

# 외부전극 형광램프의 저온구동을 위한 새로운 벡부스트 하프브리지 인버터

\*조규민, \*오원식, \*문건우, \*\*박문수, \*\*이상길  
\*한국과학기술원, \*\*삼성전자

## A New Buck-Boost Half Bridge Inverter for Low Temperature Driving of EEFL

\*Kyu-Min Cho, \*Won-Sik Oh, \*Gun-Woo Moon, \*\*Mun-Soo Park, \*\*Sang-Gil Lee  
\*KAIST, \*\*Samsung Electronics Co., Ltd

### ABSTRACT

The LCD TV has many variable functions for consumer. Low temperature driving below minus 20 degree is also one of key functions. Since LCD is not self-luminance device, it is needed backlight system. Recently EEFL(External Electrode Fluorescent Lamp) widely substitutes for CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp). It is more cheaper, higher efficiency, and easy to drive parallel connection compared to CCFL. In this paper, several conditions for low temperature driving of EEFL are investigated and a new boost-half bridge inverter for low temperature driving is proposed. Mode analysis is described and experimental results is represented to verify validity of the proposed inverter.

다수의 CCFL를 사용하고 있다. 하지만 CCFL 의 경우 전극이 내부에 있기 때문에 전극의 산화로 인해 수명이 짧고, 여러개를 병렬로 구동할 경우 램프간에 전류의 편차가 심해 램프 하나당 하나의 인버터가 있어야 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 EEFL 이 개발되었다. 그림 1.에 나타낸 것 처럼 EEFL 의 경우 전극이 유리관 외부에 있기 때문에 전극의 산화가 일어나지 않고, 전극과 가스 플라즈마 사이에 커패시턴스가 존재하게 되어 인버터 하나로도 병렬 구동이 용이하다. 따라서 급속히 빠른 속도로 CCFL 을 대체할 것으로 예상된다.

본 논문에서는 EEFL을 이용하여 저온 구동에 필요한 조건들은 알아본 다음, EEFL의 저온구동에 적합한 회로를 제안하고 실험을 통하여 검증하고자 한다.

### 1. 서론

TFT-LCD 는 CRT 에 비해 소비 전력이 낮고, 경량박형이 가능하며 유해전자파를 발생하지 않는 차세대 디스플레이 소자로서 PC용 모니터를 중심으로 수년간 크게 진보해왔으며, 최근 고화질의 디지털 방송 시대를 맞이하여 40 인치급 대화면 디스플레이로 PDP와 함께 TFT-LCD가 주목을 받고 있어 현재 전세계의 우수한 기업에서 대화면의 LCD TV 개발에 심혈을 기울이고 있다. 또한 생활수준이 향상됨에 따라 소비자가 요구하는 사항이 점점 더 늘어나 디스플레이로서 LCD TV는 모든 전자기술의 집약체가 되어가고 있다. 영하 20도 이하의 저온 구동 역시 LCD TV 에서의 소비자 요구사항 중 하나로서 그 중요성이 부각되고 있다.

TFT-LCD의 경우 PDP나 CRT와 달리 자체 발광소자가 아니기 때문에 TFT-LCD 뒤쪽에 배면 광원으로 사용되는 BLU(Back Light Unit)와 전기신호를 전달 제어하는 TFT, 인가전압에 따라 분자 구조를 달리하여 빛의 투과를 결정하는 액정(Liquid Crystal), 그리고 Color Filter로 구성되어 있다. LCD TV 의 저온 구동을 어려운 이유는 BLU의 광원으로 사용되는 형광램프 때문이다. 일반적으로 수은을 이용한 형광램프를 사용하는데 온도가 낮아질수록 같은 전장을 걸어주어도 수은에서 전자가 잘 여기 되지 않아 플라즈마 방전이 일어나지 않기 때문이다. 현재 출시중인 대형 LCD TV의 경우 백라이트의 광원을 패널 아래에 두는 직하형 방식을 채용하고 있으며 대부분

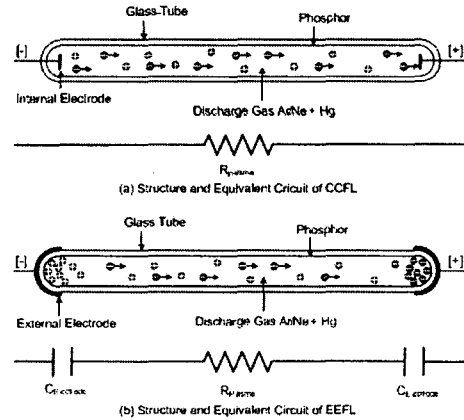


그림 1 CCFL 과 EEFL  
Fig. 1 CCFL and EEFL

### 2. 기존 방법 분석

#### 2.1 일반적인 저온특성

다음은 32인치 LCD TV용 면광원을 가지고 저온 챔버를 이용하여 저온 특성을 실험한 결과이다.

