

방송용 모니터 소개 - 1

: 디스플레이 트렌드

글.
신수근 (주)세븐스타웍스
(구 티브이로직) 이사

연재목록

- 1부: 디스플레이 트렌드 (CRT, PDP, LCD (다양한 BLU), OLED)
- 2부: 모니터의 종류와 차이 (컴퓨터용, 그래픽용, 방송용, 의료용)
- 3부: 모니터의 색감과 조정기능 (색감의 정의, 밝기/명암/색상/색농도+백라이트, 감마 등)
- 4부: UHD 방송용 모니터의 조건 (해상도, 프레임율, 색상수, 감마코딩, 색재현범위 등)
- 5부: HDR 방송용 모니터의 조건 (HDR 트렌드, HDR 표준, HDR 디스플레이의 요구 조건)

시작하며

2000년대 중반 이후 디스플레이 업계에서는 OLED(유기발광다이오드)를 차세대 디스플레이로 손꼽아 왔으며, 전문가들은 약 2018년에서 2020년경이 되면 OLED가 주력 디스플레이로 완전히 자리 잡을 것이라고 전망하기도 했다. 하지만, 2017년 초 현재 OLED는 아직도 보급률 면에서 LCD의 벽을 쉽게 넘을 수 있을 것 같지 않아 보인다. 이번 호에서는 디스플레이 시장의 추세와 경쟁적 디스플레이 기술에 대해 살펴보도록 하겠다.

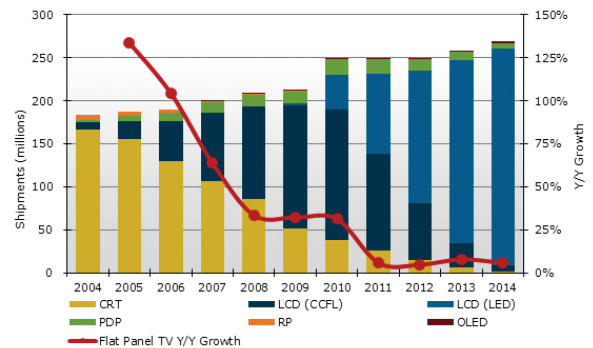


그림 1. display trend / 출처 : DisplaySearch

CRT

CRT는 'Cathode Ray Tube'의 약자이며 우리말로로는 '음극선관'이라고 부른다. 전자총의 음극(Cathode)에서 방출된 전자들의 다발, 즉 전자빔(Electron Beam)이 진공된 상태의 유리관을 매우 빠른 속도로 이동하여 Shadow Mask(혹은 Aperture Grill)에 있는 구멍을 통과해 형광체에 부딪히면서 강력한 운동에너지가 빛 에너지로 바뀌도록 고안한 것이 바로 CRT이다. 우리는 흔히 '브라운관'이라고 부르는데 이는 근대적인 CRT를 발명한 독일의 Karl Von Braun 박사의 이름을 딴 명칭이다.

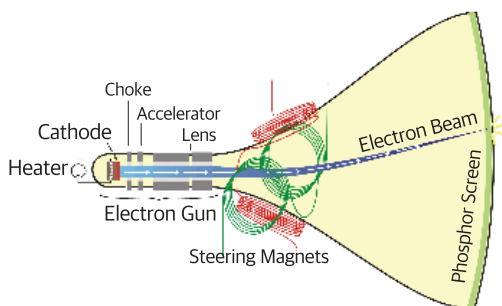


그림 2. CRT 구조 / 출처 : Georgia Tech

CRT는 19세기에 그 원형이 발명된 이후 지속적인 기술 발전을 통해 크기와 화질이 눈부시게 개선되었다. 1953년부터는 컬러 방송이 가능해졌고, 1990년대부터는 컴퓨터 모니터들도 단색(monochrome)에서 컬러 제품들이 대량 보급되기 시작한다. 하지만, 가정용 텔레비전용 디스플레이로 80여 년, 사무용 디스플레이로 20여 년 사용되던 CRT는 2000년대에 들어와 점차 LCD에 그 자리를 내어 주게 된다.

