DBpia

논문 13-38C-08-10

한국통신학회논문지 '13-08 Vol.38C No.08
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2013.38C.8.725

고출력 LED 방열 및 DMX512 통신 제어 설계

김 기 윤◆, 함 광 근°

A Design of Heat-Sink and DMX512 Communication Control for High-Power LEDs

Ki-yun Kim◆, Kwang-keun Ham°

요 약

최근 LED의 저전력, 장수명, 동작 속도, 제어성, 고품질의 색 연출성, 지속 가능성 등의 이유로, LED 응용 분야가 확대되고 있다. 그러나 고출력 LED 조명 시스템을 구현하는데 있어, 방열은 큰 걸림돌이 되고 있다. 본 논문에서는 고출력 투광등 설계를 위한 방열 방안으로 메탈 PCB 설계, 열전 소자, 히트 파이프, 방열판, 팬(fan) 등의 적층 연동 구조를 제안하고 구현 방안을 제시하였다. 아울러 본 논문에서는 RS-485 통신을 통한 DMX512 프로토콜 기반 LED 조명 시스템 제어 방안을 제시하였다. DMX512 프로토콜은 조명장치와 조명제어 모듈의 연결에 대한 사실상 세계적 표준이며 이를 활용한 무대 조명이나 경관 조명 시스템 개발이 지속적으로 이루지고 있다. 본 논문에서는 이를 이용한 LED 조명 제어 및 응용 기술을 소개하고 주제어기를 무선으로 원격 제어하는 방안을 제안하였다.

Key Words : High-power LEDs, LED Heat-sink, Heat pipe, DMX512, Remote Control

ABSTRACT

Recently, various applications for LED lightings are growing continuously due to their better performances such as low power consumption, longer life time, operation speed, controllability, high quality color rendering, and sustainability. However, in developing the high-powered LEDs illumination system, heat-sink problem is one of the important obstacle. In this paper, a heat-sink design with multi-layered structure for high-powered LEDs is proposed, which is composed of metal core PCB, heat-pipes, heat-sink plates, and fans. And also, in this paper, a design for LED controls using DMX512 protocols through RS-485 communications is proposed, which is considered as de facto international standard in LEDs illumination control and is widely used in landscape lighting and stage lighting. In this paper, LED control and its application techniques are introduced and the method of wireless remote control for main controller is proposed.

Ⅰ. 서 론

최근 국가신성장동력 사업의 하나로 부각되고 있는 LED(Light Emitting Diode) 조명에 대한 관심의 증대와 더불어 연구가 활발히 진행되고 있다. 아울러 이를 정보통신 기술과 결합한 IT-LED 간 융합 기술에 대한 적극적인 연구가 진행되고 있다. 국가 신성장동력 사업으로 분류되어 있는 LED는 기존의 백열등, 형광등에 비해 광효율 및 수명이 우수하고, 전력 소모가 낮아 신조명 기기로 선호되고 있으나,

◆ 주저자 : 명지전문대학 공학·정보학부 전기과, kkim@mjc.ac.kr, 종신회원
° 교신저자 : (주)닥터서플라이 기술연구소, signal386@doctorsupply.co.kr, 정회원
논문번호 : KICS2012-06-256, 접수일자 : 2013년 6월 17일, 최종논문접수일자 : 2013년 8월 9일

www.dbpia.co.kr

다이오드 특성상 두 화합물의 접합층에서 발생되는 에너지의 80%가 열로 변환되어 온도가 급격히 증가하는 단점이 있다. 이 때 이 열을 외부로 방출시켜 온도를 낮추지 못할 경우 LED 소자의 수명 단축을 초래한다. 특히 LED가 고출력(high-power)일 경우 방열 문제는 더욱 심각해지는데, 아직 국내외적으로 수백 Watt 급 고출력 LED 조명 기구의 적극적인 출시가 이루지지 못하는 것은 아직까지 방열 기술이 완벽하지 못한 것과 무관하지 않다. LED 방열은 LED 패키지 방열, 금속 방열판 방열, 공랭식 방열, 수냉식 방열, 펠티에(Peltier) 효과를 이용한 열전 소자 방열, 히트 파이프(heat pipe)방열 등 다양한 방식이 소개되고 있다[1]. 본 논문에서는 고출력 LED 방열에 적합한 방열 방안을 소개하고 실제로 300 Watt 급의 LED 투광등 제작에 적용한 방열 기술을 제안하고자 한다.

