

課題番号 : F-14-RO-0010
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : BN 多層グラフェン素子の作製と電子構造の研究
Program Title (English) : Fabrication of High Mobility Multilayer Graphene Device and Study of the Electronic Structure
利用者名 (日本語) : 大西純平, 八木隆多
Username (English) : J. Onisi, R. Yagi
所属名 (日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
Affiliation (English) : ADSM, Hiroshima University

1. 概要 (Summary)

グラフェンは二次元物質であって、伝導面がむき出しになっているため、基板や表面付着物が電気伝導特性に大きな影響を及ぼす。本研究では、*h*-BN (六方晶窒化ホウ素) 上多層グラフェン素子を作製し、従来の素子よりも高品質な素子を作製した。キャリア移動度はおよそ 100 倍程度向上した。また、電子構造は従来のものに比べてより高精度に観測することができた。

2. 実験 (Experimental)

利用した主な装置: 原子間力顕微鏡 (SPI3800)

酸化被膜のあるシリコンウエハー上にメカニカルへき開法を用いて *h*-BN を転写し、*h*-BN に重なるように上からグラフェンを転写した。また、転写したグラフェン表面を原子間力顕微鏡を用いて観測した。電子線リソグラフィ法を用いて電極と配線のパターンを描画し、クロムと金を蒸着し、電極を成膜した。

測定では、四端子法交流測定によって He 温度下における磁気抵抗測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

以下の異なる3つ方法をそれぞれ用いて作られたグラフェン FET の性能評価を行った。

- ① 従来の方法で Si 基板上にグラフェン転写する。
- ② 従来の方法で *h*-BN 上にグラフェンを転写する。
- ③ 新しい方法で *h*-BN 上にグラフェンを転写する。

それぞれに対してキャリア移動度と、キャリア密度と磁場に対する磁気抵抗の振る舞いを測定し、解析した。

キャリア移動度は、①では $\sim 1000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度だったが、②では $\sim 10000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、③では $\sim 100000\text{cm}^2/\text{Vs}$ となり、BN を用い、かつ、転写方法を改良したものでは従来のものに比べおよそ 100 倍の移動度に向上することに成功した。また、AFM で表面状態を観測した結果、新しい転写方法ではグラフェン表面のしわや気泡がなくなっているこ

とが分かった。このことからグラフェンのキャリア移動度低下の原因にしわや気泡があると判明した。また、*h*-BN 上にグラフェンを転写したことで移動度が向上した理由としては、シリコン基板表面のダングリングボンドや電荷トラップなどのキャリア移動度を下げる原因を排除することができたからと考えられる。

3~7 層の多層グラフェン素子を作り磁気抵抗を測定した結果、それぞれのサンプルにおいて、特有の電子の振る舞いが、従来の方法では観測不可能だった低磁場付近まで高精度に観測することができた。

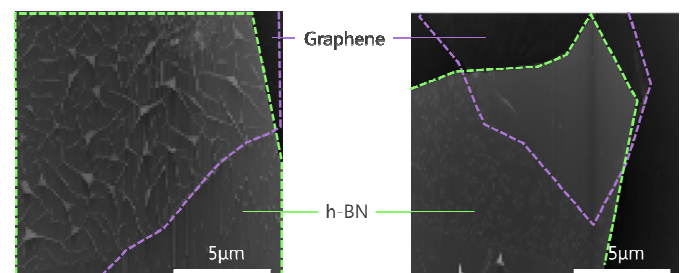


Fig.1 AFM images of the graphene on BN device. Left and right panels are devices made using method ② and ③, respectively.

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献: [1] C.R. Dean et al Nature Nanotechnology, Vol.5 722(2010).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 大西純平, 榊原諒二, 戎岡亮哉, 渡邊賢司, 谷口尚, 八木隆多, 日本物理学会, 第 70 回年次大会 2015 年 3 月 22 日, 「多層グラフェンの電子構造」.

6. 関連特許 (Patent)

なし。