

量子ドットレーザを搭載する Si 基板上ハイブリッド集積光源のための 光結合検討

Optical Coupling Investigation On A Hybrid Integrated Light Source On A Si Substrate Using A Quantum Dot Laser

技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所¹, フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発研究機構², 産業技術総合研究所³, 東京大学 生産技術研究所⁴

羽鳥 伸明^{1,2}, 清水 隆徳^{1,2}, 岡野 誠^{2,3}, 石坂 政茂^{1,2}, 山本 剛之^{1,2}, 竇野 豊^{1,2}, 森 雅彦^{2,3},
中村 隆宏^{1,2}, 荒川 泰彦^{2,4}

PETRA¹, PECST², AIST³, IIS, Univ. of Tokyo⁴

N. Hatori^{1,2}, T. Shimizu^{1,2}, M. Okano^{2,3}, M. Ishizaka^{1,2}, T. Yamamoto^{1,2}, Y. Urino^{1,2}, M. Mori^{2,3},
T. Nakamura^{1,2}, Y. Arakawa^{2,4}

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

はじめに 高密度チップ間光インターコネク用光源として、半導体レーザ(LD)のフリップチップ実装技術を用いたハイブリッド集積光源[1]の検討を行っている。LSIを搭載した光集積Siチップにおいては、LSIの発熱により光源を中心に温度上昇の影響を受け、光回路側の消費電力が増大する可能性が指摘されている。そこで本報告では、光源に温度耐性の高いp型量子ドット(QD)レーザ[2]を適用し、低消費電力で温度無依存動作をするSi基板上ハイブリッド集積光源のための検討を行う。

結合特性検討 LDとSi導波路を結合するために、我々は製造工程が簡便で集積プロセスに適し、かつ作製トレランスが大きいトライデント型スポットサイズ変換器(SSC)構造を報告してきた[3]。図1にトライデントSSCと波長1.3 μm 帯QDLの結合損失トレランスのシミュレーション結果を示す。QDLのスポットサイズは、水平方向4 μm ・垂直方向1 μm とした。レーザとSSCの位置ずれのない場合の最小結合損失は3dB台であると推測できる。QDL構造は積層垂直方向への光の閉じ込めが強いため、光モード形状が横長の扁平状になる。このため垂直方向の結合トレランスは悪く、急峻に劣化する。それでも、フリップチップ実装技術の位置合わせ精度が $\pm 0.5\mu\text{m}$ であり、この範囲内での最大結合損失は6dB程度以内に抑えることができる。

特性評価 スポットサイズが水平3 μm ・垂直1 μm の波長1.3 μm 帯QDLを、トライデントSSC構造と直接つき合せて調芯し、結合損失を測定・評価した。その後、LDを水平・垂直方向へ移動させて結合トレランスを測定した(図2)。位置ずれのない時の最小結合損失は7.9dBで、損失が1dB増加するトレランスは水平方向で $\pm 0.6\mu\text{m}$ 、垂直方向で $\pm 0.3\mu\text{m}$ であった。本測定に用いたトライデントSSC構造は1.55 μm 帯向けに開発したものであって、モードミスマッチによる損失が2dB程度発生している。1.3 μm 帯に最適化したSSCを用いることで、結合損失を低減できると考えている。今回の結果より、QDLとトライデントSSCはパッシブアライメント実装精度範囲内において低損失で結合することが可能であり、高密度光インターコネク用光源への適用が可能であることを示した。

謝辞 本研究に用いた量子ドットレーザは、(株)QDレーザにより供給された。本研究は、CSTPにより制度設計されたFIRSTプログラムにより、JSPSを通して助成されたものである。また、本研究の一部は、(独)産業技術総合研スーパークリーンルーム産学官連携研究棟において実施された。

参考文献 [1] 羽鳥他、信学会ソサイエティ大会2012、C-3-61 [2] Y. Tanaka et. al., CLEO2010 CTuZ1 [3] 羽鳥他、2012年春応物 18p-F4-5

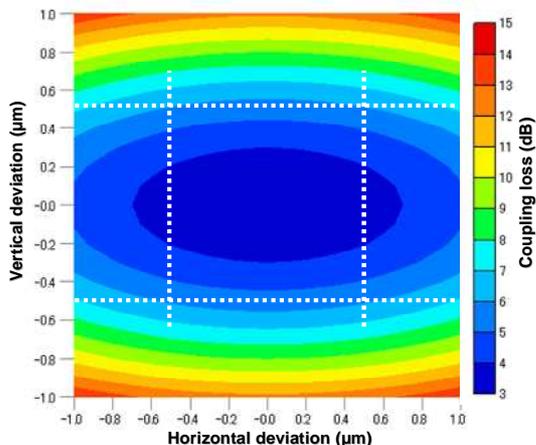


Fig. 1 Simulated coupling loss between a quantum dot laser and a trident SSC

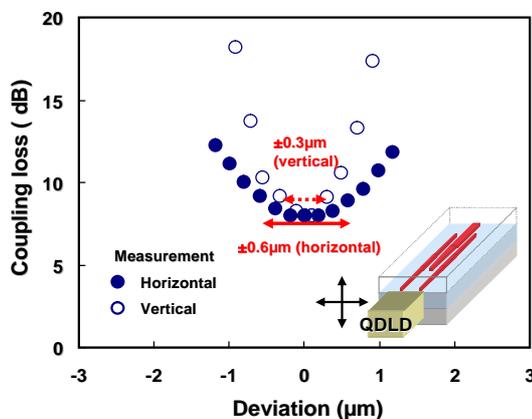


Fig. 2 Measured tolerance curve of coupling loss between a quantum dot laser and a trident SSC