

## PCB의 製造技術 變化

李 振 昊  
大德電子 株式會社

### 要約

전자제품의 소형화와 반도체 및 관련 Packaging 기술의 발달로 인해 PCB는 회로의 細線化 및 Via Hole의 小徑化, 多樣化 그리고 두께의 薄板化의 추세로 사양이 변하고 있다. 이를 달성하기 위해 PCB 제조 Process에 변화가 있으며 또한 새로운 형태의 PCB 제조방법이 모색되고 있다. 원판에서도 박판화의 대응으로 耐熱性이 강조되고 있으며 고주파용으로는 저유전율, 특수 동박이 요구되고 있다. 新 PCB 제조공정 및 공법으로는 특수 Via Hole 사용, SLC, ED, Direct Plate가 있다. 또한 PCB는 Packaging 기술의 하나로 이해되며 강조되고 있다.

### I. 전자제품의 경향

전자제품의 변화를 개괄하여 볼때 가전제품에서는 Design 및 조작의 단순화 및 간편화가 이루어지고 있으며 VCR과 TV, LDP와 TV 등에서의와 같이 비슷한 유형끼리 합쳐지는 복합화 그리고 세탁기나 냉장고, TV 등에서는 대형화가 이루어지고 있다.

비가전제품에서는 그와는 달리 輕薄短小化가 가속되고 있는 상황이다. 컴퓨터, 카세트, 자동차에서와 같이 생활수준이 향상되고 정보화 시대가 도래됨에 따라 제품을 개인마다 소유하게 됐으며 이러한 경향은 특히 팩스기, 전화기, 전자수첩 및 휴대용 정보기(PDA)에도 이어지게 되었다. 이들제품은 Note PC, Pen PC와 같은 맥락에서 휴대가 가능하도록 경박단소화되고 있다. 또한 자동차의 電裝化가 증대

되어 새로운 시장이 형성되고 있고 LCD와 반도체 기술의 혁신적인 발전으로 그 응용제품들이 속속 선을 보이고 있다. 예를 들면 Car Navigation System, LCD 부착 Camcorder, 휴대형 GAME기 등이 그러한 것이라 하겠다. 앞으로 EEPROM의 용량이 증대되고 가격이 하락되어 PCMCIA CARD가 활성화 되면 그러한 변화는 더욱 가속되리라 예견된다. 최근 HP에서 개발한 성냥갑 크기의 1.2인치 HDD인 KITTYHAWK AT&T에서 개발한 HOBBIT, SEIKO EPSON에서 종전의 PC 급의 CPU Board를 PCMCIA Size로 축소한 CARDIO 386 등이 그러한 변화를 예고하고 있는것이라 하겠다. 또한 종전에는 항공우주 산업이나 Military 분야에서나 사용되던 각종 Packaging 및 Interconnection 기술이 경박단소화란 지상 명제로 인해 산업 및 일상 전자제품에서도 응용되고 있는 것이다.

### II. 전자제품 변화에 따른 PCB의 변화

PCB 仕様변화는 크게 두가지로 부터 영향을 받는데 하나는 Ceramic Chip 크기가 작아지고 QFP(Quad Flat Package)의 Lead수가 증가되어 Lead간의 Pitch가 줄어드는데서 오는 Fine Pattern化이다. 다시 말해 Crystal, Connector 등 모든 부품들까지 SMC(Surface Mount Component)化됨에 따라 발생하는 PCB 회로 Design의 변화이다. 이들 SMC 부품들은 다시 현재 사용되고 있는 PGA(Pin Grid Array)가 BGA(Ball Grid Array)로 전환되고 MCM(Multi Chip Module)이

PCB에 장착되게 될때 다시한번 사양이 변화할것으로 예측된다. 그 다음 단계로 예상되는 시기는 Bare Chip이 Package의 형태를 거치지 않고 곧 바로 PCB에 장착되는 Direct Chip Attachment 시대가 될것이다. 이를 위해서는 PCB의 원자재의 개선 및 회로의 細線化 기술이 확립되어야하나 기술의 한계 때문 당분간은 Package의 Substrate로 사용되는 기판에나 적용될 전망이다.

