で測定するには、太陽赤外光を分光して、吸収線を観測する。微量濃度を検出するには、太陽光の大気中光路長を100km以上にする必要があり、大気球等の航空機上から、日出、日没時に観測を行う予定である。そのため、成層圏の低大気圧、低気温の環境中で、システムは安定に動作しなければならない。現在、半導体レーザを用いた搭載型装置の組立が終了し、地上テストを行っている。

その光学部のブロック図をFig. 1に示す。また主要部分の写真をFig. 2に示す。装置は500X900mmのアルミハネカム定盤上に組み上げられ、重量は46kgにおさまった。太陽光は、飛行機の副操縦士席の横の窓を通して、太陽追尾装置で追尾して、装置へ送り込まれる。局部発振レーザは、富士通社製のシングルモードで発振するPbSnTe半導体レーザを使用し、液体窒素デューワー内にマウントされている。レーザの波長を安定化するにはヒータで温度制御を行い、レーザ出力は、約100uWを得ている。赤外ミキサは、SAT社製のPV型HgCdTe赤外検出器で、やはり液体窒素デューワー内にマウントされている。局発レーザ光と太陽光を重ね合わせて、赤外ミキサに集光する方法は、平面波-平面波の波面合成方法とした。この方法は、100uW程度の小さなレーザ出力を、有効に利用できるが、高精度の光学系が要求される。光学系の収差を減らし、回折限界の性能に高めることで、このレーザ出力でも、赤外ミキサはショット雑音限界で動作している。

3. 地上テスト結果

1988年4月6日に観測した、太陽光のヘテロダイン分光スペクトルをFig. 3に示す。図中上のトレースは、ミキサの局発光電流、下はヘテロダイン信号強度である。横軸はレーザ電流で、80-97mAの範囲を示してある。レーザ周波数はこれに対応して約0.5cm掃引された。レーザ波長は9.45um、分解能15MHz、時定数0.3秒で観測した。このシステムは、ダブルサイドバンドミキシングを行っているので、

成層圏微量成分の鋭い吸収線は、見かけ上、IF周波数130MHzの倍の、260MHz離れて分裂した、ダブルピークとなって現れている。またレーザー光強度に、光学素子の反射による、フリンジパターンを生じているので、太陽スペクトルもレーザー光強度に比例した変調を受けている。今後、光学調整を行い、特性の改善を行う。

4. まとめ

光学部分がほぼ組上がったので、今後、信号処理部の試作開発、吸収線波長に一致した発振波長のレーザーを整備して、成層圏極微量成分の観測を行う予定である。また、宇宙光通信地上センターに設置された、口径1.5mの望遠鏡を用い、この分光計の特徴である、極めて高い分解能と感度を利用して、火星、金星等の惑星大気を、分光観測する予定である。

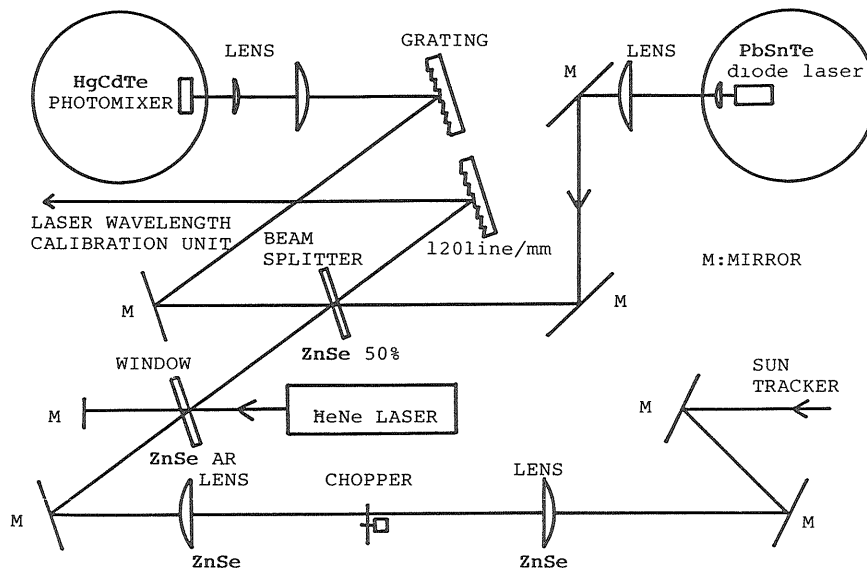


Fig.1 Block diagram of the laser heterodyne spectrometer.

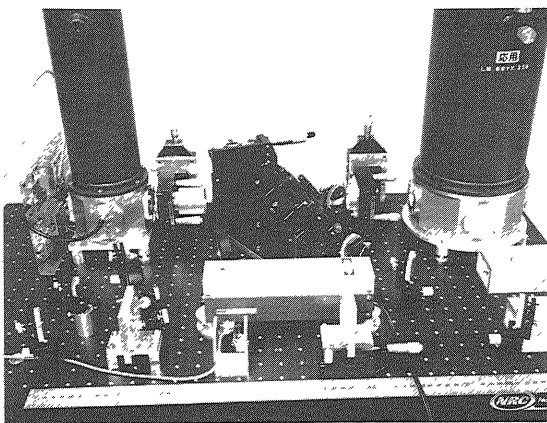
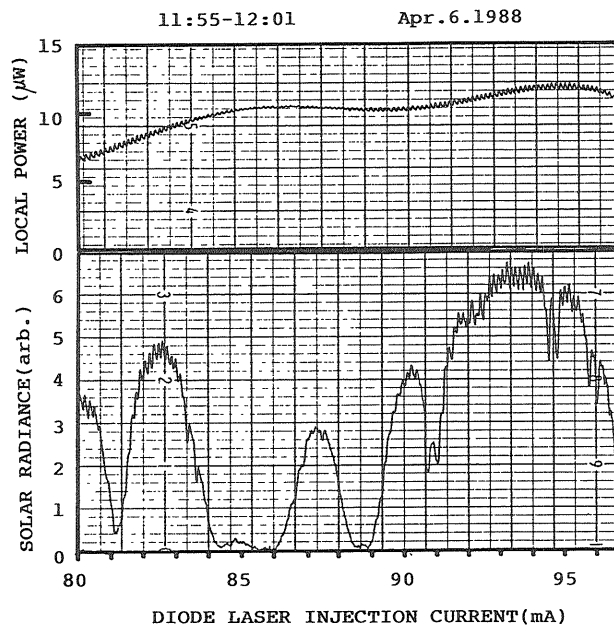


Fig.2 Photograph of the laser heterodyne spectrometer.



54 Fig.3 Solar spectrum measured by the ground-based observation.