

Si 基板上に集積した量子ドット DFB レーザの近端反射耐性の評価

Evaluation of Reflection Tolerance of Quantum Dot DFB Lasers

Integrated on Si Substrate

◦羽鳥 伸明、水谷 健二、鄭 錫煥、田中 有、蔵田 和彦 (PETRA)

◦Nobuaki Hatori, Kenji Mizutani, Seok-hwan Jeong, Yu Tanaka, and Kazuhiko Kurata (PETRA)

E-mail: n-hatori@petra-jp.org

はじめに データセンター内での低コスト小型光モジュールの適用が検討され、Si フォトニクス技術を用いた光素子の開発が進められている。我々は光源として、Si 集積素子上に半導体レーザ(LD)をフリップチップ実装した集積光源を検討している。Si 集積素子上には、変調器への入射箇所やグレーティングカプラなどの複数の反射点が存在するが、これらからの近端反射による LD 動作への影響が懸念されている。量子ドット(QD)レーザは、反射光耐性に優れアイソレータフリー動作が可能[1]で低コスト小型モジュールに適した特性を有している。データセンター内では数百メートル以上のシングルモードファイバ伝送が必要であるが、QD-DFB レーザでの反射耐性の評価例はまだない。本報告では 1.3 μ m 帯 QD-DFB レーザ[2]を用いて、近端反射耐性について実験的に評価し、高い反射耐性を確認したので報告する。

素子作製・評価系 図 1 に、近端反射耐性評価用の Si 素子と実験系を示す。Si 素子は約-6dB の反射端、マッハツェンダー干渉計(MZI)、受光器(PD)で構成されている。LD は Si 素子に形成されたテラス上にフリップチップ実装で集積される。MZI の位相を変化させて透過率を調整することで、反射端からの反射率を制御する。近端反射の影響は、LD と外部反射点による個々の共振器の位相条件に依存するため、LD 電流を変えて LD の位相条件を変えながら強度雑音量を評価した。PD(帯域 20GHz)での受光信号を、バイアス T を用いて DC 信号成分とそれ以外の雑音に分離し、サンプリングオシロで雑音強度を測定した。信号強度と雑音強度の比から、RIN(Relative intensity noise)を算出した。

実験 LD は、無反射(AR)/高反射(HR)膜コートした QD-DFB レーザを用いた。40dB 以上の SMSR と 85 $^{\circ}$ C での 20mW 出力を確認している[2]。Si 集積素子へ実装後、LD 注入電流値を 50mA から 150mA まで変化させ、RIN の最悪値を MZI を調整した様々な反射に対してプロットしたのが図 2 である。比較のために同じく AR/HR コートした量子井戸(QW)-DFB レーザで同様な評価を実施した。QW-DFB レーザでは、反射戻り光が-40dB の時点で、-125dB/Hz を超える RIN の最悪値を観測した。一方、QD-DFB レーザでは QW レーザに対して全体的に RIN の劣化が抑えられているものの、-40dB 以上の反射戻り光に対する RIN の劣化が観察された。これを抑制するため QD-DFB レーザの出射端面側に低反射(LR)膜を施した。活性層への戻り光の結合レートを低くし、戻り光の影響を抑えるためである。LR 膜を持つ DFB レーザ単体での特性として、SMSR 40dB 以上の単一モード動作と 85 $^{\circ}$ C での 15mW 光出力を確認している。評価結果を図 2 にあわせて示す。LR 膜の効果により、-30dB まで反射が大きくなってても-140dB/Hz を超える RIN の劣化は見られていない。本結果から QD-DFB レーザの高い近端反射耐性を実証できた。小型光モジュールに向けたアイソレータフリー実装が期待できる。

謝辞 本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」により委託を受けたものである。

参考文献 [1] K. Mizutani et. al., ECOC2015 P.4.7. [2] 羽鳥他、2017応物春 15p-422-9.

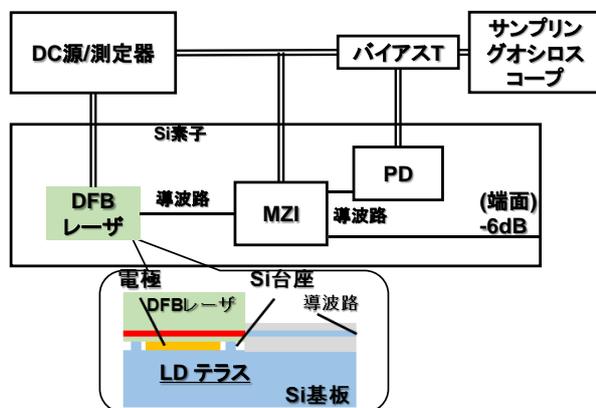


図 1. 反射測定系

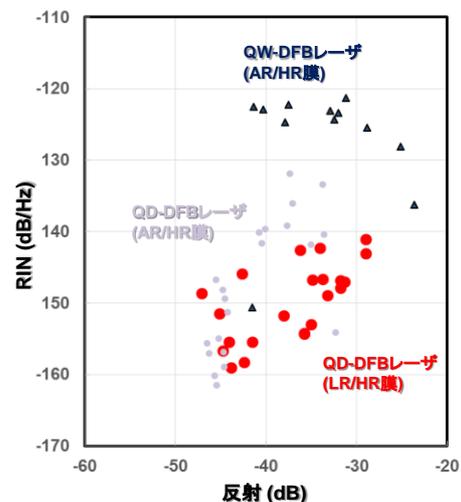


図 2 RIN 測定結果