

フォノン援用 Si レーザーの効率向上のための光利得評価

Evaluation of optical gain for improving the efficiency of a phonon assisted Si laser

東大工 ○田中 肇, 川添 忠, 大津 元一

Univ. of Tokyo ○Hajime Tanaka, Tadashi Kawazoe, Motoichi Ohtsu

E-mail: tanaka@nanophotonics.t.u-tokyo.ac.jp

シリコン (Si) は導電性制御が容易なことから、電子回路の材料として広く使われている。光デバイスの材料に Si が用いられれば、電子回路との統合が容易となり理想的である。しかし、これまで長きにわたり Si は間接遷移型の半導体であるために発光しないと考えられてきた。その常識を打破し、我々はドレスト光子 (光子と電子の結合した状態を表す準粒子) を利用することで Si によるレーザーをすでに実現した (波長 $1.3\ \mu\text{m}$ 帯、室温、連続発振) [1]。今回、発振特性を向上させ、より高効率のレーザーデバイスを作製するため、光増幅の利得の値を評価した。そのために、光照射下でホモ pn 接合の Si に順方向電流を注入しアニーリングを行った。こうして作製したデバイスに順方向電流を注入して反転分布を形成した[2]。

ここでは光利得の値を評価した。この値の定量的評価のために、我々が先に開発した増幅機能付きの Si-PD としての動作モードを利用した。Fig. 1 は光子エネルギー $1.08\ \text{eV}$ に対する Si-PD モードの感度と順方向電流依存性である (図中の矢印は透明化電流密度を表し、その値は $2.5\ \text{A}/\text{cm}^2$ である)。この特性から微分利得係数を導出するために、理論をもとにフィッティングを行った。この結果をもとに得られた微分利得係数の光子エネルギー依存性を Fig. 2 に示す。光子エネルギー $1.08\ \text{eV}$ では微分利得係数は $0.28\ \mu\text{m}^{-1}\text{A}^{-1}\text{cm}^2$ となった。電流密度 $8\ \text{A}/\text{cm}^2$ のとき利得係数 $1.54\ \mu\text{m}^{-1}$ が得られた。これはバルクの InGaAs の $0.133\ \mu\text{m}^{-1}$ (光子エネルギー $0.83\ \text{eV}$ 、電流密度 $51\ \text{kA}/\text{cm}^2$) [3] と比較して大きな値となった。このように微分利得係数の値が大きな値となったのは、ドレスト光子の発生源となる B 分布が不均一なためである。

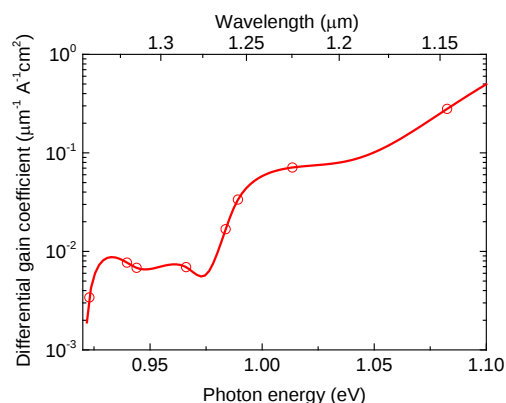
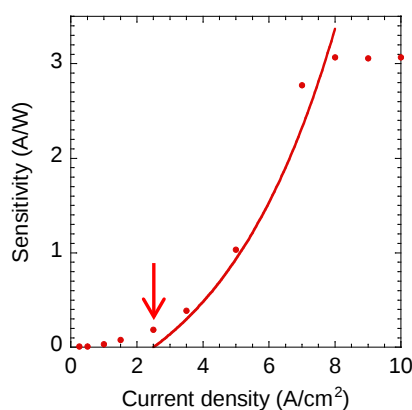


Fig.1 光子エネルギー $1.08\ \text{eV}$ に対する感度の順方向電流依存性 点:測定点、線:フィッティング曲線 Fig.2 微分利得係数の入射光光子エネルギー依存性

[1] T. Kawazoe, M. Ohtsu, K. Akahane, N. Yamamoto, Appl. Phys. B, **107**, 659 (2012)

[2] H. Tanaka, T. Kawazoe, M. Ohtsu, Appl. Phys. B, **108**, 51 (2012)

[3] M. Sugawara, N. Hatori, T. Akiyama, Y. Nakata, 2001 International Conference on Indium Phosphide and Related Materials Conference Proceedings, 358 (2001)