

## LCD BLU용 광원의 동향

■ 이 중 찬 / 금호전기(주)

### 1. 개요

평판 디스플레이의 대표적인 제품인 LCD는 빛을 발하는 광원 앞에 두 장의 유리기관을 두고, 그 유리들 사이에 빛을 차단하거나 투과시키는 역할을 하는 액정이라는 물질을 삽입한 것이다. 이 액정에 전압을 걸어주면, 액정의 분자배열이 변하면서 광변조가 발생하고 화상을 표시하는 동작 원리를 지니고 있다. 즉, LCD는 액체의 유동성과 고체의 광학 이방성을 동시에 갖는 액정을 이용해 액정 배열의 변화로 생기는 빛의 투과율 차이를 이용한다.

TFT-LCD는 그림 1과 같이 액정을 전기적으로 바꿔 영상을 만드는데 사용되는 얇은 막 형태의 트랜지스터와 Color Filter Plate로 이루어진 표시 Device를 의미한다. 두 장의 기관 사이에 배향된 액정셀이 배치되어 기

판 표면에 부착된 편광판을 통과한 빛이 액정 층을 지나면서 액정을 따라 Twist 되면서 수직된 또 하나의 편광판을 통과해 빛이 투과되는 원리로 이루어져 있다. 빛이 액정층을 지날 때 Twist되는 정도에 따라 빛의 투과량이 조절되며 각 cell의 하판에 배열된 TFT소자에서 인가된 전압을 여러 계조로 switching함으로써 Twist 정도가 조절된다.

TFT-LCD 구성도 TFT-LCD는 TFT 어레이 기관, 유리 기관, 컬러필터, 편광판, BLU 등으로 구성된다. 패널의 기능은 BLU에서 입사된 빛을 구동회로로부터 입력된 개개의 화소의 신호전압에 따라 RGB 컬러필터의 화소에 투과되는 빛을 제어하여 컬러영상을 표현한다. TFT-LCD의 색구현은 backlight에서 나온 백색광이 액정셀을 통과하면서 투과율이 조절되고 RGB의 color filter를 투과해 나오는 빛의 혼색을 통하여 이루어진다.

LCD는 기존의 디스플레이에 비해 여러 가지 장점을 보유하고 있으나, CRT, PDP등과 다르게 자체 발광 기능이 없어 문자, 화상 등의 정보를 표시하기 위하여는 별도의 광원장치가 필요하다는 점과 반응속도가 CRT나 PDP에 비해 느리다는

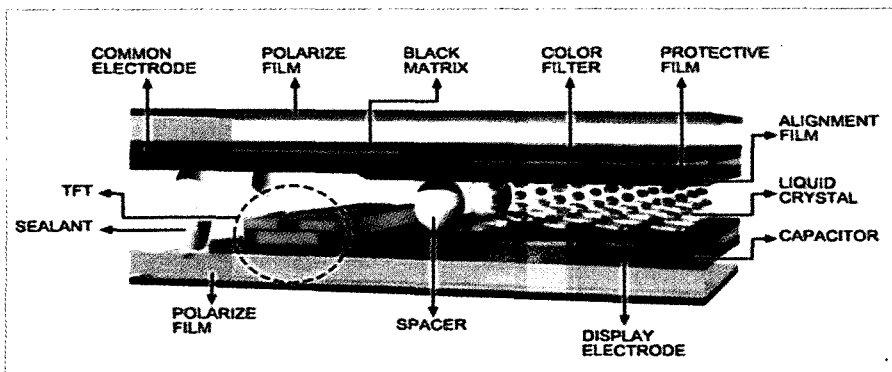


그림 1 TFT-LCD 구성도



사항 등이 단점으로 지적되고 있다. 이러한 단점들을 보완 및 개선의 방향은 LCD panel의 성능향상, 지능화, 새로운 광원의 응용으로 진행되고 있다. 이 가운데 BLU(back light unit)는 LCD의 광원으로 단순 조광기능 이외에 LCD 패널 전면에 고르게 빛을 전달하기 위하여 램프, 반사시트(reflection sheet), 도광판(light guide panel), 확산판(diffusion plate), 프리즘시트(prism sheet) 등 20여가지 이상의 부품으로 구성되어 있어, 광학적 설계지식을 필요로 하는 기능성 부품이다.

LCD용 BLU는 크게 휴대전화 및 PDA용의 소형 BLU와 노트북 PC 및 모니터용의 중형, TV 대응의 대형으로 나누어진다. 소형 BLU는 주로 7인치 미만 급의 LCD에 사용되며, 중소형 BLU는 휴대용으로 사용되는 특성 때문에 소비전력 및 기구적 제한을 많이 받기 때문에 설계 및 생산의 노하우가 많이 요구된다. LCD TV에 대응되는 대형 BLU는 소비전력, 성능 및 신뢰성의 측면에서 많이 반영되며 상품성 향상의 측면에서 기구적 박형화 및 최외곽 사이즈 축소화로 진행되고 있다. 또한, LCD TV용 BLU는 노트북, 모니터용 BLU보다 더 높은 휘도 특성이 요구되며, 대부분의 BLU 수급은 LCD Panel 및 LCD TV 수급과 밀접한 관계가 있다.

