

## 고휘도 LED 경광등 동작 패턴 제어

임성무\* · 신경호\* · 송상빈\*\* · 여인선\*

\*전남대학교, \*\*한국항로 표지 기술협회 \*\*\*전남대학교·HECS-RRC·POTRI

### Operation Pattern Control of High-brightness LED Warning Light

Sung-Moo Lim\* · Kyung-Ho Shin\* · Sang-Bin Song\*\* · In-Seon Yeo\*

\*Chonnam National University·HECS-RRC·POTRI, \*\*The Korea Association of Aids to Navigation

**Abstract** - This paper studies the lighting pattern control of a high-brightness LED warning light. The driving circuit for the warning light is composed of a full-wave rectified circuit and of a control circuit using a micro-controller (AT89c2051). The micro-controller is programmed in a suitable manner to accommodate a number of variable lighting patterns and to adjust the blinking speed. To reduce the total number of LEDs installed a special consideration is made to the bundled pattern in a lamp module which is lit simultaneously. The resultant LED warning light has merits not only over the conventional incandescent warning light on the energy saving aspect but also over some other LED-type ones in the market.

## 1. 서 론

현재 경광등으로 쓰이고 있는 광원으로는 주로 21W 백열전구를 사용하고 있으며, 구조는 모터를 이용하여 반사판을 회전시켜야 하기 때문에 소음문제와 회전모터 등 부품 찾은 고장으로 소비전력 측면에서 효율적이지 못한 단점이 있다. 또한 이미 개발되어 시판되고 있는 LED 경광등 제품중에는 기존 일반 경광등과 같이 모터를 이용해 반사(거울)판을 회전시키는 방법을 이용한 것과 마이크로 컨트롤러를 사용하여 단순히 점·소동 패턴을 구현하는 원형으로 제작된 LED 모듈을 기동하는 방법이 있으며, 필요 이상의 LED개수를 사용하여 2단 이상의 다단식 복잡한 구조로 제조단가를 상승시키고 동일구조를 반복적으로 사용하게 되어 자원의 낭비를 초래하며 전구의 발열과 에너지 사용량 측면에서 많은 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 광량이 풍부하고 적은 에너지를 소비하는 고휘도 LED의 특성을 이용하여, 최소한의 LED만으로도 식별력이 높고, 경광등의 시각적 회전 효과를 얻을수 있는 마이컴을 이용한 고휘도 LED 구동제어 회로 기술 및 LED 점등 방식의 다양한 패턴구현(1개조·2개조·3개조 씩 차례로 점등 → 회전효과)제어 프로그램 구성하여 경광등이 쓰이는 환경에 따라 사용자가 원하는 모드(회전식, 섬광식)를 제어함으로써 기존 백열전구 및 LED경광등의 단조로움을 한층더 개선시켜 차별화 하는 경제적이고 높은 신뢰성의 대기능 LED 경광등을 개발하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 고휘도 적색 LED의 광학/전기적 특성

본 논문에 사용된 고휘도 LED는 한국 산업규격에서 명시한 특수 경고등의 규격에 따라 일정 광도 이상을 요구하는 경광등의 특성을 고려하여, 발산각이 좁고, 광도가 높은 LED를 사용하였다. 표1은 실험에 사용된 고휘도 적색 LED의 광학/전기적 특성을 나타내고 있다.

표 1. 실험에 사용된 고휘도 적색LED 규격

Color	Peak Wavelength [nm]	Chromaticity coordinates (x,y)	I <sub>F</sub> [mA]	V <sub>F</sub> [V]	Luminous Intensity [mcd]	선정 개수
Red	630	(0.682,0.318)	20	2.1	5000	48

### 2.2 고휘도 LED 경광등 구동을 위한 점등회로

#### 2.2.1 일반 LED 경광등 구동회로.

그림 1은 마이컴을 이용한 일반적인 LED경광등 회로로써 입력측에 상용전압 교류 110/220V를 입력받아 이를 캐리aser串列하여 방식에 의하여 전압을 분산하고 캐리aser의 종·방전 용량에 의해 직류전류를 부하에 20mA정도를 인가시킨다. 또한 정전압형 12V를 얻기 위해 1차로 정류된 부하측에 제너레이터를 별렬로 접속하고 이와 동일하게 별열로 부하 측에 고휘도 LED를 구동하기 위해 12V에 해당하는 전압 레귤레이터를 접속한 형태를 취한다. 마이컴 IC는 5V의 동작 전압을 가지므로 이를 위해 별도로 5V 전압레귤레이터를 12V의 정전압에 의해 별도로 별열로 접속되었으며 이러한 5V전압이 마이컴을 위한 전원으로 사용되고 있다.

