

深層学習によるグラフェン FET のスクリーニング方法の確立

Deep-learning-based Image Segmentation of Graphene FETs

村田製作所¹, 阪大産研², JST さきがけ³ ○牛場 翔太¹, 伊藤 直也¹, 宮川 成人¹, 品川 歩¹,
 中野 友美¹, 小野 堯生^{2,3}, 金井 康², 院南 誠嗣¹, 谷 晋輔¹, 木村 雅彦¹, 松本 和彦²
 Murata Manufacturing Co., Ltd.¹, SANKEN, Osaka Univ.², JST-PRESTO³, °Shota Ushiba¹, Naoya
 Ito¹, Naruto Miyakawa¹, Ayumi Shinagawa¹, Tomomi Nakano¹, Takao Ono^{2,3}, Yasushi Kanai²,
 Seiji Innami¹, Shinsuke Tani¹, Masahiko Kimura¹, Kazuhiko Matsumoto²

E-mail: shota.ushiba@murata.com

単層グラフェンの CVD 合成により、機械剥離グラフェンでは困難であったグラフェン FET (G-FET) アレイの作製が可能となった[1]。しかし、グラフェンはプロセス過程で容易に剥離・汚染が生じるため、均一な FET 特性を得ることは難しい。そのため、実用化するには良品・不良品を大規模かつ高速に鑑別するスクリーニング方法が不可欠である。本研究では、深層学習を用いて G-FET の光学顕微鏡画像をグラフェン・電極・基板・汚れに分類するアルゴリズムを構築した[2]。深層学習には U-Net と呼ばれるネットワーク構造を用いた (Fig. 1(a))。G-FET の画像を 808 枚用意し、ネットワークを訓練した。訓練したネットワークは、 F_1 -スコアと呼ばれる精度を表す指標で 80%以上を達成した。Fig. 1(b)(c) に、典型的な G-FET の分類前後の画像を示す。分類前の画像では破れ・汚れのコントラストが小さく、判断が属人的となり定量評価が困難であった。分類後の画像では、破れ・汚れに判定されたピクセルをそれぞれ赤色と緑色で表示しており、容易に鑑別可能となった。グラフェンの被覆率と FET 特性である gm の関係を調べた結果、相関係数 $r=0.33$ と正の相関関係が見られた。本結果は、本研究で確立した手法が G-FET の 1st スクリーニング方法として有望であることを示している。

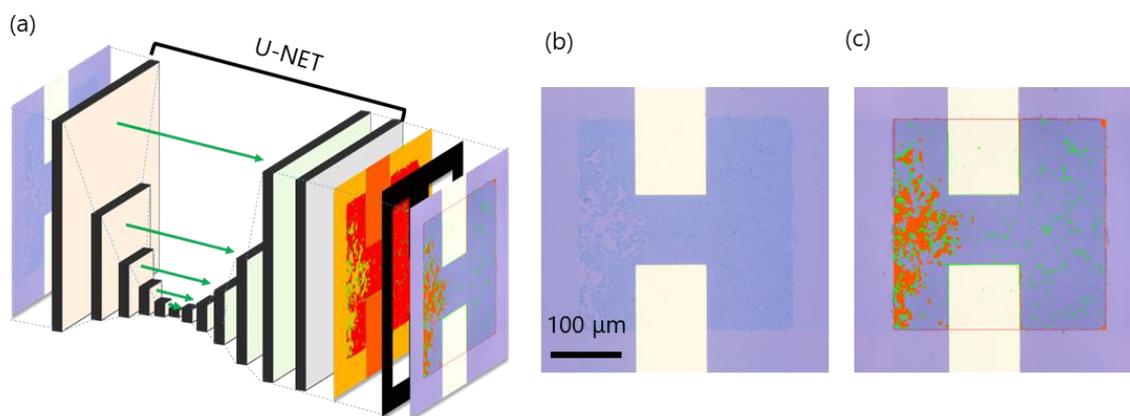


Fig. 1 (a) Schematic illustration of a deep-learning-based semantic segmentation pipeline with U-Net architecture. (b) Raw optical image of a G-FET. (c) Segmented image, where holes and contaminants are in red and green, respectively.

[1] N. Miyakawa et al., *Sensors* **21**, 7455 (2021). [2] S. Ushiba et al., *Appl. Phys. Exp.* **14**, 036504 (2021).