

テストパターンに依存したクロストーク解析システム

高知大学理学部情報科学コース 村岡研究室
小林 政幸 村岡 道明

1. まえがき

近年、半導体製造技術の微細化の進行にともない、論理ゲートの遅延時間よりも配線に起因する遅延時間の方が大きくなり、クロストークという現象が問題になってきている。クロストークとは、ある配線の電圧変化が配線間容量を介して隣接配線に電圧変化（ノイズ）が現れる現象のことであり、隣接配線の論理誤動作を引き起こしたり、信号遅延の増加を招く。

従来は、回路の接続関係をもとに、信号の経路遅延を網羅的に洗い出して検証を行う静的タイミング解析を用いてクロストークを検出していたが、この手法では多くの擬似エラーも検出される。

そこで、本研究では、テストパターンによる動作を考慮したクロストークを解析するため、擬似エラーを検出することなく詳細な解析を行う。

2. システム構成

テストパターンによる動作を考慮したクロストーク解析システムの構成図を図1に記す。システムの構成について図1に沿って、以下に示す。

- (i) レイアウトを行うために論理階層で記述されたネットリストを展開し、レイアウト階層のネットリストをファイルに保存する。
- (ii) レイアウト階層のネットリストをもとにレイアウトを行い、隣接配線箇所と配線長情報をファイルに保存する。
- (iii) レイアウト階層のネットリストと配線長情報とセルライブラリをもとにディレイファイルを作成し、ファイルに保存する。
- (iv) 入力にテストパターンを与え、論理シミュレータにディレイファイルを読み込ませてタイミングシミュレーションを行い、隣接配線の信号変化をファイルに保存する。
- (v) 隣接配線の信号変化のデータをもとにクロストークを解析し、解析結果をファイルに保存する。

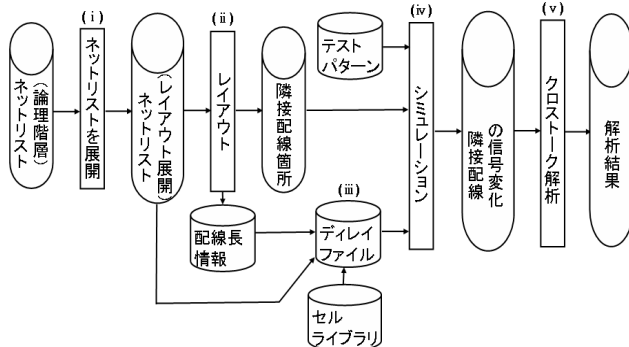


図1. クロストーク解析システム構成図

3. 実験

3.1 実験条件

図1で提案したシステムを使用し、実験対象回路としてネット数1521の組み合わせ回路を用いて評価実験を行った。

実験条件を以下の(i)~(iii)に示す。

- (i) 入力ランダムで10,000パターンかつ1サイクル経過するたびに1パターン与える。
- (ii) 隣接配線長24グリッド以上のペアを調べた。
- (iii) 回路周波数は10GHz(1周期100ps)。

3.2 隣接配線

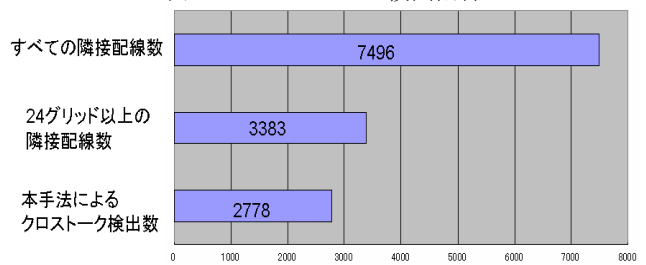
(入力容量) + (配線-基盤間容量) による遅延時間の平均が30.65psで、(配線-配線間容量)による遅延時間が、(入力容量) + (配線-基盤間容量)による遅延時間の約10%に相当するのが並行配線長24グリッドのときである。よって、本実験では、24グリッド以上の隣接配線について調べる。ここで、1グリッドは0.25umである。

3.3 実験結果

実験結果は表1の通り。すべての隣接配線数は、隣接配線の総数を表し7496組あり、24グリッド以上の隣接配線数は、24グリッド以上の隣接配線の数を表し3383組ある。本手法によるクロストーク検出数は、本手法を用いて検出した数で2778組あり、その割合は24グリッド以上の隣接配線数に対しての割合であり82.12%となった。本手法の解析手法は、隣接配線の2つをA,BとしたときにAの立ち上がる時の時刻を t_{Ar} 、Aの立ち下がる時の時刻を t_{Af} 、Bの立ち上がる時の時刻を t_{Br} 、Bの立ち下がる時の時刻を t_{Bf} としたときに、 $0ps \leq t_{Br} - t_{Af} \leq 1.7ps$ または $0ps \leq t_{Ar} - t_{Bf} \leq 1.7ps$ を同一サイクル内で満たすときにクロストークと判断する。また、すべての隣接配線7496組のうちクロストーク発生割合は37.06%となった。

実験結果から、24グリッド以上の隣接配線3383組のうちおよそ20%はクロストークが発生しないことがわかった。

表1. クロストーク検出割合



4. まとめ

テストパターンに依存したクロストーク解析システムを提案し、クロストーク検出割合を調べた。

実験回路としてネット数1521の組み合わせ回路を用いたところすべての隣接配線7496組のうちクロストーク発生割合は37.06%となり、24グリッド以上の隣接配線3383組のうちクロストーク検出割合は82.12%となった。よって、24グリッド以上の隣接配線のやりなおし箇所がおよそ20%削減できる。

順序回路が多くまじった回路など、今回の実験に用いた回路とは異なった回路で実験を行い、クロストーク発生割合を調べることが今後の課題である。