

고효율 DLP 프로젝션 시스템

High Efficient Projection System for a Single DLP Panel

김대식*, 조건호, 김성하, 이희중
 삼성전자 디지털 미디어 연구소
 e-mail : daesikkim@samsung.com

프로젝션 디스플레이 장치에 있어서 광학적인 효과 면에서 반사형 Light Valve (DLP, LCoS 등) 를 주로 사용하고 있는데 이는 제작 프로세스 상 투과형에 비해 고 가격이므로 3판식 방법 보다는 단판식 방법이 선호되고 있다. 그러나 그림 1 에서 보이는 바와 같이 단판식의 경우 구조적 시스템은 단순하지만 광의 사용 효율이 3판식 방법에 비해 1/3 수준으로 낮아지기 때문에 광의 사용효율을 높이기 위해 여러가지 방법이 시도되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 단판식 프로젝션 시스템의 광 효율을 3 판식 시스템과 동등 수준으로 증가시키기 위하여 새로운 구조의 Color Scrolling 방식[1-2]을 제안하고 이를 0.78 Inch DLP 프로젝션 시스템에 적용하여 검증하고 그 결과를 논의 하고자 한다 .

기존 단판식 Projection 시스템에서는 광원으로부터의 백색광을 Color Filter를 이용하여 Red, Green, Blue 의 각 Color를 Light Valve로 보내 주는데 각 Color 순서에 맞게 순차적으로 Light Valve를 동작 시켜 영상을 구현한다. 이러한 광학계는 각 Color를 시간적으로 Sequential 하게 이용하기 때문에 광의 사용 효율이 3 판식에 비해 1/3 수준이 된다. 이 문제를 해결하고자 제안된 방법이 Color Scrolling 방법이다. Color Scrolling 방법은 백색광을 Red, Green, Blue Color로 분리하고 이를 동시에 하나의 Light Valve의 서로 다른 위치로 보내 준다. 또한 각 Pixel 당 Color가 모두 도달해야만 영상 구현이 가능하므로 특정한 방법으로 각 Color들을 일정한 속도로 움직여 주게 되면 Valve 상에 도달된 Color Bar 들이 한쪽 방향으로 이동하게 되어 하나의 Light Valve를 사용하면서 광효율을 증가시킬 수 있다. 한편 이러한 방법을 단판식 시스템에 적용하기 위해서는 적절한 Color 분리 및 Scrolling 수단과 일정한 크기의 Light Valve 를 나누어 사용하는데 따른 광원에서 바라보는 Etendue 증가 문제를 해결하여야 한다.

그림 2는 0.78 Inch DLP 를 사용하여 F/# 2.4의 프로젝션 렌즈를 사용하기 위한 고효율 조명광학계의 구조를 나타내고 있다. 광원으로는 $\pm 2^\circ$ 의 빔 발산각에서 90% 이상의 광분포를 가지는 UHP Lamp 를 사용하는데, 16:9 비인 DLP의 단축을 3개 영역으로 나누었을 때 광학계의 수용범위 내에 들기 위해서는 빔 발산각도 $\pm 1^\circ$ 이하로 사용할 수 밖에 없으나 이러한 광원의 Etendue를 감소시키기 위하여 Light Valve의 장축을 Color 분리방향으로 이용한 결과 $\pm 1.5^\circ$ 이하의 광을 사용할 수 있게 되어 약 30% 정도의 효율 증가가 기대된다.

Color 분리에는 Color Filter Plate 를 SLD의 초점거리 사이에 45° 로 배치하여 입사광이 각 Glass Plate 의 광로차(OPD) 만큼 각 Color 를 분리시킨 후 반사되도록 하였다. 또한 Color Scrolling 수단으로 그림 3 의 직경 120mm의 Spiral Lens Disc (SLD) 를 사용하고 있는데 Cylindrical Lens Array를 디스크 상에 나선형으로 배열하여 각 렌즈 셀의 초점면에 여러 개의 Color Image 를 형성시킨 후 Fly Eye Lens 와 Relay Lens 를 이용하여 Light Valve에 3개의 Color Bar가 결상 되도록 하였다. 이때 SLD를 Light Valve 동작 주파수와 동기하여 회전 시키면 Color Scrolling 동작이 가능하게 된다.

광학 시스템 평가에서는 빔 발산각 $\pm 1.5^\circ$ 이상의 광을 슬릿을 사용하여 제거하여 Light Valve 에서

의 Color 분리 및 Scrolling 동작을 확인하였다. 그림 4 는 투사된 R, G, B Color Bar 와 SLD 회전에 의한 1주기 Color Scrolling 을 보여주고 있다. 광효율 평가에서는 조명광학계의 최종 출력 500lm/10000° k 가 얻어져 기존의 단판식 DLP 조명광학계에 비하여 약 1.7 배의 광효율 증가를 검증하였으며 앞으로 Color Mapping 등 회로적 성능 검증을 진행할 예정이다.

