

# Flyback Converter를 이용한 Active Current Bias 제어

황선남, 임성규, 이준영  
단국대학교

## the Active Current Bias Control using Flyback Converter

Seon-nam Hwang, Sung-kyoo Lim, Jun-young Lee  
Dankook University

### ABSTRACT

본 연구는 Current Mirror에 있어서 Active Current Bias에 관하여 기술하였다. Current mirror에서 Active Current Bias를 걸어주는 보편적인 방법은 Current Bias단에 저항을 연결하여 저항값을 조절함으로써 해서 Current를 제어하는 방법을 사용한다. Reference 전류를 제어하는데 있어 새로이 제안하는 것은 Flyback Converter를 이용하여 Active Current Bias를 제어 하려 한다.

트랜지스터를 이용하여 Current Mirror Circuit를 구성하고 Current Bias 측에 Flyback Converter Circuit을 연결한다. Flyback Converter의 PWM의 Duty Ratio를 조절함으로써 해서 전류를 제어하는 특징을 이용하여 Active Current Bias를 제어 한다.

### 1. 서 론

LCD의 Backlight Unit의 광원으로 기존에는 CCFL이 주도를 하였다. CCFL은 30년 전부터 사용해온 신뢰성이 검증된 양산 제품이다. 그러나 수명이 4만시간 정도로 신기술에 비해 상대적으로 짧고, 여러개를 채용하려면 인버터 같은 주변 부품수도 함께 늘어나야 해서 화면이 커질수록 비싸지는 것이 흠이다. 이에 대안으로는 EEFL과 FFL이 있으며, 최근들어 LED가 급부상하고 있다.

LED는 전압을 가하면 빛을 내는 반도체 발광 소자다. 이미 전광판이나 교통신호등 등의 용도로 익숙하다. LED가 LCD Backlight 광원으로 사용될 것이라던 얘기는 오래전부터 있어 왔다. 그러나 LED는 아직 비싸다. 그런데 원가 절감이 절실한 시점에서 LED가 계속 차세대 LCD광원 기술로 주목 받는 것은 비싸지만 향후 가격 하락에 따른 파급 효과가 무한할 것으로 보이기 때문이다. 지난 8월 소니는 세계 최초로 루미네사의 LED를 백라이트에 채용한 LCD TV를 선보인데 이어 올해 QUALIA 시리즈 제품으로 출시하겠다고 발표했다.

LED는 여러 장점으로 LCD 모듈 기업을 매료시키고 있다. LED를 LCD의 광원으로 사용하면 색재현성이 NTSC(미국 텔레비전 방송규격 심의회) 기준으로 105%이상 표현 가능해 CCFL 사용제품(72%)에 비해 1.5배나 높아진다. 같은 빨간색도 LED광원을 통해 보면 훨씬 선명하고 다양하게 볼수 있다는 것이다. LED는 형광등과는 달리 수온을 사용하지 않기 때문에

친환경적이며, 수명도 10만 시간이상까지 가능하다.<sup>[7]</sup>

그러나 LED가 LCD의 광원으로 사용하는 문제점이 있다. 비싼 가격과 낮은 광효율(같은 전력에서 낼수 있는 밝기) 그리고 발열문제가 크다. 이중 광효율은 측면은 현재 많이 높아지고 있다.

LED는 I-V특성 곡선 및 I-Lv 특성 곡선을 볼 때 전류에 따라 휘도가 달라진다. 전류가 조금만 변하여도 그에 따른 휘도가 변하게 된다. 따라서 전류를 제어하는 것도 이슈가 된다.<sup>[6]</sup> 다량의 LED를 직렬로 연결하여 구동할 때 전압은 높아지고 전류는 낮아지는 한계점에 도달한다.

LED를 LCD의 광원으로 사용하기 위한 기술적인 문제를 해결하고자 Current Mirror 회로를 제안한다.

IC MOS 증폭기의 바이어싱은 정전류 전원들을 이용한다. 구체적으로 정전류를 생성하고 다음에 여러 증폭기 단들에게 직류 바이어스 전류들을 공급하기 위하여 IC내의 여러 장소들에서 복제한다. 그림 1에서 기본적인 정전류 전원의 회로를 나타내었다. 회로의 핵심은 트랜지스터 Q1인데 드레인이 게이트에 단락되어 있으므로 트랜지스터는 포화영역에서 동작한다. 즉

$$I_{D1} = \frac{1}{2} k_n \left(\frac{W}{L}\right)_1 (V_{GS} - V_t)^2 \quad (1)$$

Q1의 드레인 전류는 저항 R을 통해서 V<sub>DD</sub>에 의해 공급된다. 게이트 전류들이 0이므로

$$I_{D1} = I_{REF} = \frac{V_{DD} - V_{GS}}{R} \quad (2)$$

이다. R을 통하는 전류는 전류전원의 Reference 전류로 나타난다.