아울러 LED 조명은 통신 기술을 활용하여 제어되는데, 통신 방법에 따라 크게 2가지 방식으로 분류된다. 즉, RS-232/RS-485 등의 유선 통신 기술과 Zigbee, WDMX(Wireless Digital MultipleX) 를 활용한 무선 통신 기술이다[2-4]. 무선 기술이 이동성 및 편리성 등에서 장점은 있으나, 방송, 의료, 운동경기 등 정확성을 요구하는 곳에서는 아직 유선 방식을 선호하고 있다. 유선 통신 방식에서는 RS-485 통신을 기본으로 DMX512 프로토콜을 사실상 국제 표준으로 사용하고 있다. DMX512 시스템으로 불리는 이 프로토콜은 조명 장치와 조명 제어 모듈의 연결과 관련된 표준으로 매우 간단하고, 안정적으로 동작하기 때문에 무대조명이나, 경관 조명 등 현재 널리 사용되고 있다. 이 프로토콜은 단순히 조명을 켜고 끄는 동작 뿐 아니라 페이드 인/페이드 아웃 등 다양한 연출을 구사할 수 있기 때문에 앞으로도 이에 대한 활용 연구는 지속될 것으로 보인다. 이에 본 논문에서는 개발한 LED 투광등에 DMX512 프로토콜을 적용한 LED 조명 제어 기술을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 Ⅱ장에서는 고출력 LED 투광등의 방열 기술을 제안한다. Ⅲ장에서는 DMX512 프로토콜을 적용한 LED 조명의 제어 방안을 제시한다. 그리고 마지막으로 Ⅳ장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

Ⅱ. 고출력 LED 방열 설계

최근 고출력 LED 방열을 위해 도료, 알루미늄, 초전도체, 플라스틱 방열제, 히트파이프(heat pipe), 열전소자, 히트 싱크 엔진 등 다양한 형태의 방열 연구가 진행되고 있다. 고출력, 고광량의 LED 조명의 방열을 위해서 현재 가장 널리 사용되는 기술은 알루미늄 히트싱크를 이용하는 것이다. 그러나 전력량이 많을수록 발열량이 많아, 최근에는 히트파이프 및 열전소자 냉각방식을 적용한 고출력 LED 투광등에 대한 연구가 증가하고 있다[5-10]. 기존의 LED 투광기의 방열구조는 알루미늄 PCB에 LED를 부착하고, 알루미늄 PCB에 알루미늄 방열판을 부착하는 구조로서, 고출력 LED 투광기의 경우는 방열을 만족할 수준으로 얻기 어려우며 알루미늄 방열판 크기가 매우 커지고 무거워지는 단점이 있다. 한편 PCB의 간격을 적절하게 배치하지 못하면 균일하게 열이 방사되지 않고 특정 부분에 집중되어 등기구 자체에 열이 발생하고 LED가 손상되는 단점이 있다.

투광조명장치는 LED의 발광에 의해 PCB 및 알루미늄 방열판으로 전도되는 열의 온도를 50[℃] 이하로 줄여야 발광소자 본래의 사용수명을 보장받을 수 있다. 이를 위해서 본 논문에서는 LED의 발열에 의해 PCB 및 알루미늄 방열판으로 전도되는 열의 온도를 적정하게 분산처리 및 냉각할 수 있는 기술과 등기구의 무게를 줄일 수 있는 적층형 히트파이프 기술을 제안하고자 한다. 히트파이프 방열판은 LED 냉각부위 반대편에서 발생하는 열을 효과적으로 방출하는 기능을 담당한다. 히트 파이프는 열을 효과적으로 전하기 위한 파이프로서, 히트파이프의 구조는 내부를 배기(排氣)한 파이프로 작은 구멍이 많이 뚫려 있는 안쪽에 휘발성 액체를 넣는다. 이 파이프의 한쪽 끝에 열이 닿으면 액체는 증발하여 열에너지를 다른 끝으로 이동시켜 방열하고, 파이프 속을 지나 본래의 위치로 돌아오는 구조를 가진다. 본체의 재료는 구리, 스테인리스강, 세라믹스, 텅스텐 등이 사용되고 안쪽 벽은 다공질의 파이버 등이 사용된다. 내부의 휘발성 물질로는 메탄올, 아세톤, 물, 수은 등이 사용된다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 히트 파이프 적용 300W급 LED 투광등 냉각시스템의 전체 개념도를 나타낸 것이다. LED 조명에는 1 Watt 급 LED 324개(108씩 어레이 3판)를 사용하고, 마이컴 제어 소자를 이용하여, LED를 PWM 구동하며, 소프트웨어적으로 LED 방열을 수행할 수 있도록 프로그램화하고, 발열이 되는 부분을 온도 감지기(Temperature Sensor)로 모니터링하여 열전소자를

www.dbpia.co.kr

PWM 및 D/A 변환기를 통해 구동하는 방법을 취한다. 그림에서 보는 바와 같이 방열 효율을 증가시키기 위해 적층 구조를 사용하였으며, 히트 파이프, 알루미늄 방열, 팬(fan) 등을 연동시켜 방열 성능을 극대화 하였다. 방열을 위해 LED 어레이 부분과 구동회로는 반드시 분리하여 탈부착이 용이한 구조로 구현하였다.

