

조명산업의 중요성과 국내외 기술개발 동향

이세현 · 조미령 · 황명근 · 양승용 (한국조명기술연구소)

1 개요

국내 조명산업은 50년대 태동기를 거쳐 90년대까지 정부의 『중소기업 고유업종』으로 편입되면서 국가적 보호막 아래에서 비교적 안정된 산업발전을 이룩하여 왔다. 하지만 90년대 이후 중소기업 고유업종 제도의 폐지와 다국적기업들의 국내시장 진출, “세계의 공장”이라고 불리는 거대 중국의 발빠른 조명산업 진출로 점차 국내외에서 경쟁력을 상실하여 왔으며, 현재에는 기업 존폐의 위협까지도 고려해야 하는 상황으로 전략하였다. 2000년 초에 들어서는 내적으로도 국내 조명관련 기업이 대폭 늘어나면서 약 2조 원 정도의 국내 내수시장을 두고 치열한 각축전의 벌이는 양상이 심화되고 있어 국내 조명산업의 앞날을 더욱 어둡게 하고 있다. 그러나 최근 환경문제와 에너지절약에 대한 이슈가 크게 대두되면서 새로운 신광원의 수요 급증으로 조명시장 규모가 대폭 증가하고 있으며, 더불어 국내의 대기업들이 하나둘씩 본격적으로 조명시장에 눈을 돌리는 등 국내 조명산업발전이 회소식들이 들려오기 시작하고 있다.

현재 약 1,000억불(한화 약 100조원)에 달하는 세계 시장을 주도하고 있는 두 세력으로는 먼저 100여년이 넘는 오랜 전통을 자랑하는 조명 Big 3로 불리는 GE Lighting, Philips, Osram과 값싼 노동력을 바탕으로 저가시장을 장악하고 있는

중국의 조명기업들로 국내 조명기업들이 경쟁하기에는 만만치 않은 상대들이다. 따라서 국내 조명기업들이 이러한 거대 경쟁상대를 극복하기 위해서는 빈틈없는 발전 계획을 수립하여 추진함과 동시에 정부의 지속적인 관심 및 전폭적인 지원이 반드시 요구되고 있다.

2. 조명산업의 정의 및 분류

2.1 정 의

2.1.1 광 원

□ 백열전구

백열전구는 그 크기가 작고, 연색성이 높으며, 점등이 간단하고 조광이 쉬우며 가격이 싸다는 장점을 가지고 있다. 그러나 형광램프에 비하여 효율이 낮고 수명이 짧다는 단점이 있음에도 불구하고 꾸준히 사용되고 있다. 특히 백열전구의 이점을 충분히 살릴 수 있는 장소, 즉 점멸이 잦거나 온도변화가 심하거나 분위기가 중요한 장소에서는 형광램프 보다 사용상의 장점이 매우 크다

전세계적으로 전체 생산 광원의 80(%)를 백열전구가 차지하고 있으나 한국은 예외적으로 그 비율이 매우 낮은 편이다.

□ 형광램프

형광램프는 백열전구와 비교하면 고효율, 장수명이라는 큰 특징을 가지고 있으며, 1970년대에는 삼파장 형광램프의 출현으로 고효율, 고연색성을 함께 갖춘 램프가 개발되어 널리 사용되고 있다. 또한 쾌적한 생활환경을 만들거나 각종 산업분야에서 형광램프의 사용 급증으로 그 종류는 종래의 직관이나 서크라인 등에 한하지 않고 U형, 전구형 등 여러 가지 형태가 용도에 따라 다양하게 실용화되고 있으며, 최근에는 지구 환경보호에 대한 인식이 증가하고 있어 저 수은용 형광램프 및 에너지 절약과 자원 절약화에 관한 개발이 이루어지고 있다.

□ 안정기 내장형 램프

안정기 내장형 램프는 1973년부터 시작된 에너지과동을 계기로 에너지 절약화의 필요에 따라 생겼고 일본에서 처음으로 상품화된 형광램프로서 저전력 및 장수명의 특징이 있으며, 백열전구 대체용으로 해마다 그 수요가 증가되고 있는 추세이다.

□ HID램프

HID램프(High Intensity Discharge lamp)는 수은램프로 대표되는 고휘도 방전등이며, 기타 HID램프로서는 수은램프보다 빛의 연색성과 효율을 개선한 메탈헬라이드램프와 효율을 더욱 높게 개선한 고압 나트륨램프가 있다.

일반적으로 HID램프는 도로의 가로등이나 터널조명, 건물의 투광조명, 공장이나 체육관, 운동경기장의 높은 천장 조명 등에 사용되나 최근에는 메탈헬라이드램프를 이용한 소형화가 이루어지고 있어 자동차용 전조등용 D2램프(그랜저 XG 등 일부 적용 중), 일반조명용 HID램프 등에 사용된다.

2.1.2 안정기

방전램프 점등시 램프의 시동을 돕고 램프전류를 제한하여 방전의 안정성을 확보하고 램프를 적절하게 작동시키기 위해서는 안정기가 필요하다. 방전시 예열전압을 필라멘트에 인가하여 가열시키므로 열전자가 방출되어 형광램프가 점등되며, 점등 후 램프를 제어한다.