Q2는 Q1과 같은 V<sub>GS</sub>를 가지므로, 포화되어 동작한다 가정하면 전류전원의 출력전류 I<sub>o</sub>인 드레인 전류는

$$I_o = I_{D2} = \frac{1}{2} k_n \left(\frac{W}{L}\right)_2 (V_{GS} - V_t)^2 \quad (3)$$

이 된다. Reference 전류에 출력전류 I<sub>o</sub>를 관련시킬 수 있게 된다.

$$\frac{I_o}{I_{REF}} = \frac{(W/L)_2}{(W/L)_1} \quad (4)$$

동일한 트랜지스터로 구성되는 경우는  $I_o = I_{REF}$ 가 된다.

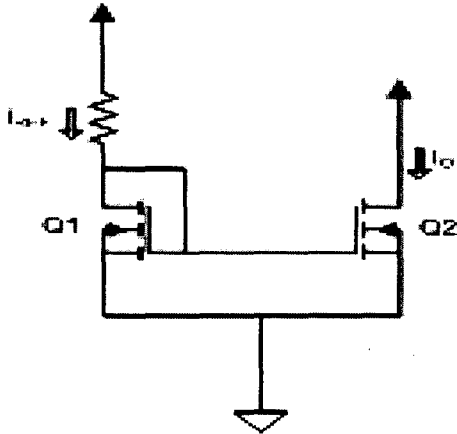


그림 1 기본적인 Current Mirror  
Fig. 1 Basic Current Mirror

기본적인 Current Mirror를 보완한 회로로는 출력저항을 키우기 위한 캐스코드나 윌슨 미러가 있다.<sup>[1][2]</sup>

Reference 전류를 결정하는 방법에는 주로 저항을 연결하여 결정하는 법을 사용한다.

이러한 Current Mirror를 이용하여 정전류원으로 사용하는 회로는 집적회로에 이용된다. 다수의 부하에서 똑같은 전류를 요할 때 높은 전압과 큰 전류를 요구할 때는 저항만으로 Reference 전류를 결정하기는 힘들다.

본 회로는 LED 구동시 높은 전압과 큰 전류를 요하면서 각 라인에 동일한 전류를 유입해야 할 경우를 고려하여 착안되었다.

## 2. 제안된 방식

### 2.1 제안된 Active Current Bias 특성

제안하는 Active Current Bias라 함은 Current Mirror의 회로에서 Reference Current를 결정하는 단자에 연결되어 Reference Current를 결정하고 이를 제어한다.

Reference Current를 결정하고 제어하기 위해 본 연구에서는 Bias부분에 Flyback Converter를 이용하였다.

Flyback Converter의 기본동작을 살펴보면, 스위치 Q가 도통하면 트랜스포머의 1차측 권선으로 전류가 흐르게 되고 이 권선에는 입력 전압 및 전류가 유겨된다. 한편 2차측 권선에서는 흑점의 방향에 의해 1차측과 반대 극성의 전압이 유겨되므로 다이오드 D<sub>F</sub>는 역바이어스되어 차단된다. 따라서 1차 권선의 자화 인덕턴스에만 에너지가 축적된다.

다음 Q가 차단되면 2차측 권선에는 전 상태와 반대 극성의 전압이 유겨되어 D<sub>F</sub>를 도통시킴으로써 트랜스포머의 자화인덕턴스에 축적된 에너지를 출력측으로 방출시키게 된다.

Flyback Converter의 입력전류의 평균치의 최대치를 구하면 수식5와 같이 된다.<sup>[3]</sup>

$$I_{imax} = \frac{P_o}{\eta V_{imin}} \quad (5)$$

Flyback Converter의 입력전류가 바로 Current Mirror에서 사용하고자 하는 Active Current Bias로 인한 Reference Current가 된다.

