

대화면 LCD TV 응용을 위한 Backlight 구동시스템 기술 동향

노 정 욱

(국민대 전자정보통신공학부 조교수)

1. 서론

현대 사회에서 디스플레이는 인류의 문명을 주도해온 큰 산업기술의 하나이다. 20세기의 대부분에서는 브라운관이 그 기술의 한가운데 서 있었으나 1990년대 이후에는 평판 디스플레이가 그 기술 흐름을 주도해 나가기 시작했다. 현재 상품화되어 나오고 있는 평판 디스플레이는 LCD, PDP, OLED 등이 있으나, 아직까지는 단연 LCD가 확고한 시장을 확보하고 있으며, 계속 응용 시장을 넓혀가고 있다. 10.4" 크기의 화면을 갖는 notebook PC가 출현한지 얼마 지나지 않아 우리의 책상 앞에는 15" ~ 20" 크기의 화면을 가지는 LCD 모니터들이 놓여 있다. 그리고 거실에는 어느덧 40" 크기의 화면을 갖는 LCD TV가 놓여 있으며 공항이나 전시장에는 46" 이상의 TFT-LCD 들이 도처에 놓여 있는 시대가 되었다.

이러한 TFT LCD의 발전과 함께 핵심 부품인 백라이트의 발전도 동시에 진행되었다. 백라이트를 장착한 LCD의 휘도는 초기에 70cd/m²의 휘도를 갖는 note PC 화면으로부터 시작하여 지금은 어느덧 450cd/m²의 휘도를 갖는 LCD TV로 향상되었으며 앞으로 LCD TV의 목표 휘도는 600cd/m² 이상이다. TFT LCD의 휘도를 증가시키기 위하여 필요한 부품은 백라이트로서 거의 모든 TFT LCD에는 백라이트가 필요하며 이러한 백라이트의 면휘도는 LCD TV로 진행되면서 1,000 cd/m²에서 약 10,000cd/m²의 값을 갖게 되었다. 현재는 TFT LCD의 크기가 점차 늘어나고 또한 휘도의 증가 요청이 꾸준히 요구되는 바 백라이트의 중요성이 점차로 늘어나고 있다.

LCD 백라이트의 시장의 규모는 LCD 시장의 규모와 거의 동일하다. 앞으로 다가올 시장의 규모는 계속적으로 증가할 예정이다. 특히 삼성전자와 LG Philips LCD의 제 6세대, 7세대 라인의 가동으로 인하여 TFT-LCD 시장의 규모는 급속도로 증가하고 있으며 이에 따라 백라이트의 시장 규모도 비례하여 커지고 있다. 여기에 중소형 LCD 백라이트까지 포함하면 시장 규모가 매우 커질 것으로 생각된다.

특히, 앞으로는 LCD TV의 수요가 점차로 증가하는 추세에 있다. 점점 더 대화면화 되는 LCD TV의 시장 규모를 키우기 위해서는 LCD TV의 가격이 내려야 한다. 현재 국내의 백화점에서 30"~40" LCD TV를 구입하는데 약 800만원 ~ 1,000만원 정도이다. 이와 같이 가격이 비쌀 경우에 시장 형성이 쉽지 않으며 이를 극복하기 위하여 LCD TV를 구성하고 있는 부품의 가격 인하가 필수적이다. 현재 30"~40" LCD TV 생산 가격의 상당한 부분을 백라이트가 차지하고 있다. 왜냐하면, LCD TV의 백라이트를 만들기 위해서 사용되는 CCFL (Cold Cathode Florescent Lamp)의 수가 16개 ~ 24개 정도로 들어가며 이를 위해서 필요한 인버터 수가 같은 수 만큼 필요하기 때문이다.

LCD 백라이트의 수요가 많아짐에 따라 요구되는 성능이 점차로 다양해지고 있다. 이 중에서 가장 중요한 성능은 고효율 및 고희율이다. 이를 위하여 우선 백라이트에 사용되는 광원의 효율을 높이는 것이 제일 중요하다. 광원의 효율이 높아야 램프의 소비 전력이 적어지고 발열도 줄어들어 인버터나 SMPS의 소형, 경량화 및 저가격화를 이룰 수 있게 된다. 또한 백라이트의 효율을 높이기 위해서 확산판의 투과도를 높여

야 하고 프리즘 판의 광손실을 줄여야 하며 가능하면 사용하는 각종 확산판 및 프리즘판의 수량을 줄이는 것이 필요하다. 이와 더불어 백라이트의 무게도 점차로 가벼워지는 추세에 있다. 현재 사용되는 도광판의 무게가 대단히 무거우므로 도광판의 무게를 줄일 수 있는 새로운 도광판 재료를 찾아내는 것도 중요하며 이를 위한 연구가 진행 중이다.