형광램프에 전압(램프전압)이 인가되어 방전되면 램프전류가 증가하면서 램프 임피던스는 감소하는 특성을 갖고 있어 램프 부하만 단독으로 전원에 접속시킬 경우 전류가 무제한으로 커지게 되어 결국 램프가 파괴되고 만다. 따라서 점등회로에 안정기를 넣어 전류의 증대를 제한하여 방전의 안정성을 확보해야 하며, 이와 같은 안정기는 방전등의 핵심으로서 안정기의 특성에 따라 방전등의 효율이나 수명 등에 직접적인 영향을 미친다.

2.1.3 등기구

조명 등기구의 구조는 그 기능으로부터 광학, 전기 및 기계의 세부분으로 나누며, 이들 중에서 가장 중요한 것은 배광을 제어하는 광학적 부분이다.

등기구의 구조는 광학적 기능을 충분히 발휘하며, 사용의 편리성과 만들기가 쉽고 디자인도 좋아야 한다. 조명기구내의 온도상승은 램프의 수명을 단축시키고 배선의 절연에 문제를 야기 시키므로 특히 밀폐형 기구에서는 충분한 검토가 필요하며, 용도에 따라 방습, 방수, 방진, 방폭등기구 등이 있다.

광학적 부분에 대해 설명하면 재료로는 유리, 플라스틱, 금속 등이 많이 사용되는데 이들의 선택에서는 반사율, 투과율, 확산성은 물론 강도, 내구성, 수분, 습기 및 약품에 대한 특성과 빛과 방사선에 의해서도 변하거나 오염되지 않고 청소하기 쉬운 것 등도 고려된다.

등기구는 형태, 용도, 구조 및 성능에 따라 여러 가지가 있으나 가장 중요한 성능인 배광에 따라 분류되

특집 : 조명산업발전 방안과 전략

면 직접조명, 반직접조명, 전반 확산 조명, 반간접 조명, 간접 조명 등의 5가지로 분류된다.

2.2 분류

조명기기로 분류될 수 있는 제품은 매우 다양하며, 한국표준산업분류(KSIC, Korean Standard Industrial Classification)에 의한 기타 전기기계 및 전기변환장치 제조업중에서 전구 및 조명장치 제조업에 대부분 포함되나, 안정기와 램프홀더, 소켓 등 일부 부품은 변환장치 또는 제어장치류에 속한다.

KSIC상에서 조명기기와 관련된 것으로 명확히 판단되는 품목은 표 1과 같다.

표 1. 표준산업 분류상의 조명기기 관련 품목

분류부호	품 목 명	비 고
31104101	방전등 또는 방전관용의 안정기	-
31104102	저압방전등용 안정기(형광등)	안정기
31104103	고압방전등용 안정기(수은등 등)	안정기
31104109	기타 방전관용 안정기 및 부품	안정기 및 부품
31104	방전램프용 안정기 제조업	제조
31202106	소켓트	소켓트
31202108	램프홀더	홀더
315	전구 및 조명장치 제조업	-
31501101	백열전구	전구
31501102	할로겐등	램프
31501201	형광등(직관)	램프
31501202	형광등(환관)	램프
31502103	형광등(전구형)	램프
31501204	나트륨등	램프
31501205	메탈할라이드등	램프
31501206	수은등	램프
31501901	전기로 점화하는 사진 섬광구	전구
31501902	아이크등	램프
31501909	기타 달리 분류되지 않는 전등 및 부품	-
31502101	산테리아와 천정용, 벽부착용 조명	-
31502102	탐조등(서치라이트)	램프
31502103	스포츠 라이트	램프
31502104	휴대용 전등(광산용 안전등, 손전등)	전구

분류부호	품 목 명	비 고
31502107	표시등	-
31502108	가로등 및 공지조명 부착물	부착물
31502109	기타 조명부착물 및 조명장치 부품	-
31503101	장식용 전구(크리스마스 트리용, 축세움등)	전구
31503102	네온관 조명용사인 및 네임플레이트	네임 판
31503103	필라멘트 조명용사인 및 네임플레이트	네임 판
31503104	형광램프 조명용사인 및 네임 플레이트	네임 판
31503109	기타 광고용 램프 및 유사조명장치 부착	약세서리
3151	전구 및 램프 제조업	제조
3152	조명장치 제조업	제조
31521	일반용 조명장치 제조업	제조
31522	광고용 조명장치 제조업	제조
31994	교통통제용 전기장치 및 판매용 기기 제조	제조
31912	자전거 및 차량용의 조명·시각신호용 기기 제조	제조
3319	의료검사용 조명등 제조	제조
3695	고정된 광원을 갖지 않은 비금속 광고용 판 제조	제조
2612	램프용 유리외피 제조	제조
32196	액정표시장치 제조업	제조
32199	기타전자부품 제조업	제조

하지만 한국산업표준분류(KSIC)와 같은 세분화한 분류로 로드맵을 작성할 경우 파생되는 복잡성의 문제점 등에 의해서 조명산업에서 통상적으로 많이 사용되는 제품별 일반적인 대분류 형태로 표 2와 같이 분류하여 작성하였다.

