IDG
INTERNATIONAL DATA GROUP

IT WORLD CIO

IDG Tech Report

# AMOLED에서 레티나까지 "디지털 디스플레이의 이해"

AMOLED, IPS, Pentile, TFT 등등. 약어로 된 디스플레이 기술 이름만 들어도 머리가 아플 지경이다.하지만 디스플레이가 디지털 디바이스에서 차지하는 비중을 무시할 수 없다. 특히 모바일 디바이스의 경우 디스플레이는 크기부터 해상도까지 제품 선택에 적지 않은 영향을 미친다. 디스플레이 기술을 엔지니어처럼 속속들이 알 필요는 없다. 주요 기술의 의미를 알고 나면 한층 편안한 마음으로 최신 디스플레이를 볼 수 있을 것이다.

- LCD, OLED, Plasma
- TN, IPS, HVA
- LED, TFT, SubPixel, PenTile
- 레티나와 수퍼 AMOLED

**무단 전재 재배포 금지**
본 PDF 문서는 IDG Korea의 프리미엄 회원에게 제공하는 문서로, 저작권법의 보호를 받습니다.
IDG Korea의 허락 없이 PDF 문서를 온라인 사이트 등에 무단 게재, 전재하거나 유포할 수 없습니다.

# "디지털 디스플레이의 이해"

**편집부** | ITWrold

전화기, 태블릿, TV, 또는 컴퓨터 모니터 제조업체들은 자사 제품이 항상 경쟁 제품에 비해 더 뛰어난 디스플레이를 제공한다고 홍보한다. 그 과정에서 슈퍼 AMOLED, 펜타일, LED, IPS, 슈퍼-IPS 등 듣기에도 그럴듯한 온갖 약어와 기술 용어들이 동원된다. 과장이 섞인 이러한 용어들 중 일부는 실제로 새로운 기술이기도 하지만, 일부는 기존 기술을 약간 조정한 다음 마케팅 수사를 붙인 것에 불과하다. 이 가이드는 디지털 디스플레이 기술의 작동 원리를 이해하고 주로 사용되는 용어들이 무엇을 의미하는지 파악하는 데 도움이 될 것이다.

특히 여기서는 기본적이고 기초적인 수준에서 이들 디스플레이 기술을 설명할 것이다. 내용이 약간 복잡하게 느껴질 수도 있지만, 조금만 살펴보면 사람들이 생각하는 것보다 훨씬 단순하다는 것을 알 수 있을 것이다.

## 플라즈마

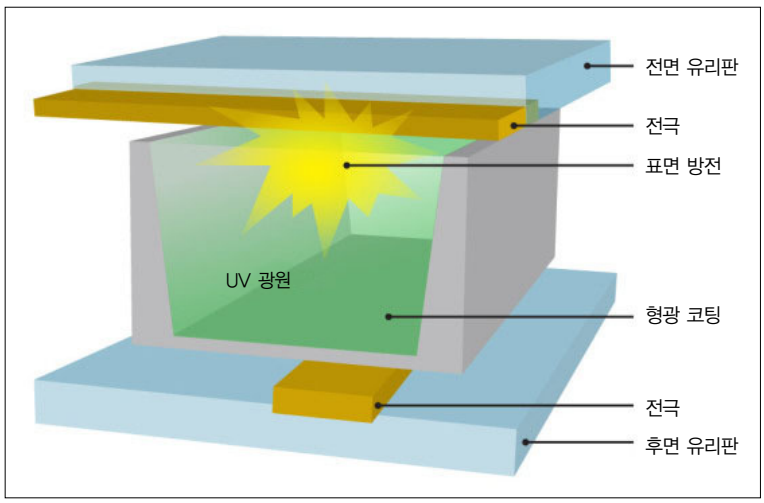
요즘 플라즈마 디스플레이는 초대형 HDTV와 디지털 광고판 정도에서나 찾을 수 있고, 그나마 이런 영역에서도 LCD가 플라즈마를 대체하기 시작했다. 플라즈마 디스플레이는 흰색이 밝고 검정색은 어두워 콘트라스트가 뛰어나다. 색 재현력도 매우 좋고 시야각도 대단히 넓다. 측면에서 보더라도 색이나 밝기에 큰 변화가 없어서 스포츠 바와 같은 공공 장소에 적합하다.

또한 초대형 패널 제조 비용이 비교적 저렴하다. 예전에는 50인치 플라즈마 HDTV와 LCD의 가격 차이가 상당했지만, 요즘은 거의 비슷해졌다. 또한 플라즈마 디스플레이는 응답 시간이 빠르고(픽셀의 색이 빠르게 바뀜), 따라서 모션 블러 현상이 더 적다.

그러나 플라즈마에는 소형 기기에서는 배제될 수밖에 없는 몇 가지 단점이 있다. 플라즈마 스크린은 너무 두껍고 무겁고 전력 소모량도 크기 때문에 스마트폰이나 태블릿에는 적합하지 않다. 또한 작은 플라즈마 스크린에 많은 픽셀을 집어넣기도 어려워서 작게 만든다 해도 해상도가 낮아진다. 무엇보다 플라즈마는 픽셀 간 간격이 눈에 띄게 넓어서 악명높은 "망사 효과"가 나타난다. 몇 미터 떨어진 거리에서 대형 TV를 볼 때는 인지할 수 없지만 노트북이나 PC 모니터라면 뚜렷하게 보일 것이다.

