

低加速電子線偏向を用いた高感度局在電界可視化

High sensitive visualization of localized field using low energy electron beam deflection

筑波大 宍理¹, Deben UK Ltd.², TIMS³ ○(B)鄭 サムエル¹, Gary Edwards², 藤田 淳一^{1,3}

Univ. Tsukuba¹, Deben UK Ltd.²

Tsukuba Research Center for Interdisciplinary Material Science(TIMS)³

S. Jeong¹, G. Edwards², J. Fujita^{1,3}

E-mail: s1311010@u.tsukuba.ac.jp

当研究室は、低加速電子線偏向を用いた電界可視化技術を以前にも報告してきた[1]。これまで報告してきた電界可視化技術では、実空間グリッドマーカーを電子線検出器として用い、5keVの電子線ではおおよそ電界強度が $10^2 \text{V}/\mu\text{m}$ 程度の検出感度を得る事ができた。しかし、この検出感度は我々が目標とする触媒グラフェンの欠陥近傍における局在分極などの局在電界を可視化するには不十分であった。本研究では、高感度半導体センサーの応用と、散乱長の延長による実験系の改良を行うことで $10^1 \text{V}/\mu\text{m}$ 程度の電界についても可視化を行うことが可能となったので報告する。また、実際の応用例として CNT 先端に誘起される局在電界についても同様の手法で調べた。

Fig.1 に実験原理の模式図を示す。SEM の電子銃から放出された一次電子線は W プロブ先端付近の電界によって偏向角 θ でラザフォード散乱される。プローブ先端近傍の局所的に強い電界領域を電子線が通過するとき軌道は大きく曲げられ (図中赤線) 下部にある STEM 検出器に到達する。偏向角 θ を散乱長 L と散乱距離 d を用いて $\theta \approx \tan(d/L) \approx d/L$ と表すとすると、先行研究と比べ散乱長を 10 倍程度長く改良したためより微小な偏向角についても検出が可能となった。

Fig.2 に、プローブを用いた電界可視化像と、同一条件に於ける FEM シミュレーション結果を重ねた結果を示す。シミュレーション結果と電場分布可視化像が良く整合することが判る。また、CNT 端における電界可視化を行った。得られた可視化像を Fig.3 に示す。チューブの先端部には局所電界によって生じた明領域が現れていることが確認できた。

[1] K. Yoshida, K. Murakami, and J. Fujita J. Vac. Sci. Technol. B32,06FC02(2014).

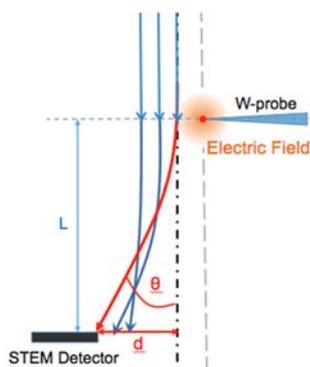


Fig.1 電界可視化模式図

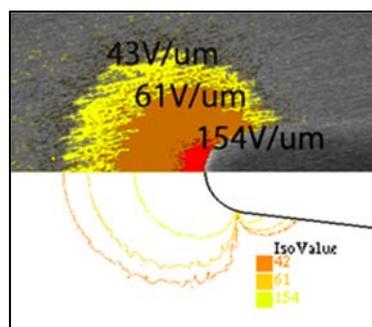


Fig.2 W プロブ電界可視化像

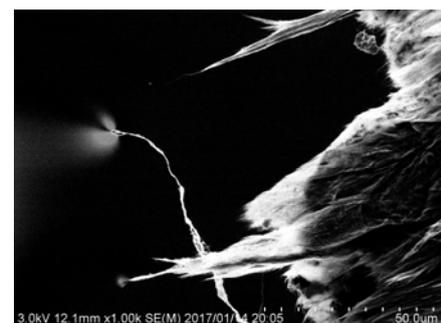


Fig.3 CNT 端部の電界可視化像