

SiC 基板上メンブレンレーザにおける接合界面 SiO₂ 膜の薄膜化

Membrane lasers on SiC substrates using the thinner SiO₂ bonding layer

日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研¹, 早稲田大学 理工学術院 大学院情報生産システム研究科²

○山岡 優¹, 中尾 亮¹, 藤井 拓郎¹, 武田 浩司¹, 開 達郎¹, 西 英隆¹,

碓塚 孝明², 土澤 泰¹, 松尾 慎治¹

NTT Device Technology Labs, NTT Corporation¹, Graduate School of Information, Production and Systems, Waseda University²,

°Suguru Yamaoka¹, Ryo Nakao¹, Takuro Fujii¹, Koji Takeda¹, Tatsuro Hiraki¹, Hidetaka Nishi¹,

Takaaki Kakitsuka², Tai Tsuchizawa¹, and Shinji Matsuo¹

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

年々増加しているデータセンタにおけるデータトラフィックと消費電力に対応するため、低消費電力な直接変調レーザの高速化が望まれる。これまでに、我々は、高熱伝導 SiC 基板上にメンブレンレーザを作製し[1]、高い光閉じ込めと放熱効果により、約 40 GHz の緩和振動周波数(f_r)と 60 GHz の 3dB 帯域を実証した[2]。さらに f_r を増大させ、帯域を向上させるためには、デバイスのより一層の放熱化が必要である。その手段の一つとして、酸素プラズマ親水化接合において、SiC/III-V 層の接合層として用いる、低熱伝導 SiO₂ 膜の薄膜化が有効である。しかしながら、その薄膜化によって、活性層へのプラズマ照射ダメージが増大する懸念がある。そこで本報告では、従来の 40 nm の接合界面 SiO₂ 膜から[1,2]、10 nm に薄膜化して実際にレーザを作製した。そして、そのレーザ発振までを確認したので報告する。

図 1 に作製した SiC 上メンブレンレーザの模式図を示す。作製したレーザは DFB 領域と DBR ミラーで構成される 1.3 μm 帯分布反射型レーザであり、作製手法は概ね文献[1]と同じである。ただし、活性層を含む InP 基板と SiC 基板に対して、それぞれ SiO₂ 膜を 5 nm ずつ製膜し、酸素プラズマ親水化接合を用いてそれらを貼り合わせることで、合計膜厚を 10 nm とした。活性層には InGaAlAs 系多重量子井戸構造(9 層)を用いた。図 2 に SiC 上レーザ構造(活性層体積 $50 \times 0.7 \times 0.06 \mu\text{m}^3$)における、レーザ熱抵抗値の接合界面 SiO₂ 膜厚依存性の計算結果を示す。界面 SiO₂ 膜を 40 nm から 10 nm に薄膜化することで、レーザ熱抵抗は、38%低減すると見積もられた。図 3 は、界面 SiO₂ 膜厚 10 nm、活性層長 50 μm のレーザの発振スペクトルを示している(室温、注入電流: 20 mA)。界面 SiO₂ 膜厚 10 nm においても、シングルモード発振を確認した。今後は、レーザ動特性を評価し、接合界面 SiO₂ 膜の薄膜化の効果を検証する。

【参考文献】 [1] S. Yamaoka *et al.*, CLEO, STu3N.6. (2019). [2] S. Yamaoka *et al.*, ECOC, PD 2.1. (2019).

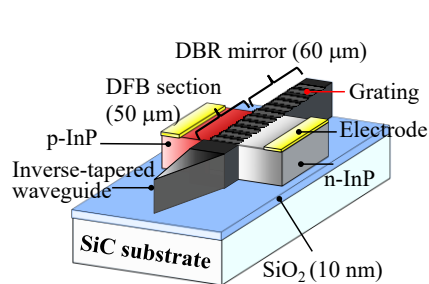


Fig. 1. Schematic diagram of the fabricated membrane distributed reflector laser on SiC.

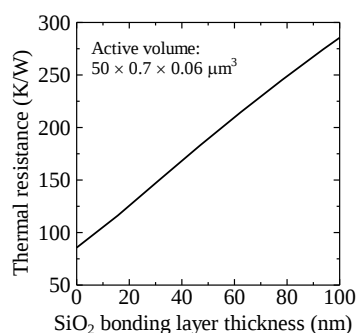


Fig. 2. Calculated thermal resistance in the $50 \times 0.7 \times 0.06 \mu\text{m}^3$ active region on SiC as a function of SiO₂ bonding layer thickness.

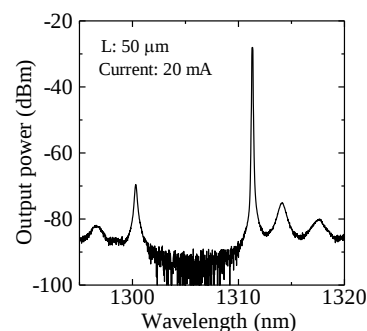


Fig. 3. Lasing spectrum of the 50- μm -long active region membrane laser on 10-nm-thick SiO₂/SiC at the current of 20 mA.