

전략제품 현황분석

플렉서블 전자회로



Contents

❖ 전략 제품

● 플렉서블 전자회로

1. 개요	6
2. 산업 및 시장 분석	10
3. 기술 개발 동향	14
4. 특허 동향	19
5. 요소기술 도출	29
6. 전략제품 기술로드맵	34



플렉서블 전자회로

정의 및 범위

- 플라스틱처럼 휘어지는 기재에 전도성 물질로 전자 회로를 구현한 부품으로 주로 플렉서블 전자회로 기판 (FPCB, Flexible Printed Circuit Boards)을 의미함
- 기본적인 회로(기판)의 구조는 플라스틱과 같은 절연성기재와 전도성회로로 구성되어 있음
- 이러한 플렉서블 전자회로기판은 주로 휴대폰에 적용되고 현재는 플렉서블 태양전지 어레이부터 플렉서블 OLED까지 확장되고 있으며, 평판 디스플레이 장치, 의료용 이미지 센서류, 전자 종이(Electronic Paper) 등의 필수 부품으로 포함됨

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) FPCB의 세계시장은 2019년 약 127억 달러에서 2025년 약 150억 달러로 연평균 2.8%씩 성장할 전망 • (국내) FPCB 국내시장은 2019년 약 3.1조 원에서 2025년 약 4조 원 규모로 완만하게 성장할 것으로 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • FPCB는 3차원의 회로 형성이 가능하여 기판의 부피를 줄일 수 있어 일반 경성 기판 대비 고가임에도 휴대폰 등 모바일 제품에 많이 쓰임 • 생산면에서는 대만/중국업체가 기술적으로는 일본 업체가 주도하나 경연성 기판은 한국이 주도
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 산업통상자원부에서 하이브리드 PCB 기술개발 사업의 일환으로 FPCB 과제를 지원 중 	<ul style="list-style-type: none"> • 미세회로 형성기술과 경연성 기판 제조기술개발이 활발함 • 고속 통신을 위한 Antenna 및 신호전송용 FPCB의 개발과 관련 소재의 개발도 활발함
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Nippon Mektron, Fujikura, Sumitomo Electric Industries, Flexium • (대기업) 삼성전기 • (중소기업) 비에이치, 인터플렉스, 대덕전자, 영풍전자 	<ul style="list-style-type: none"> • 플렉서블 디스플레이용 전자회로 • 플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조 기술 • 카메라 모듈용 플렉서블 전자회로 • 플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술 • 고분자재료 기반 플렉서블 전자회로

중소기업 기술개발 전략

- ➔ 대기업 및 중견기업이 주도하고 있는 FPCB 시장에서 특정 전문 분야에 맞춤형된 품목 개발을 통해 시장 개척
- ➔ 미세회로 가공 기술, 고다층 플렉서블 기판 제작 공정기술, 액정고분자(LCP) 기반의 플렉서블 전자회로 소재 기술 등에 대한 기술력 확보
- ➔ 휴대폰 및 모바일용 FPCB, 휴대폰 카메라 모듈용 경연성 PCB 등 중소기업 주력 분야에서의 기술개발 및 시장 진입 전략 필요

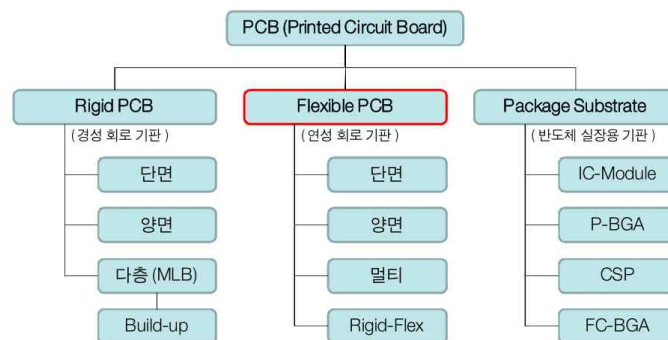
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 플렉서블 전자회로기판(FPCB)은 연성 베이스 물질 위에 회로를 배치하는 것으로 정의할 수 있으며 이러한 FPCB는 기존 경성(Rigid) PCB와 달리 회로기판의 유연성 및 얇은 기판이 필요한 경우에 사용할 수 있도록 제조된 PCB임
- FPCB는 전자 및 전자 부품에 광범위하게 사용되며, 연결구조가 정상 작동 모드에서 굴곡을 필요로 하는 곳에 이용됨
- FPCB에는 단면, 양면, 다층 및 경연성 회로기판의 네 가지 유형으로 구분할 수 있고 최외각 회로층 위에는 회로를 보호하는 절연층이 입혀져 있음
- FPCB는 기존 경성PCB와 비교할 수 없는 다양한 이점과 기능을 제공하며 전기전자 부품에서 더 많은 연결, 높은 회로 밀도, 향상된 기능 및 향상된 환경 성능 요구 사항에 대응할 수 있음

[PCB의 분류]



* 출처 : HMC 투자증권, FPCB 산업 보고서, 2014.2

- FPCB는 PCB의 일종으로 전자기기의 value chain상 최종제품 전단계인 모듈의 기본이 되는 핵심부품임

[전자산업 Value chain에서 PCB의 위치]



* 출처 : nexflex homepage (http://nexflex.co.kr/sub/sub_02_01.php)

[전기전자부품 전략분야 내 플렉서블 전자회로 위치]



* 자체구성

(2) 필요성

- ☐ FPCB는 구부림 및 접힘이 가능하여 접히는 부분이나 반복적인 구부림이 필요한 기기뿐 아니라 소형 폼팩터가 중요한 어플리케이션에는 반드시 필요한 전자부품임
 - 기존의 경질 PCB와 비교하여 굴곡성이 좋으며 얇고 가벼움
 - 회로 설계의 자유도가 높고 3차원 배치가 가능함
 - Connector 와 전선, 납땜을 생략할 수 있으며 고밀도 배선이 가능함
 - 연속생산이 가능하고 신뢰성이 높고 조립이 용이함

[FPCB의 필요성]

경향	FPCB 특성	결과
Mobile 기기의 소형화	얇고 가벼움	기기의 크기 및 무게 감소
각종 IC에서 열방출	절연층이 얇음	향상된 방열 특성
전자기기 조립의 복잡화	3차원 형태로 배치가능	조립시간 및 비용 절감
고속전송시 PCB두께 관리	절연층의 두께 control가능	두께 관리로 엄격한 Impedance control 가능
자동차에서 다수의 전선연결	여러 연결이 동시에 가능	연결시간 및 비용 절감
Foldable 제품	지속적인 구부림 가능	제품 신뢰성 증가

* 출처 : Joseph Fjelstad, Flexible Circuit Technology, 2011, 관련 내용 정리

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- ☐ FPCB의 가치사슬을 보면 후방으로는 FPCB의 소재인 FCCL(flexible copper clad laminate: 연성 동박적층판)과 Coveray가 있고 바로 전방으로는 전자조립이 있으며 먼 전방으로는 전자제품이 있음
- 후방산업인 FCCL과 Coveray는 대부분 절연체로 polyimide film/수지를 바탕으로 하고 있으며 FCCL은 여기에 동박이 부착되어 있는 것이고 coveray 는 접착제가 있는 것임
 - 다층의 경우 FCCL과 coveray 외에도 polyimide film의 양면에 접착제가 부착된 bonding sheet 가 사용되며 경연성 기판의 경우엔 경성 PCB부분에 쓰이는 FR-4 CCL외에 Noflow prepreg가 경성부분과 FPCB 부분을 접합시켜줌

[플렉서블 전자회로 분야 산업구조]

후방산업	플렉서블 전자회로	전방산업
FPCB 소재 산업, FCCL, Coveray 	단면 FPCB, 양면 FPCB, 다층 FPCB, 경연성PCB 	PCB조립/모듈 산업 

(2) 용도별 분류

- ☐ FPCB는 전자산업 전 분야에 걸쳐 사용되며 특히 휴대폰과 같은 모바일 기기에 많이 적용되고 있음

[용도별 분류]

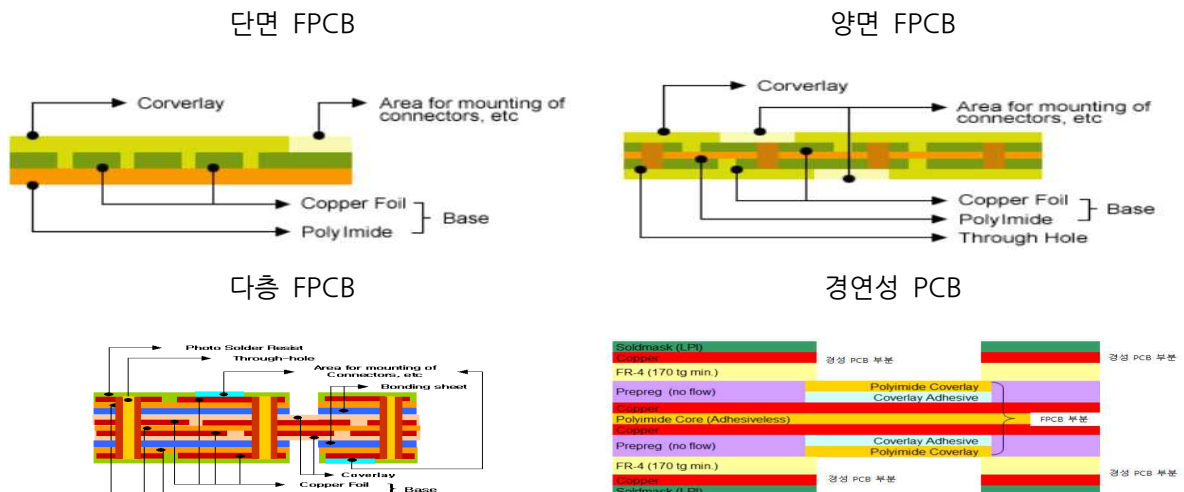
용도	세부 내용
자동차 전장	<ul style="list-style-type: none"> 소형화, 경량 소재 사용, 전기 및 지능화와 같은 추세에 따라 자동차 전자 장치에 대한 수요가 증가하고 있으며 플렉서블 회로는 더 나은 전력 소비를 제공하고, 소형화를 가능하게 하며, 비용을 줄이고 차량 중량 감소에 기여함
컴퓨터 및 주변장치	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 분야에서는 주로 HDD와 버스 바에 적용되나 근래 HDD가 SSD로 대체됨
소비자 가전	<ul style="list-style-type: none"> 소비자 전자기기분야에서는 주로 웨어러블 기기에 적용되며 웨어러블 기기 시장은 전 세계적으로 현저한 성장세를 보이고 있고 주로 전자 제품 및 건강관리 분야의 제품이 성장을 견인하고 있는데 이러한 웨어러블 전자 장치는 가볍고 휘어 질 수 있어야 하므로 FPCB를 사용이 필수적임
국방 및 항공	<ul style="list-style-type: none"> 무게 감소, 디자인 자유도 향상, 향상된 전기 성능 및 가전제품에 유용한 인터커넥트의 향상된 신뢰성과 같은 연성회로 사용의 이점 중 일부는 항공 및 우주 어플리케이션에도 상당한 이점을 제공함

