

# 액정 디스플레이 TV의 면광원 백라이트 기술

박해일 · 변진섭 · 이상유 (삼성전자(주) LCD 총괄 연구소)

액정 디스플레이(LCD: Liquid Crystal Display)의 대형화 및 저가격화와 더불어 전체 소비 전력의 90(%) 이상, 모듈(module) 원가의 50(%) 이상을 차지하는 백라이트에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 기존의 냉음극 형광램프를 이용한 백라이트 구조를 개선함으로써 원가를 절감하고 고품위의 품질을 달성하려는 노력의 일환으로 외부전극 형광램프 및 면광원(FFL: Flat Fluorescent Lamp)에 관한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 면광원은 고가의 광학 시트를 제거함으로써 액정 디스플레이의 원가를 크게 절감할 수 있는 기술로서 크게 각광 받고 있다.

## 1 서론

정보표시 소자(Information display device)는 정보화 및 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회로의 이행을 위한 핵심 분야이며 국가 전략 산업으로서의 역할을 담당하고 있다. 최근에 개발되고 있는 많은 디스플레이 가운데 액정디스플레이(LCD: Liquid Crystal Display)는 플라즈마 디스플레이(PDP: Plasma Display Panel) 및 DLP(Digital Lighting Processing) 프로젝션 TV과 함께 대화면 TV 시장에서 시장 확대를 위한 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 그 동안 액정디스플레이는 30인치 이하의 크기에서

확고한 기술 및 가격 경쟁력의 우위를 확보하고 있으며 30인치 이상의 대화면에서는 플라즈마 디스플레이가 우세하여 시장을 양분할 것으로 예상되어 왔다. 그러나 액정 디스플레이 분야의 급속한 기술 발전으로 인하여 최근에는 30인치 이상의 대화면 표시 분야에서도 기술적 경쟁력을 확보한 상태이다[1]. 그럼에도 불구하고 상대적으로 대화면 구현에서 수반되는 고비용으로 인한 낮은 가격 경쟁력으로 인하여 시장의 확대에 어려움을 겪고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 다양한 원가 절감 및 기술 혁신을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

액정 디스플레이의 구성 요소 중 백라이트는 비발광 디스플레이인 LCD의 광원 역할을 수행하는 것으로 액정 디스플레이가 대형화, 고화질화될수록 중요성이 증가하고 있다. 액정 디스플레이를 TV로 사용하기 위해서는 500(cd/m<sup>2</sup>)이상의 고휘도가 요구되는데 패널의 대화면화와 고정세화가 진행될수록 액정 패널의 개구율이 감소하여 광원에 요구되는 휘도 조건은 점차 높아지고 있으며 경쟁 디스플레이 대비 소비전력은 더욱 낮은 수준을 요구하고 있다[2]. 또한 동영상 화질 개선을 위하여 field sequential driving이나 blinking과 같은 구동 기술에 대한 연구도 활발히 진행 중인데 이와 같은 기술은 시간 및 공간 분할적인 개념으로 백라이트를 구동하기 때문에 휘도가 감소하게 된다[3]. 따라서 이와 같은 요구에

대응하기 위해서 백라이트의 저소비전력화, 고휘도화 등의 기술 향상 및 저가격화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 현재 개발되고 있는 면광원 백라이트의 종류 및 기술에 대해서 살펴보고 향후의 발전 방향에 대해 간략히 고찰해 보기로 하자.

## 2. 액정 디스플레이 TV 백라이트

### 2.1 액정 디스플레이 TV 백라이트의 구조

액정 디스플레이 백라이트는 광원의 위치에 따라 직하 방식(direct emitting)과 측면 방식(side emitting)으로 나눌 수 있으며 일반적으로 직하 방식은 대형 TV에 측면 방식은 모니터(monitor) 및 Note PC에 채용하고 있다[4]. 액정 디스플레이 TV의 백라이트는 직하 방식으로 그림 1과 같이 bottom chassis 위의 반사판 위에 다수 개의 선형 광원을 배열하고 이를 이차원으로 확산시켜 균일한 광 출사를 확보하기 위하여 2~3(mm) 정도의 확산판(diffuser plate)과 0.1~0.2(mm) 정도의 확산시트(diffuser sheet)를 1~2장 올린 후 휘도 향상을 위한 프리즘(BEF; Bright Enhancement Film) 시트 및 반사형 편광시트(DBEF; Double Brightness Enhancement Film)를 사용하는 구조이다[5].

