

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

[혁신성장품목분석보고서](#)
 [YouTube 요약 영상 보러가기](#)

# 플렉시블 디스플레이

**휴대·공간활용성 시장니즈와 삼성·LG의  
선도기술 기반 시장견인에 의한 고성장세**

## 요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

(주)NICE디앤비

작성자

노은미 책임전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용 평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협의회



# 플렉시블 디스플레이

휴대·공간활용성 시장니즈와 삼성·LG의 선도기술 기반 시장견인에 의한 고성장세

## ■ 휴대·공간활용성 기기 시장 니즈에 의한 플렉시블 디스플레이 25.9% 시장 성장을 전망

현대 사회에서는 스마트폰, 노트북, PC, TV 등 다양한 형태의 기기로 디스플레이를 접하고 있다. 시장에서는 더 얇고 더 가벼우며 휴대하기 용이한 가볍고 작은 디스플레이 기기를 요구하고 있으며, 나아가 디스플레이의 디자인 변형이 자유로우며 떨어뜨려도 깨지지 않고, 유연하면서도 질긴 특성을 바탕으로 때로는, 종이처럼 접거나 휘어지거나 두루마리처럼 말을 수 있는 이른바 플렉시블 디스플레이에 대한 수요가 점점 증가하고 있다. 이러한 시장 니즈를 토대로 Research and markets 보고서(2019.12)에 의하면, 글로벌 플렉시블 디스플레이 시장은 25.9% 성장률로 증가하여, 2025년 315억 달러에 이를 것으로 예상했다. 또한, AR/VR, 웨어러블, 자율주행자동차, 건축 등에 활용되어 수요시장이 확대될 것으로 전망된다.

## ■ 플렉시블 디스플레이의 핵심기술인 플렉시블 OLED 패널 제조 기술

플렉시블 디스플레이는 휘는 정도에 따라서 Curved & Bendable(고정형), Foldable & Rollable(단일축 가변형), Stretchable(Free-form 가변형) 단계로 발전하고 있으며, 구동방식에 따라 플렉시블 LCD/E-Paper/OLED로 구분되나, 고해상도에 동영상 구현이 가능하고 완전한 플렉시블 디스플레이를 위해서는 플렉시블 OLED 구동방식은 불가피하다. OLED 구동방식의 플렉시블 디스플레이는 유기 발광층에 전류가 흐르면 스스로 빛을 내는 자체발광형 디스플레이로 PI 기판, TFT Backplane, 유기 발광층, 봉지층 등으로 구성된다.

## ■ 현재 글로벌 플렉시블 OLED 시장선도 중인 삼성·LG디스플레이, 중국의 추격

국내 플렉시블 OLED 제조사인 삼성디스플레이와 LG디스플레이는 2020년 1월 미국 샌프란시스코에서 열린 CES 2020에서 삼성은 조개껍질형 폴더블 스마트폰을, LG는 롤러블 TV를 공개하는 등 2020년은 국내 업체가 플렉시블 OLED 시장을 선도하고 있다. 시장조사기관 DSCC 보고서(2020.01)에 따르면, 2019년 플렉시블 OLED 시장에서 점유율은 삼성디스플레이(60%), LG디스플레이(16%), BOE(15%), 비전옥스(3%), 차이나스타(2%) 순으로 나타났으며, 삼성·LG디스플레이가 글로벌 플렉시블 OLED 시장점유율의 1~2위로, 국내 업체가 현재 글로벌 플렉시블 OLED의 선도기업임을 입증했다. 그러나, 동 보고서는 중국은 수년 전부터 수조 원을 투자해 플렉시블 OLED 시장에 대응해 왔으며, 최근 수율이 안정화 되면서 올해부터 물량을 쏟아 낼 것으로 전망하였고, 화웨이, 샤오미, 오포, 비보 등 글로벌 스마트폰 중국업체는 중국 정부의 기조에 따라 자국 업체가 생산한 디스플레이 패널을 탑재하려는 유인이 강하게 작용하고 있어, 2022년부터 삼성·LG디스플레이의 플렉시블 OLED 시장점유율을 현재 수준 만큼 유지하기는 쉽지 않으리라고 전망했다.

## I. 배경기술분석

### OLED 제조기술 기반, 플렉시블 디스플레이의 시장 니즈의 대응

휴대·공간활용성이 가능한 커브드, 벤더블, 폴더블, 롤러블, 스트레처블 형태로 플렉시블 디스플레이에 대한 시장 니즈는 증가하고 있다. 이러한 시장 니즈를 대응하기 위한 핵심 제조기술은 플렉시블 OLED 패널 제조기술이며, 주요 업체는 동아시아에 포진해 있다.

#### ■ 플렉시블 디스플레이의 개요

플렉시블 디스플레이(Flexible Display)는 평면 디스플레이(Flat Panel Display)와 달리 접거나 훨 수 있는 등 형태를 변형시킬 수 있는 차세대 디스플레이이다. 플렉시블 디스플레이에는 형태의 변형을 통해 공간 활용성을 높일 수 있으며, 얇고 가벼우며 깨지지 않는 장점 등이 있으며, 스마트폰을 비롯한 웨어러블 스마트 기기, 자동차용 디스플레이 및 디지털 사이니지(Digital Signage) 등의 분야에 적용할 수 있다. 또한, 디스플레이 시장을 다변화시키고, 향후 사물인터넷 등과의 연계를 통해 새로운 시장을 창출할 것으로 전망된다.

접거나 훠는 것이 가능한 플렉시블 형태의 IT 기기는 휴대성, 공간 활용성 등을 높여 소비자에게 편의성을 제공할 것으로 기대되며, 이러한 차세대 IT 기기가 개발되기 위해서는 플렉시블 디스플레이 등 변형이 가능한 부품 개발이 선행되어야 한다. 대표적 IT 기기인 스마트폰의 경우 디스플레이, 배터리, 회로 기판 등 다양한 부품으로 구성되며, 이를 구성하는 부품들을 유연(Flexible)한 형태로 생산하는 기술이 요구된다.

[표 1] 플렉시블 디스플레이의 다양한 적용분야

		
스마트폰	웨어러블 스마트 기기	폴더블 IT 기기
		
롤러블 IT 기기	자동차용 디스플레이	디지털 사이니지

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성



## ■ 플렉시블 디스플레이의 발전단계

플렉시블 디스플레이는 휘는 정도에 따라서 곡선이 생기는 커브드(Curved), 휘어지는 벤더블(Bendable), 구부려지는 폴더블(Folderble), 말리는 롤러블(Rollable), 늘릴 수 있는 스트레처블(Stretchable) 단계로 발전하고 있다.

### 1. 고정형 – 커브드·벤더블 플렉시블 디스플레이

커브드(Curved)와 벤더블(Bendable) 단계의 플렉시블 디스플레이는 특정 부위를 한 방향으로 제한적으로 변형 후 고정하는 특징이 있어 고정형 플렉시블 디스플레이로 구분된다. 커브드 단계의 플렉시블 디스플레이는 잡는 느낌이 개선되고, 통화할 때 얼굴 밀착도가 증대된 커브드 스마트폰과 화면 전체에 걸친 동일 시청 거리를 구현하고 최적의 화질구현과 몰입감을 증대시킨 디자인의 커브드 TV에 상용화되어 있다. 벤더블 단계의 플렉시블 디스플레이는 일부분만 구부릴 수 있는 정도의 플렉시블 디스플레이로 측면이 휘어져 있는 스마트폰과 웨어러블 기기, 커브드 모니터 등에 상용화되어 있다.

### 2. 단일축 가변형 – 폴더블·롤러블 플렉시블 디스플레이

폴더블(Folderble) 및 롤러블(Rollable) 단계의 플렉시블 디스플레이는 특정 부위 및 특정 방향으로 반복적인 변형이 가능한 특징을 갖고 있어 단일 축 가변형 플렉시블 디스플레이로 구분된다. 2020년 현재 삼성디스플레이의 폴더블 스마트폰과 LG디스플레이의 롤러블 TV가 상용화되어 있으며, 자유롭게 말거나 접을 수 있는 등 공간의 활용성이 크게 향상되어, 의류, 조명, 자동차 등과 융합한 다양한 형태로 응용이 가능할 것으로 전망된다.

### 3. Free-form 가변형 – 스트레처블 플렉시블 디스플레이

스트레처블(Stretchable) 단계의 플렉시블 디스플레이는 탄성을 보유하여 방향에 상관없이 자유자재로 반복적인 변형이 가능한 Free-form 가변형으로 구분되며, 사용 환경과 관계없이 이용자들이 선호하는 자유로운 품 팩터 구현이 가능한 디스플레이로 현재 개발 중으로, 아직 상용화되어 있지 않은 단계의 미래형 플렉시블 디스플레이로 분류되고 있다.

[표 2] 플렉시블 디스플레이의 발전단계 개념도

① 평면 디스플레이	② 커브드 플렉시블 디스플레이	③ 벤더블 플렉시블 디스플레이
④ 폴더블 플렉시블 디스플레이	⑤ 롤러블 플렉시블 디스플레이	⑥ 스트레처블 플렉시블 디스플레이

\*출처: 삼성디스플레이, NICE디앤비 재구성



## ■ 디스플레이 산업내 플렉시블 디스플레이의 위치

### 1. 자본·기술집약적 장치산업

한국은행에서 발간한 디스플레이 산업의 환경 변화와 발전방안 보고서(2020.04)에 의하면, 디스플레이 산업은 대규모 생산설비가 필요한 자본·기술집약적 장치산업으로, 대규모 생산설비를 갖춘 패널 대기업이 중소·중견기업으로부터 장비 및 소재·부품을 공급받는 수직계열화된 선단형(플랫폼) 산업이며, 설비투자와 양산 사이에 상당한 시차가 있어 향후 기술 적용 및 수급 전망에 관한 판단과 시장 선점이 중요하다고 언급하였다.

