

4V-1

敷き詰め型ゲートアレイ用の
詳細配線手法とその実験

門脇 春則

山田 正昭

(株)東芝 ULSI研究所

1. はじめに

ゲートアレイのレイアウトでは、未配線または配線のショートを出さずにゲート使用率を向上させることが必要である。さらに、微細化技術の進展により配線層の多層化が進み、配線チャンネルという概念がなくなりつつある。我々はこれまで、敷き詰め型ゲートアレイ用の配線手法に関していくつかの提案を行ってきた[1,2]。そして、提案した手法を取り入れた敷き詰め型ゲートアレイ用の詳細配線プログラムを開発し、実際の回路に適用した。本稿では、そこで使われた手法およびその結果を報告する。

2. レイアウトモデル

対象としているレイアウトモデルは、敷き詰め型ゲートアレイであり、その特徴としてセル列・配線チャンネルの概念はなく、セルはチップ上の適当な位置に配置することができる。また、端子・既配線などの配線禁止領域以外は、チップ上を自由に配線することができる。

3. 詳細配線の概要

詳細配線は、概略配線の結果を参考にして各ネットがデザインルールの違反がなく接続されるように、個々の配線セグメント・ビアの座標値の決定を行うものであり、100%配線および配線長・ビア数の最小化といったものが目標となる。

処理手順は、以下に示すようにチップを格子状の配線領域に区切り、各配線領域毎に配線を行っている。また、2端子間の配線は、線分探索法を多層配線に応用したグリッドベースの配線で行っている。

処理手順

- ・チップを格子状の配線領域に区切る。
- (配線領域毎に)
- | (ネット毎に)
- | | ・ネットを2端子対に分解する。
- | | (2端子対毎に)
- | | | ・2端子間の配線を行う。
- ↓ ↓ ↓

4. 機能

今回開発した配線プログラムでは、配線を行う多端子ネットを2端子対に分解し、優先度をつけた逐次配線を行っている。そのため、先に配線さ

れた2端子間の配線径路により、後に行う2端子間の配線が妨害され配線ができない場合がある。これを避けるために次の2つの手法を詳細配線プログラムに取り入れている。

(1)配線リソースのリザーブ機能

既に行なわれた配線によって後に行なわれる配線が妨害される場合の多くは、未配線ネット端子の近傍に他の既配線ネットの配線が存在するため、端子からの配線の引出しが不可能になるためである。そこで、各端子から配線が引き出されると予想される方向(端子の配線層方向)に、ある程度の長さの「勢力範囲」を設定しておき、その勢力範囲内は他のネットの配線が通れないように制御している(図1)。勢力範囲の長さは、配線格子辺長のパーセンテージで設定できる。なお、勢力範囲は配線処理の後半で解除される。

(2)配線順序の動的変更機能

2端子間の配線を行う場合、端子の位置関係から配線径路の折れ曲がり回数を予測し、その回数の少ないものから配線を行っている。つまり、配線径路の自由度が少ないものから配線を行うという方法をとっている。さらに、ある2端子間の配線が完了した場合には、配線径路も含めて1つの端子とみなし新たに配線径路の折れ曲がり回数を予測し、配線順序を変更している。また、実際に2端子間の配線を行うときは、配線径路の折れ曲がり回数に制限値をつけた配線を行い、制限値以内の折れ曲がり回数で配線ができないときには、その2端子間の配線を後回しにする。配線径路の折れ曲がり回数の制限値は、配線の途中で変更される。

配線リソースのリザーブ機能における勢力範囲の設定・解除および、配線順序の動的変更機能における配線径路の折れ曲がり回数の制限値は、あらかじめ指定しておくことができる。

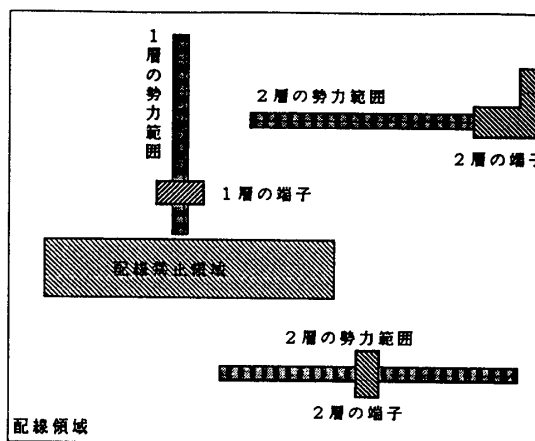


図1 勢力範囲の設定(例)

