

고휘도 RGB 발광다이오드를 이용한 광색가변형 전구의 설계

論 文
52C-2-7

Design of a Multi-Color Lamp Using High Brightness RGB LEDs

宋相彬* · 姜錫勳** · 呂寅善***
(Sang-Bin Song · Seok-Hoon Kang · In-Seon Yeo)

Abstract - This paper proposes the design of a multi-color lamp using high brightness RGB LEDs for color variation. Appropriate number of RGB LEDs is so chosen according to the color mixing theory that the overall LEDs represent a color temperature of 6500K. Also, the chosen RGB LEDs are suitably arranged by using an optical design program. The lamp has an internal controller circuit, so it can be directly connected to the existing incandescent lamp socket. It's main body is comprised of two PCB layers. The upper layer contains 44 LEDs and the lower one has a simple microcontroller-based PWM control circuit. The lamp has functions of both ON/OFF control and PWM control, and enables color variation of over 100,000 colors and of more than 10 patterns.

Key Words : High brightness LED, multi-color lamp, PWM control, Microcontroller

1. 서 론

고휘도 LED는 장수명, 고효율, 저출력, 내열성 등 거의 모든 면에서 일반 조명기기보다 훨씬 더 많은 장점을 가지고 있고, 고휘도 LED의 문제점으로 대두되고 있던 광출력과 배광특성이 향상되면서 조명분야나 응용분야에 활발한 연구개발이 진행되고 있다[1].

최근에는 고휘도 RGB LED의 광색을 적절하게 혼합하여 다양한 광색과 부드러운 광색가변효과를 표현할 수 있어서 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다[2][3]. 그러나 고휘도 RGB LED의 동작개수가 증가함에 따라 많은 수의 제어 부품이 필요하게 되고, 각각의 LED 내부임피던스 차이 때문에 LED의 배열에 많은 영향을 주게 되어 광색과 제어특성이 변화하는 단점이 있다[4].

이 논문은 고휘도 RGB LED를 이용하여 광색가변형 전구를 설계하기 위한 것으로, 고휘도 RGB LED의 광학적·전기적 특성을 분석한 결과를 토대로 최적의 백색광이 표현할 수 있도록 광색혼색이론을 이용하여 RGB LED의 개수를 선정하였다. 또한 광학시뮬레이션 프로그램인 LightTools를 이용하여 선정된 RGB LED를 적절히 배치하여 최적의 광색혼합이 이루어지도록 하였으며, 간단한 고휘도 RGB LED의 ON/OFF 및 PWM 제어회로를 구성하여 전구의 한정된 면적에 적합하도록 설계하였다.

2. 본 론

2.1 고휘도 RGB LED의 특성

광색가변형 전구에 사용되는 고휘도 RGB LED는 발산각이 크고 광출력이 균일하여야만 RGB 광색이 적절히 혼합될 수 있으나, 발산각이 너무 크면 광출력이 적어지는 단점이 있어서 고휘도 RGB LED를 적절하게 선택해야 한다. 이 논문에서는 전구의 좁은 면적에 최대의 배광특성과 광출력을 나타낼 수 있는 4φ Oval Type, 발산각 100°/50°의 고휘도 RGB LED를 선택하였으며, 표 1은 이러한 고휘도 RGB LED의 특성을 나타내고 있다.

표 1 고휘도 RGB LED의 특성

Table 1 Characteristics of high brightness RGB LEDs

Color	Peak Wavelength [nm]	I _F [mA]	V _F [V]	Luminous Intensity [mcd]
Red	625	20	2.0	354
Green	520	20	3.3	948
Blue	467	20	3.4	203

2.1.1 고휘도 RGB LED의 광학적 특성

고휘도 RGB LED의 스펙트럼 분석은 고휘도 LED에 정격전류를 인가하고 LED 측정장비인 Labsphere의 LED-1100을 사용하여 측정하였으며, 20개의 고휘도 RGB LED의 스펙트럼을 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 데이터를 평균값으로 하여 결정하였다. 측정된 RGB LED의 스펙트럼

* 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 博士課程
 ** 準 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 碩士課程
 *** 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
 接受日字 : 2002年 10月 31日
 最終完了 : 1998年 11月 25日

분포의 결과를 그림 1에 나타냈으며, 사용된 고휘도 LED의 피크 파장은 적색 LED 625nm, 녹색 LED 520nm, 청색 LED 467nm이었다. 그리고 녹색 LED의 상대적 빛의 세기가 청색과 적색 LED에 비하여 상대적으로 낮게 나타나고 있으며, 적색 LED의 스펙트럼 분포가 청색과 녹색 LED의 스펙트럼 분포보다 좁게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 이렇게 측정된 스펙트럼 분포는 고휘도 RGB LED의 개수 선정과 광학 시뮬레이션의 기본 데이터로서 활용된다.

