

17a-B1-7

## CDV 成長グラフェンを用いたウェハスケールのトランジスタ作製

## Wafer Scale Fabrication of Transistors using CVD-Grown Graphene

物材機構 WPI-MANA<sup>1</sup>, 産総研 GNC<sup>2</sup>, 産総研 NeRI<sup>3</sup> °中弘 周<sup>1,2</sup>, 飯島 智彦<sup>3</sup>, 小川 真一<sup>3</sup>,

八木 克典<sup>2</sup>, 原田 直樹<sup>2</sup>, 林 賢二郎<sup>2</sup>, 近藤 大雄<sup>2</sup>, 高橋 慎<sup>2</sup>, 黎松林<sup>1</sup>, 塚越一仁<sup>1</sup>,

佐藤信太郎<sup>2</sup>, 横山直樹<sup>2</sup>

WPI-MANA/NIMS<sup>1</sup>, GNC/AIST<sup>2</sup>, NeRI/AIST<sup>3</sup>, °Shu Nakaharai<sup>1,2</sup>, Tomohiko Iijima<sup>3</sup>, Shinichi Ogawa<sup>3</sup>, Katsunori Yagi<sup>2</sup>, Naoki Harada<sup>2</sup>, Kenjiro Hayashi<sup>2</sup>, Daiyu Kondo<sup>2</sup>, Makoto Takahashi<sup>2</sup>, Songlin Li<sup>1</sup>, Kazuhito Tsukagoshi<sup>1</sup>, Shintaro Sato<sup>2</sup> and Naoki Yokoyama<sup>2</sup>

E-mail: nakaharai.shu@nims.go.jp

炭素の単原子薄膜であるグラフェンは様々な応用が期待されているが、そのエレクトロニクス応用のためには大面積での形成が必須となる。しかしながら、これまでの原理実証実験は主にグラファイトから機械的に剥離されたグラフェンが用いられてきた。我々もこれまでに機械的に剥離されたグラフェン上にデュアルゲート構造を有するグラフェントランジスタを開発してきたが [1]、このトランジスタは大面積で一括してトップダウン加工が可能であるという特徴があった。そこで本研究では、化学的気相堆積 (CVD) 法にて金属触媒上に成長されたグラフェンに対してウェハスケールでの素子の作製を試みた。

CVD 成長されたグラフェン薄膜は表面を酸化されたシリコン基板上に転写され、フォトリソグラフィ、反応性イオンエッチング、熱蒸着等のトップダウン加工によって同時に多量の素子を一括作製した (Fig.1)。ここでトップゲートは電子線リソグラフィ法、チャンネルのイオン照射 [2] はヘリウムイオン顕微鏡を用いたが、原理的にはフォトリソグラフィとイオン注入法に置き換え可能である。この素子の n 型トランジスタは Fig.2 に示すように 200 K の温度で約 2 桁以上の電流オン・オフ比を示した。このデュアルゲート型構造のトランジスタを 2 つ組み合わせたインバータ回路の動作についても報告する。本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものである。

[1] S. Nakaharai, *et al*, Tech. Dig. IEDM 2012, p.72. [2] S. Nakaharai, *et al*, ACS Nano7, p.5694 (2013).

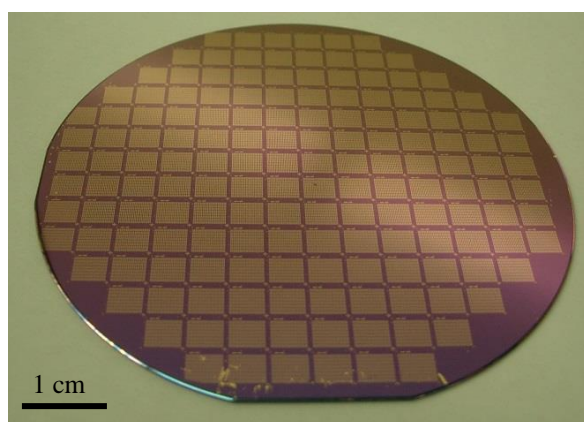


Fig. 1 Picture of fabricated devices on a 3 inch wafer. A CVD-grown graphene sheet was transferred onto the wafer, and dual-gated transistors were fabricated by the top-down process of lithography, etching, deposition, etc.

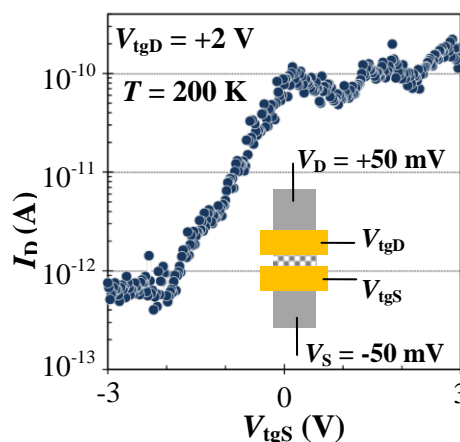


Fig. 2 Transistor operation of a fabricated device having the dual-gated structure illustrated in the inset. The graphene region between two top gates was irradiated with helium ions in order to generate a transport gap.