

플렉시블 디스플레이 최근 동향

1. 플렉시블 디스플레이 기술 개요

◆ 플렉시블 디스플레이(Flexible Display) 탑재 스마트폰, 스마트워치, 곡면 TV 의 등장으로 주목받는 플렉시블 디스플레이

- 최근 플렉시블 디스플레이를 탑재한 곡면 TV 와 스마트폰, 스마트워치 등의 등장으로 플렉시블 디스플레이가 화두로 부상
 - 최근 국내외 주요 TV 제조업체들 간에는 곡면 TV 출시 경쟁이 점차 가열
 - 또한 지난해 10 월부터 국내 기업들이 소형 플렉시블 OLED 디스플레이를 탑재한 스마트폰, 스마트워치를 잇달아 출시
 - 이 같은 제품들을 플렉시블 디스플레이 시대를 열고 있다는 점에서 의미를 가짐
- 일본과 중국, 미국의 플렉시블 디스플레이 구현에 가장 적합한 OLED 개발 가속
 - Sony, Panasonic, Japan Display 등 일본 업체는 민관 공동투자펀드인 산업혁신기구(INCJ)와 JOLED 설립을 합의하고, 차세대 제품 개발 및 사업화 추진 예정
 - 중국 최대 디스플레이 업체 BOE 는 정부 지원에 힘입어 5.5 세대 OLED 라인을 구축중이며, 2015~2016 년 가동을 목표로 8 세대 OLED 신규 설비투자도 검토중

◆ 플렉시블 디스플레이 개념

- 플렉시블 디스플레이란 플라스틱 등 유연한 재료를 사용하여 기능의 손실 없이 자유롭게 구부리거나, 두루말이처럼 말거나, 접을 수 있는 형태의 디스플레이를 통칭
- 플렉시블 디스플레이의 디스플레이 모드는 OLED, LCD, E-paper 등으로 구분되며, 각각의 장단점 존재
 - 현재 OLED 와 LCD 를 적용하는 것이 큰 흐름이나 고가의 배리어 특성을 요구하지 않는 E-paper(전자종이) 형태의 표시소자가 또 다른 형태의 흐름으로 진행 중

* 본 내용과 관련된 사항은 산업분석팀(☎ 042-612-1112, ssj@iitp.kr)으로 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

<표 1> 플렉시블 디스플레이의 종류 및 특성

구분	특성	
	장점	단점
Flexible OLED	- 완전한 플렉시블 디스플레이 구현 가능 - 보조 광원(back light unit) 불필요	- 수분이나 산소에 민감 - 대면적 구현을 위한 구동 방식 복잡
Flexible LCD	- 구동방식 및 제조방식이 간단 - 수분이나 산소에 민감하지 않음	- 완전한 플렉시블 디스플레이 적용어려움 - 보조 광원 개발이 필요
Flexible E-Paper	- 완전한 플렉시블 디스플레이 구현 용이 - 수분이나 산소에 민감하지 않음 - 소비전력이 작아 모바일 기기에 유리	- 컬러 구현 및 고색재현율 구현이 어려움 - 느린 응답속도로 동영상 구현이 어려움

