

# 2024 IT용 OLED 기술과 산업 동향 분석 보고서

2024. 9

Senior Analyst  
Dr. Chang Wook HAN

Analyst  
Jun Ho KIM

Chief Analyst  
Dr. Choong Hoon YI

<b>1. 핵심 요약</b> .....	<b>6</b>
<b>2. OLED 적용 제품 동향</b> .....	<b>9</b>
2.1 OLED Tablet	
2.2 OLED Notebook PC	
2.3 Foldable Notebook PC 개발	
2.4 On-device AI OLED Notebook PC	
<b>3. LTPO TFT Backplane</b> .....	<b>34</b>
3.1 LTPS, Oxide, LTPO TFT 비교	
3.2 LTPS TFT 패널과 LTPO TFT 패널 성능 비교	
3.3 LTPO TFT 패널의 소비 전력이 낮은 원리	
3.4 LTPO TFT 적용 제품	
3.5 LTPO TFT 생산 업체 현황	
3.6 업체별 LTPO TFT 화소 회로 성능	
3.7 LTPO TFT 제조 원가 이슈	
3.8 저가 LTPO TFT 기술	
<b>4. 8세대 기판 TFT Backplane</b> .....	<b>50</b>
4.1 LTPO TFT 제작	
4.2 Oxide TFT 개발 현황	
4.3 8세대 대응 IGZO 타겟 공급 업체	
4.4 고 이동도 Oxide TFT 필요성	
4.5 8세대 대응 Oxide TFT의 요구 성능	

4.6 IT제품용 Oxide TFT 내부 보상회로	
4.7 고 이동도 Oxide TFT	
4.8 High Resolution Oxide TFT	
4.9 고 신뢰성 Oxide TFT	
4.10 Short Channel Oxide TFT	
<b>5. RGB Tandem OLED</b> .....	<b>73</b>
5.1 Tandem OLED의 필요성	
5.2 Single OLED와 Tandem OLED 비교	
5.3 Tandem OLED 구조와 Supply Chain	
5.4 Tandem OLED 소자 특성	
5.5 Single OLED와 Tandem OLED 소자 구조	
5.6 Tandem OLED의 이슈 (저계조 color shift)	
<b>6. Color Filter on Encapsulation</b> .....	<b>88</b>
6.1 COE 기술의 필요성	
6.2 편광판 적용 패널과 COE 패널의 특성 비교	
6.3 COE 공정	
6.4 패널 업체별 COE 개발 현황	
<b>7. Hybrid OLED</b> .....	<b>97</b>
7.1 Hybrid OLED 장점	
7.2 Glass Thinning & Cell Separation	

<b>8. Photolitho OLED</b> .....	<b>102</b>
8.1 Photolitho OLED 기술	
8.2 Photolitho OLED 제작 공정	
8.3 패널 업체별 Photolitho OLED 개발 현황	
<b>9. Cover window</b> .....	<b>124</b>
9.1 Cover Window 용도 및 적용	
9.2 Cover Window 제조공정	
9.3 Glass 소재	
9.4 Glass 제작 방법	
9.5 Cover Window 성능과 제작 방법에 따른 특성	
9.6 Glass 강화	
9.7 Glass 표면 Coating	
9.8 Cover Glass 공급업체	
9.9 Cover Glass Development	
9.10 Foldable Cover Window 구조	
9.11 Ultra Thin Glass Manufacturing	
9.12 Foldable Cover Window Supply Chain	
<b>10. OLED 패널 업체 양산 캐파 분석과 전망</b> .....	<b>144</b>
10.1 삼성디스플레이	
10.2 LG디스플레이	
10.3 BOE	
10.4 Visionox	

10.5	업체별 IT용 OLED 라인 캐파	
10.6	IT 라인 투자 현황	
<b>11.</b>	<b>OLED 출하량 전망</b> .....	<b>152</b>
11.1	전체	
11.2	응용 제품별	
11.3	패널 업체별	



# 3. LTPO TFT Backplane

## 3.5 LTPO TFT 생산 업체 현황

### 중국

- BOE와 TCL CSOT, Visionox, Tianma 등이 LTPO TFT 생산 라인을 가동하고 있다.
- 중국의 패널 업체들은 아직 iPhone 시리즈에는 LTPO TFT 패널을 공급하고 있지는 못하지만, 중국 스마트폰 세트 업체인 Oppo와 Vivo, Xiaomi, Honor, One plus 등의 고급 모델에 LTPO TFT 패널을 공급하며, LTPO TFT의 기술력과 생산력을 향상시키고 있다.

