



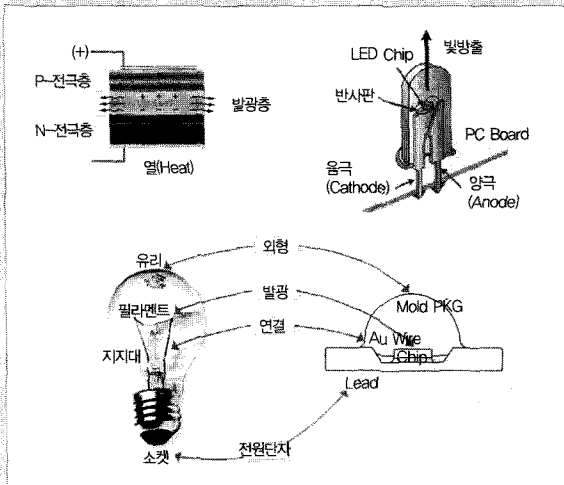
LED 조명 선정

제공 | 교육훈련팀

1. LED 조명

1.1 LED 조명의 원리

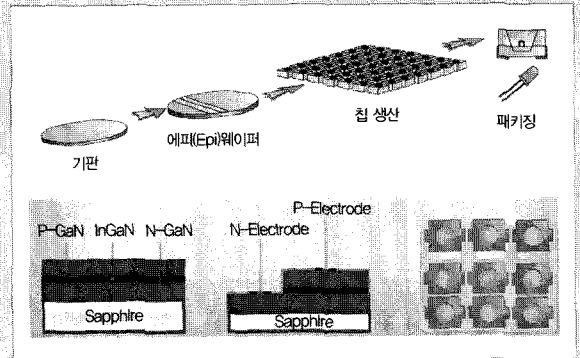
LED(Light-Emitting Diode)는 p-n접합 다이오드의 일종으로, 순방향으로 전압이 걸릴 때 단파장광이 방출되는 현상인 전기발광효과를 이용한 반도체소자(GaN, InGaAlp 등)이다. 즉 순방향 전압 인가시 n층의 전자와 p층의 정공(hole)이 결합하면서 전도대와 가전대의 높이차이(에너지 갭)에 해당하는 만큼의 에너지를 발산 하는데, 이 에너지는 주로 열이나 빛의 형태로 방출되며, 빛의 형태로 발산 되면 LED가 되는 것이다.



【그림 1-1】 LED의 발광원리

1.2 LED 제조공정 및 각 단계별 기술동향

LED 제조공정은 에피(Epi) 웨이퍼 제조 → 칩 생산 → 패키징 → 모듈 등으로 진행된다.



【그림 1-2】 LED의 제조공정

① 기판

상용화된 LED 에피 웨이퍼는 Sapphire와 SiC 기판에서 성장하여 제작되나, 광효율 향상 및 고출력화에 따른 방열 특성 확보를 위해 새로운 기판 상 성장하는 방법이 활발하게 개발 중이다.

② 에피(Epi) 웨이퍼 제조

기초 소재인 기판위에 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition, 유기 금속 화학 증착법) 장비를 이용하여 화합물 반도체를 성장시켜 에피 웨이퍼를 제조 하는 단계이다.

③ 칩 생산

칩생산 공정은 전극을 형성하고 개별 칩으로 절단하는 단계이다. 중대형 LCD 백라이트 및 조명용으로 백색 LED 사용량이 급증할 것으로 예상된다. 그리고 고출력 LED 필요성이 증가함에 따라, 칩 사이즈도 대형화되고 있어 칩의 면적 증가는 광효율 및 생산이 저하된다.

④ 패키징 및 모듈 공정

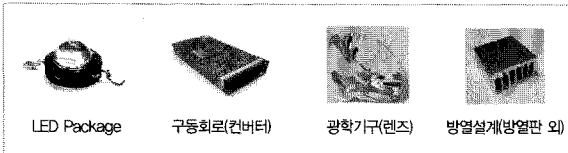
패키징 공정은 제조된 칩과 리드(lead)를 연결하고 빛이 최대한 외부로 방출되도록 패키징하는 단계이며, 모듈 공정은 패키징이 완료된 LED를 이용하여 일정한 프레임에 LED를 부착시키는 단계이다.

⑤ 형광체

백색 LED 구현은 청색 LED에 황색 형광체를 사용하며, 형광체에 따라 업체별로 특성을 보유하고 있어 백색 LED 제조를 위해서는 형광체에 대한 license를 확보해야 한다.

