

グラフェンのフレキシブル歪みセンサーへの応用 Application of graphene as a flexible strain sensor

九大院総理工,¹ 九大先端研,² JST さきがけ³

○仲村 翔,¹ Pablo Solís Fernández,² Adha Sukma Aji,¹ 吾郷 浩樹^{1,2,3}
(Kyushu University^a and JST-PRESTO^b)

○Sho Nakandakari,^a Pablo Solís Fernández,^a Adha Sukma Aji,^a Hiroki Ago^{a,b}
E-mail: ago@cm.kyushu-u.ac.jp

【背景】近年、ヘルスマニタリングなどへの応用を目的としたウェアラブルデバイスの開発が盛んに行われている。現在普及している金属箔型および半導体型歪みセンサーは柔軟性に欠けることから、人間の動きを検出するウェアラブルデバイスへの応用が困難であり、新たなセンサー素子を用いた歪みセンサーの開発が求められている。グラフェンは高い光透性やキャリア移動度、機械的柔軟性などの優れた性質を有することから、透明でフレキシブルな歪みセンサーとして期待される [1-4]。そこで本研究では、グラフェンを用いた歪みセンサーの作製および評価を目的として研究を行った。

【結果と考察】実験の過程で、単層グラフェンは転写が容易ではなく、歪みに対して弱いことが分かったことから、本研究では CVD 法で合成した多層グラフェンを用いた。層数の均一性を高めるため、Cu-Ni ホイルを用い、CH₄ を原料として多層グラフェンを合成した。その後、シリコンゴム (PDMS) 基板上に転写した後、両端に電極をつけ、歪み測定を行った (図 1)。測定では、PDMS への歪みが 3% に達するまで引張り、その後、歪みを緩和させるというサイクルでの抵抗変化を測定した。図 2 に示すように、歪みを印加することで抵抗が増加し、歪みを緩和すると抵抗が減少することを確認できた。さらに、サイクル安定性も見られたことから、歪みセンサーとして機能しているといえる。センサーの感度を表すゲージファクター (GF) は次式で表される [4]。

$$GF = (\Delta R/R_0)/\varepsilon$$

ここで $\Delta R/R_0$ は抵抗の変化率、 ε は歪み量を表す。3% の歪みの範囲では GF は 5.6~6.8 と低い値であった。しかし、20% 以上の大きな歪みを印加し

た後、再び 3% の歪みで抵抗変化の測定を行うと GF が 15~17 となり、2 倍以上大きくなることを見出した。この試料を光学顕微鏡で観察すると、図 3(b) のようにグラフェンにクラックが多数入っていることが分かった。さらに、歪みを印加しながら光学顕微鏡を観察すると、このクラックは歪みの印加・緩和によって大きく開閉していた。以上の結果から、歪みによってクラックの形状変化が起こり、それによって導電パスが変化して GF の向上につながったものと解釈できる。

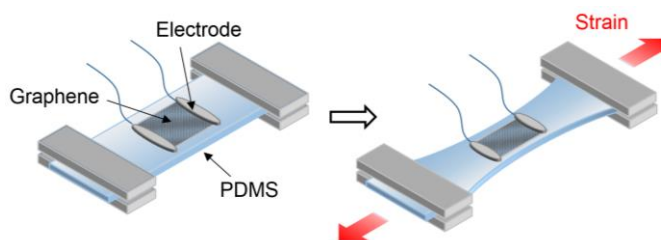


図 1 グラフェンへの歪み印加の実験のイメージ

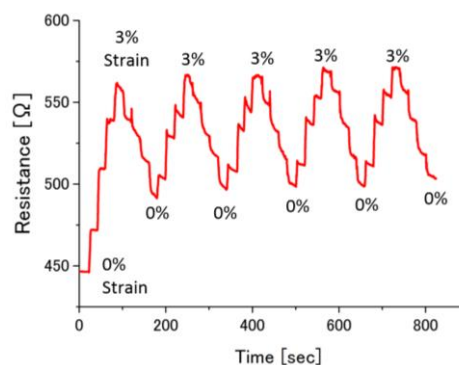


図 2 3%歪みに対する抵抗値の変化

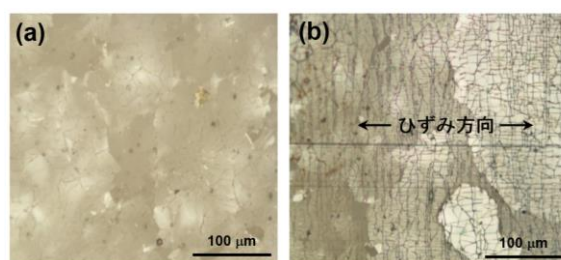


図 3 多層グラフェン/PDMS の光学顕微鏡写真。(a)と(b)は 20%以上の歪み印加前後の写真。

【参考文献】 [1] S. H. Bae et al., *Carbon*, **51**, 236 (2013). [2] X.-W. Fu et al., *Appl. Phys. Lett.*, **99**, 213107 (2011). [3] Y.-H. Lee et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 083102 (2012). [4] J. Zhao et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 063112 (2012).