

超音波偏向型外部共振器半導体レーザー光源の波長走査幅拡大

Expansion of wavelength scanning range in acousto-optically tuned external-cavity laser diode

○(M2) 増子 豪¹, 鈴木 孝昌¹, 崔 森悦², 佐々木 修己¹

Niigata Univ. Graduate School of Science and Technology,¹ Niigata Univ. Faculty of Engineering,²

E-mail: f15c078f@mail.cc.niigata-u.ac.jp

1. 研究の背景と目的

半導体レーザーに回折格子を組み合わせた外部共振器は、波長走査を行うことが可能である。これは、回折格子上で回折する光（回折光）が、波長によって、進む方向が異なるという性質を利用している。

従来のシステムでは外部ミラーを回転させることで波長を走査している[1]。ただし機械的な制御であるため、劣化や振動の影響を受けるという短所があった。これを改善するため、本研究室では図に示すような AOD (音響光学偏向素子) を利用した外部共振器を構成した。これは AOD によりレーザー光の回折格子への入射角を変化させ、波長走査を行うシステムである[2]。しかし、レーザーの波長帯域から見込まれる波長走査幅を十分にとる事ができなかった。そこで本研究は波長走査幅を拡大するため、外部共振器について検討と改良を行った。

2. 原理

図 1 (a) にこれまで提案してきたリットマン型外部共振器の構成を示す。レーザーから出射した光を AOD により偏向し、回折格子に入射して分光する。一次光のうち特定の波長 λ [nm] を持つ光のみがミラーで垂直反射され、レーザーに帰還する。これにより、レーザーとミラーの間で光共振を起こす。この時の波長 λ は以下の式で決まる。

$$\lambda = \frac{1}{N} \{ \sin(\theta_i) + \sin(\theta_d) \}$$

但し θ_i [rad] は入射角、 θ_d [rad] は回折角、 N [本/mm] は回折格子定数である。

図 1 (b) に今回提案するリットロー型外部共振器の構成を示す。リットマン型の構成からミラーを取り除き、レーザーと回折格子の間で光共振を起こす。回折格子により選択される波長 λ は以下の式で決まる。

$$\lambda = \frac{2}{N} \sin(\theta_i)$$

波長走査は回折格子に入射する光の入射角 θ_i を AOD により変化させることで行う。

3. 実験方法

外部共振器に用いる AR コート付き近赤外レーザーの波長分布をスペクトルアナライザーで観測する。レーザーは、ペルチェ温度コントローラにより温度を 25 ± 0.01 [°C] に保ち、LD 駆動電流は 100 [mA] とした。

又、この状態のレーザーと AOD (光偏光素子)、金コートの回折格子 (格子定数 $N=830$ [本/mm]) を組み合わせ、リットロー型外部共振器を構成する (図 2)。AOD を透過した光をスペクトルアナライザーで観測する。この時、AOD の印加電圧を 0V から 8V まで 0.1 V ずつ遷移させたデータを取得する。

同様にミラーを加えたリットマン型外部共振器におけるデータも取得する。

4. 実験結果

観測したレーザー光のスペクトル分布を図 3 に示す。中心波長 818nm、波長帯域幅 40nm であることが分かった。

図 4 は、波長走査の様子を示し、(a) リットロー型では 19nm、(b) リットマン型では 12nm 遷移している事を確認できた。

5. 考察

リットロー型の波長走査幅はリットマン型より 7nm 広い。拡大の要因にレーザーに帰還する光の強度が関係していることがあげられる。リットマン型は、回折格子でレーザー光が計 2 回反射するのに対し、リットロー型では、1 回の反射でレーザーに帰還する。後者はレーザーに帰還する光強度が前者より強い状態を保つため、光共振が強く誘発されたものと考えられる。

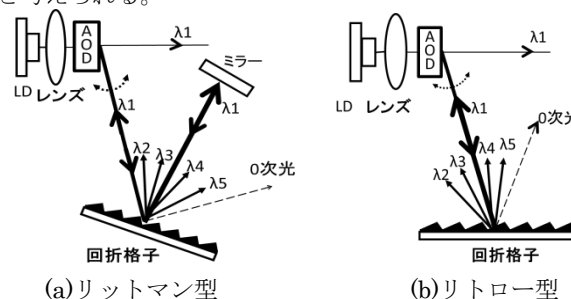


図 1 外部共振器の構成

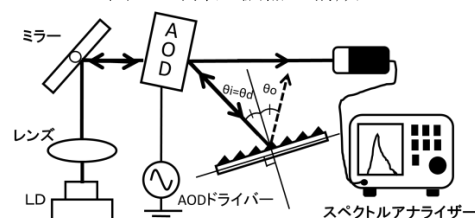


図 2 実験装置の構成

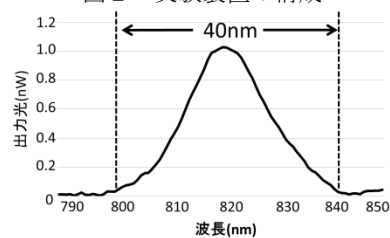


図 3 近赤外レーザーの波長帯域幅

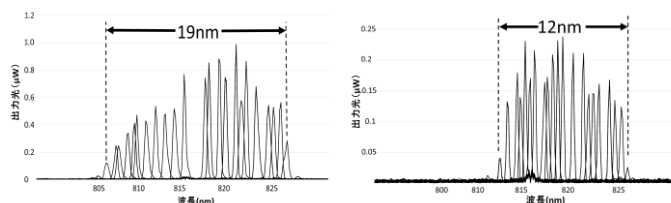


図 4 波長走査の様子

参考文献

[1] K. C. Harvey, et. al., Opt. Lett., 16, 910 (1991).

[2] T. Suzuki, et. al., Opt. Commun., 284, 4615 (2011).