

LHS (レーザー・ヘテロダイン・スペクトロメータ) システムの開発
 — 局発用半導体レーザーの特性 —

Development of a LHS System

— Characteristics of Diode Laser as Local OSC. —

石津美津雄, 板部敏知, 林理三雄, 五十嵐隆
 M. Ishizu, T. Itabe, R. Hayashi, T. Igarashi

郵政省 電波研究所
 Radio Research Laboratories

1. 序

レーザーヘテロダインスペクトロメータ (LHS) は信号光の周波数をマイクロ波帯へ変換するため、極めて分解能が高い。従って気体分子の赤外吸収・輻射スペクトルの測定に最適であり、これを利用した環境計測や惑星探査に応用が期待される。LHSの局発レーザーに赤外半導体レーザーが使用できれば、測定波長を任意に変化できることから多くの種類の物質が測定され、将来のリモートセンシング技術として非常に有効である。

電波研では PbSnTe 半導体レーザーを用いて、 10μ 帯の環境計測用 LHS の試作を目標に研究を進めている。半導体レーザーは CO₂ レーザと比べ、発振特性が局発光源に利用できるほど開発が進んでいない。よって、これをいかに改良・制御するかが試作の際の問題点である。この報告では実験的に調べた半導体レーザーの特性について述べる。

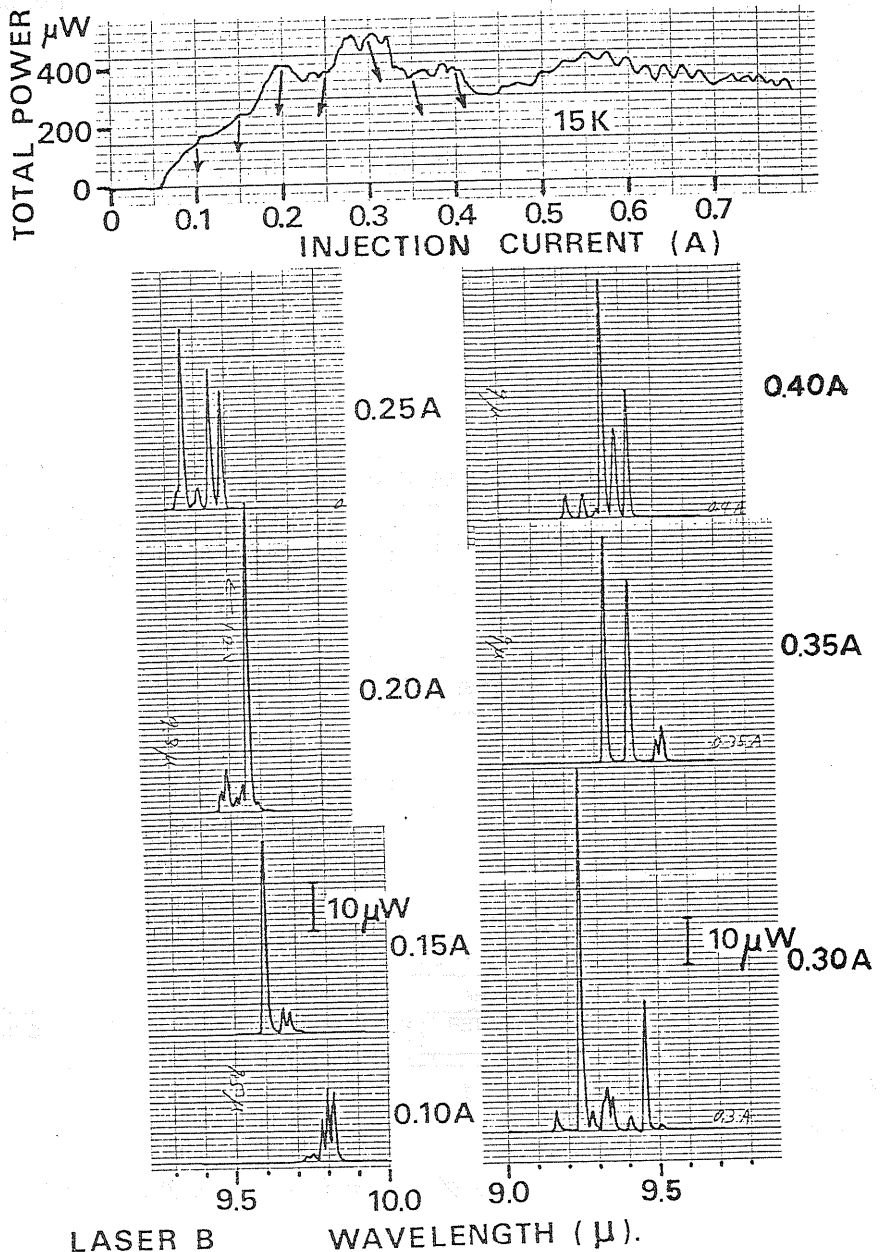


図1. 半導体レーザーの全出力対注入電流, および発振スペクトルの変化。動作温度は15K。 0.01μ の分解能の回折格子分光器を使用した。

2. 局発レーザ光の特性

LHSにより大気中オゾン観測を行う場合、太陽を黒体輻射源とすれば入射信号強度は 6×10^{-20} W/Hz程度である。量子効率50%の検出器を用いると、そのNEPは量子限界で 4×10^{-20} W/Hzであり、 $S/N=1$ の測定となる。従って、局発光源は検出器を量子限界で動作させることが必要である。さらに成層圏オゾンは吸収スペクトル幅が30MHz程度であるから、スペクトルの形を求めるためには分解能5MHzが必要である。これらの条件から局発レーザが満たすべき条件は次の通りである。