- A. 스위칭 주파수에 따른 저온 현상(110W)
  - a.  $f_s=97\text{kHz}$  -> 0 도에서 편류현상 발생
  - b.  $f_s=60\text{kHz}$  -> 5 도에서 편류현상 발생
  - c.  $f_s=48.5\text{kHz}$  -> -10 ~ -15 도에서 편류 현상 발생
  - d.  $f_s=35\text{kHz}$  -> -20 도에서 정상동작
- B. 온도에 따라 필요한 저온구동 파워( $f_s=48.5\text{kHz}$ )
  - a. 영하 10도 -> 110W

- b. 영하 15도 -> 120W
- c. 영하 20도 -> 135W
- C. 주파수에 따른 저온(영하 20도)구동 파워
  - a.  $f_s=48.5\text{kHz}$  -> 135W
  - b.  $f_s=97\text{kHz}$  -> 200W
- D. 높은 입력 파워로 정상 발광 시킨 후 정격파워로 낮추었을 때 램프의 전압과 전류 파형 -> 정상동작 후에는 온도에 따라 램프의 임피던스가 바뀌지 않는다.

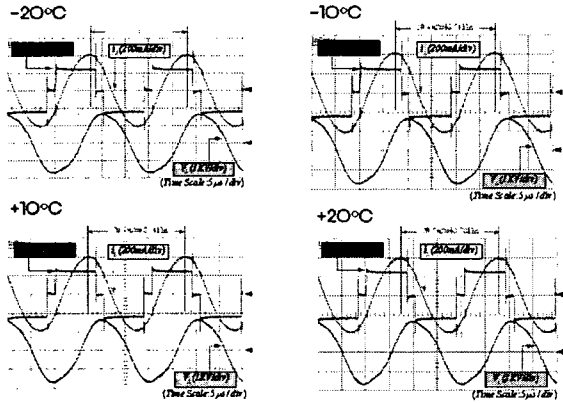
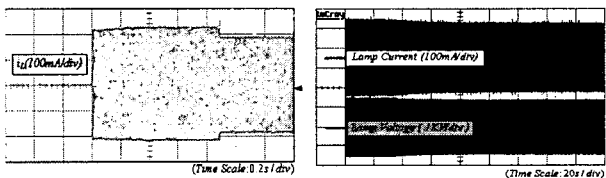


그림 2 정상적인 저온 구동 후 파형  
Fig. 2 Key Waveforms after normal low temp. driving

## 2.2 듀티 변환 방식

듀티를 변환시켜 저온 구동을 하는 방법이다. 즉 초기 기동시 듀티를 크게 해주어 높은 입력파워를 넣은 다음 듀티를 작게 주어 정격파워로 맞추는 방법이다. 다음 그림 3. 은 듀티 변환 방식을 이용하여 영하 20도에서 램프를 구동했을 시 램프 전류를 측정할 것이다.



(a) 듀티를 급격히 변화 시킬 경우 (b) 듀티를 서서히 변화 시킬 경우

그림 3 듀티 변환 방식에 의한 저온구동 파형  
Fig. 3 Low temp. driving waveforms by duty variable control

(a) 는 듀티를 0.43(145W)에서 0.32(110W) 로 급격히 변화 시켰을 때의 램프 전류를 측정할 것이다. 저온 구동은 이루어지나 듀티가 급격히 변화할 때 어른거림이 발생한다. (b)는 듀티를 0.43(145W) 에서 0.32(110W)로 서서히 변화 시켰을 때 측정할 램프 전류이다. 저온 구동이 잘 이루어지며 램프의 어른거림도 발생하지 않았다. 여기서 주의 깊게 볼 점은 최대 파워가 들어가는 시간이 15~30초 정도 그리고 램프 기동후 정상 파워로 가는데 까지 걸리는 안정화 시간이 1~2분 정도가 되어야 어른거림이 발생하지 않는다. 하지만 이 방식의 경우 저온일 때 듀티가 가장 크기 때문에 실온에서 정상 동작시 듀티가 작아지게 된다. 따라서 정상 동작시 높은 도통손실을 가지게 된다.

## 2.3 주파수 변환 방식

주파수를 변화시켜 저온 구동을 하는 방법이다. 즉 저온 구동시 높은 파워가 들어가도록 주파수를 가변 시킨 후 서서히 구동 주파수로 맞추어 주는 방식이다. 다음 그림 4.는 주파수

변환 방식을 이용하여 저온구동을 시켰을 시 램프의 전류와 전압을 측정할 것이다.

