

## 열화특성을 고려한 LED 조명의 구동 회로 설계

이미영, 이우희, 이준하, 이홍주

상명대학교 컴퓨터시스템공학과, 정보디스플레이연구소

### Design of LED Driving Circuits to Detect Degradation Characteristics

Mi-Young Lee, Woo-Hee Lee, Jun-Ha Lee, Hoong-Joo Lee

Dept. of Computer System Engineering, Information Display Research Center, SangMyung University

#### ABSTRACT

반도체 기술의 발전으로 기존에 전자회로 부품으로 사용되던 LED(Light Emitting Diode)는 차세대 조명용 광원으로 대두되고 있다. LED는 소비전력이 작아 에너지를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 수명이 길어 유지보수 비용이 획기적으로 줄어든다. 현재 신호등과 같은 지시용 조명기기를 대체할 광원으로 다양한 시도가 이루어지고 있다. LED는 자체적인 발열은 적지만 주변온도에 민감하게 광도가 변화한다는 단점을 가지고 있다. 높은 온도는 LED의 수명에도 영향을 미쳐 열화를 빨리 가져오게 된다. 따라서 정전류제어를 통해 LED의 전류를 일정하게 하고 온도변화에 영향을 받지 않고 광도를 일정하게 유지하여야 한다. 본 논문에서는 정전류 구동회로에 열화로 인한 LED의 수명의 연장하기 위해 온도변화에 따라 LED의 구동 전류와 일정한 광출력을 유지하기 위한 제어회로를 제안하였다. 제안한 제어회로는 시뮬레이션을 통해 타당성을 검증하였다.

#### 1. 서론

최근에 단순표시기, 문자판 등에 주로 사용되었던 가시광선 저휘도 LED가 최근 화합물 반도체기술의 발달로 고휘도 적색, 주황, 녹색, 청색 및 백색 LED가 출현됨에 따라 총천연색, 고신뢰성, 저전력소비, 소형화 요구의 다양한 분야에 응용이 가능하게 되었다<sup>[1]</sup>. 백색 LED의 출현은 LED의 조명효율이 백열전구를 능가하게 됨에 따라 조명광원으로서의 사용 가능성을 보여주고 있다. 발광효율이 높고, 수명이 긴 반도체 LED는 전력 소모도 줄이고, 에너지 소모도 감소하여야 이에 따른 환경보존정책에도 부합할 수 있는 조명광원으로 각광받고 있다.

LED 시스템의 전체적인 성능은 여러 요인에 의해

결정이 되는데 그중 하나가 전원특성이다<sup>[2,3]</sup>. 전원의 변동에 따라 LED의 광출력이 변동하게 되므로 일정한 광출력을 위해서는 전원의 안정성이 매우 중요하다. LED 자체의 수명은 반영구적이지만, 시스템 측면에서의 수명은 전원장치에 의해 결정이 된다. LED의 안정된 동작을 위해서는 어느 영역 이상으로 전압, 전류가 넘지 않도록 해야 한다. 또, LED는 자체적인 발열은 적지만 주변온도에 따라 광도가 변화하고, LED의 수명을 단축시킨다. 그림 1에서 보는 것과 같이 주변온도에 대해서 흐를 수 있는 전류가 제한되는데, 온도가 증가할수록 허용되는 전류는 작아진다. 따라서 온도상승에 대한 초기전류의 설정 등은 이러한 표를 참고하여 결정하는데 이용된다. LED는 온도가 증가하면 역으로 조도는 그림 2와 같이 떨어지는 특성을 나타낸다. 따라서 정전류제어를 통해 LED의 전류를 일정하게 하고 온도변화에 영향을 받지 않고 광도를 일정하게 유지하여야 한다.

