

6N-5 VLSIフロアプランの初期配置の一手法

南光康志 米沢典剛 白井直子

日本電気株式会社

1. はじめに

VLSIの大規模化、高集積化に伴い、レイアウト設計初期段階のフロアプラン自動化の重要性が高まっている。著者らは形状固定/形状可変のブロックを同時に取り扱うことが可能なフロアプラン手法を提案している^[1]が、これは(1)ブロックの配置・形状決定、(2)概略配線経路の生成、(3)チップサイズ見積りの各段階からなっている。

本稿では、チップサイズの縮小及び配線分布の均等化を目的とする(1)に対する一手法について述べる。

2. ブロック配置・形状決定概要

入力として与えられた形状固定ブロックの形状、形状可変ブロックの面積、ネット情報、チップ形状、チップの外部パッドの位置等の情報をもとに、ブロックをチップ上に配置し、形状可変のブロックについては形状を決める。

これは、(1)相対フロアプラン(2)絶対フロアプランの2段階の手順で行う。相対フロアプランではチップ上に仮想的に一樣なグリッドを設定しその上で各ブロックの相対的配置位置を求める。絶対フロアプランでは相対フロアプランの結果から各ブロックの面積・形状を満たすような図形的な配置を求める。

2.1)相対フロアプラン

相対フロアプランでは、チップの外部パッドを周辺部のグリッドに強制的に配置した後、配置の偏りを評価しブロックが分散されるよう考慮しながら、接続関係に基づいてブロックの相対的配置位置を決定する。

2.2)絶対フロアプラン

相対フロアプランの結果に対して、ブロックの面積に応じてグリッド数を調整し、グリッド上の各ブロックを微小な矩形としてチップ上に投影する。

次に各ブロックを徐々に膨張させる。この過程でブロック同士が接触したときは、膨張によって押されるようにブロックの配置位置を動かす。所定の面積までブロックを膨張させ、絶対座標上での配置位置、形状可変ブロックの形状を決定する。

3. ブロックの配置手法の詳細

3.1)相対フロアプラン手順

- (1)チップ上に一樣な仮想的なグリッドを設定し、パッド等特殊なブロックを周辺グリッドに強制的に配置する。
- (2)既配置ブロックと最も接続の強い未配置ブロックを1つ選ぶ。
- (3)未配置ブロックと既配置ブロックから定まる重心位置(既配置ブロックの配置位置座標を未配置ブロックとの接続強度で重み付けした平均)を求め、この付近で既配置ブロックの近傍のグリッド群Gを選ぶ。

(4)Gからグリッドを1つ選び、そこへ未配置ブロックを配置する。グリッドの選び方は次の通り。

(4.1)Gの各グリッドについて、未配置ブロックを配置したと仮定したときの仮想配線長を求め、これらのなかで最小の仮想配線長に対して

$$(\text{仮想配線長}) > (\text{最小仮想配線長}) \times W \quad (3.1)$$

(W:定数)

となるグリッドはGから除外する。残ったグリッド群をG'とする。

(4.2)G'の各グリッドに未配置ブロックを配置したと仮定したときの偏り評価関数

$$F(\{(x_i, y_i), \dots\})$$

((x_i, y_i):ブロックiの配置グリッド座標)

を求め、これが最小になるグリッドをえらぶ。

(5)未配置ブロックが残っていれば(2)へ。そうでなければ終了。

偏り評価関数の定義は以下の通りである。

$$F(\{(x_i, y_i), \dots\}) = |X_0 - X_t(\{(x_i, y_i), \dots\})| + |Y_0 - Y_t(\{(x_i, y_i), \dots\})| \quad \dots (3.2)$$

この式はブロック1, ..., nが配置されているときの配置中心(X_t, Y_t)のチップ中心(X_0, Y_0)からのずれを表す。ここで配置中心とは、各ブロックの配置位置座標を面積で重み付けした平均として以下のように定義する。

$$X_t(\{(x_i, y_i), \dots\}) = (\sum_{i=1}^n (S_i * x_i)) / \sum_{i=1}^n S_i \quad \dots (3.3)$$

$$Y_t(\{(x_i, y_i), \dots\}) = (\sum_{i=1}^n (S_i * y_i)) / \sum_{i=1}^n S_i \quad \dots (3.4)$$

(x_i, y_i):ブロックiのグリッド座標

S_i :ブロックiの面積

3.2)面積に応じたグリッドの調整

相対フロアプラン結果をチップ上に投影する時、以下に示すような方法で、ブロック周りにブロックの面積に応じた空きグリッドを発生させる。

(1)ブロックを面積に応じたようなグループP_kに分ける。

$$P_k = \{B_i : R^{k-1} \leq r_i < R^k\} \quad \dots (3.5)$$

ここで

R:ブロックの大小判別用の数値

B_i:ブロック(i = 1, ..., N) (N:ブロック個数)