표 2. 조명산업의 일반 분류

대 분류	중 분류	소 분류
1. 광원분야	방사램프	백열램프
		할로겐램프
	방전램프	형광램프(직관, 환형, CCFL 포함)
		저압나트륨램프
		고압나트륨램프/고압수은램프
		메탈할라이드램프
		제논램프

대분류	중분류	소분류	
	차세대 광원	무전극 형광램프 (직판, 환형, 평판, EEFL 포함)	
		무전극램프(마이크로웨이브 이용)	
		LED/OLED램프	
		무기·유기 EL	
		CNT(탄소나노튜브)램프	
		화학발광램프	
2. 안정기 및 점등장치 분야	형광램프용 안정기	자기식 안정기/전자식 안정기	
	HID램프용 안정기	자기식 안정기(이그나이터 포함)	
		전자식 안정기	
	차세대광원용 점등장치	전자식 점등장치	
		R/F 발진 점등장치 (반도체, 마그네트론 포함)	
	기타 점등장치	압전소자 점등장치	
		Dimming 제어장치	
		전력선 제어 장치(모뎀 포함)	
	3. 등기구 분야	백열등기구	백열등기구
		형광등기구	형광등기구
기타 등기구		투광등/터널등/가로등 기구	
		이미지 폴(경핀조명용 등기구 포함)	
		무대조명 System	
차세대 기구		LPS(Lighting Pipe System)	
	OFS(Optical Fiber System)		
4. 부품 및 응용분야	부품·소재	광원용 부품·소재	
		안정기 및 점등장치 부품·소재	
		등기구 부품·소재	
	응용·제어	주광제어/전력선 제어 시스템	
		음성인식 제어 시스템	
		무대조명 제어 시스템	
		에너지 절약 제어 시스템 (센서 등 포함)	

3. 조명산업의 중요성

3.1 산업적 측면

2005년 기준 세계 조명시장은 약 970억불(한화 97조원)로서 연평균 5.4(%)의 성장세를 지속적으로 나타내고 있으며, 개발도상국 및 후발국을 중심으로 계속적으로 새로운 신규 수요시장이 확대될 것으로 전망된다.

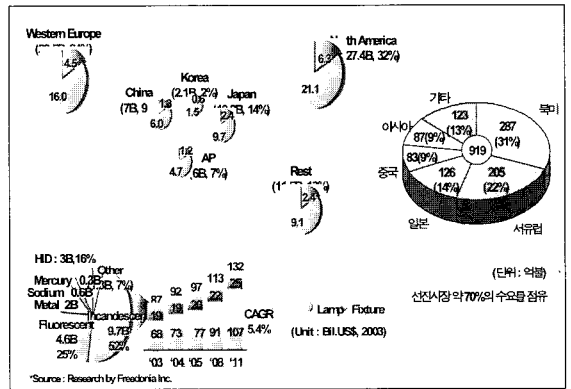


그림 1. 세계 조명시장 점유율 현황

조명산업은 산업활동에 필요한 적절한 인공조명을 제공함으로써 국가 경제 발전의 견인차 역할을 수행하고 있다. 조명산업의 산업적 중요성의 일례로는 2003년 미국 동부지역의 정전으로 연방정부 추산 약 100억불의 경제적 손실 입은 것으로 추정되고 있는 조명산업의 중요성을 반증하고 있다.

3.2 기술적 측면

최근 조명기술에 각종 첨단 신기술(IT·NT·BT·ET)을 접목화(Convergence)한 새로운 고부가가치의 신산업 창출이 촉진된다. 1879년 에디슨이 백열전구(발광효율 1.4(lm/W), 수명 40시간)가 실용화된 이래로 백열전구의 효율은 10배, 수명은 25배 이상 향상되었고, 현재 가장 널리 사용되어

특집 : 조명산업발전 방안과 전략

지는 형광램프의 경우 발광효율은 60~90(lm/W), 수명 10,000시간으로 향상되었으나, 아직도 백색광원의 이론적 한계효율(280(lm/W))의 5~40 [%]정도로 효율향상에 대한 잠재력이 매우 높은 산업이다.

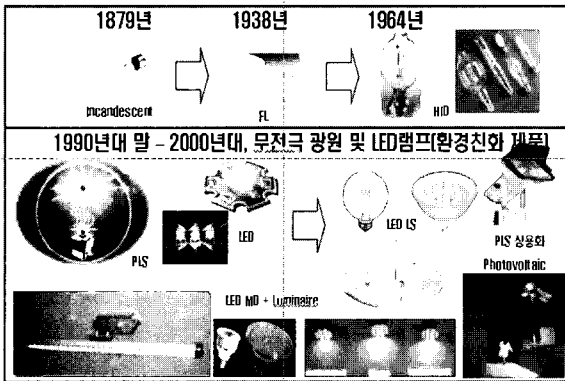


그림 2. 광원분야의 시대적 흐름도

4. 국내외 기술 동향

4.1 분야별 기술 동향

□ 광원분야

광원분야는 기존 백열구 및 형광램프(T10)에서 전구식 형광램프, T8·T5형광램프로 점차 교체중이며 최근 신광원에 대한 연구개발이 진행되며 무전극 형광등, 비형광 신광원(플라즈마전구) 또는 LED램프(Solid-state), OLED 등이 성장할 전망이다.

