

LED신호등의 원형 배열을 이용한 새로운 신호 체계 설계구현

박용만*, 권종원, 오드게럴, 김희식

Yong-Man Park*, Jong-Won Kwon, Odgere, Hiesik Kim

Abstract - Currently the indication method of the traffic signal light which is established in our country displays each "red, yellow, green" using the brightness LED signal light. In this paper, one LED circular arrangement replaces the Current indication method of the traffic signal light using two color LED. Also the blinking signal function of present time uses the MCU of AVR series and it is embodied with magnification and abridgment of the circular arrangement for recognizing easily far away. The signal light indication method which is proposed will be able to substitute the signal light of 3 colors with 1 signal light with economic profit presented the reform measure of energy efficiency improvement together.

Key Words : Traffic Signal Lamp, AVR, LED, MCU

1장. 서 론

신호등은 1868년 영국의 런던 브릿지 거리에 처음 설치된 이후 미국의 디트로이트에서 최초의 전기 신호등이 1914년에 등장하였는데 수동식으로 적색등 1개를 정지용으로 이용하였다. 1918년 뉴욕에 설치된 신호등은 오늘날의 3색등으로 구성된 신호등이 설치되어 수동으로 운영되었다. 한편 우리나라는 1940년부터 설치되기 시작하여 1968년 국제연합 경제사회 이사회에서 제안한 「도로 표지 및 신호에 관한 의정서」 가입 계기로 1982년 국제연합에서 권고하는 형태를 대폭적으로 수용하여 국제기준에 준하여 설치하고 있다. 근 몇 년 전만 해도 우리 주위에서 흔히 볼 수 있었던 기존의 전구를 이용한 신호등이 많았는데 최근에는 기존의 전구를 이용한 신호등 보다 광도가 높아져 사람이 멀리서도 쉽게 신호등의 신호체계를 인식하기 좋은 LED신호등으로 교체되어 지고 있는 추세이다.

기존의 전구신호등은 신호등두(Signal Head)와 이를 구동시켜 신호등면(Signal Face)을 점등시키는 제어기(Local controller)로 구성되며 신호등두에는 합체(전구, 착색렌즈, 쉘, 반사경)와 이를 둘러싸고 있는 배면판(Target board)으로 구성되어 있다.

기존의 전구신호등은 태양빛 난반사에는 난반사로 등화된 구분이 불분명하고 내구 수명은 4,000시간 이며, 전력소모는 차량용과 보행용이 있는데 차량등은 110[W], 보행등은 60[W]의 전력 소모가 된다. 기존의 전구신호등의 환경측면을 보면 전구에 의해 자체 발열이 강하므로 분진 등이 열에 의해 타게 되어 공기 오염이 높고 외부전압변화에는 대처능력이 약해 잦은 고장의 원인이 되기도 한다.

저자 소개

* 박용만 : 서울시立大學校 전자전기컴퓨터공학부

기존의 전구신호등의 광원은 백열전구에서부터 나오는데 점등된 광원이 반사경에 의해 착색렌즈를 통과하면서 적색, 녹색, 황색의 신호등색을 표출하여 차량진행방향을 지시한다. 백열전구는 자체의 고유한 색을 발광하지 못하기 때문에 반사경과 착색렌즈를 사용하며, 렌즈 표면의 태양빛 반사에 의해 신호등색의 등화 여부를 구분하기가 어려운 섀넌텀(Sun Phantom)현상이 발생한다. 섀넌텀 현상을 신호등이 소등시에도 점등된 것과 같은 현상을 발생시켜 운전자를 점등된 신호등색을 분별하기 어려우며, 이를 차량의 주행속도를 약 10% 감속 시키기 때문에 교차로 주변에서의 차량지체를 초래할 수 있고 급감속등에 의한 사고발생 가능성이 상존한다고 할 수 있다.

본 논문에서는 현재 설치 되어 있는 LED신호등에 표시 신호 체계를 적, 황, 녹색이 아닌 두가지 색을 나타내는 LED를 사용하여 적, 황, 녹색으로 표시되는 신호등을 1개의 신호등을 만들어 황색의 신호체계 기능을 원형 배열의 확대와 축소로 대신 하였다.

