

# 초 고휘도 LED로 ‘新광원’ 얻는다

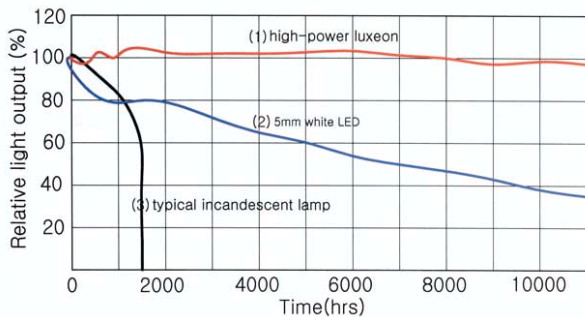
글\_ 정만영 우관테크 회장

**최** 근 첨단전자공업의 총아라고하면 LCD(Liquid Crystal Diode), LED(Light Emitting Diode), LD(Laser Diode) 세 가지를 들 수 있다. 다이오드라는 점에서는 공통성이 있지만 LCD는 광을 통과시켰다가 차단시킬 수 있는 액정을 유리판 양극에 가두어 넣고 광의 양(휘도)과 질(색도)을 조정하는 비반도체인데 비해서 LED와 LD는 P(양)와 N(음)극으로 구성되는 진성 반도체라는 점이 다르다. 이것들은 최근 혁신적인 발전을 하면서 전자·전기 공업의 장래를 좌우하고 있다. 즉 LCD는 화상과 문자를 박판유리에 전시한다. 진공 유리창에 전시하던 지금까지의 CRT(Cathode Ray Tube)를 대신하여 전자 총을 가진 전자관을 퇴출시켰고, LED는 교통신호등과 형광등을 퇴출시키고 있다는 점에서 그 역할이 비슷하다.

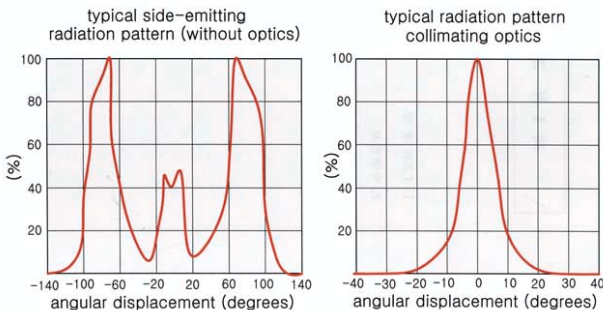
## 초고휘도, 전기 1w로 45루멘까지 나와

LED는 원거리까지 광이 퍼지지 않고 극소형으로 집속, 전파되기 때문에 CD, DVD는 물론이고 집속성을 이용하는 피부미용, 정밀 절단기, 복사기 등에 활용되고 있다. 군용으로 이용되고 있는 초고휘도 LED를 중심으로 그 응용 사례를 제시하면서 어떻게 해서 에디슨의 백열전구와 형광등을 퇴출시키고 정전이 없는 LED 조명으로 지하철(지하), 복합아파트, 호텔, 주택 등에서 널리 활용되고 있는지를 알아본다. 먼저 전기적 특성을 살펴보면 초고휘도는 1w 이상의 전기 입력으로써 30루멘(Lumens, 휘도) 이상이 나오는 것을 말하는데 이것도 색원에 따라 조금씩 다르다. 파장이 625nm인 적색, 530nm인 초록색에서는 45루멘까지도 나오고 있으나 파장이 짧은(455nm 이하) 청색 쪽은 5루멘 정도이며 여기서 얻는 백색(5500k)은 약 18루멘 정도이다.