## 2. LCD BLU용 광원

LCD는 자체적으로 발광하지 않는 수동적 소자로 LCD가 타 FPD(flat panel display)와 제품 경쟁력 확보를 위해서는 CRT와 동등 이상의 고화질 특성을 가져야 한다. 이를 위해서는 LCD 패널 자체 기능을 향상 시킴으로 일부 가능하나, LCD패널의 배면에서 밝은 백색광을 발광하는 BLU는 LCD에 절대적 기술 지원 요소로써 없어서는 안 되는 부품이다.

일반적으로, LCD BLU의 광원이 배치되는 위치에 따라 측면형(Edge-lighting)과 직하형(Direct-lighting)으로 구분된다. 여기서 측면형은 비교적 얇은 두께로 인하여 휴대용 통신 기기, 노트북, 모니터등의 박형화를 목적으로 하는 액정표시장치에 주로 사용되며, 직하형은 높은 광효율이 요구되는 모니터, TV등의 고휘도의 대화면을 목적으로 하는 액정표시장치에 주로 이용된

다. 이러한 BLU에 사용되는 광원으로는 냉음극형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp :CCFL)와 열음극형광램프(Hot Cathode Fluorescent Lamp :HCFL), 외부전극형 형광램프(External Electrode Fluorescent Lamp :EEFL), 면발광램프(Flat Fluorescent Lamp :FFL), LED(Light Emitting Diode), FEL(Field Emission Lamp: FEL) 및 EL(Electro Luminescence)소자 등의 다양한 광원이 사용될 수 있다.

Backlight 광원들은 BLU에서 요구되는 특성에 따라 각기 다양한 형태로 적용되고 있으나, LCD TV 분야인 직하형에서는 주로 CCFL을 배면에 배치하여 사용하고 있다. CCFL은 전통적인 광원으로써 LCD 디스플레이 개발 초창기부터 사용되어 왔음에 따라 이미 신뢰성이 검증되고 고효율이라는 장점으로 인해 보편적으로 사용되고 있다. 이 외에 CCFL과 동등한 효율을 가지면서, 가격은 저렴한 EEFL도 개발되어 양산 적용 중이며, FFL(Flat Fluorescent Lamp)이 최근 양산 기술이 개발되어 일부 제품에 적용이 진행되고 있다. 그러나 CCFL을 비롯한 EEFL, FFL등은 발광과 사용되는 재료의 유사성으로 효율과 특성 역시 그 차이가 크지 않을 것으로 예상되며, 특히 고전압을 이용하는 점등방식으로 전력 손실이 크다 할 수 있다. 또한, 현재까지 CCFL은 미량의 수은을 함유할 수 밖에 없어서 유해물질 환경 규제에 영향을 받고 있다. 따라서 향후 지속적으로 요구되는 특성향상과 가격의 저렴화, 저전력화 및 친환경적인 제품으로 진행이 사료된다.

최근 LCD TV용 BLU의 기술동향은 LCD TV로의 보급 확대로 일반 가전제품 수준의 가격하락과 더불어 Full HD급 LCD TV를 위한 고휘도의 요구, 화질 개선에 기여를 위한 지능형 제품화, 색재현율 확대, LED의 응용화, 저 소비전력화 등에 초점이 역점을 두고 있다.

LCD TV용 휘도는 450nit 이상으로 제품에 따라서 차이는 있지만, 밝고 선명한 화면을 제공하고 있다. 그러나 LCD는 패널의 투과율에 따라 색재현성의 trade-off 관계가 있으므로, 적정수준의 색재현성을 제공하는 LCD의 투과율은 조정된다. 또한 기존의 BLU에서는 고가의 프리즘 편광판 시트를 사용하지 않는 경우에 고 휘도를 제공할 수 없다는 근본적인 한계를 가지고 있

다. 고휘도를 달성하기 위해서 광원의 고휘도화가 추구하고 있다.

LCD용 BLU의 기술 개발 중 또 하나의 큰 방향은 BLU자체의 지능화 및 고성능화이다. LCD는 CRT와 같은 빠른 반응속도 구현이 어렵기 때문에 이를 개선하려는 노력이 지속적으로 이뤄지고 있고, 동영상의 잔상효과(motion blur)를 개선 할 수 있는 기술을 제시하고 있어서 그 개발 진행이 많은 주목을 받고 있다. 또한 LCD TV의 경우는 CRT에 비해서 색감이 떨어지는 화상을 제공하고 있어, 이를 개선하기 위해 형광체를 고색재현성 대응의 형광체를 채용하고 있다.