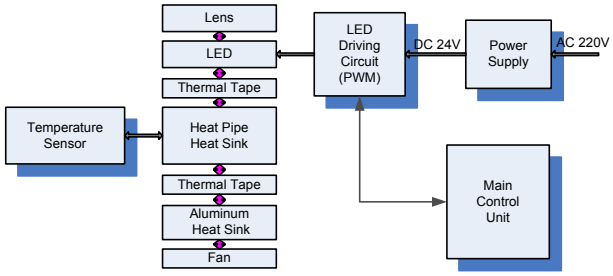

그림 1. 고출력 LED 투광등의 방열 구조
Fig. 1. High-powered LED Heat-sink structure

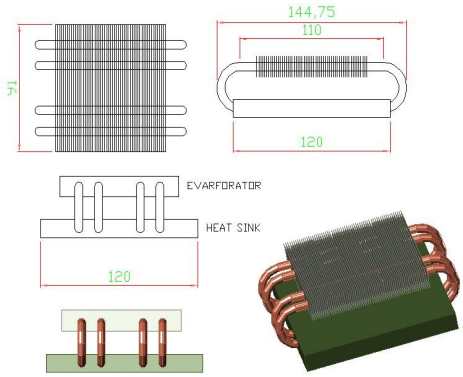

그림 2. 고출력 LED 방열용 히트 파이프 설계
Fig. 2. Heat-pipe design for High-powered LED

그림 2에는 본 논문에서 제안하는 히트파이프 구조를 나타내었다. 히트 파이프는 밀폐용기 내부의 작동유체가 연속적으로 기체와 액체간에 상변화 과정을 통하여 용기 양단 사이에 열을 전달하는 장치로 잠열(latent heat)을 이용하여 열을 이동시킴으로서, 단일 상(phase)의 작동유체를 이용하는 통상적인 열전달 기기에 비해 매우 큰 열전달 성능을 발휘한다. 이 히트파이프는 가열부와 방출부로 구성되며, 방출부에는 여러개의 알루미늄 날(fin)들이 적층으로 쌓인 중간을 히트파이프가 관통하도록 구성되어 히트파이프에서 발생하는 열의 방출이 용이하도록 설계하였다. 히트파이프는 최근 고온의 CPU를 냉각시키기 위해 이용되고 있으나 고출력 LED 방열에는 아직 적용이 미미한 편이다. 고출력 방열을 위해 소요되는 큰 부피 및 무게의 알루미늄 방열판에 비하여, 가볍고 이동이 용이한 동파이프로 구성된 히트파이프 방열판을 메탈코아 PCB 하부 발열부위에 두어 효과적인 발열이 이루어지도록 하였다. 본 논문에서는 그림 3과 같이 메탈코아 PCB에서 LED가 부착된 메탈 PCB 코어 알루미늄 방열판을 각각 셀(cell)간 이격화하여 열이 적산되지 않는 구조로 설계하였다. 아울러, 열전소자로서 발광소자의 접점부위를 직접 냉각해주도록 설계하였다.

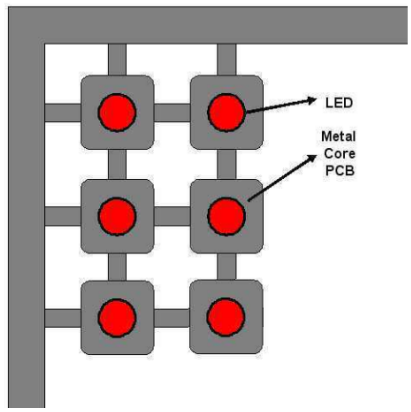

그림 3. 메탈 PCB의 이격구조
Fig. 3 Metal PCB layout

Ⅲ. LED 조명 제어를 위한 통신네트워크 구성

본 절에서는 앞 절에서 개발한 LED 투광등을 DMX512을 이용하여 제어하는 방안을 제시하고자 한다. 이 프로토콜은 조명 장치와 조명 제어 모듈을 연결할 때 사용되는 표준방법으로써 현재 사실상의 국제 표준이다. 이 기술은 간단하지만 안정적인 프로토콜이기 때문에 현재까지도 무대조명이나 경관조명과 같은 조명 시설에 광범위하게 사용되고 있다[8-11]. 이 밖에 이동 중인 상태에서도 조명 제어가 가능한 무선 기반의 WDMX 및 Zigbee 를 이용한 Z-DMX512 프로토콜이 제안되었으나[4], 무선 안정도 및 Zigbee 네트워크에서 1(hop)당 10ms 가 소요되어, 이에 따른 발생하는 누적 지연시간 문제가 있어 본 논문에서는 실시간 제어가 가능한 DMX512 프로토콜을 적용하여 설계하였다.