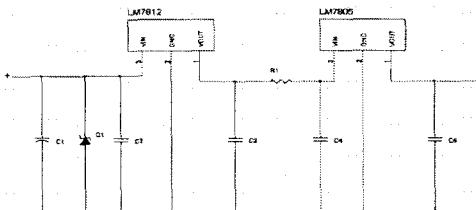


그림 1. 일반적인 LED 경광등 구동회로

#### 2.2.2 AC/DC 구동시스템 효율

고휘도 LED에 직류전압과 전파정류전압을 인가할 수 있는 간단한 회로를 구성하여 구동시스템의 효율을 측정하였다. 그림 2는 이러한 직류전압 구동시스템과 전파정류전압 구동시스템의 구성성을 보여주고 있다. 직류전압 구동시스템은 교류전원(220V AC 60Hz)을 거쳐서 12V 레귤레이터를 사용하여 발광다이오드에 직류전압을 인가시켰고, 전파정류회로는 브리지 다이오드의 출력측에 직접 연결하여 전파정류전압을 인가하였다.

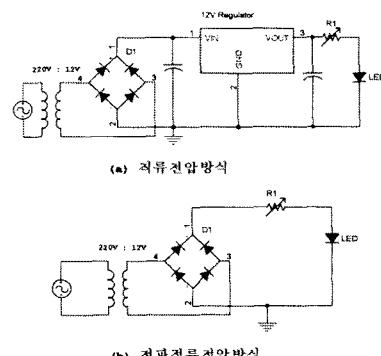


그림 2. AC/DC 구동시스템

표 2는 이렇게 구성된 구동시스템을 적색 LED 5mm 10개를 병렬로 연결하여 효율을 측정해 본 결과를 나타내고 있다. 측정 장비는 PM3300을 사용하였다. 표 2에서 발광다이오드의 구동시스템 효율 비교 측정 시 직류 전압방식보다 전파정류전압방식의 효율이 매우 좋게 나타났으며, 역률도 직류전압방식보다 약 0.07 높게 나타남을 알 수 있다. 따라서 발광다이오드의 출력력족의 효율은 낮게 나타남을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 고휘도 LED를 구동시키기 위해서 전파정류 방식을 선택하였다.

표 2. 적색 고휘도 LED의 구동 시스템 효율

LED 종류	구동 방식	입력 전력 [W]	입력 전류 [mA]	역률 [m]	광속 [lm]
5mm ×10개	직류	2.57	23.34	0.87	1.3
	전파정류	2.47	20.77	0.95	

### 2.3 고휘도 LED 경광등 점등회로

#### 2.3.1 구동 회로

고휘도 LED 경광등 구동회로는 다이오드 정류회로를 통해 출력되는 직류전압을 평활시키기 위한 콘덴서와 고휘도 LED를 구동하기 위한 12[V] 전파정류, 마이컴을 구동하기 위한 5(V) 정전압 레귤레이터, 발광다이오드 제어 회로부, 출력회로부로 구성하였다. 그림 3은 이러한 전원회로를 나타내고 있다.

