

I²L 素子自動配置配線プログラム 6S-7 APRIL - 配置手法 -

木村光行† 杉田 晋†† 芹内美樹‡ 築添 明†

† 日立製作所 中央研究所 †† 日立製作所 高崎工場 ‡ 日立超LSIエンジニアリング㈱

1. はじめに

カメラ、VTR等の民生用機器のLSI化に伴い、アナログ・デジタル混在LSIの設計が増し、レイアウト設計の自動化のニーズが高まっている。本稿では、I²L素子を用いたデジタル部の自動配置配線プログラムAPRIL¹⁾の配置手法について述べる。

2. I²Lインバータセルの特徴

I²L素子の基本セルはインバータセルといい、2~5個の端子が縦一列に並んでいる。端子の並び順は自由で、端子位置が異なっても対応する論理素子は等しいというCMOS等のセルに見られない特徴をもつ。従って、端子位置をずらすことによりセル列上で配線できる。しかし、列上からあふれた列内の配線、他のセル列との配線、およびセル列を横断する配線を行なう際は、適宜セル間に隙間(以後、セル間スペースと呼ぶ)を空け、そこに配線を通す²⁾。図1に示すように、各セルの端子順序およびセルの配置順序によりセル間スペースの個数が増減する。

故に、I²L素子の配置手法の課題は、従来の仮想配線長和を最小にすることに加えて、セル列上で可能となる配線本数を最大にしてセル間スペース数を最小にすることである。

3. 配置手法

以下の手順でセルを列状に配置し、最後に、下

から数えて奇数番目の列のセルを上下反転させ、2列ずつ背中合せに背面結合させる。

3.1 初期配置

接続関係の強いセルをグルーピングし、仮想配線長和の最小化を図る二次元クラスタリング配置手法でセルを配置する。

3.2 セル列間配置改善

セル列長の均一化を目的関数として、セル列間

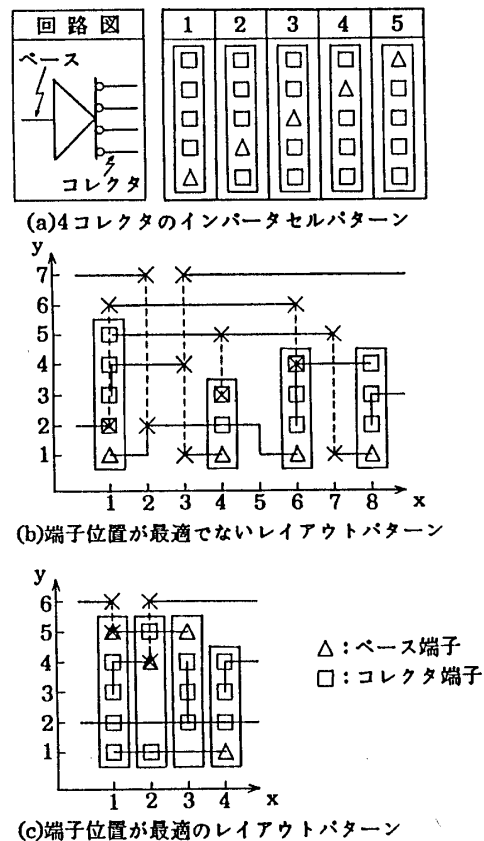


図1 インバータセルの特徴

Placement algorithms in Automatic Placement and Routing Program for I²L
Mitsuyuki KIMURA†, Susumu SUGITA††, Miki SERIUCHI‡, Akira TSUKIZOE†
† Central Research Laboratory, Hitachi Ltd., †† Takasaki Works, Hitachi Ltd.,
‡ Hitachi VLSI Engineering, Corp.

のセル移動を行う。I²Lではセル長の合計とセル間スペース数の和がセル列長となる。しかしながら、セル間スペース数はセルの列内配置順序と配線径路が確定した後でないと計算できない。そこで、図2に示すように、配線を3種に分類し、それらの本数に基づくセル間スペース数の推定法を考案した。

3.3 セル列内配置改善

まず、全配線の水平方向の配線長の最小化を目的関数とした各セル列内の配置改善を行う。従来のCMOS等の場合は、セル列上配線がないため本処理だけであった。I²Lでは、その後、セル列上配線数の最大化とチャンネル配線の水平方向の配線長の最小化を目的関数として、各セル列内のセル移動を行う。そのため、セル列上配線とチャンネル領域の配線を識別しながら、以下の2つの配置改善法を新たに考案した。

① 孤立セル移動：図3(a)のセルdのように、セル列上配線をもたないセルを孤立セルと呼び、孤立セルすべてについて、セル列上配線数が最も増加する位置に移動する。

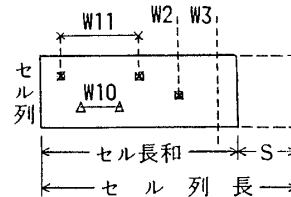
② 隣接セル交換：複合セルの左右反転(ミラー反転と呼ぶ)を考慮しながら、セル列上で可能な配線本数が増加すれば、隣接するセルの交換を行う。図3(b)はセルbとcの隣接交換の例である。

4. 試行結果

人手設計されたLSIから抽出したブロックをAPRILで試行した。表1に示すように、セル列上配線数を増加させるセル列内配置改善手法が、ブロック面積の縮小化に有効かつ必須であることを確認した。

[参考文献]

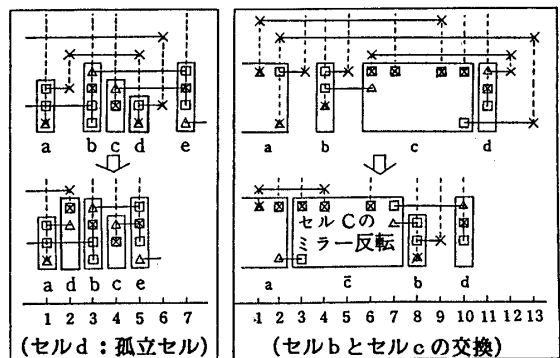
- 1) 築添 明、他：全体概要；本大会予稿。
- 2) 木村宏一、他：配線手法；本大会予稿。



$$S = P1 \times N1 + P2 \times N2 + P3 \times N3$$

S : セル間スペース数推定値
 P_i : セル間スペース発生確率
 N₁ : 列内配線W10・W11の本数
 N₂ : 他列との配線W2の本数
 N₃ : 列横断配線W3の本数

図2 セル間スペース数の推定法



(a) 孤立セル移動法 (b) 隣接セル交換法

図3 新セル列内配置改善手法

表1 新セル列内配置改善手法の効果

ブロック名		A	B	C
セル数		143	297	355
セル列上配線数	改善前	289	659	1023
	改善後	299	711	1087
	改善後改善前	103%	108%	106%
ブロック面積 (μm)	改善前	1512 × 700	1988 × 1570	2478 × 2540
	改善後	1428 × 700	1834 × 1500	2366 × 2460
	改善後改善前	94%	88%	92%