

## 면광원을 사용한 Scanning Backlight Unit의 설계 및 제작

蔡亨準\*, 鄭鏞啟\*\*, 黃善男\*\*\*, 許廷旭\*\*\*\*, 李俊榮§, 林聖奎†

Design and Fabrication of Scanning Backlight Unit  
using Flat Fluorescent LampHyung-Jun Chae, Yong-Min Jung, Sun-Nam Hwang, Jeong-Wook Hur,  
Jun-Young Lee and Sung-Kyoo Lim

## 요 약

본 논문에서는 LCD(liquid crystal display)에서의 모션 블러 현상을 저감 시킬 수 있는 scanning backlight unit 을 면광원을 사용하여 설계 및 제작 하였다. 면광원은 그 구조의 단순함과 BLU(backlight unit) 조립성과 구동의 간편성으로 인해 차세대 BLU의 신규 광원으로 각광 받고 있다. 램프 휘도를 제어하기 위하여 스캔 구동 시 램프의 on-time을 조절하였으며 실험결과 램프 휘도가 선형적으로 변화되고 넓은 범위의 휘도 제어가 가능함을 확인하였다.

## ABSTRACT

In this paper, scanning backlight unit which can reduce motion blur was designed and fabricated using flat fluorescent lamp. The FFL(flat fluorescent lamp) is in the limelight as a new illuminant of next generation BLU(backlight unit), because of simple assembly and reduction of driving components. In order to control lamp brightness, lamp on-time was controlled. In this experiment, it was confirmed that lamp brightness can be dimmed linealy and in a wide range.

**Key Words** : LCD, BLU, Backlight, Motion blur, Scanning backlight

## 1. 서 론

현재 LCD TV의 광원은 주로 CCFL(cold cathode fluorescent lamp)과 EEFL(external electrode fluorescent lamp)이 사용되고 있다.<sup>[1-2]</sup> LCD TV는 노

트북이나, 모니터에 비해 고 휘도의 백라이트가 요구되므로, 세관형 램프를 LCD 패널의 배면에 배치하는 직하방식 백라이트를 사용한다. 직하방식 백라이트의 경우 고 휘도, 휘도 균일도 향상을 위하여 10개 이상의 램프가 사용되며, 그에 상응하는 관련 자재 및 인버터가 사용된다. 또한 LCD TV의 전체 두께가 백라이트의 두께에 의해 결정되므로, 슬림 백라이트의 설계로 LCD TV의 두께를 현저하게 줄일 수 있다. 면광원의 경우 CCFL, EEFL보다 광학 시트들과의 거리를 작게 유지하면서도 광을 효율적으로 사용할 수 있으므로 슬림 백라이트로의 설계가 가능하다. 또한 발광면 자체가 하나의 램프이므로 점등하는데 있어 관련 자재 및 인버터의 수량을 줄일 수 있다.<sup>[3-6]</sup>

†교신저자 : 단국대 전자컴퓨터공학과 교수

E-mail : limsk@dankook.ac.kr

\*정회원, 단국대 전자컴퓨터공학과 석사과정

\*\*정회원, 단국대 전자컴퓨터공학과 석사과정

\*\*\*정회원, 단국대 전자컴퓨터공학과 박사과정

\*\*\*\*정회원, (주)미래라이팅 차장

§정회원, 명지대 전기공학과 조교수

접수일자 : 2008. 6. 16 1차 심사 : 2008. 7. 15

2차 심사 : 2008. 8. 5 심사완료 : 2008. 8. 31

본 논문에서는 면광원을 이용하여 LC의 응답 속도와 LCD의 홀드 타임 특성으로 인해 나타나는 모션 블러 현상을 감소시키기 위한 60Hz scanning backlight unit을 설계, 제작하였다.<sup>[7-8]</sup>

Scanning backlight 는 LCD 패널의 배면에 설치된 백라이트 광원을 복수의 발광 영역으로 분할하고 영상 신호의 주사 주파수에 따라 각 발광 영역에 있는 램프를 제어 회로에 의해 순차적으로 온, 오프 시킴으로써 CRT(cathode ray tube)의 임펄스타입과 같은 효과를 구현하는 방식으로 모션 블러 현상을 저감시킬 수 있다.

