

半導体レーザーのスペクトル安定化技術の研究

葛綿 崇 (指導教員 佐藤 憲史)

1. 研究目的

現在では、光ファイバが企業だけでなく、家庭にも引かれるようになった。ユーザの増加や映像配信サービスなどのために、更なる大容量の情報伝達システムの開発が進められている中で、レーザーの発振波長安定化が重要な課題の一つとなっている。

本研究では半導体レーザーの発振波長を安定化させる方法を研究する。

2. 発振波長の測定法

2.1 誤差検出回路

光の波長に対して逆の性質を持つ2つのフィルタを用いて、安定化を目指す。1.55 μm 帯DFB(Distributed Feed Back)レーザーを用い注入電流を40mAとし、半導体レーザーの温度を変化させることにより発振波長を変化させながらそれぞれのフォトダイオード(PD)で受光した。結果を図1に示す。

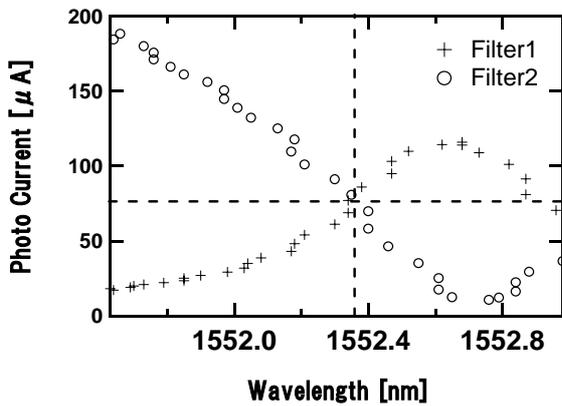


図1 フィルタ特性

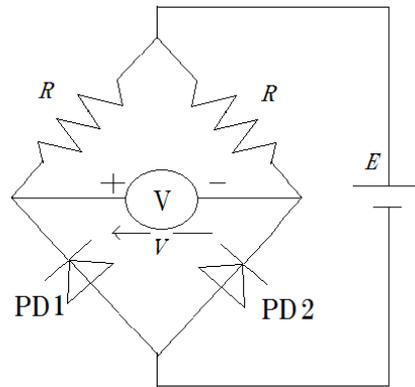


図2 誤差検出回路

1552.35nm 付近で両フィルタの特性が交差する。

これをもとに、図2のようなブリッジ型の回路を考えた。Filter1 の出力は PD1 へ Filter2 の出力は PD2 へと入力される。光の発振波長 λ がある一定の値であった場合に $V = 0$ となり、光の発振波長 λ がそれよりも低ければ $V > 0$ 、高ければ $V < 0$ を出力する回路である。

2.2 誤差信号の測定

図2の回路の値を抵抗 R は $10\text{k}\Omega$ 、直流電圧 E は 3V とし、誤差信号の測定を行った。1.55 μm 帯DFBレーザーを用い、注入電流を40mAとした。

結果を図3に示す。実線は図1のデータを元に計算した値である。作成した回路によって得られた値は、 $\lambda = 1552.35\text{nm}$ で出力が 0V となっており、フィルタ特性との一致を確認できた。

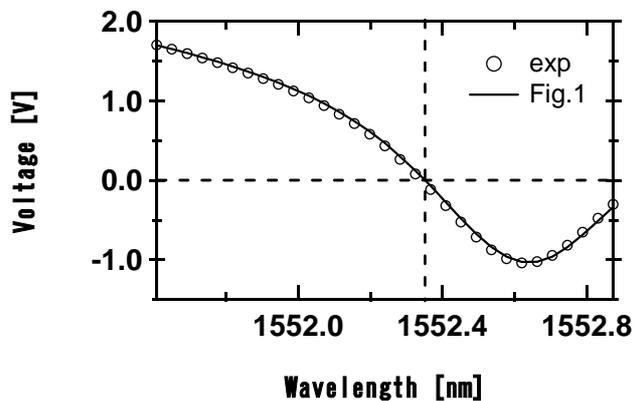


図3 発振波長に対する誤差信号

3. 発振波長安定化

以上の実験をもとに実際に光の発振波長を安定化する。用いた実験系を図4に示す。パーソナルコンピュータ(PC)でレーザダイオード(LD)の温度を、現在の状態の温度に、係数倍した誤差信号を加えた温度となるように温調回路を制御する。

