

課題番号 : F-20-UT-0098
利用形態 : 機器利用、技術代行
利用課題名(日本語) : グラフェン・ナノスケール・デバイス作製に向けた SiO₂ 薄膜の微細加工
Program Title (English) : Microfabrication of SiO₂ thin film towards the Graphene Nanoscale Device
利用者名(日本語) : 越智太亮、松井朋裕
Username (English) : T. Ochi, T. Matsui
所属名(日本語) : アンリツ株式会社 先端技術研究所
Affiliation (English) : Anritsu corporation, Advanced Research Laboratory
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、リソグラフィ・露光・描画装置、N&MEMS

1. 概要(Summary)

グラファイトの単原子層薄膜であるグラフェンは優れた電氣的・機械的特性をもち、様々な分野への応用が期待される物質である。我々はグラフェンを用いたナノスケールデバイスの開発を念頭に、グラフェン共振器の作製を開始した。そのために本年はグラフェンの基板となる SiO₂ 薄膜の微細加工方法を検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ レーザー直接描画装置
- ・ 高速大面積電子線描画装置
- ・ 汎用平行平板 RIE 装置

【実験方法】

Si 上の厚さ 285 nm の SiO₂ 薄膜に構造を描画した後、CHF₃ プラズマでエッチングし、加工した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

共振器となる溝を架橋するグラフェンを作製するため、SiO₂ 基板に用途に応じて幅と深さの異なる溝の作製を試みた。溝パターンの描画にはレーザー直接描画装置(DWL66+)と高速大面積電子線描画装置(F5112)を用いたが、前者では十分な精度が得られず、1 μm の設計値に対しておよそ 2 μm の溝が作製された(Fig. 1(a))。そこで、それ以降は電子線描画装置を用いることとした。

一方、SiO₂ のエッチングには汎用平行平板 RIE 装置(RIE-10NR)を用い、20 nm と 100 nm という 2 種類の深さのエッチングを試みた。その結果、100 nm 深さの溝は期待通りに作製できたが、20 nm 深さの溝の場合、溝の幅が広い(1 μm 以上)場合には設計通りエッチングできるものの、幅が狭い(200 nm 以下)場合にはエッチングできなかった。これは、微細な構造では描画部分のレジストが現像後十分取り除けていなかったためと考えられる。

ナノスケールデバイスではわずかなレジスト残渣も問題となり得るため、そのクリーニング方法も今後の検討課題である。RIE 装置を用いた酸素プラズマ処理で大部分のレジストは除去できるが、プラズマはデバイスを成すグラフェンにダメージを与えるため、デバイス加工後には用いることができない。

作製した溝付きの基板上に架橋グラフェンの作製を試みた。その結果、溝が深い(100 nm)場合には架橋グラフェンが得られ(Fig. 1(b))、共振器への応用も期待されるものの、溝が浅く(20nm)、幅も広い(2 μm)場合には、グラフェンは溝の底に落ちてしまうことがわかった(Fig. 1(a))。

微細加工精度の向上と、最適なクリーニング方法の確立が今後の課題である。

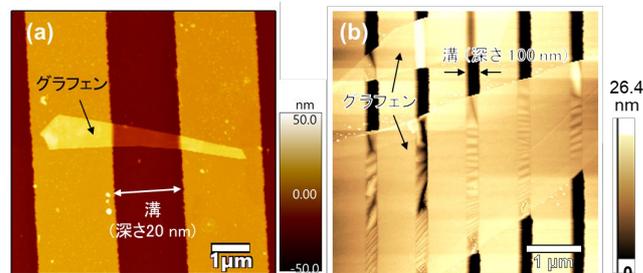


Fig. 1: Atomic force microscope images of graphene fabricated across the SiO₂ trenches. The sizes of trenches are (a) ~2 μm wide and 20 nm deep, (b) ~250 nm wide and 100 nm deep.

4. その他・特記事項(Others)

Fig. 1(a)はオックスフォードインスツルメンツ株式会社にて、(b)は共同研究先の熊本大学原研究室にて測定。

Dr. Eric Lebrasseur、落合幸徳 博士(微細加工プラットフォーム東大拠点マネージャー)には微細加工を支援頂き、感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。