

論理回路設計システム“HICAD/LOG”と プリント基板実装設計システム“HICAD/PCB”

Logic Design System HICAD/LOG and Printed Circuit Board Design System HICAD/PCB

プリント基板の多様化、高密度化が進むなかで、基板の信頼性の向上と開発期間の短縮という目的を達成するために、CAD/CAMに対する期待はますます高まっている。

設計システムHICAD/LOGとHICAD/PCBはこれらの期待にこたえるために開発されたもので、設計者自身がグラフィック端末を直接操作して効率良く設計作業を行うことができ、

- (1) プリント基板の論理設計から実装設計、製造情報出力までの一貫した処理が可能である。
- (2) 各種設計技術を適用した大形・高密度基板の設計が可能である。
- (3) 設計のどの段階からでも設計変更、流用設計ができる。などの機能を実現した。

原田 敬* Kei Harada
光田耕一* Kôichi Mitsuda
調 敏行* Toshiyuki Shirabe
越智利夫** Toshio Ochi

1 緒 言

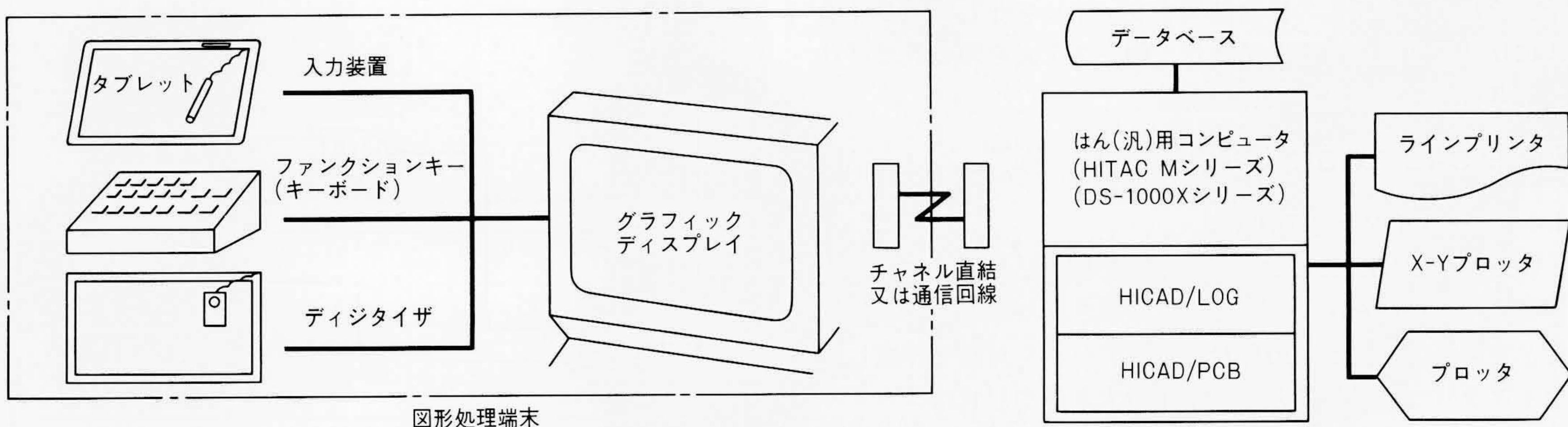
近年、プリント基板の需要の増加やその搭載部品、電子回路などの多種多様化により、その設計業務は量的に増加の傾向にある。また、多層化やパターンの微細化¹⁾に見られる高密度化が急速に進み、設計業務は質的にも困難となっている。しかも、開発、設計期間の短縮への要求も非常に強いものがある。これら時代の要求にこたえるため、プリント基板の設計、製造の工程を一貫して処理するための論理回路設計システムHICAD/LOG (Hitachi Computer Aided Design System for Logic Design)及びプリント基板実装設計システムHICAD/PCB(HICAD for Printed Circuit Board)を開発し

た。

これらは、従来のプリント基板設計システムHICARDSの論理設計部分と実装設計部分を分離するとともに、内容を一新して機能を強化し、最新技術への対応と設計者の使い勝手を向上させたものである。

