

CAD/CAM 시스템과 PCB設計

朴 仁 祥

韓國電子通信(株)ARTWORK室

1. 序 言

LSI, VLSI로 代表되는 半導體 集積回路는 約 3·4年을 週期로 集積度の 增大를 가져왔고, 또 이들 素子를 搭載할 print 基板設計도 컴퓨터의 世代交替에 따라 實裝密度를 增大하기 위하여 設計를 컴퓨터化 하지 않으면 안되게 되었다.

컴퓨터 기술의 급격한 發展으로 컴퓨터 시스템은 大型化, 복잡화 되었으며 設計作業에도 커다란 變化를 가져왔다.

오늘 날, 사람의 손으로 設計作業을 行한다는 것은 不可能하게 되었으며 컴퓨터를 使用한 設計技術의 自動化로 CAD (computer aided design)技術이 필요 불가결한 것으로 定着되었다.

지금까지 CAD system은 IC, LSI 設計와 機械設計分野, 構造解析 simulation, 등 特殊한 用途로만 利用되었으나, 이제부터는 大型컴퓨터 利用에 비해 原價 절감의 효과가 있는 미니컴퓨터를 base로 한 stand-alone型 CAD system이 出現하게 되어 汎用으로 利用될 것이다. 더우기 汎用性이 있고 풍부한 機能을 갖고 있는 software의 開發로 利用分野와 수요등이 급격히 증대되고 있는 실정이다.

국내의 電子産業도 家電産業으로부터 産業電子(컴퓨터, 반도체, 通信機 등)로 전환하고 있는 이때, CAD/CAM system의 국내 도입이 필요불가결 하므로, 이에 대한 소개와 PCB設計業務의 活用을 記述하여 CAD/CAM system 理解에 도움이 되고저 한다.

2. CAD/CAM system의 開發背景

1960年代初, 美國은 航空機, 自動車 産業을 중심으로써 디자인業務에 컴퓨터를 利用하기 시작했다. 이것이 現在의 computer aided design system의 起原

으로 여러 가지 利用目的에 따라 software가 開發되어 實用化 되고 있다.

1970年代 初期에는 graphic terminal을 利用하여 二次元 圖形處理를 수행하는 Interactive graphic system이 開發되어 印刷回路基板의 pattern 제작과 IC mask 제작에 利用되기 시작하였으며 1975年 前後에 全盛期를 이루었다.

이때의 圖形處理機能은 2次元 圖形에 한정되어 있었으므로 대부분 電子産業에만 利用되었으나, 그 후 계속된 圖形處理技術의 研究로 지금은 3次元 圖形處理를 구사할 수 있는 CAD/CAM(computer aided design and computer aided manufacturing)system이 開發되어 電子産業 뿐만 아니라 航空機, 自動車, 造船, 工作機械의 設計 및 加工用 NC 메이타의 作成, 化學 plant, 建築등의 構造物 設計, gas 配管設計 등 全産業分野에 다양하게 活用되고 있다.

CAD/CAM system은 設計에서부터 構造에 이르기까지 一連의 情報를 total database로 管理하여 生産system 全體의 合理化를 추구하고 있으며 ① 設計 生産에 따른 工期단축, ② 生産性 向上, ③ 原價節減, ④ 設計技術 및 品質의 向上, ⑤ 精密度 向上, ⑥ 設計 및 仕様 變更 容易, ⑦ 設計의 標準化 促進 등의 效果를 가져오고 있다.

3. CAD/CAM System

CAD/CAM system은 設計者와 computer 간에 對話(communication)를 통해 設計업무와 分析(analysis)업무를 수행하는 것으로써, 設計室의 製圖台는 refresh-type graphic display terminal로, 제도연필은 light pen으로, 제도기, 컴파스, 자(尺) 등은 function keyboard와 alphanumeric keyboard로 代 替되었다.

또한 設計에 필요한 모든 資料는 컴퓨터에 저장시켜 놓고, 필요할때 불러내어 使用할 수 있는 database management 가 가능하여 더욱 효율적인 設計업무가 수행되게 되었다.

