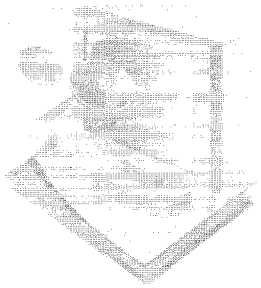


조명산업의 현황과 미래

윤만순 연구교수 (국립충주대 신소재공학과/RIC)

1. 국내외 조명산업의 현황 및 전망

1.1 조명산업

세계 조명 시장규모는 현재 약 1,000억불로서, 년간 3.2 % 이상 성장하고 있으며, 국내 대기업의 램프 제조업 규제로 인하여 오스람, 실바니아, GE 등 다국적 기업에 의하여 국내 조명시장은 낙후되어 있다. 세계의 램프 연간사용량은 3천억 개로 72조의 시장을 형성하고 있으며, 이로 인한 연간 소비전력은 2조 1천억 kWh로 전체 전력의 12~15 %을 소비하고 있다. 또한, 조명사용으로 인하여 년간 17억 톤의 CO_2가 배출되고 있어서, 이를 줄이기 위하여 램프의 효율향상에 기술력을 집중하고 있다. 또한, 기존의 형광등이라 불리는 열 전자 방출 형 램프의 경우 25 mg ~ 30 mg의 수은을 사용하고 있고, 램프수명 역시 8,000 hr 이하로 짧아, 이로 인한 환경오염 역시 심각한 상황이다. 일례로 램프의 효율을 25 % 향상시키면, 년간 2,500억 kWh의 전력이 절감되고, 1억 5천 톤의 CO_2 절감 효과가 있으며. 이에 따라 유럽 등을 선두로 하여 환경오염 방지를 위하여 광고용 조명에 기존 열 전자방출형 형광램프의 사용을 규제하고 있다. 조명기기산업은 세계적으로 규모가 증대되고 있으며, 조명제품은 필립스 (네덜란드), 오스람 (독일), GE (미국)가 세계 조명 램프 시장의 56 %를 점유하고 있으며, 일본의 도시바, 미쓰비시를 포함하면 70 %에 이르고 있어, 국내 산업 가운데 수입의존도가 높은 산업이다. 조명기구 시장은 서로 난립하는 경쟁구도를 보이며, 마쓰시다 고이토, 구퍼 등이 높은 점유율을 보이고 있다.

국내 조명기기 산업은 전세계 시장의 2 % 수준이며, 순위로는 27위 정도의 규모를 가지고 있으며, 필립스, 오스람, GE가 램프시장의 60 % 점유하고 있고, 국내 기업으로는 금호전기 (6.8 %), 필룩스 (1.5 %), 우리조명 (0.4 %) 정도의 시장 점유율을 나타내고 있다. 가정용, 산업용, 상업용에 주로 사용되었던 백열전구와 형광등은 기술적인 개선은 되었으나, 환경문제, 고유가 등의 문제로 인하여 한계성을 보이고 있으며 새로운 광원의 요구가 증대되고 있는 실정이다.

조명산업 전망은 향후 10년간 고효율, 친환경적인 신광원에 대한 개발이 활발할 것이며, 주도권 확보를 위해 치열한 경쟁을 할 것으로 전망된다.

1.2 Back Light Unit (BLU)

(1) 디스플레이산업과 Backlight기술

디지털기술을 기반으로 하는 정보화 사회에 수많은 정보가 전기신호로 저장되어 원하는 시간과 원하는 장소에서 열람이 가능하게 되어 가고 있다. 이러한 전기신호화 된 정보는 직접 볼 수가 없으며, 디스플레이 장치를 통하여 사람이 인식할 수 있는 형태로 변환되어 표시 되게 된다. 디스플레이 산업은 이러한 디스플레이 전반에 관련된 산업을 말하며, 우리나라가 CRT와 LCD분야에서는 점유율 1위, PDP 분야에서는 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 현재 막대한 시장규모가 형성되어 있음에도 향후 기술발전과

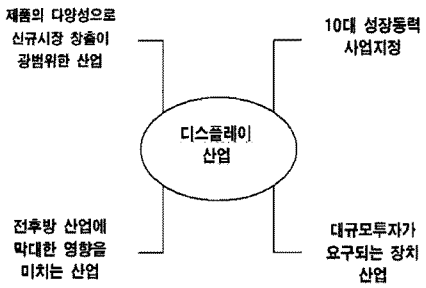
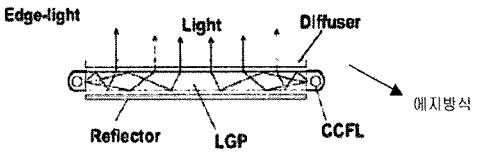


그림 1. 디스플레이 산업의 특징.

