

# Mini-LED BLU 기술과 Mini-LED TV 시장

Chief Analyst  
Dr. Choong Hoon YI

|                                       |           |   |           |
|---------------------------------------|-----------|---|-----------|
| <b>1. 개요</b> .....                    | <b>3</b>  |   |           |
| <b>2. LCD와 OLED의 경쟁</b> .....         | <b>5</b>  |   |           |
| 2.1 LCD의 한계와 OLED의 장점                 |           |   |           |
| 2.2 OLED의 프리미엄 TV 시장 장악과 LCD의 생존 전략   |           |   |           |
| <b>3. LCD BLU 기술</b> .....            | <b>10</b> |   |           |
| 3.1 LCD의 진화                           |           |   |           |
| 3.2 BLU 종류와 구조                        |           |   |           |
| 3.3 세트 업체 BLU 최신동향                    |           |   |           |
| <b>4. Local Dimming이 왜 필요한가</b> ..... | <b>23</b> |   |           |
| 4.1 Local Dimming이 필요한 이유             |           |   |           |
| 4.2 Local Dimming과 Halo Effect        |           |   |           |
| 4.3 Local Dimming Zone                |           |   |           |
| <b>5. Mini-LED BLU 기술</b> .....       | <b>28</b> |   |           |
| 5.1 Mini-LED Backlight가 필요한 이유        |           |   |           |
| 5.2 BLU 구조와 두께 비교                     |           |   |           |
| 5.3 LED 사이즈                           |           |   |           |
| 5.4 Mini-LED 종류                       |           |   |           |
| 5.5 Backplane 종류                      |           |   |           |
| <b>6. Mini-LED BLU 제조 공정</b> .....    | <b>35</b> |   |           |
| 6.1 POB/COB Type LED                  |           |   |           |
| 6.2 COG Type LED                      |           |   |           |
|                                       |           | <b>7. Mini-LED TV 전시동향</b> .....        | <b>38</b> |
|                                       |           | 7.1 TCL                                 |           |
|                                       |           | 7.2 LG전자                                |           |
|                                       |           | 7.3 Changhong                           |           |
|                                       |           | 7.4 BOE                                 |           |
|                                       |           | <b>8. Mini-LED 응용 제품</b> .....          | <b>46</b> |
|                                       |           | 8.1 Mini-LED TV                         |           |
|                                       |           | 8.2 Mini-LED Monitor & Notebook         |           |
|                                       |           | <b>9. TV용 Mini-LED BLU 코스트 분석</b> ..... | <b>53</b> |
|                                       |           | 9.1 코스트 계산 근거와 방식                       |           |
|                                       |           | 9.2 65인치 Mini-LED BLU 코스트 분석            |           |
|                                       |           | <b>10. Mini-LED TV 시장 전망</b> .....      | <b>56</b> |
|                                       |           | 10.1 Mini-LED TV 가격 전망                  |           |
|                                       |           | 10.2 세트 업체 Mini-LED TV 판매 전략 분석         |           |
|                                       |           | 10.3 Mini-LED TV 시장 전망                  |           |
|                                       |           | 10.4 Mini-LED TV 와 OLED TV 경쟁           |           |
|                                       |           | <b>11. Mini-LED BLU 서플라이 체인</b> .....   | <b>61</b> |
|                                       |           | 11.1 서플라이 체인                            |           |
|                                       |           | 11.2 기업별 서플라이 체인                        |           |
|                                       |           | 11.3 Mini-LED BLU 관련 업체                 |           |

## 3.1 LCD의 진화

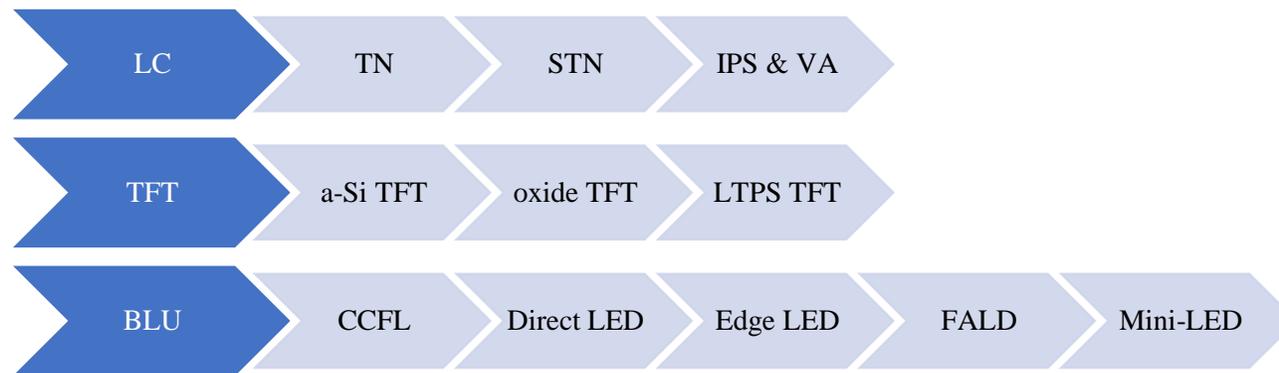
### 마지막 진화 단계인가?