표 1. 반도체에 따른 Package와 PCB의 변화



표 2. DRAM과 MPU에 의한 PCB 사양의 변화

		1983	1986	1989	1992	1994
DRAM	BYTE	256 K	1 M	4 M	16 M	64 M
	회로폭	2.0 μ	1.0 μ	0.7 μ	0.5 μ	0.4 μ
MPU	병행 TR 수	286	386	486	PENTIUM	POWER PC
		12만	85만	140만	310만	280만
PCB (NOTE PC)	회로폭	0.25mm (DESK TOP)	0.20mm (DESK TOP)	0.15 ~ 0.20mm	0.13 ~ 0.15mm	0.10 ~ 0.15mm
	VIA HOLE	0.8mm	0.8mm	0.5mm	0.4mm	0.3mm
	PAD PITCH	-	-	25mil	20mil	16 ~ 20mil

표 3. Package에 따른 PCB 변화

		THF	SIP	FPT	COF	WSI
PACKAGE 形態	BFP	SIP	SOP	TOP	WSI	
	QFP	TQFP	COB	PKB		
	PVA	PVA	PVA	BGA	BGA	
LEAD 數	QFP	128	206	300	?	
	PGA	128	330	410(BGA)	?	
PCB 回路幅	50K	100mil	50mil	20mil	10mil	4mil
	0.25mm	0.25mm	0.15mm	0.10mm	0.08mm	
	1P	1	2	3	4	5

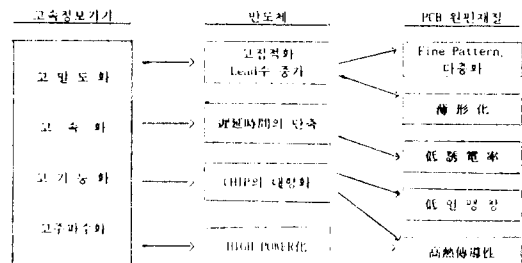
다른 하나는 Pager라든가 휴대형 전화기, Camcorder 등과 같이 휴대가 편리하도록 크기와 두께 및 무게가 가볍게 설계되어 야기되는 PCB의 박판화 및 크기의 축소이다. 이것은 PDA(Personal Digital Assistant :개인정보기기) 등이 출현되면 더욱 가속화되어 지난날에는 Military 분야에나 사용되던 Rigid-Flex 구조라든가 Blind 및 Buried Hole 등과 같이 특수한 Hole 들이 응용되어 높은 실장밀도를 보여줄 것이다.

전자수첩, Pager, Handy Phone 등에서는 0.5mm 에서 1.2mm 두께까지의 박판 PCB가 보편적으로 사용되고 있지만 또하나의 PCB 경향은 두께가 두꺼워지는 것이다. 통신장비에서 사용되는 Back Panel 은 두께가 2.4mm나 3.2mm로 설계되고 있지만 대형 Computer에서는 층수가 20층에서 60층에 이르기에 그 두께가 4mm에서 13mm에 달하기도 한다. 상기의 두가지 요인으로 PCB의 사양은 변하며 그간 개발되어온 여러가지 기술들 예를 들면 Additive 도금방식에 의한 회로형성이라든가 Hybrid에서와 같이 Sequential Printing 방법으로 층을 형성하는 기술, 감광 수지를 이용 Photo Via를 형성하는 SLC(Surface Laminar Circuit)기술, 내층에 Etching 기법으로 Capacitor를 형성시켜 Noise 및 Speed 문제를 해결하는 Omega Ply 기술, 그리고 Sequential Lamination 기술 등을 다양하게 응용해 전자제품 System에 적합하도록 PCB가 제조되고 있으나 이런 특수한 제조공정은 생산성의 저하와 Cost 상승이라는 문제로 특수 PCB에만 한정적으로 응용되고 있는 실정이다.

### III. PCB 변화에 따른 기판재료 대응

현재는 Glass Fiber가 보강재로 들어있는 Epoxy 수지 원판인 FR-4가 주로 사용되고 있고 고다층이라던지 고신뢰성이 요구되는 특수 제품에 한해 Polyimide 원판이 사용되고 있다. 그러나 전자제품이 다양해지면서 아래 그림과 같이 高周波用, 박판다층, Burn-in-Board 라든가 Chip-on-Board가 출현되어 특수한 특성의 원판이 요구되게 되었다.

표 4. 기판재료의 특성 요구치



박판화가 됨에 따라 가열시 원판의 수축율은 증가하기에 PCB 제조시에는 이들 수축율을 Artwork 등에 사전 보정(Compensation)하여 작업해야만 한다.

Epoxy 수지 보다 칫수 안정성이 떨어지는 BT 수지의 경우 원판 두께가 1.0mm 일때 0.01%의 수축율을 보이던 것이 0.25mm 일때는 0.045%로 무려 4.5배가 증가했다. 이는 고정밀 칫수가 요구되는 박판 PCB 제조의 큰 걸림돌이 되고 있다.

또한 박판 PCB에는 원자재의 내열성이 큰 문제로 대두되고 있다. 일반적으로 1.6mm 두께의 10층 보드에서 열충격을 가했을때 충격을 받을 확률이 큰 층은 외곽에 위치해 있는 2층과 9층이다. 그것은 열충격에 그만큼 노출이 심하고 내부로부터의 열팽창의 변화가 누적되어 영향을 크게 받기 때문이다. 박판일 경우에는 이와같은 이유로 모든 내층 회로가 열충격에 노출되어 신뢰성 측면에서 문제될 가능성이 높아진다. 이러한 내열성은 중전의 PCB Assembly가 Wave Soldering에서 SMT(표면실장기술)화 함에 따라 Reflow 공정으로 변해 장시간 고열에 노출되기 때문 더욱 요구되게 되었다. Hole에 연결된 내층 회로들의 신뢰성은 PCB의 Z축 팽창 계수에 영향을 크게 받는다.