중국 패널 업체들의 LTPO TFT 생산 Capa.

Company	Fab. location	Gen.	Status	Capa.
BOE				
TCL CSOT				
Tianma				
Visionox				

Source: UBI Research DB

중국 패널 업체별 스마트폰별 LTPO 적용 현황

BOE	CSOT	Visionox
<b>Vivo X90 Pro</b>	<b>Xiaomi 13 Ultra</b>	<b>Honor 100</b>
6.78 inch	6.73 inch	6.7 inch
3200 x 1440(518ppi)	3200 x 1440(518ppi)	2664 x 1200 (436ppi)
1~120Hz	120Hz	120Hz
1,800nit	2,600nit	2,600nit peak
<b>OnePlus 12</b>	<b>Xiaomi 14</b>	<b>Honor Magic V2</b>
6.8 inch	6.73 inch	7.92 inch
3168 x 1440(512ppi)	2670 x 1200(460ppi)	2,344 x 2156(402ppi)
1~120Hz	1~120Hz	120Hz
2,600nit	3,000nit peak	1,600nit
<b>Huawei Mate 60</b>	<b>Xiaomi 14 Pro</b>	<b>Huawei Mate 60</b>
6.69 inch	6.73 inch	6.69 inch
2688 x 1216(441ppi)	3200 x 1440(522ppi)	2688 x 1216(441ppi)
1~120Hz	1~120Hz	1~120Hz
1,000nit	3,000nit peak	1,000nit

# 3. LTPO TFT Backplane

## 3.6 업체별 LTPO TFT 화소 회로 성능

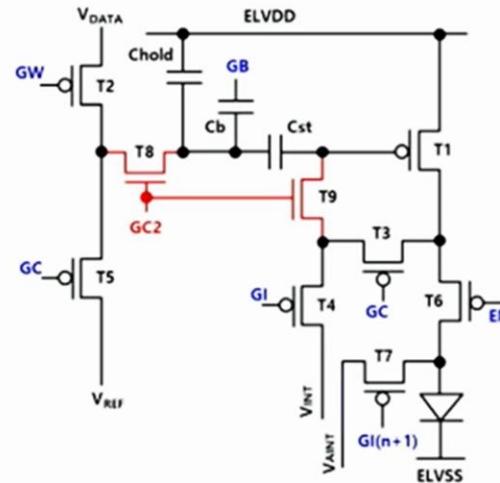
### Samsung Display

- 삼성디스플레이은 LTPO TFT를 HOP (Hybrid Oxide Polysilicon) TFT라고 부른다.
- 분리 보상 구동 (SCD)를 적용하여 보상과 데이터 쓰기 과정을 분리하여 충분한 Vth 보상 시간을 확보하고 240Hz 고속 동작을 가능하게 하였다.
- 두 개의 capacitor인 Cst와 Chold를 통합하는 2 Stacked Caps 구조를 사용하여 해상도를 최대 500ppi까지 높였다

Samsung의 high resolution & high speed 보상회로

	HOP 7T1C	LTPS 9T2C	HOP 9T2C	HRS 9T2C
Comp. type	Simultaneous	Seperation		
Resolution [ppi]	~ 500	~ 410	~ 350	~ 500
Driving freq. [Hz]	≤ 120	240	240	240
TR (LTPS / Oxide) [EA]	7 (5/2)	9 (9/0)	9 (5/4)	9 (7/2)
TR hori. Wiring (LTPS / Oxide) [EA]	4 (2/2)	6 (6/0)	6 (3/3)	5 (4/1)

