

## LCD TV용 고균일도 백라이트 구동을 위한 Differential Driving 인버터

전영태 · 임성규\*

충남 천안시 안서동 29 정보디스플레이연구소, 단국대학교

### Differential Driving of Inverter for High Uniformity LCD TV Backlight

Young Tea Chun and Sungkyoo Lim\*

Information Display Research Center, Dankook University  
29 Anseo-dong, Cheonan, Choongnam

**초 록:** LCD TV의 백라이트로서는 cold cathode fluorescent lamp (CCFL)를 병렬로 구성된 직하방식의 백라이트 많이 사용되고 있다. 현재 각 각의 CCFL에 transformer 한개씩을 사용하여 일정한 전류를 공급함으로써 백라이트의 균일도를 얻고 있으나 본 논문에서는 differential driving inverter를 이용하여 transformer에 8개의 램프를 연결하여 구동함으로써 transformer의 개수를 현저히 줄일 수 있었다. Differential driving 방법을 이용하여 transformer 2개를 사용한 인버터를 제작하였으며 이를 이용하여 길이 450mm, 관경 4mm의 CCFL 16개를 사용한 26"용 LCD TV 백라이트를 구동할 수 있었다. 개발된 differential driving 인버터를 이용하여 백라이트를 구동한 결과 88% 이상의 휘도 균일도를 갖는 백라이트를 구현할 수 있었다.

**Abstract:** Parallel combination of cold cathode fluorescent lamps (CCFL) are widely used as the light sources of LCD TV backlight. Brightness uniformity is satisfied by using one transformer per one CCFL. Instead of using one transformer per one CCFL, one transformer is used to drive 8 CCFLs by using differential driving method. A differential driving inverter with two transformers is developed to drive 16 CCFLs of 26" backlight for LCD TV. The brightness uniformity of 88% was obtained by driving 26" backlight with the developed differential driving inverter successfully.

**Keywords:** Uniformity, Backlight, LCD, CCFL, Inverter, Differential Driving

#### 1. 서 론

현대는 정보화 사회로 수많은 정보를 표시하기 위한 평판형 정보디스플레이를 사용한다. 이와 같은 평판형 정보디스플레이에는 liquid crystal display(LCD), plasma display panel(PDP), organic light emitting display(OLED) 및 기타 수많은 디스

플레이들이 있으며 이들 중에서 현대에서 가장 많이 사용되는 정보디스플레이로서는 LCD가 있다. LCD는 소형 휴대전화기용 화면부터 초대형 LCD TV까지 다양한 분야에서 사용되고 있으며 많은 제품들이 생산되고 있다<sup>1)</sup>.

LCD는 스스로 빛을 내지 못하므로 LCD를 동작시키기 위해서는 대부분의 LCD는 CCFL을 이용

\*Corresponding author  
E-mail: limsk@dankook.ac.kr

한 백라이트를 필요로 한다<sup>2,5)</sup>. 특히 LCD TV의 경우에는 초고휘도의 백라이트가 필요하므로 다수의 CCFL을 평행으로 나열하여 휘도를 향상시킨 직하형 백라이트를 사용한다. 26" 형 LCD TV에 사용되고 있는 백라이트의 경우에는 16개의 CCFL이 필요하며 백라이트의 휘도 균일도를 얻기 위하여 한개의 CCFL에 한개의 인버터를 사용하므로 16개의 인버터가 필요하게 된다. 이와 같이 다수의 CCFL을 직하방식으로 구동을 할 경우에 같은 수의 인버터가 사용되어 백라이트의 가격이 매우 높아지는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 다수의 CCFL에 하나의 인버터를 사용하여 구동하는 hot-ground 방식의 인버터<sup>6)</sup>가 있는데 이를 이용할 경우에는 hot-ground 구동 방식의 단점인 CCFL 양단 간의 휘도 차이가 발생하여 백라이트의 휘도 균일도가 나빠지게 된다.

본 논문에서는 다수의 CCFL을 한개의 인버터로 구동 할 시에 기존의 hot-ground 방식의 인버터로 구동할 경우 보다 CCFL 간의 휘도 차이를 현저히 줄일 수 있는 differential driving 방법을 이용한 새로운 CCFL 멀티램프 구동용 인버터를 개발하였다.

## 2. Differential Driving 인버터 및 백라이트 제작

길이 450 mm, 관경 4 mm의 CCFL 16개를 1개의 인버터로 구동하는 멀티램프용 인버터를 제작하였다. 기본적인 스위칭 방식은 half-bridge 방식을 이용하였으며 Fig. 1에 구성도를 나타내었다. 이런 구동방식은 기본적으로 어떤 스위칭 방식이라도

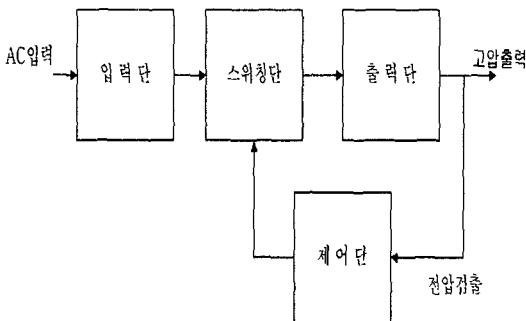


Fig. 1. Block-diagram of inverter.

