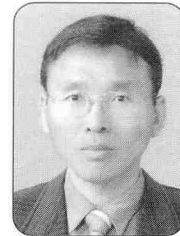


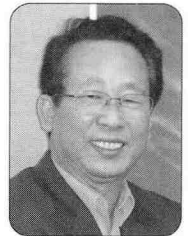
LED와 도광판의 꾸준한 박형화로 LCD가 주력 기술로 각광

소형 디스플레이 산업 및 기술 동향

향후 화면 사이즈나 용도에 따라 OLED가 LCD와 계속 경쟁할 것으로 예상이 된다. 특히 소형에서부터 대형디스플레이까지 널리 적용되고 있는 LCD는 향후 디스플레이 기기의 주력 기술로서 여전히 지위를 유지할 것으로 예상된다. 백라이트를 위시하여 LCD에 소요되는 기술은 거의 성숙 단계로 접어든 상태로, 획기적인 기술이 나올 여지는 적어 보인다. 향후 기술개발의 주요 포인트는 국소적인 점광원을 균일한 면광원으로 바꾸어주는 LED용 렌즈와 도광판 패턴에 집중될 것이다. 현재 크기의 한계는 이미 극복된 것으로 판단되는 가운데 LOD도 두께의 한계만 극복한다면 향후에도 화면의 크기에 관계없이 디스플레이의 주력으로서 역할을 다할 것으로 예상이 된다.



유종선



김현규

글 / 유종선(옵토프로(주) 대표이사/토피스(주) 이사)

j-slyu@hanmail.net

김현규(토피스(주) 대표이사)

hnkyukim@topins.co.kr

1. 소형 디스플레이의 개요

지난 20세기는 전자시대로 불려질 만큼 전자기기가 생활에서 차지하는 비중이 높아졌다는 것은 누구나 인정하는 사실이다. 그러나 21세기에 진입하면서 거의 모든 전자제품에 디스플레이가 장착되면서 전자기기에서 광학기술의 도입과 성패가 상품화의 성공여부를 결정하는 주요한 요인이 되었다.

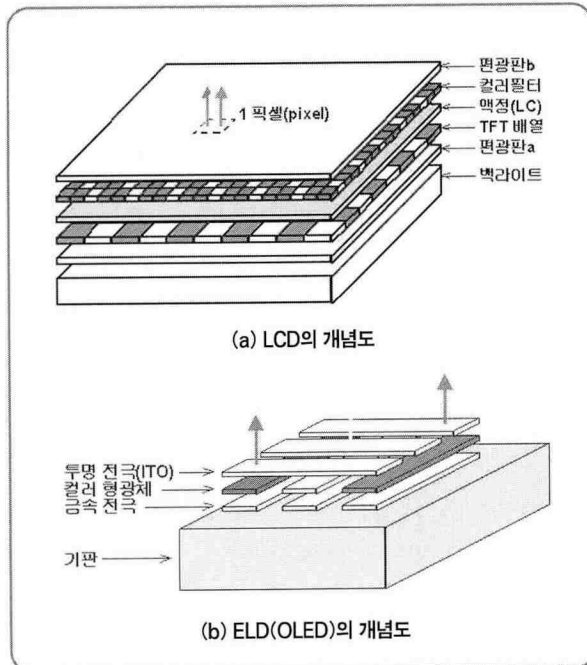
디스플레이 중에서도 브라운관을 대신한 평판 디스플레이(Flat Panel Display: FPD)가 독보적인 영역을 차지하고 있다. FPD는 화면을 형성하는 광원에 따라 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display: LCD), 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panel: PDP), 전기발광 디스플레이(Electro Luminescent Display: ELD), 전계 방출 디스플레이(Field Emission Display: FED), 진공형광 디스플레이(Vacuum Fluorescent Display: VFD) 등으로 나눌 수 있다. 그 중 <그림 1>에 보이듯이, 소형 디스플레이에 유리한 FPD로서는 LCD와 ELD가

디스플레이 광학산업의 현재와 미래



휴대전화 LCD 휴대전화 ELD 네비게이션 LCD

그림 1. 소형 디스플레이의 예



(a) LCD의 개념도

(b) ELD(OLED)의 개념도

그림 2. LCD(a)와 ELD(b)의 개념도

대표적이다.

