한국산학기술학회논문지
Vol. 11, No. 11 pp. 4291-4295, 2010

발광다이오드를 이용한 디지틀 캔들 개발

소병문[1*], 강성준[2], 오성훈[2], 이동휘[3]
[1]전북대학교 IT응용시스템공학과, [2]전북대학교 기계시스템공학부
[3]파트라주식회사

Development on the Digital Candle Using LED

Byung-Moon So[1*], Sung-Jun Kang[2], Sung-Hoon Oh[1] and Dong-Whee Lee[3]
[1]**Department of IT Applied system Engineering, Chonbuk National Univ.**
[2]**Division of Mechanical system Engineering, Chonbuk National Univ.**
[3]**Patra Co., Ltd**

요 약 본 논문은 독립적으로 발광다이오드의 캔들 컬러를 제어하는 발광다이오드 조명 데코레이션 시스템을 제안한다. 적색, 녹색, 청색 발광다이오드를 사용하여 발광다이오드 캔들 제어에 제안된 프로세스를 적용하였으며 캔들에 발광다이오드와 광섬유를 적용하여 스위치 부품을 사용하지 않고 캔들 내부의 광원을 발광시키는것이 가능하여 개발 결과를 상용화 하고자 한다.

Abstract This paper presents a LED lighting decoration system with a LED candle color control that can independenthly change its color. The proposed processing was applied to the control of a LED candle that is composed of red, green, blue(RGB) LEDs. In order to go our of use switching device, we developed the LED candle drived luminescence and we will comercialize the result.

Key Words : Digital candle, Sensor, LED

1. 서론

디지털 캔들(Digital Candle)의 개념은 일상 생활 제품인 친근감 있고 고풍적인 캔들에 첨단 전자기술을 융합하여 다양한 빛을 연출하는 생명을 담은 새로운 형태와 기능을 추가한 신개념의 캔들이다. 국내외적으로 캔들 시장의 규모는 점진적으로 증가하고 있는 추세이며 사람들의 생활 수준이 높아지면서 캔들을 사용하는 범위가 다양해지고 있고 미국 및 유럽권은 캔들 자체가 문화로 정착되어져 있다. 기존 시장에 판매되고 있는 캔들은 단순한 기능성 캔들 및 향과 컬러를 혼합한 캔들이며 지금까지는 발광다이오드를 이용한 캔들은 국,내외적으로 개발된 사례가 없다. 본 제품 개발은 빛의 연출 효과가 있는 발광다이오드를 이용한 신개념의 캔들을 개발 하고자 하다.

2. 개발목표

최근 조명 산업은 발광다이오드의 높은 광효율, 장수명, 저전력 소비 등과 같은 장점으로 차세대 광원으로 LED에 주목하고 있다.[1] LED의 수명이 잦은 스위치에 영향을 받지 않으므로 펄스폭 변조 디밍 방식을 일반적으로 빛의 세기를 제어하는데 사용하고 있다.[2,5] 작색, 녹색, 청색(RGB) LED로 구성된 LED조명은 넓은 범위의 색상을 나타낼 수 있으며 원하는 색을 얻기 위해서는 각 RGB LED의 빛의 세기를 색 혼합 원리에 따라 조정해야 한다. 이러한 원리에 따라서본 개발은 LED를 이용하여 용해된 밀초를 흡수하는 가연심지와 광섬유를 활용하여 캔들을 발광시키는 것이다. 가연심지의 연소불꽃을 광 또는 열 전달선을 활용하여 연소 불꽃 검출에 의해 캔들 본체 내의 LED 광원을 발광시켜서 다양한 색의 빛을 발휘시키도록 한 캔들이다. 종래에는 둥근 형상으로 만들어서

