

対話形電子回路基板CAD/CAMシステム

Interactive CAD/CAM System for Electronic Circuit Board

産業用デジタル基板が高密度化する一方で、民生用製品のエレクトロニクス化によるアナログプリント基板の需要が拡大しており、基板の信頼性向上と設計・製造期間の短縮が重要な課題となっている。このため、対話形電子回路基板CAD/CAMシステムを開発した。本システムは、図形処理端末G-760を汎用計算機に接続して運用しており、

- (1) 論理解析や回路解析による回路設計支援
- (2) 新たに開発した自動配線技術、アートワーク技術による設計支援
- (3) 設計ミスの自動チェック機能による検査支援
- (4) 製造情報の自動作成による製造支援

を実現するための一貫したデータ処理機能に特長がある。

橋詰裕志* Hiroshi Hashizume
 小山 武* Takeshi Koyama
 園部 喬** Takashi Sonobe
 田中宏美** Hiromi Tanaka

1 緒 言

近年、民生用製品での制御系のエレクトロニクス化が急速に進み、ICやLSIを搭載した電子回路基板の需要が増大している。冷蔵庫、ルームエアコンでもよりきめ細やかな制御を行なうため、この数年LSIを搭載したアナログ系電子回路基板が増加の傾向にある。このため、図1に示した電子回路基板設計工程のうち、回路設計から製造情報の作成に至る一連の工程で扱う情報を、一貫して処理する対話形システムを開発することにした。

システムを構成するに当たっては、電子回路基板の種類がデジタル系基板、アナログ系基板及びその両方を搭載している混合基板、また、ハイブリッドICと多彩になっていることと、実務第一線の設計者が図形処理端末G-760を操作することを前提に、次の事項を配慮した。

- (1) デジタル基板やアナログ基板、混合基板のほかに、ハイブリッドICの設計にも利用できるような汎用性をもたせること。
- (2) プログラムをパッケージ化し、データベースを統一して拡張性、融通性をもたせること。
- (3) マンマシンインタフェースを重視し、操作性を向上させること。

2 システムの構成

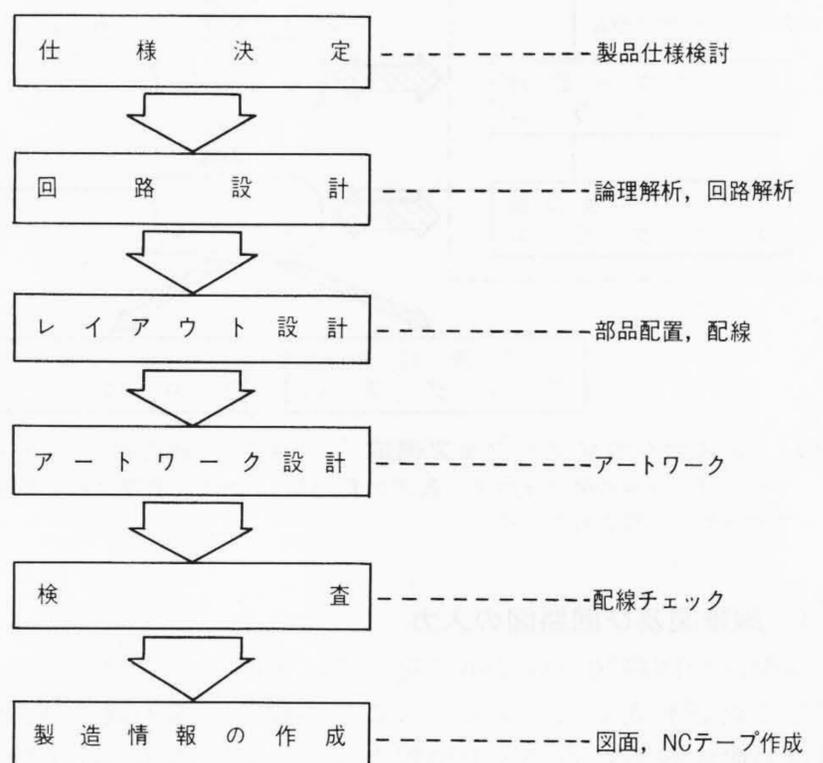
2.1 ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成を図2に示す。
 本システムでは、インテリジェント形図形処理端末G-760を汎用計算機(HITAC Mシリーズ)に接続しており、

