

PCB (Printed Circuit Board)

BRIEFING

2021년 4월 27일

사단법인 한국전자회로산업협회



목 차

1. PCB란?
2. 국내외 PCB 역사
3. 산업 현황
4. 종류
5. 제조 공정
6. 세부 제조 공정

1. PCB란?

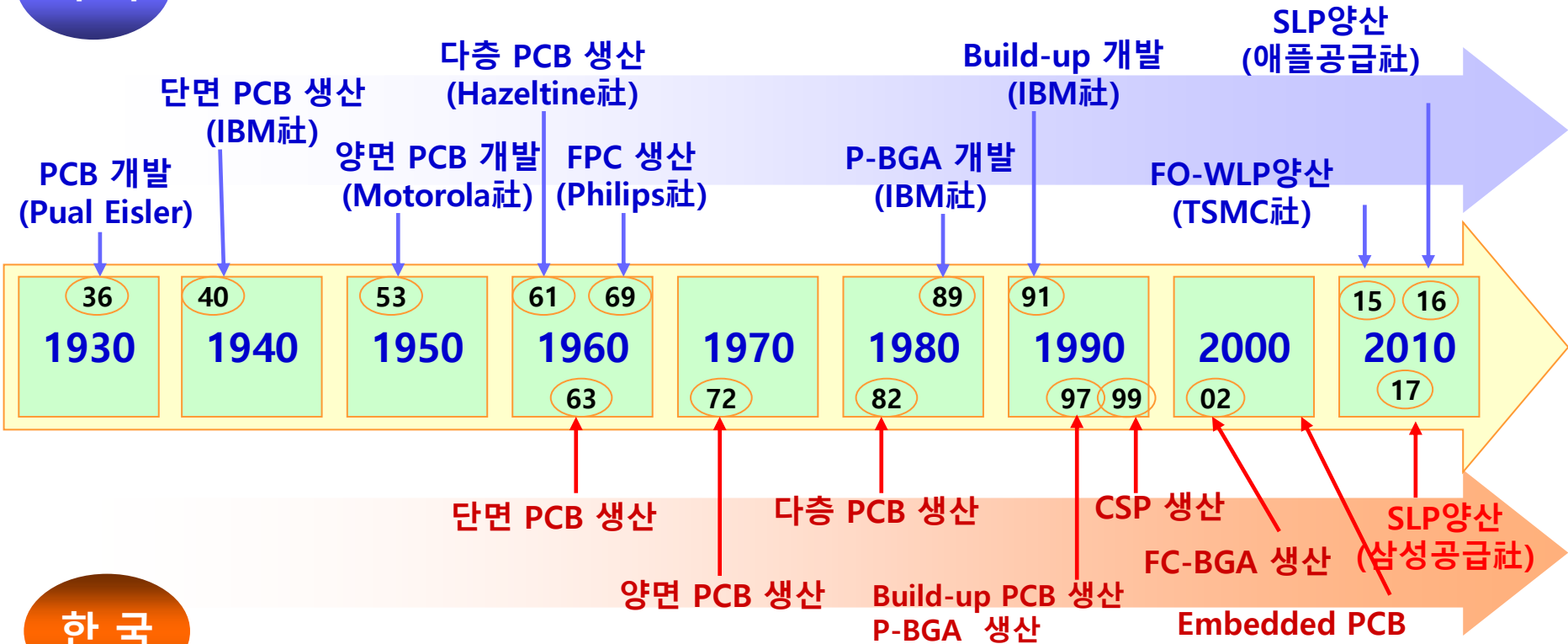
- 절연기판 위에 전기적 신호를 전달할 수 있는 도체(보통, 구리)를 형성시킨 것으로 전자부품 탑재 시 전기회로를 구성하여 작동함.

- 페놀/에폭시 등의 절연판 위에 구리 등의 동박(Copper Foil)을 부착시킨 다음, 회로 배선에 따라 에칭하여 필요한 회로를 구성하고 회로간 연결 및 부품 탑재를 위한 홀(Hole)을 형성하여 만든 회로 기판

- 인체의 신경으로 비유되는 PCB는 소형 가전제품에서부터 첨단 이동 통신 기기에 이르기까지 모든 전자기기에 사용되는 핵심 부품임

2. 국내외 PCB 역사

세계



한국

3. 산업현황

1) PCB 산업의 특징

수주 산업

고객이 설계한 제품을 주문 받아 생산하는 **고객 지향적 수주산업**

대규모 장치 산업

전공정의 제조 능력을 설비가 좌우하는 **대규모 장치산업**

전후방 집약 산업

소재, 설비, 약품 등 다양한 핵심요소 기술이 집약되어 있는 **전방위 산업**

핵심 전자부품 산업

전자제품의 경박단소(輕薄短小)를 결정하는 **고부가 핵심부품 산업**

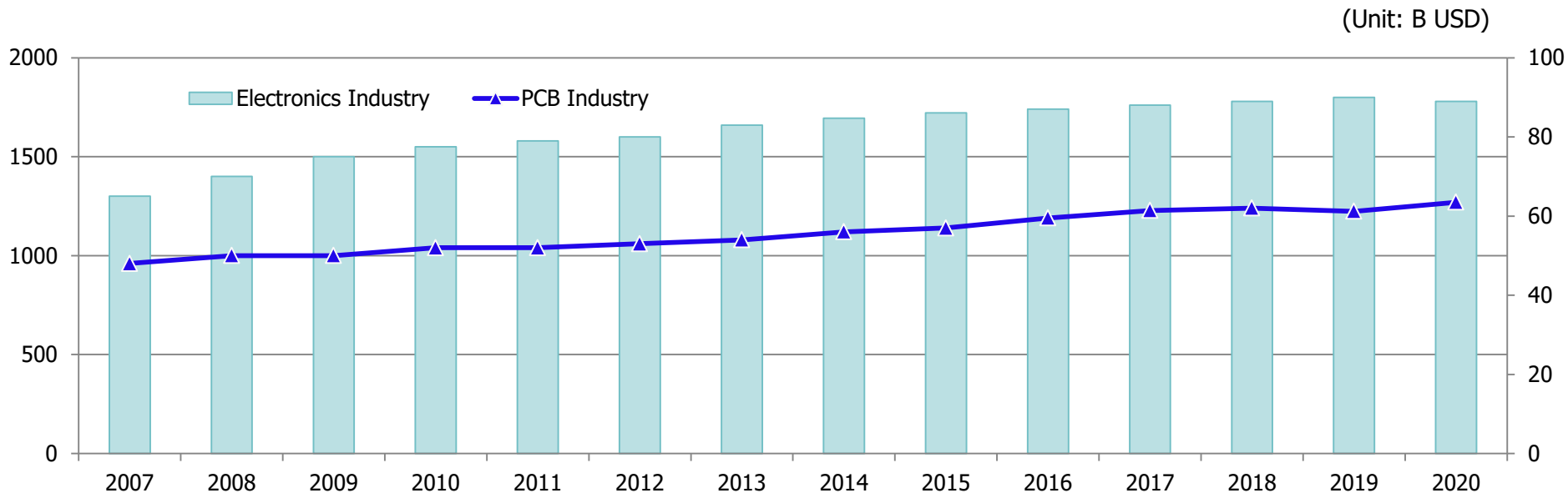
3. 산업현황

2) 세계 PCB 산업 현황

- 2020년 세계 전자회로기판 시장은 63,500백만불이며 전년대비 3.8% 증가
- TOP4(한·중·일·대)가 전세계 PCB 시장의 81.8% 점유
- 한국은 업체별로 3위(14.0%), 지역별로 3위(12.4%) 생산 (2020년 기준. 환율증가)