システム開発に当たっては次の事項を配慮した。

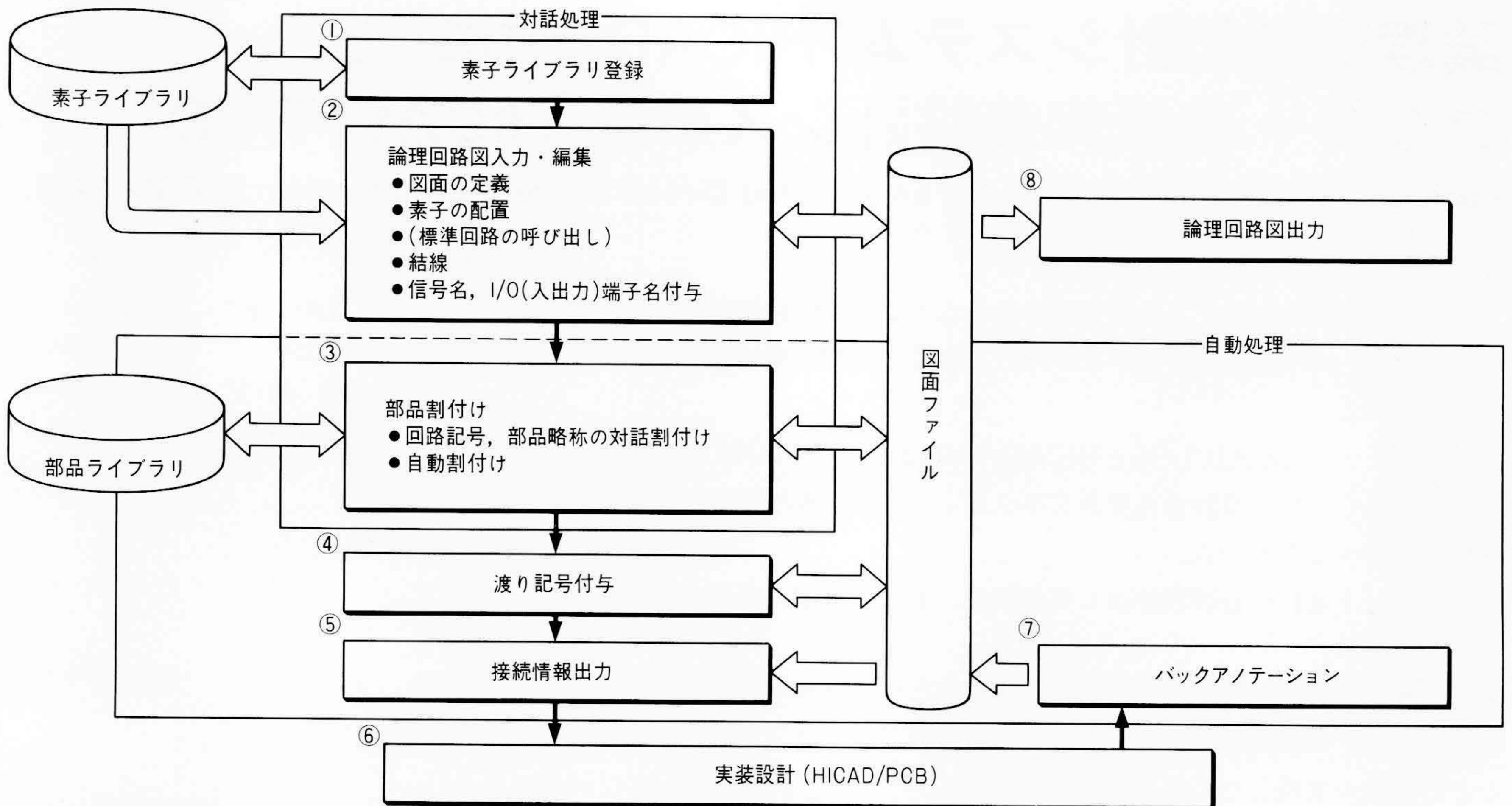
- (1) 論理回路の設計からプリント基板の実装設計、製造情報出力まで一貫した処理が可能なこと。
- (2) 大形・高密度プリント基板の設計が可能なこと。
- (3) デジタル基板、アナログ基板、デジタル・アナログ



注：略語説明 HICAD/LOG(Hitachi Computer Aided Design System for Logic Design)
HICAD/PCB(HICAD for Printed Circuit Board)

図1 システム構成図 図形処理端末としては、グラフィックスワークステーション2630又はG760の使用が可能である。

* 日立製作所ソフトウェア工場 ** 日立製作所ソフトウェア工場 工学博士



注：→ 作業の流れ，⇔ データの流れ

図2 HICAD/LOGによる論理設計手順 HICAD/LOGでは、対話処理と自動処理を組み合わせ、図中の①，②，……⑥の順に設計を進める。

混在基板の設計が可能なこと。

- (4) 回路や基板の流用設計や設計変更に対応可能なこと。
- (5) 第一線の設計者が直接端末を操作することを考慮し、操作性、応答性を確保すること。

2 システム構成

本システムの構成を図1に示す。本システムは図形処理端末グラフィックスワークステーション2630及びG760とホストコンピュータHITAC Mシリーズ上で稼動する。なお、分散形としてDS-1000Xシリーズも使用可能である。

HICAD/LOG, HICAD/PCBとも独立して使用できるが、それぞれのシステムの作業結果をファイルを通して他システムに反映できるようにしており、両システムを用いればプリント基板の一貫設計が可能である。

3 HICAD/LOGによる論理設計

3.1 素子ライブラリの用意

HICAD/LOGによる論理設計手順を図2に示す。ここで素子とは、論理回路図上で図記号で表現された論理素子や抵抗などを言う。あらかじめ形状と属性データを対話で作成してライブラリへ登録しておく。素子の大きさや形状はユーザーによってそれぞれ規格が異なるので、ユーザーが任意形状のものを作成・登録・修正できるようにした。また、素子には機能が同じでも別の表現、例えばJIS規格の図記号やMIL規格の図記号などがある。そこで回路図を作成した後、素子の表現形式を変えたいときは素子ライブラリを切り替えるだけで変更できるようにした。

