

工学部情報システム工学科

集積システム工学講座



研究室紹介

藤岡 弘*

1. 講座の概要

工学部情報システム工学科集積システム工学講座は、平成元年に創設された情報システム工学科の第3番目の講座として平成2年に設置されたが、平成3年4月に藤岡 弘教授が担当することになり実質的に開設され、集積回路システムの高集積化実現に関連する教育と研究とを行っている。

集積システムの典型である大規模集積回路(LSI)は、集積化技術の進歩に伴い、機能が高度化し、動作が複雑化・高速化するにつれて、設計を検証するために回路の動作や性能を評価し、あるいは故障を診断し不良箇所を特定する、“テスト(test, testing)”の困難性が増し、テストコストが製造コストに占める割合が急激に増大しつつあることはよく知られている。このため、LSIをテストする技術は設計、製造技術とともに、今後の高機能、高集積化デバイスの開発を左右する“鍵となる技術”の一つに数えられている。

本講座では、次世代の超大規模集積回路(超LSI)に対処できる集積回路システムのテスト技法の開発を中心に、故障診断のための信号・画像処理、シミュレーション技法を用いた超LSI生産・テストシステムのスケジューリングと評価など、集積回路システムの高集積化実現

に関連する教育と研究とを行っている。

講座の構成は、藤岡 弘教授、中前幸治助教授、三浦克介助手、川久保恵理事務補佐員と大学院前期(修士)課程学生10名、学部学生7名である。

2. 研究の概要

本研究室では、ハードウェアの基礎知識に立脚した新しいシステムとアルゴリズムの構築を基本方針としている。このための中心となる装置が、計算機援用設計(CAD)データベースと電子ビーム(EB)テストを結合した、CADリンクEBテストシステムと呼ばれる装置である。この装置は、先に述べたテストの困難性を解決するための有力な手段との一つとして注目されている。半導体関連の研究所や工場では最近ではごく当たり前の装置であるが、大学では設置例が皆無であるので、まず最初に少し詳しく説明したい。

2.1 CADリンクEBテストシステム

通常のLSIテストでは、図1(a)に示すように、テストパターン発生器で生成したテストパターンを、被検査デバイス(DUT)の外部入力端子に入力し、その出力パターンと期待値パターンとをパターン比較器で比較することによって故障を検出する。短時間に多量のデバイスのテストを実行することが出来るが、故障箇所を同定すること、すなわち“内部の、どの箇所が悪いのか?”を知ることは困難である。これに対して、EBテストは、図1(b)に示すように、テストパターンはLSIテストと同様に外部端子から入力するが、出力パターンはDUT内部の、問題となる個々の回路の信号波形を、配線上から直接サンプリングすることによって得る。



* Hiromu FUJIOKA
1941年5月17日生
昭45和年大阪大学大学院工学研究
科通信工学専攻博士課程修了
現在、大阪大学工学部、情報シ
ステム工学科、教授、工学博士、情
報システム工学・集積回路工学
TEL 06-879-7810

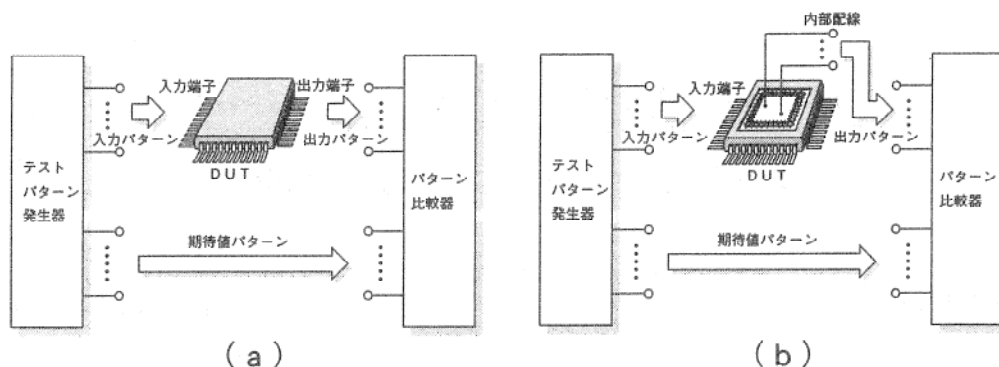


図1 LSIテストの原理 (a) 通常のLSI テスタ (b) EB テスタ

この観測結果を期待値パターンと比較する。LSI テスタに比べて内部配線上の信号波形のサンプリングに時間がかかるため、LSI テスタよりスループット（処理能力）は低いですが、“内部を直接観測し、どこが悪いかを調べ”，故障箇所を効率よく同定できる利点がある。外部入出力ピン数が増加の一途をたどる最近の超 LSI の故障診断には必要不可欠の装置である。

EB テスタは、図2に示すように電子銃、集束レンズ、走査コイル、対物レンズ、2次電子検出器からなる走査電子顕微鏡（SEM）に、偏向器、掃引電圧発生器、移相器、LSI 駆動用信号発生器を付加して構成される。SEM では、配線電位の高低により、2次電子検出器の信号量が変化し、電位の低い配線は明るく、高い配線は暗く観察される。また、2次電子検出器として分光器（エネルギーフィルタ）を用いることにより、配線上の電位変化を10mV 程度の分

