

## システム LSI の機能検証

上野 仁・君島 達也・中澤 祥子・原島 忠雄  
三菱電機株式会社 設計システム技術センター

3W-06

## 1.はじめに

近年の LSI 機能設計においては、従来個々の部品として存在しシステムを構成していた、プロセッサコアや DSP や動画処理回路、メモリと言った機能ブロックが 1 つの LSI 上で実現され、それはシステム LSI と呼ばれるようになっていく。このような大規模な機能を持つシステム LSI を、少人数かつ短時間で設計開発する為の設計手法として、既存の設計資産 (IP) を用いる再利用設計手法が定着しており、これにより設計負荷の増大を抑える事が可能である。

しかしながら、設計したものが意図したとおりに動作する事を確認する機能検証においては検証負荷は著しく増加する。なぜならば、一般的には機能検証は、CAD 上にて設計データを動作 (シミュレーション) させ、その動作結果が期待通りである事を確認する作業であるが、設計データを動作させる為のテストベクタ量は、その検証対象が持つ機能の組み合わせとなる為に、検証負荷は指数的に増大する。

## 2.検証データの構成

検証データはその性質からおおまかに次の 2 つに分けられる。

- テストベンチ
- テストパターン

## 2. 1. テストベンチ

テストベンチは、テストパターンにより検証対象を動作させその結果を確認する為の環境であり、一般的には検証対象と同じ設計言語にて記述されるものである [1]。主に以下のような機能を有する。

- テストパターンを格納する為のメモリ

Verification of system LSI , Hitoshi Ueno ,  
Tatsuya Kimishima , Sachiko Nakazawa ,  
Tadao Harashima , Design systems  
engineering center , Mitsubishi Electric Corp

- 検証対象からのリクエストに対して応答するモデル (メモリモデル等)
- 検証対象と通信を行うモデル (シリアル送受信モデル等)
- 外部要因発生モデル (割込み等)
- バストランザクションモニタ
- プロトコルチェッカ

## 2. 2. テストパターン

テストパターンは、検証対象の機能に着目し、それらの機能を動作させる手続きを記述したものである。また、動作結果の期待値との比較もテストパターンで行う場合もある。記述言語としては、検証対象が有するプロセッサで動作可能なプログラミング言語であったり、検証対象と同じ設計言語であったりする。

## 3. 検証データの資産化

検証負荷の増大を抑える仕組みとして、従来は開発の終了と共に捨てていた検証データを資産とみなし、次の開発へ再利用する事を考える。再利用可能な検証データの仕組みとして、以下の点に留意する。

- 検証対象の仕様に強く依存する部分、つまり試験条件そのものはテストパターンにて実現する。
- 期待値比較手段 (合否判定手段) と試験条件の実施手段は同じテストパターン内にて行う。
- テストベンチ側には、試験シーケンスを与える事により動作するようなプログラマブルな機能を持たせる。

## 4.機能検証の実施

マイクロプロセッサコア及び周辺回路から成るシステム LSI に対して、検証データの資

産化に留意した機能検証を実施した。検証対象は周辺回路であり、それらを10種類の機能ブロックに切り分け、おのおのの機能ブロックに対応したテストパターンを作成した。また複数ブロックを同時に動作し試験する組み合わせ試験用のテストパターンも作成した。これらのテストパターンは、マイクロプロセッサ上で動作可能なプログラムとして実現した。これら検証環境の概念図を図1に示す。

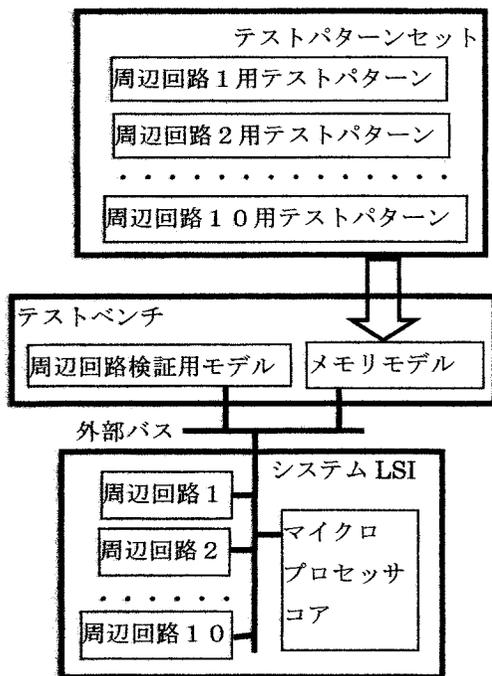


図1 検証環境概念図

試験シーケンスの実施とその動作結果の合否判定を1つのテストパターン内で実現するには、テストパターンとテストベンチの間で、インタフェースを取る必要がある。この為に、プロセッサの外部アドレス空間内にテストベンチ用の領域を予約し、テストパターンはこの領域に対してアクセスを行う事により、テストパターン側からテストベンチ側の動作を制御可能とした。

これにより、例えばある周辺回路用のテスト

パターンでは、図2のような試験シーケンスを行う。このように、テストパターンにて試験シーケンスを実現する事により、検証データの再利用性は高まる。例えば、次開発においてある周辺回路の仕様に変更が行われた場合、その周辺回路のテストパターン及び検証用モデルへの修正を行う事で再利用が可能となる。また検証用モデルの機能をより汎用的にしておく事で、テストパターンの修正のみで対応が可能となる。

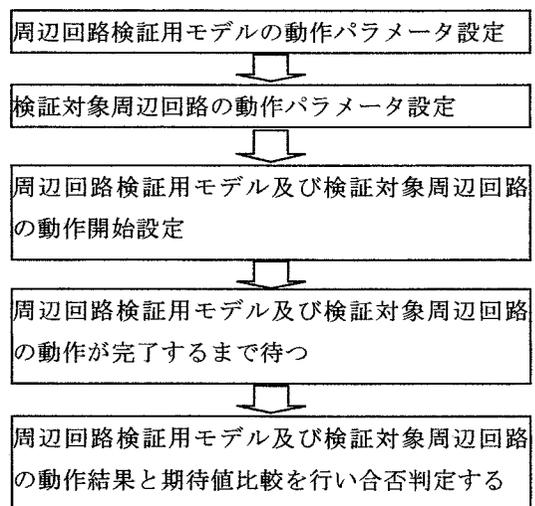


図2 周辺回路の試験シーケンス

## 5.おわりに

このように、再利用性を考慮した検証データの考え方を実際のシステムLSI開発に適用した。再利用率を向上させるには、テストベンチが持つ検証用モデルの機能をより汎用的なものにし、またテストパターンの記述スタイルとしてモジュール化を進める事が必要であり、今後の課題である。今後は次開発において、実際に検証データの再利用を行い、検証負荷増大の抑制に効果をあげてゆく予定である。

## 参考文献

- [1]設計スタイルガイド (Design Style Guide)、株式会社エッチ・ディー・ラボ、STARC