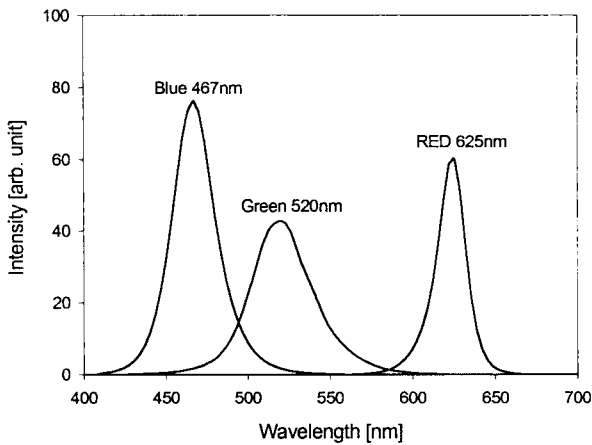


그림 1 고휘도 RGB LED의 스펙트럼
Fig. 1 Spectral power distributions of high brightness LEDs

2.1.2 동작전압에 따른 고휘도 RGB LED의 특성

고휘도 RGB LED를 다양하게 광색가변하기 위하여 각각의 RGB 광색에 대한 광출력을 조절해야 하는데, 그 방법으로는 LED의 동작전압이나 전류를 제어하여 광출력을 제어하는 방법이 있다[5]. 이 논문에서는 좁은 면적의 전구에 대해 설계가 이루어져야 하기 때문에 많은 회로소자와 넓은 면적이 필요한 전류제어 방식은 적합하지 않고, 비교적 설계가 간단한 전압제어 방식이 적당하다.

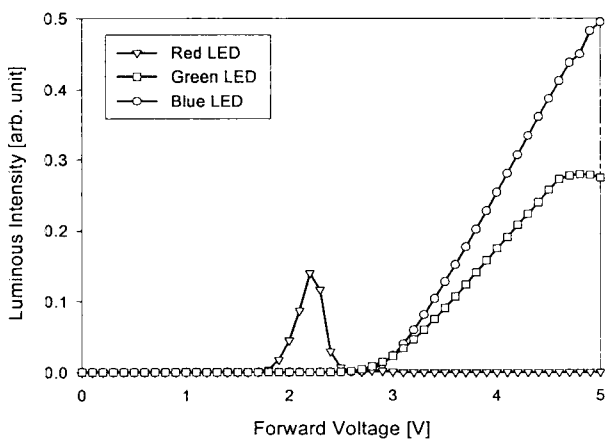


그림 2 고휘도 RGB LED의 인가전압에 따른 광출력
Fig. 2 Luminous intensity according to operation voltage of high brightness RGB LEDs

그림 2는 LED의 동작전압에 따른 RGB LED의 광출력을 1830-C optical meter를 사용하여 측정된 결과를 나타낸 것으로서, 고휘도 RGB LED의 광출력은 고휘도 LED의 동작전압이 약 1V이내에서 가변됨을 알 수 있다. 특히 고휘도 적색 LED의 경우에는 0.5V내에서 동작되고 2.3V이상의 전압을 인가할 경우에는 LED가 파괴되는 특성이 있다. 이러한 특성은 고휘도 LED의 광출력을 제어하는 데 있어서 동작전압의 변화폭이 작기 때문에, 제어장치의 설계가 매우 복잡하고 어렵다는 문제점이 있다.

2.1.3 PWM제어에 따른 고휘도 RGB LED의 특성

최근 고휘도 RGB LED에 대한 각각의 광출력 제어는 PWM 및 ON/OFF제어를 통하여 평균동작전류를 제어하는 방법을 주로 사용하고 있으며, 이는 세밀한 광출력 제어가 가능하고 LED에 발생하는 열을 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라 원칩 마이크로컨트롤러를 사용하여 제어회로를 간단하게 구성할 수 있는 장점이 있다[6]. 그림 3은 고휘도 RGB LED에 정격전류 20mA를 인가하고 Duty비를 0~100%까지 변화시켰을 경우의 고휘도 RGB LED의 광출력을 나타내고 있다. 고휘도 RGB LED는 Duty비의 변화에 따라 선형적으로 변화하는 것을 알 수 있었으며, 이것은 고휘도 RGB LED가 PWM제어에 의해 다양하고 정확한 광색을 표현할 수 있음을 알 수 있다.

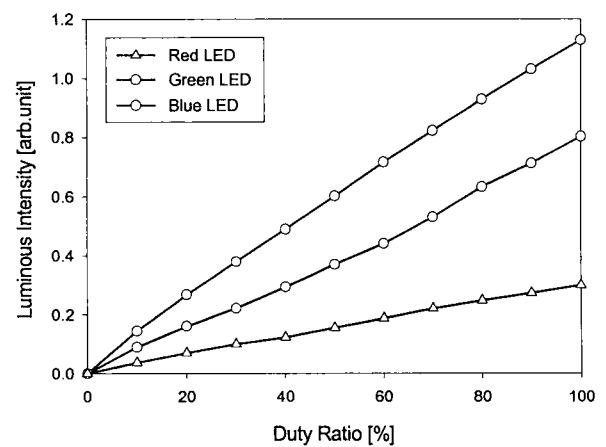


그림 3 Duty비에 따른 고휘도 RGB LED의 광출력
Fig. 3 Luminous intensity according to duty ratio of high brightness RGB LEDs