또한, LED신호등은 난반사가 없어 신호등이 소등시에도 점등된 것과 같은 현상을 발생 시키는 운전자를 점등된 신호등색을 분별하기 어려운 섀넌텀(Sun Phantom)현상이 없다고 볼 수 있다.

2장. LED신호등의 기술현황

2.1 고휘도 LED 기술

고휘도 LED 기술은 종래 GaAsP, GaP, SiC와 같은 낮은 효율의 발광을 갖는 초기 LED의 반도체 재료에서 AlGaAs, AlGaInP, AlInGaN와 같은 높은 효율의 발광을 낼 수 있는 재료를 생산 할 수 있게 된것을 들 수 있다.

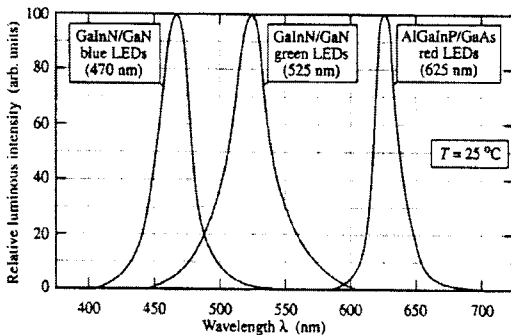
또한, 고품위 화합물 반도체가 성장가능함에 따라 원하는

에너지 밴드갭, 최적화된 조성비, 불순물 도핑정도를 정확하게 조절하면서 복잡한 구조의 반도체 재료를 만들 수 있게 되었다.

2.2 고휘도 LED의 광 및 전기적 특성

발광 다이오드(LED)의 가장 기본적인 광 특성으로 가시광선영역의 LED에서는 광도[단위 : 칸델라(Candela, cd)]가 사용되며, 비가시광선영역에서는 방사속[단위 : 와트(Watt)]으로 표시된다. 광도는 단위 입체각당의 광속으로 표시되며, 휘도는 단위면적당의 광도로 표시되는데 광도를 측정하기 위해서는 광도계가 사용된다. 한편, 방사속은 LED에서 모든 파장에 대해 방사되는 전 출력을 나타내며, 단위 시간당 방사되는 에너지로 표시된다. 방사속은 적분구나 반사경 등을 이용하여 전체 광 출력을 측정하여 얻는다.

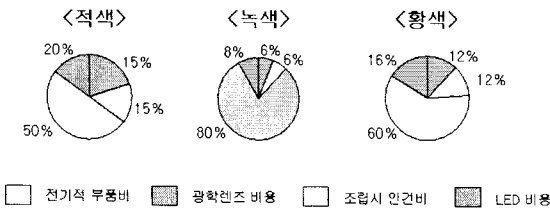
<그림1>에 적색 AlGaInP, 녹색 InGaN, 청색 InGaN LED의 발광 스펙트럼의 특성을 보여주고 있다. 활성층 조성물질의 random fluctuation에 의한 발광 스펙트럼의 broadening이 주로 나타나고 있다. 그러나 녹색 LED의 발광 스펙트럼이 다른 LED들 보다 넓은 것으로 나타났는데, 이는 활성층인 InGaN층 품질 때문이다. In의 함유량이 많은 경우에는 In cluster혹은 양자점 등의 형성이 이루어져 성장 변수에 매우 민감하게 변하므로 고품질의 InGaN층을 얻기 어렵다고 알려져 있다.



<그림1> 적색 AlGaInP, 녹색 InGaN, 청색 InGaN LED의 발광 스펙트럼의 특성

2.3 LED 신호등의 비용구조 및 설치 추이

같은 신호등이라고 하나라도 LED신호등은 각 색별 소자가 적이 다르므로 신호등색별 가격차이가 있다.

