

審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名 染谷 晃基

本論文は「Research on Ultra-Low Power CMOS Circuits for Battery Management」(和訳：バッテリーマネジメント向け超低消費電力 CMOS 回路の研究)と題し、IoT(Internet of Things)向けセンサノードなどのバッテリーマネジメントシステムを構成する要素回路に対して、その超低消費電力化手法を提示するものであり、全 6 章より構成されている。

第 1 章は「Introduction」(序論)であり、センサノードにおけるバッテリーマネジメントシステムの構成を述べるとともに、本研究の背景を述べ、目的を明確化している。

第 2 章は「Sub-threshold CMOS Voltage Reference」(サブスレッショルド領域で動作する CMOS 電圧リファレンス回路)と題し、電圧リファレンス回路の出力電圧精度を低下させる電源電圧依存性の問題に着目し、その影響を低減する電圧リファレンス回路を提案し、シミュレーションを通じてその有効性を論じている。

第 3 章は「Programmable Voltage Reference utilizing Multiple Voltage Duplicator and Fine Voltage Subtraction」(電圧同時複製回路と Fine Voltage Subtraction 手法を応用したフィールドプログラマビリティを持つ電圧リファレンス回路)と題し、電圧リファレンス回路の製造ばらつきの影響を削減し、さらにはユーザーが自由にレファレンス電圧をプログラミングできる電圧リファレンス回路を提案している。また、250-nm CMOS 技術を用いた試作により、その効果と超低消費電力性を実証している。

第 4 章は「Voltage Detectors for Battery Management」(バッテリーマネジメントに向けた電圧検出回路)と題し、第 2 章、第 3 章で提案した電圧リファレンス回路とそのプログラミング手法を応用した電圧検出回路を 2 種類提案し、いずれも 250-nm CMOS 技術により試作し、それらの有効性を実証している。第 1 の電圧検出回路はエネルギーハーベスティングなどに向け、ピコワット級の超低消費電力性を実現している。第 2 の電圧検出回路は高い電圧解像度で検出電圧をユーザーがプログラムできる機能を実現している。

第 5 章は「Ultra-Low Power Temperature Sensor」(超低消費電力温度センサ)と題し、トランジスタのサブスレッショルド特性を利用した新しい温度センシングの原理とそれを実現する超低消費電力の電流・デジタル変換回路を提案している。180-nm CMOS 技術による試作の結果、提案した温度センサの超低消費電力性を実証している。

第 6 章は「Conclusions」(結論)であり、本研究の成果を要約し結論を述べている。

以上のように本論文は、センサノードなどのバッテリーマネジメントシステムの要素回路である、電圧レファレンス回路、電圧検出回路、温度センサ回路に対し、その超低消費電力化手法を提案し、その有効性を集積回路の設計・試作・測定を通じて実証したものであり、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。