

# マスクレスフォトリソグラフィ装置の開発と Cu/グラフェン微細素子における空間分解電子状態解析

## Development of Maskless Photolithography and Spatially Resolved Electronic State on Cu/Graphene Micro Structure.

°(B)丸山 航平<sup>1</sup>, (B)光畑 遼一<sup>1</sup>, (B)高橋 良暢<sup>1</sup>, (M1)今野 隼<sup>1</sup>, 永村 直佳<sup>2</sup>,  
尾嶋 正治<sup>3</sup>, 小嗣 真人<sup>1</sup> (1.東理大基礎工, 2.物質・材料研究機構, 3.東京大学)

°Kohei Maruyama<sup>1</sup>, Ryoichi Mitsuhashi<sup>1</sup>, Yoshinobu Takahashi<sup>1</sup>, Shun Konno<sup>1</sup>, Naoka Nagamura<sup>2</sup>,  
Masaharu Oshima<sup>3</sup>, Masato Kotsugi<sup>1</sup> (1.Tokyo Univ. of Science, 2.NIMS, 3.The Univ. of Tokyo)

E-mail: 8213088@ed.tus.ac.jp

ポストシリコンデバイスを目標にグラフェンの研究開発が基礎から応用まで幅広く行われている。理想的なグラフェンでは電子状態の空間対称性から高い電気伝導特性が導出される。その一方で、現実のグラフェンではサイズ効果や表面界面の付着物によって電気的特性が劣化することが報告されている。このことからデバイス構造における局所電子状態を直接解析する必要がある、微細加工と電子状態解析を組み合わせる行うことが重要である。そこで本研究では、マスクレスフォトリソグラフィ装置を開発し、グラフェンを用いた微細素子を作製すると共に、その局所電子状態を軟 X 線放射光顕微分光分析によって解析した結果について報告する。

我々は任意のデバイス構造を作製するため、LED プロジェクターと金属顕微鏡を組み合わせたマスクレスフォトリソグラフィ装置を作成した(Fig.1(a))。本装置では任意のパターンを試料上に縮小投影し青色 LED の光で露光することで、マスクレスで微細加工が行える。現状のところ幅 2  $\mu\text{m}$  までの細線を加工することができ、本装置を用いて Cu/グラフェン微細素子を作製した。試料は SiO<sub>2</sub> 基板上にグラフェン分散液 (GNH-XX/W) を滴下し、スピコートによりグラフェン薄膜を作製した。その後、DCマグネトロンスパッタリングにより Cu 薄膜を蒸着し、リフトオフにより細線を作製した(Fig.1(b))。作製された試料を、深さ分解走査型光電子顕微分光システム(3D nano-ESCA@SPRING-8 BL07LSU)を用いて局所電子状態の解析を行った。実験に用いた放射光のエネルギーは 1000 eV、空間分解能は $\sim 100$  nm である。

C 1s コアレベルの角度分解光電子分光測定による深さ方向解析の結果から、非弾性散乱の電子の減衰式を用いて、ピンポイント測定部位のグラフェンの膜厚を算出することができた。また、グラフェン sp<sup>2</sup> 結合由来のピークと不純物由来のピークの強度比を比較したところ、銅電極近傍ではグラフェン表面の汚染が、それ以外の領域ではグラフェン/SiO<sub>2</sub> 界面の汚染が存在することが確認され、微細加工プロセスの改善すべき点が明らかになった。本講演では装置の概要も含め解析の詳細について報告する。

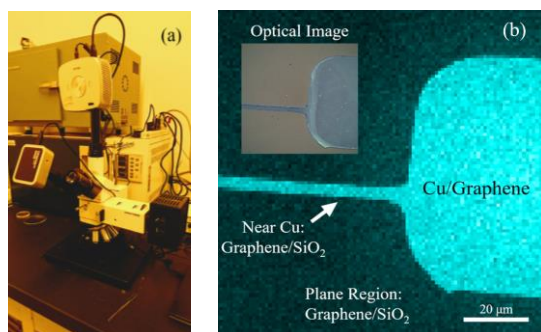


Fig. 1 (a) Maskless photolithography apparatus and  
(b) C 1s core level intensity mapping  
of the sample taken by 3D nano-ESCA

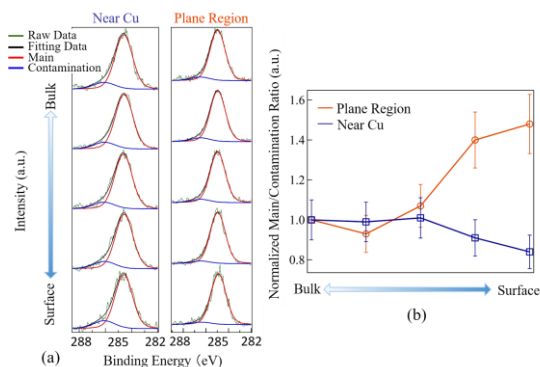


Fig. 2 (a) Depth profiling of C 1s peaks depending  
on measurement position and  
(b) Main/contamination ratio in (a)