

磁気光学効果を用いた半導体レーザの発振周波数安定化 ～温度制御の改善と安定度～

Oscillation frequency stabilization of a semiconductor laser using a magneto-optical effect.
～Improvement of temperature control and the overall stability～

○*佐藤旭 *二文字俊哉 *前原進也 *上原智幸
*Akira Sato *Tosiyu Nimonji *Sinya Maehara *Tomoyuki Uehara
佐藤孝 **田村忠 **大河正志 **丸山武男 *川村静児
Takashi Sato **Tadasi Tamura **Masashi Ohkawa **Takeo Maruyama *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

1. 研究の背景と目的

半導体レーザ(LD)は他のレーザ光源と比べて小型、軽量、安価、省電力、長寿命などの特徴があり、取り扱いが容易で現在は様々な分野で用いられている。しかし、半導体レーザは発振スペクトル幅が広く、発振周波数が雰囲気温度や注入電流によって容易に変化するため、例えばレーザ干渉計の光源等、周波数の安定度が重要な分野に応用するには発振周波数の安定化が必要とされている。

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)を用い、発振周波数との差をレーザの注入電流にフィードバックすることにより発振周波数の安定化を行っている。安定化法としては、レーザの周波数ではなくファラデー効果を利用してRb原子の吸収線に変調を加える事で制御信号を得て安定度の向上を目指している。

2. 実験内容

図1に今回のFARADAY NORMAL方式による光学系および実験系を示す。温度コントローラによって温度変動が1/1000K程度に抑えられた半導体レーザ(LD1)の出力光はコリメート後にアイソレータ(Iso1)を通過し、ビームスプリッタ(BS1)により、制御用と観測用の光に分けられる。その後、制御用のレーザ光は、直線偏光板(LP1)を通過し、ヘルムホルツコイル(Coil1)によって直線磁界と交流磁界(交流信号を加える事で直線偏光の偏光方向に微小変調を与えている)が印加されているRbセルを通り、LP1から $\pi/4$ (rad)傾けられたLP2によって偏光方向の変調を最も効率的に透過光強度変調に変換された後に集光、アバランシホトダイオード(APD1)で受光される。

APD1により受光されたレーザ光は透過光強度信号としてロックインアンプに入力される。この信号をコイルに加えられている変調信号とロックインアンプで同期検波することで一次微分波形、即ち誤差信号を得ることができる。このようにして得られた誤差信号をPIDコントローラを経由してレーザ駆動用ドライバからレーザの注入電流にフィードバックしてやる事によって安定化が行われる。

また、LD2を用いて同様の系を組み上げる。BS1、BS2によって分けられたレーザ光の光軸を合わせて干渉させて集光、APD2で受光する事でビート信号を検出、周波数カウンタを用いて2つのレーザ光の周波数差をビート周波数として測定し、コンピュータに取り込み、アラン分散の平方根値を計算することにより安定度の評価を行っている。

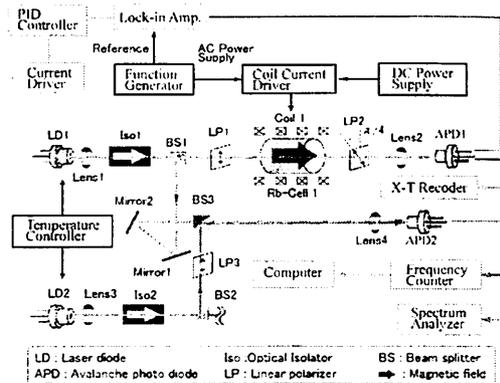


図1. FARADAY NORMAL 光学系

3. 実験結果

図2に実験結果を示す。今回の実験ではレーザの温度制御精度の向上により安定度改善を図った。

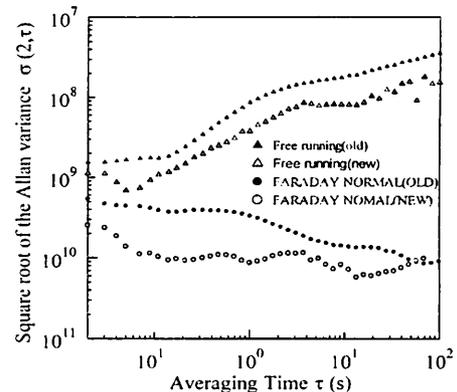


図2. 実験結果

4. まとめ

半導体レーザの温度変動の改善により、周波数安定度は向上したと言える。今後は、温度変動要因の除去、そして、よりよい安定度が見込めるFARADAY PEAK方式(1)での安定化、光フィードバックとの併用などによって安定度のさらなる向上を目指していく。

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).