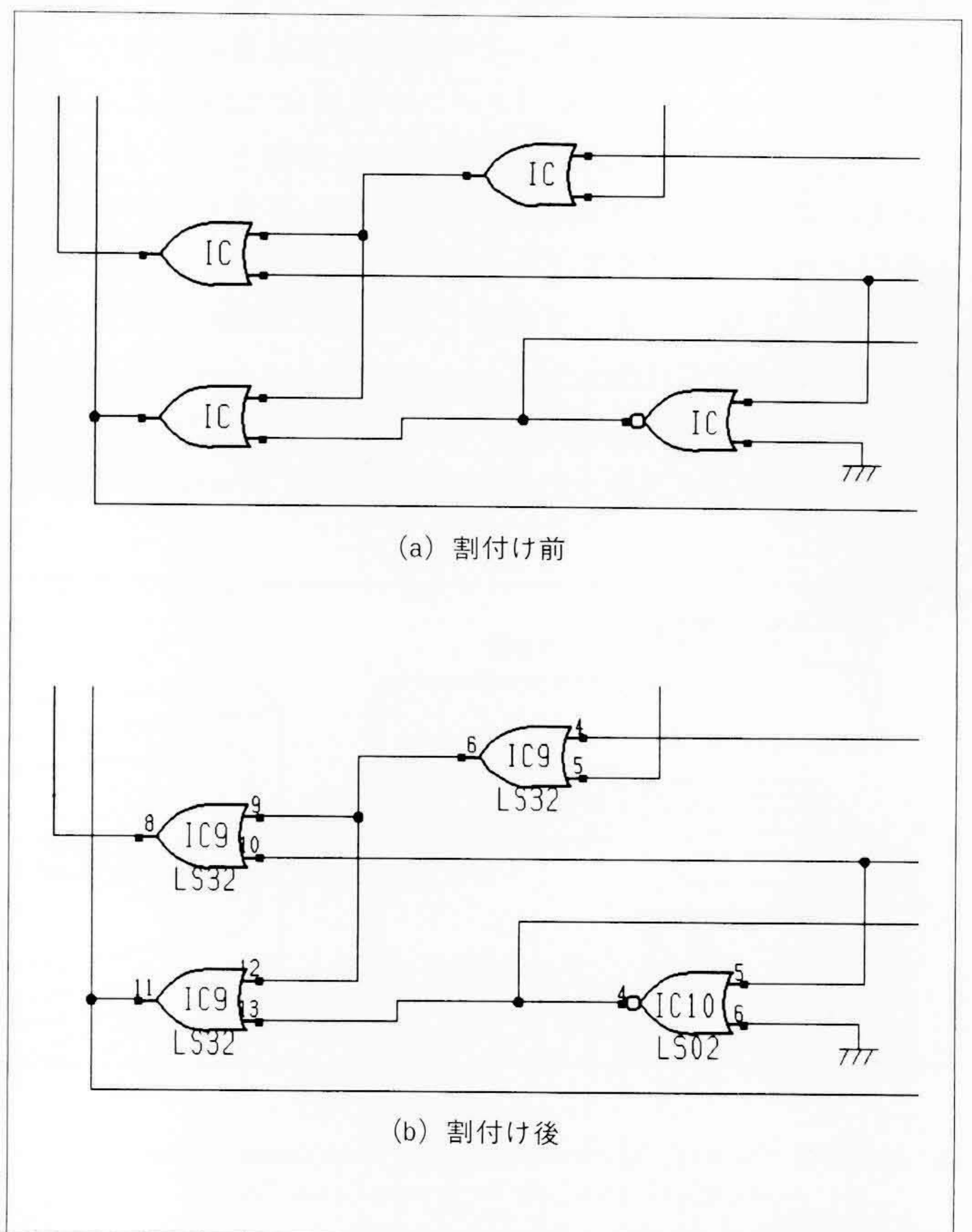


図3 部品の自動割付け例 素子に対応する機能を持つIC部品を自動的に検索して、その部品略称(LS32など)、ピン名(8, 9, 10など)を素子に付加する。同一のIC部品に割り付けられた素子には、同一の回路記号(IC9など)が付く。

3.2 論理回路図の対話入力・編集

論理回路図を作るには、まず図面の大きさやその図面中で使うアース記号などの標準形状を設定してから描き始める。素子は素子ライブラリから検索したり、配置済みのものを複製したりして配置する。次に、配置された素子の端子間をラインで結線していく。ラインを定義するとき、傾いた線や適当な折点を入力しても水平、垂直の線分に矯正するロックモードを設け、入力の容易化を図った。編集機能の充実には特に力を入れ、素子の反転・移動・複製や整列、線分・折点の移動、平行接続、領域指定による移動・複製、バスラインへの平行接続など種々のコマンドを用意した。

回路図の中には定型的に使われる機能ブロックが現われることがある。これを効率良く作図するために標準回路として登録し、再利用できる機能を用意した。

論理回路図の下図が整然と描かれている場合には、これを利用して作業効率を上げることを考え、ディジタイザに下図をはり付けてディジタイズ入力できるように工夫してある。

各ラインに信号名、入出力端子名、バス接続記号などを付与するとき、末尾のシーケンス番号は自動的にカウントアップする機能を入れ、文字列入力の手間を省いている。

3.3 部品割付け、接続情報出力などの自動処理

HICAD/LOGでは自動的に処理できる部分は自動処理をし

て人間を助け、逆に人間の判断を要するところは対話処理で介入できるように、両者の調和を図っている。

部品割付けは、素子ライブラリと部品ライブラリに機能を定義しておけば自動的に行わせることができる(図3参照)。部品割付けの一部を対話で行い、残りを自動割付けするとともに対話割付けのエラーチェックをさせることもできる。

同一信号線が複数ページにまたがっている場合には、その信号の渡り先のページと座標を自動的に記入することができる。

図面が出来上がると、自動処理によって部品のピン間の接続情報と部品情報を抽出して、実装設計システムHICAD/PCBへ渡す。実装設計では配線しやすいように部品の等価なピンを交換したり、また回路記号を基板上の位置名に変えたりするので、これらの変更情報を論理回路図上に反映する必要がある。この作業をバックアノテーションと言ひ、一括して自動的に処理できるようにした。