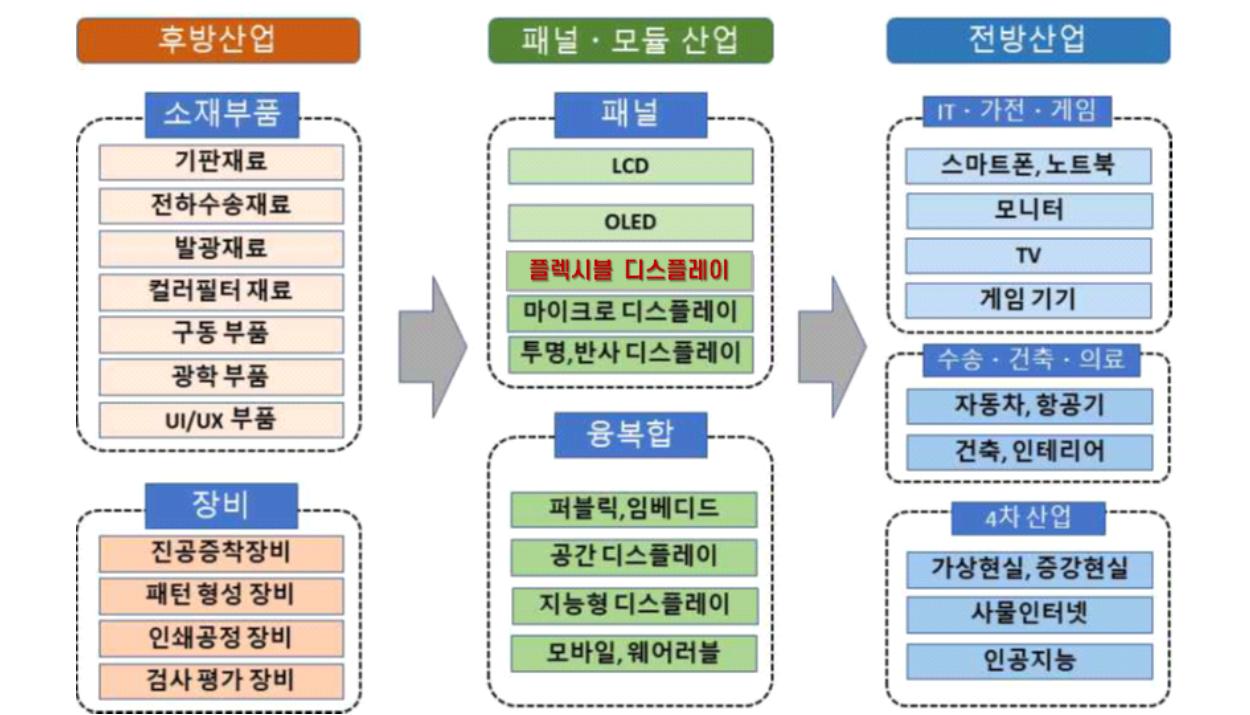
### 2. 한국·중국 등 동북아 4개국이 주도

동 보고서에 의하면, 글로벌 디스플레이 패널은 동북아 4대국(한국, 중국, 일본, 대만)이 대부분을 생산하고 있으며, 국가 간에 시장 주도권 경쟁이 치열해 후발국과 격차를 유지하기 위한 R&D 및 생산설비의 적기 투자가 중요하며, 글로벌 디스플레이 시장에서 LG디스플레이, 삼성디스플레이, 중국 BOE 등 상위 7개 기업이 대부분의 비중(84%)을 차지하고 있다고 보고하였다.

### 3. 높은 전·후방 산업연관 효과

동 보고서에 의하면, 장비 및 소재·부품을 공급받아 가공·조립하는 모듈 산업인 동시에 TV, 스마트폰 등의 핵심부품을 공급하는 부품산업으로 전·후방 산업연관 효과가 큰 산업으로 언급하였다. 플렉시블 디스플레이는 LCD, OLED 다음으로 패널 산업에 속해 있다.

[그림 1] 디스플레이 산업 구조



\*출처: 디스플레이 혁신공정 플랫폼 구축사업(2018.04), 산업통상자원부



## ■ 플렉시블 디스플레이의 구현기술

플렉시블 디스플레이를 구현하기 위해서 플렉시블 디스플레이 표시부의 구동 방식에 따라 LCD/E-Paper/OLED 방식 등으로 구분되며, 디스플레이의 원리, 개별 화소의 구동 방식 등에서 차이가 있다.

### 1. LCD 구동 방식

LCD 방식은 비교적 제조공정이 간단하나, 백라이트 유닛(Back Light Unit, BLU)과 같은 보조 광원이 필요하며, 고정형인 커브드 플렉시블 디스플레이에만 적용되고 있다. LCD 방식의 경우 두 장의 기판이 5~10 $\mu\text{m}$  간격으로 떨어져 있어야 하며, 이 간격이 유지되어야 화질의 저하가 발생하지 않는다.

### 2. E-Paper / 전기영동디스플레이(Electrophoretic Display, EPD) 구동 방식

E-Paper는 전기에 따라 대전 된 미세입자가 움직이는 현상을 이용하여 디스플레이를 구현하는 장치로 전기영동디스플레이(Electrophoretic Display, EPD)라고도 한다. EPD 방식은 개별 화소를 구현하는 미세입자들에 전기 신호가 가해진 후 물리적으로 이동하는 시간이 필요하므로 응답속도가 느리고, 컬러 구현을 위해서는 빛의 삼원색을 갖는 미세화소가 요구되지만, 미세입자를 분리하기 위한 격벽 구조 등을 작게 만들기 어려워 구현이 어려워 다양한 분야로 확산하지 못하고 있다.

### 3. OLED 구동 방식

OLED 방식은 플렉시블 디스플레이에 관한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있으며, 커브드 TV, 곡면 스마트폰, 롤러블 TV, 폴더블 스마트폰 등 다양한 상용화 제품이 출시되고 있다. OLED 방식은 전류가 흐르면 스스로 발광하는 특성이 있어, 보조 광원이 필요한 LCD 방식보다 얇고 가벼운 플렉시블 디스플레이를 구현할 수 있으나, 구동 방식이 복잡한 편이다.

[표 3] 구동 방식에 따른 플렉시블 디스플레이의 유형

구동 방식	장점	단점
LCD	<ul style="list-style-type: none"><li>구동 방식 및 제조방식이 간단함</li><li>수분이나 산소에 민감하지 않음</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>완전한 플렉시블 디스플레이 구현 불가함</li><li>보조 광원의 개발이 요구됨</li></ul>
E-Paper (EPD)	<ul style="list-style-type: none"><li>완전한 플렉시블 디스플레이 구현 가능</li><li>수분이나 산소에 민감하지 않음</li><li>소비전력이 작아 모바일에 유리함</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>컬러 및 색 재현을 구현이 어려움</li><li>응답속도가 느려 동영상 구현이 어려움</li></ul>
OLED	<ul style="list-style-type: none"><li>완전한 플렉시블 디스플레이 구현 가능</li><li>자체 발광 특성으로 보조 광원 불필요함</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>수분이나 산소에 민감함</li><li>구동 방식이 복잡함</li></ul>

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성

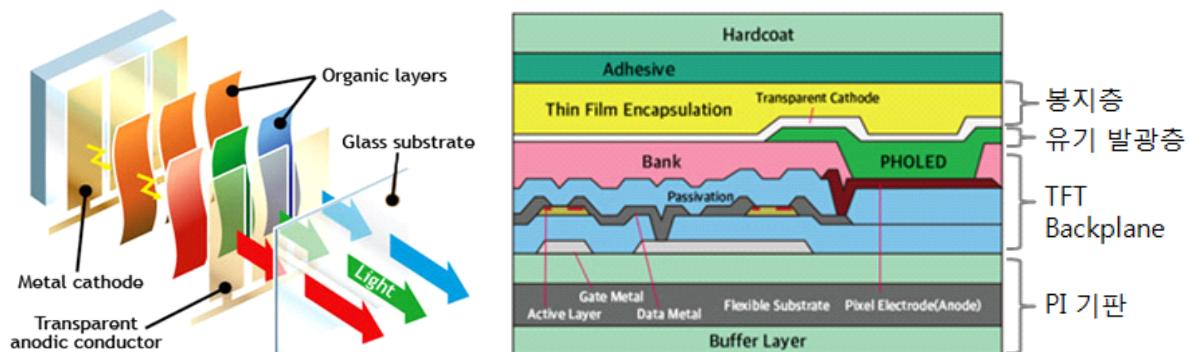
초기 단계에는 EPD 방식이 중심이었으나, 고해상도 동영상 구현 등의 요구가 증가함에 따라 2013년 이후 OLED 방식이 주류로 자리 잡았다. 고정형인 커브드 디스플레이를 제외한 가변형 플렉시블 디스플레이의 대부분은 OLED 구동 방식으로 상용화되고 있으며, 일반적으로 플렉시블 디스플레이란 OLED 방식을 지칭하는 용어로 통용되고 있다.



## ■ 플렉시블 OLED 디스플레이의 구성 요소

현재 상용화된 플렉시블 디스플레이의 대부분이 OLED 구동 방식이고, 시장에서 플렉시블 디스플레이는 OLED 구동 방식의 플렉시블 디스플레이로 통용되고 있다. OLED 구동 방식의 플렉시블 디스플레이은 유기 발광층에 전류가 흐르면 스스로 빛을 내는 자체 발광형 디스플레이로, 크게 PI(Poly Imide, 폴리이미드) 기판, TFT Backplane, 유기 발광층, 봉지층 등으로 구성된다.