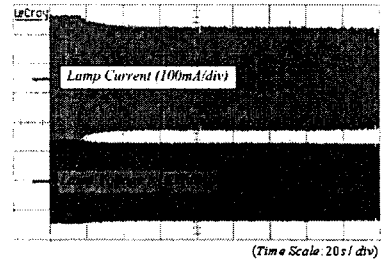


그림 4 주파수 변환 방식에 의한 저온구동 파형  
Fig. 4 Low temp. driving waveforms by frequency variable control

이 방식을 이용할 경우 한 가지 문제점이 발생한다. 백라이트 시스템에 영상신호와 백라이트 인버터의 주파수를 같게 해주는 동기화 회로가 존재하는데, 저온구동 시 이 동기화 회로와 인버터가 서로 충돌하게 된다. 따라서 주파수 변환 방식을 이용할 경우, 인버터가 원래 주파수로 가기 전 까지 동기화 회로가 동작하지 않도록 해 주어야 하며, 이 시간(1~2분) 동안은 영상 신호와 백라이트 신호간의 sync. 가 맞지 않게 된다.

## 3. 제안된 저온구동 회로

### 3.1 제안된 컨버터의 구성 및 특성

위의 실험 결과를 바탕으로 저온 구동 회로는 다음과 같은 특징을 가져야 함을 알 수 있다.

- a. 저온일 때만 잠시(1~2분) 동작해야한다.
- b. 저온구동회로가 실온에서 인버터의 동작에 영향을 끼쳐서는 안 된다.
- c. 영상 신호와 동기를 맞추어야 하기 때문에 주파수는 고정시키는 것이 좋다.

그림 4.와 그림 5.는 저온구동을 위해 제안된 회로 구성도와 주요 파형을 도시한 것이다. 벡 부스트 회로와 하프 브리지 회로를 합친 형태를 가지며 다음과 같은 특징을 가진다.

- a. S1과 S2의 듀티가 서로 상보적이다.(S1:D, S2:1-D)
- b. 벡부스트 인덕터의 전류 리플을 이용하여 S1과 S2의 ZVS 가 이루어지기 때문에 스위칭 주파수를 above 영역과 below 영역 모두 이용할 수 있다.
- c. 벡 부스트가 컨버터가 결합된 형태이기 때문에 S1의 듀티가 작아질수록 하프 브리지의 입력 전압이 커져 더 많은 파워가 램프에 전달된다.
- d. 저온 기동시에만 S1의 듀티가 작아지고 램프의 점등 후에는 S1과 S2의 듀티가 같다.

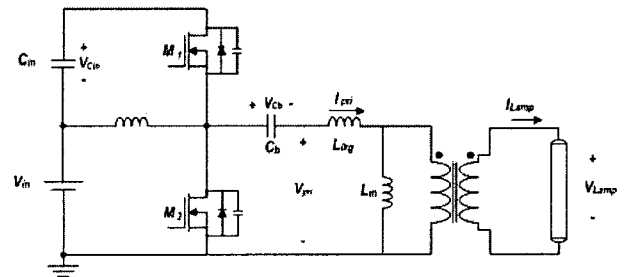


그림 4 제안된 저온구동 회로  
Fig. 4 Proposed low temp. driving circuit

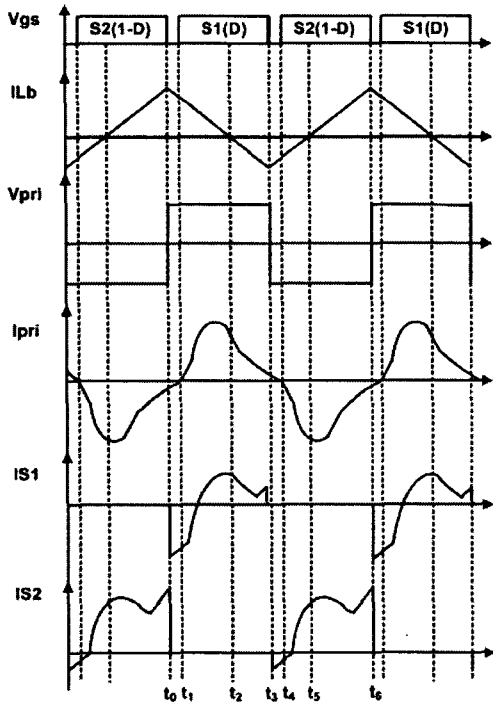


그림 5 제안된 인버터의 주요 파형  
Fig. 5 Key waveforms of the proposed inverter

### 3.2 저온 구동시 제어

2. 기존 방법 분석에서 살펴 보았듯이 저온 구동을 위해서는 다음과 같이 세가지 모드로 구동을 시켜줘야 한다.

