

## 歪み誘起擬似磁場を利用したグラフェン FET の スイッチング機構における構造乱れの影響

### Influence of structural fluctuation on switching mechanism in strained graphene FET incorporating pseudo magnetic field effect

神戸大院工 ○堤 賢一郎, 笹岡 健二, 小川 真人, 相馬 聡文

○Ken-ichiro Tsutsumi, Kenji Sasaoka, Matsuto Ogawa, Satofumi Souma

Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Kobe University

グラフェンは高い電子移動度などシリコンに対する優位性を有しているが、フェルミエネルギーにおいてバンドギャップが存在しないため、そのままでは明確なスイッチング特性が得られず、この事が FET に応用する上での障壁となっている。この問題を解決する方法としてグラフェンナノリボンを利用する方法や、二層グラフェンに電界を印加する方法、照射など様々な手法が提案されているが、新たな手法として、歪みを印加する方法にも注目が集まっている。

特に、グラフェンに対して局所的にアームチェア方向に歪みを印加した場合、バンドギャップは生じないものの、ディラック点が波数空間内でシフトする、いわゆる擬似磁場（擬似ベクトルポテンシャル）の効果により、無歪み/歪みグラフェンの界面を利用した電子透過特性の変調が可能である事がわかっている。この効果を FET 制御に利用した場合、ソース/ドレイン領域として p 型あるいは n 型にドーパされた無歪みのグラフェン、チャンネル領域のみ歪みが印加されたグラフェンとし、チャンネル領域には更にゲート電圧を印加する事により（図 1）、全体として無ギャップであるにも関わらず、バンド間トンネル FET に類似のスイッチング機構により、室温で  $60\text{mV/decade}$  を下回る急峻なサブスレッショルド係数が得られる事がシミュレーションの結果により示されている[1]。このような擬似磁場効果が理想的に働くためには、電流に垂直な方向の波数が保存されている必要がある。しかしながら、現実的な素子においては、歪み領域/無歪み領域の界面の乱れや歪み領域内での格子欠陥、有限幅の効果、更には端構造の乱れなどの存在が擬似磁場機構を阻害する方向に働く事が考えられる。

このような問題意識のもと、本研究においては、これらの各種構造揺らぎが擬似磁場効果を利用した FET 制御機構に与える影響を明らかにする事を目的として、有限幅のグラフェン即ちグラフェンナノリボン、特に擬似磁場効果の利用を想定してアームチェア端のグラフェンナノリボンを仮定し、歪みの印加された領域と無歪み領域の 2 領域が周期的に接合された系、即ち超格子構造における電子状態を考察する。本講演においては、素子を構成するグラフェンナノリボンに上記で述べたような種々の構造揺らぎを考慮した上でその超格子構造のバンド構造を解析する事により、擬似磁場の効果の阻害の度合いについて定量的に検討した結果を報告する。

[1] S. Souma, M. Ueyama, and M. Ogawa, Appl.Phys. Lett. **104**, 213505 (2014).

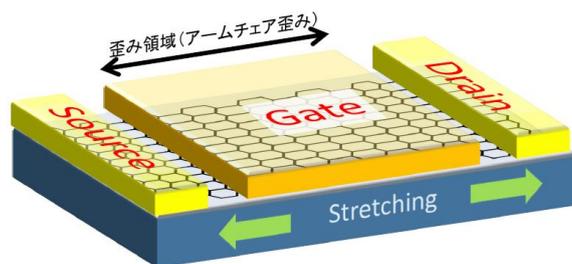


図 1: 歪み誘起擬似磁場効果を利用したグラフェン FET の概念図