

Full-Color Display를 위한 LED Module의 Design The Design of LED Module for Full-Color Display

송유리*, 원창섭, 최연석**, 임석준**, 안형근, 한득영
건국대학교 전기공학과, 창와기술**

Yu-Ri Song*, Chang-Sub Won, Yun-Seok Choi**,
Seog-June Lym**, Hyung-Keun Ahn, Deuk-Young Han
Dept. of Electrical Eng. Kon-Kuk Univ. Creative Frog Tech.**

ABSTRACT

This paper describes the realization of the full-color to the degree of nearest white light by compounding high brightness Red, Green and Blue LEDs with appropriate proportional index. Once these three colors; red, green and blue are mixed, they are generally additive mixing and produce white light color contrasted to negative mixing.

The luminous efficiency is defined as the product of the efficiency(lm/w), which indicates the degree of perceptual response by the human eye to unit energy(W) of light emitted by an active display devices and as the conversion efficiency of the device from electric power consumed to optical energy produced. We will deduce the each number of LEDs theoretically and design several shapes of LED displays for the full-color. Finally theoretical predictions will be compared with the measured data with different type of display designs.

I. 서론

발광 다이오드(Light Emitting Diode, LED)의 발전은 1923년 Lossew에 의해 처음 시작되었으며 오늘날 LED는 디스플레이, 통신, 계측, 정보처리 분야에서 사용되며 빠르고 안전한 광원으로서는 전기 신호를 광신 호로 변환시키는 역할을 한다. LED의 이점으로는 일반적으로 다음과 같은 사항을 나열할 수 있다.

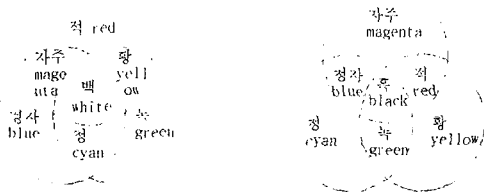
- ① 높은 구현 성의 작은 광원
- ② 낮은 구동 전압을 필요로 하므로 반도체 구동 회로에서 집적화 가능.
- ③ 높은 속도의 modulation 가능

이 논문에서는 Red, Green, Blue LED의 갯수와 배열 특성을 고려하여 가법 혼합에 의한 백색광에 가장 가까운 광의 구현을 연구하였다. LED의 갯수와 배열은 이른 치의 계산에 가장 근접하는 여러 갯수와 배열 추정치를 회로로 꾸몄으며 이 여러 회로는 분광 측정기를 이용하여 Intensity 측정 data, 즉 CIE 색좌표계에 나타내어 혼합의 white light에의 근접 도를 관찰하였다.

II. 본론

1. 색채 이론

색광의 3원색은 적(赤, red), 녹(錄, green), 청(靑, blue)을 말하며, 이것은 색료와 마찬가지로 3원색을 혼합하면 모든 색광을 만들 수 있으나, 다른 색광을 혼합해서 3원색을 만들 수는 없다. 색광 혼합을 가법 혼합, 가산 혼합이라고 하며 적(R), 녹(G), 청(B)의 3원색을 상호간 비슷한 에너지로 혼합하면 그 결과는 다음과 같다.



< 그림 1. 가법혼색과 감법혼색 >

스펙트럼의 가시 영역을 크게 3등분하면 B(400-500nm), G(500-600nm), R(600-700nm)이 된다. 즉

$$R + G + B = W$$

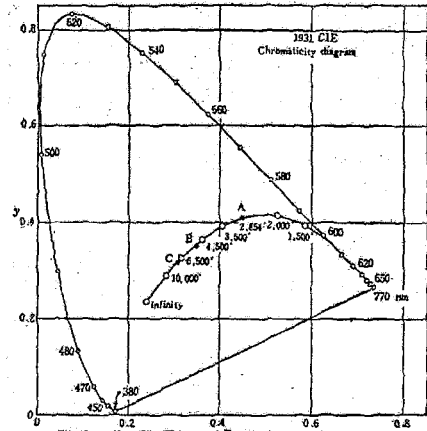
빛이라고 하는 물리량과 색, 또는 색채라고 하는 심리량 사이에 1 : 1의 대응 성이 존재한다는 것을 고려하여 색, 또는 색채를 표시하는 체계를 표색계(表色系)라 한다. 또한 빛의 공간적 분포를 지각하는데 수반하는 모든 요소를 배제한 실험적인 조건에 있는 색지각, 즉 가능한 한 순수화된 색지각을 색각이라고 하며 이러한 색각을 일으키는 방사를 색자극(色刺激, stimulus)라 정의한다.