**작동 원리** : 플라즈마 디스플레이는 두 개의 유리판 사이에 고정된, 크세논과 네온 가스로 채워진 수백만 개의 작은 셀로 구성된다. 모든 셀 아래에는 전극 열이 지나가고, 셀 위에는 수직 전극 열이 지나가는 형태로 기본적인 격자를 형성한다.

**플라즈마 디스플레이의 작동 원리**



플라즈마 디스플레이 컨트롤러는 셀이 빛을 낼 수 있도록 셀 아래와 위의 전극에 전기를 가하며, 그러면 전류가 셀의 가스를 통과하면서 가스를 발광시킨다. 여러 가지 측면에서 작은 형광등과 원리가 동일하다. 컨트롤러는 각 셀을 차례로 점등하지만 그 속도가 상당히 빠르기 때문에 눈으로는 인지할 수 없다.

가스가 방출하는 빛은 자외선 스펙트럼이므로 눈으로 볼 수 없다. 각 셀은 색을 입힌 형광체로 코팅이 되어 있으므로(빨간색, 녹색, 파란색 중 하나) 이 형광체에 자외선이 가해지면 눈으로 볼 수 있는 빛이 방출된다.

간단히 말해 플라즈마 디스플레이는 소형 형광등과 같은 원리로 작동하는 작은 빨간색, 녹색, 파란색 서브픽셀로 구성된 픽셀이 있고, 전기로 가스를 자극해 형광체의 발광을 유도하는 방식이다. 이러한 과정이 초당 수백 만 번 일어난다.

## OLED

OLED(Organic Light-Emitting Diode, 유기 발광 다이오드) 제품은 일반 소비자용 기기에서는 가장 최신 디지털 디스플레이 기술이다. OLED 디스플레이는 AMOLED로 광고되는 경우가 많다. "AM"은 "액티브 매트릭스"를 뜻한다. 액티브 매트릭스는 픽셀의 작동 방식, 디스플레이 컨트롤러가 각 서브픽셀에 켜짐/꺼짐 또는 밝아짐/어두워짐을 지시하는 방법을 말하는 용어다.

요즘은 소비자용 기기에 사용되는 거의 모든 OLED와 LCD 스크린이 액티브 매트릭스 방식이므로 AMOLED라는 용어에는 사실상 아무런 의미가 없다. OLED 디스플레이는 플라즈마 디스플레이와 같은 방식으로 작동하지만, 가스를 자극해 빛을 내는 방식이 아니라 전극이 빛을 방출하는 유기 폴리머를 자극한다. (폴리머는 연결된 작은 분자로 구성된 큰 집합 분자라고 할 수 있다.)

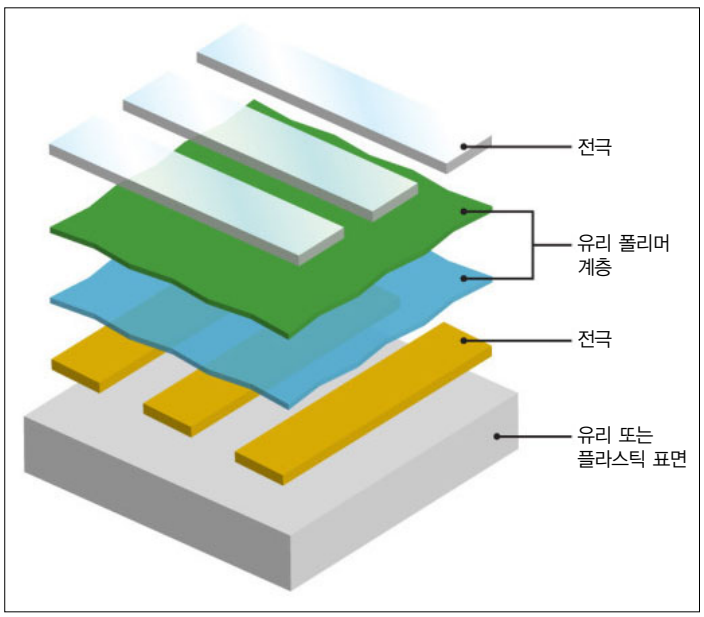
OLED 기술은 여러 가지 장점을 제공한다. 에너지 효율성이 높아서 최고의 효율성을 가진 LCD와 전기 소모량이 대등하다. OLED는 백라이트에 의존하지 않고 빛을 직접 방출하므로 디스플레이를 매우 얇게 만들 수 있다. 따라서 두께가 중요한 태블릿과 스마트폰에 적합하다. 또한 응답 시간도 대단히 빨라서 각 픽셀이 색을 바꾸는 속도가 가장 빠른 LCD와 비교해도 훨씬 더 빠르다. 화면상의 물체가 빠르게 움직이는 경우 스미어나 모션 블러 현상이 그만큼 덜 발생한다.

시야각도 뛰어나서 어떤 각도에서 보더라도 색이나 밝기에 거의 변화가 없다. 플라즈마와 마찬가지로 검정색을 표현하는 셀은 아예 빛을 방출하지 않으므로 콘트라스트도 우수하다. 기본적으로 OLED는 더 얇은 디스플레이로 플라즈마의 주요 장점을 모두 제공하면서 더 작은 크기, 더 높은 해상도로 만들 수 있고 플라즈마에 비해 에너지 효율성도 훨씬 더 높다.