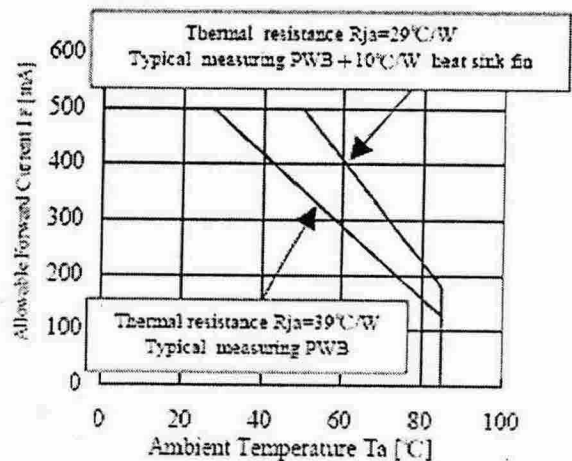


그림 1 온도변화에 따른 LED 허용전류<sup>[4]</sup>

Fig. 1 Allowable forward current vs. ambient temperature

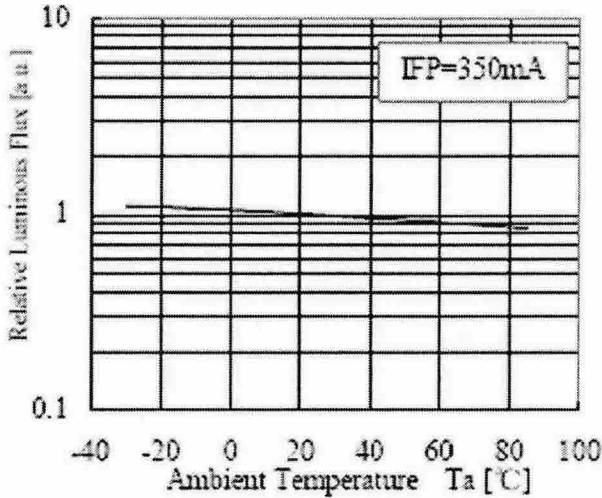


그림 2 온도에 따른 상대적 조도<sup>[4]</sup>  
 Fig. 2 Ambient temperature vs. relative luminous intensity

## 2. 시스템의 구조

### 1.1 LED 구동회로

LED에 대한 전원을 구성하는 경우 DC-DC 컨버터 회로를 기본으로 구성한다. 컨버터는 LED에 공급되는 전압을 제어하는 역할을 한다. 본 논문에서는 부스트 컨버터를 사용하여 LED의 입력 전압을 제어하였다. 그림 3은 부스트 컨버터로 동작하는 LED 구동회로를 나타낸 것이다. MOSFET 스위치가 on 상태이면  $V_{sw}$ 이 0이 되면서 입력측과 출력측에 루프가 생성된다. 인덕터 L에 입력전압이 걸리고 다이오드 D에는 역전압이 걸려 전류를 통과시키지 못하므로 LED는 커패시터로부터 전원을 공급받게 된다. MOSFET 스위치가 off 상태가 되면 다이오드 D에 순바이어스가 걸리고, 인덕터 전류  $I_L$ 는 다이오드 D를 통해 출력측으로 전달 된다.

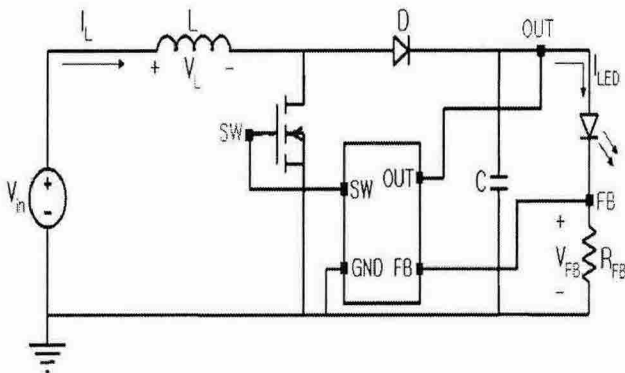


그림 3 LED 구동회로  
 Fig. 3 LED driving circuit

LED에 흐르는 전류가 일정하도록 제어하기 위해  $R_{FB}$ 에 걸리는 전압을 피드백으로 받아서 비교기를 통해 일정 전압  $V_{ref}$ 와 비교하여 부하에 흐르는 전류가 일정하게 하였다. 부하에 입력으로 들어오는 전류의 조절은 스위칭에 의해 이루어진다. 피드백 전압  $V_{FB}$ 가  $V_{ref}$ 보다 작으면 스위치를 on 상태로 만들고,  $V_{FB}$ 가  $V_{ref}$ 보다 크면 스위치는 off 상태가 되어 LED에 일정한 전류가 흐르도록 제어하였다.

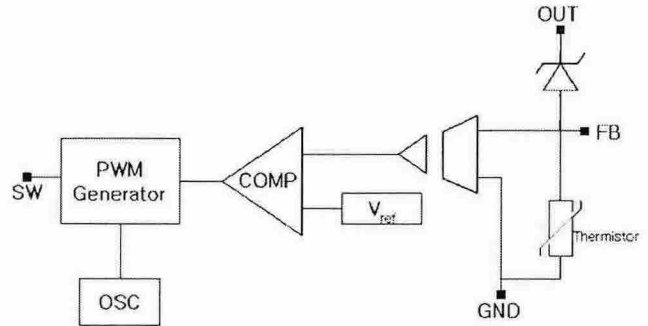


그림 4 블록 다이어그램  
 Fig. 4 Block diagram

그림 4의 제너다이오드는 LED가 open되었을 때 회로를 보호하는 역할을 한다. 보통 저항과 다이오드를 사용하여 포토트랜지스터의 전류에 따라 부하의 전류를 보상하거나, 써미스터를 사용하여 포토트랜지스터의 부하 저항을 감소하는 방법이 있다<sup>[5]</sup>. 그러나 온도에 영향을 받지 않는 포토트랜지스터는 고가로서 제어회로의 설치비가 높아지는 단점이 있다. 본 연구에서는 써미스터만을 사용하여 외부온도가 변화하면 써미스터의 저항값이 변하므로 자동적으로 LED의 구동전류를 변화하여 일정한 광도를 유지하는 기술이다. 써미스터는 온도가 상승하면 RFB와의 합성병렬저항이 감소하고, 온도가 하강하면 합성병렬저항을 증가시키므로 광도를 일정하게 유지하도록 하였다.