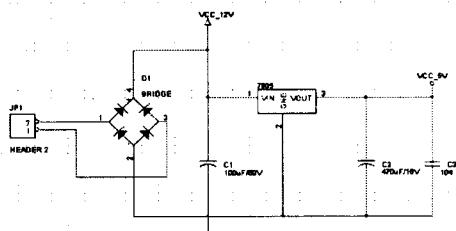


그림 3. 구동 회로도

#### 2.3.2 제어회로

사용된 마이크로컨트롤러는 2개의 포트와 16비트 타이머/카운터를 가지고 있어서 다양한 프로그램 제어가 가능하고, 비교적 적은 수의 고휘도 LED의 제어 회로 소자가 필요하기 때문에 한정된 면적에서 사용하는데 적합하다. 마이크로컨트롤러의 입출력신호는 P0포트에서 출력되는 8개의 출력 신호가 각각의 고휘도 LED의 스위칭 회로부와 연결되어 있어서 각각의 고휘도 LED를 제어하도록 하였으며, 마이크로컨트롤러 P3.0포트와 P3.1 2개 핀에 푸시버튼 스위치를 연결하여 입력신호에 의해서 LED 경광등의 선택적 모드와 속도제어가 가능하도록 하였다. 즉 입력신호가 High에서 Low로 변환될 때에 모드패턴이 변환되도록 하였다. 또한 출력부의 고휘도 적색 LED의 조합은 6개씩 직렬조합으로 8줄 각각 병렬 구성하였으며, 이는 각각의 고휘도 적색 LED가 동작전압 12V에 의해 동작하도록 하였다.

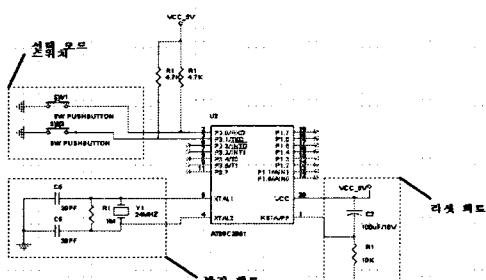


그림 4. 제어회로

### 2.3.3 고속스위칭 회로

그림 5은 고휘도 LED의 스위칭 회로를 나타내고 있으며 각각의 고휘도 LED가 정격에서 동작할 수 있도록 저항을 사용하여 전류를 제어하고, 스위칭 회로의 기본적인 동작은 트랜지스터의 베이스의 신호에 의하여 트랜지스터가 ON되면 전원전압이 공급되어 고휘도 LED가 동작하게 된다. 이 때 고휘도 LED에 흐르는 전류와 전압은 R1과 R3에 의하여 조절된다. 그리고 스위칭 회로는 고휘도 LED 각각의 전류를 조절하지 않고 고휘도 LED에 입력되는 입력전류를 조절하는 방식을 사용하며, 트랜지스터의 베이스 신호에 의하여 입력전류를 조절하여 LED의 일정한 광출력을 유지하였다.

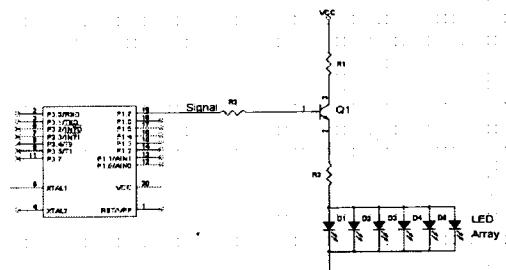


그림 5. 고속스위칭 회로

### 2.4 제어 프로그램 구성

그림 6는 마이크로컨트롤러 제어프로그램의 동작흐름도를 나타낸 것으로서, LED 경광등의 선택적 모드 및 속도 제어를 위해 C언어로 기본적인 함수를 설정하였으며, 이러한 기본 함수를 마이컴에 프로그래밍하여 각각의 발광다이오드를 일정한 모드 패턴(1줄→2줄→3줄→섬광) 차례로 회전, 점등하며 동작할 수 있도록 하는 함수와 다양한 속도 제어가 가능하도록 함수를 구성하였다. 먼저 AT89C52의 내부 타이머 인터럽트 함수를 구성하여 기본시간주기 설정함수로써 섬광회수 60회/분 이상, 300회/이하로 고휘도 발광다이오드의 속도 및 선택적 모드를 결정하였다. 그리고 외부 선택스위치 SW1과 SW2가 High에서 Low로 변화할 때, 즉 선택스위치가 초기 동작하였을 때 순차적 모드별로 패턴 및 속도 제어가 선택될 수 있도록 구성하였다.