- 모드 1 : 램프를 정상 발광 시키기 위해 저온 구동에 필요한 높은 파워를 일정시간(수십초) 인가해 주는 구간
- 모드 2 : 어른거림이 생기지 않도록 파워를 서서히(1~2분) 낮추는 구간
- 모드 3 : 정격파워로 동작하는 구간

다음 그림 6은 저온 구동을 위해 필요한 제어 파형을 나타낸다. Vcomp 와 DTC 시그널 중 큰 것이 Vramp 와 비교기를 거쳐 게이트 시그널을 만들게 된다. DTC 는 모드 1에서의 저온 구동 파워를 결정 하고, Vcomp 는 램프의 출력 전류를 피드백 받는 부분이다. 따라서 모드 1 구간 동안 Vcomp 전압이 안 나오게 하고 모드 2구간 동안 출력 전류를 천천히 피드백 하도록 하는 추가적인 회로가 필요하다.

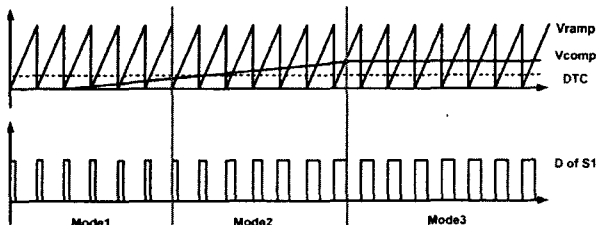


그림 6 저온 구동을 위해 필요한 제어 파형  
Fig. 6 Required control signal for low temp. driving

## 4. 실험 결과

### 3.1 제안된 컨버터의 구성 및 특성

다음 그림 7은 32인치 LCD TV 용 EEFL에 제안된 회로를 이용하여  $f_s=48,5kHz$ ,  $V_{in}=24V$ , 저온구동 파워 130W, 정격 파워 100W로 동작 시킨 파형이다. 그림 8. 은 정격파워에서 회로 각부의 주요 파형을 측정 한 것이다. 저온 구동 시 원하는 전류 모양이 잘 나옴을 알 수 있고, 정격파워로 동작 시 모든 스위치의 ZVS 가 잘 이루어짐을 알 수 있다.

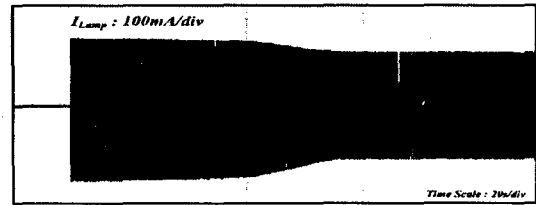


그림 7 램프 전류  
Fig. 7 Lamp current

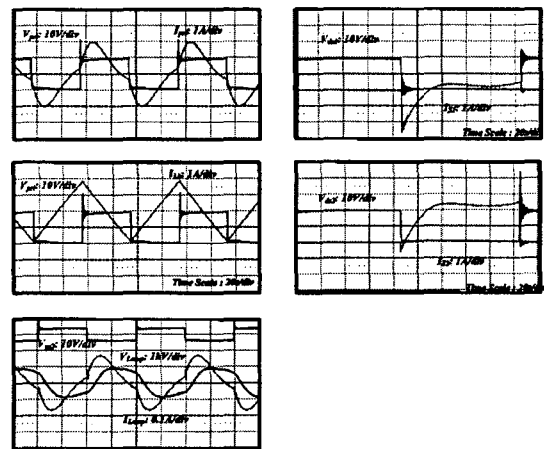


그림 8 주요 파형(normal power)  
Fig. 8 Key waveforms(normal power)

## 5. 결론

본 논문에서는 LCD TV 의 한 기능인 저온구동에 대하여 여러 가지 저온 특성들을 살펴 본 다음, 문제점을 해결하기 위하여 저온 구동을 위한 새로운 벡-부스트 하프 브리지 인버터를 제안 하였다. 제안된 인버터는 고정 주파수를 가지기 때문에 저온 구동시에도 영상 신호와 동기를 맞출 수 있으며, 정상 동작에서 스위치 2개의 듀티가 갖기 때문에 도통 손실이 줄어 든다는 장점을 가지고 있다. 제안된 인버터의 구성, 동작 원리, 제어방법 등을 분석해 보았으며 이를 실험을 통하여 검증하였다.

이 논문은 삼성 LCD 사업부 디스플레이센터 프로그램의 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] Guagsup Cho, "Flow discharge in the external electrode fluorescent lamp", IEEE Tran. on Plasma Science, vol.33, No.4, 2005, August..
- [2] J.Seastian, "Zero voltage switching in the PWM half bridge topology with complementary control and synchronous rectification", PESC'95, pp1229-1235.