*업체별 PCB생산액 : 대만(33.9)→일본(21.3)→한국(14.0)→중국(13.7)

*지역별 PCB생산액 : 중국(47.6)→대만(12.9)→한국(12.4)→일본(8.7)



3. 산업현황

3) 국내 PCB 산업현황

< 국내 PCB 산업 규모 >

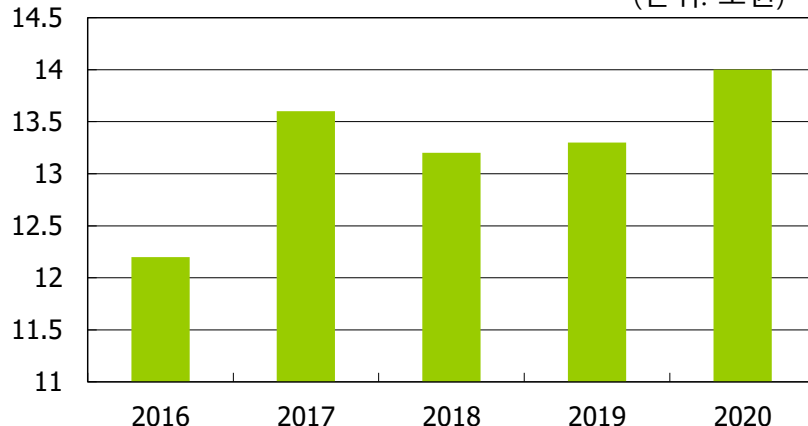
- 2020년도 국내 PCB 산업규모는 약 14.0조 원

- 기판제조 부문 : 10.5조원 (75%)

- 후방산업 부문 : 3.5조원 (25%)

* 원자재 9%, 부자재 2%, 설비 3%, 약품 4%, 외주 8%

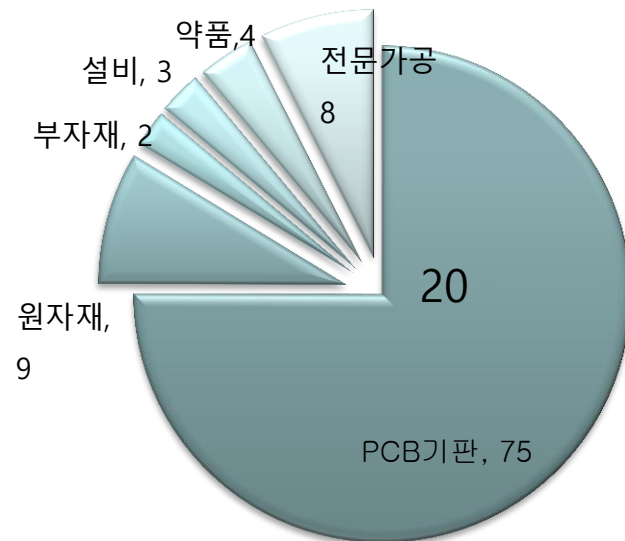
(단위: 조원)



< 국내 PCB 산업 >

(단위: 억원/년)

구분	2018년	2019년		2020년	
	금액	금액	성장률(%)	금액	성장률(%)
PCB기판	98,000	99,000	1.0	105,000	6.1
원자재	11,420	11,380	1.6	12,030	5.7
부자재	3,190	3,290	0.9	3,380	2.7
설비	3,380	2,950	2.1	3,960	34.2
약품	4,750	4,850	2.1	5,130	5.8
전문가공	10,950	10,570	-5.0	10,410	-1.5
합계	131,690	132,040	0.6	139,910	6.0



3. 산업현황

4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 기관 점유율 >

구 분	2018년	2019년	2020년	2021년(F)	성장률('20)	CAGR
Rigid기판 (경성기판)	41,700	40,000	39,800	40,500	-0.5	-1.0
단면/양면 기판	6,800	6,600	6,500	6,400	-1.5	-2.0
다층 기판 (6층 이하)	10,200	10,000	9,700	9,800	-3.0	-1.3
다층 기판 (8층 이상)	12,100	12,500	13,200	14,200	5.6	5.5
Build-up기판 (6층 이하)	3,600	3,100	2,800	2,600	-9.7	-10.3
Build-up기판 (8층 이상)	9,000	7,800	7,600	7,500	-2.6	-5.9
Flexible기판 (연성기판)	30,800	31,200	32,200	32,500	3.2	1.8
단면/양면 기판	8,600	8,400	8,200	8,000	-2.4	-2.4
다층 기판	7,200	7,000	7,200	7,500	2.9	1.4
Rigid-Flex 기판	15,000	15,800	16,800	17,000	6.3	4.3
IC-Substrate	25,500	27,800	33,000	35,000	18.7	11.1
합 계	98,000	99,000	105,000	108,000	6.1	3.3

3. 산업현황

4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 원자재 부문 점유율 >

구 분	2018년	2019년	2020년	2021년(F)	성장율('20)	CAGR
Rigid 기판용	6,280	6,270	6,830	7,150	8.9	4.4
동박	800	560	1,000	1,100	78.6	11.2
CCL	4,600	4,800	4,900	5,100	2.1	3.5
Prepreg	880	910	930	950	2.2	2.6
Flex 기판용	4,990	5,110	5,200	5,310	1.8	2.1
동박	60	40	60	70	50.0	5.3
FCCL	3,600	3,700	3,720	3,800	0.5	1.8
Bonding Sheet	430	450	470	480	4.4	3.7
Coverlay	900	920	950	960	3.3	2.2
합 계	11,270	11,380	12,030	12,460	5.7	3.4

3. 산업현황

4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 부자재 부문 점유율 >

구분	2018년	2019년	2020년	2021년(F)	성장율('20)	평균성장율
Solder Resist	1,230	1,300	1,400	1,440	7.7	5.4
Dry Film	1,100	1,120	1,140	1,160	1.8	1.8
CNC Drill Bit	530	540	520	500	-3.7	-1.9
Router Bit	330	330	320	310	-3.0	-2.1
합계	3,190	3,290	3,380	3,410	2.7	2.2

3. 산업현황

4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 약품 부문 점유율 >

구분	2018년	2019년	2020년	2021년(F)	성장율('20)	평균성장율
계	4,750	4,850	5,130	5,280	5.8	3.6
동도금약품	1,800	1,840	1,950	2,000	6.0	3.6
표면처리약품	1,900	1,950	2,100	2,200	7.7	5.0
웨트라인 약품	1,050	1,060	1,080	1,080	1.9	0.9

3. 산업현황

4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 설비 부문 점유율 >

구분	2018년	2019년	2020년	2021년(F)	성장율('20)	CAGR
도금/표면처리	550	750	1000	1100	33.3	26.0
WET Line	340	400	300	300	-25.0	-4.1
적층(V-PRESS)	250	130	120	180	-7.7	-10.4
AOI	280	330	550	600	66.7	28.9
노광기	70	60	100	110	66.7	16.3
인쇄기	80	70	70	80	0.0	0.0
레이저기	820	200	600	650	200.0	-7.5
전기·광학 검사기	120	130	150	160	15.4	10.1
프라즈마	170	130	220	270	69.2	16.7
자동화	300	330	400	420	21.2	11.9
기타	400	420	450	450	7.1	4.0
합계	3,380	2,950	3,960	4,320	34.2	8.5