다국적 기업(필립스, 오스람 등)은 기존의 광원시장의 독점(현재 국내 광원시장 점유율 오스람은 26[%]로 1위, 필립스 8[%]로 3위)에 이어서 전구형(QL)이나 등근형(ENDURA) 무전극램프를 출시하여 새롭게 시장이 형성되어 가고 있다.

□ 안정기(전원장치)

안정기는 부품·소재산업의 발전과 더불어 꾸준하

게 소형경량·박형화 기술에 대한 연구개발을 진행 중에 있으며 국외의 경우 오스람, 필립스, ATCO 등에서 개발투자가 활발히 진행되고 있으며 GE, 도시바 등에서도 안정기 전자부품의 IC화 기술(1-Chip화)을 통해 다기능형 안정기 개발에 주력하고 있다.

국내의 경우 안정기 제조업체 대다수가 중소기업으로 생산원가를 결정짓는 대량 생산체제 구축이 불가능하며 연구개발에 대한 인프라 미비로 제품에 대한 경쟁력을 점차 잃어가고 있는 실정이나 최근 HID용 전자식안정기 개발 등 몇몇 핵심기술개발사업을 산·학·연·정부 등이 주체로 연구개발에 주력하고 있다.

□ 등기구

등기구의 가치를 결정짓는 중요한 요소(factor)인 제품별 용도별 디자인 설계와 광학적 설계(반사판 및 프리즘 설계)가 요구된다. 등기구의 디자인 및 광학적 설계기술의 경우 유럽, 미국 등에서 독창적인 기술을 바탕으로 고부가가치 등기구 시장에서 지속적인 점유율을 높이고 있으나, 국내 등기구 업체의 경우 대부분 디자인 및 광학적 설계기술에 대한 기술력 부족으로 외국 제품에 대한 무분별한 복제(Dead Copy) 및 핵심소재, 디자인 기술을 그대로 도입하여 제품을 생산하고 있으나 최근 LG전자 등에서 PLS에 대한 개발을 진행하고 있으므로 향후 유럽 및 미국 등의 시장에서 경쟁력 확보가 예상된다.

□ 부품·소재

모든 산업의 근간이 되는 부품·소재산업은 조명산업에서도 마찬가지로 중요한 핵심요소로 생산원가에서 최종재의 가격 및 품질에 가장 중요한 역할을 담당하고 있으며 크게 광원·안정기·등기구의 부품·소재로 분류된다.

국외의 경우 조명산업의 발전과 더불어 부품·소재 산업에서도 원천·핵심기술에 대한 기술축적을 통해

경쟁력을 확보하고 있으며 특히 최근 고효율 반사판 소재 및 세라믹 벌브(CDM) 등 첨단 신소재에 대한 연구개발을 통해 점차 시장의 점유율을 높여가고 있는 실정이다.

국내의 경우 부품·소재산업의 구조적, 산업적 문제점으로 인해 핵심·원천기술에 대한 연구개발투자 부족으로 조명산업 전체의 경쟁력에 크게 악영향을 미쳐왔으나, 이러한 문제점 해소를 위해 산업자원부에서 2001년 “부품·소재전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법” 제정을 통해 열악한 국내 부품·소재산업분야를 중점 육성하여 산업 전반의 경쟁력 확보의 계기 마련되고 있다.

4.2 핵심기술의 소개 및 동향

□ ELD(Electro Luminescent Display)

일렉트로루미네선스(EL)란 형광체 분말로 구성된 발광층에 교류 고전압을 가하면 이 고전계에 의해서 가속된 전자가 형광체내의 전자를 충돌시켜 고에너지 전자(여기상태)가 발생하며 여시된 전자가 에너지준위가 낮은 상태로 완화할 때 발광하는 현상을 이용한 것이다. 그러나 1950년 네사막(SnO_2 을 주성분으로 하는 투명전도체)이 발명되고 나서야 새로운 소자로의 응용이 시작되었다. EL 패널의 구조는 CRT나 LCD패널 PDP와 크게 다르다. 이들 소자들은 모두 3차원 구조를 갖고 있으며 진공, 액정, 또는 가스로 채워져 있는 반면, EL은 기관 상에 고체 박막층을 형성함. 이 구조는 박막, 경량, 출격저항력, 유연성 등의 면에서 장점이 있다.

