Si ナノワイヤ FET を用いた多層グラフェン MEMS の機械振動検出

Si-nanowire-FET sensor detecting high-frequency oscillation of a multilayer-graphene MEMS by means of reflectometry technique

NTT 物性研　○西口克彦，藤原聡
NTT Basic Research Labs. Katsuhiko Nishiguchi, Akira Fujiwara
E-mail: katsuhiko.nishiguchi.vu@hco.ntt.co.jp

[背景] 我々は、微細トランジスタ(FET)を高感度な電荷センサとして利用することで、単一電子を室温で検出することに成功している [1]。しかし、微細 FET はチャネル抵抗が大きいため、動作速度が数十 kHz 程度に限られていた。この問題を解決する 反射率測定 法では、LC 共振回路を FET に接続し高周波信号の反射特性をモニタすることで、高速動作(~200MHz)が可能となる[2]。今回、この高速動作特性を活用し、多層グラフェンで構成される MEMS の機械振動の検出を試みた。

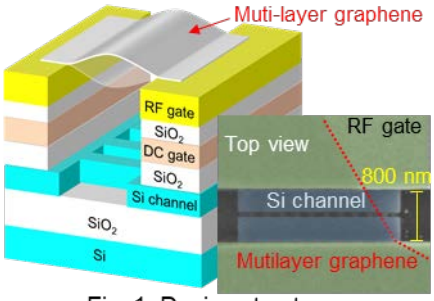

Fig. 1. Device structure.

[素子構造]　今回、細線 Si チャネル上部に多層グラフェンを架橋した素子を用いる(Fig. 1)。高周波信号を RF gate に印可すると、そこに接した多層グラフェンは SOI チャネルとの静電気力により機械振動する。Si チャネルのゲート電極として機能する多層グラフェンが機械振動することで、ゲート容量つまり Si チャネルのコンダクタンスが変調され、それを 反射率測定 法でモニタする。反射率測定法では FET と LC 共振回路のマッチング特性が感度を左右するため、10nm 幅の細線チャネルを 10 本並列接続することでマッチング特性の改善を試みた。また、RF gate と Si チャネルの間に挟まれた DC gate をシールド層として用いることで、多層グラフェンからの高周波信号だけを Si チャネルでモニタすることが可能となる。

[測定結果]　数百 MHz の機械振動信号を検出することを目指し、2 つの LC 共振回路を接続した 反射率測定 法を利用した[2] (Fig. 2)。LC 回路をプリント基板にマウントしマイクロ波プローブに接続、プローブステーションを用いて測定した。ネットワークアナライザから RF gate 用の信号を出力し、キャリア信号と RF gate 信号とでヘテロダイン変調された信号を反射信号としてモニタする。

Fig. 3 に測定結果を示す。LC 共振回路に起因する 260MHz 付近のピークに加え、235MHz 付近にピーク特性が観測された。このピーク特性はローレンツ関数に従い、また RF gate に DC 電圧を印可し多層グラフェンのテンションを変化させることでピークを示す周波数がシフトすることから、多層グラフェンの機械振動に起因した信号であることを示している。

[1] K. Nishiguchi et al. Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) 8305.
[2] 西口ら，第 62 回応用物理学会春季学術講演会 14a-A20-7

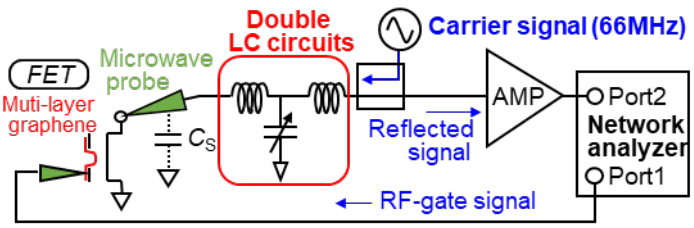

Fig. 2. (a) Equivalent circuit for detecting an multi-layer graphene MEMS using reflectometry technique.

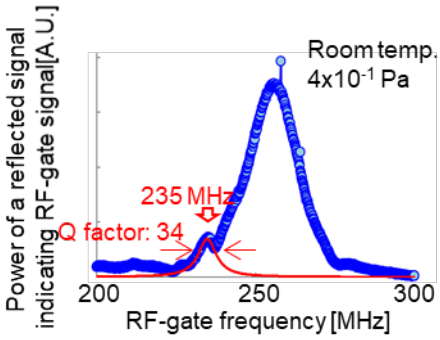

Fig. 3. Dependence of power of a reflected signal on RF-gate frequency.