DMX는 Digital MultipleX의 약자로 한 쌍의 꼬임 통신선을 이용하여 디지털 제어 신호를 전달하는 통신 방식이다. 1986년 USITT(US Institute for Theatre Technology)에서 조광(Dimmer) 제어를 위해 처음 개발되었으며, 1990년대 기능을 보완하여 2000년대 초 DMX를 향상시킨 DMX512 프로토콜

www.dbpia.co.kr

이 다시 제안되면서 다양한 조명 제조사들이 널리 사용하였다. ESTA(Entertainment Services and Technology Association)에서 "BSR 1.11 DMX-512/2000" 표준을 초안으로 발표하였고 그 후 지속적인 개정을 거쳐 DMX 프로토콜 표준의 활용 영역은 더욱 넓어졌으며, 현재 경관 조명 및 무대 조명 시스템 등에 가장 많이 적용되는 프로토콜로 자리잡았다[11].

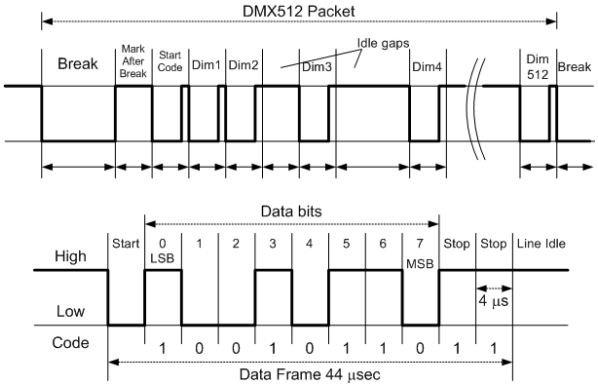

그림 4. DMX512 프로토콜 프레임 구조
Fig. 4. Frame structure of DMX512 protocol

그림 4에 DMX512 프로토콜 프레임을 나타내었다. DMX512는 데이터 링크 당 512 제어 채널(control channel)까지 제공하며 이러한 채널들은 LED 램프의 빛 밝기를 조절할 수 있다. 이것은 512개의 광원에 연결된 콘솔 위에 있는 512 슬라이더라고 생각할 수 있는데, 각각의 슬라이더 단자는 데이터 링크를 통해 8비트(0과 255 사이의 값)를 전송한다. 여기서 0의 값은 광원이 완전히 오프(off)되고, 반면에 255의 값은 광원이 완전히 온(on)된 상태가 되도록 설계하였다. 만약 LED가 빨강(Red), 녹색(Green), 파랑(Blue) 3가지의 색을 사용하는 3채널 LED 가정한다면, DMX 프로토콜을 사용하여 총 170개의 LED 제어가 가능하다.

DMX512 데이터는 두개의 통신선을 통해 표준 RS-485 통신장치 사용하여 비동기 직렬 통신으로 250 kbps의 데이터를 전송한다. DMX512 신호체계는 512개의 패킷으로, Break + MAB(Mark After Break) + Start Code + 512 Dim Signal 신호로서 구성되며, 각 패킷의 프레임은 11비트(Start 1비트 + Data 8비트 + Stop 2 비트로서 44[μs]내 범주에서 데이터 송수신이 이루어져야 한다. 표 1에 DMX512 타이밍 차트를 나타내었다.

본 논문에서 설계한 LED 투광기의 네트워크 시스템 구성은 그림 5와 같다. PC 기반 윈도우즈 프로그램으로 DMX512 데이터를 USB 단자로 출력하고 이를 DMX512 변환기를 가진 분배기(splitter)를 통해 RS-485를 이용하여 신호를 직렬로 송신하도록 하였다. 기존 PC를 통한 제어는 RS-232, 그리고 프린터 포트를 통한 제어가 주류였으나, 현재는 USB를 이용한 제어 체계가 활성화 되어 있어 USB 2.0 기반으로서 직렬 통신하여 DMX512 데이터 신호를 512개 송출하도록 하였다.