- ◆ ZnS형광체+ binder ⇒ 얇은층, 네사막-형광체층-금속전극 ⇒ 분산형 LED
- ◆ 점광원 ⇒ 백열전등, 선광원 ⇒ 형광등, 면광원 ⇒ 평면 display

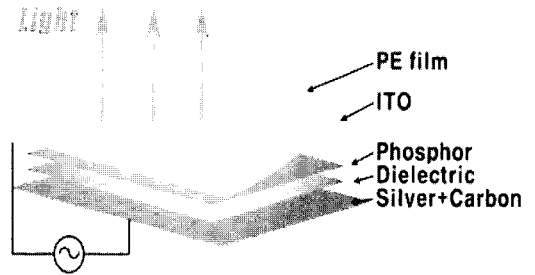


그림 3. EL의 구조

□ LED(Light Emitting Diode)

LED는 그 안쪽에 발광소자가 있어 이발광소자에 전기에너지가 가해지면, 전기에너지를 빛으로 변화하여 출력하는 것이다. 현재의 백열등, 형광등과 같은 광원을 중심으로한 조명기술은 기술적으로 그 효율의 향상과 응용성이 크게 확대되어가고 있다. 따라서 선진국에서는 새로운 개념의 신광원 개발을 통한 급진적 효율향상과 새로운 거대시장을 개척하고자 많은 연구를 수행하고 있으며 대표적으로는 무전극 광원과 반도체 광원을 이용한 새로운 개념의 광원 기술 개발과 병행하여 안전성과 쾌적성을 보장하는 전원장치와 조명기구 등 신조명 시스템 기술의 개발 및 응용기술에 대한 연구개발이 고조되어가고 있다.

화합물 반도체로 만들어진 고성능의 발광소자인 발광다이오드는 종래의 단순 표시기에 사용되었던 저휘도 LED가 최근 화합물 반도체 기술의 발달로 고휘도 적색, 청색, 녹색 LED 나아가 백색 및 UV LED가 출현함에 따라 고신뢰성, 초저전력, 소형화의 요구의 다양한 분야에서 응용이 가능하다.

특히 백색 LED에서는 조명효율이 백열전구를 능가하고 형광등의 효율과 비슷한 백색광질을 발광할 수 있음에 따라 인공 일반광원으로서의 응용이 시작되고 있다. 2006년 4월에 있었던 프랑크푸르트 조명 전시회가 LED조명의 한 예일 것이다.

LED는 전력소비량이 매우적고 내구성이 백열등이

특집 : 조명산업발전 방안과 전략

나 형광등보다 50~100배로 길고 소형 경량화가 가능하며 점등이나 소등 속도가 매우 빠른 장점이 있어서 차세대 조명시장을 이끌 고부가가치 제품으로 급부상하고 있는 것이 아닌가 싶다.

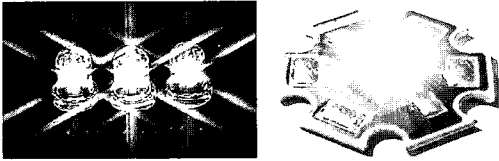


그림 4. HB LED 및 Power LED

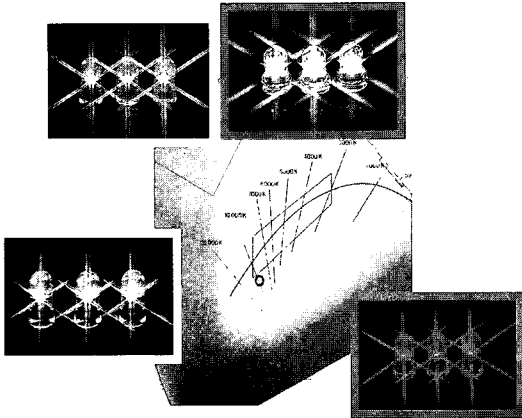


그림 5. HB LED의 종류와 색도좌표

LED는 다이오드를 구성하고 있는 분자나 원자의 여기상태(excited state)와 기저상태(ground state) 사이의 에너지 차이에 의해 결정되는 한 가지 파장만 발산한다. 이와 같이 광출력이 약하고 파장대가 제한돼 있다는 단점으로 응용의 활성화가 이뤄지지 않았던 게 현실이었으나 꾸준한 기술개발로 인해 최근 들어서는 휘도가 높으면서 많은 파장의 가시광선을 얻을 수 있는 Power LED가 선보이고 있다.

이로 인해 LED의 응용분야와 시장규모도 급속도로 팽창하고 있는 추세다. 지금까지는 전광판이나 휴대전화 키패드, 백색가전제품 백라이트 등으로 극히 한정된 분야에서 활용되어 왔으나, 최근 들어 교통신

호등, 자동차용 조명, 일반조명용 등으로까지 활용되어가고 있다.



그림 6. HB LED조명기기류

□ 화학발광 램프

화학루미네선스라고도 한다. 빛의 형태로 에너지를 발산하는 화학반응을 말한다. 화학반응에 관여하는 물질이 들떠 발광하거나, 들뜬분자 또는 들뜬원자가 함께 존재하고 있는 다른 분자나 원자에 충돌하여 이것을 들뜨게 하여 발광시키는 경우 등이 있다. 대부분 열을 수반하지 않는 냉광(冷光)으로 광화학 반응의 역이라고도 여겨지고 있으며, 형광과도 유사하다.