SDC의 9T2C LTPO TFT 화소 회로



SDC의 240Hz, 500ppi 패널



Source: SDC, SID 2024

# 4. 8세대 기판 TFT Backplane

## 4.6 IT제품용 Oxide TFT 내부 보상회로

### BOE

- OLED TV에 사용하는 보상 능력이 우수하나 전용 D-IC가 필요하므로 cost가 증가하는 문제가 있다. 따라서 low cost IT OLED 제품을 개발하기 위하여 내부 보상 방식이 필요하다.
- 소형 패널에서 사용되는 내부 보상 픽셀 회로는 데이터 입력 과정에서  $V_{th}$  변동을 보상한다. 그러나 이 방식은 충전 시간에 제한이 있다. 고해상도 또는 load가 큰 IT 제품에서는 소형 패널의 내부 보상 픽셀 회로를 사용하면 보상 균일도가 좋지 않다. 따라서 충전 시간에 제한을 받지 않는 새로운 내부 보상 픽셀 회로가 필요하다.

	Internal comp. @LTPS /LTPO	External comp. @ oxide	Internal comp. @ oxide
Panel size	small size	Big size	Medium size
PPI	high	low	medium
Frame rate	>60hz	0~480hz (or more)	←
Drive system cost	low	high	Low
Industrialization	Watch ,mobile, Note book .etc	Gaming Monitor, TV .etc	Pad, Note book, Monitor .etc
challenge	1. Bigger size panel 2. Low frame rate 3. Image sticking (hysteresis) 4. others	1. Cost 2. Higher PPI 3. Integration degree 4. others	1. Temperature rise effect 2. $V_{th}$ (+&-) compensation 3. Narrow bezel 4. others

Source: BOE SID 2024



# 5. RGB Tandem OLED

## 5.4 Tandem OLED 소자 특성

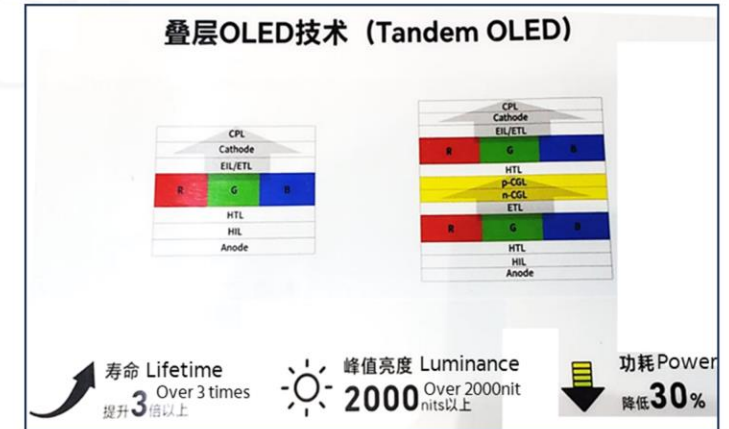
### ■ Visionox

- Visionox는 'Visionox 2022 New Technology Conference' 와 'Display Innovation China 2023' 에서 중형 디스플레이의 수명과 휘도, 전력소모를 개선하기 위해 RGB 2stack tandem OLED 기술을 개발하고 있다고 밝혔다.
- Visionox에서 개발 중인 RGB 2stacked tandem OLED의 발광 효율은 120cd/A, 수명은 LT80 기준 4만 시간이다.
- Single stack OLED 대비 RGB 2 stacked tandem OLED의 발광 효율은 2배 증가, 소비 전력은 30% 절감, 수명은 3~4배 향상되어 휘도 2,000nit 이상이 가능하다고 보고하였다.



