

学位論文審査の結果の要旨

氏 名	AL AWADHI HANAN TAHA MUSLEH
審査委員	主査 高橋 寛 副査 樋上 喜信 副査 甲斐 博 副査 阿萬 裕久

論 文 名 Field Test for Ensuring the Functional Safety of Automotive System
(車載システムの機能安全を保证するためのフィールドテスト)

審査結果の要旨

本学位論文は、大規模集積回路の設計産業において喫緊の課題である先進自動運転用システムの機能安全を保证する技術の開発に関する研究成果をまとめたものである。

学位論文では、まず、先進自動運転用システムの機能安全規格について述べ、その規格を保证するための技術として期待されているフィールドテストとしてのパワーオンセルフテスト(POST)におけるマルチサイクルテストの課題を整理している。以下の3つの研究テーマ、1) POST 向けテストパターン集合分割法、2) マルチサイクルテストにおける故障検出強化フリップフロップとその挿入箇所の選択法、3) マルチサイクルテストにおける可制御フリップフロップとその挿入箇所の選択法に関しての研究成果をそれぞれ述べている。

1) パワーオンセルフテスト(POST)向けテストパターン集合分割法

先進自動運転用システムの機能安全に関する要求は ISO26262 規格の ASIL D レベルを満たすことが望まれている。具体的には、パワーオンセルフテストにおいては、短いテスト時間で要求されている故障検出率を達成することが必要である。この課題の解決策として、与えられたテストパターン集合を分割してテストを実行する手法を提案している。新規性は、論理ゲートの劣化の可能性を評価して、その評価に基づいて焼きなまし法(SA)やサポートベクタマシン(SVM)を利用してテストパターン集合を分割する手法を提案したことである。有効性は、故障検出間隔および劣化の可能性のある故障の検出率を向上できたことである。

2) マルチサイクルテストにおける故障検出強化フリップフロップとその挿入箇所の選択法

パワーオンセルフテストを先進自動運転用システムへ導入するためにマルチサイクルテスト環境が利用されている。しかしながら、短いテスト時間で要求された故障検出率に達成できない状況であった。そこで、本論文では、その原因を「故障影響消失問題」として定式化し、その解決策を提案している。新規性は、連続観測が可能なフリップフロップを故障検出強化フリップフロップとして提案したこと、およびそのフリップフロップを挿入する箇所を選択する方法として回路の構造情報などのテスト容易化に関する指標を複数個提案し、その複数個の指標に基づく多

基準評価手法を提案したことである。有効性は、提案法を商用の大規模電子制御ユニットに対して適用し、テスト時間（テストパターン数）を3分の1程度に短縮できたことである。本研究の成果の一部が商用のテスト設計容易化ツールに導入されたことも高く評価できる。

3) マルチサイクルテストにおける可制御フリップフロップとその挿入箇所の選択法

マルチサイクルテスト環境におけるテスト時間のさらなる短縮を目指して、マルチサイクルテストにおける課題を「故障検出能力低下問題」として定式化し、その解決策を提案している。新規性は、マルチサイクルテストにおいては、サイクル数が増加するに伴って印加できるテストパターンのランダム性が低下し、そのことが新たに検出できる故障の数を減少させていることを実験結果から明らかにしたこと、およびその対策として可制御フリップフロップとその挿入箇所の選択法を提案したことである。可制御フリップフロップを挿入する箇所を選択する方法では、回路の構造情報に加えて、新たに論理値の遷移確率の指標を提案している。有効性は、提案法をベンチマーク回路に対して適用し、テスト時間（テストパターン数）をおよそ30分の1程度に短縮できたことである。

学位論文の構成を以下に示す。

第1章：本論文の目的を述べている。

第2章：テスト容易化設計法の現状を述べている。

第3章：フィールドテストおよびパワーオンセルフテスト(POST)に関して述べている。

第4章：POST 向けテストパターン集合分割法を提案している。また、評価実験によってその効果を明らかにしている。

第5章：POST 向けのテスト容易化設計法として、マルチサイクルテストにおける故障検出強化フリップフロップとその挿入箇所の選択法を提案している。また、評価実験によってその効果を明らかにしている。

第6章：POST 向けのテスト容易化設計法として、マルチサイクルテストにおける可制御フリップフロップとその挿入箇所の選択法を提案している。また、評価実験によってその効果を明らかにしている。

第7章：まとめを述べている。

上記の学位論文は、学術的に優れた内容であることと、その内容については既に1件の査読付き論文に採録されており、また4件の査読付きの国際会議に採択されていることから、審査委員会全員一致して、博士（工学）にふさわしい学位論文であると判断した。