SiC 基板上 1.3 μm 帯横注入メンブレンレーザの作製と発振特性

Fabrication and lasing characteristics of 1.3-μm lateral-current-injection membrane lasers on SiC wafers

日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研 ○山岡 優，中尾 亮，藤井 拓郎，武田 浩司，開 達郎，西 英隆，硴塚 孝明，土澤 泰，松尾 慎治

NTT Device Technology Labs., NTT Corporation,

○Suguru Yamaoka, Ryo Nakao, Takuro Fujii, Koji Takeda, Tatsurou Hiraki, Hidetaka Nishi, Takaaki Kakitsuka, Tai Tsuchizawa, and Shinji Matsuo

E-mail: suguru.yamaoka.hm@hco.ntt.co.jp

Si 基板上直接変調メンブレンレーザは、高い光閉じ込めにより小型・低消費電力動作可能でありデータセンタ内の光インターコネクションへの適用が期待される[1]。一方で、厚さ 1 μm 以上の SiO_2 上にレーザを作製しているため、高電流密度動作時には発熱により動作速度、光出力、動作温度が制限される。従って、メンブレンレーザのさらなる高性能化に向けては、SiO_2/Si 基板に代わる熱伝導率が高い基板材料を用いて放熱特性を向上させることが重要となる。SiC は高い熱伝導率(330~490 W/m/K)を持つことから、これまで、電子・光デバイスへ適用されてきた[2,3]。メンブレンレーザにおいて SiC を基板として適用する場合、高い放熱性に加えて 1.3 μm 帯における SiC の比較的低い屈折率(n = ~2.58)により活性層での高い光閉じ込めを両立できる。今回我々は、低消費電力・アンクール動作可能な高速直接変調レーザ実現を目的として、SiC 基板上に 1.3 μm 帯横注入メンブレンレーザを作製し、室温から高温までの連続発振動作を実証したので報告する。

Fig. 1 に SiC 上メンブレンレーザの作製プロセスを示す。はじめに 2 インチ半絶縁性 6H-SiC 基板と InGaAlAs 量子井戸(9QW)を含む 2 インチ InP 基板を、合計膜厚 40 nm の SiO_2 を介した酸素プラズマ表面活性化接合を用いて貼り合わせた(Fig. 1(a))。極薄膜 SiO_2 を介することでプラズマ照射による活性層へのダメージを低減し、SiC 基板を用いることによる活性層での高い放熱性も維持できる。その後、文献[1]と同様にエッチングストップ層を用いた InP 基板除去 (Fig. 1(b))、リソグラフィ・エッチングによるメサ形成と MOVPE による InP 埋め込み再成長 (Fig. 1(c))、イオン注入・熱拡散による p-i-n 構造を形成した (Fig. 1(d))。活性層直上及び導波路の InP にそれぞれ DFB と DBR 領域を形成し分布反射型レーザとした。活性層長: 110 μm、活性層幅: 0.7 μm のメンブレンレーザの I-L 特性のステージ温度依存性を Fig. 2 に示す。室温において閾値電流 3.0 mA、最大出力パワー5.4 mW のレーザ発振が得られ、発振波長は 1.31 μm と評価された。さらに、ステージ温度 130°C までの高温発振を達成した。これらの結果から、今回提案したプロセスにより放熱特性と高い光閉じ込めを両立可能なメンブレンレーザが作製可能であることが示された。

【参考文献】[1] T. Fujii *et al.*, ECOC, Th.3.A.2 (2016). [2] Y. Shiratori *et al.*, ECS Trans. **75**, 97 (2016). [3] T. Sanjoh *et al.*, SSDM, H-3-03 (2018).

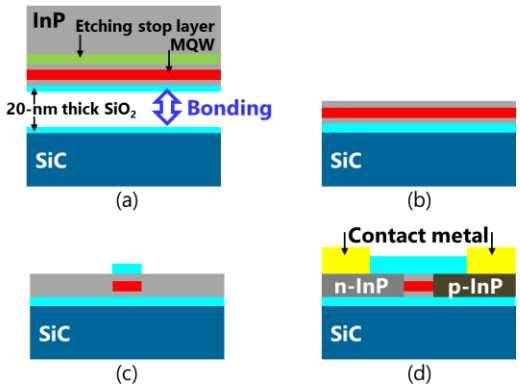

Fig. 1. (a)-(d) Schematic diagram of procedures for fabricating the membrane laser on the SiC substrate.

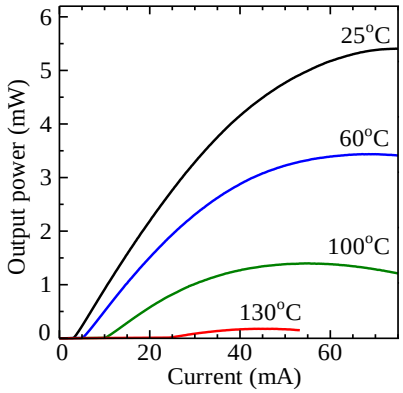

Fig. 2. I-L characteristic of the membrane laser on SiC at stage temperatures ranging from 25 to 130°C.