

LCD 디스플레이 기술에 대한 이해

작동 원리: LCD 디스플레이

액정 디스플레이(LCD)는 [액정](#)의 전기광학 특성을 활용해 전기적 자극을 시각적 신호로 전환하는 장치입니다. LCD는 여러분의 상상과 아이디어를 구체화해 스크린에 보여줍니다.

[하기 4가지 기본 원리를 통해 “마법” 같은 경험을 하게 됩니다:](#)

- [빛](#)을 편광할 수 있습니다.
- 전류로 액정의 방향을 변경할 수 있습니다.
- 액정은 편광을 조작(전송 또는 차단)할 수 있습니다.
- [전기](#)를 전도할 수 있는 투명한 물질이 있습니다.

외부 전기장으로 액정의 분자 배열을 조작할 수 있으며, 이를 통해 LCD가 작동하게 됩니다. 액정(LC)은 기존의 액체와 고형 결정체의 특성을 모두 지니고 있는 상태의 물질입니다. 액정은 액체와 유사한 흐름을 보일 수 있지만 분자는 결정체와 유사한 양상을 보일 수 있습니다.

액정은 디스플레이 패널의 요소이며, 다른 광학 및 전기회로 구성품은 디스플레이 성능에서 중요한 역할을 합니다.

다양한 액정 모드에 대한 정보를 더 원하십니까? [다양한 LCD 모드는 이 분석 보고서를 참조하시기 바랍니다.](#)

LCD 스크린 내부에서는 어떤 일이 벌어질까?



빛의 흐름을 통해 LCD 스크린의 여러 구성품을 탐험해봅시다.

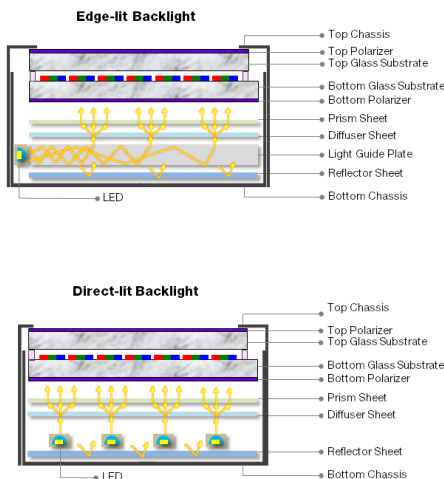
1. 스크린에 전원이 들어오면 백라이트 LED는 백색광을 방출합니다.
2. 빛이 도광판(LGP)에 들어가 내부적으로 반사되어 패널의 상부 표면에 걸쳐 균등하게 분포됩니다.
3. 디퓨저 시트는 빛을 추가로 분산해 도광판의 핫스팟(주변부보다 빛이 밝게 보이는 현상)을 관찰할 수 없습니다.
4. DBEF는 산란된 빛을 재사용하며, 프리즘 시트를 통해 빛이 집중되어 관찰자에게로 향하게 됩니다.
5. 하측 편광판(polarizer)은 수직 파장의 빛을 통과시키고 다른 방향의 빛은 차단합니다.
6. 수직 방향의 편광 빛은 액정 레이어를 통과합니다.
7. 이후 TFT와 공통 전극을 통해 적절한 전압을 적용함으로써 액정을 조작합니다. 액정은 다양한 각도로 백색광을 차단할 수 있습니다. 각 서브픽셀 앞에 있는 컬러필터는 각 색상의 파장 범위만 통과를 허용합니다. 각 서브픽셀의 휘도를 조절하려면 액정셀을 활성화하거나 비활성화해 빛을 차단하거나 통과시켜야 합니다.
8. 빛이 [액정](#)과 컬러 필터를 통과하면서 원색의 붉은색, 초록색, 파란색을 만들어냅니다.
9. 편광판이 빛을 필터링합니다. 수직 편광만 통과됩니다.
10. 이러한 과정을 통해 최종적으로 관찰자는 화려한 색상과 산뜻한 고명암비 영상을 즐길 수 있습니다.