CRT가 LCD에 주력 디스플레이의 왕좌를 내어 주게 된 이유는 우선, 부피가 크고 무겁기 때문이었다. 가정용 TV에서 요구되는 얇고 큰 화면으로 만들기도 어렵고, 자동차나 항공기 등에 필요한 얇고 작은 화면을 만들기도 어렵다. 전기 소모가 많다는 점과 인체에 유해한 파장대의 선(ray)이 방출된다는 점, 납 등 유해물질이 사용된다는 점도 CRT의 단점이었다. 화질 측면에서는 완전한 평면성을 구현하기 어려워 기하학적 왜곡현상(Geometric Distortion)이 발생하고, 지자계(지구자기장)나 자력의 영향으로 색순도(Purity)나 색균일성(Uniformity) 등이 저하되는 문제가 많았고, 화면 깜박임(Flicker)로 인한 눈의 피로도, 3계의 RGB 전자빔을 정확히 모으기 어려운 컨버전스(Convergence) 문제 등 매우 다양한 화질적 문제가 있었다.

PDP

PDP는 이러한 CRT의 문제들을 효과적으로 해결할 수 있는 평판 디스플레이로 인식되었었다. 아직 LCD의 화질과 생산가격이 충분히 좋아지기 전까지는 말이다. PDP는 ‘Plasma Display Panel’의 약자로 이를 이용한 TV를 우리는 PDP TV라고 부르지만 외국에서는 흔히 “Plasma TV”라고 부른다. CRT와 마찬가지로 자발광 디스플레이에 속하지만, 얇게 만들 수 있기 때문에 벽걸이 TV용으로 적합했다. 하지만, PDP는 상용화가 이루어진지 20년도 안 되어 시장에서 사라지는 운명이 되었다. 일단, 소형화와 고해상도가 어려워 컴퓨터용 모니터에는 장착될 수 없었다. 대형 TV로는 적합해 보였지만 방전효과를 이용한 방식이라 전력 소모가 매우 많았고, 열도 많이 발생한데다 번인(Burn-in) 현상까지 심해서 사용에 제약이 있었다. 화질적 측면에서의 의미 있는 기술발전에도 불구하고 화질 개선과 가격경쟁력을 이룩한 LCD에 밀려 2000년대 중반 이후 시장에서 사라지게 되었다.

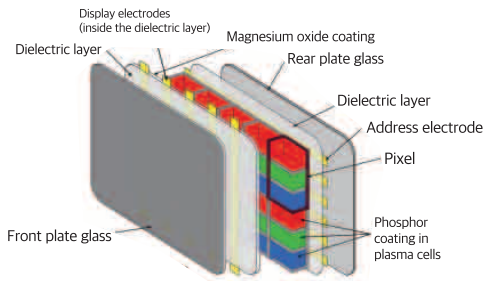


그림 3. PDP 구조 / 출처 : wikipedia

LCD

LCD, 즉 Liquid Crystal Display는 액정에 전압을 가하면 그 배열이 변형되는 원리를 이용하여 백라이트의 빛을 조절함으로써 여러 색상을 만들어 낼 수 있는 구조를 가지고 있다. 1990년대 초까지만 하더라도 LCD는 컴퓨터용 모니터와 같은 소형 디스플레이로서만 장점이 있을 뿐 전문가용이나 대형 TV용으로는 화질뿐 아니라 가격적인 측면에서도 경쟁력을 갖추기 어려울 것이라고 전망하기도 했었다. 하지만, 2000년대 중반부터 LCD 제조사들의 적극적인 기술개발 덕분에 LCD는 화질과 생산성 측면에서 큰 폭의 발전을 이루게 된다.

가장 중요한 요소 중 하나인 시야각의 경우 TN 패널의 (시야각) 한계를 극복하기 위해 VA(Vertical Alignment)와 IPS(In-Plane Switching) 등의 광시야각 기술이 다양한 버전으로 개발되어 벽걸이용 대형 TV로 활용하는데 어려움이 없게 된다. 여기에 색상수(Color Depth)나 색재현율(Color Gamut), 응답속도(Response Time) 등과 화질에 영향을 미치는 요소들도 빠른 속도로 개선되었다. 특히, 기존의 CRT에 비해 얇고 가벼우면서도 전력소모가 적다는 점, 그리고 대형화와 고해상도화가 가능하면서도 오히려 반도체 기술의 활용과 규모의 경제를 통해 생산단가를 낮출 수 있다는 점이 LCD의 가장 큰 장점이 되었다.

