

論文内容の要旨

博士論文題目 Studies on Test Generation and Design for Testability
Based on Knowledge for LSIs
(知識に基づく LSI のテスト生成とテスト容易化設計に関する研究)

氏名 中里 昌人

半導体製造技術の進歩により超ディープサブミクロン製造 (VDSM) 技術を使用することで、大規模集積回路 (LSI) は益々高集積化・高機能化・高性能化される一方、製造時の LSI のテストに多くの問題を抱えるようになってきている。大規模化によるテスト生成時間やテストデータ量の増大、高機能・高性能化による高品質なテストの必要性の増大、等の問題が生じている。これを解決するためには、テスト生成時間、テスト系列長を短縮し、論理故障だけでなくタイミング故障等をもテストするための実動作速度テストを可能とするテスト容易化設計法の研究が重要となる。

本論文は、上述の問題を解決すべく、LSI の上流設計工程で得られるテスト容易化のための知識を用いた順序回路のテスト生成法ならびにプロセッサの命令レベル自己テストのためのテスト容易化設計法についてまとめたものである。

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ており、本論文の概説を行っている。

第 2 章では、故障モデル、順序回路のテスト生成、プロセッサの命令レベル自己テスト、完全スキャン設計、等テスト生成とテスト容易化設計について解説している。

第 3 章では、レジスタ転送レベル回路記述から論理合成によりゲートレベル回路に変換する設計工程において、テスト容易性を考慮した合成法、テスト容易化合成法を提案し、同時に合成中に得られる知識を用いた効率の良いテスト生成法を提案している。提案する手法では実動作速度テストが可能であり、高い故障検出効率を達成することができる。ベンチマーク回路による実験では短いテスト生成時間で 100% の故障検出効率を達成している。

第 4 章では、プロセッサの命令レベル自己テストを対象にテスト容易化設計法を提案している。高性能なプロセッサに対しては、実動作速度での高速テストが望まれており、命令レベル自己テスト方式はそれを解決する有望な方式の一つである。この方式では誤りマスクのため高い故障検出効率を達成できない場合があり、それを解消するためのテスト容易化設計法を提案している。提案法では誤りマスクを完全に解消できることが保証され、ベンチマークでの実験結果でも提案法の有効性が示されている。

最後に第 5 章では、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議論している。

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重要かつ困難となっている LSI のテストの問題を解決するために、LSI の上流設計工程で得られるテスト容易化のための知識を用いた順序回路のテスト生成法ならびにプロセッサの命令レベル自己テストのための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. 現在実用化されているテスト容易化設計法であるスキャン設計法では実動作速度テストのような高速テストが困難である。実動作速度テストを可能とするためにレジスタ転送レベル回路記述から論理合成によりゲートレベル回路に変換する設計工程において、テスト容易性を考慮した合成法、テスト容易化合成法を提案し、同時に合成中に得られる知識を用いた効率の良いテスト生成法を提案している。ベンチマーク回路による実験では短いテスト生成時間で 100%の故障検出効率を達成できており、提案手法の有効性が示された。
2. プロセッサの命令レベル自己テストを対象にテスト容易化設計法を提案している。高性能なプロセッサに対しては、実動作速度での高速テストが望まれており、命令レベル自己テスト方式はそれを解決する有望な方式の一つである。ただ、この方式では誤りマスクのため高い故障検出効率を達成できない場合があり、それを解消するためのテスト容易化設計法を提案している。提案法では誤りマスクを完全に解消できることが理論的に証明され、ベンチマークでの実験結果でも提案法の有効性が示されている。

以上のように、本論文は LSI のテストの問題、特に大規模化によるテスト生成時間やテストデータ量の増大、高機能・高性能化による高品質なテストの必要性の増大、等の問題を解消すべく、LSI 設計の上流からの知識を用いた順序回路テスト生成法ならびにプロセッサのテスト容易化設計法を提案した。提案手法は、従来手法の多くの問題点を解決したものであり、VLSI のテストの分野において、学術上、實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。