32인치 면광원 램프를 6개의 블록으로 나누어 스캔 구동하였으며 각 블록의 on-time을 변화시켜 휘도를 조절 할 수 있도록 하여 adaptive dimming 을 적용할 수 있도록 회로를 설계, 제작하였다. Adaptive dimming 이란 영상신호인 APL (average picture level) 신호를 백라이트에서 인식하여 밝은 화면은 더욱 밝게, 어두운 화면은 더욱 어둡게 램프 휘도를 제어하는 방식으로 소비전력 감소와 더불어 gray scale capability 향상과 contrast 비가 증가된다.<sup>[9-10]</sup>

## 2. 제안된 백라이트 및 인버터

### 2.1 제안된 백라이트

백라이트에 사용되는 면광원은 여러 가지 형태가 있으나 본 논문에 사용한 면광원은 32인치 LCD TV용 면광원으로 다수의 방전 채널을 “-”자 형태로 병렬 배치한 멀티채널 구조이다. 또한 EEFL과 같이 외부 전극을 가지고 있는 형태로 제작되었는데, 그림 1과 같이 램프를 6 블록으로 나누어 구동하기 위해 외부전극을 6개의 블록으로 나누었고 각각의 블록을 각각의 인버터로 구동하여 스캔구동 하였다. 이를 백라이트유닛으로 제작한 모습을 그림 2에 보이고 있다.

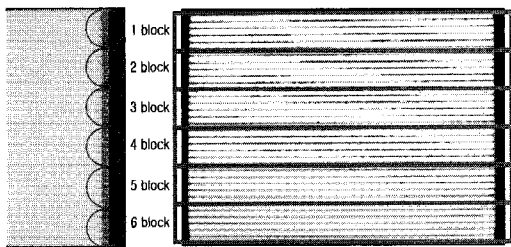


그림 1 6개의 블록으로 나눈 면광원  
Fig. 1 FFL(flat fluorescent lamp) divided to 6 blocks

그림 3, 그림 4와 같이 면광원의 경우 백라이트에 장착을 하면 램프의 구동 특성이 EEFL과 같이 전압, 전류가 함께 증가하는 특성이 나타난다.<sup>[11]</sup> 따라서 이러한 특성으로 CCFL과 비교하였을 경우 매우 선형적이고 넓은 범위의 휘도 제어를 할 수 있으므로 더욱 효과적으로 adaptive dimming을 적용 할 수 있다.