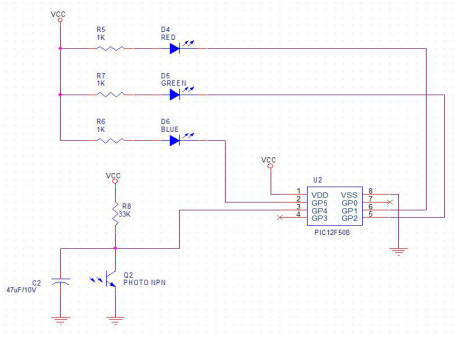
"이 논문은 2010년도 전북대학교 연구교수 연구비 지원에 의하여 연구되었음"
*교신저자 : 소병문(sbm0415@jbnu.ac.kr)
접수일 10년 10월 19일 수정일 (1차 10년 11월 05일, 2차 10년 11월 17일) 게재확정일 10년 11월 19일

외주에 나선 모양으로 만든 캔들로 본체 내에 고정한 가연심지가 착화 연소됨으로써, 가연심지가 스스로 연소불꽃과 함께 캔들 본체의 용해된 밀초를 흡수하면서 연소불꽃을 계속 발생시키는 것으로 주위를 단지 비추는 데에 지나지 않고, 빛의 장식성을 발휘하는 것으로써는 지극히 단조롭고, 각종의 연출 효과가 없다.[3]

본 연구 개발의 궁극적인 목표는 기존 캔들은 용해 밀초를 흡수하면서 연소 불꽃을 발생시키기 때문에 주위를 단지 비추는데에 지나지 않고 , 빛의 장식성을 발휘하는 것으로써는 지극히 단조롭고 연출성이 떨어진다. 이러한 문제점을 해결하기위해 용해 밀초를 흡수하면서 연소 불꽃에 의해 주위를 비출 수 있음과 동시에 캔들 본체 내부에서 광원의 발광으로 독특한 빛의 장식성을 발휘하고 주위의 분위기에 아름다운 미관을 줄 수 있는 캔들을 제공하고자 한다. 또한 캔들 본체의 외관을 해칠 수 있는 수동 조작식의 스위치 부품을 사용하지 않고서도 광섬유를 사용하여 캔들 내부의 광원을 자동적으로 발광하는 LED 캔들을 개발하고자 한다.[4]

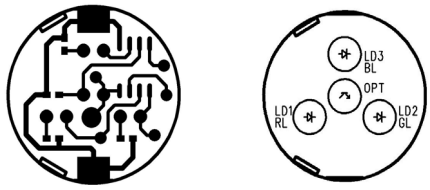
3. 개발내용

LED 캔들 본체 내에 고정한 가연심지를 따르도록 배선한 광 또는 열전달선에서 유도되는 가연심지의 발화 광센서와 전기적으로 접속되어 캔들 본체 내부에 배설되도록 하고 전달선 및 감지센서를 통전 상태를 얻었을 때 전원의 전력으로 발광하는 복수의 광원을 구비하고 있는 발광 유니트를 포함 하도록 하여 발광 유니트는 복수의 광원을 교대로 또는 중복해 발광시키는 발광제어부를 개발하고 광원의 발광이 캔들 본체를 투과하여 캔들 본체 밖으로 조사되어 캔들 본체에 아름다운 빛의 장식성을 발휘하도록 한다. 그림 1은 PCB를 구성하기 위한 캔들 회로도이다.



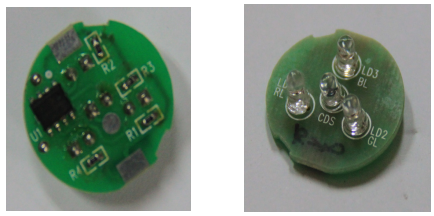
[그림 1] 캔들 회로도

그림 2는 캔들 회로도에 따른 PCB design으로 (a)는 candle bottom (b)는 candle silk top을 나타낸다.



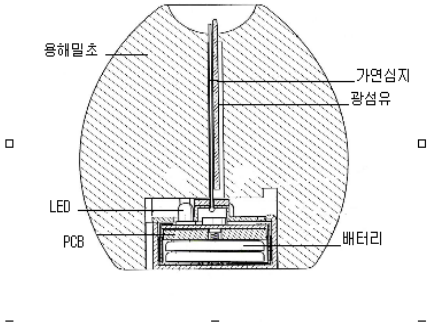
(a) candle bottom (b) candle silk top

[그림 2] LED 캔들 PCB Design



[그림 3] 제작된 LED 캔들 PCB

그림 4는 개발하려고 하는 캔들 발광 유니트 부분의 단면도로써 본체 중심에 고정된 가연심지를 배선하여 고정된 광 전달선으로 캔들 본체의 내부에 공동부 형상으로 형성된 광방사 공간과 수용 배치됨과 동시에 광 전달선을 통하여 가연심지의 발화 광센서와 감지센서가 전기적으로 접속된 광원을 구비하는 발광 유니트를 구성 하도록 하였다.



