

Al₂O₃/ZrO₂ ゲート絶縁膜を使用したことによる GaAsSb/InGaAs ダブルゲートトンネル FET の性能改善 Improvement in GaAsSb/InGaAs double-gate tunnel FET using Al₂O₃/ZrO₂ for gate insulator

○青沼 遼介¹, 木瀬 信和¹, 宮本 恭幸¹(1. 東工大)

○R. Aonuma¹, N. Kise¹, and Y. Miyamoto¹ (1. Tokyo Tech.)

E-mail: aonuma.r.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

トンネル FET では、バンド間トンネリングを用いたスイッチング原理により、従来の MOSFET の理論限界である 60 mV/dec を超えた SS が達成可能であり、次世代の低消費電力デバイスとして実用化が期待されている^[1]。我々の研究室では、GaAsSb/InGaAs を用いたダブルゲート構造のトンネル FET のシミュレーションにおいて高い性能を報告しており^[2]、また、実験のアプローチについても報告している^[3]。

本研究では GaAsSb/InGaAs ダブルゲートトンネル FET において、Al₂O₃/ZrO₂ 絶縁膜を採用することによる SS の改善、および、SS の最小値として 56 mV/dec を得たことを報告する。

2. デバイスの作製

Fig.1 に試作したトンネル FET の構造図、Fig.2 に作成した素子の TEM 観察像を示す。p-GaAsSb ソース、i-InGaAs チャンネル、n-InGaAs ドレインの層厚は、それぞれ 40 nm, 50 nm, 40 nm である。ゲート絶縁膜は Al₂O₃ 1 nm/HfO₂ 3.5 nm (EOT=1.1 nm) と Al₂O₃ 1 nm/ZrO₂ 3.5 nm (EOT=0.9 nm) で作製を行った。ゲート電極の Ni は斜め方向から 2 回、熱蒸着でチャンネルの両側面に堆積させた。

3. 結果

Al₂O₃/ZrO₂ を使用したトンネル FET の電気特性を Fig.3 に示す。SS の最小値は 56 mV/dec ($V_{DS}=0.2$ V), $V_{DS}=0.5$ V におけるオンオフ比は 6×10^5 であった。

Al₂O₃/HfO₂ と Al₂O₃/ZrO₂ の比較を Fig.4 に示す。Al₂O₃/ZrO₂ の方が I_{DS} の立ち上がりが急峻になり、SS が向上しており、 $V_{DS}=0.2$ V における SS_{ave} (3 桁の平均 SS) では 86 mV/dec から 74 mV/dec に改善した。

バンドテイルの評価のために 50 K において測定した NDR 特性を Fig.5 に示す。NDR 特性でも絶縁膜の変更により急峻になったことが確認できた。

4. まとめ

Al₂O₃/ZrO₂ 絶縁膜を採用した GaAsSb/InGaAs ダブルゲートトンネル FET の作製を行った。Al₂O₃/ZrO₂ 絶縁膜を使用することで、SS の最小値として 56 mV/dec を達成した。

5. 謝辞

TEM 試料の加工および観察(Fig.2)は、東京工業大学技術部大岡山分析部門に依頼した。

6. 参考文献

- [1] A. M. Ionescu, et al., Nature 479, 329(2011).
- [2] S. Iwata, et al., IEEJ Trans. EIS 136, no. 4, p. 467(2016).
- [3] M. Fujimatsu, et al., IPRM 2012, Mo-1D.2. and N. Kise, et al., CSW 2017, C804.

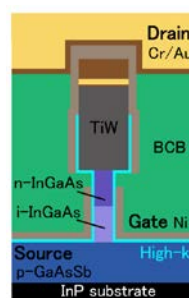


Fig.1 Schematic of double-gate tunnel FET.

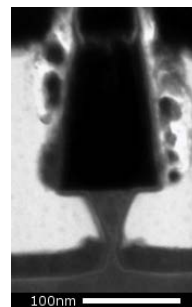


Fig.2 TEM image of fabricated tunnel FET.

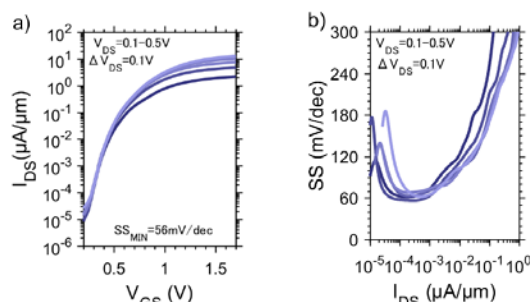


Fig.3 Electrical characteristics of tunnel FET with Al₂O₃/ZrO₂. a) I_{DS} - V_{GS} and b) SS - I_{DS} .

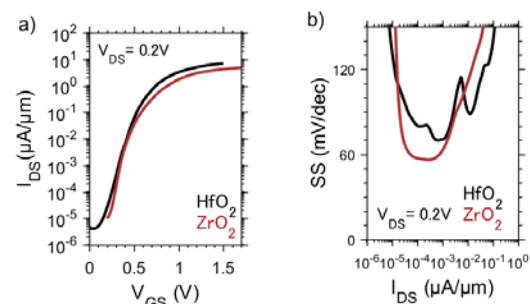


Fig.4 Electrical characteristics of tunnel FETs with Al₂O₃/HfO₂ and Al₂O₃/ZrO₂. a) I_{DS} - V_{GS} and b) SS - I_{DS} .

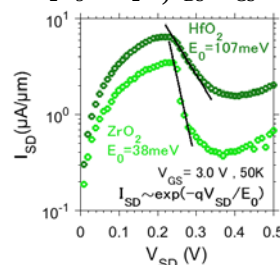


Fig.5 I - V characteristics with differentiated negative resistance.