3. 산업현황

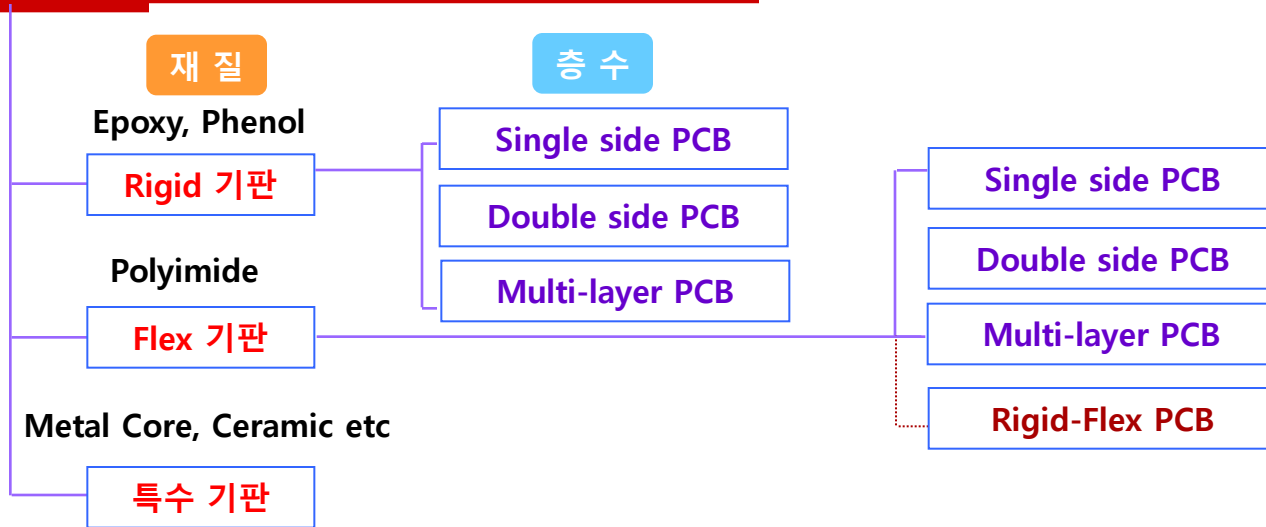
4) 국내 PCB 산업구조 ('20년 기준)

< 외주 부문 점유율 >

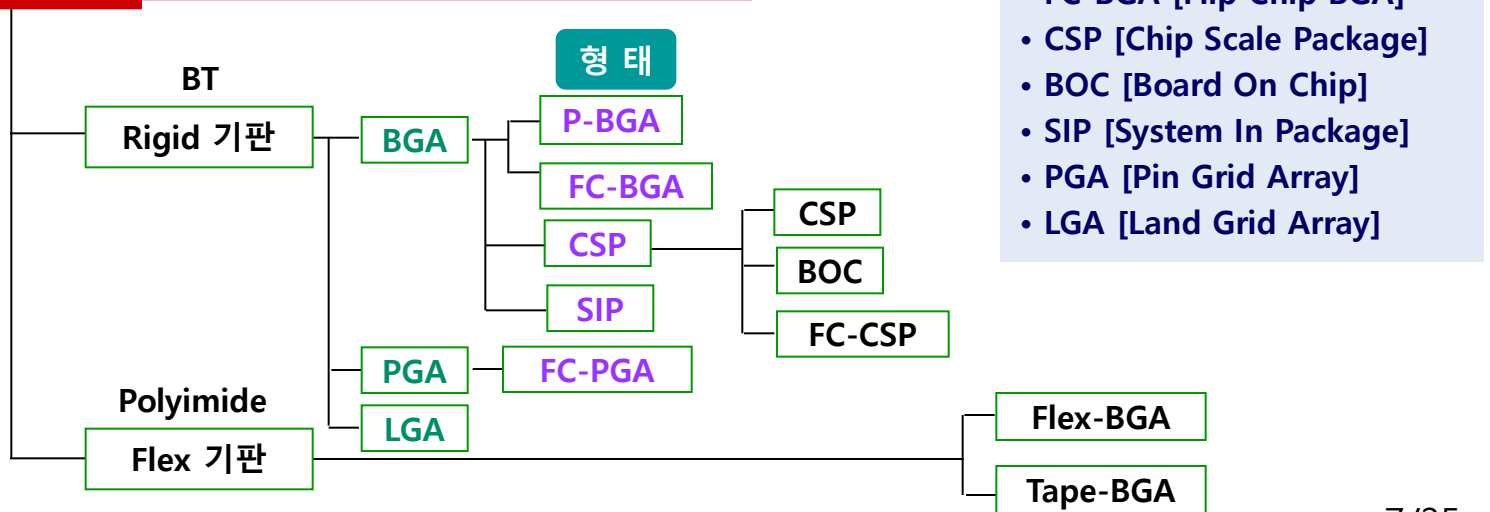
구분	2018년	2019년	2020년	2021(F)	성장률('20)	CAGR
설계	180	160	150	140	-6.3	-8.0
AOI	430	410	400	390	-2.4	-3.2
플라즈마	70	60	70	80	16.7	4.6
CNC드릴	2,150	2,050	2,000	1,950	-2.4	-3.2
레이저드릴	700	680	660	650	-2.9	-2.4
동도금	1,300	1,280	1,300	1,320	1.6	0.5
가접	80	80	80	80	0.0	0.0
타발	80	70	70	70	0.0	-4.4
적층	1,050	1,000	960	950	-4.0	-3.3
금도금	980	950	980	1,000	3.2	0.7
표면처리	620	600	580	560	-3.3	-3.3
라우터	980	940	920	900	-2.1	-2.8
전기검사	800	830	820	810	-1.2	0.4
외관검사	380	360	370	380	2.8	0.0

4. 종류

● Mother Board (부품 실장용)



● IC-Substrate (반도체 실장용)



5. 제조공정

1) PCB 회로형성방법

■ Subtractive 법

동박 적층판 위에 회로가 형성되는 부분을 제외한 나머지 부분을 에칭하여 회로를 형성

■ Additive 법

절연판 위에 도금 등의 방법으로 필요한 회로를 직접 형성

Subtractive

● Tenting 법

무전해/전해 Panel 도금 후 에칭을 통해 회로를 형성

● Panel/Pattern 법

무전해/전해 Panel 도금 및 Pattern 도금 후 에칭을 통해 회로를 형성

Additive

● Semi-Additive 법

무전해 Panel 도금 후 필요한 부분만 전해 Pattern 도금으로 회로를 형성

● Full Additive 법

필요한 부분만 무전해 Pattern 도금으로 회로를 형성

5. 제조공정

Tenting 법

[다층 PCB 기준]



