

7B-5 外部共振器型半導体レーザ光源の走査波長安定化に関する検討

遠藤 貴徳* 鈴木 孝昌** 佐々木 修己**

*新潟大学大学院自然科学研究科 **新潟大学工学部

1. はじめに

汎用の半導体レーザに回折格子を組み合わせて外部共振器構造とすると、広帯域の波長走査が可能となることが知られている。しかし、システムを単純化した場合、周囲の温度や光軸の機械的変位の影響により長時間での安定したスペクトルの発生は困難であった。

そこで本研究室では、汎用の LD を用いた外部共振器型半導体レーザ光源において、外部ミラーの回転角に対してフィードバック制御を施すとともに、レーザ注入電流を変化させることにより、波長走査のモードホップフリー化を試みて来た。

本研究では外部ミラーの可動回転角を拡大することで、波長走査幅の拡大を図った。また、外部ミラー回転角のフィードバック制御を用いた発振スペクトルのさらなる安定化について検討した。

2. 原理

図1にリットマン型光共振器の基本構成を示す。レーザから出た光を回折格子に入射させ、その1次回折光をミラーにより垂直反射させることによりレーザとミラーの間で光共振器を構成している。この時、反射角 θ_d は、波長 λ と入射角 θ_i の関数となり、式(1)、(2)で表される。

$$\theta_d = \sin^{-1} \left\{ \frac{\lambda}{d} \pm \sin \theta_i \right\} \dots \dots \dots (1)$$

$$\theta_d + \Delta \theta_d = \sin^{-1} \left\{ \frac{\lambda + \Delta \lambda}{d} \pm \sin \theta_i \right\} \dots \dots \dots (2)$$

但し、 λ [nm]は中心発振周波数、 d [mm/本]は回折格子定数である。

半導体レーザの発振波長はブロードな特性をもつので、1次回折光の反射角はその波長に応じて変化する。式(2)に示すようにミラーを $\Delta \theta_d$ だけ回転させ、その反射面に対する特定の角度($\theta_d + \Delta \theta_d$)

で反射してきた光が垂直になると、その波長($\lambda + \Delta \lambda$)の光のみがレーザに戻る。これにより、特定の波長で光共振が起こる。

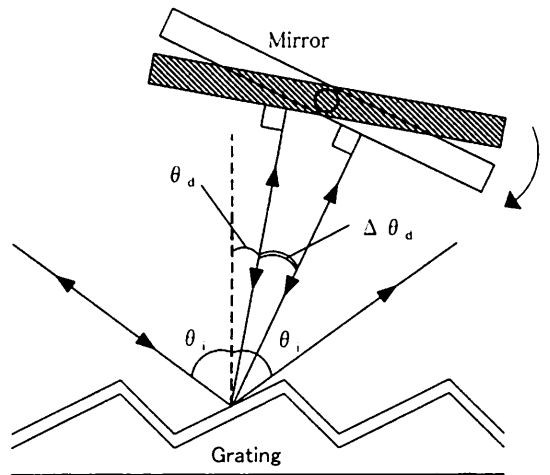


図1 リットマン型光共振器

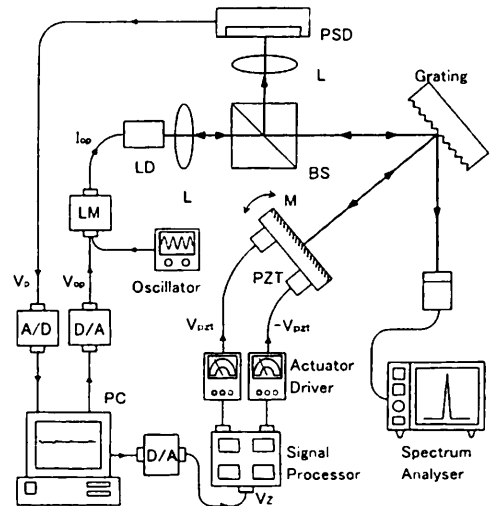


図2 実験装置の構成

3. 実験装置および実験方法

図2に実験装置の構成を示す。光源に中心発振波長 684[nm]のLD、格子定数 $d=1/1800$ [本/mm]の回折格子を用い、リットマン型光外部共振器を構成した。初期条件として、 $\theta_1=65^\circ$ 、 $\theta_2=19^\circ$ に設定した。