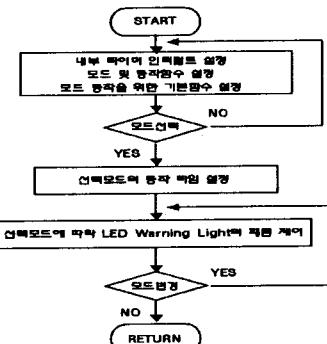


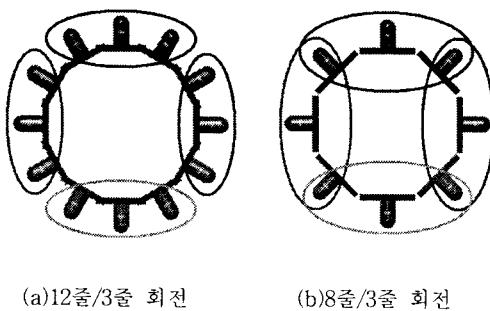
그림 6. 제어프로그램 흐름도

### 2.5 실험장치 구성

#### 2.5.1 제안된 동작 패턴 방식

LED 경광등은 반사판이 회전하는 일반 경광등과는 달리 LED의 점등에 의해 회전효과를 얻기 때문에 구동회로의 간단한 조작을 통해 1줄, 2줄, 3줄 또는 동시에 모두 점멸하여 여러 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 대부분의 12줄로 구성된 LED 경광등은 아래 그림에서 보는 바와 같이 3줄씩 차례로 점멸하게 되어있다. 본 연구에서는 마이크로컨트롤러의 함수 프로그램을 이용하여 8줄의 LED로 12줄과 비슷한 효과를 얻을 수 있으면서 경광등에 사용된 전체 LED의 개수를 줄여 그림 8과 같이 구성하였다. 특히 3줄씩 회전 점등할 경우 1줄씩 맞물

려 점멸하여, LED 모듈의 수를 12줄에서 8개로 줄였을 때 발생하는 사각의 최소화 하도록 하였다.



(a) 12줄/3줄 회전      (b) 8줄/3줄 회전

그림 7. 동작 패턴 방식

그림 8은 실제 고휘도 LED경광등을 제작하여 본 논문에서 제안된 점등 방식을 회도계 CS-100으로 측정한 거리에 따른 회도값을 나타낸 그림이다. 그림에서 알 수 있는 듯이 6[m]지점에서 회도값이 가장 높게 나타나고 있는 것을 알 수 있으며 이는 6[m]지점에서 렌즈의 접광에 의한 것이며 경광등의 시인성이 가장 높은 위치임을 알 수 있다.

2D Graph 2

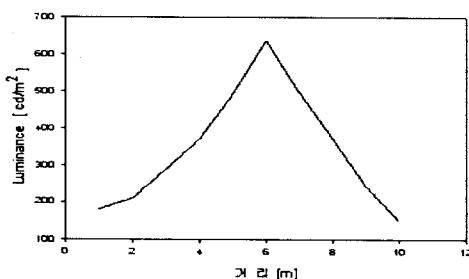


그림 8. 고휘도 LED 경광등 회도

그림 8은 마이크로 컨트롤러를 사용한 제어회로를 구성하여 실제 제작한 고휘도 LED 경광등의 시제품을 나내고 있다.