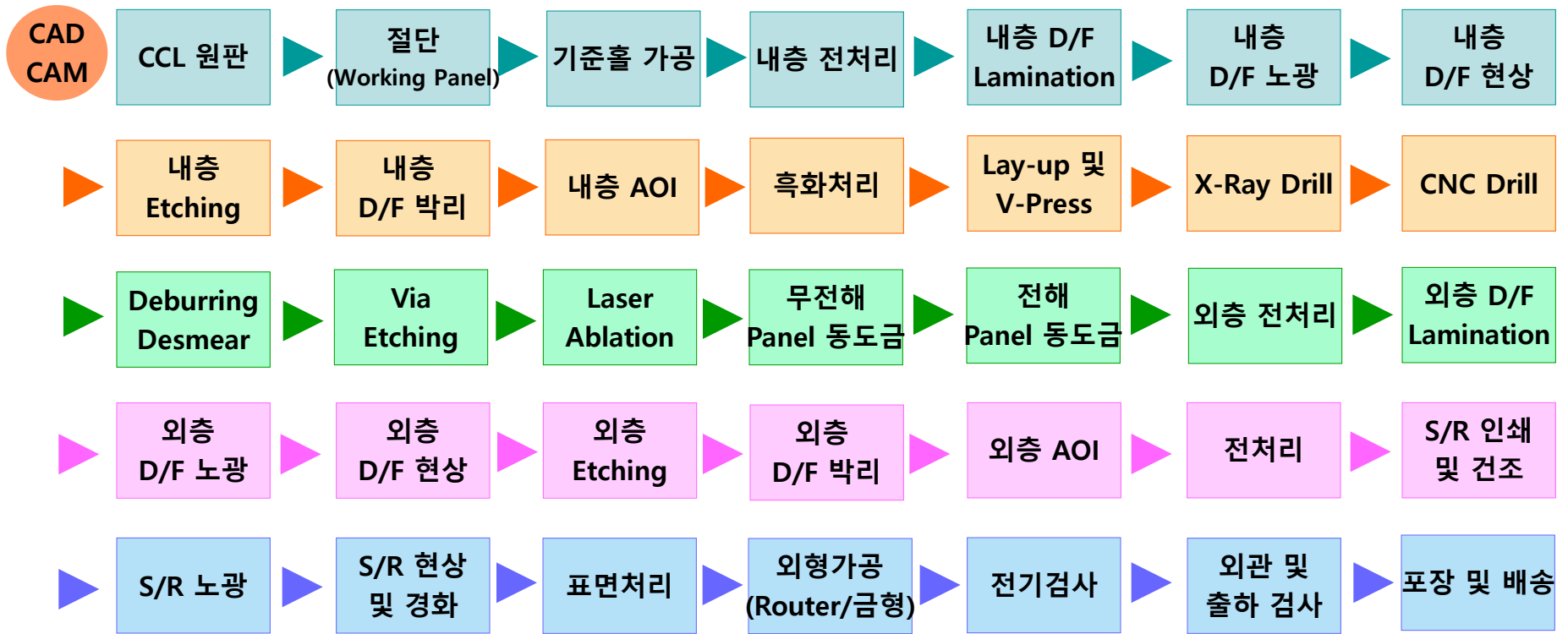
5. 제조공정

Tenting 법

[Build-up 기준]

■ build-up이란?

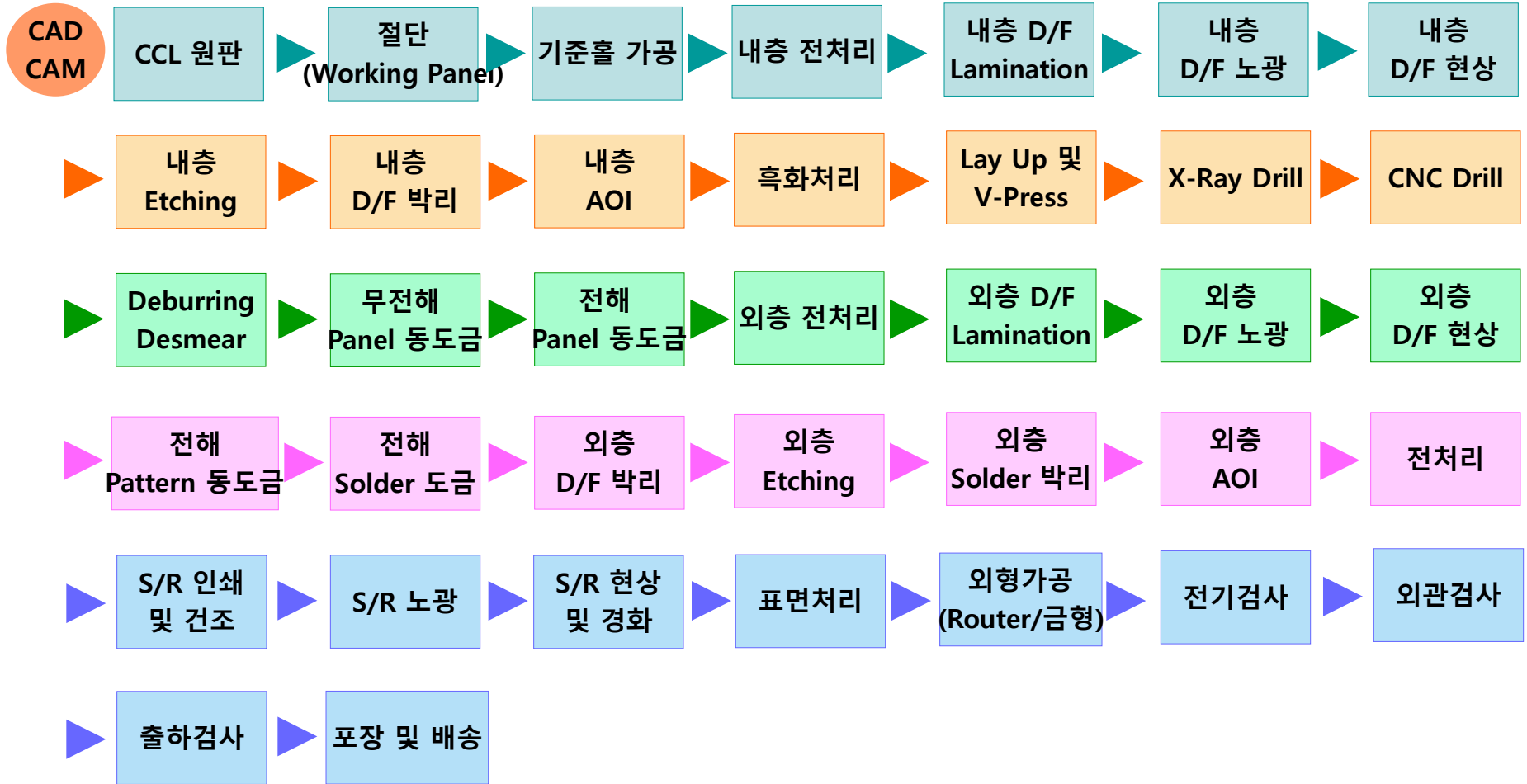
- ▶ 첨단 PCB 제조 기법으로서, 기존 기계 드릴의 가공 한계인 직경 300um 보다 미세한 150um 이하의 미세 홀을 레이저 드릴로 가공한다.



5. 제조공정

Panel/Pattern 법

[다층 PCB 기준]



5. 제조공정

Semi-Additive 법

[다층 PCB 기준]

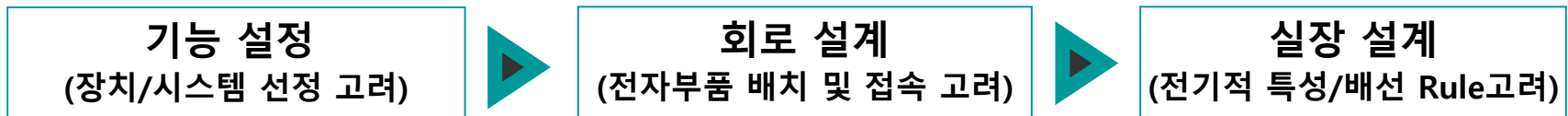


6. 세부제조과정

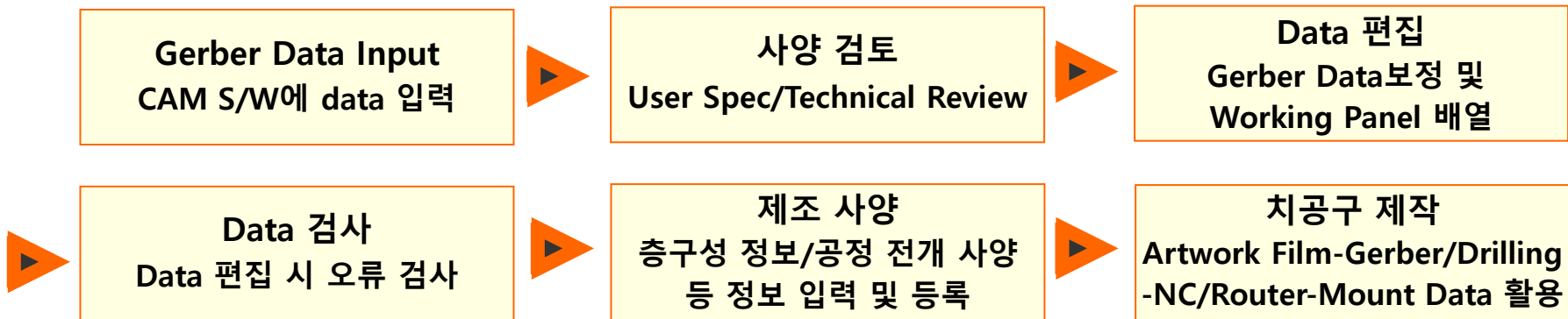
PCB 설계 (CAD/CAM)