초기의 모니터용, 혹은 TV용 LCD에는 백라이트에 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp, 냉음극형광램프)이 사용되었다. 이후 색역을 좀 더 넓은 WCG-CCFL이 사용되기도 하였지만 효율이 더 좋은 LED 백라이트로 대체되었다. 광색역을 구현할 수 있는 RGB-LED 백라이트가 일부 제품에 사용되기도 하였지만 높은 단가와 균일성 유지가 어려워 이내 단종되고 현재 TV와 모니터에 사용되고 있는 대부분의 LCD용 백라이트는 White-LED이다. White LED를 만드는 방식도 여러 가지가 있지만 일반적으로 가장 흔한 방식은 청색 LED에 황색 형광체를 코팅하여 백색을 내는 방식이다. White LED는 가격에 비해 발광 효율이 우수한 백라이트

이긴 하지만 색재현율을 높이는데 한계가 있어 UHD 방송을 위해서는 새로운 기술이 필요했다. 어쨌든 우리가 접하고 있는 LED-TV라는 것도 특별히 새로운 디스플레이 기술은 아니고 LED 백라이트를 사용하는 LCD TV라는 점이다.

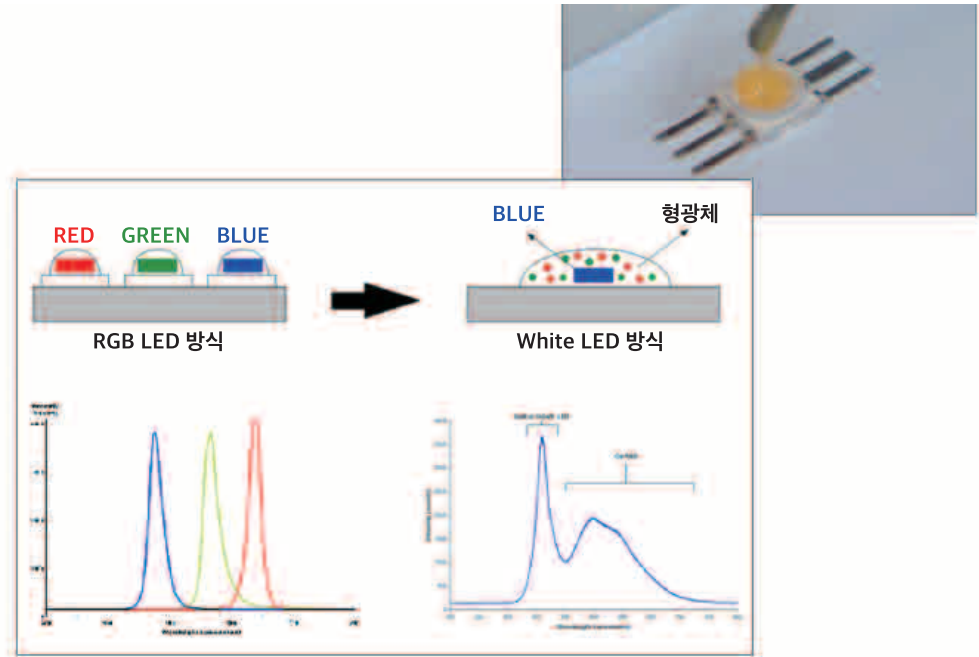


그림 4. RGB-LED와 White LED 방식 차이 / 출처 : 삼성전기, Wikipedia, EBS

Quantum Dot. 퀀텀닷이란 10 나노미터(nanometer) 이하 크기의 매우 작은 발광입자를 뜻하는데, 빛을 비추거나 전류를 인가했을 때 그 크기에 따라서 다양한 스펙트럼의 가시광선을 만들어 낸다. 즉, 같은 성분이지만 초미립자의 크기를 달리하면 색상이 바뀐다는 것이다. 이 기술은 더는 발전할 게 없을 것으로 보였던 LCD의 한계를 넘어 그 수명을 연장시켜 주는 획기적인 기술로 받아들여지고 있다. 퀀텀닷도 몇 가지 방식이 있는데 현재 가장 상용화된 기술은 삼성전자의 SUHD-TV에 적용된 것과 같은 QDEF(Quantum Dot Enhancement Film)를 LCD 내부에 삽입하는 방식이다. White LED의 가장 흔한 방식인 ‘청색 LED 위에 코팅된 황색 형광체’ 대신 그냥 청색 LED를 백라이트로 사용한다. 그리고 백라이트 앞쪽에 퀀텀닷이 코팅된 필름(QDEF)을 배치하여 밝고 순도 높은 색을 만들어 내는 것이다. 즉, 퀀텀닷도 좀 다른 방식의 LCD라 하겠다.

