

微細バルクトランジスタの線形領域と飽和領域におけるランダムテレグラフノイズ(RTN) の統計分布解析

Statistical Analysis of Random Telegraph Noise (RTN) in Linear Region and Saturation Region in Scaled Bulk Transistors

東大生研, ○川上誠純, 水谷朋子, 更屋拓哉, 小林正治, 平本俊郎

IIS, The University of Tokyo ○Misumi Kawakami, Tomoko Mizutani, Takuya Saraya, Masaharu Kobayashi, and Toshiro Hiramoto, E-mail: misumi@nano.iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】 ランダムばらつきと並んでランダムテレグラフノイズ(RTN)は MOSFET のさらなる微細化と低電圧化を阻害する要因である[1-2]。我々は、バルクトランジスタのサブスレッショルド領域と強反転領域における RTN の統計分布を比較し、サブスレッショルド領域では離散不純物ゆらぎ(RTN)によるパーコレーション効果のため、RTN 振幅の統計分布が大きな裾野をひくのに対し、強反転領域ではスクリーニング効果により裾野が小さいことを示した[3]。今回、バルクトランジスタの線形領域と飽和領域を比較するとともに、nFET と pFET の RTN の統計分布の比較も行ったので報告する。【測定】 65nm 技術で作製した 5k Bulk nFET および 5k Bulk pFET における RTN を DMA-TEG を用いて測定した。ゲート長 L は 60nm, ゲート幅 W は 120nm である。線形領域は $V_{ds}=0.05V$, 飽和領域は $V_{ds}=1.2V$ とし、ドレイン電流 I_d はサブスレッショルド領域の $I_d \times \frac{L}{W} = 100nA$ に設定した。RTN の電流振幅を、実測の S 値を用いて ΔV_{th} に変換した。【結果】 Fig.1 に nFET, pFET それぞれにおける線形領域と飽和領域の RTN の統計分布を示す。nFET, pFET とともに、線形領域と飽和領域では統計分布にほとんど差がないことがわかる。Fig.2 に、線形領域の ΔV_{th} と飽和領域の ΔV_{th} との相関を示す。興味深いことに、両者に相関はあるものの、必ずしも相関は高くない。すなわち、 ΔV_{th} の相関は小さいものの、統計分布的には ΔV_{th} は線形領域と飽和領域では一致していることになる。これは、線形領域と飽和領域で単一の電荷トラップの影響がほぼ等しいことを示している。一方、Fig.3 は、nFET と pFET における ΔV_{th} 統計分布比較である。pFET の方が RTN の ΔV_{th} が大きいことがわかる。これは、電子トラップと正孔トラップの違いに起因すると考えられる。【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.

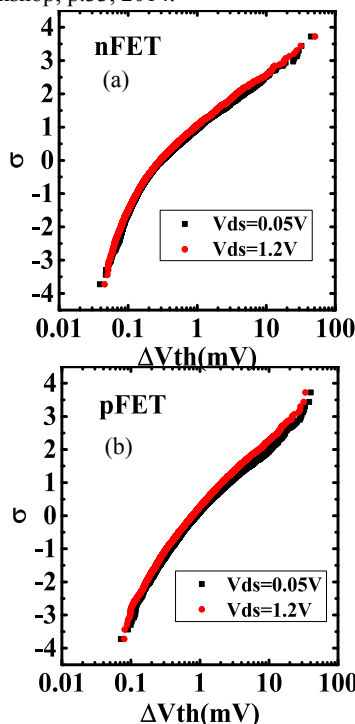


Fig. 1 Cumulative distribution of ΔV_{th} in linear region and saturation region. (a) 5k nFETs. (b) 5k pFETs.

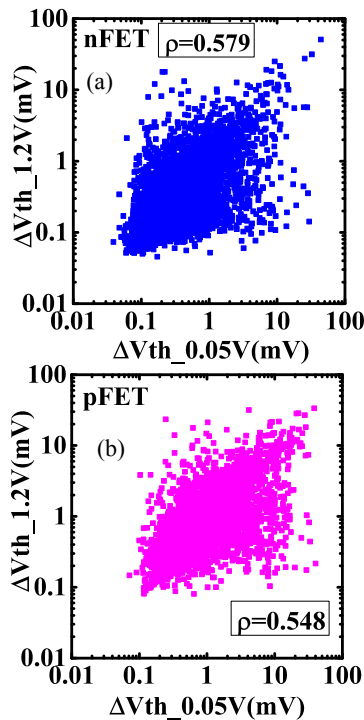


Fig. 2 Correlation of V_{th} at 1.2V and V_{th} at 0.05V. (a) 5k nFETs. (b) 5k pFETs.

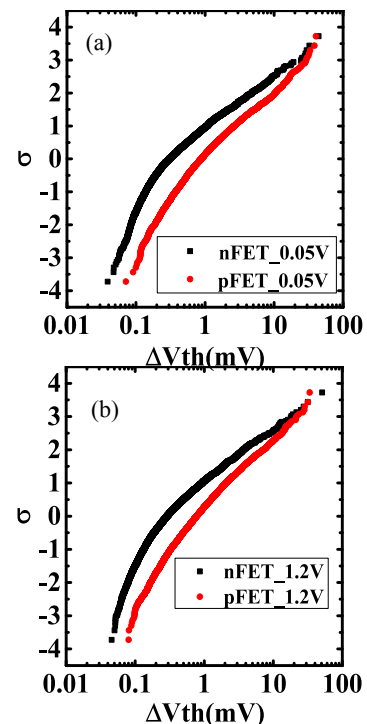


Fig. 3 Comparison of cumulative distribution of ΔV_{th} in nFETs and pFETs. (a) Linear region. (b) Saturation region.