현재 백라이트에서는 저소비전력화와 같은 전기 광학적 특성의 향상과 광학 시트의 제거 등과 같은 원가 절감 노력이 동시에 활발히 진행 중인데 백라이트의 구조는 대부분 광원의 종류에 따라 각기 다른 구성이 가능하기 때문에 기존 기구의 개선과 더불어 새로운 광원을 개발하려는 노력이 활발히 진행되고 있다. 더불어 광원뿐만 아니라 여러 개의 시트(sheet)를 일체화하는 다기능 시트(multi functional sheet)의 개발 등 광학 부재를 개선하려는 움직임 또한 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 백라이트 기술 중 최근에 활발히 발

표되고 있는 면광원 기술 및 개발 동향에 초점을 맞추어 기술하고자 한다.

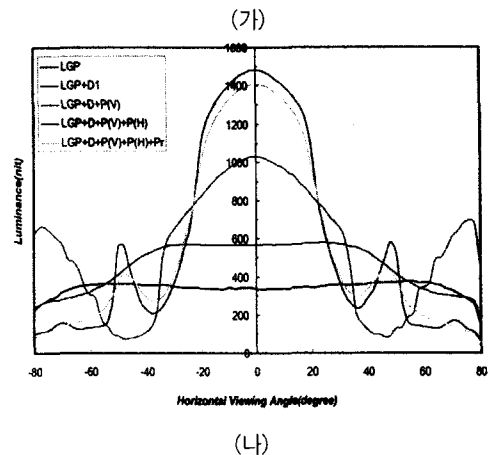


그림 1. 액정 디스플레이 TV의 백라이트 구조(가) 및 sheet 구성에 따른 광 분포(나)

### 2.2 액정 디스플레이 백라이트 광원의 요구 조건

광원을 LCD TV의 백라이트로서 사용하기 위해서는 일반조명에서 요구되는 특성 이외의 여러 가지 전기, 광학 및 기구적 특성을 만족시켜야 한다. 광원에서 발산된 빛은 그림 2에서 보는 바와 같이 백라이트의 다양한 시트류 및 액정 패널을 거치면서 빛의 손실이 발생하는데 액정 패널에서의 투과율을 4[%]로 가정할 때 표면 휘도가 550(cd/m<sup>2</sup>)이 되도록 하는 면

특징: 평판 디스플레이 및 디스플레이용 광원 기술

광원의 휘도는 대략 13,500(cd/m<sup>2</sup>)이어야 한다(2). 일반적으로 광 이용률은 대략 3~5(%) 수준이며 주요 광 손실부는 Light guide, polarizer 및 color filter이다. 액정 패널의 투과율은 액정 mode 및 resolution에 따라 다르며 고정세화가 될수록 점차 감소하는 추세에 있어 백라이트 광원은 점차 높은 휘도를 달성하여야 한다.

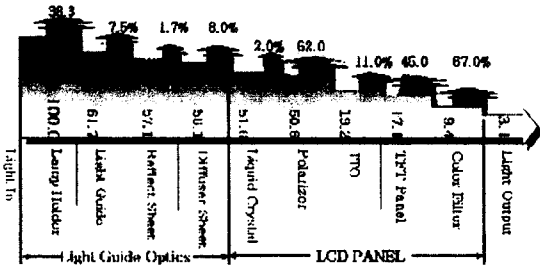


그림 2. 액정 디스플레이 부재(部材)의 투과율

따라서 모든 시트류를 제거하는 것이 최선의 방법이나 그렇지 못할 경우에는 구성하는 시트의 사양(specification)에 따라 광원의 목표 휘도를 결정하도록 해야 한다. 휘도를 결정할 때 또 다른 중요 고려사항은 색좌표이다. 디스플레이 경우 색좌표는 패널 부를 기준으로 spec을 정하는 것이 타당하며 시트 구성에 따라서도 변하기 때문에 정확한 램프의 색좌표를 논하는 것이 부적절하지만 대략적으로 비교해볼 때 일반 조명은 6,500[K](x=0.30, y=0.35) 정도의 색 온도(color temperature)를 목표로 하는데 반하여 LCD TV 백라이트의 광원은 100,000[K] 이상(x=0.25, y=0.23)의 색 온도를 요구한다. 색

좌표의 변화에 따라 x값이 0.01내려갈 때마다 0.5(%), y값이 0.01 올라갈 때마다 3(%의 휘도 상승이 발생하기 때문에 휘도 및 효율을 비교함에 있어서 반드시 색좌표를 고려해야 한다. 이는 일반적으로 램프 상호간의 효율 및 휘도를 비교함에 있어서 가장 보편적으로 접하게 되는 오류이다.