- CAD : 원하는 기능을 가지는 시스템 구축을 위해 회로 도면 그리는 것
- CAM : CAD data를 토대로 전체 제조 공장을 무인 자동화로 통제하는 제조 시스템

CAD Flow



CAM Flow



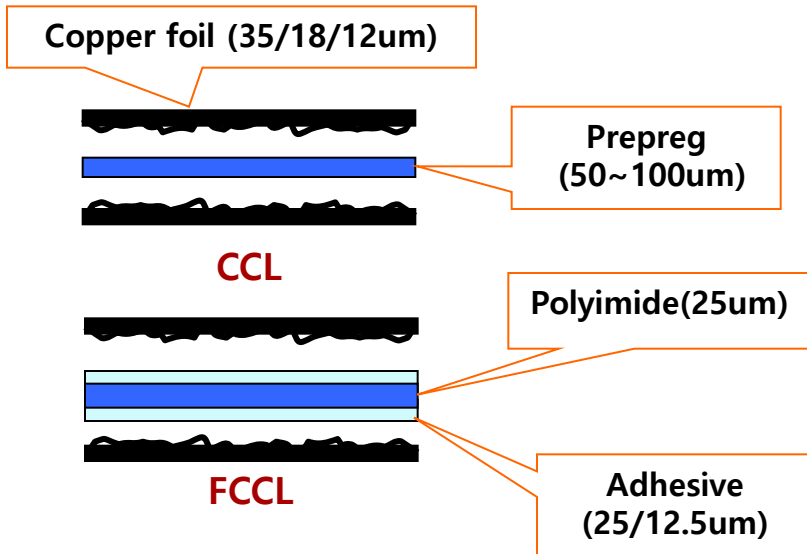
6. 세부제조과정 (MLB Substrative 법 기준)

1) CCL (Copper Clad Laminate)

유리섬유에 에폭시 또는 페놀 수지가 함침된 Prepreg의 상하부에 동박을 넣고 Lamination한 것

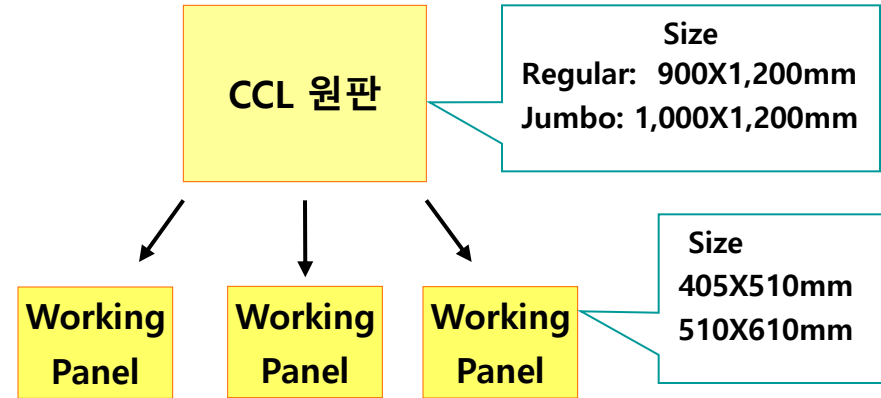
* FCCL (Flexible Copper Clad Laminate)

유연성을 가진 폴리이미드 필름과 아크릴 접착제 상하부에 동박을 넣고 Lamination한 것

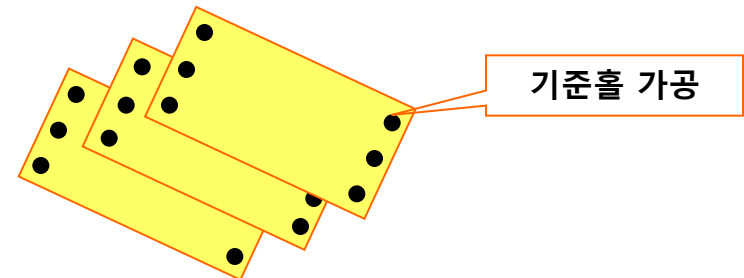


2) Working Panel 절단 및 기준홀 가공

CCL원판을 공정 설비에 맞게 적절한 치수로 절단



노광 및 적층 시 사용되는 기준홀을 형성하는 공정



6. 세부제조공정

3) 전처리 과정

동박 표면상에 조도(Roughness)를 형성하여 Dry Film과의 접착력을 증대시키기 위한 공정

조도형성 방법

표면조도 : 0.5~1.5um

■ 기계적 연마

- Buff 연마 : 나일론 부직포에 실리콘, 알루미늄 미세 입자로 형성된 Brush로 조도형성
- Jet 연마 : 산화 알루미늄 알갱이 노즐 통해 분사하여 조도형성

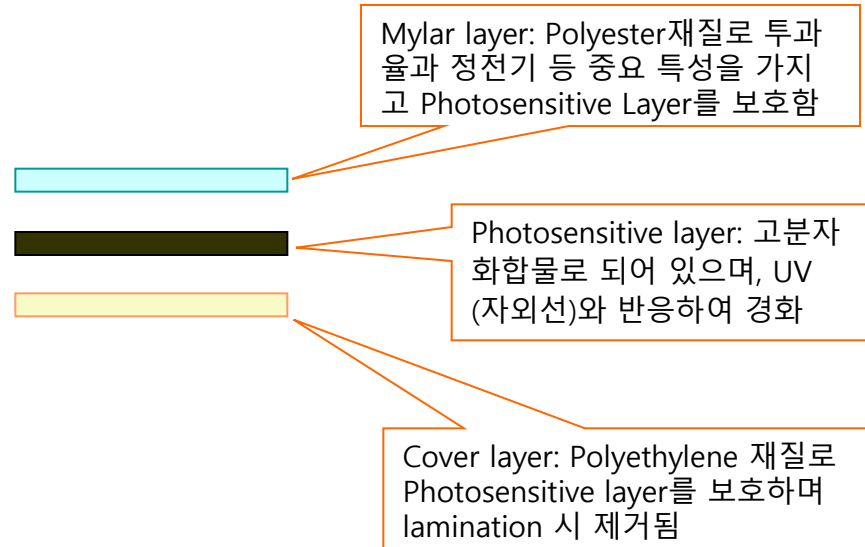
■ 화학적 연마

- Soft Etching : 과산화수소(35%)와 황산(10%)을 2:8 비율로 혼합하여 노즐로 분사하여 조도형성

4) D/F Lamination

조도가 형성된 기판에 에칭 시 회로를 보호하기 위한 Dry Film(Photo Resist)을 적층하는 공정

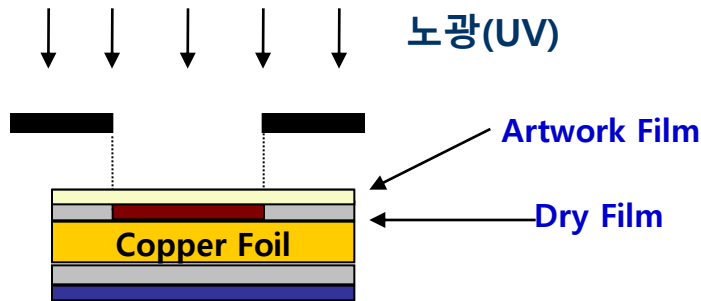
Dry Film 구조 (단면도)