표 1. DMX512 타이밍 차트(Timing Chart)
Fig. 1. Timing chart of DMX512

	MIN [us]	TYP [us]	MAX [us]
Break	88	88	1000000
MAB		8	
Frame Width		44	
Start/Data/Stop		4	
MTBF	0	Not Specified	1000000
MTBF	0	Not Specified	1000000

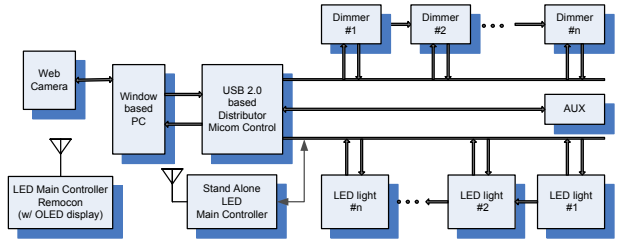

그림 5. LED 투광기 시스템의 전체 네트워크 구성도
Fig. 5. Network diagram for LEDs using DMX512

각각의 고휘도 LED 투광등은 먼저 고유 번지를 DIP 스위치로 설정하여 512개의 채널로 제어되도록 한다. 만약 512 채널을 상회하는 LED 투광등이 연결되더라도 고휘도 LED 투광등내에 장착된 EEPROM에 번지를 써넣어 제어되도록 하였다.

본 논문에 설계된 LED 조명 주제어기(main controller)만으로도 LED 투광등을 구동할 수 있으며(stand alone), 분배기 없이도 DMX512 신호를 발생할 수 있도록 하였다. 자체적으로 연출과 속도를 조정할 수 있는 설정 스위치를 가지며, 사용자의 편리를 위해서 원거리에서 제어가 가능하도록 OLED 표시창을 가진 무선 리모콘을 구비하였다. 모든 고휘도 LED 투광등은 각각의 LED 투광등의 고유번지를 가지며, DMX512 기반의 번지를 가지

www.dbpia.co.kr

는 모든 장치는 본 논문에서 제시하는 DMX512 기반 고휘도 투광등 네트워크 구성 방법으로 제어가 가능하다.

다수의 고휘도 LED 투광등을 제어하는 DMX512는 랜카드를 장착한 윈도우즈기반 PC에서 DMX512 데이터를 출력하고 USB 2.0을 통해 직렬 통신으로 512 채널의 제어가 가능하다. 본 논문에서 개발한 투광등은 원거리에 설치되더라도 시공현장을 웹(web) 카메라로 모니터링 할 수 있다. 일반적으로 조명장치는 시공 시 손이 닿을 수 없는 곳에 설치하거나 원 거리에 설치되어 수시로 이를 관리하기가 불편하며 고장여부도 확인하기도 어렵다. 이를 위해 다수의 시공 현장을 모니터링할 목적으로 IP(Internet Protocol) 주소를 할당하고 웹 카메라를 장착하였다. 이를 구현하기 위해서는 랜카드(LAN card)와 이와 관련된 소프트웨어가 필요하다.

PC를 통해 USB 단자로부터 출력되는 512개의 직렬 데이터는 디머(Dimmer), 고휘도 LED 투광등 및 기타 장치를 제어한다. 또한 단독으로 동작 가능한 LED 주제어기를 통해서도 고휘도 투광등을 제어할 수 있다. LED 주제어기는 자체 스위치 조작을 통해 연출과 속도를 제어하거나, 외부에 별도로 마련된 무선 리모콘으로 연출 및 속도를 제어할 수 있다.