### 2.1 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)

냉음극 형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp :CCFL)는 수mm직경의 borosilicate 유리관내부에 보호막 및 형광체를 도포한 후 양단에 공음극(hollow cathode)을 설치하고 50~70torr의 네온(Ne), 및 아르곤(Ar)가스와 수 mg의 수은(Hg)을 봉입하여 사용한다. 유리관 양단의 전극에 전압을 인가하면 생성된 전기장에 의하여 전자가 가속되는데 가속된 전자가 수은을 여기 시키게 된다. 이때 발생하는 253.7nm의 자외선이 형광체를 여기시켜 가시광선으로 전환되어 방사된다.

구체적으로 수은은 램프 내부에서 이온이 아닌 원자로서 존재하고, 원자로서의 수은은 UV를 방사하지 않는다. 고전압이 램프의 양극에 인가되면, 전극에서 자유전자들이 방출되어 많은 Ne, Ar 이온을 생성하게 된다. 이온(플라즈마)간에 2차 충돌로 인하여, 수은 또한 이온으로 바뀌고 이것은 다른 이온들과 섞이게 된다.

플라즈마 공간에서 이온화된 수은은 UV(자외선)을 방사하며 이 UV가 형광체를 자극시켜 가시광선이 된다.

현재 모바일용 BLU를 제외하고 노트북, LCD 모니터, 대형 LCD TV에 이르기까지 대부분의 LCD BLU용 광원은 CCFL을 사용하고 있다. CCFL의 장점은 3~5mm로의 세경화가 가능하며, 효율은 상대적으로 낮으나 공음극효과(hollow cathode effect)를 이용하기 때문에 상대적으로 고휘도가 가능할 뿐만아니라 양산성 및 신뢰성이 이미 검증된 것이 장점이다.

CCFL은 발광 구동을 위하여 인버터(inverter)가 사용되며, CCFL 형 램프는 발광을 위해 필히 각 램프 당 별개의 인버터가 소요되어 BLU 원가에 많은 부분을 차지하게 되고, 램프 내 발광 전극을 두어 램프의 수명에 문제가 되고 있다. 이는 특히 20개 이상의 CCFL이 사용되는 40인치 이상급 LCD 패널 제조사들에게 갈수록 하락하는 LCD가격의 하락에 큰 부담으로 작용하고 있다. 따라서 CCFL도 외부전극형 형광램프(External Electrode Fluorescent Lamp: EEFL)과 같이 단일 또는 두개의 인버터를 사용하여 동작시키는 방법을 내놓고 있다.

CCFL용 형광체는 자극 발광 (파장 253.7nm부근)을 흡수하여 그 energy를 방사하는 물질로 발광성을 가져야 하며 자극 energy인 수은의 저 증기압 방전에 의해 발생한 자외선 파장을 흡수하여 파장이 긴 가시광선으로 방사하는 물질을 화학적으로 조성시킨 무기물의 복합화물로서 원료로는 붕산염( $xM_2Oy B_2O_3 zH_2O$ ), 규산염( $xM_2O SiO_2$ ), 인산염 ( $xM_2 PO_4$ ), 텅스텐염 ( $xM_2Oy WO_3 zH_2O$ )등과 알루미늄 (Al), 티타늄(Ti), 게르마늄

(Ge), 주석(Sn), 바나듐 (V)등 금속으로 형성되며 활성제로는 망간 (Mn), 구리 (Cu), 납 (Pb), 안티몬 (Sb)등과 혼합 고열처리하여 가시광선을 발산할 수 있게 조성되어 있다. Blue계 형광체의 조성

