

# 태양전지를 이용한 고휘도 LED 광원

( A high luminance LED light source using a solar cell )

권기태\* · 조호연 · 이진우

(Ki-Tae Kwon · Ho-Yon Cho · Chin-Woo Yi)

## 요 약

태양 전지를 이용하여 정원등의 시스템을 구성하면 환경 친화적이면서도 에너지 절감의 큰 효과를 얻을 수 있다. 또한 기존의 정원등은 수은등을 사용하기 때문에 전력 소비가 많은 반면, 고휘도 LED를 사용한 정원등은 전력소비를 줄일 수 있는 큰 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 간단한 회로 구성과 CDS센서를 이용하여 실제적인 회로 설계를 하였다.

### 1. 서 론

최근 전기 전자 분야의 발달과 더불어서 환경 문제가 세계적인 관심사이다. 또한 과학 기술의 발달과 생활수준의 향상으로 전력 소비량은 점점 늘어나고 있는 추세이다. 현재 사용하고 있는 화석 연료(석탄, 석유, 천연가스)는 그 매장량이 한정되어 있으므로 가까운 장래에는 천연에너지의 고갈이라는 심각한 문제가 발생할 것이다. 기존의 에너지를 대체할 수 있는 에너지원 개발을 위한 연구가 본격화 되면서 원자력, 태양광 및 태양열, 풍력, 지열, 수소전지, 폐열 등이 다양하게 검토되었다. 그중에서 태양의 에너지를 직접 전기 에너지로 전환시킬 수 있는 태양전지를 이용하면 환경오염이 없는 무상의 태양 에너지를 반영구적으로 사용할 수 있다. 이에 본 논문에서는 기존의 정원등을 솔라 셀(Solar Cells)을 사용하여 태양 에너지를 배터리(Dry Cells)에 저장하여 밤이 되면 자동적으로 점등이 되는 회로를 설계하였다. 또한 기존의 정원등은 수은등을 사용하기 때문에 전력 소비가 크지만 본 논문에서는 전력 소비가 적은 고휘도 LED를 사용하여 정원등을 구성하였다 [1].

### 2. 본 론

#### 2.1. 태양 에너지를 이용한 정원등

기존의 정원등은 전기 설비에 의한 에너지를 사용하지만 본 논문에서 제안한 정원등은 태양 에너지를 이용하므로 다음과 같은 여러 가지 장점들을 가지고 있다.

##### A. 장점

- 가. 전선이 필요 없다.
- 나. 모듈구조로 소규모에서 대규모까지 가능하다.
- 다. 반영구적인 에너지이다.
- 나. 태양 에너지를 사용하기 때문에 경제적이고 친환경적이다.
- 라. 감전이나 누전사고의 염려가 없다.
- 다. 누구나 간편하게 설치할 수 있다.

##### B. 단점

- 가. 악 천후가 계속되면 작동을 할 수 없다.  
(출력의 불안정)
- 나. 설치장소의 조건적인 영향을 받는다.

(위도, 방위, 경사각)

#### 2.2. 태양 전지 기술의 정의와 특성

태양전지는 무한정, 무공해의 태양 에너지를 전기적 에너지로 변환시키는 신기술이다. 발전소자인 태양전지의 기본 원리는 반도체 PN 접합으로 구성된 태양전지(Solar Cell)에 태양광이 입사되면 반도체의 금지대 폭보다 큰 과장영역의 광 에너지에 의해 전자-정공 쌍이 여기되고 전자와 정공이 이동하여 N층과 P층을 각각 음극과 양극으로 대전시키는 광기전력 효과(Photovoltaic Effect)에 의해 기전력이 발생하며 외부에 접속된 부하에 전류가 흐른다.[2]

#### 2.3. 태양 전지를 이용한 정원등 설계

##### 2.3.1 시스템 구성

설계한 정원등의 시스템은 그림 1에서와 같이 다이어그램으로 표현 할 수 있다.

태양 에너지를 받은 태양 전지는 태양 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 Ni-Cd dry cells 에 충전하게 된다. 공간이 어두워지면 센서의 동작으로 제어회로에 신호를 공급해주고, 공급받은 제어회로는 Ni-Cd dry cells에 충전이 된 전기 에너지를 고휘도 LED에 전기 에너지를 공급해주어 점등을 시킨다.

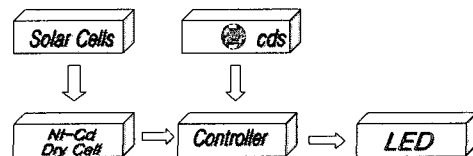


그림 1. 태양 에너지를 이용한 정원등 다이어그램

##### 2.3.2 CDS의 일반적인 특성

광도전이란 물질에 광이 미치는 영향에 의해서 전기저항이 그림 2와 같이 변화하는 현상을 말한다. 광조사에 의해 전자나 정공이 여기 생성된 후, 일부는 분자·원자와의 충돌로 소멸된 후 남은 것은 전극까지 도달하여 외부에 광전류로 되어 나오게 된다. 따라서, 소자에 인가되는 전압(=전계×소자길이)이 같더라도 광의 조사량에 따라서 전류가 변화한다. 즉, 전기저항이 변화하는 것으로 이것이 광도전효과이다.

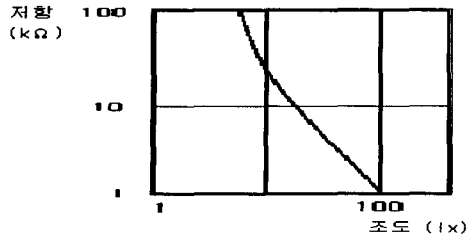


그림 2. 광센서의 저항특성

입사광이 없어도 흐르는 전류를 암전류라고 하는데 일반적으로 온도가 높아지면 암전류도 급격히 커지게 된다. 암전류가 작을수록 SN비(신호대 잡음비)는 커지게 되고, 이것은 우수한 광센서의 조건이다[3].

