

高出力半導体レーザ光源におけるパッケージ技術

Packaging technology for high-power semiconductor laser light sources

フジクラ¹, オプトエナジー², 山形友二¹, 葛西洋平¹, 貝渕良和², 川上俊之¹

Fujikura Ltd.¹, Optoenergy Inc.², Yuji Yamagata¹, Yohei Kasai¹, Yoshikazu Kaifuchi², Toshiyuki Kawakami¹

E-mail: yuji.yamagata@jp.fujikura.com

InGaAs/AlGaAs 系化合物による 800-1100 nm 帯に発振波長を持つ高出力半導体レーザダイオード (LD) は、ブロードストライプによる単一エミッタ (発光スポット $\perp$ $1\ \mu\text{m} \times //$ 100-200 μm) あたり 10-20W の連続出力が可能であり、材料加工、医療、バイオ、センシングなど、さまざまな産業応用がなされている。我々が注力する材料加工分野では、高出力 LD をファイバーレーザの励起光源として用いるために、多数のエミッタによるレーザビームを光ファイバに結合したファイバ出力型モジュールとして使用している。このようなモジュールでは、高出力・高効率・小型など、極めて高い性能が要求されるのと同時に、温湿度環境や耐衝撃性においても厳しい要求が課される場合があり、そのような様々な要求に応えながら、長期の安定動作を確保しなければならない。

我々は、これまで 9xx nm 帯の単一エミッタ LD としての世界最大出力、最高効率動作について報告してきた[1-2]。また、微小光学部品によるビーム形成技術を駆使し、ファイバ出力において 400W レベルの高輝度モジュールについても報告している[3]。これらを実現するために、LD 実装、および、モジュール実装における信頼性確保のために、様々な技術を適用している。

LD 実装では、半導体材料との歪設計を考慮したサブマウント開発が必要であるが、さらには LD の基本構造、実装条件がレーザ光の偏光純度に直接的に影響を与えるため注意が必要である。偏光純度の悪化は、モジュールにおいてレーザ光の偏光重畳を行う際、ロス増加につながるためである。

モジュール実装では、微小光学部品の精緻なアライメントにより、全てのレーザ光がファイバのコアに集光される。集光面では数 MW/cm^2 におよぶ極めて高光密度のレーザ光に晒されるため、その表面には完全な清浄度が求められる。また、モジュールへの投入電力の約半分は熱ロスとなり、フットプリント単位 cm^2 当たり、10W 以上の放熱が必要となる。パッケージにおけるサーマルマネジメントは、様々な光学部品の固定に多用する樹脂の劣化、LD 特性や素子寿命に直接的に影響するため重要な要素である。

本報告では、このような高出力 LD モジュールの安定動作を実現するために必要な技術要素について議論する。

[1]Y.Kaifuchi et. al, Proc. SPIE Vol.10086, 10086D(2017), [2]Y.Yamagata et. al Proc, SPIE Vol.11262, 1126203(2020), [3]諸橋等, フジクラ技報 131 号 p26(2018)