

GaN 系 PCSEL への温度補償構造導入による CW 出力向上

Enhancement of CW Power of GaN-based PCSEL by Introducing Temperature Compensation Structure

京大院工¹, スタンレー電気² ○十鳥雅弘¹, 小泉朋朗^{2,1}, 江本溪^{2,1},

井上卓也¹, 石崎賢司¹, De Zoysa Menaka¹, 野田進¹

Kyoto Univ.¹, Stanley Electric CO., LTD.², ○Masahiro Jutori¹, Tomoaki Koizumi^{1,2}, Kei Emoto^{1,2},

Takuya Inoue¹, Kenji Ishizaki¹, Menaka De Zoysa¹, Susumu Noda¹

E-mail: juttori@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序論】フォトリック結晶レーザー (PCSEL) は、活性層近傍に配置したフォトリック結晶をレーザー共振器として用いる、高出力・高ビーム品質の両立が可能な光源であり¹⁾、加工用レーザー光源、センシング用光源等として期待されている。GaN 系 PCSEL は 2008 年の電流注入によるレーザー発振が実証されて以来²⁾、デバイスの作製技術と構造設計の改良によりパルス駆動時の光出力を 2W 級^{3,4)}にまで向上させ、CW 駆動への展開も行い、高輝度動作 ($\sim 320\text{mW}$, $M^2 \sim 1$) の実現にも成功している⁴⁾。さらに、前回、GaN 系 PCSEL の CW 駆動における温度分布に伴う屈折率分布を打ち消す温度補償構造⁵⁾の導入の提案および、その効果についての初期検討を行った⁶⁾。その後、引き続き、検討・評価を進め、温度補償構造の導入による CW 出力の向上の実現に成功したので、その内容を今回報告する。

【実験】GaN 系 PCSEL は、n-GaN 基板上に、n-AlGaIn クラッド層、n-GaN 光ガイド層、フォトリック結晶層、活性層、p 側光ガイド層、電子ブロック層、p-AlGaIn クラッド層で構成される。p-電極は、高反射電極である ITO/Ag 電極⁷⁾を用い、基板裏面にリング形状 n-電極を配置している。フォトリック結晶には、有限要素法によりフォトリック結晶層付近の面内温度分布を見積もり、それを基に温度補償構造を導入した。図 1 示すように、作製したデバイスをヒートシンクに実装した後、共振器領域内のフォトリック結晶のバント端周波数の空間分布を測定して、温度補償構造が実現出来ていることを確認しつつ、CW 動作の評価を行った。ヒートシンク温度 20°C のもとで CW 発振時の光出力特性を評価した結果を図 2(a)に示す。同図には、比較のためにパルス駆動時の特性も合わせて示している。また、図 2(b)には補償構造を導入していないデバイスの特性も示している。図 2 より、どちらのデバイスもパルス動作時の発振閾値電流 I_{th} は同程度であるが、CW 動作させた場合には温度補償構造を導入しない場合には I_{th} が大きく増大しているのに対し、温度補償を導入した場合にはパルス動作時と同じ $I_{th}(\sim 1.8\text{A})$ での発振が確認された。これは、温度補償効果によって、CW 駆動時の温度分布に伴う共振器の面内損失が抑えられているためだと考えられる。その結果、図 2(a)のように、温度補償構造を導入したデバイスにおいては 0.6W の CW 出力を得ることに成功した。これは、世界最高の面発光 CW 出力であると言える。【謝辞】本研究の一部は、SIP の支援を受けた。【文献】1) M. Imada *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 316 (1999). 2) H. Matsubara *et al.*, Science **319**, 445 (2008). 3) 廣瀬 他, 応物春, 25p-E303-12 (2022). 4) K. Emoto, *et al.*, Communications. Materials **3**, 72 (2022). 5) S. Katsuno, *et al.*, Opt. Express. **29**, 25118 (2021). 6) 十鳥 他, 応物秋, 21p-A101-7 (2022). 7) 江本 他, 応物秋, 12a-N321-10 (2021).

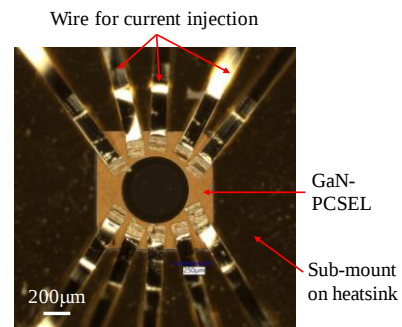


図1: GaN-PCSEL実装後の写真

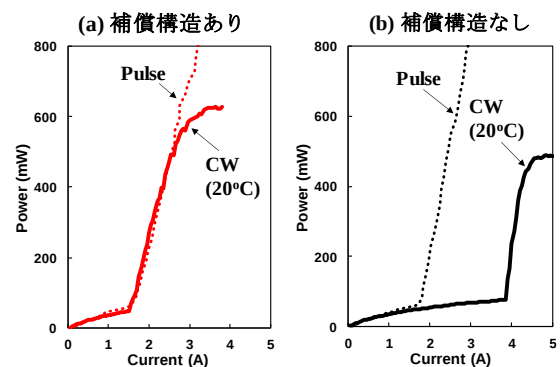


図2: GaN-PCSELの電流-光出力特性