

配線間距離に起因するクロストーク遅延変動の解析手法

Analysis Method of Crosstalk Delay Variation by Distance of Parallel Wiring

仙頭 航 小林 政幸 村岡 道明

Wataru Sento, Masayuki Kobayashi, Michiaki Muraoka
高知大学 理学部 情報科学コース 村岡研究室

1. 概要

近年、半導体製造技術の微細化が進むことにより、クロストークの問題が顕著になりつつある。クロストークとは、ある配線の信号変化が配線間容量を介して隣接する配線の信号にノイズが現れる現象のことであり、信号遅延を増減させ、最悪の場合、回路の誤動作を引き起こす。(図1参照)

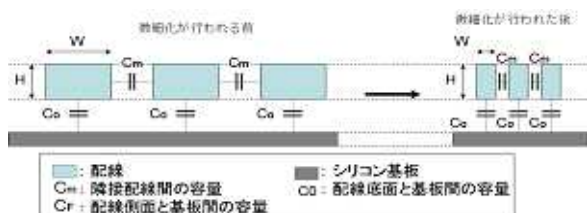


図1 微細化の進行による配線間の容量の増加

従来のクロストーク検出方法としては、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、STAでは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。そこで本研究は、この問題を解決するために配線パターンに起因して生じるクロストーク問題に注目し、レイアウト前段階でのクロストーク回避を目標とする。そこから隣接配線長および、配線間距離とクロストークの関係性を、回路シミュレータを用いて隣接する2配線の遅延時間増加割合を調査する実験を行った。その実験結果から、レイアウト前段階でクロストーク遅延時間増加分を算出する定式化を行った。算出した式を用いることにより、隣接配線長の長さが判明すれば配線間距離をどの程度離せばクロストークを回避することが可能であるのかが明らかとなるため、レイアウト設計段階にてクロストークを回避することができる。(図2参照)

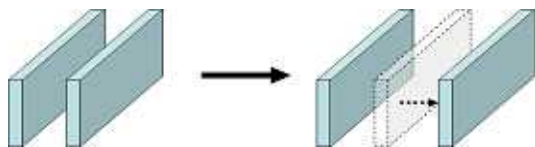


図2 配線間隔を広げるクロストーク回避手法

2. 回路シミュレータでの実験結果

隣接する2配線のモデル(図3参照)を用いて、信号遅延増加割合が25%以上でクロストークが発生したと仮定し、配線間距離を1Grid(0.36μm)刻みで、配線間距離0.5Grid、1.5Grid、2.5Gridの場合について実験を行った。

実験結果から0.2psの時に最もクロストークの影響が大きくなる事がわかった。

また、配線間距離は1Grid離すことにより、配線間距離を離す前と比べ、おおよそ1/2程になることがわかった。

以上のことから、配線間距離を離してクロストークを回避することは有効であることがいえる。

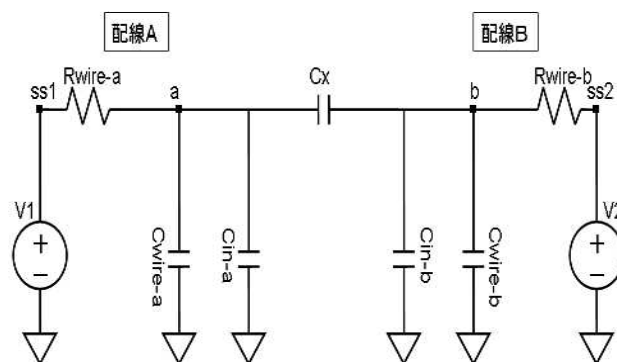


図3 隣接配線の回路モデル(Lumped Model)

3. 遅延時間変動割合を求める定式化

遅延時間増加割合(CT_{ir})を、配線間距離(D)と、隣接配線長(L)により算出する式を回帰分析により求めた。

$$CT_{ir} = -13.0649130362317 * D + 0.118260204293439 * L + 27.5421550.1 \sim 0.2496$$

切片: 27.5421550.1 ~ 0.2496

配線間距離の係数: -13.0649130362317

隣接配線長の係数: 0.118260204293439

相関係数: $R^2 = 0.802614$

この式を用いることにより、隣接配線長の長さが判明すれば配線間距離をどの程度離せばクロストークを回避することが可能であるのかが明らかとなるため、レイアウト設計段階にてクロストークを回避することができる。