

OLED TFT 기술 동향

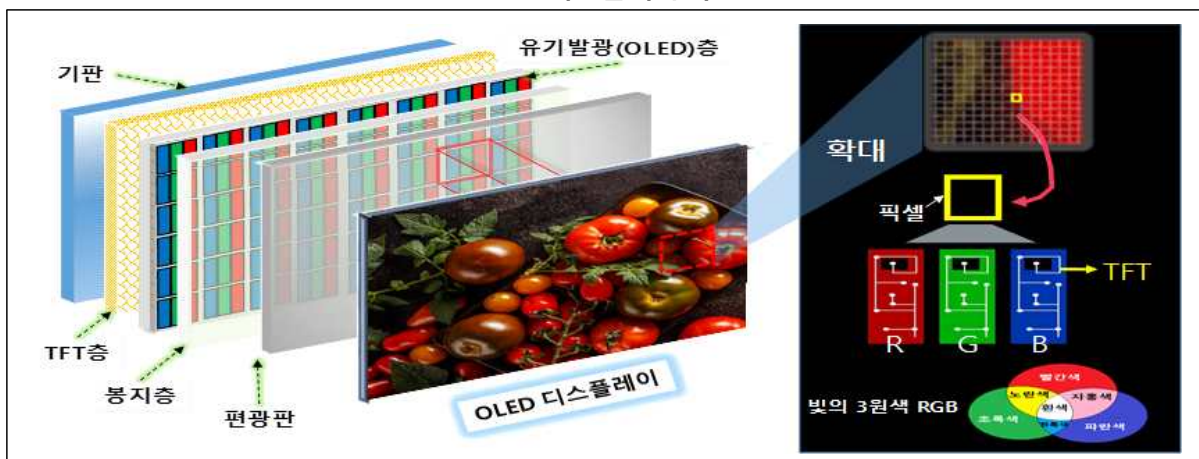
KDB미래전략연구소 산업기술리서치센터
 신유리 (yoorishin@kdb.co.kr)

- ◆ 전자 이동속도가 빠른 LTPS(폴리실리콘 소재) TFT가 스마트폰 OLED용으로 주로 사용되는 가운데 국내 패널 제조사들은 LTPS의 단점을 개선한 LTPO(폴리실리콘+산화물 소재) TFT를 개발
- ◆ 중국 패널 제조사들은 LTPS 응용 기술을 통해 한국의 LTPO TFT에 대응하고 있으며, LTPO 기술 확보 노력 중

□ OLED 기술 발전에 따라 다양한 TFT 기술이 등장하였으며, 최근 스마트폰에는 전자 이동속도가 높은 LTPS TFT를 주로 사용

- OLED는 전기가 흐르면 발광하는 유기소재 물질을 활용하여 화면을 구성하는 디스플레이로, OLED의 TFT(Thin Film Transistor)는 발광부가 빛을 발할 수 있도록 스위치, 밝기 조정, 구동 등의 역할을 수행
 - OLED 패널은 베이스가 되는 기판 위에 전기회로에 해당하는 TFT층과 빛을 발생시키는 유기발광층, 외부환경으로부터 보호막 역할을 하는 봉지층을 형성하여 제조
 - OLED TFT는 화소, 소비전력 등의 디스플레이 주요 성능을 결정

OLED 디스플레이 구조



자료 : 산업은행

- TFT는 구성 소재에 따라 a-Si(Amorphous Silicon, 비정질실리콘), Oxide(산화물), LTPS(Low Temperature Poly-Silicon) 등으로 분류되며, 스마트폰에는 전자 이동 속도가 높은 LTPS TFT를 주로 사용
 - LCD 초기에 사용되던 a-Si TFT는 공정은 간단하나 전자 이동속도의 한계로 동일 시간 내 보여줄 수 있는 정보가 적으므로 동영상 등의 재생에 부적합
 - 이러한 단점을 개선하기 위해 Oxide, LTPS 등으로 TFT 기술이 개선되어 왔으며, LTPS TFT는 전자 이동속도가 a-Si의 100배에 달해 영상을 매끄럽게 표현 가능

TFT 종류 및 특성

구분	a-Si	Oxide	LTPS
전자 이동속도(cm^2/Vs)	~1	10~50	~100
포토마스크 공정 수	4회	4~6회	6~10회
사용처	초기 LCD	LCD, TV용 OLED	LCD, 스마트폰용 OLED