OLED의 가장 큰 단점은 비용이다. 특히 대형으로 가면 LCD 또는 플라즈마에 비해 제조 비용이 훨씬 더 많이 든다. OLED 제조 기술의 발전을 통해 앞으로는 제조 비용이 가장 낮은 디스플레이 기술이 된다고 하지만, 그게 언제가 될지는 아직 모른다.

또한 OLED 디스플레이에는 파란색과 관련된 문제점이 있다. 빨간색과 녹색 다이오드는 내구성이 높고 전기를 빛으로 전환하는 효율이 상당히 높지만, 파란색 다이오드는 효율성이 떨어지고 품질도 더 빠

OLED의 작동 원리



르게 하락한다.

최신 세대의 OLED 디스플레이는 이 문제를 크게 개선했지만 장기적인 색 균형은 여전히 어려운 부분이다. 또한 OLED의 뛰어난 에너지 효율성에는 한 가지 함정이 있다. OLED는 픽셀이 검정색이거나 어두운 음영을 표시할 때는 효율성이 대단히 높지만 흰색(일반적인 웹 페이지 또는 오피스 애플리케이션에는 흰색 픽셀이 많음)을 표시할 때는 LCD에 비해 훨씬 더 많은 에너지를 소비할 수 있다.

수퍼 AMOLED와 수퍼 AMOLED 플러스는 표준 OLED 기술의 변형을 가리키는 용어이다. 이러한 디스플레이는 빨간색, 녹색, 파란색 서브픽셀 패턴 변형, 터치 인식 계층 내장과 같은 작은 개선 사항들이 있지만, 기본적으로는 AMOLED 디스플레이와 똑같은 원리로 작동한다.

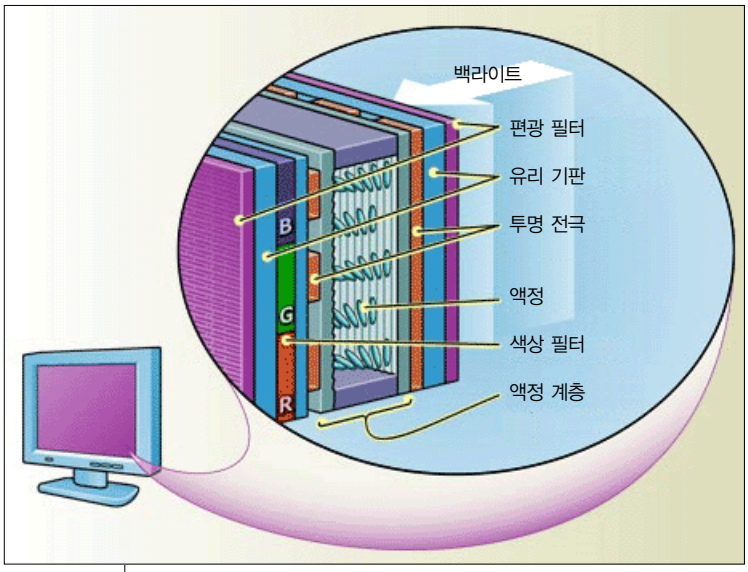
**작동 원리** : OLED는 전기로 자극 시 빛을 방출하는 소재를 사용하여 전기장 발광을 통해 빛을 낸다. OLED 디스플레이의 구조는 플라즈마와 거의 비슷하고, 다만 가스로 채워진 셀 대신 유기 폴리머로 구성된 얇은 층이 사용된다. 전류가 폴리머를 통과하면 전자가 에너지를 광자(빛)로 바꾼다. 빨간색, 녹색, 파란색 서브픽셀에 각기 다른 폴리머가 사용된다. 각 서브픽셀에 가해지는 전압이 높아질수록 빛은 더 밝아지므로 빨간색, 녹색, 파란색 서브픽셀에 가해지는 전압의 크기를 달리하여 원하는 색의 픽셀을 표시할 수 있다.

## LCD

LCD(Liquid crystal displays, 액정 디스플레이)는 HDTV, 데스크톱, 노트북 모니터와 태블릿 또는 휴대폰 디스플레이의 대부분을 점유한 주요 기술이다. 기본적인 기술로서 오래 전에 등장했으며, 시간이 지나면서 많은 부분이 개선됐다.

1888년에 처음 발견된 액정은 전기장 노출에 따라 분자를 정밀하게 정렬할 수 있는 액체 화학물질이다.

컬러 LCD의 기본적인 구성




금속 가루가 자기장 내에서 정렬되는 것과 비슷하다. 액정은 적절히 정렬될 경우 빛을 통과시킬 수 있다.

LCD 디스플레이는 여러 층의 샌드위치 구조로 되어 있다. 백라이트라고도 하는 형광등이 가장 뒷면의 요소이다. 이 빛은 먼저 두 개의 편광 필터를 통과한다. 편광된 빛은 셀이라는 컨테이너 내에 정렬된, 수천 개의 액정 덩어리가 포함된 층을 통과한다. 이 셀은 화면을 가로질러 나란히 정렬되어 있다. 하나 이상이 셀이 하나의 픽셀(디스플레이에서 구분 가능한 가장 작은 점)을 구성한다. LCD의 가장자리를 따라 배치된 전기 리드가 전자장을 형성해 액체 결정체 분자를 비틀고, 이를 통해 빛이 두 번째 편광 필터를 통과할 수 있게 된다.