現在 活用化되고 있는 CAD/CAM system 으로는 IBM의 CAD/CAM(computer - graphics argumeted design and manufacturing)system 과 Applicon 社의 AGS/895 system, Gerber 社의 IDS(interactive design system), computer version 의 designer VII, hewlett packard 의 graphic display system등이 代表的인 것으로 미국, 日本, 서독 및 기타 歐美各 國에서 多數機種이 利用되고 있다.

(1) CAD/CAM system 의 構成

CAD/CAM system 은 使用 目的에 따라 그 構成은 조금씩 다르나, 그림 1은 대표적인 hardware 構成을 보여 주는 것이다.

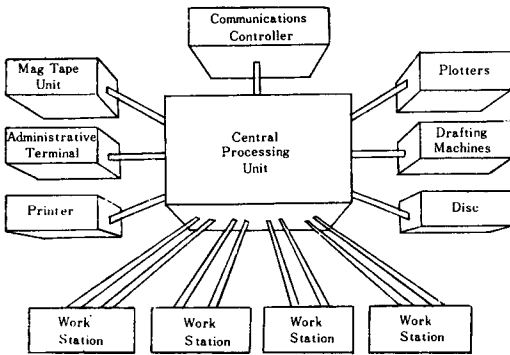


그림 1. CAD/CAM system 의 hardware 構成

① Cpu 는 512 KB ~ 2 MB 의 minicomputer 가 使用되며, communications controller를 통하여 大型 host computer 와 interface시켜 使用할 수 있다.

② 各 workstation 에는 graphic 用 mini - computer 를 장치하여 효율을 向上시켰으며 필요에 따라 workstation 을 축소 또는 확장할 수 있다.

③ Administrative terminal 은 system console 로 使用한다.

④ 기타 I/O 裝置로서 plotter 와 line printer, drafting M/C, magnetic tape unit, disc 등이 使用된다.

(2) CAD/CAM system 의 機能

CAD/CAM system 의 主要機能을 요약하면 아래와 같다.

1) 2차원 圖形築造機能(geometric construction)

- ① 점, 선, 원, 원호, 원추곡선
- ② spline 曲線
- ③ 도형요소 합성, trimming
- ④ 계산 : 도형요소의 교차, 길이
- ⑤ 해석 : 중량, 체적, 면적, moment, torsion, beam, cripple 強度, lug 強度 등

2) 3次元 圖形築造機能

- ① 3차원 曲面 : 자유곡면, 회전체
- ② 平面과 曲面의 교차곡선
- ③ 3次元 圖形의 2次元 投影
- ④ 유한요소법에 의한 3次元 mesh model 築造

3) 表示 制御 機能

- ① 확대, 축소, 이동, 회전
- ② Mirror 投影 및 對稱
- ③ 배율조정 및 zooming
- ④ 일시消去, 再表示, 永久消去
- ⑤ 圖形複寫, 圖面 overlay
- ⑥ 보조도 : 等軸投影圖, 等角投影圖, 斷面圖, 透視

圖 등

4) 데이터 管理機能

- ① File, 檢索, 추출, 수정, 삭제
- ② 데이터 회복
- ③ 圖面의 database 管理
- ④ 표준 symbol 라이브러리 管理
- 5) 수치제어기능(numerical control)
- 6) Finite element analysis

(3) CAD/CAM system 의 적용분야

CAD/CAM system 은 電氣, 電子, 建築, 機械 등의 업무에 아래와 같이 다양하게 使用되고 있다.

- ① 도면 제작 업무
- ② 解析業務
- ③ 設計業務
- ④ 製造業務

지금까지 CAD/CAM system 의 일반적인 hardware 構成과 機能, 적용업무에 대하여 알아 보았다. 그러면 電子學子들의 關心의 對象이 되고 있는 PCB design 업무에의 활용에 대하여 알아 보도록 하겠다.