- (1) 自動配線のような大規模な演算を高速に処理できる。
 - (2) 大容量のデータベースを構築できる。
 - (3) インテリジェント端末であるため操作性がよい。
- などの特長を備えている。

2.2 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成を図3に示す。
 本システムのソフトウェアは、論理図や回路図の入力処理プログラム、パターン設計プログラム、製造情報作成プログラム、図面編集プログラムから構成している。パターン設計



注：略語説明 NC(数値制御)

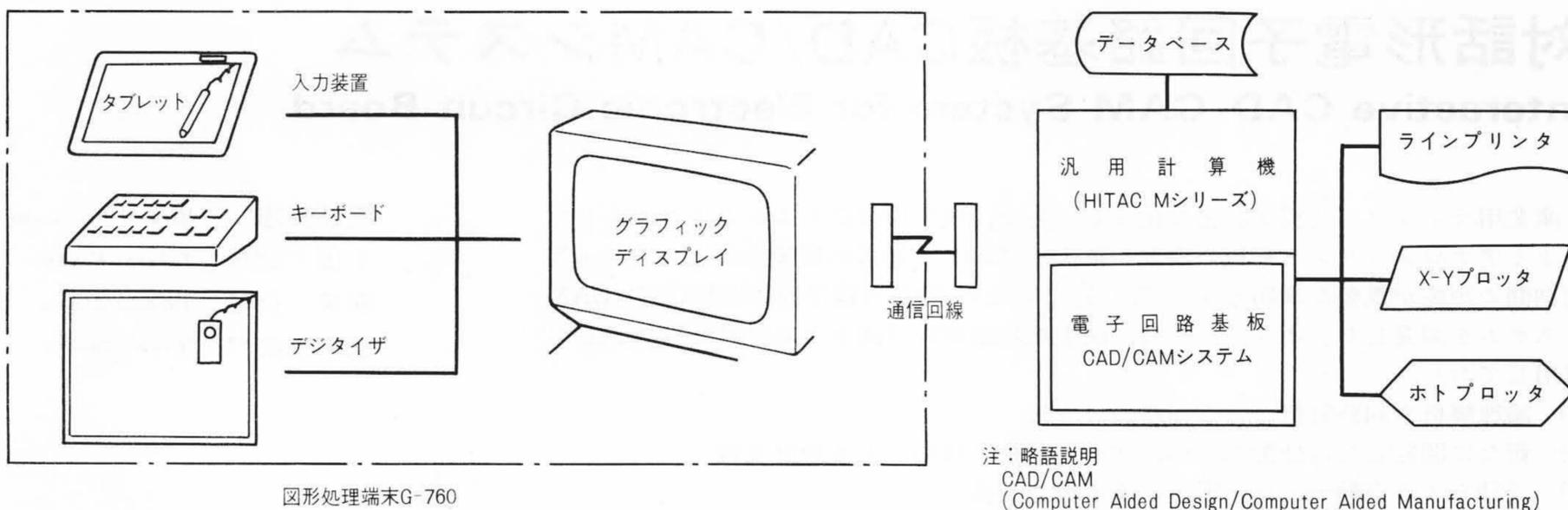
図1 電子回路基板設計の流れ 基板設計の流れと各工程の作業項目を示す。

プログラムは、部品配置や配線を行なうレイアウト設計プログラムモジュールと、アートワーク作業を行なうアートワーク設計プログラムモジュールから構成されている。

3 システムの機能と設計の流れ

本システムを用いた電子回路基板の設計方法には、次の二つの手順が考えられる。一つは、手書きによるラフスケッチをあらかじめ作成しておき、これをもとに、タブレット又はデジタイザにより配線パターンを入力して清書する場合であり、もう一つは、本システムの機能全体を使用して、まず論理図や回路図を入力し、その情報に基づき自動的に、又は対話によってパターン設計を行なう場合である。後者の場合について、設計の流れを図4に示す。

* 日立製作所栃木工場 ** 日立製作所日立研究所



注：略語説明
CAD/CAM
(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)

