

1 まえがき

当社においても、エレクトロニクス化の要求が年々増大し、使用するプリント配線基板（以下プリント板）も片面から両面、さらには多層へと、急速に高集積化の方向へ進んでいる。

当社の使用するプリント板は電力関連の制御用機器への組込みが主体であるため、少量多品種の傾向が強く、かつ、他の産業用プリント板とは一ランク上のグレードを要求され、高耐圧・大電流という高集積化と相反する仕様を守りつつ、高集積化を図らなければならない。そのため数年前より、一部の回路設計技術者の中から高集積度、高信頼度のプリント板設計を行うためには、人手によるパターン設計やアートワークに限界を感じ、CAD/CAMによるプリント板の設計が必要であるという声が出てきた。

一方、プリント板製造会社であり、当社の関連会社でもある（株）愛工機器製作所も、発足当初は最新鋭の設備を有した国内有数のプリント板メーカーであったが、時代の変遷により、CAD/CAMの導入が急務という状況になってきた。

そのような状況において、昨年7月1日CAD/CAMによるプリント板設計プロジェクトチームとして、PCグループを新たに発足させ、CAD/CAMの導入に踏み切った。

2 CAD/CAM導入の経緯

2.1 調査期間

昭和60年7月15日～昭和60年9月20日 約2ヶ月間

2.2 調査対象機種を選定

数あるCAD/CAMシステムの内、調査対象機種を下記条件で書類選考し、表1、表2に示す機種に限定した。

(1) ミニコンピュータまたはマイクロコンピュータベースのスタンドアロンタイプのシステム

日進月歩のコンピュータの世界で価格も高く、融通性のない大型コンピュータは避けるべきと判断した。

(2) 国内販売実績1年以上

日本と海外(主としてアメリカ)ではプリント板設計に対する考え方に大きな相違があり、海外実績No.1が必ずしも日本のプリント板設計の実情に合うとはいえない。

(3) 国産または国内メーカーがソフトウェアをサポートするシステム

コンピュータ応用機器はハードウェアよりもソフトウェアの性能に大きく左右されるため、ソフトウェアのバージョンアップ、メンテナンスの即応性が重要である。

表1/プリント板設計支援システム(CAD)

Tab. 1/Computer aided design system for printed circuit boards

システム名	メーカー
SCICARDS SYSTEM	旭光学
ES-1000 SYSTEM	シャープ
CR-2000 SYSTEM	図研
T-300 SYSTEM	東京計器
CADVANCE 1000 Mark-II	横河北辰電機

表2/フォトマスクレーザ作画システム(CAM)

Tab. 2/Laser photo plotter system for photo masks.

システム名	メーカー
PENTAX SYSTEM 3655	旭光学
RESPONSE 280 NEW INSIGHT SYSTEM	日本サイテックス
RS-1000	日本電気

2.3 調査項目と結果

各機種の評価にあたっては、表3、表4に示すように、各5項目について、それぞれ評価点を与え、総合的に判断した。その結果、CADシステムは横河北辰電機製のCADVANCE 1000 Mark-II、CAMシステムは日本サイテックス製のRESPONSE 280 NEW INSIGHT SYSTEMを採用した。

表3/プリント板設計支援システム(CAD)の評価

Tab. 3/Evaluation of computer aided design system for printed circuit boards

評価項目	横河 北辰	A社	B社	C社	D社
(1) ベンチマークテスト……………評価点	13	11	8	4-13	4-13
(イ) 完成度	○	○	○	×	—
(ロ) パターンの引回し、シルク図の美しさ	△	×	×	—	—
(ハ) 誤りの有無	△	×	×	—	—
(ニ) 対話時の応答性	○	○	×	—	×
(ホ) 操作性	○	△	×	×	×
(2) 独自のシステムの構築……………評価点	14	13	11	12	10
(イ) ソフトウェアインタフェースの公開及びサポート	○	△	△	○	△
(ロ) アプリケーションソフトウェア開発用のツール	○	○	×	○	△
(ハ) 安価なパソコン(PC9801)の利用	○	○	○	×	×
(3) 他のシステムとの互換性……………評価点	13	11	13	11	11
(イ) ガーバーイン機能	○	○	○	○	○
(ロ) ガーバーコンバート機能	△	×	△	×	×
(ハ) ネットワーク	○	○	○	○	○
(4) CAM(レーザフォトプロッタ)との整合性……………評価点	12	12	10	8	8
(イ) MTによるフォトデータの相互入出力機能	○	○	○	△	△
(ロ) フォトデータの直接相互入出力機能	△	△	×	×	×
(ハ) オペレーションシステムの統一	△	△	×	×	×
(5) 保守サービス……………評価点	12	11	12	12	10
(イ) 保守費用(ランニングコスト)	△	×	○	△	△
(ロ) 即応性	○	○	△	○	×
総合評価点	64	58	54	47 56	43 52