4. PCB 設計業務의 CAD/CAM System 活用

PCB 設計業務에 computer graphic system 을 活用하게 되어 상품개발 기간을 급속도로 단축시키게 되었으며 IC, LSI 設計에 적용되던 自動設計技術이 PCB

設計分野에도 적용되어 PCB 設計를 위한 software 의 開發과 hardware 의 개발로 設計의 CAD 化가 성취되었다. 여기에서는 CAD/CAM system 의 하나인 IDS (interactive design system) 를 中心으로 PCB 設計업무에 관하여 살펴 보도록 하겠다.

(1) IDS 의 構成

IDS 의 hardware 構成을 그림 2에 表示했다. 接선은 最小 構成요소를 나타내고 있으며 기타 hardware 들은 使用 目的에 따라 임의로 增設하여 使用할 수 있다.

IDS 의 workstation은 아래와 같은 특징을 갖고 있어 대단히 효율적이다.

- ① 각 workstation마다 minicomputer 를 갖고 있다.
- ② 각 workstation에는 storage/refresh type 의 CRT terminal과 alphanumeric keyboard를 갖고 있다.
- ③ Keyboard의 좌우에는 40여개의 function button 2조가 장치되어 있고 使用 目的에 따라 function overlay 를 교환하여 使用한다.
- ④ Keyboard 하단에는 joystick type 의 cursor 가 장치되어 있어 작동이 쉽다.
- ⑤ 각종 symbol 이나 pattern 을 input 시키기 위한 symbolic data entry tablet 을 갖고 있다.

(2) IDS 의 機能

PCB design 업무에 필요한 다음과 같은 機能을 갖고 있다.

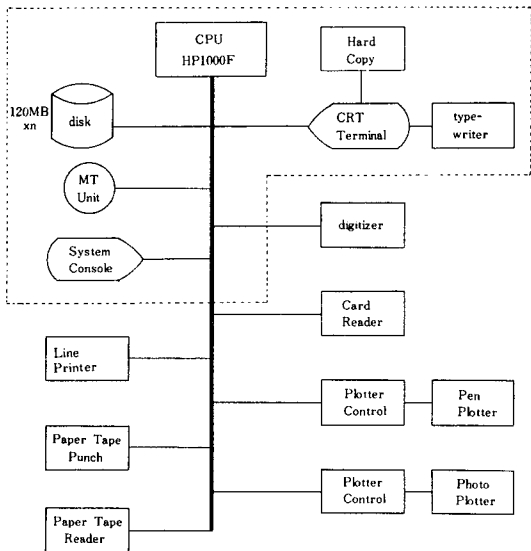


그림 2. Hardware 의 구성

- ① Graphic data 處理機能
- ② 自動部品 配置機能
- ③ 自動配線 經路探索 및 結線處理機能
- ④ 對話型式의 手動配置·配線機能
- ⑤ 接續 list 의 作成
- ⑥ Design rules check
- ⑦ 電氣回路 接續 check
- ⑧ NC drill tape 의 作成

(3) 接續·部品情報의 人力

自動配置와 自動配線에 필요한 人力 data 에 대하여 알아 보겠다.

配線制御用 parameter와 自動配置 program의 각종 데이터에는 5種類가 있다. 이 5種類的의 데이터는 CRT terminal로부터 system에 내장되어 있는 editor program을 使用하여 入力되는 것이 아니고 使用 compiler에 의해 内部 데이터 形式으로 變換되는 것이다. 또한 入力과정에서 checking이 수행되어, error가 發生하면 error list가 作成된다.

1) 配置·配線制御 parameter

自動配置·自動配線 program의 수행을 制御하는 parameter로서는 ① 自動配線 對象領域의 指定, ② grid, ③ through-hole의 禁止, ④ 配線 algorithm의 선택, ⑤ 配線의 結線條件 등의 情報가 있다.

또한 圖形 데이터와 관련된 parameter로서는 ① 信號線의 level 指定, ② 自動配置部品 symbol의 scale 值, ③ 회전각도 등이 포함된다.