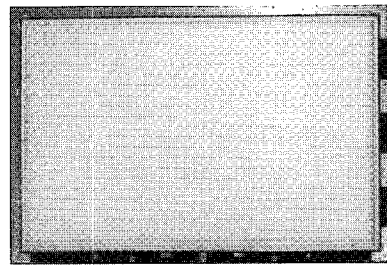


그림 2 면광원을 사용한 백라이트 유닛  
Fig. 2 BLU(backlight unit) using FFL

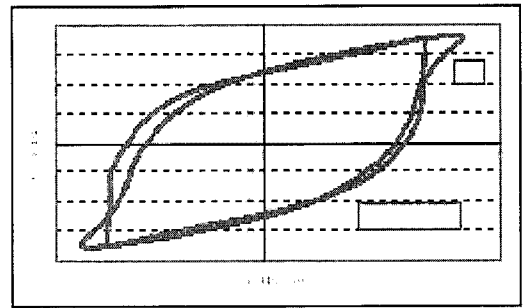


그림 3 면광원 단품과 BLU 장착에 따른 Q-V 곡선  
Fig. 3 Q-V characteristics of bare lamp and BLU

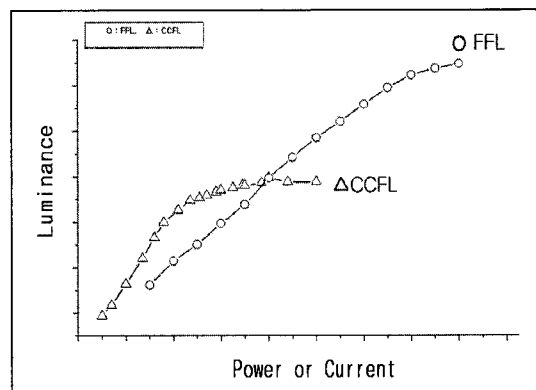


그림 4 면광원과 CCFL의 전류 (or power)-휘도 특성  
Fig. 4 Luminance characteristics of FFL and CCFL