디스플레이	<ul style="list-style-type: none"> • 평면 패널 디스플레이의 신호전달을 위한 연결에 있어 FPCB를 사용하며 이에 대한 전반적인 수요는 다양한 시장에서의 성숙과 대형 핸드 헬드 장치 및 LCD TV에 대한 수요 둔화로 인해 다양한 응용 시장에서 사용이 둔화 될 것으로 예상되나 새로운 OLED 디스플레이에 대한 경연PCB 수요가 확대될 것으로 전망되어 전반적인 FPCB 수요의 하락은 크지 않을 것으로 보임
휴대폰	<ul style="list-style-type: none"> • 플렉서블 회로는 글로벌 스마트 폰 시장의 성숙과 경제난으로 스마트 폰에 대한 수요가 줄어들고 있어 전반적으로 줄어드는 요인이 있으나 다른 한편으로는 스마트폰 한 대당 카메라의 개수가 증가하여 이로 인한 경연PCB의 수요증가요인이 있어 휴대폰에 대한 전반적인 FPCB시장은 완만한 성장을 이룰 것으로 예상됨

◎ 기술별 분류

- FPCB에는 기판에서 회로를 구현하는 층(면)수에 따라 단층(면), 양층(면), 3개 이상의 회로층이 있는 다층 및 경연성 회로기판의 네 가지 유형으로 구분됨

[FPCB의 종류]



* 출처 : 한국전자정보통신산업진흥회, 특허분쟁예보 보고서 No 2 Flexible Printed Circuit Board 2008, 그림 재가공

- 단면 FPCB : 절연 필름위에 하나의 도체층으로 구성된 가장 기본적인 형태의 제품이며, 주로 Connector Cable 및 Sub Board에 적용되며 납땜부분에 주로 보강판이 사용되는 특징이 있음
- 양면 FPCB : 양면에 회로가 형성되어 Via Hole을 통해 층간접속을 통해 신호를 전달하는 형태의 FPCB로, 주로 휴대폰용 Key-pad, LCD Module 등으로 사용되고 있으며 그 외에도 Side Key, Ear Jack등에도 적용되고 있음
- 다층 FPCB : 3층 이상의 회로가 형성되어 via Hole등의 층간접속을 통해 신호를 전달하는 형태의 FPCB로, 회로의 고밀도화 및 고기능화에 따른 고밀도 산업용 FPCB의 필요성에 대응하기 위한 제품이며 주로 휴대폰용 LCD Module 및 Connector To Connector 등으로 사용되고 있음
- 경연 PCB : 일반적인 다층기판과는 달리 경성의 Rigid 부분과 연성의 Flexible 부분이 조합된 복합적인 형태로, 다층 FPCB보다 부품실장이 용이하여 회로의 고밀도화 및 고기능화에 대응하기 위한 형태의 기판으로 주로 OLED module 이나 Camera Module에 사용되고 있으며 우주항공, 군사, 의료 분야에도 적용되고 있음

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

[FPCB 산업 supply chain]



* 출처 : HMC 투자증권, FPCB 산업 보고서, 2014.2 그림 재가공

◎ 적용 분야의 확대

- ☐ FPCB는 디스플레이 및 휴대폰 중심에서 웨어러블 분야로 적용 분야가 확대되고 있음
 - 디스플레이 분야에서는 기존의 LCD 디스플레이뿐 아니라 새로운 OLED 디스플레이에도 적용되고 있으며 휴대폰에서도 카메라 모듈에서 디지털라이저와 무선충전 모듈에 적용되고 있음
 - 대표적인 웨어러블 기기인 스마트 워치 및 무선이어폰, 스마트 글라스에도 적용되고 있음
 - 혈당 측정기나 바이오센서 등 의학 분야에도 속속 적용되고 있음
- ☐ 자동차 전자 장치에서의 활용 확대
 - 소형화, 경량 소재 사용, 전기 및 지능화와 같은 추세에 따라 자동차 전자 장치에 대한 수요가 증가하고 있으며, 연성회로에 대한 수요가 증가하고 있음
 - 자동차 분야의 전자 장치 분야가 자동차 업계의 핵심 경쟁력 차별화 요소로 대두하고 있으며, 연성인쇄회로기판은 더 나은 전력 소비를 제공하고, 소형화를 가능하게하며, 비용을 줄이고 차량 중량 감소에 기여하고 있음
- ☐ 무선 통신분야의 수요 확대

- 무선 통신 분야의 소형화 추세와 기술의 발전으로 인해 무선 장치에서의 FPCB 사용이 더욱 증가 할 것으로 예상됨. FPCB에 전자 부품을 장착하면 기능을 향상시키고 인터커넥트의 사용을 최소화하기 위해 장치당 사용되는 FPCB의 수가 증가 할 것으로 예상됨

☐ 웨어러블 기기분야의 수요 확대

- 웨어러블 기기는 현재 기술 분야의 혁신적인 분야로 다양한 산업 분야에서 수많은 기기가 개발되고 있으며 웨어러블 제품이 중대한 영향을 미치는 주요 분야로는 전자, 의료 및 의료 분야가 있음
- 웨어러블 기술의 영향은 헬스 케어 및 피트니스 분야에서 가장 많이 느껴질것으로 예상되지만, 웨어러블은 게임 및 엔터테인먼트 산업에 큰 영향을 줄 수 있음. 웨어러블 기술과 증강 현실의 통합은보다 몰입 형의 현실적인 실시간 환경을 만들어 낼 것으로 기대되고 있음

◎ 아시아 업체가 주도하는 시장

☐ 세계시장 조사 보고서에서 언급되는 FPCB의 주요 업체로는 맥트론(일본), 후지쿠라(일본), 스미토모(일본), 전딩(대만), MFLEX(중국), 커리어(대만), 영풍(한국), 비에이치(한국) 등으로 아시아 업체가 주도하는 상황임

- 일본 맥트론사는 자동차용 FPCB에서 높은 기술력을 보유하고 있어 이에 대한 매출비중이 높음
- 대만의 Zending은 Foxconn의 계열사로서 Apple등 Foxconn고객들을 중심으로 주로 단/양면 FPCB를 공급하여 현재는 매출액 기준 세계 1위의 FPCB업체가 되었음
- MFLEX의 경우 미국업체였으나 중국 업체에 인수되어 미국의 FPCB 업체는 규모가 작은 업체만 존재함

☐ 국내의 경우는 소수의 대기업 및 중견기업이 FPCB를 주도하고 있으며 이들과 중소기업 간의 기술 및 생산성에서의 격차는 큰 편임

- 국내 TOP 5 FPCB 업체(비에이치, 영풍전자, 인터플렉스, 대덕전자, 에스아이플렉스)가 전체 FPCB 매출의 70% 이상을 차지하고 있고, 나머지 30여 업체의 대부분은 매출액이 300억에도 못 미침
- 다층 및 경연성 FPCB 등 기술력이 요구되는 고부가 제품의 생산을 위하여 투자와 기술개발이 선행되어야 하는 바 중소기업의 경우 이에 대한 대응을 하기가 어려워 경쟁에서 뒤처지는 상황이 됨
- 국내 FPCB는 휴대폰용이 많은 비중을 차지하고 있어 삼성 및 Apple에 대한 의존도가 매우 높음

◎ 정책적 지원 강화

- ☐ (산업통상자원부) 하이브리드 PCB 기술개발 사업을 통한 새로운 공법의 FPCB 제조기술 개발을 지원하고 있음
- ☐ (미국) 국방부에서 제조기술 프로그램에 의하여 미국의 제조기술 혁신을 위한 8개의 신제조기술센터가 생겼는데 이중 하나가 Nextflex로 인쇄전자나 3D printing 등 새로운 방식을 융합하여 유연한 전자회로를 형성하는 Flexible Hybrid Electronics 분야에 대한 연구개발을 지원하고 있음
 - 2015년에 생긴 이래 50여개의 연구 project를 지원하였고 2020년까지 여기에 투입된 자금은 171백만 달러에 이르며, 최근 이를 2026년까지 연장하여 154백만 달러를 추가로 투입하기로 함
- ☐ (유럽) 2017년에 EU의 Horizon 2020의 일환으로 Flexible electronics를 구사할 수 있는 pilot line을 구축하는 InSCOPE project를 9백만 유로에 36개월간의 기간으로 수행

[Nexflex vision]



* 출처 : Nextflex 국장 DR. MALCOLM THOMPSON, INNOVATION DAYS WELCOME 연설,
<https://www.nextflex.us/news-events/other/innovation-days-2020-videos/>

