

スタンダードセルLSI統合レイアウトシステム (4)
——自動配線手法——

6R-7

木下善彦 永原 出 石井 真
ソニー株式会社 半導体事業本部

1. はじめに

LSIの大規模化に伴ない、階層設計の手法が取り入れられるようになり、それに対応する自動配線プログラムが必要となっている。本文では、階層設計における自動配線手法について述べる。

一般に階層設計を行なう場合、下位ブロックをブラックボックスとして扱ふとチップ面積の増大を招くことになる。これに対して本手法では下位ブロックをブラックボックスとせず、その中の配線禁止領域を避けてブロック上を二層配線で通過する事ができ、これを防いでいる。さらに自動配置手法(1)と共通の目的関数を用いることにより、人手と同等のチップ面積のレイアウトが可能である。

2. 本手法の処理手順

本手法の処理手順を図1に示す。まず与えられたセル及びブロックの配置に対し、チャンネルグラフを作成する。次にこのグラフ上でグローバル配線を行ない、概略的な配線径路を求める。そしてそれに基づきブロック上通過配線及び詳細配線を行なう。

この時、配線領域上で水平方向を1stA1 (1A1)、垂直方向を2ndA1 (2A1) で配線する。またブロック上通過配線もこれに従って二層配線で行なう。

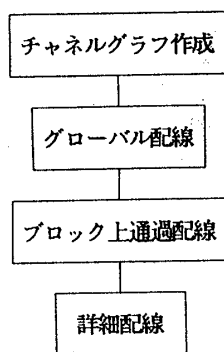


図1. 本手法の処理手順

3. チャンネルグラフ

本手法で用いるチャンネルグラフを図2に示す。

各配線領域の交点、各ファンクションブロック (FB) ・ラージセルの中心及びその上下左右、そして各セル列の上下にその幅から決められた数の節点を作成し、隣接する節点間に枝を設ける(2)。各枝にはその長さを重みとして与え、またセル列上枝にはその枝を通過できる配線本数 (容量) を与えておく。

4. グローバル配線

グローバル配線では、図2のチャンネルグラフ上で概略的な配線径路を求める。ここでの目的関数は、自動配置手法が詳細セルの配置改善において用いたものと同じであり、各配線領域上の枝の最大混雑度の総和を最小化するという関数を用いている。これによって、自動配置手法における思想をそのまま受け継ぐことになる。

グローバル配線のアルゴリズムは、以下の通りである。

- i) ネットに属する端子を近傍の節点に代表させる。
- ii) i) で求めた節点間の擬似的なスタイナ木を最短径路アルゴリズムにより求める。これをネット数だけ繰り返す。この時、セル列上枝を通過するネット数は容量以下とする。
- iii) 各配線領域上の最大混雑度の枝を通過するネットに対して再配線する。この時、自動配置手法と共通の目的関数を用い、それが減少する間これを繰り返す。
- iv) セル列上枝を通過するネットに対して、その通過位置を決定する。