백라이트에 사용되고 있는 각종 재료 및 부품의 수명을 늘이는 것도 백라이트의 성능향상을 위해 중요하다. 백라이트의 가격을 낮추는 일은 앞서 언급된 어떠한 내용보다도 중요하다. 각 종 부품의 국산화를 증가시키고 수입을 억제하며 백라이트의 조립을 용이하게 할 수 있는 구조를 개발하여 백라이트의 생산가격을 줄이는 노력도 꾸준히 진행 중에 있다. 현재의 램프에는 수은이 포함되어 있으나 수은에 대한 규제가 계속되고 있다. 향후 수은을 사용하지 않는 램프의 개발이 절실히 요구되고 있으나 동시에 광원의 효율을 높일 수 있어야 하므로 이에 대한 연구도 계속 되고 있다. 최근 Xe 을 사용하는 램프의 개발에 대한 보고가 있으나 아직 효율이 충분하지 않아 상용화가 되지 않고 있다.

램프의 개발과 마찬가지로 중요한 것은 램프를 구동할 수 있는 인버터 및 SMPS 회로 기술이다. 지금까지 개발된 대화면 LCD TV의 경우 전체 시스템 중 전원장치와 백라이트 인버터 회로가 전체 시스템 부피의 40~50%가량 차지하고 있다. LCD 전원장치의 구조는 고주파 규제를 회피하기 위해 입력 역률 개선을 위한 AC/DC 부스트 컨버터가 전단에 설치된다. 이로부터 인버터 구동용 전원, 각종 신호처리를 위한 전원, 자체 제어기구동용 전원, 대기전원 등 많은 전원이 DC/DC 컨버터에 의해 생성시키는 2단 시스템으로 구성되어 있는 부피가 큰 시스템이다. LCD TV의 경우 전원 장치에서 발생된 DC전압을 이용하여 AC전압을 인버터 시스템을 통하여 발생시키는데 큰 전류 스트레스로 인한 스위칭 소자의 병렬화로 전반적인 시스템의 증가를 초래하고 있다. 현재 LCD-TV 기술이 안정화됨에 따라 많은 업체들이 경쟁력을 갖추기 위해 고주파기법 채용, 회로의 변경, 새로운 소자 등의 채택 등의 연구를 진행하고 있으며 향후 수년 내에 새로운 회로 기술을 채택한 LCD-TV가 등장할 것으로 보인다.

2. CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp) Backlight 구동 시스템 기술 동향

CCFL을 구동하기 위한 구동시스템(인버터)은 그림 1과 같이 전력증폭기, 램프에 인가되는 전압을 높여주기 위한 트랜스포머 및 램프의 전류를 제어하기 위한 제어칩(Control Chip)으로 구성된다. 전력증폭기의 경우에 그림 2와 같이 푸쉬풀(Push-Pull), 하프브릿지(Half-Bridge), 풀브릿지(Full-Bridge) 형태가 사용될 수 있으며, 이 중에서 BLU용으

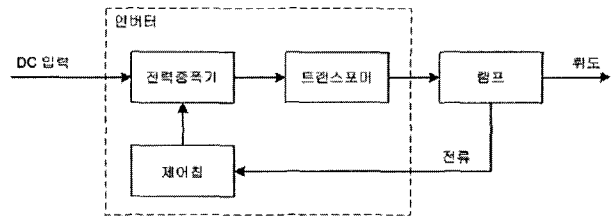
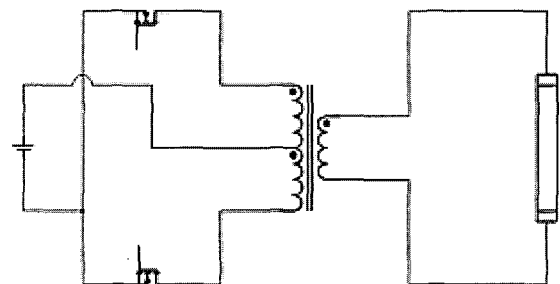
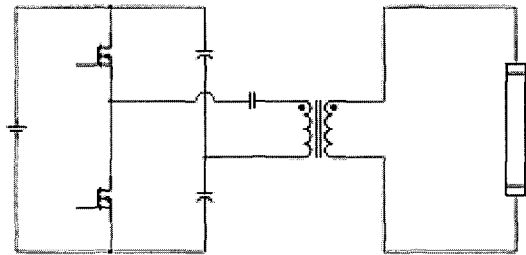


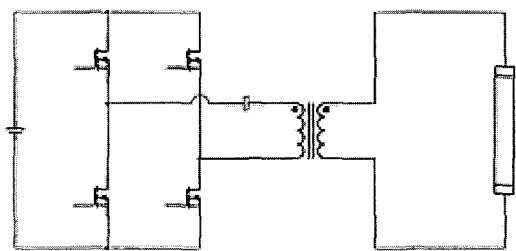
그림 1 인버터 구성도



(a) 푸쉬풀 전력증폭기



(b) 하프브릿지 전력증폭기



(c) 풀브릿지 전력증폭기

그림 2 인버터의 전력증폭기 종류

로는 전력증폭기의 효율을 극대화하고 EMI 성능을 제고하기 위해 소프트 스위칭 방식의 일종인 "Zero Voltage Switching (ZVS)"을 채택한 풀브릿지 형태가 가장 많이 사용되고 있다. 제어칩은 현재 미국 O2Micro 사의 OZ960과 대만의 Bitek 사의 Bit3106이 가장 많이 사용되고 있으며, 두회사 모두 풀브릿지형태의 전력증폭기를 위한 ZVS를 적용하기에 알맞은