<자료>: 특허청, 2014. 6. 30.(원소스, 신한금융투자), 재구성

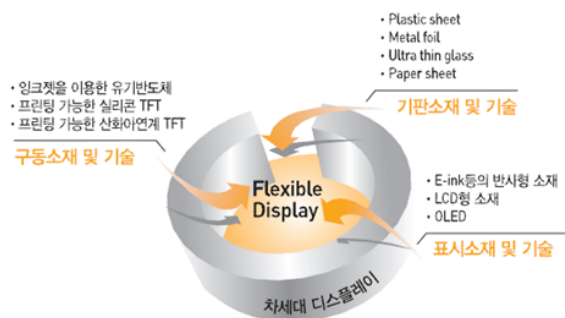
◆ 플렉시블 디스플레이는 Hype Cycle 상에서 2 단계로 진행

- 플렉시블 디스플레이는 Hype Cycle 상에서 2 단계로 나아가는 중이며, 5~10 년 후에는 제품 생산이 안정화 단계에 접어들 전망

2. 요소 기술 및 개발 동향

◆ 요소 기술 및 개발 동향

- 플렉시블 디스플레이를 구현하기 위해서는 다양한 요소 기술이 필요하며 기관기술, 구동소자 기술, 디스플레이 모드 기술, 공정 기술 등이 핵심
- 기관기술은 플렉시블 디스플레이를 구현하기 위한 가장 핵심적인 개발요소
- 기존 유리(glass) 형태의 단단한 기관을 유연한 소재로 전환하면서도 LCD 나 OLED 와 동등한 화질을 구현하는 것이 핵심
 - 현재 다양한 대체 소자가 검토되고 있으나 ① 가공의 용이성, ② 무게, ③ 소재의 ‘저가격화’ ④ 제조 공정에서의 적합성 등을 이유로 플라스틱 기관소재가 중심이 될 것으로 보이고, 최근 국내에서는 관련 특허 출원도 급증 추세
 - 현재 플라스틱 기관의 기초 소재로서 다양한 수지들이 연구되고 있으나 모든 요건을 충족하는 것



<자료>: KEIT PD Issue Report, 2013.10.(원소스, 삼성종합기술원)

(그림 1) 플렉시블 디스플레이 핵심 구성 요소 기술

<표 2> 주요 플라스틱 기판 소재 종류별 특성 비교

소재	장점	단점
PI (Polyimide)	·우수한 내화학성, 내열성, 절연성	·흡수력이 큼: 공정 중 탈수과정 필요
FRP (Fiber Reinforced Plastic)	- 높은 열팽창계수, 광학특성 - 원가를 낮출 수 있는 가능성	- 내열특성
PC (Polycarbonate)	- 우수한 광학적 기계적 특성	- 취약한 내화학성(Chemical 사용에 제한, Hard Coating Layer 필요) - 열팽창계수가 큼(무기물의 10 배) - 공정 온도 제한(150~180℃)
PET (Polyethyleneterephthalate)	- 낮은 Tm(용융온도): 공정 용이 - 저렴한 제조비용 - 내화학성 우수 - 낮은 흡수성	- 취약한 열적 안정성(낮은 Tg, Tm(Tg: 유리전이온도) - 광학적 이방성 - Whitening(> 150℃): 광투과도 저하
PES (Polyethersulfone)	- 비교적 높은 공정 온도(<180℃)	- ketone 계 용매에 대한 내화학성 취약 - 흡습성이 커 장시간 보관시 탈수공정 필요 - 원료 공급처 제한(BASF, 스미토모, 솔베이) - 높은 단가
PEN (Polyethylenenaphthalate)	- low cost - 낮은 CTE*	- 광학적 이방성 - 낮은 열안정성
Metal Foil	- Gas barrier 층 필요 없음 - 고온공정 가능(400℃ 이하)	- 불투명 - low flexibility - rough surface

<자료>: 유진투자증권, 2014. 5.

은 없으며 PI(Polyimide), FRP(Fiber Reinforced Plastic)가 가장 부각 중

- 한편, 플렉시블 디스플레이 구현에 있어 가장 큰 변화 중 하나가 제조 공정으로 직접 법, 전사법, roll-to-roll 법 등 다양한 방식이 존재

- 구동소자의 경우 비정질실리콘(a-Si) TFT, LTPS TFT, Oxide TFT(산화물 TFT), 유기 TFT 등의 기술이 경쟁하고 있는 가운데 최근 Oxide TFT에 대한 연구가 활발
 - a-Si TFT는 대형 디스플레이를 저비용으로 제작할 수 있다 것이 큰 장점
 - LTPS(Low Temperature Poly-Silicon) TFT는 높은 이동도(~100 cm²/Vs)로 소형 디스플레이에 많이 사용
 - Oxide TFT는 최근 주목 받고 있는 기술로 여러 종류가 있지만, 실용화가 진행 중인 것은 대부분 인듐-갈륨-아연의 산화물(InGaZnO)에 의한 TFT로 IGZO로 통칭
 - 유기 TFT는 장래의 매우 유연한 플렉시블 디스플레이용 TFT로 기대
 - 한편 제작 시 공정 온도는 플렉시블 디스플레이용 TFT 선택의 중요한 파라미터의 하나로, 플라스틱 기판은 낮은 용융점 때문에 기판상에 직접 TFT 제작이 곤란