또한 저휘도 영역에서의 계조(Gray scale capability)를 향상시키고 소비 전력을 감소시키기 위해서는 dimming 능력을 갖추고 있어야 한다. 현재 LCD TV는 8(bit) 구동으로 256 계조를 구현하고 있는데 계조 특성을 만족시키기 위해서는 백라이트의 광원 역시 휘도 수준을 조절할 수 있어야 하며 요구되는 dimming range는 20~100(%)이다. 소비 전력의 저감은 LCD 뿐만 아니라 모든 디스플레이에서 중요한 과제이다. 특히 LCD TV의 경우 백라이트가 전체 소비전력의 90(%) 이상을 차지하기 때문에 광원에서의 저소비 전력화는 핵심 요구 사항이라 할 수 있다. 이 때 주의할 사항은 LCD의 경우 저온(20(°C))에서도 점등이 가능해야 하기 때문에 최소 dimming(20(%)) 조건에서도 점등이 가능하도록 최소 전력을 설정해야 한다. 수명 측면에서는 Note PC 및 모니터와 비교하여 장수명인 50,000시간 이상을 보증하여야 한다(2).

### 2.3 면광원 백라이트의 개념(concept)

차세대 광원 기술로써 면광원에 대한 연구가 지난 수년간 꾸준히 진행되어 왔다. 면광원 기술은 기존의 CCFL(Cold cathode fluorescent lamp),



그림 3. 면광원의 개념

EEFL(external electrode fluorescent lamp) 및 HCFL(Hot cathode fluorescent lamp)과 같은 일차원적인 선형 램프를 이차원의 광원으로 전환하여 기존의 백라이트에서 사용하는 시트(sheet) 수를 감소시킴으로써 원가 절감을 이룰 수 있을 뿐만 아니라 시트에서 발생하는 광 손실의 감소를 통하여 광속(flux)를 증가시켜 소비 전력 저감 및 고휘도의 품질 특성을 달성하려는 목적으로 연구되어 왔다.

면광원은 격벽 형태의 스페이서(spacer) 존재 여부에 따라 serpentine 구조와 True(T)-면광원으로 나눌 수 있으며 수은의 사용 여부에 따라 수은과 무수은 면광원, 전극의 배치 방법에 따라 내부 전극 및 외부 전극 면광원으로 분류할 수 있는데 실질적으로 면광원을 구현할 때 상호 개념이 혼합된 형태로 나타난다. 이에 본 논문에서는 면광원을 구현함에 있어 부딪히게 되는 개별적인 요소 기술을 중심으로 기술하도록 하겠다.

### 3. 면광원 기술

최초의 면광원은 사형(serpentine) 구조를 채택하고 channel의 양단에 필라멘트 전극을 설치한 구조로서 방전기체로서 수은을 사용하였다(1946)[6]. 이 후 일반 조명 및 백라이트 용도를 위하여 수 많은 형태의 면광원에 관한 연구가 진행되었으나 실질적으로 대형 TV의 백라이트로서 상품화에 성공한 것은 최근의 일이다(2003)[7]. 삼성전자 및 삼성코닝은 공동으로 수은을 사용한 32인치 백라이트용 면광원의 개발을 발표하였는데 이는 학계를 중심으로 이루어지던 무수은 면광원의 개발에서 업체를 중심으로 한 수은을 이용한 광원의 개발로 연구 방향을 전환시키는 시발점이 되었다. 이 후 금창전자, 엘에스테크 등에서 수은을 이용한 대형 면광원을 오스람에서는 무수은을 이용한 32인치 면광원의 개발을 발표하였다(2004)[8].