2.2 고휘도 RGB LED의 광학적 배치

2.2.1 고휘도 RGB LED의 동작개수 결정

고휘도 RGB LED를 사용하여 다양한 광색가변과 색온도 6,500K의 백색 전구를 구현하기 위하여, 광색혼색이론을 이용하여 각각의 고휘도 RGB LED의 비율을 선정하고 전구의 한정된 면적에 적합한 고휘도 RGB LED의 동작개수를 결정하였다[7]. 이 논문에 사용된 고휘도 RGB LED에 대한 각각의 스펙트럼 측정결과에 따라 각각의 색도좌표(x,y) 및 휘도

계수(Y)가 정해지고, 이 값을 이용하여 RGB 혼합광에 의한 삼차극치와 색온도 6,500K 백색 혼합광의 색도좌표 ($x = 0.3127, y = 0.329$)를 만족하는 고휘도 RGB LED의 혼합 비율을 결정하였다.

표 2는 고휘도 RGB LED 각각의 색도좌표와 광색혼합이론을 바탕으로 색온도 6,500K 백색광을 얻을 수 있고 전구의 한정된 면적에 적합한 LED 개수(총 44개)에 대한 각각의 고휘도 RGB LED의 개수를 나타내고 있다.

표 2 백색광을 얻기 위한 고휘도 RGB LED의 개수
Table 2 Number of high brightness RGB LEDs for white color($T_c=6500K$)

	Red	Green	Blue
x	$x_r=0.682$	$x_g=0.167$	$x_b=0.131$
y	$y_r=0.318$	$y_g=0.675$	$y_b=0.071$
LED 개수(개)	22	15	7

2.2.2 고휘도 RGB LED의 광학적 배치

이 논문에서는 고휘도 RGB LED에 대한 최적의 광학적 배치를 위하여 광학설계 프로그램인 LighTools를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이러한 시뮬레이션을 수행하기 위하여 무엇보다 중요한 것은 신뢰할 수 있는 기준광원(LED)의 설계이다. 그림 4는 기준광원으로 설계된 고휘도 RGB LED의 기본구조로써, 실제 논문에 사용된 고휘도 RGB LED와 비교하여 발산각 $100^\circ/50^\circ$ 인 Oval type의 외장 크기, 형태뿐만 아니라 스펙트럼 및 배광특성이 동일하도록 기준광원을 설계하였다.

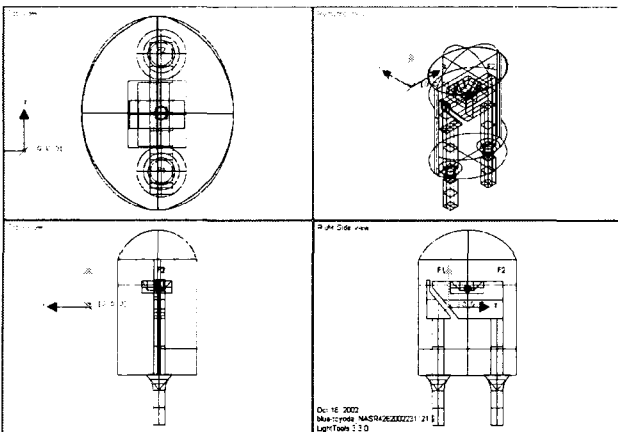


그림 4 기준광원(LED)의 설계
Fig. 4 Design of the standard source(LED)

설계된 기준광원과 백색광을 얻기 위한 고휘도 RGB LED의 개수를 사용하여 지름 63mm인 원형기판위에 LED 전구를 설계하였다. 그리고 고휘도 RGB LED의 배치는 6,500K의 백색광을 구현하기 용이한 구조로써 RGB LED를 대각선 방향으로 대칭적으로 배치하여 각각의 RGB LED의

위치를 조정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 전구의 유리구는 실제 제작한 투과율 78%의 특성을 가진 유리구로 구성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 5는 시뮬레이션을 수행했던 고휘도 RGB LED의 배치와 전구의 구조를 나타내고 있다.

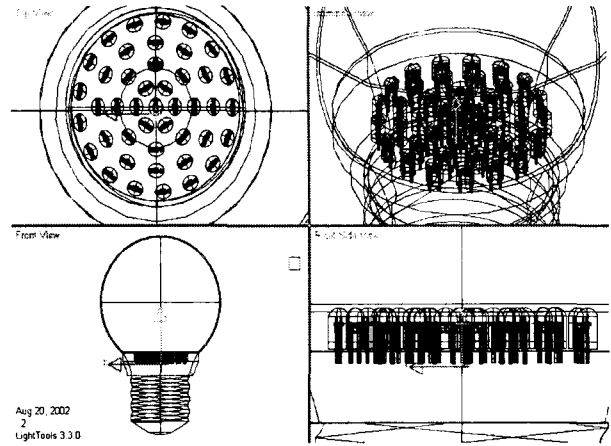


그림 5 시뮬레이션을 위한 광색가변형 전구의 구조
Fig. 5 Structure of a multi-color lamp for simulation

이렇게 설계된 광색가변형 전구에 대한 시뮬레이션을 수행한 결과, 출력되는 광색은 색도좌표 ($x : y$) = (0.318 : 0.295)이고 색온도 6,525K의 백색광을 얻을 수 있었다. 이는 목표하는 색온도 6,500K와 거의 동일한 수준의 광색을 나타내고 있다. 또한 광색가변형 전구에서 출력되는 배광분포는 그림 6과 같이 나타났으며, 발산각이 약 150° 정도로 비교적 전구에 적합한 배광분포를 나타내고 있다.

