

湾曲したグラフェンカンチレバーの磁場印加により誘起される電流分布

Electric current distributions induced by application of magnetic field
in bent graphene cantilevers

兵庫県大工, (M2) 前渕一徳, 盛谷浩右, 乾 徳夫

Graduate School of Engineering, University of Hyogo,

Kazunori Maebuchi, Kosuke Moritani, Norio Inui

E-mail: ej22g018@steng.u-hyogo.ac.jp

グラフェンには優れた電気的特性に加えて、強靱さと柔軟性を兼ね備えているため、センサーや共振器、電気機械式スイッチなどMEMSの部品として利用されている。さらに、グラフェンには反磁性という特異な磁気特性があるため、磁場の変化により浮揚した状態でグラフェンの位置や形状を制御できる可能性がある。

反磁性の起源は軌道電流であり、磁場の方向とは逆向きに磁気モーメントが誘起され反磁性力が発生する [1]。この力の根源はローレンツ力であり、磁場と電子の運動によって決定される。従って、反磁性で生じる力や磁気エネルギーを理解するには、グラフェンに生じる電流分布の知見が不可欠である。ここで注意すべきはグラフェンには磁気異方性があるため、グラフェン表面に対する磁場の角度によって電流分布も変化する点である。そこで本発表では Fig.1 のような折り畳み状態から平坦な状態からへ遷移する際に生じる電流分布変化について考察する。

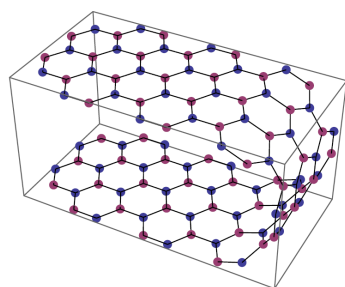


Fig. 1 Folded graphene cantilever.

Fig.1 のグラフェン下部表面と垂直に磁場を印加した場合に生じる軌道電流をタイトバインディングモデルを用いて計算した。Fig. 2 に湾曲した状態における電流分布の一例を展開し

た状態で示している。濃淡により電流の大きさを示しており、濃い部分ほど電流が大きく、点線部分では電流はゼロである。電流の大部分はエッジ近傍に流れており、折り目では電流が流れていない。これは折り目ではグラフェンと磁場が平行になるためである。また、湾曲したグラフェン下部の上面に沿った電流は、グラフェン上部では下面になる。従って、電子と一緒に移動する観測者にとっては磁場の方向が反転する。そのため、電流の方向が逆転している。

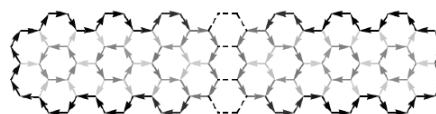


Fig. 2 Electric current distributions on the cantilever with armchair edges.

グラフェンカンチレバーが L 字になった場合、磁場と平行となる部分には電流が殆ど流ない。よって、湾曲したグラフェンカンチレバーの下部を固定して、弾性により自由に展開して平坦な状態へ変化する場合、グラフェンカンチレバーに生じる電流は徐々に減少し、平坦状態で電流の反転が起きると考えられる。そこで、分子動力学法によりこの運動をシミュレーションし、軌道電流の時間変化を求めた。講演では湾曲した状態における磁気ポテンシャルの長さ依存性や電流分布のエッジ形状の依存性についても発表する。

本研究は JSPS 科研費 21K04895 の助成を受けたものです。

[1] Y. Ominato and M. Koshino, Phys. Rev. B **87** 115433 (2013).