### 3.1 자외선 방사 기체(수은 면광원과 무수은 면광원)

2003년 이전의 면광원이 대부분 147(nm)의 공진선(resonance radiation)과 173(nm)의 엑시머선(excimer)을 이용한 무수은 램프의 개발에 초점을 맞추어 개발되었던데 반하여 최근의 면광원은 대부분 수은(Hg)을 자외선 방사 물질로 사용하고 buffer gas로서 네온(Ne)과 아르곤(Ar)을 사용하고 있다[9][10]. Buffer gas는 방전 공간 내 전자 및 수은 이온의 확산(ambipolar diffusion) 속도를 제어할 통하여 전자 운동 에너지가 최적화 될 수 있도록 압력과 조성을 조절하여야 한다. 일반적으로 양광주에서의 최적 전자 운동 에너지는 1~1.5(eV)로 알려져 있다[11]. 표 1은 무수은 램프에 대한 수은 램프의 장단점을 비교한 것이다[12]. 수은은 다른 기체와 비교하여 자외선 발생 및 형광체에서의 가시광선 전환 효율이 우수한 것으로 알려져 있는데 이는 수은의 여기 에너지(4.6(eV))가 제논의 여기 에너지(8.3(eV))에 비교하여 작아 resonance level로의 여기가 용이하며 장파장으로 가시광선 변화 시 열 손실(heat loss)이 적기 때문이다[13]. 그러나 수은을 사용할 경우 수은 증기압이 주변 온도에 민감하기 때문에 온도에 따라 휘도 특성이 크게 변화하는 문제점이 있다. 이것은 수은의 환경 유해성과 더불어 수은 광원이 가지고 있는 가장 큰 문제점 중의 하나로 -20(°C)(dimming 20(%))에서도 정상 점등을 해야 하는 LCD 백라이트의 경우 중요한 기술 극복 과제이다. 이를 해결하기 위해서는 정상 구동 전류와 비교하여 초기 구동 전류를 증가시켜 저온에서도 적정 이상의 수은 증기압을 유지할 수 있도록 하여야 하는데 고전류 구동 시 인가되는 고전압에 의하여 전극의 스퍼터링이 증가하고 순간적인 자외선양의 증가로 수명이 단축되는 등이 문제점이 있다.

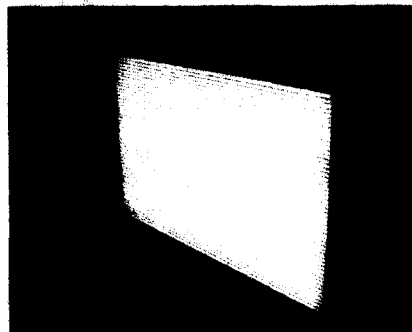
표 1. 수은 램프의 장단점 비교

장점
낮은 여기 및 이온화 에너지 장파장 형광체에 손상을 적게 줌 수은 방전에 의한 형광체의 효율이 좋음 높은 휘도 높은 효율
단점
아말감 사용함 형광체 및 유리 벽으로의 흡착 환경에 유해함 온도 의존성이 있음 낮은 온도에서 구동하기 어려움

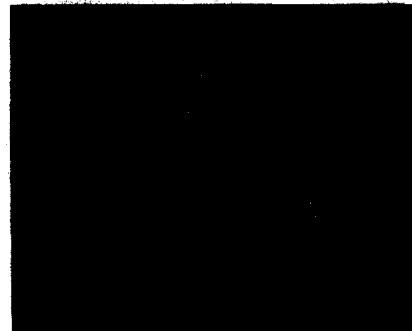
그럼에도 불구하고 기존의 CCFL 백라이트와 비교하여 동일 휘도 및 효율을 달성할 수 있는 방안으로서의 대안이 부재하기 때문에 거의 모든 업체들이 방전 기체로서 수은을 사용하고 있다.

수은 면광원의 온도 의존성과 환경 문제에 대한 해결책으로서 무수은 램프를 개발하려는 노력이 계속돼 왔다. 액정 디스플레이에 사용되는 램프는 2006년 7월에 발표되는 RoHS에 의한 수은, 납, 카드뮴 등 각종 오염 물질에 대한 환경 규제의 예외 조항이기는 하나 이에 대한 적극적인 대응으로서 무수은 램프를 개발하려는 연구가 진행 중이다. 대부분의 무수은 램프는 제논 기체의 공진선인 147(nm)와 엑시머인 173(nm)를 이용하고 있는데 이것은 불활성 기체 중 가장 장파장을 방사하는 기체가 제논이기 때문이다. 그러나 제논을 사용할 경우 가시광선으로 변환 시 장파장인 수은과 비교하여 변환 손실이 크고 전체 플라즈마 영역에 대하여 음극 강하 영역에서의 전력 소모량이 많은 negative glow 영역을 사용하기 때문에 전력 소비 비율이 높으며 발생 자외선이 주변의 많은 양의 제논에 의하여 재흡수 되는 imprisonment (photon trapping) 현상이 발생하기 때문에 수은 램프에 비교하여 효율이 낮을 수 밖에 없는 한계를 가