図2 システムのハードウェア構成 図形処理端末G-760と大形汎用計算機を通信回線で結び、大量のデータを高速に処理している。

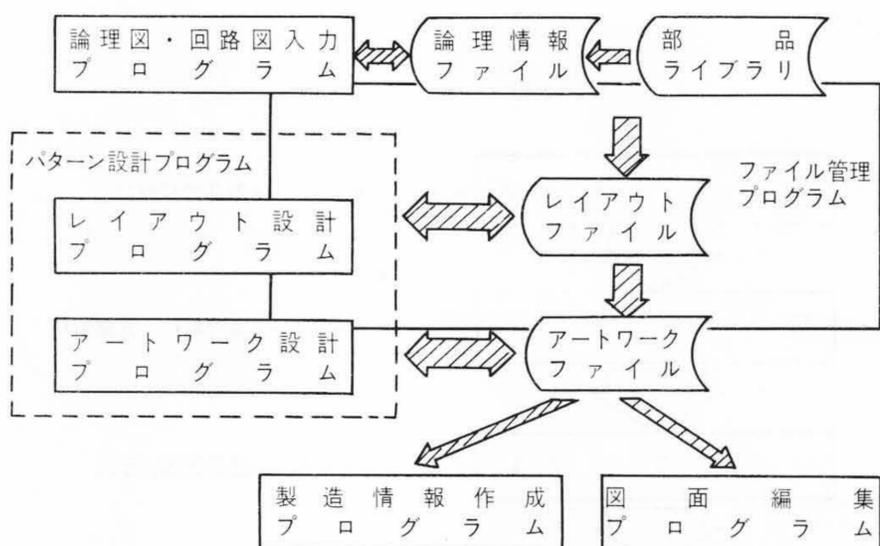


図3 システムのソフトウェア構成 システムを構成するモジュールと、データファイルの関係を示す。各ファイルは、ファイル管理プログラムによって体系的に管理されている。