1.3 LED 조명기구의 구성 요소

LED 조명기구의 구성 요소로는 LED 이외에 SMPS (Switched-mode power supply)와 같은 AC-DC 컨버터 등의 구동회로, 렌즈 또는 커버와 같은 광학기구, 방열판과 쿨러와 같은 방열설계 등을 들 수 있다.

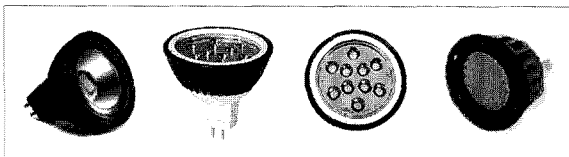


[그림 1-3] LED 조명기구의 구성 요소

1.4 LED 조명의 종류

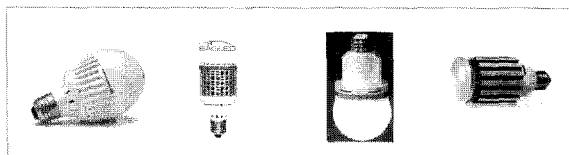
1.4.1 실내 LED 조명

① MR(Mirror Reflector) 타입 LED램프

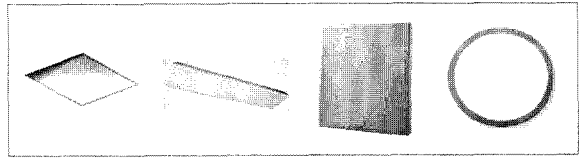


램프 내면에 반사면(주로 알루미늄)을 도포한 반사막을 이용하여 빛을 집중시켜 광속의 이용도를 대폭 높인 램프이다.

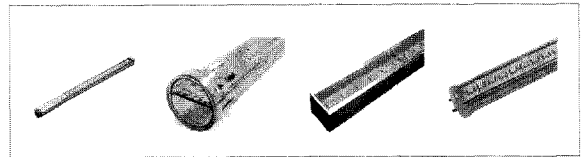
② 전구 타입 LED램프



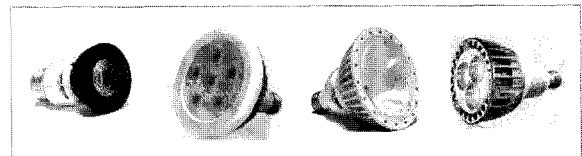
③ LED 평판조명



④ BAR 타입 LED램프

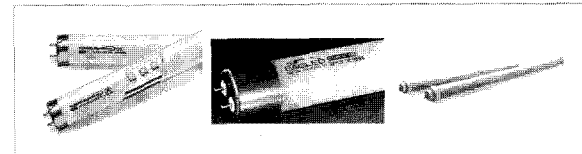


⑤ PAR(Parabolic Aluminized Reflector) 타입 LED램프



전구 내벽 후면에 알루미늄 피막을 입혀 반사경으로 사용한 렌즈 반사경 일체형 전구를 말하며 전면에 렌즈를 추가로 부착하여 집광성을 더욱 높인 램프이다. PAR램프는 1/8인치가 기본단위이므로 PAR38램프의 지름은 $38 \times 2.54(\text{인치}) / 8 = \text{약 } 120\text{mm}$ 이다.

⑥ 형광등 LED램프

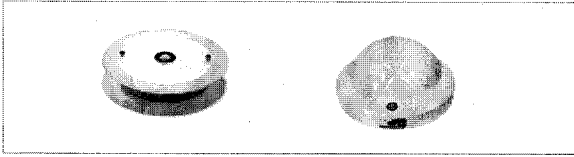


안정기가 내장된 AC 직결형과 기존 안정기에 사용가능한 안정기 호환형이 있다.

⑦ LED 다운라이트

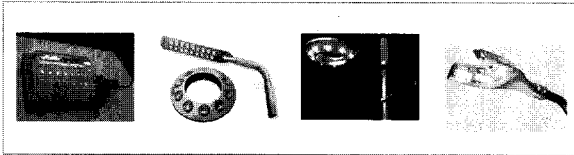


⑧ 센서등, 직부등



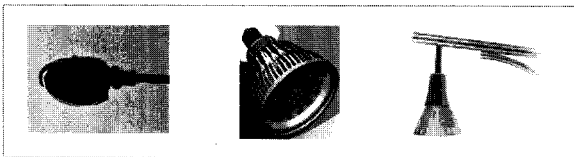
1.4.2 실외 LED 조명

① LED 가로등



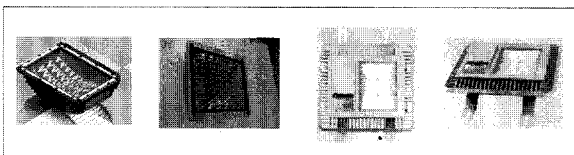
일반 가로등과 태양전지판이 부착된 태양광 가로등이 있다.