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- ☐ FPCB 세계 시장은 '19년 약 127억 달러에서 '25년 약 150억 달러로 연평균 2.8%씩 성장할 전망¹⁾
- 일반 양면 PCB시장은 휴대폰의 정체로 거의 변동이 없는 반면 경연PCB 시장은 OLED 디스플레이의 확대 및 휴대폰의 카메라 모듈 개수 증가로 성장 예상
 - 코로나로 인하여 2020년 휴대폰과 자동차시장이 후퇴하는 반면, 디스플레이나 웨어러블 기기는 성장할 것으로 예상되어 전체적으로는 평균 성장률에 비하여 낮은 1.3% 성장이 되고 2021년에 평균보다 높은 3.8% 성장이 예상됨

[세계 FPCB 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	CAGR
세계시장	12,742	12,907	13,398	13,843	14,230	14,629	15,039	2.8%

* 출처 : Prismark, CPCA 국제 세미나, 2019. 03 재가공

(2) 국내시장

- ☐ 국내 FPCB 시장은 '19년 약 3.1조 원에서 '25년 약 4조 원 규모로 완만하게 성장할 것으로 전망
- 중저가 휴대폰용 단양면 FPCB의 경우, SET업체의 해외 소싱이 늘어나 국내시장은 점차 줄어들고 있는 상황임
 - 경연성 기판의 경우에는 국내업체들이 기술력이나 생산능력 면에서 우위를 차지하고 있으며 당분간 이러한 기초가 유지될 것으로 전망됨
 - 고속전송용 FPCB의 경우 국내에서는 변성 polyimide기판으로만 대응중이며 해외업체들이 활발히 채택하고 있는 LCP기반 FPCB는 대응을 하고 있지 않는바 이에 대하여는 기술개발에 대한 지원이 필요함

[FPCB 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 조 원, %)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	CAGR
국내시장	3.14	3.18	3.28	3.35	3.42	3.49	4.00	2.1

* 출처 : 한국전자회로산업협회, 한국의 전자회로산업 현황 2020, 재가공

1) 디지털 트윈 기술 발전 방향(KEIT, 2018.09)의 Markets and Markets자료 재가공

3. 기술 개발 동향

☐ 기술경쟁력

- 플렉서블 전자회로는 일본이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 98.7%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 0.6년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 81.4%, 기술격차는 1.5년으로 평가
- 한국>미국(95.6%)>EU(82.2%)>중국(73%)순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)²⁾

- 플렉서블 전자회로는 4.69의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 고속/고주파용 FPCB 기술

- ☐ 5G 통신 안테나에 대응하는 고속/고주파 FPCB로 LCP 기반의 FPCB와 변성 PI(modified PI) 기반 FPCB가 쓰이고 있으며 FPCB 업체들은 제조기술개발에 열을 올리고 있음

- 고주파 통신에서는 일반 PI기반 FPCB를 사용하면 손실이 커져서 신호처리능력이 떨어지게 되어 이에 전송 시 신호 손실이 적은 저 손실 재료를 사용하여야 하는데 대표적인 FPCB용 저손실 재료로는 LCP (액정고분자) 와 변성 PI수지가 있음
- LCP기반 FPCB의 경우 Apple의 iphone X에 LCP FPCB 안테나가 채택되며 본격적으로 사용되었으나 일본의 무라타가 독점 공급하는 관계로 다른 FPCB 업체들은 변성 PI FPCB에 주력함
- 변성 PI FPCB는 기존의 소재와 동일한 PI 기반이므로 LCP FCCL에 비하여는 다루기가 수월하여 FPCB 공장 개발에 큰 어려움은 없음

- ☐ 고속전송에는 자재가 중요한바 변성 PI film의 개발과 LCP film 기반 FCCL이 개발되어 속속 시장에 나오고 있음

- 원료가 되는 LCP film은 미국과 일본 중국에서만 제조되고 있으며 이중 중국이 가장 늦게 개발하였으나 시장의 성장은 가장 빠른 편이며 현재는 Murata에서 가장 많이 생산 중임
- 변성 PI film의 경우는 미국, 일본, 대만, 한국에서 개발되었으며 현재 미국의 Dowdupont이 가장 많이 생산 중임

2) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명 예측

◎ Roll to Roll FPCB 제조 기술

- ☐ FPCB의 제조에 있어 종래의 비연속 공정에 비하여 최근 개발된 연속 Roll to Roll 제조 공정은 생산성을 높여 업체들이 앞 다투어 개발하고 있음
 - FPCB 공정은 Drill 공정, 회로형성공정, 회로제조, coverlay 부여공정, 검사공정으로 크게 5가지로 나눌 수 있음
 - 이 공정 중 drill 공정이 Roll to Roll로 하기가 어려운 공정이었으나 미국의 ESI사가 전용 laser drill을 개발함으로써 Roll to Roll 공정으로 하는 FPCB 제조가 빠르게 전개되었음
 - 현재는 20um이하의 미세회로를 Roll to Roll 공정으로 제조하는 것이 개발의 주요 포인트임

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- ☐ 일본국립산업기술종합연구소는 2019년 3월 12일 신기술 연구소와 공동으로 고주파용 플렉서블 PCB소재를 제작할 수 있는 고강도 이종자재 접합기술을 개발하였음
 - 이 기술은 폴리머에 자외선광을 주사하여 산소관능기 후 동박과 접합시키는 방법으로 접착제가 없이 조도가 없는 동박과의 접착이 가능하여 고주파용 Flexible PCB 소재의 제조가 가능함
- ☐ Nippon Mektron
 - LCP에 이어 변성 PI를 적용한 고속전송 대응 MPI FPCB를 개발, 양산 개시하였는데 이번에 개발한 MPI FPCB는 변성 PI에 저 유전 특성의 접착제를 부착하여 LCP 기반 기판과 거의 유사한 수준의 고속전송에서의 유전 특성뿐 아니라 뛰어난 굴곡성과 내열성도 가지고 있고 가격도 경쟁력이 있어 많은 수주를 기대하고 있음

[개발한 LCP 및 MPI 기판 특성 비교]

Property		Unit	LCP	Mektec MPI	Test method
Dielectric	Dk (@10GHz)	-	3.3	3.0	ASTM D2520
	Df (@10GHz)	-	0.002	0.003	ASTM D2520
	Water Absorption	%	0.04	0.4	IPC-TM-650 2.6.2.1
conductor	Roughness: Rz	μm	2.4	1.3	JIS B 0601-1994
	Peet Strength	kN/m	0.9	1.3	IPC-TM-650 2.4.9 Method A

* 출처 : 일본 맥트론 홈페이지, 2020,10(<https://www.mektron.co.jp/news-eng/newly-developed-fpc/>)

☐ Fujikura Ltd.

- LCP기반 안테나 일체형 통신모듈 기판을 개발하여 총 비용을 낮추고 FPCB 양산 공정에 적용하여 저비용화를 실현함
- WAVE라고 불리는 부품내장기술을 적용한 다층 FPCB를 개발하여 상품화 함

☐ Sumitomo Electric Industries

- 7/7 μ m 미세회로 양면 FPCB 제조가 가능한 semi additive 공정 개발
- FPCB가 휘어진 후 그 위에 부품 실장 시 휘어진 후에 풀어지는 현상으로 실장수율이 낮은 것을 개선하여 구부러진 후 다시 풀어지는 정도가 대폭 개선된 FPCB 개발

☐ Flexium

- 20/20 μ m 미세회로 roll to roll 자동 제조 공정을 개발하여 2017년 후반기에 가동에 들어감
- 이와 더불어 부품을 실장하는 자동 FPCB 라인을 같이 개발하여 2019년부터 가동에 들어감
- 접착제가 없는 고속용 LCP FPCB 기술 개발을 완료하여 양산 준비 중임

(2) 국내 플레이어 동향

☐ 비에이치

- 현재 국내 FPCB 1위 업체로서 매출의 70% 정도가 다층 경연성 PCB 및 Build-up FPCB에서 나옴
- 서로 다른 두께로 구성된 다수의 전자소자의 내장이 가능한 부품내장 회로기판의 제조 공법기술 개발
- 부품 내장 경연 전자회로기판 제조기술 개발

☐ 인터플렉스

- 스마트폰용 FPCB가 주력으로 미세회로 roll to roll 자동 제조 공정을 개발하고 양산 중임
- L/S 7.5/7.5 μ m 구현이 가능한 SAP 공법 개발 및 FPCB + COF 일체화 실현
- 박막 증착 기술을 적용하여 EMI 실딩과 GND 확장을 동시에 구현하는 공정 기술 개발

☐ 대덕전자

- 다층기판, 반도체기판, FPCB 등 여러 종류의 PCB 제조업체로 FPCB의 경우 주로 휴대폰의 카메라 모듈용 경연성 PCB를 생산

☐ 영풍전자

- 국내 가장 오래된 FPCB업체로서 휴대폰용과 모바일용이 전체 매출의 80% 이상을 차지함
- 제품은 단면, 양면, 다층 FPCB를 제공하고 있음

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[플렉서블 전자회로 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
한양대학교	융합전자공학부	• 반도체 나노소자, 나노전자소자, 차세대디스플레이
한국전자통신연구원	실감소자원천연구본부	• 실감디스플레이, 플렉시블 전자소자 기술
가천대학교	IT융합대학 전자공학과	• 나노소재, 유연 전자소자
제주대학교	공과대학 전자공학전공	• 인쇄전자, 집적회로 제조공정, 반도체소자

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 한양대학교

- 실리콘 Nanoneedle Array 구조체의 최적화 연구를 수행하고 유연기판 집적화 및 바이오센서화 기술을 연구하여 Man-Machine Interface 향상을 위한 바이오센서 패치 제작 및 고감도 생체 전기신호 검출·자극 기술을 개발

☐ 한국전자통신연구원

- QD-OLED를 제작하기 위해 형성해야 하는 bank의 높이를 고려하여 화소 구조를 설계하고, 플렉서블 봉지는 유연하고 얇은 두께를 가지면서 우수한 투습방지 특성을 가지도록 봉지막 구조를 설계 및 공정 기술을 개발

