

縦型 tunnel FET における TAT 電流の効果に関する考察

Consideration on Impacts of Traps on Trap-Assisted-Tunnel Current in Vertical TFET

関西大シス理工, °森 義暁, 佐藤伸吾, 大村泰久

カルカッタ大, Abhijit Mallik

Kansai Univ., °Y. Mori, S. Sato, Y. Omura

University of Calcutta, Abhijit Mallik

E-mail: {k604469, satos, omuray@kansai-u.ac.jp, Abhijit_mallik1965@yahoo.co.in

[はじめに] 待機時消費電力削減とスイッチ効率向上のため、急峻な立ち上がり動作を可能とする TFET が注目されている。本報告では、デバイスシミュレータを用いて縦型 TFET における TAT 電流と動作特性の関係を実験結果と比較して考察する。

[デバイス構造] 実際に製作されたデバイスに合わせて[1]、図 1 に示す SOI 基板上の TFET を想定した。ゲート電極にはドーパ量 $4 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ の n 型 Poly-Si を仮定している。ソース及びドレイン-ゲートオーバーラップ領域ではチャンネルに向かって不純物濃度が減少していくように設定している。

[実験方法・考察] Sentaurus (Synopsys) [2]において、Hurkx TAT モデル[2]を用い、表 1 に示すデバイスパラメータでシミュレーションした。トラップモデルはソース領域でのみ有効となるように設定している。

トラップエネルギー準位の深さが異なる 2 つの場合について計算結果を図 2 に示す。ここでは電流電圧特性に明確な相違が現れた温度 400[K], トラップ密度 $10^{20} [\text{cm}^{-3}]$ の結果を示す。

図 2 から、トラップ準位の深さが浅くなると、オフ電流への影響は大きい、閾値以降のオン電流への影響はあまり大きくない。浅いトラップ (つまり伝導帯に近いトラップ) を介したトンネルではトラップ-チャンネル間実効距離は短い、トラップ-ソース間距離が長くなる。他方で深いトラップでは、トラップ-チャンネル間距離は長くなるが、トラップ-ソース間距離は相対的に減少する。トンネル電流はトンネル距離に指数的に依存するので、トラップ-チャンネル間距離またはトラップ-ソース間距離のどちらか一方が十分大きい場合は、トンネル電流が非常に減少する。故にトラップ準位が深い場合に、浅い場合よりオフ電流が増加したと言える。

実験結果の詳細は講演時に紹介するが、電流電圧特性の温度依存性からは、浅い準位と深い準位の影響がそれぞれ示唆されており、既報の議論[1,3]はほぼ妥当であると結論付けられる。

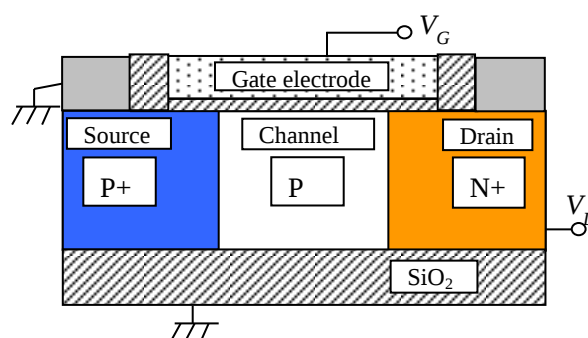


図 1. TFET のデバイス構造 [1]

表 1. デバイスパラメータ

パラメータ	数値 [単位]
Gate length (L_G)	200 [nm]
EOT (T_{ox})	7 [nm]
Silicon layer thickness (T_{si})	10 [nm]
Body doping (N_B)	$10^{16} [\text{cm}^{-3}]$
Source doping (N_S)	$4 \times 10^{20} [\text{cm}^{-3}]$
Drain doping (N_D)	$4 \times 10^{20} [\text{cm}^{-3}]$
Gate-Source overlap length	40 [nm]
Gate-Drain overlap length	40 [nm]
Trap concentration	$10^{16} - 10^{20} [\text{cm}^{-3}]$

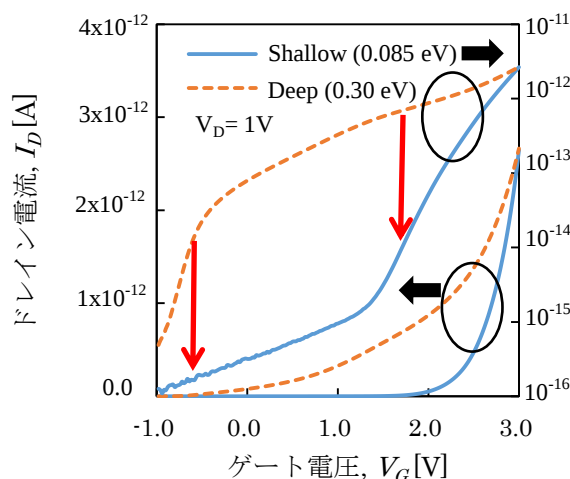


図 2. 電流電圧特性のトラップ準位深さ依存性

参考文献

- [1] Y. Omura, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 46, pp. 2968-2972, 2007.
- [2] Sentaurus Operations Manual (Synopsys Inc.)
- [3] T. Hoehr et al., J. Appl. Phys., vol. 95, pp. 4875-4882, 2004.