[그림 2] 플렉시블 OLED 디스플레이의 구조



\*출처: www.howstuffworks.com(좌), LG디스플레이(우)

## ■ 플렉시블 OLED 디스플레이 구성 요소의 역할

PI 기판은 범용 엔지니어링 플라스틱이며, 고분자 유기화합물의 일종으로 전자 부품의 유연 기판에 많이 활용되고 있으며, 평면 디스플레이의 유리기 판을 대신하여 플렉시블 디스플레이에서는 유연성을 보유한 플라스틱인 PI 기판을 사용한다. TFT Backplane은 디스플레이의 각 화소를 구동하기 위한 TFT 소자, 금속 배선, 절연막 등의 여러 층을 총칭하는 부분이다. 유기 발광층은 OLED이라고도 하며, 양극(Cathode)과 음극(Anode)으로부터, 정공<sup>1)</sup>과 전자<sup>2)</sup>가 주입되면 발광층에서 결합하면서 빛을 발생시킨다. 봉지층은 공기 중의 수분 및 산소를 흡수하면 소자의 성능이 급격히 저하되므로 이를 막기 위한 보호막으로, 유기 발광층 및 TFT Backplane에 수분이 침투되는 것을 막는 역할을 한다.

[표 4] 플렉시블 OLED 디스플레이의 구성 요소 및 역할

구분	장점
PI 기판	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 유리 기판을 대신하는 기판</li> <li>플라스틱의 일종으로 유연하고, 고온에서 변형이 일어나지 않음</li> </ul>
TFT Backplane	<ul style="list-style-type: none"> <li>디스플레이의 각 화소를 구동시키는 TFT 소자와 이를 구성하는 여러 층을 총칭함</li> <li>a-Si, LTPS, Oxide TFT 등의 기술이 존재함</li> </ul>
유기 발광층	<ul style="list-style-type: none"> <li>유기물로 구성되며, 전류가 가해지면 빛을 발생함</li> <li>전자, 정공을 수송하는 공동층과 빛을 내는 발광층으로 구성됨</li> </ul>
봉지층	<ul style="list-style-type: none"> <li>플렉시블 디스플레이 공정의 마지막에 형성됨</li> <li>유기 발광층, TFT Backplane 등을 보호하고 수분이 침투되는 것을 막는 역할을 함</li> </ul>

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성

1) 정공(Pinhole): 실제로는 반도체에서 전자가 없는 비어있는 공간이나, 양의 전하를 가진 전자와 같은 거동을 하는 가상 입자임.



## ■ 폼 팩터3) 혁신 가속화에 따른 플렉시블 디스플레이의 확산

한국은행에서 발간한 디스플레이 산업의 환경 변화와 발전방안 보고서(2020.04)에 의하면 소비자의 대화면 선호와 플렉시블을 구현할 수 있는 OLED 패널의 특성이 결합하여 디바이스의 폼 팩터 혁신이 가속화되고 있다고 보고하였다.

### 1. 모바일 기기

동 보고서에 의하면 폴더블폰은 휴대성과 소비자의 대화면 선호를 모두 충족하며, 폼 팩터 혁신에 따른 플렉시블 디스플레이의 상용화는 Royole의 ‘Flexpai’ (^ 18.10)를 시작으로 삼성전자의 ‘Galaxy Fold’ (^ 19.11) 및 ‘Mate Xs’ (^ 20.03) 등이 각각 출시되었으며, 샤오미, TCL 등 글로벌 세트업체들도 폴더블 디바이스 관련 연구개발을 진행하고 있다고 보고했다.

### 2. TV

판매량 정체와 가격 하락 속에서 세트업체들의 전통적 대응 전략인 대화면 및 고해상도(4K, 8K) 구현은 어느 정도 물리적 한계에 도달하였고, 이에 따라 TV 세트업체들은 패널의 특성을 이용해 TV의 형태를 변형함으로써 소비자들의 공간 활용 수요를 충족시키고 있다.

2) 전자: 음전하를 가진 질량이 아주 작은 입자로, 전자들의 이동으로 전류가 발생함.

3) 폼 팩터(Form Factor): 산업 및 공학 설계에서 제품의 구조화된 형태로, 커브드, 벤더블, 폴더블, 롤러블, 스트레처블을 의미함.



## II. 심층기술분석

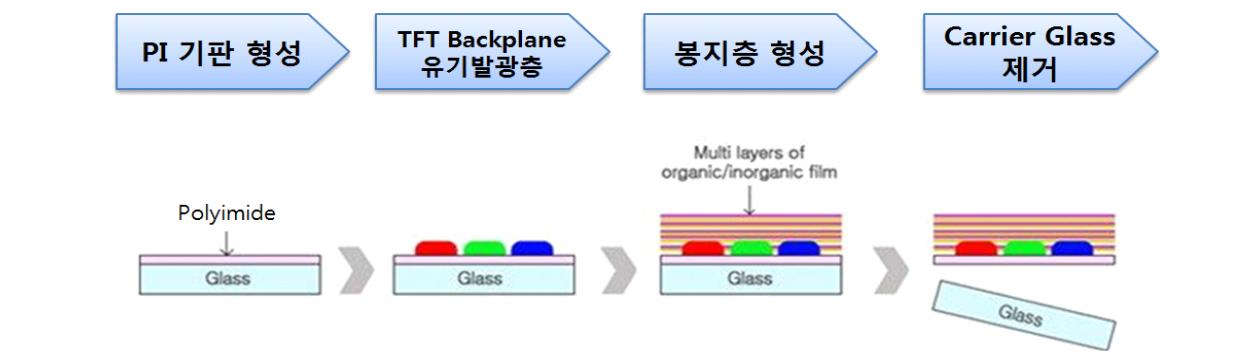
### 핵심기술 - 모듈기술, 부품·소재기술, 장비기술

플렉시블 디스플레이 제조를 위해서는 모듈 기술, 부품·소재 기술, 장비 기술 등의 다양한 기술이 융합되어야 하며, 소재 기술 부분에서 투명 폴리이미드(Colorless Polyimide, CPI)가 주력으로 사용될 것으로 예상된다.

#### ■ 플렉시블 디스플레이 생산공정 기술

플렉시블 디스플레이 생산공정은 PI 기판, TFT Backplane, 유기 발광층 및 봉지층을 형성한 후, 공정 진행을 위해 PI 기판을 고정시키는 유리 기판으로 제품이 완성되면 제거되는 소모성 부자재인 Carrier Glass를 제거하는 순서로 진행된다. 플렉시블 디스플레이의 PI 기판, 봉지층 형성 공정에서 평면 OLED와 차별화된 생산기술이 요구되며, TFT Backplane 및 유기 발광층 형성은 공정 조건 차이는 있으나 평면 OLED 생산공정은 유사하게 진행된다.

[그림 3] 플렉시블 디스플레이 생산공정



\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행

#### 1. PI 기판 형성기술

일반적인 평면 디스플레이에서 사용되는 유리 기판은 구부리지기 어렵고 압력을 가하면 깨지기 때문에 유리를 대체하기 위한 기판 소재 기술이 플렉시블 디스플레이 구현의 핵심기술이다. 플렉시블 디스플레이용 기판은 고온에서도 원형을 유지할 수 있는 열적 안정성, 각종 용매에 견딜 수 있는 내화학성, 구동 회로를 박막 증착하는 데 영향을 주는 표면의 평탄성, 일정 수준 이상의 투과성 등의 요구 성능을 갖추어야 한다. 기판상에 구동 회로를 형성하기 위해 진공, 증착, 노광, 식각 등 다양한 공정을 거쳐야 하며, 300°C 이상의 고온공정도 있어 유리 전이 온도( $T_g$ )가 낮은 소재는 사용할 수 없다. 초기에는 플라스틱이 수분과 산소의 침투에 취약하고 내열성 및 내화학성이 부족하여 기판에 적합하지 않다는 지적이 있었지만, 지속적인 기술개발을 통해 극복하고 있다. PEN(Polyethylene Naphthalate), PET(Polyethylene Terephthalate), PES(Polyether Sulfone), PC(Polycarbonate) 등 다양한 플라스틱 소재의 기판 적용 가능성이 연구되었으나, 화학 및 열적 안정성이 뛰어난 폴리이미드(Polyimide, PI)가 가장 많이 채택되고 있다.



## 2. 기판소재 폴리이미드(PI) 소재 기술

폴리이미드(Poly Imide, PI)는 타 플라스틱 소재 대비 강한 내열성과 내화학성을 갖추고 있었으나, 광 투과도가 낮다는 단점이 있었다. 화학전문저널 Chemlocus에 의하면, 일본 화학 회사인 Mitsubishi Gas Chemical에 의해 내열성을 보유하면서 투과도를 향상시킨 PI 제품을 개발한 것으로 소개되면서, 플렉시블 디스플레이 기판 소재로 적용 가능성을 보고하였다. 또한, 분자 사슬 구조의 변화를 통해 광학적으로 투명하고 고온공정도 견딜 수 있는 투명 폴리이미드(Colorless PI, CPI)가 개발되고 있다. 그러나, 이는 PI 고유의 우수한 특성도 감소시킬 수 있으므로 이를 개선하기 위한 지속적인 PI 소재 개발이 요구되고 있다. 한편, PI 기판은 300°C 이상에서도 유리 전이 현상이 발생하지 않지만, 쉽게 휘어지고 열에 의한 수축·팽창이 유리 기판 더 크기 때문에 Carrier Glass에 고정하는 공정이 필요하게 되었다.