6. 세부제조공정

5) D/F 노광

CCL 표면에 적층된 Dry Film위에 Artwork Film을 올려 놓고 UV(자외선)를 조사하여 회로 이미지를 형성하는 공정



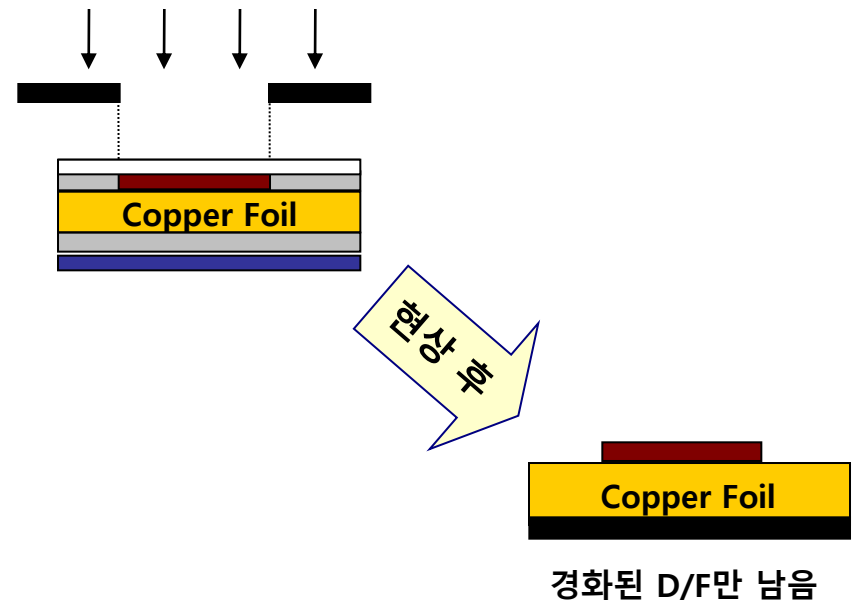
■ 노광기의 구조

- Lamp에서 발산된 UV(자외선)가 거울을 통하여 집광 렌즈로 모이고 반사경을 통하여 다시 대상으로 조사되는 구조로 되어 있음

6) D/F 현상

노광에서 빛을 받지 않은 부분(미경화된 부분)을 현상액을 이용하여 제거하는 공정

- 현상액 : 탄산나트륨(Na_2CO_3 의 1%) 또는 탄산칼륨(K_2CO_3) 사용

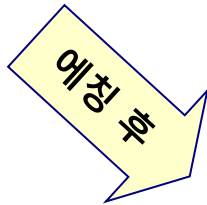


6. 세부제조공정

7) 에칭(Etching)

회로를 형성하기 위하여 D/F 현상 후 동박 위에 D/F가 남겨져 있지 않은 부분을 에칭액으로 제거하는 공정

- 에칭액 : 염화제2동(CuCl_2) 또는 염화철(FeCl_3) 사용

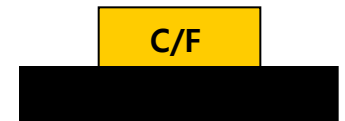
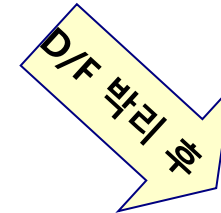
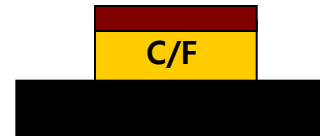


D/F 부분에만 회로 형성

8) D/F 박리

Etching 시 보호막 작용을 한 D/F를 Alkali용액을 (NaOH 또는 KOH) 이용하여 제거하는 공정

- 박리액 : 수산화나트륨(NaOH) 또는 수산화칼륨(KOH) 사용



형성된 회로만 남음

6. 세부제조공정

9) AOI(자동 광학 검사)

회로 형성 후 기판에 빛(光)을 조사시켜 반사되는 밝기 값을 인식하여 회로의 결함을 검출하는 공정

구 분	종 류	특 징
반사광에 의한 검사	반사광 방식	회로표면의 반사광을 통해 회로 인식
	형광 검출 방식	회로 이외 부분은 형광이 양성으로 검출
	Substrate Illumination	회로 부분은 빛이 투과되지 않음
알고리즘에 의한 검사	Design Rule Check	회로 화상과 검사조건 비교
	Reference Rule Check	양품기판을 기준으로 피검사 기판과 상호 비교
	CAD Reference Data	CAD Photo Data와 피검사 기판을 상호 비교

10) 흑화처리(Black Oxidation)

내층에 형성되어 있는 회로 표면을 산화시킴으로써 Prepreg와 접착될 때 밀착력을 증대시키는 공정

흑화 처리 과정



항 목	Brown Oxide	Black Oxide
처리 방식	동박 위에 Cu ₂ O 석출	동박 위에 CuO 석출
색	갈색 또는 적갈색	흑색
벗겨짐 강도	우수	보통
균일도	보통	우수
내산성	우수	보통
산화막 두께	얇음(0.2mg/cm이하)	두꺼움(0.2mg/cm이상)

6. 세부제조공정

11) Lay-up & V-Press

● Lay-up

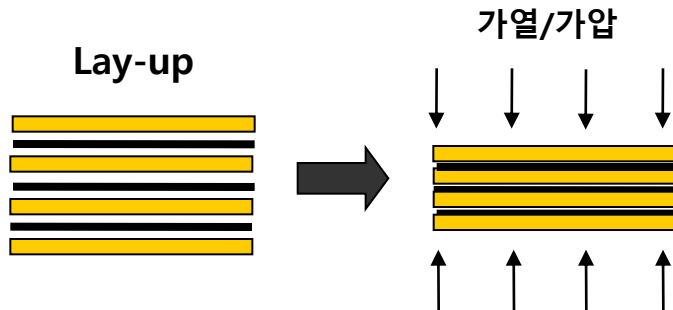
회로가 형성된 내층 기판을 다층 기판을 만들기 위하여 CCL, Prepreg 및 동박을 쌓아올리는 공정

● V-Press

쌓아 올려진 기판을 진공 프레스를 이용하여 가열/가압으로 접합시키는 공정

■ Lay-up 방식

- Mass Lamination : 4층 기판 제조 시
- Rivet Lamination : 6~8층 기판 제조 시
- Pin Lamination : 고다층 기판 제조 시



12) Drill (X-ray Drill & CNC Drill)

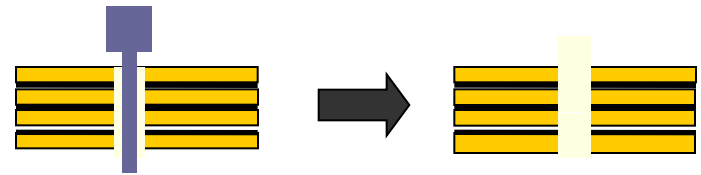
● X-ray Drill

내층에 형성되어 있는 Target을 X-ray로 투시하여 위치 위치 확인 후 Drilling하는 공정

● CNC Drill

다층 PCB에서 내층과 외층 간의 전기적인 접속이 가능하도록 Drill Bit라는 절삭 공구를 사용하여 홀을 형성하는 과정

- Drill Bit가 고속으로 회전함과 동시에 기판이 장착된 Drill Table이 홀의 위치에 따라 X축, Y축 방향으로 이동하면서 홀을 가공함.



