

審査の結果の要旨

氏 名 浜村 博史

本論文は、「論理シミュレーション専用ハードウェアの高速化アーキテクチャとその実現方式に関する研究」と題し、8章から成る。現在の情報処理ハードウェアの中心はCMOS LSIであるが、その開発にあたっては、LSI高集積化に追随する論理シミュレーションシステムの高速化技術が重要となる。本論文では専用ハードウェアによってこれを実現する手法を提案し、実装、評価したものである。

第1章「序論」は、研究の背景、目的を述べるとともに、本論文の構成についてまとめている。

第2章「論理検証技術の動向と本研究の位置付け」では、論理検証技術の研究動向と各検証手法の特徴を分析し、本論文のテーマである大規模論理回路の動作検証の高速化に適したやりかたを検討している。その結果、ここではマルチプロセッサ方式のシミュレーション専用ハードウェアを開発することとした。

第3章「シミュレーション基本アルゴリズム」は、論理シミュレーションの基本アルゴリズムの動作原理と特徴について検討し、また、各シミュレーションアルゴリズムと組み合わせ可能な遅延モデルとの関係を示す。シミュレーション手法としては、イベント法、レベルソート&コンパイル法、レベルソート&イベント法の3種類を対象としている。

第4章「シミュレーション専用ハードウェアの分析と高速化方式の検討」では、大規模回路の論理シミュレーションの扱うべき問題を検討し、論理シミュレーション専用ハードウェアに関する過去の研究の特徴と問題点を分析し、イベント方式とサイクルベース方式の2タイプの専用ハードウェアに関して新しい高速化方式を検討する。前者は回路全体のタイミング込みの論理シミュレーションを対象とするハードウェアであり、後者はシステム論理系回路の論理シミュレーションを対象とするハードウェアである。

第5章「イベント方式シミュレーション専用ハードウェアSP2」では、第4章の提案方式に基づくイベント方式ハードウェアの高速化手法とこれを実現するアーキテクチャおよび実装方式を提案する。そして、提案アーキテクチャに基づくハードウェアSP2を開発し、実際の適用結果に基づく性能評価及び既存手法との比較分析を行い、提案方式の有効性を検証する。SP2システムは、最大256個の専用プロセッサからなるマルチプロセッサシステムで、最大1600万ゲートのシミュレーションが可能であり、従来機に対して10倍の性能向上を得た。また、本方式は個人用汎用コンピュータが高性能化した現在においても有用であることが示された。

第6章「サイクルレベル方式シミュレーション専用ハードウェアSAHARA」では、レベルソート&コンパイル法に基づくサイクルベース方式ハードウェアのアーキテクチャと、専用ハードウェアSAHARAの実現方式に関して述べる。SAHARAは詳細設計・シミュレーション評価によって、他の専用機の約5倍以上、汎用並列コンピュータの100倍以上の性能が得られることが示された。

第7章「総合評価」では、最新のCMOS LSIテクノロジーによってSP2を実装したことを想定して、性能評価

を行い、汎用並列システムとの性能及びコストパフォーマンスの比較分析を行う。また、SAHARA と現在のスーパーコンピュータ、PC クラスタ、GRID などとの比較検討を行い、これらに対する優位性を検証する。第 8 章は、本論文の結論を述べるとともに、論理シミュレーション技術の将来について知見を示す。

以上、これを要するに本論文は、高集積化の進むコンピュータシステムを構築するための 2 種類の論理シミュレーション専用ハードウェアについて、その処理方式と構成法を提案し、実装・性能評価を行って有用性を示し、さらには現在の技術を用いた実現について検討を行っており、電子情報学の発展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。