- (1) 単一縦モード当りの出力パワーは1mW以上あること。
- (2) 基本最低次横モードで発振すること。
- (3) スペクトル幅、および周波数安定度は3MHz以下であること。
- (4) 低雑音発振すること。

以上4項目について、富士通製DHナサストライプ型レーザを調べた。結果を図1~4に示す。結論としては出力パワー、横モード特性に改良の余地があることが明らかになった。

3. まとめ

今回のレーザは10μ帯のPbSnTeレーザとしては高出力で狭いスペクトル幅の発振をするが、LHSの局発レーザとしてはまだ問題点をかかえている。LHSの試作にはこのほか冷凍器の振動をなくすること、低雑音の検出器とIFプリアンプの開発等も必要であり、システム試作へ向けて努力したい。

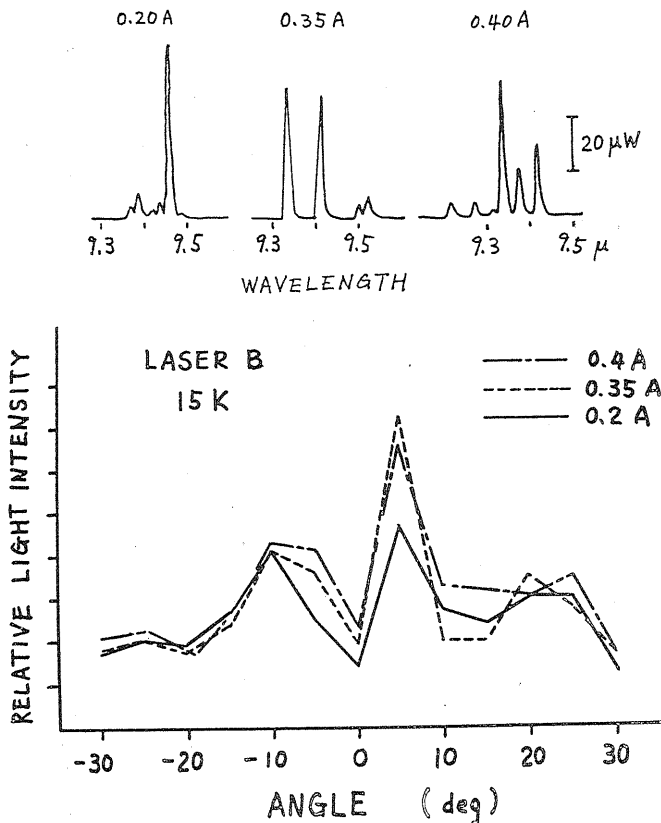


図2 レーザ接合面に垂直方向の遠方放射パターンとそのときの発振スペクトル。縦モードの数によらずパターンは変化しない。高次横モード発振によると考えられる。接合面に平行方向では単一の放射ピークである。

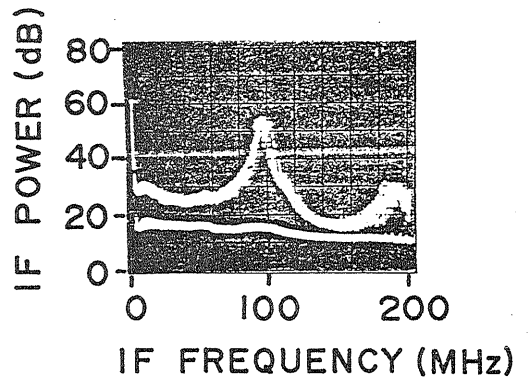


図3 半導体レーザ(15K, 0.1496A)とCO₂レーザ(P26, 9.606μ)のヘテロダイナミックスペクトル。スペクトル幅は約3MHzで、冷凍器の振動により10MHzのジッターを生じている。

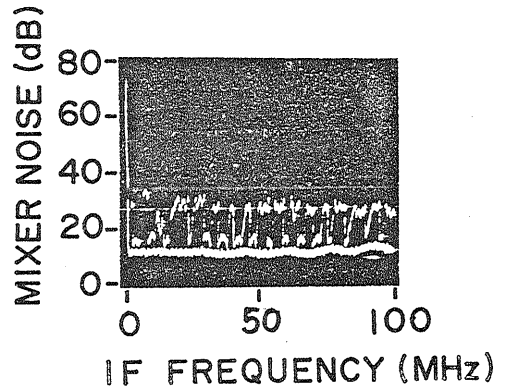


図4. レーザ光による雑音。冷凍器の振動により変調されている。