관계없으나 2개의 트랜지스터를 교대로 on/off 시킴으로 스위칭 트랜지스터를 안전하고 효율 좋게 작동시키기 위해서는 많은 기능을 포함하고 있는 제어회로가 필요하며 pulse width modulation (PWM)이 사용되고 있으며 그것에 따른 전용 IC가 사용되는 것이 일반적이다. 전용 IC에 의한 회로의 집적화 기술이 발전하여 복잡한 기능의 제어회로를 하나의 칩에 구현할 수 있게 해줌으로써 스위칭 모드 전원장치를 작고 가볍게 만들 수 있게 되었다. Half-bridge 방식에서의 출력단은 인덕터와 캐패시터로 이루어진 일반적인 평활회로로 구성하였다.

출력단에서의 평활회로는 스위칭 주파수의 2배로 되고 off 시간도 짧기 때문에, 다른 방식과 비교하여 작은 인덕턴스 값의 코일을 사용할 수 있다는 특징이 있다. 출력단에서의 출력값은 PWM 제어용 IC의 입력으로 들어가 전체적으로 feedback 회로를 구성한다. 기존의 인버터에서는 하나의 출력 transformer에서 출력으로 나가는 hot 부분과 램프를 거쳐 다시 들어오는 ground 와 연결되어 있어 이 경우 hot 쪽 램프 부분에는 휘도가 높고 ground 인 램프의 다른 쪽 끝 부분에서는 휘도가 낮아 고 균일도를 이룰수 없게 된다. 이는 길이가 긴 CCFL와 백라이트를 구성하고 있는 알루미늄 샤시 간의 parasitic capacitance에 의하여 많은 전류의 누설이 발생하기 때문에 생기는 현상이다. 길이가 짧은 CCFL을 사용하는 백라이트에서는 이와 같은 휘도불균일도가 심각한 문제가 되지 않으나 길이가 긴 CCFL을 사용해야 하는 중대형 LCD 백라이트에서는 휘도 균일도에 많은 문제를 발생시킨다.

이를 개선하기 위하여 새로운 개념의 인버터를 개발 하였다. 개발 된 인버터에서는 출력 트랜스포머를 두개 사용하고 각각의 출력을 CCFL의 양쪽 전극에 각각 연결하여 Fig. 2와 같은 hot-hot 방식의 연결을 하고 가상의 ground를 두어 CCFL을 구동하도록 하였다. 이와 같은 differential driving 인버터를 이용하여 CCFL을 구동할 시에 기존에 발생되었던 CCFL 양 단간의 휘도 차이를 현저히 줄일 수 있었다.

이와 같은 hot-hot 연결 방법을 이용하면 CCFL의 방전개시전압을 양쪽에서 1/2 씩 공급하여 주기 때문에 이를 differential driving이라 하며 출력

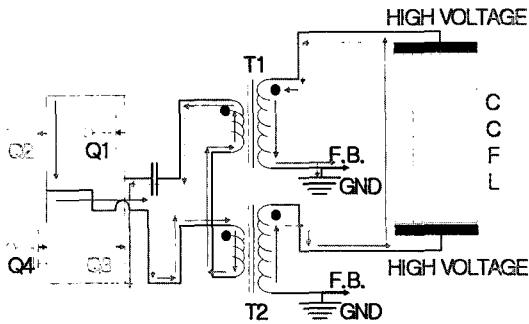


Fig. 2. Hot-hot (differential driving) configuration.

transformer의 출력전압이 기존의 hot-ground 방식의 인버터보다 크기가 1/2 줄어 들게 된다. 따라서 한개의 transformer에서 CCFL 점등을 위한 높은 전압의 발생을 필요로 하던 hot-ground 방식에 비하여 Fig. 2의 hot-hot 방식 또는 differential driving 방법에서는 두개의 transformer를 사용하고 각각의 transformer에서 CCFL 점등 전압의 1/2 크기의 전압을 발생시키면 되므로 고전압에 의해 발생되던 transformer의 불량률도 훨씬 감소 되며 CCFL의 양단간 휘도 차이도 매우 개선되어 많은 장점을 갖게 됨을 알 수 있다.

