

半導体レーザー周波数安定化用 リング干渉計

土田英実・三橋慶喜

電子技術総合研究所

〒305 茨城県新治郡桜村梅園 1-1-4

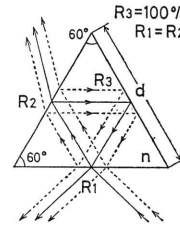


Fig. 1 Top view of a ring interferometer for frequency stabilization of semiconductor lasers.

半導体レーザーの周波数安定化の基準としてファブリペロー干渉計が用いられるが¹⁾、通常反射率 90% 以上の鏡を用いているので、鏡からの反射光がレーザーに戻った場合、発振が不安定になり、周波数安定度が低下することが報告されている²⁾。これを防ぐため、干渉計を傾ける方法や光アイソレータが用いられる。本研究では、反射光がレーザーに戻らない新しい構造のリング干渉計を提案、製作し、これを基準として周波数安定化を行なった。

Fig. 1 にリング干渉計の構造を示す。干渉計はガラスを研磨した正三角柱のブロックで、三つの側面に誘電体多層膜を蒸着し鏡としている。レーザー光は鏡に対して斜めから入射するので、レーザーに反射光は戻らない。また、干渉計は1個のブロックからできているので、光軸合わせが容易で、機械的に安定である。

光が入射する位置に応じて2通りの光路が考えられる。Fig. 1 の実線のように側面の中心に入射した場合は、正三角形の光路になる。入射、透過光強度の関係はファブリペロー干渉計と等価になり、自由スペクトル域は $\Delta\nu = 2c/3nd$ 、フィネスは $F = \pi R^{1/2}/(1-R)$ で与えられる。ただし、 c は光速、 n は干渉計の屈折率、 d は正三角形の一辺の長さ、鏡の反射率を $R_1 = R_2 = R$ 、 $R_3 = 100\%$ とした。一方、Fig. 1 の破線のように中心から入射した場合は、光は干渉計内を2周して出射し、透過光が複数になる。このため、自由スペクトル域は実線の場合に比べて半分になる。

実験には波長 790 nm の AlGaAs 半導体レーザー (日立 HL 7801 E) を使用した。製作した干渉計は材質が合成石英で、 $d = 30$ mm、厚さ 20 mm、 $R = 90\%$ とした。注入電流を掃引することにより測定した透過スペクトルを Fig. 2 に示す。上は Fig. 1 の実線の光路で得られたもので、自由スペクトル域は 4.6 GHz、フィネスは約 12 である。下は破線の光路で得られたもので、上の場合に比べて自由スペクトル域が半分になっている。

Fig. 2 の上の透過スペクトルを基準としてレーザーの周波数安定化を行なった。安定化の装置はファブリペ

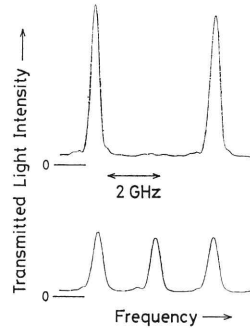


Fig. 2 Transmitted spectra of the ring interferometer measured by sweeping the injection current.

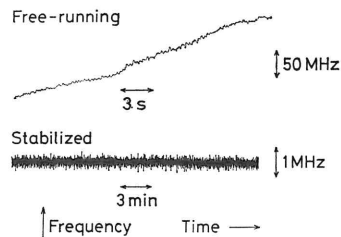


Fig. 3 Recorder traces of frequency fluctuations.

ロー干渉計の場合¹⁾ とほぼ同じである。レーザー光をハーフミラーで二分し、一方は干渉計を透過後、他方は直接 APD で受光する。APD の出力を差動増幅器で比較し、PID 回路を介して注入電流に帰還する。透過光強度が最大値の約 1/2 になるように制御した。周波数安定度は制御系の誤差信号から評価した。レコーダに記録した周波数変動の波形を Fig. 3 に示す。上はフリーランニング状態で、150 MHz 程度の変動が見られる。下は安定化した状態で、変動は 1 MHz 以下に抑えられ、安定度が 2 桁以上向上した。

文 献

- 1) H. Tsuchida, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., **22** (1983) L 496.
- 2) 土田英実, ほか: 第 29 回応物講演会, 3a-F-7 (1982).