はじめにレーザ注入電流を一定にして波長を走査した。二つのPZTをミラー裏面の中心からそれぞれ2.5[mm]離れた位置に設置し、互いに逆電圧になるように0[V]~150[V]の電圧を100[mV]ステップで印加し、ミラーを最大 0.2° 回転させた。このとき走査されたスペクトル分布を、光スペクトラムアナライザで検出した。同時にPSD出力電圧も観測した。

4. 実験結果

図3にレーザ注入電流を64[mA]一定として走査した場合のスペクトル分布を示す。682.702[nm]~684.572[nm]までの22本のスペクトル波形を確認した。波長間隔は全てにおいて0.09[nm]であった。また、同時に観測したPSD出力電圧を図4に示す。

図4のグラフ中の点は、図3に示したスペクトルを観測した位置である。この点のほとんどが極小または極大に位置しており、これら極小、極大の位置でスペクトルが安定となることが分かる。次に、この極小点においてLD注入電流に正弦波変調を加え、PSD出力電圧を観測した。図5(a)はこのとき注入した正弦波電流、図5(b)はPSD出力電圧である。これより、極小または極大点ではPSD出力電圧の周波数は変調周波数の2倍となって現れることが分かる。これを利用するとPSD電圧が極小または極大となるような制御を施すことができ、スペクトルの安定化を図れると考えられる。

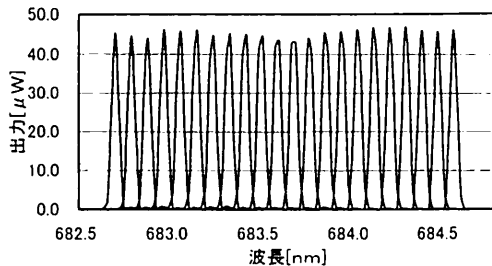


図3 走査スペクトル分布

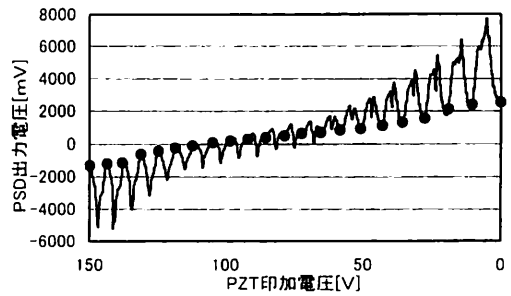
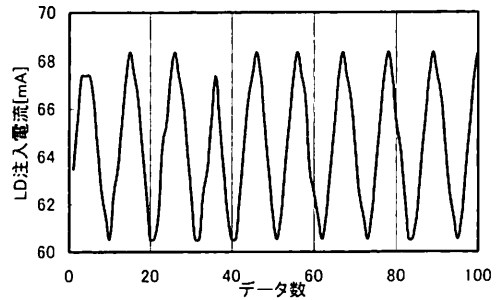
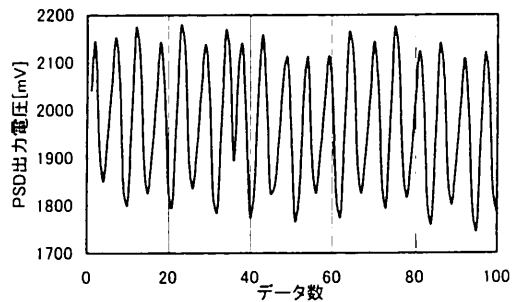


図4 PSD出力電圧



(a) LD注入電流



(b) PSD出力電圧

図5 LD変調時のPSD電圧

5. まとめ

リットマン型光外部共振器を用いて、波長を0.09[nm]間隔で走査することができ、その波長走査幅を拡大した。またPSD出力電圧をもとにスペクトルの安定化を図れる見通しが得られた。

【参考文献】

- 1) 岩名達夫, 鈴木孝昌, 佐々木修己, “外部共振器型半導体レーザ光源における広帯域波長走査に関する検討,” 電気学会東京支部新潟支所研究発表会予稿集, III-14, p. 58 (2004)