

VLSI 高速診断方式

7N-7

都築 敏也** 日當瀬 良夫** 山際 明* 鶴身 栄一*

* (株)日立製作所

** 日立コンピュータエンジニアリング(株)

1. はじめに

近年のVLSI動作の高速化に伴い、検査工程においても製品の検査を高速動作で行う必要が生じている。このとき、テストを行うテストと、テスト対象であるVLSIとを結ぶケーブルの信号伝播遅延により以下の問題の発生が考えられる。

(1) 出力値が遅延し、次以降のテスト時間中に表れてしまい、正常なVLSIが故障を起こしているように見える

(2) データを双方向に受け渡すエッジピン(双方向ピン)上でデータの衝突が発生し、正常なVLSIが故障を起こしているように見える

以上の問題に対処するため、あらかじめVLSIに与えるべきテストデータを加工しておくという方式を考案した。以下に詳細な解説を行う。

2. VLSI 高速診断時の問題対策(1)

- 出力値の遅延対策

VLSIが出力値を出力してからテストに届くまでの、ケーブルを伝わってくる時間をケーブル遅延と呼び、ケーブル遅延が0であると仮定したときの、「VLSIに何らかの入力データ(ベクトル)を与えてからその反応をチェック、次のテストデータを与えるまでの一連の動作単位時間」をテストレートと呼ぶ。

VLSIを高速に動作させるためにはテストレートを小さくする必要があるが、ケーブル遅延は小さくならないために出力値に遅延が発生する。

(図1参照)

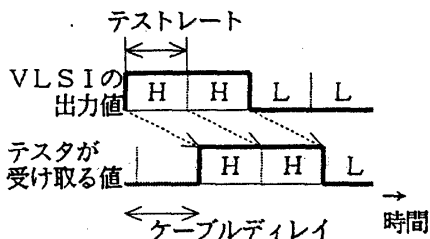


図1 ケーブル遅延による出力値の遅延

図1のようにケーブル遅延がテストレートよりも大きくなった場合、VLSIの出力値がテストに届くのは、本来のテストタイミングよりも1テスト分後になる。したがって図2のように出力値と1テスト後の出力期待値とが異なる場合には、正常動作を行っているVLSIでもテストでは出力期待値と不一致となり、VLSIの診断は正しく行われない。

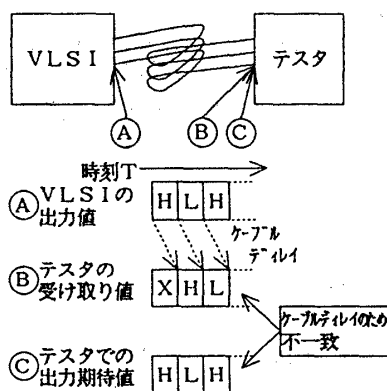


図2 ケーブル遅延のためエラーとなる場合の事例

この問題の対応策として、「あらかじめ出力期待値をつぎのテスト以降にずらした形にテストデータを加工する」という手法を考案した。(サイクルシフト技法: 図3参照)