만약 과거 팜파일럿에 사용된 흑백 LCD라면, 이 단계까지가 작동 원리의 전부이다. 하지만 컬러 LCD는 조금 더 복잡한 과정을 거쳐야 한다.

컬러 LCD 패널에서 각 픽셀은 세 가지 액정 셀로 구성되며, 각 셀 앞에는 빨간색, 녹색, 파란색 필터가 있다. 이 필터링된 셀을 통과한 빛이 LCD에 표시되는 색을 생성한다. 종종 하나 이상의 픽셀로 전류를 보내는 메커니즘이 실패하게 되는데, 이 경우 빛이 나지 않는 이른바 "배드" 픽셀이 발생하게 된다.

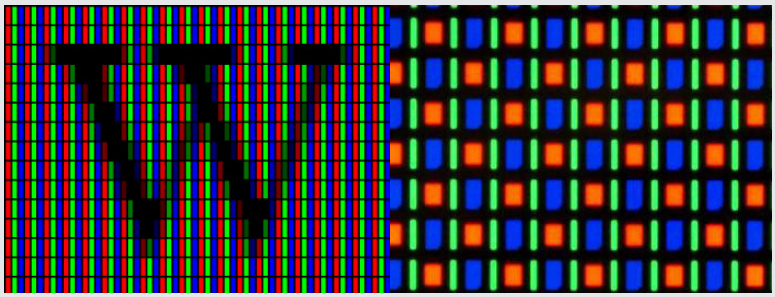
대부분의 컬러 LCD눈 박막 트랜지스터, 일명 액티브 매트릭스를 사용해 각 셀을 활성화한다. TFT

# 주요 디스플레이 관련 용어

디지털 디스플레이에 대한 정보를 보면 생소하고 혼란스러운 약어나 용어를 수없이 만나게 된다. 기술 용어에 마케팅 유행어까지 너무 많기 때문에 일일이 설명하자면 끝이 없을 것이다. 여기서는 그 중 일반적인 용어에 대해 간략하게 설명하겠다.

**LED** : LCD 패널 뒤에서 빛을 내는데 사용되는 두 가지 대표적인 기술 중 하나. 하나는 CCFL(Cold Cathode Flourscent Lamp)로, 얇고 평평하다는 것 외에는 가정에서 사용하는 형광등과 같은 종류의 기술이다. 그리고 다른 한 가지가 LED(Light Emitting Diode, 발광 다이오드)이다. LED를 사용하면 일반적으로 TV에 더 넓은 색상 범위와 더 긴 수명, 더 낮은 전력 소비를 구현할 수 있다. 일부 TV는 가장자리에만 LED가 있는데, 이를 "edge-lit LED"라고 마케팅하기도 한다. 하지만 이런 식으로는 높은 휘도를 구현하기 힘들며 발광 자체도 어렵기 때문에 그리 바람직하지 않은 것으로 평가 받고 있다.

**TFT** : TFT(Thin Film Transistor)는 유리와 같은 얇은 기판에 얇은 금속이나 실리콘, 플라스틱 필름을 코팅한 것이다. 이 개념은 아주 작은 스위칭 트랜지스터와 콘덴서의 커다란 판을 형성하는 것이다. TFT는 디스플레이 상의 개별 픽셀에 적용되는 전압을 바꾸는 수단이며, AMOLED부터 거의 모든 LCS까지 사실상 모든 액티브 매트릭스 방식 디스플레이에 사용된다.



일반 서브픽셀과 펜타일 서브픽셀

**액티브 매트릭스** : 각각의 서브픽셀(Subpixel)을 일련의 트랜지스트와 콘덴서로 각각 제어하기 위한 시스템이다. 액티브 매트릭스는 패시브 매트릭스 방식에 비해 좀 더 정확한 전압 조정과 더 빠른 스위칭이 가능하다. 오늘날 대부분의 디지털 디스플레이는 액티브 매트릭스 방식이다.

**패시브 매트릭스** : 이 기술은 각 서브픽셀의 전압을 간단한 전도 물질의 그리드로 제어한다. 하지만 TFT의 가격이 떨어지고 품질이 향상된 이후로는 대부분의 LCD가 이 방식을 사용하지 않는다.패시브 매트릭스 방식은 일반적으로 액티브 매트릭스에 비해 색상과 픽셀 응답 제어가 덜 정확하다.

**서브픽셀** : 모든 디지털 디스플레이에서 하나의 픽셀(어떤 색상이라도 표시할 수 있는 하나의 요소)은 실제로 여러 개의 더 작은 서브픽셀로 구성되어 있다. 전형적인 각 픽셀의 구성은 빨강, 초록, 파랑의 서브픽셀로 이루어진다. 그리고 디스플레이는 이들 세 가지 색상의 서브픽셀의 밝기를 조정해 특정 색상이나 음영을 만들어낸다. 서브픽셀은 눈으로 보기에는 너무 작기 때문에 사람의 눈은 이들 세 가지 서브픽셀의 조합이 만들어낸 혼합된 색상을 보게 되는 것이다. 일부 디스플레이는 4번째 서브픽셀로 흰색이나 노랑을 사용하기도 하지만, 매우 드물다.