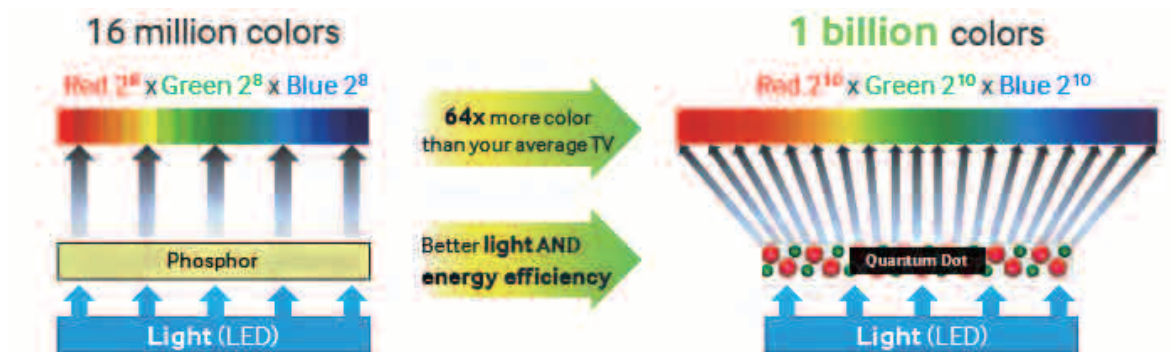


그림 5. 퀀텀닷의 효과 / 출처 : 삼성블로그

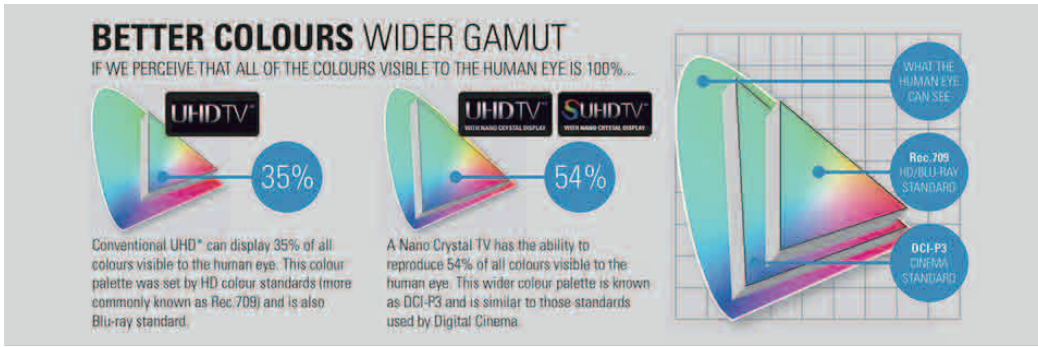


그림 6. 삼성전자의 SUHDTV 홍보 자료

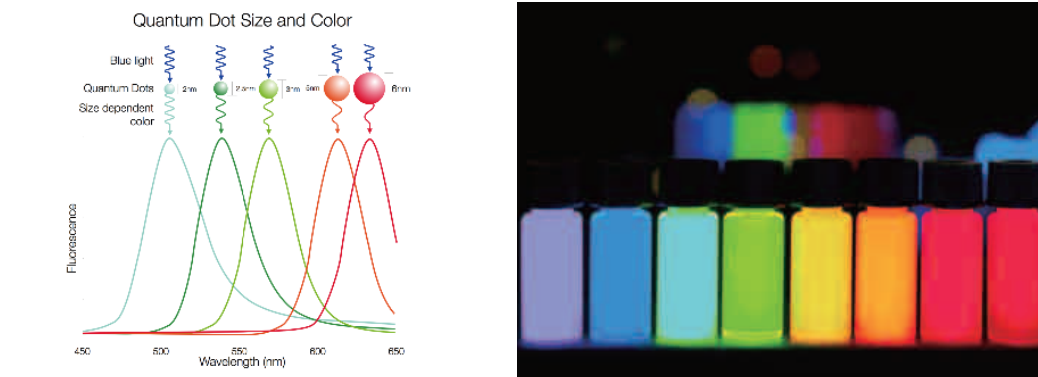


그림 7. 퀀텀닷 크기에 따른 색 변화 / 출처 : nanosys

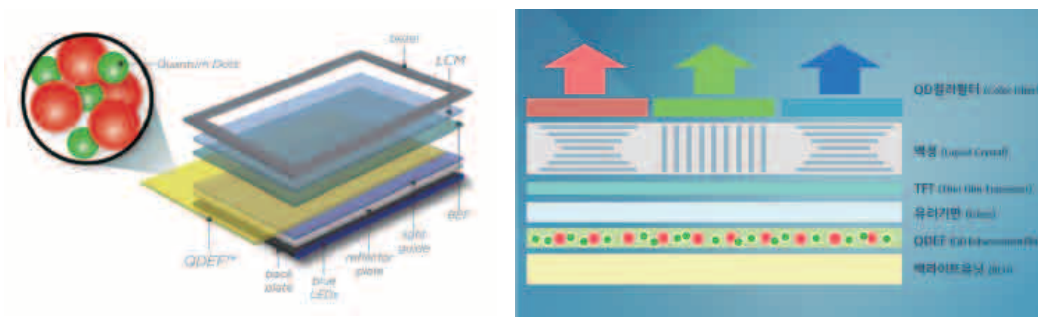


그림 8. QDEF-LCD 방식 구조 / 출처 : nanosys, 삼성블로그

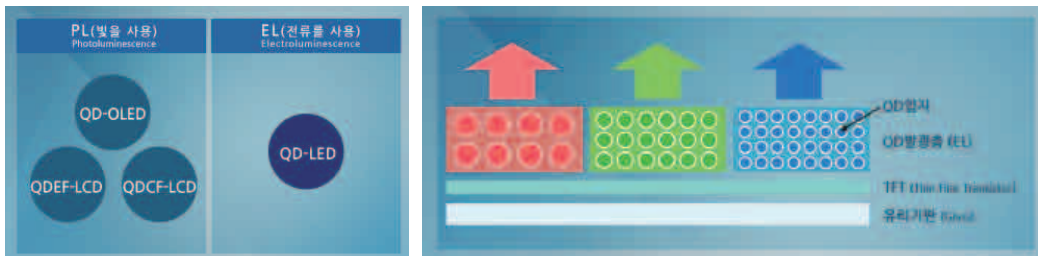


그림 9. 퀀텀닷 디스플레이 방식 구분 / 출처 : 삼성블로그

그림 10. QD-LED 구조 / 출처 : 삼성블로그