1670년 G.브란트가 노란인(黃燐)이 공기 중 어두

은 곳에서 미약하게 청록색으로 발광하는 것을 보고 밝혀내었다. 그 이후 염화나트륨 수용액에 격심하게 염화수소를 통과시키거나, 기체 암모니아에 염화수소를 반응시킬 때, 피로갈롤과 포르말데히드의 혼합 알칼리 용액을 과산화수소로 산화시키는 경우 등 많은 화학발광이 발견되었다. 또 유기화합물 중, 루미놀의 강알칼리성 용액을 과산화수소·과산화황산염·헥사시아노철(Ⅲ)산칼륨 등으로 산화시키면 낮에도 보일 정도로 강한 청자색 빛 발광이 나타난다. 이 중 과산화수소인 경우는 약하지만 오래 계속되는 발광이 나타나며, 특히 헤민·카탈라아제 등 구리나 철을 함유하는 착화합물(錯化合物)에 의하여 촉진된다. 이들의 발광은 생체 내 산화·환원이나 생물발광과의 관계를 암시하고 있는 것으로 여겨지고 있어, 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

□ 인덕티브 결합형(Inductive Coupled)

기존의 광원시스템 기술이 붕입된 메탈화합물이 불활성가스 분위기내에서 전극에 인가된 고전압에 의하여 여기 되고 여기서 나온 방전 광이 주된 조명의 역할을 하는 것에 비하여 무전극램프는 붕입된 메탈화합물이 불활성가스 분위기에 있는 것은 동일하나 전극의 구성이 없고 마이크로웨이브 공동공진기내에 놓여있고 공동공진내에 발사된 마이크로웨이브(2,450(MHz))에 의하여 플라즈마 방전하여 빛을 내는 형태가 되며, 한편 점광원 형태의 집적광원시스템 개발로서는 단일 반도체 소자의 발진기 설계 기술에 의한 방전 플라즈마 시스템 형태도 가능하다.

이러한 마이크로웨이브 방전의 특성은 기존의 광원시스템과는 달리 구동전원은 60(Hz) 전원으로 동일하지만 실제의 플라즈마 방전에 있어서는 초고주파를 사용한다는 것에서 기존 광원시스템에 대비하여 다음과 같은 특징을 나타낸다.

무전극 방전의 실현으로 전극손실(마모) 염려가 없고 장수명 구현이 가능하며, 빛의 깜박임(플리커) 현

상이 줄어들어 편안한 조명구현이 가능, 특히 이 부분은 전원장치로 개발될 인버터회로의 적용과 함께 거의 연속적 빛의 구현이 가능하며, 또한 전극마모에 의한 광속(빛의 발광량)의 퇴색이 없고 거의 90[%] 이상의 꾸준한 광속유지가 가능하다.

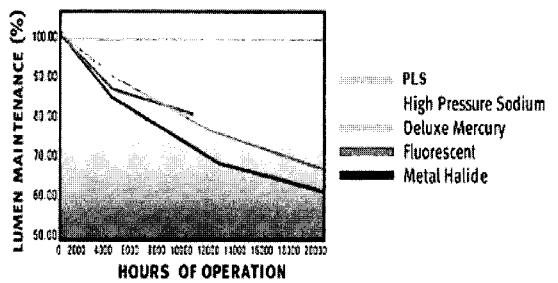


그림 7. 무전극 램프시스템의 광속유지율(퓨전라이팅)

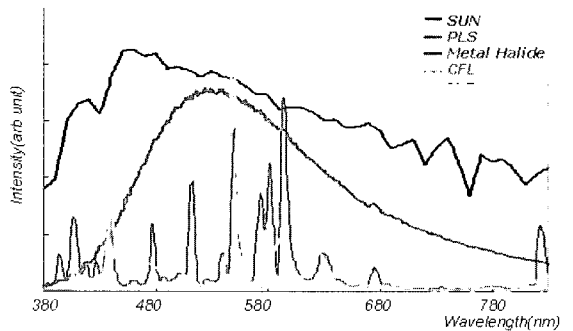


그림 8. PLS의 광스펙트럼 분포도



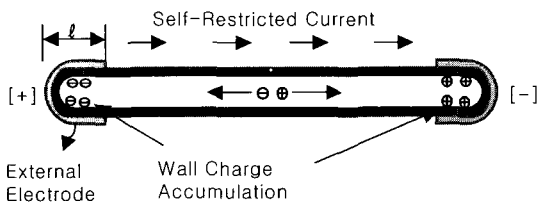
그림 9. 고효율 PLS 무전극 신광원 조명기구류

빛의 분포(스펙트럼)가 태양광과 흡사한 연속적인 분포를 이루므로 흡사 자연광(태양) 아래에서 생활하는 듯한 고급적인 빛의 구현이 가능하다.

□ 외부전극형 형광램프(EEFL)

유리관 내면에 형광체를 도포하고 방전기체를 주입하여 유리관 양단을 밀봉한 직관형 외부전극 형광램프(External Electrode Fluorescent Lamp) 외부전극에는 구동 주파수 수 10(kHz)의 교류전압을 인가, 사용할 무수은 형광램프는 Xe 기체나 Xe 혼합기체 및 Excimer 여기종에 의한 고휘도와 고효율을 실현한다.