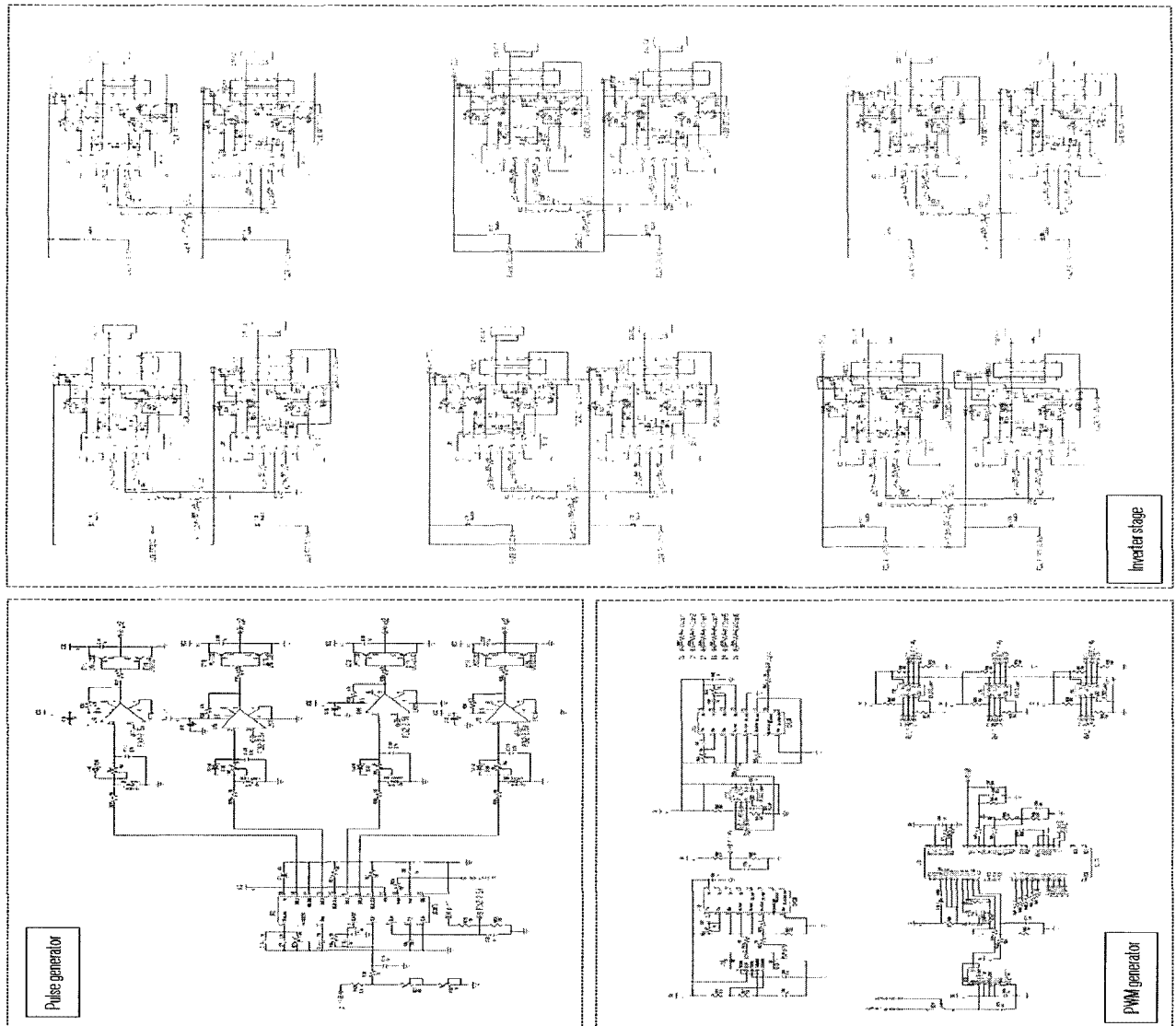


그림 5 제안된 스캔 구동 회로  
Fig. 5 Proposed scan driving circuit

**2.2 제안된 회로**

그림 5는 제안된 인버터의 전체 회로도이다. 전체 회로는 게이트 파형을 생성하는 펄스 제너레이터부, 스캔 신호를 생성하고 신호의 duty(block on-time)을 제어 할 수 있는 PWM 제너레이터부, 램프에 출력을 전달하는 인버터부로 나눌 수 있다. 인버터부는 램프를 6 블록으로 나누었으므로 총 6 블록의 인버터 회로로 구성되었다.

**2.2.1 Pulse generator**

풀-브리지 인버터의 게이트 파형을 만드는 회로이다. Phase shift 방식으로 구동하기 위하여 UC3875를

사용하였다. UC3875로부터 4개의 게이트 펄스가 생성되고 게이트 펄스 간의 dead time 을 조절하기 위하여 LM311 비교기를 이용하였다. Dead time 이 조절된 파형들은 스위치 역할을 하는 MOSFET의 게이트에 안정적인 파형을 전달하기 위해 push-pull 회로를 거쳐 인버터부의 bootstrap driver 로 전달된다.

**2.2.2 PWM generator**

스캔 신호를 생성하고 면광원의 스캔 주파수 및 각 블록의 on-time을 조절할 수 있는 PWM 제너레이터부이다. o2micro사의 oz976을 사용하여 6개의 스캔 신호를 발생하였으며 NE555 Timer IC와 CD4538을 이

용하여 스캔 주파수와 duty(block on-time)를 조절 할 수 있다. 생성된 신호들은 비교기 LM393과 버퍼 IC를 통하여 인버터부의 스캔 control input으로 전달된다.

### 2.2.3 Inverter stage

램프를 6 블록으로 나누어 스캔 구동하기 때문에 인버터 회로는 6개가 필요하다. 펄스 제너레이터부에서 push-pull 회로를 거친 4개의 게이트 파형은 각각 bootstrap driver IC인 IR2110에 전달되어 floating 되어 있는 FET에 안정적인 게이트 파형을 전달한다. PWM 제너레이터로부터 전달된 스캔 온, 오프 신호가 스캔 control input 으로 연결되고 게이트 드라이버 IC(IR2110)의 동작을 온, 오프하여 각각의 인버터를 스캔 구동하여 결국 램프를 스캔 구동 할 수 있다.

