

横型グラフェントネルダイオードにおけるゲート電界効果の解析

Electrical characterization of gate tunable lateral graphene tunnel diodes

東北工大¹, 東北大学研² ○志賀佳菜子¹, 菅原健太², 佐藤昭², 吹留博一², 尾辻泰一², 内野俊¹

Tohoku Inst. Tech.¹, Tohoku Univ. RIEC²,

○K. Shiga, K. Sugawara, A. Satou, H. Fukidome, T. Otsuji, T. Uchino

【はじめに】我々は先に、単層グラフェン間にトンネル絶縁膜を形成した横型グラフェントネルダイオードにバックゲート電極を付加した新構造デバイスを作製し、ゲート電圧によってダイオード特性を n 型から p 型に電氣的に制御できることを報告した。今回は、電気特性の評価結果をもとに横型グラフェントネルダイオードにおけるゲート電界効果について解析したので、その結果について報告する。

【試料作製】横型トンネルダイオードは、CVD 単層グラフェンを SiO_2/Si 上に転写した基板上に作製した。本研究では、バックゲート絶縁膜 (SiO_2) の膜厚が異なる 2 種類の試料 (#1: 83 nm, #2: 285 nm) について検討した。トンネル領域は、グラフェンに電子線描画と RIE を用いて幅 40-220 nm の溝を形成することにより作製した。トンネル絶縁膜は、試料#1 ではプラズマ $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$ (16/12 nm), 試料#2 では ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ (20/6 nm) を用いた。

【実験結果と考察】図 1 にトンネル抵抗のトンネル長依存性を示す。いずれの試料も、トンネル抵抗がトンネル長に対して指数関数的に変化した。このことから、作製した横型グラフェントネルダイオードの電気特性にトンネル電流が寄与していることがわかった。また、試料#1 は試料#2 と比べ、低抵抗を示した。この原因として、トンネル絶縁膜としてプラズマ Si_3N_4 を用いたことにより、 Al_2O_3 層にダメージが導入されたことが考えられる。図 2 に試料#1 の Fowler-Nordheim (FN) プロットを示す。各曲線における直線部の傾きから、ゲート電圧によってトンネル障壁高さが変化することがわかった。 $V_g = 0$ V におけるトンネル障壁高さは正電圧側で 1.07 eV, 負電圧側で 1.17 eV と見積もることができた。この結果から、トンネル電流は主に $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 界面または Al_2O_3 層中の不純物準位を介して流れていると考えられる。

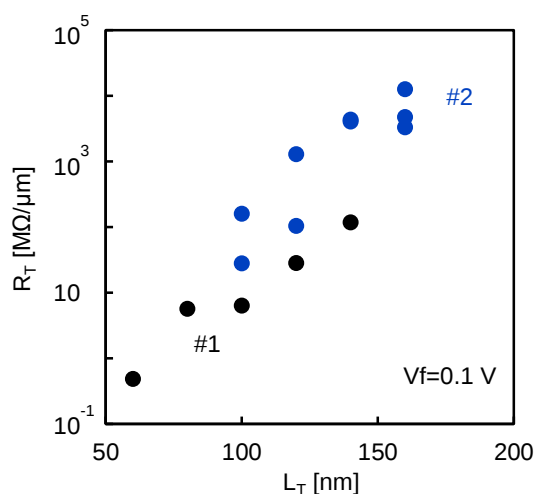


Fig. 1 Tunnel region resistance (R_T) as a function of the length of tunnel region (L_T).

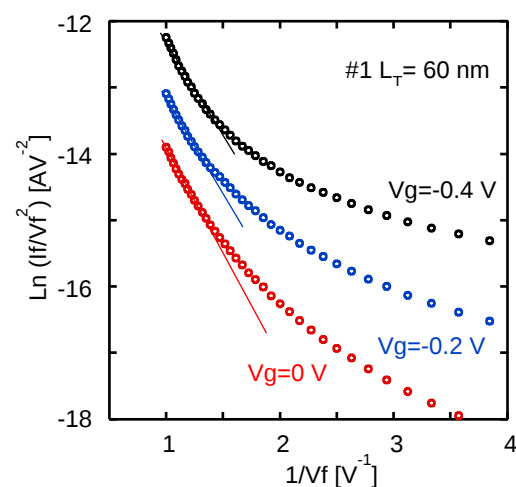


Fig. 2 Fowler-Nordheim plots for the device #1 with $L_T = 60$ nm.