[그림 4] 캔들 발광부 단면도

LED 캔들 개발을 위하여 캔들 본체 내에 고정한 가연심지 및 광 또는 열 전달선에서 유도되는 가연심지의 발화 광을 감지하는 센서와 전기적으로 접속되어 통전 상태를 얻었을 때에 전원의 전력으로 발광하는 복수의 광원을 구비하고 있는 발광 유니트를 포함하고 있으며, 발

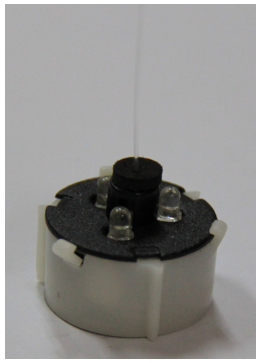
광 유니트는 복수의 광원을 교대로 혹은 중복해 발광시키는 발광 제어부를 갖추도록 구성하였다.

캔들 본체는, 가연심지를 돌출시키는 천정면에 용해 밀초를 가이드하는 가이드 오목부를 형성하여 구성할 수가 있다. 가연심지의 발화 연소는 광 또는 열전달선 및 열 센서를 반응시켜, 전원과 광원를 통전 상태로 하는 전기 회로를 구성하여 전원으로부터의 전력을 광원에게 전달하여 광원을 발광 시킨다. 광원의 발광은 캔들 본체를 투과하여 캔들 본체 밖으로 조사되어 본체에 아름다운 빛의 장식성을 발휘시킨다.

캔들 본체에서, 천정면의 가이드 오목부는, 용해 밀초를 상시 모아 두는 것으로 용해 밀초를 효율적으로 연소시킨다. 발광 유니트는 복수의 각 광원을 단독으로 차례차례 발광시키고, 또, 복수의 광원을 동시에 중복하게 발광시키는 것으로 색조를 여러 가지로 변화시켜서, 캔들 본체 주위에 변화하는 빛의 독특한 분위기를 양성시킨다. 가연심지 자체는 가연성의 섬유질로 형성되어 있고 가연심지의 양초 본체 내부에 있어서의 하단은 광방사 공간 내에 배치되어 있는 발광 유니트를 용해 밀초로부터 보호하기 위해, 광방사공간 내에는 돌출하지 않는 길이로 설정하도록 하였다.

광 방사 공간은 발광 유니트를 수용 배치할 수 있으면서도, 캔들 본체에 있어서의 광 투과 부분을 발광 유니트로부터 발광하는 빛을 효율성 있도록 조사해 외부에서 광원의 방출을 확인할 수 있는 두께로 하였다. 발광유니트와 광 전달선으로 부터의 센서와의 전기적인 접속을 꾀하기 위한 전극 단자부에서 전력의 공급을 받아 발광하는 LED의 복수의 광원 그리고 각 광원의 발광과 소광을 소요 시간의 경과마다 차례차례 전환하여, 이것을 반복해 제어하는 발광 제어부를 실장한 기판과 전원과의 전기적 접속을 꾀하는 전원 단자의 역할을 하는 좌우의 레임이 하부로부터 기판의 양단에 고정하고 접지단자의 역할을 하는 스프링편이 기판의 중앙에 고정되어 아래로 돌출되도록 하였다. 프레임에 일체로 된 바닥 에 탄성편을 구비하여 기판에 전원 고정부, 절연판 그리고 전원을 장착한 상태의 기판, 및 절연판을 수용하는 수용 케이스를 그림 5와 같이 제작하였다.

