

擬似磁場効果を利用した歪みグラフェン FET の準解析的モデル提案 Proposal of semi analytical model for strained grapheme FET incorporating the pseudo magnetic field effect

神戸大院工 ○上山真之, 笹岡健二, 小川真人, 相馬聡文

○Ueyama Masayuki, Kenji Sasaoka, Matsuto Ogawa, and Satofumi Souma

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

E-mail: 131t207t@stu.kobe-u.ac.jp

従来のシリコン FET の微細化に伴って深刻化するリーク電流の増大, またそれによる消費電力の増大が, FET の更なる微細化, 高集積化を妨げる大きな要因となっているが, 二次元原子膜材料をチャンネル材料として用い, ゲート電界効果によるチャンネル電荷の制御性を向上させる事がその打開策として期待される. しかしながら, グラフェンやシリセンのようなギャップレス, 狭ギャップ原子膜材料の場合, 電流をオフに出来ない事が問題となるため, これまで原子膜をナノリボン化する事や層間効果の利用が検討されてきた. 本研究では, これらとは異なる有力なスイッチング機構である歪誘起擬似磁場効果を利用した電流制御に焦点を当てる.

我々のグループでは, 図 1 に示すような素子構造の歪み印加チャンネル領域において波数空間でフェルミ円が電流と垂直方向にシフトする効果 (擬似ベクトルポテンシャル効果, あるいは歪み/無歪み界面における擬似磁場効果) を利用し, 更に無歪み領域へのドーピングを行う事で, 無ギャップ状態であるにもかかわらずバンド間トンネル FET に類似の急峻なスイッチング機構が可能となる事を原子レベルシミュレーションの結果により提案した[1]. この素子の動作特性の各種パラメータ依存性についてより見通しの良い直感的な解析を行うため, 更には回路シミュレータ中での利用をも視野に入れる場合, 解析的あるいは準解析的モデルに基づく理解が不可欠である. このような目的意識のもと, 本講演では, 素子の動作原理について述べると共に, ディラック型ハミルトニアンから出発した有効モデルに量子キャパシタンス効果を取り入れた準解析的モデルを提案し, 原子レベルシミュレーションの結果との比較を行った結果を報告する. 更に, 最適な素子性能を引き出すための設計指針についての考察も報告する.

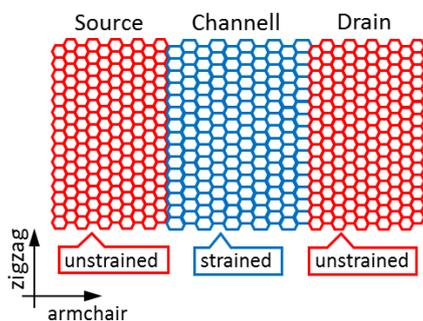


図 1 本研究における電子輸送モデル.

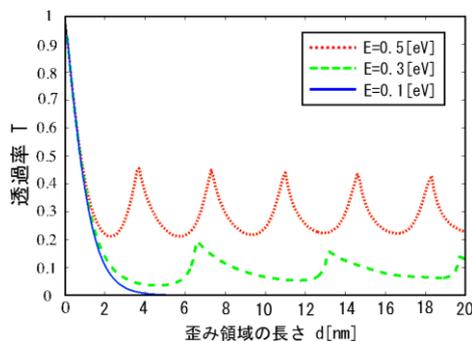


図 2 様々なエネルギーに対する, グラフェンの電子透過率の歪み依存性の一例 (歪み 5%).

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