

## 審査の結果の要旨

氏名 邱浩

本論文は、「The Effects of Variability on Write Stability in SRAM at Low Supply Voltage」（低電圧 SRAM における特性ばらつきの書き込み安定性への影響）と題し、英文で書かれている。本論文は、低電源電圧下におけるスタティックラム(SRAM)の書き込み安定性を向上させることを目的に、トランジスタの特性ばらつきが低電源電圧下において SRAM 書き込み安定性に与える影響について論じたものであって、全 5 章より構成される。

第 1 章は「Background」（背景）であり、大規模集積回路における SRAM の位置づけと低電源電圧下の重要性について述べるとともに、電源電圧を下げると特性ばらつきにより書き込みが困難となることを指摘しており、本論文の背景と目的を明確にしている。

第 2 章は、「Write Stability Characterization and Time-zero Variability」（書き込み安定性の評価と時間に依存しない特性ばらつき）と題し、トランジスタの特性ばらつきにより低下する SRAM セルの書き込み安定性を評価する指標について論じている。大規模テストエレメントアレーによる実測結果に基づき、4 つの書き込み安定性指標の統計分布を比較した結果、通常用いられるバタフライカーブによる指標より、ビット線あるいはワード線を駆動する指標の方が低電源電圧下で優れていることを明らかにした。さらに、バタフライカーブを用いた指標が低電源電圧において正規分布から外れる理由を明らかにしていた。

第 3 章は、「Proposed New Write Stability Metric for Yield Estimation」（歩留予測のための新しい書き込み安定性指標の提案）と題し、バタフライカーブを用いた新しい書き込み指標を提案している。バタフライカーブの電圧範囲を拡大することにより、指標の分布が正規分布に近づくことを実測により示し、本指標が低電源電圧下における SRAM の書き込み歩留予測の簡便な手法として優れていることを主張した。

第 4 章は、「Time-dependent Random Telegraph Noise in SRAM」（SRAM における時間依存ランダムテレグラフノイズ）と題し、時間的にトランジスタの電流値が変化するランダムテレグラフノイズが SRAM の書き込み安定性に与える影響について実測により評価している。実測結果を統計的手法で評価した結果、通常の高い電源電圧ではランダムテレグラフノイズの影響は小さいが、電源電圧が下がるにつれてその影響が大きくなり書き込みエラー率が上昇することを実測により明らかにしており、低電圧の SRAM 設計に警鐘をならしている。

第 5 章は、「Conclusion」（結論）であり、本論文の結論を述べている。

以上のように本論文は、特性ばらつきとランダムテレグラフノイズが低電源電圧下において SRAM の書き込み安定性に与える影響について論じ、従来の低電源電圧下における書き込み安定性指標の優劣を実測により比較検討し新しい指標を提案するとともに、ランダムテレグラフノイズが低電源電圧下において書き込みエラー率を上昇させることを実測により明らかにしたものであって、電子工学上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。