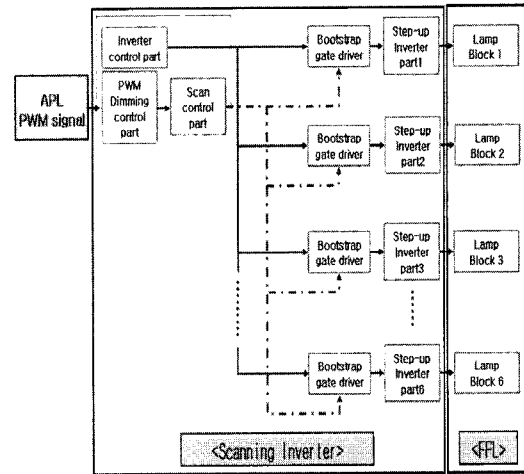


그림 6 제안된 APL 회로 블록도  
Fig. 6 Block diagram of circuit for adaptive dimming

### 2.3 Adaptive dimming 적용

Adaptive dimming 은 APL(average picture level)에 따라 백라이트의 휘도를 변화 시키는 것으로 램프가 항상 켜 있을 경우에 비하여 백라이트 유닛의 소비전력 감소와 gray scale capability 향상과 더불어 contrast 비가 증가된다.<sup>[9-10][12]</sup> 그림 6은 앞서 설명된 회로도를 블록도로 나타낸 그림으로 외부 영상신호 휘도레벨을 제안된 회로의 PWM 제너레이터부에서 감지하여 출력을 제어함으로써 면광원의 on-time을 변화시키며 램프 휘도를 제어 할 수 있게 하였다. 그림 7은 스캔 백라이트와 기존 백라이트를 비교한 그림으로 LCD 패널의 영상신호의 주사 신호에 따라 램프 각 블록을 순차적으로 온, 오프 시킨 것을 설명하고 있다.

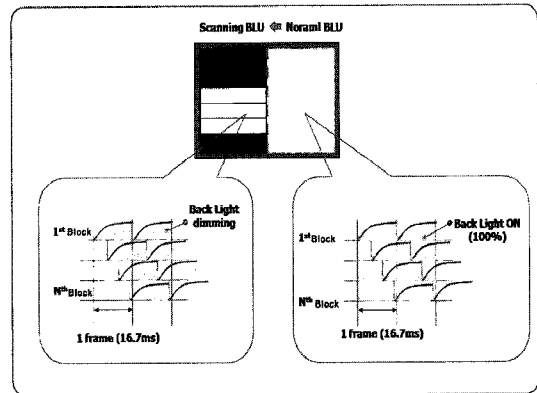


그림 7 스캔 구동 백라이트의 휘도 제어  
Fig. 7 Luminance control of scan driving backlight

## 3. 실험 결과

32인치 면광원을 6 블록으로 나누고 60Hz로 스캔 구동하였다. 표 1에서 램프의 입력 전류를 일정하게 하며 그때의 램프 on-time을 제어하여 램프 휘도 및 소비전력을 가변시키며 실험을 하였다. 램프의 on-time을 2.5ms에서 9ms까지 변화시켜 램프의 휘도와 소비 전력을 측정하였는데 on-time에 따라 2,600nit에서 11,500nit까지 램프 휘도가 선형적으로 변화됨을 확인하였다.

그림 8은 1, 2, 3, 4 블록의 스캔 신호이다. 그림에서 블록의 on-time은 5ms이다. 그림 9는 on-time 시간에 따른 한 블록의 램프에 흐르는 전류를 측정한 파형이다.

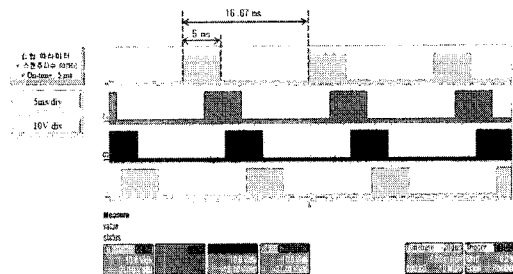


그림 8 1st, 2nd, 3rd, 4th 블록의 스캔 신호  
Fig. 8 Scanning signal of 1st, 2nd, 3rd, 4th block

그림 10은 한 블록의 램프 양단 전압과 한 블록의 램프 입력 전류 파형이다. hot-hot 구동을 하여 floating 시켜 램프 중앙부를 가상접지로 설정하여 램프의 휘도 균일도를 높게 하였다.