**펜타일** : 일반적으로 적녹청의 서브픽셀은 같은 크기의 길쭉한 사각형이 줄무늬를 이루고 있다. 하지만 펜타일(PenTile) 디스플레이는 서브픽셀이 똑같지 않고 서로 다른 크기와 모양을 갖고 있다. 이런 펜타일 배열은 특수 설계된 디스플레이 컨트롤러와 함께 사용되는데, 이 컨트롤러는 일정하지 않은 숫자와 크기의 서브픽셀을 함께 계산해 낸다. 펜타일 디스플레이의 목표는 더 적은 서프픽셀로 많은 수의 효과적인 픽셀을 만들어내는 것이다.

이 때문에 펜타일 디스플레이의 해상도를 정의하는 것이 한동안 논란이 되기도 했다. 구글 넥서스 원 스마트폰이 펜타일 서브픽셀 배열을 가진 AMOLED 디스플레이를 사용한 대표적인 예이다. 펜타일은 삼성의 상표이다.

LCD는 선명하고 밝은 이미지를 생성한다. 초기의 LCD 기술은 느리고 효율성도 떨어지고 명암비가 낮았다. 매트릭스 기술 중 가장 오래된 패시브 매트릭스의 경우 텍스트는 선명하지만 화면이 빠르게 바뀔 때 잔상이 남는 특성 탓에 움직이는 동영상용으로는 부적합하다. 이 기술은 과거 흑백 PDA나 호출기, 휴대폰 등에 사용됐다.

오늘날 다양한 종류의 LCD가 사용되고 있지만 TN(twisted nematic), IPS(In-Plane Switching, 평면 정렬 스위칭), 그리고 PVA(Patterned Vertical Alignment, 모방형 수직 정렬)의 세 가지 LCD만 알아도 충분하다.

## LCD : TN (또는 TN 필름)

TN 디스플레이 패널은 저렴하고 대량 생산이 용이하다. 또한 응답 시간이 2ms 정도로 상당히 빠르다. OLED와 플라즈마 디스플레이에 비할 바는 못되지만, LCD 형식 중에서는 가장 빠르다. 빠른 응답 시간 덕분에 빠르게 움직이는 물체에서 번짐 현상이 덜하고, 3D 디스플레이에 필요한 높은 리프레시율을 구현할 수 있다.

그러나 TN 패널은 전체적인 화질이 가장 떨어진다. 일단 색역이 좁다(즉, 다른 기술에 비해 표현 가능한 총 색 스펙트럼이 작음). 일반적으로 각 서브픽셀 요소가 6비트 밝기를 표현할 수 있는데, 이는 빨간색, 녹색, 파란색을 64개 음영으로만 조합하여 색을 생성할 수 있음을 의미한다. 대부분의 TN 패널은 인접 픽셀이 미세하게 다른 색을 표현하는 "디더링(dithering)"이라는 프로세스를 통해 이 제약을 보완한다.

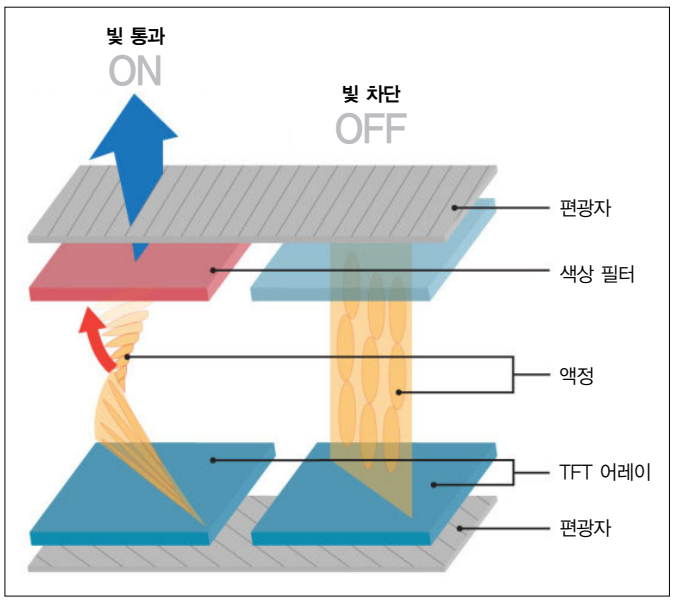
예를 들어 특정 음영의 파란색을 표현할 수 없는 경우 한 픽셀이 그것보다 약간 어두운 파란색을 표시하고 인접 픽셀은 약간 밝은 파란색을 표시하는 식이다. 그러면 사람의 눈은 실제 디스플레이에서는 표현할 수 없는, 이 두 가지 파란색의 중간 음영을 보게 된다. 일부 디스플레이는 하나의 서브픽셀에 매우 빠른 속도로 두 가지 전압을 번갈아 적용해서 밝은 음영과 어두운 음영 사이를 빠르게 반복해서 전환시킴으로써 그 사이의 색을 표현하기도 한다.