また、複数の基板から成る装置を設計する場合、基板端子間の接続情報を別に出力することができるので、これによってバックボードの実装設計を行うことができる。

HICAD/LOGによって作成した論理回路図の一例を図4に示す。

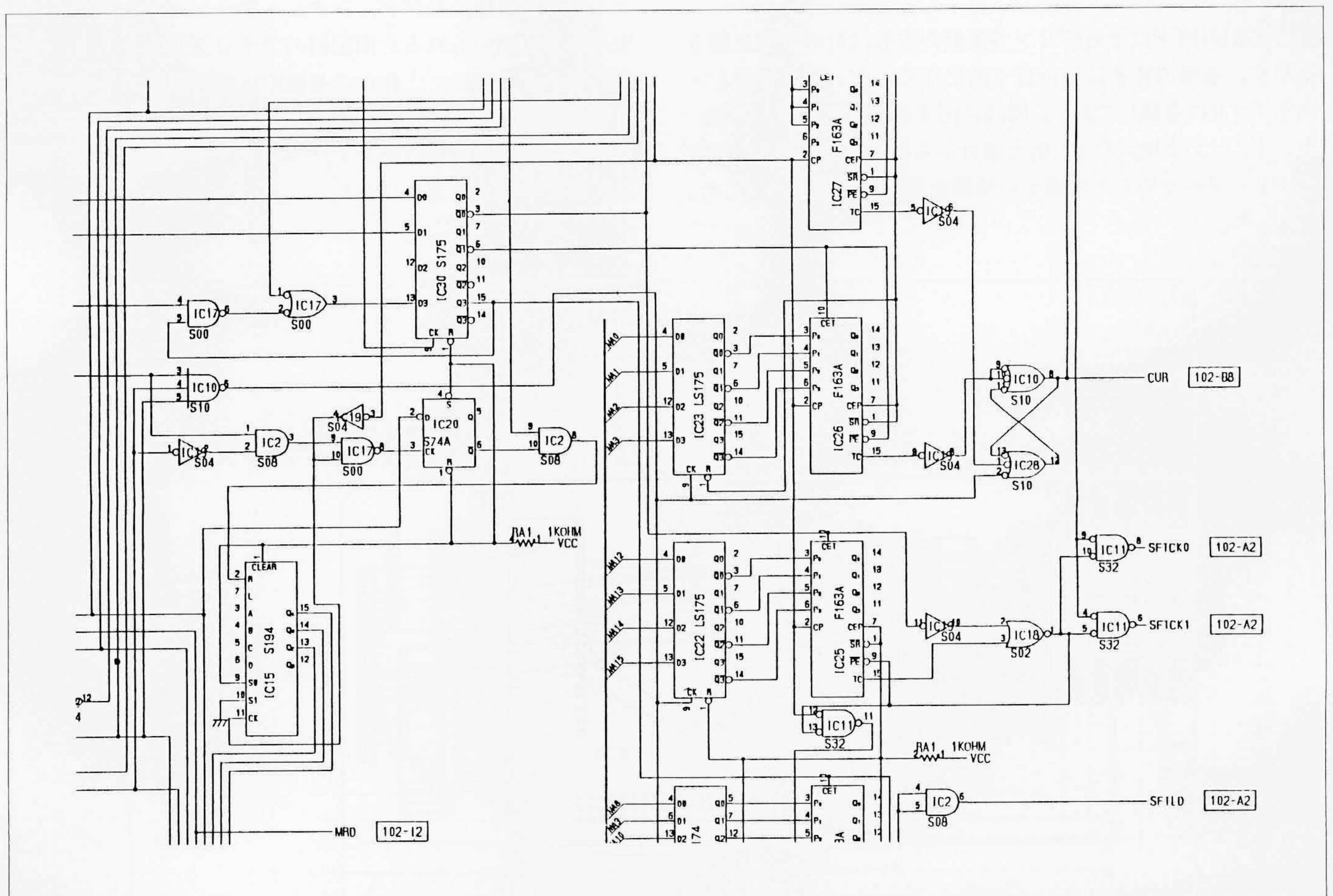


図4 HICAD/LOGで作成した回路図の例 一般信号線は細線で、バスラインは太線で表現される。平行な信号線の間隔は平行接続又は等間隔整列コマンドで一定値に保たれる。他ページへ渡る信号名には渡り記号(長方形で表示)が付加されている。

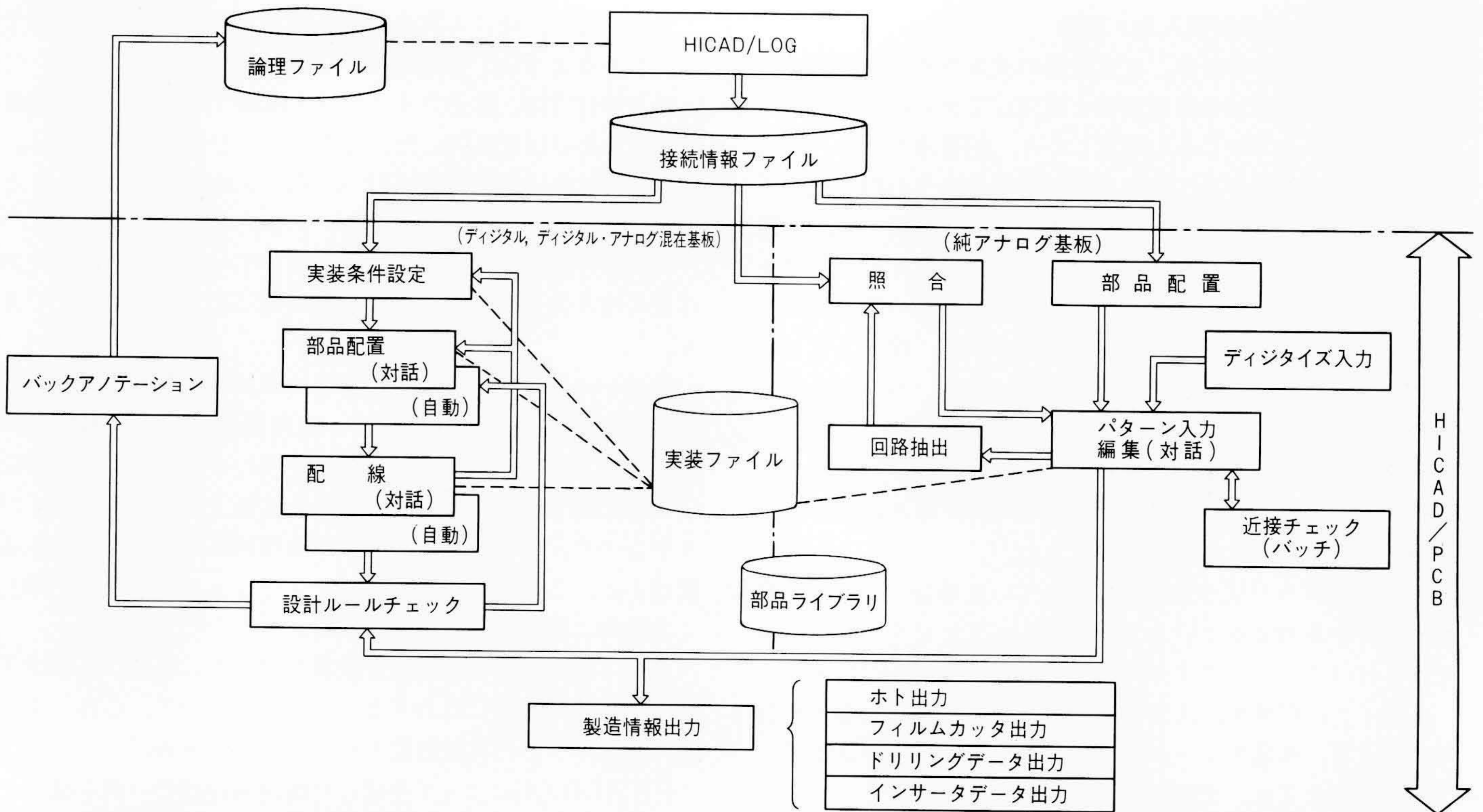


図5 HICAD/PCBによる実装設計手順 HICAD/PCBでは、プリント基板の特徴に合わせた実装設計手順の選択が可能である。

4 HICAD/PCBによるプリント基板の実装設計

HICAD/PCBによるプリント基板の実装設計の手順を図5に示す。基板の実装設計を行う前に部品のデータを作成し、ライブラリに登録しておく。部品に関する情報は外形、名称、ランド、ピン交換式など、数十項目から構成されており、表示やチェックのためのきめ細かい情報を登録できるようにした。

