

半導体ナノワイヤ FET におけるポテンシャルゆらぎに起因する 電流ノイズの数値シミュレーション

Numerical simulation of current noise caused by potential fluctuation in semiconductor nanowire FETs

神戸大院工 ○ 古林 優希, 小川真人, 相馬聡文

Kobe Univ. ○ Yuki Furubayashi, Matsuto Ogawa, Satofumi Souma

E-mail: 125t256t@stu.kobe-u.ac.jp

近年の半導体技術の急速な発展はシリコン MOSFET のナノスケールへの微細化により実現されてきた。しかし、微細化の進展に伴いリーク電流やしきい値のばらつきなどの問題が顕在化してきている。今後の 22nm 以降の微細化で、離散不純物のばらつきの影響などを超えて深刻な問題になるとされるのが RTN(Random telegraph noise) である。RTN は、MOSFET のチャンネル内を移動するキャリアがゲート酸化膜に存在する格子欠陥により捕獲・放出されることで発生する。その結果、電流値が時間的に揺らぐためデバイスの特性に悪影響を与える。一方で、電流の揺らぎから決定される電流雑音は、系に関するミクロスコピックな情報を与えるという点から多くの分野で注目されている。

本研究では、ゼロ周波数極限での電流雑音を数値解析する事で、RTN に代表されるクーロン相互作用に基づく電流雑音の評価を目的とする。まず、Büttiker が散乱理論を用いて電流雑音を定式化した方法 [1] をベースに、空間電荷の時間的揺らぎがクーロン相互作用を介してポテンシャル揺らぎを引き起こす因子を追加する事でクーロンノイズの理論的定式化を行った。さらにその結果を用いて、Fig. 1 に示すような半導体ナノワイヤのゲート酸化膜に欠陥がある系における電流雑音特性を評価した。Fig. 2 は GaAs ナノワイヤにおける電流雑音特性である。クーロンノイズは系で決まる特徴的なゲート電圧値において、熱雑音やショットノイズを大きく上回る振る舞いを示す事が分かった。講演では、チャンネル材料の変化がもたらす電流雑音の大きさやピーク位置の変化に関する結果を系統的に紹介する。

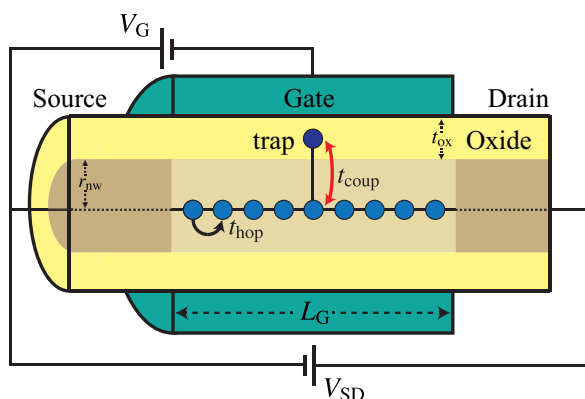


Fig. 1 半導体ナノワイヤ構造に欠陥のある離散モデル

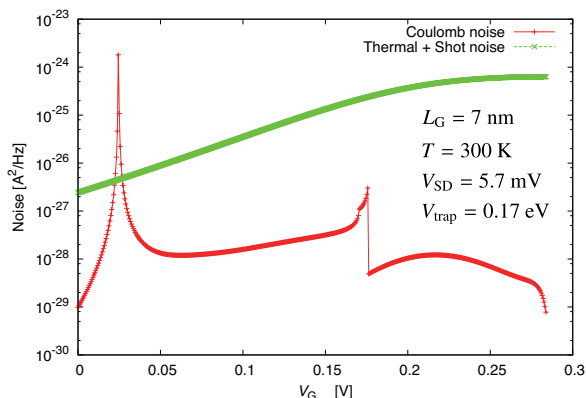


Fig. 2 電流雑音のゲート電圧特性 (GaAs)

参考文献 [1] M.Büttiker, Phys.Rev.B 46, 19 (1992)