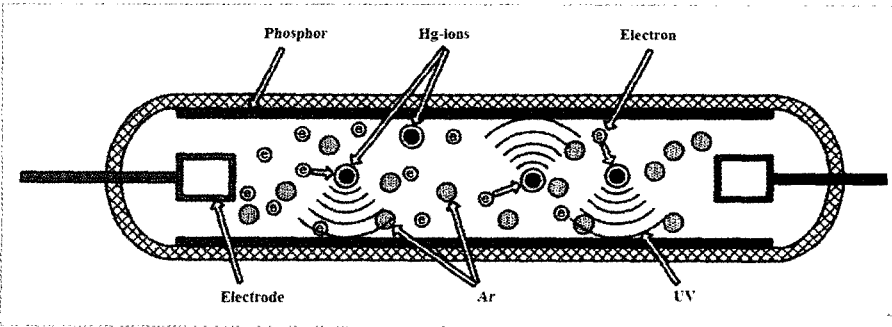


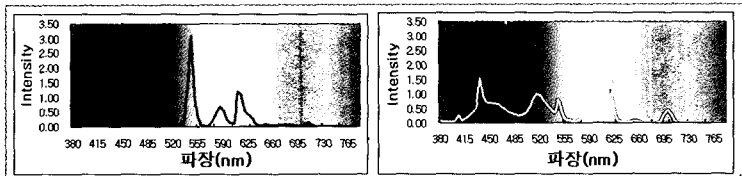
그림 2 CCFL의 구조 및 발광원리

은 일반적으로  $\text{CaO}_3$ ,  $\text{WO}_3$ 를 원료로한 침전법을 이용 고온, 소성시킨  $\text{CaWO}_4$  형광체와 활성제 Pb를 첨가한  $\text{CaWO}_4/\text{Pb}$ 형광체가 있으며 극대 파장이 약 400~420가 된다. 이외에  $\text{MgO}$   $\text{WO}_3$ 를 소성시켜 최대 Peak파장이 약 480nm 부근에서 발광하는 양자 효율이 높은  $\text{MgWO}_4$  형광체등 여러 종류가 있다. Green계 형광체의 조성은 일반적으로  $\text{ZnO}_2$ 와  $\text{SiO}_2$ 를 과잉 반응시켜 활성제 Mn을 고온 가열 냉각하여 최대 발광 파장이 520nm가 되는 시감도가 좋은  $\text{ZnSiO}_4/\text{Mn}$  형광체가 이루어지며, 이외에도  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ 와 활성제인  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Tb}_4\text{O}_7$  소정량 혼합 환원 소성시켜 최대 발광 파장에 약 540nm가 되는  $\text{Y}_2\text{SiO}_5/\text{Ce}$ ,  $\text{Tb}$  형광체등 그 종류가 다양하다. Red계 형광체의 조성은 적색은 형광물질로서 중요한 물질중의 하나이며, 대표적인 것은  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 에 활성제  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ 를 양론비로 혼합하여 고온 연성시켜 최대 Peak 파장이 610nm 되는  $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Eu}$  형광체가 이루어지며 이외에도  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{GeO}_2$ 를 치환 혼합하여 활성제 Mn이 첨가된 최대 Peak 파장이 약 660nm의 고연색

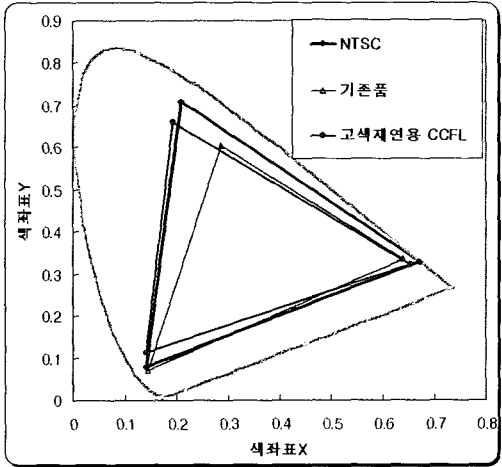
성 3.5MgO 0.5Mg  $\text{F}_2$   $\text{GeO}_2/\text{Mn}$ 형광체가 있으며, 이외에도 Red계 형광체가 많이 있다.

CCFL 형광체가 가져야 할 특성 및 조건은 다음과 같다. 양자효율이 55~95%이상이어야 하며, 음극으로부터 발생하는 자외선을 충분히 흡수할 수 있어야 한다. 온도나 진공에 안정하여야 하며 흡수한 자외선을 효율이 높게 가시광선으로 변화시킬 수 있어야 한다. 결정학적으로 입도가 너무 크거나 가늘어서 자외선을 흡수하지 않고 투과 또는 반사하지 않아야 하며, 밀도가 높고, 분산성과 부착력이 크고 결이 깨끗해야 한다.

최근에는 LCD시장 확대에 따라 향후, LCD-TV에 대응하기 위해서는 색 재현범위를 NTSC대비 70%이상 요구되고 있으며, 이에 특히 색재현율 90~92%의 고색재현 형광체를 사용한 CCFL이 각광을 받고 있다. 색 영역은 CIE 색좌표계를 기준으로 RGB 각 지점의 위치가 넓을수록 커지며, 이를 위해서는 기본 색의 순도 (saturation), 즉 색 도표 상에서 기준 백색에 해당하는 중심으로부터의 거리가 증가할수록 삼각형의 크기는 커진다. Color Matching 함수로부터 3 자극치 중에서 y의 비중이 가장 크게 되는 경우, 즉 색도 좌표의 y가 가장 크게 되는 기본 색으로 =520nm의 단파장의 빛을 기본 색으로 사용하면 각 기본 색의 색 좌표를 잇는 삼각형의 색 영역이 구현된다.



〈일반 형광체를 사용한 CCFL〉/〈고색재현 CCFL〉



〈LCD상의 색재현율(Color Gamut)〉

그림 3 CCFL의 고색재현 특성

## 2.2 HCFL(Hot Cathode Fluorescent Lamp)

열음극 형광램프(Hot Cathode Fluorescent Lamp: HCFL)는 양 전극에 전압을 인가하면, 유리관의 양 끝단 내부에 삽입되어있는 코일에서 전자가 방출되어 방전이 개시된다. 이 때, 방전에 의해 유동하는 전자는 유리관 내의 수은 원자와 충돌하여 자외선을 방출하고, 방출된 자외선이 형광물질을 여기시켜 가시광선을 발생시킨다.