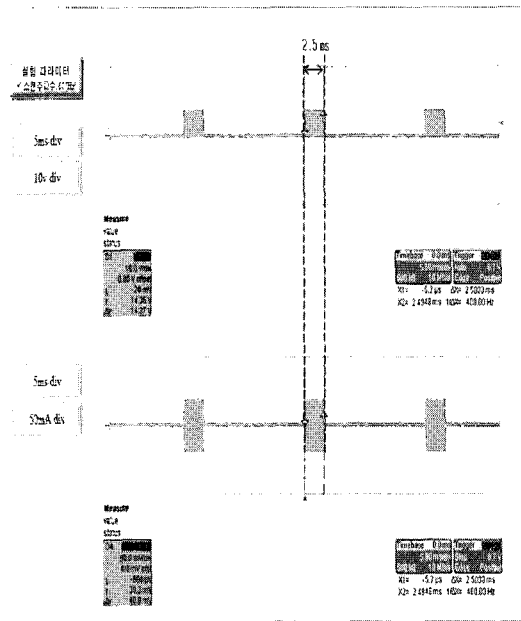


그림 9 블록 on-time에 따른 스캔신호(상) 및 램프 입력전류(하)  
 Fig. 9 Scanning signal and lamp input current of on-time block

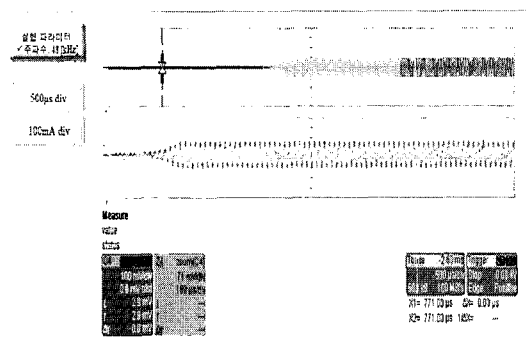
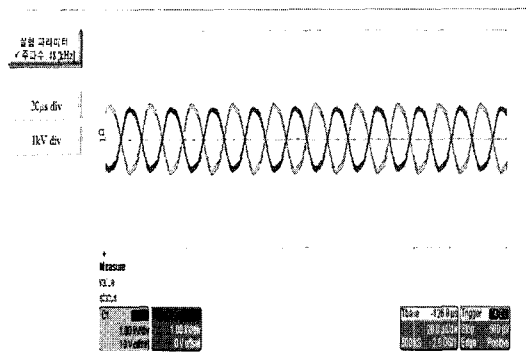


그림 10 램프 입력 전압(상) 및 램프 입력 전류(하)  
 Fig. 10 Lamp input voltage and input current

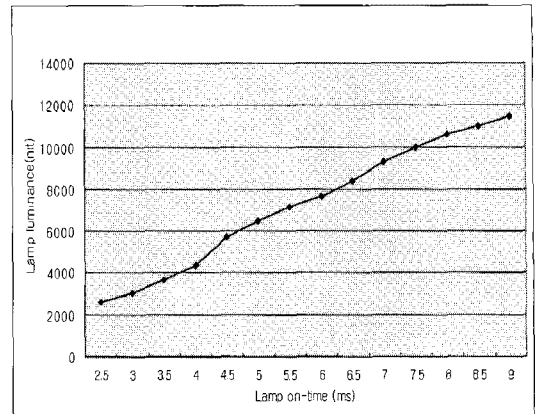


그림 11 램프 on-time 에 따른 램프 휘도  
 Fig. 11 Lamp luminance by varying the lamp on-time

