

低電力で高信頼な長期経年劣化評価用測定系の設計

中野洋希 中村遥香 岸田亮 小林和淑
京都工芸繊維大学 電子システム工学専攻

1 まえがき

近年、集積回路素子の微細化により、動作の高速化、低消費電力化、集積密度の上昇などの恩恵を受けている。一方で歩留まりの悪化や経年劣化の影響が大きくなることによる信頼性の低下も見受けられる。経年劣化現象の一種である BTI (Bias Temperature Instability) は MOSFET に電圧や温度などのストレスをかけることにより、時間経過で MOSFET の特性が劣化する現象である。劣化により電流電圧特性の変動や動作速度の低下などで、回路の誤動作が生じる恐れがある。先行研究ではストレスを数時間かけた RO (リングオシレータ) の発振周波数の低下により BTI を評価し、対数や指数で近似することで数年後の劣化度合いを予測している。対数近似に対して指数近似による劣化率推定は 10 年後、約 6 倍大きく見積もる [1]。実際に数年間測定することでどの近似による予測が正しいかを検証し BTI の原因を追求することができる。

本稿では、BTI による劣化を数年間測定し続けることができるチップ測定系の概要と動作確認の結果を報告する。

2 チップ測定系概要

チップ測定系の概略図を図1に示す。劣化加速のためにチップの温度を一定に保つ必要がある。チップを恒温槽に入れ、測定に必要な電源や制御信号を恒温槽の外からケーブルを通じて送る。様々な被測定チップに対応するため、FPGA (Field-Programmable Gate Array) とマイコンを利用する。FPGA は被測定チップごとに対応した制御信号を出力することを可能とし、マイコンはシリアル通信やタイマといった豊富な周辺機能により測定結果の PC への出力や、決まった時間ごとの測定を可能とする。マイコンと FPGA の電源を UPS (無停電電源装置) により供給することで停電などに対応することができる。チップへの電源は定電圧電源回路を介して FPGA から PWM 信号を送ることで制御する。PWM 信号の Duty 比を変えることでチップへ供給する電圧値を設定する。マイコンに保存された測定結果は任意のタイミングでマイコンと PC を接続し、シリアル通信により測定結果をマイコンから PC へ出力する。チップから出力された測定結果は一時的に FPGA に保存された後、マイコンへと出力される。

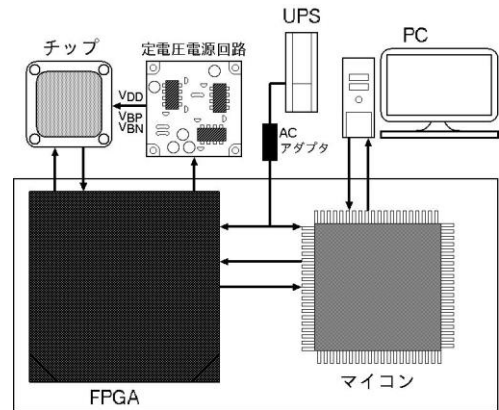


図1. チップ測定系の概略図

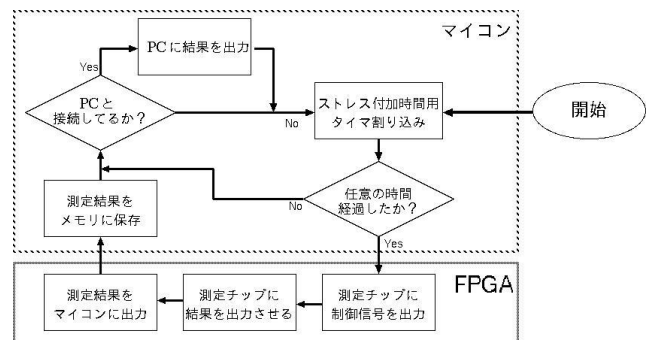


図2. 測定系の簡易フローチャート

3 チップ測定系の動作確認

図2に測定の簡易フローチャートを示す。マイコンは、ストレスを付加してから時間をタイマにより管理し、指定した時刻で測定命令を出す。FPGA はチップへ信号を出力し測定させ、測定結果をマイコンに出力する。マイコンは測定結果を保存し、PC 接続時に結果を PC に出力する。

チップに搭載されている10個のROの発振周波数を同じ条件で、LSI テスタと設計した測定系でそれぞれ測定を行った。平均誤差は0.0595%と高い精度で測定を行える。

4 まとめと今後の予定

提案したチップ測定系を設計し、測定結果が適正であると確認できた。今後、この測定系を用いて長期BTI測定を行う予定である。

参考文献

[1] 岸田亮, 古田潤, 小林和淑, 「電流スターブ型発振器を用いた周波数変動のしきい値電圧変換手法」, DAシンポジウム, pp. 198-203.