6. 세부제조공정

13) Deburring/Desmear

● Deburring

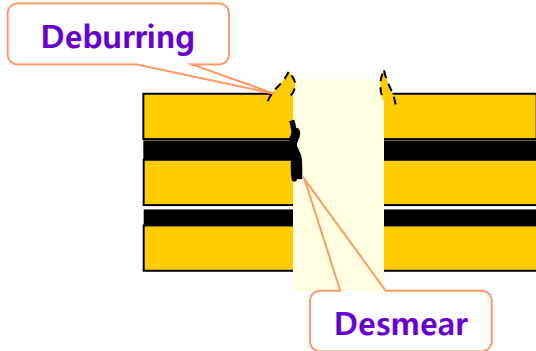
드릴 가공 시 Bit에 의해 밀려 올라 온 Drill Bur를 Buff (Brush) 등으로 제거하는 공정

▶ 공정 순서 : Buff 연마 - 수세 - 건조

● Desmear

수지가 마찰에 의해 홀 벽에 달라 붙은 스미어를 과망간산 약품으로 녹여 제거하는 공정

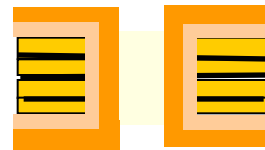
▶ 황산(H2SO4), 크롬산, 과망간산 등의 약품 사용



14) 동도금(Copper Plating)공정

- 드릴을 통해 형성된 홀(PTH 또는 BVH)을 동도금을 통해 층간을 전기적으로 연결하는 공정
- 종류 : 무전해(화학적) 도금 및 전해(전기적) 도금
- 일반적으로 드릴 시 노출된 홀 내벽과 표면에 무전해 동도금 후 전해동도금을 통하여 회로의 두께를 형성

- 무전해 동도금 : 환원제인 포르말린을 Pd 촉매에 의해 화학적으로 환원시켜 구리이온 석출
- 전해 동도금 : Pd 촉매에 의한 환원반응으로 (-)극 구리 이온이 전자를 얻어 구리석출

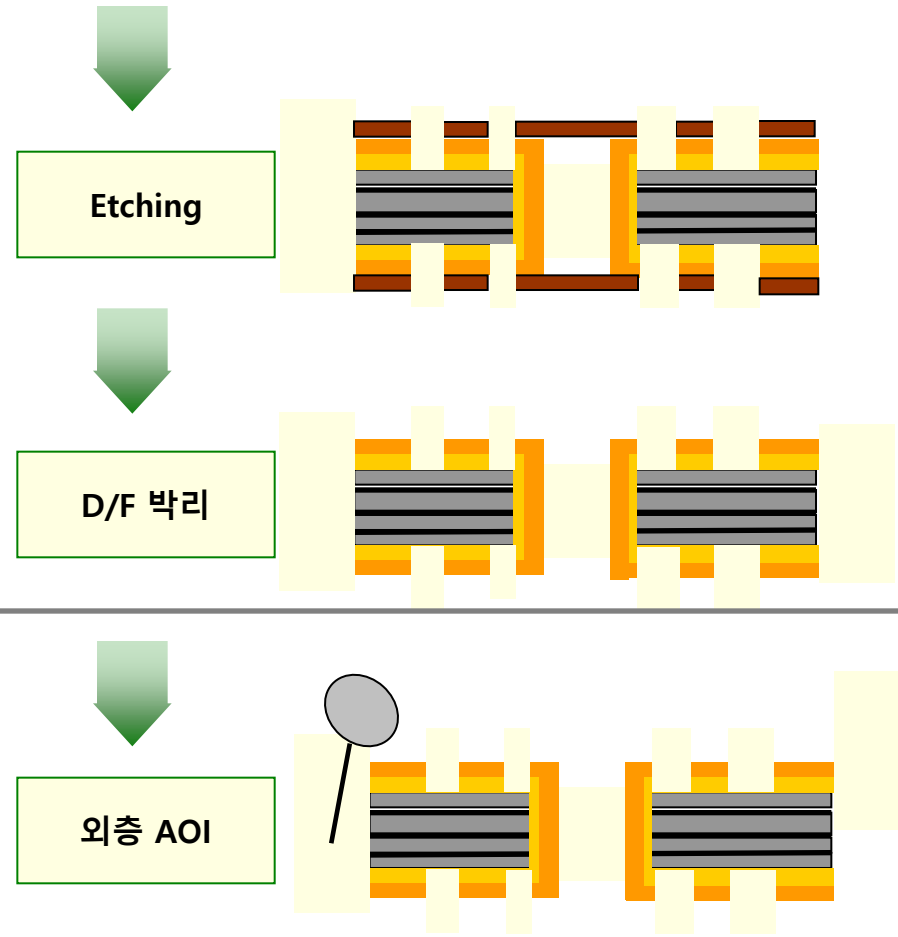
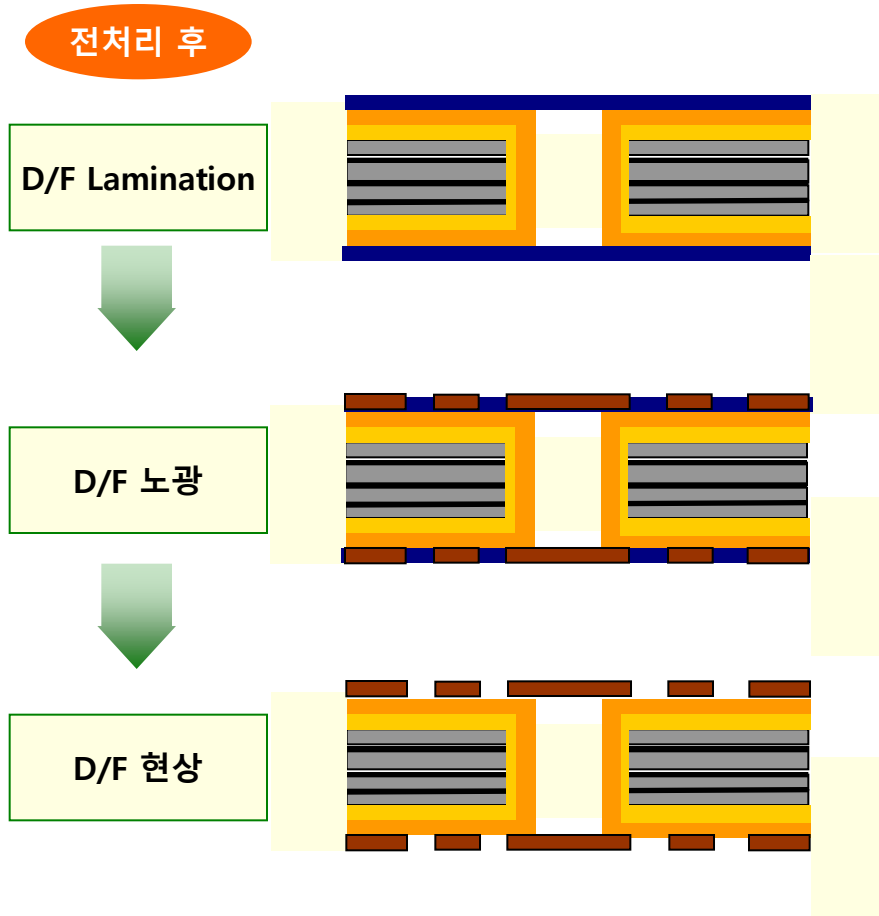


무전해 동도금
전해 동도금

- 수직 동도금
기판을 수직으로 세워서 도금
 - 수평 동도금
conveyor에 기판을 수평으로 놓고 이동하면서 도금
- ※ 생산성, 제품의 다양성, 작업환경, 품질 면에서 수평 동도금이 우수함

