

グラフェンチューブの形成とフレキシブルデバイス応用 Synthesis of graphene tube and its flexible device applications

○^(M)濱西 敏貴¹、中村 篤志¹ (1. 静大院工)

○^(M)Toshiki Hamanishi¹, Atsushi Nakamura¹ (1. Grad. School of Eng., Shizuoka Univ.)

E-mail: ranakam@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

フレキシブルデバイスの実現にむけて酸化インジウムスズ (ITO) に替わる薄型軽量でフレキシブルなグラフェン電極材料が期待されている。[1]しかしながら、高品質で大面積のグラフェン膜を基板上に直接成長する、または転写する技術が確立されていない。[2,3]本研究では化学気相堆積法 (CVD) でエタノールを原料に用いて直接成長したグラフェン薄膜[4]、Ni ワイヤーに成長したチューブ状のグラフェン膜[5]をフレキシブル基板に転写・固定しゲージセンサーとしての動作を確認した。

2. 実験

2.1 グラフェン膜成長

グラフェン膜の直接成長基板には $10 \times 10 \times 1.0t$ (mm) の合成石英基板 (SiO_2) を用いた。成長条件は温度 1000°C 、アルゴン雰囲気 10 Torr で原料としてエタノールを 10 sccm 供給した。Ni ワイヤーへのグラフェン膜形成は、成長温度 850°C 、アルゴン水素雰囲気 10 Torr で原料エタノールを 10 sccm 供給した。

2.2 フレキシブル基板への転写と曲げ・引張試験

CVD 成長したグラフェン膜を曲げ試験用に PET 基板、引張試験用に PDMS 基板へ転写した。曲げ試験では片持ち梁曲げ試験の要領でひずみを $2.3 \sim 7.2\%$ 、引張試験では $5 \sim 20\%$ を与え、電気抵抗の変化を観察した。

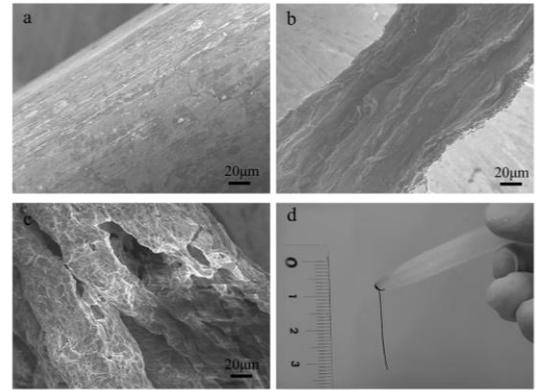


Fig. 3(a)Niワイヤー上のグラフェン膜。(b)グラフェンチューブ。(c)グラフェンチューブ断面のFESEM画像、および(d)グラフェンチューブ写真

3. 結果と考察

Fig. 1 より Ni ワイヤー上にグラフェンの形成が確認でき、Ni をエッチングすることで 2 cm 程度のグラフェンチューブを作成した。Fig. 2 に曲げ・引張ひずみに対する抵抗変化率をプロットし、その傾きからゲージ率を算出した。グラフェン膜は曲げ試験においてゲージ率 7.2 を示した。一方でグラファイト膜は曲げ伸ばしの初期段階で薄膜上層部と基板接着層部に亀裂が入ったためプロットの線形近似で切片が 0 を通過しなかった。これは Fig. 3 の繰り返し曲げ試験において、グラファイトは $0 \sim 3$ 回の曲げでベースが上がることでその現象が説明できる。またグラフェンチューブは抵抗変化率が低くゲージ率 1.3 である。引張試験ではグラファイト膜は歪量に対して亀裂が発生した層の厚さが無視できるので直線近似が出来、ゲージ率は 31.9 と算出した。一方で、薄いグラフェン膜は基板の変形に追従し、引張方向に伸びたが、垂直方向に縮んだため抵抗変化率が大きく変化しなかった。

4. まとめ

曲げ試験においてゲージ率 7.2 、引張試験において 2.3 が得られフレキシブル基板でのゲージセンサーとして薄いグラフェン膜が有用であることが確認された。

5. 参考文献

[1] T.Yamada, et al., Nat. Nanotechnol. 6(2011)296. [2] C.Kim, et al., Scripta Materialia, 66 (2012) 535. [3] A.Nakamura, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 04DN03. [4] 濱西敏貴,他, 第 76 回応用物理秋季学術講演会、16a-PA2-30, Sep 16, 2015, 名古屋国際会議場 [5] X.Wang, et al., Chem. Mater. 27 (2015) 6969.

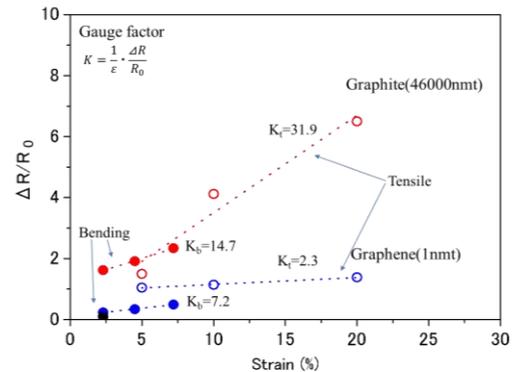


Fig. 2 曲げ・引張試験によるひずみに対する抵抗変化率

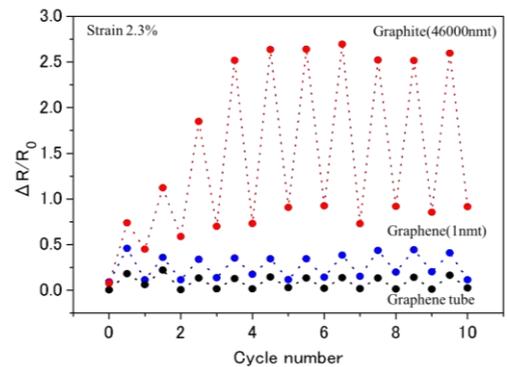


Fig. 3 ひずみ 2.3% を繰り返し与えたときの抵抗変化率