5. 実験・結果

詳細配線プログラムに取り入れた機能が、配線の性能にどれだけ効果があるのかを実験により調べた。

図2は、配線リソースのリザーブ機能において設定する勢力範囲の長さを変化させた場合の配線のショート数の変化を示すグラフである。勢力範囲の長さは配線領域辺長（配線トラック本数は70~80本）の0%から100%まで変化させている。実験には、表1に示してあるデータの中から一部の配線領域を取り出したものを使用した。同図より勢力範囲が比較的短い場合、先に行われる配線が他のネットの端子近傍を通り易いため、後に行なわれる配線の端子からの引出しが不可能になり配線のショートが生じたと考えられる。また、勢力範囲が比較的長い場合、先に行なわれる配線が他のネットの勢力範囲を避けようとして迂回し、最終的に配線全体の混雑度が増加したため配線のショートが生じたと考えられる。同図より勢力範囲の長さは配線格子辺長の30%程度が最適であると考えられる。

なお、文献[3]に類似の手法が提案されており、該文献では、ここでいう勢力範囲に相当するものの長さを配線領域辺長の50%に設定することを標準としている。該文献では、純粋なスイッチボックスルータ問題を扱っており、配線領域内に障害物が存在しない。この問題では配線領域内に障害物が多数存在するため、勢力範囲を比較的短く30%に設定することが良かったものと思われる。

図3は、配線順序の動的変更機能および配線リソースのリザーブ機能の有無による配線性能の変化を示す図である。実験には表1に示したデータの中のAデータを使用した。同図より、配線順序の動的変更機能が配線のショート数および処理時間の減少に効果があることがわかる。さらに、配線リソースのリザーブ機能と組み合わせると、配線のショート数および処理時間の減少に、より大きな効果があることがわかる。なお、使用した計算機の性能は、約10MIPSである。

表1に示したデータを用いて、チップ全体の配線を行った結果の詳細を表2に示す。

表1 データ

データ名	A	B*	C	D
母体サイズ	5 K	3 K	38 K	51 K
ネット数	784	784	5742	5982
セル数	855	855	5699	5284

* 3層データ、他は2層データ

表2 配線結果

データ名	A	B*	C	D
配線長 (m)	0.86	0.65	7.15	10.5
ビア数(×1000)	6.2	6.3	47.9	58.1
CPU時間(分)	13	20	108	160

* 3層データ、他は2層データ

6. おわりに

今回、敷き詰め型ゲートレイ用の詳細配線プログラムに取り入れた手法が、配線性能の向上および、処理時間の短縮に効果があることが確認できた。また、実用的な規模の回路に対しても適用できることを明らかにできた。今後、配線性能を向上させるため、さらに検討を続けて行きたい。

参考文献

- [1] 高野、山田、“チャンネルフリーゲートレイ用の高速概略配線手法”、電子情報通信学会春季全国大会 1-270 (1989)。
- [2] 山田、高野、門脇、“ゲート敷き詰め型ゲートレイの自動配線”、情報処理学会設計自動化研究会資料 46-5 (1989)。
- [3] J.P.Cohoon, P.L.Heck, "BEAVER : A Computational-Geometry-Based Tool for Switchbox Routing", IEEE Trans. on CAD, vol.7, no.6, PP.684-697 (1988)。

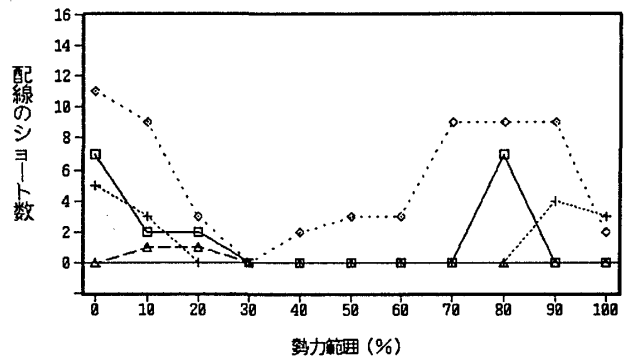


図2 勢力範囲長に対するショート数の変化

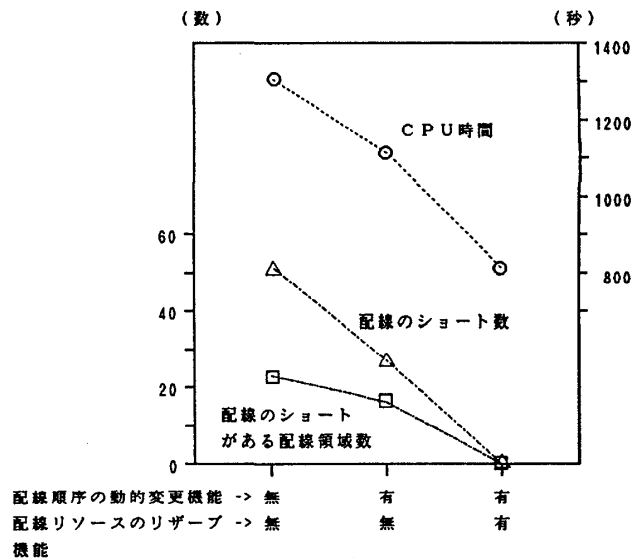


図3 各機能の有無による配線性能の変化