

ドレスト光子を利用した Si レーザー導波路の光増幅利得の評価

Evaluation of optical gain using dressed photons of a Si laser waveguide

東大工¹, 情通機構² ○田中 肇¹, 川添 忠¹, 大津 元一¹, 赤羽浩一², 山本直克²Univ. Tokyo¹, NICT² ○Hajime Tanaka¹, Tadashi Kawazoe¹, Motoichi Ohtsu¹,Kouichi Akahane², Naokatsu Yamamoto²E-mail: tanaka@nanophotonics.t.u-tokyo.ac.jp

我々はドレスト光子を利用し、世界ではじめてホモ接合 Si の LED 化に成功し、さらには Si レーザーの動作検証にも成功している (波長 1.3 μm 帯、室温、連続発振) [1]。これらの Si 発光素子は Si の光吸収帯よりも長波長で動作するので吸収損失はほとんど無い。従って、Si レーザーのしきい値電流密度を極めて小さくすることが可能である。我々はこれまでに光閉じ込め係数の大きいレーザー構造を設計し、しきい値電流密度を著しい低減 (40 A/cm^2) を実現した [2]。

今後さらに高性能のレーザー発振を実現するために SOI 基板を用いて幅の広い導波路を作製し、一層の高効率の発光を実現した後に、幅の狭い導波路構造レーザー構造に作り替える手法をとる。その第一段階として今回は SOI 基板を用いた導波路構造 (図 1) を作製し、pn 接合界面にドレスト光子を効率よく発生させ、光増幅機能の発現を確認した。光導波路に三角波電流 (注入電流密度 0~40 A/cm^2 (電流値 0~600 mA)、電圧 0~3 V、周波数 1 Hz) を印加した状態で、一方の端面より pn 接合界面を通過するようレーザー光 (波長 1.3 μm , 光パワー 40 mW) を入射させ、他方から出射する光強度 I を測定した。電流非注入時の光強度を基準とし、 $I = \exp(Gd)$ ($G = gJ$, d ; 導波路長=2000 μm , g ; 微分利得係数, J ; 注入電流密度) の式でフィッティングし、利得 G の値を求めた。図 2 は G の J 依存性を示す。図 2 より注入電流密度に比例した利得が確認できた。また測定値に線形フィットを行い透明化電流密度 (G が 0 となる J) J_{tr} を推定すると 0.47 A/cm^2 となり、我々が別の手法で測定した値 (2.5 A/cm^2) の 1/5 の低い値となった[3]。これは SOI 基板を用いた導波路による効果でリーク電流が低減されたためである。今回の利得評価に用いたレーザーの光パワーは 40 mW と大きいため利得飽和が発生し、そのため G が小さく測定された。よってレーザー発振に重要となる低光パワーにおける G は今回の値よりも大きいことが期待される。

[謝辞] 本研究の一部は NICT の先端 ICT デバイスラボで実施され、JSPS 科研費特別研究員奨励費の助成を受けた。

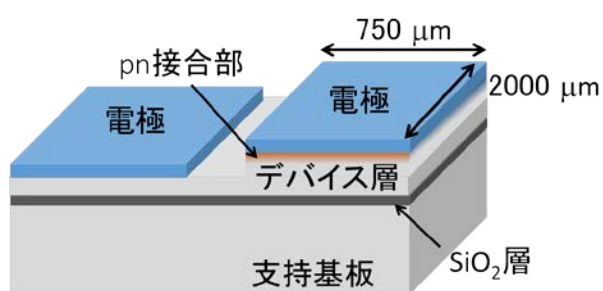
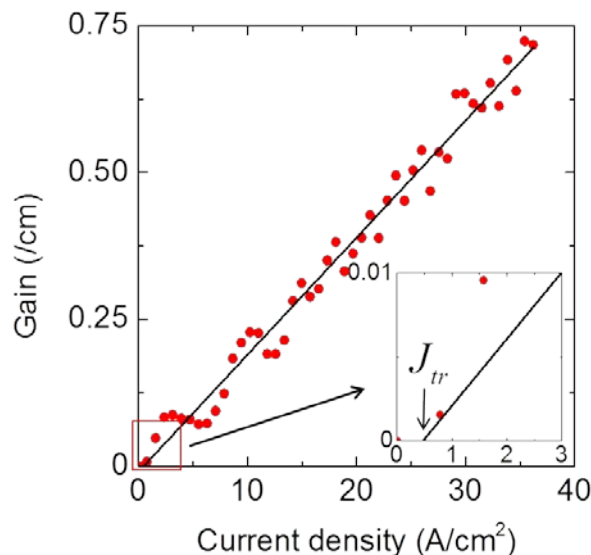


図 1 SOI 基板を用いた光導波路構造

図 2 利得 G の注入電流密度 J 依存性。黒線：線形フィットによる透明化電流密度推定[1] T. Kawazoe, M. Ohtsu, K. Akahane, N. Yamamoto, Appl. Phys. B, **107**, 659 (2012)

[2] 田中、川添、大津、赤羽、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-C1-4、北海道大、北海道、2014/9

[3] 田中、川添、大津、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-C14-14、同志社大学、京都、2013/9