2) 部品 데이터

어느 特定한 print 基板에서 말하는 部品名과 disk에 file 되어 있는 部品 symbol mark 와의 結合關係를 定義하는 것으로, symbol 情報에는 ① land 位置, ② land의 aperture 번호, ③ drill 口徑, ④ screen 印刷圖 등을 定義하여야 한다.

한 개의 基板에서 部品名은 중복되는 것을 허용하지 않으나 symbol名은 여러 개의 部品에 使用할 수 있다.

部品에는 미리 固定된 配置位置를 設定하는 것이 가능하나, 指定되지 않은 部品은 自動配置 對象部品으로 간주한다.

3) 禁止 領域 데이터

自動配置·配線을 實行하는데에는 配置, 配線 및 throughhole 作成의 禁止領域을 各各 定義할 수 있다.

4) Free assign data

自動配線을 하는 경우, 미리 配線을 한 線과 電源 pattern, ground pattern 등 自動配線의 對象이 아닌 線을 미리 定義한다.

5) Network 데이터

Network 데이터는 部品端子간의 接續을 定義한다. 共通信號 level 로 接續된 端子들은 同一 network 이 된다.

自動配線은 network內的 端子들을 손쉽게 結線시키려는 것으로, 다른 network 內的 端子들간의 配線을 피하여 經路探索을 반복한다.

(4) 作動의 개요

CRT terminal의 function key와 cursor의 조작으로 message display 에 나타나는 指示에 따라 完全對話形式으로 각종의 作業을 수행한다.

① System console 및 graphic 用

CRT terminal로 edit program 을 起動시켜 소정의 順序에 의해 配線制御 parameter 를 key 入力시킨다. (route control information)

② Source 形式의 配線制御 parameter 를 nets로 불러내어 program 이 處理 할 수 있는 data로 變換시킨다. 이때 入力 data에 error가 없도록 論理 check 를 실시한다. (route control compiler)

③ CRT terminal 에 그려진 artwork 데이터에

명칭을 부여하여 入力시킨다. (part 名)

④ 使用할 配線制御 data가 저장되어 있는 file 의 명칭을 指定해 준다.

⑤ 配線制御 데이터로 그려진 것이 graphic data 用 領域(part 領域)에 전송되어진다. (route control read)

⑥ 配線制御 data 가운데 기록되어 있는 部品の symbol 명칭을 참조하여 실제의 部品형상을 part 內에 定義한다. 이때 部品の 명칭도 自動적으로 부여된다.

또 手動方式으로 部品추가도 할 수 있지만 그 部品の 명칭은 配線 network data에 定義할 필요가 있다.

⑦ 自動部品配置機能에 의해 部品을 배치한다. (auto placement)

⑧ 必要하면 手動方式으로 직접 配置 할 수 있다. (manual operation)

⑨ 이상으로 配置가 決定된 部品の 圖形은 part 領域에 존재하고 있게 된다.

⑩ 自動配線을 수행한다. 配線 제어 parameter, net-work data를 決定한다. (input control)

⑪ 배선 제어 데이터를 解析하여서 배선을 하게 한다.

