

LED 광원을 이용한 직하형 백라이트 광학계 설계

송영기, 양승수, 오영식, 김서윤, 이정렬

경기도 이천시 부발읍 야미리 산136-1번지 비오이하이디스

Direct type backlight unit optical system design that use LED source of light

Young-Ki Song, Seung-Soo Yang, Young-Sik Oh, Seo-Yoon Kim, Jung-Yeal Lee

BOEHYDIS TECHNOLOGY

Abstract : RGB 3색 LED를 이용 백라이트에서는 백색 광원을 구현을 위해서는 혼색을 위한 충분한 공간 또는 광학계를 필요로 하고 있다. 본 연구에서는 RGB 3색 LED의 컬러 혼색을 위해 광학 설계를 진행을 하였고, 이 광학계는 광경로 변경을 통해 BLU 내부 공간에서 각각의 3색 LED가 충분한 혼색 구간을 확보하여 백색을 구현 하게 된다. 최근 적용하고 있는 Side emitting 방식 LED가 아닌 Top view type의 power LED를 이용하여 32인치 급 TV LCD 백라이트를 제작하여 최적화를 진행하였다

Key Words : BLU, Color mixing, Optical System, LED

1. 서 론

본 연구에서는 LED를 광원으로 이용하는 백라이트 중 RGB 3색 LED를 광원을 이용한 백라이트에 대해 연구 하였다. RGB 3색 LED를 이용하여 백색 광원 구현을 위해서는 혼색구간을 확보해야 백색 광원을 구현 할 수 있다. 현재 TV용 대화면 BLU의 경우 Power LED를 이용한 BLU 개발과 연구가 많이 진행 되고 있으며 최근 진행중인 RGB 3색 LED를 이용한 백라이트에서 혼색 방법으로는 LED의 렌즈 설계를 통해 해결안을 모색 하고 있다. 그러나 본 연구는 LED 광원의 광 출광 분포가 아닌 백라이트 내부에 광학계를 설계하여 color mixing을 진행하여 백색광원을 구현하였다.

2. 실험

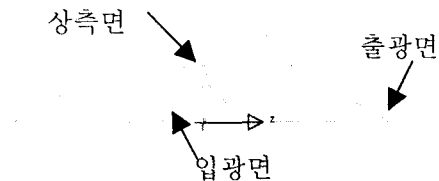
2.1 혼색 Simulation

본 연구에서는 광학계 설계를 위해 simulation을 진행 하였다. Modeling된 LED의 혼색 구간을 확인 하기 위해 공기 중에서 RGB 3색 LED 각각의 광원이 어느 정도의 공간을 필요로 하는지 확인하였다. Source modeling은 현재 standard 한 model를 기준으로 설계 하였으며 LED의 spectrum은 각각의 3색 LED의 중심파장을 입력 하여 진행 하였다. Simulation을 통해 RGB

Power LED를 이용한 White구현을 위해서는 혼색 구간이 100mm이상의 구간을 필요로 함을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 직하형 BLU에서 이러한 혼색 구간을 확보 하기 위한 광학계를 설계 진행 하였다.

2.2 광학계 설계 및 simulation

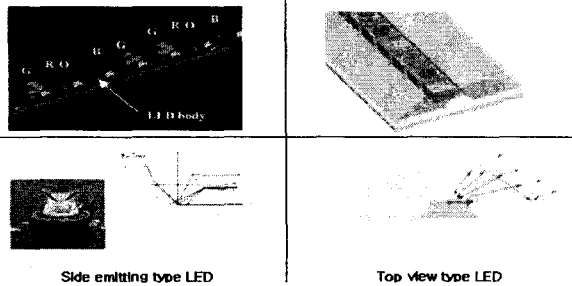
초기 광학계 설계는 광학계의 혼색 효과와 광출사 특성을 확인하기 위해 simulation을 진행하였다.