HCFL은 일반 조명용 직관형 T5 형

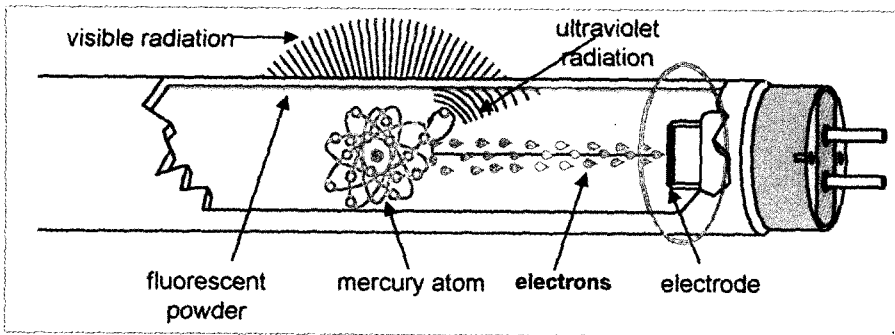


그림 3 HCFL의 구조 및 발광원리

방사물질은 알칼리 토류금속의 탄산염인 Triple Carbonate 즉 탄산바륨( $BaCO_3$ ), 탄산스트론튬( $SrCO_3$ ), 탄산칼슘( $CaCO_3$ )가 주성분이다. 이러한 전자방사 물질이 코일에 스프레이 또는 dipping 방식으로 도포될 때 도포량

및 도포상태에 따라 램프의 수명, 배기중의 분해조건에 영향을 미칠 수 있다.

광램프의 전기적/광학적 성능을 바탕으로 Philips에서 제시한 구동방법 등을 적용하여 LCD TV용 BLU에 이용되고 있다. 이러한 HCFL은 CCFL 대비 발광효율이 높고 밝으며 스캐닝 구동을 통한 화면 잔상 제거에 탁월한 효과가 있다. 또한, 하나의 인버터로 병렬구성이 가능한 장점이 있기 때문에 이를 이용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

국내 TFT-LCD 업체가 세계시장을 지속적으로 리드하기 위해서는 LCD의 성능향상은 LCD의 타 FPD와의 경쟁 우위 확보와 해외 경쟁사들보다 기술우위를 확보키 위한 변수로 지능형 BLU의 문제가 대두되고 있다.

현재, LCD 패널의 Display 기술은 고 밀도 Digital 영상에 대응하여 경쟁력을 키워야 하나, 기존의 CCFL BLU와 LCD 패널의 영상에 연동하는 dimming 기능이 없는 BLU를 LCD에 적용하면 Motion Blur(잔상 효과)가 있고, 명암 비(Contrast Ratio)가 떨어지며 Gamma 특성을 좋지 않게 함으로써 LCD의 고품질화에 따른 기술 경쟁력 확보에 문제가 되고 있다. 이러한 개선을 위해 HCFL을 활용한 스캐닝 구동 및 1-D dimming 기술을 적용하고 있다.

현재, LCD 패널의 Display 기술은 고 밀도 Digital 영상에 대응하여 경쟁력을 키워야 하나, 기존의 CCFL BLU와 LCD 패널의 영상에 연동하는 dimming 기능이 없는 BLU를 LCD에 적용하면 Motion Blur(잔상 효과)가 있고, 명암 비(Contrast Ratio)가 떨어지며 Gamma 특성을 좋지 않게 함으로써 LCD의 고품질화에 따른 기술 경쟁력 확보에 문제가 되고 있다. 이러한 개선을 위해 HCFL을 활용한 스캐닝 구동 및 1-D dimming 기술을 적용하고 있다.

전극의 기능은 금속전도체로서 가스 방전 및 플라즈마 상태에서 전류의 이동을 촉진하는 것이다. 전극의 주요부를 구성하는 필라멘트 코일은 일반적으로 텅스텐선의 이중 또는 삼중코일에 전자방사물질을 충전하여 사용한다. 전극 구조상 램프의 수명에 제일 크게 영향을 주는 것은 점등시 음극의 온도와 전자방사물질의 도포상태 및 양이다. 음극의 온도는 필라멘트를 형성하는 텅스텐선의 굵기 및 관전류와 관계가 있다. 텅스텐선의 굵기가 소정의 치수보다 가늘면 램프점등중의 음극 온도가 상승하여 전자방사물질의 증발속도가 빨라져 수명이 짧아지게 된다.