表4/フォトマスクレーザ作画システム(CAM)の評価

Tab. 4/Evaluation of laser photo plotter system for photo masks

評価項目	日本サイ テックス	A社	B社
(1) 現状の作業工程の廃止……………評価点	18	12	18
(イ) 面付け作業	○	○	○
(ロ) 枠取り作業	○	△	○
(ハ) 銅面積の測定作業	○	△	○
(ニ) ソルダマスクのポジ・ネガ反転	○	○	○
(ホ) 漢字・ロゴマークの作成・貼付作業	○	△	○
(2) 独自のシステムの構築……………評価点	12	13	10
(イ) ソフトウェアインタフェースの公開及びサポート	△	△	×
(ロ) アプリケーションソフトウェア開発用のツール	△	○	△
(ハ) 安価なパソコン(PC9801)の利用	○	○	○
(3) 自動処理機能……………評価点	12	13	13
(イ) フィルム自動供給機能	△	○	○
(ロ) 作業効率	△	○	○
(ハ) ベクターラスト変換効率	○	△	△
(4) CADとの整合性……………評価点	10	10	8
(イ) フォトデータのMTによる相互入出力機能	△	△	△
(ロ) フォトデータの直接相互入出力機能	△	△	△
(ハ) オペレーションシステムの統一	△	△	×
(5) 保守サービス……………評価点	10	8	8
(イ) 保守費用(ランニングコスト)	△	×	△
(ロ) 即応性	△	△	×
総合評価点	62	56	57

3 システム構成

3.1 プリント板設計支援システム(CAD)

当社の選定したCADシステムは、1983年に横河北辰電機株式がCADVANCE 1000として発表し、その後、幾度の改良を重ねたシステムCADVANCE 1000 Mark-IIである。

当時、低密度プリント板や多層プリント板の設計にしか使えないといわれていたプリント板CADの自動設計機能を、自動・手動を自由自在に切換えることにより、中高集積度のプリント板設計に適用できるような柔軟なシステムにしていくという設計思想の下に、高速・高精細度の専用グラフィックターミナルを開発、更に手動操作の障害にならないパターンを生成する自動配置・配線プログラムをも開発するなど、幾多のハードウェア・ソフトウェアの改良を重ね、今日のCADVANCE 1000 Mark-IIとなり、現在も各ユーザーの意見を取り入れ、日ごとに改良が加えられ、システムは成長し続けている。



図1/CAD室
Fig. 1/CAD Room

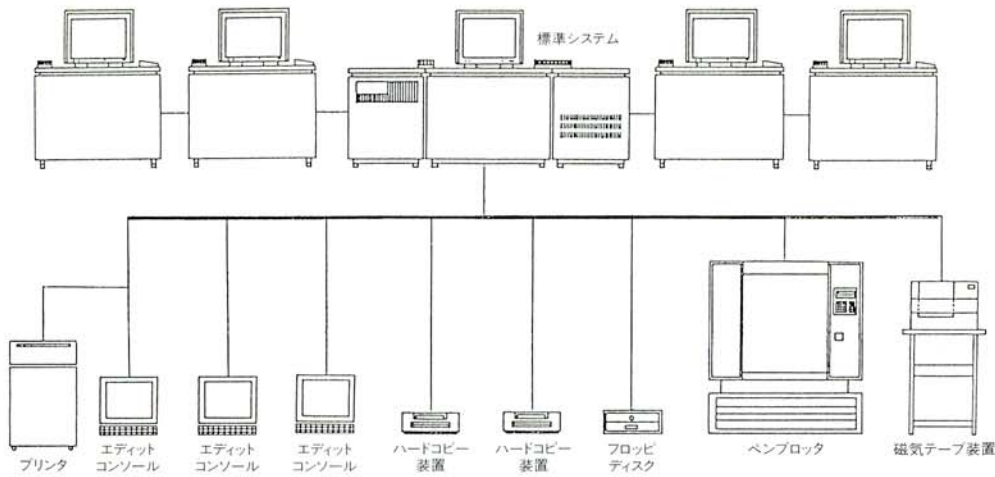


図2/CADシステム構成図
Fig.2/CAD system

3.1.1 ハードウェア構成

図2に示すように、このシステムはCADVANCE 1000 Mark-IIの柔軟で自在な自動・手動切換機能、及びデータチェック機能を100%発揮すべく、あえてデジタイザを省略している。