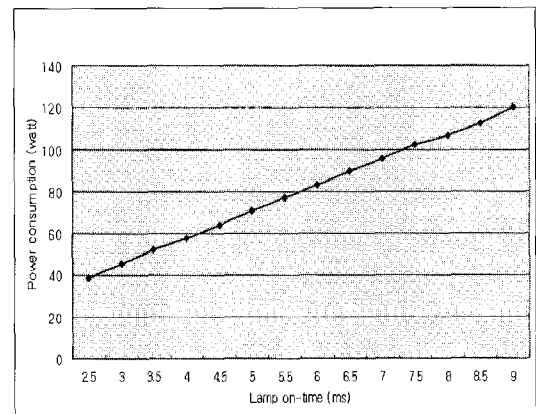


그림 12 램프 on-time에 따른 소비전력  
 Fig. 12 Power consumption by varying the lamp on-time

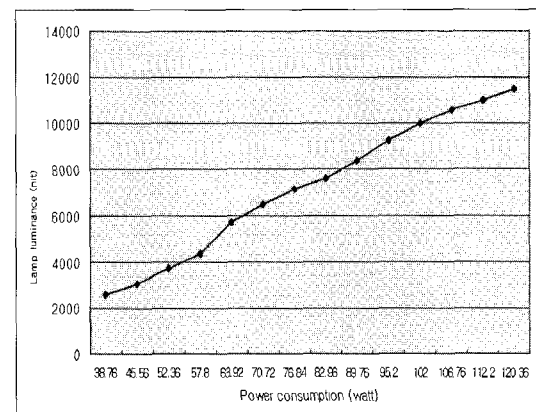


그림 13 소비전력에 따른 램프 휘도  
 Fig. 13 Lamp luminance by varying power consumption

표 1 램프 on-time에 따른 램프 휘도  
Table 1 Lamp luminance by varying the lamp on-time

1블록 on-time (ms)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
램프 휘도 (nit)	2600	3050	3700	4350	5700	6500	7150
1블록 입력 전류 (mA)	49.8	49	48.4	47	46.3	46.6	44.5
소비전력 (Watt)	38.76	45.56	52.36	57.8	63.92	70.72	76.84

1블록 on-time (ms)	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
램프 휘도 (nit)	7630	8400	9300	10000	10600	11000	11500
1블록 입력 전류 (mA)	44.6	44.8	44	43	40	41.9	43
소비전력 (Watt)	82.96	89.76	95.2	102	106.7	112.2	120.3

#### 4. 결 론

LCD에서 LCD의 홀드-타입 특성과 LC의 응답속도로 인하여 나타나는 모션 블러 현상을 저감시키는 Scanning Backlight Unit을 설계 제작 하였다. 광원으로는 32인치 면광원을 사용하였는데, 면광원은 BLU 부품의 감소와 조립공정측면에서의 간소화와 우수한 휘도 균일도로 광학 시트를 줄일 수 있는 장점을 갖고 있다. 이러한 장점을 갖는 면광원을 6개의 블록으로 나누고 60Hz로 스캔구동 하였다. 스캔구동 시 각 블록의 on-time을 변화시켜 램프 휘도를 제어 할 수 있도록 인버터 회로를 설계하였다.

램프의 on-time을 2.5ms에서 9ms까지 변화시키며 휘도를 변화를 측정하였다. 측정결과 램프의 휘도는 2,600nit에서 11,500nit까지 변화됨을 알 수 있었고 선형적으로 휘도가 변화됨을 확인하였다. 면광원은 세관 램프인 CCFL에 비해 소비전력(on-time)에 따른 휘도 변화가 선형적으로 변화하고 넓은 범위의 휘도 제어가 가능함을 알 수 있었다. 이러한 특성의 면광원을 사용하여 adaptive dimming에 적용할 경우 세관형 램프를 사용한 것에 비해 더욱 효과적인 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

[1] 임성규, "액정 디스플레이 백라이트", 단국대학교 출판부, 2005.

[2] Doh-Hyun Gill, Hyucksoo Song, Jung-Hyun Kim, Sang-Jin Kim, Sangbeom Kim, Taek-Young Kim, Dong-Geun Yu, Je-Huan Koo, Eun-Ha Choi and Guangsup Cho, "The Lifetime and Pinholes in the External Electrode Fluorescent Lamp", *SID 05 DIGEST*, 2005.

