

干渉を利用した半導体レーザと光ファイバの結合系の評価

Evaluation of optical coupling system between a laser diode and a multimode optical fiber using Lloyd's mirror interference

岡山県立大情報工 ○福嶋 文浩, 坂口 浩一郎, 徳田 安紀

Okayama Prefectural Univ. ○Takehiro Fukushima, Koichiro Sakaguchi, Yasunori Tokuda

E-mail: fuku@c.oka-pu.ac.jp

1. はじめに

半導体レーザは、その扁平な導波路構造を反映して、一般に楕円のビームを出力する。我々は、ロイドのミラー干渉を利用した簡易なビーム整形方法を提案するとともに、市販の半導体レーザを用いて楕円の出力ビームを真円に整形できることを示した[1,2]。今回、本ビーム整形方法を利用した半導体レーザと光ファイバの光結合系を構成し、結合効率を評価したのでその結果について報告する。

2. 光結合系の構成

図 1 にロイドのミラー干渉を利用した半導体レーザと光ファイバの光結合系を示す。一般的に半導体レーザの出力ビームは、活性層に垂直な方向の拡がり角が平行な方向に比べて大きい、半導体レーザの真下に鏡面の半導体基板を設置するとロイドのミラー干渉が起こり、垂直方向のビーム拡がり角を小さくできる。基板の高さを適切に調整することにより、ほぼ真円のビームを得ることができる。次に、整形したビームをコリメートレンズで平行にした後、集光レンズを用いて光ファイバに結合させる。今回の実験では、波長 640 nm 帯の赤色半導体レーザを使用し、半導体基板には、鏡面に研磨した GaAs 基板を使用した。また、コリメートレンズと集光レンズには、焦点距離 14.5 mm, N.A. 0.276 のレンズを使用した。さらに、光ファイバには、コア径 $62.5\ \mu\text{m}$ のグレーデッドインデックス型マルチモード光ファイバを使用した。

3. 実験結果

まず、半導体レーザの光出力を 20 mW に設定して、遠視野像の測定を行った。活性層に垂直な方向と平行な方向のビーム拡がり角は、 15.6° と 9.7° であり、ビームアスペクト比は 1.6 と見積もられた。次に、GaAs 基板を用いてビーム整形を行った。図 2 は、GaAs 基板を設ける前後の垂直方向の遠視野像を示している。ビーム拡がり角は 15.6° から 9.2° に低減され、ほぼ真円のビームが得られた。最後にレンズと光ファイバを用いて光結合系を構成した。ビーム整形直後の光パワ、コリメートレンズ通過後の光パワ、光ファイバに結合した光パワをパワメータで測定したところ、それぞれ 10.8 mW, 9.5 mW, 6.6 mW と見積もられた。光ファイバに結合できた光パワは、全光出力の 33 % であり、比較的大きな損失が生じた。

最も大きな損失は、約 46% を占めるビーム整形によるパワの低下である。ここで、基板ミラーの反射率を 100% と仮定した数値計算では、ビーム整形によるパワの低下は、約 6% と見積もられたので、残りの 40 % の損失は、半導体レーザと基板ミラーの隙間による損失や基板ミラーでの光の吸収による損失であると推測される。次に大きな損失は、14.5% の光ファイバの結合損失である。これは、集光レンズのパラメータが十分に最適化されていないことが主な原因であると考えられる。6.5% の残りの損失は、コリメートレンズにおける結合損失と考えられる。以上の結果より、結合効率を高めるには、ドライエッチング技術を用いて半導体レーザと基板ミラーをモノリシックに製作するとともにレンズ系を最適化する必要があると考えられる。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 22560043 の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] T. Fukushima, K. Miyahara, and N. Nakata, IEICE Trans. Electron. **E92-C**, 1095-1097 (2009).
- [2] T. Fukushima, K. Sakaguchi, and Y. Tokuda, Opt. Rev. **18**, 287-292 (2011).

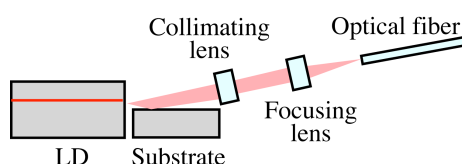


Fig. 1. Optical coupling system between a laser diode and an optical fiber.

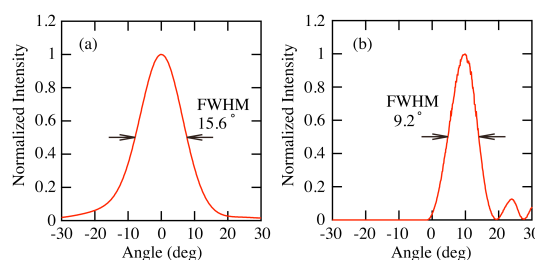


Fig. 2. Far field patterns in the vertical direction (a) without and (b) with a substrate mirror.