② LED 보안등(공원등)

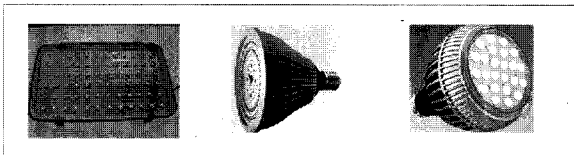


일반 보안등과 태양전지판이 부착된 태양광 보안등이 있다.

③ LED 터널등

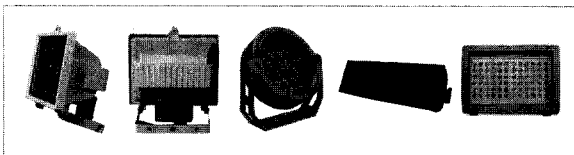


④ 고천정등(방폭등)

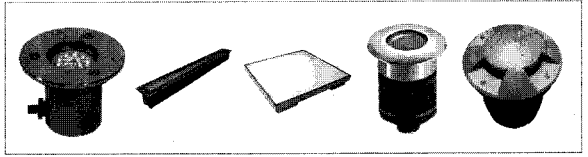


1.4.3 경관용 LED 조명

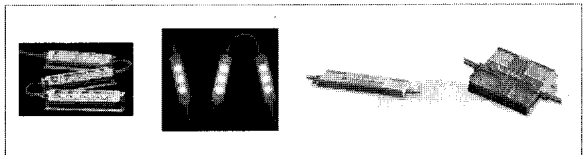
① LED 투광등



② LED 지중등



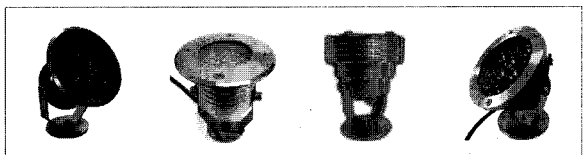
③ LED 사인 모듈



④ LED BAR

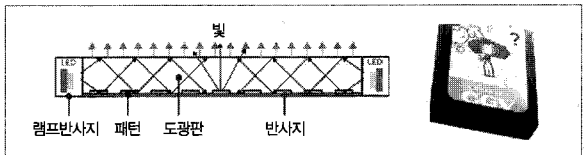


⑤ LED 수중등

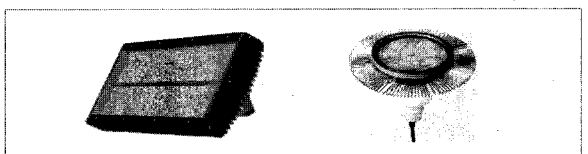


1.4.4 기타 LED 조명

① 광고용 라이트패널

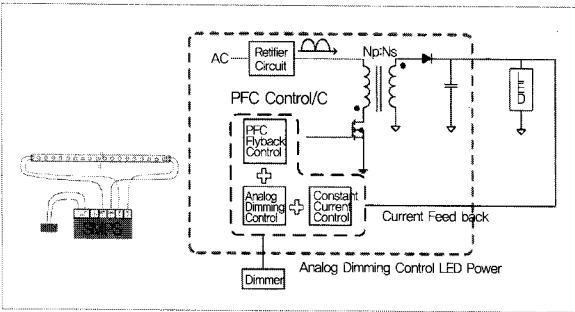


② LED 집어등



1.5 LED 조명 구동용 직류 전원장치

현재 LED 조명 시스템을 구동하기 위한 직류전원장치는 점차 정전압원과 LED 구동 Driver를 결합한 형태에서 정전류원 직류전원장치를 이용한 구동으로 바뀌어 가고 있다. 정전류 구동방식의 경우 정전류 제어 방식을 사용하고 있어 광원의 구동 전류에 따라 제품군의 개발이 필요하게 된다. 그러나 LED 조명은 현재 국내외에서 표준화를 위한 많은 노력을 기울이고 있으나 아직 표준화 되지 않고 있어 업체마다 개발하는 등기구의 출력 사양이 용량이 증가 할수록 많은 차이를 보이고 있다.