이중관형 형광램프(Double Tube External Electrode Fluorescent Lamp)의 형광램프안에 지름이 작은 세관을 동축상으로 배열, 봉합시켜 이중의 형광층을 형성하는 차세대 고효율 무수은 형광램프로 내외관 사이가 방전공간이 되며, 유리관 양단부에 외부전극을 설치하되, 안쪽관 공동부의 길이방향으로 외부전극의 길이를 길게 형성한다.



AC-Type Capacitive Barrier Discharge

그림 10. 직관형 외부전극 형광램프의 단면도

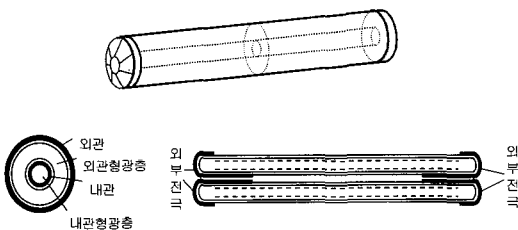


그림 11. 이중관 EEFL의 개념도

□ CNT(Carbon Nano Tube)

최근에 나노미터 크기의 극미세 영역에서 새로운 물리현상과 향상된 물질특성을 나타내는 연구결과가

보고되면서 나노과학기술이라는 새로운 영역이 태동하게 되었고, 이러한 나노과학기술은 앞으로 21C를 선도해 나갈 수 있는 과학기술로서 전자정보통신, 의약, 소재, 제조공정, 환경 및 에너지 등의 분야에서 미래의 기술로 부각되고 있다.

나노과학기술 분야 중에서도 특히 탄소나노튜브(Carbon Nanotube; CNT)는 새로운 물질특성의 구현이 가능하여 기초연구의 중요성과 산업적 응용성이 동시에 크게 각광받고 있다.

발전단계 1985년에 Kroto와 Smalley가 탄소의 동소체(allotrope)의 하나인 Fullerene(탄소 원자 60개가 모인 것: C60)을 처음으로 발견한 이후, 1991년 이 새로운 물질을 연구하던 일본전기회사(NEC) 부설 연구소의 Iijima 박사가 전기방전법을 사용하여 흑연 음극상에 형성시킨 탄소덩어리를 TEM으로 분석하는 과정에서 가늘고 긴 대롱 모양의 탄소나노튜브를 발견하여 Nature에 처음으로 발표하였다. 이때 성장된 탄소나노튜브의 길이는 수십 [nm]~수 [m]이고, 외경은 2.5~30[nm]이었다. 탄소나노튜브에서 하나의 탄소원자는 3개의 다른 원자와 sp² 결합의 육각형 벌집무늬를 이루며, 이 튜브의 직경이 대략 수 [nm] 정도로 극히 작기 때문에 나노튜브라고 명명한다.

1992년 Ebbesen, Ajayan 등은 전기방전법을 사용하여 탄소나노튜브를 합성할 때 챔버내의 헬륨압력을 높일 경우 흑연 음극상에서 탄소나노튜브의 합성수율이 크게 증가한다는 사실을 발표하였다. 1993년에는 IBM의 Bethune 등과 NEC의 Iijima 등이 전기방전법을 사용하여 직경이 1[nm] 수준인 단중벽 나노튜브(single wall nanotube; SWNT) 합성을 발표하였다. 이어서 1996년 Smalley 등은 레이저증착법(laser vaporization)으로 직경이 균일한 SWNT를 고수율로 성장시키는 방법을 발표하였고, 이 경우 성장된 SWNT는 bundle 형태로 존재하여 이 형태를 다발형 나노튜브(rope nanotube)로 명명

하였다. 1998년에 Ren 등이 플라즈마화학기상증착법을 사용하여 글라스기판위에 수직배향된 고순도의 탄소나노튜브를 합성시킴으로써, 탄소나노튜브의 합성과 응용기술 면에서 획기적인 진전을 가져왔다.

그림 11은 탄소결합체의 종류를 나타내고 있으며 실제로 탄소나노튜브는 그래파이트 면(graphite sheet)이 나노 크기의 직경으로 둥글게 말린 상태이며, sp² 결합 구조를 갖는다. 이 그래파이트 면이 말리는 각도 및 형태에 따라서 전기적으로 도체 또는 반도체의 특성을 보인다. 또한 탄소나노튜브는 벽을 이루고 있는 결합 수에 따라서 단일벽 나노튜브(single walled nano-tube) 또는 다중벽 나노튜브(multi-walled nano-tube)로 구분하고, 아울러 단일벽 나노튜브가 여러개로 뭉쳐있는 형태를 다발형 나노튜브(rope nanotube)라고 부른다.