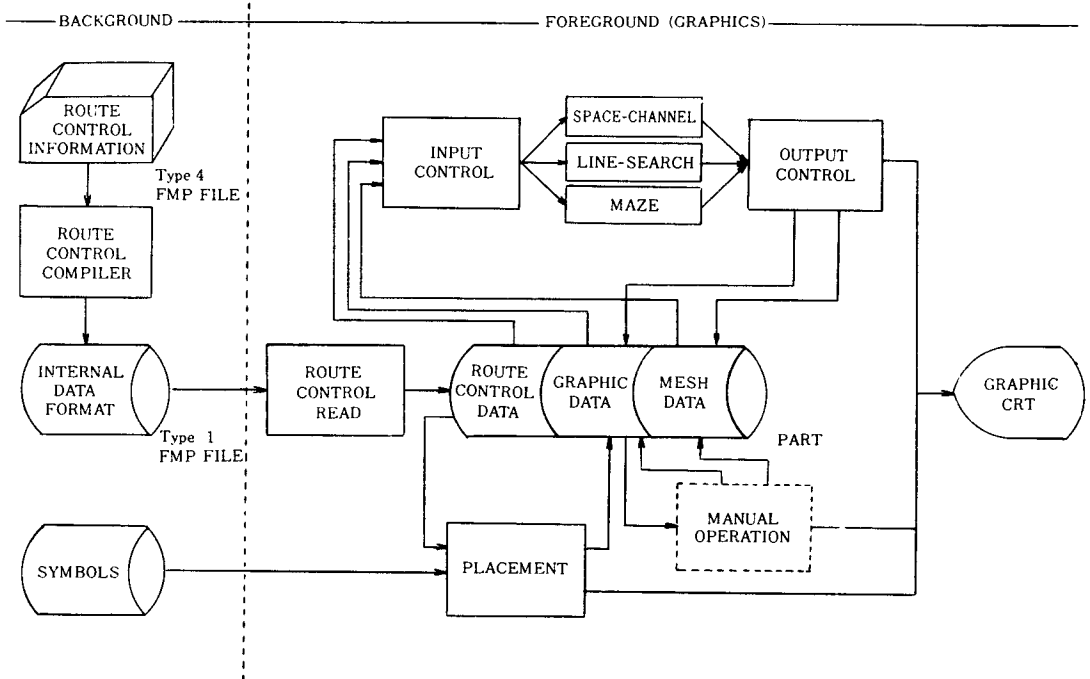


그림 3. 動作概要圖

표 1. Test results compare CADAM with manual method

Type	Drawing Description	Manual			CRT (Hours) Normal- ized	Productivity Measured	Operator		Comments
		Hours	Estimated	Actual			Nortrop	Lockheed	
Advanced Design Layouts	Gun Installation	28	X	X	2.7	10.5/1	X		CADAM extended work al- ready started manually. A critical dimension mistake was found. Gun movement was visualized. Some lay- out constructed entities were called forth from computer for detailed drawing.
	Gun Installation(Lay- out Modification)	50	X	X	3.8	13/1	X		
	Vanc(Layout detailed drawing)	140			11.2	12.5/1	X		
Mechanical Installations	F-3 Rudder Pedal Mechanism	32	X		8.0	4/1	X		Multiple views showing the mechanism in different posi- tions are useful in finding errors and understanding operation and limitation.
	F-5 Spring	16	X		1.9	85/1	X		
	F-5 Torque Tube - Rudder	12	X		2.4	5/1	X		Production drawing released
	F-5 Landing Gear- Geometry	50	X		8.0	6/1	X		Motion is accurately depic- ted during gear extension.
Structural Layouts	F-5 Chaff Disponacr	50		X	75	6.5/1		X	Showed that it was possible to perform layouts.
	F-5 Environmental Control System Com- partment	80		X	10.7	7.5/1	X		
Details	F-5 Gun Gas Deflec- tor Fitting	96		X	8.3	11.5/1	X		No symmetry or repetitive entities.
	F-5 Spin Chute Test Fairing	37		X	3.7	10/1		X	It took 2.5 hours to copy the drawing.
	F-5 Spin Chute Test Fairing(Nodif.)	6	X		0.35	17/1		X	Mold line change was made.
Electrical Schematic	F-5 Electrical Wir- ing Diagram(VOR/ ILS Radio)	8		X	1.2	6.5/1		X	
Numeric Control	747 3-Azis Frame	38			10.0	4/1	X		

* Only hours spent at CRT are compared with drafting board time for drawings APT programming time for numeric control. Planning, coordinating, and tool proving are not included.

* This drawing was only partially completed manually, therefore, the additional time required to have completed the drawing manually to the detail comparable with CADA if had to be estimated.

1次 network 의 배선이 完了되면 graphic data와 mesh data로 바뀌어 배선이 graphic CRT에 表示

된다. (output control)

⑫ 未結線 端子가 있을 경우에는 半自動배선 또는 手動배선으로 結線을 完了한다.

⑬ 完了된 artwork data는 part netfile에 저장된다. 이 경우 그림 3에서 보다시피 3種의 data가 합

계 기억된다.