☐ 가천대학교

- 플래시광 기술을 이용하여 그래핀(graphene)을 비롯한 다양한 2차원 나노소재 및 이를 금속산화물 및 전도성 고분자등 기능성 나노소재와 복합화한 2차원 하이브리드 나노소재를 저온에서 유연한 플라스틱 기판위에 직접 형성하는 기술 개발

☐ 제주대학교

- 저온·상압 환경의 롴투를 연속공정 기반 선택적 박막 증착 통합 시스템 개발 및 최적 공정/소재 개발

◎ 국내 플렉서블 전자회로 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한양대학교	실리콘 Nanoneedle 반도체 소자를 이용한 Intratissue 및 Intracellular 웨어러블 센서 패치 개발	2018 ~ 2021	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오센서 패치 제작을 위한 실리콘 Semiconducting Nanoneedle Array 개발 및 유연 기판 전사 기술 연구 • Cell 및 Tissue와 상호 연결을 위한 나노구조체 최적화 및 바이오센서 패치 제작 기술 개발 • 제작된 바이오센서 패치를 이용한 intracellular 및 intratissue 생체 신호 검출 및 자극 시험 평가
한국전자통신연구원	Flexible QD OLED용 Inkjet printing 소재 부품 장비 개발	2020 ~ 2022	<ul style="list-style-type: none"> • QD-OLED 소자의 적색, 녹색, 청색 화소 구조 설계 • 유/무기 복합 봉지막 설계 및 제작 공정 기술
가천대학교	플래시광을 이용한 2차원 하이브리드 나노소재 기반 차세대 유연 ICT 소자 응용 기술 개발	2016 ~ 2022	<ul style="list-style-type: none"> • 고효율 광환원반응을 통한 고품질 환원그래핀 제조기술 • 선택적인 광조사를 통한 환원그래핀 패턴 형성기술 • 플래시광을 이용한 환원그래핀 기능화 기술 및 환원그래핀-나노물질 복합체 형성기술 • 광환원 그래핀을 이용한 유연 전자소자 응용기술 • 플래시광 조사를 통해 플라스틱 기판위에 대면적 CVD 그래핀 직접 합성 기술 • 플래시광 조사를 통한 다양한 2차원 나노소재 (h-BN, MoS2 등) 고속 저온 합성 공정 기술 • 광조사에 의해 제조된 2차원 나노소재의 유연 전자소자 응용기술
제주대학교	스마트 박막 소자 제조를 위한 롤투롤 연속공정 기반 저온·상압 패턴 증착 장비 개발	2016 ~ 2020	<ul style="list-style-type: none"> • 롤투롤 연속공정 기반 저온·상압 선택적 박막 패턴 증착 통합 시스템 개발 • 통합 시스템 기반 저온·상압 선택적 박막 패턴 증착 최적 공정 기술 개발(증착 불균일도 3%이하, 박막 두께 제어 단위 0.2nm 이하, 투습도 10-2g/m2/day이하)
엠플	고속전송 하이브리드 유연 PCB 안테나용 절연소재와 공정소재 기술개발	2019 ~ 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Fluoro 기반 변성 폴리이미드 Oligomer 유전특성 개선실험 • 변성 폴리이미드 기반 열경화성 수지 조성물 내에 각종 첨가제 혼입효과 비교실험 • 저유전성 커버레이 조성물 내 각종 원부재 혼합비 변경실험
티엘비전	스마트 디바이스에 적합한 FPCB, ITO 센서 일체형 터치패널 개발 및 양산	2020 ~ 2021	<ul style="list-style-type: none"> • FPCB 일체형 터치패널 디자인 • 터치센서 전극재료 및 패턴디자인 • 공정 프로세스 설계, 시제품 제작
이엠엘	플렉서블 디스플레이용 초탄성-고전도도 전극 소재 및 공정 기술 개발	2020 ~ 2022	<ul style="list-style-type: none"> • 초탄성/고전도도용 증착 타겟용 Al-Re계 비경질 합금 소재 설계 • Al-Re계 합금 소재의 고정형 분말 제조 수율 향상 기술 개발 • 양산용 고밀도 증착 타겟 제조 기술 개발 • Al-Re계 합금 타겟 미세조직 균질화 열처리 기술 개발

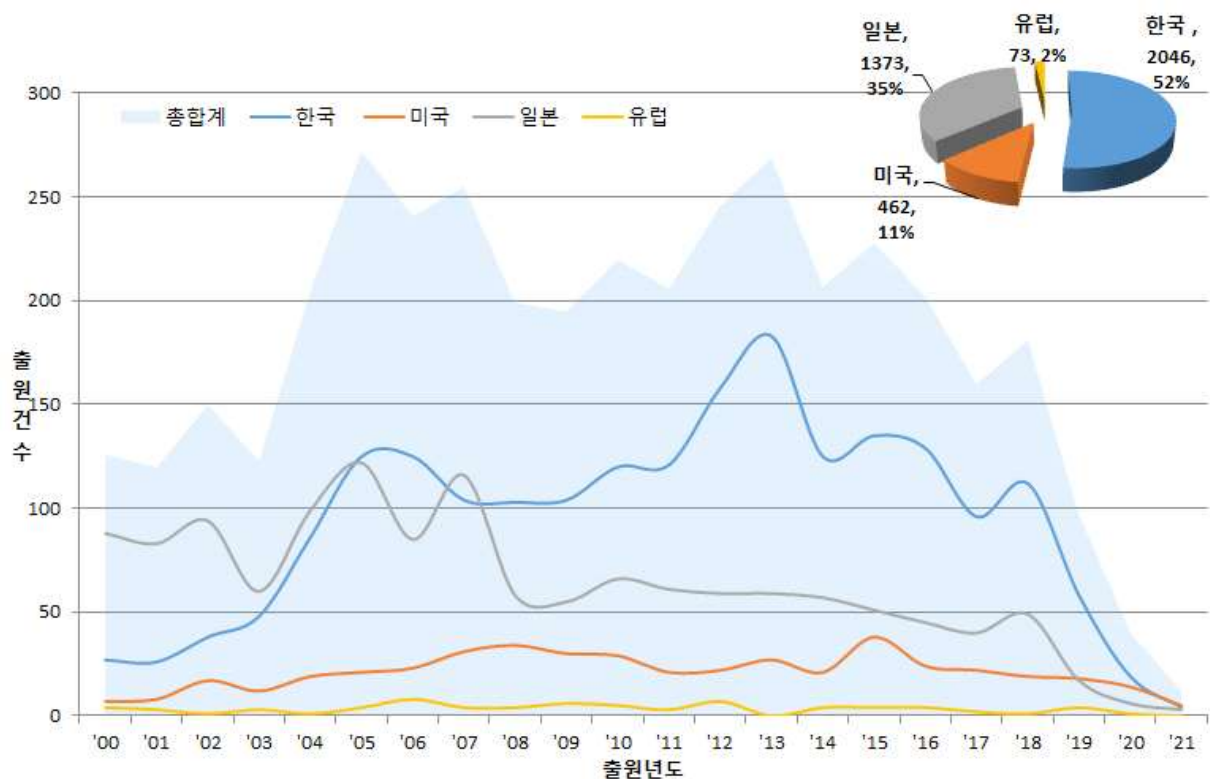
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 플렉서블 전자회로의 지난 22년(2000년~2021년)간 출원동향³⁾을 살펴보면 분석구간 초기부터 활발한 출원 증가세를 보이고 있었으나 이후 출원 증가와 감소를 반복하면서 최근에는 전반적으로 감소추세에 있음
 - 국가별로 살펴보면 한국이 가장 활발한 출원 활동을 보이고 있음
- 2000년~2021년 간 국가별 출원 비중을 살펴보면 한국이 전체의 52%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 플렉서블 전자회로 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 이어서 일본이 35%, 미국이 11%, 유럽이 2% 순으로 나타남

[연도별 출원동향]

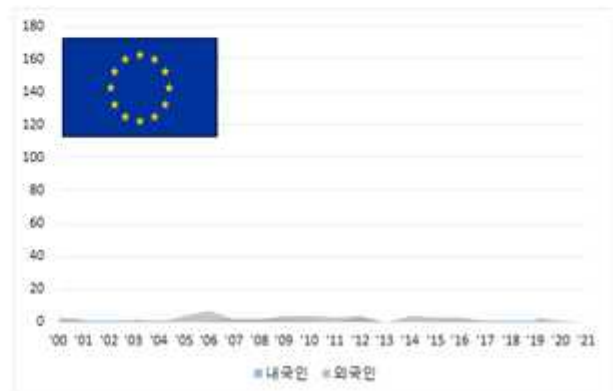
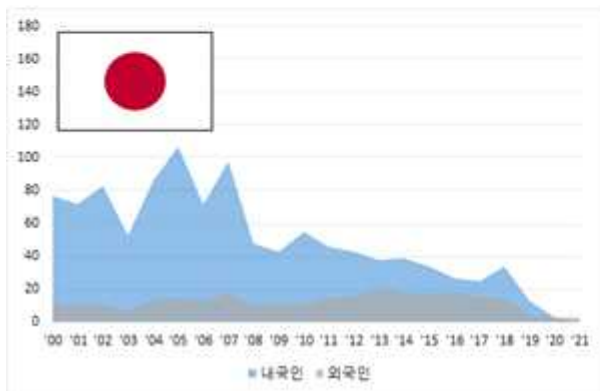
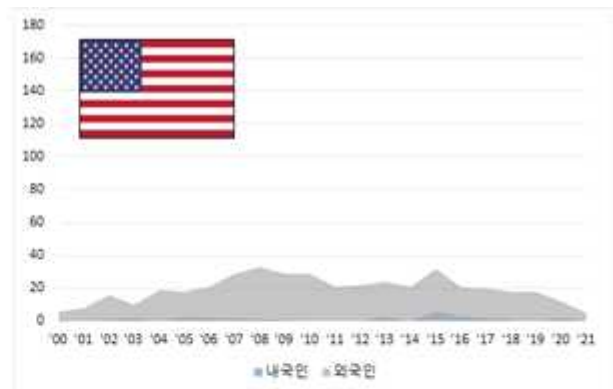
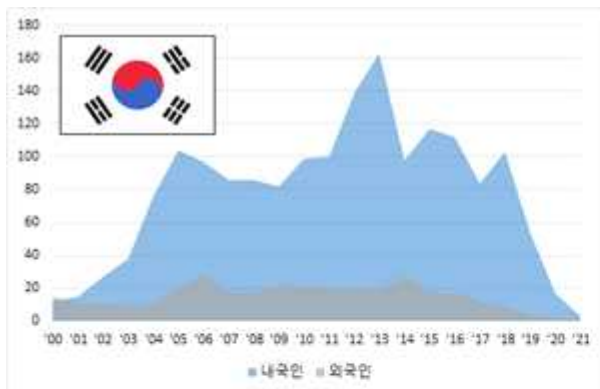


3) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2020, 2021년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 내·외국인 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면 '00년대 초반, '10년대 초반 각각 출원이 가파르게 증가하였으며 최근에는 다시 감소하고 있음
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있으며, 분석구간 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 전체에 걸쳐 눈에 띄는 출원 증가세 없이 연간 30~40건 이내의 출원건수를 유지하고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 출원 비중이 큰 것으로 나타남
 - 한국의 출원 수에 비해 약 20% 정도의 수준을 보임
- ☐ 유럽의 출원현황을 살펴보면 연간 10건 이하의 적은 수의 출원이 이어지고 있는 것으로 보아 유럽 시장에 대한 관심이 크지 않은 것으로 사료됨
- ☐ 일본의 출원현황은 분석구간 초반부터 활발한 출원증가세를 보였으나 '08년 눈에 띄게 감소한 이후 거의 일정한 수준을 유지하고 있음

[국가별 출원현황]



(2) 기술-산업 현황 분석⁴⁾

- ☐ 플렉서블 전자회로기술에 대한 Subclass 기준 IPC 분류결과, 인쇄회로, 전기 부품 조립체의 제조 및 전기에 의한 반도체장치(H01L) 등 다수의 특허가 분류되는 것으로 조사됨
- ☐ KSIC 산업분류 결과, 다수의 특허가 연성 및 기타 인쇄회로기판 제조업(C26223), 기타 반도체 소자 제조업(C26129) 해당산업으로 분류되는 것으로 조사됨

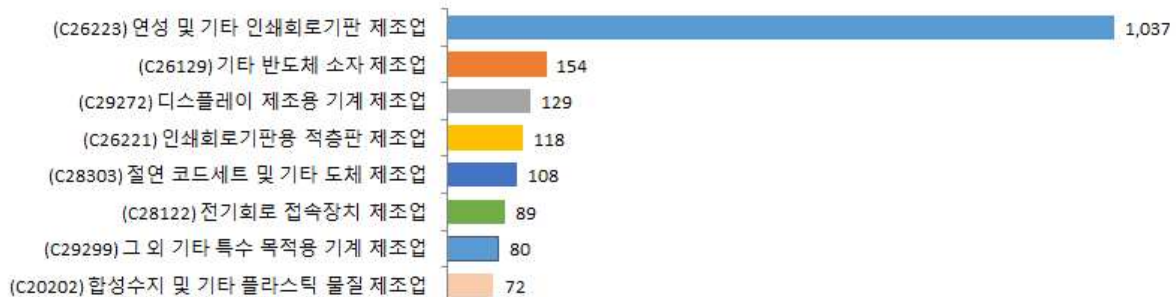
[기술-산업 분류 분석]

IPC 특허분류별 출원건수



▪ (H05K) 인쇄 회로; 전기 장치의 케이싱 또는 구조적 세부; 전기 부품 조립체의 제조	2,067
▪ (H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	417
▪ (H01R) 도전접속; 복수의 다중-절연된 전기접속부의 구조적 결합; 결합장치;	339
▪ (B32B) 적층체, 즉 평평하거나 평평하지 않은 형상 (예. 세포상(cellular) 또는 벌집 구조 (honeycomb)) 의 층으로 조립된 제품	201
▪ (G02F) 광의 강도, 색, 위상, 편광 또는 방향의 제어를 위한 장치 또는 배치	117

KSIC 산업분류별 출원건수



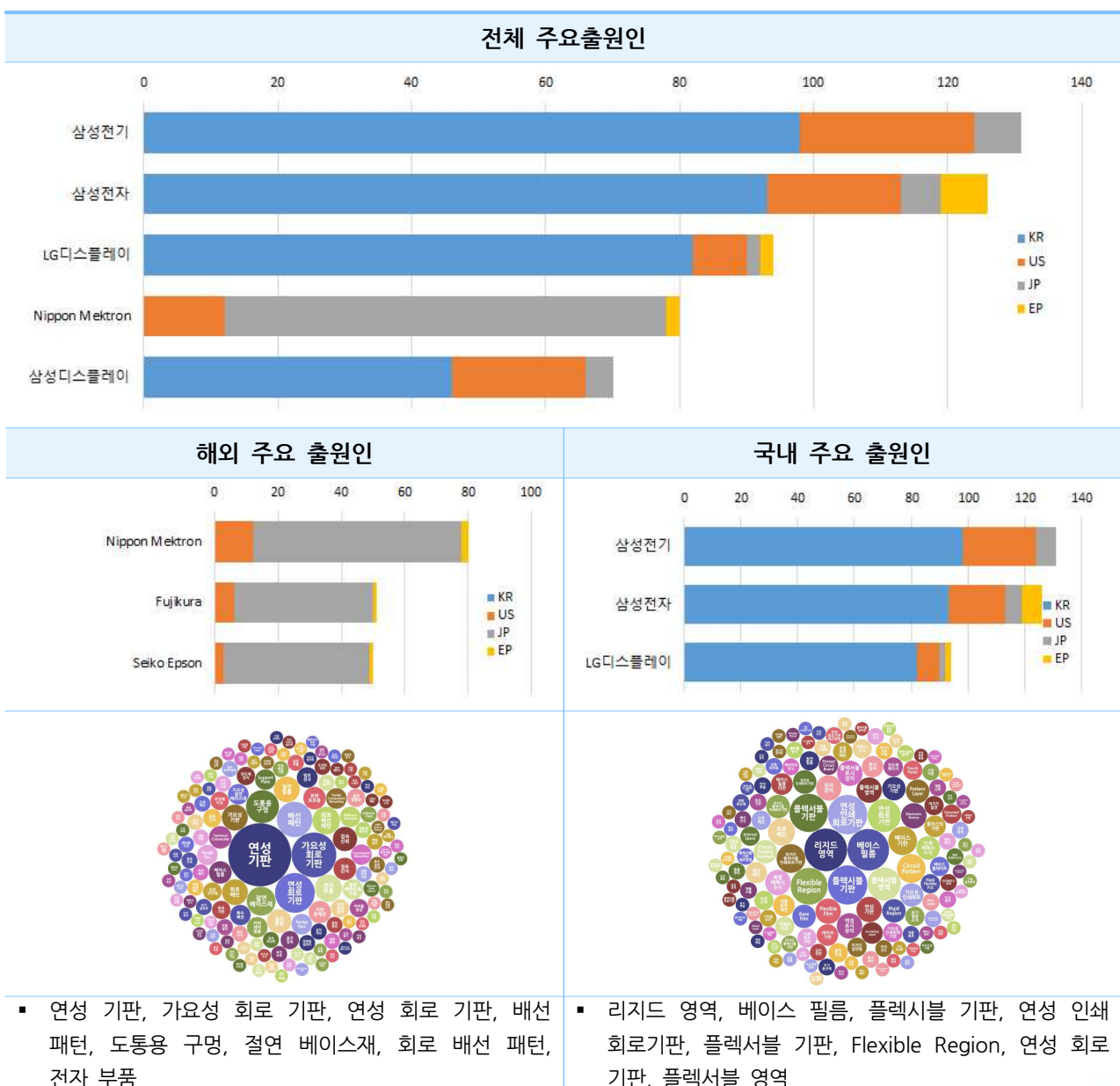
▪ (C26223) 연성 및 기타 인쇄회로기판 제조업	1,037
▪ (C26129) 기타 반도체 소자 제조업	154
▪ (C29272) 디스플레이 제조용 기계 제조업	129
▪ (C26221) 인쇄회로기판용 적층판 제조업	118
▪ (C28303) 절연 코드세트 및 기타 도체 제조업	108

4) 해당제품 특허데이터를 대상으로 위스 보유 기술-산업-시장 동향 분석 플랫폼 'Build' 활용

다. 주요 출원인 분석

- 플렉서블 전자회로의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 한국 및 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 한국의 삼성전자인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 삼성전기와 제 2 출원인인 삼성전자가 압도적인 출원 수를 보임
- 플렉서블 전자회로 관련 기술로 전기전자, 반도체를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서도 삼성, LG 디스플레이 등 대기업의 연구개발 활동이 활발하게 추진되고 있는 것으로 나타나며, 중소기업은 이에 미치지 못하고 있음

[주요출원인 동향]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석⁵⁾☐ Nippon Mektron

- 일본의 세계적인 PCB 생산기업으로, 플렉서블 전자회로와 관련하여 80건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 5161617 (2008.03.03)	연성 회로 기판 및 그 제조 방법	도전성 접착제를 통해 일면에 접착된 금속 보강판과 다른 면에 형성된 그라운드 회로를 확실하게 접속시키고 도전성 접착제가 불필요 부분으로 유출되지 않는 FPC	3	4
JP 5717961 (2009.12.24)	연성 회로 기판 제조 방법	변형이 반복되었을 경우, 전자 부품으로부터의 방열이 있을 경우, 또는 미세 배선이 형성되어 있을 경우에도 배선층의 박리, 파단을 일으키지 않는 접속 신뢰성이 높은 연성 회로 기판	11	7
JP 5463205 (2010.05.27)	연성 회로 기판	박형화를 달성하면서 용이하게 굽힘 가공을 실시하는 것이 가능하며 방열층의 평면성을 유지할 수 있는 연성 회로 기판	10	6