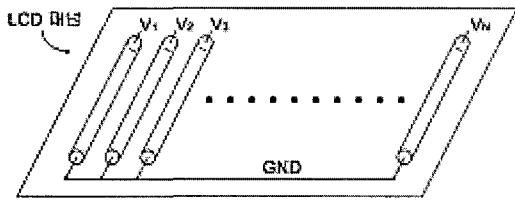


그림 3 직하형 방식의 램프 배치 예

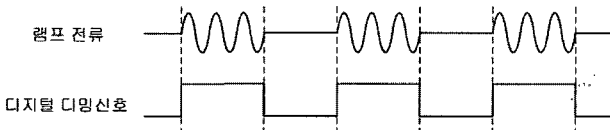


그림 4 디지털 디밍 방식

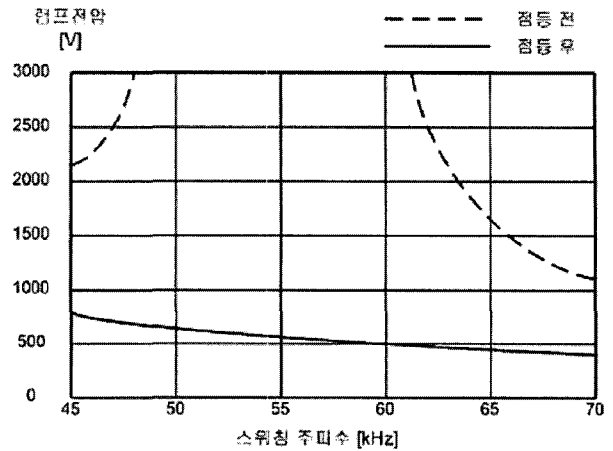


그림 5 스위칭 주파수에 따른 램프전압

제어칩이다.

20인치 이상의 대화면 LCD 패널의 경우 화면 휘도의 강도 필요성에 의해 LCD 패널의 크기에 따라 다수개의 램프가 사용되어지고 있다. 예를 들어, 20.8 인치 패널의 경우 12개, 32인치 패널의 경우 24개의 램프가 사용된다. 또한, 램프에서 나오는 빛의 효율적인 이용을 위해, 작은 LCD 패널과 달리 그림 3과 같이 패널의 바로 밑에 균일한 간격으로 띄어 배치시키는 직하형 방식을 채택하고 있다. 이 경우, 각 램프 밝기의 균일성이 BLU의 성능을 좌우하는 핵심 요소중의 하나이다. 램프 휘도의 균일성을 유지하기 위해서는 각 램프에 흐르는 전류의 RMS값이 같아야 한다.

램프의 휘도는 점등 상태에서 램프에 흐르는 전류의 rms값에 의해 직접적으로 결정된다. 한편, 휘도조절(디밍) 방식은 아날로그 디밍 및 디지털 디밍의 두가지 방법이 사용되고 있다. 아날로그 디밍은, 램프에 인가되는 전압을 AC로 만드는 인버터의 스위치를 '온' 시키는 듀티비를 전류 명령에 따라 가변함으로써 램프에 인가되는 전압의 크기를 조절함으로써 전류를 조절하는 방식이다. 이러한 방식은, 듀티비가 과도하게 줄면, 램프에 인가되는 전압이 작게되어 램프가 소등되는 단점을 가지고 있으므로, 휘도조절비가 3:1인 경우에 사용된다. 디지털 디밍은, 듀티비를 가능한 한 50%에 가깝게 하여 광효율과 관계가 있는 전류의 THD를 최대한 낮은 상태에서, 그림 4와 같이 낮은 주파수의 구형파 신호와 동기되어 전류를 단속적으로 램프에 인가하는 방식이다. 이러한 방식은 밝기 조절비를 10:1까지 높일 수 있는 장점이 있다.

현재까지 LCD 패널의 광원으로 가장 많이 사용되어지고 있는 것은 Cold Cathode Fluorescent Lamp(CCFL)이다. CCFL은 전기적으로 가변저항의 성질을 가지고 있다. 점등(Burning) 전에는 수백킬로옴 이상의 저항을 보이다가 점등

이 된 후에는 수백킬로옴 정도의 저항을 나타낸다. 따라서, 일반적으로 점등을 위한 전압(Striking Voltage)이 점등상태의 전압(Burning Voltage)보다 2~3배 높아야 한다. CCFL에 인가되는 전압은 정현파(Sinusoidal Wave)형태가 좋은 것으로 알려져 있고 그 이유는 다음과 같다.

- 입력전력 대비 휘도를 나타내는 광효율이 우수하다.
- 램프의 수명이 길어진다.
- EMI 성능이 좋다.

한편, 전력증폭기의 출력은 구형파이므로, 이를 정현파로 만들기 위해서는 인덕터와 캐패시터로 구성된 LC필터가 필요하다. 이에 필요한 인덕터는 트랜스포머의 누설인덕턴스를 이용하고, 캐패시터는 트랜스포머의 기생 캐패시턴스 및 시스템내에 존재하는 기생 캐패시턴스를 이용하거나 필요시 트랜스포머 이차측에 병렬로 캐패시터를 달아주기도 한다. 따라서, 트랜스포머의 목적은 두 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 일차측의 저전압을 CCFL을 구동시키기 위한 고전압으로 만들어 준다.