표 5. FR4와 POLYIMIDE의 내열 특성

	CIE, 233, 16 Tg			Tg
	X 방향	Y 방향	Z 방향	
FR 4	13 PPM/°C	13 PPM/°C	70 PPM/°C	120°C
POLYIMIDE	12 PPM/°C	12 PPM/°C	40 PPM/°C	260°C

상기 표에서 보는 바와 같이 FR-4 경우 유리전이 온도(Tg)도 낮는데 Z축 팽창 계수가 X축 보다 5배 가량 더 크기에 Hole의 신뢰성 측면에서 보면 바람직하지 않기때문에 그것을 보완하기 위해 FR-4에 Novorac 수지등을 첨가한 고온형 FR-4 원판이 여러종류 출하되고 있다. 현재 Tg가 180°C인 FR-4 원판까지 공급되고 있다. 또한 Hole의 신뢰성은 소경(Small Hole)화 됨에 따라 더욱 떨어지고 있다반도체가 선도하고 그것이 Packaging 기술로, PCB 설계 및 제조기술로, Assembly 기술로 파급됨에 따라 원재료인 원판에 많은 속제를 부과하고 있으나 그 대

응은 느린편이다. 그것은 가격을 같거나 싸게하여 품질을 올려야하는 전자산업의 기본 명제 때문에 더욱 어려워지는 것이다. 원판이 갖고 있는 속제중 내열성 다음으로 중요한 것이 고주파 특성 요구치에 부합하는 특성을 가졌냐하는 것이다. 고속정보 통신시대, Digital 통신시대, Multimedia 시대로 대변되는 현대는 그러한 제품에 맞는 원판을 요구하게 되었다.

우선 주파수별로 사용되는 통신 제품을 살펴보면 다음과 같다.

표 6. 주파수별 사용 전자제품

800 MHz	Pocket Bell
900 MHz	Car Telephone, Base Antenna
1.5 GHz	Cellular Phone, Large Capacity Antenna
1.6 GHz	GPS Antenna
2.5 GHz	Antenna For Wireless Between Car And Road
4 GHz	BS Converter
12 GHz	BS Converter, BS Tuner

현재로서 FR-4는 1GHz가 한계이고 PPO 수지는 6GHz, 그리고 불소수지는 16GHz까지 큰 전송 손실없이 고주파 대역에서 사용할 수 있는 원판으로 알려져 있다. 고주파 특성에 관련된 원판의 Parameter는 比誘電率과 誘電正接인데 일반 FR-4가 1MHz시 4.35의 비유전율을 보이고 특수 FR-4가 3.9, 열경화 PPO 수지가 3.5, PPE 변성 BT 수지가 3.5, 특수 Polyimide가 3.4, 그리고 특성이 가장 우수한 테프론 계열이 2.60을 갖고 있다. 그 밖에 CEM-3나 Cyanate Ester도 좋은 특성을 갖고 있다. 이러한 전자제품 특성의 요구치 대응 이외에 원판에서는 큰 변화가 일고 있다. 그것은 가격 경쟁력에 대응하기 위해 새로 개발된 Glass Style과 새로운 Lay up 방법(Construction)이다. 중전에는 0.12mm 두께의 절연층을 만들기 위해 1080 Prepreg 2매를 적층했는데 이제는 1652 Prepreg 1장을 사용함으로써 Prepreg 가격의 10%를 원가절감할 수 있게 된것이다. 한동안 MIL-S-13949와 MIL-P-55110 에서 층간에는 최소 2매이상의 Prepreg를 사용하게 묶어 놓았는데 그러한 규정이 무너져가고 있는 것이다.

근래 새로이 출현한 Glass Style에 1047(0.15mm), 1044(0.15mm), 1652(0.11mm), 1503(0.14mm), 2165(0.10mm), 1280(0.06mm) 등이 있다. 그밖에는 종전에 일본에서 주로 FR-4 대용으로 사용되던 CEM-3가 가격의 압박과 CEM-3 품질향상으로 구미에서도 적용이 확산되고 있는 실정이다.

원판에 부착되는 銅薄(Copper Foil) 또한 박판 및 Fine Pattern, 고신뢰 요구 제품에서는 중요한 역할을 한다. 동박의 Copper는 그 Grain 구조가 작고 둥글어 Low Profile을 형성해 Fine Pattern이나 특성 임피던스 요구 PCB에 적합해야하며 또한 고온에서 신장율이 높아 고신뢰성 요구제품에서는 Z축 팽창으로 인한 Crack을 방지할 수 있어야 한다. 최근 GOULD에서는 JTCAM이라는 Copper Foil을 개발했는데 10z 두께일때 그 특성의 비교는 아래와 같다.