[표 5] 플라스틱 기판의 종류 및 특성

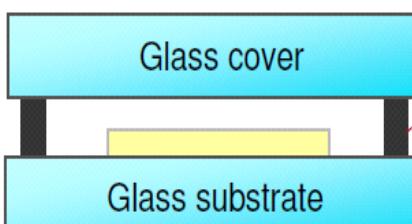
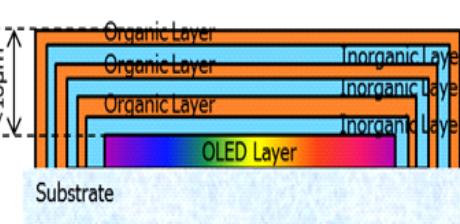
구분	PEN	PET	PES	PC	PI
두께( $\mu\text{m}$ )	125	125	200	150	100
유리전이온도( $T_g, ^\circ\text{C}$ )	120	78	223	150	340
열팽창계수(ppm/ $^\circ\text{C}$ )	13	15	54	70	50
투과율(%)	87	91	88	90	30
비중( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1.36	1.4	1.37	1.2	1.4

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성

## 3. 봉지층 형성기술

플렉시블 OLED 구동 방식의 유기 발광층의 빛을 내는 유기물질과 전극은 산소와 수분에 민감하게 반응하여 발광 특성을 잃기 때문에 이를 차단하여 수분의 침투를 막아주는 봉지층(Encapsulation) 형성이 필요하며, 플렉시블 디스플레이에는 유연성을 확보하면서 수분 침투방지 성능을 향상시킨 TFE(Thin Film Encapsulation) 기술이 사용된다.

[표 6] 평면 및 플렉시블 디스플레이의 봉지 공정 비교

구분	평면 OLED	플렉시블 OLED
형태	 Glass cover	 Organic Layer Inorganic Layer Organic Layer Inorganic Layer Organic Layer Inorganic Layer OLED Layer Substrate
봉지층 형성공정	Glass Frit <sup>4)</sup> Sealing	Thin Film Encapsulation
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 유리 재질의 Frit을 사용</li> <li>■ 수분 침투방지에는 가장 효과적임</li> <li>■ 깨질 수 있어 플렉시블에는 적용 불가함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 유·무기물을 교대로 여러 층 적층 구조</li> <li>■ 유연성을 높일 수 있어 플렉시블 적용 가능</li> <li>■ 수분 침투 방지 성능향상 구현 가능</li> </ul>

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성

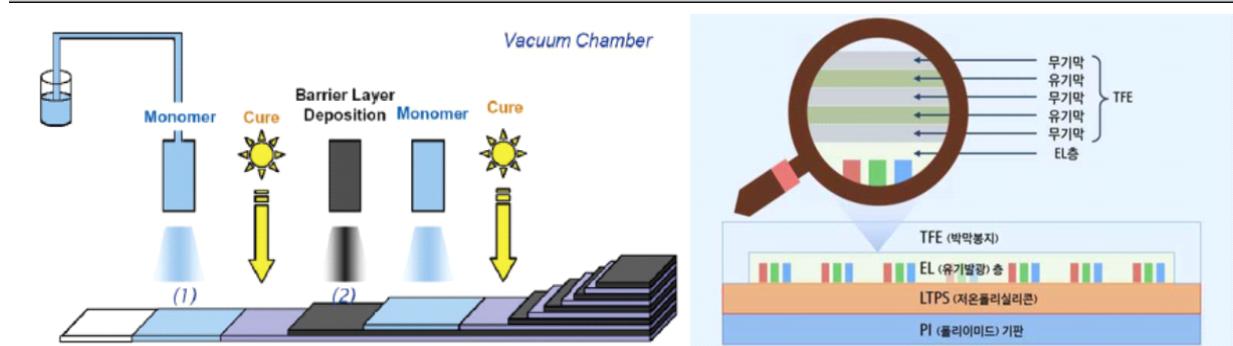
4) Frit: 유리질 분말의 일종으로 레이저에 의해 녹아 두 장의 유리를 접착시키는 역할을 함.



평면 OLED 디스플레이 봉지층 형성공정에서는 Glass Frit Sealing 기술을 사용 중이며, 유리재질의 Frit는 깨지기 쉬워 플렉시블 OLED 공정에는 적용이 불가하여, 플렉시블 OLED 봉지층 형성공정에는 Thin Film Encapsulation(TFE) 기술이 도입되었다. TFE 기술은 유연한 유기물층과 투습 방지 성능이 뛰어난 무기물층을 교대로 적층시켜, 유연하면서도 수분침투방지에 효과적인 봉지층을 형성하는 기술이다. TFE는 [무기물 증착(Sputtering) → 유기물 도포 → 경화] 공정을 반복 수행하는 방식으로 다층 배리어(Barrier)막을 형성시킨다.

TFE층에서 무기막은 수분과 공기의 침투를 잘 차단하는 특성이 있으나, 소재 특성상 정공(Pinhole)이라고 불리는 미세 구멍이 생기는 문제가 있어 효과적인 차단을 위해서는 2개 이상의 무기막을 적층해야 한다. 한편, 유기막은 무기막 위에서 입자(Particle)를 둘러싸면서 평탄화하게 하고, 두 번째 무기막을 증착할 때 안착이 잘 될 수 있도록 돋는 역할을 한다.

[그림 4] 플렉시블 OLED의 TFE 형성공정 및 TFE 구조



\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행

#### 4. 삼성·LG 제조사별 플렉시블 OLED 생산공정 기술 비교

삼성디스플레이와 LG디스플레이의 그동안 LCD, 3D TV, OLED TV 등에서 차별화된 방식의 기술로 제품을 개발해 왔다. 플렉시블 디스플레이의 경우에는 세부적인 공정 조건, 설계, 구조 등에서 양사 간에 차이점이 존재하나, 전반적으로 유사한 기술로 생산하고 있다.

기판은 삼성·LG디스플레이 동일하게 PI 소재를 이용해 코팅하는 방식을 사용하고 있다. TFT는 디스플레이의 각 화소를 구동하는 반도체 소자로 a-Si, 저온폴리실리콘(Low Temperature Poly Silicon, LTPS), Oxide 공정기술 등이 있으며, LCD는 a-Si 기술, OLED는 LTPS, Oxide 공정기술이 주로 사용된다. 플렉시블 OLED의 경우 TFT Backplane에는 LTPS 기술이 적용된다.

[표 7] 제조사별 플렉시블 디스플레이 기술 비교

구분	삼성디스플레이	LG디스플레이
기판	PI 소재	PI 소재
TFT Backplane	LTPS	LTPS
OLED	RGB 발광방식	RGB 발광방식
	Top Emission 구조	Top Emission 구조
봉지층	TFE 기술	유·무기 혼합 적층

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성



기존에 삼성디스플레이는 LTPS, LG디스플레이는 Oxide 기술에 강점이 있어 각 회사의 주요 기술로 개발해 왔으나 플렉시블 디스플레이에는 LTPS 공정기술이 삼성·LG디스플레이에 동일하게 적용되고 있다.

OLED는 RGB 발광방식 및 빛이 기판의 정면을 통해 발산하는 Top Emission 구조가 삼성·LG디스플레이에 동일하게 사용되고 있다. OLED 발광방식에는 Red, Green, Blue 각각의 유기 발광물질이 수평으로 도포되어 색상을 나타내는 RGB 방식과 유기 발광물질을 수직 적층하여 White 빛을 만든 후 TFT Backplane의 RGB 컬러필터를 통해 색상을 나타내는 방식인 WRGB 방식이 있으며, 삼성디스플레이는 RGB 방식으로 모바일용 OLED 디스플레이를, LG디스플레이는 WRGB 방식의 OLED TV를 양산중이다.

봉지층 형성은 삼성디스플레이가 미국 Vitex의 TFT 기술과 관련된 특허를 매입하여 전용으로 사용하고 있으며, LG디스플레이는 TFT 기술과 적층수, 두께, 재료 등에서 차이는 있으나, 유·무기 재료를 혼합해서 적층하는 유사한 방식을 사용한다.

## ■ 플렉시블 디스플레이 기술개발 동향

플렉시블 디스플레이는 커브드에서 폴더블 및 롤러블 단계를 거쳐 스트레ച블 모듈 기술이 개발될 것이며, 이와 함께 부품·소재 및 장비 기술개발이 이루어질 것으로 전망된다. 커브드 단계의 플렉시블 디스플레이는 과도기적 제품으로 롤러블 및 폴더블 단계가 진정한 의미의 플렉시블 디스플레이로 볼 수 있다. 또한, 접고 펴 수 있는 폴더블 형태에서 늘릴 수 있어 완벽한 곡면을 구현할 수 있는 스트레ച블 형태의 디스플레이는 가장 이상적인 미래 디스플레이라고 할 수 있다. 구부리거나 말거나 접을 수도 있는 이 스트레ച블 디스플레이가 실현되기 위해서는 현재의 기술에서 새로운 소자와 모듈 등 신소재 개발이 필수적이고 상용화 되는데 긴 시간이 필요할 것으로 예상된다.

[표 8] 플렉시블 디스플레이의 국내·외 기술개발 동향

구분	커브드 (Curved)	벤더블 (Bendable)	폴더블 (Foldable)	롤러블 (Rollable)	스트레ച블 (Strechable)
특징	고정형(과거)		단일축 가변형(현재)		Free-form 가변형(미래)
관련 이미지					
모듈 기술	모바일 Curved Unbreakable wearable		모바일 Foldable TV Rollable		모바일 Stretchable Stretchable wearable E-textile
부품·소재 기술	Rigid 소재·부품 고체 상태 소재		Flexible 소재·부품 고체 상태 소재		Flexible 소재·부품 액체 상태 소재
장비 기술	Laser Lift off 장비 Plate to Plate 장비 Batch Process 노광장비		Laser Lift off 장비 Plate to Plate 장비 Batch Process 노광장비		De-lamination Roll to Roll/지속공정 용액형 장비

\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행, NICE디앤비 재구성



## 1. 모듈 기술

디스플레이 분야 선도기업 및 연구소는 각종 전시회를 통해서 폴더블 및 롤러블 단계의 플렉시블 디스플레이 제품을 선보이고 있다.