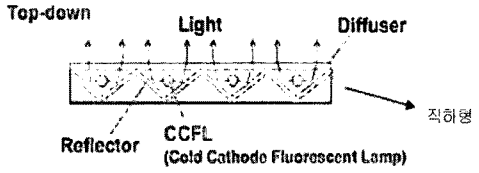
시장성장잠재력이 매우 큰 산업으로 평가되어 정부에서는 차세대 동력 산업 중의 한 분야로 디스플레이 산업을 선정하여 지원육성하고 있다.

CRT와 프로젝션 방식이 주도하던 모니터와 TV 시장은 LCD와 PDP등 평판 디스플레이 제품들이 빠르게 잠식하고 있는데, PC용 모니터의 경우 지난해 LCD가 CRT보다 더 높은 시장점유율을 차지하여 주력기술의 입자를 굳히고 있다. 또한 대형 디스플레이분야에서도 가격의 하락과 더불어, 삼성과 소니의 합작사인 S-LCD가 탕정에 7세대라인의 구축을 완료하고 본격적인 양산에 돌입하였고, Sharp가 Kameyama에 건설중인 8세대 라인이 가동을 시작함에 따라 가격하락 폭이 더욱 가속화되어 평판 디스플레이 기술이 TV시장을 주도하리라는 전망이 확실시되고 있으며, 오는 2009년에는 CRT-TV을 추월할 것으로 전망되고 있다. 이와 같은 TFT-LCD 디스플레이 시장이 급성장하게 됨에 따라 요소부품기술 개발이 필수적으로 수반되어야 함은 자명하리라 판단된다.

TFT-LCD는 각종정보의 표시소자이면서도 자체 발광원이 없기 때문에, 그 후면에 광원을 두어 LCD 화면 전체를 밝혀주는 별도의 Unit가 필요하며 이때, 이 빛을 제공하여 주는 장치를 Back Light Unit (BLU)로 정의한다. 소형 디스플레이에 사용되는 에지 방식과 대형 디스플레이에 사용되는 직하 방식의 BLU를 그림 2에 나타내었다.



(a)



(b)

그림 2. BLU의 에지방식과 직하방식의 구성도.

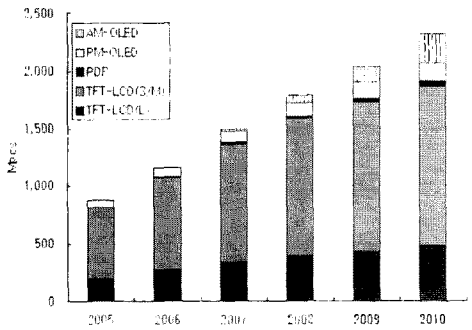
BLU에 사용되는 광원 종류는 사용되는 형광램프에 따라 전기냉광 (Electro Luminescent : EL)방식과 열음극관 (Hot Cathode Fluorescent Lamp : HCFL) 방식, 냉음극관 (Cold Cathode Fluorescent Lamp : CCFL)방식, 외부전극 (External Electrode Fluorescent Lamp : EEFL)방식 등 4가지로 분류할 수 있다.

표 1. 형광램프에 따른 광원 분류 및 특성.

구분	특성
전기냉광(EL)방식	5인치 이하의 소형 LCD에 사용
냉음극관(CCFL)방식	5인치~47인치까지 사용
외부전극(EEFL)방식	LCD TV용으로 사용 가능

(2) 시장동향

10.4" 이상의 LCD 세계시장 규모는 206.2백만 개로 대략 16억 개의 CCFL Lamp을 사용하고 있다. BLU 분야에서는 한국 및 일본이 주도를 하여 현재 50"까지 상용화되어 사용되고 있다. 세계시장의 48%을 차지하고 있는 대만의 경우 지금까지 32" 이하의 제품을 출시하였으나, 금년 이후 대화면 TV의 출시를 위해 BLU 및 광원의 개발에 박차를 가하고 있다. 2006년 세계 총 CCFL 램프시장은 LCD TV 기준하여 12억 1,900만개이며, 기타 램프 (광고 등)을 포함하면 20억 개 수준이다. 국내외의 디스플레이 관련 현황을 살펴보면 다음과 같다.



