

歪み印加されたグラフェンナノリボンの過渡電気伝導現象の数値解析 Numerical analysis of transient electronic transport phenomena in a strained graphene nanoribbon

神戸大院工 ○加藤大喜, 笹岡健二, 小川真人, 相馬聡文

○Daiki Kato, Kenji Sasaoka, Matsuto Ogawa, and Satofumi Souma

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

E-mail: 154t222t@stu.kobe-u.ac.jp

集積回路の性能向上は、その構成要素であるシリコン MOSFET の微細化によって進められてきたが、近年、微細化に伴うリーク電流の増加が、更なる微細化と高集積化を妨げる大きな要因となっている。この問題を克服するアプローチの1つに、シリコンから高い電子移動度を持つグラフェンのような二次元原子薄膜材料へのチャネル材料の代替が期待されている。しかし、グラフェンの電子状態にはバンドギャップが存在しないため、常に MOSFET が ON 状態となることから、現在、OFF 状態を形成するための材料の加工や新規動作原理が理論的・実験的に研究されている。その中でもチャネル領域のグラフェンへの内面歪みの印加は、スイッチング特性を極めて改善する、すなわちサブスレッショルド係数 (S ファクタ) が従来型 MOSFET の理論的限界値 60mV/decade よりも低くなるのが、シミュレーションにより明らかにされている[1]。また、同じ傾向はアームチェア型グラフェンナノリボン(AGNR)においてもシミュレーションによって示されており[2]、多くの関連物質における S ファクタをはじめとした静特性の歪み依存性が調べられている。しかし、動特性、およびその歪み依存性に関する基礎理解は、ほとんど進んでいないが現状である。

本研究では、MOSFET の動特性の解析を、開放系シュレーディンガー方程式[3]を用いることにより行った。図1は、無歪み AGNR をチャネル材料に用いた MOSFET を ON 状態から OFF 状態へ切り替えたときの非定常状態シミュレーションの結果である。縦軸は電流へのフェルミエネルギーにおける電子流からの寄与である。また、歪み印加された AGNR においても同様のシミュレーションを行った。これらのシミュレーションから得られた電子流の振動現象の周期を解析することにより、AGNR に印加された内面歪みが動特性に及ぼす影響の物理的要因を考察し、その結果を報告する。

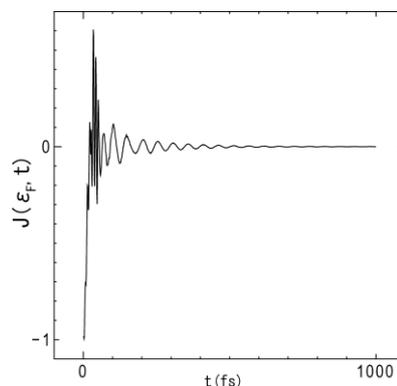


図1 無歪み AGNR の非定常シミュレーション結果。縦軸は電流へのフェルミエネルギー (0.6eV) の電子流の寄与 (定常状態での透過率)。横軸は時間。

- [1] S. Souma, M. Ueyama, and M. Ogawa, Appl. Phys. Lett. **104**, 213505 (2014).
- [2] J. Kang, Y. He, J. Zhang, X. Yu, X. Guan, and Z. Yu, Appl. Phys. Lett. **96**, 252105 (2010).
- [3] B. Gaury, J. Weston, M. Santin, M. Houzet, G. Groth, and X. Waintal, Phys. Rep. **534**, 1 (2014).