둘째, 구형파를 정현파로 만들기 위한 LC필터의 역할을 한다. 그림 5는 스위칭 주파수와 램프에 인가되는 전압의 관계를 예를 보여주고 있다. LC필터로 인해 램프에 인가되는 전압은 스위칭 주파수에 따라 가변되는 특성을 보이고 있으며, 램프의 전류는 램프에 인가되는 전압에 비례하게 된다. 초기에 CCFL이 점등되기 전에 출력전압특성 곡선과 점등된 후의 출력전압 특성 곡선은 CCFL의 저항 값의 변화로 인해 그림에서 보듯이 다르게 나타나며, 같은 스위칭 주파수에서 CCFL에 인가되는 전압은 점등전의 전압이 점등 후 보다 크게 되며, 이를 이용하여 Striking 전압을 생성하게된다. 일반적으로, CCFL에 주어진 Striking 전압과 Burning 전압을 맞추기 위

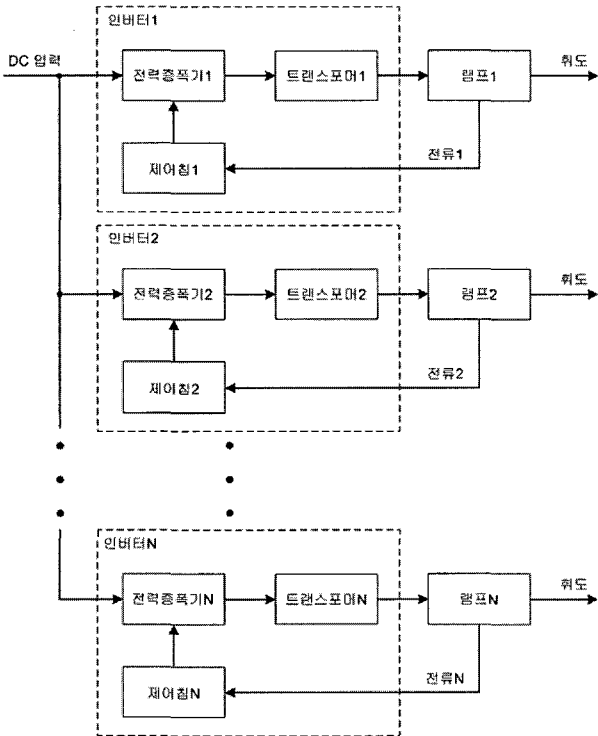


그림 6 다수개의 인버터를 채용한 구동방식

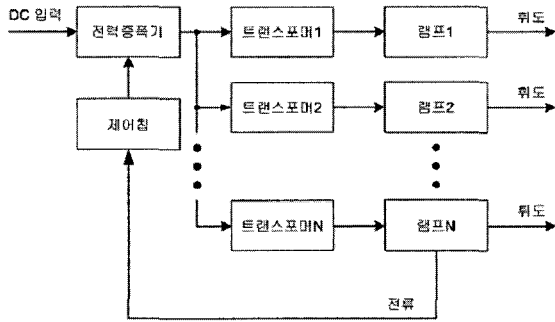


그림 7 1개의 인버터를 채용한 구동방식

해 점등되기 전과 후의 스위칭 주파수는 다르게 설정된다.

위에서 설명한 바와 같이 각 CCFL의 휘도를 균일하게 하기 위해서 각 CCFL의 전류를 개별적으로 제어하는 것이 필요하다. 이로 인해, 그림 6과 같이 각 램프에 전력증폭기와 트랜스포머로 구성된 인버터와 이를 제어하기 위한 제어칩이 별도로 필요하게 되어 원가상승의 요인으로 작용한다.

인버터의 가격을 저감하기 위해 그림 7과 같이 1개의 제어칩만을 사용하여 전력증폭기에 트랜스포머 일차 측을 병렬로 구동하고 다수개의 CCFL 중에서 1개만 부패환제어

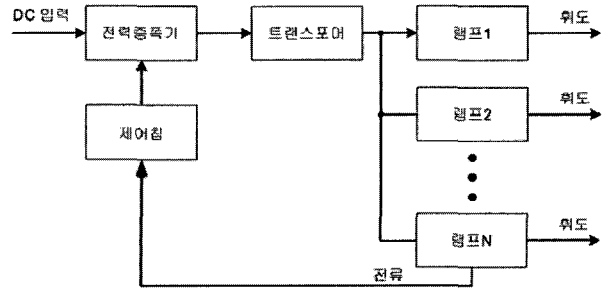


그림 8 트랜스포머 1개에 다수개의 램프를 병렬로 연결하는 방식

(Negative Feedback)를 하는 방법을 사용하기도 한다. 이 경우에는 각 트랜스포머가 가지는 인덕턴스의 편차로 인해 각 CCFL마다 보통 $\pm 10\%$ 정도 휘도의 불균일성을 나타내게 된다.

