

# 架橋グラフェンナノリボンアレイのウェハースケール高集積化合成 Wafer-Scale Growth and High Density Integration of Suspended Graphene Nanoribbons Array

東北大院工<sup>1</sup>, 東大院工<sup>2</sup>, 北大院工<sup>3</sup>, <sup>○</sup>鈴木 弘朗<sup>1</sup>, 金子 俊郎<sup>1</sup>, 澁田 靖<sup>2</sup>, 大野 宗一<sup>3</sup>,  
前川 侑毅<sup>2</sup>, 加藤 俊顕<sup>1</sup>

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Dept. of Materials Eng., The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, Division of Materials Sci. and Eng., Faculty of Eng., Hokkaido Univ.<sup>3</sup>, <sup>○</sup>Hiroo Suzuki<sup>1</sup>, Toshiro Kaneko<sup>1</sup>, Yasushi Shibuta<sup>2</sup>, Munekazu Ohno<sup>3</sup>, Yuki Maekawa<sup>2</sup>, Toshiaki Kato<sup>1</sup>  
E-mail: suzuki12@ecei.tohoku.ac.jp

グラフェンは優れた電気伝導特性、柔軟な機械的構造、高い光透過性を合わせ持つ次世代の電子材料として大きな注目を集めている新規ナノ物質である。一般にグラフェンは2次元シート構造をとり金属的振る舞いを示すのに対し、グラフェンがナノメートルオーダー幅の1次元リボン構造(グラフェンナノリボン, GNR)をとることで、有限のバンドギャップが発現することが近年明らかになった。これにより GNR は、主に半導体デバイス分野において世界中から大きな注目を集める材料となっている。

これまで我々は、独自に開発した先進プラズマ技術[1]と、あらかじめ Ni で作られたナノバー構造を触媒材料とする独創的アイデアを融合した結果、架橋 GNR の集積化合成に世界で初めて成功した[2]。しかしながら、本手法における GNR 合成機構に関しては、未だに不明のままであり、更なる構造制御性、及び合成効率の向上に向けてその解明が重要な課題であった。

架橋 GNR 合成には次の二つの条件を満たす必要がある。まず一つは CVD 中の高温下において Ni ナノバーが安定に存在すること。二つ目は、冷却過程において Ni ナノバーが架橋 GNR に置き換わることである。前者に関して、CVD 中の高温下における Ni 構造の安定性を評価するため、Ni 薄膜に対して熱 CVD とプラズマ CVD を行い、その後の構造を評価した。プラズマ CVD を用いた場合、プラズマ照射による Ni 中炭素濃度上昇により、Ni と基板との濡れ性が向上することで、熱 CVD に比べ Ni 薄膜構造を高温化で維持可能であることが明らかになった。一方、後者に関しては、冷却中のグラフェン析出による Ni 中炭素濃度の減少により Ni 構造が不安定化し、Ni ナノバーの微粒子化に伴い GNR が析出したと考えられる。これら二つの効果を含めた架橋 GNR の合成モデル (Fig. 1a) を提唱した。さらにこれらの合成モデルに基づき、合成条件を最適化したところ、98%以上の高い効率で約 1,000,000 本の GNR をウェハースケールで高密度集積化することに成功した (Fig. 1b, c) [3]。

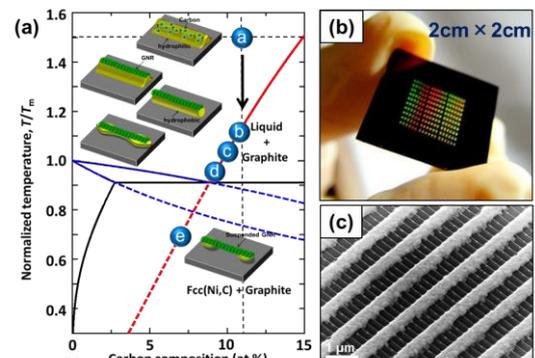


Fig. 1: (a) Growth model of suspended GNR, (b) optical microscope image, and (c) scanning electron microscope image of suspended GNRs array in wafer-scale.

[1] T. Kato and R. Hatakeyama: ACS Nano **6** (2012) 8508.

[2] T. Kato and R. Hatakeyama: Nature Nanotechnology **7** (2012) 651.

[3] H. Suzuki, T. Kaneko, Y. Shibuta, M. Ohno, Y. Maekawa and T. Kato: Nature Communications **7** (2016) 11797.