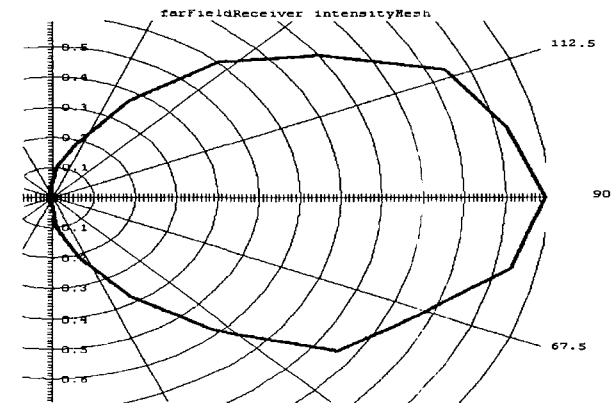


그림 6 시뮬레이션에 의한 광색가변형 전구의 배광분포
Fig. 6 Result of simulation for the intensity distribution

2.3 고휘도 RGB LED의 광색가변을 위한 제어회로

2.3.1 제어회로의 구성

광색가변을 위한 제어회로는 정류회로와 5V 직류전원공급

로부, 발광다이오드 제어회로부, 스위칭회로부로 구성되어 있으며, 그림 7은 이러한 고휘도 RGB LED의 광색가변을 위한 제어회로를 나타내고 있다.

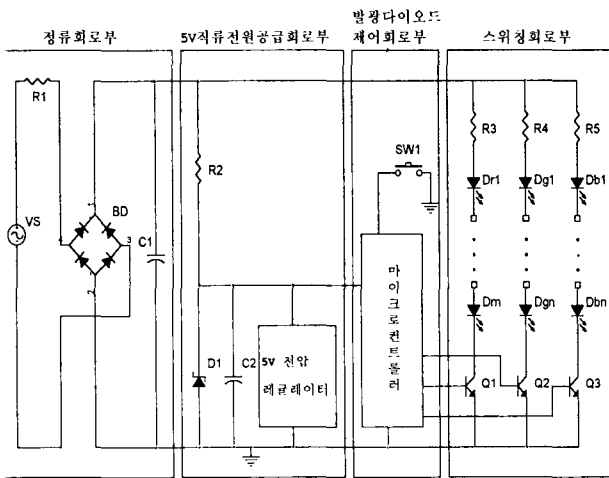


그림 7 고휘도 RGB LED를 사용한 광색가변형 전구의 제어회로

Fig. 7 Control circuit for a multi-color lamp using high brightness RGB LEDs

(1) 정류회로와 5V 직류전원공급회로부

고휘도 RGB LED에 안정적인 직류전압을 공급하기 위하여 AC 전원전압을 브리지 다이오드와 평활용 커패시터를 사용하여 한정된 전구 면적에 적당하도록 비교적 간단한 정류회로를 구성하였으며, 마이크로컨트롤러와 기타 제어소자에 안정적인 5V DC전압을 제공하여 설정된 프로그램에 따라 고휘도 RGB 발광다이오드가 정확히 동작하도록 5V 직류전원공급회로를 구성하였다.

(2) 발광다이오드 제어회로부

고휘도 RGB LED를 제어하기 위하여 마이크로컨트롤러(AT89C4051나 AT89C4051)를 사용하였다. 사용된 마이크로컨트롤러는 2개의 포트와 16비트 타이머/카운터를 가지고 있어서 다양한 프로그램 제어가 가능하고, 비교적 적은 수의 고휘도 RGB LED의 제어회로 소자가 소요되기 때문에 전구의 한정된 면적에 사용하는 데 적합하다.

마이크로컨트롤러의 P0포트에서 출력되는 3개의 출력 신호는 각각의 고휘도 RGB LED의 스위칭회로부와 연결되어 있어서 각각의 고휘도 RGB LED를 제어하도록 설계되어 있으며, 마이크로컨트롤러 P3포트의 1개 핀에 푸시버튼 스위치를 연결하여 입력신호에 의해서 사용자가 원하는 광색패턴 제어가 가능하도록 하였다. 즉 입력신호가 High에서 Low로 변환될 때에 광색패턴이 변환되도록 하였다.