외에도 퀀텀닷을 이용하는 방식은 다양하다. QDCF(Quantum Dot Color Filter) 방식의 경우 기존의 컬러필터를 QD로 대체하는 것이며, QD-OLED의 경우 LED 백라이트 대신 OLED를 백라이트로 이용하는 방식이다. QD-LED의 경우에는 아예 퀀텀닷에 전류

를 직접 인가하여 LED와 같이 발광시키는 기술이다. 이렇게 하면 높은 색재현율을 달성하면서도 번인과 같은 문제도 없고 가격도 저렴해서 기존의 OLED를 대체할 수 있을 것이라 기대되고 있다. 하지만, 상용화를 위해서는 아직 5~10년 정도 더 기다려야 할 것으로 보인다. 그 전까지는 QDEF를 장착한 LCD와 OLED가 대형 디스플레이 시장에서 치열하게 경쟁할 것으로 보인다. 퀀텀닷이 해결해야 할 문제가 하나 더 있다. 바로 독극물인 카드뮴이 들어 있다는 점이다. 환경을 지키기 위해 이러한 독극물은 제한되어야 마땅하지만 (카드뮴 없는 친환경 퀀텀닷) 개발을 할 수 있도록 지난 2015년에 3년간 규제 유예를 받은 상태이다.