LCD는 다른 디스플레이에 비하여 경량, 박형, 저소비전력 등의 특징을 갖고 있어서 1970년대부터 전자계산기와 손목시계의 표시장치로 적용되었다. 그 후 백라이트 유닛(Backlight Unit: BLU)의 개발, 화질의 향상, 컬러 표시, 대형화의 기술 개발 등이 뒷받침되어 오늘날에는 휴대용 전

자기기, 중·소형 모니터, 중·대형 TV 등에 널리 적용이 되고 있고, 향후 디스플레이 기기의 주력 기술로서 그 지위를 유지할 것으로 예상된다.

ELD는 외부 전기장(또는 전류)에 의하여 유·무기물 내에서 전자와 홀이 결합하여 빛을 내는 자체발광 현상을 이용한 평판 디스플레이이다. 최근에는 전류에 의하여 빛을 내는 OLED(Organic Light Emitting Diode)를 발광체로서 주로 사용하기 때문에 일반적으로 OLED라 부르기도 한다. 다른 FPD에 비하여 저전력, 고휘도, 높은 반응속도, 저중량을 나타내므로 이동통신 단말기(예를 들어 cellular phone), PDA(Personal Digital Assistant), 캠코더, palm PC 등 대부분의 소형가전 응용 제품에 적합한 디스플레이로 여겨지고 있다.

2. 소형 디스플레이로서 LCD와 ELD

일반적으로 소형 디스플레이로서 적합한 기술은 LCD와 ELD로 귀결이 되어 있다. 두 디스플레이의 근본적인 차이점은 화소(픽셀) 내에 빛이 자체적으로 방출되는가, 아니면 빛이 외부로부터 공급되는가에 있다(그림 2). LCD는 기본적으로 발광체로서 백라이트를 필요로 하며, ELD는 픽셀 내에 발광체를 갖추고 있는 데에 두 기술의 차이점이 있다. 간단하게 표현하면, 픽셀내 두 전극 사이에 LCD는 액정이, ELD는 발광 필름이 끼워져 있다고 보면 될 것이다. 물론 OLED를 광원으로 하는 백라이트도 개발되고 있으나 아직은 LED 또는 CCFL 광원을 이용한 기존의 백라이트 기술에 미치지 못하고 있다.

〈그림 2〉에 나타내었듯이 LCD 패널은 다수의 광학 필름층으로 구성되어 있다. 간략하게 설명하면, 백라이트에서 방출된 빛(백색광)이 하부 편광판을 통과하여 박막 트랜지스터(Thin-Film Transistor: TFT) 배열 층에 입사한다. 외부 제어 신호에 의하여 TFT가 구동되면 필요한 픽셀에 전계가 형성되어 액정의 상태가 변화하게 되고 이에 상응하여 입사된 빛의 편광이 바뀌게 된다. RGB 컬러 필터에 의하여 색이 선택되고 최종적으로 상부 편광판을 거쳐서 통과되는 빛의 광량이 결정된다.