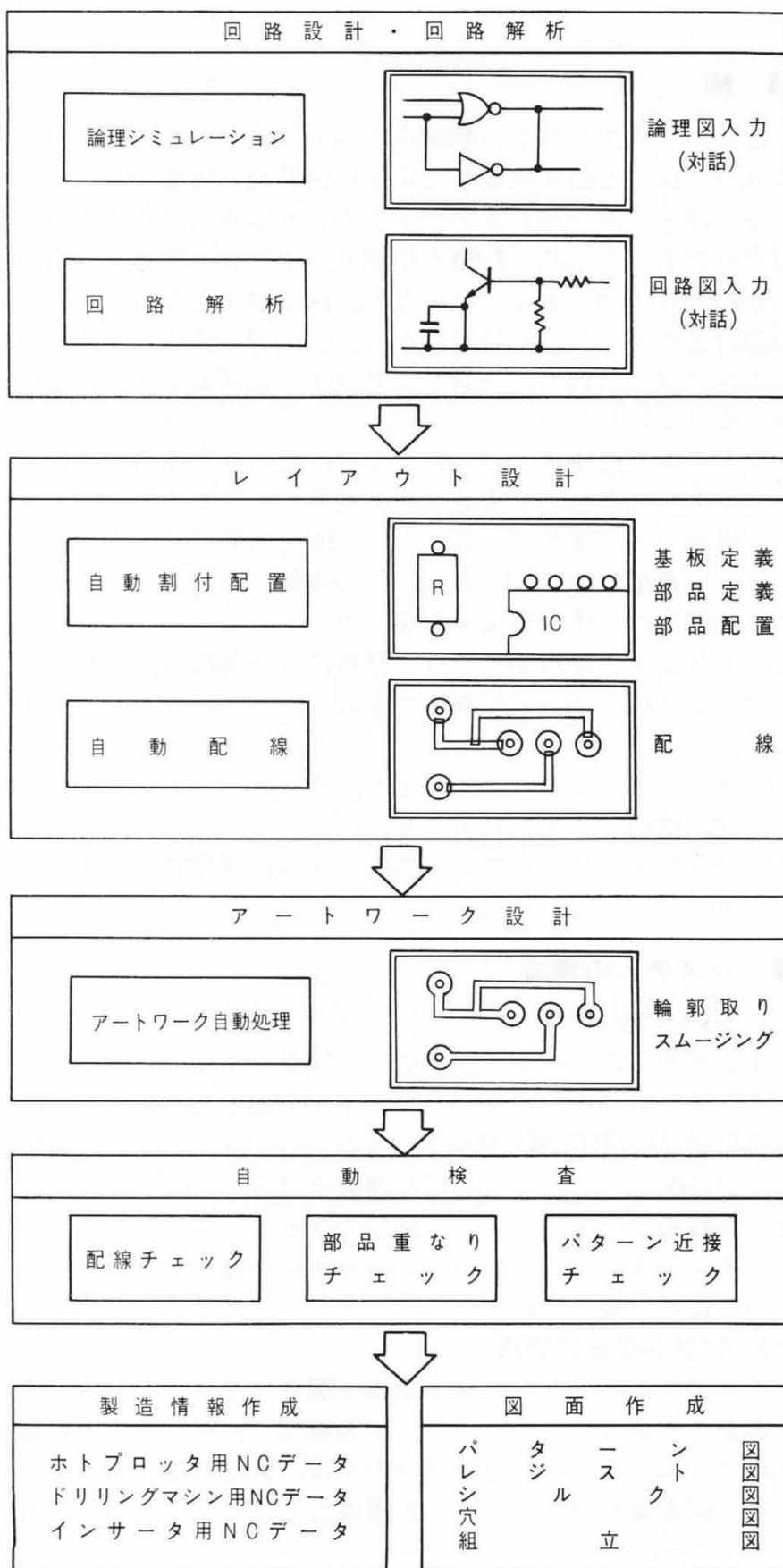


図4 システムの機能と設計の流れ システムを用いた設計の流れとシステムの機能を示す。各工程とも自動及び対話処理の機能を備えている。

3.1 論理図及び回路図の入力

論理図や回路図をG-760に対して、メニューコマンドを使用して対話形式で入力する。ここで作成した端子間の結線情報は自動配線のための入力情報として、次のステップで使用するほか、設計を完了したパターンの配線チェックの基本情報として使用する。

3.2 レイアウト設計

(1) 部品の割付配置

外形、名称、ランドなど部品に関する情報を部品ライブラリファイルにあらかじめ準備しておく。基板の外形を作成したのち、3.1項で述べた情報をもとに、自動割付配置を行ない、配置に関するノウハウを必要とする部品についてはG-760との対話処理で部品配置を完了する。レイアウトファイルには、部品ライブラリファイルから、部品に関する外形、名称、ランドなどの情報が取り込まれる。

(2) 配線

論理図や回路図の結線情報と割付配置で決めた部品配置情報をもとに自動配線処理を行ない、未結線部分については対話で結線してゆく。更に、幅のついた折れ線や多角形などの図形を重ね合わせてゆき、パターン図の原形を作成する。

3.3 アートワーク設計

レイアウト設計が終了した段階で、種々の図形が重なり合ったままのパターン図に対して、自動的に幅付配線パターンを発生させたり、図形の輪郭取りやスムージングを行ない、最終的なアートワーク図を作成する。

3.4 配線及び設計ルールのチェック

完成した配線パターンにつき、これまでに入力されている回路図の情報及び部品情報により、配線が回路図と一致しているかどうかの照合チェックを行なうほか、部品の重なりを調べる重なりチェック、絶縁距離が確保できているかどうかを調べる近接チェックを行なう。このチェック機能により設計者の負担を軽減している。

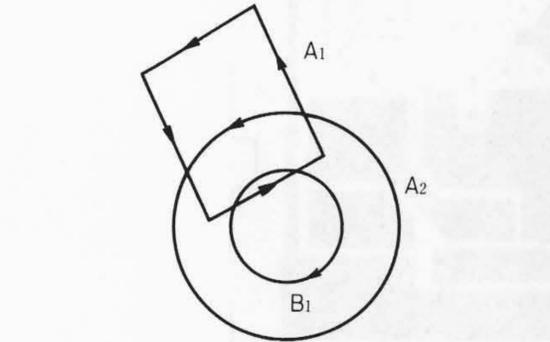
3.5 製造情報の作成

ホトプロッタやフィルムカッタ、各種NCテープなどの製造に必要な情報は、アートワークファイルによって出力する。ホ

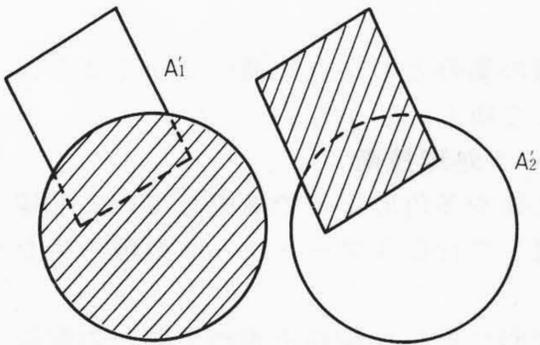
トプロッタ情報の作成に当たっては、アナログ基板などのように銅はくパターンが不定形でも、作画時間が短くなるようにアパーチャが動くアルゴリズムを開発した。また、寸法線の記入や標題を付加して、図面としての体裁を整え、アートワークファイルから、ソルダレジスト図、シルク図、穴図を出力する。

