

## グラフェントンネルトランジスタの第一原理解析

### First principles analysis of graphene tunnel transistor

○鈴木俊英<sup>1</sup>、アーメド・ハマム<sup>1</sup>、マノハラン・ムルガナタン<sup>1</sup>、水田博<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>北陸先端科学技術大学院大学、<sup>2</sup>サザンプトン大学

°Shun'ei Suzuki<sup>1</sup>, Ahmed Hammam<sup>1</sup>, Manoharan Muruganathan<sup>1</sup>, Mizuta Hiroshi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Japan Advanced Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>University of Southampton

E-mail: shun-suzuki@jaist.ac.jp

**【背景】** 現在の大規模集積回路では、微細化された MOSFET のオフリーク電流による待機時消費電力の増大が深刻な問題となっている。そのため新たなスイッチングデバイスとして、オフリーク電流が低く、 $S < 60$  mV/dec の急峻なスイッチングが可能なトンネルトランジスタ(TFET)が注目されている[1]。しかし、現在研究が進められている Si ベース TFET では、バンドギャップが大きいため、高い ON 電流を得られないことが課題である。これに対して、グラフェンナノリボンをベースとした TFET では、そのバンドギャップが小さいという欠点を逆に利用して、ON 状態で高いトンネル電流を実現できる可能性がある。

**【解析方法】** 本研究では、第一原理解析を用いて、グラフェン TFET(GTFET)の動作原理・メカニズムの解析を行った。QuantumWise 社の ATK-14.1 を用い、GTFET の伝達特性を Transmission spectrum、Device density of states(DDOS)などを用いてアトムスケールで解析した。

**【解析結果】** 図 1 に解析した GTFET の構造と計算された伝達特性を示す。この構造では、ドレイン・ソース部分にジグザグ型グラフェンを、ゲート電極を通る部分にアームチェア型グラフェンを用いた。この GTFET の構造に対して  $S=54$  mV/dec の急峻なスイッチング特性が得られた。この  $S$  値を決定している物理的なメカニズムを解明するため、制御ゲート電圧  $V_{G2}$  の増大に伴う Transmission spectrum の変化を図 2 に示した。 $V_{DS}=0.5$  V での Transmission Window 内 (図 2 の黄色の網掛領域) に注目すると、 $V_{G2}$  増加にともなって Transmission rate の値が全体的に増大するとともに、 $V_{G2}=1.5$  V 以上で急峻な peak が Transmission Window 内に現れ、Window 中央へシフトしていくことがわかった。 $S < 60$  mV/dec の急峻なスイッチングはこの Transmission peak に起因していることから、ピークの軌道分解解析を進めており、発表ではその詳細結果について報告する。

**【謝辞】** 本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の支援によって行われた。

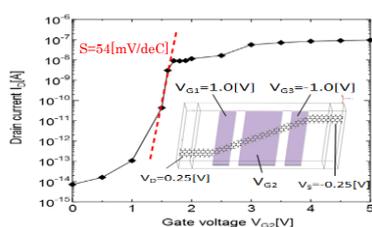


図 1 伝達特性( $I_D$ - $V_{G2}$  特性)

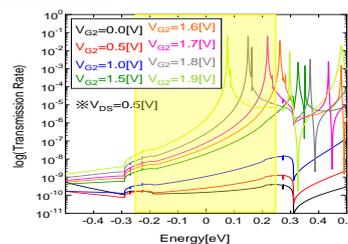


図 2 Transmission spectrum

**【参考文献】** [1] Yukinori Morita et al, IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL.35, NO.7, July 2014