LDの温度が T で、発振波長が $\lambda = 1552.35\text{nm}$ より短ければ、誤差信号として V が出力される。PCは一定の時間間隔でその誤差信号を取り込み、LDの温度が $T + kV$ (k : 定数) となるように温調回路へと信号を送る。それによって、LDは温度が上昇し、発振波長が $\lambda = 1552.35\text{nm}$ に近づく。光カップラによって分光された光の一方には光スペクトラムアナライザが接続され、発振波長の測定を行っている。

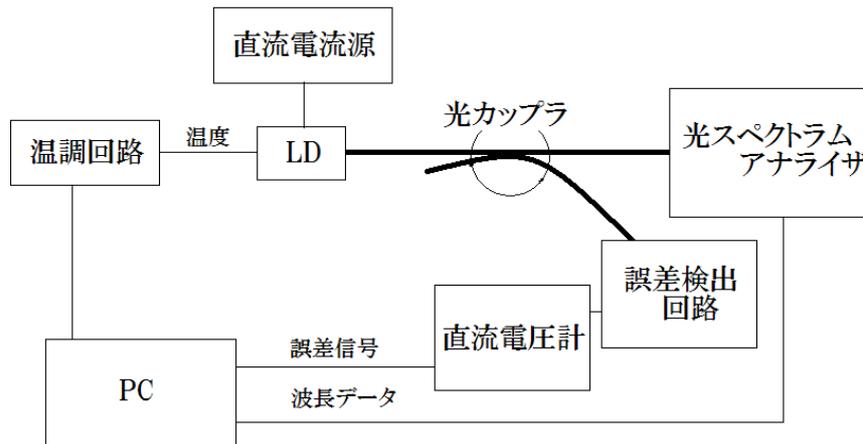


図4 発振波長安定化実験系

LDには $1.55\mu\text{m}$ 帯DFBレーザを用い、外乱として、LDの注入電流を約60秒で20mAから90mAまで変化させるという信号を加えた。半導体レーザへの注入電流を変化させることにより、発振波長を変化させることができる。誤差信号を検出し、PCへと取り込む時間の間隔は0.5secとした。図5に実験結果を示す。

制御を加えていないフリーランでは波長は1552.37nmから1552.74nmまで0.37nm、周波数に変換すると46GHzの変動があった。

制御を行うことにより、波長の変化は1552.26nmから1552.36nmまでの0.10nm、周波数では12GHz程度まで減少させることができた。

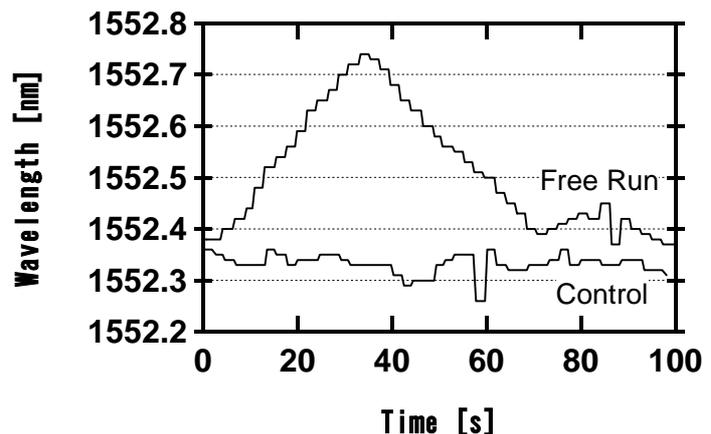


図5 時間に対する発振波長の変動

4. 課題

今回はプログラム上で誤差信号を定数倍し、現在の状態の温度へと加える方法をとったが、誤差信号の値に対応して係数を変えるなどのプログラムの改善により更なる安定化が見込める。

5. 参考文献

- 大越 孝敬 菊池 利朗 コヒーレント光通信工学 オーム社 1989年
界 義久 1.55 μm 帯半導体レーザの周波数安定化に関する研究