LCD 구조 및 부품에 대한 이해



- **하부 새시:** 하부 새시는 LCD 구성품을 보호하고 구성품을 수용하는 기초 역할을 합니다.
- **백라이트:** 액정은 자체적으로 빛을 발생시키지 않기 때문에 스크린을 보려면 빛을 제공하는 또 다른 수단이 필요합니다. 스크린 뒤쪽 또는 측면에 위치한 환경광 또는 인공광이 광원으로 활용될 수 있습니다. LCD는 투과 디스플레이기 때문에 외부 광원을 필요로 합니다.

LED-백라이트 LCD 디스플레이는 LED 광원을 사용하는 평판 패널 디스플레이입니다. LED 광원을 사용하여 패널 두께가 얇아졌고, 전력 소비를 더 낮출 수 있고, 열분산이 더 좋아지고, 디스플레이가 더 밝아지며 대비(contrast) 수준이 더 높아집니다. 발광 다이오드(LED)는 디스플레이를 위한 빛을 제공합니다. 오늘날 가장 흔한 백라이트 배치로, 에지 LED(슬림, 저소비전력) 또는 다이렉트 LED(고휘도 디스플레이 또는 얇은 베젤 비디오 월 디스플레이)가 활용됩니다. 백라이트 설계는 우수한 색상 재생과 광범위한 색 공간을 확보하는데 매우 중요합니다. 백라이트가 백색으로 보인다고 해서 광범위하고 균등한 스펙트럼을 지니고 있는 것은 아닙니다. (CCFL 빛과 마찬가지로) 백라이트는 매우 불규칙한 “평탄하지 않은” 스펙트럼을 지니고 있습니다.



- **반사시트:** 반사시트는 LCD 백라이트의 산란된 빛을 재사용합니다. 이것은 DBEF(dual brightness enhancement film)이라고도 불립니다. DBEF는 축방향 휘도를 증가시켜, 더 많은 빛이 LCD를 통해 전송될 수 있도록 합니다. 전형적으로 1개의 BEF는 휘도를 40%-60% 증가시킬 수 있습니다. 경우에 따라 2개의 BEF를 사용해 증강된 휘도를 전송할 수 있습니다.
- **도광판(LGP):** 도광판은 순수 PMMA(폴리메틸메타크릴레이트) 수지로 만든 아크릴 패널입니다. PMMA는 매우 투명하고, 내후성(weatherproof)이 높습니다. 도광판은 특정 방향으로 빛을 반사하는 요철 문양이 새겨진 플라스틱 시트입니다. LGP는 선형 광원을 균일한 평면 형태의 광원으로 전환합니다. 그물망 같은 선들이 LGP 바닥에 새겨져 빛이 앞쪽으로 나가도록 하는데, 이것을 V-커팅이라고 합니다. 도광판 측면에서 들어오는 빛은 앞쪽을 통해 빠져나갑니다.
- **확산 시트:** 확산 시트는 빛을 나누어 균등하게 분배해 부드러운 빛을 제공합니다. 확산 시트는 스크린 전 영역에 걸쳐 빛을 균등하게 전파해 LED 핫스팟이 없는 면광원 형태의 빛을 만들어 줍니다.

