

## 6S-3

## 大規模ゲートアレイ用自動配置プログラム

小林 俊一      関 光穂      有吉 信一      原田 昭司  
 (株) 日立製作所      日立研究所

## 1. はじめに

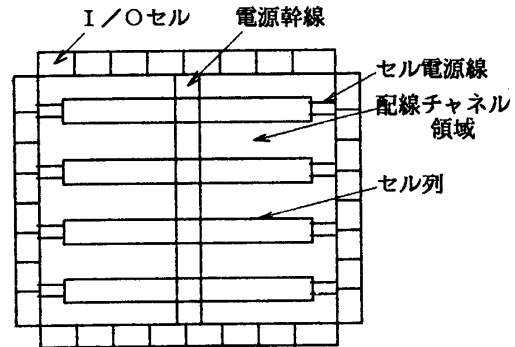
ASICの普及とともにゲートアレイは、広範囲な分野で使用されている。ゲートアレイに対する期待は益々大きなものとなっており、ゲートアレイも年々大規模化、高速化が進んでいる。一般に自動配置は、初期配置と配置改善で構成される。大規模化の観点で見ると配置改善を中心とした配置アルゴリズムでは計算時間の増大と言う点で対応が難しい。そのため質の高い初期配置に重点を置く傾向がある。また、自動配置プログラムは接続情報を中心にセルの割り付けを行っているために配置結果に対し動作特性上の問題がないことを確認する必要がある。動作特性上問題がある場合は配置結果を修正する。このような修正作業は、ゲートアレイの高速化とともに顕著になってきた。本報告では、大規模化に対応した初期配置と消費電力集中問題を解決する消費電力分散を組合せた配置アルゴリズムについて提案する。

## 2. レイアウトモデル

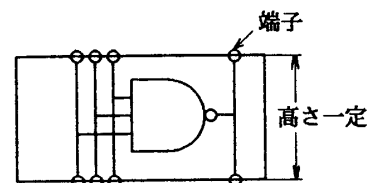
チップモデルとセルモデルを図1に示す。チップ周辺は、外部とのインターフェイスをとるI/Oセルが囲んでいる。内部はセル列が規則正しく並んでおり、セル列間は配線チャンネル領域として用いる。セルへの電力供給は、セル列の両端よりセル電源線を通して行う。また、セル電源線の補強を目的に電源幹線を設けている。電源幹線とセル列が交差する部分はセルの割り当てができない配置禁止領域である。セルの形状は縦方向が一定で横方向は可変である。端子は上下辺上にあり等電位端子を持つ。セルはNAND, OR素子と言った単一機能素子である。

## 3. 初期配置アルゴリズム

初期配置アルゴリズムは、理想基板上でのモジュール配置問題とモジュール内のセル配置問題の2段階で構成されている。理想基板とモジュールについて説明する。



(a) チップモデル



(b) セルモデル

図1 レイアウトモデル

(a) 理想基板：理想基板は、 $M \times N$ の格子状で構成され、格子に囲まれた部分をスロットと呼ぶ。各スロットは、大きさが等しくゲート列と1対 $n$ の関係を持ち、スロット領域は重複することはない。理想基板は、配置制約となるI/Oセル情報、配置禁止情報の2種類を持つ。

(b) モジュール：モジュールは、数十個のセルから構成され、大きさは持つが、形状は不定であり、セル間を接続するセル信号と、モジュール間を接続するモジュール信号を持つ。

理想基板とチップの対応関係を図2に示す。

## (1) 論理分割

論理分割は、配置制約条件(I/Oセル、配置禁止領域等)を考慮せずに論理接続関係をもとに $l$ 個のモジュールを作成する。モジュールの作成方法は、論理結合度を評価し2つのセルの合併操作を繰り返すクラスタリング手法を用いている。

AN AUTOMATIC PLACEMENT FOR VERY LARGE SCALE GATE ARRAYS

Syun'ichi KOBAYASHI    Mitsuho SEKI    Shin'ichi ARIYOSHI    Syoji HARADA

Hitachi Research Laboratory, Hitachi Ltd.