3.1.2 ソフトウェア構成

(1) 回路図入力

回路図シンボルを手動配置して、シンボル間を手動結線することにより、回路図を作成するソフトウェアである。

部品の整列配置機能、バス結線、接続点への自動引込み機能などがあり、グラフィックターミナルで簡単に回路図を作成することができる。また、豊富な文字情報入力機能があり、正式ドキュメントとしての清書回路図を出力することができる。したがって、ドキュメントとして回路図提出を要求される時にはこのソフトウェアを使用するが、通常は回路図より、接続情報を人手（回路図を理解できる技術者）により抽出し、ASCII形式でコンピュータに入力する。このため、汎用パソコンで接続情報の作成が可能となり、ユーザから機密情報である回路図の提出を不必要にすることも可能である。

(2) デジタルPCBソフトウェア

接続情報入力による自動配置・配線機能を中心としてデジタルPCB設計に必要とされる豊富な設計ツール、チェックツールを包含するソフトウェアである。

自動配置機能では配線密度を均等化するアルゴリズムを採用している。

自動配線機能では45°の折れ曲りによるジグザグパター

ンで結線している。45°パターンの発生は経路探索過程において周囲の状況から決定する発見的方法を採用しているため、人手配線に近いパターンが得られ、配線率向上、スルーホール減少、配線追加・修正の容易性などのメリットが得られる。また、大きな特長として、自動・手動の両配線モードにおいて、同一のデータベースにアクセスしており、手動配置モードにおいても、結線状態がリアルタイムに管理されている。そのため、自動・手動の柔軟かつ自在な切換が可能である。

(3) アナログPCBソフトウェア

アナログPCBのCAD設計においては豊富なパターンをいかに簡単な操作で発生できるかがポイントになっており、下記のような各種パターン発生機能がある。

- Dカット・スリット
- ティアドロップ
- フィレット・面とり
- R付き一筆書き
- 束線・東面処理
- 幅付パターン
- 自動漸近面

デジタルPCBソフトウェアと随時切換えが可能であるため、アナログ・デジタル混在基板の設計が容易にできる。また、操作のやり直しを可能にするオペレーション・バック機能があるため、気楽に試し書きをしてパターンのバランスを見ながら全体を仕上げるようなことができ従来の手貼りに近い図形を作成できる。

(4) 自動運転機能

比較的長時間を要する下記の処理について処理条件をパラメータファイルに設定することにより、複数の自動処理を連続的に実行することができ、夜間の連続自動運転、エディットコンソールの有効利用（グラフィックタ

ーミナルを専有しない)などシステムを有効活用できる。

- 自動配線
- スルーホールリダクション
- ERC(同電位チェック)
- ペンプロット出力、または出力ファイル作成
- フォトプロット出力用データ作成
- NCドリル出力データ作成

3.2 マスクフィルムレーザ作画システム(CAM)

今回導入したCAMシステムは当初、プリント板用としてでなく、衣料・包装資材・建材など図柄処理用として、1975年にRESPONSE 220が発表され、年々、改良が加えられて、図柄処理から地図用図形処理へと変遷し、1983年CADVANCEの発表と時期を同じくして、さらにハードウェア・ソフトウェア共に改良を加え、高精度・高速度化し、プリント板用の図形処理システムに変身し、今日のRESPONSE 280システムが誕生した。さらに、1986年(現在)世界最高速自動作画を誇る超高速変換システム(QUANTUM)、高速レーザフォトプロット(RAYSTAR)へと発展している。



図3/CAM室
Fig. 3/CAM Room

3.2.1 ハードウェア構成

図4に示すように、当社のCAMシステムはRESPONSE 280 NEW INSIGHT SYSTEMであり、高品質・広域作画(1000×1850)のドラムタイプレーザフォトプロット(ELP-II)、高品質・高速自動作画(3分間)のフラットベッドタイプレーザフォトプロット(RAYSTAR)という2台の作画機と2台の編集兼制御用コンピュータを備えた、世界に類を見ないシステム構成である。

3.2.2 ソフトウェア構成

RESPONSE 280 NEW INSIGHT SYSTEMのソフトウェア体系は完全なモジュール構造となっており、コマンドレベルで300種を超える機能を有している。これらのコマンドを有機的に結合して、バッチファイルを作成することにより、スキヤニング・修正・編集・作画を行う。

したがってオペレータは各種コマンドを覚えなくても、作画作業を行えるようになっている。また、BASICにも似た強力なバッチコマンドを駆使することにより、独自の運用形態を取ることも可能である。

主なソフトウェア機能として次のようなものがある。

(1) デジタルデータ入力

各種CADで作成された磁気テープ、または紙テープデータを変換管理テーブルを介して、システム内部フォーマットのデータへと変換し、取り込む。

(2) ベクターラスタ変換

各種CADで作成されたベクタデータをデータ変換テーブルを介して、サイテックス社固有のラスタデータへと変換する。変換時の指定により、図形のミラー反転、作画原点のオフセット移動、X-Y軸変換、スケーリング、ポジネガ反転、図形合成、図形配置、塗りつぶしなどの編集も同時に行うことができる。

