

## 直接変調方式による半導体レーザの発振周波数の安定化 ～温度制御方法の改善～

◎高田 康平\* 中野 健司\*\* 南沢 康仁\*\* 佐藤 孝\* 大河 正志\*

\*新潟大学工学部 \*\*新潟大学大学院自然科学研究科

### 1. はじめに

半導体レーザ(LD; Laser Diode)には様々な特徴があり、広い分野で利用されている。CDプレーヤ、パソコンそしてオーディオ機器などのように光出力を利用するばかりでなく、近年では、超精密光干渉計などの光の周波数や位相を利用する分野への応用が求められている。具体的には、地球温暖化やその他の環境を、重力場の変動というグローバルな視点で計測・監視しようというプロジェクトが推進されている。しかし既存のLDではこの二点を利用した応用の実現に必要な特性を満たすことができない。このため発振スペクトル幅の狭窄化と、発振周波数安定化が課題となる。半導体レーザは雰囲気温度や注入電流などの影響を強く受け発振周波数が不安定であるため、本研究では半導体レーザの温度安定度の向上を目指す。

重力場の変動の測定では、双子衛星間の相対速度を10nm/sの精度で測定することを可能にする光源が必要とされており、これに半導体レーザを応用する場合、必要とされる高いスペクトル純度と発振周波数の安定性においてそのままの半導体レーザではその要求を満足できない。これらの要素は測定の感度や分解能に大きく影響し、特に発振周波数の安定度においてはアラン分散の平方根値で $10^{-13}$ 程度であることが必要とされている。

### 2. 実験と結果

実験に用いる光学系をFig.1、実験系をFig.2に示す。2つの半導体レーザLD1とLD2から出たレーザ光をRbセルに透過させる。そして図中の2つのプローブ光をそれぞれAPD1、APD2で受光することにより、外部周波数基準である飽和吸収分光信号を得る。この信号からFig.2の実験系によりそれぞれの発振周波数安定化を行った。APD3ではLD1、LD2の2つのレーザ光の光軸を一致させて入射させることで、2つのLDの周波数差に対応するビート信号を検出する。このビート信号の周波数からアラン分散の平方根値を計算することにより安定度評価を行う。レーザ温度の改善のためにFig.3のようにマウントを改良した。改良後の2つのLDの温度のみを制御したフリーランニング時の安定度のグラフをFig.4に示す。冷房によるマウントの実質的な温度変動を遮断できたため、安定度が向上したと考えられる。

### 3. まとめと今後の課題

温度のみを制御した場合ではあるが、大きな改善が得られた。今後はより高い安定度が望める電流制御を加えた状態での発振周波数の安定度を確認していきたい。

また、今まで使用していたRbセル内には原子量85と87のRb原子の同位体がそれぞれ72:28の割合で存在していた。原子量87のRb原子の存在比が100%のものを使用することで、吸収量を増加させて制御信号を大きくし、より高い発振周波数の安定化を目指していきたい。

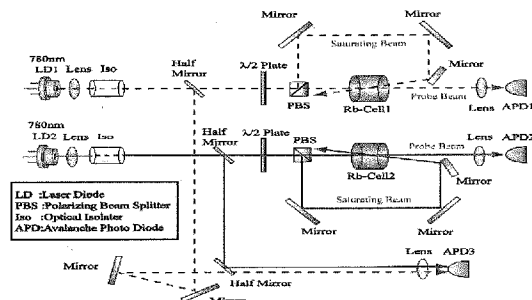


Fig.1 光学系

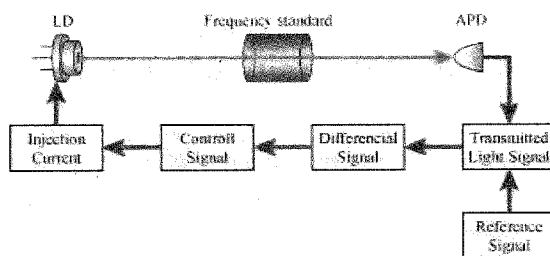


Fig.2 実験系

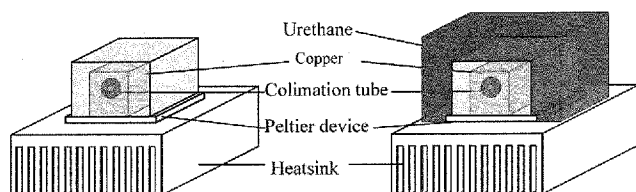


Fig.3 マウント改良点

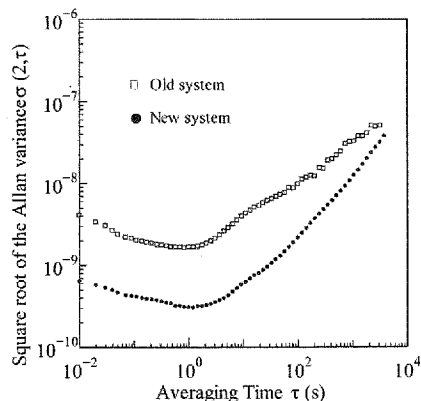


Fig.4 フリーランニングの安定度