## (2) モジュール層配置

モジュール層配置は、論理分割で作成したモジュールを理想基板に割り付ける。各モジュールは同一サイズで、端子位置はモジュールの中央にあると仮定する。1 スロットには1モジュールが割り付けられる。モジュールの割り付け方法は、組立法と最小カット法を用い、モジュール信号の最大配線長の最小を目的関数に行う。

## (3) セル層配置

セル配置は、理想基板の左端に配置されたモジュールからセルの展開順を決定し、ゲート列の左端からモジュール単位にセルを配置する。セルの展開順は、論理分割のクラスタリング情報を用いて行う。

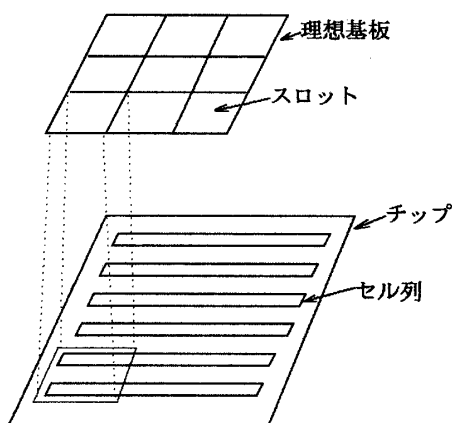
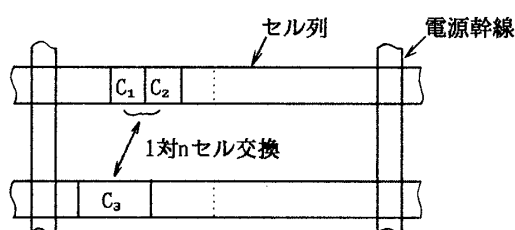


図2 理想基板とチップの対応



(a) 上下列改善



(b) 同列改善

図3 消費電力改善方法

## 4. 消費電力分散アルゴリズム

消費電力分散アルゴリズムは、消費電力の大きいセルがゲート列の一ヶ所に集中して配置された場合を想定した改善方法である。消費電力の計算単位は、電源幹線で囲まれたゲート列の1/2の小領域を用いている。両方の小領域に含まれるセルは、消費電力を内分し双方に加算する。小領域は他の小領域と電気的に独立である。

### (1) 改善方法

改善範囲は、自動配線プログラムに対する影響を考え、配線量増加を極力少なくするという観点から1回の改善に伴う改善範囲を小領域1個の範囲に制限した。改善方法は、上下列改善と同列改善の2種類である。上下列改善は、セルサイズを揃えた1対nセル交換(図3(a)参照)。同列改善は、任意のセルサイズを対象にした1対1セル交換である(図3(b)参照)。

セルの交換手順を説明する。消費電力不足領域をm領域、交換領域をn領域とする。

(s-1) m領域からセルiを選ぶ。

(s-2) n領域から次の制約を満足するセルjを求める

$$P(j) > P(n) + P(i) - C(n)$$

$$P(j) < P(i)$$

(s-3) if セルjが存在する then

セルi, jを交換。

(s-1)へ飛ぶ。

else 終了

$P(x)$ : xの消費電力

$C(x)$ : xの電力容量

セル交換に伴う新たな消費電力不足領域の発生を防ぐために余剰電力量に見合ったセルの組合せで交換する。

## 5. 結果

本プログラムを約8Kゲートのゲートアレイに適用した結果、約9%の小領域で消費電力不足を解消できた。計算時間は自動配置プログラム全体で約40分(使用計算機: M-280)であった。

## 参考文献

[1] 小林、関: 大規模ゲートアレイ用自動配置プログラム、昭62年、設計自動化(39-7)