- **프리즘 시트:** 프리즘 시트는 액정 디스플레이의 확산판의 상부 표면에 위치하고 있습니다. 프리즘 시트는 앞쪽 표면에 작고 각진 길쭉하게 솟은 부분이 있어, 축방향을 벗어난 빛이 최적의 시야 각도로 방출됩니다. 빛의 파장은 가장 밝은 각도에서 관찰자 방향으로 빠져나가거나, 정확히 빠져 나가기 위해 다시 한 번 백라이트 레이어를 통해 전달됩니다.
- **하측 편광판:** 편광판은 플라스틱 같은 재료의 섬유를 늘린 다음 재료를 요오드에 담겨 섬유를 다시 한 번 늘려 인간의 눈으로는 볼 수 없는 어두운 평행 선을 격자 형태로 만듭니다. 이것은 수직 방향의 빛을 통과시키고 나머지 빛을 차단하는 필터라고 보시면 됩니다.
- **하부 유리 기판:** 박막 트랜지스터(TFT) 제조 공정의 기판으로 사용되는 특수 유리. 흔히, 액정은 서로 직각을 이루는 2개의 편광 필터 사이에 “샌드위치처럼 끼여 있습니다.” LED 백라이트의 빛은 편광되어 액정으로 들어갑니다. 네마틱 액정(방향성은 있지만 위치에 대한 규칙성은 없는 액정, LCD는 보통 네마틱 액정 사용)은 활성화되지 않으면 빛의 파장을 90도 편광시켜 상판 편광판을 통과하도록 합니다. 액정에 전기장을 적용할 경우 빛은 편광되지 않아 상판편광판에 의해 차단됩니다.
- **박막 트랜지스터:** 실리콘 웨이퍼에서 제조되고 활성 레이어로 벌크-실리콘을 사용하는 MOSFET와 대조적으로 전류를 운반하는 활성 레이어가 박막(보통, 실리콘 필름-Si)인 트랜지스터. 플랫 패널 디스플레이에서 빛은 기판 재료를 통과해 관찰자에게 도달할 수 있습니다. 불투명한 실리콘 웨이퍼는 이러한 전송 디스플레이에 분명히 적합하지 않을 것입니다. 우리는 매우 투명하고 기존의 반도체 처리 단계와 호환되기 때문에 기판으로 가장 흔히 사용되고 있습니다. 우리는 반도체와 같은 실리콘이 아니기 때문에 실리콘 박막을 최상부에 증착하고 이 얇은 레이어를 사용해 트랜지스터를 제작합니다. TFT는 각 서브픽셀에서 전압을 조작해 디스플레이 이미지를 구성하는 데 도움을 줍니다.

삼성디스플레이 PID 패널은 [액티브 매트릭스 TFT](#) 입니다. 액티브 매트릭스 LCD 디스플레이 패널은 각 픽셀의 상태를 유지하면서 응답 시간을 개선하기 위해 박막 트랜지스터(TFT)를 사용합니다. TFT는 각 사진 요소(즉, 픽셀)를 제어하기 위해 유리 기판에 그물망 형태로 배열된 마이크로-스위칭 트랜지스터(및 관련 커패시터)입니다. TFT 중 하나가 켜지면 관련 픽셀이 활성화될 것입니다. 각 이미지 요소를 제어하기 위해 디스플레이 패널에 내장된 활성 스위칭 장치를 사용하면 인접 픽셀 간 혼선을 줄이면서 디스플레이 응답 시간을 극적으로 개선시킬 수 있습니다. 전압량을 매우 적은 증분으로 신중히 조정하면 그레이 스케일(백에서 흑까지의 휘도를 나눈 무채색 색표) 효과를 낼 수 있습니다. 오늘날 대부분의 LCD 디스플레이는 픽셀 당 최소 256 레벨의 휘도를 지원하며, LCD 사이니지에 사용되는 고급 LCD 패널은 최대 1,024 레벨의 휘도를 지원할 수 있습니다. 이로 인해 그레이 스케일 성능이 향상되며, 주로 모두 어둡거나 모두 밝은 이미지 영역의 사진 디테일을 개선할 수 있습니다.

