LED 프로젝션 디스플레이 개발

Development of LED Projection Displays

이원용, 이영철, 이계훈, Kirill Sokolov, 이희중, 문일권
삼성전자 DM 연구소 Video Lab.
wy3.lee@samsung.com

고출력 발광다이오드(LED)를 이용하여 프로젝션 디스플레이에 사용이 가능한 조명시스템을 개발하였다. RGB 삼색 LED를 사용하였으며 이를 리어프로젝션(rear projection) 시스템에 적용하였다.

1. 서론

LED는 색순도가 높은 이점으로 인하여 디스플레이의 광원으로써 사용되는 것이 요구되어 왔다. 근래에는 PDA나 휴대폰과 같은 소형 디스플레이의 백라이트 광원으로 사용되고 있는데, 여기에는 대부분 청색 LED를 인광변환(phosphor conversion)한 백색 LED(PC white)가 사용된다. 그러나 백색 LED는 색순도가 낮기 때문에 고품질의 디스플레이에는 RGB가 분리된 LED를 조합한 조명시스템이 요구된다. Lumileds는 자체 고출력 LED 브랜드인 Luxeon™을 이용하여 고품위 LCD-TV를 위한 백라이트 개발을 시도해오고 있다.[2][3] 그 동안 LED는 단위 패키지 당 나오는 출력의 한계로 인해 프로젝션 디스플레이에 사용되기 어려웠으나, 최근 몇 년 동안 LED 효율의 비약적인 증가로 인해 LED 프로젝션 디스플레이의 가능성을 높여주고 있다.

2. 이점과 단점

LED를 프로젝션 디스플레이에 사용하는 것은 여러 가지 이점을 가진다. 가장 중요한 특성으로 높은 색순도의 주광원(primary colors)을 사용함으로써 NTSC 신호의 130%에 달하는 색표현 능력(color gamut)을 가지게 된다. 또한 RGB LED는 매우 유연한 백색광을 만들 수 있는데, 색온도를 쉽게 변경할 수 있으며, 밝기의 표현 영역이 넓은 특징을 가지고 있다. LED는 영상을 표현하기 위해 RGB를 순차적으로 디스플레이 하는 컬러시퀀스(color sequence)를 응용하는 시스템에 더욱 유용하다. DLP(digital light processing) 프로젝션 시스템과 같이 컬러휠(color wheel)을 회전시켜 RGB 광원을 공급하는 조명계에서는 컬러휠에 의한 빛의 손실이 약 2/3 정도 발생한다. RGB LED를 이용하는 경우에는 컬러휠을 사용하지 않고 순차적으로 RGB를 점등시킴으로써 이러한 손실을 최소화하는 것이 가능하다. 프로젝션에 사용하는 광원은 일반적으로 아크(arc)광원을 사용하는데 점등시간이 1분 이상 걸리고 수명이 수천 시간 정도로 짧다. 반면에 LED의 점등시간은 수나노초 밖에 되지 않으며, 수명도 10만 시간 이상으로 길고, 또한 수은을 사용하지 않음으로써 환경친화적이다.

LED는 위와 같은 많은 장점을 가지고 있는 반면에 몇 가지 단점도 있다. 프로젝션에 사용하는 광원은 발광영역이 작으며 고출력이어야 시스템을 설계하기에 유리하다. 최근의 고출력 LED는 칩(발광영역)의 크기가 상당히 커서 광원의 에탄두(étendue)가 크므로 광을 효율적으로 집광하기 어렵다.[1] 또 다른 LED의 단점은 열에 약하다는 것인데, LED는 열에 의해 수명이 단축되며 본래 가지고 있던 색이 바뀌게 된다. 특히 고출력 LED에서는 많은 열이 발생하므로 효율적인 방열시스템을 갖추어야 한다.

3. 시스템

본 연구에서 개발한 LED 프로젝션 시스템은 Fig.1에서 보이는 바와 같이 RGB LED, integration rod, LCD panel, X prism, projection lens 등으로 구성되어있다. LED는 각 주요색(primary color)에 4개씩 총 12개가 사용되었는데, Lumileds사의 고출력 LED를 사용하였으며, 각 LED에서 나온 광은 포물면 거울에 의해 집광되며 integration rod에 의해 균일하게 분포된다. 3판식 LCD가 사용되었으며 이를 조합하기 위한 X prism이 사용되었고, 이미지를 투사시키기 위한 프로젝션렌즈와 스크린이 사용되었다. 본 연구에서는 개발한 LED 프로젝션 시스템을 이용하여 40인치 리어프로젝션TV에 적용하였다.

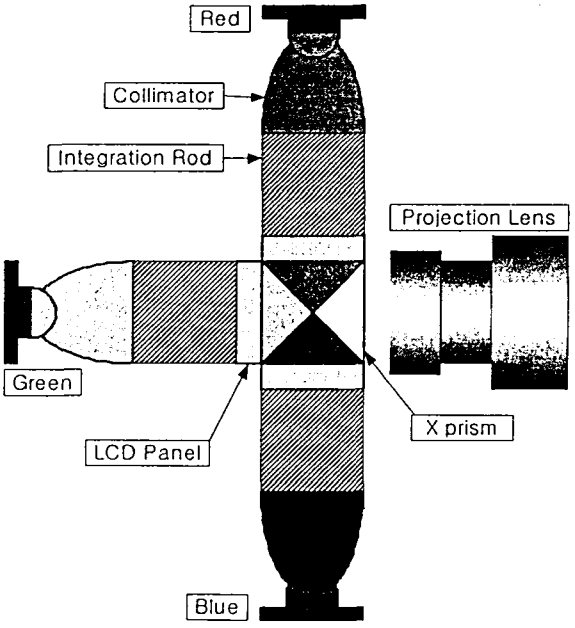

Fig. 1. Schematic drawing of the LED projection system used in a three panel LCD rear projection display.

4. 토의 및 결론

신광원인 고출력 LED를 사용한 프로젝션 시스템을 개발하였다. 이 시제품은 LCD 리어프로젝션 스스템을 위해 개발되었으며, 향후 DLP 리어프로젝션 시스템을 위한 시제품을 선보일 예정이다. LED는 단지 새로운 광원 이상의 의미를 가지고 있다. 그것은 지금까지 볼 수 없었던 고품위의 영상을 구현하는 것이 가능하기 때문이다. LED 프로젝션 시스템을 상용화하기 위해서는 LED 효율의 지속적인 발전이 필요하며, 아울러 LED의 에탄두를 극복하는 효율적인 집광시스템에 대한 연구가 필요하다. 또한 방열시스템에 대한 연구와 열에 의한 LED의 출력 및 색변화에 대한 보정 등의 연구도 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Edward H. Stupp, Matthew S. Brennesholtz, "Projection Displays", John Wiley & Sons Ltd (1999).
2. Gerad Harbers, Wim Timmers and Willem Sillevis-Smitt, "LED Backlighting for LCD HDTV", Proc. 2nd International Display Manufacturing Conference 181-184 (2002).
3. 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).