[그림 1-4] LED 조명의 직류 전원장치

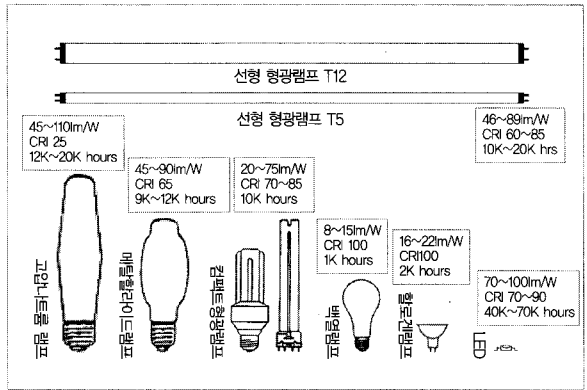
LED 수명은 지난 수년간 꾸준히 증가하여 2009년 현재 약 50,000시간(5.7년)에 달한다. 이에 따라 직류전원 장치의 장수명 문제가 크게 대두되고 있다. 현재 국내뿐만 아니라 미주지역에서는 LED 조명용 직류전원장치의 수명에 대해 40,000 시간을 요구하고 있으며 유럽의 경우 100,000만 시간을 요구 받고 있다. 이에 따라 조명업체에서는 직류전원 장치의 수명을 좌우하는 전해 콘덴서 사용을 제한하기도 한다.

2. LED 조명 선정 및 사용시 주의사항

2.1 기존 조명과 LED 조명 광원별 특성

기존 조명과 LED 조명의 효율(lm/W), 연색성(CRI), 수명(hour)을 비교하면 다음 <그림 1-5>와 같다.

램프의 효율(lm/W)은 단위 전력(1W) 당 방출되는 광속(광량)으로 높을수록 좋으며, 백열전구 100W는 7.8(lm/W), 할로겐 전구 75W는 10.5(lm/W), 형광등 23W는 37.6(lm/W), LED 조명 20W는 52.2(lm/W)이다. 연색성을 나타내는 CRI(Color Rendering Index)는 자연광(태양광)에서 본 사물색과 특정 조명에서 본 사물의 색이 어느 정도 유사한가를 수치로 표현한



[그림 1-5] 기존 조명과 LED 조명 광원별 특성(효율, 연색성, 수명)

것으로 100에 가까울수록 연색성이 좋음을 의미하며, 자연광(태양광)은 100, 백열전구 90, 형광등 80, LED 80 정도이다. 수명은 LED가 40,000 ~ 70,000 hr로 가장 길다.

2.2 기존 램프 LED조명 교체시 소비전력, 가격, 수명 비교

기존 조명과 LED 조명의 제어, 응답속도, 소형화, 광전환 효율, 수은 발생, 발광대역, 수명, 내열성, 가격 등의 특성은 다음 <표 1-1>과 같다.



[표 1-1] 기존 조명과 LED 조명의 특성 비교

구분	기존 조명	LED 조명
제어	On / Off	다색 및 단계 밝기
응답속도	1 ~ 3초(형광등)	~ 10 ns
소형화	소형화 한계	소형, 슬림화(chip:0.3~1mm)
광전환 효율	백열등 5%, 형광등 40%	최고 90% 잠재효율(고효율)
수은	사용(기체광원)	무(고체광원) - 친환경
발광대역	집중불가	집중화(특수 조명 활용)
수명	3,000 ~ 7,000 hr	50,000 ~ 70,000 hr(유지관리 용이)
내열성	우수	열에 취약(별도 방열설계)
가격	저렴(형광등 3,000원)	고가(30,000 ~ 300,000원)

<표 1-1>에서 살펴보면 내열성, 가격을 제외한 대부분의 특성에서 LED 조명이 우수함을 알 수 있다. 기존 조명을 LED 조명으로 대체시 소비전력, 수명의 개략적인 기대효과는 다음 <그림 1-6>과 같다.

기존 조명과 LED 조명의 가격과 소비전력 비교는 다음 <표 1-2>와 같다.

<표 1-2>에서 보면 LED 조명이 가격이 상당히 높음을 알 수 있고, 교체 투자비가 많이 소요됨을 예상할 수 있다. 소비전력 측면에서는 기존 조명 대체시 LED 조명이 우수함을 알 수 있다.

