

光無線給電高効率化のための自然放出光利用 VCSEL の製作

Fabrication of VCSEL using spontaneous emission for high-efficiency optical wireless power transmission

東工大未来研 須田 義久, [○]宮本 智之

FIRST, Tokyo Institute of Technology, Yoshihisa Suda, [○]Tomoyuki Miyamoto

E-mail: suda.y.ab@m.titech.ac.jp

【背景】光無線給電は、小型・大電力・遠距離・エネルギー漏洩抑制の利点があり、無線給電システムの利用拡大に有効である[1]。重要課題はシステム高効率化のため、光源の半導体レーザ(LD)効率はいっそうの高効率化が必要である。

本研究は、光無線給電用レーザの電力変換効率増加手法として、レーザ光に加え自然放出光の併用を提案している。長距離応用は課題だが、短距離の高効率化に有効である。前回までに、自然放出光の併用により、効率増加が期待できることを数値解析した[2][3]。今回は、自然放出光併用型 VCSEL の製作を行ったので報告する。

【デバイス構造・製作】光源には2次元アレイ化可能な面発光レーザ(VCSEL)を用いる。前回までに、自然放出光利用に向けて、1) 既存 VCSEL ではレーザ光出射窓以外は電極で覆っているのに対し、出射窓拡張(電極範囲を制限)による自然放出光取出し効率化、2) メサ側面の余分な電極の除去による取出し効率化、3) 全反射抑制の表面微細パターン導入、の適用可能性を提案した。今回、1)、2)を適用したデバイスを製作した。

デバイス構造は、表面射出型 GaAs VCSEL で、ピーク波長 $0.98\mu\text{m}$ 、メサ径 $30\mu\text{m}$ 、酸化アパーチャ径 $8\mu\text{m}$ とし、Fig.1 に構造図を示す出射窓径 $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ の3パターン、出射窓径 $20\mu\text{m}$ でメサ周囲の長さに対し $1/2$ 、 $1/4$ となる配線太さ $10.7\mu\text{m}$ 、 $5.5\mu\text{m}$ の2パターン、計5パターンを、単体素子、 3×3 、 5×5 アレイ構造で製作した。

【デバイス評価】

Fig.2 に 3×3 の I-L 特性、Fig.3 に 3×3 の電流に対する電力-光変換効率を示す。I-L 特性から、出射窓径を上げるとピーク出力が増加する傾向がある。また、細配線でも増加している。これは、自然放出光の出射の効果のほかに、それにより内部発熱が抑制され、レーザ特性が向上した効果も考えられる。レーザ基本原理では自然放出光を取り出しても発熱を大きく抑制するほどではないが、実際には大電流時に電流とキャリア拡散が増加し、自然放出光が増加しているため、これが発熱を有意に抑制した可能性がある。

一方、効率は、出射窓径が大きいと大きくなったが、細い配線の構造の効率は少し小さくなる。これは、細い配線による電気抵抗増加が効率を抑制した可能性がある。

【まとめ】自然放出光利用 VCSEL を製作した。自然放出光の取出しによる光出力、効率の増加を観測した。この改善には、自然放出取出しによる発熱改善も影響した可能性を指摘した。

【謝辞】本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人:(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))により実施された。

【参考文献】[1] 光無線給電検討会, <http://vcsl-www.pi.titech.ac.jp/owpt>. [2] 須田, 宮本, 応物 2016 年秋, 16p-A35-3. [3] 須田, 宮本, 応物 2017 年秋, 6a-C14-14.

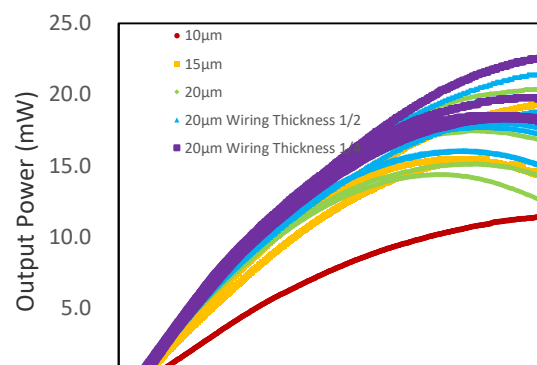
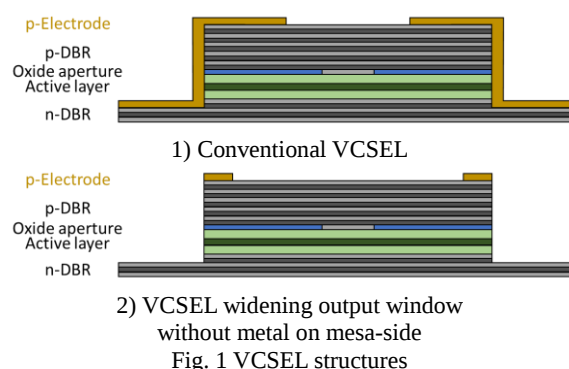


Fig.2 I-L characteristics of 3×3 VCSEL array.

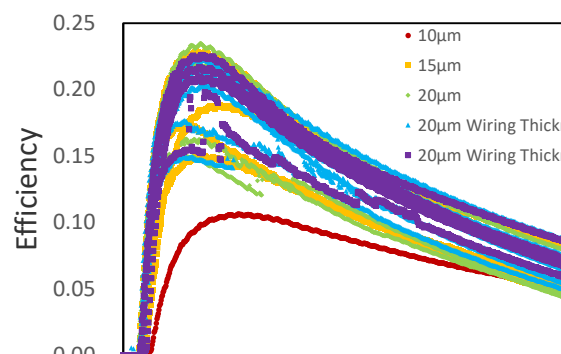


Fig.3 Efficiency characteristics of 3×3 VCSEL array.