S_i :B_iの面積

$$S_{min} = \min(\{S_i\})$$

$$r_i = S_i / S_{min}$$

である。

(2)B_i ∈ P_kのブロックの周囲に(k-1)個分グリッドを増し(図1)、これをチップ上に投影する(図2)。

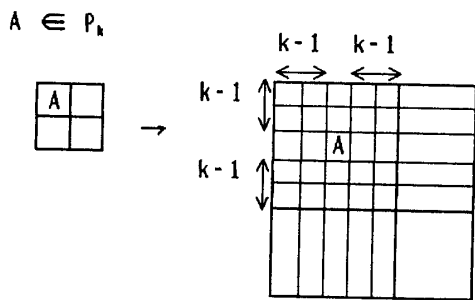


図1 グリッドの増加

$B1 \in P1, B2 \in P2, B3 \in P3$

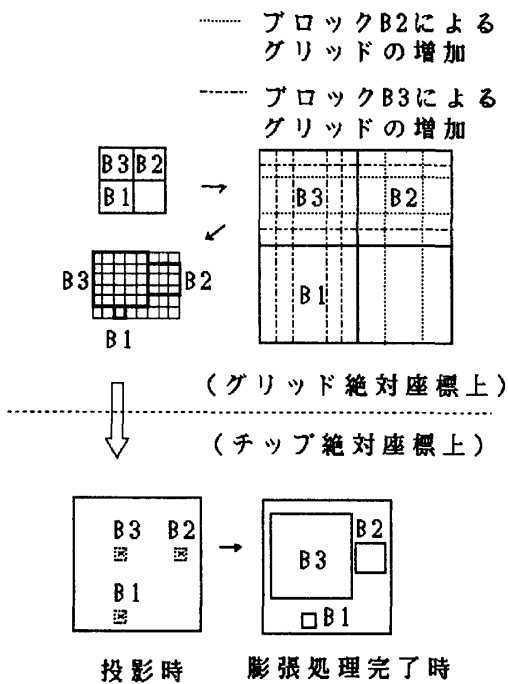


図2 チップ上への投影

4. 実験結果

(3.1)式のWを1.1とし、(3.5)式のkの最大が4~5になるようRを設定して実験を行った(ケース1)。チップサイズ見積値を表1に、配線の分布の比較を図3に示す。比較のために3.1の(4)で重心位置に最も近いグリッドを無条件に選びかつ3.2のグリッド調整を行わない場合の実験を行った(ケース2)。表1はケース2の数値を100として表してある。

		データ1	データ2	データ3
チップサイズ比(%)	ケース1	78.9	93.0	95.0
	ケース2	100.0	100.0	100.0
配線長比(%)	ケース1	135.1	124.3	101.0
	ケース2	100.0	100.0	100.0

表1 チップサイズ比較

表1からわかるように、配線長の増加を許すかわりに配置を分散させ、チップサイズを5~10%程度減少させることができた。また、図3に示すように配線分布が均等に近づいている。図4に本手法によるフロアプラン結果の一例を示す。

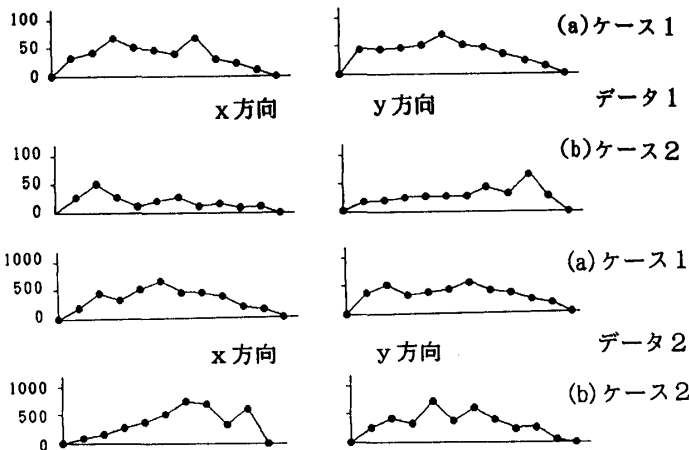


図3 配線分布

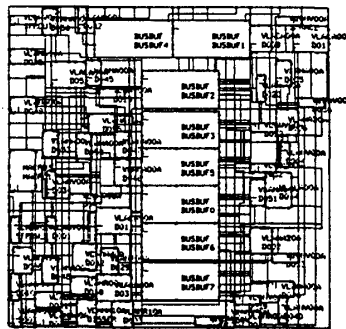
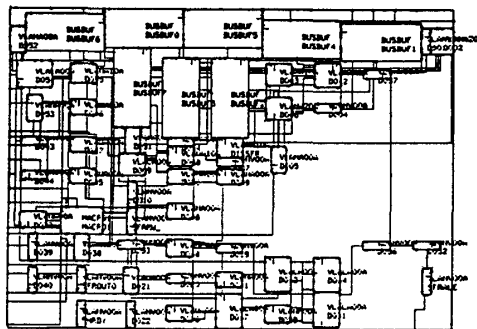


図4 フロアプラン結果

(a)ケース1



(b)ケース2

5. まとめ

グリッド上での相対的な配置位置決定時に配置の偏りの指標となる評価関数を設定した。さらにブロックの面積に応じブロック周りに空間を空けるという戦略を用いた。実験の結果、これらの手法の有効性が確認された。

今後の課題としては、形状固定のブロックの縦/横比などを考慮することが挙げられる。

参考文献

- [1]米沢、他「LSIフロアプランの一手法」昭和63年電子情報通信学会秋期全国大会