40년간 이상 사용되어온 LCD가 다시 한번 성능을 업그레이드하여 시장에 진출하고 있다.

TN(twisted nematic) LC(liquid crystal)로 시작한 액정 디스플레이는 STN(super twisted nematic)을 거쳐 IPS(in-plane switching) 타입과 VA(vertical alignment) 타입 액정으로 변천하였고, TV와 모니터, 스마트폰용 LCD에는 IPS와 VA 타입이 사용되고 있다.

TN과 STN LCD가 사용되던 1990년대 초반까지는 PM(passive matrix) 구동이 주로 사용되었지만, 해상도가 높아짐에 따라 노트북용 LCD에 a-Si TFT가 적용되기 시작하였으며, 대형화와 고해상도 TV용으로 oxide TFT가 사용되고 있다. 고해상도 스마트폰에는 LTPS TFT가 적용되고 있다.

BLU(backlight unit)에도 많은 변화가 있었다. 형광등과 유사한 CCFL(cold cathode fluorescence lamp)가 사용되었으나, TV 대형화에 따른 BLU의 소비 전력 증가를 방지하기 위해 대기 전력 소모가 없는 LED가 BLU의 광원으로 사용되기 시작했다. 초기에는 4면 edge에 LED lamp가 사용되었으나, LED 효율 향상에 의해 최근에는 1면만 LED가 배치되어 있다. OLED TV가 프리미엄 시장에서 자리 잡기 시작하자 LCD TV의 단점인 명암비를 개선하기 위해 LED를 액정 패널 하부에 배치하여 local dimming으로 명암비를 향상 시킨 FALD(full array local dimming) 방식이 프리미엄 LCD TV에 적용되고 있다. 최근에는 LCD의 명암비를 극대화하기 위해 mini-LED를 직하형으로 배치한 BLU가 시장에 출시되기 시작하였다.



