

高アスペクト比を持つサスペンデッドグラフェンナノリボンの自発的ローリング

Spontaneous rolling of suspended graphene nanoribbon with high aspect ratio

北陸先端大¹, [○]M2 神崎晃悠¹, マレク・シュミット¹, マノハラン・ムルガナタン¹,
水田博¹

¹JAIST, [○]M2 Teruhisa Kanzaki¹, Marek E Schmidt¹, Manoharan Muruganathan¹,
Hiroshi Mizuta¹

E-mail: s1530014@jaist.ac.jp

【背景】サスペンデッド（宙づり）構造は試料の純粋な特性を測定・評価する上で非常に重要な構造である。また、サスペンデッド構造を導入することで MEMS 共振器によるセンサやゲート電圧にバイアスをかけることで動作するスイッチング素子などの応用も可能である[1][2]。さらに、サスペンデッド構造は上記のようなデバイスの機能面の向上だけではなく、デバイスの作製プロセスにおいても非常に有用である。本研究では、サスペンデッド構造の重要性に着目し、Fig.1(a)の工程で作製した高アスペクト比のサスペンデッドグラフェンがローリングする興味深い現象について考察した。

【実験結果】Fig.1(b)は、幅 $W=100$ nm で長さを $L=500$ nm, 1000 nm, 1500 nm, 2000 nm の 4 種類に設計したサスペンデッドグラフェンの SEM 画像である。エッチングによってグラフェンをサスペンデッド構造にした際、両端の電極が変形したため、グラフェンにわずかな引張応力がかかっている。 $L=500$ nm の時、グラフェンはシートの構造を維持しているが、 $L=1000$ nm になると両端のアンカー部でのグラフェン幅に比べ、サスペンデッド構造の中央付近ではグラフェン幅が小さくなっていることがわかる。そして、 $L=1500$ nm, 2000 nm では、サスペンデッド構造を維持しつつも、両端部以外の部分においてグラフェンは完全に巻き上がりローリングしてしまった。この結果から、サスペンデッドグラフェンのローリング現象はグラフェンのアスペクト比が高くなるに従って生じやすくなるということが考えられる。ここで、サスペンデッド構造の安定性を考察するために、アスペクト比に対するグラフェンがローリングする割合を Fig.1(c)に累積分布として表した。さらに、このプロットに対して脆性破壊を統計的に表す場合などに用いられる Weibull 累積分布関数; $F(x; k, \lambda) = 1 - e^{-(x/\lambda)^k}$ [3] をフィッティングさせた結果、 $k=3.71974$, $\lambda=18.54814$ であることがわかった。ここで x はグラフェンのアスペクト比、 k と λ はワイブル係数及び尺度パラメータと呼ばれる。この関数では $k>1$ の時、アスペクト比が大きくなるに従って故障率が大きくなる性質を表す。これは、グラフェンのローリング現象の傾向を定量的に表すことができている。

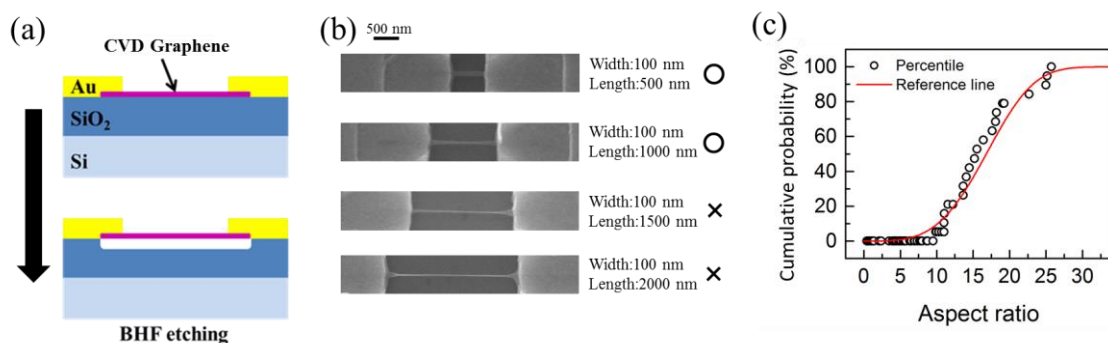


Fig.1. (a) The process of the device fabrication, (b) SEM images of suspended graphene which is rolled up and is not rolled up, (c) Cumulative roll-up probability as a function of aspect ratio for suspended graphene nanoribbon.

【参考文献】

- [1] Sun, Jian, et al., *Nanoscale* **8**, 6659-6665, (2016).
- [2] O. Chikuba, et al., 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21p-S011-14, (2016).
- [3] John E. Pinder III, et al., *Ecology* **59**, 175-179, (1978).

【謝辞】本研究は、科研費 25220904 の助成を受けて実施しています。