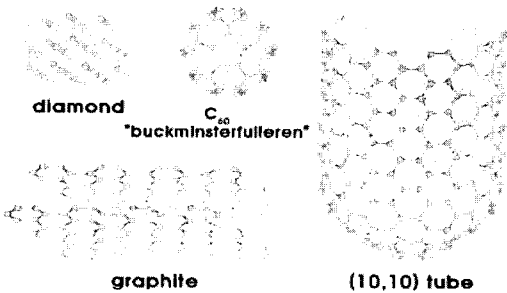


그림 12. 탄소결합체의 종류

□ 면광원(Flat Panel Lamp)

면광원은 CCFL, EEFL 등의 소형 형광등을 몇 개 합친 루미패널을 말하기도 하지만, 본 고에서의 면광원은 면자체가 발광하는 무공해 램프로서 가정이나 사무실, 주택, 의료분야 등 그림자가 생기지 않도록 만들어진 균일도 90[%] 이상의 이상적인 친환경 조명시스템을 말하는 것이며, 특히 면광원 시스템은 제논(xenon) 엑시머(excimer) 방전을 이용하여 빛을 발생하는 시스템으로서, 전원 인가시 면광원 캐비티

(cavity)안의 제논 가스가 여기(exciting)된 후, 전자가 재결합되면서 발생된 짧은 파장대 자외선이 형광체에 부딪쳐 가시광선으로 전환되는 원리를 이용한 시스템이다.

면광원의 장점으로는 50,000시간 이상의 장수명으로 대면적 조사(照射) 가능하고, 무수은 램프이기 때문에 환경오염 방지와 심미적 기능을 할 수 있다는 것이며, 조명용뿐만이 아닌 디스플레이 백라이트 등 여러 가지 형태의 광원 제작이 용이하여 다양한 형상 구현으로 다용도가 가능하다. 기존의 형광램프 대비 10~30[%] 이상의 전력저감 효과와 기계적 안정성 및 무게 절감효과등을 가져올수 있다.

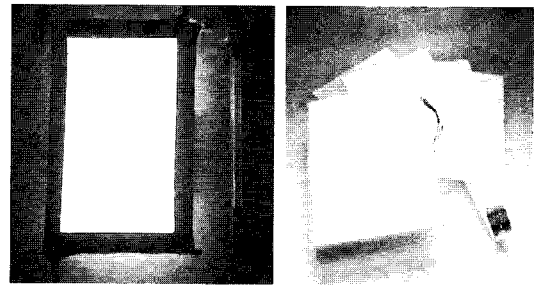


그림 13. 면광원 시스템

참 고 문 헌

- [1] 장우진 외. "고출력 LED 및 고체광원 조명기술", 도서출판 아진, 2006. 4.
- [2] 산업자원부, "IT결합형 신조명산업 혁신 전략", 2003. 10.
- [3] 산업발전전략기획단, "산업 4강의로의 길", 2010 산업비전, 2002. 9.
- [4] 산업자원부, 선진국 환경규제에 따른 조명산업 발전방안 연구, 2006. 5.
- [5] 에너지관리공단, 2010 에너지비전 "에너지정책방향과 발전 전략", 2002. 12.
- [6] 서울반도체, 한국조명기술연구소, "AC LED광원 개발 최종보고서", 2005. 10.
- [7] 산업자원부, 정보통신부, "초고주파 방전 신광원 시스템 개발", 최종보고서, 2004. 12.

◇ 저 자 소 개 ◇



이세현(李世賢)

1973년 3월 18일생. 안양대학교 전기공학과 졸업. 인하대학교 전기공학과 졸업(석사). 현재 한국조명기술연구소 선임연구원.

- ◇ 전문활동분야 : 본 학회 정회원, 대한전기학회 정회원, 국제조명위원회(CIE) 한국위원회(KCIE) 정회원, IEC/TC21 전문위원
 - ◇ 관심분야 : 태양광 표준 및 적합성, 축전지분야 등
- e-mail : gazazip@kilt.re.kr



황명근(黃明根)

1961년 4월 3일생. 한양대학교 졸업(석사). 인하대학교 졸업(박사). 현재 한국조명기술연구소 연구부장/책임연구원, 세종대학교 공과대학 겸임교수.

- ◇ 전문활동분야 : 본 학회 편수이사, 국제조명위원회 한국조명위원회(KCIE) 이사, 대한전기학회 C분과 편수위원, IEC/TC82/TC21A 전문위원
- ◇ 관심분야 : Lamp & Lighting, Display 광계측 및 분석 등



조미령(曹美領)

1969년 12월 6일생. 광운대학교 전자공학과 졸업(석사). 광운대학교 전자공학과 졸업(박사). 현재 한국조명기술연구소 선임연구원.

- ◇ 전문활동분야 : 본 학회 정회원, 국제조명위원회(CIE) 한국위원회(KCIE) 정회원, IEC/TC110 전문위원, 대한전기학회 정회원
- ◇ 관심분야 : 무전극램프, EEFL 및 BLU 국제 규격 등



양승용(梁承龍)

1950년 9월 25일생. 부산대학교 수학교육과 졸업. 연세대학교 행정대학원 졸업(석사). 서울산업대학교 CEO전문과정(수료). 중앙공무원교육원 증견관리자(8기). 국가안보통일정책연구소 연구위원. 현재 한국조명기술연구소 소장.

- ◇ 전문활동분야 : 본 학회 평의원, 대한전기학회 및 전기전자재료학회 정회원
- ◇ 관심분야 : 신광원 산업화지원 방안, 국내 조명산업 클러스터 구축방안 및 행정 등