4 システムの特徴

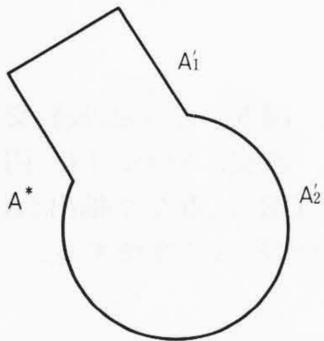
本システムの特徴は、自動配線のために新しく開発した線分割当法とアートワークデータ処理技術にある。



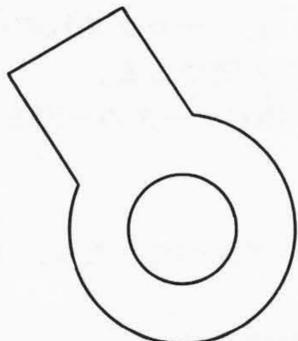
(a) 向きが同じA₁, A₂と逆向きのB₁の合成を行なう。



(b) 同じ向きの図形の外形を得るために、A₂を上に乗せたとき、A₁の見える部分をA₁、A₁を上に乗せたときA₂の見える部分をA₂と求める。



(c) $A^* = A_1 + A_2$ で同一方向の図形の外形が得られる。



(d) A*から図形B₁を引き算すると、必要な図形が得られる。

図5 拡張形交点追跡法の説明図 アートワーク自動処理技術として拡張形交点追跡法を開発した。

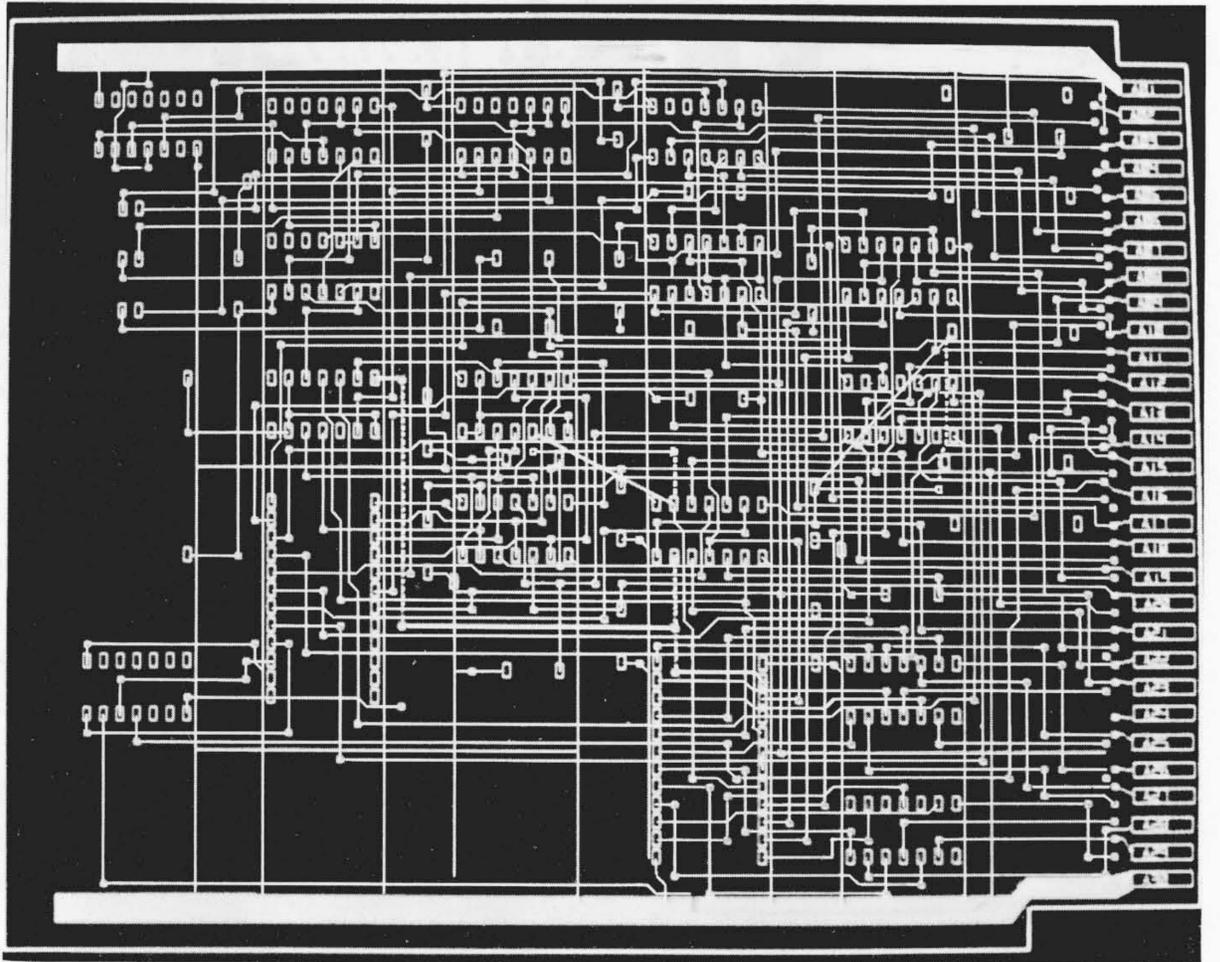


図6 応用例1 本システムで設計したデジタル基板の配線パターン図を示す。

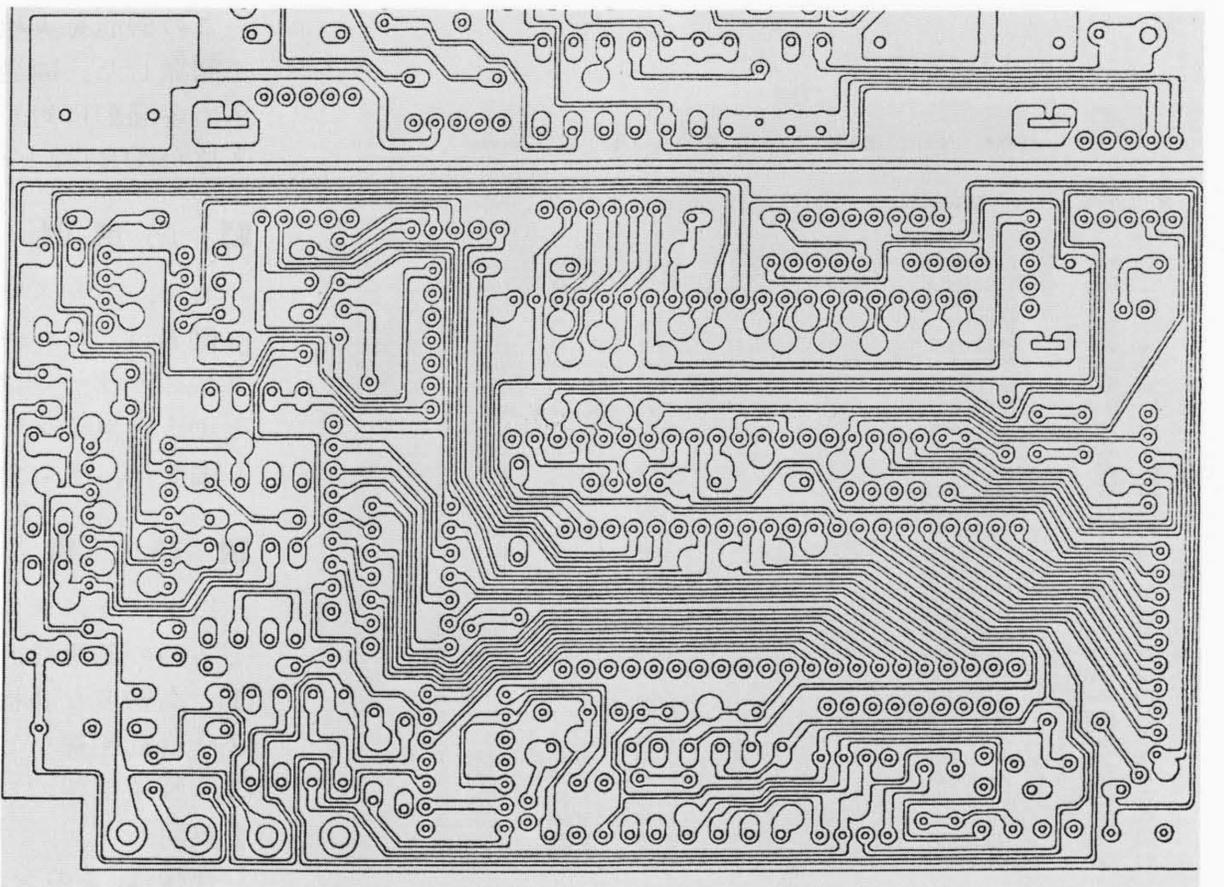