プリント基板は大別して、産業用によく使用される多層のデジタル基板、及びデジタル・アナログ混在基板と、民生用に多く用いられる片面配線のアナログ基板がある。図5から分かるように、これらの基板では実装設計の手順が異なる場合が多いので、以下では区別してそれぞれを説明する。このとき、使用するコマンド、データファイルなどは、特別な区別なく行えるようにした。

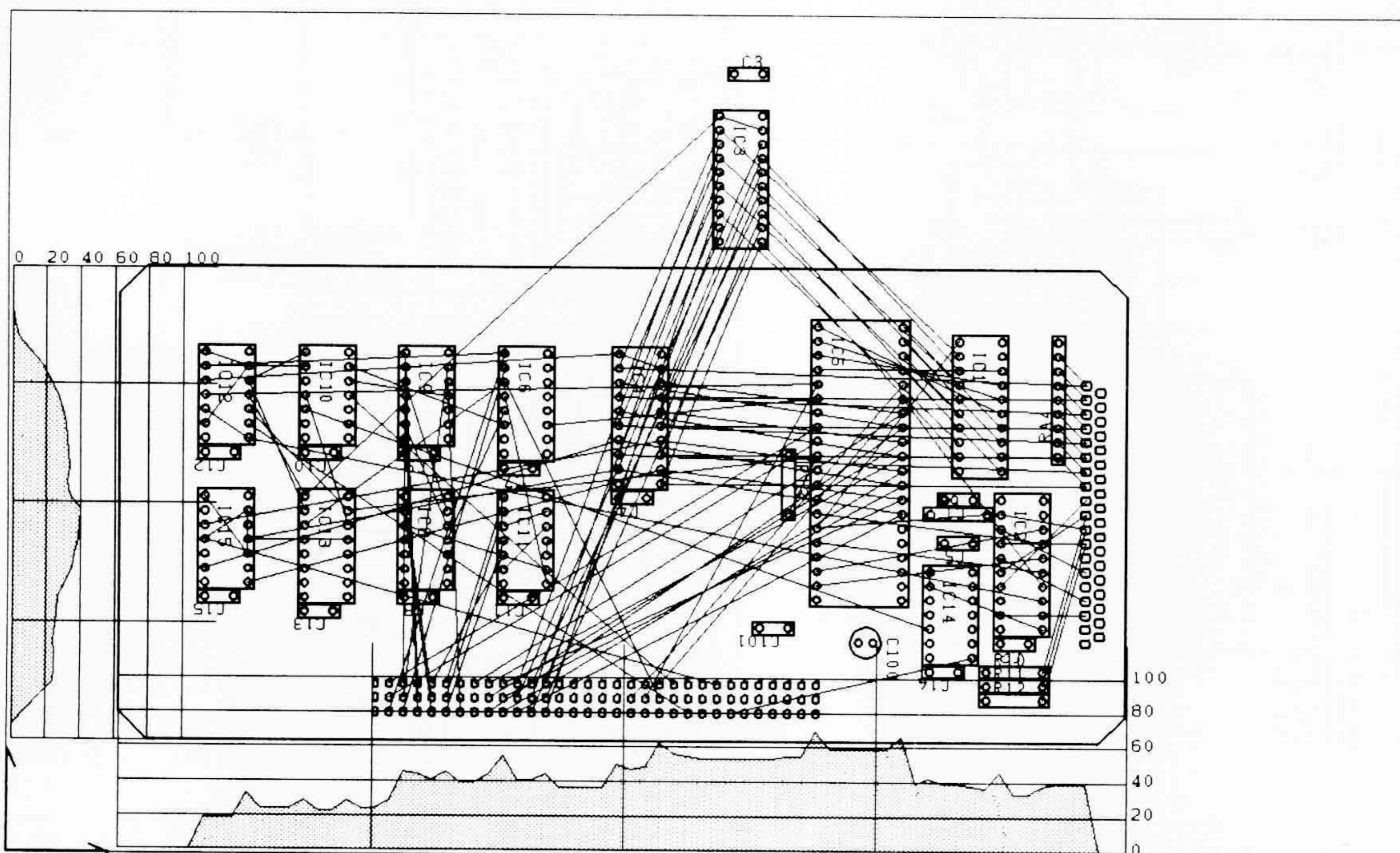


図6 チャンネル密度分布とネット表示 ネットとチャンネル密度分布は、部品移動に伴って変化する。

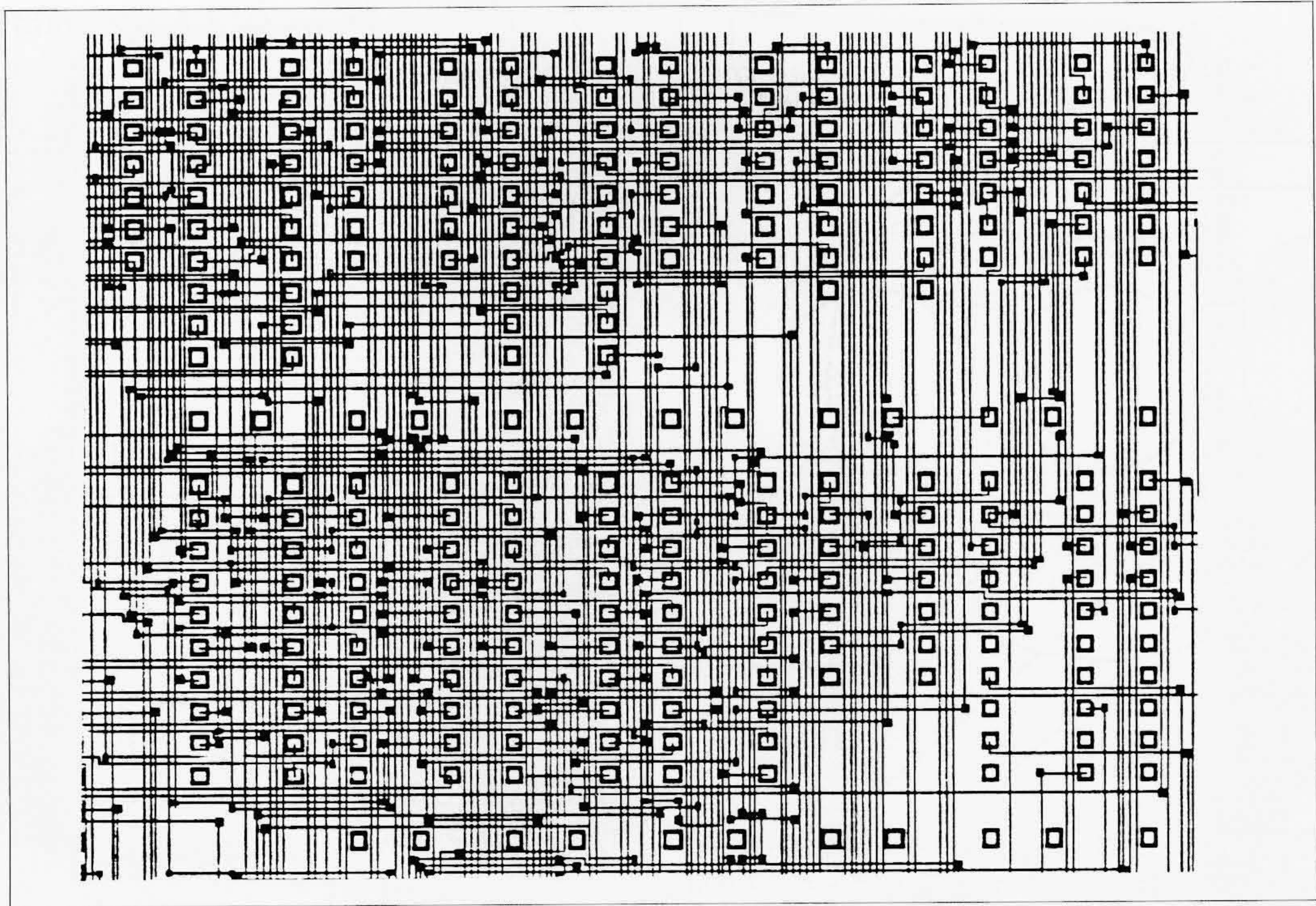


図7 高密度自動配線の例 マイクロビアを用いたピン間2本、格子間4本チャンネルでの自動配線の一例を示す。

4.1 デジタル基板, デジタル・アナログ混在基板

一般にこれらの基板では対話処理と自動処理とを組み合わせる実装設計が行われる。まず、基板外形や実装条件を設定する。続いて、HICAD/LOGで作成された論理接続情報の入力を行う。部品の初期配置を対話で行った後、部品の最適配置やピン交換を自動処理で行う。これらの自動処理は後述の自動配線の準備として重要であり、仮想配線長の総和を目的関数として、自動配線の結線率を上げるような最適配置を行う。自動処理の結果を、部品ピン間の接続を表すネット表示やネットの混み具合を表すチャンネル密度分布表示によって確認(図6参照)、必要であれば対話で配置修正を行う。部品の配置を決めた後、自動配線を行うが、電源、アースなどのあらかじめ入力しておくべきパターンはこの時点で設定する。