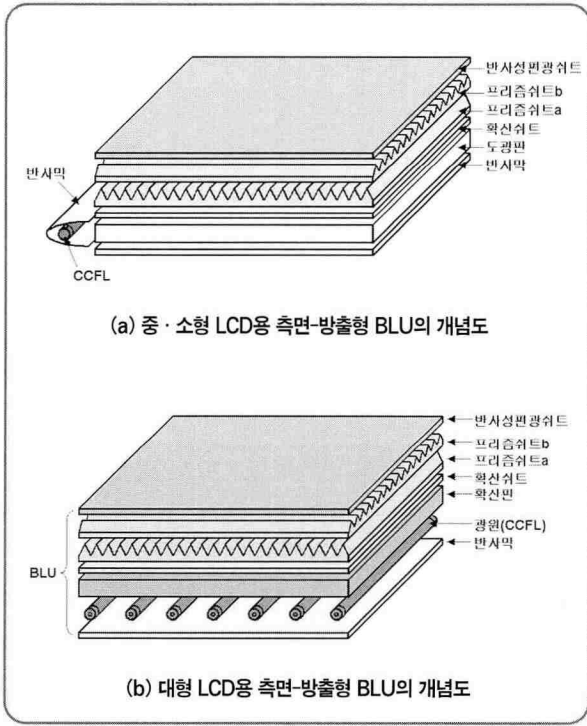


그림 3. LCD용 백라이트의 개념도

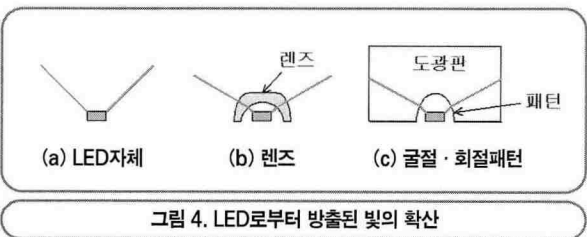


그림 4. LED로부터 방출된 빛의 확산

3. 소형 LCD용 백라이트 기술

중·소형 LCD와 대형 LCD에서 큰 차이점은 백라이트의 구조 또는 구성에 있다. <그림 3>에서 볼 수 있듯이 1.5~20 인치 중·소형 LCD에는 광이 측면으로부터 도광판으로 입사하는 형태(측면-입사형)의 백라이트를 채택하고, 25 인치 이상의 대형 LCD에는 광이 하부로부터 수직으로 입사하는 형태(상향-입사형)의 백라이트를 채택하고 있다. 소형 디스플레이용 백라이트는 요구사항에 따라 <그림 3(a)>에서 나타난 여러 광학 필름 중 몇 개를 생략할 수도 있으나, 도광판과 확산쉬트는 필수이다. 중·소형 LCD용 백라이트 광원으로서의 저전압, 저가격, 고회도, 무수만의 요구를 무난히 수용하는 LED가 적합하다. OLED는 백라이트를 별도로 필요로 하지 않기 때문에(백