오피니언뉴스 보도자료(2020.01)에 의하면, 세계 최대 IT·가전 전시회 ‘CES 2020’에서 가장 주목받은 분야는 폴더블 및 플렉시블 디바이스로 보고했다. 2019년 9월 삼성전자가 출시한 접는 스마트폰인 ‘갤럭시 폴드’는 2007년 등장한 아이폰 이후 스마트폰에 새로운 팩터 변화를 일으켰다는 평가를 받고 있으며, 삼성전자는 좌우로 열고 닫았던 1세대 제품과 달리 위아래로 접는 클램쉘 형태의 2세대 갤럭시 폴드(제품명: 갤럭시 블룸)를 공개했다. 이어 화웨이가 ‘메이트X’를 선보였고, 중국 TCL는 7.2인치 폴더블 시제품을 공개했다. 레노버는 세계 최초의 폴더블 노트북 ‘씽크패드 X1 폴드’를 공개했다. 사용자의 필요에 따라 완전히 펼쳐 태블릿처럼 쓰거나 접어 노트북처럼도 사용할 수 있으며, 접으면 물리적 키보드가 아닌 아래 화면에 터치식 키보드가 나타난다.

LG전자는 세계 최초로 디스플레이가 말리는 올레드 TV(제품명: LG 시그니처 올레드 R)를 선보였다. 이 TV의 특징은 화면이 위에서 아래로 퍼지는 롤 다운(Roll-Down) 방식이다. 이미 지난해 화면이 아래에서 위로 올라오면 똑바로 서는 롤업(Roll-Up) 기술과 마찬가지로 세계 최초의 기술을 선보였으며, LG 시그니처 올레드 R은 2019년에 이어 CES 2020에서 최고 혁신상을 받았다. 한편, 일본의 전자회사 샤프도 롤러블 TV 시제품을 소개했다.

시사저널e 보도자료(2020.11)에 의하면, 중국의 로욜은 화웨이와 삼성전자보다 앞서 지난 2018년말 세계 최초 폴더블 스마트폰 플렉스파이를 출시한 9년차 스타트업 기업으로, 2020년 9월 전작 대비 시야각, 밝기 등이 개선된 플렉스 파이2 5G를 공개했다. 한편, 중국 가전업체 TCL의 자회사인 CSOT는 화면이 말리는 롤러블 디스플레이 개발에 집중하고 있다.

동 자료에 의하면, 가변형 플렉시블 디스플레이 모듈 기술에 대한 원천기술은 확보한 것으로 예상되나, 양산을 위한 수율 향상, 신뢰성 확보 등의 개선점이 남아 있는 것으로 판단된다.

[표 9] 가변형 플렉시블 디스플레이의 사례

삼성 클램쉘 폴더블폰 ‘갤럭시 블룸’	중국 로욜 ‘플렉스파이 2 5G’	중국 TCL 폴더블 디스플레이
LG 디스플레이 롤러블 TV	중국 화웨이 ‘메이트X’	레노버 폴더블 노트북 ‘씽크패드 X1’

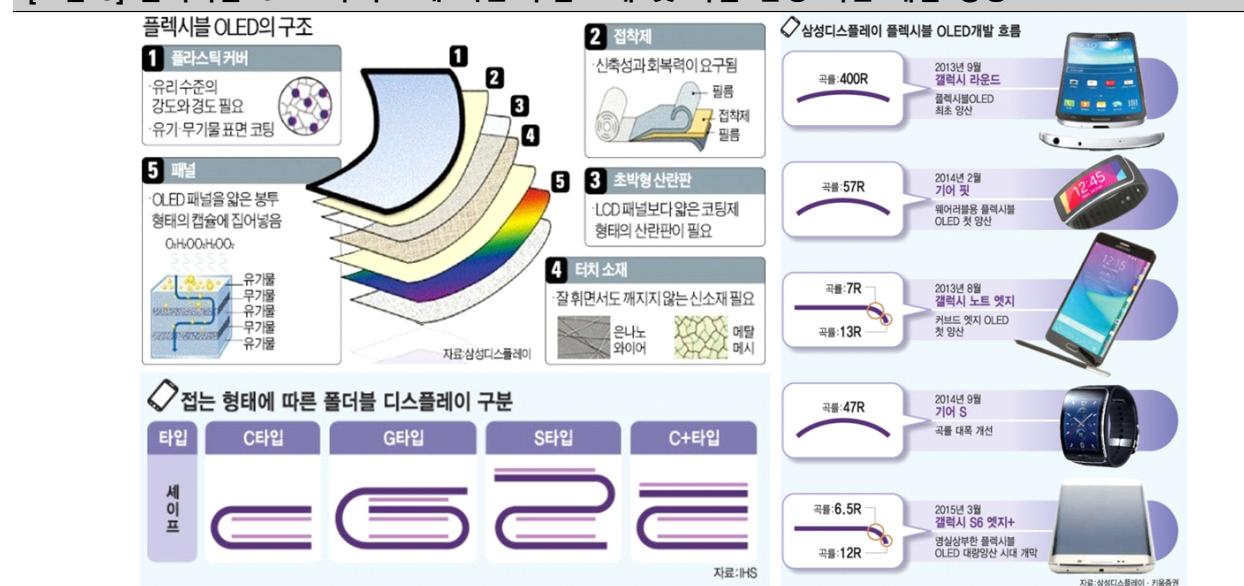
\*출처: 오피니언 뉴스 보도자료, NICE디앤비 재구성



## 2. 부품·소재 기술

폴더블 플렉시블 디스플레이는 곡률 반경이 종이를 반으로 접었을 때와 유사한 1mm 수준이어야 하며, 이를 위해서는 강화 유리, 터치센서, 박막 봉지층 등 부품·소재의 유연성을 향상 시킬 수 있는 기술개발이 필수적이다. 커브드 단계에서는 기판만 유연한 소재인 PI를 사용하고 있으나, 향후 강화 유리를 대체할 플라스틱 윈도우, 터치센서의 전극 소재인 ITO를 대신할 은나노와이어, 메탈메시, 카본 폴리머 등의 유연전극, 박막 봉지층 및 두께를 줄이는 기술 등의 부품·소재 개발이 요구되고 있다.

[그림 5] 플렉시블 OLED의 구조에 따른 부품·소재 및 곡률 반경 기준 개발 방향

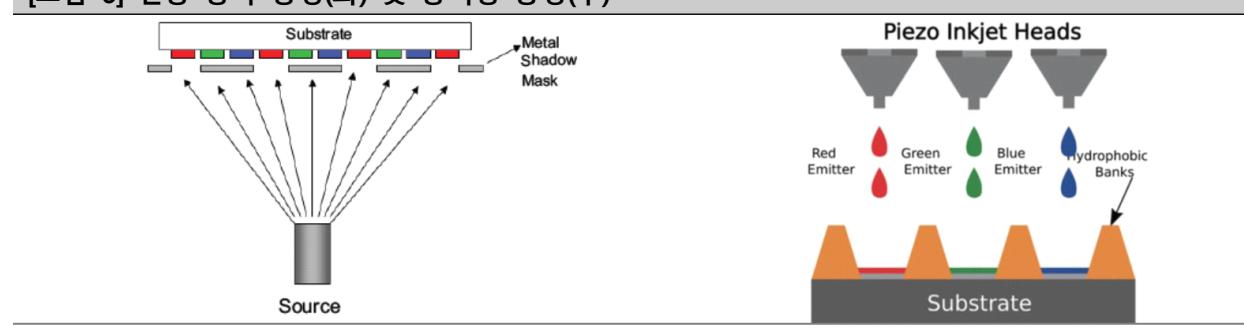


\*출처: 삼성디스플레이, IHS, 키움증권

## 3. 장비 기술

플렉시블 디스플레이는 현재 LCD 대비 제조원가가 높은 수준으로, 원가 절감을 위하여 플렉시블 디스플레이에 적합한 장비 및 공정 기술이 개발되어 적용되어야 할 것으로 판단된다. 현재는 유기 발광층 형성에 유기재료를 기화시켜 기판에 증착시키는 방식인 진공 증착 공정이 사용되고 있으나, 향후 유기재료를 용액화시킨 후 프린팅하는 공정 기술의 개발로 제조원가를 절감할 수 있을 것이다. 한편, 용액형 공정은 기존의 기화 방식 대비 재료 사용의 효율성을 높이고, 초기 설비 투자 비용도 낮출 수 있을 것으로 사료된다.

[그림 6] 진공 증착 공정(좌) 및 용액형 공정(우)

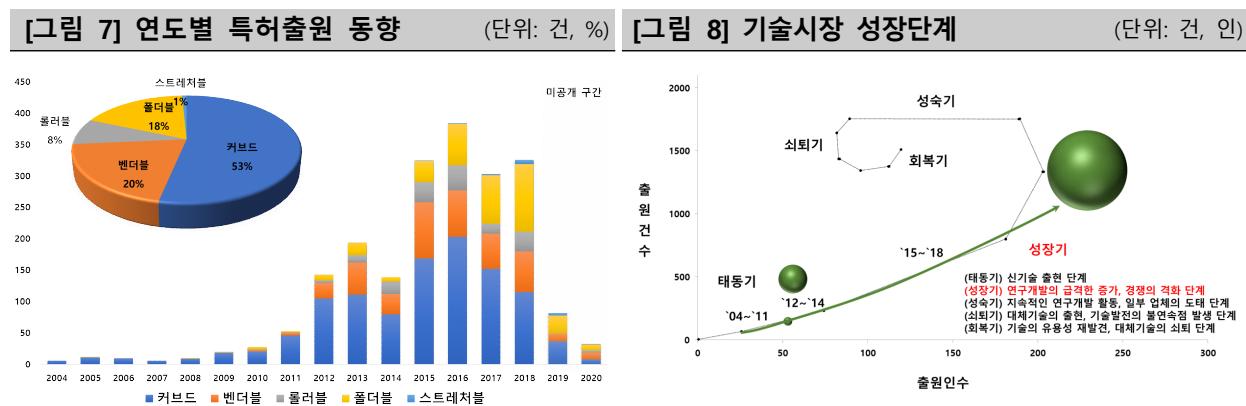


\*출처: 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행



## ■ 플렉시블 디스플레이 기술관련 특허동향

[그림 7]은 플렉시블 디스플레이와 관련된 특허 출원동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 전체 조사 특허 건수는 총 2,074건이었으며, 플렉시블 디스플레이 기술은 기판이 휘어질 수 있는 정도에 따라 커브드 53%, 벤더블 20%, 롤러블 8%, 폴더블 18%, 스트레처블 1% 확인되었으며, 2015년도부터 급격히 특허출원이 증가하는 추세이다. 2019~2020년의 출원은 아직 미공개 특허들이 존재하여, 향후 추가적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. [그림 8]은 플렉시블 디스플레이와 관련된 특허들을 분석하여 기술시장 성장단계를 조사했다. 그래프의 가로축은 출원인수, 세로축은 출원건수를 나타낸다. 1구간('04~'11)은 신기술 출현단계인 태동기, 2구간('12~'14)부터 3구간('15~'18)은 출원인수와 출원건수가 급격히 증가하는 성장기에 있으며, '19~'20 특허 미공개 구간을 감안시, 해당 연구개발의 급격한 증가와 경쟁의 격화 단계인 성장기 기술로 확인된다.