표 7. GOULD사의 동박특성

	CONVENTIONAL GRADE 1	CONVENTIONAL GRADE 3	JTCAM
실온 Tensile Strength (KSI)	55	60	100
실온 신장율 (%)	11	18	8
180°C 신장율 (%)	2	7	23
실온 HARNNESS (KJN)	110	130	220
Roughness, Matte side			
Ra (μm)	1.3	1.4	0.8
Rtm (μm)	11.1	11.8	5.8

#### IV. PCB 제조기술의 변화

최근 기술의 특징을 잘 대변해 주는 말로는 DIRECT가 있다. 그것은 중간 Porcess가 생략된채 바로 Main Process로의 접근을 의미한다. 종전의 Artwork는 감광후 현상시킨뒤 건조시키는 일반적인 사진 공정을 따라 공정중 현상액의 불순물 유입, 물의 순도, 건조 상태로 인해 많은 불량이 야기되었었는데 이 현상이 필요없는 Direct Imaging Film이 등장하게 된것이다. 이 Direct Imaging 기술은 Dry Film 공정에서도 사용되 종전에는 Artwork의 회로 Pattern을 노광의 방법으로 보드표면에 밀착시킨 Dry Film 위로 전사(Transfer)시켜 형성시켰었는데 이제는 그 Artwork 없이 Laser Plotter로

Dry Film을 직접 감광시켜 회로를 형성시키는 방법을 말한다. 이렇게 함으로 정밀도에서 괄목할만한 향상을 보고 있으나 생산성이 낮고 장비 및 유지비가 비싸 특수 PCB 제조에 한정적으로 사용되고 있을 뿐이다.

도금분야에서도 Driect Plating 이라는 기술이 다양한 방법으로 출현해 제조 공정을 단축 시키고 그동안 문제되고 있던 포르마린이라는 약품을 도금 Line에서 몰아 내는데 성공하고 있다. 이 기술은 또한 도금 Line의 자동화 비율을 높여주고 있다. 반도체의 장착면에서도 지금까지는 반도체가 프라스틱 패키지 형태로 제조되어 Soldering 방식에 의해 PCB 위에 장착되었으나 Bare Chip이 직접 PCB 위에 장착되는 Direct Attachment 방법이 다양하게 이용되고 있다.

이는 전자제품의 경박단소화의 요구에 부응하기 위한 기술이다. 이러한 기술은 COB(Chip On Board)로 20년 넘게 전자시계등에 사용되어온 범용적인 기술이나 근래 Wire Bonding이 아닌 Bump 기술의 개발로 인해 BGA, TAB, MCM, PCMCIA CARD 등에 광범위하게 확산되고 있다. 이는 Soldering이 제거되거나 축소되어 환경보호 차원에서 미래 지향적인 Process라 하겠다.

이제 근래 등장한 몇가지 신기술들을 살펴보기로 하자.

#### 1. HOLE 가공기술

PCB의 집적도가 올라감에 따라 다층에서는 층과 층간을 연결하는 Via Hole의 종류가 다양해지고 있다가각층을 동시에 관통하는 종전 방식인 Thru Via 외에 내층과 내층을 연결하며 내층에 묻혀버리는 Buried Via, 그리고 외층에서 그 다음층을 연결하는 Blind Via가 대표적인 것이다. Military와 같이 고신뢰가 요구되는 제품에서는 Buried Via 내부를 Copper Paste로 메꾸는 것을 요구하기도 한다. 이 Buried Via 층은 통상적인 양면기법으로 제조한뒤 다층 적층시 함께 적층하는데 그 두께가 얇은 박판이기에 도금 및 Conveyor 기계 내에서 특별한 치구가 필요하게 된다. Blind Via도 Buried Via와 같이 양면 기법으로 제조되어 적층되기도 하나 그럴경우 Cost가 증가되기에 적층후 Drill 기계의 Z-축을 조정해 Hole을 가공하거나 Photo Via 기법으로 Hole을 만드는 제조방법이 최근 각광받고 있다. 그러나 이런

경우 도금탱크내에서 도금액이 침투하지 않아 도금이 잘 안된다. Blind Via가 Land로 덮혀있는 경우도 있는데 이는 NEC등이 사용하는 기법으로 Via 위에도 표면실장용 부품을 얹어 실장효율을 높이는 방법이다.

#### 1) SLC ( Surface Laminar Circuits )

SLC란 1991년 日本에 있는 IBM 야수공장에서 개발한 공법으로 종전에 감광성 Solder Mask로 사용되던 CIBA-GEIGY의 Probimer 52를 내층절연층으로 사용하며 동시에 그 층에 감광법으로 Photo Via를 만들어 층과 층간의 회로를 연결시키는 제조 기법을 말한다.

