P-15

ナノテクノロジー

パターニング銅薄膜を用いた CVD グラフェン膜の位置選択成長

■ はじめに

グラフェンは、導電性、伝熱性、耐熱性、機械的強度に優れているため、電界効果トランジスタ、太陽電池の透明電極、タッチパネルや電子ペーパー等で使用される透明導電膜の代替材料など様々な応用が期待されている[1)]。代表的なグラフェンの合成法としては、均一で大面積成膜に適している化学的気相成長法（CVD）法がある。CVD法は、金属の基板表面に炭素原料ガスを供給し熱分解させる合成法であるが、グラフェン合成には、一般的にNiやFe、Cu箔が用いられる。通常、炭素の固溶量の大きなNiやFe箔を用いると、多層グラフェンやグラファイトが形成されやすい。一方で、Cu箔上でグラフェン膜の成長を行うと、欠陥が少なく1から2原子層の大きな結晶を高品質で成長させることが出来る。ここで合成した単層のグラフェン膜の観察は、光学顕微鏡での評価が困難なため、一般的にはラマン分光法のマッピング測定(ラマンイメージング法)により、グラフェンの形状やドメインサイズの評価が行われる。

さてCu箔上にCVD成長したグラフェンをデバイス等に応用するためには、グラフェン膜の転写を行ったり目的の形状にパターニングしたりする必要がある。通常は、他の基板に転写した後にプラズマエッチングやフォトリソグラフィでパターンニングするが、グラフェン膜中の欠陥生成や品質低下が問題となる。そのためグラフェンを成膜後に加工するのではなく、最初から目的の形状のグラフェンを目的の場所に直接成膜する手法の開発が望まれている。本研究は、あらかじめパターニングしたCu薄膜上にCVD成膜することによって、位置選択的にグラフェンを簡便に直接成長させる手法の開発を行う。

■ 活動内容

本研究では、第一段階として、グラフェン成膜前にパターニングが可能なSiO_2/Si基板上のCu薄膜を用いて、CVD法によりグラフェンの成膜を試みた。CVD成長は以下の手順で行った。まず、アルゴン希釈水素ガスを流して、600℃で維持することにより、Cu薄膜を還元した。次に、1000℃まで昇温したのち、原料ガスであるアルゴン希釈メタンガスを流量40 sccmで30分間流した。作製した試料をラマン分光法を用いて測定したところ、グラフェンに特有の2Dピーク（2700 cm^{-1}）が確認された（Fig. 1(a)）。さらに、同試料の30×30 μm^2の領域（Fig. 1(b)）における2Dピークのマッピングを測定した結果から（Fig.1(c)）、測定範囲全域にグラフェンが成長していることがわかった。

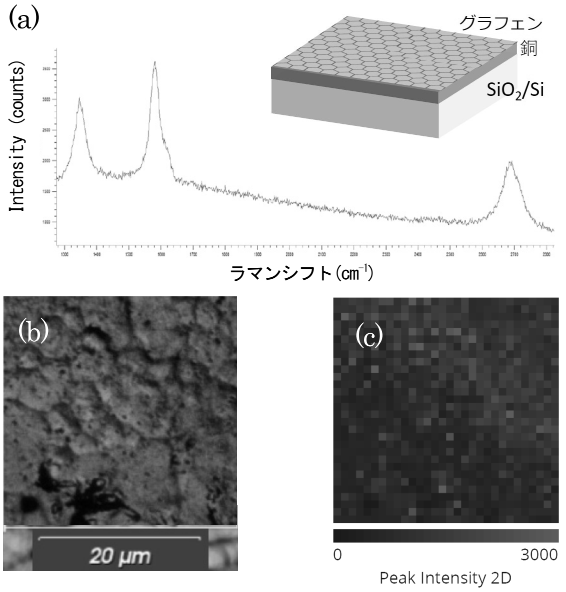

Fig. 1 (a) Cu薄膜上に成長したグラフェン膜のラマンスペクトル、(b)光学顕微鏡、(c)ラマンイメージング

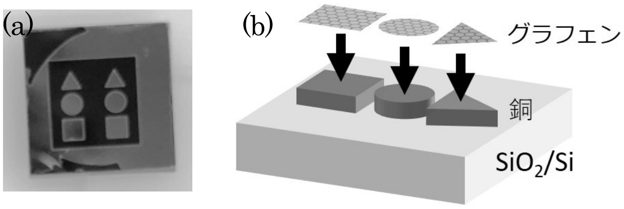

Fig. 2 (a) パターニングしたCu薄膜、(b)成膜概念図

現在、次の段階として、SiO_2/Si基板上にあらかじめパターニングされたCu薄膜の作製に着手している（Fig2.(a)）。今後、この基板上にグラフェンのCVD成膜を行い、位置選択的グラフェン成長法（Fig2.(b)）の開発を目指す予定である。また、ラマン分光法およびラマンイメージングによる膜質評価に関する検討を進める予定である。

■ 参考文献

1) K. S. Novoselov *et al.*, A roadmap for graphene, Nature, 490, 192 (2012).

代表発表者　**森下　裕貴（もりした　ひろき）**
所　　属　**兵庫県立大学大学院　工学研究科**
産業技術総合研究所ナノ材料研究部門
問合せ先　**〒671-2280　兵庫県姫路市書写 2167**
E-mail : er20d019@steng.u-hyogo.ac.jp

■キーワード: (1)グラフェン
(2)化学気相蒸着法
(3)パターニング

■共同研究者: 藤井俊治郎（兵庫県立大学）
岡田光博（産業技術総合研究所）
清水哲夫（産業技術総合研究所）
久保利隆（産業技術総合研究所）