

# GaAsSb/InGaAs ダブルゲート Tunnel FET における量子効果の検討 - 正孔バンドの取り扱い -

## Influence of Quantum Effect on GaAsSb/ InGaAs Double Gate Tunnel FET

### - How to handle hole bands-

東工大<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, ○(M2) 國貞 彰吾<sup>1</sup>, 福田 浩一<sup>1,2</sup>, 宮本 恭幸<sup>1</sup>

Tokyo Tech.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, °Shogo Kunisada<sup>1</sup>, Koichi Fukuda<sup>1,2</sup>, Yasuyuki Miyamoto<sup>1</sup>

E-mail: kunisada.s.aa@m.titech.ac.jp

近年, トランジスタの低消費電力化への要求を満たすため, 従来の MOSFET とは異なる動作原理の Tunnel FET(TFET)が注目されている. TFET は Subthreshold Slope を室温で 60 mV/dec.より小さくできるため, 低消費電力化に向いているとされている. しかし, TFET はトンネル抵抗が大きく, オン電流( $I_{ON}$ )が低いという課題がある. そこで我々は  $I_{ON}$  を高くするため, ヘテロ接合を用いてトンネル距離を縮小した構造を提案している. シミュレーションでは, ダブルゲート構造でボディ幅( $T_{body}$ )を狭くするとゲート電圧の効きがよくなり,  $I_{ON}$  が高くなることわかっている[1]. 一方で  $T_{body}$  を縮小していくと, 量子効果の影響が無視できなくなると予想される. また, 量子効果を考える上で重い正孔と軽い正孔に関して考慮する必要がある. 本研究では, これらの効果を考慮した TFET のシミュレーション方法と得られた量子効果の影響について述べる.

検討した TFET の構造を Fig. 1 に示す. 本研究では, まずこの構造で Schrödinger-Poisson の解析を行い, 伝導帯, 価電子帯の第一サブバンドエネルギーを求めた. このサブバンドエネルギーを実効的なバンドギャップの広がりとし, バンドパラメータに反映させて, デバイスシミュレーションを行った(Fig. 2a). また, 今回正孔バンドに関しては, [2]と同様に, 成長面とそれに垂直な方向で有効質量に異方性があるとして扱った(Fig. 2b). シミュレーションには SILVACO 社の Atlas を用い, トンネル電流には非局所バンド間トンネルモデルを用いた. 量子効果ありと量子効果なしの  $I_D$ - $V_{GS}$  特性の計算を行った結果を Fig. 3 に示す. 量子効果を考慮することにより, 全般に電流値が低くなる. 異方性を考慮すると,  $I_{OFF}$  側の差はあるが,  $I_{ON}$  側の差は小さい. これは  $I_{ON}$  側では, ヘテロ構造によってトンネル距離が短くなり, 有効質量の影響が相対的に小さくなったためである.

[1] K. Ohashi, et al. Jpn. J. Appl. Phys. 54, 04DF10 (2015)

[2] E P O'Reilly, Semicond. Sci. Technol. 4, 121 (1989)

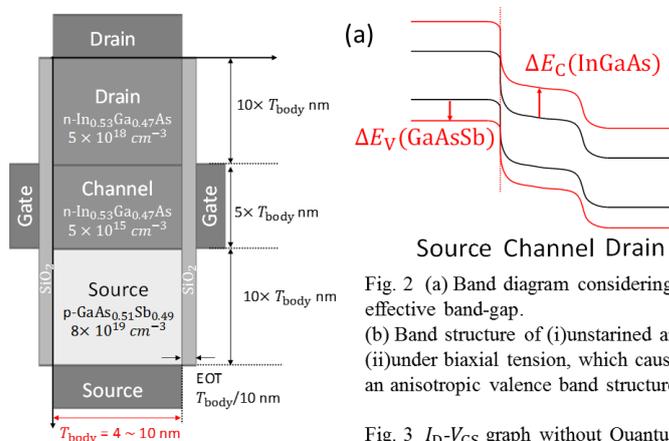


Fig. 1 2-D simulation model of TFET. Body width ( $T_{body}$ ) = 4~10nm.  $V_{DS} = 0.5V$ ,  $V_{GS} = -0.5 \sim 1.0V$ .

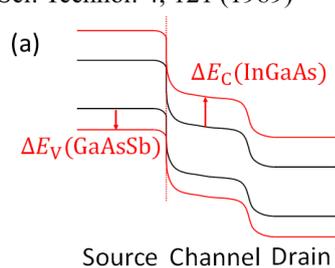


Fig. 2 (a) Band diagram considering effective band-gap.

(b) Band structure of (i) unstrained and (ii) under biaxial tension, which causes an anisotropic valence band structure.

Fig. 3  $I_D$ - $V_{GS}$  graph without Quantum Effect (QE), with QE (isotropic hole mass), with QE (anisotropic hole mass) ( $T_{body} = 4, 10nm$ ).

