

LED 광원을 이용한 디스플레이 개발

LED Light Source and its Application to Display

김대식

삼성전자 DM 연구소 AV Solution Team

daesikkim@samsung.com

LED 광원의 특성인 높은 색재현성, 친환경성, 저소비전력 등은 디스플레이 광원으로서 그 활용도가 높게 평가되고 있다. 최근 비약적인 광효율 증가를 보이고 있는 고효율 LED 광원을 대화면의 LCD TV 용 BLU 와 Projection TV의 조명계에 적용하기 위하여 기술개발에 필요한 주요 요소들을 살펴본다.

1. 디스플레이용 광원의 개요

최근 디스플레이의 시장에서는 높아지는 고객의 요구에 대응하기 위하여 1) 높은 색재현성화 2) 고휘도화 3) 친환경화 4) 장수명 및 저가격화로 광원 기술개발이 진행되고 있다.

색재현을 위해서는 세기가 서로 다른 삼원광(Red, Green, Blue)을 사람 눈의 공간 분해능이 미치지 못하도록 빛이 섞여 보이도록 하거나 또는 한 공간에 사람 눈의 시간 분해능력 보다 빠르게 삼원광을 순차적(또는 동시에)으로 나타내어 빛이 섞여 보이도록 하는 것이다. 이렇게 표현되는 색의 구현 범위는 그림 1 (a) 에서 보이는 바와 같이 삼원광 각각의 색좌표를 표시한 후 이 점들을 연결한 삼각형의 내부 면적으로 표현된다. 따라서 보다 다양한 색을 표현하기 위해서는 삼원광의 스펙트럼이 단색광에 가까운 광원일수록 좋다. 그림 1 (b), (c) 는 CCFL 과 LED 광원의 스펙트럼을 나타내고 있다.

현재 LCD BLU 에 사용되고 있는 형광램프는 수은가스의 전자가 여기상태에서 기저상태로 전이하면서 방출하는 자외선을 사용하여 형광체를 여기시키는 발광 메커니즘을 이용한다. 반면 환경안전에 대한 세계적인 관심이 높아지면서 RoHS나 TCO 등의 환경관련 규약에서 2006년 7월 부터는 수은을 사용하지 못하도록 하는 방안을 추진 중이다. 현재 개발 중인 무수은 광원의 발광효율을 살펴보면 무수은 형광램프 60lm/W, 무수은 Xe Lamp 33lm/W, Field Emission Lamp 35lm/W 그리고 LED 30lm/W 등으로 효율 개선을 위한 기술개발이 계속되고 있어 디스플레이에의 적용 가능성을 높여주고 있다.

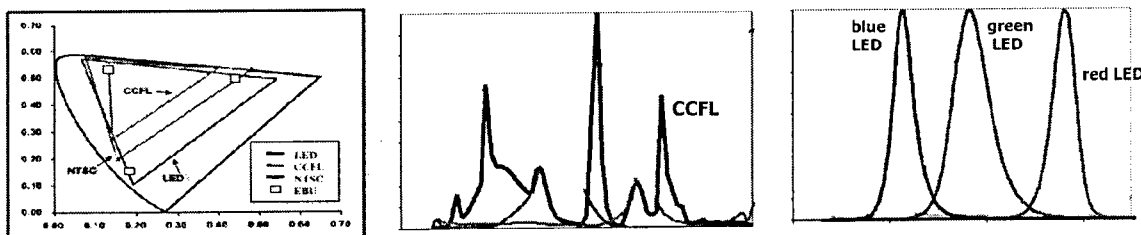


그림 1. (a) 색좌표계에서의 Color Gamut (b) CCFL 광원 스펙트럼 (c) LED 광원 스펙트럼

2. LED 광원을 이용한 LCD 디스플레이

LCD의 색재현성은 컬러필터와 형광램프 내면에 코팅되어 있는 형광체의 발광 스펙트럼에 의해 삼원광의 색순도를 높이는데 한계가 있게 된다. 현재 사용되고 있는 LCD 디스플레이 소자의 색재현성은

NTSC 기준 색좌표를 100%라고 하였을 경우, 노트북용 LCD는 45%, 모니터용 LCD는 65%, 그리고 TV 용 LCD는 80% 정도의 색재현성을 가진다. 이에 반하여 LED를 광원의 경우는 120% 정도의 색재현성을 가지고 있어 대형 LCD TV 등과 같은 응용제품에서는 차별화 측면에서 높은 색재현성을 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