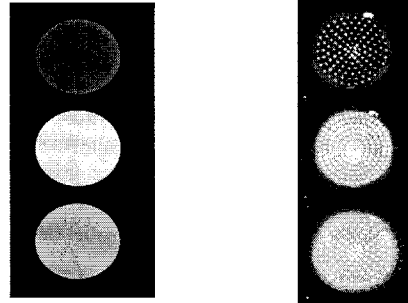


<그림2> LED 교통신호등의 비용구조

LED 신호등 설치추이를 예상하면, 미국의 경우 연간 4%이상 교체비율을 나타내며 국내의 경우, 신호등의 신설 설치율이 약 12%이므로 향후 LED신호등에 대한 타당성, 안정성 등

이 종합적으로 검토되고 LED기술개발에 의한 생산가격인하 요인이 추가될 때 최소한 연간 5%이상의 LED신호등 증가율이 예상된다.

2.4 원형 배열을 이용한 신호체계 구성



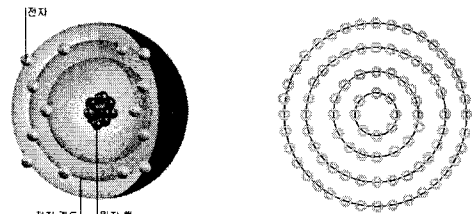
<그림3> 전구신호등

<그림4> LED신호등

신호등은 기존 신호등 규격 및 설치기준은 도로교통법과 교통안전시설실무편람(경찰청 제정)에 준하여 설치하며 설치 형태는 문형식, 중앙주식, 축주식, 현수식으로 구분한다. 신호등화(렌즈배열)순서는 차량용 4색등의 경우 적색, 황색, 화살 녹색의 순으로 설치하되 중형, 횡형으로 설치가 가능하며 보행자등은 위에서부터 적색, 녹색순으로 중형형태만 설치할 수 있다. 신호등 설치 높이는 도로시설물의 건축한계선인 4.5m ~ 5.0m범위이면 적합하다.

위의 그림에서 보듯이 3색을 가지고 있는 <그림3>전구신호등과 <그림4>LED신호등이 있다. 본 논문에서는 기존의 전구 신호등에서는 표현 할 수 없었던 신호 체계를 <그림4>LED신호등이 도입되면서 신호체계의 변화를 줄 수 있었다. 원형 배열을 이용한 새로운 신호체계는 <그림4>LED신호등을 보면 중심원형을 기준으로 일정한 간격으로 원을 만들고 있다. LED신호등을 보어의 원자 모형과 같은 배열로 LED배열을 만든다.

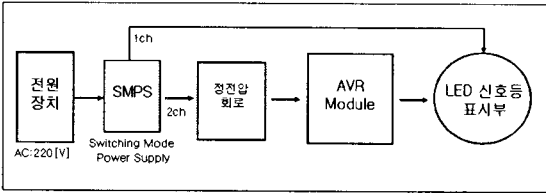
<그림5>는 닐 보어의 원자핵 모델이고 <그림6>은 이번 논문에서 새롭게 제안한 LED 신호등의 신호 체계이다.



<그림5> 닐보어 원자의 구조 <그림6> 신호등의 원형 배열

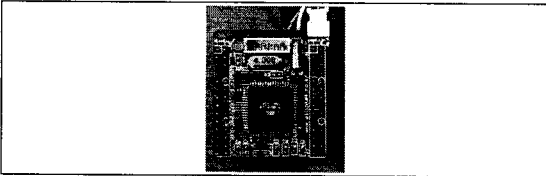
3장. MCU를 이용한 LED신호등의 원형 배열 구조 신호체계구현

3.1 시스템 구성



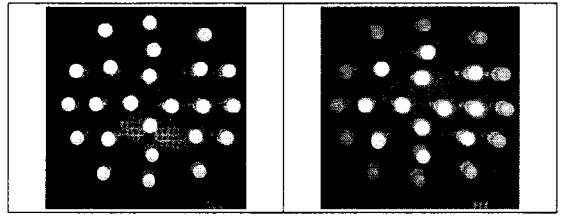
<그림7>원형 배열을 이용한 LED신호등 계통도

원형 배열을 이용한 LED신호등은 교류전압 220[V]가 인가 되면 SMPS(SMSP : Switching Mode Power Supply 스위칭 모드 파워 서플라이)를 이용하여 DC전압을 얻는다. 두 개의 Channel 있는 SMPS를 사용하여 한 개의 Channel은 LED신호등의 표시부에 연결하고 다른 한 개의 Channel은 LED신호등의 표시부를 조절할 수 있는 <그림8>AVR Module에 연결이 된다. AVR Module로 들어가는 SMPS의 한 Channel은 AVR Module을 안정적으로 동작 할 수 있도록 레귤레이터를 사용하여 AVR Module에 안정적인 전압을 공급 할 수 있게 하였다. 원형 배열을 조절하는 AVR Module에서 C-언어로 제어 를 하였다. 원형 배열을 이용한 신호 체계를 다음과 같은 동작을 하게 된다.