2. CIE 표색

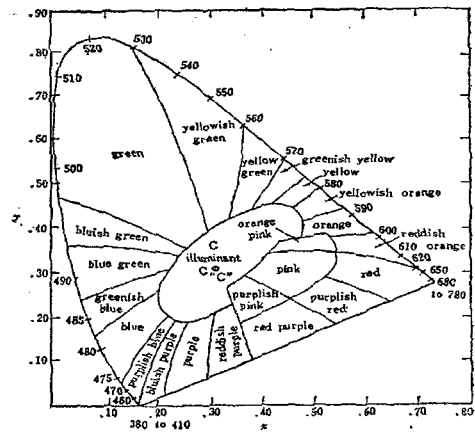
표준 삼원색을 선택하여 그 조합에 의해 모든 색을 나타내려고 하는 것으로서 1931년 국제 조명위원회(Commission internationale de l'Eclairage)가 종식으로 표색법을 정한 것이 CIE 방식이다.

적(700nm), 녹(546nm), 청(436nm)의 원색 광을 혼합하여 모든 색광과 감각적으로 구별할 수 없는 색광을 만들 수 있다는 것으로 이를 RGB 표색계라 부른다.

적(R), 녹(G), 청(B)의 3개의 빛이 중첩되는 부분은 백색광이 된다.



< 그림 2. CIE 색좌표계 A, B, C는 표준광원의 위치 >
CIE 색좌표계는 표준 광원의 위치를 제시하였고, 중앙의 W점(백색 광원)이 되는곳은 R, G, B가 각각 0.333...으로 합쳐진 점이 되며, 이점은 완전히 색감이 없는 위치를 표시하는 것이다. 이와 같이 혼색 계의 기초 원리는 이들 빛(색광)으로서 3개의 원색을 각각 0.333...으로 합쳐서 완전 무색이 되도록 한 원자 극을 원색(原色)이라고 한다. 그림 3은 CIE상에서 파장별 빛의 색자극의 색명의 위치를 제시하였다.

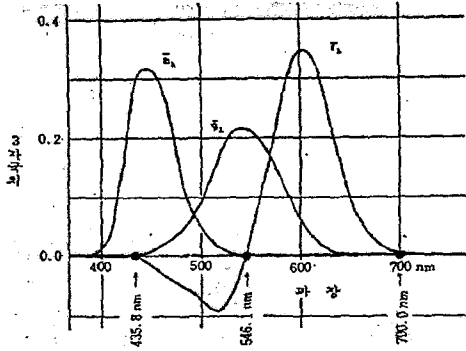


< 그림 3. CIE 색도도상에서의 빛의 색자극의 색명 >

3. R, G, B계의 스펙트럼 3자극치

일반적으로 빛에는 여러 가지의 스펙트럼의 성분이 여러 가지 에너지 량으로 포함되어 있다. 각 파장의 광이 어떤 비율로 포함되어 있는가 하는 것을 빛의 분광 분포라 한다.

광의 색은 분광 분포에 따라 달라지며 광원 각각의 파장에서의 에너지가 우리 눈에 들어와서 주는 색의 느낌은 위의 그림과 같은 스펙트럼 3자극 치의 비율에 따른다.



< 그림 4. CIE RGB표색계의 스펙트럼 3자극치 >

$$R = k \int_{\lambda} P_{\lambda} r_{\lambda} d\lambda$$

$$G = k \int_{\lambda} P_{\lambda} g_{\lambda} d\lambda$$

$$B = k \int_{\lambda} P_{\lambda} b_{\lambda} d\lambda$$

스펙트럼분포 P_{λ} 의 색자극의 3자극치 R, G, B는 위 그림의 면적을 구하면 되므로 가시 영역 범위 380~700nm까지 적분한다.