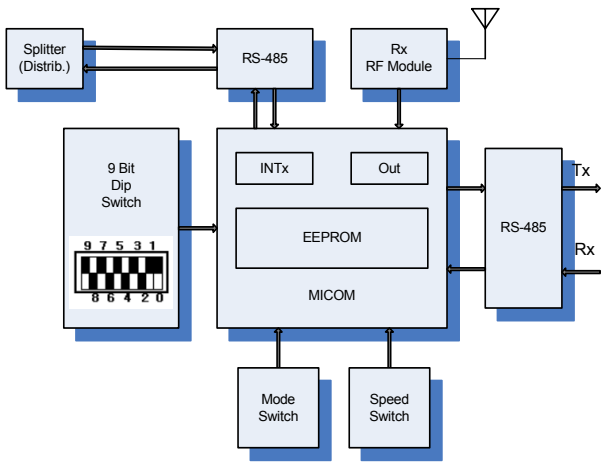

그림 6. 주제어기 블록도
Fig. 6 Block diagram of main controller

그림 6 및 그림 7은 LED 주제어기 및 LED 주제어기 리모컨 구성 블록도를 나타낸 것이다. 고휘도 LED 주제어기는 자체 스위치 조작을 통해 연출과 속도를 제어하거나, 외부에 별도로 마련된 무선 리모콘으로 연출 및 속도를 제어할 수 있다. 제어명령을 받는 LED 투광등내 설정용 DIP 스위치는 9비트로 구성이 되며, 각기 고휘도 LED 투광등에 있어 512개의 번지를 지정할 수 있으며, LED 투광등의 고유 번지에 해당하는 데이터가 입력되면, 이를 인식하고 설정된 동작을 실행한다. 고휘도 LED 시스템의 경우에 있어 고휘도 LED 주제어기에서 연출 및 속도 스위치 조작에 따라 다양한 변화 연출이 기본적으로 가능하도록 설계되었으며, 고휘도 3색(RGB) LED 또한 확대 적용될 수 있도록 설계하였다. 이 때 장착된 마이컴(MICOM)은 실행 프로그램을 사전에 적재하고 있어, 고휘도 LED 주제어기로부터 주어지는 번지와 명령 값에 따라 다양한 연출을 실행할 수 있다. 고휘도 LED 조명은 각기 LED 투광등의 고유 번지를 가지며, DIP 스위치로서 번지를 지정하거나 번지 주입기로서 EEPROM 쓰기 프로그래밍을 통해 번지를 설정할 수 있다. 고휘도 LED 투광등은 또한 데이지 체인(daisy chain) 형식을 갖추어 자동 번지지정이 가능하다. 번지의 주입은 2바이트로 구성되는데, 1바이트는 그룹 번지, 1바이트는 고휘도 LED 투광등의 번지를 지정하므로 총 65536개의 번지를 지정할 수 있다. 각 고휘도 투광등은 그림 6의 첫번째 인터럽트 단자(INTx 단자)에 하이(HIGH)에서 로우(LOW) 신호가 입력되면, 마이컴이 활성화되며, 이와 동시에 출력신호(OUT 단자)가 두번째 단 LED 투광등의 인터럽트 단자(INTx)를 구동시킨다. 두번째 LED 투광등까지 모두 활성화되고 다음 단 LED 투광등을 계속 활성화시켜 나간다. 처음에 번지 주입기에서 초기화 명령을 통해 LED 투광등의 인터럽트 단자(INTx)를 모두 읽도록 하면, 최초의 인터럽트 단자는 +5Vdc에 연결되어 있어 로우(LOW)상태를 인식하지 못하므로, 첫번째 단이 기준 번지가 된다.

각 고휘도 LED 투광등은 양방향 통신이 가능하여 번지 주입기나 고휘도 투광등 LED 주제어기로부터 데이터를 주거나 받을 수 있는 특징을 가진다. 번지 주입기를 통해 첫번째 LED 투광등에 번지를 전송하면 번지를 인식하고 둘째 단에 출력 신호를 주고, 둘째 단에서는 첫째단의 LED 투광등의 번지를 받아 +1 증가시킨다. 그 다음에는 다음 단에 인터럽트 활성 신호를 주고 LED 투광등의 번지를 넘겨 주어 번지를 자동으로 증가시킨다.

RS-485는 보통 병렬 접속시에 32 개까지 묶을 수 있으나, 더 많은 장치를 연결하고자할 경우에는 중계기(repeater)를 구성하고 고휘도 LED 투광기를 증설하여 수 Km 까지 통신이 가능하다. DMX512 신호에 연결된 고휘도 LED 투광등은 양방향 통신

www.dbpia.co.kr

으로 장치 체크 신호를 주고 받음으로서 고휘도 LED 투광등의 오동작으로 인한 에러를 손쉽게 포착할 수 있는 것이 특징이다. 각각의 고휘도 LED 투광등은 연출과 속도 조절이 가능하도록 모듈 프로그램을 적재하였고, 고휘도 LED 주제어기로부터 연출과 속도 신호를 받아서 구동된다. 고휘도 LED 주제어기는 분배기로부터 DMX512 신호를 받고 LED 투광등을 구동하기 위한 신호를 송출한다. DMX512 신호를 받기 위한 RS-485와 신호를 송출하기 위한 RS-485로 구성되며, 송신 및 수신 전용 통신포트가 준비되어 있다. 수신용 무선모듈은 휴대용 LED 주제어기 리모콘으로부터 무선으로 송출되는 연출과 속도를 받아 마이컴에 지정한다. 사용된 송수신 무선모듈은 400[MHz]대의 범용 모듈을 사용하였다.