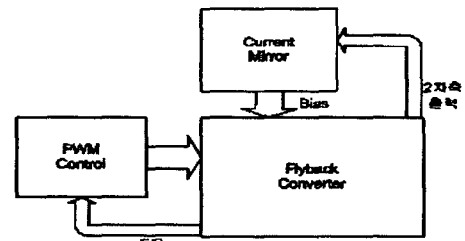
Flyback Converter의 입력전류를 제어하는 방식을 이용하였다. Sensing 저항으로 인해 스위치전류를 제한함으로써 해서 Flyback Converter에 입력되는 전류를 제한한다. 또한 레귤레이션 회로를 이용하여 입력전류를 일정하게 유지한다. Flyback Converter의 스위치역할을 하는 FET의 Duty Ratio를 조절하면 최대로 설정한 Reference Current의 범의 내에서 조절가능하다.<sup>[4][5]</sup>

### 2.2 제안된 Active Current Bias의 구성

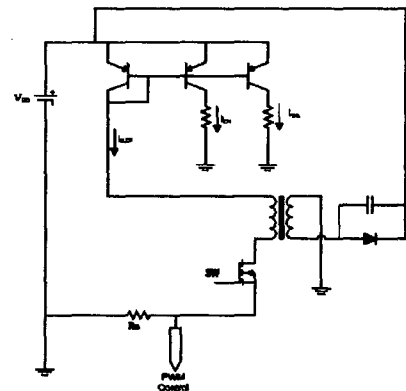
제안된 Active Current Bias의 블록도와 회로도를 그림 2에 간략하게 도시한다.

그림에서 보는 바와 같이 Current Mirror 회로의 Biasing부에 Flyback Converter의 트랜스포머 1차측의 입력단에 연결된다. Flyback converter에서 전류를 제어하는 구성을 띠고 있다. Switch 역할을 하는 FET의 source 단에 연결되어 있는 Sensing 저항은 전류를 검출한다. 저항에서 검출한 전류를 PWM Control part로 Feedback 입력하여 FET의 Gate Signal을 제어하면서 1차측의 전류를 제한한다.

Flyback Converter의 2차측 출력전압은 Current Mirror의 입력으로 환원시킨다.



(a) 제안된 회로의 블록도



(b) 제안된 회로의 회로도 : PWM Control part는 미도시

그림 2 제안된 회로  
Fig. 2 Circuit Made a suggestion

Flyback Converter의 설계사양은 표 1에 나타내었다.

표 1 Flyback Converter의 설계 사양  
Table 1 Design of Flyback Converter

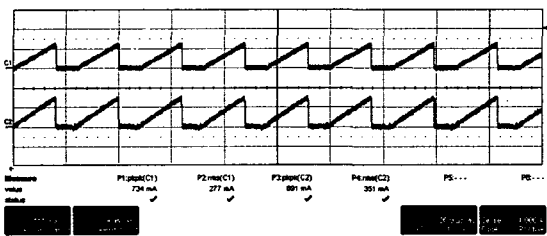
입력전압	24V
입력 전류	0.1~0.5A
출력전압	24V
출력전류	0.1~0.5A
주파수	42kHz
리플전류	10mA

Flyback Converter의 2차측 출력은 전원에 영향을 미치지 않도록 설계를 한다.

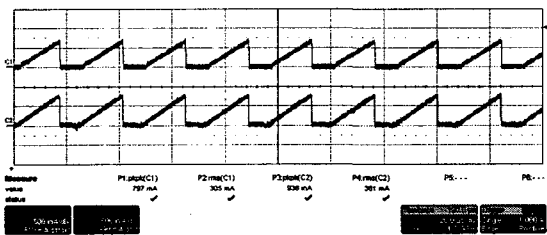
### 3. 실험 결과

실험 조건은 입력 24V에서 Reference Current의 최대 전류는 350mA를 얻는 것으로 설정하였다. Slave 트랜지스터의 부하로는 Power LED Green을 6개 직렬로 연결하여 실험하였다. LED 한 개에 유입되는 전압 및 전류는 3.5V/350mA이다<sup>[6]</sup>

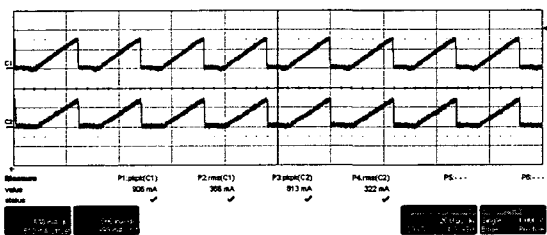
그림 3의 (a),(b),(c)의 파형은 Slave 트랜지스터의 전류가 Reference 전류를 따라가는지 확인하기 위하여 정류하지 않은 상태로 측정을 하였다. 파형에서 보였듯이 각각의 Slave에 흐르는 전류는 Reference 전류를 따라감을 보인다. 오차 범위는 50mA의 차이를 보인다. 그림 3의 (d),(e),(f)의 파형은 정류된 파형을 보이고 있다. 정류된 전류는 Reference 전류와 거의 동일하게 유입됨을 보인다