광은 각 스펙트럼성분이 혼합된 것이므로 각 성분에서 얻어진 값을 전부 가산하면 그 광의 3자극치를 얻을 수 있다. 그 관계는 아래의 식과 같다.

$$R = k \sum b_{\lambda} r_{\lambda} d\lambda$$

$$G = k \sum b_{\lambda} g_{\lambda} d\lambda$$

$$B = k \sum b_{\lambda} b_{\lambda} d\lambda$$

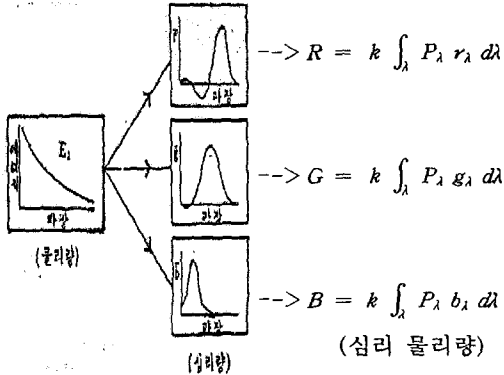
R, G, B : 광원의 3자극치

P_{λ} : 분광 에너지 분포값

$\bar{r}_{\lambda}, \bar{g}_{\lambda}, \bar{b}_{\lambda}$: 파장 λ 에 있어서의 스펙트럼 3자극치

$d\lambda$: 분광된 파장의 간격

k : 상대치를 위한 계수



< 그림 5. 분광 측정의 계산 도식 >

윗식에서 구해진 3자극치 R, G, B는 세 가지 감도의 총량이므로 그것의 혼합으로 생기는 광이 어떤 색인지 알 수는 없다. R, G, B가 각각 전체 속에서 차지하는 비율은 다음과 같다.

$$r = \frac{R}{R+G+B}$$

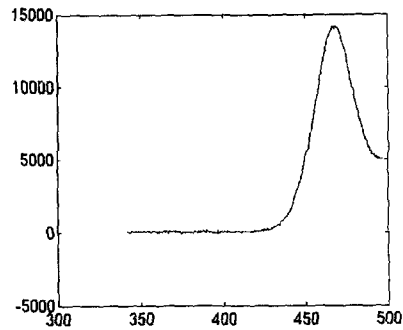
$$g = \frac{G}{R+G+B}$$

$$b = \frac{B}{R+G+B}$$

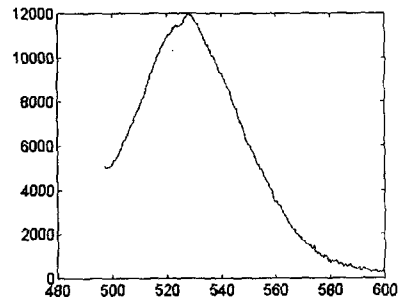
r, g, b를 색좌표계라 하며 그 값은 항상 $r + g + b = 1$ 의 관계가 있다.

III. 실험 방법

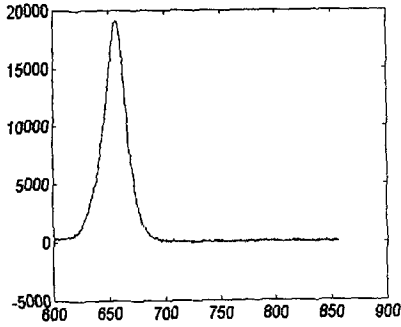
CIE RGB 표색계의 스펙트럼 3자극치에 의해 R, G, B가 백색광을 만들기 위해 전체 속에서 차지하는 비율 $r : g : b = 0.25 : 0.35 : 0.38$ 을 구하였다. 그 다음 실제 LED 각각의 Intensity를 분광 측정기(Maceye)에 의해 측정하여 갯수 비레치를 구하였다.