LCD 구성을 살펴보면, LC 자체는 Optical Switch 역할을 하고, 빛은 배면의 BLU에서 발생하고 있다. BLU의 휘도가 고정된 상황에서 어두운 영상과 밝은 영상을 동시에 구현하기에, 다른 자발광 소자에 비하여 낮은 명암비 (Contrast Ratio)를 보이고 있다. LCD의 Response Time은 LC자체의 개선과, Panel의 구조, 인가되는 구동파형 등을 통하여 개선되고 있으나 빠르게 변화하는 동영상을 구현하는 경우, 아직 까지 영상이 끌리는 현상(Motion Blur) 이 나타나게 된다. LCD의 Gamma 특성은 BLU의 휘도가 고정된 경우, 계조(Gray Level)가 선형적으로 변화하는 특성을 나타나게 된다. 인간이 밝기를 인지하는 특성을 살펴보면, 저계조에서 More Sensitive 하고 고계조에서 Less Sensitive

하기에 Gamma 특성 역시 선형적으로 증가하는 것이 아니라, 저계조와 고계조에서 다른 기울기로 증가하여야 한다. LCD에서 BLU의 휘도가 고정된 경우, 저계조 혹은 고계조의 영상이 입력된다 하더라도 LCD 전체 소모전력은 변화하지 않고 일정하게 유지하게 된다. 저계조 화면을 구성시 BLU가 고계조 화면과 동일한 휘도를 발생하는 것은 전력의 손실과 명암비의 저해를 가져오게 된다.

위와 같은 문제점들은 LCD Panel 자체의 특성 개선(재료, 구조 및 구동 방법)을 통하여 일부 개선이 가능하지만, 궁극적으로는 영상입력 신호와 Synchronize된 Intelligent 한 BLU를 적용함으로써 Dramatic한 개선을 가져올 수 있다. BLU가 입력된 영상 신호에 따라서 밝기와 On-Off Status를 조절한다면 그림 4와 같이 무한대의 명암비, Motion Blur Free, CRT 수준의 Gamma 특성과 전력소모 감소 등을 구현할 수 있게 된다.

2001년 SID학회에서 Hitachi에서 발표된 자료를 살펴보면, 단순히 BLU에 On-Off 기능이 추가됨으로써 그림 4와 같은 Motion Blur 현상이 현저하게 감소됨을 볼 수 있다.

BLU가 입력된 영상신호의 밝기에 따라서 두 가지 밝기로 Dimming 하는 경우, Gamma 특성이 개선됨은 물론 명암비 역시 증가하게 된다. 구현되어질수 있는 BLU의 밝기 Level이 증가할 수록 명암비와 Gamma 특성을 개선되게 된다. LCD에 적용되는 BLU가 Dimming과 On-Off 기능을 갖는 경우, CRT나 PDP 소

자와 같이 영상신호에 따라서 소모전력이 감소하게 되며, LCD의 평균소모전력 역시 감소하게 된다.

위에서 언급된 특성을 BLU가 갖기 위해서는 광원 자체의 On-Off 기능과 Dimming을 통하여 구현될 수 있는 밝기의 영역이 넓어야 한다. 현재 상용화된 CCFL 및 EEFL의 경우, 순간 광출력이 작고, Response Time이 길며, 작은 활성화 에너지 규모로 Uniform한 Dimming을 할 수 있는 영역이 제한되게 된다. 선광원이 모여서 Unit을 구성하기에 On-Off 및 Dimming을 조절할 수 있는 영역이 광원과 일치하는 선형 형태로 구성되는 특징을 갖고 있다. 이와 같은 특징을 만족하는 광원은 CCFL 및 EEFL 대비 HCFL이 많은 장점을 소유한다. 순간 광출력이 높고, LCD의 영상 신호와 연동하는 디밍(Dimming)을 함으로써 기존 BLU 사용시 LCD에서 문제로 대두 되는 Motion Blur 및 명암비와 Gamma 특성의 문제를 해결 할 수 있다. 이를 통해 LCD의 기술 경쟁력 확보가 가능하며 디밍을 통해 약 30%의 소비 전력을 줄여, 타 제품과의 제품 경쟁력 확보에도 기여할 것으로 예측된다.

### 2.3 LED(Light Emitting Diode)

LED의 발광효율이 향상하고, 그 응용범위가 확대되고 있다. 종래, LED는 주로 전기, 전자기기의 표시부로서 사용되어 왔다. 1993년에 청색 LED, 1997년에 백색 LED가 발매되고부터 LED는 계속해서 주목을 받고 있다. 높은 발광효율의 청색 LED의 출현은 종래 불기능

했던 적색, 녹색, 청색의 3색혼합에 의한 풀 컬러의 세계를 실현시켰다. 고 휘도 LED로 불리어지는 InGaN (청색, 녹색), AlGaInP (적색)을 발광재료로 한 밝은 LED가 그 발광효율을 더욱 향상시켜, 그에 따른 응용제품의 수도 늘어나고 있다. 시장을 보면, 휴대전화의 LCD backlight용 광원으로서의 수요가 상당히 많다. LED의 응용시장은 크게 나누어 휴대용 전자기기, 표시용 기기, 자동차용, 교통신호등, 조명용, 그 외로 분류할 수 있다.