\*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

[그림 9]은 플렉시블 디스플레이 관련된 출원특허를 검색하여 확인된 주요출원인을 나타내었다. 주요출원인은 LG디스플레이(주), 삼성전자(주) 순이었으며, 코스닥 기업으로 주제이스텍, 주아모그린텍, 주유티아이도 주요출원인으로 조사 되었으나, 전체 출원특허 중에서 코스닥 기업의 특허건수는 3%로 확인되었다. [그림 10]은 주요출원인별 주요기술 동향을 나타냈다. 국내 플렉시블 디스플레이 완성품 제조사인 LG디스플레이(주)와 삼성전자(주)는 커브드, 벤더블, 롤러블 기술을 모두 보유하고 있었으며, 기술의 상용화가 용이한 커브드 특허가 가장 많았고, 벤더블 특허가 그 뒤를 이었다.



\*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

### III. 산업동향분석

#### 전·후방 산업과 수직계열화 구조의 플렉시블 디스플레이 패널 제조산업

글로벌 플렉시블 디스플레이는 디스플레이 산업에서 패널 제조산업에 속하며, 장비/공정 기술 기반 플렉시블 모바일, TV 등의 완성품에 공급되며, 현재 폴더블폰, 롤러블 TV까지 등장하였다.

##### ■ 디스플레이 산업내 플렉시블 디스플레이의 위치

산업통상자원부에서 발간한 2019~2021 산업기술 R&D 투자전략 미래형 디스플레이 보고서에 의하면, 플렉시블 디스플레이는 장비/공정 기술을 기반으로 완성품으로 TV, 모바일, 컴퓨터, 전자기기를 위한 디스플레이 패널 제조산업에 속하고 있으며, 전·후방 산업연관 효과가 큰 산업이다.

[그림 11] 디스플레이 산업 구조



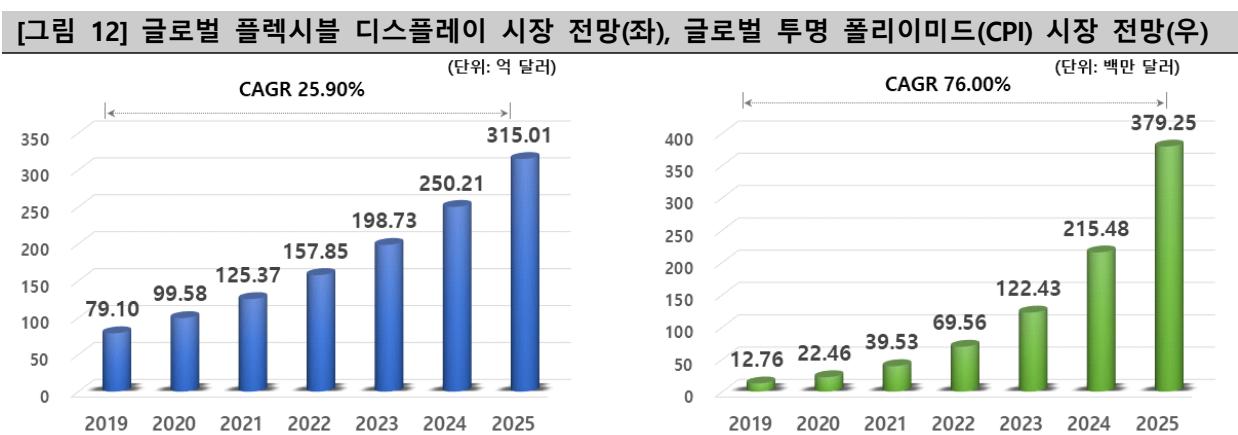
\*출처: 2019-2021 산업기술 R&D 투자전략, 미래형 디스플레이, 산업통상자원부

##### ■ 플렉시블 OLED 패널 결합으로 품 팩터 혁신의 가속화

플렉시블 디스플레이는 OLED 패널 특성이 결합되면서, 전방산업의 디바이스의 품팩터 혁신을 가속화 했다. 모바일 기기에서 폴더블폰은 휴대성(mobility)과 소비자의 대화면 선호 욕구를 모두 충족시켰고, TV의 경우 판매량 정체와 가격 하락속에서 TV 세트업체들의 전통적인 대응 전략인 대화면 및 고해상도 구현은 어느 정도 물리적 한계에 도달했다. 이에 따라 TV 세트 업체들은 플렉시블 디스플레이 패널의 특성을 이용해 롤러블 TV의 형태를 변형함으로써 소비자들의 공간 활용 수요를 충족시키고 있다. 이러한 시장ニ즈를 토대로 Research and markets 보고서(2019.12)에 의하면, 글로벌 플렉시블 디스플레이 시장은 25.9% 성장률로 증가하여, 2025년 315억 달러에 이를 것으로 예상했다. 또한, 폴더블폰, 롤러블 TV와 같은 품 팩터 혁신이 CES와 같은 전시장에서의 놀라움에 그치지 않고 시장에서 성공하기 위해서는



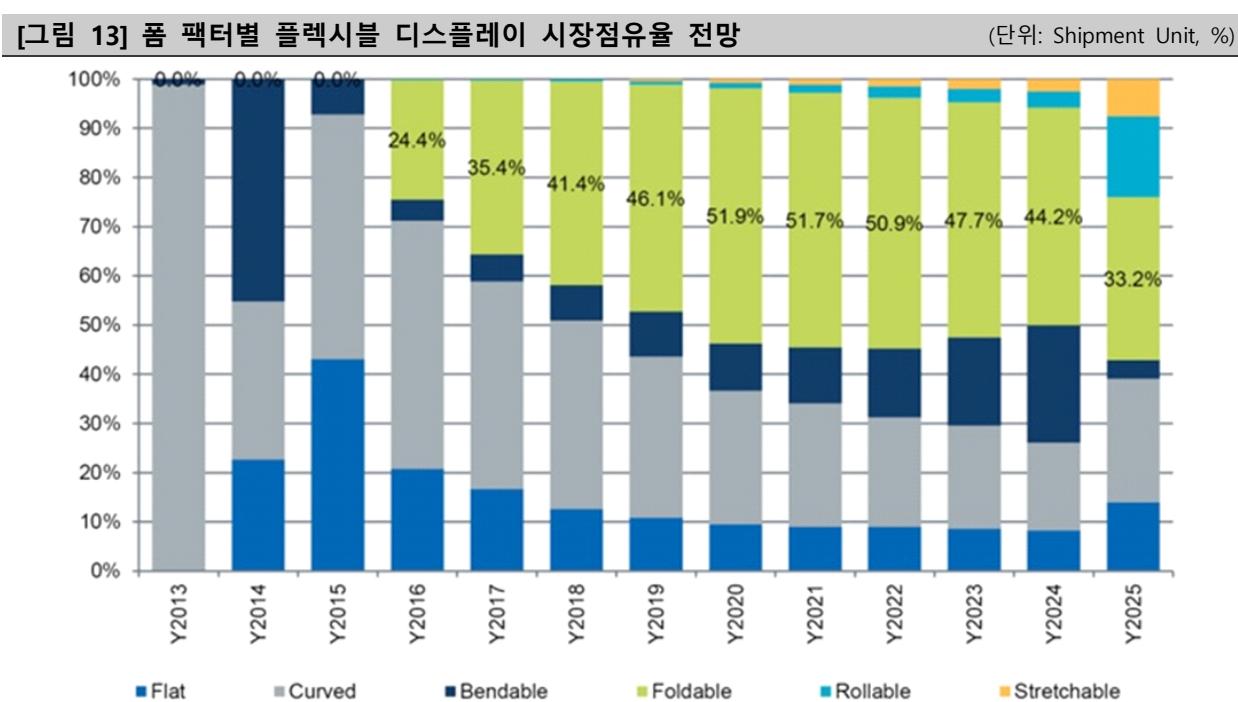
사용자 경험 측면에서 기존 제품들과 자별화된 경험을 제공하되, 안정적인 성능을 유지해야 한다. 폴더블폰의 경우 디스플레이 헌지 부분의 내구성 문제로, 반복적인 사용 후에도 화질·기능 저하가 없어야 하며, 이를 위해서는 관련 기술 개발과 함께 투명 폴리이미드(Colorless Polyimide, CPI) 필름 등 양질의 핵심소재 확보도 필수적이다. 글로벌 시장조사기관 Marketsandmarkets 보고서(2019.12)에 의하면, 글로벌 CPI 필름 시장은 2019년 12.76백만 달러에서 76% 성장률로 2025년 379.25백만 달러로 급성장을 전망하였으며, 이는 플렉시블 디스플레이 시장의 성장과 CPI 필름의 시장 니즈에 기인한 것으로 판단된다.



