

Graphene-Oxide-Semiconductor 型平面電子源の走査型電子顕微鏡応用

SEM using graphene-oxide-semiconductor type planar electron source

静大電研¹, 産総研², [○]亀田 ゆきの^{1,2}, 村上 勝久², 長尾 昌善², 三村 秀典¹, 根尾 陽一郎¹

Shizuoka Univ.¹, AIST.², [○]Yukino Kameda^{1,2}, Katsuhisa Murakami², Masayoshi Nagao²,

Hidenori Mimura¹ and Yoichiro Neo¹

E-mail: kameda.yukino.16@shizuoka.ac.jp

【研究背景】 Metal-Oxide-Semiconductor(MOS)型平面電子源のゲート電極に原子一層ほどの厚さであり良好な導電性を有するグラフェンを用いた Graphene-Oxide-Semiconductor (GOS)型平面電子源は, 低真空・低電圧で動作し 20%以上という非常に高い電子放出効率を示す [1]. 走査型電子顕微鏡(SEM)の電子源にビームの直進性の高い GOS 電子源を用いることで, ビームを絞るためのコンデンサレンズやアパーチャーが不要となり, また低真空で駆動できることからターボ分子ポンプなどの高真空のための設備も不要となる可能性がある. すなわち SEM の小型化・低コスト化などが期待できる. 本研究では, GOS 型平面電子源を SEM に搭載し, 画像計測及び軌道計算を行った.

【実験方法】 使用した GOS 電子源の電子放出エリアは直径 0.2mm である. GOS 電子源を SEM に搭載し, 観察を行った. 本デバイスは 10V で動作する. SEM 観察時の電子線の加速電圧を 1kV に調整するために, デバイスのカソード電極, グラフェンゲート電極にそれぞれ-1kV, -990V を印可して GOS 電子源を動作させた. 観察試料として銅ワイヤメッシュを使用した. また, デバイスから放出される電子の軌道計算を行うために, 電子軌道シミュレーション SIMION を用いて, 電子ビームの放出角を制御するためのフォーカス電極を備えた SEM 構造の条件の下で電子の軌道を計算した.電子ビームの広がりを抑制し軌道を平行に近づけるためのより良い構造を検討した.

【結果】 Figure 1 に GOS 電子源によって撮影された銅メッシュの SEM 像を示す. プローブ電流は 10 pA であった. ノイズのない安定した SEM 画像が得られたことから, GOS 電子源の放出電流の高い安定性が示された. 本実験の電子光学系では GOS 電子源から放出した電子ビームは光軸から 7.4° の角度をもつことがシミュレーションによって分かった. 更に, GOS 電子源と引き出し電極の間に新たに集束電極を配置する事を検討した. この結果, GOS 電子源の電圧-1kV, 集束電極に-1kV を設定することで, 放出電子ビームの広がり角をほぼ 0 とする電圧条件があることが分かった. ビームの広がりの抑制は, プローブ電流量の増加によりコントラスト信号の増加に繋がると考えられる. 今後, 本シミュレーションで最適設計した電子光学系を新たに作製・搭載し, SEM 像の性能評価を行う予定である.

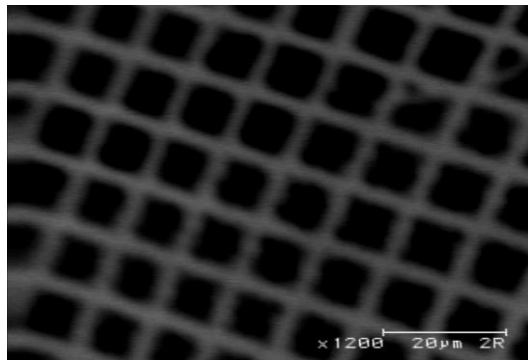


Figure 1. SEM image using GOS type electron source

[1] K. murakami, J. Miyaji, R. Furuya, M. Adachi, M. Nagao, Y. Neo, Y. Takao, Y. Yamada, M. Sasaki, and H. Mimura, “High-performance planar type electron source based on a graphene-oxide-semiconductor structure”, Appl.Thys.Lett.114, 213501 (2019)