실제 CDS(3.45 $\mu$ )를 사용하여 조도에 따른 CDS의 저항변화를 측정 한 결과는 그림 3과 같다.

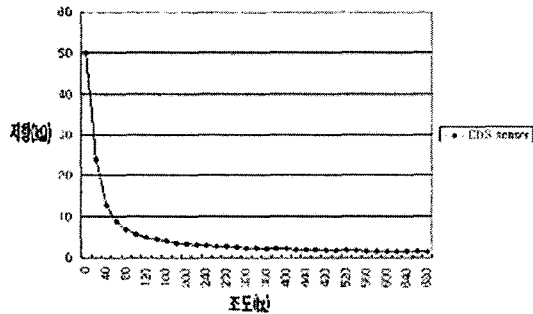


그림 3. CDS(3.45 $\mu$ )조도와 저항관계의 실험값

### 2.3.3 회로특성

실제 구성 회로도도 그림4와 같다. 회로를 간단하게 하기 위해 트랜지스터 두 개를 사용하여 CDS의 저항이 변화하는 특성을 이용하여 Q1과 Q2의 베이스 전류 공급을 통해서 고휘도 LED의 전원공급을 해주는 회로를 설계하였다. 또한 가변저항 R3을 사용하여 공간마다 어둡게 느끼는 정도가 다르므로 상황에 따라 쉽게 점등 조절이 가능하도록 하였다. 제작한 시험품은 고휘도 LED 사용하였으며, 3.45 $\mu$ 의 크기를 가지고 있는 CDS센서를 사용하였다.

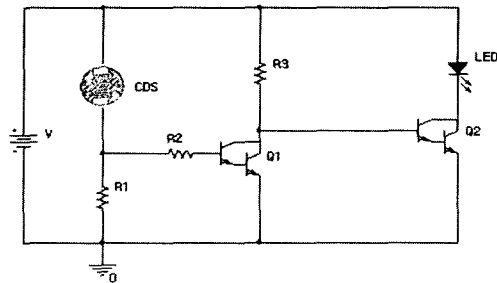


그림 4. 구성회로도

그림 5는 CDS의 저항변화에 따른 LED에 인가되는 전압을 시뮬레이션 한 결과이다. 그림 5에서 보는 것과 같이 CDS의 저항변화에 따른 결과로 사용자가 필요한 조도에서 회로의 트랜지스터가 동작할 수 있도록 회로 설계를 하였다. 여기서 R3는 가변저항으로 CDS의 내부저항보다 높으면 LED를 off시켜 주고 낮으면 LED를 on시켜주게 된다. 여기서 CDS의 내부저항과 R3를 비교하여 변화 시켜줌으로써 LED의 on-off를 조도에 따라 임의적으로 변화시킬 수 있다.(사용자가 임의적으로 LED의 on-off되는 조도를 선택할 수 있다.)

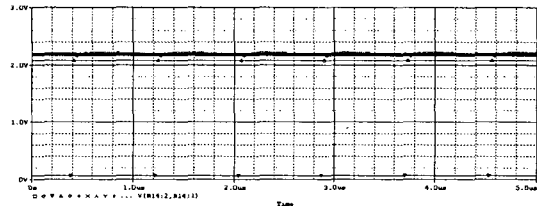


그림 5. CDS에 저항변화에 따른 LED에 공급되는 전압 시뮬레이션

시뮬레이션 조건에서 CDS는 가변저항으로 10k $\Omega$ 에서 250k $\Omega$ 까지 10k $\Omega$ 씩 증가 시켰다[5].

## 3. 결론

본 논문에서는 정원등 광원으로 고휘도 LED를 사용하였고 충전매체는 Ni-Cd dry cell을 사용하였다. 태양 에너지를 태양 전지를 통해 전기 에너지로 변환하여 충전매체인 배터리(Ni-Cd dry cell)에 충전하였다.

충전된 전기 에너지는 공간이 어두워짐에 따라서 센서의 동작으로 고휘도 LED가 점등하도록 하였다. 공간마다 어두운 정도의 느낌이 다를 수 있으므로 Pspice를 사용하여 시뮬레이션을 통해 가변저항에서의 저항 값을 예측할 수 있다.

앞으로 배터리와 고휘도 LED의 발전은 보다 신뢰성이 있고 보다 밝은 빛을 가진 광원 개발에 큰 역할을 할 것 이므로 보다 비중 있는 연구가 필요하다. 또한 여러 가지 광원의 대체와 기존의 전기 설비 시스템 방식이 아닌 태양 전지 시스템 방식의 변환의 활용에 대한 연구도 함께 진행될 필요가 있다.

그리고 약 천후가 지속되면 충전하기 힘들어 태양 전지 시스템을 사용하지 못하는 단점을 보완하는 방법이 필요 하다고 본다.

### 참 고 문 헌

- (1) 전영권, "태양 전지 원리해설-솔라셀(태양전지) 어떻게 이용되나", 과학동아, 1988. 5월호
- (2) 유권중외 5명, "전력 Peak Cut를 위한 주택용 태양광발전 시스템의 에어컨 개발", 한국에너지기술연구소 보고서, 1994
- (3) 김수호, "조광제어를 위한 전자식 안정기 설계", 호서대학교 대학원, 2001
- (4) 최평외 4명, "P Spice 기초와 활용", 2004. 3월