

C-11-4

しきい値電圧ばらつきに対するハロー構造の影響

Effect of the Halo-Structure on MOSFET Threshold-Voltage Variation

寺田和夫¹ 高橋和也¹ 辻勝弘¹ 角村貴昭² 西田彰男²
Kazuo Terada¹ Kazuya Takahashi¹ Katsuhiko Tsuji¹ Takaaki Tsunomura² Akio Nishida²広島市大学院情報科学研究科¹ ㈱半導体先端技術テクノロジーズ²
Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University¹ MIRAI-Selete²

1. まえがき

微細化とともに影響が大きくなっている MOSFET の特性ばらつきを低減するために、その原因を解明することは重要である。竹内プロットは、不純物ゆらぎ起因のしきい値電圧ばらつきの大きさを、ゲート絶縁膜厚や設定しきい値電圧の異なる MOSFET 間で比較する有効な方法である [1]。我々はこの方法を用いて、65nm 技術で試作した MOSFET のしきい値電圧ばらつきを調べ、不純物ゆらぎ以外のばらつき原因の影響が小さいことを報告した [2]。その時、長チャネル MOSFET では、不純物ゆらぎ起因のもの以外に付加的なばらつきがあることがわかった。ここではその原因を調べ、それが MOSFET のハロー構造にあると考えられることを報告する。

2. 竹内プロット

図 1 に長チャネルのものも含めた nMOSFET の竹内プロットを示す。3 種類のゲート絶縁膜厚と設定しきい値電圧、計 9 種類のサンプルで、チャネル幅 $W=2\mu\text{m}$ 、チャネル長 $L=0.06\sim 2\mu\text{m}$ のものがプロットしてある。長チャネル MOSFET のデータは直線よりも上に出ている。図 2 と図 3 は各データ点と原点を結んだ直線の傾き (竹内係数) B_{VT} をそれぞれゲート絶縁膜厚と設定しきい値電圧を横軸にしてプロットしたものである。 $L>0.2\mu\text{m}$ のものでは明らかに依存性が見られ、不純物ゆらぎ起因以外のばらつき原因があることが予想される。

3. シミュレーション

短チャネル MOSFET ではチャネル領域全体がハロー領域で占められているが、チャネル長が $0.2\mu\text{m}$ 位より大きくなると、本来のチャネル領域が現れ、ソースドレインの間にはハロー領域、本来のチャネル領域、ハロー領域と 3 つの領域が形成される。このことがチャネル領域を不均一にして、不純物ゆらぎ起因のもの以上のしきい値電圧ばらつきを生じていると考えられる。そのことを確かめるため、各領域に対応した 3 つの MOSFET を直列に接続した複合モデルを考え、乱数を用いてしきい値電圧ばらつきを調べた。ハロー部と本来のチャネル部の MOSFET には、異なる平均値を持ち、同じ B_{VT} でばらついたしきい値電圧を与え、測定と同じ線形外挿法で複合 MOSFET のしきい値電圧を抽出した。その結果、それには測定と同様の B_{VT} の増大が見られ、ハロー構造がばらつき増大の原因であることが推測できた。

参考文献： [1] K. Takeuchi, et.al., IEEE IEDM, Tech. Digest, p.467-470, (2007), [2] T. Tsunomura, et.al., 2008 Symp. on VLSI Technology, Dig. Tech Papers, p.156-157, (2008)

4. まとめ

長チャネル MOSFET のしきい値電圧に、不純物ゆらぎ起因のばらつき以外に付加的なばらつきが観測された。その原因を調べるためシミュレーションを行い、それが短チャネル効果を抑制するためのハロー構造にあると考えられることを確かめた。

謝辞：本研究は、NEDO より Selete に委託された MIRAI プロジェクトの一環として実施された。

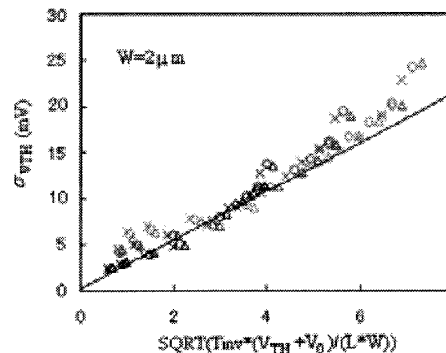
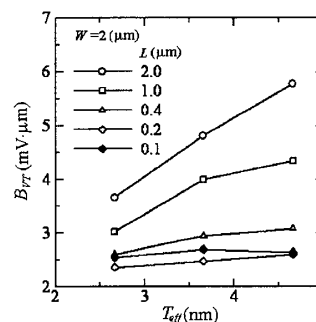
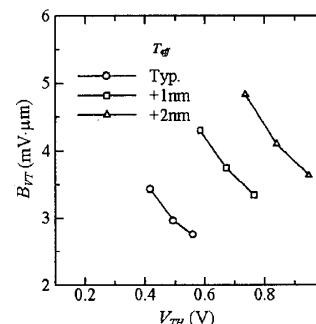


図 1 「竹内プロット」

図 2 「竹内係数 B_{VT} のゲート絶縁膜厚 T_{ox} 依存性」図 3 「竹内係数 B_{VT} の設定しきい値電圧 V_{Th} 依存性」