

LED BLU의 CMS 기능구현에 관한 연구

천우영*, 송상빈*, 김기훈*, 김진홍*, 이현철*
한국광기술원*

Development of CMS Function in LED BLU

Woo-Young Cheon*, Sang-Bin Song*, Ji-Hoon Kim*, Jin-Hong Kim*, Hyun-Chul Lee*
Korea Photonics Technology Institute*

Abstract - 최근에 LCD의 후면광원으로 LED를 채용하는 경우가 증가하고 있다. 이러한 LED를 Back Light으로 사용할 경우 일정한 휘도의 유지와 색차표의 보정은 고급제품의 경우 채용이 증가하고 있다. 본 연구에서는 LCD Monitor용 LED BLU의 CMS(Color Management System)를 개발하기 위하여 1.5W R,G,G,B가 하나의 PKG에 들어있는 LED를 이용하여 Direct type의 Back Light Unit을 개발하였다. 방열 및 휘도 균일도를 고려하여 LED part를 설계, 개발 하였고 LED를 PWM으로 구동하기 위하여 Switching circuit이 포함되는 구동회로 부분을 설계, 개발 하였다. 또한 Color Sensor와 CMS IC를 사용하여 Color를 Control하고 휘도도 컨트롤하는 제어회로 부분도 개발을 하였다. CMS 기능의 제어회로 부분을 개발하기 위하여 MicroController를 사용하였으며 CMS IC와의 통신을 위한 부분도 개발하였다. 이러한 구성을 개발하여 시제품을 직접 제작하였다. 평가를 위하여 성능 시험을 실시하였고 광학적인 평가도 시행하였다. 제작된 시제품은 L558 x W359 x H30 으로 하였다. 휘도는 목표휘도를 이루었으며 균일도는 85% 이상이 되었다.

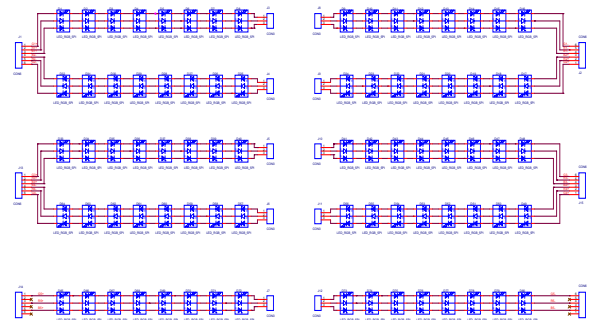
Frame의 크기는 24" Wide 형태가 될 수 있도록 설계 하였으며 MCPCB를 고정하기 위하여 16개의 Support를 형성하였다. LED part와 Drive part는 Connector를 사용한 연결방식으로 설계하였다. LED의 구동전류를 고려하여 선정하였으며 복잡성을 피하기 위하여 배선을 직선으로 할 수 있도록 고려하였다. Frame 뒷면에 Drive와 제어회로가 구성된 PCB가 부착될 수 있도록 설계를 하였다.

2.2 LED part Array Design

24" LED BLU에 적용될 LED 개수를 160개로 결정하였다. Matrix 형태를 가지도록 구성하였다. LED는 R,G,G,B로 구성된 4in1 PKG를 이용하였다. 양산성을 고려하여 직렬구조를 선택하였다. 4개의 String은 32개의 LED가 직렬로 연결되고, 2개의 String은 16개의 LED가 직렬로 연결되어 총 5개의 String으로 구성되었다. BLU의 경우는 하나의 LED가 단선되어도 불량이 되므로 회로의 복잡성을 고려하여 직,병렬 구조를 선택하지 않았다. 그림2는 LED Array에 대한 회로도 이다.

