

# クロストークによる遅延変動を考慮した動的解析手法

Dynamic Analysis Method with Consideration of Delay Time Variation by Crosstalk

小林 政幸 仙頭 航 豊永 昌彦 村岡 道明

高知大学大学院 情報科学分野 村岡研究室

## 1. まえがき

半導体の微細化技術の進歩に伴い問題となっているクロストークは、従来、信号の経路遅延を網羅的に洗い出してタイミング解析を行う静的タイミング解析 (STA: Static Timing Analysis) と回路シミュレータを組み合わせて行われていた。しかし、静的な解析手法では論理動作を考慮した経路が反映されないため擬似エラーが検出されてしまい、クロストーク箇所が過剰に検出されてしまうという問題があった。本研究では、この問題を解決するために、テストパターンを用いた動的クロストーク解析手法およびそれに起因するタイミングエラー検出手法を提案する。

## 2. 動的クロストーク解析手法

動的にクロストーク解析を行うための解析システムの構成図を図1に示す。動的クロストーク解析手法は、レイアウト後の隣接配線箇所を抽出し、それらについてテストパターン入力に対応した遅延シミュレーションを行う。次に、クロストーク判定条件を用いて隣接配線箇所の動作タイミングを解析することにより、擬似エラーを発生させることなく動的なクロストークの検出を可能とする。

## 3. クロストークにより生じるタイミングエラー検出手法

クロストークにより生じるタイミングエラー検出手法のフローを図2に示す。クロストークにより生じるタイミングエラー検出手法は、本研究で提案した“クロストークによる影響で増加する遅延時間算出式”で求めた遅延時間を遅延シミュレーションにバックアノテーションすることにより、回路のタイミングエラーを検出する。

## 4. 評価実験

提案手法の評価結果を表1に示す。表中の“隣接配線箇所総数”とは、隣接している箇所数を表す。隣接配線箇所総数のうちクロストークの可能性のある箇所数を“静的クロストーク数”とし、静的クロストークのうち動的な解析によりクロストークと判定された箇所数を“動的クロストーク数”とした。また、“タイミングエラーを引き起こす動的クロストーク数”とは、動的クロストーク数のうちクロストークにより生じるタイミングエラーの箇所数を表す。

乗算器では回路規模に関わらず、隣接配線箇所総数のうち動的なクロストークが生じるのは4割程度であり、その動的なクロストークがタイミングエラーを生じさせる箇所は1割程度以下(隣接配線箇所の約4%以下)であった。8ビットCPUでは隣接配線箇所のうち動的なクロストークが生じるのは1%程度であり、その動的なクロストークがタイミングエラーを生じさせる箇所はなかった。

## 5. あとがき

本手法を用いるとクロストークによりタイミングエラーを生じさせる箇所を擬似エラーなしで特定できるため配線修正箇所がきわめて少なくなり、動作周波数の高い回路の性能を最大限に引き出すことが可能と考えられる。

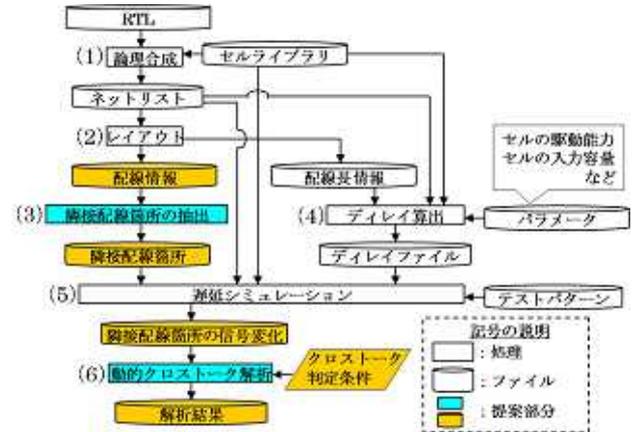


図1. 動的クロストーク解析システムの構成

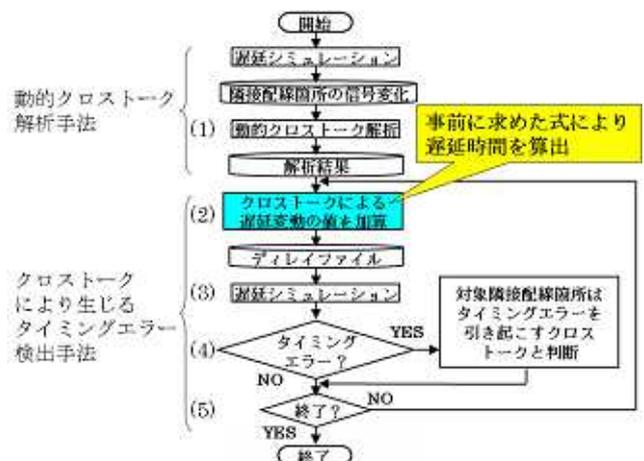


図2. クロストークにより生じるタイミングエラー検出手法のフロー

表1. 評価結果

回路名	隣接配線箇所総数	静的クロストーク数	動的クロストーク数	タイミングエラーを引き起こす動的クロストーク数
16ビット乗算器	3,821	174	71	7 (動的クロストーク71箇所を対象)
32ビット乗算器	21,342	1,410	605	6 (動的クロストーク100箇所を対象)
48ビット乗算器	45,214	3,990	1,682	2 (動的クロストーク100箇所を対象)
64ビット乗算器	83,397	7,601	3,459	0 (動的クロストーク100箇所を対象)
8ビットCPU	5,161	590	6	0 (動的クロストーク6箇所を対象)

## 謝辞

本研究の助成をいただいた独立行政法人科学技術振興機構(平成21年度シーズ発掘試験:課題番号14-071)に深く感謝致します。