이를 이용 0.1mm 직경의 Hole 제조가 가능해졌으며 0.1mm 이하의 회로폭을 형성할 수 있어 앞서 말한 Direct Chip Attachment 시대를 대비하게 되었다. IBM은 이 기술을 이용 토큰링용 어택타 카드를 종전의 140X88mm 크기, 두께 18mm에서 86X54mm 크기, 두께 5mm로 줄일 수 있었다. 최근에는 Shipley도 FP-91111 이란 Epoxy Photo Dielectric 물질을 개발해 Ciba-Geigy에 의지하지 않아도 되게 되었다. 이러한 기술은 앞으로 MCM-D, MCM-L 및 가타 패키징 분야에서 응용이 확산될 것이다. 이를 이용할 경우 실장 Cost도 PGA에 비해 1/3로 줄것으로 예상된다.

#### 2) Laser Via Drill

Laser에 의한 Hole 가공은 1980년대 전반부터 시작되었으나 아직 그 기술은 광범위하게 쓰이지 못하고 있다. 그러나 MCM-L, PCMCIA CARD, FLIP CHIP TECHNOLOGY의 출현으로 이제는 0.2mm 이하의 Hole 가공이 종전의 Tungsten Carbide Bit로는 불가능하기에 다시 각광을 받게 되었다. 초기에는 탄산가스 레이저를 사용했으나 FR-4 등에서 Glass와 수지의 분해온도 차로 인해 가공한 Hole의 품질이 너무 떨어져 상업화에 성공을 못했다. 80년대 하반기에는 자외선 레이저인 Excimer Laser의 출현으로 비교적 품질이 양호한 Hole을 가공할 수 있게되어 독일에서는 Main Frame 컴퓨터에 사용되는 MCM 제작에 응용되었다. 최근에는 KrF Laser가 소개되어 한층 전량을 밝게해주고 있으며 주로 절연층이 얇은 Blind Hole 가공에 사용되고 있다. 올해 Nepcon Show에서는 Micropak社에서 초당 50 Blind Via를 가공할 수 있는 Laser Via Drilling System과 IBM社에서 Maskless Laser Drilling

System을 선보였다. IBM의 Laser는 532nm의 Laser Beam을 사용해 직경 15micron의 Laser Spot을 형성할 수 있는 기계였다.

#### 3) Plasma Etching

Plasma Drill은 DYCONEX社에서 개발한 Plasma 방전에 의한 Hole 가공으로 가공속도는 분당 2-3 micron으로 적으나 수천개의 Hole을 동시에 가공할 수 있기에 생산성 및 경제적인 측면에서 장점이 크다할 수 있겠다.

이 Plasma Technology는 반도체에서 개발되어 PCB에서는 Desmear Process로 사용되다 Drill에 응용되는 것으로 위에서 언급했듯이 가공속도가 낮고 Laser와 같이 동박 가공이 불가능하기에 Blind나 Buried Via 가공에 주로 이용되고 있다. 이 장비는 가격이 50만마르크쯤 되며 IBM, HP 및 WUERTH 등에서 사용되고 있다.

#### 4) Chemical Drill

Chemical Drill은 그동안 TAB, Chip Carrier Shadow Mask, Record Player Needle의 Moving Coil, Compact Disk의 Focusing Coil 등의 제작에 광범위하게 이용되던 기술이다.

이는 Polyimide Film에 Sputtering으로 동을 입힌뒤 감광법과 Etching으로 회로를 형성시킨뒤 동이 노출된 Polyimide 부위를 Alkali용액으로 녹여 Via Hole을 만드는 방법을 말한다.

근자에는 일본 CMK에서 그 기술을 응용해 SPM(Silver Paste Multi) PCB 제조 기술을 개발해 냈다. 종전의 Polyimide가 Etching이 나쁘기에 Via Sheet라는 아크릴 계열의 특수 Sheet를 만들어 Dry Film 처럼 Core 재에 Lamination 시킨뒤 알카리액으로 Hole을 가공하는 기술이다. CMK는 Hole 가공후 EBC라하여 電子線 경화방법에 의해 Via Sheet를 경화시키고 있다. 이때 노출된 Hole 들에 Silver Paste를 충전해 넣으므로 종전보다 20% 싼값에 다층을 만들고 있는 흥미있는 제조 방법이다. Via Sheet는 東亞合成과 공동 개발한것으로 이 기술은 지난해 4월 발표되었다.

