

ファラデー効果による半導体レーザーの発振周波数安定化 ～レーザーの温度安定度と信号波形整形回路の改善～

Oscillation frequency stabilization of a semiconductor laser using a Faraday effect
～Improvements of both temperature stability of a laser diode and functions of a signal waveform shaping circuit～

○*新井秀明 *二文字俊哉 *前原進也 *上原知幸 *佐藤旭
*Hideaki Arai *Toshiya Nimonji *Shinya Maehara *Tomoyuki Uehara *Akira Sato
佐藤孝 **大河正志 *川村静児
Takashi Sato **Masashi Ohkawa *Seiji Kawamura

*新潟大学大学院自然科学研究科 **新潟大学工学部
*Graduate School of Science and Technology, Niigata University **Faculty of Engineering, Niigata University
***国立天文台
***National Astronomical Observatory of Japan

1. 研究の背景と目的

半導体レーザー(LD)は、他のレーザーなどと比べて小型軽量、安価、省電力、長寿命などの特徴があり、現在では、さまざまな分野で広く用いられている。しかし動作特性上、注入電流や温度により発振周波数が変化するため、雰囲気温度の影響を受けやすいという欠点もあり、高いコヒーレント性が必要な応用分野、たとえばレーザー干渉計の光源等に使用する際には発振周波数の安定化が必要不可欠である。

そこで本研究では、外部周波数基準として Rb 原子の D_2 吸収線(780.02nm)のファラデー効果を用いて得られた制御信号を利用して安定化を行っている。(1)ここでは、この安定化方法に大きな影響を与えるレーザーの温度制御に視点を置いた実験と、信号波形整形回路 (PEAK 回路) を利用した実験について報告する。

2. 実験内容

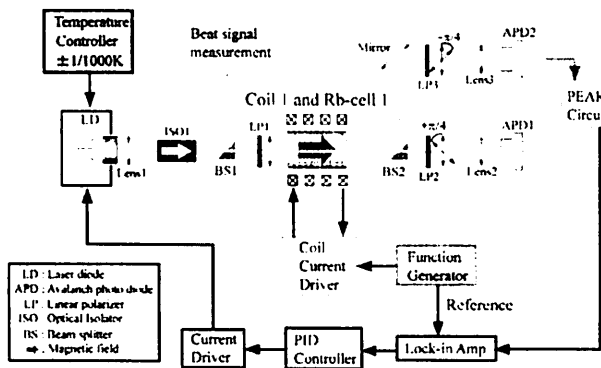


Fig.1 Experimental setup of the Faraday PEAK method.

Fig.1 に今回の Faraday PEAK 方式による実験系を示す。LD で発振されたレーザー光は、レンズ(Lens1)によってコリメートされ、光アイソレータ(ISO1)を通り、ビームスプリッター(BS1)で2つに分けられる。一方の光はビート信号観測用に使い、もう一方を安定化に使用する。安定化に使用する光は、直線偏光板(LP1)を通過し、2つのヘルムホルツコイルで構成されたコイル(Coil I)によりレーザー光の進行方向と平行に直流磁界と交流磁界が印加された外部周波数基準 (Rb セル) を通過する。Rb セルを通過した光は

BS2 によって2つに分けられ、それぞれ LP2 と LP3 により、LP1 から $+\pi/4$ (rad), $-\pi/4$ (rad) に偏光され、それぞれ Lens2, Lens3 で集光し、アバランシホトダイオード(APD 1, APD2)で受光される。受光された光は、信号波形整形回路 (PEAK 回路) により PEAK 方式に適した信号波形に変換される。

また、周波数安定度の評価方法として、Fig.1 の系と同じ系をもう1つ組み、BS1 によって分けられた光と光軸を合わせて集光し、APD で受光することで2つのレーザー光の周波数差であるビート信号を観測し、アラン分散を算出する評価法を用いている。

3. 実験結果

Fig.2 に実験結果を示す。今回の実験では、レーザーの温度制御を改善し、かつ Faraday PEAK 方式を用いることで安定度が改善された。

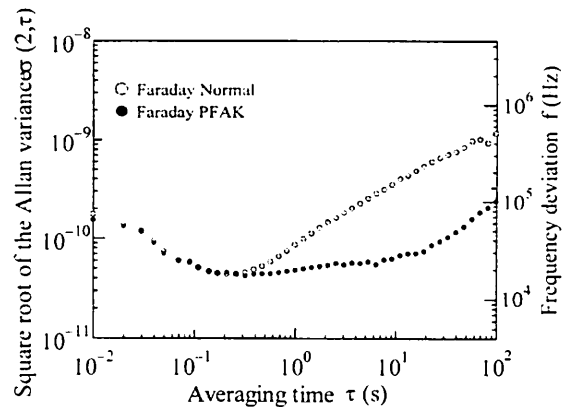


Fig.2 Frequency stabilities.

4. まとめ

実験結果から、Faraday Normal 方式に対し Faraday PEAK 方式での長期における安定度の改善が見られた。今後は、PEAK 方式におけるシグナルの改善や Faraday 方式の安定度に大きく影響すると考えられる直流磁界の安定度向上などによって安定度の更なる向上を目指す。

参考文献

(1) T. Nimonji, et al., "New Frequency Stabilization Method of a Semiconductor Laser Using the Faraday Effect of the Rb- D_2 Absorption Line," Jpn. J. Appl. Phys. 43, pp. 2504-2509, (2004)