이상과 같은 새로운 방식을 적용하여 인버터를 제작하여 Fig. 3과 같이 26" LCD-TV 백라이트 유닛에 장착하여 실험을 하였으며 Fig. 4에서와 같이 휘도측정장비인 BM-7을 이용하여 휘도 균일도를 측정하였다.

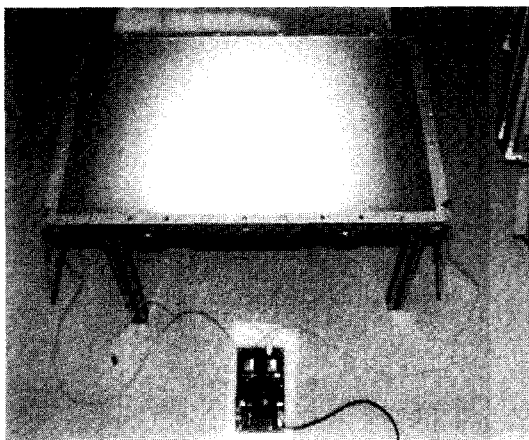


Fig. 3. Differential driving inverter connected to 26" LCD-TV backlight unit.



Fig. 4. Uniformity measurement by BM-7.

### 3. 결과 및 고찰

기존의 hot-ground 방식의 인버터를 이용하여 16개의 CCFL을 구동한 후에 홀수번째의 CCFL의 양 끝과 가운데 세지점에서의 휘도를 CS-100 (MINOLTA chroma meter) 휘도계로 측정 한 결과를 Table 1에 나타내었다.

Table 1에서 알 수 있듯이 기존 인버터의 경우 hot 부분이 더욱 밝은 휘도를 나타내었으며 CCFL 간의 휘도 편차가 큰 것을 볼수 있다. 이 때 CCFL의 hot-ground 간의 휘도 편차의 평균치는 약 687.5 cd/m<sup>2</sup> 이었다. CCFL 휘도 측정시의 CCFL의 관전류는 5mA 이었으며 상온에서 측정하였다. Fig. 5에서는 기존의 hot-ground 방식의 인버터를 사용

Table 1. Result of brightness measurement using conventional inverter (unit : cd/m<sup>2</sup>)

	Right	Center	Left	Difference
Lamp1	11500	10500	10400	1100
Lamp3	11300	10400	10800	900
Lamp5	11200	10600	11000	800
Lamp7	11100	10700	10900	400
Lamp9	11400	10800	10800	600
Lamp11	11000	10700	11100	400
Lamp13	11500	11000	11000	500
Lamp15	10900	10900	11600	700



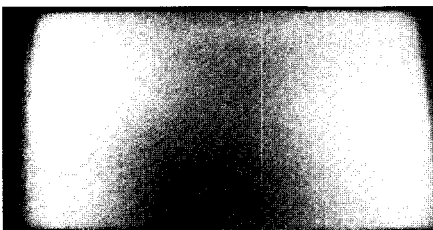
Fig. 5. Brightness difference of CCFL with conventional inverter.

하여 CCFL을 구동할 경우에 발생할 수 있는 CCFL 양단간의 휘도 차이를 나타내고 있다.

Table 2에는 hot-hot 방식을 사용한 인버터를 이용하여 측정된 CCFL의 휘도를 나타내었다. Table 2에서 보는바와 같이 hot-hot 구동방식의 인버터를 사용할 경우 CCFL 양쪽의 휘도 편차가 현저히 줄어들었음을 알수있다. 이 때 CCFL의 양 끝 부분의 휘도 편차의 평균치는 약 375.5 cd/m<sup>2</sup> 이었다. CCFL의 휘도 측정시의 CCFL의 관전류는 5mA 이었으며 상온에서 측정하였다.

Fig. 6의 (a)와 (b)에 길이 450 mm, 관경 4 mm의 CCFL 16개를 포함하고 있는 26" 백라이트를 hot-hot 방식의 인버터로 구동 했을 때의 점등되는 모습을 보여주고 있다. Fig. 6(a)에는 완전 점등되기 전의 모습을 나타내고 있으며 CCFL의 좌측 및 우측 끝 부분이 더 밝은 것을 보여주고 있다. Fig. 6 (b)에서는 완전 점등 되었을 경우에 전체의 휘도가 균일함을 보여주고 있다.

