

# 23W を出力する単一周波数 VECSEL

レーザ分光法、レーザ計測学、光自由空間通信、レーザ冷却などは、いずれも、単一周波数レーザ(単一縦モード)が必要または有効なアプリケーションである。高出力の垂直外部共振器形面発光レーザ(VECSEL)は、波長可変性に加えて、狭線幅化が可能である。これらの設計は非常にフレキシブルであり、キャビティ内に各種の用途をもつ様々なタイプの光学素子を挿入することもできる。

最高出力106WのマルチモードVECSELがすでに製造されているとはいえ、いくつかのアプリケーション(計測学など)は、しばしば、単一横モードで高出力の単一周波数光源を要求する。この要求を満たすために、独フィリップ大学マールブルグと独NAoS III/V社の研究者たちは、1013nmで23.6Wの連続波(CW)出力を持つ単一周波数、単一横モードVECSELを開発した<sup>(1)</sup>。

このレーザは、1msのサンプリング時間にわたる測定では、わずか407kHzの自走線幅をもち、100 $\mu$ sの時間にわ

たって測定した場合には100kHz以下の線幅であった。

## V字形共振器

VECSELチップ自身は、リン化ヒ化ガリウム(GaAsP)障壁層で分離された10層のヒ化ガリウムインジウム(InGaAs)量子井戸(QW)層で構成されている。このチップは、ファイバ結合レーザからの120Wの808nm光で励起される。そのレーザ発振経路を特徴づけるVECSEL共振器は、45°の入射角で配置された2枚のミラーで構成され、共振器長は140mmである。VECSELチップ自体の背面に熱電冷却器が装備され、冷却器そのものが16℃のヒートシンク温度に水冷されている(図1)。

V字形共振器が、このレーザのセットアップと従来のVECSEL共振器構成との主要な違いであり、そこではチップが共振器エンドミラーとしての役割も果たす。その結果、共振器内のレーザ光は、共振器内を往復するたびにチップの利得領域を2回横切ること

なり、利得も倍になる。共振器内に置かれた複屈折フィルタ(BRF)は単一周波数動作の維持に役立つ。

振動絶縁に加えて、レーザセットアップは20mm厚のプラスチック壁内に収められ、音響発泡体上に搭載されている。これらの手段は熱雑音と音響雑音の低減に役立つ。

レーザ閾値は15Wで、スロープ効率は44%と決定された。空気・チップ界面における励起光の30%の反射損失を無視するならば、このレーザは、その最大出力23.6W(71.2Wポンプ入力)で33%の光・光効率を有する。

研究者たちは、20Wの出力で、1分以上の単一周波数動作をモードホッピングなしで観察した。70W以上にポンプ出力を増すと、出力が複数の縦モードに変化したが、それまでこのレーザは、高品質の単一横モード出力を常に維持した。(John Wallace)

## 参考文献

- (1) Fan Zhang et al., Opt. Express, 22, p. 12817 (June 2014).

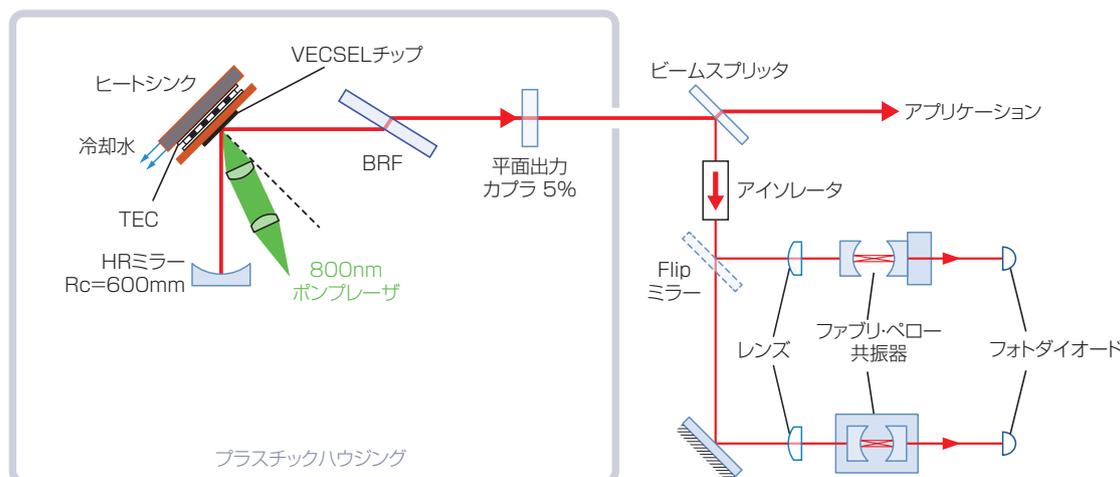


図1 VECSELチップとそのV字形共振器は頑丈なプラスチックボックス内に収められている。ビームスプリッタと波長測定機器はボックスの外側に配備されている。共振器内の複屈折フィルタ(BRF)が単一周波数のレーザ出力を生成する。高反射(HR)共振器ミラーの曲率半径(Rc)は600mmである。