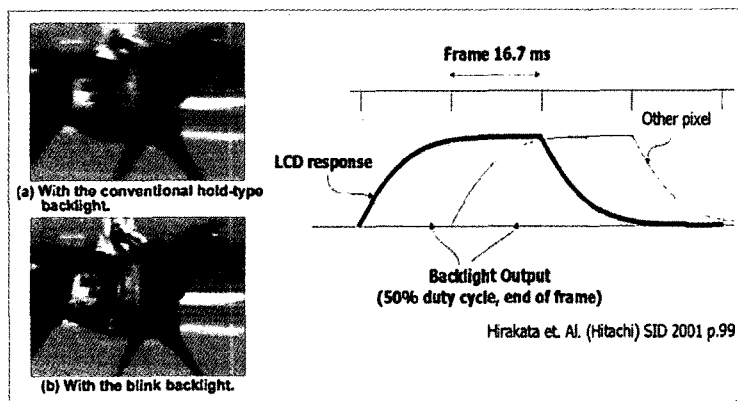


그림 4 LCD의 고속 화면 플림현상(Motion Blur)

디지털 영상산업의 급격한 성장과 함께 평판 디스플레이 시장이 계속적으로 확대되는 전망과 더불어 대형 LCD BLU에 있어서도 LED의 위치가 주목되고 있다. 특히, LCD TV는 얇은 두께, 저전력, 저중량, 고해상도와 긴 수명의 장점으로 인해 성장세가 다른 디스플레이에 비해 괄목하게 증가하고 있다. LCD에서 주요 부품으로 사용되는 BLU(Back light unit)는 현재까지 CCFL(Cold Cathod Fluorescent Lamp)이 주로 사용되어 왔으나 광원의 에너지 절감, 친환경, 고도화, 고부가가치를 위해 이를 새로운 광원 즉, LED-BLU로 대체할 필요성이 점차 전 산업계로 확산일로에 있다.

현재, LED-BLU에 대한 연구개발 투자는 가히 폭발적이라고 할 수 있을 만큼 집중적으로 이뤄지고 있으며 2006년 양산을 시작으로 향후 2-3년 이내에 대형 패널에 이르기까지 제품 출시가 이뤄질 것으로 전망되고 있다.

LED 소자를 이용한 BLU는 LED 소자가 가지는 광학적 우수한 특성으로 인해 기존의 CCFL에 의한 BLU 보다 색재현성(100%이상)이 뛰어난 장점이 부각되고 있다. 이로 인해 거의 모든 LCD 관련 기업체들이 LED-BLU 기술 개발에 각축을 벌이기 시작하였으며 관련 소재, 회로, 구성, 어셈블리에 대한 연구개발이 본격화되고 있다. 이미 LED는 기존의 CCFL과의 경쟁에서 동일한 전력 대비 비슷한 휘도를 낼수 있는 수준으로 수년 내에 근접할 것으로 예상되며 Nikkei Electronics

2005년도 보고서에서 LED backlight의 전력 소비 정도가 CCFL의 그것과 근접하는 데에 2~3년이면 가능할 것으로 보고 있으나 실제 예상 보다 빠른 결과물들이 발표되고 있다.

LED BLU는 앞서 언급한 CCFL BLU에서 광원인 CCFL를 대체하여 LED를 채용한 것이다. LED BLU는 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 개별 칼라 LED로 구성되어 있든지 혹은 한 package내에 삼원색(R,G,B) 칩이 포함된 LED를 사용하여 효과적인 백색광이 만들어 지도록 여러 형태의 배열 방식으로 이루어져 있다.

LED BLU는 여러 장점으로 LCD 모듈에 장착된다고 볼 수 있는데, 첫째는 기존 광원과 달리 수명이 포함되지 않아 환경친화적이다. 따라서 향후 유럽의 RoHS(유해물질 사용규제)환경 규제 범규에 제약을 받지 않는다. 둘째는 색재현성이 NTSC 기준으로 104% 이상 표현이 가능해 기존의 광원(72%)에 비해 1.5배나 높아진다. 즉 같은 빨간색과 녹색도 LED 광원을 통해 보면 훨씬 선명하고 다양하게 볼 수 있다. 셋째, 제품 수명이 10만시간 이상으로 수명이 길어진다. 또한 진동 및 충격이 우수하여 양산성이 우수함은 물론, 배선 사용을 억제하여 누설 전류를 최소화할 수 있다. 구동 시스템에 있어서, CCFL의 경우 다양한 컬러성분(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)의 상대적인 광 출력량은 구동 전자 장치등에 의해 조정될 수 없지만 LED는 가능하다. 즉 개별 광원 혹은 분할 디밍을 통해 소비전력은

줄이면서 동시에 다양한 밝기의 화면 구현이 가능하다. 따라서 LCD의 풀칼라 동영상 표현에 한층 더 강화된 기능을 제공할 수 있다.

최근까지의 출시된 LED BLU는 극복해야 할 과제들이 산재해 있다. 그나마 일부 업체의 개발된 수준도 구조의 복잡성 및 높은 가격 구조를 가지고 있다. 또한 소비전력에 있어서도 CCFL 대비 1.5~ 2배정도 높은 수준이므로 이의 개선이 절실하다고 할 수 있겠다.