현재 백색에서는  $3.6V \times 300mA = 1W$ , 청색에서는  $5V \times 300mA = 1.5W$ , 칩마운트가 5m/m $\phi$ 에서 렌즈 끝부분 외경이 25m/m $\phi$ 를 사용한다. 수명과 렌즈에 의한 배율을 살펴보면 파워 LED로서는 5m/m $\phi$  렌즈에 내장된 소신호용 LED에 비해서 단일 칩마운트 5m/m $\phi$ 에서 반대 단부가 25m/m $\phi$ 까지 확대되는 플라스틱 렌즈로서 배율이 20배까지 되므로 평행광선 출력이 5w이면 현재까지는 자동차 헤드라이트에 근사하다. 여기서 정상적으로 동작하는 1w용 전력 LED와 소신호용 LED 백열전구의 수명을 비교한다면 <그림 1>과 같다. 그림(a)에는 (1)이 Power LED이고, (2)가 5m/m $\phi$  신호용 LED이다. 이에 반해 (3)의 백열전구는 2천 시간을 넘기지 못한다. 종전의 전구식 수명이 얼마나 짧은지 잘 나타내준다. LED의 제일 두드러진 특성과는 비교가 안된다. 그 이유는 LED는 열로 변하는 것이 없이 초 이내에 광출력이 나오는데 비해서 종전의 전구식은 필라멘트를 가열해서 2700°k까지 가열이 되어야 광이 나오기 때문에 본질적으로 광출력이 나오기까지는 지연 시간이 초 단위인데다 고열로 가열을 하므로 필라멘트 금속이 증발되면서 수명이 짧아진다.

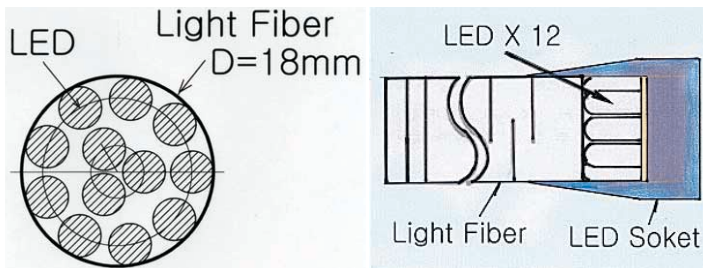


(a) 전력 LED(1), 소신호 LED(2)와 백열전구(3)의 수명



(b) 전력 LED의 렌즈에 의한 집속효과

<그림 1> 전력용 LED의 수명과 렌즈에 의한 집속효과



(a) 12개 백색 LED가 각각 5m/m $\phi$  렌즈를 착용한 것으로 18m/m $\phi$  내에 배치 (b) PLF Rot (18m/m $\phi$ )를 12개 LED로 단부에서 예진 결합

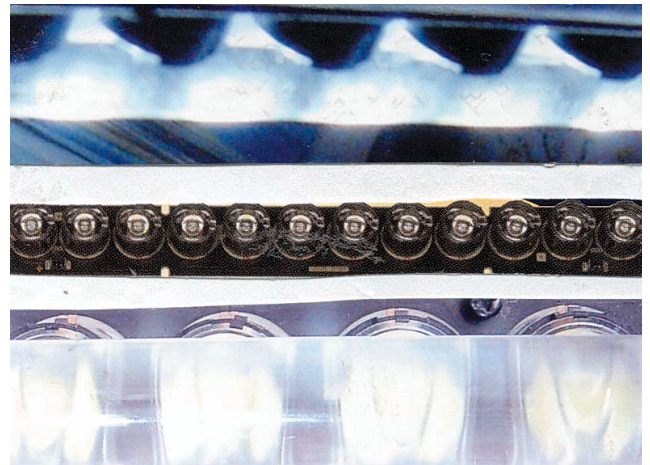
〈그림 2〉 5m/m $\phi$  LED 12개로 PLF 18m/m $\phi$ 의 단부를 예진결합했다. 측광조명으로 형광등처럼 작용한다.