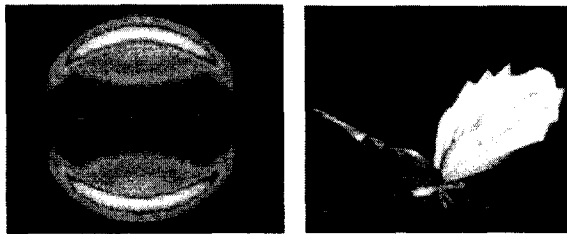
[그림 3] 혼색 광학계

광학계 simulation 진행 방법은 다음과 같은 조건을 이용하여 진행 하였다. 광학계의 각 입사면의 형태와 출사면과 바닥 면이 이루는 각을 변수로 적용하여 simulation을 진행 하였으며 초기 입사면과 광학계의 상측면은 negative lens 형상과 유사한 구조를 가지면 이는 첫 번째 입사면 초기 굴절을 진행하면서 경로를 변경하고 2번째 면을 지나면 일정 각도 이하로 입사하는 빛들은 투과하고

나머지 광들은 배부 전반사 된다. 반사된 광들은 광학계 내부에서 전반사 진행하며 출광면으로 출광하게 된다.



[그림 4] side emitting type LED와 광학계를 비교



[그림 5] 출광특성 simulation 결과

[그림 5]의simulation 결과에서 보여 주듯이 수직 방향으로 입사한 광들은 광학계를 통과 하면서 측면으로 출광하게 된다. 광학계의 최적화 과정은 초기 입사면의 경사각 과 상측면의 각도를 변경하여 진행 함으로써 최적의 프리즘 형상이 되도록 설계하였다. 다음으로 출사 방향을 결정하는 출사면과 바닥 면이 이루는 각도를 변경하며 진행 하였으며 이때 광학계의 두께는 BLU 상에서 흔색구현을 위한 출광 본포를 유지하는 최소 두께를 찾는 방향으로 simulation 및 광학계 설계를 진행 하였다.

3. 설계 및 결과

본 연구에서는 32인치 TV용 BLU에 적용 하여 진행 하였으며 LED의 배열 형태는 line 형태로 배열 하였다. 백라이트의 두께는 50mm로 설계 하였으며 본 연구에서는 side emitting type LED BLU 와 top emitting type LED 이용한 BLU를 비교하였다. [표 1]에서 보여 주는 결과와 같이 Side emitting 방식의 BLU의 경우 center에서

7980nit 의 휘도를 얻을 수 있었으며 이때 소비 전력은 210W 수준이었다. 다음으로 광학계를 이용하여 top emitting type LED로 변경한 BLU의 경우 동등 수준의 LED 수량에서 8300nit 휘도를 얻었으며 필요한 소비전력은 160W 수준으로 가능 하였다. 균일도 부분에서는 80% 수준의 유사한 수준의 결과를 얻었다. 또한 소비전력은 감소 시킴으로써 LED의 열특성에서 우수한 장점을 가진다. 이러한 효율 향상으로 인하여 LED 발열로 인해 추가 해야 했던 cooling fan을 top view type LED를 이용 함으로써 극소화 또는 제거 할 수 있는 효과를 얻었다.

4. 결론

본 연구에서는 대형 side에 사용되는 LED BLU 개발에 있어 Top view emitting type LED를 이용 하기 위해 BLU 내부에 광학계를 설계하였고 본 연구를 통해 side emitting type LED 대비 광학계 와 top view type LED를 이용함으로써 22% 정도의 소비 전력 효율 향상을 얻을 수 있었으며 또한 현재 side emitting type LED로 인해 발생하는 기타의 문제를 해결 할 수 있었다.

	Side emitting type	Top emitting type
LED	224 ea	216 ea
Brightness (center)	7980 nit (no DBEF)	8390 nit (no DBEF)
Temperature	76 °C (62°C : fan)	62 °C (no fan)
Uniformity (%)	78.3%	80.1%
Vx / Vy	0.2958 / 0.3111 (±0.02)	0.2837 / 0.3031 (±0.02)
Power consumption	210W (only LED)	160W (only LED)

[표 1] Side emitting type과 Top view emitting type 결과 비교

5. References

- [1] M.Gebauer and M.neiger, "Ray Tracing Tool for Developing LCD Backlight", SID,2000, P-9
- [2] Y.Mesaki, A.Sotokawa, A.Tanaka, M.Tomatsu, K.Kaiwa, H.Yuzu, M.Kato, "New Backlight Technologies for LCDs", SID 1994, p.281~284