

Bulk MOSFET と SOTB MOSFET におけるランダムテレグラフノイズ(RTN)の統計分布比較

Comparison of Statistical Distribution of Random Telegraph Noise (RTN) in Bulk and SOTB MOSFETs

東大生研¹, LEAP², 古峰祐樹¹, 水谷朋子¹, 山本芳樹², 横山秀樹², 山下朋弘², 尾田秀一², 蒲原史朗², 杉井信之², 更屋拓哉¹, 小林正治¹, 平本俊郎¹

IIS, The University of Tokyo¹, LEAP², Yuki Komine, Tomoko Mizutani, Yoshiki Yamamoto², Hideki

Makiyama², Tomohiro Yamashita², Hidekazu Oda², Shiro Kamohara², Nobuyuki Sugii², Takuya Saraya,

Masaharu Kobayashi, and Toshiro Hiramoto, E-mail: y.komine@nano.iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】MOSFET のさらなる微細化や低電圧化を実現する上で、ランダムばらつきは深刻な課題である。RTN は時間依存性を有するドレイン電流ばらつきであり、その振幅は正規分布からはずれる[1,2]。また、従来の Bulk FET では離散不純物揺らぎ(RDF)に起因するパーコレーション効果のため、RTN の振幅の統計分布がサブスレッショルド領域で大きな裾野をひく（非常に大きなデバイスが存在する）のに対し、イントリンジックチャネルを有する SOI FET では裾野が小さいことがわかっている[2,3]。一方、強反転領域では、スクリーニング効果のため、Bulk FET でも裾野が小さいことがわかっている[3]。本研究では、薄い BOX を有する SOTB FET [4]と Bulk FET において、RTN の統計分布を系統的に調べた。【測定】65nm 技術で作製した 1k Bulk nFET と 1k SOTB SOI nFET における RTN を DMA-TEG を用いて測定した。いずれもゲート長 L は 60nm, ゲート幅 W は 120nm である。ゲートスタックは Bulk と SOTB で共通のプロセスを用いている。サブスレッショルド領域では、 I_d を $I_d \times \frac{L}{W} = 100\text{nA}$ に設定した。強反転領域では、Bulk では $V_d = V_g = 1.2\text{V}$ とし、SOTB ではオーバードライブ電圧 $V_{\text{overdrive}}$ の平均が Bulk と一致するように調整した。RTN の電流振幅を、実測の S 値または g_m を用いて ΔV_{th} に変換した。【結果】Fig.1 に、サブス

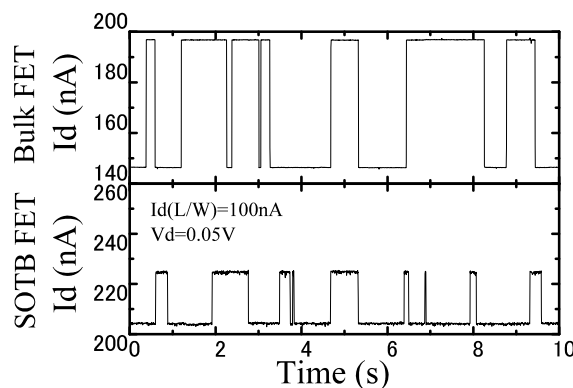


Fig. 1 The maximum RTN observed in 1k Bulk FETs and 1k SOTB FETs.

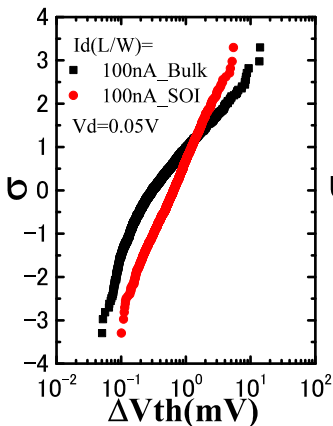


Fig. 2 Cumulative distribution of ΔV_{th} in subthreshold region ($V_{ds}=0.05\text{V}$).

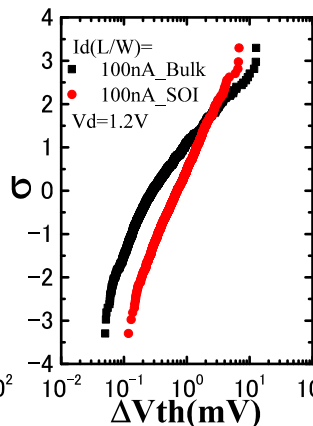


Fig. 3 Cumulative distribution of ΔV_{th} in subthreshold region ($V_{ds}=1.2\text{V}$).

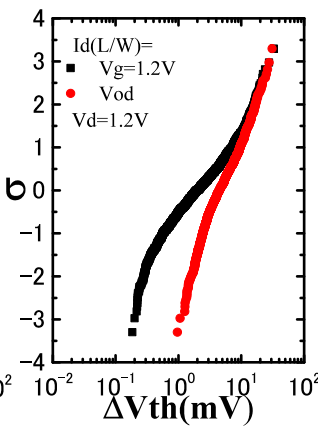


Fig. 4 Cumulative distribution of ΔV_{th} in strong inversion region ($V_{ds}=1.2\text{V}$).

レスショルド領域($V_d=0.05\text{V}$)で観測された Bulk と SOTB の最大の RTN を示す。SOTB の RTN 振幅は Bulk の約半分程度である。Figs.2-3 はサブスレッショルド領域, Fig.4 は強反転領域における ΔV_{th} の累積度数分布である。サブスレッショルド領域では、メディアン付近では SOTB の方が ΔV_{th} が大きい。これは SOTB では RDF の影響が小さくポテンシャルがほぼ一様であるため、トラップ電荷がチャネル中のどこに発生しても電流がある程度変調されるためだと考えられる。Figs.2-3 では、SOTB と Bulk の ΔV_{th} は途中で交差し、Bulk の方が ΔV_{th} の裾野を引いている。これはパーコレーション効果である。一方、強反転領域では、裾野部分が Bulk と SOTB でほぼ一致していることがわかる。これは、

強反転ではスクリーニング効果が Bulk も SOTB も同様に起こり、RTN の影響がほぼ同じになったためと考えられる。【謝辞】本研究の一部は METI および NEDO から LEAP に委託された研究の一環として実施された。【文献】[1] H. Miki et al., IEDM, p. 450, 2012. [2] T. Hiramoto et al., CICC, 5-2, 2011. [3] H. Ohno et al., Si Nano Workshop, p.33, 2014. [4] Y. Yamamoto et al., VLSI, p. 212, 2013.