

主 論 文 要 旨

論文題名

大規模集積回路における高精度レジスタトランスファレベル電力マクロモデルの構築に関する研究

ふりがな かわうちひろふみ
氏名 川内 裕文

主論文要旨

近年の LSI におけるシステム全体の大規模化、複雑化は、設計者への負担を増加させる一方である。また、高性能化にともなう消費電力の増大も深刻な問題となっている。本研究では、LSI の設計生産性向上と低消費電力設計の実現のため、レジスタトランスファレベル (RTL) における高精度な電力推定手法の確立を目的としている。RTL 電力マクロモデルは、回路の入出力から消費電力と相関の高い特性をパラメータとして抽出することにより消費電力の推定を行う手法である。すなわち、事前に様々な入力信号に対してゲートレベル電力推定を行い、その際の入力信号特性と消費電力の関係をモデル化することで、電力推定が可能となる。

高精度な RTL 電力マクロモデルの実現において最も重要な要素は、パラメータ抽出とモデル化の 2 点である。まず、1 点目のパラメータとは、入力信号の統計的特性を数値化したもので、消費電力と相関の高いものであることが望ましい。2 点目のモデル化については、入力信号と消費電力の関係を精密に表現することが重要である。

本論文では、まず、パラメータ抽出に着目し、消費電力と相関の高いパラメータ抽出方法を提案する。すなわち、これまでで考慮されていなかった回路内部に着目し、入力信号を入力した際の論理ゲートの動作特性を抽出することで、非常に消費電力と相関の高いパラメータを実現する。

ついで、既存モデルにおける 2 つの改善手法を提案する。まず、従来のテーブルベース手法で用いられる Look-Up-Table (LUT) における信号特性不均一分布を考慮し、より高精度な消費電力値を選択する手法を提案する。次に、LUT に存在しない消費電力値を補間する局所領域フィッティングを用いた手法を提案する。

最後に、既存手法の改善により得られた知見を活かし、これまでになかった新しいモデルを提案する。本研究で提案する等電力曲線モデルは、入力信号特性と消費電力の関係を地図の等高線のように表現し、存在し得る全ての入力信号特性をカバーすることで、高精度かつ高効率な電力推定を実現する。実験結果では、等電力曲線モデルに基づく電力推定により、従来手法よりも最大で RMS 誤差が 3.41%、最大誤差が 56.19%改善された。