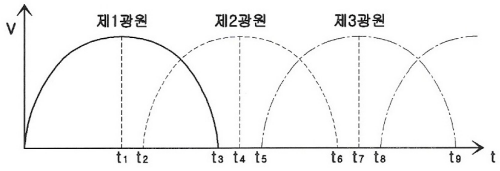
상기 수용 케이스는 원통형을 이루게 하고 상부의 개방부로부터 전원을 장착한 상태의 기판 및 전원 고정부를 수용하는 케이스 본체 상부의 개방부를 폐색할 수 있게 케이스 본체에 결합하며, 광원을 관통시킬 수 있는 복수개의 홀을 가지도록 한다.또한 광 또는 열 전달선을 끌어들이는 인입공을 중앙에 위치하도록 하는 커버, 그리고 광 또는 열 전달선의 하단을 고정하기 위한 홀을 가지는 차광성 또는 단열성의 캡을 구성 하도록 하였다.



[그림 5] 제작된 LED controller

또한, 각 광원의 발광색이 R, G, B 등으로 서로 교차하도록 조합하는 것이 바람직하고, 전원은 가연심지가 착화된 후 완전히 소실 될때 까지의 시간 경과 분만의 광원으로의 전력 공급을 할 수 있는 정도의 전압 용량을 구비하도록 하였다.

이와 같이 조립된 캔들을 사용하는 경우는 외부에 노출된 가연심지를 착화시키고 가연심지로부터 연소 불꽃을 발생시켜 광 또는 열 전달선에 연소 불꽃이 유도되어 감지센서에 검출되고 스위치와 같은 기능을 이루어, 전원으로부터 전력을 발광 제어부에 공급시키며 발광제어부의 구동을 개입시켜 그림 6과 같이 각 광원 의 소정 시간마다 발광·소광 작동을 반복하게 해 경우에 따라서는 각종의 빛이 겹치는 상태가 되도록 발광시켜 다양한 빛을 연출하였다.



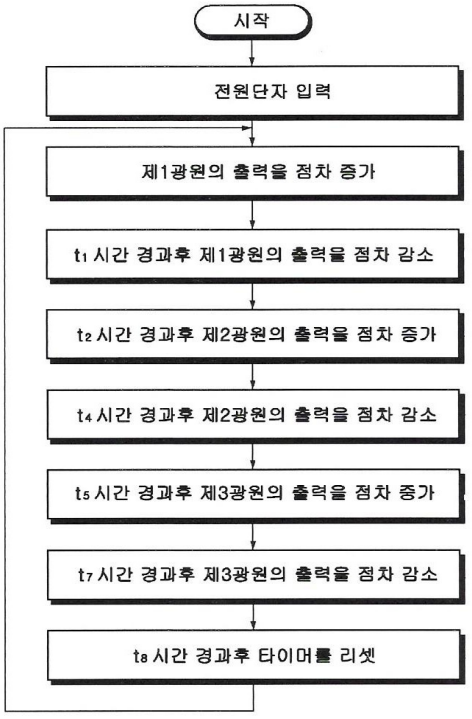
[그림 6] 시간에 따른 광원의 주기

그 결과, 캔들 본체는 광원의 주위에 발광 효율이 좋게 투과시켜 캔들 본체의 주위 측면으로부터 R, G, B의 동작 순서를 반복해 빛의 장식성을 발휘 하도록하여, 주위에 독특한 유색 발광을 연출할 수 있었다. 발광 제어부는 광원들의 출력제어용 IC(IC1)에 의해 이루어진다.

IC의 출력단자에는 각 광원들이 각각의 저항(R1, R2, R3)을 통해 접지단자(Vss)에 접속되어 있어 IC의 출력 여부에 따라 광원들의 발광여부가 결정된다. 4개의 입출력 단자 중 나머지 하나는 프로그램을 입력하기 위한 데이터 입력단자(DATA IN)로 사용될 수 있다.

한편, IC의 전원 단자(Vdd)에는 배터리 전원이 연결되고, 광 전달선의 하단과 접촉하는 광 감지센서(포토커플러)가 접지단자(Vss)에 접속되며, 전원의 양(+)극이 IC의 전원단자(Vdd)에 접속되어 있어, 감지센서가 빛을 감지하는 경우에만 광원들이 발광하게 되고 평소에는 차광성 캡에 의해 빛을 차단하도록 되어 있어 광원이 발광하지 않으나, 가연심지에 연소 불꽃이 발생되면 가연심지와 동일한 위치에 위치하는 광섬유에 의해 감지센서가 반응하여 출력 제어용 IC가 동작하도록 하였다.