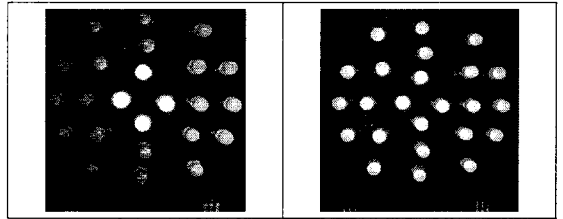
<그림8> AVR Module

원형 배열의 LED신호등은 <그림9>처럼 전체적인 녹색신호에서 어느 일정 시간이 되면 <그림10>의 그림처럼 최외곽 궤도의 LED신호등 불빛이 꺼지고 다음은 <그림11>처럼 그 다음 궤도의 LED불빛이 꺼지면서 LED신호등의 크기가 줄어 든다. 그러나 가장 중앙의 <그림11> LED신호등의 불빛은 꺼지지 않고 계속 켜 있다가 다시 <그림10>, <그림9> 순서로 순차적으로 다시 켜지면서 다시 꺼진다. 몇 번을 반복하다 적색등으로 바뀌게 된다. 녹색등일 때에 최외곽 궤도의 녹색



<그림9>원형배열의 LED신호등의 주행신호

<그림10>원형배열의 LED신호등 정지대기 신호-1



<그림11>원형배열의

<그림12>원형배열의

LED신호등 정지대기 신호-2 LED신호등의 정지 신호

등이 꺼지고 다시 그 다음 궤도의 녹색등이 꺼지고 이렇게 반복되는것이 황색등의 역할을 대신 한다. 녹색등에서 확산과 축소의 반복이 몇 회있고 난 후 적색등으로 바뀐다. 적색등으로 바뀌고 난 후 일정 시간 지속되다가 바로 녹색등으로 바뀐다. 적색등에서 녹색등으로 바로 바뀌는 이유는 녹색등 일 때는 확산과 축소의 반복으로 황색등을 대신 하여 정지의 신호를 미리 인식 시켜 운전자의 자동차의 속력을 감소 시키지만, 적색등에서 녹색등으로 바뀔때에서는 녹색등에서 적색등으로 바뀌는것 처럼 신호등의 신호가 바뀐다는것을 미리 알아 버리면 녹색등이 켜지기도 전에 운전자가 미리 출발하여 사고의 위험이 있다. 그래서 적색등에서 녹색등으로 바뀔때는 황색등을 대신하는 신호체계를 적색등일 때 확산과 축소의 과정을 넣지 않았다.

4장. 결론

3색등의 신호등을 1개의 색으로 줄임으로 국가적으로 경제적 부담을 덜 수 있고 3색등의 차량용은 110[W]의 전력소모가 있지만 LED신호등은 평균 15[W]를 사용한다. LED신호등을 1개로 줄이면 더 좋은 효율이 있을거라 생각한다. 또한 환경적인 면과 시설적인면 그리고 설치 공간의 제약에서 덜 수 있다고 생각 한다.

그리고, 원형 배열을 이용한 LED신호등 설계 연구에 직접 참여 하였고 실용신안으로 등록되어 있다. 실용신안에 등록되어 있는 것은 89계열을 사용하였지만 본 논문에서는 MCU계열을 사용하였다. 지금 현재 RF통신을 이용한 제어를 연구중에 있다.

참고문헌

- [1] 이병철"에너지 절약형 LED교통신호등 규격서 연구"도로교통안전관리공단 교통과학연구원
- [2] 김지동"LED신호등 기술 및 보급 동향" 한국과학기술정보연구원 전문연구위원
- [3] http://guide.kangwon.ac.kr/~sericc/sci_lab/physics/e_sensor/e_sensor.html