[3] 김차연, "Backlight Unit(BLU) 기술 동향", *전자 디스플레이*, 제6권, 제5호, 2000.

[4] 이원철, "TFT-LCD용 직하방식 Backlight Unit 기술개발에 관한 연구", 통산산업부 (최종보고서), 1996.

[5] Jeongwook Hur, Taejo Kim and Sungkyoo Lim, "Flat panel Light Source and High Power Inverter for LCD Backlight Application", *SID 00 DIGEST*, pp. 1033-1035, 2000.

[6] 박종리, "면광원 램프를 이용한 LCD TV용 Slim Backlight Unit의 설계, 제작 및 특성 분석", 단국대학교 전자공학과 학위논문(박사), 2007.

[7] T. Shiga, S. Kuwahara, N. Takeo, and S. Mikoshiba, "Adaptive Dimming Technique with Optically Isolated Lamp Groups", *SID 05 DIGEST*, pp. 992-995, 2005.

[8] A. A. S. Sluyterman, H. J. G. Gielen, "Architectural choices in the Aptura scanning backlight for large LCD TVs", *Journal of the SID 14/2*, pp. 169-174, 2006.

[9] T.Shiga and S. Mikoshiba, "Reduction of LCTV Backlight Power and Enhancement of Gray Scale Capability by Using an Adaptive Dimming Technique", *SID 03 DIGEST*, pp. 1364-1367, 2003.

[10] A. A. S. Sluyterman, "System aspects of LED backlight", *Proceedings of The 1st International Conference on Display LEDs*, pp. 19-20, 2007.

[11] 허정욱, "면광원을 사용한 LCD TV 백라이트 인버터 설계", 단국대학교 전자공학과 학위논문(박사), 2007.

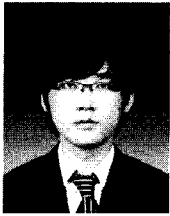
[12] Jun-ichi Hirakata, Akira Shingai, Yoshinori Tanaka and Kikuo ono, "Super-TFT-LCD for Moving Picture Images with the Blink Backlight System", *SID 01 DIGEST*, pp. 990-993, 2001.

#### 저 자 소 개



#### 채형준(蔡亨準)

1977년 7월 11일생. 2003년 단국대 전자공학과 졸업. 2008년 동 대학원 전자컴퓨터공학과 석사과정.



**정용민(鄭鏞旼)**

1981년 12월 4일생. 2007년 단국대 전자공학과 졸업. 2007년~현재 동 대학원 전기전자공학과 석사과정.



**황선남(黃善男)**

1977년 7월 14일생. 2003년 단국대 전자공학과 졸업. 2007년 동 대학원 전자컴퓨터공학과 졸업(석사) 2007년~현재 동 대학원 전기전자공학과 박사과정.



**허정욱(許廷旭)**

1972년 3월 14일생. 1998년 단국대 전자공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전자컴퓨터공학과 졸업(석사) 2008년 동 대학원 전자컴퓨터공학과 졸업(공학). 2004년~2007년 미래산업주식회사. 2007년~현재 (주)

미래라이팅 차장



**이준영(李竣榮)**

1970년 10월 3일생. 1993년 고려대 전기공학과 졸업. 1996년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 졸업(공학). 2001년 3월~2005년 2월 삼성 SDI PDP 사업부. 2005년 3월~

2008년 8월 단국대 전자공학과 조교수. 현재 명지대 전기공학과 조교수.



**임성규(林聖奎)**

1953년 8월 6일생. 1977년 서울대 전자공학과 졸업. 1979년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1993년 Oregon State University 전기 및 컴퓨터 졸업(공학). 1982년~현재 단국대 교수. 1995년~현재 정보디스플레이

이 연구소장.