### 1.2 시뮬레이션

제안한 구동회로의 검증을 위해 PSCAD를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 입력전압 3V, 출력전압은 3.8V 350mA로 동작하도록 하였다. 그림 5은 입력 전압에서의 LED의 전압과 전류를 시뮬레이션한 결과이다. 결과에서 보듯이 전류는 350mA, 전압은 3.8V로 리플율은 1% 이내로 나타났다.

LED는 주변온도가 상승하면 LED의 열저항값이 증가하여 LED로 흐르는 전류가 감소하여 광도가 떨어진다. 따라서 온도에 따른 광출력 저하를 보상 해주어야 한다. 그림 6는 제안한회로의 온도보상 동작을 시뮬레이션한 결과이다. 그림 6(a)는 온도가

약 10°C 상승했을 때 LED에 흐르는 전류값을 시물레이션 한 결과이다. 온도보상을 하지 않았을 때 310mA의 전류가 흐르고, 온도보상을 하여 350mA가 흐르도록 제어한 결과가 그림 6(b)이다.

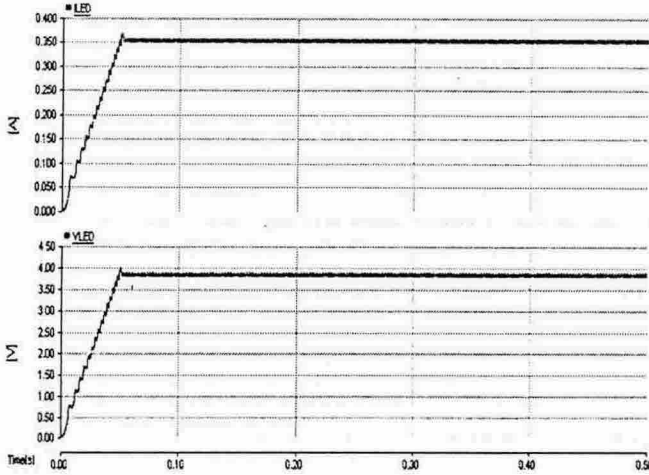


그림 5 정격전압에서의 출력전압  $V_{LED}$  및 전류  $I_{LED}$   
 Fig. 5 Output voltage  $V_{LED}$  and current  $I_{LED}$  for input voltage

전류가 감소하는 것을 써미스터를 이용하여 보정하였다. 추후 시물레이션으로 검증한 구동회로를 실험을 통하여 검증할 것이다.

이 연구는 2004년 산업자원부 대체에너지실용화 평가사업(2004-13-0053-3-010)에 의하여 지원되었음.

### 참고 문헌

- [1] 김지동, "LED 조명기술 동향", 한국과학기술정보연구원 기술동향분석보고서, 2004, 1.
- [2] 여인선 외 15명, "고휘도 LED를 이용한 조명제품 개발", 산업자원부 연구기획사업 보고서, 2000, 8.
- [3] 정봉만, "LED광원 신 조명기술", 한국에너지기술연구원 에너지절약기술 Workshop 제 19호, 2004, 11.
- [4] Nichia Corporation NCCW022T datasheet
- [5] 한수빈, "LED 조명용 전원의 설계기술 현황", 조명·전기설비학회지, Vol. 17, No. 2, pp. 39-49, 2003, 4.

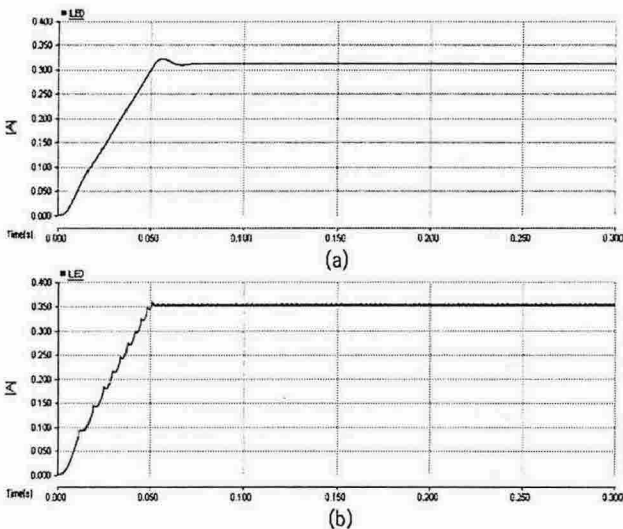


그림 6 (a) 온도보상회로 제외 (b) 온도보상 결과  
 Fig. 6 (a) Current result without temperature compensation  
 (b) current result with temperature compensation.

### 3. 결론

LED는 백열전구보다 뛰어난 성능을 가지고 있지만, 온도에 민감하고, 전원의 변동으로 광출력이 변동하게 된다. 따라서, LED의 안정된 동작을 위해서 정전류제어와 온도보상을 하였다. 그 결과 LED의 전류값은 350mA로 일정하게 유지가 되었고, 주변온도 상승으로 인한 열저항의 증가로 LED