

SRAM セル安定性指標パラメータの検討：ノイズマージンか Vmin か？

SRAM Cell Stability Parameter: Noise Margin or Vmin?

東大生研¹, STARC² °Anil Kumar¹, 更屋拓哉¹, 宮野信治², 平本俊郎¹IIS, University of Tokyo¹, STARC²°Anil Kumar¹, Takuya Saraya¹, Shinji Miyano² and Toshiro Hiramoto¹

E-mail: anilkr@nano.iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】SRAM セルの安定性は、トランジスタの V_{TH} ばらつきによって劣化する[1-6]. デバイス技術者は、SRAM セルの安定性をノイズマージン(NM)で評価するが、回路レベルでは、高集積化 SRAM を NM ではなく Vmin で評価するのが一般的である. 本研究では、1k SRAM において各セルの NM と Vmin を測定し、直接比較・検討したので報告する.

【実験・結果】Fig. 1 は 6T SRAM セルの模式図である. Fig. 2 に各セルの Retention 時における Vmin (Retention)と RetNM の相関の V_{DD} 依存性を示す. ここで、 $V_{WL}=0V$ である. RetNM と Vmin の相関は、 $V_{DD}=0.6V, 0.8V$ ではほとんど見られないが、 V_{DD} が減少するに従って高くなり、 $0.3V$ で最も高くなる. 特に、Vmin が高い不安定なセルでは、非常に相関が高い. これは、 V_{DD} が Vmin に近づくほど相関が高くなっていることを示している. Fig. 3 に $V_{DD}=0.6V$ で RetNM が等しいセルの中から、安定なセルと不安定なセルを各 4 セルずつ選択し(Fig. 2 に示す), RetNM の V_{DD} による変化を調べた. Vmin が低い安定なセルは明らかに傾きが小さい. 一方、Vmin が高い不安定なセルでは傾きが大きい. これは、NM と Vmin の相関が低いことによる. Fig. 4 と Fig. 5 は、安定なセルと不安定なセルのバタフライカーブである. 対称なバタフライカーブは、 $0.2V$ でも安定である(Fig. 4)が、不安定なセルは、バタフライカーブがつぶれている様子がわかる. 以上より、高い V_{DD} においては、NM はセルの安定性のよい指標ではなく、Vmin が測定できない場合は、低い V_{DD} で NM を測定しなければならないことがわかった.

【謝辞】本研究は METI および NEDO から ELP に委託された研究の一環として実施された.

【文献】[1]A. J. Bhavnagarwala et al., IEEE JSSC, p.658, 2001. [2] K. J. Kuhn et al., et al. VLSI Tech. Symp., p.191, 2010. [5] X. Song et al., IEDM, p.62, 2010. [6] T. Hiramoto et al., IEEE TED, 58, p.2249, 2011.

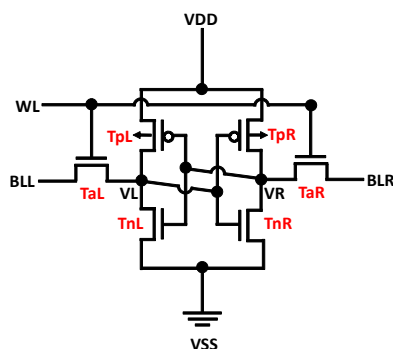
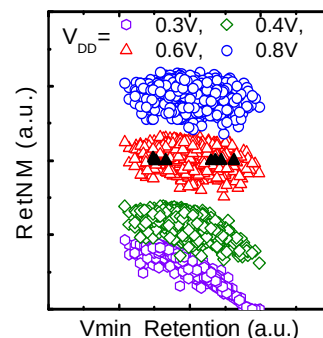
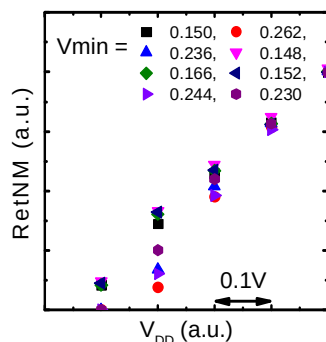
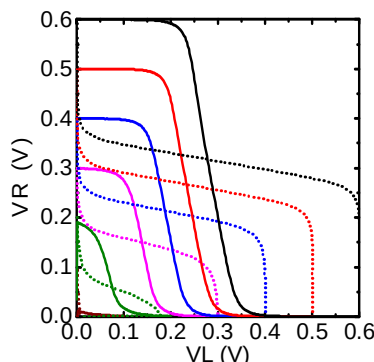
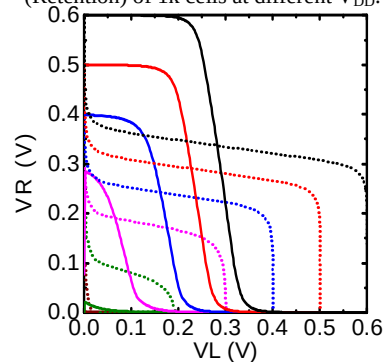


Fig.1. Schematic of an SRAM cell.

Fig.2. Correlation of RetNM and Vmin (Retention) of 1k cells at different V_{DD} .Fig.3. V_{DD} dependence of RetNM of the 8 cells with the same RetNM at $V_{DD}=0.6V$ in Fig.2 and different Vmin.Fig.4. Butterfly curves of one of the stable cells with the same RetNM at $V_{DD}=0.6V$ (Fig. 2).Fig.5. Butterfly curves of one of the unstable cells with the same RetNM at $V_{DD}=0.6V$ (Fig. 2).