

超LSI設計支援システム (3)

5R-8

— レイアウト コンパクト —

山内 貴行、神戸 尚志、西岡 郁夫

シャープ株式会社

1. はじめに

超LSI設計支援システムのレイアウトコンパクトについて報告する。

LSIの大規模化、高密度化に伴い、従来のマニュアルによるレイアウトの限界が指摘され、シンボリック・レイアウト+コンパクトによる解決方法が提示されて久しいが[1][2]、コンパクトが可能でレイアウト・モデルは制約が強いためにその普及が遅れているのが現状である。

そこで、今回レイアウト方法に対する制限がなく、レイアウト・エディタに対する特別な負担も少ないコンパクトを開発した。

2. 特徴

(1)伸縮可能なシンボル(Sシンボル)の導入

入力する際の座標点によって伸縮させることが可能なシンボルをSシンボル(ストレッチャブルシンボル)と呼ぶ。(図1)

従来、伸縮可能なシンボルは配線だけであったが、本システムでは配線以外の素子も伸縮可能なシンボルとして使用することができる。このため、LとWの比が異なるトランジスタや大きさの変なコンタクトなどを簡単に作成することができる。

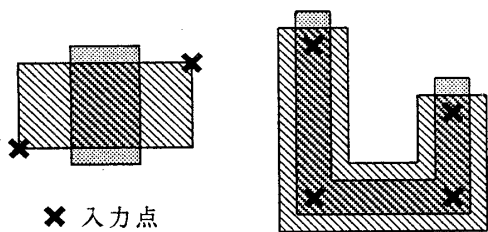


図1 Sシンボルの例

そのような多様なレイアウトに対しても配線以外の素子の形状を変えることなくコンパクトを適用することが可能である。

(2) マスク・レベルの考慮

本コンパクトはシンボリック・レイアウトに対して適用するが、シンボル間のスペーシングや、接続関係の判定は実際のマスク図形の位置に基づいている。従って、シンボル間のルールを作成する必要はない。また、接続しているシンボル同士をコンパクトに認識させるために特定の位置関係に配置する必要もなく、マスクレベルで接続していればよい。(図2)

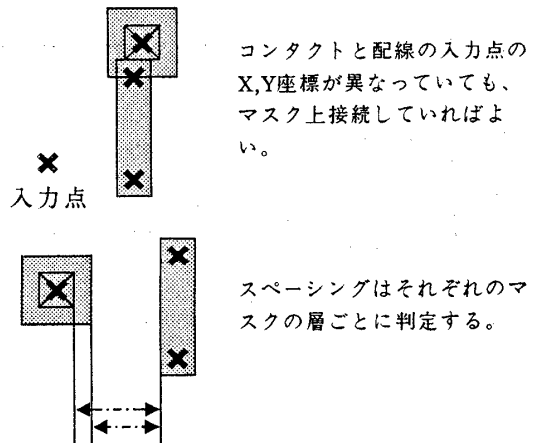


図2 マスク・レベルの考慮

(3) エディタに対する考慮

本コンパクトは、レイアウトデータ・ベースにコンパクト用の特別なデータを加える必要がない。またエディタを終了することなくコンパクトの実行、結果の参照が可能である。コンパクトの実行中も他のセルに対するレイアウトができる。

(4) テクノロジーと独立

コンパクトはプロセスに関する情報を持つテクノロジー・ファイル内の各層間スペーシング・ルールを参照してコンパクトを行うので、テクノロジーに依存しない。

3. 手法

基本的には、グラフ理論の最長経路法を採用しているが[2][3]、Sシンボルの扱いや、素子内の移動を実現するために次のような新しい手法を導入している。

(1) マスク領域の算出

シンボルの登録時に、シンボルの入力点より実際のマスクの領域を算出するために、各シンボルに対し、配置された時の入力点からシンボル内の各層の上下左右4方向の領域の端までの距離を求める。Sシンボルの場合、マスク図形は単一の入力点では決定できないので他の入力点によって伸縮する方向も求める。(図3)