自動配線では2層ずつを対にして配線し、ビアと呼ばれる連結孔で対をなす層間を連結する。基板の高密度化、多層化に対応するため、通常のビアに比べて孔の径の小さなマイクロビア方式や任意の点にビアの設定が可能な浮動ビア方式を設定できるようにした。自動配線の基本アルゴリズムとしては、高速迷路法²⁾を採用しており、サーチ範囲やコスト計算など各種のパラメータを変更することによって、各種ユーザーニーズに応じることができるようになっている。高密度自動配線結果の一例を図7に示す。自動配線で未結線になったものについては、パターンの入力に従って未結線ガイドが同時に変化する機能や、同一信号線を強調表示する機能などを利用して対話で結線する。

また、設計期間の短縮を達成するためには、流用設計や設計変更に対応できる必要がある。そのため、論理変更に対しては変更が生じた時点で論理接続情報を再度取り込むか、実装図面上で直接ネット編集を行うことにより流用設計

や設計変更に対応できるようにした。

4.2 アナログ基板

アナログ基板の実装設計は、単一層での自動配線や、回路特性を考慮した配線経路形状の決定が自動処理では困難なため、主として対話処理で行われる。

実装設計に当たっては、論理接続情報の入力には必ずしも必要でなく、部品をライブラリから直接検索配置して、パターンを対話で入力することによって基板が作成できる。本システムでは、パターンのテーパ付け処理、自動角丸めや任意切欠き、平行線発生や束線処理、領域の複写や移動など、アナログ基板の設計に有効なコマンドを豊富に用意した。また、作業効率の向上を目的として標準値設定機能やデジタルサイズ入力機能を用意した。図8にアナログパターンの一例を示す。

