

SiC 基板上 1.3 μm 帯分布反射型メンブレンレーザの小信号応答の解析

Analysis of small signal responses of 1.3- μm membrane distributed reflector lasers on a SiC substrate

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, Nikolaos-Panteleimon Diamantopoulos, 碓塚 孝明, 土澤 泰, 松尾 慎治
NTT Device Technology Labs., NTT Corporation,

○Suguru Yamaoka, Ryo Nakao, Takuro Fujii, Koji Takeda, Taturou Hiraki, Hidetaka Nishi,
Nikolaos-Panteleimon Diamantopoulos, Takaaki Kakitsuka, Tai Tsuchizawa, and Shinji Matsuo

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

データセンタにおいて年々増加するデータトラフィックと消費電力に対応するため、低消費電力動作可能な直接変調レーザの高速化が望まれる。これまでに我々は低屈折率・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・放熱効果により、約 40 GHz の緩和振動周波数(f_r)と約 60 GHz の 3dB 帯域($f_{3\text{dB}}$)を実証した[2]。ダンピング効果で決まる最大の帯域 $f_{3\text{dB,max}}$ はキャビティ光子寿命(τ_p)の大きさを反映する K ファクタを用いて、 $f_{3\text{dB,max}} = 2\sqrt{2}\pi / K$ と表される。従って、本レーザのように高い f_r を有する場合は K ファクタ削減が帯域増大につながるため、 τ_p 削減により K ファクタを削減する設計とした。しかしながら、そのダンピング効果の帯域への寄与は明らかにできていない。そこで本報告では、異なる τ_p を持つレーザの小信号応答の解析から K ファクタを定量化し、ダンピング効果の寄与と更なる帯域向上の可能性について考察する。

図 1 に 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、作製手法は文献[1]と同じである。端面反射の影響を低減するため、出力導波路は逆テーパ構造とした。活性層には InGaAlAs 系多重量子井戸構造(9 層)を用いた。 τ_p の制御のため、50, 140 μm 長レーザに対して回折格子の結合定数はともに 400 cm^{-1} に設計し、この場合の τ_p はそれぞれ 0.6, 3.3 ps と計算された。図 2 に小信号応答の形状解析から見積もられたダンピング定数の、 f_r^2 に対する依存性を示す。線形フィッティングの傾きが K ファクタに対応し、50, 140 μm 長デバイスでそれぞれ $K = 0.13, 0.28 \text{ ns}$ 、またこれらの値から $f_{3\text{dB,max}} = 68, 32 \text{ GHz}$ と見積もられた。なお、実測の $f_{3\text{dB}}$ はそれぞれ約 60, 30 GHz で飽和することが確認された。以上より、50 μm 長レーザでは、 τ_p 削減による K ファクタの減少によって帯域が増大していることが示された。一方で、 $f_{3\text{dB,max}} = 68 \text{ GHz}$ が $f_{3\text{dB}} \sim 60 \text{ GHz}$ と近い値をとることは、ダンピング効果がなく、帯域律速に寄与していることを示唆している。従って、40 GHz の f_r を有する本レーザにおいて、更なるダンピングの抑制が、更なる帯域向上に有効であると考えられる。

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

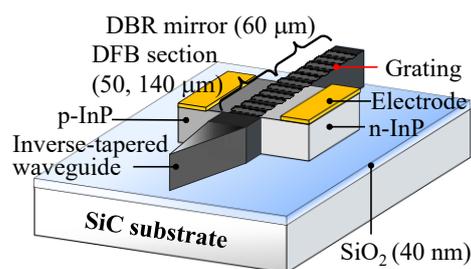


Fig. 1. Schematic diagram of the membrane distributed reflector laser on SiC.

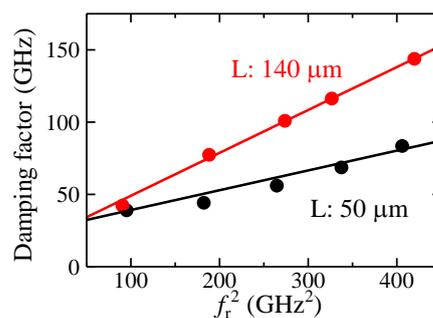


Fig. 2. Damping factors versus f_r^2 .