LCD 백라이트로 LED 광원을 사용하기 위해서는 그림 2 (a) 와 같이 R, G, B 각각의 패키지를 RRGB 등의 특정한 배열로 배치하여 선광원화하여 백라이트의 특정부분에 위치하도록 하는 방법이 가장 활발하게 연구되고 있다. 또한 이와 함께 R, G, B LED를 공동으로 하나의 패키지로 형성하는 3 chip 또는 4 chip One Package 도 개발을 하고 있다. 단점인 LED 발광효율이 2 배정도로 개선되고 LCD 소자의 반응속도가 1.8msec 정도로 개선된다면 그동안 구현하기 어려웠던 LCD 삼색 순차구동(Field Sequential Driving) 방식에 의한 고분해능 및 저 소비전력화가 가능하게 된다.⁽¹⁾

3. LED 광원을 이용한 프로젝션 디스플레이

LED 광원을 프로젝션 디스플레이에 사용하게 되면 높은 색표현 능력과 함께 매우 유연한 백색광을 만들 수 있다. 예를 들어 색온도를 쉽게 제어할 수 있고, 밝기의 표현 영역이 넓은 특징을 가지고 있으며 RGB를 순차적으로 디스플레이하는 DLP 프로젝션 시스템에 더욱 유용하다. Arc Lamp 등을 사용하는 현 시스템에서는 컬러휠에 의한 광량 손실이 2/3 정도이며 그림 2(b) 와 같이 LED 광원으로 대체할 경우 순차적으로 RGB를 점등시킴으로써 이러한 손실을 최소화 할 수 있다. 또한 LED의 점등시간은 수 나노초 밖에 되지 않으며, 수명도 10만 시간 이상으로 저가격화 및 장수명화에 유리하다.

일반적으로 프로젝션에 사용하는 광원은 발광영역이 작으면서 고출력이어야 시스템 설계가 용이한데, 예를 들어 최근의 고출력 LED(Luxeon:120lm/5W)는 Chip의 크기가 2X2mm로 광원의 에텐듀(étendue)가 크므로 광을 효율적으로 집광하기 어렵게 된다. Chip의 형상도 Light Valve의 Aspect Ratio와 같게할 필요가 있으며⁽²⁾ 열에 의한 LED 수명 단축은 광효율 개선과 동시에 효과적인 방열구조를 요구한다.

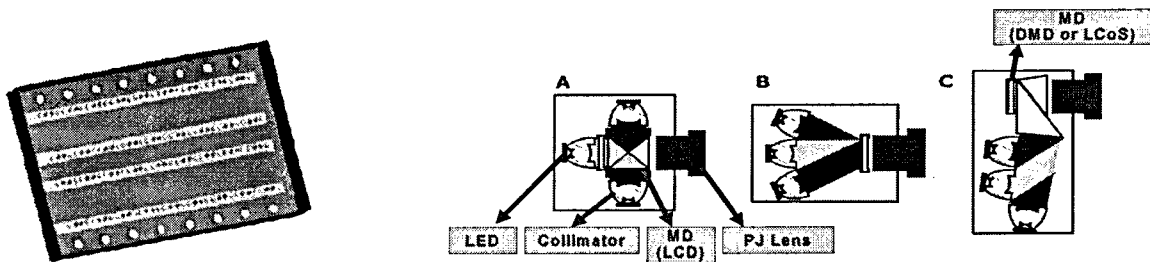


그림 2. (a) 선광원 배치 LED BLU (b) RGB LED 광원 적용 프로젝션 조명계

4. 결론

고출력 LED 광원을 LCD BLU 와 프로젝션 조명계에 적용하기 위한 기술개발 요소를 살펴 보았다. 이러한 LED 광원의 고효율화 및 단점 개선은 수년 내에 이루어 질 것이고 이를 적용한 디스플레이 시스템의 다양한 상품개발이 진행될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. G. Harbers and C.G.A. Hoelen, "High Performance LCD Backlighting using High Intensity Red, Green and Blue Light Emitting Diodes", SID Intl Symp Digest Tech Papers 702-706 (2001).
2. Edward H. Stupp et. al., "Projection Displays", John Wiley & Sons Ltd (1999).