☐ FUJIKURA

- 플렉서블 회로 기판의 접속 구조 관련 특허를 다수 보유하고 있고, 자국인 일본을 중심으로 출원하고 있음. 플렉서블 전자회로와 관련하여 51건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 4914797 (2007.10.05)	연성 기판과 단자 브라켓과의 접속 구조	회로면이 상하 어디에 있어도 접속 가능하며 접속의 신뢰성 및 작업성을 향상시킨 연성 기판	3	7
JP 4796187 (2009.01.15)	플렉시블 기판용 방수 커넥터	접속 단자의 스프링성을 확보한 상태에서 커넥터 내의 방수를 도모한 플렉시블 기판용 방수 커넥터	1	12
US 6664479 (2001.04.27)	Flexible printed circuit board	고온하에서 우수한 신축성을 가지는 연성 인쇄 회로 기판 (FPC)	6	1

5) 최근 출원특허 중, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

☐ Seiko Epson

- 플렉서블 전자회로와 관련하여 부품 실장성, 제조비용, 신호 전송 성능이 양호한 연성 기판에 대한 50건의 특허를 보유하고 있음

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 4914797 (2007.10.05)	연성 기판과 단자 브라켓과의 접속 구조	회로면이 상하 어디에 있어도 접속 가능하며 접속의 신뢰성 및 작업성을 향상시킨 연성 기판	3	7
JP 4796187 (2009.01.15)	플렉시블 기판용 방수 커넥터	접속 단자의 스프링성을 확보한 상태에서 커넥터 내의 방수를 도모한 플렉시블 기판용 방수 커넥터	1	12
US 6664479 (2001.04.27)	Flexible printed circuit board	고온하에서 우수한 신축성을 가지는 연성 인쇄 회로 기판 (FPC)	6	1

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석⁶⁾
☐ 삼성전기

- 플렉서블 전자회로 기술에 있어서, 경연성 인쇄회로기판 기술과 관련된 특허를 한국과 미국을 위주로 131건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 0584962 (2004.07.26)	액정 중합체로 커버레이 성형된 경연성 인쇄회로기판 및 그 제조 방법	액정 중합체를 이용한 올 레이어 공정을 통하여 층간 박리 현상이 발생하지 않는 동시에 경박단소화가 가능한 경연성 인쇄회로기판	8	5
KR 0754080 (2006.07.13)	리지드-플렉서블 인쇄회로기판 및 그 제조방법	플렉서블 영역의 내층 회로패턴과 도통하기 용이한 CL 비아를 포함하는 리지드-플렉서블 인쇄회로기판	8	6
US 7293353 (2005.03.30)	Method of fabricating rigid flexible printed circuit board	에칭 레지스트의 노광을 보다 신뢰성있게 수행하여 보다 정밀한 회로 패턴을 형성할 수 있고, 플렉시블부의 최소 곡률반경이 설계치대로 확보되는 리지드 플렉시블 인쇄회로기판	23	4

6) 최근 출원특허 중, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

□ 삼성전자

- 플렉서블 전자회로 기술과 관련하여 벤딩 시 파손방지, 비틀림에 대한 높은 신뢰성 확보, 열팽창에 의한 접촉 불량 방지 등을 위한 126건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 0541958 (2004.04.21)	연성인쇄회로기판	반복적인 비틀림 변형에 대하여 높은 신뢰성을 보이는 연성인쇄회로기판	11	4
US 8102659 (2004.10.13)	Flexible printed circuit board and liquid crystal display having the same	연성 인쇄회로기판의 절곡을 용이하게 하여 조립성을 향상시키며, 열팽창으로 인한 접촉 불량을 제거할 수 있는 연성 인쇄회로기판	26	5
US 7447040 (2006.02.01)	Flexible printed circuit board for electronic equipment	연성회로의 콘넥터 체결시 발생하는 힘으로 인해 접힐 수 있도록 접힘부를 구성한 전자기기의 연성회로	25	4

□ LG디스플레이

- 플렉서블 전자회로 기술과 관련하여 연성 인쇄회로기판의 방열특성 개선, 배선 단선의 최소화, 외력에 의한 손상 방지를 위한 기술 등에 관련한 94건의 특허를 출원하고 있음

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 1871667 (2012.03.16)	터치스크린 연결용 연성인쇄회로기판 및 이를 이용한 액정표시장치	패널에서 발생된 노이즈를 상쇄시키기 위한 피드백보상신호가 입력되는 피드백보상신호전극 및 터치스크린에 형성된 터치전극과 연결된 터치배선이 형성되어 있는, 터치스크린 연결용 연성인쇄회로기판	9	3
KR 2097150 (2013.07.15)	플렉서블 디스플레이 기판, 플렉서블 유기 발광 표시 장치 및 플렉서블 유기 발광 표시 장치 제조 방법	벤딩부에 집중되는 응력에 의해 발생하는 배선의 단선을 최소화하고, 표시부에 포함된 금속과 동일한 금속을 배선으로 사용하여 높은 연성을 확보함과 동시에 공정을 단순화	94	8
US 9465467 (2014.12.09)	Flexible printed circuit board and touch panel including the same	연성 인쇄회로기판의 박리력을 향상시켜 연성 인쇄회로기판에 외력이 가해지더라도 연성 인쇄회로기판의 손상을 방지	4	4

라. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석)

- ☐ 플렉서블 전자회로에 대한 시장관점의 기술독점 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 11로 독과점 정도가 낮은 것으로 분석되며, 주요출원인에 의한 출원점유율이 높지 않아 중소기업의 진입장벽은 높지 않은 것으로 판단되어 기술개발을 통한 시장진입이 필요할 것으로 전망됨
- ☐ 국내시장에 있어서 중소기업의 특허점유율은 47.4으로, 플렉서블 전자회로에서 중소기업이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타나며, 전체 출원건수가 많은 성숙기 시장으로, 중소기업은 자체기술 개발 또는 연구기관과의 공동 개발을 통한 응용 시장진입 준비가 필요할 것으로 판단됨

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인 출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	삼성전기(한국)	131	3.3	3	
	삼성전자(한국)	126	3.2	6	
	LG디스플레이(한국)	94	2.4	9	
	Nippon Mektron(일본)	80	2.0	11	4
	삼성디스플레이(한국)	70	1.8	13	
	Fujikura(일본)	51	1.3	14	
	LG이노텍(한국)	50	1.3	15	
	Seiko Epson(일본)	50	1.3	16	
	PANASONIC(일본)	49	1.2	18	
	스텍코(한국)	45	1.1	19	
	전체	3,954	100%	CR4=11	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	1013	47.4	47.4	중소기업
	대기업	740	28.9		
	연구기관/대학	158	7.3		
	기타(외국인)	334	16.3		
	전체	2,046	100%	CR중소기업=47.4	

- 7) 상위 몇 개 기업의 특허점유율을 합한 것으로, 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우(CR1 지수는 50 이상일 경우, CR2 또는 CR3 지수는 75 이상일 경우) 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

CRn(집중률지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

(2) IP 경쟁력 분석⁸⁾

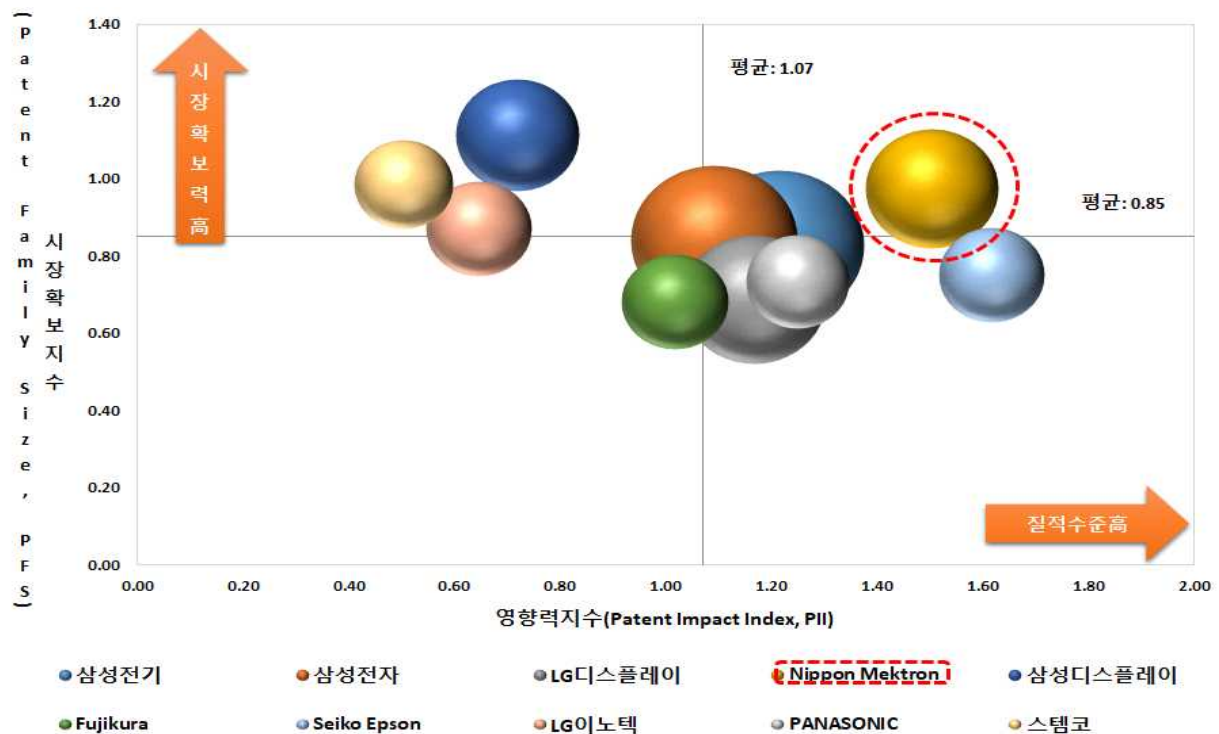
□ 플렉서블 전자회로의 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, Nippon Mektron의 기술영향력 및 시장확보력이 높은 것으로 분석됨