TN 패널은 시야각이 좁다. 측면에서 보면 색이 틀어진다. 아래쪽에서 보면 어둡게 보이고, 위에서 보면 흐릿하게 보인다. 노트북은 대부분 TN 패널을 사용하므로 노트북 리드를 덮었다 펼쳤다 하면 밝기와 콘트라스트가 변하는 현상을 확인할 수 있다.

**작동 원리** : 광원부터 살펴보자. 반사형 LCD의 경우 거울이 광원이고, CCFL(냉음극 형광 램프)이나 LED(발광 다이오드)와 같은 빛인 경우도 있다. 빛은 가장 먼저 광파를 한 방향으로 정렬시키는 편광 필터를 통과한다. 그런 다음 TN 액정을 통과한다. 이 특수한 결정체의 분자는 통과하는 빛을 90도로 "꺾는다". 그런 다음 빛은 빨간색, 녹색 또는 파란색 빛깔을 내는 색 필터를 통과한다. 마지막으로 첫 번째 편광 필터를 기준으로 90도 각도로 배치된 두 번째 편광 필터에 빛이 도달한다. TN 액정이 없다면 이 두 번째 필터는 모든 빛을 차단하겠지만 TN 액정이 편광자에 맞게 빛을 꺾기 때문에 통과가 가능하다.

액정에 전류가 가해지면 꺾였던 것이 풀리면서 빛의 방향이 바뀌고 따라서 두 번째 편광 필터에서 더 많은 빛이 차단된다. 전류가 커질수록 액정이 빛의

TN 디스플레이의 작동 원리



# 수퍼 AMOLED vs. 레티나 디스플레이

모바일 디바이스의 디스플레이는 제한된 크기에서 얼마나 선명하고 밝은 화면을 보여주느냐에 따라 성패가 달라지는 만큼 경쟁이 치열하다. 날로 향상된 디스플레이 기술을 적용하고, 화면의 크기도 더 많은 정보를 담을 수 있도록 커지고 해상도 역시 높아지고 있다.

이런 디스플레이 경쟁에서 신기원을 마련한 것은 역시 애플의 아이폰이다. 2010년 6월 애플은 아이폰 4를 발표하면서 이른바 "레티나 디스플레이(Retina Display)"를 강조했다. 새로운 디스플레이 기술로 오해되는 경우가 많았던 레티나 디스플레이는 망막(Retina)와 디스플레이를 합친 개념적인 용어로, 새로운 디스플레이 기술은 아니다. 하지만 그 파급 효과는 신기술 못지 않았다.

아이폰 3GS와 아이폰 4의 화면을 근접 촬영한 것이다. 동일한 아이콘이지만 많은 차이가나는 것을 확인할 수 있다.

### 레티나, 육안으로 구분할 수 없는 해상도

애플이 설명하는 레티나 디스플레이는 인간의 망막으로 픽셀을 구분할 수 없을 정도의 고해상도 디스플레이를 말한다. 아이폰 4는 3.5인치 화면에 960 x 640 해상도를 집적함으로써 326ppi(pixel per inch)란 고집적도를 구현해 냈다. 애플은 인간의 망막이 픽셀을 구분해 낼 수 있는 한계가 300 ppi라고 설명했다.

이는 같은 3.5인치 크기에 480 x 320 해상도 163ppi에 불과했던 아이폰 3GS보다 두 배나 집적도가 높아진 것이다.

애플은 레티나 디스플레이의 장점을 잘 알고 있었고, 이 개념을 올해 출시된 신형 아이패드와 맥북 프로에도 적용했다. 신형 아이패드의 해상도는 10인치 크기에 2048x1536으로, 1024 x768이었던 기존 아이패드보다 두 배 높은 해상도를 구현했다. 집적도는 264ppi이지만, 아이패드는 아이폰보다 화면과 사용자 눈 간의 거리가 멀다는 것이 애플의 주장이다. 최근 발표된 레티나 맥북 프로의 경우 15인치 화면에 2,880x1,800 해상도를 집적했다.

### 지속적인 향상이 특징인 수퍼 AMOLED

하지만 레티나보다 먼저 관심을 모은 디스플레이는 구글의 넥서스 원에 탑재된 AMOLED 디스플레이였다. 2010년 초 발표된 구글의 안드로이드 레퍼런스 폰인 넥서스 원은 800 x 480 해상도로 당시 아이폰 3GS와 비교할 수 없는 해상도로 관심을 모았다. 하지만 삼성의 펜타일 방식을 적용함으로써 서브픽셀이 많으냐 적으냐 하는 논쟁을 일으키기도 했다.

AMOLED는 이후 삼성 갤럭시 시리즈의 주력 디스플레이로 자리잡으면서 다양한 개선 버전이 탄생하게 된다. 삼성 갤럭시 S에 처음 탑재된 수퍼 AMOLED는 기존 AMOLED에 정전식 터치 센서를 직접 내장한 것이 특징이다. 이를 통해 선명도와 시야각, 색 재현률 등이 향상됐다.

이후 펜타일 서브픽셀을 RGB 서브픽셀로 대체한 수퍼 AMOLED+, 펜타일 서브픽셀을 기반으로 1280 x 800 해상도를 지원하는 HD 수퍼 AMOLED, qHD 해상도를 지원하는 수퍼 AMOLED 어드밴스드 등이 개발됐다.