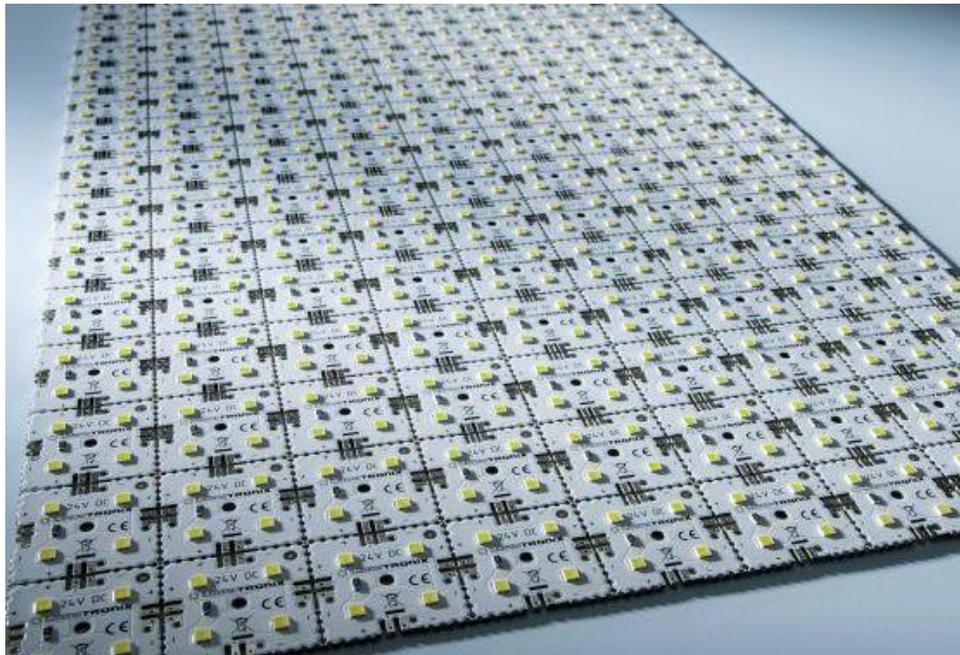
## 3.2 BLU 종류와 구조

### Mini-LED BLU

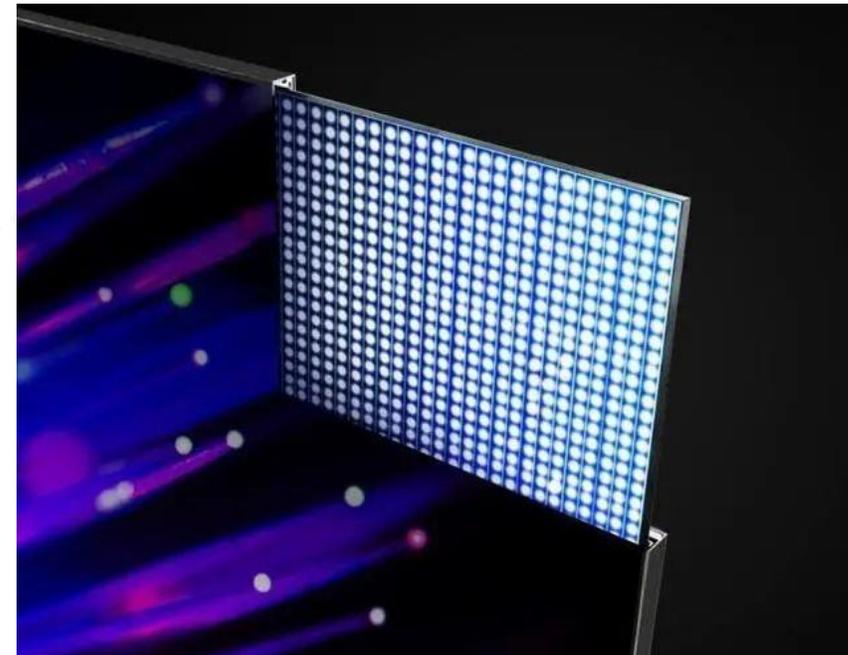
FALD BLU의 발전된 방식이며, 명암비를 높이기 위해 local dimming zone이 1000 block 이상으로 하기 위해 LED 수가 많아 100um 전후의 mini-LED를 사용한다.

FALD BLU에서 사용되던 광학 렌즈가 없어 BLU 두께가 얇은 장점도 있다.

Mini-LED BLU는 구동 방식에 따라 PM(passive matrix)과 AM(active matrix)로 분류된다. PM 방식은 PCB 보드 위에 LED를 집적한 구조이며, AM은 TFT 기판위에 LED를 집적한다.