■ Nippon Mektron : 영향력지수(PII) 1.50 / 시장확보력(PFS) 0.97

□ 1사분면으로 도출된 Nippon Mektron의 특허가 시장확보력 및 질적 수준이 높은 특허, 즉 기술적 파급력과 상업적 가치가 큰 것으로 해석됨

[주요출원인 IP 경쟁력 분석]

IP 경쟁력(기술성 v. 시장성)



Nippon Mektron

- (JP 5161617) 연성 회로 기판 및 그 제조 방법
- (JP 5717961) 연성 회로 기판 제조 방법
- (JP 5463205) 연성 회로 기판

- * 영향력지수(Patent Impact Index, PII): 다른 경쟁주체의 기술수준이 고려된 특정한 주체의 '상대적인' 기술적 중요도 또는 혁신성과의 가치 정보가 포함된 기술수준으로, 특허의 피인용 횟수를 특정 기술분야 내에서의 상대적인 값으로 전환시킨 지수임
- * 시장확보지수(Patent Family Size, PFS): 특정 주체가 특정 기술분야에서 소수의 특정 국가에서만 시장확보를 하고자 하는지 아니면 다수의 세계 주요 국가들에서 시장확보를 하고자 하는지에 대한 분석으로, PFS가 높은 특허는 그만큼 상업적 가치가 큰 기술에 대한 특허인 것으로 해석될 수 있으며, PFS가 높은 출원인은 세계 여러 국가에서 사업을 하고 있는 출원인인 것으로 해석될 수 있음(2020 공공 R&D 특허기술동향조사 가이드라인, 한국특허전략개발원)
- * 버블크기 : 출원 특허 건 수 비례

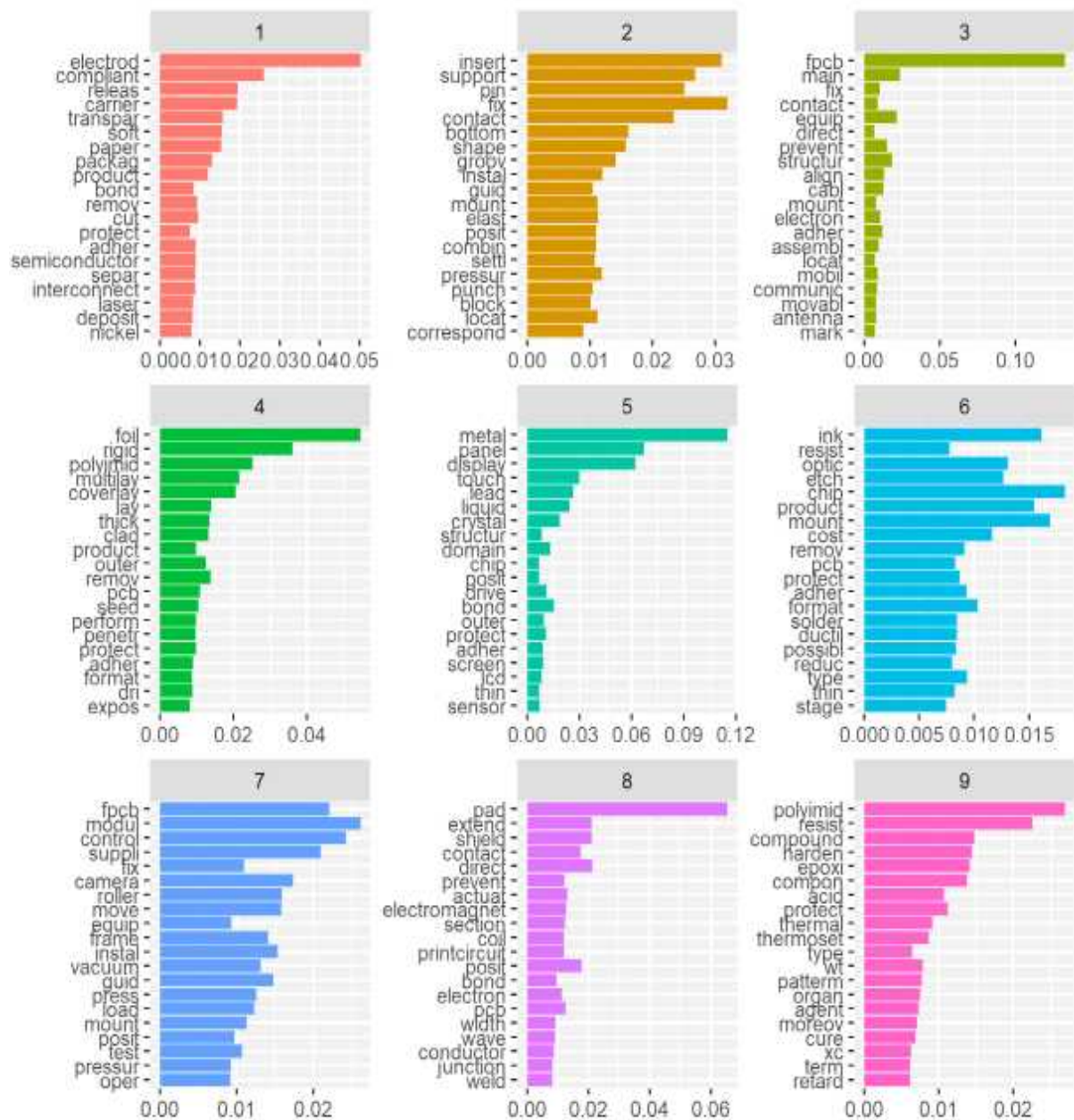
8) PFS = 특정 주체의 평균 패밀리 국가 수 / 전체 평균 패밀리 국가 수
 PII = 특정 주체 보유특허의 피인용도[CPP] / 전체 유효특허의 피인용도

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 3,954개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[플렉서블 전자회로에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁹⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	electronic compliant release transfer paper	<ul style="list-style-type: none"> ELECTRONIC DEVICE INCLUDING EXPANDED FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD ANTENNA MODULE MICROFIBRIL NETWORK COMPOSITE FLEXIBLE SUBSTRATE, COMPOSITE FLEXIBLE ELECTRODE COMPRISING SAME AND METHOD OF PREPARING SAME Rigid flexible circuit board manufacturing method Apparatus for conveying F P C B with chip A flexible printed circuit board Lift the cover unit 	플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조
클러스터 02	fix insert support pin contact	<ul style="list-style-type: none"> FPCB cable and cable connector assembly Device-embedded flexible printed circuit board and manufacturing method thereof Flexible printed circuit board connector Flexible PCB of spindle motor Measurement system for the flexible printed circuit board with a pin driver 	플렉서블 전자회로 기판 케이블 및 커넥터
클러스터 03	fpcb main equip structure prevent	<ul style="list-style-type: none"> Touch screen panel apparatus HOLE BORING DEVICE FOR FLEXIBLE PRINTED CIRCUITS BOARD AND HOLE BORING METHOD USING THE SAME APPARATUS OF BITE DETECTION WITH LED LIGHT EMITTING CHEMILIGHT AND ELECTRIC FLOAT CONTROL MODULE BY USING DOUBLE FLOOR TYPE FPCB Flexible circuit Board structure flexible printed circuit board soldering jig COPPER FOIL FOR FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD, COPPER-CLAD LAMINATE USING THE SAME, FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD, AND ELECTRONIC EQUIPMENT 	플렉서블 전자회로 기판 구조 기술
클러스터 04	foil rigid polymid multilay coverlay	<ul style="list-style-type: none"> flexible circuit board with planarized cover layer structure RIGID FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF Method of manufacturing multi-layered electromagnetic wave shielding film for FPCB using roll-to-roll process MANUFACTURING METHOD OF COVERLAY FILM AND MANUFACTURING METHOD OF FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD 	플렉서블 전자회로 기판 공정 활용 기술
클러스터 05	metal panel display touch lead	<ul style="list-style-type: none"> TOUCH SENSOR MODULE CAPABLE OF REDUCING SIZE OF FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD FLEXIBLE BOARD AND PRODUCTION METHOD FOR METAL WIRING BONDING STRUCTURE TOUCH PANEL AND JUNCTION STRUCTURE OF THE TOUCH SENSOR AND FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD, MANUFACTURING METHOD OF THE SAME, AND TOUCH PANEL COMPRISING THE SAME APPARATUS FOR BONDING FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT AND FABRICATING METHOD OF TOUCH SCREEN USING THE SAME 	터치패널 및 센서용 플렉서블 전자회로

9) Latent Dirichlet Allocation

클러스터 06	chip mount product ink optic	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturing method for etching sus plate of flexible printed circuit board • Method for forming the metal electrode pattern with high conductivity using metal nanoparticle based-ink on a flexible substrate • METHOD OF PREPARING A FLEXIBLE SUBSTRATE ASSEMBLY AND FLEXIBLE SUBSTRATE ASSEMBLY THEREFROM • SECURITY IMPROVEMENTS FOR FLEXIBLE SUBSTRATES • APPARATUS FOR DRILLING FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD 	플렉서블 전자회로 조립
클러스터 07	module control fpcb plate roller	<ul style="list-style-type: none"> • FPCB BANDING SYSTEM FOR CAMERA MODULE • Adhesive apparatus of printed flexible circuit board for manufacturing camera module • Camera module FPCB with GND pad • STIFFENING PLATE ATTACHING APPARATUS FOR FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD AND PUNCHING METHOD FOR STIFFENING PLATE • Roller for guiding of flexible printed circuit and apparatus for packaging semiconductor with the same 	카메라 모듈용 플렉서블 전자회로
클러스터 08	pad extend direct shield print	<ul style="list-style-type: none"> • Rigid flexible Printed Circuit Board having a dummy structure • Flexible Printed Circuit Board and Flat Display Device using the same • auto contactor of flexible printed circuit board • FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD, BACK LIGHT UNIT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE USING THE SAME • Fabricating Method of Rigid Flexible Printed Circuit Board 	디스플레이용 플렉서블 전자회로
클러스터 09	polymid resist compound harden component	<ul style="list-style-type: none"> • Polyimide copper clad laminated substrate(FCCL) having the micro copper layer and method for manufacturing rigid-flexible substrate using the FCCL • Roll to Roll Manufacturing Method for Double side Flexible Printed Circuit Board • Transparent anti-static spacer for flexible printed circuit board • Liquid Crystal Polymers for Flexible Circuits • ADHESIVE PROTECTIVE FILM FOR FLEXIBLE CIRCUIT BOARD WITH EXCELLENT HEAT-RESISTANCE AND FLEXIBLE CIRCUIT BOARD USING THE SAME 	고분자 기반 플렉서블 전자회로

