

チップ上ナノカーボン光・電子デバイス On-chip Nanocarbon-based Optoelectronic Devices

慶大理工¹, 慶大スピ研² °牧 英之^{1,2}

Keio Univ.¹, Center for Spintronics Research Network, Keio Univ.², °Hideyuki Maki^{1,2}

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

ナノカーボン材料として知られるグラフェンやカーボンナノチューブは、長きにわたってトランジスタや透明導電膜などの電子デバイス用の材料として研究開発が進められてきたが、近年は、光・電子デバイス用材料としても注目されている。ナノカーボン材料は、その低次元性に起因して特異な光・電子・熱物性を示すことに加えて、シリコンなどのチップ上にダイレクトに形成することが可能である。そのため、従来の化合物半導体系とは異なる、新たな材料系による光・電子デバイスが可能となることから、新しいチップ上の光・電子デバイス応用が期待される。本講演では、我々が進めてきたナノカーボンチップ上光・電子デバイスとして、ナノカーボン光源、受光素子、シリコンフォトニクス素子、量子光源などについて紹介する。ナノカーボン光源としては、半導体カーボンナノチューブによるエレクトロルミネッセンスやナノカーボン材料による通電加熱による熱光源を紹介するとともに、本光源を用いた高空間分解を有する赤外分析やイメージング応用について紹介する。また、シリコンチップ上での集積光技術への応用を目指して、グラフェン受光素子やシリコン光共振器との融合によるチップ上ナノカーボン光源技術や光スイッチを紹介するとともに、近年注目の量子技術への応用が期待される室温・通信波長帯の単一光子源についても紹介する。本研究の一部は、JST A-STEP、未来社会創造事業、科研費、スピントロニクスネットワーク拠点、NIMS 微細加工プラットフォームの支援により行われた。

- 1) N. Hibino, S. Suzuki, H. Wakahara, Y. Kobayashi, T. Sato, H. Maki, ACS Nano, 5, pp. 1215-1222 (2011).
- 2) M. Fujiwara, D. Tsuya, and H. Maki, Appl. Phys. Lett. 103, (2013).
- 3) T. Mori, Y. Yamauchi, S. Honda, and H. Maki, Nano Lett. 14, 3277 (2014).
- 4) T. Endo, J. I. Hayase, H. Maki, Appl. Phys. Lett., 106, pp. 113106 (2015)
- 5) Y. Miyoshi, Y. Fukazawa, Y. Amasaka, R. Reckmann, T. Yokoi, K. Ishida, K. Kawahara, H. Ago, and H. Maki, Nat. Commun. 9, (2018).
- 6) K. Nakagawa, H. Takahashi, Y. Shimura, and H. Maki, RSC Adv. 9, 37906 (2019).
- 7) H. Takahashi, Y. Suzuki, N. Yoshida, K. Nakagawa, H. Maki, J. Appl. Phys., 127, pp. 164301 (2020)
- 8) R. Kawabe, H. Takaki, T. Ibi, Y. Maeda, K. Nakagawa, H. Maki, ACS Appl. Nano Mater., 3, pp. 682-690 (2020)
- 9) S. Matano, H. Takahashi, N. Komatsu, Y. Shimura, K. Nakagawa, J. Kono, H. Maki, ACS Materials Lett., 4, pp. 626-633 (2022)
- 10) K. Nakagawa, Y. Shimura, Y. Fukazawa, R. Nishizaki, S. Matano, S. Oya, H. Maki, Nano Lett., 22, pp. 3236-3244 (2022)
- 11) R. Tokunaga, K. Kinoshita, R. Imamura, K. Nagashima, R. Imafuku, K. Nakagawa, T. Tanabe, H. Maki, ACS Appl. Nano Mater. 5, 10, 14328-14335 (2022).