

スタンダードセルLSI統合レイアウトシステム (5)  
—— 配線禁止領域自動抽出 ——

6R-8

永原 出  
ソニー株式会社 半導体事業本部

1. はじめに

LSIの大規模化に伴い、データ量の縮小、計算時間の短縮の面から階層設計手法が重要になってきている。この場合下位ブロックを完全にブラック・ボックス化したのではチップ全体の面積利用率が低下してしまうため下位ブロックの効率のよい抽象化の方法が望まれる。本論文では、下位ブロックの抽象化の方法として用いているプロテクション・エリア(配線禁止領域)について述べる。このプロテクション・エリアの導入によりデータ量の大幅な縮小が可能になり、ブロック上通過配線(1)階層DRCと合わせて効率のよい階層設計が可能になった。

2. データ・ベースの分割とブロックの抽象化

ワークステーション上で大規模LSIをレイアウトする場合、特にデータ量の増加、処理時間の増加を抑える必要がある。そのため本システムでは、データ・ベースを階層毎に切り出し、切り出された単位でレイアウトを行う事によって、大規模化に対処している(2)。この場合下位ブロックの全レイアウト情報を上位ブロックに反映させたのでは、データ量の削減がなされず階層を切り出した意味がない。又、下位ブロックをその外形でブラック・ボックス化したのでは、ブロック上通過配線が行われず、チップの面積効率が低下してしまう。そこで下位ブロックのレイアウト情報を抽出・抽象化して物理的な層の属性を持った図形データを作り、上位ブロックのレイアウトの際に使用する。この図形データを用いる事により、面積効率の低下を抑えながらデータ量の縮小を可能にしている。

3. プロテクション・エリア

プロテクション・エリアとは、物理的な層(1stAl, 2ndAl, Poly)を属性として持つ閉多角形であり、この多角形で囲まれた領域内に下位ブロックの全ての図形要素が含まれていなければならない。又、データ量縮小のために、プロテクション・エリアのデータ量を最少にし、ブロック上通過配線での有効配線面積を最大にするために、プロテクション・エリアの面積を最少にすることが望ましい。即ち、次の相反する条件を満足する事が望ましい。

- A) Protection Area (Data Volume) → Min
- B) Protection Area (Area Size) → Min

A) の条件を満たすために次のような考慮がなされている。

- ① 図形の種類の削減  
配線、コンタクト、セル、下位ブロックのプロテクション・エリアをプロテクション・エリアのみに集約させる。
- ② 図形要素数の削減  
各プロテクション・エリアを一定の値でマージし、大まかなプロテクション・エリアを作成する。
- ③ 頂点数の削減  
作成されたプロテクション・エリアの頂点数を削減するために、長さの短い辺を持つコーナー部分を埋める。

図1にプロテクション・エリアの概念図を示す。

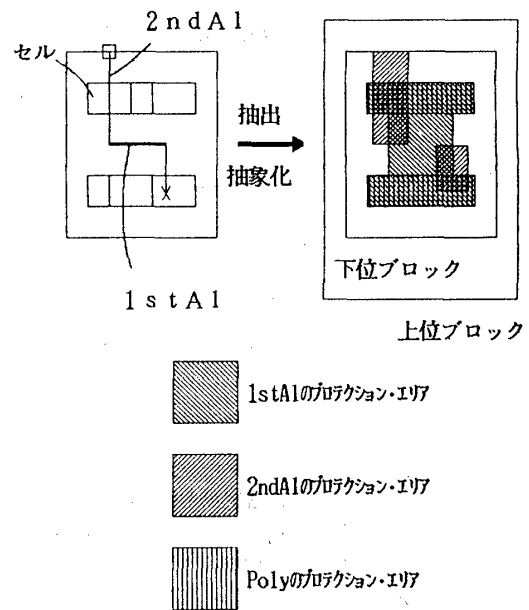


図1. プロテクション・エリアの概念図

4. プロテクション・エリアの抽出方法

プロテクション・エリアの抽出処理は次のような手順による。

- ① シンボル→ジオメトリック変換  
配線、コンタクトはシンボルで表されているため、最初に配線間隔を考慮して幅付けを行なう。コンタクトの幅Wは次の式で決定される。

$$W(i) = \text{Space}(L_i, L_i) + \text{MAX} [ (\text{Space}(E_j, Co) - \text{Space}(E_j, L_i)) \text{ for all } E_j ] \text{ (式1)}$$

Co...コンタクト  
 Li...コンタクトの持つ配線層 (i=1, 2)  
 Ej...図形要素

②図形のオーバーサイズ

図形要素数削減のために、オーバーサイズ・パラメータ (α) で各ジオメトリック図形をオーバーサイズする。

③図形のOR処理

各図形の頂点でブロック全体をスリットに分割し、スリット内の図形を各辺ベクトルの向きを考慮しながらOR処理を行なう。

④コーナー・フィリング

頂点数を削減するために、フィリング・パラメータ (β) より短い辺を持つコーナを埋める (図2)



図2. コーナー・フィリング

⑤アンダーサイズ

オーバーサイズ・パラメータ+配線間隔でアンダーサイズする。

5. プロテクション・エリアとデザイン・ルール

一般に、あるブロックのレイアウトを行なう場合に下位ブロックの情報が必要なものに、ブロック上通過配線と階層DRCがある。本システムでは、大規模データのレイアウトを行なう場合、階層を切り出して処理する事が可能であるため (2)、これらの上下のブロックにかかわる処理では、抽象化された下位ブロックとの関係のみ満足すれば処理が可能であるようにしなければならない。

このため、プロテクション・エリアが配線層属性を持つことを考慮すると、コンタクトのように配線とデザイン・ルールの異なるものでは、それらデザイン・ルールの差分をプロテクション・エリアの枠に含ませる必要がある (式1)。このように、プロテクション・エリアを設定することにより、下位ブロックとのデザイン・ルールはプロテクション・エリアとの関係のみ満たせば十分になる。

このように、プロテクション・エリアの導入により、下位ブロックは次の3つの情報により抽象化される。

- ①ブロックの外形
- ②ブロックの端子
- ③プロテクション・エリア

本システムでは、ブロック間を結ぶチャンネル・ルーターと、ブロック上を通過する二次元ルーターを併用している。ブロックの外形はこの二種類のルーターの境界を示しており、チャンネル・ルーターはこの境界の外側で行なわれ、ブロック上通過配線は境界の内側で配線-配線のデザイン・ルールのみ考慮しながら行われる。

このように、プロテクション・エリアの導入により、階層処理は下位ブロックのデータを展開する事なく、プロテクション・エリアとの関係のみを満足すればよく、効率のよいレイアウトが可能になる。

6. プロテクション・エリアの効果

ブロックを展開した場合と、プロテクション・エリアを用いた場合の下位ブロックのデータ量の差は表1の通りである。

データ	A (ゲ-ト数2000)	B (ゲ-ト数1000)
ブロックを展開した場合	1193825 byte	641425 byte
プロテクション・エリアを用いた場合	43023 byte	27315 byte
縮小率	96.4%	95.7%

オーバーサイズ・パラメータ値=配線間隔  
 フィリング・パラメータ値=2×配線間隔

表1. データ縮小率

7. まとめ

下位ブロックをプロテクション・エリアを用いて抽象化する事により、ブロック上通過配線・階層DRCと合わせて効率のよい階層レイアウトが可能になった。

8. 参考文献

- (1) 木下 他 "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—" 第33回情報処理全国大会
- (2) 上高原 他 "スタンダードセルLSI統合レイアウトシステム (2) —階層設計手法—" 第33回情報処理全国大会