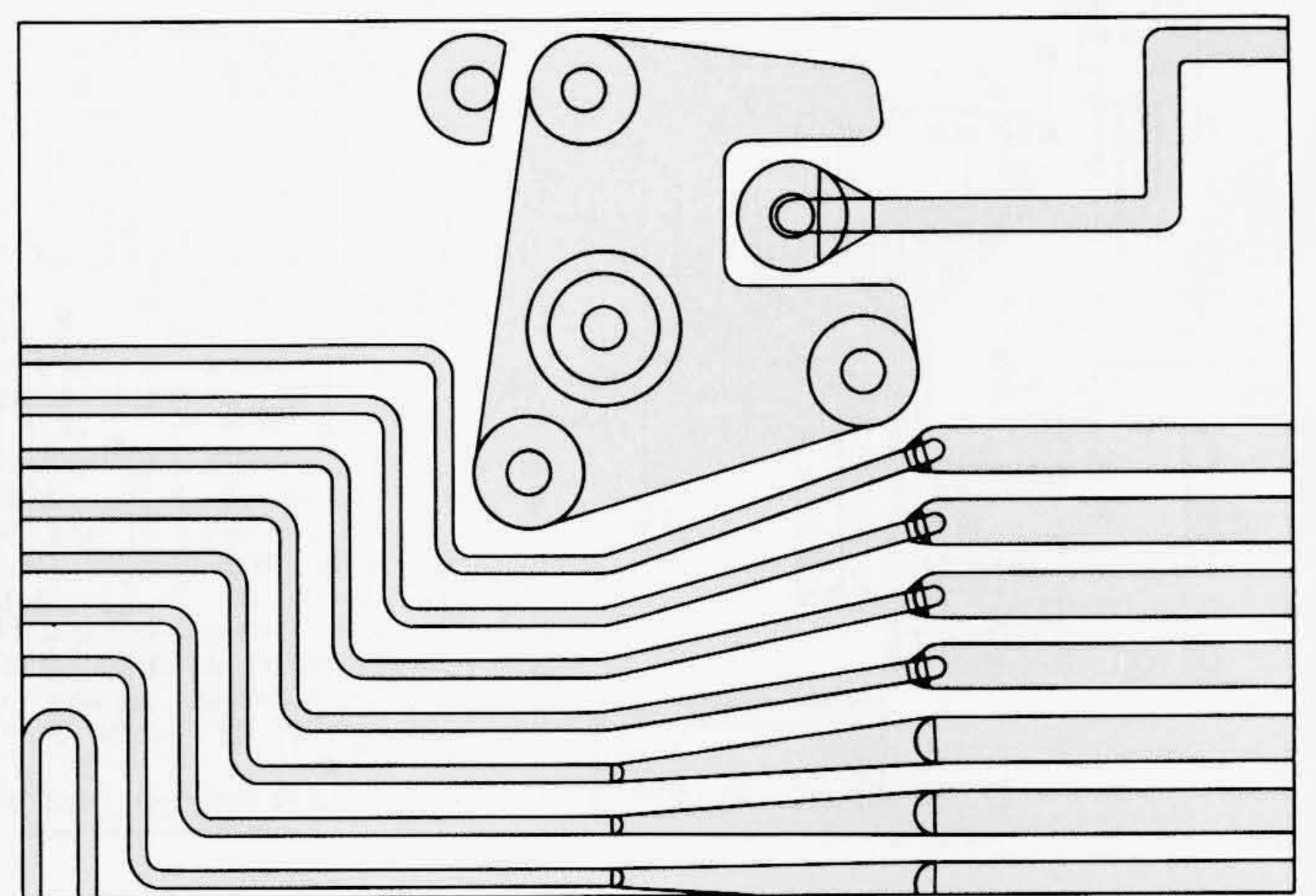


図8 アナログパターンの一例 平行線処理, 束線処理, 切欠き, 窓処理を施した例である。

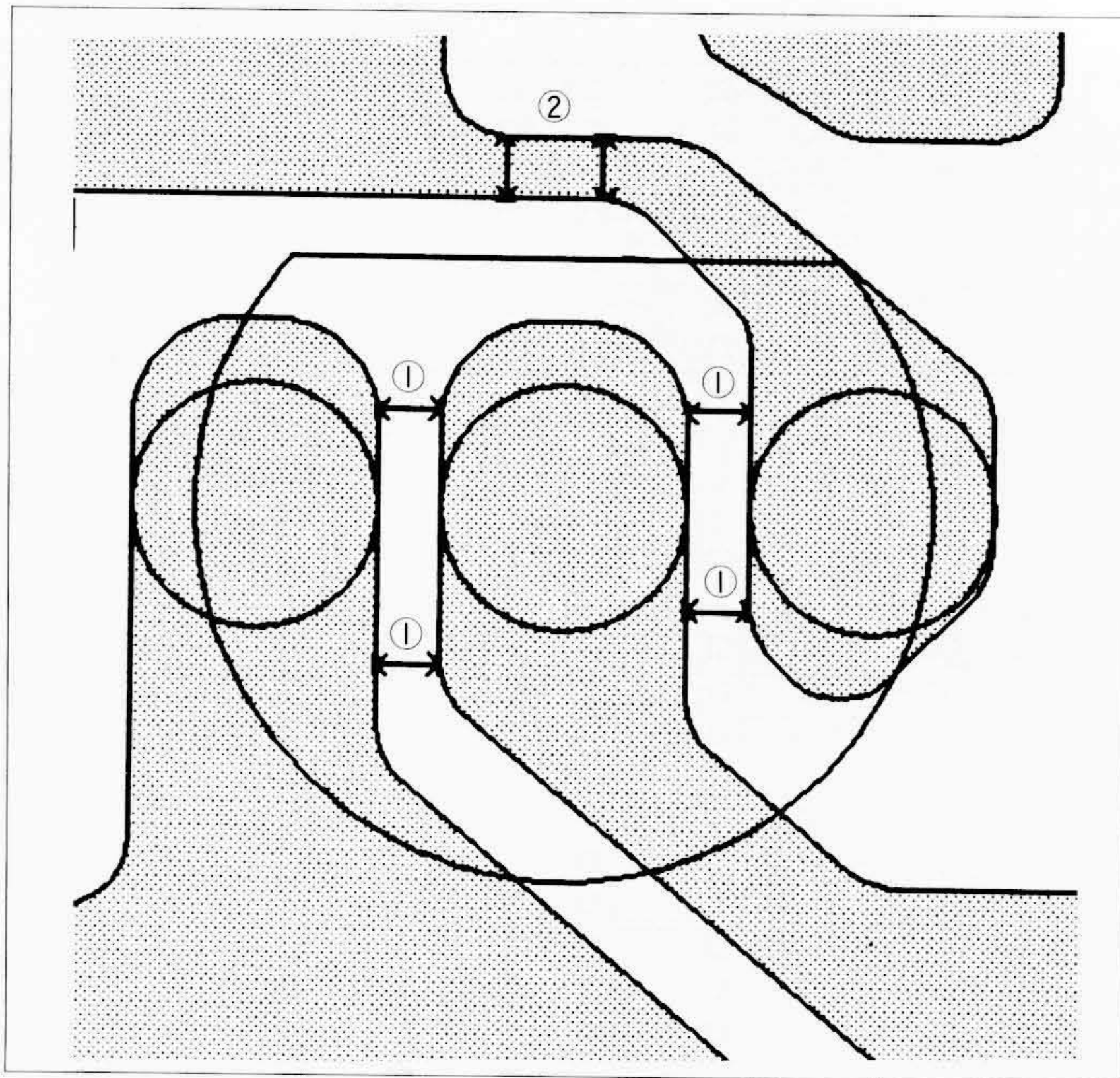


図9 デザインルールチェックの一例 パターン間隔が一定値以下のエラーが①で、また、パターン幅が一定値以下のエラーが②で検出されて、それぞれ矢印で表示された。

デザインルールチェックによるエラー検出例を図9に示す。

4.4 製造情報の作成

設計完了後の基板図面から配線パターン、穴あけ情報、シルクパターン情報などを取り出し、図面編集を行った後、ホット作画機、NC(数値制御)ドリル機、部品自動挿入機などに必要な基板製造情報を出力できるようにした。図10にホット作画機の軌跡の一例を示す。

5 結 言

以上、HICAD/LOG及びHICAD/PCBの概要について述べた。これらのシステムは既に社内外のユーザーに使用され、論理設計やプリント基板設計の開発期間の短縮と製品の信頼性の向上に効果を挙げている。