출력 제어용 IC의 내부 동작을 흐름도로 를 나태 내면 그림 7과 같다.



[그림 7] 캔들 제어 순차도

이와같은 결과를 통하여 LED 광원을 사용하여 다양한 색채의 광을 발광하는 캔들의 구현이 가능하게 되었으며 출력제어도 그림 6과 같은 파형에 한정되는 것이 아니라 삼각파나 구형파 등의 다른 파형으로도 제어되는 것이 가능하므로 다양한 빛의 연출 효과가 가능 하다는 것을 알 수 있었다.

그림 8은 개발 결과를 토대로 제작 완성하여 구현한 LED 캔들이다.

[그림 8] 개발된 LED 캔들

4. 결론

본 개발은 캔들 본체 내부에 배치한 광원의 발광이 캔들 본체를 투과하는 것으로 그 외측에 독특한 빛의 조명을 발휘시키는 것이고, 더욱이 주위의 환경에 의해 아름다운 유색 발광의 미관을 줄 수가 있었다. 또한 캔들 본체의 외관을 해치는 것 같은 수동 조작식의 스위치 부품을 사용하지 않고서도 불꽃의 발생과 함께 자동적으로 내부의 광원을 발광시키는 것이 가능하였다. 또 가연심지의 발화에 의해 반자동적으로 광원이 발광해 캔들 본체가 약한 빛으로도 환상적 분위기도 양성하고, 사용에 즈음해 번거로움이 없는 캔들로서 종전의 미관을 한층 유효하게 활용할 수가 있었다. 본 개발을 통하여 LED캔들뿐 아니라 빛의 연출 효과를 나타내고자 하는 모든 기구에 적용 가능하리라 여겨지며 향 후 여러 형태의 캔들 외형을 변형하여 다양한 데코레이션을 추구할 필요가 있으며 또한 캔들의 불꽃으로 인한 화재를 방지하기 위해 화재 방지 시스템을 개발할 필요가 있다

참고문헌

[1] S.Muthu, and M.D Pashley, “Red, green, and blue LED based white light generation” Proc IEEE Industry Application Conf., Vol. 1, pp32-333, Oct. 13-18, 2002

[2] P. Narra, and D. S Zinger, “An effective LED dimming approach”, Proc. IEEE ISA2004, Vol. 3, pp. 1671-1676, Oct. 3-7, 2004

[3] 전근옥, “데코레이션 캔들”, 특허공보 20-0182459, 2000

[4] X. Qu, S.-C. Wong, and C. K. Tse, “Color control system for RGB LED light sources using junction temperature measurement”, Proc. IEEE Industrial

Electronics Society, Nov. 5-8, 2007, pp. 1361-1368.
[5] L. Svilainis, “LED PWM dimming linearity investigation”, Displays, Vol. 29, No. 3, pp. 243-249, Jul. 2008.

소 병 문(Byung-Moon So) **[정회원]**

- 1986년 2월 : 원광대학교 전기공학과(학사)
- 1990년 2월 : 원광대학교 전기공학과(석사)
- 1998년 2월 : 광운대학교 전기공학과(박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 IT응용시스템공학과 교수

<관심분야>
LED, OLED, Solar Cell

오 성 훈(sung-hoon Oh) **[정회원]**

- 1984년 3월 ~ 1991년 2월 : 전북대학교 정밀기계공학과 학사
- 1991년 3월 ~ 1993년 2월 : 전북대학교 정밀기계공학과 석사
- 1993년 3월 ~ 1998년 8월 : 전북대학교 정밀기계공학과 박사
- 2002년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 기계시스템공학부 교수

<관심분야>
기계가공

이 동 휘(Dong-Whee Lee) **[정회원]**

- 2010년 ~ 현재 : 주식회사 파트라 대표이사

<관심분야>
LED, OLED