## 2. DIRECT PLATING

과거 수년동안 각사에서 Direct Plate 약품을 개발하여 여러가지로 시행착오를 해왔으며 근래에는 그 기술이 장착되가는 단계에 와있다. Direct Plate 공정을 채택함으로써 제조공정이 짧아지고 Conveyor

장치로 도금이 가능해져 자동화에 접근하는 큰 장점이 있으나 구미에서는 무엇보다 환경적인 측면에서 Direct Plate를 선호하고 있다. Direct Plate 방식에는 Palladium과 전도성 Polymer를 매개로 사용하는 두가지의 Process가 있는데 전도성 Polymer로는 독일 BLASBERG社가 개발한 DMS-2 (Direct Metallization), 독일 Atotech의 CP(Conductive Polymer)가 있고 Palladium 촉매법에는 AMP-AKZO(구 PCK)의 EE-1, SHIPLEY의 Crimson, Solution Technology System社 DP가 있다. 그리고 최근 Atotech도 CP의 실패를 딴고 Neopact이란 Palladium 계열의 Process를 내놓았다. 이 Atotech의 공정은 M&T 제품과 같이 Palladium, Copper 계열이고 EE-1과 Crimson은 Palladium, Metal-Sulfide 계열이다. 한편 Macdermid도 상기 두가지 프로세스와는 다른 Carbon을 매개로한 Black Hole을 개발해 내놓았는데 국내에서도 두업체가 그 Process를 채택하고 있다.

- 수직, 수평 도금방식 가능
- Short process (수세 제외시 총 5분)
- 환경문제 개선
- 에너지 절감

3. IMAGE

Artwork의 회로를 Board 표면에 전사시키는 공정이 Image 공정인데 그 방법에는 여러가지가 있으나 비교적 Fine Pattern에는 감광성 필름인 Dry Film이 사용되어 왔다. Dry Film도 Positive 감광법인 Tenting (Panel Plate)과 Negative 감광법인 Pattern Plate법으로 두가지가 있으나 Pattern법이 Fine Pattern에 주로 사용되어 왔다.

그러나 회로폭이 100micron 이하로 내려가는 추세에 있어서 Dry Film은 Board 표면의 Scratch, Dent 등으로 인해 치명적인 회로결손의 영향을 쉽게 받을 수 있어 Value라는 Wet Lamination 방법등이 보완개발되었으나 크게 빛을 보지 못하고 전혀 새로운 Image 방법인 ED(Electro Deposition)용 Photoresist가 출현하게 되었다. 이 ED System도 일본에서 개발기술을 주도하는 제품으로 관서 페인트는 듀폰과 손을 잡아 Negative ED에 주력하고 일본 페인트는 CIBA-GEIGY와 손을 잡아 Positive ED에 주력하고 있다. 그 밖에 SHIPLEY(EAGLE)와 MACDERMID도 ED를 개발해 놓고 있지만 아직은 미래 지향적인 Process 일 뿐이다.

Nega는 다층의 내층작업에 Posi는 외층작업에 이용되고 있으나 현재는 LCD 기판이나 Packaging용 Substrate와 같이 Fine Pattern을 생산하는 회사에서만 제한적으로 사용되고 있다. NEC, IBIDEN, EASTERN 등이 그와 같은 회사라 하겠다. 가장 바람직한 ED가 Posi이나 그것은 Nega 보다 가격이 다섯배나 비싸고 노광시간이 길어지고(40초) 연속작업이 이루어지지 않을때는 라인이 불안정해지는 약점이 있어 특정 제품을 생산하는 회사외에는 아직 접근을 하지 못하고 있다. 이에 반해 새롭게 각광을 받고 있는 Process는 LPIPR(Liquid Photo Imageable Primary Resist)이다. Ink Coating 방법에는 여러가지가 있으나 양면을 동시에 도포할 수 있는 Roller Coating 방법이 각광을 받고 있다. 선두주자로서 W.R GRACE(Microtrace)가 있고 CIBA-GEIGY, COATES, DYNACHEM, TOKYO OHKA 등도

표 8. 업체별 DIRECT PLATE

EE-1	DPS	Crimson	Emission	Phoenix	Blackhole	DMS-2/CP
Clean/Cond	Clean/Cond	Clean/Cond	Clean/Cond	Primer	Cleaner	Microetch
R. Rinse	Rinse	Rinse	Rinse	Rinse	Rinse	Rinse
Rinse	Soft Etch	Pre-dip	Carrier	Microetch	Conditioner	Conditioner
Microetch	Rinse	Catalyst	Activator	Rinse	Rinse	Rinse
Rinse	Pre-dip	Rinse	Rinse	Pre-dip	Blackhole	Ferangan
Acid Dip	Activator	Accelertr	Generator	Activator	Microclean	Rinse
Rinse	Rinse	Rinse	Rinse	HJ Dip	Rinse	NaPS Etch
Pre-dip	Accelertr	Enhancer	Stabilizer	Rinse	Dry	Rinse
Catalyst	Rinse	Kik Rinse	Rinse	Accelertr		Polymer
Rinse	Setter	Rinse	Microetch	Rinse		Fixing
Accelertr	Rinse	Microetch	Rinse	Electroless		Rinse
EE-1 Bath	Dry	Rinse	Dry	Electrolytic		Dry
Rinse		Dry		Rinse		
Dry				Dry		

현재 Direct Plating은 Green Plating System으로 불리우며 점차 수요를 넓혀가고 있으나 아직도 그 채택회사는 미미한 실정이다. 최근에는 일본에서도 관심을 가져 MEC社에서는 S process라는 자체 Process를 내놓고 있다. Atotech社에서 개발한 Neopact의 장점을 카타로그에서 열거한 대로 인용하면 다음과 같다.