(a)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TFT-LCD(L)	200.7	269.6	335.1	390.5	484.2	478.9
TFT-LCD(S/M)	610.6	802.5	1009.9	1196.4	1301.2	1284.9
PDP	7	12	19	25	32	39
PM-OLED	61	75.7	98	119	142	154
AM-OLED	0.1	0.8	16.5	62	132	248
Total	879.4	1160.6	1498.5	1792.9	2041.4	2314.8

(b)

그림 3. 국내외의 디스플레이 현황.

그림 3에서 살펴본 바와 같이 LCD-TV시장이 급속히 성장하고 있으며, 대형시장의 성장세가 뚜렷히 진행되고 있는 것을 알 수 있다. LCD의 기술동향을 보게 되면 BLU용으로 다양한 광원과 기술들이 소개되고 있는 상황이며, 다양한 광원의 출현은 기본적으로 LCD TV의 가격경쟁력을 향상시키는 방향으로 진행되고 있다. EEFL, FFL, LED BLU 모두 시장에 진입하였지만 계속 개선되고 있는 CCFL 백라이트 기술을 추격해야 하는 입장이고 기술적인 성숙도에서도 CCFL BLU 기술에 비해 부족한 것이 현실이다.

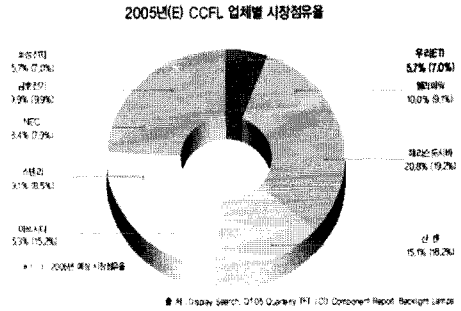


그림 4. 업체별 시장점유율.

그러나, 이러한 CCFL의 업체별 시장점유율을 살펴보면, 전세계적으로 9개 업체만이 과점 형태로 존재하며, 그 중 7개 업체가 조명회사에 모태를 두고 있다. 지속적인 가격 하락세에도 불구하고, 상대적으로 고가인 TV용 CCFL의 출하량 급증 및 비중 증가로 수익성은 지속될 전망이다. 현재의 BLU는 대부분 CCFL이 적용되고 있다. BLU는 LCD Panel에서 원가의 많은 부분을 차지하고 있으며, BLU 가격의 하락이 제품의 경쟁력을 높일 수 있어 모든 업체가 새로운 광원에 대하여 기대를 가지고 있는 실정이다. 특히 42" 이상은 쓸 수 있는 광원이 적당하지 않아 고심하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 BLU에 사용되는 램프는 CCFL이 주도적으로 사용되고 있으며, 최근 EEFL이 32 inch급 LG-Phillips TFT-LCD TV에

CCFL을 대체하여 투입되었다. 따라서, CCFL을 대체하려는 근본적인 원인과 EEFL이 한계적으로 적용되는 이유를 살펴봄으로써, 향후 조명 및 BLU시장의 발전방향을 예측하고자 한다.

2. 광원의 기술적 고찰

현재 CCFL이 BLU광원으로 주도적으로 사용되고 있어, LCD-TV의 광원기준은 CCFL을 기준으로 하여 설정되고 있다. 따라서, 표 3에 대형LCD-TV용 백라이트의 요구사항을 정리하였다. 따라서, CCFL 광원을 대체하기 위해서는 적어도 표 2의 기준치이상을 만족하여야 한다.

표. 2 대형 LCD TV용 백라이트(20인치이상)의 요구 성능

중앙휘도	10,000-18,000 cd/m2
색온도	10,000 K
색수차	75 % 이상
휘도시야각 (휘도반값)	± 45 o 이상
소비전력 (인버터포함)	5.5 X +40 watt이하 (X : 화면사이즈(inch) - 20 inch)
수명 (휘도반감)	50,000시간이상
제품두께 (인버터 제외)	25 mm이하
환경대응	RoHS지령에 대응

또한, CCFL은 백라이트의 주요성능 거의 전부를 차지하고 있어 CCFL의 발달이 백라이트 성능향상에 기여하는 바가 상당히 크다. 각각의 CCFL 제조업체는 다양한 응용에 대응할 수 있도록 관경을 다양하게 제조생산하고 있다. 그 중에서 대형 TV용으로 광속량, 램프전압, 수명, 기계적강도의 관점에서 외경 3.0 mm이상의 관경을 채택하는 것이 일반적이다. 그러나, CCFL램프가 갖는 몇 가지 중요한 단점이 부각되면서 새로운 광원에 대한 개발이 가속화되고 있다. 이제까지 대두된 CCFL의 단점에 대하여 설명하면 다음과 같다.