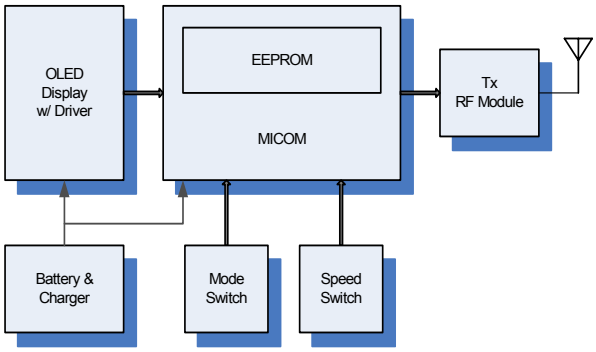

그림 7. LED 주제어기 리모콘
Fig. 7. Block diagram of remote controller

그림 7의 휴대용 리모콘은 원거리에서 고휘도 LED 주제어기를 제어하기 위한 것으로 디스플레이용 OLED, 리모콘 제어 마이컴, 연출 및 속도를 지정하기 위한 스위치, 배터리 및 배터리 충전기, 그리고 무선 송신모듈로서 구성된다.

DMX512 프로토콜을 이용한 수신 알고리즘을 그림 8에 나타내었다. 수신 알고리즘은 그림에서 보는 바와 같이 PC에서 DMX512 데이터를 분배기 또는 고휘도 LED 투광등에서 무조건 순차적으로 11비트(1프레임)단위로 전송하므로 각 고휘도 LED 투광등은 순차적으로 보내지는 데이터를 수신하여, 이 바이트를 카운트하고 설정된 DIP의 값이 고휘도 LED 투광등의 송신 데이터 바이트와 같으면 설정된 LED 투광등의 동작을 실행하도록 구성된다.

그림 9는 본 논문에서 구현한 300W급 고출력 LED 투광시스템의 실물 사진을 나타낸 것이다. 그림 9(a)는 히트 파이프와 팬 등을 장착한 적층형 방열 구조를 나타낸 것이며 그림 9(b) 및 9(c)는 조립이 완성된 투광등 정면 및 후면 사진을 각각 나타낸다. 그리고 그림 9(d)는 전원을 인가하여 동작시킨 고출력 LED 투광등 동작을 나타낸다.

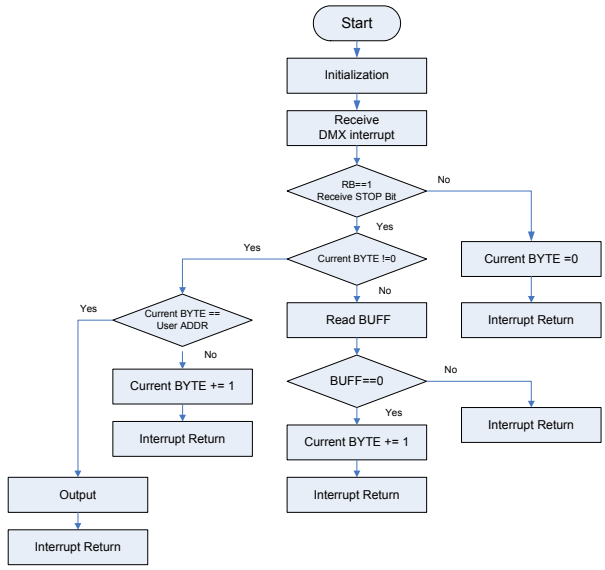

그림 8. 데이터 수신 알고리즘
Fig. 8. Data receiving algorithm

(a) 적층형 방열 구조
(a) Heat sink structure

(b) 투광등 정면
(b) Front side of LED lamp

(c) 투광등 후면
(c) Back side of LED lamp

(d) 투광등 동작
(d) Operation of LED lamp

그림 9. 고출력 LED 투광등 구현 사진
그림 9. Implementation photos of high-powered LED lamp

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 300W 급 고출력 LED 조명을 위한 방열 방안으로 메탈 PCB 설계, 열전 소자, 히트파이프, 방열판, 팬 등의 적층 연동 구조로 제안하고 구현 방법을 제시하였다. 이와 같이 구현된 투광등은 800W 급의 고압나트륨 조명 또는 메탈할라이드 조명의 대체 효과를 가질 수 있으며 외벽, 조명