\*출처: Research and markets 2019(좌), Marketsandmarkets, 2019.12(우), NICE디앤비 재가공

### ■ 플렉시블 디스플레이 품 팩터 형태별 시장 전망

플렉시블 디스플레이의 도입 초기인 2013년에는 커브드 형태의 비중이 대부분이었으나, 2016년 폴더블 플렉시블 디스플레이가 도입 당시 24.4%를 차지하였으나 이후 점점 시장 비중이 높아져 2020년을 정점으로 현재 플렉시블 디스플레이의 과반 시장을 차지하고 있다.



\*출처: IHS, 플렉시블 디스플레이 기술 동향, KDB산업은행



## ■ 폴더블 플렉시블 디스플레이의 시장 전망

앞서 언급한 바와 같이, 플렉시블 디스플레이는 현재 폴더블 형태가 주류를 이루고 있다. Counterpoint Research(2019.19)에 의하면, 글로벌 폴더블폰 선적 수 예상치로 2014년 0.4백만 척에서 2023년 36.8백만 척으로 급격히 증가할 것으로 전망했다. 한편, 한국무역보험공사(2019.02) 보고서에 의하면, 폴더블폰을 구현하는 폴더블 OLED 패널 시장 역시 2018년 2십만 장에서 2025년 5천 5십만 장 규모로 급격하게 증가할 것으로 전망했다. 상기 시장조사자료를 토대로, 현재부터 향후 3~5년간은 폴더블 디스플레이가 플렉시블 디스플레이 시장에서 주류를 이룰 것으로 판단된다.

[그림 14] 글로벌 폴더블폰 선적수 예상치(좌), 글로벌 폴더블 OLED 시장 전망(우)

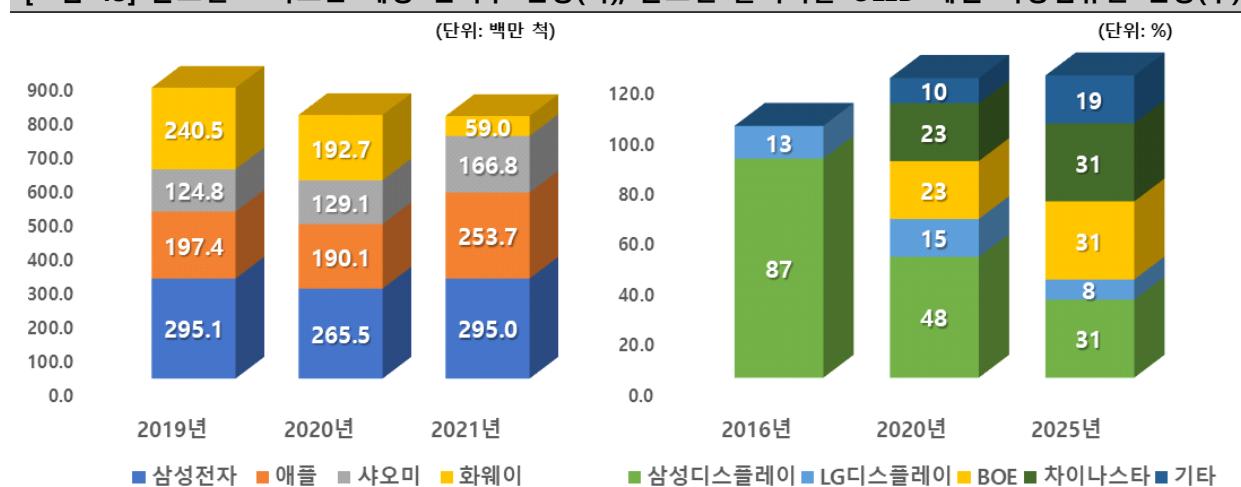


\*출처: Counterpoint Research, 2019.09(좌), 한국무역보험공사, 2019.02(우), NICE디앤비 재가공

## ■ 글로벌 스마트폰·플렉시블 OLED 패널 시장점유율 1위 기업 삼성과 중국의 추격

Maeil Business Newspaper(2020.09)의 자료에 의하면, 글로벌 스마트폰 선적수를 기준으로, 글로벌 스마트폰 시장점유율 비교시, 삼성전자는 2021년까지 글로벌 선두를 유지할 수 있을 것으로 보고했다. 한편, 시장조사기관 DSCC 보고서(2020.01)에 따르면, 2020년까지는 플렉시블 OLED 시장에서 삼성디스플레이, LG디스플레이가 시장점유율의 1~2위 업체이나, 2025년을 기점으로 삼성디스플레이(31%), LG디스플레이(8%), BOE(31), 차이나스타(31%) 순으로 중국업체의 추격을 전망했다.

[그림 15] 글로벌 스마트폰 예상 선적수 전망(좌), 글로벌 플렉시블 OLED 패널 시장점유율 전망(우)



\*출처: Maeil Business Newspaper, 2020.09(좌), DSCC, 2020.01(우), NICE디앤비 재가공

## IV. 주요기업분석

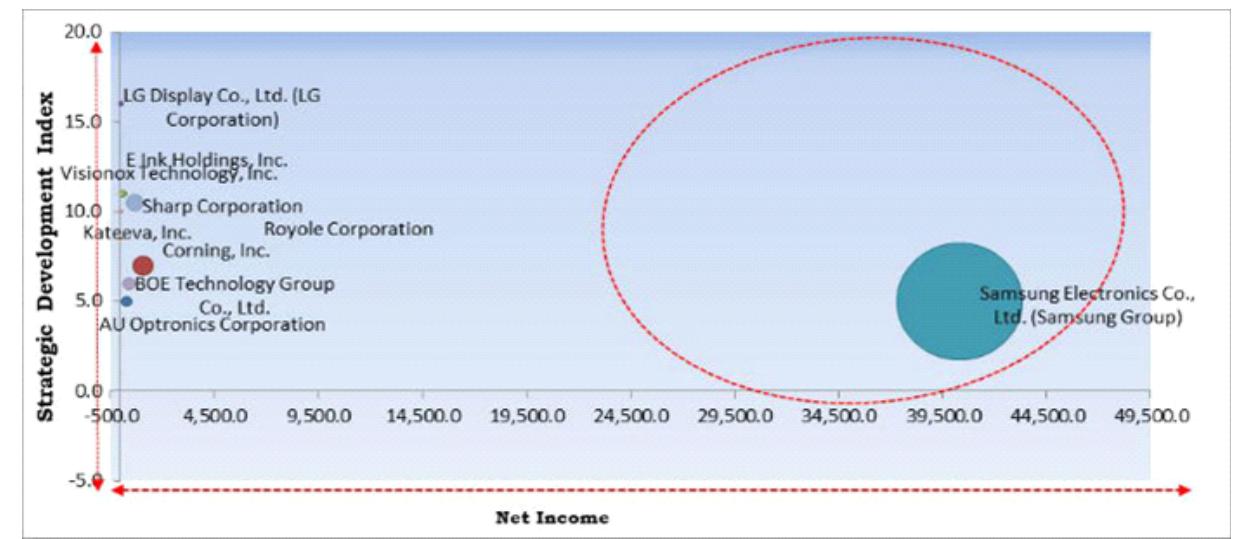
### 글로벌 플렉시블 디스플레이 1위 업체 삼성과 중국 업체의 추격

글로벌 플렉시블 디스플레이에는 삼성과 LG가 선두업체며, 전·후방 산업에 대응하기 위하여 기술이 다양한 만큼 Supply Chain이 복잡하여 다양한 업체가 장비, 소재, 부품 등을 제공하고 있다.

#### ■ 글로벌 플렉시블 디스플레이 선도기업, 삼성그룹

KBVresearch(2019.12) 보고서에 의하면, 순 이익 대비 전략적 발전지표 요소로 KBV Cardinal Matrix로 플렉시블 디스플레이 시장 경쟁 분석을 보고했다. 동 보고서에 포함된 업체는 LG Display Co., Ltd. (LG Corporation), Samsung Electronics Co., Ltd. (Samsung Group), AU Optronics Corporation, Corning, Inc., Sharp Corporation, Kateeva, Inc., BOE Technology Group Co., Ltd., Royole Corporation, E Ink Holdings, Inc. and Visionox Technology, Inc.로 플렉시블 디스플레이 시장에서 독보적인 순이익을 기반으로 삼성그룹의 글로벌 No. 1의 위치를 파악해주었다.

[그림 16] KBV Cardinal Matrix - 플렉시블 디스플레이 시장 경쟁분석



\*출처: KBVresearch(2019.12)

#### ■ 플렉시블 디스플레이 분야에 시장 참여자

국내 디스플레이 기업들은 주로 삼성전자, LG전자를 통해서 제품을 출시하고 있으나, IT 업계의 선도기업인 애플의 플렉시블 디스플레이 채택 시기에 따라 시장 성장 속도에 미치는 영향은 클 것으로 예상된다. 하이투자증권 디스플레이 보고서(2020.03)에 의하면, 애플의 디스플레이 기술개발 방향을 살펴보면, 궁극적으로 폴더블 디스플레이를 채택하겠다는 방향성이 명확하며, 폴더블 시장과 생태계가 성숙할 시점인 2022년경 폴더블 스마트폰 시장에 본격적으로 참가할 가능성이 클 것으로 판단했다.



## ■ 삼성·LG디스플레이 OLED 패널 부품 소재 Supply Chain

국내 및 글로벌 플렉시블 디스플레이 시장은 삼성디스플레이와 LG디스플레이 두 업체가 주도하고 있으며, 각각 소재 및 부품관련 주요 협력업체와 자체 공급망이 구축되어 있음. 삼성디스플레이와 협력업체 중 코스닥 업체는 에스에프에이, 로체시스템즈, 원익IPS, AP시스템, 아이씨디, HB테크놀러지, 케이맥, 예스티, 이오테크닉스, 필옵틱스, 제이스텍, 브이원텍, 파인텍, 영우디에스피, 디이엔티, 덕산네오룩스 15개로 확인되었다. LG디스플레이의 경우, 각 공정의 세부공정의 협력업체 중 코스닥 업체는 인베니아, 아바코, 베셀, 비아트론, 디엠에스, 주성엔지니어링, 선익시스템, 야스, 이오테그닉스, 엘아이에스, 탑엔지니어링, 베셀, 디에스케이, 동아엘텍 14개 업체이며, [표 10]에서 \*Bold체 표기 업체는 코스닥 기업이다.