◆ 주요국 개발 동향

- 국내에서는 플렉시블 디스플레이 등 차세대 디스플레이 개발을 위해 정부·기업 간 협력 체계 구축
 - 최근, 정부는 디스플레이 분야 세계 선두 기업인 삼성디스플레이, LG 디스플레이 등과 함께 「미래 디스플레이 핵심기술 개발을 위한 투자 협력 양해각서(MOU)」 체결
 - 이에 따라 정부와 삼성, LG는 플렉시블 디스플레이 등 미래형 디스플레이 원천기술 개발에 앞으로 5년간 총 약 300억 원 투자 예정
- 미국, 유럽, 일본 등 주요 선진국에서도 플렉시블 디스플레이 등의 미래 시장 선점 및 차세대 기술 확보를 위한 경쟁 치열

<표 3> 주요국 플렉시블 디스플레이 개발 동향

구분	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> - 국방부를 중심으로 Arizona State University(ASU) 연구단지 내에 플렉시블 디스플레이센터(FDC: Flexible Display Center) 설립 - 2004년부터 5년간 4,370만 달러를 지원하였으며, 추가로 5년간 5,000만 달러 투자
일본	<ul style="list-style-type: none"> - 차세대 연구개발을 위해 정부차원의 R&D 지원·관리를 위한 NEDO(New Energy And Industrial Technology Development Organization)를 구축하여 플렉시블 디스플레이 R&D 프로젝트 운영
유럽	<ul style="list-style-type: none"> - 'FlexiDis' 프로젝트를 통해 Cambridge 대학, 독일의 Stuttgart 대학, Nokia 연구소, Philips 연구센터, 프랑스의 톰슨 및 STMicroelectronics 등에서 플렉시블 디스플레이 기술 개발

<자료>: PD Issue Report, KEIT, 2013. 10.

3. 산업 동향 및 시장 전망

◆ 산업 동향: 국내 기업들, TV·스마트폰 등 탑재로 상용화에서 한발 앞서 나가기 시작

- 대형 디스플레이를 탑재하는 대표 제품인 TV의 경우 최근 곡면 TV 판매 급증
 - CES2014에서 삼성전자, LG전자 외에 일본과 중국 주요 TV 제조업체들도 곡면 LCD 혹은 곡면 OLED TV 전시하였으며, 이들 기업 중 2014년 상반기 곡면 UHD TV를 시장에 출시한 기업은 국내 기업에 한정
 - 현재 출시 혹은 예정인 곡면 TV에는 LCD나 OLED가 탑재되어 있으며, 이들 디스플레이는 곡면 구현 등 관련 기술이 적용되었기 때문에 플렉시블 디스플레이로 구분
 - 한편, LG전자는 최근 종이처럼 둘둘 말 수 있는 18인치 크기의 플렉시블 OLED 디스플레이 시제품을 공개

- 소형 플렉시블 OLED 디스플레이, 스마트폰 및 스마트워치에 탑재되면서 시장에 등장
 - 2013 년에 삼성전자의 갤럭시 라운드, LG 전자의 G 플렉스 출시에 이어 2014 년에도 삼성전자의 기어핏과 기어라이브가 시장에 출시되면서 소형 플렉시블 OLED 디스플레이를 탑재한 기기시장 창출
 - 한편, 일본 기업들은 곡률 반경 10mm 이하의 실현 등 유연성이 뛰어난 시제품을 선보이고 있으나 아직 양산에는 이르지 못하고 있으며 탑재 제품 출시도 없는 상황
 - Nokia 는 SID2014 에서 3 분의 1 사이즈로 두 번 접었다가 다시 일자로 펼 수 있는 플렉시블 OLED 디스플레이를 공개

