

トライゲートナノワイヤ MOSFET における RTN と

ホットキャリア、NBTI 劣化後の RTN

Random Telegraph Noise in Tri-Gate Silicon Nanowire MOSFETs and Enhanced RTN by Hot Carrier Injection and Negative Bias Temperature Instability

東芝, °太田 健介, 齋藤 真澄, 田中 千加, 松下 大介, 沼田 敏典

Corporate R&D Center, Toshiba Corporation,

°Kensuke Ota, Masumi Saitoh, Chika Tanaka, Daisuke Matsushita, and Toshinori Numata

E-mail: kensuke.ota@toshiba.co.jp

ゲート酸化膜中へのキャリアトラップによって生ずるランダムテレグラフノイズ(RTN)は微細 MOSFET の信頼性上重要な問題となってきた。極限スケールが可能のため、超低消費電力 LSI として期待されているナノワイヤトランジスタであるが[1]、RTN についてはあまり調べられていない[2]。特に RTN のサイズ依存性などは数多くのサンプルを測定してその統計量を議論しなければならず、これまでに報告されている個々のトラップ、デトラップでは平面トランジスタとの比較をするのには不十分である。また、信頼性の観点からホットキャリアや負バイアス温度不安定性(NBTI)によるストレス劣化後の RTN についても調べる必要がある。

本研究では 300mm ウェハで試作したトライゲートナノワイヤトランジスタについて 28 デバイス以上の RTN を測定しそのサイズ依存性を測定した。図 1 に RTN の大きさについてナノワイヤ幅依存性を示す。ナノワイヤ幅が小さくなるとともに、RTN が大きくなるのがわかる。そして、その幅依存性はナノワイヤの周辺長($W_{\text{eff}}=W+2H$)に対し $1/W_{\text{eff}}^{0.5}$ の依存性を示し、微細径ナノワイヤにおいても従来のキャリア揺らぎに起因するノイズ増大で説明できることが確認された。ナノワイヤ高さ依存性、ゲート長依存性についても測定しそのサイズ依存性もやはりキャリア揺らぎで説明されることが確認された。一方、ホットキャリア劣化、NBTI 劣化後の RTN についても測定した。図 2 にホットキャリア劣化後の RTN についてナノワイヤ幅依存性を示す。ホットキャリア劣化後は RTN が増大し幅が小さくなるとともに RTN の増大も深刻になることがわかる。NBTI 劣化後の RTN について同様にナノワイヤ幅が小さくなるとともに RTN の増大が促進されることが確認された。当日はその劣化要因と RTN の増大の関連性についても議論する。

本研究の一部は、NEDO から受託したプロジェクト「ナノエレクトロニクス半導体・新材料新構造ナノ電子デバイス技術開発」に関するものである。

[1] K. H. Yeo et al., IEDM2006, p.539.

[2] C. Liu et al., IEDM2011, p.521.

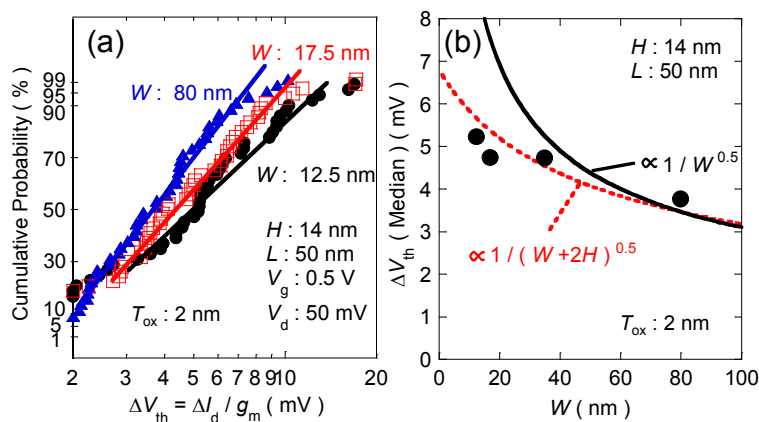


図 1 (a)各ナノワイヤ幅における RTN の度数分布(b)RTN のメジアン値のナノワイヤ幅依存性

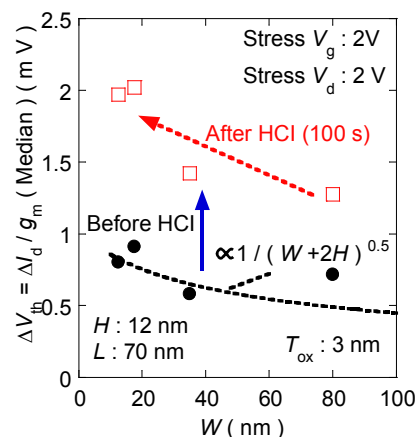


図 2 ホットキャリア劣化前後における RTN のナノワイヤ幅依存性