(1) 병렬구동이 어렵다

CCFL은 저항성 부하이므로 1개의 인버터에 의하여 구동하는 것이 불가능하다. 따라서 Inverter의 수가 증가하여, 가격경쟁력과 약화된다.

(2) 소모성 전극이다

소모성전극을 사용하므로 스퍼터링 현상에 의한 휘도 저하가 발생한다.

(3) Lamp 발열현상

최대발광효율이 45 ℃부근에서 달성되어지며, TV조립 시 60 ℃ 이상까지 온도가 상승하여 발광효율이 감소하는 경향을 나타낸다. 또한 램프의 발광에 의하여 확산판과 반사 쉬트와 같은 광학소재의 색변화와 휨현상을 초래하게 되어 색도열화현상의 주요 원인이 된다.

이상과 같은 문제점을 해소하기 위하여, 옥내 조명용으로 등장한 EEFL을 백라이트로 채용하고자 하는 연구가 급속히 진행되어 왔다. EEFL광원은 가장 완성도가 높은 신광원으로써 2004년부터 일부 LCD TV에 채택되기 시작하였다. EEFL은 유리관 외부에 전극을 형성하고 유전체 배리어 방전으로 점등시키는 방식이다. EEFL의 가장 큰 장점은 유리자체가 램프 전류제한용 콘덴서 역할을 하기 때문에 인버터 하나에 대해 병렬접속이 가능하고, 그 결과 인버터를 대폭간소화 할 수 있는 점이다. EEFL의 발광효율은 CCFL과 동등레벨이며 동일 제조장비를 이용하여 제조할 수 있는 장점이 있으며, 구조가 간단하여 램프자체의 비용절감이 가능한 점등으로 CCFL을 대체하기가 비교적 용이한 환경을 갖추고 있다. 그리고 전극의 스퍼터링 현상이 없어 수은 소모가 거의 발생하지 않아 반영구적인 수명을 갖고 있다. 또한 램프자체의 발열현상이 극히 적어 광학소재에 악영향을 미치지 않는 장점 등을 갖고 있다. 따라서 직하형의 경우는 다중의 형광 램프를 구동하여 균일한 휘도를 달성해야 하는 측면에서 EEFL이 유리하기 때문에, 백라이트의 새로운 광원으로 주목받고 있으며, CCFL을 대체하는 광원이 될 것으로 전망되고 있다.

전술한 EEFL의 장점에도 불구하고, 사용범위가 제한되는 원인을 분석하기 위하여, 현재 LCD TV와

옥내광고용으로 사용되고 있는 램프에 관하여 표 3에 정리하였다.

표 3. 램프종류에 따른 특징비교.

	EEFL		CCFL	
용도	LCD TV	광고용	LCD TV	광고용
규격(관경×길이), mm	4 × 660	8 × 360	3 × 660	8 × 360
휘도 (cd/m2)	12,000	6,000	16,000	8,000
수명 (hr)	< 50,000		> 50,000	> 50,000
inverter	병렬구동 (多燈 / 1 Inverter)		1 Lamp / 1 Inverter	
후화	무		유	

표 3에서 살펴 본 바와 같이 EEFL이 많은 장점을 갖고 있는 반면 휘도가 낮아 CCFL에 비하여 사용 용도가 제약되며, EEFL, CCFL 모두 관경이 커질수록 휘도 저하가 심하여 옥외광고에 사용될 수 없는 단점을 않고 있다. 또한, 대형 LCD TV의 BLU의 경쟁이 날로 심화되는 가운데, 대형화에 따른 관 길이의 증가는 휘도의 저하를 가져올 뿐 아니라 강도의 문제로 인하여 관경을 크게 하여 휘도를 증가시키는데 한계가 있다. 이러한 문제점을 요약하여 향후 개발되어야 하는 램프의 요구되는 특성을 정리하면 다음과 같다.