### 백열전구나 형광등과 대체 가능

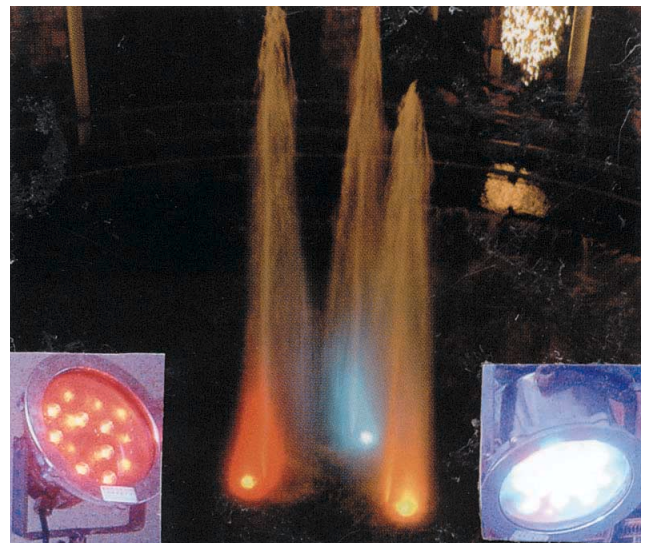
초고휘도 LED는 전술한 바와 같이 신호용(5m/m $\phi$ )이 발전(40mW $\rightarrow$ 1,000mW)해서 25배 이상의 전기 입력이 공급되었을 때 얻어지는 휘도가 30~50루멘 이상으로 초고휘도가 얻어진다. 이 때 4V 전압에서 전류가 25배 이상에서 접합 다이오드부가 열에 견디어 내야 하기 때문에 칩 크기도 25배 이상이 되어야 한다. 잔여열은 냉각판으로 방열되도록 접합부에서 발생하는 열을 뽑아내기 위해서 5m/m $\phi$  때는 불필요한 냉각판을 접합 근처에 부착해서 열을 뽑아주지 않으면 다이오드의 접합부가 파괴되어서 못쓰게 된다.

실제로서 현재까지 5m/m $\phi$ 의 백색 다이오드 중에서 가장 밝고 규격 이상의 입력 전력이 견디어 낼 수 있는 것이 '니치아'의 5m/m $\phi$  백색 다이오드이다. 이것은 1994년도부터 전세계 시장에서 가장 많이 팔리고 있다. 이것들을 〈그림 2〉(a)와 같이 12개를 18m/m $\phi$  Fiber단 부에 병렬 결합한 것이 〈그림 2〉(b)이다. 이 때 최대 결합을 시키기 위해서 밀착 결합으로 결합 손실을 최소화하도록 하되 약 10db의 결합 손실을 피할 수 없다.


LED가 20W 형광등을 대체하려면 어떤 LED를 몇 개 써야 하는가. LED의 휘도 효율(Lumens/W)은 해마다 향상되고 있다. 현재 백열전구(20%)보다는 좋으나 전술한 방법으로는 20W 형광등까지는 아직 미달이다. 이것을 금년 상반기까지 앞당겨 대체하고 40W 형광등까지도 연말까지는 대체할 수 있는 근거가 〈그림 3〉과 같은 1W 파워 LED 12개와 플라스틱 라이트 화이버를 측방 결합시켜서 측광 방식으로 20W 형광등 스탠드에 대체될 수 있게 하였다. 이로서 2009년까지 5년이 예측되고 있으나 독특한 라이트 화이버와의 결합을 세계 어느 누구보다도 앞당기려고 있다. 〈그림 4〉은 1W 파워 LED의 3색등(RGB)을 수중 분수



〈그림 3〉 1W LED12개를 나열, 20W 형광등과 같은 밝기로 동작중인 상태



〈그림 4〉 KIST 중앙광장 연못에 설치될 3색 LED 조명분수

분수에 설치한 후, 분수 원점에는 3색으로 착색된 것을 설치하고 4각 연못의 주변에 청색 파워 LED를 설치한 것이다. KIST 연구원들에게 스트레스 해소와 사색의 공간을 제공할 것으로 기대된다. 파워 LED에 사용된 LED 칩에 플라스틱 렌즈를 사용하여 1W 칩에서 나오는 고휘도 LED에다 20배의 집속을 하였다. 또한, PLF와 결합시켜서 총 60배의 집속을 가능케 함으로써 20W 직선 형광등을 대체할 수 있게 하였다. 



글쓴이는 일본 오사카대학에서 박사학위를 받고, KIST, ETRI 연구원 등을 지냈다.