- Direct Electrolytic Plating (무전해 동도금 생략)

비슷한 제품을 출하하고 있다. 현재는 내층부터 적용이 시작되고 있으나 Dry Film과 ED Process 사이의 Gap을 채워주리라 예상된다.

4. 기타

현재 PCB의 제조방법은 소경, Fine Pattern의 요구에 능동적으로 대처를 못하고 있는 실정이다. 한 마디로 반도체는 나는데 PCB는 기고있는 셈이다. 많은 첨단 장비가 나오고 자동화가 되었으나 그것은 전자화 컴퓨터화에 지나지 않고 근본적인 Process의 개혁이 없었던것이 큰 문제이다.

표면 실장용 부품의 Lead간 Pitch가 0.5mm 이하로 내려감에 Lead가 장착될 PCB의 Pad는 두가지 문제에 봉착하게 되었다. 하나는 Pad의 폭을 ± 25micron 이내로 Etching에서 Control 해야하는 문제이고 또하나의 그 위에 두께가 균일한 Solder를 HAL(Hot Air Leveler)공정에서 보장해 주어야 한다는 것이다. 후자가 극히 어렵기에 근래에는 내열성 유기 약품인 Benzimidazole을 銅 Pad에 코팅시키는 Organic Coating 방법이 각광을 받고 있다. 이것은 전자산업에서 공해 물질인 납을 몰아내자는 측면에서 또한 환경지향적인 Process이기도 하다. 중전의 Alkyl Imidazole이나 Triazine에 비해 내열성이 강해 양면 Reflow에도 견디기에 Fine Pitch 표면실장용 제품에 주로 사용되고 있다. 이 약품은 일본이 기술을 선도하고 있다. Cu-Coat A란 이름으로 SANWA가 WPFIO6A란 이름으로 TAMURA가 GLICOAT SMD란 이름으로 SHIKOKU FINE CHEMICAL이 시판하고 있으나 앞의 두 회사제품이 널리 사용되고 있다.

HAL이 아닌 Solder의 접근 방법으로는 독일 SMW ELECTRONIC에서 개발한 OPTIPAD와 역시 독일의 SIEMESN에서 개발한 SIPAD가 있으나 그것은 실제 양산 적용에는 문제가 있는 특수 Process들이고 일본의 FURUKAWA에서 개발한 Super solder도 아직 약품을 판매하지 않고 외주 가공만 받고있는 실정이다. 이밖에도 적층시 사용되는 Copper Foil을 Aluminum으로 보호 Dent. Scratch를 방지할 수 있는 CAC(Copper, Aluminum, Copper)자재, CCD 센서를 이용한 Bare Board Test 기술, 전도성 접착제를 이용한 다층 PCB 제작등 신기술이 많으나 지면관계상 줄이도록 하겠다.

V. 국내 PCB 업계의 기술대응

현재 PCB 생산량중 ASIA가 차지하는 비율이 47%이다. 그중 일본이 30%이고 나머지가 17%인데 나머지의 비율은 더욱 증가될 예정이다. 일본을 제외하곤 TAIWAN이 제일 크고 HONG KONG이 그 다음 SINGAPORE와 한국은 비슷한 수준인데 중국이 뒤를 바짝 쫓아와 있는 실정이다. 이 밖에 말레이시아, 인도, 태국, 인도네시아가 크게 성장하리라 예상된다.

표 9. 세계및 아시아의 8CB 생산량

World PWB Production by Region (Constant US\$ Million)

Region/Year	1980	1990	1991	1992	1995	2000
N. America	2600	6125	5953	6250	7230	10300
W. Europe	1840	3820	3555	3580	4010	5800
Japan	1815	6120	6514	6400	7330	10600
Asia	555	2494	2755	2935	3990	7200
R. O. W.	900	1780	1427	1255	1460	3000
Total	7710	20339	20240	20420	24020	36200

Asian PWB Production by Region (Constant 1992 US\$ Million)

Region/Year	1980	1990	1991	1992	1995	2000
Japan	1815	6120	6514	6120	7330	10600
Taiwan	132	774	835	875	1170	1300
S. Korea	100	390	480	480	580	700
Hong Kong	140	590	630	660	860	900
Singapore	73	390	410	460	580	650
China	60	220	250	280	420	500
Others	50	130	150	180	380	450
Asia Total	2370	8614	9269	9055	11320	15100