< 그림 6. BLUE의 Intensity >



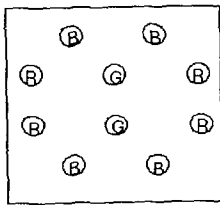
< 그림 7. GREEN의 Intensity >



< 그림 8. RED의 Intensity >

위의 각각의 그림에 의해 B : G : R = 34.0945 : 47.4921 : 27.0433의 결과를 얻어 가장 최적 갯수 비례치는 b : g : r = 5.04 : 2.64 : 4를 얻어냈으며 이 최적치에 기준을 두고 개수와 배열에 다양한 변화를 주어 여러 회로를 구성한 다음 분광 측정기로 측정하였다.

실험한 회로중 가장 백색광에 근접한 배열과 개수는 다음과 같다.

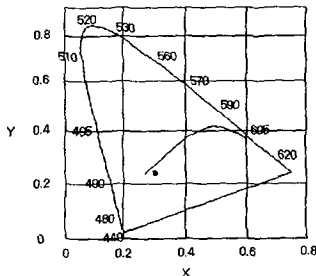


R:G:B =4:2:4 display

가로,세로 = 3.3mm

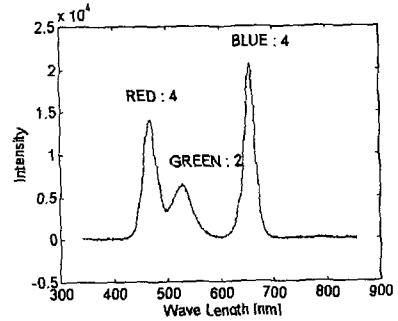
< 그림 9. 갯수에 의한 Display >

R, G, B 각각을 직렬로 연결하였으며 인가 전류는 20mA로 동일하게 하였다.



< 그림 10. CIE 색좌표계상의 위치 >

그림 10.은 CIE 색좌표계상에서 백색광의 위치에 근접한 곳에 측정 데이터를 제시 하고 있으며 구성회로를 분광 측정기로 측정한 결과 파장에 따른 Intensity가 그림 11.에 제시 되었다.



< 그림 11. 파장에 따른 Intensity변화 >

IV. 결과 및 고찰

CIE RGB 표색제에 의해 구한 RED : GREEN : BLUE = 4 : 2 : 4의 갯수 비율과 위에서 제시한 배열에 의해 백색광의 구현에 근접할수 있었다. 즉 RED, GREEN, BLUE의 3원색을 혼합하여 모든 색광을 만들 수 있으며 3원색을 다 합쳐서 3차색인 백광이 된다는 사실은 백광을 분광시켜 스펙트럼을 만들고, 반대로 스펙트럼을 집광해서 백광이 된다는 원리와 통할수 있다. 여기에서는 RED, GREEN, BLUE LED 각각의 Intensity의 비례치를 일치시켜 백색광의 구현을 실현할수 있게 된 것이다. CIE 좌표계에서 나타난 위치를 관찰하였을 때 완벽한 백색광의 위치에 근접하기 위해서는 GREEN과 RED의 개수가 1개씩 증가 될 때 가능하리라는 추측을 할수 있다. 분광 측정기와 광원 사이의 거리를 50cm로 하였다. 이후에는 갯수의 비율을 조절하고 다시 회로를 꾸며 측정한 다음 항온 항습기에 배치하고 온도의 변화에 따른 R, G, B의 Intensity의 변화와 전류의 변화를 연구할 예정이다.

이 논문은 '1996년도 건국대학교 부설 산업기술연구원의 산학협동 연구개발 과제'의 일부로 수행된 것이다.

참고문헌

- [1] “色彩科學”, 金公朱, 大光書林, 1985
- [2] “實用色彩學”, 朴度洋, 半島出版社, 1995
- [3] S. Matsumoto, “Electronic Display Device,” John Wiley & Sons, 1990.
- [4] S.M. Sze, “Physics of Semiconductor Devices,” John Wiley & Sons, 1981.
- [5] J. Singh, “Semiconductor optoelectronics, Physics and Technology,” McGraw Hill, 1995.