<표 5> 소형 플렉시블 OLED 디스플레이 최근 개발 예

구분	LG	Sharp•SEL	Panasonic•imec 외
공개 시점	2013.10.	2013.5.	2013.5.
크기(인치)	6	3.4	4.0
해상도	1280×720	540×940	224×224
인치당 화소 수	248ppi	326ppi	80ppi
컬러화	(미공개)	백색+CF	RGB
emition 형식	(미공개)	top	top
TFT	(미공개)	CAAC-IGZO	IGZO
기판 재료	폴리이미드	플라스틱(상세 미공개)	PEN
곡률 반경	700mm	5mm	10mm
비고	2013 년 11 월, 본 디스플레이 탑재 스마트폰(G 플렉스) 출시	곡률 반경 5mm 이하의 연속 굽힘 시험에서 10 만 회 이상의 내성 확인	

<자료>: NHK 技研 R&D, 2014. 5.

- 플렉시블 디스플레이 관련 핵심기술 선점을 위한 기업 간 경쟁으로 특허출원 급증
 - 특허청에 따르면 플렉시블 디스플레이용 플라스틱 기판 소재 관련 특허출원이 2005~2009 년 연평균 25 건에 불과했으나 2010~2013 년 연평균 62 건으로 약 2.5 배 급증
 - 플라스틱 기판 제조 관련하여 플라스틱이 유리나 같은 투명성과 내열성을 갖도록 만드는 플라스틱 중합기술(43%), 투명플라스틱 필름 위에 기체 차단성, 내마모성 등을 갖는 코팅막을 형성하여 여러 가지 기능을 개선하는 적층 기술(28%) 등이 주도
 - 특허출원인 중에서 내국인이 70%를 차지하고 있고 대기업 175 건(67%)과 대학 36 건(14%), 연구소 27 건(10%), 중소기업 18 건(7%) 순으로 출원

◆ 시장 전망

- 지난해부터 열리기 시작한 플렉시블 디스플레이 시장은 2015 년부터 본격적으로 시장 확대 기대
 - Display Search 는 플렉시블 OLED 디스플레이 시장이 2013 년 3,700 만 달러 규모에서 2020 년 234 억 달러 규모에 이를 것으로 전망(연평균성장률 151% 상회)
 - 소형 플렉시블 디스플레이 시장은 앞으로 출시될 스마트폰과 태블릿 PC, 웨어러블 기기에 탑재되면서 본격 성장할 것으로 기대
 - 삼성전자, LG 전자가 곡면 TV 라인업을 강화하면서 대형 플렉시블 디스플레이 시장도 성장 기대

4. 맺음말

◆ 플렉시블 디스플레이, 디스플레이 산업의 새로운 성장기를 열 것으로 기대

- 2000 년 이후 디스플레이 산업은 CRT 에서 LCD 로 세대를 바꾸며 크게 도약
 - 노트북 PC 시장에서 LCD 패널이 빠르게 탑재되고 LCD TV 의 본격 보급으로 비약적인 성장
 - 정체기의 디스플레이 산업이 OLED 에서 돌파구를 찾는 중으로, 특히 OLED 기반 플렉시블 디스플레이는 혁신성, 소비자 만족 등 차세대 디스플레이의 핵심적 가치를 제공

◆ 초기 단계의 시장은 국내 기업들이 선점해 가는 양상

- 최근까지 상용 제품에 탑재된 플렉시블 디스플레이는 e-paper 형태만 존재했으나 지난 해 국내 기업들이 LCD, OLED 기반의 플렉시블 디스플레이 탑재 제품을 출시
- 현재까지 OLED 기반 플렉시블 디스플레이의 양산 가능 기업은 국내 기업에 한정

◆ 기술개발 가속화 및 대응 강화로 글로벌 디스플레이 주도권 이어가야

- 현재 폴더블 형태의 시제품이 공개되었고 기기에 탑재된 경우 curved 단계가 시장에 출시된 상황으로, 진정한 플렉시블 디스플레이 구현까지는 다양한 해결 과제가 잔존
- 최근 디스플레이 부문의 강자인 일본의 본격적인 OLED 사업추진과 함께 중국도 정부지원정책에 힘입어 OLED 시장 진입을 가속화하는 등 경쟁국의 발걸음도 빨라짐