

カスタムLSI用テストプログラム 作成支援システムの一構成法

7R-2

田中 宏[†] 宮崎 克己^{††} 掃部 耕平^{††} 中尾 博臣[†] 安藤 智子[†] 岡崎 芳[†]

[†] 三菱電機 (株) ^{††} 三菱電機セミコンダクタソフトウェア (株)

1. はじめに

LSIの大規模化に伴い、カスタムLSIに搭載される論理回路の規模が増大し、その上で実現される機能も増々複雑化する傾向にある。このように大規模多機能化したカスタムLSIをテストするためのテストプログラムの作成は、カスタムLSIを設計する上で、非常に困難な問題になってきている。一般に、カスタムLSIのテストプログラム作成には、LSIをテストするためのテストパターン生成とテストパターンからテストプログラムを作成するテストプログラム編集という処理を行なう。テストパターン生成では、高品質なテストパターン作成に多大な人工を要する点が、またテストプログラム編集では、取り扱うデータ量の多さ及び人手編集による誤りが大きな問題となっている。今回、テストプログラム編集に焦点を当てたカスタムLSI用テストプログラム作成支援システムを開発したので、それについて報告する。

2. テストプログラム編集の問題点と解決法

テストプログラム編集の問題点として以下のものが挙げられる。

① テストパターン生成ツールの多様性

テストパターン生成ツールとして種々の論理シミュレータやテストパターン自動生成プログラムが存在する。高品質のテストパターンを得るために複数のツールで作成したテストパターンファイル群をテストプログラムに編集することがある。複数のテストパターンファイルを別個に管理することは、テストプログラム編集の処理とデータ管理を煩雑化する。

② テストパターンのテストプログラムへの適合性

論理シミュレータでは、入力パターンのタイミングを自由に設定できるが、実際にテストで印加できる入力波形には、波形タイプ、入力波形の変化点等に対して制約条件がある。したがって、これらの制約条件を満たしていないと、作成したテストパターンをテストプログラムに編集することは、非常に困難である。一方、テストパターン自動生成プログラムでは、対象となる回路が組合せ回路と同期回路に限られるため、テストパターンをテストの制約条件に適合させるのは容易である。

③ テスタの多様性

テスタは、安価な簡易テスタからシリアルパターン発生機能を具備した高機能高価格テスタまで多岐にわたっており、各テスタ毎に種々のテストパターンを編集してテストプログラムを作成することは、処理の煩雑化を招く。

本システムでは、上記の問題点を解決するため、種々のテストパターンを編集結合した“テストデータ記述”ファイルを導入し、テストプログラムの編集処理を、種々のテスト

パターンから“テストデータ記述”ファイルを作成する処理(テストパターンの自動編集)と“テストデータ記述”ファイルからテスト毎のテストプログラムを作成する処理(テストプログラム変換)に分離した。

テストパターン自動編集処理は、テスト種別に依存しない処理になっており、論理シミュレーション結果ファイルを共通化することと、“テストデータ記述”ファイルのフォーマットを各種テストパターン毎にブロック化することによってテストパターンの追加、削除に柔軟に対応している(テストパターン多様性に対処)。

一方、新規導入テスタ用のテストプログラム作成にあたっては、テストプログラム変換プログラムを作成することで対応している(テスタの多様性に対処)。

また、論理シミュレータ入力のテストパターンへの適合に関しては、テスタの制約条件を考慮したテストパターン記述言語とその処理系を開発し、この言語を用いた論理シミュレーションを実行し、テストパターンを作成している。

3. システム構成

本システムの構成図を図1に示す。

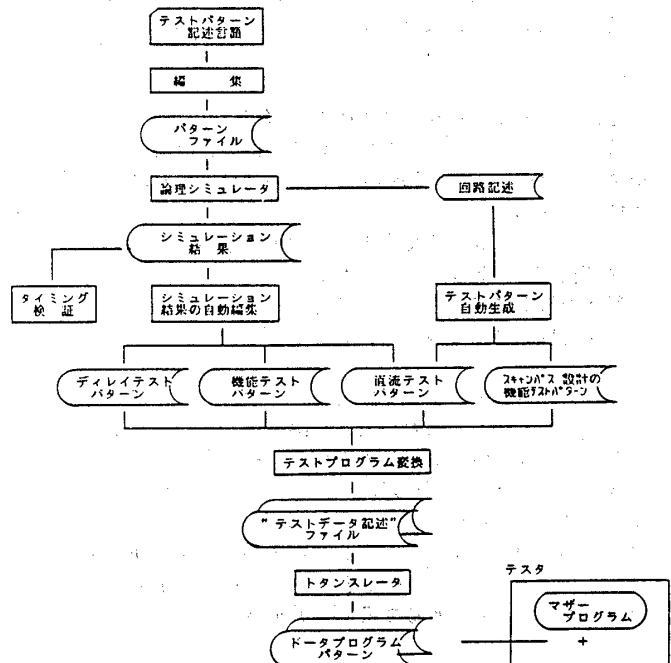


図1 カスタムLSI用テストプログラム作成支援システムの構成

A Test Program Generation System for Custom LSI

Hiroshi TANAKA, Katsumi MIYAZAKI, Kohei KAMON, Hiroomi NAKAO, Tomoko ANDO, Kaoru OKAZAKI