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

☐ 플렉서블 전자회로 관련 유효특허의 메인 IPC 분석을 통한 요소기술 후보 도출

[IPC 분류체계에 기반 한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(H05K) 인쇄 회로; 전기 장치의 케이싱 또는 구조적 세부; 전기 부품 조립체의 제조	(H05K-001/00) 인쇄 회로	플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조
	(H05K-003/00) 인쇄 회로를 제조하기 위한 장치 또는 방법	
	(H05K-003/02) 도전성 물질이 절연지지부재의 표면에 시행되고 그 후 전류의 전도나 차폐를 위하여 사용하지 않는 부분이 표면에서 제거되는 것	플렉서블 전자회로 조립
	(H05K-005/00) 전기 장치를 위한 케이싱, 캐비넷 또는 서랍	
	(H05K-007/00) 상이한 형의 전기장치에 공통된 구조적 세부(케이스, 캐비넷, 서랍 5/00)	
	(H05K-007/02) 회로소자의 조합과 아울러 지지장치의 배선	
	(H05K-013/00) 전기부품의 조립체의 제조 또는 조정에 특히 적합한 장치 또는 방법	
(H01R) 도전접속; 복수의 다중-절연된 전기접속부의 구조적 결합; 결합장치; 집전장치	(H01R-012/00) 인쇄회로를 위하여 특별히 접합한 구조를 갖는 다수의 서로 절연된 전기접속부의 구조적 관련 것	플렉서블 전자회로 기판 케이블 및 커넥터
	(H01R-012/70) 연결 장치	
	(H01R-013/40) 접속부재의 기판, 케이스 내에서의 기판 케이스의 고착; 접속부재의 절연	
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치(특정 반도체 장치를 사용)	(H01R-043/00) 전선접속기 또는 집전장치의 제조, 조립, 보수 또는 수리를 위한 또는 도체접속을 위해 특히 적합한 장치 또는 방법	
	(H01L-021/00) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	디스플레이용 플렉서블 전자회로
	(H01L-023/00) 반도체 또는 다른 고체장치의 세부	
	(H01L-023/12) 마운트, 예. 분리할 수 없는 절연기판	
	(H01L-033/00) 적어도 한개의 전위 장벽 또는 표면 장벽을 가지는 반도체 장치 ; 그들 장치 또는 그 부품의 제조, 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장치	
	(H01L-051/00) 능동 부분으로서 유기 재료를 이용하거나 능동 부분으로서 유기 재료와 다른 재료와의 조합을 이용하는 고체 장치; 그들 장치 또는 그 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장치	플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[플렉서블 전자회로 분야 요소기술 도출]

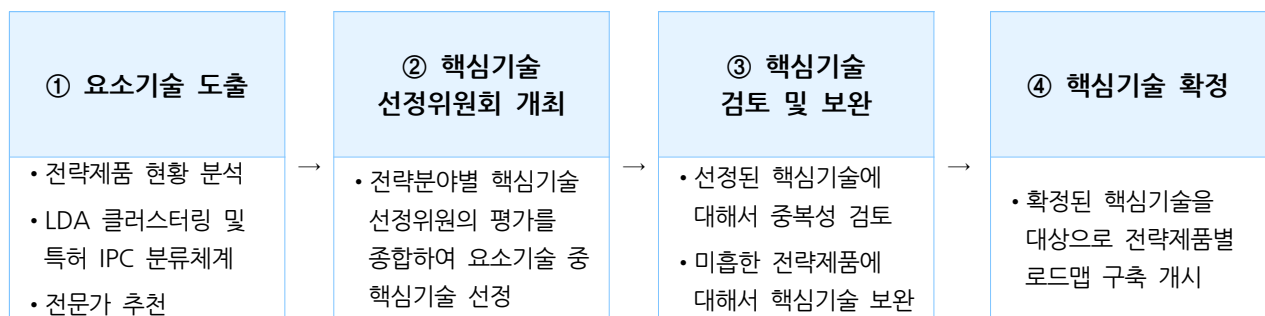
요소기술	출처
고화질 모바일 디스플레이용 전자회로	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
플렉서블 전자회로 조립	특허 클러스터링, IPC 기술체계
플렉서블 전자회로 기판 구조 기술	특허 클러스터링
카메라 모듈용 플렉서블 전자회로	특허 클러스터링, 전문가추천
플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계
고속전송용 플렉서블 전자회로	특허 클러스터링, 전문가추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[플렉서블 전자회로 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
고화질 모바일 디스플레이용 전자회로	UHD급 모바일 디스플레이용 전자회로인 미세 2-Metal COF (chip on flex)용 회로 형성
플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조 기술	Roll to Roll 에칭이 가능한 장치
카메라 모듈용 플렉서블 전자회로	카메라 모듈용 Rigid-flex 전자회로 기판 기술
플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술	다층 플렉서블 전자회로 기판 제조 공정 기술
고속전송용 플렉서블 전자회로	저유전 절연체 (modified PI/ LCP) 기반의 고속/고주파 신호 전송이 가능한 플렉서블 전자회로

다. 중소기업 기술개발 전략

◎ 고화질 모바일 디스플레이용 전자회로

- ☐ 고화질 모바일 디스플레이용 전자회로로는 COF가 주로 쓰이고 있으며 발전방향은 1-Metal COF에서 2-Metal COF 이고 회로 미세화임
- ☐ 20um pitch 이하 회로 미세화를 위해서는 sputtering type 2-Layer FCCL 에 semi-additive 공법을 적용하는 것이 필요함

◎ 플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조 기술

- ☐ 다이렉트 노광기의 경우 광원으로 UV-LED와 레이저 광원이 있으며 UV-LED보다 레이저가 성능이 좋으나 가격이 상대적으로 비쌈
- ☐ 미세회로를 형성하므로 스테이지의 정도를 +/- 5um 이하로 낮추는 것이 필요함

◎ 카메라 모듈용 플렉서블 전자회로

- ☐ 카메라 모듈은 고화질/고성능, 슬림화에 따라 내층인 Rigid부분과 외층인 flexible 부분의 미세회로화가 진행됨
- ☐ 내층의 리지드 분야에서의 미세회로 형성 후 외층의 flexible 부분을 접합 후 정합에 맞추어 미세회로 가공하는 것이 필요함

◎ 플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술

- ☐ 플렉서블 전자회로 기반 공정 활용기술은 양면 플렉서블 전자회로 형성의 기술을 고다층 플렉서블 기판에 적용하여 만드는 공정기술개발임
- ☐ 다층 플렉서블 전자회로기판의 경우 층간 정합을 맞추며 적층하는 것이 필요함






◎ 고속전송용 플렉서블 전자회로

- ☐ 최근 5G의 본격적인 전개로 20Ghz 이상의 mmwave에 대응하는 고속전송용 FPCB에 대한 수요가 증가하고 있으며 이러한 FPCB를 위해서는 무변성 PI나 LCP 같은 저유전특성을 가지는 소재를 사용하여 3층의 구조를 가지는 제품을 제조하여야함
- ☐ 현재 가장 많이 쓰이는 5G 안테나용 플렉서블 전자회로는 그 기본구조가 일반과는 다른 stripline 형태의 3층으로 되어 있어 제조 공정이 달라 이에 대한 개발이 필요함

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[플렉서블 전자회로 기술개발 로드맵]

플렉서블 전자회로	고다층, 미세회로 구현을 위한 플렉서블 전자회로 기판의 제조 공정 및 제조장치 개발			
	2022년	2023년	2024년	최종 목표
고화질 모바일 디스플레이용 전자회로				UHD 모바일 디스플레이용 전자회로개발
플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조 기술				미세 플렉서블 전자회로 대응 노광장치개발
카메라 모듈용 플렉서블 전자회로				고화질 카메라 모듈용 플렉서블 전자회로 개발
플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술				12층 고다층 플렉서블 전자회로 기판 개발
고속 전송용 플렉서블 전자회로				mmWave 안테나용 기판개발

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[플렉서블 전자회로 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
고화질 모바일 디스플레이용 전자회로	2-Metal COF 미세 회로 형성 (L/S)	9/13um	8/12um	6/10um	UHD 플렉서블 디스플레이용 전자회로개발	기술혁신
플렉서블 전자회로 기판 및 관련 장치 제조 기술	Roll to Roll 다이렉트 노광기 가능 L/S	15/15	12/12	10/10	미세플렉서블전자회로대응 노광장치개발	상용화
카메라 모듈용 플렉서블 전자회로	Rigid-flex 미세회로 형성 2+2+2 내층/외층	50/60	40/50	35/45	고화질 카메라 모듈용 플렉서블 전자회로 개발	기술혁신
플렉서블 전자회로 기반 공정 활용 기술	다층 플렉서블 전자회로 기판 층수 L/S	6층 50/50	8층 40/40	12층 35/35	12층 고다층 플렉서블 전자회로 기판 개발	기술혁신
고속 전송용 플렉서블 전자회로	MPI/LCP 3층 FPCB 회로 형성 L/S microstripline 삽입손실 (40Ghz, dB/cm)	60/60 1.5	50/50 1.2	40/40 0.8	mmwave 안테나용 기판개발	상용화