지고 있다[11]. 그럼에도 불구하고 온도 의존성이 없고 환경 친화적이라는 장점을 가지고 있기 때문에 오스람(OSRAM)에서는 제논 방전을 이용한 32인치 무수은 면광원을 발표하였다(2004)[8]. 효율은 30(lm/W)이며 소비전력이 높아 발열이 심하여 디스플레이 백라이트로서 사용하기 아직 어려운 상황이다. 액정 디스플레이에서 액정이 대략 70(°C) 정도에서 상전이(phase transition)가 발생하기 때문에 백라이트는 가능한 낮은 온도에서 구동할 수 있도록 설계되어야 한다. 이외에도 무수은 면광원에 관한 많은 보고가 있으나 아직까지 현 수준을 넘어서는 결과는 보고된 바 없다. 장파장의 새로운 방전 가스 및 형광체 효율의 개선이 이루어지지 않는 이상 현 수준 이상의 특성을 얻기는 힘들 것으로 보인다.



(가)



(나)

그림 4. 초기 형태의 수은 면광원(삼성코닝)(가) 무수은 면광원(OSRAM)(나)

### 3.2 스페이서(spacer) 또는 격벽 제조 기술

면광원을 구현하기 위해서는 진공 유지 및 방전 공간 확보를 위하여 스페이서(spacer) 혹은 격벽을 필요로 한다. 방전공간 내에 플라즈마를 형성하면 플라즈마 내부의 불안정성(instability)에 의하여 플라즈마의 양광주(positive column)가 하나 혹은 수 개의 수축된(contractd) 규칙적인 채널로 형성되는 현상이 자주 발생하며 제논을 방전 기체로 사용하는 플라즈마에서는 특히 자주 발생하는 경향이 있다.

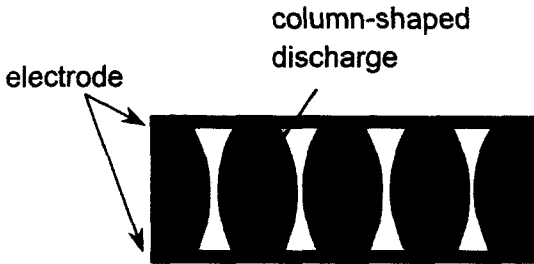


그림 5. 면광원에서의 plasma contraction[14]

이와 같은 현상을 plasma의 contraction이라고 부르는데 발생 요인으로는 주로 국부적인 영역에서의 전류 밀도 증가에 의한 local heating으로 설명하고 있다[15]. Contraction을 방지하기 위한 한 가지 방법은 방전 공간 내에서 전류 밀도의 상승을 막도록 방

전 전류를 제거하는 것이다. 본 목적을 달성하기 위한 방법으로서 (1) 구동 전압의 펄스 폭을 짧게 하는 것, (2) 펄스의 상승 속도를 빨리 하는 것, (3) 펄스 유지 시간을 늘리는 것, (4) 펄스 전압을 낮추는 것 등과 같은 방법이 제안되었다. 이러한 방법의 개념은 짧은 시간 안에 플라즈마를 발생시키고 방전 전류가 중성 기체를 가열하기 이전에 방전 전류를 제거하는 것이다[12][16]. 전술한 방법으로 적정한 구동 조건을 찾으면 방전 공간 전면에 걸쳐 균일하게 방전시킬 수 있는 영역을 찾을 수 있다. 이러한 현상은 ball과 같이 국부적인 영역만을 지지하는 스페이서를 사용하는 경우 자주 발생한다. 그러나 이와 같은 방법은 안정적인 구동 영역을 찾기가 쉽지 않은 뿐만 아니라 안정 영역이 작다는 문제점이 있다.