Mitsubishi Electric Corporation, Mitsubishi Electric Semiconductor Software Corporation

(1) テストパターン記述言語

テストパターン記述言語は、入力信号の変化を図2に示すような周期を単位とする波形の系列で表現し、周期内の波形は、波形タイプ、タイミング（ディレイと幅）、テストパターン値を用いて表現する。

この言語で記述したテストパターンは、実際にテスト上で発生可能な入力波形の条件を満たしており、論理シミュレータの入力パターン作成時の誤りを防いでいる。

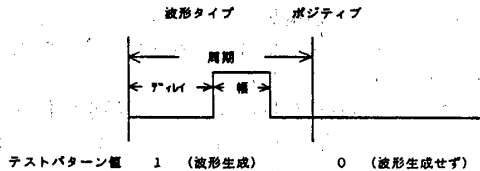


図2 テストパターン記述言語の基本概念

(2) テストパターン生成ツール

複数の論理シミュレータが、機能、直流、ディレイテストパターン生成ツールとして用いられる。いずれのシミュレータもシミュレーション結果のファイルは共通フォーマットである。

スキャンパス設計回路に対しては、テストパターン自動生成プログラム^{[1][2]}が適用でき、機能、直流テストパターンを自動生成している。

(3) タイミング検証ツール^[3]

タイミング検証ツールは、論理シミュレータで作成したテストパターンに含まれる、タイミング上の潜在的な不具合を検出する。これにより、テストパターンの品質を向上している。

(4) シミュレーション結果の自動編集

論理シミュレーションの結果から、機能、直流、ディレイテストパターンを自動編集する。このプログラムは、以下の機能を有する。

- ① 双方向性ピンの入出力モード設定
- ② 不確定出力ピンのマスキング
- ③ 入力波形タイプ及び入力印加タイミングの自動設定
- ④ 出力判定タイミングの自動設定

(5) テストパターン編集結合

テストパターン編集結合では、論理シミュレータやテストパターン自動生成プログラムで作成された機能、直流、ディレイテストパターンを編集結合して“テストデータ記述”ファイルを作成するとともに、各種テストパターンからVOL、VOH、出力リーク測定可能パターンの抽出を行なう。この“テストデータ記述”ファイルは、各種テスト用テストプログラムを作成する際の共通入力となっている。

(6) “テストデータ記述”ファイル

このファイルは、図3に示す通り、テスト仕様ファイルとパターンファイルからなり、テスト仕様ファイルには、LSI全体のピン情報と機能、直流、ディレイテスト実行時のタイミング情報、測定条件、測定パターン位置等を各テスト毎に記述している。パターンファイルには、機能、直流、ディレイテストパターンを記述し、スキャンパスに印加するパターンは、シリアルパターン表現を用いている。

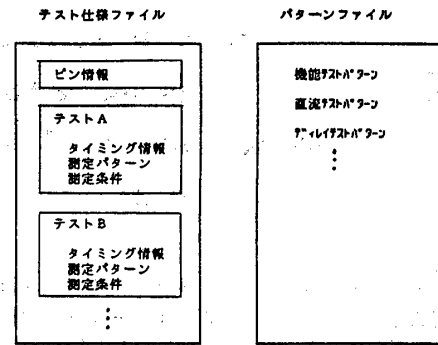


図3 “テストデータ記述”ファイル

(7) テストプログラム変換

“テストデータ記述”ファイルを各種テスト用のテストプログラムに変換するプログラムは、テストピンとデバイスピンの対応、テストの制約条件等を考慮して、テストプログラムを作成する。テストプログラムは、各種テスト毎にテストプログラム記述が異なることからテスト対応で開発するが、“テストデータ記述”が共通入力となっているためプログラム開発負担が少なくて済む。

特に、テストの機種によっては、シリアルパターン発生機能や繰り返しパターンの圧縮機能等を具備しているものがあるので、これらの機能を利用して作成するプログラムの圧縮を行なっている。

(8) テストプログラムの構成

テストプログラム変換で作成したテストプログラムは、データプログラムとパターンファイルからなり、テスト上のマザープログラムと結合される。マザープログラムは、各種テストの実行手順を制御し、ゲートアレイでは、ECLやCMOSなどのデバイス対応で作成する。その他のカスタムLSIに対しても、マザープログラムのわずかな修正でテストプログラムが作成できるようになっている。

4. おわりに

機能、直流、ディレイの各種テストパターンを編集した“テストデータ記述”ファイルをテストプログラム作成の核とし、各種テスト用テストプログラムを作成するカスタムLSI用テストプログラム作成支援システムを構築した。本システムは、ECL及びCMOSゲートアレイの量産、受入れ、評価用のテストプログラム作成に実使用され、本システムの構成法が、テストパターン設計、管理の効率化及びテストの活用に有効であることが実証された。

参考文献

- [1] . T. Ogihara et al, "Test Generation for Scan Design Circuits with Tri-State Modules and Bidirectional Terminals," Proc. of 20th. DAC, pp.71-78.
- [2] . T. Ogihara et al, "PATEGE: An Automatic DC Parameter Test Generation System for Series Gated ECL Circuits," Proc. of 22nd. DAC, pp.212-218.
- [3] . 岡崎他, "カスタムLSI用総合CADシステム(4) —テストプログラムの作成—", 情報全国大会, (昭57後)