참고문헌

1. Jeffrey A. Shimizu, "Scrolling Color LCOS for HDTV Rear Projection, "SID 2001 DIGEST., 40.1, pp. 1072-1075, 2001
2. D. Scott Dewald, et.al., "Sequential Color Recapture and Dynamic Filtering: A method of Scrolling Color, "SID 2001 DIGEST., 40.2, pp. 1076-1079, 2001

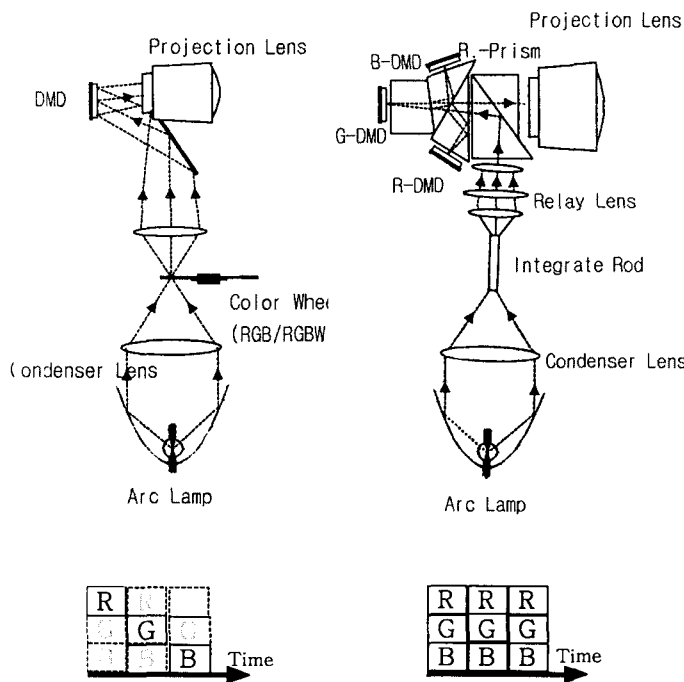


그림 1. 1판식 및 3판식 DLP 프로젝션

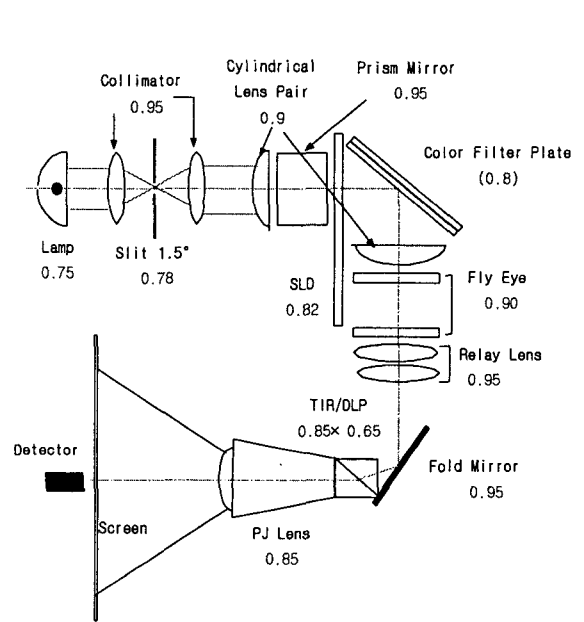


그림 2. 고효율 조명광학계 시스템

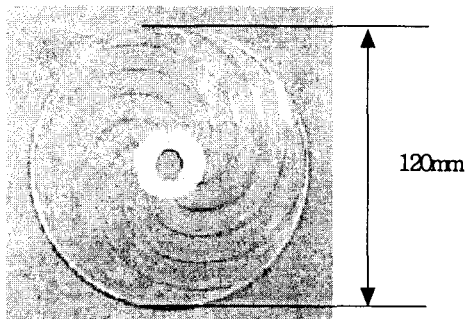


그림 3. Spiral Lens Disc (SLD)

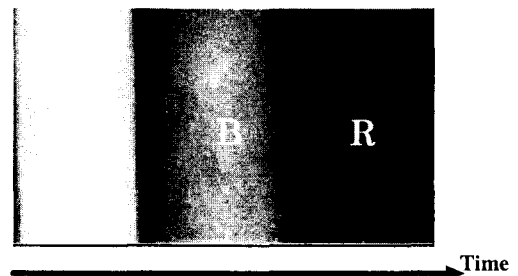


그림 4. 실험에 의한 1주기 Color Scrolling 동작