www.dbpia.co.kr

탑, 공장, 스포츠 경기장 등 다양한 장소에서 활용 가능하다. 그러나 방열 장치로 인해 부피 및 무게가 커지는 단점이 있으므로 방열 장치에 설계를 수행함에 있어 보다 이론적인 접근을 통해 최적화할 필요가 있을 것으로 보인다. 아울러 본 논문에서는 RS-485 통신을 통한 DMX512 프로토콜 기반 LED 조명 시스템 제어 방안을 제시하였다. DMX512 프로토콜은 조명장치와 조명제어 모듈의 연결에 대한 사실상 세계적 표준이며 이를 활용한 무대 조명이나 경관 조명 시스템 개발이 지속적으로 이루지고 있다. 이와 같은 LED 기반 기술을 바탕으로 향후에는 IT와 LED가 융합된 광원의 다양한 활용 기술, 넓은 범위의 조명 제어 및 안정화 운영 기술, U-컴퓨팅 기술과 결합한 조명 제어 기술들에 관한 연구가 적극적으로 수행될 필요가 있다고 판단된다.

References

[1] K. Y. Kim and K. K. Ham, “The technical trend of heat dissipation for high power LED flood light,” in *Proc. Korean Inst. Illuminating Elect. Installation Eng. (KIIEE) Spring Conf.*, pp. 214-217, Yongpyeong, Korea, May 2009.

[2] K. K. Ham, “A ultra-bright RGB LED lighting equipment using DMX512 in windows base,” *Korea Patent no. 20-0426291*, Sep. 2006.

[3] W. S. Choi, C. H. Son, S. Y. Na, and Y. M. Kim, “Software implementation of wireless LED lighting control system using DMX512,” in *Proc. KICS Conf.*, pp. 14, Yongpyeong, Korea, Feb. 2011.

[4] J. I. Kim and B. H. Hwang, “Implementation of broadband LED lighting system using ZDMX modules based DMX512 protocol,” *J. Korea Contents Assoc. (KCA)*, vol. 10, no. 11, pp. 38-47, Nov. 2010.

[5] S. H. Hwang and Y. L. Lee, “Study on thermal performance of multiple LED packages with heat pipes,” *J. Korean Soc. Mech. Eng. (KMSE)*, vol. 35, no. 6, pp. 569-575, June 2011.

[6] T. S. Jung and H. K. Kang, “A study on the heat pipe type cooling device for LED security lightings,” in *Proc. 8th Korean Soc. Technol. Plasticity (KSTP) Mold Fabrication Symp.*, pp. 221-226, Seoul, Korea, Sep. 2011.

[7] B. D. Kang, K. S. Park, and Y. K. Kim, “Performance of LED for headlamps using looped heat pipe system,” *Trans. Korean Soc. Automotive Eng. (KSAE)*, vol. 17, no. 6, pp. 54-60, Nov. 2009.

[8] S. Rittidech, N. Pipatpaiboon, and P. Terdtoon, “Heat-transfer characteristics of a closed-loop oscillating heat-pipe with check valves,” *Applied Energy*, vol. 84, no. 5, pp. 565-577, May 2007.

[9] Y. Zhang and F. Amir, “Advances and unsolved issues in pulsating heat pipes,” *Heat Transfer Engineering*, vol. 29, no. 1, pp. 20-44, Jan. 2008.

[10] C. O. Kim and K. Y. Lim, “Implementation of DMX512 receiver using constant current LED driver,” in *Proc. Korean Inst. Illuminating Elect. Installation Eng. (KIIEE) Autumn Conf.*, pp. 121-124, Seoul, Korea, Oct. 2009.

[11] Entertainment Services and Technology Association, *USITT DMX512-A: asynchronous serial digital data transmission standard for controlling lighting equipment and accessories*, American National Standard E.11-2008, Apr. 2008.

김 기 윤 (Ki-yun Kim)

1997년 2월 성균관대학교 전자공학과 졸업

1999년 2월 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과 석사

2002년 2월 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과 박사

2006년~2007년 미국 Univ. of California, Los Angeles(UCLA) 전기공학부 박사후 연구원

2001년~2008년 삼성탈레스 기술연구소 책임연구원

2008년~현재 명지전문대학 공학·정보학부 전기과 부교수

<관심분야> 통신/영상 신호처리, 군통신, 이동통신, LED 응용 시스템, 의용 공학 시스템 등

www.dbpia.co.kr

함 광 근 (Kwang-keun Ham)

1990년 2월 명지대학교 전자공학과 졸업
1992년 8월 명지대학교 전자공학과 석사
1998년 2월 명지대학교 전자공학과 박사
2005년~2011년 (주)메디레즈 대표이사
2012년~현재 (주)닥터서플라이 연구소장
<관심분야> LED 조명시스템, 마이크로 프로세서 자동제어, 의료 기기 등

www.dbpia.co.kr