(3) 스위칭회로부

고휘도 RGB LED의 전압·전류를 조절하기 위한 스위칭회로부는 고휘도 RGB LED의 특성을 제어하는 가장 중요한 부분이라고 할 수 있으며, 스위칭 트랜지스터를 이용하여 제어하기 때문에 트랜지스터를 포화영역에서 동작하도록 설계

하여 마이크로컨트롤러의 스위칭 출력신호의 전류에 영향을 받지 않도록 설계하였다. 또한 각각의 RGB LED가 정격전류에서 동작할 수 있도록 저항(R3~R5)을 사용하여 전류를 제어하였고, 마이크로컨트롤러의 PWM 스위칭신호에 의하여 고휘도 LED의 밝기가 조절되도록 하였다. 그리고 스위칭회로부의 고휘도 RGB LED의 조합은 직렬조합으로 구성하였으며, 이는 각각의 고휘도 RGB LED의 PWM제어에 의한 동작전류의 변화에 따른 상호영향을 감소시키는 역할을 한다.

2.3.2 소프트웨어 구성

그림 8은 마이크로컨트롤러 제어프로그램의 동작 플로차트를 나타낸 것으로, 먼저 AT89C52의 내부 타이머 인터럽트 함수를 구성하여 기본시간주기 설정함수로서 고휘도 발광다이오드의 ON/OFF 및 Duty주기를 결정하였다. 그리고 외부 선택스위치 SW1이 High에서 Low로 변화할 때, 즉 선택스위치가 초기 동작하였을 때 순차적 모드별로 광색 및 가변색 패턴 제어가 선택될 수 있도록 구성하였다.

다음으로 광색 및 가변색 패턴 제어를 위한 고휘도 발광다이오드의 ON/OFF 및 Duty비에 대한 기본적인 함수를 설정하였으며, 이러한 기본 함수는 각각의 RGB 발광다이오드를 일정한 Duty비(100Step 단위)로 동작하는 함수와 부드러운 가변색 패턴 제어가 가능하도록 각각의 발광다이오드가 ON/OFF 동작을 연속적인 Duty비(예, ON → OFF, 100% → 0%)로 변화하도록 하는 함수로 구성하였다. 그리고 Main함수로서, 이러한 기본함수를 바탕으로 약 10개 이상의 모드를 설정하여 선택스위치의 동작에 따라 연속적으로 모드가 선정되고, 그 모드에 맞게 발광다이오드가 동작되도록 구성하였다.

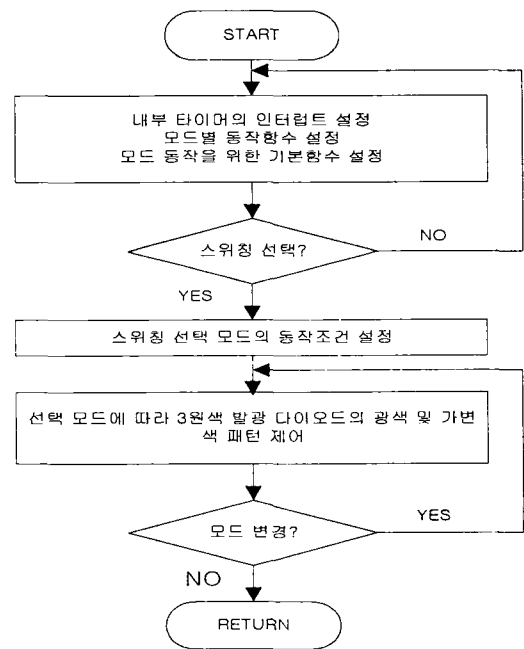


그림 8 제어프로그램의 동작 플로차트

Fig. 8 Operation flowchart of control program

2.3.3 광색패턴 제어의 구성

표 3은 사용자가 선택할 수 있는 광색패턴의 한 가지 예로서, 각 모드별 광색패턴 동작을 나타내고 있다.

광색가변형 전구에 초기 전원이 공급되면 모드1로써 고휘도 RGB 발광다이오드가 전부 ON되어 전구는 백색이 점등되는 효과를 나타내며, 선택스위치 SW1이 동작되면 바로 모드1은 취소되고 모드2의 동작으로써 전구는 1초단위로 부드러운 가변색 패턴 점등으로 동작하게 된다. 이러한 동작이 선택스위치의 동작에 의하여 순차적으로 진행되며 모드10에서 선택스위치가 동작되면 모드1로 전환되는 순환적인 동작을 하게 된다.

표 3 입력스위치(SW1)의 선택에 의한 모드별 동작

Table 3 Operation modes by the choice of input switch (SW1)

구분	전구의 광색패턴 동작
모드1	백색점등(RGB:ON)
모드2	1초 단위의 부드러운 가변색 패턴 점등
모드3	노란색점등(RG:ON, B:OFF)
모드4	5초 단위의 부드러운 가변색 패턴 점등
모드5	청록색점등(GB:ON, R:OFF)
모드6	10초 단위의 부드러운 가변색 패턴 점등
모드7	보라색점등(RB:ON, G:OFF)
모드8	3초 단위로 광색 패턴 점등 (패턴 ON/OFF 제어)
모드9	적색점등(R:ON, GB:OFF)
모드10	1초 단위의 적색 점멸 (적색 ON/OFF 1초간 교번 동작)

단, 광색 패턴 형태(1%단위로 점진적으로 변화) :

