

高効率・狭線幅カーボンナノチューブ PL 発光素子

Efficient and narrow-linewidth photoluminescence emitters by carbon nanotubes

慶大理工¹, KISTEC², 慶大スピセンター³

○(M2)樋口 直人¹, 新山 央人¹, (P)中川 鉄馬^{1,2}, 牧 英之^{1,3}

Keio Univ.¹, KISTEC², Keio Spintronics Research Center³

°Naoto Higuchi¹, Hiroto Niiyama¹, Kenta Nakagawa^{1,2} and Hideyuki Maki^{1,3}

E-mail: maki@appi.keio.ac.jp

ナノカーボン材料は優れた光学特性に加え Si 上に容易に形成可能であることからシリコンフォトニクスとの相性がよく、発光素子^[1-5]など光デバイス応用が期待されている。本研究では Silicon-on-Insulator 上に Si 光導波路・共振器を作製し、通信波長帯で発光する単層カーボンナノチューブ(SWNTs)を用いて、高効率・狭線幅 PL 光源を開発した [Fig. 1(a)]. 従来の SWNTs 発光素子に使用されていた、チップ上部からの外部励起や通信波長対以外の波長での励起を用いず、本研究では、導波路を介した光の入出力により、オンチップかつ通信波長帯のみでのインライン動作が可能となっている。発光スペクトルを測定した結果、リング共振器の共振波長に対応した発光ピークを観測し、通常の SWNTs 発光線幅の 1/140 倍まで狭線化することに成功した [Fig. 1(b)]. 共振器による発光の増強率を実験的に求めた結果、共振器上の PL 発光は共振器外と比べて 34 倍まで発光が増強されており、またこの高い増強率は共振を利用した効率的な励起によるものであることも明らかにした。ディスク共振器を用いたデバイスを作製し発光スペクトルを測定した結果、130 pm (Q 値: 12000) という極めて狭い発光線幅が得られた [Fig. 1(c)]. これはインライン・通信波長帯でのデバイスとしては過去最高の値であり、従来デバイスと比べ高品質なカーボンナノチューブベースのシリコンフォトニクス光源デバイスであることから、シリコンフォトニクスデバイスへのナノカーボン応用が期待される。本研究の一部は、JST さきがけ、A-STEP、科研費、NIMS 微細加工プラットフォーム、スピントロニクスネットワーク拠点、KISTEC 事業の支援により行われた。

[1] T. Mori, Y. Yamauchi, S. Honda & H. Maki Nano. Lett. **14**, 3277-3283(2014).

[2] Y. Miyoshi, Y. Fukazawa, Y. Amasaka, R. Reckmann, T. Yokoi, K. Ishida, K. Kawahara, H. Ago & H. Maki Nat. Commun. **9**, 1279 (2018).

[3] H. Takahashi, Y. Suzuki, N. Yoshida, K. Nakagawa & H. Maki J. Appl. Phys. **127**, 16 (2020).

[4] R. Kawabe, H. Takaki, T. Ibi, Y. Maeda, K. Nakagawa & H. Maki ACS Appl. Nano Mater. **3**, 682-690 (2020).

[5] N. Higuchi, H. Niiyama, K. Nakagawa & H. Maki ACS Appl. Nano Mater. **3**, 7678-7684 (2020).

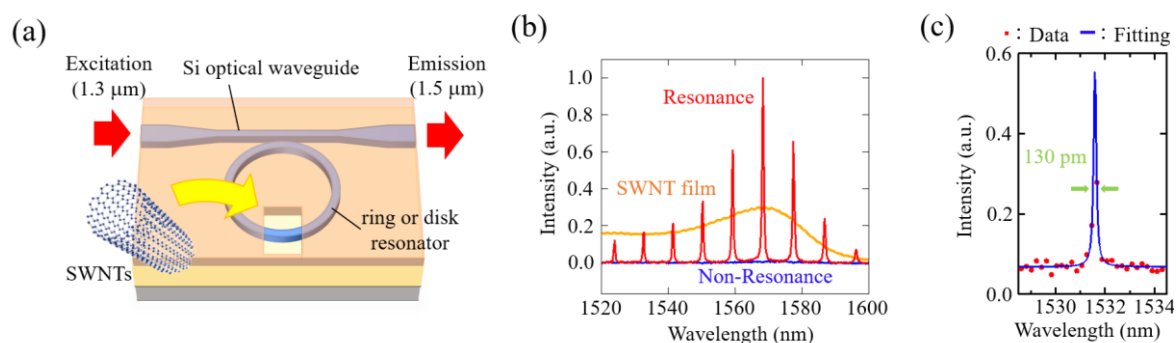


Fig. 1(a) A schematic of SWNTs light emitter. (b) PL spectrum under resonant (red) and non-resonant (blue) excitation. The orange curve shows the typical PL spectrum of the SWNT film on the SiO₂ substrate. (c) PL spectrum of disk resonator device. The blue curve is a fit to a Lorentzian.