器件 Device	单层 Single layer	叠层 Double stacks
器件结构 Structure		
寿命比较 Life span	10000hr (T80@25°C,200ppi)	40000hr (T80@25°C,200ppi)
性能比较 Performance	亮度600nit(Normal) Brightness 600nit (Normal) 发光效率60cd/A (@白光) Luminous efficiency 60cd/A (@ white light)	亮度1200nit Brightness 1,200nit 发光效率~120cd/A (@白光) Luminous efficiency ~120cd/A (@ white light) 屏体功耗降低~30% Display power consumption reduction: ~30%

扩展拓新篇  
Vintage for the Smart Display



Source: Visionox

# 6. Color Filter on Encapsulation

## 6.4 패널 업체별 COE 개발 현황

### BOE

- BOE는 SID 2021에서 1.57인치 ultimate power saving AMOLED와 8인치 슬라이더블 OLED를 전시하였다.
- 이 패널에는 \*\*\* 기술과 \*\*\*기술이 적용되었으며, 각각 \*\*\*% 와 \*\*\*% 의 소비 전력 절감 효과로 총 \*\*\*% 의 소비 전력 절감 효과가 있다.
- 재료 공급 업체 후보군은 다음과 같다.
  - 저온 BM: \*\*\*, \*\*\*, \*\*\*, 저온 OC: \*\*\*, \*\*\*, \*\*\*, 저온 Red: \*\*\*, \*\*\*, \*\*\*
  - 저온 Green: \*\*\*, \*\*\*, \*\*\*, 저온 Blue: \*\*\*, \*\*\*, 블랙 PDL: \*\*\*, \*\*\*

BOE의 8인치 슬라이더블 OLED



	Slidable OLED
Size [inch]	8
Resolution	2592 x 2176
ppi	423
Bending radius [mm]	4
Sliding number	200K
Sliding distance [mm]	36.8

Source: BOE, UBI Research DB

# 8. Photolitho OLED

## 8.3 패널 업체별 Photolitho OLED 개발 현황

### ■ Visionox

- ViP 기술은 subpixel간의 전류와 수분을 차단하는 2D 도전성 절연체 구조를 사용할 수 있다. 이 구조는 OLED 디스플레이의 음극 저항을 크게 줄여서 전압 강하(IR Drop)가 감소하여 더 균일한 전압 분포를 가능하게 한다.
- 14.2인치 디스플레이를 기준으로 한 전력 시뮬레이션 결과, ViP 기술을 사용한 single OLED와 tandem OLED 구조는 FMM 기술을 사용한 single OLED에 비해 1,000nit 조건에서 각각 최대 37.5%와 50.7%의 전력 절감이 가능하다고 발표하였다.

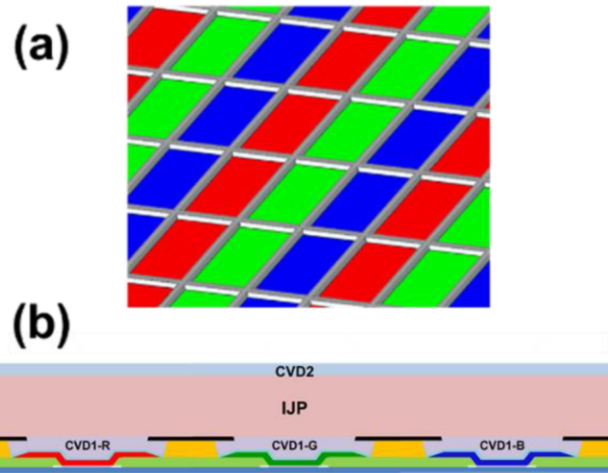


Figure 2. ViP™ isolator structure: (a) 2D network, and (b) Cross-sectional view

Table 2. EL Power Simulation (14.2" display)

No.	Item	FMM+ Single	ViP™+ Single	ViP™+ Tandem
1	PDL gap (μm)	20	10	
2	Aperture ratio	32.66%	61.06%	
3	EL Power (mW)	600 nits	7,502 (32.1%↓)	5,985 (42.0%↓)
4		800 nits	10,430 (34.5%↓)	8,254 (46.5%↓)
5		1,000 nits	15,424 (37.5%↓)	10,645 (50.7%↓)
6		1,600 nits	21,584 (43.2%↓)	18,224 (60.0%↓)