これによりコンパクションする際は高速にマスク領域の算出が可能である。

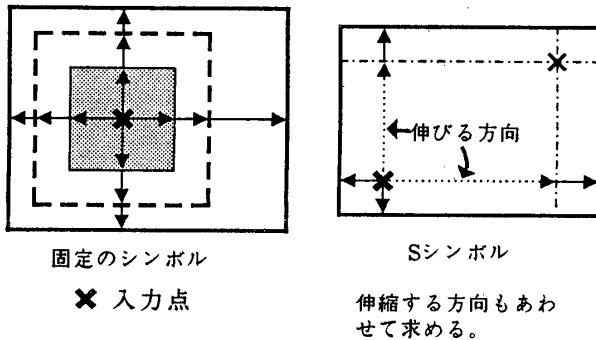


図3 マスク領域の算出

(2) 素子内の移動

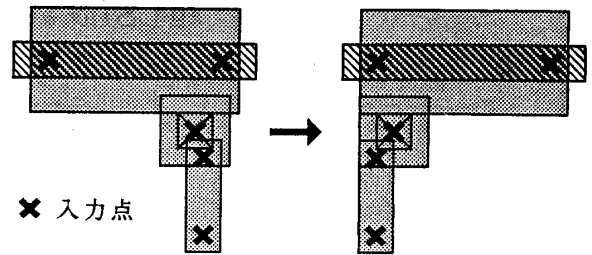
従来の最長経路法を用いたコンパクションでは、コンパクション方向に対して垂直な方向に電気的に接続しているシンボル群は、グラフ上で1つの頂点として割り当てられ、素子内を他の素子が移動することは不可能であった。

今回の手法ではそれぞれのシンボルに対して頂点を割り当て、頂点が表現するマスクの位置を考慮して接続関係を判定し、接続しているもの同士はマスクの存在領域内で移動するような制約をグラフの辺に与えた。(図4)

このためグラフのサイズは増すが、制約のないレイアウトを行うことができ、また、よりきめ細かいコンパクションが可能で、トータルのレイアウト時間の短縮が実現できる。

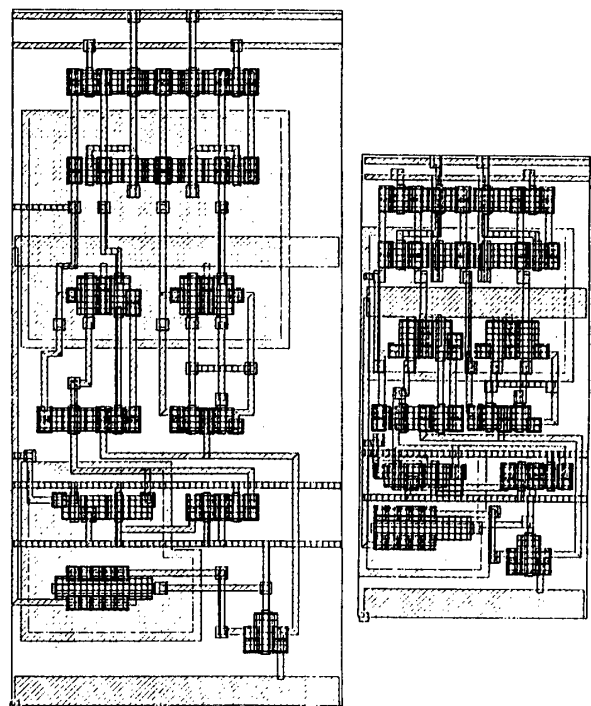
4. 実行結果

実際のレイアウトに対してコンパクタの適用例を図5に示す。



トランジスタ、配線とコンタクトがそれぞれ独立してグラフに表され、素子内移動が可能である。

図4 素子内の移動



面積比46%に縮小

図5 実行結果

6 おわりに

本コンパクタにより、コンパクションを意識せずレイアウトが行えるようになった。課題として2次元コンパクタへの拡張が残される。

参考文献

- [1]Idem, "STICKS-A New Approach to LSI Design," Master's Thesis, MIT, 1977.
- [2]A.E.Dunlop, "SLIM-The Translation of Symbolic Layouts into Mask Data," Proc. 17th DAC, pp.595-602, 1980.
- [3]Y.Z.Liao and C.K.Wong, "An Algorithm to Compact a VLSI Symbolic Layout with Mixed Constraint," IEEE Trans. on CAD, Vol.CAD-2, No.2, pp.62-69, 1983.