적색(R) → 청록색(GB) → 청색(B) → 노랑색(RG) → 녹색(G) → 보라색(BR) → 적색(R) → 백색(RGB) → 노랑색(RG) → 청색(B) → 보라색(BR) → 녹색(G) → 청록색(GB) → 적색(R)

2.4 실험결과 및 고찰

광색혼합이론을 바탕으로 RGB LED의 비율에 의해 선정된 고휘도 적색 LED 22개, 고휘도 녹색 LED 15개, 고휘도 청색 LED 7개를 사용하고, 이러한 고휘도 RGB LED를 입력 스위치의 동작에 의하여 10가지 이상의 광색가변 프로그램에 따라 ON/OFF와 PWM 제어할 수 있는 마이크로컨트롤러 제어회로를 구성하였다. 또한 고휘도 RGB LED에서 발생된 광색을 적절하게 혼합할 수 있도록 투과율 78%인 벌브를 사용하여 백열전구와 대처할 수 있는 크기로 광색가변형 전구를 제작하였다.

그림 9는 제작된 광색가변형 전구의 구조를 나타낸 것으

로, 발광다이오드에서 발생하는 3가지 주파장(적색, 녹색, 청색)의 광을 안정적이고 균일하게 조합할 수 있도록 적절하게 산란과 발산이 일어날 수 있도록 하는 벌브(Bulb)와, 일반 백열전구의 소켓에 직접 연결하여 사용할 수 있는 베이스와, 다수의 고휘도 RGB 발광다이오드와 이러한 발광다이오드를 ON/OFF 및 PWM제어할 수 있는 제어회로가 삽입되어 있는 베이스와 벌브의 연결부로 구성되어 있다.

이러한 베이스와 벌브의 연결부는 발광다이오드와 제어회로를 2개의 PCB로 적절히 배치하고 이러한 2개의 PCB를 3개와 4개의 연결단자를 대칭으로 위치시켜서 고정시키고, 제어회로에서 제일 큰 회로소자인 정류평활용 커패시터 C1을 하층 PCB의 중앙에 위치시켜서 베이스부에 삽입할 수 있게 하여 베이스와 벌브의 연결부를 최소화시켰다.

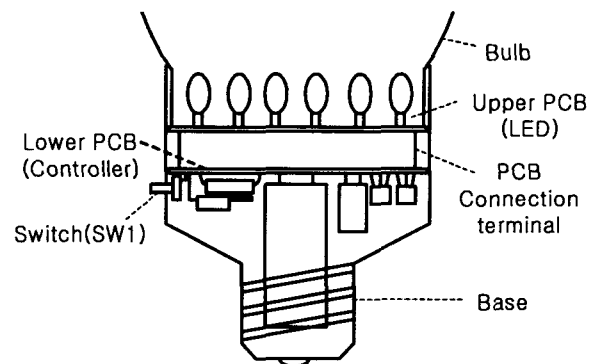


그림 9 제작된 광색가변형 전구의 구조

Fig. 9 Structure of the prototype multi-color lamp

2.4.1 듀티비 변화에 따른 색도좌표의 변화

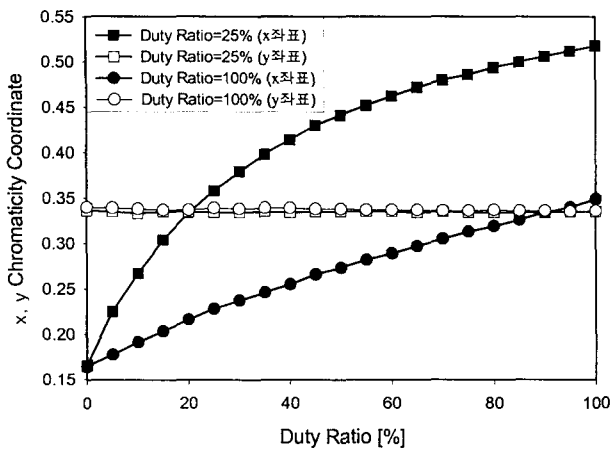
고휘도 RGB LED의 듀티비에 따른 광색의 가변성이 크면 시각적으로 가변효과가 크게 나타나는데, 이는 색도좌표값의 변화로서 표현할 수 있다. 따라서 각각의 RGB에 대한 고휘도 LED의 듀티비 변화에 따른 색도좌표값의 변화의 크기를 분석하여 광색효과를 극대화할 수 있는 광색패턴을 결정할 수 있다.

그림 10은 듀티비의 변화에 따른 광색가변효과를 분석하기 위하여, 한 종류의 광색을 나타내는 고휘도 LED의 듀티비를 변화시키고 나머지 광색의 고휘도 LED를 각각 25%, 100%로 고정하였을 경우의 색도좌표값의 변화를 보여주고 있다. 이 그림의 결과를 보면, 적색 LED의 듀티비 변화에 따른 색도좌표값의 변화가 비교적 적게 나타나고 상대적으로 녹색과 청색 LED의 듀티비에 따른 색도좌표값의 변화가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 고정된 듀티비를 갖는 고휘도 LED에 대한 듀티비가 크면 칼수록 색도좌표값의 변화가 적게 나타남을 알 수 있다. 따라서 듀티비에 따른 광색가변 효과를 극대화하기 위해서는 고정된 듀티비를 나타내는 고휘도 LED에 대한 듀티비의 크기를 늘 수 있으면 작게 하고, 적색 LED보다는 다른 녹색이나 청색 LED의 듀티비를 변화시킬 필요가 있음을 알 수 있었다.

