

グラフェン/シリセン/ゲルマネンナノリボン FET の性能比較

Performance Comparison of Graphene, Silicene, and Germanene Nanoribbon FETs

阪大工¹, 神戸大工², JST CREST³ ○クレンデネン 啓示¹, 森 伸也^{1,3}, 土屋 英昭^{2,3}

Osaka Univ.¹, Kobe Univ.², JST CREST³ ○C. Clendennen¹, N. Mori^{1,3}, and H. Tsuchiya^{2,3}

E-mail: kurendenen@e3.eei.eng.osaka-u.ac.jp

本研究では、非平衡グリーン関数法を用いて、グラフェン、シリセン、ゲルマネンナノリボンをチャンネルに用いたトランジスタの性能比較を行なった。

素子構造を図 1 に示す。バックゲート電極の上に、二酸化ケイ素から成る絶縁層を介してパラレルナノリボンチャンネルが存在する。その上に、二酸化ケイ素から成るゲート絶縁膜を介して、ソース電極、ドレイン電極、トップゲート電極が存在する。バックゲートに正の電圧を印加することによりナノリボン上の電子密度を制御し、トップゲートに負の電圧を印加することによりチャンネルポテンシャルを制御し、ドレイン電流のオン・オフの切り替えを行う。

チャンネル領域のバンド構造を最近接強結合近似法で表現し、非平衡グリーン関数法を用いて弾道条件における電流電圧特性を計算した。ソース・ドレイン方向のポテンシャル分布は、文献 [1] の方法を用いて求めた。本研究では、アームチェアエッジナノリボンを考え、① ナノリボンの幅方向の原子数 N を 6 に揃えた条件と、② 禁止帯幅を約 0.5 eV に揃えた条件のもとでオン電流の比較を行なった。

ゲート長 300 nm の素子における出力特性を図 2 に示す。 N を揃えた場合 (Group 1)、ゲルマネン (Ge) 素子のオン電流が最大となることが分かった。極めて細いナノリボンの場合、弾道条件において、オン電流が 1 次元電子密度に比例する。このため、格子定数が最も大きいゲルマネン素子のオン電流が最大となる。一方、禁止帯幅を揃えた場合 (Group 2)、グラフェン (C) 素子のオン電流が最大となることが分かった。禁止帯幅を揃えた場合、ナノリボン幅がバルクのフェルミ速度に比例する。このため、フェルミ速度が最大のグラフェン素子のオン電流が最大となる。

[1] V. Ryzhii, M. Ryzhii, A. Satou, and T. Otsuji, J. Appl. Phys., **103**, 094510 (2008)

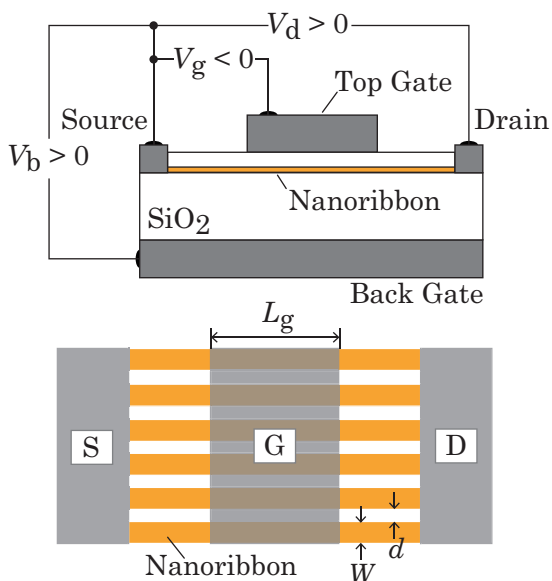


Fig. 1: Schematic side- and top-views of the nanoribbon-FET structure.

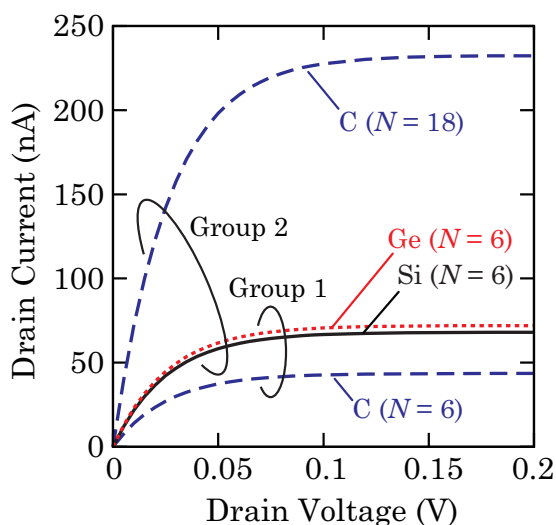


Fig. 2: Output characteristics at $V_g = -0.6$ V, $V_b = 2.0$ V, and $T = 300$ K.