Nichia LED Backlight Module Matrix Mini 126 segments



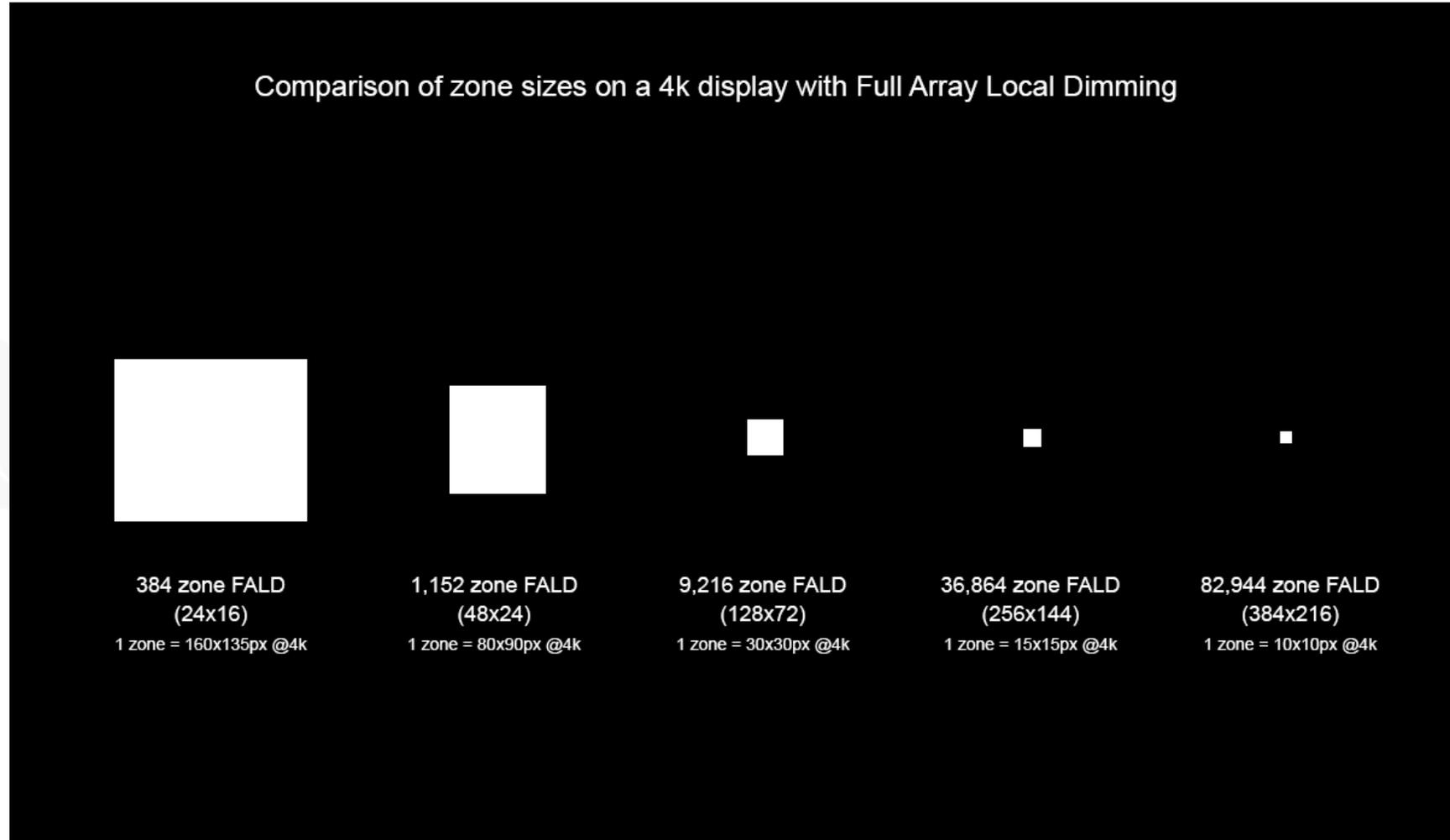
## 4. Local Dimming이 왜 필요한가

### 4.3 Local dimming zone

Halo effect 를 최소화 하고 명암비를 높이기 위해서는 local dimming zone을 가능한 많이 해야 한다.

아래 사진은 FALD 방식에서 4K 디스플레이의 local dimming zone 수에 따른 구동 영역 크기를 보여주고 있다.

384 zone FALD 는 1 zone 당 픽셀이 21,600 개가 있으며, 9,216 zone FALD에서는 1 zone에 900개의 화소가 있다. 따라서 zone 수가 많을 수록 화면 분할 수가 많아 명암비를 올리고 halo effect를 줄일 수 있다.