[표 10] 삼성·LG디스플레이 OLED 패널 부품 소재 Supply Chain 중 코스닥 기업

공정 및 장비		삼성디스플레이	LG디스플레이
전공정	FA	물류, 자동화	에스에프에이*, 로체시스템즈*
	기판	PI Curing	원익IPS*
	TFT(LTPS)	세정	세메스, 에프앤에스테크, 케이시텍
	OLED	증착-PECVD	AMAT, 원익IPS*
		증착-Sputter	이루자, Ulvac
		ELA	AP시스템*
		노광	Canon, Nikon
		식각	아이씨디*, 원익IPS*, 세메스
		열처리	예스티*, 원익IPS*
	OLED	증착	Tokki
후공정	OTCA	봉지-TFE	PECVD: AMAT, Ink jet: 세메스
		봉지재	Polymer: 삼성SDI
	OTCA	Sputter	이루자, Ulvac
		PECVD	AMAT, 원익IPS*
		Dry etcher	아이씨디*, 원익IPS*
		LLO	필옵틱스*
	기타	검사	HB테크놀러지*, 케이맥*
		Repair	HB테크놀러지*, 참엔지니어링
		Dispense 등	에스에프에이*, 미래컴파니*
		Oven	예스티*, 원익테라세미콘
모듈		Laser cutting	이오테크닉스*, 필옵틱스*
		Pol. Attacher	에스에프에이*
	모듈	Laminating	예스티*, AP시스템*, 에스에프에이*
		Auto clave	예스티*
		Bonder	제이스텍*, 브이원텍*, 파인텍*
		화면검사	영우디에스피*, 디이엔티*
		공통층	덕산네오룩스*, 두산, 삼성SDI LG화학, Tosoh, Dow Chemical
	유기물	Red	Dow Chemical, 덕산네오룩스*, UDC 일본제철주금화학, 삼성SDI UCD, Merck, 덕산네오룩스*
		Green	Dow Chemical, 희성, Idemitsu kosan, UDC LG화학, 희성, Idemitsu kosan, UDC
		Blue	Idemitsu kosan, 에스에프시, JNC, SYRI
소재	마스크	FMM	Dai Nippon Printing
	기판	PI 도료	예스유머티리얼즈 UBE, Toray-Dupont

\*출처: IHS, 하이투자증권(2020.03), NICE디앤비 재가공



## ■ 국내업체

**[삼성디스플레이]** 삼성디스플레이는 LCD 및 OLED 디스플레이 패널 생산 및 판매업체이며, 고화질, 초대형, 플렉시블 OLED 등 고부가가치 디스플레이 제품을 출시하고 있다.

2011년 CES에서 플렉시블 AMOLED가 최초 공개되었으며, 동 제품은 400°C 이상 고온 제조공정에서도 녹지 않는 특수 플라스틱 기판을 적용함으로써 상용화에 가장 근접한 플렉시블 디스플레이로 주목을 받았다. 이후 2013년 CES에서 다결정 TFT를 이용한 Bended OMOLED ‘윰(YOUM)’을 공개하고, 2015년 2분기 부터는 플렉시블 OLED를 충남 아산 신공장을 가동하여 모서리가 휘어진 스마트폰 ‘갤럭시 엣지’ 시리즈용 디스플레이를 생산하였다. 이후 2019년 삼성전자의 ‘갤럭시 폴드’가 출시됨에 따라 갤럭시 폴드용 폴더블 패널 생산량을 증가시키고 있다.

**[LG디스플레이]** LG디스플레이는 TFT-LCD 및 OLED 등의 기술을 활용한 제품을 생산, 판매하고 있으며, OLED TV 패널, 스마트폰용 플렉시블 OLED 패널, 원형 OLED 패널 등을 지속적으로 출시하고 있다.

2013년 10월 스마트폰용 커브드 AMOLED 디스플레이 패널 양산을 시작하였으며, 동 제품은 자유롭고 앞뒤로 구부러지지는 않지만 플라스틱으로 만들어져 오목하게 휘어진 형태이다. 한편, LG전자는 CES 2019, 2020에서 2년 연속 롤러블 디스플레이가 적용된 ‘LG 시그니처 OLED TV R’을 공개해 ‘Best TV Product Award’를 수상했다.

## ■ 해외업체

**[AU Optronics]** AU Optronics은 1996년 Acer Display Technology로 설립되어, 2001년 Unipac Optoelectronics Corporation과 합병하면서 현재의 사명으로 변경하였으며, PCB, FPCB를 주력사업으로 영위하고 있다.

2013년부터 나노입자와 유기 물질을 이용해 잉크젯 프린터로 인쇄해 OLED를 생산하는 기술인 OLED 잉크젯 프린팅 기술을 개발하여 제품을 출시할 것으로 전망된다.

**[BOE]** BOE는 중국의 대형 디스플레이 업체로, 중국 업계 최초로 2017년 플렉시블 OLED 양산에 성공하였고, 2019년 20만회 접을 수 있는 3mm 두께의 플렉시블 OLED를 선보이며, 중국 국제 공업박람회 대상(CIIF) 수상 이력이 있다.

**[Japan Display]** Japan Display는 Sony, Hitachi, Toshiba 3사가 중소형 LED 패널 사업을 통합해 설립한 업체로, 스마트폰, 태블릿, 디지털 카메라, 의료 장비용 액정 디스플레이 모듈 등을 제조 및 판매하고 있다.

일본은 산업혁신기구(The Innovation Network Corporation of Japan, INCJ)의 지원아래 Sony와 Panasonic의 OLED 사업부문을 분리시켜 Japan Display의 자회사로 JOLED를 2015년에 설립해 잉크젯 방식의 OLED 양산을 목표로 연구개발 중이다.



## ■ 코스닥 기업분석: AP시스템, 비아트론, 덕산네오룩스

**[AP시스템]** AP시스템(Advanced Process System Corporation)은 2017년 3월 ASP홀딩스(존속법인, 지주회사)의 디스플레이/반도체 장비 제조 사업 부문이 인적 분할되어 신설법인으로 설립되었다.

AMOLED 및 LCD 장비, 반도체 장비의 제조 및 유통업 영위하며, AMOLED 부문 세계 1위 업체인 삼성디스플레이를 주요 고객사로 두고 있으며, 저온폴리실리콘(LTPS) 레이저결정화(ELA) 장비 부문에서 독과점적 점유율을 확보하는 등 경쟁력 보유 업체이다.

**[표 11] AP시스템 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)**

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
(단위: %)		매출액(억 원)	9,624.2	7,142.4	4,620.8
		증감률 YoY(%)	-	-25.8	-35.3
		영업이익(억 원)	261.6	457.5	284.3
		영업이익률(%)	2.7	6.4	6.2
		순이익(억 원)	190.9	252.3	94.5
		EPS(원)	1,495	1,651	618
		EPS 증감률(%)	-	10.4	-62.6
		P/E (x)	23.5	13.1	54.3
		EV/EBITDA(x)	15.5	7.3	14.0
		ROE(%)	-	25.8	8.6
		P/B(x)	6.0	3.1	4.5

\*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

**[비아트론]** 비아트론(Viatron Technologies Inc.)은 2001년 12월 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업 등을 목적으로 설립되었으며, 2012년 5월 코스닥 시장에 상장된 업체이다.

LTPS TFT나 Oxide TFT를 이용한 AMOLED, 고해상도 LCD, 플렉시블 디스플레이 등 디스플레이 패널의 전공정 기판 제조에 적용되는 열처리 장비를 생산 업체로, LTPS 공정에 적용되는 열처리 장비 분야에서 글로벌 점유율 1위를 확보한 업체이다.

**[표 12] 비아트론 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)**

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
(단위: %)		매출액(억 원)	1,007.8	1,291.3	499.5
		증감률 YoY(%)	31.9	28.1	-61.3
		영업이익(억 원)	208.2	292.2	37.9
		영업이익률(%)	20.7	22.6	7.6
		순이익(억 원)	121.7	244.8	48.0
		EPS(원)	1,005	2,021	396
		EPS 증감률(%)	-9.8	101.1	-80.4
		P/E (x)	20.6	5.0	27.4
		EV/EBITDA(x)	8.7	1.1	12.5
		ROE(%)	11.7	20.6	3.7
		P/B(x)	2.3	0.9	1.0

\*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공



[덕산네오룩스] 덕산네오룩스(Duk San Neolux co.,ltd.)는 2014년 12월 덕산하이메탈(주)의 금속소재 사업부문(솔더볼)과 화학소재 사업부문(EL소재)이 인적 분할되어 설립되었다.

AMOLED 유기물 재료 및 반도체 공정용 화학제품을 생산하는 화학소재 사업체로, 충남 천안시 서북구에 본사 및 공장을 두고 있으며, 주요 제품으로 AMOLED 디스플레이에 사용되는 HTL(정공수송층), HIL(정공주입층), RED HOST 등이 있으며, 주요 매출처는 삼성디스플레이이다.

[표 13] 덕산네오룩스 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 별도기준)

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
(단위: %)		매출액(억 원)	1,004.1	906.9	978.7
		증감률 YoY(%)	137.2	-9.7	7.9
		영업이익(억 원)	184.0	203.2	207.6
		영업이익률(%)	18.3	22.4	21.2
		순이익(억 원)	167.7	188.1	191.6
		EPS(원)	699	784	798
		EPS 증감률(%)	258.5	12.2	1.8
		P/E (x)	35.2	18.1	33.0
		EV/EBITDA(x)	25.1	12.7	24.0
		ROE(%)	14.5	14.3	12.7
		P/B(x)	4.8	2.4	4.0

\*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

(포트폴리오 분석기준)

- (1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
- (3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음