LCD TV용 직하형 LED BLU는

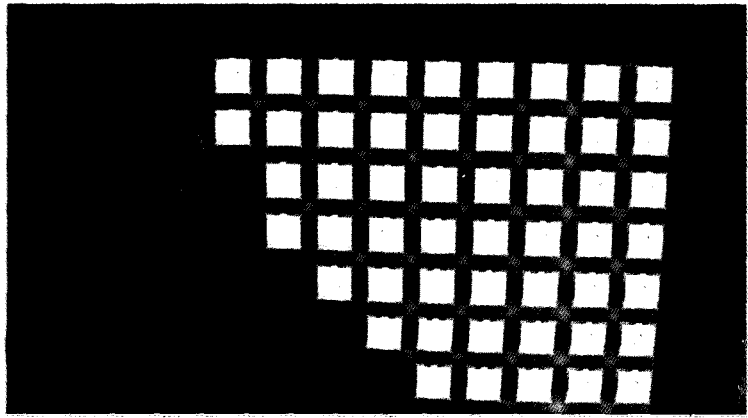


그림 5 LED BLU의 형태(일본 TAMA Fine OPTO)



White색상을 발광하는 CCFL과는 달리 LED에서 발광한 R,G,B색상을 Mixing에 의해 White색상을 구현방식을 적용하고 있다. White색상을 구현하기 위해서는 LED종류를 비롯하여 R,G,B 각 색상의 수량, 배열순서, 간격 등의 고려, 그리고 각각의 색상에 대한 인가전류에 의한 발광량 제어 등이 복합적으로 해결되어야 하는 문제를 가지고 있다.

LED BLU의 취약성 및 개선방향은 다음과 같다. 첫째, LED BLU 화면에서의 색얼룩 개선하기 위해서는 BLU의 전체적인 두께를 증가시키든지 R,G,B색상을 Mixing할 수 있는 광학시스템을 설계해야 한다. 현재 출시된 직하형 LED BLU는 기존 CCFL적용 BLU 대비 두께가 2~3배이상 두꺼운 상황이다. 따라서, LED에서 발광되는 R,G,B색상을 Mixing하는 광학시스템 설계 즉, 신규 광학부품을 개발하거나 기존 광학부품을 개선하여야 한다.

둘째, LED는 반도체의 일종으로써 인가된 전력의 약 20%만 빛에너지로 전환하고 나머지 80%정도는 열로 방출하므로 광효율이 낮다고 볼 수 있다. 따라서, LED를 광원으로 적용한 BLU의 온도가 상승하여 기존의 CCFL을 적용하는 BLU와는 달리 별도의 방열기구가 필요하다. 이러한 방열기구인 Heatsink, Heatpipe, FAN등을 상용함으로써 기존 CCFL을 적용한 BLU 대비 크기 및 가격경쟁력 부분에서 불리하다. 그러므로, 신규방열 소재를 발굴하고 유로해석을 통한 최적의 방열시스템을 구현하여 방열부품을 최소화하는 연구가 필요하다.

셋째, LCD TV용 직하형 LED BLU의 광원에 적용될

LED는 낮은 광효율로 인해 현 CCFL을 적용한 BLU에 비해 소비전력이 30%정도 높은 편이다. 따라서, CCFL BLU와 동일수준의 광특성을 만족하기 위해서는 광 LED의 수량을 증가시키거나 LED에 인가하는 전류를 높여 소비전력이 상승할 수 밖에 없다. 따라서, LED의 광효율 향상을 비롯하여 광학설계를 통한 최적의 LED ARRAY개발, 구동회로에 의한 Dimming제어 등 모든 분야에서의 개선 및 최적화가 필요한 상황이다.

### 3. 결론

모바일기기와 노트북을 중심으로 중소형용 LCD의 BLU용 광원은 LED가 주류를 가질 것으로 예측된다. 대형사이즈의 BLU가 사용되는 LCD TV용 광원은 다양한 형태로 가시적인 변화를 겪게 될 예정이다.

선두 주자인 CCFL이 40인치 TV 시장 중심으로 세력을 확장하는 가운데 FFL 및 LED BLU의 등장으로 시장을 둘러싼 신기술간의 경쟁이 치열할 것으로 보인다. 시장 점유율에 있어 가격을 어느 정도까지 더 내릴 수 있는가에 따라 주력광원이 달라질 전망이다. 또한 성능면에서 색재현율의 확대, Motion blur 감소화, dynamic dimming 기술, 환경 친화적 특성 등을 고려하여 광원시장의 흐름이 진행될 것이다. 이와 같이 BLU용 광원 간 경쟁은 TV 시장의 향후 변화와 맞물려 더욱 중요해질 전망이다. 따라서 원가 절감을 통해 LCD TV를 가격 경쟁에서 승리로 이끄는 광원과 LCD TV의 성능을 향상시킬 수 있는 광원이 기술의 최종 승자로 사료된다.