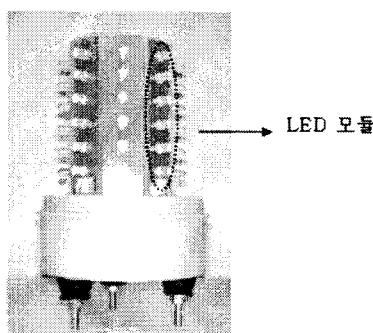


그림 9. 제작된 시제품

## 2.5.2 전력 측정 비교

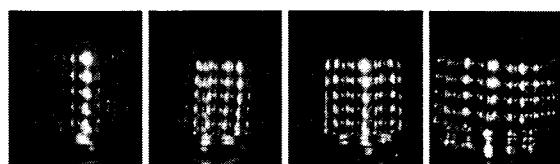
표2은 전력분석 기기 PM-3300을 이용하여 본 논문에서 제작한 고휘도 LED경광등과 백열전구를 사용한 일반 경광등/기존 LED 경광등과의 동작 패턴 및 소비전력을 비교한 것이다. B회사 제품의 경우 LED개수에 따른 제어회로가 적절히 이루어지지 않아 비교적 적은 수의 LED를 사용함에 도 불구하고 소비전력이 높게 나타남을 알 수 있으며, C회사의 경우 너무 많은 LED를 사용하여 경광등 제작함에 따라 구동회로의 복잡성과 매우 높은 소비전력을 보이고 있다. 특히 D회사 제품의 경우 본 논문에서 제안된 구동 방식과 비교했을 때 3줄 회전식 점등 방식으로써 같은 경광등 효과를 낼 수 있음에도 불구하고 소비전력이 높게 나타나고 있는 점을 측정 결

과 알 수 있었다.

표 3. 전력 측정 비교

구 분	동작 패턴	총 LED 개수	소비 전력 (W)
A 회사	백열전구 반사판 회전식	21W 백열전구	21.6
B 회사	LED 반사판 회전식	30	2.9
C 회사	LED 모듈 점멸식	96	4.9
D 회사	LED 모듈 회전식	72(12줄)	4.5
제안된 모델	LED모듈 회전식/ 점멸식	48(8줄)	2.6

그림10은 고휘도 LED경광등의 점등 방식의 다양한 패턴구현(1개조/2개조/3개조 씩 차례로 점등→설광효과)을 나타낸 그림으로서 또한 10단계 속도패턴을 두어 사용자가 원하는 모드(회전식, 섬광식)를 제어함으로써 기존 백열전구 및 LED경광등의 단조로움을 한층 더 개선시켜 차별화하였다.



(a) 1개조      (b) 2개조      (c) 3개조      (d) 섬광

그림 10. 고휘도 LED경광등 점등 패턴 방식

## 3. 결 론

고휘도 LED의 광학적 특성 및 기본 구동회로를 분석하고, 이에 맞는 LED경광등 점등 제어회로를 구성하였으며, 마이크로컨트롤러(AT89C2051)를 이용한 동작 패턴 프로그램을 구성하여 실증한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반적인 경광등의 광원인 백열전구를 대체하여 반도체 소자인 고휘도 LED를 사용하여 마이크로 컨트롤러를 이용한 LED경광등을 제작하였다.

2. 기존 LED경광등의 단순한 점·소동 패턴 방식에서 벗어나 다양한 동작 패턴을 두어 사용자가 원하는 모드를 제어할 수 있었다. 또한 총 10단계 속도제어 패턴의 빠름과 느림의 기능을 부가시켰다.

3. 멀광다이오드에 직류전압과 전파장류전압으로 구동하는 간단한 시스템을 구성하여 효율을 측정한 결과, 전파장류전압이 효율이 좋게 나타났으며 역률도 직류전압보다 높게 나타났다.

4. 일반 백열전구의 회전 모터 대신 마이크로 컨트롤러를 이용하여 회전 효과를 나타낼 수 있었으며, 기존 LED경광등과 비교했을 경우 비교적 적은 수의 고휘도 LED를 사용하여 안정적으로 동작이 가능한 제어 회로를 구성할 수 있었다. 또한 소비전력 측면에서도 매우 낮음을 확인할 수 있었다.

5. 앞으로 고휘도 LED경광등의 회도 향상과 LED개수 및 제작 단가를 낮추기 위해서 글로브 렌즈 설계에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 2004년도 대학산업기술지원단(UNITEF)  
단기애로기술지원사업의 연구비에 의해 연구되었음

## [참 고 문 헌]

- [1] KSA 한국표준협회 자동차용 특수 경고등 "Special warning lights for automobiles", pp1860~1862, 2000
- [2] 송상빈, 강석훈, 여인선, "RGB 멀광다이오드를 이용한 광색기변형 전구의 설계", 2002년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp1730~1732
- [3] Xichao Mo, et al., "Consecutive PWM driving video LED display system," IEEE International Symposium on Circuit and System, pp.1437~1439, 1997.