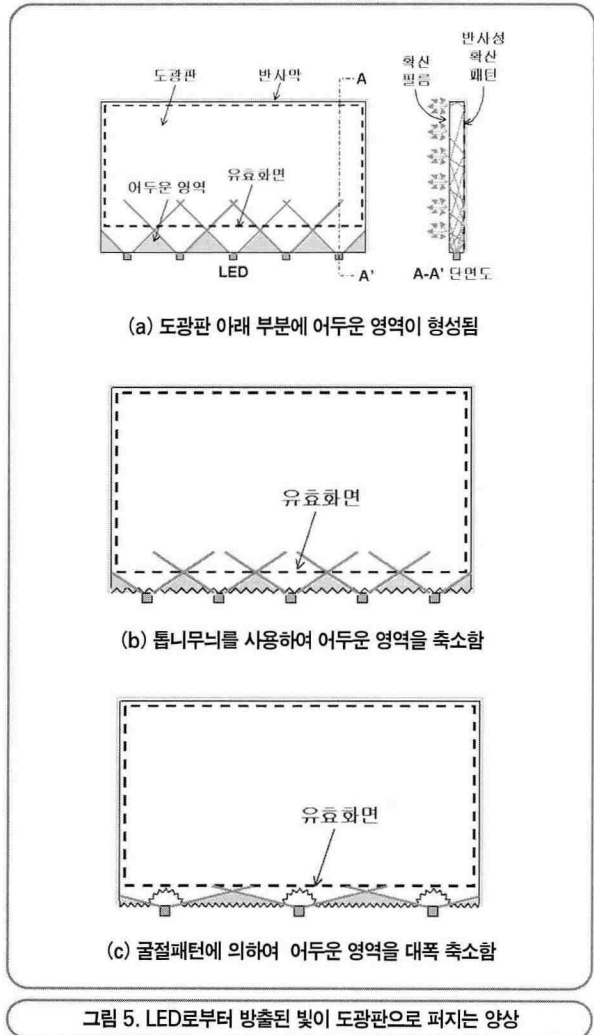


그림 5. LED로부터 방출된 빛이 도광판으로 퍼지는 양상

라이트의 광원으로 이용하는 경우를 포함하여) 백라이트를 필요로 하는 LED LCD보다 유리할 것 같으나, 30년 이상의 기술개발과 저가격화의 과정을 거친 LED가 OLED보다 오히려 경쟁력이 높다. 단, LED는 점광원이므로 방출되는 광은 국소적이다<그림 4(a)>. 화면 크기에 따라 1개 내지는 15개 이하의 LED를 사용하는 중·소형 LCD에서는 국소적인 광을 어떻게 균일한 면광원으로 바꾸어주는냐가 기술의 핵심이다. 이를 위한 기술로는 LED 자체에 특수한 형상의 렌즈 또는 반사막을 씌워 빛을 넓게 퍼트리는 기법<그림 4(b)>과, 국소적으로 방출된 빛을 도광판 하부에서 균일하게 퍼트리는 기법<그림 4(c)>이 있다. PDA나 네비게이션 용도에 사용되는 5~8 인치 소형 디스플레이에는 아직 OLED가 진입하지 못하고 있으며, 광원으로서 한 개의 CCFL 또는 12~30 개의 LED 배열이 사

용되고 있다. 광원으로부터 방출된 빛은 도광판 내부를 전반사에 의하여 진행하다가 도광판 이면의 반사성 확산 패턴에 의하여 도광판 바깥으로 빠져나오게 된다. CCFL과 달리 LED는 점광원이기 때문에, LED의 배열밀도가 낮을 경우에는 광원으로부터 가까운 거리에서 균일한 선광원 형태로 만들어줄 수 없으므로 유효 디스플레이 면적이 좁아진다(그림 5(a)). <그림 5(a)>의 LED 배열에 대하여 톱니(serration) 모양의 형상을 LED 배열과 마주보는 도광판 측면(즉, 광입사면)에 새겨서 LED에서 방출되는 빛을 보다 넓게 퍼트릴 수 있다(그림 5(b)). 만일 LED의 출력이 커서 몇 개의 LED만으로도 광량이 충분하다면 굳이 많은 LED를 백라이트에 사용할 필요는 없으나, 앞서 언급한 균일성 문제가 야기된다. 이를 해소하기 위해서는 도광판의 입사면에 특별한 굴절이나 회절 형상을 배치하여 LED로부터 방출된 빛을 보다 넓게 분산시켜야 한다(그림 5(c)).

지난 10여 년 사이 소형 LCD의 두께는 5mm 수준에서 1mm 수준으로 떨어졌다. 현재로서는 광원이나 도광판의 한계 때문에 백라이트의 두께는 0.6mm 수준이다. 전자기기의 박형화에 부응하여 향후 10여 년 뒤에는 LCD의 두께가 0.5mm 또는 그 이하의 수준으로 떨어질 것으로 예상된다. 백라이트가 필요 없는 OLED가 LED LCD에 비하여 박형화에 유리하므로 당연히 소형 디스플레이에 유리할 것 같지만, LED와 도광판의 박형화가 꾸준하게 개발되고 있으므로 당분간은 공존하여 나갈 것으로 예상된다. 이에 따라 소형 디스플레이를 위한 광학기술의 역할도 계속 유지될 것이다.

4. 맺는 말

향후 소형 LCD 광원으로서 LED가 주력으로 BLU에 채용이 될 것이고, 화면 사이즈나 용도에 따라 OLED가 LCD와 계속 경쟁할 것으로 예상된다. 백라이트를 위시하여 LCD에 소요되는 기술은 거의 성숙 단계로 접어든 상태로서, 획기적인 기술이 나올 여지는 적어 보인다. 향후 기술개발의 주요 포인트는 국소적인 점광원을 균일한 면광원으로 바꾸어주는 LED용 렌즈와 도광판 패턴에 집중될 것이다.

1980년대에 반도체의 성능의 한계 때문에 실리콘을 대체할 후보로서 여러 가지 새로운 반도체 재료 및 공정 기술이 제안되었으나 후보 재료에서 나타난 집적화(미세화)의 한계와 기존 기술을 계속 활용하려는 의지에 힘입어 실리콘은 2000년대에도 반도체 산업의 주력이 되어 있다. 마찬가지로 LCD도 현재 크기의 한계는 이미 극복한 것으로 판단되는 가운데 두께의 한계만 극복한다면 향후에도 화면의 크기에 관계없이 디스플레이의 주력으로서 역할을 다할 것으로 예상된다.