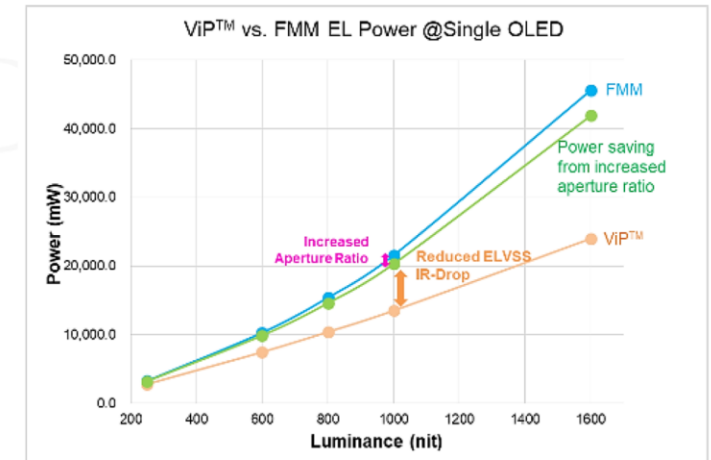


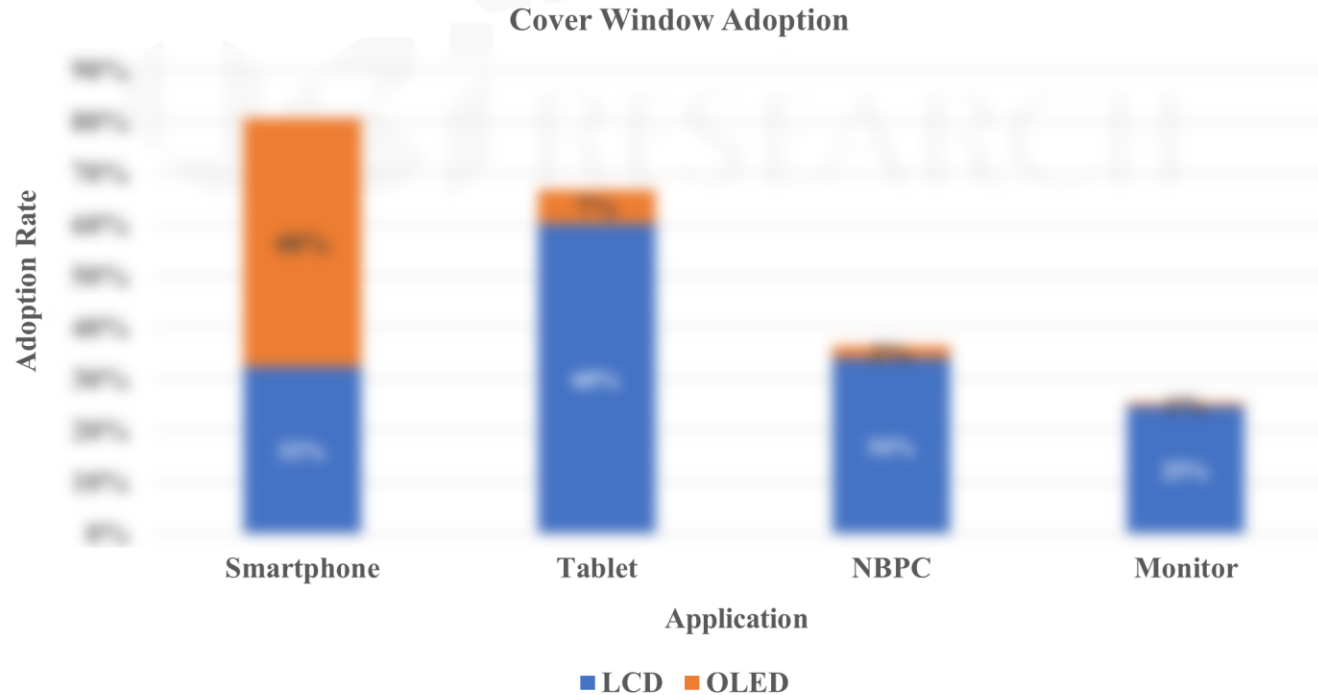
Figure 3. EL power vs. luminance (simulation)