Plasma contraction을 해결하기 위한 또 다른 방법은 물리적인 격벽을 설치하는 것이다. 압력 및 가스 조성에 따라 적정 간격으로 방전 공간을 설정하면 앞에서 설명한 것과 같은 현상을 방지할 수 있다. 현재 대부분의 면광원에서는 진공 유지 및 plasma contraction의 방지를 위하여 격벽을 설치한다. 격벽 공정은 업체에 따라 여러 가지 형태로 이루어지고 있다.

그림 6에서 볼 수 있는 바와 같이 다양한 형태 및 공정이 가능하며 개별 공정을 살펴보면 다음과 같다.

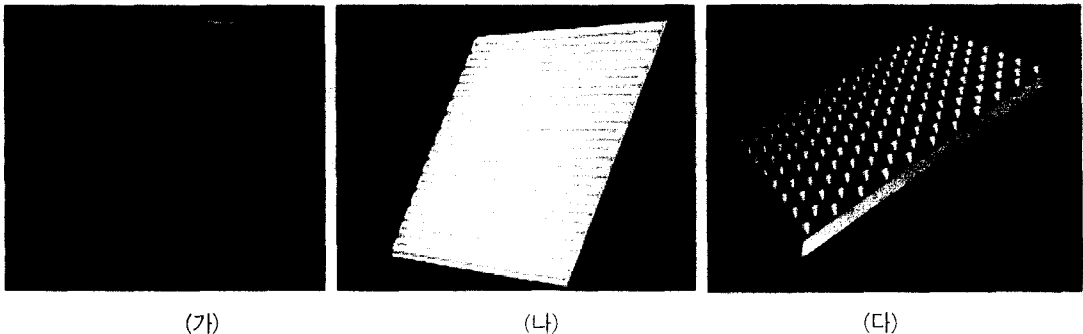


그림 6. 격벽 형성 형상. dipensing에 의한 격벽(가) serpentine 구조의 성형 유리(나) 오스람의 planon II의 성형 유리(다)

초기의 격벽의 설치 방법은 PDP와 같이 유전체 물질을 스크린 프린팅하거나 dispenser를 이용하여 설치하는 방법, 유리 막대 혹은 유리관을 frit을 이용하여 상하판에 고정시키는 방법과 두꺼운 유리를 원하는 형상의 방전공간으로 grinding하거나 sand blasting 하는 방법 등이 있다. 또한 그림 6 (나)와 6 (다)에서 볼 수 있는 바와 같이 원하는 형상의 금형을 가공하고 열을 가한 후 면유리를 진공으로 흡착하여 성형하는 방법 등이 있다. 현재 면광원을 구현함에 있어서 주로 사용하는 방법은 사용하는 플라즈마의 영역이 부글로우인 경우 ball spacer나 그림 6 (다)와 같은 형상을 사용하며 양광주 플라즈마를 이용하는 경우는 대개 유리 막대를 접착하거나 그림 6 (나)와 같은 형상의 성형된 유리를 사용한다. 스크린 프린팅은 면광원의 방전 높이가 PDP에 비교하여 매우 높기 때문에 공정수가 크게 증가하는 단점이 있으며 또한 열처리 과정에서 격벽의 팽창 및 수축에 의한 응력의 증가로 유리가 파괴되거나 높이를 정확하게 조절하기가 힘들다는 문제점이 있다. 이와 달리 유리 막대를 사용하는 경우 높이의 조절은 용이하나 작업이 용이하지 않다는 단점이 있다. 이와 비교하여 성형 유리를 사용하는 방법은 초기 설비 투자비가 요구되나 공정을 단순화해 생산성을 향상시킬 수 있으며 다른 격벽과 비교하여 면광원의 무게를 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다. TV에서 제품의 무게를 줄일 수 있다는 것은 제품의 부가 가치의 확대 측면뿐만 아니라 운송비 등의 부가적인 비용의 감소를 가져올 수 있다. 각 공정에 따라 수반하는 장단점과 달리 공통적으로 해결해야 할 문제도 있다. 격벽부에서 빛이 발생하지 않기 때문에 생기는 광원의 불균일성 문제로 격벽의 간격 및 방전 공간의 형상에 따라 다른 현상을 나타내게 된다. 따라서 공정 선택 시 백라이트의 두께까지를 고려한 설계가 필요하다. 이는 면광원을 구현함에 있어서 겪게 되는 가장 큰 기술적 장애물 중의 하나이다.