6. 세부제조과정

15) 외층 회로 형성 공정



★ 내용은 내층 회로 형성 공정과 동일

6. 세부제조과정

16) S/R(Solder Resist) 인쇄/건조

● S/R 인쇄

전처리가 완료된 기판 표면을 S/R잉크로 코팅하는 공정

● S/R 건조

전S/R 내 Solvent 성분을 휘발시키고, 80°C의 온도로 S/R을 건조시키는 공정

- 방식에 따라 Screen Coating법, Roll Coating법, Curtain Coating법으로 분류

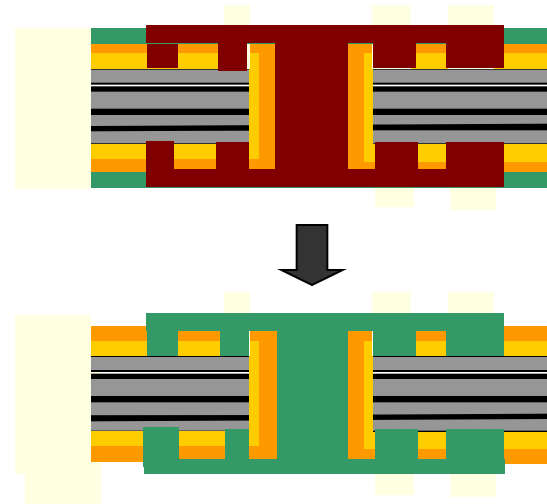


■ S/R 역할

- 기판 표면 회로의 보호(산화방지)
- 표면 회로간의 전기적 절연 안정성 유지 (회로간 Short 발생 금지)
- 부품실장 외 부분에 Solder 부착 방지

17) S/R 노광 및 현상/경화

- **노광** : S/R로 코팅된 기판 위에 Artwork Film을 올려 놓고 UV(자외선)를 조사
- **현상** : UV에 노출되지 않은 미경화 부분을 현상액을 이용하여 제거시키는 공정
- **경화** : S/R을 UV Cure(노광)와 Thermal Cure(열)를 통해 최종적으로 경화 0

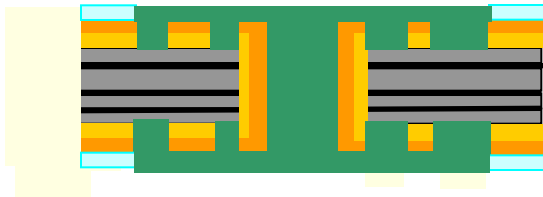


6. 세부제조공정

18) 표면처리

내마모성/내열성/내식성/전기 전도성 등의 기능 향상을 목적으로 부품이 실장 될 Pad 표면을 도금하는 공정

종 류	특 징
무전해 니켈/금도금	표면에 5um 니켈도금 후 0.03um 금도금
Immersion Tin	표면에 유기 금속 형성 후 주석도금
Immersion Silver	표면에 유기 금속 형성 후 Ag도금
OSP	표면에 유기물질 등과 치환시켜 피막 형성



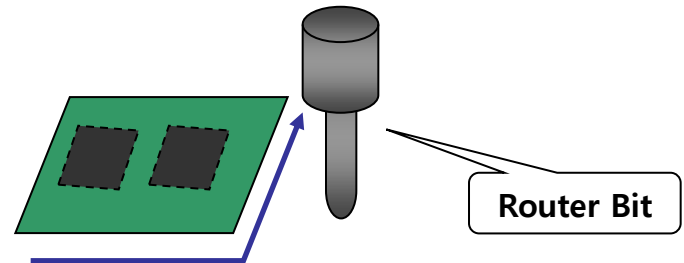
19) 외형가공(Router/금형)

최종 표면처리가 완료된 제품을 고객이 요구하는 사양에 맞게 Sheet/Piece형태로 가공하는 공정

비교항목	Router 가공법	금형 가공법
적용 제품	다품종 소량생산	소품종 대량생산
생산성	낮다	높다
외형 변경시 대응	쉽다	어렵다
가공 품질	단면이 깨끗하다	단면이 거칠다
기타	제품별 대응이 가능	별도금형 필요/고가

■ 기타 가공

- **Bevel** : 부품 실장 후 Connector 삽입 위해 모서리 가공
- **V-cut** : Router가공이 완료된 제품에 V자 홈 형성

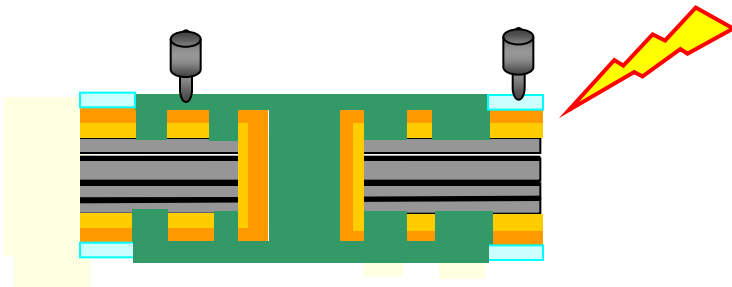


6. 세부제조공정

20) 전기 검사

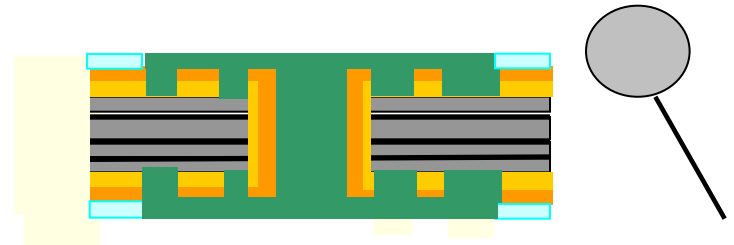
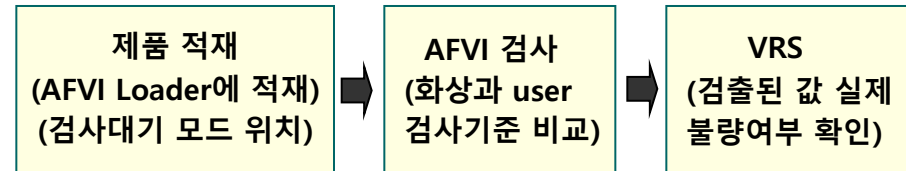
회로의 전기적 이상 유무를 검사하는 공정

구 분	특 징
Unversial 방식	격자 위에 Pin접촉 (고밀도가 가능하나 설비가격이 높음)
Dedicated 방식	Pin Fixture제작하여 대량생산에 적합 (Point 만개이상 불가)
도전고무 접촉방식	기판과 장비 사이 도전고무 사용 (미세 제품에는 사용 불가)
Flying Probe 방식	Fixture가 없으며, 미세 제품에 사용 (제작비는 저렴하나 검사시간이 김)
비접촉 방식	Pin자국이 없고 고밀도 회로 제품에 적합



21) 외관 검사

- 완성제품에 형성된 외관상 불량 (미도금, 상처, 이물, 잉크부착, 돌기, 결손, 변색 등)을 검출하는 공정
- 반사광 검출방식이 사용됨 (형광등, 할로겐, LED 등 다양한 광원 사용)



6. 세부제조과정

22) 출하검사

최종 검사가 완료된 제품에 대한 제품의 두께, 휨 정도, 홀 사이즈 등의 사양적합 여부를 외관 상으로 검사



23) 포장 및 배송

온도와 습도 등의 급변하는 외부 환경으로부터 제품을 보호하기 위하여 포장 후 고객에게 배송

■ 공정 순서

제품확인 - 진공포장 - 라벨출력 - 라벨부착 -
Box 라벨 출력 - Box 포장 - 입고대기 - 배송