Source: Visionox, SID 2024

# 9. Cover Window

## 9.1 Cover Window 용도 및 적용

- IT제품에 사용되는 cover window는 다음과 같은 속성을 가지고 있다. (i) 사용 환경에서 화면에 가해지는 다양한 외부 힘(눌림, 긁힘, 충격 등)으로부터 화면을 보호. (ii) 디스플레이 화면과 제품 내부의 오염 방지. (iii) 디스플레이 모듈 화면의 외부 영역의 하부 구조 보호 및 디스플레이의 전기 광학적 특성 보완. (iv) 다양한 장식과 폼 팩터로 고품질 디자인을 제공.
- 스마트폰 \*\*%, 태블릿 \*\*%, 노트북 \*\*% 그리고 모니터 \*\*% 에 cover window가 적용되고 있다. OLED는 주로 고급형 제품에 많이 채용되며, 제품의 내구성 강화와 터치스크린의 감도 유지 등을 위하여 LCD제품과 달리 제품의 \*\*~\*\*% 에 cover window가 적용이 된다.
- IT제품에 OLED가 더 많이 채용이 되면 cover window의 수요도 증가할 것으로 기대된다.



# 10. OLED 패널 업체 양산 캐파 분석과 전망

## 10.6 IT 라인 투자 현황

- Tablet PC, OLED 디스플레이 (6세대 라인, LTPO TFT와 Tandem RGB OLED)
- 삼성디스플레이 : \*\*\* 와 \*\*\* 구조, \*\*\* 라인에 투자 \*\*\*
- BOE : \*\*\* 와 \*\*\* 구조, \*\*\* 라인 투자 \*\*\*

	Samsung Display	LG Display (8.6G ND)	BOE	Visionox (8.7G ND)
<b>6G</b>				
Type	AMOLED	AMOLED	AMOLED	AMOLED
TFT	LTPO	LTPO	LTPO	LTPO
OLED	2-stack RGB	2-stack RGB	2-stack RGB	2-stack RGB
Encapsulation	PI	PI	PI	PI
Mask	PI	PI	PI	PI
Glass	PI	PI	PI	PI
<b>8.6G</b>				
Type	AMOLED	AMOLED	AMOLED	AMOLED
TFT	LTPO	LTPO	LTPO	LTPO
OLED	2-stack RGB / 2-stack RGB	2-stack RGB / 2-stack RGB	2-stack RGB	Single or 2-stack RGB
Encapsulation	PI / PI	PI / PI	PI	PI
Mask	PI / PI	PI / PI	PI	PI
Glass(Evaporation)	PI / PI	PI / PI	PI	PI



Source: DNP

# 11. OLED 출하량 전망

## 11.3 패널 업체별

- 삼성디스플레이의 tablet PC용 OLED 출하량은 2024년 \*\*\*만대 에서 2028년에 \*\*\*만대가 될 것으로 예상되며, notebook용 OLED 출하량은 2024년 \*\*\*만대에서 2028년 \*\*\*만대가 될 것으로 전망됨.
- LG디스플레이의 tablet PC용 OLED는 2024년부터 \*\*\*만대에서 2028년 \*\*\*만대에 이를 것으로 예상됨.
- BOE와 Visionox는 6세대 라인에서 tablet PC를 각각 2024년에 \*\*\*만대와 \*\*\*만대, 2028년에 \*\*\*만대 와 \*\*\*만대를 양산할 것으로 전망됨.

패널 업체별 IT용 OLED 출하량 전망

(Million units)

Company	Application	2024	2025	2026	2027	2028
BOE	Tablet	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
LG Display	Automotive	500	600	700	800	900
	NB	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	Tablet	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
Samsung Display	Automotive	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	Monitor	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	NB	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	Tablet	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
Visionox	Tablet	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800

Source: UBI Research DB