

外部共振器による面発光型半導体レーザの発振周波数安定化

Oscillation frequency stabilization of a vertical cavity surface emitting laser diode with external cavities

◎齊藤高大* 岩堀稔** 土井康平*** 佐藤孝* 大河正志*
 Takahiro Saito Minoru Iwahori Kohei Doi Takashi Sato Masashi Ohkawa
 *新潟大学工学部 **新潟大学大学院自然科学研究科 ***新潟大学ベンチャービジネスラボラトリー
 Fac. Engineering, Graduate School of Science and Technology, Venture Business Laboratory, Niigata University

1. はじめに

半導体レーザは、小型・軽量・高発光効率・低消費電力・低コスト・長寿命・メンテナンスフリーなどの特長があり、将来のコヒーレント光通信や、高精度な光計測などへの応用が期待されている。これらの応用に必要な半導体レーザの特性は高いスペクトル純度と発振周波数の安定性である。しかし、半導体レーザは、駆動電流や雰囲気温度によって発振周波数が変化し、発振幅が他のレーザに比べて広いという性質もある。半導体レーザの応用を考えた場合、半導体レーザの発振幅の狭窄化・発振周波数の安定化が必要になる。本研究では面発光型半導体レーザ (VCSEL: Vertical Cavity Surface Emitting Laser) を導入した。VCSEL は基盤面に対して垂直に光が射出されるレーザである。二次元レーザアレイ化が容易であることに加え、活性層体積が微小なため、低閾値動作や高速変調が可能であり、光共振器長が短いために安定した発振モードが得られ易い、比較的安価であること等の利点があり、ローコストの大容量光通信光源として期待されている。しかし、一般的な半導体レーザに比べて広い発振幅を持つため大容量通信にそのまま使うことはできない。これを改善するために VCSEL を外部共振器型に構成したものが単純でローコストであると有望視されている。そこで本研究では、周波数安定度の向上と発振周波数幅の狭窄化が報告されている外部共振器 (ECDL) システムであるダブル光フィードバック法を適用した VCSEL 複合共振器システムの発振周波数安定化を行う。

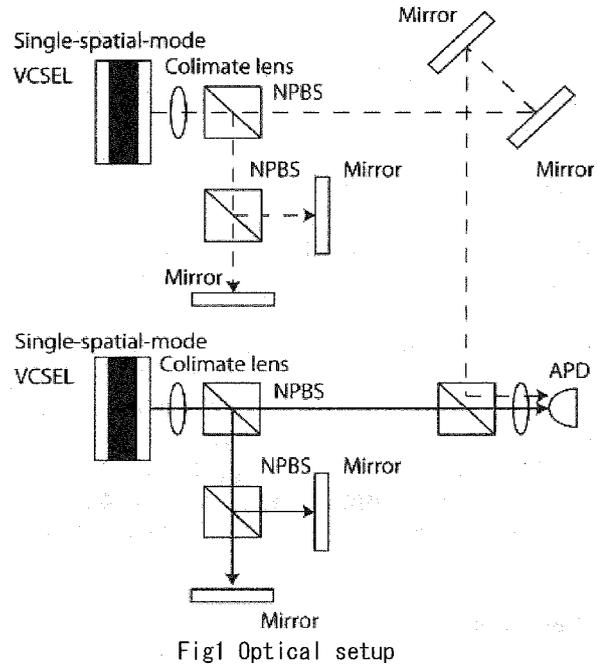
2. 実験方法

発振周波数安定度および発振幅の評価をするための光学系 (ECDL システム) を Fig. 1 に示す。

VCSEL (Avalon Photonics, AVA-760T0510) はシングル横モード発振するものを使用した。ECDL システム中にある VCSEL にはそれぞれ 1/100K 以下の変動範囲で温度制御をしている。ダブル光フィードバックを施した 2 つの出力光を同時にアバランシェフォトダイオード (APD) に入射させる。そこで得られる 2 つの出力光の周波数差であるビート信号の観察を行う。このビート信号を利用することでスペクトル線幅を測定することができる。

そして、APD で得られるビート信号を周波数カウンタで測定し、得られた周波数データからアラン分散の平方根値を計算することによって、2 つの ECDL システムの相対的周波数安定度について評価を行う。

ECDL システム全体は、雰囲気温度変動による外部共振器長の変化を阻止するため、光学基盤に熱膨張係数の小さいスーパーインバーを採用した。



3. 実験結果と考察

面発光型半導体レーザの発振幅を Fig. 2 に示す。このようにフリーランニング時では 150MHz だった発振幅は、ダブル光フィードバックの系では 3MHz まで狭窄化された。また、外部共振器長が温度変動により変化しなければ、共振器長により定まる周波数により発振周波数が決められるため、レーザの発振周波数の安定化が期待できる。

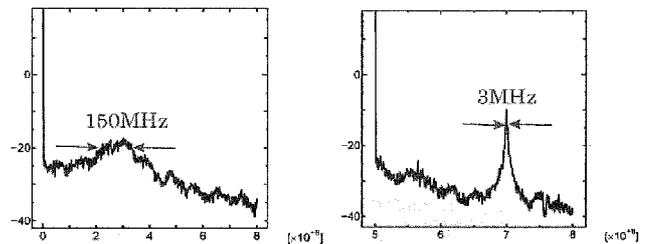


Fig. 2 Beat spectrum

参考文献

1) F. Rogister, D.W. Sukow, P. Megret, O. Deparis, A. Gavrielides, M. Blondel : "All-optical technique for stabilization of an external cavity laser diode : numerical and experiment demonstration " SPIE Vol. 3944, 2000