(1) 고휘도화
- BLU원가 절감
- 조명용 램프대체

(2) 병렬구동
- 램프 모듈(램프 + 인버터) 및 BLU의 원가 절감에 따른 경쟁력강화

(3) 장수명화
- 친환경 램프(수은에 의한 환경오염 감소)
- LCD-TV의 안정성 증가

(4) 흑화현상 제거
- 수명증가
- 램프의 안정성 증가

등으로 요약될 수 있다. 따라서 이와 같은 요구를 만족시키기 위하여 병렬구동이 가능한 고휘도 외부전극램프의 개발이 절실히 요구되고 있다.

3. 고휘도 EEFL 의 특징 및 향후 전망

이상에서 살펴본 바와 같이 서로 다른 분야로 성장되어왔던 조명산업과 백라이트산업은 시대적 요구에 따라 하나의 공동의 목표로 접근하고 있으며, 그것은 고효율, 장수명, 고휘도, 수은저감이 가능한 램프로 요약할 수 있다. 따라서, 기존의 EEFL단점을 극복할 수 있는 기술의 등장이 절실히 요구되고 있으며, 신기술을 통하여 그 동안 낙후된 국내 조명 및 백라이트 시장을 성장시킴으로써, 국내산업의 경쟁력을 강화시킬 수 있을 것으로 기대된다. 2007년 충주대 RIC센터에서 개발한 고휘도 EEFL의 특징을 살펴보기 위하여 기존의 CCFL, EEFL과의 휘도특성 및 램프특성, 수명특성 등을 요약하였다.

표 4. 고휘도 EEFL의 특징.

Lamp Size	Luminance (cd/m²)		
(L * D), [mm]	CPFL	CCFL	EEFL
360 * 8	20,000	8,000	6,000
704 * 5	32,000	Not Available	8,000
720 * 4	38,000	17,000	9,000
720 * 3	47,000	Not Available	28,000
1200 * 5	32,000	Not Available	8,000
1200 * 8	20,000	Not Available	7,000
Inverter	Multi-lamp / 1 inverter	1 lamp / 1 inverter	Multi-lamp / 1 inverter
Life Time	> 50,000	< 50,000	> 50,000
Efficiency	64 lm/W (5 Φ 기준)	23 lm/W (8 Φ 기준)	32 lm/W (8 Φ 기준)

이상에서 살펴본 바와 같이 최근 개발된 고휘도 EEFL은 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

(1) 기존의 Lamp보다 월등히 높은 휘도와 광효율로 인하여 백라이트 및 조명분야 적용가능
(2) 대형 BLU에 적합한 대구경, 고휘도 가능
(3) 병렬 구동이 가능하여 Inverter의 숫자를 줄여

BLU의 가격 경쟁력 상승, 장수명, 저수은(2 mg이하)

이상과 같이 신기술로 개발된 고휘도 EEFL은 향후 조명용과 백라이트 산업에 영향을 미칠 것으로 판단되며, 향후 산업기반을 향상시키는데 기여할 것으로 판단된다.

감사의 글

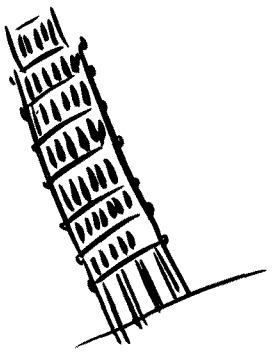
본 원고는 산업자원부의 지역혁신센터(RIC)의 지원에 의하여 수행된 연구결과입니다.

참고 문헌

[1] G. ZISSIS, J. Light & Env. Vol.30, No.2, 2006.
[2] Displaybnk,David Hsieh (Display Search),"Large TFT LCD Backlight Unit Market Outlook" (CVCE, 2005).
[3] 디스플레이뱅크, BLU 산업과 기술 이슈", 2006년.

저|자|약|력

성 명 : 윤만순

◈ 학 력
· 1981년
고려대 금속공학과 공학사
· 1983년
고려대 대학원 금속공학과 공학석사
· 1995년
포항공대 대학원 무기재료공학과 공학박사

◈ 경 력
· 1984년 - 1986년 LG생활시스템연구소 연구원
· 1986년 - 1988년 린나이코리아 중앙연구소 기초연구실 선임연구원
· 1988년 - 1997년 포항산업과학기술연구원 책임연구원
· 1997년 - 2004년 주성대 전자신소재공학과 부교수
· - 현재 국립충주대 신소재공학과/RIC 연구교수