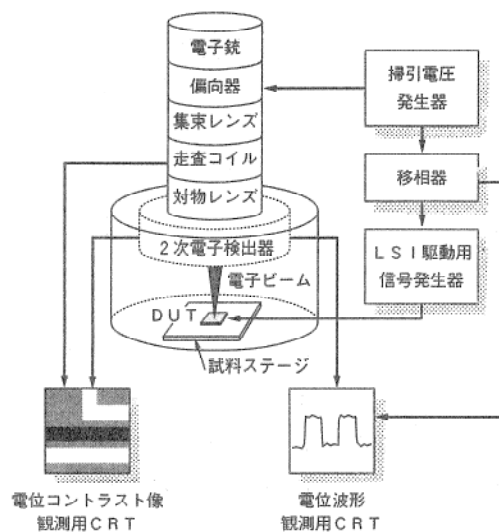


図2 EB テスタの基本構成

解能で定量的に測定することが出来る。

測定された電位コントラスト像、または電位波形をシミュレーション、あるいは良品デバイスから得られた基準データと比較することによ

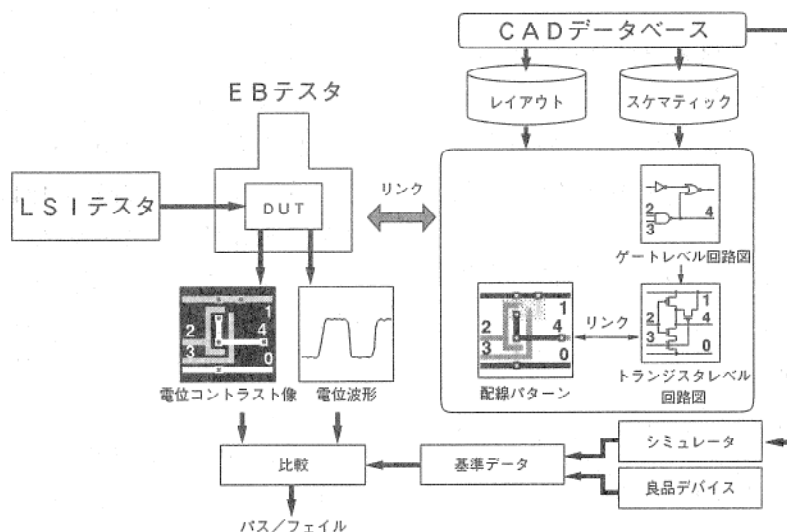


図3 CAD リンク EB テストシステムの基本構成

て故障を検出・同定する(図3参照)。

EBテストでLSIのテストを行うためには、回路図上の問題となる箇所に対応するDUT配線上に、電子ビームプローブを正確に位置決めする必要がある。このためには、

- 1) 回路図と配線パターンに1対1の対応関係があること、
- 2) 配線パターンが指定されたとき、DUT上でその配線に電子ビームを正確に照射できること、

が必要である。これを効率よく実現するために、CADリンクEBテストシステムが用いられる。図3にこの基本構成を示す。レイアウト(配線パターンデータ)とスキマティック(回路図データ)は、ネットリスト(回路接続データ)を介して1対1に対応づけがなされている。これにより、上記1)の問題は解決される。2)の問題は、CADデータベースの配線パターンとEBテストの試料ステージの対応をとることによって解決される。

図4は、CADリンクEBテストシステムの装置全景写真である。①EBテスト、②CADデータベース用ワークステーション、③LSIテスト、および④論理シミュレータから構成されている。

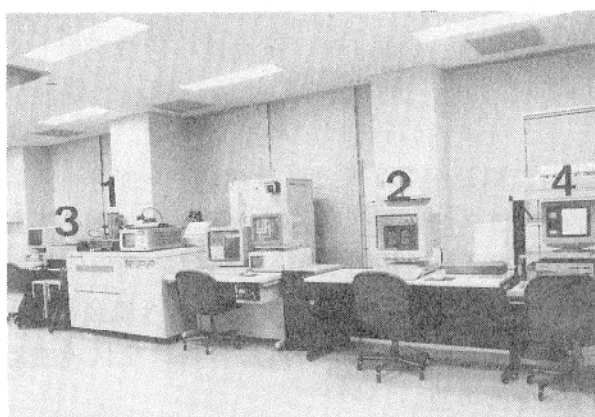


図4 CADリンクEBテストシステムの全景写真

2.2 研究テーマ

今年度取り組んでいる研究テーマは次の通りである。まず、CADリンクEBテストシステムを用いて、LSIの新しい設計評価・故障診断技法を開発することに関連して、

- a) 超LSIの性能故障自動追跡アルゴリズム
- b) 故障追跡観測点の自動決定アルゴリズム
- c) 故障診断用比較参照波形の生成
- d) EBテストシステム用テストパターン生成

つぎに、EBテストシステムでは超LSI観測画像から、故障診断に必要な画像情報を効率よく抽出する必要がある。このための信号画像処理手法に関して、

- a) DUT配線パターンの高確度・高速パターン認識
- b) 画像ベースの超LSI動的故障伝搬抽出法
- c) 画像処理の領域分割・復元処理技法を用いた故障追跡画像の鮮鋭化
- d) 知的画像獲得・知識を用いた追跡回路自動認識

半導体産業界で従来、ややもすれば“経験と勘”に頼り勝ちであった超LSI生産・テストシステムの構築と評価を、より“科学的に”評価しようとする動きが、最近とみに盛んである。本研究室では、シミュレーション技法を用いて、テスト工程を含む超LSI生産システムを総合的に評価する技法の開発を目指している。これに関連して、

- a) 超LSI生産・テストシステムの定式化
- b) 超LSI生産システムにおけるテスト工程のスケジューリングアルゴリズム
- c) 超LSI生産システムにおけるテスト装置の最適配置

以上のように、ハードウェアの基礎知識に立脚した新しい情報システムソフトウェア技法の開発を目指して、日夜研究・教育活動に励んでいる。