1. 서 론

LCD는 자체 발광이 불가능하므로 LCD 하부에 BLU라 불리는 평면광원이 위치하여 LCD Panel로 빛을 비추어 주어야 한다. BLU가 빛을 발광하여 줌으로써 LCD화면에 다양한 색상이 구현될 수 있다. 최근에는 CRT를 이용한 디스플레이 제품이 대부분 LCD를 이용하는 제품으로 바뀌어 졌다. 그리고 이러한 LCD의 BLU의 광원으로 LED의 채용이 증가하고 있다. LED를 BLU의 광원으로 사용하는 경우 LCD에 빛을 전달하는 방식으로는 에지 방식과 직하방식으로 크게 나뉘어 진다. 또한 LED의 빛을 LCD에 균일하게 전달하기 위하여 확산시트, 편광분리 시트 등을 이용한다. BLU에 새로운 광원으로 연구되어지는 LED는 직류전원을 이용하여 구동하므로 구동회로가 필요하다. 구동회로 외에 LED의 휘도 및 색차표를 조절하기 위하여 제어회로 부분이 사용되어진다. 본 연구에서는 LCD에 적용될 수 있는 BLU에 있어서 제어회로 부분에 대해 개발을 진행하였다. 시장이 점차 확대되고 있는 LED BLU에 있어서 제어회로 부분은 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다. 정전류 방식의 구동회로와 CMS 기능의 제어회로를 개발하여 LCD BLU에 적용하여 LED BLU의 휘도와 색온도 유지에 적극 대응하고자 하는 것에 본 개발의 목적이 있다.



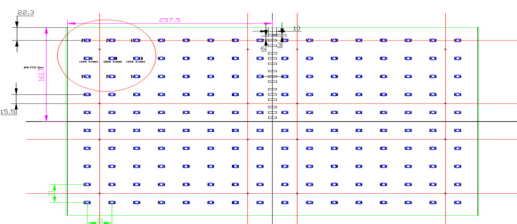
〈그림 2〉 BLU LED part 회로도

균일 회도를 얻기 위한 방법으로 회로의 복잡성과 양산성을 고려하였다. LED PCB 에서의 복잡성을 피하기 위하여 배선과 결합의 컴팩트화가 될 수 있는 구조를 선택하였다. 전체적으로 16개의 String과 2번째 String은 LED가 Rotate 되도록 설계하였다. 이는 색혼합을 보다 원활하게 위한 방법으로 선택되어진 것이다. 전체적으로 배선이 복잡하지 않도록 하기 위해서 직선으로 배선을 하는 구조로 진행하였다. LED에 전류를 인가하는 부분이라서 직선의 배선구조가 가장 좋으므로 구동회로의 복잡성을 감안하고 설계하였다. LED PCB는 발열을 고려하여 Metal Core PCB 재질을 사용하였다.

2. 본 론

2.1 LED BLU LED part Design

LED BLU의 LED part 크기는 길이 558mm, 폭 359mm, 높이 30mm 로 하였고 그림 1과 같이 디자인 하였다.LED 선정시 방열구조를 고려하여 MCPCB와 열전달 경로를 구성할 수 있는 부분을 가진 LED를 선정하였다.