Source: [H]ardForm

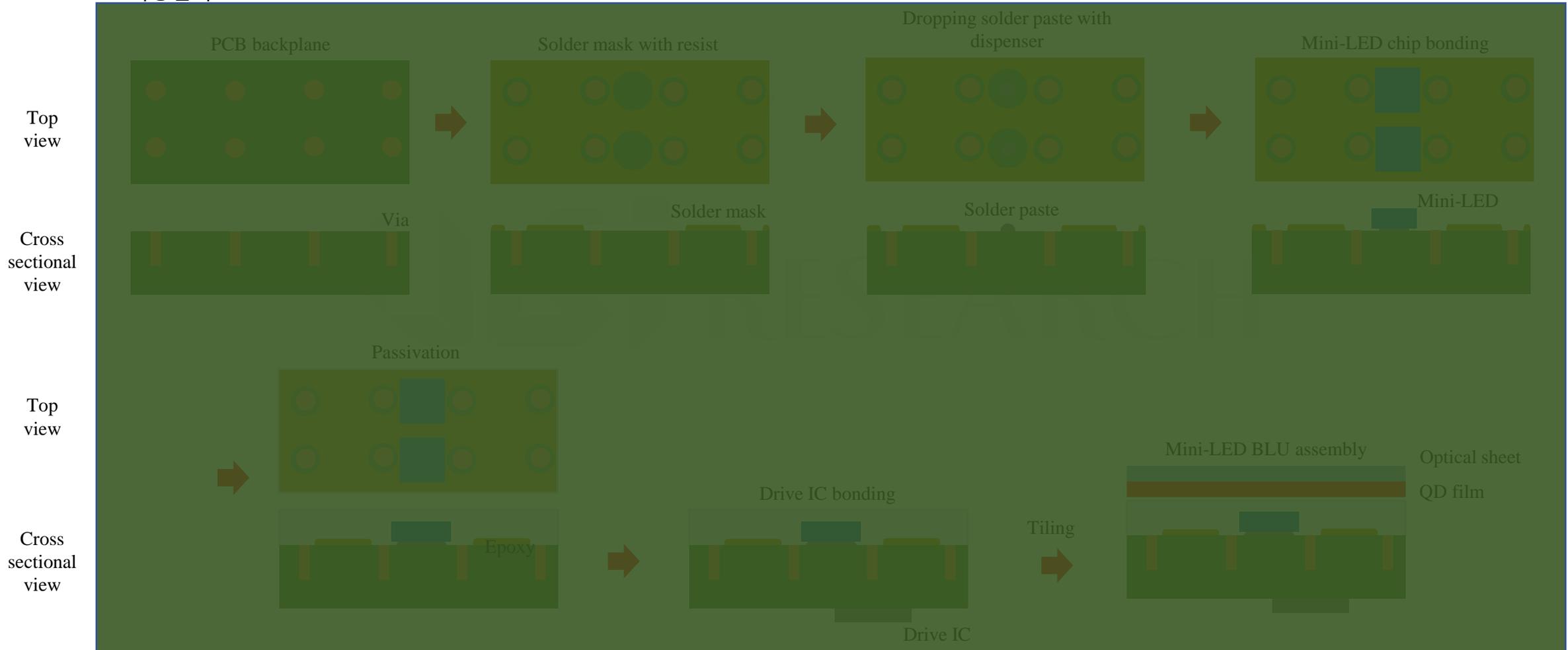
# 5. Mini LED BLU 기술

## 5.4 Mini-LED 종류

| LED Type    | POB (package on board)              |             | COB (chip on board)   |             | COG (chip on glass) |
|-------------|-------------------------------------|-------------|---|-------------|---------------------|
| Driving     | PM (passive matrix)                 |             |   |             | AM (active matrix)  |
| Chip size   | 0.8 ~ 3.5 mm                        |             | 0.3 ~ 0.6 mm  |             | 0.05 ~ 0.3 mm       |
| Color       | Blue                                | White       | Blue  | White       | Blue                |
| QD film     | Necessity                           | Unnecessity | Necessity   | Unnecessity | Necessity           |
| Method      | SMT (surface mounting technology)   |             | Die bonding   |             | Chip bonding        |
| Board       | FR4 (frame retardant type 4)<br>FPC |             | FPC<br>BT resin (bismaleimide-triazine resin)<br>HDI (high density interconnect ) PCB |             | TFT glass           |
| Application | Mid-end TV<br>Monitor<br>Automotive |             | Premium TV<br>Notebook PC<br>Tablet PC  |             | Super premium TV    |

## 6.1 POB/COB Type LED

PCB 기판상에 LED를 집적하는 mini-LED BLU 제조 공정은 아래와 같다. POB는 SMT 기술을 사용하여 LED를 실장하며, COB는 die bonding 기술을 사용한다.



# 9. TV용 Mini LED BLU 코스트 분석

## 9.1 코스트 계산 근거와 방식

### ■ 코스트 계산 근거

본 보고서에서는 TV용 65인치 MBL(mini-LED BLU) LCD의 BLU 를 분석하였다.

패널 제조 라인은 8.5G를 기준으로 하였다.

기판은 FR4와 BT, oxide TFT 3종류로 한정하였다. a-Si TFT는 전압 구동을 하는 LCD에서 적합한 기술이지만, 전류 구동 소자인 OLED나 LED 구동에는 사용되지 않는다. 전류 컨트롤이 어렵기 때문이다. a-Si TFT는 mini-LED 구동용에서 제외했다.

Local dimming zone당 LED수는 6~12를 사용하고 있다. 높은 휘도를 요구하는 TV일수록 zone당 LED수가 많다.

Local dimming zone수에 따라 LED 사이즈가 다르며, 또한 TV의 가격이 다르기 때문에, 기판별로 local dimming zone과 LED수를 각각 가정하였다.

AM 구동은 local dimming zone이 10,000 이상으로 상정하였다.

|                    | Oxide TFT    | BT          | FR4           |
|--------------------|--------------|-------------|---------------|
| Driving            | AM           | PM          | PM            |
| Bonding            | Chip bonding | Die bonding | SMT           |
| Local dimming zone | 10,000       | 3,000       | 1,000         |
| LED/zone           | 12           | 9           | 6             |
| LED number         | 120,000      | 27,000      | 6,000         |
| Application        | Premium TV   | High-end TV | Middle-end TV |