

石河直樹, 佐藤家郷, 煤田秀雄, 竹内延夫*

N.Ishikawa, I.Sato, H.Susuda, N.Takeuchi*

明星電気, 国立公害研究所*

Meisei Electric Co., National Institute on Environment Studies

あらゆる簡易・小型を特長とする半導体レーザーの波長安定化装置を製作し、可搬型レーザーレーダの光源への適用を試みた。

1. まえがき

通常、レーザーレーダは昼間使用のとき、受光系の光検出器には、投射したレーザー光の反射光の他に、主に背景光が不要な雑光として入射する。この背景光は、受信信号にゆらぎを与えたり、光検出器のショットノイズを増加させて受信信号のSN比を低下させる。従って、この背景光の光検出器への入射量を極力少なくすることが必要となる。この目的のために、投射するレーザー光の波長を透過中心波長としたバンドパスの干渉フィルタが使用される。

この干渉フィルタを狭帯域とすれば、受信信号のSN比を改善できるが、半導体レーザーの発振波長は温度により変化するため、バンド幅が約1nmの干渉フィルタを使用する場合、半導体レーザーの波長安定化が必要となる。

2. 安定化の方法

本装置のブロック図を才1図に示す。半導体レーザーの温度を制御することにより、発振波長を安定化する方法をとっている。基準要素としては、一組の干渉フィルタを使用している。

半導体レーザーの発振波長については、素子の温度や注入電流量によって制御できることが

知られている(1)。これは、半導体レーザーのエネルギーギャップと屈折率の温度依存性によるもので、AlGaAsレーザーの場合は、エネルギーギャップにより約0.3nm/K、屈折率により約0.06nm/Kの温度依存性を有し、全体的には、図2に示すように階段状の温度特性である(2)。

本装置の動作原理を説明する。発振器の信号で変調された電流源の被変調電流を半導体レーザーLDに注入すると、半導体レーザーは、輝度変調されたレーザー光をレンズに向けて射出する。このレーザー光のうち、周辺部の一部を反射鏡により干渉フィルタに導く。干渉フィルタを透過したレーザー光は、フォトダイオードにより電気信号に変換し絶対値回路に導いた後、低域フィルタで平滑して直流電圧信号となる。

図3(a)は、干渉フィルタ#1、#2の透過スペクトル曲線である。互いの透過スペクトル曲線は、半導体レーザーの発振波長を固定しようとする波長λ₀で交差している。実際には、製作した一組の干渉フィルタの交差波長が多少ずれていても、フォトダイオードの負荷抵抗を調整することにより波長λ₀で交差させることが可能である。

図3(b)は、減算器の出力TS = V1 - V2を半導

図1. 半導体レーザー波長安定化装置のブロック図

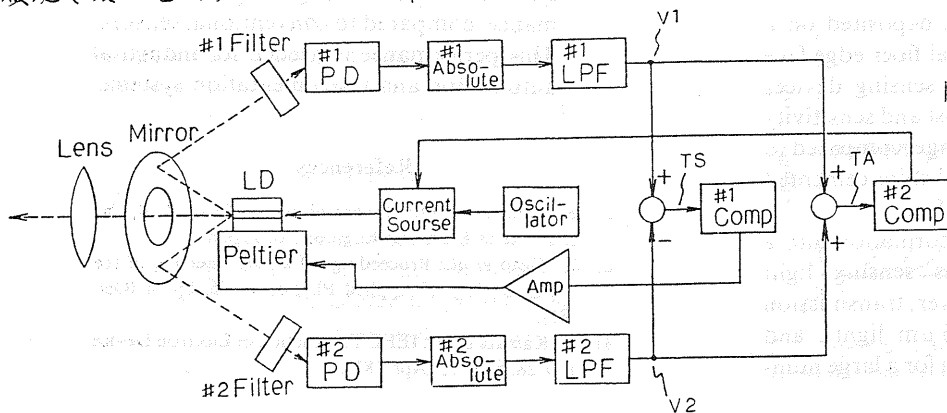
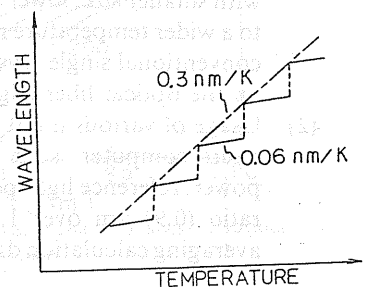