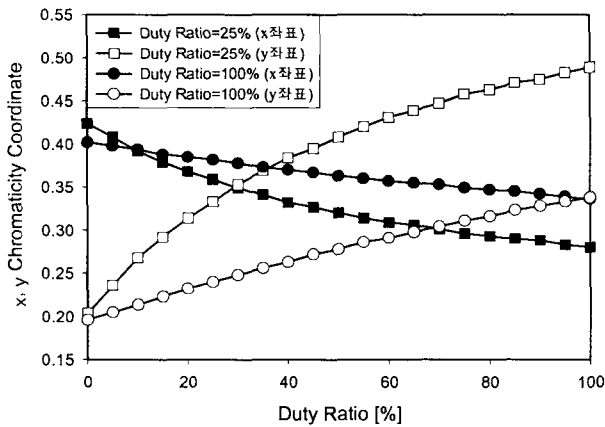
2.4.2 고휘도 RGB LED의 광색패턴 제어

제작된 광색가변형 전구는 백색광을 선택하였을 경우에 색온도 6,200[K] 색도좌표 ($x = 0.309, y = 0.336$)인 백색광을 얻을 수 있었으며, 선택스위치 SW1의 동작에 의하여 10가지 이상의 광색패턴이 제어됨으로써 다양한 광색과 다이나믹한 광색가변이 이루어짐을 있음을 알 수 있었다.

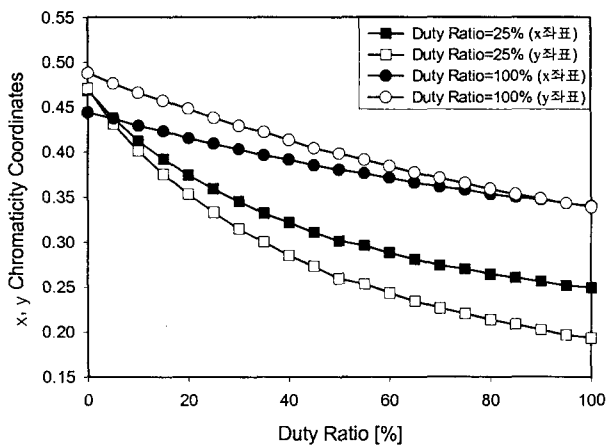
그림 11은 10가지 이상의 광색패턴 제어에 대한 하나의 실험으로써, 청색(B) → 노란색(RG) → 녹색(G) → 보라색(BR) → 적색(R) → 청록색(BG) → 청색(B)으로 가변되도록 고휘도 RGB LED의 듀티비를 변화시킬 경우 광색가변형 전구에서 나타나는 색도좌표값의 변화를 보이고 있다. 그림 11에서 알 수 있듯이, 원하는 다양한 광색을 표현할 수 있었으며 부드러운 광색가변이 일어나고 있음을 알 수 있었다.



(a) R-LED 듀티비 변화(G,B=25,100%)



(b) G-LED 듀티비 변화(R,B=25,100%)



(c) B-LED 듀티비 변화(R,G=25,100%)

그림 10. 듀티비에 따른 색도좌표

Fig. 10. Chromaticity coordinates according to duty ratio

- (a) Red LEDs
- (b) Green LEDs
- (c) Blue LEDs

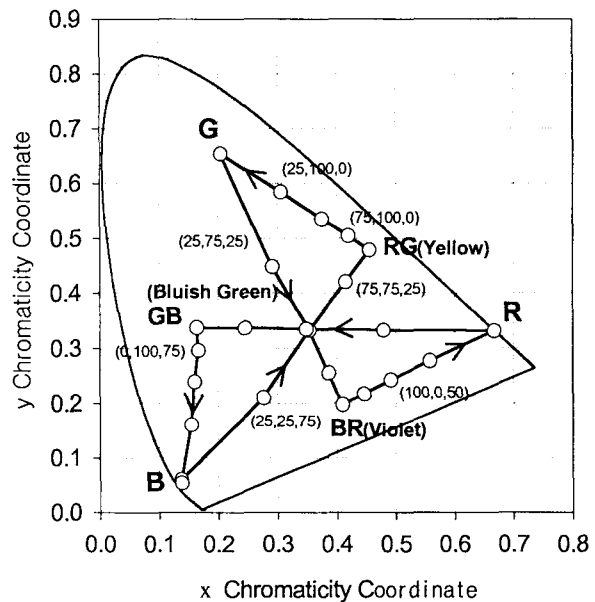


그림 11 광색패턴제어에 의한 색도좌표의 변화

Fig. 11 Variation of chromaticity coordinates according to the color pattern control