인버터의 가격을 획기적으로 저감하면서 휘도의 균일성을 보장하기 위해서는 그림 8과 같이 1개의 인버터에 다수개의 CCFL을 병렬로 구동하는 것을 생각할 수가 있다. 이 경우, 트랜스포머 1개만을 사용하기 때문에, CCFL 1개만의 전류를 제어하더라도 각 CCFL의 전류의 산포를 최소한으로 줄일 수 있어 휘도의 균일성을 획기적으로 높일 수 있다. 그러나, 다수개의 CCFL을 모두 동시에 점등시키는 것이 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 이는 다수개의 CCFL 중에 먼저 어느 1개가 점등되면, 등가 병렬저항이 먼저 점등된 1개의 저항으로 나타내게 된다. 이 경우, 점등되지 못한 나머지 CCFL은 점등을 위한 충분한 전압을 받지 못하게 되어 점등이 되지 않은 상태로 머물러 있게 되는 것이다.

이상의 단점들을 해결하기 위해, 그림 9와 같이 전류 평형 변압기(Current Balance Transformer)를 삽입하여 관전류 크기를 맞추는 기술이 근래에 활발히 연구되고 있다. 그림과 같이 Balance Transformer($W1:W2$)의 추가로 CCFL $Lp1$ 와 $Lp2$ 의 관전류 평형 동작이 가능하고, 두개의 CCFL을 모두 동시에 점등시키는 것이 가능한 방식이다. 3개 이상의 다중 램프 구동의 경우 전류 평형 변압기를 구현하는 방식이 업체마다 다른데, 대표적인 방식이 그림 9-1의 ZAULas 방식과 그림 10의 Jin Balance 방식이다. 그림 9와 그림 10의 방식은 모두 제어회로 및 전력증폭기 회로는 1개에 여러 개의 CCFL의 동시 구동이 가능한 방식으로 CCFL Backlight 구동시스템의 원가를 획기적으로 줄일 수 있는 기술이나, 아직 양산 시판되지는 못하고 대기업 중심으로 활발히 연구중에 있다.

이상에서 살펴보면, 대화면 LCD TV용 CCFL Backlight 구동시스템의 경우, 원가 절감을 위한 회로 Topology 및 제어 방식, 시스템 구현 방식 등 전력전자 기술 전반에 걸쳐 활발히 연구 개발 되고 있다.

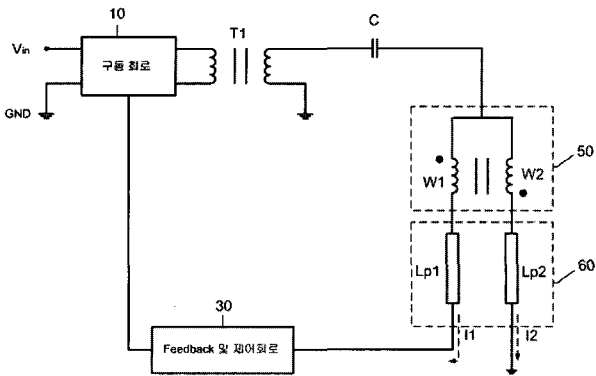


그림 9 전류평형형 트랜스포머를 사용하여 2개의 램프를 구동하는 방식

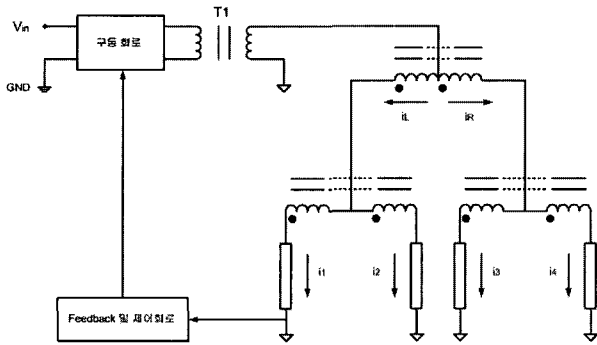


그림 9-1 ZAULas 방식

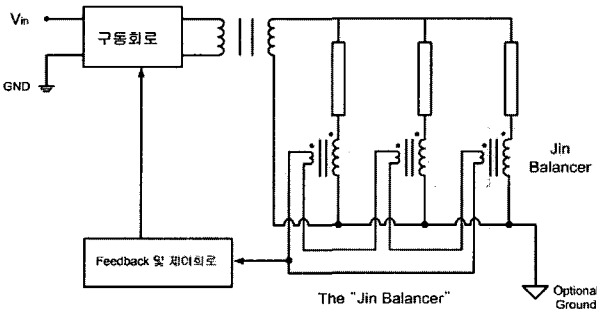


그림 10 Jin Balance 방식

3. External Electrode Florescent Lamp (EEFL) 와 FFL(Flat Fluorescent Lamp) Backlight 구동 시스템 기술 동향

앞서 언급한 바와 같이 백라이트의 가격 및 무게를 저감하기 위해서는 램프의 발광효율은 물론 기존의 도광판, 확산판 등을 최소로 축소할 필요가 있다. 기존의 TV용 Backlight는

