

# 空きスルーホール利用型 概略配線経路決定手法

6U-7

田中宏美 佐藤健次郎 国友佳男  
(株) 日立製作所 日立研究所

## 1. はじめに

LSI, プリント板などのレイアウト設計では自動配置配線により設計工数の低減が図られている。自動配線では配置された部品(素子)端子間を結ぶ結線要求に対して、交差のない経路の探索が行われる。しかしレイアウト条件にもよるが結線要求に対して100%の結線率を得ることは困難であり、未結線が発生する。この未結線は人手により障害となっている既配線を取り外しながら、経路の探索(未結線修正)が行われる。

今回、未結線修正における配線候補経路を自動決定する空きスルーホール利用型概略配線経路決定手法を考案したので報告する。

## 2. 本手法の概要

本手法は未結線修正で使用する層間接続のスルーホールをどの位置にするかに着目し、使用可能なスルーホール(空きスルーホール)をもとに概略配線経路を決定するものである。

図1に本手法の処理手順を示す。まず、自動配線の処理結果から空きスルーホールを抽出し、周囲の配線状況からコスト(空きスルーホールコスト)を計算しておく。基板仕様から求めたしきい値をもとに未結線修正で使用する空きスルーホール群を選択する。次に、これらの空きスルーホールと未結線端子をノードとした有向グラフを作成し、最小コストを持つ経路を求め、概略配線経路とする。最後にこの概略配線経路をもとに、人手で未結線の詳細経路を決定する。

## 3. 空きスルーホールの選択

図2はピン間本チャネルの配線モデルにおける自動配線の配線結果を示した例である。空きスルーホールは主格子上に設置可能とし、未結線区間を囲む矩形領域から配線ルールを満たすものを抽出する。

空きスルーホールの利用価値はその周囲の配線状況によって異なる。そこで、空きスルーホールの周囲の主格子がピン、ビアで使用されているか、配線経路が存在するかを評価規準とする(1)式に示すスルーホールコスト(TC)を導入し、しきい値以下のコストをもつ空きスルーホールを選択する。

$$TC = K_t \times NT + (NX + NY) \dots\dots\dots (1)$$

TC : スルーホールコスト  
K<sub>t</sub> : スルーホールの配置コスト係数

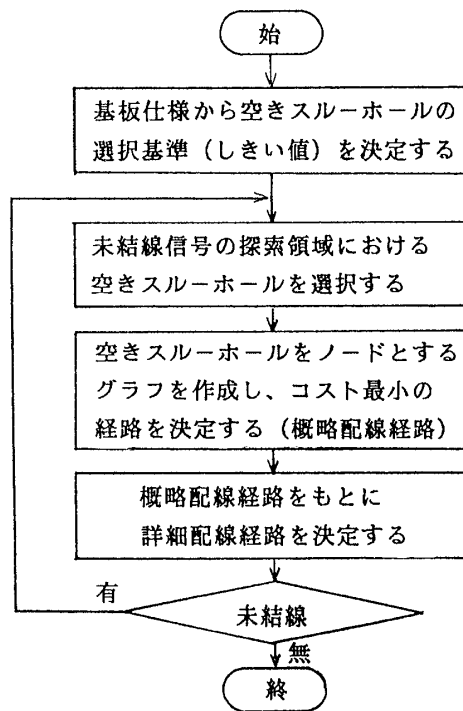


図1 空きスルーホール利用型配線経路決定手順

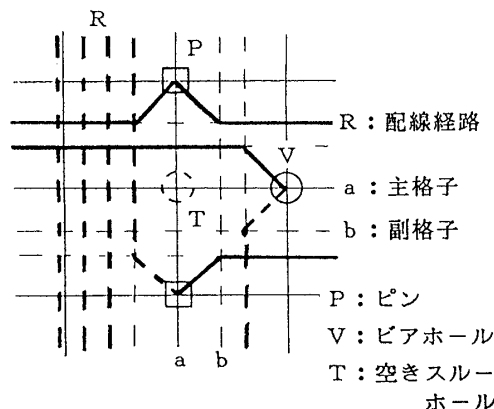


図2 配線モデルと空きスルーホール

NT : 上下左右のスルーホール数  
 NX + NY : 上下左右の配線本数

4. 概略配線経路の決定

概略配線経路の探索に際しては、

1) 配線の通し易さ, 2) 出来る限り短い配線経路の選択が要求される。配線の通し易さは (1) 式のスルーホールコストが配線難易度を表しているといえる。そこで空きスルーホールを通過しながら未結線端子間を結ぶ経路の探索を考える。