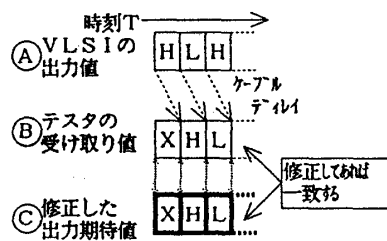


図3 期待値をあらかじめ修正した場合の事例

このように、出力期待値を遅延時間に対応するテスト数分だけ、あらかじめ後方にずらしておくことにより、高速テストにおいてもテストデータ上矛盾を生じない。

3. VLSI高速診断時の問題対策(2)
 - 双方向ピン上のデータ衝突の回避法

VLSIのデータの受け渡しは、下図4の順序で行われる。

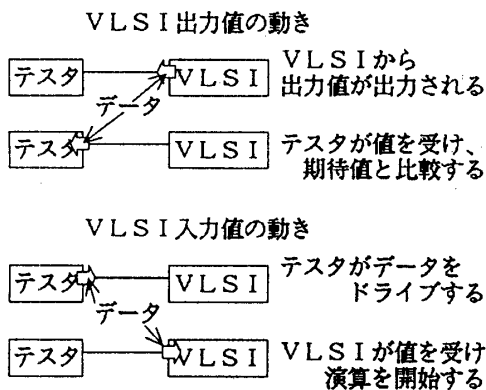


図4 VLSIの入出力時のデータの流れ

このVLSIのピンが、入力用にも出力用にも動作するピン(双方向ピン)であるとして、あるテストでは「出力値が期待値Hと一致することをチェック」し、その次のテストでは「入力値Lを与える」という場合を考える。ケーブル遅延が無視できるほど小さい場合には、図5のように何等問題は発生しないが、VLSIを高速に動作させ、テストレートを小さくする場合には図6のような現象が起こり、VLSIの診断は正しく行われぬ。

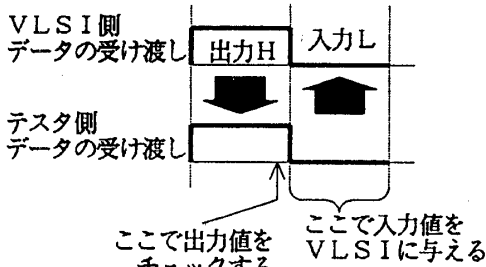


図5 ケーブル遅延が無い場合の双方向ピンの動作

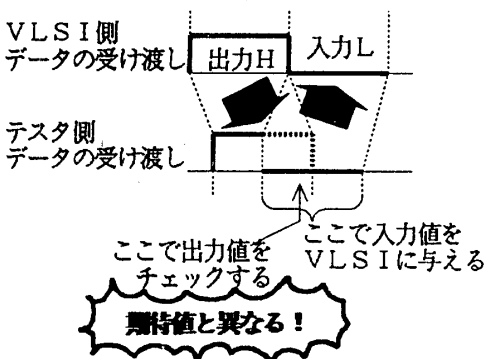


図6 ケーブル遅延がある場合の双方向ピンの動作

図6の問題の原因は、テストの以下の動作に起因する。

- ・ 出力値は、テストにケーブル遅延分だけ遅れて到着するため、期待値との比較はそれから行う
- ・ 入力値は、ケーブル遅延分だけ先にテストから出力される

したがってVLSIピン上で出力から入力に切り替わる場合には、「出力値をテストが判定する前に、次のテスト用の値をテストが出力してしまう」ために、テストすべき値ではなく、次テストの入力値を抽出してしまう。VLSIの出力値と、テストがVLSIに与えようとしている入力値が異なれば、データが競合し正常な診断が行えない。(例:不良品を良品と見なしてしまう等)

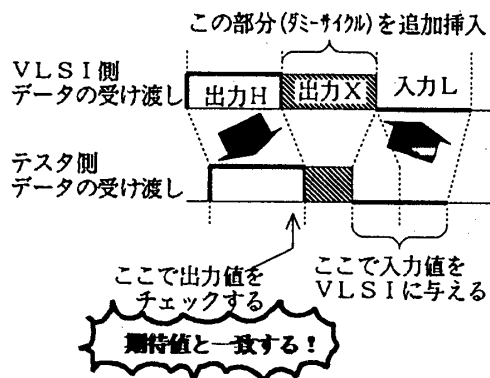


図7 ダミーサイクルを挿入した場合のVLSIの動作

この問題の対策として、図7のようにダミーサイクルと呼ばれる診断時間を挿入し、全体の整合を図る。ダミーサイクルは同時に全エッジピンデータに挿入をしなければならないため、入力ピンについては「VLSIの内部状態を変化させないような値」を、また出力ピンについては「診断対象としないような不確定値X」をデータとして挿入を行えば、論理上問題とはならない。

4. おわりに

VLSIの高速診断方式を示した。この方式は、VLSIが高速動作している限りテストデータとして正しいものとなり、また適用に特別な装置を必要とせず、幾つずらすかという数(=シフト数)と挿入するダミーサイクル数を変えてテストデータを加工することによって様々な場合に対応が可能であるという利点を持つ。