소위 직하형 방식으로, 액정 패널 밑에 CCFL을 나란히 배열하는 형태이다. 그러나 이와 같은 직하형 방식의 Backlight는 사용되는 램프의 개수도 많고 또 램프의 개수만큼의 인버터 트랜스포머의 개수가 필요하기 때문에 가격 비율이 많이 높아지고 효율도 떨어지게 된다. 또한, 휘도의 균일도가 떨어져 고가의 무거운 도광판, 확산판 등의 적용이 필수적이고 이로 인한 추가 가격 상승을 야기하게 된다. 이러한 추가 가격을 낮추고 백라이트의 휘도 균일성을 최대한 유지하기 위해, 직하형 방식에 사용되는 램프의 방식을 새로 고안되어 나온 것이 EEFL(External Electrode Fluorescent Lamp)이라는 램프이다. 이 램프는 CCFL과는 달리 전극부를 가스 공간과 접촉시키지 않고 유리관 외벽에 형성시킨 형태이다. 현재 각 학계와 산업체에서 연구 개발중인 백라이트의 장단점을 다음에 소개하였다.

3.1 직하형 Backlight 구조

확산시트의 후면에 수 개의 형광램프를 일렬로 배치하는 방식으로 Edge light형 보다 휘도를 높이고 Uniformity를 개선한 방식이다. 직하형 Backlight 구조의 장단점은 다음과 같다.

- 장점 : - 디스플레이 사이즈가 대형화할수록 휘도가 낮아지는 단점을 보완할 수 있다.
 - 대형 화면의 LCD 구현시 채택 가능하다.
 - 무게가 가볍다. (LGP가 없음)
- 단점 : - 램프의 수가 늘어나므로 전력소모가 증가하고 가격이 높아진다.
 - 램프간 휘도 산포에 의해 전체적인 Uniformity가 변화하는 단점을 가진다.
 - Uniformity를 보완하기 위해 확산 sheet를 램프에서 어느 정도 이격하여 설치하므로 이격된 거리 만큼 BLU의 두께가 두꺼워져 LCD display의 장점인 박형구조를 유지 하기가 힘들어진다.

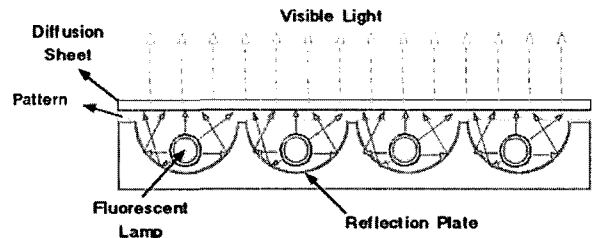
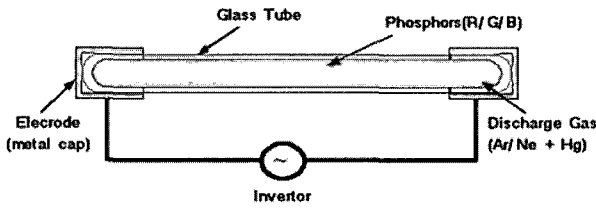


그림 11 직하형 Backlight 구조도

3.2 EEFL

직하형 BLU에 사용되는 램프로써 램프내부의 전극이 없는



Item	CCFL	EEFL	비 고
Voltage	低	高	-전극의 아차전방출 효과
Efficiency	高	高	-CCFL > EEFL
Life Time	短	長	-이온 충격(스퍼터링)에 의한 전극열화 -Lamp sealing부의 미세 리크
Current	高	低	-CCFL : capacitor 연결(인버터 출력단)
Multi-connection	bad	good	-CCFL : 병렬 연결 시 램프 간의 전류차 발생 -EEFL : Glass capacitance에 의해 자동제어

그림 12 EEFL 구조도 및 비교

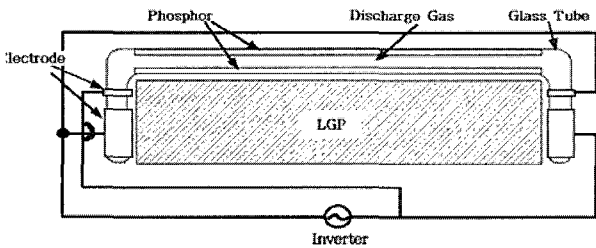


그림 13 비발광영역을 줄인 EEFL 구조도

형태로서 전극 열화에 의한 수명단축을 없앤 구조의 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp) 일종이다. 전극이 램프 외부에 있다고 해서 무전극 램프로 부르기도 한다.

EEFL은 그림 12에서처럼 전극이 램프 외부에 capacitor 모양으로 설치 되는 구조를 가진다. EEFL의 단점은 여러 램프를 연결하는 경우 램프간의 미세한 차(휘도)가 있다는 것이고 외부전극에 의해 발생하는 비 발광영역(dead space)이 있어서 LCD Backlight로 사용하기에 문제가 있다는 것이다. 즉 외부전극의 크기가 일정크기 이상이 되면 LCD 유효면적을 초과하는 램프 크기에 의해 디스플레이의 크기가 유효하면 보다 커져야 한다. 장단점을 요약하면 다음과 같다.

