

論文内容の要旨

博士論文題目 連続透明性および連続可検査性に基づくシステムオンチップの
テスト容易化設計に関する研究

氏名 米田 友和

近年における半導体技術の向上に伴って、シリコンチップ上に搭載することのできるトランジスタ数は増加の一途をたどっている。これにより従来は複数の LSI チップで構成していたシステムを、各 LSI チップをコアと呼ばれる機能ブロックとして再利用し、システム全体をひとつの LSI チップで実現するシステムオンチップ (System-on-a-Chip、以下 SoC) が注目されている。複数の LSI の機能を 1 チップに集積した場合、ボードへ搭載するチップ数の低減による実装面積の縮小化、実装コストの低減、さらに高速化といった効果を持つ。また、設計済みの IP (Intellectual Property) コアを利用することで短期間で大規模な回路の設計が可能となる。現在、この SoC に対するテスト技術の開発が課題となっている。

与えられた SoC のテスト容易性を向上する目的で SoC の設計を変更する様々なテスト容易化設計が提案されている。SoC では縮退故障などのような論理故障のみならず、遅延故障などのようなタイミング故障のテストも重要となる。したがって、SoC のコアに対してはタイミング故障を対象としたテスト系列が供給される場合も想定される。このように、コアには様々な故障モデルを対象とした様々なテスト系列が供給され、そのコアが SoC に組込まれた後でも、その系列を用いて想定した故障を完全にテストすることが必要となる。そのためには、各コアへ任意のテスト系列を実動作速度で連続して印加し、その応答を観測 (連続テストアクセス) できる必要がある。

本論文は、コアへの連続テストアクセスを可能とし、かつコア間の信号線のテストを可能とする性質として、コアに対して連続透明性、SoC に対して連続可検査性なる新しい概念を提案し、連続透明なコアを実現する方法および連続可検査な SoC を実現するためのテスト容易化設計法について行った研究をまとめたものであり、序論及び結論を含め五つの章から成る。

第 1 章では、本研究の目的と意義および背景について述べ、本論文の概説を行っている。

第 2 章では、コアを連続透明にする連続透明化設計法を提案し、その面積オーバーヘッドを実験を通して評価している。

第 3 章では、すべてのコアは連続透明であり、かつ外部テスト方式によってテストされる SoC を対象とし、そのような SoC を連続可検査な SoC にするためのテスト容易化設計法を提案している。さらに提案手法の面積オーバーヘッドを実験により評価している。

第 4 章では、組込み自己テスト可能なコアおよび連続透明でないコアをも含む SoC を対象に、前章の連続可検査性に基づく SoC のテスト容易化設計法を拡張している。

最後に第 5 章で、以上の研究成果の結論を述べるとともに、今後の研究課題について述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は、大規模化、高集積化、高性能化により益々困難となるシステムオンチップ (SoC) のテストに関する種々の問題を解決するために必要なテスト容易化設計法に関する研究を行ったものである。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. SoCを構成するコアへの連続テストアクセスを可能とし、かつコア間の信号線のテストを可能とする性質として、コアに対して連続透明性、SoCに対して連続可検査性なる新しい概念を提案した。
2. レジスタ転送レベルで記述されたソフトコアに対して、連続透明性を満たすように設計変更する連続透明化設計法を提案した。提案した連続透明化設計法による面積オーバーヘッドはマルチプレクサを用いて迂回路を実現する方法に比べ小さい。
3. すべてのコアは連続透明であり、かつ外部テスト方式によってテストされるSoCを対象に、最小の面積オーバーヘッドで連続可検査なSoCに設計変更するための効率のよいテスト容易化設計法を提案した。ベンチマークでの実験結果からもその有効性が示された。
4. 組込み自己テスト可能なコアおよび連続透明でないコアをも含むより一般的なSoCを対象に、最小の面積オーバーヘッドで連続可検査なSoCに設計変更するための効率のよいテスト容易化設計法を提案した。

以上のように、本論文は大規模高性能なシステムオンチップ (SoC) のテストの問題を解決すべく、新しいテスト容易性としてSoCに対して連続可検査性を導入し、従来手法で不可能であったコアおよびコア間の信号線への連続テストアクセスを可能とするのに成功している。また提案したテスト容易化設計法はいずれも最適解を求めることができ、従来手法の多くの問題点を解決している。これらはSoCのテストの分野において、学術上、実際上寄与するところが少なくない。したがって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。