まず未結線端子, 及び空きスルーホールをノードとし、ノード間に枝 (エッジ) を発生させ、図3に示す有向グラフを作る。次に作成されたこの有効グラフから最小コストをもつルート (図中の太線ルート) を決定する。これが概略配線経路となる。

エッジは図4に示すように、対象ノードTから上下左右の主格子にあるノードを探しエッジを発生させる。この例ではh1, h5等の実線で示す。もしノードが1つもなければ、1格子移動した次の主格子を対し同様な処理を行う。この例ではh3, h4等の破線で示す。こうして求めたエッジにノード間の配線難易度を表わすものとして (2) 式に示すコストを与える。

$$EC = TC \times f(D) + VC \dots\dots\dots (2)$$

EC : エッジコスト  
 TC : スルーホールコスト  
 f(D) : ノード間距離コスト  
 VC : 方向性コスト

方向性コストは探索の際、図4に示す破線の経路よりも実践の経路が選択されるように導入したものである。

有効グラフから最小コストを持つルート探索にはダイクストラ法を採用した。

5. 実験結果

図5、図6に実験結果を示す。図5は本手法により求めた概略配線経路と、この概略配線経路に沿って人手で詳細配線経路を決定した例である。この未結線修正では既配線の変更 (取り外し) は一回で経路を発見することが出来た。図6は13本の未結線修正における既配線の取外し回数と各未結線区間のマンハッタン長を示したものである。一般に未結線修正が収束してくると取外し回数が増加するが、図6のように平均4.4回の既配線取外し回数で結線することが出来、本方式による未結線修正が有効であることが確かめられた。

6. おわりに

空きスルーホールを利用した概略配線経路決定方法について報告した。今後は詳細配線経路決定の自動化を図る予定である。

7. 参考文献

- 1) 後藤他: 対話型配線設計の処理時間を短縮するLSI配線設計用エキスパートシステム; NIKKEI Ele.1985.11.4
- 2) 古林 : 最短路問題のアルゴリズム; オペレーションズリサーチ; 1970.10

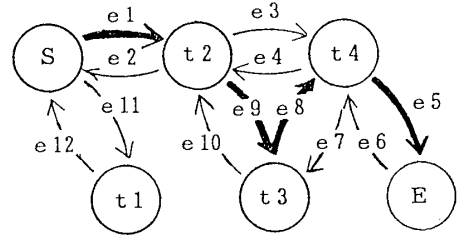


図3 有向グラフのモデル

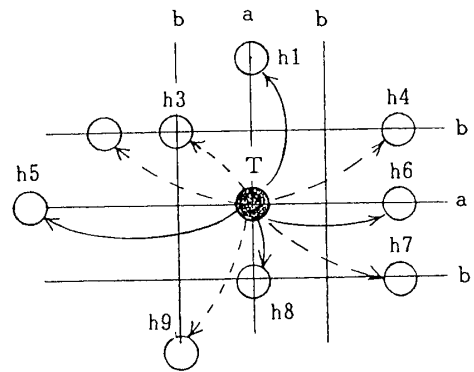


図4 エッジの発生

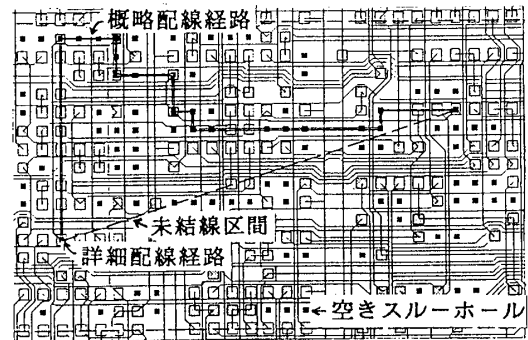


図5 未結線修正結果の例

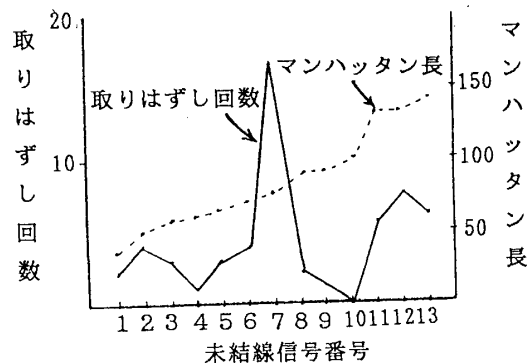


図6 未結線修正における取りはずし回数