(5) 데이터 出力

Graphic terminal 또는 디이타이저(digitizer)를 사용하여 作成된 layout pattern으로부터 실제 PCB 제조에 쓰이는 master film을 製作하여야 한다.

Part netfile에 저장된 데이터에 photo plotter의 aperture 선택 코드를 指定하여 주고 salder side로 區分하여 magnetic tape에 出力시킨다. 이 magnetic tape를 input data로 하여 photo plotting을 수행한 다음 자동현상기로써 현상하면 master pattern을 얻는다.

뿐만 아니라 NC drill tape와 接續 list, 部品表 등도 얻어진다.

이상 살펴본 바와 같이 CAD/CAM system은 回路設計에서 加工情報까지 일괄 처리하여 商品開發 속도를 7.5배이상 가속시키고 software의 開發에 따라 더욱 높은 효율의 CAD/CAM system이 出現할 것으로 보인다.

참고로 미국 IBM社 「CADAM」의 生産性 對比표를 소개한다.

5. CAD/CAM의 活用展望

이미 computer에 의한 圖形處理技術도 10수년의 보급역사를 갖고 있으며 現在 color graphic terminal의 開發과 함께 對活形 CAD/CAM system의 제2의 CAD/CAM시대로서 本格的인 實用期에 접어들었다.

이 배경에는 社會의 필요성의 다양화, 變化의 급속화에 對應하여야 하는 design의 효율화 추구가 요구되고, 또한 이것을 가능하게 하는 computer 및 入出力장치의 비약적인 性能向上이 있었기 때문이다.

1985년에는 設計度の 95% 이상이 對活形 design system에서 작성된 것을 使用하리라 예상되며 CAM, 설계도의 관리, 기술해석, 生産판리의 응용등, 광범위하게 使用될 것으로 보인다.

國內에서도 최근 CAD/CAM에 대한 관심도가 높아지고 있어 電子産業 뿐만 아니라 造船, 自動車 産業 등에서 導入을 검토하고 있는 것으로 안다.

조속한 CAD/CAM의 導入만이 國內 産業발전과 技術開發의 向上, 그리고 국제 경쟁에서 이길 수 있는 길이라고 본다.

産業의 發展은 기획, 設計, 生産이 三位一體가 되어 유기적으로 잘 움직여 줄 때 급속도로 發展하는 것으로, CAD/CAM이야말로 기획에서 상품simulation까지를 가능케하므로 未來 技術革新의 주역이 될 것임에 틀림없다.

더우기 研究中인 音聲入力裝置의 開發이 완료되면 進정한 會話型 自動設計 system으로서 發展할 것이다.

♣ 用語解説

Audio out: Provides an additional audio output feed to supply playback monitors or other audio systems. Signal level 0 dB (0.775V) across high (10k ohms) impedance. This jack is in parallel with pins 1 and 5 (5 ground) of the TV monitor jack.

Azimuth Recording: This new video recording system makes use of the fact that generally the higher the frequencies, the greater the loss due to the shift between recording head gap angle and playback head gap angle (azimuth loss). The angle difference between the heads A and B is 14°. Therefore, the head A doesn't reproduce the track signal recorded by the head B, and vice versa. Thus, the interference between neighboring tracks is completely cancelled (No crosstalk). By adopting this azimuth recording system, the guard band between two video tracks is not necessary. This results in a longer recording time with the same volume of tape.

Burst: Called also color sync signal. Actually, burst is the color subcarrier (4.43 MHz) 10 cycles (Hz) which is inserted on TV signal. This burst signal is in-phase with the color sub-carrier of TV program transmission. Therefore, this burst signal is used as a standard signal to make phase comparison, when continuous sub-carrier waves are oscillated.

Carrier Leak: Video signal is recorded on video tape in a form of FM modulation wave. If this FM modulated signal itself is eventually contained in the video signal decoded and reproduced, this results in "beat" (heringbone pattern) on monitor screen. This phenomenon is called carrier leak.