- 장점 : - 램프 간의 전압, 휘도 산포가 작다.
 - CCFL과 비교할 때 내부전극이 없고, 진공 sealing 신뢰성이 높기때문에 램프간의 전압편차가 적고, 휘도 유지 특성이 우수하므로 여러 개의 램프를 병렬로 연결할 수 있다.
 - 인버터의 수를 하나로 줄일 수 있다.
 - CCFL의 경우 여러개의 램프를 병렬로 접속하

는 경우 각 램프들에 대한 전류제어가 어려운 단점이 있으나 EEFL은 용량성 부하이기 때문에 병렬 연결이 가능하고, 전류 제어가 용이하다.

- 단점 : - 휘도상승시간이 비교적 길다.
 - CCFL 에 비해 전류가 낮은 편이므로 정상 휘도를 내는데 어느 정도 시간이 소요된다. 휘도는 램프의 온도, 수은 증기압, 램프 전류에 의존하므로 휘도 상승시간을 짧게 하기 위해서는 외부전극의 폭을 넓게 해야 한다.
 - 램프의 비발광 영역(dead space)이 넓다.
 - 고휘도를 얻기 위해서는 많은 전류가 필요하므로 외부전극의 면적을 넓게 하여 충분한 capacitance를 확보해야 한다. 이 면적이 커질수록 비발광영역 또한 넓어진다.

EEFL에서 문제가 되는 램프의 전극 면적을 크게 하면서 비발광 영역을 줄일 수 있는 방법은 램프의 끝단 전극 부위를 그림처럼 구부린 구조를 택하는 것이다. (그림 13) 하지만 이 구조는 램프의 제작단가가 상승하기 때문에 실질적으로 적용이 어렵다고 알려져 있다.

3.3 Flat Lamp(Dielectric Barrier 방전형)

LGP를 사용하지 않고 면 발광형의 형광램프를 배치하는 방식으로 Edge light형 보다 휘도를 높이고 Uniformity를 개선한 방식이다. 그림 14는 PDP의 제작 기술을 이용한 Backlight Lamp로서 장단점은 다음과 같다.

- 장점 : - 디스플레이 사이즈가 대형화할수록 휘도가 낮아지는 단점을 보완할 수 있다.
 - 대형 화면의 LCD 구현시 채택 가능하다.
 - EEFL을 사용한 직하형 방식과 비교할 때 램프간 휘도 산포가 거의 사라진다.
 - Edge light 방식에 비해 충분한 휘도를 얻을 수 있다.
 - 별도의 조립작업이 불필요하므로 제작비용이 감

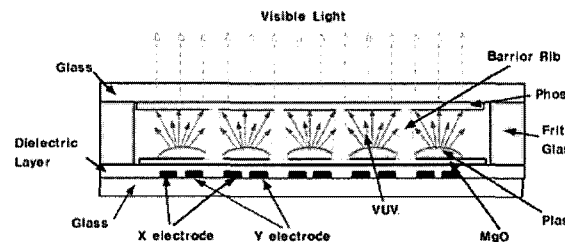


그림 14 Flat Lamp 구조도

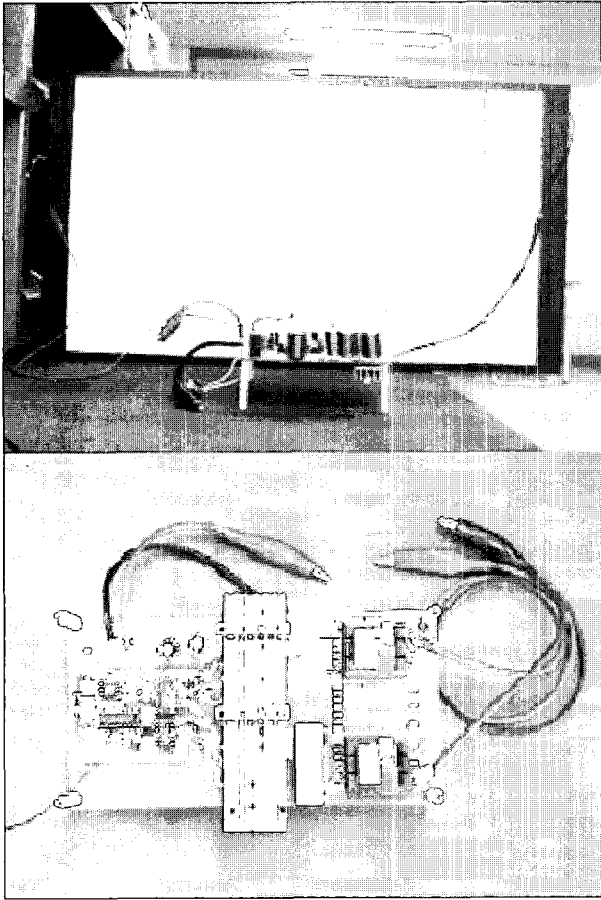


그림 15 구현된 32" LCD TV용 FFL Backlight 구동시스템

소한다.