図7 応用例2 本システムで設計したアナログ基板の配線パターン図を示す。

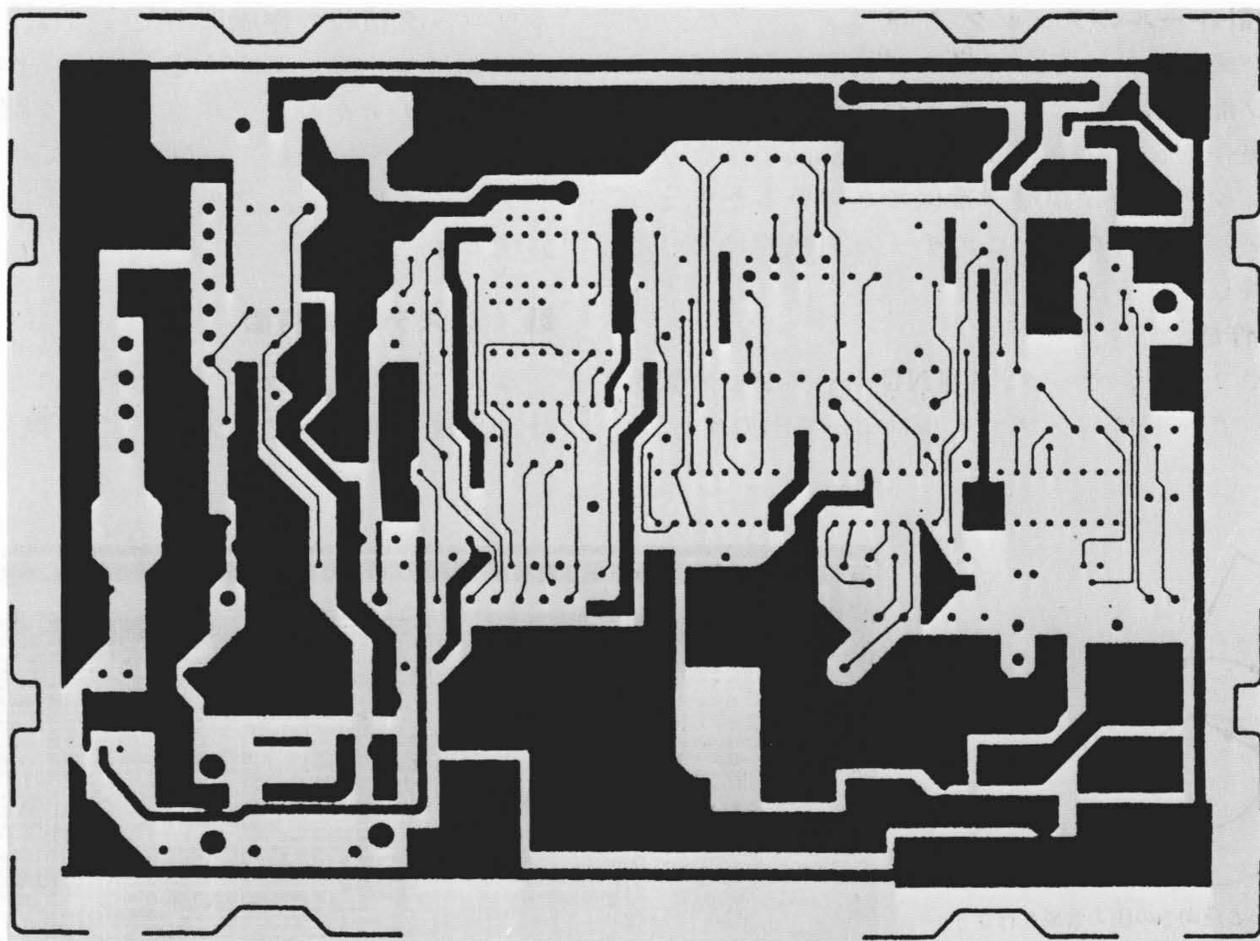


図8 応用例3 ホットプロッタで作成した配線パターン版下の例である。

4.1 線分割当法

線分割当法は、基板全体を複数の領域に分割し、信号単位に領域間の配線を行なう領域間配線と、領域内の各信号ネットに最適な経路(線分の集合)を割り当てる領域内配線の二つの部分から成る。