범용성 PCB 즉 4층까지의 PCB는 제조기술상 특별한 Know How가 없고 품질 및 기술의 관리 능력만 있다면 제조가 가능한 것이 특징이라 하겠다. 그러나 제조 공정의 단계가 복잡하고 철저한 공장의 환경관리와 작업자의 숙련과 주의력이 요구되는 산업이기에 이를 만족시키지 못할경우 불량으로 연결되기에 가격 및 품질 경쟁력을 확보하기란 쉬운일이 아니다. 이러한 내부적인 관리기술의 향상이 Know How이며 기술능력이다. 또한 매년 매출액의 20% 이상을 재투자해야 첨단장비를 확보할 수 있어 경쟁력을 갖출 수 있는 산업분야이다. 첨단제품은 일본, 미국과 경쟁해야하고 저가 제품은 저임금 국가들과 경쟁을 해야하기에 우리가 나아가야할 길은 첨단제품의 생산뿐이다. 현재 제품은 8층까지가 크게 수요되고 있고

수량은 많지 않으나 14층까지의 국내 수요도 있는 실정인데 그러한 수준의 PCB는 품질과 가격면에서 국제 경쟁력을 갖추고 있겠다 하겠다. 그러나 아쉬운 것은 약품과 장비의 국산화율이 저조해 수입에 의존해야 하기에 규모가 크지않은 PCB 업체에는 많은 부담을 주어 성장의 장애가 되고 있는 실정이다. 이러한 이유로 인해 대만에 비해 PCB 업체들은 서로 균형적인 발전을 기할 수 없었다. 또한나의 문제는 학계에서 전혀 뒷받침이 안되고 있다는 점이다. PCB는 Interconnection, Packaging 기술의 하나로 이해되어 새로운 제조기법, 약품, 자재가 개발되어야하나 그 분야에서 연구를 하고 있는 전문가가 학계와 연구소에 없다는 점이다. 지금까지는 범용 PCB의 생산으로 시장을 연간 5억불까지 늘릴 수 있었으나 앞으로는 앞서 언급한 과제를 해결하지 못하면 대만, 홍콩, 싱가포르와 같은 경쟁국들 그리고 중국과 같은 후반 업체와 경쟁력 측면에서 차별화를 확보할 수 없겠다 하겠다.

#### 參 考 文 獻

- [ 1 ] Tatsuya Oda "Composite materials, Special material" [CIRCUIT TECHNOLOGY]. Vol 8 No2 1993.
- [ 2 ] H.NAKAHARA, NTI "ASIAN ELECTRONICS AND PWB PRODUCTION" [CIRCUIT WORLD] VOL 20 NO3 1994.3.
- [ 3 ] Dr. DONALD D PUCCI "JTCAM-COPPER FOIL ' DESIGED TO IMPROVE PCB AND LAMINATE YIELD".
- [ 4 ]塚田 裕 "노트 PC용 LAN ADAPTOR를 IC CARD에, BARE CHIP 실장 기술을 구사" [NIKKEI ELECTRONICS], NO 570 1992.12.21.
- [ 5 ]塚田 裕 "SLC와 FLIP CHIP 실장기술" [表面實裝技術] 1994.1.
- [ 6 ]松本 滿壽雄 日本 CMK "다층 銀 PASTE PCB와 제조기술" [表面實裝技術] 1994.1.
- [ 7 ]MASAHITO ISHII, MISTSUI MINING AND SMELTING CO "COPPER SPUTTERED POLYIMIDE FILMS AND THEIR APPLICATIONS" [IPC WORLD CONVENTION VI] 1993.
- [ 8 ]Dr. NAKAHARA, NTI "DIRECT PLATE 의 세계적 동향"
- [ 9 ]KATHLEEN NARGI-TOTH "GREEN PLATING SYSTEM" [ PRINTER CIRCUIT FAB] VOL 17, NO 2 1994.2.
- [ 10 ]DR. BURKHARD BRESSEL, ATO-TECK "DIRECT THROUGH HOLE PLATING OF PCB".
- [ 11 ]H. SCHWAB, CIBA-GEIGY "ELECTRODEPOSITION OF PHOTORESISTS OF PCB APPLICATION" [SEMINAR ON ED] 1993.10.20. HONG KONG.



筆者紹介



李 振 昊

1947年 5月 22日生

1974年 3月 서강대학 화학과 (학사)

- 1974年 ~ 1976年 아남산업 반도체 Packaging
- 1977年 ~ 1978年 OTRON 전자시계 설계, 조립
- 1979年 ~ 1980年 Ray-O-Vac 배터리 제조  
서통 Ray-O-Vac
- 1981年 ~ 1983年 전자기술연구소 Rigid-Flex PCB 제조  
미국 CIRTEL
- 1984年 ~ 현재 대덕전자 PCB 제조