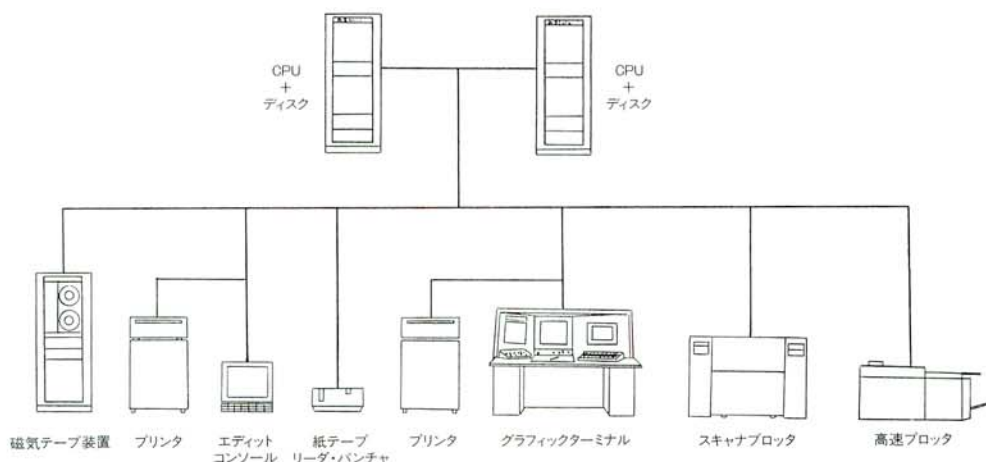


図4/CAMシステム構成図
Fig. 4/CAM system

(3) 図形補正機能

スキヤニング機能により入力した図形を修正する機能で、導体のエッジ形状のスムージング、ピンホールの除去、スキヤニング入力時の汚れ、ノイズ等の微小図形の除去などの図形補正をパラメータ指定により自動実行することができる。

(4) デザインルールチェック

現在の各種CAD（当社の導入機種も含む）におけるデザインルールチェックがあまりにも長時間を必要とし、CADの設計効率を大幅に落とす原因になっているために追加されたソフトウェアである。

- 導体幅のチェック
- 導体間のクリアランスチェック
- 導体の断線チェック
- 導体の短絡チェック
- 層間の位置ずれチェック

(5) 自動運転機能

作画機にフィルムの自動供給・排出装置を有したフラットベッドタイプレーザフォトプロッタ(RAYSTAR)を使用し、バッチファイルを作成することにより、夜間の連続自動運転が可能となる。更に将来、超高速データ変換システム、フィルム自動現像装置を付加すると、CADからの出力データを磁気テープを介すことなく、直接データを送受信し、CADの自動運転と連動させることもでき、無人化及び明室化を図ることができるようになる。

4 運用と今後

コンピュータを利用して行う業務において、取扱うデータベースをより多く構築し、作業標準化を図り、運用形態の固定化を行うことは必要不可欠の問題であり、これを怠ればミスが発生し、作業効率を落とし、ミス検出のために、いわゆる機械に使われる状態に陥ってしまう。CAD/CAMは名称が示すようにコンピュータが人

間を支援するシステムであり、システムを運用する人間が主体であることを見失ってはならない。コンピュータは単に計算を素早くこなすだけで、思考的、創造的な作業はできないのである。万能であるのは人間であることを再認識する必要がある。

運用を始めた現在、その評価は一部不適切な点もあったが、大方は適切であったと確信するに至った。特に、今後の運用における最重要事項であるサポート体制は、両社共に、当社が中京地区というローカルであるにもかかわらず、迅速で、細やかな対応であり、満足のいくものである。

今後の方向として次の点に気を付けて進めていきたい。

- (1) 現状の作業を把握し、初めから、すべてをCAD/CAMシステムにまかせるのではなく、付加価値の高い作業から運用すべきである。
- (2) 導入したCAD/CAMシステムに合わせて、現行の設計基準・製造基準を変更できるものであれば変更するという思い切った基準の改革も時として必要である。
- (3) 回路設計からプリント板パターン設計、プリント板の製造、プリント板の部品組立まで、設計技術部門が主導権を持ち、関連部門との連携を図る。
- (4) 導入したCAD/CAMの性能を100%発揮させることよりも、その運用形態を現状の市場ニーズに合わせる事が重要である。
- (5) 導入後も、システムの運用形態、ハードウェア、ソフトウェアの追加、改良を常に行い、陳腐化を避けていかななくてはならない。

5 あとがき

このたび、貴重な資料を心良く御提供いただいた横河北辰電機㈱のCAD営業部の方々、並びに、日本サイテックス㈱の第二営業部の方々に深く謝意を表す。