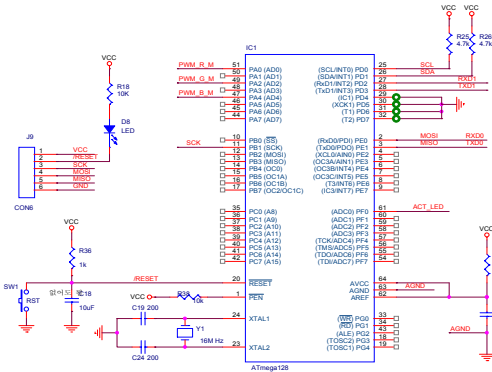


〈그림 1〉 LED 배치를 위한 기구설계

2.3 Drive part Design

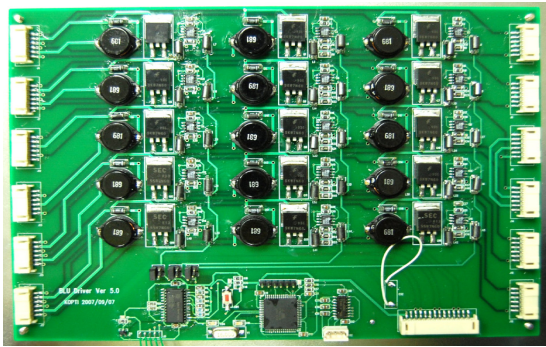
현재 LED를 정전류로 구동하기 위하여 구동IC로 많이 사용되어지고 있는 것으로 Supertex사가 개발한 LED Driver IC HV9910 이 있다. 입력전압은 V_{IN} 을 통하여 공급이 된다. 공급전압을 입력받아 내부적으로 7.5V의 전압을 발생시켜서 비교기의 Reference 전압으로 인가되어 진다. 그리고 또 하나 기준전압은 위쪽 비교기의 250mV 이다. 비교기의 출력은 +입력이 -입력보다 크면 1(high)를 출력하고 -입력이 +입력보다 크면 0(Low)를 출력한다. 2개의 비교기의 출력이 OR Gate로 연결되어 있기 때문에 2개중 하나만 1값이 출력되어도 OR Gate의 출력은 1이 되어 SR F/F의 Reset이 1이 된다. 이때 Set이 0이 되면 F/F의 출력이 0이 되어 GATE Pulse가 Low가 되어진다. 이때 LED가 소등되어지게 된다. 선정된 Driver IC HV9910을 이용하여 160개의

LED를 구동할 수 있는 Drive 회로를 구성하였다. LED를 이용한 BLU의 제어회로를 구현하고자 MicroController와 Agilent의 CMS IC를 이용하여 설계를 진행하였다. MicroController는 Atmel사의 Atmega128을 사용하였다. MicroController의 TWI통신을 이용하여 CMS IC와의 통신을 구현하였고 이를 통해 CMS IC의 내부 레지스터를 Setting하고 동작시켰다. 그림3에 제어회로의 MicroController 부분을 나타내었다.



〈그림 3〉 BLU의 제어회로 부분 회로도

전체적인 시스템의 동작 상태를 나타내기 위하여 LED를 이용하여 동작 상태를 표시할 수 있도록 구성하였다. 하드웨어의 개발 환경을 구축함에 있어서 ISP(In System Programmable)기능이 가능하도록 ISP Port를 통한 Firmware Downloading 이 가능한 구성을 하였다. 사용자의 입력에 의해 전체적인 시스템을 Reset 할 수 있도록 Reset에 대한 기능도 추가하였다. CMS IC에 대한 하드웨어 구성은 CMS IC의 레지스터의 Setting 및 Sensor 값의 입력으로 PWM 신호가 발생되며 이 신호가 HV9910의 PWM pin에 입력될 수 있도록 구성하였다. HV9910에 입력되는 PWM 신호는 HV9910이 입력으로 사용되는 전압이 높기 때문에 EMI/EMC 부분에 상당한 영향을 생각해서 하드웨어를 구성해 주어야 한다. R,G,B 각각에 대한 PWM 신호들이 HV9910에 전달되어 LED를 구동하게 된다. PWM에 대한 Duty 비율은 0-100% 까지 가능하며 12bit의 분해능을 가지므로 4096단계로 Duty를 변화시킬 수 있다. 이러한 제어신호들을 구성하여 하드웨어를 구성하기 위한 PCB를 제작하였다. 이를 그림4에 나타내었다.



〈그림 4〉 구동, 제어회로 통합 PCB 제작

2.4 CMS Function Design

CMS 기능을 구현하기 위하여 사용되어진 IC는 Color Sensor를 통하여 입력되어진 R,G,B Analog값을 Digital로 변환하여 내부 레지스터에 저장하고 이 값을 비교하기 위하여 계측기를 사용하여 얻어진 값과 비교를 한다. 사용되어진 휘도카메라는 CS-1000 모델을 이용하였다. 측정 모드는 Yxy 를 사용하여 측정되어진 휘도값과 색좌표의 x,y를 이용하여 삼자극치의 X,Y,Z로 변환 하였다. 이에 사용되어지는 식은 아래와 같다.