- **액정:** 액정은 적용된 전극 하에서 방향을 변경해 빛을 차단하거나 통과시킬 수 있습니다. 액정은 전극이 적용되면 꼬인 막대 모양의 분자입니다. 각 액정은 셔터 역할을 해, 빛을 통과시키거나 차단합니다. 투명하고 어두운 액정의 패턴을 통해 이미지를 형성합니다. LCD 디스플레이의 액정은 자연적으로 꼬인 형태를 하고 있습니다.
- **공통 전극:** 공통 전극은 액정 레이어에 전압을 적용하기 위해 투명한 인듐-주석-산화물로 만들어집니다. 공통 전극은 전체 LCD 스크린에 걸쳐 균일한 픽셀 전압을 유지하는 데 중요한 역할을 합니다. 현재, 컬러 스크린에서는 인듐-주석-산화물(ITO)가 3개의 색상 즉, 붉은색, 초록색, 파란색(RGB)으로 분리되어 있습니다.
- **컬러 필터(RGB):** 컬러 필터는 LCD 상의 이미지를 위한 색상을 만들어냅니다. 컬러 필터는 붉은색, 초록색, 파란색 색소로 구성되어 있으며, 셀 내 특정 서브픽셀에 맞춰 조정됩니다. 이 필터는 얇은 유리 기판과 컬러 레지스트로 구성되어 있습니다. 3개의 컬러 레지스트(붉은색, 초록색, 파란색) 패턴이 유리 기판 상에 형성됩니다. R, G, B 패턴은 서브픽셀이라고 합니다. 색상을 보여주는 LCD는 붉은색, 초

녹색, 파란색 컬러 필터를 사용해 3가지 서브픽셀이 각 컬러 픽셀을 만들어낼 수 있어야 합니다. 적용된 전압을 조심스럽게 조절하고 변경하면 각 서브픽셀의 강도 범위는 256개의 음영을 초과할 수 있습니다. 서브픽셀을 결합하면 1천 6백 8십만 색상(256개의 붉은색 음영 x 256개의 초록색 음영 x 256개의 파란색 음영; 8비트 색 깊이)의 팔레트를 구현할 수 있습니다. 이 컬러 디스플레이는 상당히 많은 수의 트랜지스터(TFT)를 취하게 됩니다. 전형적인 랩톱 컴퓨터는 최대 1,920x1,080의 해상도를 지원합니다. 1,920컬럼(column)을 1,080 로우(row)로 곱하고 이 값을 3 픽셀로 곱하면 뒤판 유리에 새겨진 6,220,800개의 트랜지스터를 얻게 됩니다.

- **상부 유리 기판:** 컬러 필터 제조 공정에 사용되는 특수 유리.
- **상측 편광판:** 빛은 상측 편광판에서 수평으로 편광됩니다. 편광판은 색상과 선명도를 향상시켜 LCD의 스크린을 볼 수 있도록 합니다. LCD에서 편광판을 제거하면 문자나 그래픽을 인식하지 못하게 됩니다. 2개의 편광 필름의 광축이 평행일 때, LCD의 스크린이 가장 밝아질 것입니다. 하지만 서로의 위에 수직으로 위치할 때, 스크린은 검은색처럼 보이게 될 것입니다. 따라서 휘도, 대비와 같은 LCD의 광학적 특성은 편광 필름 특성의 영향을 크게 받습니다.
- **탑 새시 또는 프레임:** 탑 새시는 최상부에 위치에 있으며 오픈 프레임을 사용합니다.

추가 자원

LCD 디스플레이에 대한 더 많은 정보를 원하시면 하기 자료를 참조하시기 바랍니다.

- [여기서](#) LCD의 역사에 대해 학습하세요.
- [LCD 스크린 작동 원리](#)에 대한 비디오(2.34분)
- [나노러닝 채널](#)을 통해 LCD 작동에 대한 심화 학습(17.25분)
- [박막 트랜지스터\(TFT\)](#)에 대한 심화 학습(10.41분)
- [LCD 디스플레이 구조](#)에 대해 살펴보기
- [색상과 디스플레이](#)에 대한 이 보고서에서 색상을 어떻게 보는지에 관해 깊이 있게 학습하기