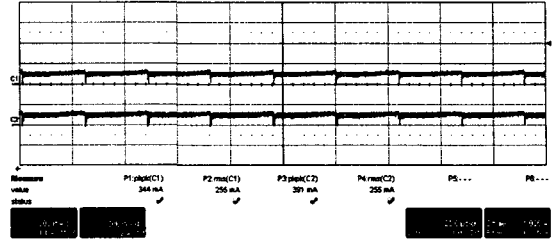
(a)상 : 첫 번째 Slave 전류 하: Master 전류



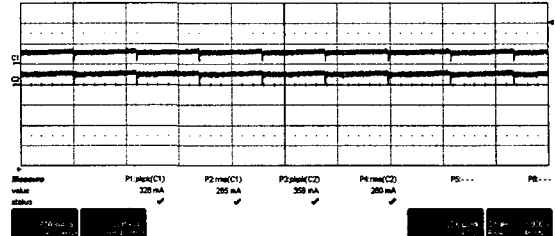
(b)상: 두 번째 Slave 전류 하: Master 전류



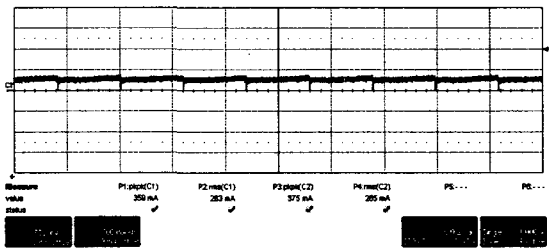
(c)상: 첫 번째 Slave 전류 하: 두 번째 Slave 전류



(d)평활된 전류파형 상:첫번째 Slave전류 하:Master 전류



(e)평활된 전류파형 상:두번째 Slave전류 하:Master 전류



(f)Master와 Slave를 동일 기준점에 위치

그림 3 결과 파형 : Current Mirror의 Reference Current의 파형과 각 Slave 트랜지스터의 출력 파형  
Fig. 3 waveform of Result : waveform of Reference of Current Mirror and output waveform of each slave transistor

### 4. 결론

실험 결과에서 설명한 것처럼 Current Mirror의 Master 트랜지스터의 Reference Current와 Slave 트랜지스터의 부하에서 동일한 전류량을 얻는 것을 확인하였다.

본 논문의 실험에서는 24V에 350mA를 기준으로 설계하였다. 이는 Power LED 6개를 직렬로 연결하여 점등 하였을 때 최대의 휘도를 얻을 수 있도록 착안하였다. 이때 Current Mirror의 Reference 전류를 저항을 이용한다면 8.4W의 저항이 필요하다. LED의 수가 증가하면 전압을 많이 요한다. 전압이 높아지면 저항에 걸리는 전력은 더욱 높아진다.

이러한 저항의 한계를 해결책으로 내놓은 것이 바로 본 회로이다. 결과에서도 보았듯이 Reference 전류를 Flyback Converter를 이용하여 제어해도 동일한 효과를 얻을 수 있었다.

제안된 회로의 특성은 고전압과 고전류를 요구하는 회로에서 보다 좋은 효율을 얻을 수 있으며, 고전압 및 고전류의 정전류원을 요구하는 회로에 충분히 사용 가능할 것이라 판단된다.

이 논문은 단국대학교의 R&D Cluster 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

- [1] Sedra/Smith 저, 정원섭,유상대,정덕균,정덕진 역, 마이크로 파 전자회로 : Fourth Edition, Oxford University Press Korea Ltd, pp.442-444, pp.585-585, 2003.
- [2] Mark N. Horenstein 저, 김장기,배현덕,변건식,윤광섭,이기영,이병욱,이성호,장종국,전동근,정원일 역, 전자회로 : Second Edition, 청문각, pp.464-475, 1998.
- [3] 김희준, 스위칭 전원의 기본 설계, 성안당, pp.69-79, 2004.
- [4] 김희준, 스위치모드 파워서플라이, 성안당, pp.34, 2005.
- [5] 전자기술연구회, 전원회로 설계 마스터, 기문사, pp.232-241, 2003.
- [6] Amosense, SPECIFICATIONS FOR APPROVAL : AC-GN50501AZ-@(1W), pp.3, 2006
- [7] 임성규, 액정디스플레이 백라이트, 단국대학교출판부, pp.67-79, 2005.