

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 陳 柏宏

本論文は「Circuit Design for Sub-0.5V DC-DC Converter」(和訳：0.5V 以下動作の DC-DC コンバータに向けた回路設計)と題し、将来の環境エネルギー向け電源供給システムに適用可能な低電圧電源集積回路を指向し、低起動電圧かつ高変換効率を実現する昇圧型電源回路を提示するもので、全7章で構成されている。

第1章は「Introduction」(序論)であり、環境エネルギーを用いた電源システムの要求事項や課題について述べるとともに、本研究の背景を述べ、目的を明確化している。

第2章は「Analysis on Step-up DC-DC Converters, and Conventional Startup Techniques」(昇圧型 DC-DC コンバータの分析と従来の起動技術)であり、容量型昇圧回路(チャージポンプ)、インダクタ型昇圧回路(ブーストコンバータ)の動作原理、主要な電力損失要素、各設計パラメータによる影響等について分析するとともに、近年の顕著な関連起動回路の研究について概説している。

第3章は「CMOS Implementation of 180 mV Startup DC-DC Converter」(180 mV 起動・DC-DC コンバータの CMOS 実現手法)と題し、順基板バイアス型低電圧チャージポンプ回路と低起動電圧電源システムを提案している。チャージポンプを起動回路として電源システムに統合し、CMOS 技術で 180 mV 起動電圧の DC-DC コンバータを実証した。

第4章は「Startup Techniques for 95 mV Input DC-DC Converter」(95 mV DC-DC コンバータの起動技術)と題し、電源システムの出力容量に起動回路で電荷を貯め、メイン昇圧回路にパスオンするシステムを提案した。また、発振器の最低動作電圧を製造後補正技術で改良する技術も提案し、95 mV 起動電圧の DC-DC コンバータ動作を 65nm CMOS プロセスにおいてその有効性を実証した。

第5章は「80 mV Input, Fast Startup DC-DC Converter」(80 mV 入力・高速起動の DC-DC コンバータ)と題し、チャージポンプ型パルス発生器及び起動モードと動作モードを兼ね備えたデュアルモード DC-DC コンバータを提案している。両技術を組み合わせる事で、80 mV の低電圧入力で高速起動が可能な DC-DC コンバータを 65nm CMOS プロセスにおいて実証した。

第6章は「Adaptive Local Boost DC-DC Converter」(適応型局所昇圧 DC-DC コンバータ)と題し、プロセスバラツキの影響を大きく受ける低電圧動作 DC-DC コンバータの性能向上に向け、適応型局所昇圧手法を提案している。最終駆動トランジスタの駆動電圧を出力電流に応じて適応的に変化させ、高い電力効率を実現できる可能性を示した。

第7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、環境エネルギーを利用した将来の低電圧電源システムを目指し、基板順バイアス型チャージポンプ回路、キャパシタ・パスオン手法、製造後しきい値調節型発振器およびチャージポンプ型パルス発生器を提案し、それら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。