図2. 発振波長の温度依存性



体レーザの発振波長について表わしたものである。これは、波長 λc でゼロクロスした特性となる。#1コンパレータは、減算器の出カレベルTSがゼロとなるように、すなわち、半導体レーザの発振波長が波長 λc となるように、ペルチエ素子への電流を制御する。ペルチエ素子は流す電流の方向により、発熱面と冷却面を切替えることができ、半導体レーザは加熱すれば長波長側に、冷却すれば短波長側に発振波長が移動するのである。

図3(c)は、加算器の出カ $TA = V1 - V2$ を半導体レーザの発振波長について表わしたものである。半導体レーザの発振波長が波長 λc に固定されれば、加算器の出カレベルTAは図3(c)のA点の値となり、このレベルは半導体レーザの出カレベルに比例している。#2コンパレータは予め設定された基準レベルと出カレベルTAとの結果により、電流源から半導体レーザへの注入電流を制御し、半導体レーザの発光出力を一定にしている。

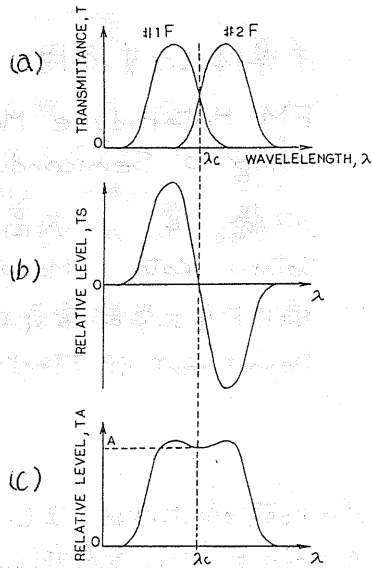


図3. 一組の干渉フィルタの透過スペクトル特性とその差と和

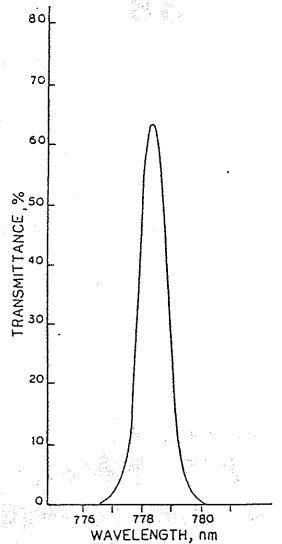


図4. レーザレーダ受光系の干渉フィルタ

について紹介した。小型のレーザレーダの光源とすることにより、背景光の受光量を減らし受信信号のSN比の改善を目的としていた。レーザレーダの受光系とは独立に送光系に組込めるので、レーザレーダの機構が簡単になるという特長も合わせ持っている。

文献

- (1) 秋元: "半導体レーザの周波数制御技術", O plus E, pp. 67~79
- (2) "HITACHI LASER DIODE APPLICATION MANUAL", JUNE 1979.

3. レーザレーダへの適用

本装置をレーザ光源として適用したレーザレーダは、受光系の光検出器にAPDを使用しその前面に透過中心波長 $\lambda 0 = 778.5 \text{ nm}$ 、半値幅 $\Delta\lambda = 1.1 \text{ nm}$ の干渉フィルタを使用している。図4にこの干渉フィルタの透過スペクトル曲線を示す。従って、本装置の動作原理の説明で述べた半導体レーザの固定波長 λc は 778.5 nm としている。半導体レーザは発振波長が室温(30°C)にて、 783 nm のAlGaAsレーザを使用している。

本装置に要求される波長安定度は、波長変化分 $\Delta\lambda$ を発振波長 λ で割った値 $\Delta\lambda/\lambda$ が 10^{-3} 以下である必要がある。

実際には半値幅1.1nmの受光系の干渉フィルタを通して、半導体レーザの発光出力を測定することにより、波長安定度を評価しておりレベル変動が室温にて2%以内という結果であった。尚、この評価法では、半導体レーザの発光出力の安定度も同時に調べていることになる。

4. むすび

構成の簡易な半導体レーザの波長安定化装置