領域間配線では、迷路法を用いて信号単位に通過する基板上の領域を決定する。通過する領域の決め方は、領域間の通過信号数を平均化するように行ない、各領域内の配線を均一にする。

領域内配線では、迷路法の格子の概念を縦、横の線分に置き換え、各信号に対する配線経路をこの線分で表現する。離散的に存在する端子群の座標の平均値をもつ線分を幹線に割り当て、幹線と各端子を結ぶのに最適な線分を支線として、

各端子と幹線及び支線の集合との交点を調べてゆくことによって配線経路を決定してゆく。

4.2 アートワークデータ処理技術

一定の幅をもつ折れ線や多角形などで構成している配線パターンの基本図形に対して行なうアートワーク処理の主なものとしては、

- (1) 重なり合う基本図形に対し、輪郭を求めて同一の配線パターンとする機能
 - (2) 異なる電位の配線パターンに対し、近接をチェックする機能
 - (3) 配線パターンのコーナ部やランド部に対して行なうスムージング機能
- がある。

この機能を実現するために、図5に示す拡張形交点追跡法を開発した。開発した手法は、直交、斜め、円、円弧、白抜きの各図形に対し、輪郭取り(OR)、重なり抽出(AND)、引き算(SUB)などの演算機能を体系的に処理する。

***** INSERT BUHIN DATA LIST (STEP 2) *****							
NO.	NAME	KATASHIKI	X-DATA	Y-DATA	Z-DATA	D. C.	HEAD
52	R46	D2702S02EJ	2699	9500	1000	B C	21
53	R15	D7501S02EJ	4299	9000	1000	B C	13
54	R13	D7501S02EJ	4699	9000	1000	B C	13
55	R14	D7501S02EJ	5099	9000	1000	B C	13
56	D22	RREB1049	> 3399	12100	1000	D C	19
57	D21	RREB1049	> 3699	12100	1000	D C	19
58	D18	RREB1049	> 3999	12100	1000	D C	19
59	D17	RREB1049	> 4399	12100	1000	D C	19
60	D20	RREB1049	> 4699	12100	1000	D C	19
61	D19	RREB1049	> 4999	12100	1000	D C	19
62	D2	RREB1049	> 5799	7000	1000	D C	19
63	R1	D1003S02EJ	6599	11100	1000	B C	4
64	D3	RREB1049	> 6199	7000	1000	D C	19
65	D1	RREB1049	> 6499	7000	1000	D C	19
66	R2	D1003S02EJ	6999	11100	1000	B C	4
67	R3	D1003S02EJ	7399	11100	1000	B C	4
68	R70	D1002S02EJ	7799	10900	1000	B C	2
69	R71	D5600S02EJ	8199	10900	1000	B C	20
70	R35	D4701S02EJ	8099	7300	1000	B C	3
71	R69	D1001S02EJ	10399	11600	1000	B C	22
72	R68	D1001S02EJ	12399	11600	1000	B C	22
73	R67	D1001S02EJ	14399	11300	1000	B C	22
74	R63	D2700S02EJ	9499	5700	1000	B C	7
75	D12	RREB1049	< 9200	5700	1000	D C	9
76	D10	RREB1049	< 9500	5700	1000	D C	9
77	D11	RREB1049	< 8600	5700	1000	D C	9
78	R59	D1002S02EJ	8299	3000	1000	B C	2
79	R58	D1001S02EJ	7899	3000	1000	B C	23
80	D16	RREB1049	> 8599	1400	1000	D C	19
81	D6	RREB1049	> 2200	1100	1000	D C	19

図9 応用例4 インサータマシン用NCデータの一例を示す。

5 応用例

次に、本システムを用いた応用例を示す。

図6は、デジタル基板のパターン図を、図7は、アナログ基板のパターン図を、また図8は、アナログ基板のパターン図をホットプロッタで作成した版下の例である。

図9に、インサータマシン用NCデータの一例を示す。

6 結 言

以上、システムの概要について述べてきたが、本システムを各種の基板設計に適用して、

- (1) 高密度な基板に対し高信頼性設計
 - (2) 自動配線などによる設計期間短縮
 - (3) 製造情報の自動作成による製造期間短縮
- を実現した。

今後は、このシステムを製品化して、ユーザーニーズを十分反映させた、使い勝手の良いシステムに成長させてゆきたい。