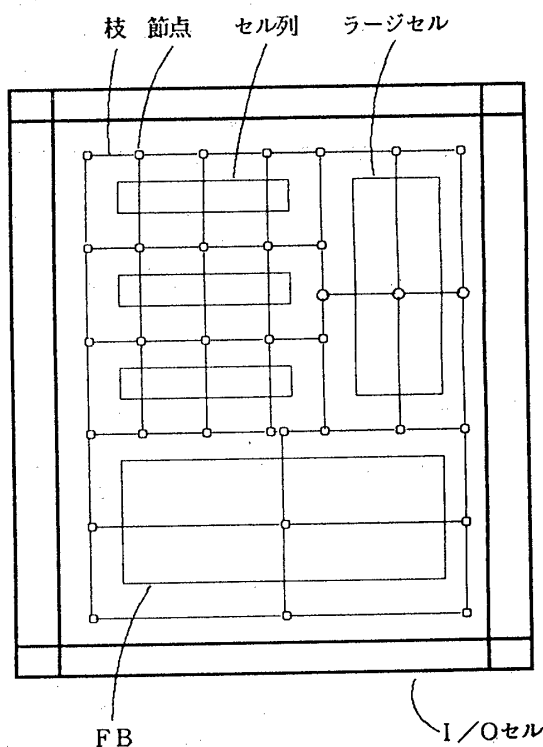


図2. チャンネルグラフ

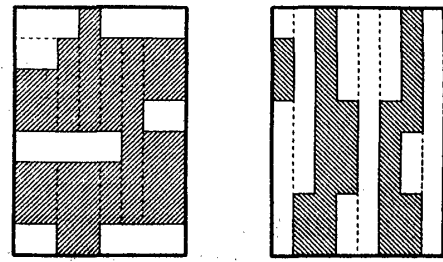
5. ブロック上通過配線

グローバル配線の結果、FB・ラージセル上の枝を通過するネットに対してその詳細な経路を二層（1A1と2A1）配線を用いて求める。

ブロック上通過配線を求める方法としては、階層を展開して経路を求めるという方法が考えられるが、これではデータ量及び処理時間が膨大となり効率的ではない。これに対してブロックの配線禁止領域を避けて経路を求めるという方法があり、既に報告されているが(3)、一層配線のため配線領域の有効利用ができず、また他の配線の障害となる場合が多い。そこで本手法では、データ量・処理時間の削減及び配線領域の有効利用のために、ブロックの配線禁止領域を避けて二層で配線経路を求める手法を開発した。

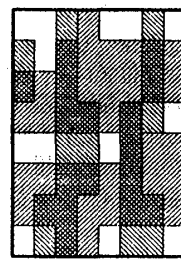
本手法では、処理時間及びデータ量の問題からブロック上通過配線をさらにグローバル配線と詳細配線とに分けており、このグローバル配線にグリッドレスルータ(4)を拡張した形で用いている。ブロック上通過配線のアルゴリズムは、以下の通りである。ここで、ブロックの配線禁止領域は抽出プログラム(5)によって既に抽出されているものとする。

- i) 1A1の配線領域及び配線禁止領域をそれぞれ水平及び垂直に矩形分割し(図3(a))、矩形配線領域を節点に対応させる。
- ii) 2A1の配線領域を垂直に矩形分割する(図3(b))。
- iii) 隣接する1A1矩形配線領域(図4(a))、あるいは矩形配線禁止領域をまたがって隣接する1A1矩形配線領域(図4(b))に対して、2A1の矩形配線領域がそれらをカバーしているならば、対応する2つの節点間に枝を設ける。
- iv) 各枝に対してその長さを重みとして与え、各節点及び枝に対して通過可能な配線本数(容量)を与える。
- v) チャンネルグラフ(図3(d))上で、最短経路アルゴリズムにより概略な配線経路を求める。
- vi) 概略な配線経路に基づいて、詳細な配線経路を求める。この時、節点に対しては1A1、枝に対しては2A1を用いる。

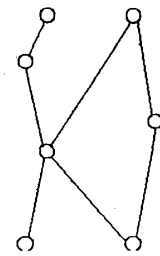


(a) 1A1層

(b) 2A1層



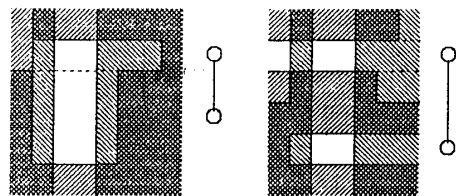
(c) 1A1層と2A1層



(d) チャンネルグラフ

1A1配線禁止領域
 2A1配線禁止領域

図3. ブロック上通過配線におけるチャンネルグラフ



(a)

(b)

図4. 節点間に枝を設ける条件

6. 詳細配線

グローバル配線、ブロック上通過配線によって求めた各セル列上及びFB・ラージセル上の端子位置を基にして詳細な経路をチャンネル配線(6)によって求める。

本手法で用いているチャンネル配線の特徴は、

- 1) グリッドフリー方式
 - 2) デッドスペースの優先利用
- である。

7. まとめ

階層設計における自動配線手法について述べた。

本手法では自動配置手法と共通の目的関数を用いており、また下位ブロックの中を配線禁止領域を避けて二層で配線することができる。これによって人手と同等のチップ面積のレイアウトが可能になった。

(参考文献)

- (1)石井, “スタンダードセルLSI統合レイアウトシステム(3) 一自動配置手法一”, 第33回情処全大.
- (2)井上 他, “LSIレイアウト設計に於る配線チャンネル構成の一手法”, 信学技報CAS80-107.
- (3)樋渡, “VLSIブロック間配線プログラム”, 第31回情処全大 pp1615-1616.
- (4)佐藤 他, “計算幾何学的手法を用いた二層ルータ”, 設計自動化23-1.
- (5)永原, “スタンダードセルLSI統合レイアウトシステム(5) 一配線禁止領域自動抽出一”, 第33回情処全大.
- (6)石井 他, “信号線の属性を考慮したチャンネルルータ”, 電装設技11-2.