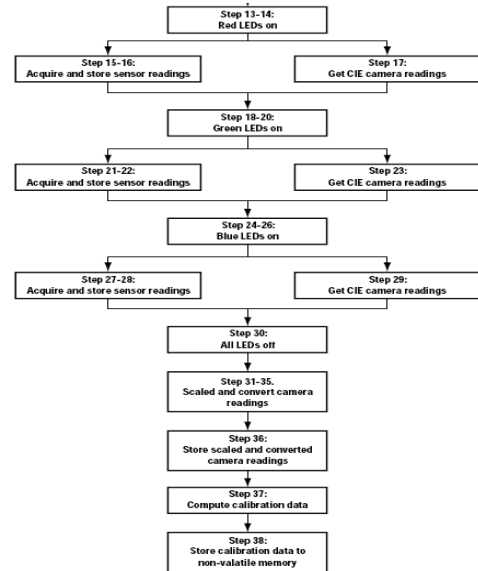
$$X = (Y/y)*x, Z = (Y/y)*(1-x-y), Y=y \quad (식1)$$

식1의 관계식에 의해서 계측기로 계측되어진 값을 토대로 하여 삼자극치인 X,Y,Z를 구하여 CMS IC로 입력되어진 X,Y,Z 값과 비교를 하게 된다. Red만을 점등해서 계측된 삼자극치를 X_R, Y_R, Z_R 로 표현하고 Green만 점등해서 계측된 삼자극치를 X_G, Y_G, Z_G 로 표현하고 Blue만 점등해서 계측된 삼자극치를 X_B, Y_B, Z_B 로 표현한다. 이러한 삼자극치의 최

대값을 V_M 으로 표현한다. $V_M = \text{Max}(X_R, Y_R, Z_R, X_G, Y_G, Z_G, X_B, Y_B, Z_B)$ 가 된다. 이렇게 얻어진 V_M 을 이용하여 식2를 이용하여 Scale ratio를 구하게 된다. 각각 구해진 삼자극치에 Scal ratio를 곱하여 이를 Hexadecimal 값으로 변환하여 레지스터에 저장하게 된다.

$$\text{Scale ratio} = \text{camera scale}(700) / V_M \quad (식2)$$

이와 같은 과정을 흐름도로 표현한 것을 그림5에 나타내었다.



〈그림 5〉 CMS 기능을 위한 흐름도

이렇게 구해진 값을 바탕으로 하여 Norma Operation Mode에서는 레지스터에 저장된 Calibration 값과 User에 의해서 저장된 Color의 Set Point 값을 가지고 User가 원하는 Color 값을 항상 일정하게 유지할 수 있도록 해준다.

3. 결 론

본 연구에서는 HB LED를 이용하여 LCD의 Back Light 광원으로 적합한 BLU의 제품개발을 하였다. LED 구동회로 및 제어회로, 그리고 LED module을 개발함으로써 BLU 시스템을 구성할 수 있는 요소들의 기술력을 확보하였다. LED BLU에 적합한 LED Array를 구성하고 최적 제어를 하기 위한 구동회로와 마이크로 컨트롤러 및 Sensor를 통한 CMS 기능의 제어회로를 시제품으로 개발 하였다.

1. 다양한 HB LED를 전기적, 광학적 특성을 측정된 결과 LED BLU에 적합한 LED를 선택하였고 선정된 LED 특성에 적합하도록 동작개수 및 광학적 배치, Array module을 구성 하였다.
2. LED 개수에 맞는 동작전압 및 적절한 전류조건을 찾아서 차후에 전원용 Power supply 개발에 유용한 조건을 찾을 수 있었다. 개발된 구동회로에 있어서 RED의 동작전압은 68V, 전류는 430mA, GREEN의 동작전압은 97.7V, 전류는 460mA, BLUE의 동작전압은 92.2V, 전류는 205mA 이었다.
3. 마이크로 컨트롤러와 ICM IC와의 TWI 통신을 통하여 관련 레지스터의 Setting 및 CMS 기능을 위한 Firmware를 구현하여 CMS 기능을 할 수 있는 알고리즘 및 코드를 구현하여 시제품을 제작하였다.
4. LCD 컨트롤러와의 연동을 위해서 차후 변경가능한 부분에 대한 대처가 가능하도록 시제품이 설계 되어서 연동부분에 대한 제어회로 구현에 가능성을 구현하였다.

[참 고 문 헌]

[1] Gerd O. Mueller, et al., "Light emitting diodes for solid state illumination," International Display Work-shops 2000, pp.821-824, 2000.
 [2] S. Muthu, F. Schuurmans, and M. pashley, "Red, green, and blue LEDs for white light illumination," IEEE Journal on selected Topics in Quantum Electronics 8(2), pp.333-338, 2002.