Fig. 7에는 26" 백라이트의 면 휘도를 BM-7으로 측정된 결과를 나타내었다. BM-7은 암실에서 백라이트의 표면으로부터 50CM 떨어진 지점의 휘도를 측정하는 장치로서 대부분의 백라이트 제조



(a)

Table 2. Result of brightness measurement with the new inverter (unit : cd/m<sup>2</sup>)

	Right	Center	Left	Difference
Lamp1	11300	11700	11500	400
Lamp3	11300	11500	11700	400
Lamp5	11800	12000	12000	200
Lamp7	11500	11600	11800	300
Lamp9	11800	11600	11700	200
Lamp11	11300	11600	11800	500
Lamp13	11800	12100	11700	300
Lamp15	11400	11600	12100	700

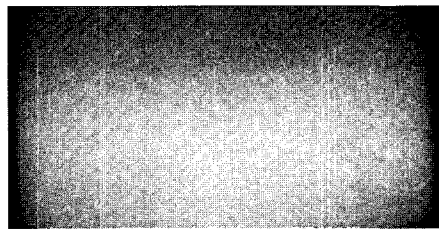
Luminance/Color Text Report						3-3-3G.BLX-2004/3/3		
No.	X(mm)	Y(mm)	COLOR X	COLOR Y	X2	Y	Z	
1	433.8	118.9	0.2908	0.2815	7379	7143	10860	
2	297.2	118.9	0.2905	0.2864	7753	7643	11290	
3	160.6	118.9	0.2913	0.2785	7635	7300	11290	
4	433.8	234.1	0.2916	0.2893	7860	7796	11290	
5	297.2	234.1	0.2924	0.2853	8166	7966	11790	
6	160.6	234.1	0.2905	0.2807	7799	7536	11510	
7	433.8	349.4	0.2961	0.2895	7830	7655	10960	
8	297.2	349.4	0.3000	0.2950	8202	8068	11070	
9	160.6	349.4	0.2993	0.2969	7811	7749	10540	
Maximum :			0.3000	0.2969	8202	8068	11790	
Minimum :			0.2905	0.2785	7379	7143	10540	
Average :			0.2936	0.2870	7826	7651	11176	
Uniformity :	96.8	93.8	90.0	88.5	89.4			

Fig. 7. Result of uniformity measurement of 26" backlight using BM-7.

업체가 이용하는 공인된 이차원 휘도측정 장치이다. Fig. 7에서 보듯이 hot-hot 방식의 인버터를 사용하여 구동한 백라이트의 휘도 균일도가 거의 90%에 다달은 결과를 확인할수 있다.

#### 4. 결 론

LCD TV용 고휘도 백라이트의 휘도 균일도를 향상시키기 위하여 새로운 인버터를 개발한 후에



(b)

Fig. 6. 26" Backlight (a) before full brightness and (b) after full brightness.

이를 이용하여 백라이트의 CCFL을 구동하였다. 기존의 hot-ground 방식의 인버터를 사용할 경우에 발생했던 CCFL 양단 간의 휘도 편차를 새로 개발된 hot-hot (differential driving) 방식의 새로운 개념의 인버터를 사용하여 구동할 경우에 상당히 줄일 수 있었다.

Hot-hot 방식의 인버터를 이용하여 길이 450 mm, 관경 4 mm의 CCFL 16개를 병렬로 배열한 LCD TV용 직하방식의 26" 백라이트를 구동한 후에 백라이트의 휘도 분포를 측정하고 휘도 균일도를 구한 결과 CCFL 양단간의 휘도 편차가 현저하게 줄어 드는 것을 확인 하였다. 기존의 방식인 hot-ground 방식의 인버터 및 새로 개발된 hot-hot 방식의 인버터를 사용하여 CCFL을 구동하였을 때 CCFL 양단 간의 휘도 편차의 평균치는 각각  $687.5 \text{ cd/m}^2$  및  $375 \text{ cd/m}^2$  이었다. 또한 hot-hot 방식의 인버터를 사용하여 26" 백라이트를 구동하였을 때 88.5% 이상의 휘도균일도를 얻을 수 있었다. 이상의 실험을 통하여 hot-hot 구동방식의 인버터를 이용하여 휘도 편차가 적은 백라이트를 구성할 수 있음을 확인하였다.

## 감사의 글

본 논문은 2001년도 단국대학교 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. J. JIN, S.K. LIM, M.H. OH, "Technology Development and Production of Flat Panel Display in Korea," PROCEEDINGS OF THE IEEE, 90(4), 501(2002).
2. H. Noguchi, "A High-efficiency Cold Cathode Fluorescent Lamp for a Backlighting Unit," SID '98 Digest, 243(1998).
3. H. Yamashita and T. Terada, "Cold-cathode Fluorescent Lamps for LCD Back-lighting," Proceeding of the 5th IDW, 351(1998)
4. C. Y. Kim, and T. H. Choi, "Technical Trend for TFT-LCD Back Light Unit(BLU)," IDMC'02 Digest, 185 (2002).
5. K. S. Hong, J. W. Hur, and S. Lim, "Optimum Operating Conditions of Fluorescent Lampsfor LCD Backlight Application," IDMC'02 Digest, 389(2002).
6. Steve Soos, "High-tech Solution for CCFL-Backlight LCDs," Endicott Research Group Manual, ERG, Endicott, New York(2003).