3. 결 론

이 연구에서는 고휘도 RGB LED의 전기적·광학적 특성을 분석하여, 광색혼합이론과 광학시뮬레이션 LightTools를 이용하여 고휘도 RGB LED의 개수를 선정하고 LED를 최적적으로 배치·구성하였다. 이를 바탕으로 LED의 특성을 분석하여 최적의 조건에서 고휘도 LED가 동작할 수 있도록 스위칭 회로를 구성하였고, 구성된 스위칭 회로에 PWM제어 신호를 발생시키기 위하여 비교적 구성이 간단한 마이크로프로세서를 이용하여 광색가변 회로를 구성하였다. 또한 다양한 광색과 광색가변 패턴을 제어할 수 있도록 PWM제어신호를 발생하는 프로그램을 구성하여 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 고휘도 RGB LED의 광학적 특성 분석과 광색혼합이론을 통하여 안정적인 광색가변과 색온도 6500K의 백색을 얻기 위한 고휘도 RGB LED의 비율을 산출하였으며, 이를 이용하여 각각의 고휘도 RGB LED의 개수를 선정할 수 있었다.
2. 선정된 고휘도 RGB LED의 개수를 광학시뮬레이션 프로그램인 LightTools를 이용하여 최적으로 고휘도 RGB LED를 배치하고 구성하였으며, 시뮬레이션을 수행한 결과 배광분포가 전구의 특성에 적합함을 알 수 있었다.
3. 한정된 전구의 면적에 적합한 간단한 정류회로와 DC전원 공급회로, 마이크로컨트롤러와 스위칭 트랜지스터를 이용하여 구조가 간단한 스위칭제어회로로 구성된 제어회로를 설계하였으며, 설계된 제어회로는 안정적인 PWM 제어신호에 의해 고휘도 RGB LED를 광색 제어할 수 있었다.
4. 고휘도 RGB LED의 ON/OFF 및 PWM제어에 따른 특성 데이터를 가지고, 사용자가 원하는 각종 광색 패턴제어를 통하여 수십만 가지 이상의 광색을 가변하는 프로그램을 구성하였으며, 다양한 모드로 프로그래밍하여 사용자가 원하는 광색을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 안정적인 백색 광과 광색가변의 전구를 설계할 수 있었다.

앞으로 광학설계 프로그램을 이용한 광학계 시뮬레이션을 통하여 고효율 및 고출력, 최적의 광색혼합을 나타내는 조명 기구의 광학적 구조 검토와, 백열전구를 대체할 수 있도록 LED 전구의 광출력을 향상시키기 위한 연구가 필요하다. 또한 LED 수명에 따른 광속감퇴를 보상하고, 온도의 변화에 의한 광출력 변화를 보상하는 회로에 관한 연구가 진행되어야 한다.

감사의 글

이 연구는 한국과학재단지정 전남대학교 고품질전 기전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] Lawrence G. C., "Evaluation of LEDs for automotive signal lighting," Proc. SPIE, Vol. 4641, pp. 7-12, 2002.
- [2] N. Narendran, et al. "Characterizing LEDs for general illumination applications," Proc. SPIE, vol. 4445, pp.137-147, 2001.
- [3] Gerd O. Mueller, et al., "Light emitting diodes for solid state illumination," International Display Workshops 2000, pp. 821-824, 2000.
- [4] Hodapp M. W., "Applications of high-brightness light-emitting diodes," High Brightness Light Emitting Diodes, eds. by G. B. Stringfellow and M. G. Craford, Semiconductors and Semimetals, Vol. 48, Academic Press, New York, pp. 227-356, 1997.

- [5] Mukai T., Yamada M., and Nakamura S., "Characteristics of InGaN-based UV/blue/green/amber/red light-emitting diodes," Jpn. J. Appl. Phys. 38 Pt 1 (7A), pp.3976-3981, 1999.
- [6] Xichao Mo, et al., "Consecutive PWM driving video LED display system," IEEE International Symposium on Circuit and System, pp.1437-1439, 1997.
- [7] Young-su Yu, et al., "A study of the Stable Colors Variation Circuit of High Brightness LEDs," 대한전기학회 2001년도 하계학술대회 논문집, pp.2585-2587, 2001.

저 자 소 개



송 상 빈 (宋 相 彬)

1969년 10월 1일생. 1994년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년~현재 동 대학원 박사과정.
Tel : 062-530-0744, Fax : 062-530-1749
E-mail : pkssb@hitel.net



강 석 훈 (姜 錫 勳)

1976년 9월 8일생. 2002년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 전남대 대학원 전기공학과 석사과정
Tel : 062-530-0744, Fax : 062-530-1749
E-mail : eokhoon@moiza.chonnam.ac.kr



여 인 선 (呂 寅 善)

1957년 6월 11일생. 1979년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 2월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 8월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 전남대 공대 전기공학과 및 고품질 전기전자 부품 및 시스템 연구센터(RRC) 교수, 당학회 평의원 및 전기물성·응용부분회 편집이사
Tel : 062-530-0714, Fax : 062-530-1749
E-mail : isyeo@chonnam.chonnam.ac.kr