

インターフェースシミュレータの開発

6Q-4

相原 雅己 市村 徹 武井 勉 矢野 栄一 関根 優年

株式会社 東芝 超LSI研究所

1. はじめに

大規模回路の設計においては、階層的設計手法と早期検証による設計効率の向上が重要である。階層的設計手法により、回路を構成する各モジュールは、動作レベル、レジスタ転送レベル、ゲートレベル等それぞれ異なるレベルで記述されるため、早期検証を実現するためには、これら異なるレベルのモジュールが混在したものをシミュレートできるミックスシミュレータが必要と考えられる。このような観点から、我々は階層的ハードウェア設計言語H²DLに基づく設計検証ツールとしてミックスシミュレータFALの開発を進めてきた。H²DLには4つの記述形式があり、その1つインターフェース記述では機能レベルで入出力のタイミングを記述できる。ミックスシミュレータFALにおいて、インターフェース記述を模擬する部分を特にインターフェースシミュレータと呼んでいる。

本論文では、インターフェースシミュレータにおけるディレイ処理とタイミング処理の実現方法について述べる。

2. インターフェース記述とシミュレータの概要

インターフェース記述は動作レベルで記述されたモジュールと外界との間の情報を記述したものである。具体的には、(a) 外部端子の宣言、(b) 禁止入力、パルス幅、信号間のタイミング等の制約を記述する。図1に記述例を示す。<VCNS>

は禁止入力でブール式が真となる入力を禁止している。<PCNS>はパルス制約で信号の最小0パルス幅を指定している。<TCNS>はタイミング制約でセットアップとホールド時間を指定している。負のセットアップとホールドのチェックを行うために自動的にdelay素子を入れて遅れた波形を作る。以上のことをシミュレートするためにインターフェースシミュレータにはディレイ処理、タイミング処理が必要である。これらの処理はいずれもイベントプロセッサ内で行なう。図2にイベントプロセッサのフローを示す。ディレイ処理では発生したイベントの登録に関して処理を行なう。また、タイミング処理では値表の更新前に信号変化のチェックを行ない、すべてのイベントを処理した後で時刻更新の処理を行なう。

```

00001 <INTF> SAMPLE :
00002 <INPUTS> NCS .NRD .NWR .A<1:0> .RESET ;
00003 <BIDIRECTS> D<7:0> .PA<7:0> .PB<7:0> .PC<7:0> ;
00004 <VCNS> NCS!A<1:0>!NWR!NRD == 5B01110 ;
00005 <PCNS> NRD = MIN(300. ) ;
00006 NWR = MIN(400. ) ;
00007 <TCNS> WHEN DN(NRD)
00008 HOLD ONE(NWR) BEFORE 350
00009 ENDPHEN ;
00010 WHEN DN(NWR)
00011 HOLD ONE(NRD) BEFORE 350
00012 ENDPHEN ;
00013 WHEN ZERO(NRD)
00014 HOLD STABLE(NCS!A) BEFORE 0
00015 AFTER 0
00016 ENDPHEN ;
00017 WHEN ZERO(NWR)
00018 HOLD STABLE(NCS!A) BEFORE 0
00019 AFTER 20
00020 ENDPHEN ;
00021 <ENDTCNS> ;
00022 <ENDINTF> ;
    
```

図1 記述例

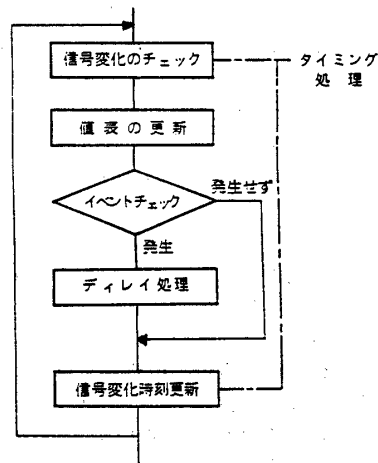


図2 イベントプロセッサのフロー

3. タイミング処理

タイミングチェックの手続きは、コンパイラが生成する内部コードにより実現する。TLU、TLD、TLC、ERRはタイミングチェック用の命令で、それぞれは次のような意味を持っている。

TLU : 信号が立上ってからの経過時間 TLD : 信号が立下ってからの経過時間
 TLC : 信号が変化してからの経過時間 ERR : エラーメッセージの出力

パルス制約<PCNS>、タイミング制約<TCNS>をコンパイラがどのように解釈して内部コードを生成するか、以下に例示する。例中では、=>の前にインターフェース記述の例とその意味を示し、=>の後ろに解釈内容を示してある。

【例1】パルス制約

A = MIN (T0 , T1) ; 信号Aの0パルス幅、1パルス幅の最小値がそれぞれT0 , T1
 => Aが立上った時0パルス幅のチェック : TLD (A) が0パルス幅である。従って、
 if TLD (A) < T0 then ERR (...)
 Aが立下った時1パルス幅のチェック : TLU (A) が1パルス幅である。従って、
 if TLU (A) < T1 then ERR (...)

The development of Interface simulator.

Masami AIHARA, Tohru ICHIMURA, Tsutomu TAKEI, Eichi YANO, Masatoshi SEKINE
 TOSHIBA Corporation