プリント基板の論理設計、実装設計CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)システムに対するニーズは今後ますます増大していくものと思われる。これらのニーズにこたえて、HICAD/LOG及びHICAD/PCBをより使いやすいシステムにしていく考えである。

4.3 デザインルールチェック³⁾

実装設計の結果に対し、未配線、誤配線、配線パターン幅やパターン間のすき間などに関するチェックを実施して、設計エラーの検出を行う。

参考文献

- 1) 日本プリント回路工業会：プリント配線板の多層化動向調査報告書、日本プリント回路工業会(昭59)
- 2) 可児：プリント基板のCADとその実例集、応用技術出版(昭56)
- 3) 橋詰、外：対話形電子回路基板CAD/CAMシステム、日立評論、65、3、201~204(昭58-3)

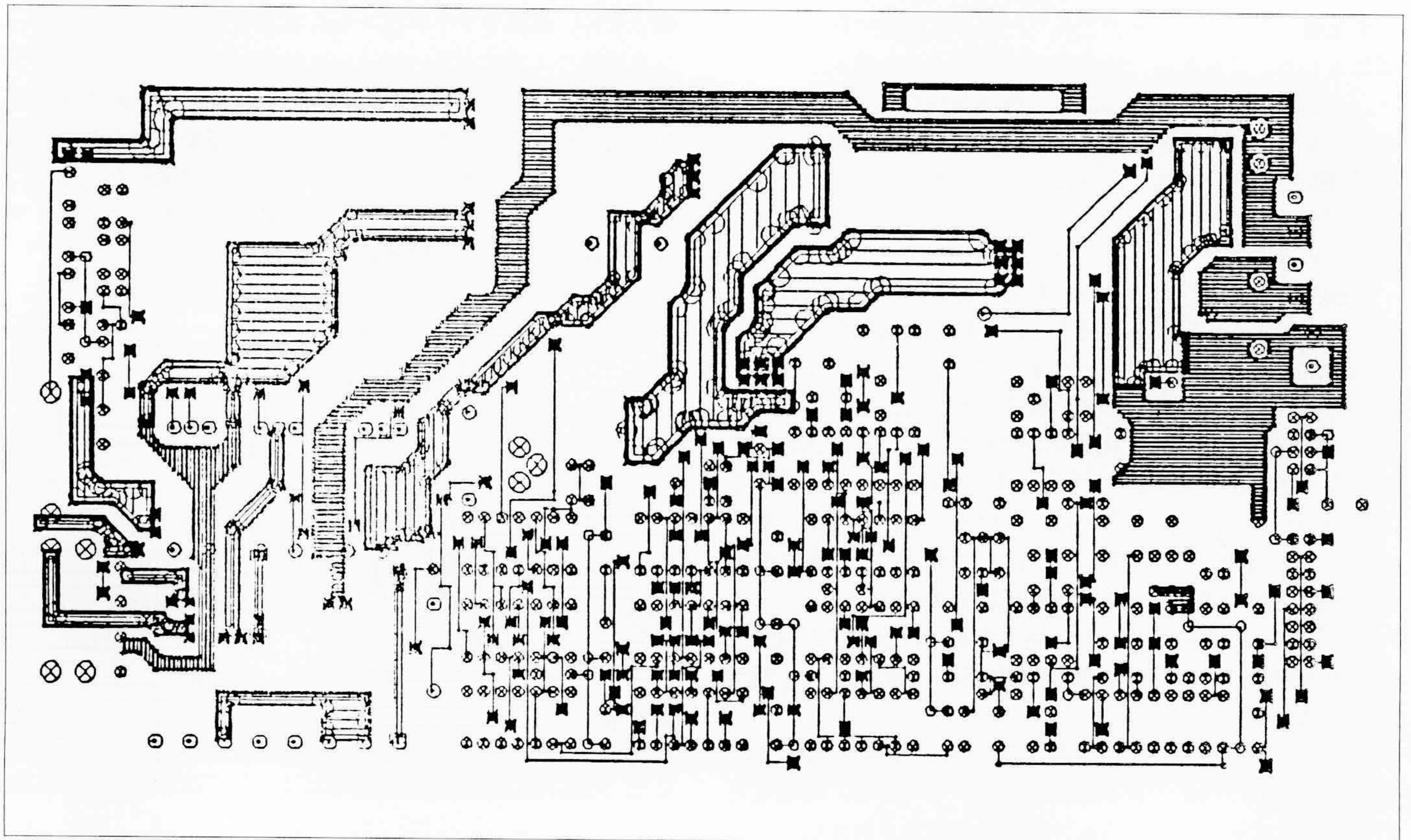


図10 ホットプロッタの検図の一例 アパーチャの径とその軌跡が分かる。