AMOLED의 변형 버전은 삼성의 마케팅 용어로 평가되기는 하지만, AMOLED 기술을 기반으로 서브픽셀이나 인쇄 공정 변화 등의 개선 사항이 추가된 것으로 보는 정당한 평가일 것이다.

꺾임을 더 풀고, 그러면 더 많은 빛이 차단된다.

TN 패널의 각 픽셀은 빨간색, 녹색, 파란색 3개의 직사각형 서브픽셀로 구성된다. 서브픽셀의 각 크리스탈에 적용되는 전류의 크기를 바꿈으로써 이 세 가지 색을 혼합하여 다양한 색조를 만들어낼 수 있다.

## LCD : IPS

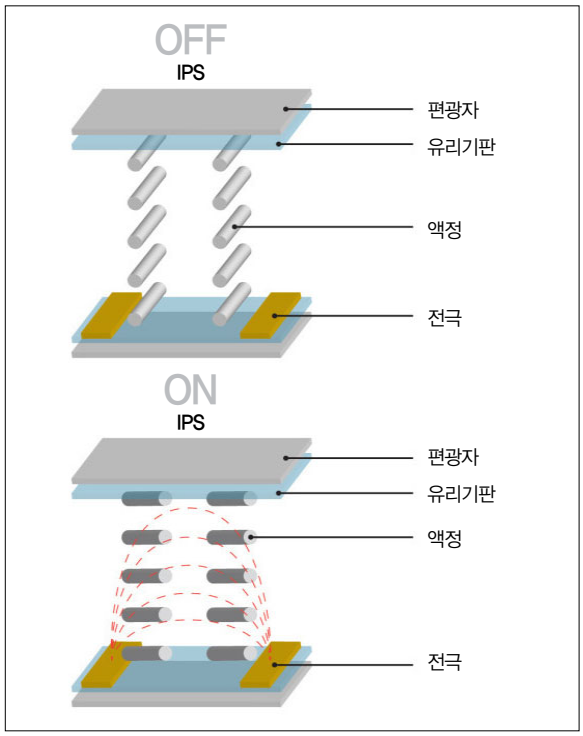
히다찌는 1996년 당시 TN 패널의 여러 가지 문제점, 특히 떨어지는 색 재현력과 제한된 시야각을 해결하기 위해 IPS 기술을 개발했다. 이후 슈퍼 IPS(S-IPS), 어드밴스드 슈퍼 IPS(AS-IPS), IPS 프로와 같은 변형이 나오면서 조정과 개선을 거쳤다. 현재 대부분의 IPS 패널은 초기형에서 개선된 변형을 사용하지만, 여전히 전체적으로 "IPS"로 불린다. 요즘은 LG 디스플레이가 IPS 패널의 대부분을 생산하고 있다.

IPS 디스플레이는 더 보편적이고 저렴한 TN 기술을 사용하는 디스플레이에 비해 여러 가지 장점을 지닌다. 각각의 빨간색, 녹색 또는 파란색 서브픽셀이 8비트(256레벨) 이상의 밝기를 표현할 수 있어 디더링과 같은 편법에 의존하지 않고도 더 정확한 색 표현이 가능하다. IPS 디스플레이는 색 범위도 더 넓다. 이러한 이유로 사진가와 예술가들 사이에서 인기가 높다. 사진, 디자인, 인쇄물 제작 및 기타 색에 민감한 작업을 위한 대부분의 "전문가용" 데스크톱 PC 모니터는 IPS 패널을 사용한다.

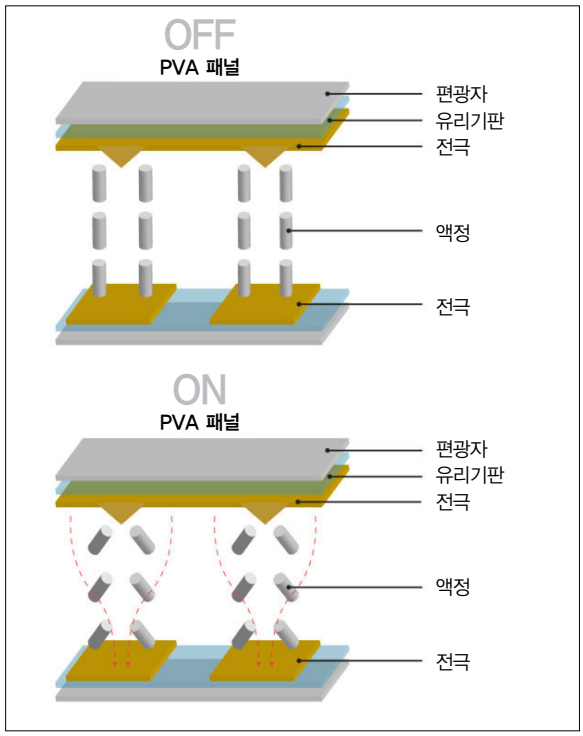
시야각도 IPS 패널이 훨씬 더 넓다. 어느 각도에서 보더라도 정확한 색과 콘트라스트가 표현되므로 스마트폰이나 태블릿 디스플레이에 적합하다. 애플의 아이패드, 아이폰 4, 아이폰 4S, 아마존 킨들 파이어와 아수스 Eee 패드 트랜스포머를 비롯한 다양한 모바일 제품이 IPS 디스플레이를 사용한다.