### 3.3 전극의 배치

면광원은 다양한 분류가 가능하겠으나 CCFL과 같이 hollow cathode를 사용하는 구조와 EEFL과 같은 외부전극을 사용하는 것으로 구별할 수 있다. 그림 7은 hollow cathode를 이용한 면광원의 대표적인 사례이다[6][17]. 그림 7 (가)는 serpentine 구조의 방전 공간의 채널 양 끝에 hollow cathode를 설치한 구조로 양광주의 길이가 길어짐에 따라 플라즈마 효율이 증가하는 장점이 있으나 방전 전압이 높고 대전류로 사용하기 때문에 고압 및 누설 전류에 대한 대책이 필요하고 트랜스가 커지며 광원을 대형화하기 힘든 단점이 있다. 대형화의 단점을 극복하기 위해서 타일식으로 접합하여 30인치 면광원을 발표한 사례가 있으나 이에 따라 인버터 수가 증가하는 등의 문제점을 수반한다.

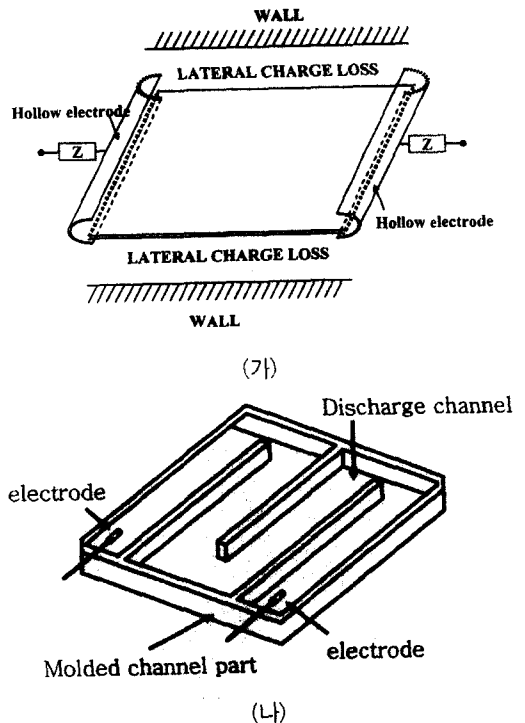


그림 7. Hollow cathode를 이용한 면광원. serpentine 구조의 면광원(가)과 T-FFL(나)



그림 8. 외부전극을 이용한 면광원(OSRAM, 출처 : SID 2004 발표자료)[8]

다른 형태로서 그림 7 (나)와 같이 U자 형상의 전극을 가지고 있는 면광원이 발표되었다. 그러나 중앙부와 비교하여 측면부에서의 전하 손실이 많이 발생하기 때문에 휘도가 불균일한 문제가 발생하였으며 대안으로서 hollow electrode를 분할(segment)하여 각각 외부 가변 저항을 연결하여 전류를 제어하는 방식을 발표하였다[18]. 이와 같은 구조를 사용하는 경우 방전관 내 플라즈마가 부특성(negative resistance)을 가지고 있기 때문에 각 채널에 대하여 과전류의 제어가 필요하며 이를 위해 저항을 사용하는 경우 저항에서의 열 손실이 많고 장시간 구동 시 병렬 구동에 어려움이 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위한 방안으로서 유전 장벽 구조의 외부전극 면광원에 관한 연구가 최근에 활발히 이루어지고 있다. 외부 전극 면광원은 전극을 유리관 외부에 설치하고 교류전원을 인가하여 발생하는 플라즈마에 의한 유리 벽에서의 이차 전자 발생과 벽전하(wall charge)를 이용하여 구동한다. 가시광을 방사하는 기본 원리는 냉음극 형광램프와 동일하나 유리가 콘덴서의 역할을 수행하여 부특성 플라즈마를 제어할 수 있기 때문에 면광원 전체를 하나의 인버터만으로 구동할 수 있어 원가를 절감할 수 있는 장점이 있다. 또한 유리벽의 내스퍼터성이 금속보다 우수하기 때문에 장수명 램프의 제작이 가능하고 조립 공정이 단순하고 기구의 신뢰성 및 양산성이 높

은 장점이 있다.

최근에는 full bridge 방식의 구동 인버터가 개발되어 저전압 구동이 가능하기 때문에 전극부에서의 열 발생을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 누설전류를 감소시키는 것이 가능하다.