OLED

OLED는 초반에 언급했던 바와 같이 차세대 디스플레이로서 LCD 대체할 강력한 후보였다. 물론, 지난 10여 년간 비약적인 기술 발전을 통해 많이 보급되고 있지만 아직 낮은 수율과 높은 가격으로 충분히 보급되지 못하고 있다. 현재, 10인치 이하의 소형 OLED 시장은 삼성이 독점하고 있는 상태인데 최근에는 BOE 등 중국 제조사들이 합류하고 있다. 10~30인치급의 중형 사이즈의 경우 Sony가 유일하게 16.5인치, 24.5인치, 30인치를 생산, 공급하고 있으나 매우 비싼 가격으로 인해 방송용 모니터에만 제한적으로 사용되고 있다. 대형의 경우 WRGB 방식을 채택한 LG Display가 독점하고 있는데 당분간 경쟁자가 나서기 어려워 보인다. 아직 수율이 낮아 같은 사이즈의 LCD TV에 비해 2배 이상의 가격에 팔리고 있지만 기술발전에 따라 가격 격차는 점차 줄어들 것으로 전망되고 있다.

OLED는 LED 백라이트를 장착한 LCD보다도 더 얇고 가볍다는 것이 우선 가장 큰 물리적인 장점이다. 화질적 측면에서도 매우 깊은 블랙(휘도)을 보여 준다는 것, 저계조에서도 색재현율이 (LCD처럼) 줄어들지 않는다는 것, DCI나 AdobeRGB와 같은 넓은 색역을 구현한다는 것, LCD와 같은 Motion Blur(물체가 움직일 때의 잔상)가 없다는 점 등이 장점이다. 이는 방송 엔지니어들과 같은 전문 분야의 종사자들이 OLED를 선호하게 하는 요소들이다. 물론, 단점도 있다. 우선 표면 반사가 많다는 점과 (CRT와 마찬가지로) Flicker가 있다는 점, 그리고 가격이 비싸다는 점 등이다.

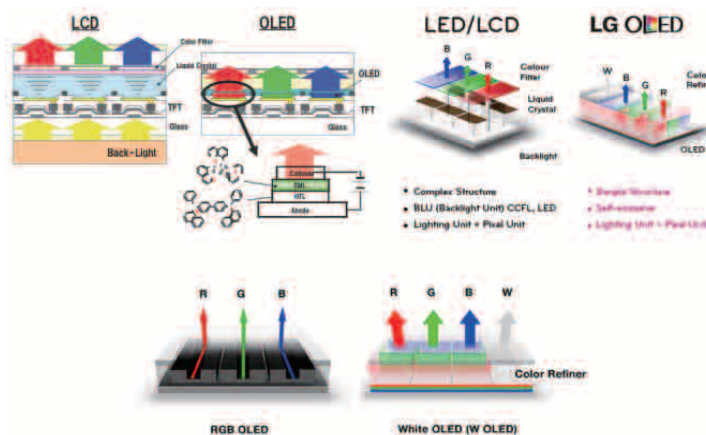


그림 11. LCD vs OLED / 출처 : LG Display 등

따라서, 현재는 (LED 백라이트) LCD가 가장 보편화되어 있지만 점차 QDEF-LCD와 OLED 간의 대결로 변화할 것이다. 그런데, 문제는 우리가 추구하고 있는 UHD 방송의 컬러 규격인 Rec.2020의 매우 넓은 색역을 최소한 당분간은 이 퀀텀닷이나 OLED로는 구현할 수 없다는 것이다. 이는 ITU(국제방송연맹)의 UHD 방송표준이 제정될 당시 Laser Display를 기반으로 한 일본 측 의견이 좀 더 강하게 규격에 반영된 덕분이다. Laser의 경우에도 높은 가격과 물리적 구조로 인해 모니터나 TV용 평판 디스플레이로 개발하기 위해서는 아직 많은 시간이 필요해 보인다.

특히, Laser 디스플레이 역시 백라이트를 Laser로 바꿨을 뿐 기본적인 구조는 LCD이기 때문에 HDR을 구현하기 위해서는 Local Dimming을 해야 하는데 이 부분에서 기술적인 어려움이 예상된다. UHD 표준과 디스플레이 기술의 한계에 대해서는 이후의 글에서 보다 자세히 설명해 드리도록 하겠다.