- 얇은 두께로서 고 휘도의 대형 화면을 구현할 수 있다.
- EEFL의 경우 다수개의 램프 중 하나의 램프만이라도 불량으로 수명이 다하는 경우 전체 BLU를 교체해야 되지만, Flat Lamp의 경우 램프내의 방전 개스를 모든 방전채널이 공유하므로 램프 불균일에 의해 발생하는 수명감소 현상이 없어진다.

- 단점 : - Glass 원판을 사용해야 하므로 edge light 방식에 비해 무게가 증가한다.
- 휘도 안정 시간이 CCFL에 비해 상대적으로 길어진다.

초기에, EEFL은 램프의 수명을 연장하기 위하여 연구되어졌다. 이 때, EEFL은 적절한 밝기를 얻기 위하여는 수MHz


이상으로 동작시켜야 하는 것으로 이해되어졌다. 따라서, EMI 문제를 피할 수 없고 소모전력이 너무 커서 LCD에 적용할 수 없는 것으로 알려졌다.

최근에는 EEFL에 정현파 대신 인버터를 이용하여 펄스파를 인가함으로써 낮은 주파수로도 적절한 밝기를 얻을 수 있다는 것이 알려지고서는 LCD 광원으로 주요한 수단으로 등장했다. 무엇보다도 강력한 장점은 전극이 외부에 있음으로 인해 제조공정이 간단하고 수명이 늘어나며 한 개의 인버터로 구동이 가능하다는 점이다.

EEFL 구동을 위한 펄스파 인가 전압을 발생하는 인버터 회로 방식은 주로 Full Bridge 방식을 채용한다. EEFL은 방전 공간에 전극이 없고, 유리 벽에서 용량결합 외부전극으로 동작한다. 기존의 CCFL은 전류가 관 안의 금속전극을 통하여 방전 공간으로 직접 흐른다. 그러나, EEFL에서는 플라즈마 전류가 전극을 통하여 직접 흐르는 대신에 유리관에 내부 벽면에 축적된 전하가 번갈아 가며 방전된다. 현재까지 연구된 바로는 최대의 광효율을 얻기 위해 램프의 전류가 '영'으로 떨어지는 시점에서 인버터의 극성을 바꾸는 자기방전 동기 방식으로 인버터를 구동하고, 램프의 밝기를 인버터의 주파수를 변경하여 조절하는 방법이 논문 및 특허로 등록되어 있는 상태이다. 그림 15는 구현된 32" LCD TV용 FFL Backlight 구동시스템을 나타낸다. 구현된 구동시스템은 최대 밝기 8,000 cd/m², 최대 소비전력 130W의 성능을 가진다.

EEFL이나 FFL Backlight 구동시스템의 설계의 경우, 무엇보다도 광원의 방전 특성에 최적화된 구동 파형에 관해 연구가 되어야 한다. 근래에 관련 램프의 기술이 계속 바뀌는 추세여서 구동시스템을 구현하는데 어려움이 많다. 효과적이고 양산 가능한 Backlight Unit를 위해서는 램프 제작 업체와 유기적인 협동연구가 필요한 실정이다.

4. 결론

대화면 LCD TV 응용을 위한 Backlight 구동시스템은 원가 저감, 발광효율 개선, 소비전력 저감을 주요 목표로 연구 개발되고 있다. CCFL Backlight는 램프기술이 성숙하여 인버터 등 회로 부분을 원가 저감하는 방안이 활발히 연구되고 있고, EEFL이나 FFL Backlight는 램프기술의 발전과 병행하여 구동시스템 기술이 안정되는 단계에 있다. 근래에 탄소나노튜브, LED (Light Emitting Diode)등을 광원으로 사용하여 Backlight Unit을 구현하는 연구도 활발히 진행되고 있다. 결국은, 초기 점등 시간, 저온 점등 시간, 응답 속도, 양산성 등을 개선한 광원과 구동시스템 기술을 확보한 Backlight Unit가 시장에서 주류를 이룰 것으로 판단된다. 

참고문헌

- [1] 임성규, "LCD Backlight의 현황 및 전망", 한국정보디스플레이 학회지, 제 3권 제5호, 2002년 10월.
- [2] Chang-Hwa Lin, et al, "Application of soft starting technique to improve digital dimming behavior for backlight module", IEICE/IEEE INTELEC'03, pp.727-732, Oct. 2003.
- [3] Munisany Anandan et al, "Multiplicity of discharge channels for flat fluorescent lamp to backlight the color LCD", IEEE Trans. on. Electron Devices, vol39, no.6, June 1992.
- [4] GuangSup Cho, et al, "Self discharge synchronizing operations in the external electrode fluorescent multi lamps backlight", J.Physics D: Appl. Phys, 36(2003), pp.2526-2530.
- [5] Sheng Tai Lee, "Circuit structure for driving a plurality of cold cathode fluorescent lamps", US patent, US6,781,325 B2, Aug 2004.
- [6] Henly, "Apparatus and method for starting a fluorescent lamp" US paten 5,923,129, July 1999.

〈 저 자 소 개 〉



노정욱(盧政煜)

1971년 9월10일생. 1993년 KAIST 전기및전자공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기및전자공학과 졸업(박사). 2000년~2004년 삼성전자 책임연구원, 2004년~현재 국민대 전자정보통신공학부 조교수.