지금까지 면광원을 구현함에 있어서 검토해야 할 사항들 중 몇 가지에 대하여 간략하게 기술하였다. 이외에도 LED에 대한 대응책으로서 색재현성 범위 확대, 면광원 균일도 확보, 대면적에서의 누설전류에 대한 대책, 저온 점등, 초기 점등 시 saturation time 등 보다 많은 사항들에 대한 검토가 필요하다.

#### 4. 결 론

액정 디스플레이의 대형화 및 저가격화가 진행됨에 따라 원가 절감 및 특성 향상을 위하여 면광원에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 결과 면광원 제품화에 있어 장벽으로 여겨지던 많은 기술들이 학계 및 업체의 노력으로 해결되어감에 따라 여러 업체들이 속속 면광원의 상품화를 발표하고 있다. 그럼에도 불구하고 아직까지 해결해야 할 과제가 남아 있는 상태이다. 한편으로 면광원 뿐만 아니라 기존의 CCFL이나 새로운 기술로서 EEFL, LED와 같은 백라이트 기술도 계속해서 출현하고 있으며 기술 개발 및 원가 절감을 통하여 차세대 백라이트 시장의 선점을 위한 노력



을 계속하고 있다. 현재까지 어느 하나도 확실한 우위성을 확보하지 못하고 있으나 가격 파괴적이고 백라이트의 특성을 향상시킬 수 있는 기술이 차세대 백라이트로서의 위치를 차지할 것이다. 그러나 이러한 노력은 시장에서 경쟁 디스플레이에 대한 액정 디스플레이 TV의 우위 확보라는 커다란 전제하에 이루어질 것이며 각 광원간의 장단점을 보완하고 흡수하려는 노력이 보다 나은 소자로서 액정 디스플레이를 만드는 데 일조하는 방향으로 연구가 진행되기를 기대한다.

### 참 고 문 헌

- [1] Y. Yoshida, H. Furukawa, M. Ueno, E. Ikuta, S. Daly, X. Feng, I. Sezan, Y. Kikuchi, T. Fujine, M. Sugino, Proceedings of the 24th Intl Display Research Conference, pp. 30(2004).
- [2] S. Mikoshiba, 2002 SID Korea chapter seminar.
- [3] E. Y. Oh et al., Proceedings of the 24th International Display Research Conference, pp. 799 (2004).
- [4] M. Anandan, SID2001 Seminar lecture notes (June 8), pp. F2/37.
- [5] J. H. Kim et al., Proceedings of the 24th International Display Research Conference, pp. 795 (2004).
- [6] John E. Holmes, US Patent No. 2, 406, 146, Aug. 20 (1946).
- [7] In Sun Hwang et al., SID Intl, Symp. Digest Tech, (2003).
- [8] L. Hitzschke et al., SID 04 Digest, pp.1322 (2004).
- [9] Hidhiko Noguchi et al., SID 00 Digest, pp. 935 (2000).
- [10] Jeong Hyun Seo et al., J. Appl. Phys., 88, pp.1257 (2000).
- [11] J. F. Waymouth, ELECTRIC DISCHARGE LAMP, MIT Press (1971).
- [12] Shigeo Mikoshiba, SID' 01 digest, pp.286 (2001).
- [13] 이종덕 외, 디스플레이공학 I, 청범출판사. pp. 419 (2000).
- [14] T. Shiga et al, SID' 04 digest.
- [15] Raizer, « Gas Discharge Physics», Chapter 9, Springer-Verlag (1991).
- [16] R. P. Midren and R. J. Carman, J. Phys. D:Appl. Phys., 34, L1 (2001).
- [17] M. Anandan, IEEE Trans. Electron Devices, 39 (6) (1992).
- [18] M. Anandan and D. Ketchum, Proceeding of the Society for information display, pp. 137-140. 32 (1991).

### ◇ 저 자 소 개 ◇



**박해일(朴海日)**  
연세대학교 금속공학과 공학박사.  
현 삼성전자 LCD연구소 책임연구원.



**변진섭**  
현 삼성전자 LCD 총괄 연구소 재직.



**이상유(李相裕)**  
텍사스 오스틴 물리학과 이학박사.  
현 삼성전자 LCD 연구소 수석연구원.