그러나 IPS 기술이 무조건 다 좋은 것은 아니다. 일반적으로 IPS 디스플레이는 동급 TN 패널에 비해 밝기가 떨어지며, 상태 변경 속도도 빠르지 않다. 따라서 대부분의 3D 디스플레이에 필요한 120Hz 리프레시율을 가진 IPS 패널은 아직 만들 수 없다. 또한 움직임이 빠른 경우 잔상 또는 "고스트" 현상이 나타나기도 한다. 최신 IPS 패널에서는 이 문제가 최소화되었지만 아직 TN 패널만큼 빠르진 못하다. 또한 전

IPS 패널의 작동 원리




VA 디스플레이의 작동 원리



반적으로 가격도 더 비싸다.

**작동 원리** : IPS 패널 구조는 앞서 설명한 TN 패널과 상당 부분 비슷하다. 다만 액정 구조가 달라서, 모든 액정이 가로 방향으로 정렬된다. 전극이 결정체 위, 아래에 하나씩 배치되는 TN 패널과 달리 IPS 디스플레이의 경우 두 전극 모두 디스플레이 아래에 위치해야 하므로 더 많은 공간을 차지한다. 이러한 디자인으로 인해 통과되는 빛의 양이 약간 더 적고, 따라서 백라이트 밝기가 동일하더라도 디스플레이는 약간 더 어둡게 표시된다.

전류가 IPS 디스플레이의 크리스탈을 통과하면 크리스탈 구조는 평행에서 수직 방향으로 회전하는 것이 아니라 디스플레이 면과 평행하게 90도 회전한다. 전압이 커지면 더 많이 회전하여 더 많은 백라이트가 통과하도록 한다.

## LCD : VA

VA 디스플레이는 IPS(느리고 어둡지만 매우 고품질)와 TN(밝고 빠르지만 낮은 품질)의 중간쯤에 위치한다. 일반적으로 TN 패널보다 색 재현력이 더 높고, 서브픽셀당 8비트의 밝기를 표시할 수 있지만 IPS보다는 표현 가능한 색 공간이 좁다. 시야각은 일반적으로 TN보다 훨씬 더 넓지만 IPS보다는 떨어진다. 응답 시간 역시 IPS와 TN 기술의 중간 수준이다.

VA 패널에는 약간의 변형을 나타내는 몇 가지 용어가 있는데, 예를 들어 MVA(multi-domain vertical alignment), PVA(patterned vertical alignment) 등이 있다. 최근의 VA 패널은 모두 짙은 검정색을 표현하므로 콘트라스트 비율이 뛰어나다. 도시바 마케팅 자료에는 도시바 쓰라이브가 "IPS와 같은" 디스플레이라고 나와 있지만, 사용된 패널은 VA인 것으로 보인다.

**작동 원리** : VA 패널의 전반적인 구조는 TN 패널과 대부분 비슷하고 액정 구조만 다르다. 전압이 가해지지 않을 때는 크리스탈은 디스플레이를 기준으로 수직으로 정렬되면서 모든 백라이트의 빛을 차단한다. 전하가 가해지면 크리스탈은 수평 정렬로 전환되면서 빛을 통과시킨다.

MVA와 PVA 패널의 액정은 격자 전반에 걸쳐 다양한 각도로 왜곡되어 있기 때문에 같은 각도에서 디스플레이를 보면 동일한 결과를 얻게 된다. ITWORLD

# IDG Korea Contacts

## Sales Contact

**김성일**, Eddy Kim
Tel: + 82-2-558-6939 Mobile: + 82-10-2702-0360
Email: sungil_kim@idg.co.kr

**이포원**, Tony (Powon) Lee
Tel: + 82-2-558-6924 Mobile : + 82-10-2053-2413
Email : tony_lee@idg.co.kr

**양지은**, Michelle Yang
Tel: + 82-2-558-6980 Mobile: + 82-10-9160-5454
Email: michelle_yang@idg.co.kr

## CIO Editorial Contact

**천신응**, Brian Cheon
Tel: + 82-2-558-9882 Mobile: + 82-10-3221-7824
Email: psy_cheon@idg.co.kr

**박해정**, Jenny Park
Tel: + 82-70-7725-9955 Mobile: + 82-10-2810-4518
Email: jenny_park@idg.co.kr

## IT World Editorial Contact

**박재곤**, Jay Park
Tel: + 82-2-558-9887 Mobile: + 82-10-2782-6722
Email: jay_park@idg.co.kr

**이대영**, Dy Lee
Tel: +82-70-7725-9951 Mobile: +82-10-6511-8982
Email: dy_lee@idg.co.kr

**김현아**, Hyuna Kim
Tel: + 82-2-558-6956 Mobile: + 82-10-8300-8511
Email: hyuna_kim@idg.co.kr

## PR & Marketing Contact

**김종민**, Matt Kim
Tel: + 82-2-558-6079 Mobile: + 82-10-2408-4121
Email: matt_kim@idg.co.kr

**박용학**, Yong Park
Tel: + 82-2-558-6965 Mobile: + 82-10-4744-2823
Email: yongpark@idg.co.kr

IDG
INTERNATIONAL DATA GROUP
IDG KOREA
4F ChangHwa Bldg., Bongnae-dong 1Ga, Jung-Gu, Seoul, Korea 100-161