

## マクロセル方式レイアウト対応チャネルルータの一手法

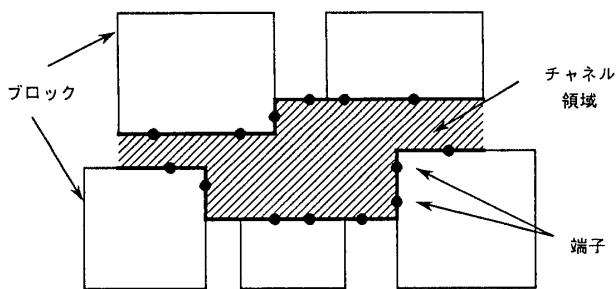
## 4V-3

岡田時仁、神戸 尚志

シャープ株式会社

## 1. はじめに

概略配線と詳細配線からなる2段階配線手法は、VLSIのレイアウトにおいて近年ではかなり実用化が進んでいる。概略配線は全体の配線領域をいくつかの多角形の部分領域に分割した後、各々のネットの径路を部分領域に割り当てるものであり、詳細配線は部分領域ごとに実際の配線を行う。この詳細配線では一般にはその配線率の高さからチャネルルータが用いられる。我々の開発しているマクロセル方式レイアウト対応のルータでは、無効領域を少なくするために従来のチャネル定義とは異なるモデルを採用しているが(図1)、このモデルではチャネル境界線の垂直辺上に端子が存在するため、従来のチャネルルータでは配線が不可能であり、これを実現するためにはスイッチボックスルータの技術が必要となる。L型チャネルに対しても同様である。従来のスイッチボックスルータ[1]はほとんどがグリッド配線を前提としているが、本文ではより効率のよいグリッドレス配線の実現方法について述べる。



(図1) 新しいチャネルモデル

## 2. グリッドレス配線

チャネルルータは、これまで数多くの研究がなされており、使用トラック数は既に最適解(チャネル最大混雑度)に近い解を得るアルゴリズムが、いくつか提案されている[2]。最近ではさらにチャネル幅を縮小するため、グリッドレス配線が重要な要

素技術となっている[3]。我々の実験では、グリッドレス配線は、グリッド配線と比べると約10-25%もチャネル幅を縮小することが確認された。これはグリッドを用いる配線では、そのグリッド間隔としてネットを構成する配線要素(ライン、ビア)間の最小必要間隔のうち最も大きいものを採用しているため、結果として無駄な領域が残るからである。スイッチボックスにおいてもグリッドレス配線が実現できれば、配線効率の向上が期待される。1つの方法としてネットを一本ずつ外周に添わせる配線手法[4]が報告されているが、配線結果がネットの順序付けやビアの位置決定に大きく依存している。本手法は、すべてのネットについて結線を行った後、最小必要間隔規則(デザインルール)を満たすように配線の修正を行う。

## 3. アルゴリズム

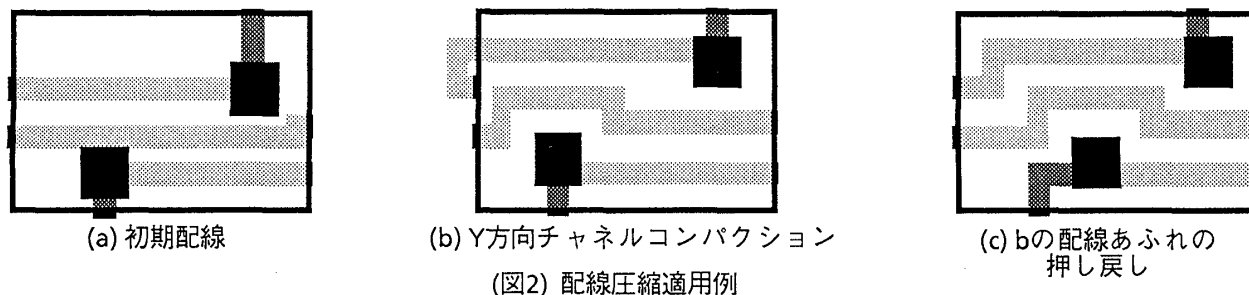
本手法は、1)仮想グリッド上での初期配線処理、2)最小必要間隔規則を満たす配線圧縮処理の2つの処理からなる。

## 3.1 初期配線

初期配線は、基本的には各ネットの位相と使用する層を決める処理であり、配線要素間のデザインルールを必ずしも満たす必要はない。しかし最終的な配線効率を考えた場合、次の配線圧縮処理での配線の修正が少なくなる様に、この段階でなるべく最終結果に近い位置を見積もっておいたほうが望ましい。ここでは適当な間隔の仮想グリッド上で配線を行い、各配線要素の初期位置を決める(図2.a)。配線手法は従来のスイッチボックスルータを適用し、その仮想グリッド上で配線が不可能になればグリッド間隔を小さくしてグリッド数を増やし、再度配線を実行する。

## 3.2 配線圧縮

初期配線処理の結果、デザインルールを犯している部分を取り除く処理を行う。ここでは配線接続



を保ちながら、ラインにジョグを挿入することにより、配線要素を移動していく処理で、チャンネルコンパクション手法を基本としている。チャンネルコンパクション手法とは、配線要素を下から順に添わせ配線を行い、次に不要なジョグを取り除き配線間隔を調整するためのラインの直線化を行う処理である[1]。

一般にチャンネルコンパクションでは、すべての要素のY座標は固定されていないという制限がある。本モデルではこの制限を満たしていないため、途中で処理続行が不可能となることがある。このため本手法では、例外処理として端子に直接接続されているラインのデザインルール違反と配線が領域外へあふれることを許し(図2.bの左部分)処理を続行し、この後配線のあふれを配線領域は押し戻す(図2.c)という方法を採用している。すなわちこの例外処理を含めたチャンネルコンパクションをY方向及びX方向に交互に指定回数繰り返し適用することによりスイッチボックスでのグリッドレス配線を実現している。

### 3.3 ビアシフト

配線圧縮処理はコンパクションを1次元に分解して行っているため、効率よく圧縮できない場合がある。本手法では、ビアシフト操作を行うことにより1次元コンパクションを改善している。この操作は、

添わせ配線後、ラインの直線化処理の対象となっている配線に対して、上下の領域の余裕度を考慮してコンパクションと異なる方向へビアのシフトを行うものである。(図3)

### 4. おわりに

本文では、スイッチボックスでのグリッドレス配線の実現方法について述べた。この方法は、図1のチャンネルモデルやL型チャンネルに対応できる。配線が失敗した場合は、隣接しているチャンネルを含め再度設定しなければならないため、今後は端子位置、端子間隔、領域の形状等の入力データと配線率との関係について調べ、100%配線が可能なチャンネル領域の見積りについて検討していく予定である。

### 参考文献

- [1] Y. shin and A. Sangiovanni-Vincentelli, "MIGHTY:A 'Rip-Up and Reroute' Detailed Router", Proc. of ICCAD, pp.2-5 (1985).
- [2] M. Burstein and B. pelarian, "Hierarchical Channel Router", Proc. of 20th DAC, pp.591-597 (1983).
- [3] D.N. Deutsch, "Compacted Channel Routing", Proc. of ICCAD, pp.223-225(1985).
- [4] Ronald B. Pyke, "A Gridless Switchbox Router", Proc. of CICC, pp.629-632(1987).