자료 : 언론종합

□ 삼성디스플레이 등 국내 패널 제조사는 LTPS TFT 대비 전력소모가 적은 LTPO TFT를 개발하여 제품 적용 중

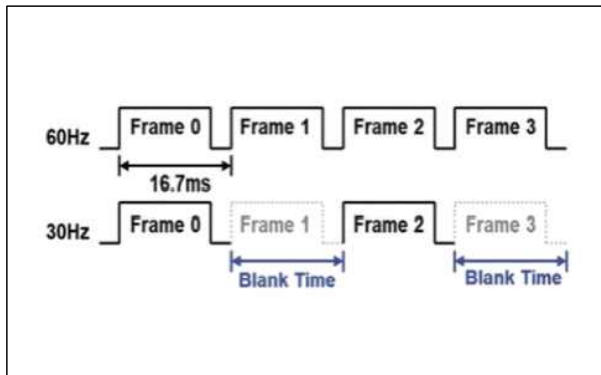
- 최근 LTPS TFT의 단점을 보완한 LTPO(Low Temperature Polycrystalline Oxide) TFT가 등장하여 프리미엄 스마트폰을 중심으로 LTPS를 대체 중
 - LTPS TFT는 OFF(화면을 끈 상태) 또는 저주파수 환경(정지화면)에서 누설전류가 발생하여, 배터리 소모가 빠름
 - LTPO TFT는 구동은 LTPS로 하되, 스위치에만 Oxide를 적용한 TFT로, 누설 전류를 줄여 스마트폰의 배터리 소모 절감 가능
- 단, LTPO TFT는 공정이 복잡하고 기술 난이도가 높으며, LTPS 위주로 구축된 기존 생산라인의 전환이 필요
 - LTPS에서 LTPO 라인으로 전환하기 위해서는 노출, 현상, 스퍼터 등의 장비 투자가 필요
 - 또한 LTPS보다 30% 많은 Photomask를 필요로 하는 등 추가 공정 발생으로 인해 수율 확보가 어려움
- 삼성디스플레이가 그동안 유일하게 LTPO 적용 OLED를 생산하여 삼성전자 플래그십 스마트폰 모델, 아이폰13 고사양 모델 등에 독점 공급하여 왔으며, LG디스플레이도 '22년 출시되는 아이폰14에 LTPO 적용 제품을 공급

- 삼성전자와 Apple은 주력 스마트폰에 LTPO 적용 OLED를 채택('20~'21년)했으며, 향후 LTPO 적용 모델을 확장할 것으로 예상

□ 중국 패널 제조사들은 LTPS TFT를 응용한 기술을 개발하였으나, LTPO 대비 소비 전력 절감 효과가 낮아, LTPO TFT 기술 확보 노력 중

- 중국 패널 제조사들은 LTPS-based LFR(Low Frequency Rate) 기술을 개발하여 한국의 LTPO 기술에 대응 중이나, LTPO 대비 소비전력 절감 효과가 낮아 프리미엄 스마트폰에의 제품 채택을 위해서는 LTPO 기술 확보가 불가피
 - LFR 기술은 저주파수 구동 시 디스플레이 화면을 새롭게 Update하지 않는 기술을 말하며, 중국의 BOE, CSOT 등이 개발
 - LTPS-based LFR 기술은 LTPO로의 라인 전환이 불필요해 생산비용 면에서는 장점이 있으나, 전체 소비전력 감소 측면에서는 LTPO 대비 효과가 적음
 - 중국 패널 제조사들은 최근 LTPO 패널 개발도 시작하였으나, Apple 등 메이저 스마트폰 제조사로의 제품 공급에는 다소 시간이 소요될 전망

LFR 기술 개념도



LTPO vs LTPS-based LFR 소비전력 비교

소비전력	@60Hz	LTPO @30Hz	LTPS LFR @30Hz
OLED device ¹⁾	70%	70%	70%
Data writing ²⁾	20%	-	~10%
DDIC ³⁾	10%	-	~5%
전체소비 전력	100%	70%	85%

주 : 60Hz frame 주파수에서 30Hz 저주파수 구동을 보여주는 예로, 2개의 frame마다 하나를 구동하고, 한 frame time은 새롭게 이미지를 refresh하지 않는 방법
 자료 : 유봉현('21), "가변주파수 구동기술", 인포메이션 디스플레이, vol.22, No.4

주1 : 발광에 소요되는 전력
 주2 : 칩에서 픽셀까지 전달되는 데이터를 쓰는 전력
 주3 : 셀 on/off 명령에 소요되는 전력
 ※ LTPO가 LTPS 응용기술 대비 15% 추가 절감 가능
 자료 : OMDIA