 (백열전구) →  (LED조명)	소비전력 60W → 5, 7, 8, 10W... 수명 1,000h → 50,000h
 (할로겐전구) →  (LED조명)	소비전력 20W → 3, 4, 5W... 수명 10,000h → 50,000h
 (PAR전구) →  (LED조명)	소비전력 75W → 10, 15, 20W... 수명 2,000h → 50,000h
 (메탈전구) →  (LED조명)	소비전력 175W → 44, 52W... 수명 12,000h → 50,000h
 (형광등) →  (LED조명)	소비전력 32W → 14, 22, 28W... 수명 8,000h → 50,000h
 (T-5) →  (LED조명)	소비전력 28W → 12W... 수명 8,000h → 50,000h

(제조사 제공 자료 2009.12)

〔그림 1-6〕 기존 램프 LED조명 교체시 소비전력, 수명

〔표 1-2〕 기존 조명과 LED 조명의 가격과 소비전력 비교

구분	가격(만원)		소비전력(W)	
	기존조명	LED 조명	기존조명	LED 조명
백열등 대체	0.1	3 ~ 5	60	10
할로겐 대체	1 ~ 2	8 ~ 15	75	14
형광등 대체	0.3 ~ 1	5 ~ 9	32	13 ~ 25
형광등 기구 (32W×2)	5 ~ 8	25 ~ 40	64	55
교통신호등	20 ~ 40	40 ~ 60	400	38
유도등 대체	3 ~ 5	4 ~ 8	6	3
보안등 대체	4 ~ 6	28 ~ 40	175	120
가로등 대체	30 ~ 40	80 ~ 120	400	180

(Displaybank, 2009.05)

2.3 LED 조명 사용시 주의사항

- ① 광도조절 리모컨이 붙은 전기기구(일명 무드등)나 회로, 유도등, 비상용 조명기구, HID(High Intensity Discharge) 램프기구에 사용하지 말 것
- ② 비, 물방울이 떨어지는 곳, 습도가 많은 곳에는 사용하지 말 것
- ③ 밀폐기구나 단열시공을 한곳에서는 램프 주변온도 때문에 사용할 수 없는 곳이 있을 수 있음
- ④ LED 소자에는 광색과 밝기에 대한 산포가 많아 같은 종류의 램프일지라도 광색이나 밝기가 다를 수가 있음
- ⑤ LED 3W로 24개처럼 직병렬 사용되었기 때문에 LED 개별

- 교환을 하면 안됨. 경우에 따라서는 전체를 교체하여야 함
- ⑥ 밀폐형 기구나 밀폐에 가까운 기기에서 온도상승이 크면 수명이 급격하게 단축됨
 - ⑦ 램프 주위 온도가 40℃를 넘는 곳에는 사용하지 말 것. LED 정선온도가 47℃이기 때문이고, 추천 사용온도 범위는 5~35℃ 정도임
 - ⑧ 라디오, TV 등 음향기구나 영상기기 주변에서 사용할 경우 잡음이 발생할 수 있음
 - ⑨ 적외선 리모콘을 사용하는 기기(TV, 에어컨 등) 부근에서 점등하면 리모콘이 오 동작하는 경우가 있음
 - ⑩ 램프를 장시간 주시하면 눈에 나쁜 영향을 줄 수 있고, 시력장애를 야기할 수도 있음
 - ⑪ 램프 길모양이 같아 보여도 사용할 수 없는 경우도 있음

LED의 발열로 인한 제품불량(고장) 분석은 다음 <표 1-3>과 같다

〔표 1-3〕 LED의 발열로 인한 제품불량(고장) 분석

구분	열화 및 불량요인	열화 및 불량내용
부재	수지(렌즈, 기타)	광량 저하, 파장 특성 불량
	납, Lead Frame, Board	광량 저하, 전기적 특성 불량, 열저항 측정 이상
Chip	결정 결함	광량 저하, 파장 특성 불량, 전기적 특성 불량
	접합 파괴	광량 저하, 전기적 특성 불량
Assembly	Die Bonding	광량 저하, 전기적 특성 불량, 열저항 측정 이상
	chip 분리, Crick	광량 저하, 전기적 특성 불량, 열저항 측정 이상
	Wire Bonding	광량 저하, 전기적 특성 불량, 열저항 측정 이상
	Molding	열저항 측정 이상
외부적 요인	정전기(ESD)에 의한 열화	광량 저하, 전기적 특성 불량, 열저항 측정 이상
	온도/습도 변화에 의한 열화	광량 저하, 전기적 특성 불량
	기계적 스트레스	광량 저하, 전기적 특성 불량

(Displaybank, 2009.05)

참고문헌

1. "조명용 LED 파워 기술 동향", 삼성전기, 2009.
2. 금호전기(www.khe.co.kr)
3. 삼성LED(www.samsungled.com)
4. LG이노텍(www.lginnotek.co.kr)
5. 남영전기(www.namyung.co.kr)
6. 화우테크놀로지(주)(www.fawoo.co.kr)