

# 형광램프의 원리와 점등방식(1)

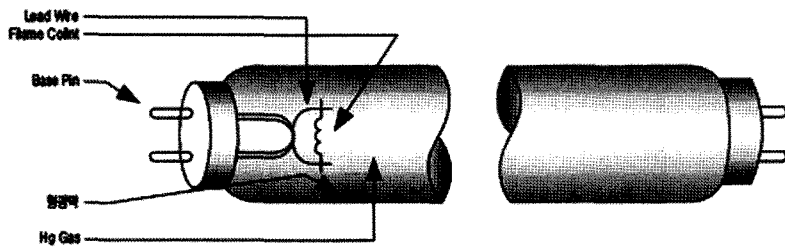


협회에서는 실무자에게 필요한 각종 전기관련 상식들과 안전인증 시험 등의 정보를 제공하오니, 많은 참고와 활용 바랍니다.

## 형광램프의 이해

### 가. 구조 및 점등원리

- 형광램프는 대부분이 발광의 저압수은 증기 중의 방전에 의해 생기는 자외선으로 여과된 형광물질의 Photoluminescence를 이용한 열음극 방전 램프이다. 일반적으로 효율이 높고 고연색, 장수명, 저휘도 등 많은 장점이 있어 옥내 조명용으로 가장 널리 사용되고 있다. 형광램프 (Fluorescent Lamp) 구조는 다음과 같다.



〈형광램프의 구조〉

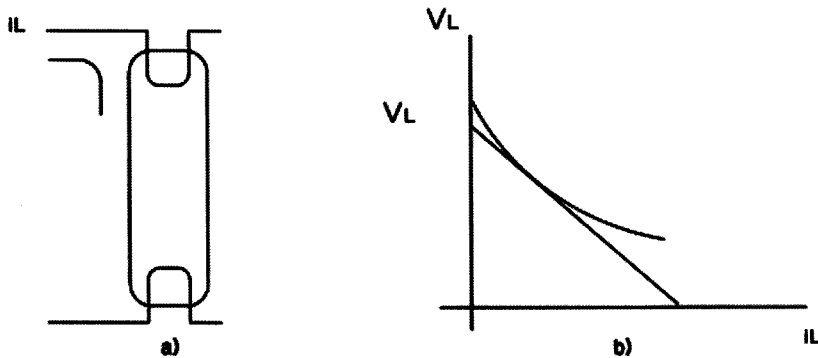
- 형광램프는 보통 교류로 점등되는데 전극이 음극이 된 경우는 열전자를 방사한다. 이 때문에 전극에는 텅스텐 Coil에 Ba, Ca 등의 산화물이 피복되어 전자방출을 용이하게 한다. 방전이 일어나면 방전로(Discharging path)에 걸쳐 전기적인 절연과피가 일어나며, 방전이 지속되는 것은 자유전자에 의한 것이다.

- 정상 동작시 전자 방출은 주로 Filament 양단의 고 전위부에서 발생하여 그곳에서 휘점(Hot spot)이 생긴다. 방전 중에는 양이온이 높은 에너지를 갖고 음극면에 충돌하므로 Filament에 피복되어 있는 전자 방사물질인 Ba, Ca이 점차 튀어나와 판단부에 부착하여 램프를 흑화(Blackening) 시킨다. 오랜시간 점등하면 음극물질의 소모가 심해 전자 방출능력을 잃게 되고 결국 점등 불능이 된다. 이러한 흑화현상은 방전개시 순간에 특히 심하며, 램프의 수명에 심각한 영향을 미친다.

## 나. 형광램프의 특성

### 1) 전기적 특성(부저항)

- 형광램프를 비롯한 모든 방전등에는 램프종류가 증가하면 램프 양단의 전압은 오히려 감소하는 부저항 특성이 존재한다. 이러한 부저항 특성으로 인해 점등이 불안정해지거나 그 자체로 램프가 파손될 수 있으므로 점등시에는 전류제한 장치를 램프에 직렬로 연결하여 방전개시 후 램프전류가 방전관의 특성에 좌우되기보다는 외부 회로에 많이 관계되도록 할 필요가 있는데 이러한 전류제한 장치를 안정기(Ballast)라 한다. 아래그림은 일반적인 형광램프의 전압, 전류, 특성을 나타낸 것으로 특성곡선은 점등 이후 램프가 놓일 수 있는 동작점을 표시한다.



〈정상 상태에서 형광등의 부저항 특성곡선〉

### 2) 온도특성

- 수은증기 입력은 형광등에서 가장 낮은 점에 좌우되므로 온도는 형광등 특성에 큰 영향을 준다. 낮은 온도에서 수은 증기압이 감소됨으로써 자외선 에너지의 방사가 적어지므로 형광체의 광출력은 감소되며, 높은 온도에서는 방사되는 파장이 길어짐으로 인해 형광체를 자극하기가 어려워져 광출력은 감소된다. 광출력과 발광효율은 관벽온도가 38℃에서 최대이며, 높은 온도에서 소비전력과 광



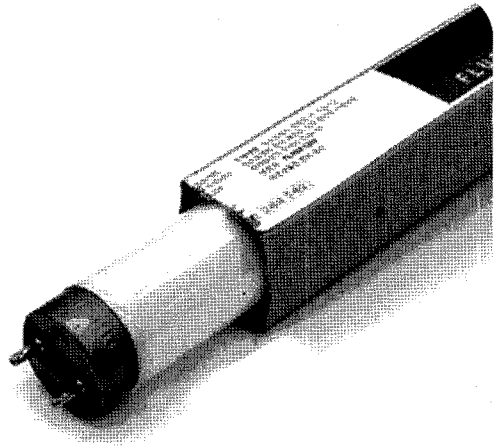
출력은 관벽온도가 주위온도보다 높도록 설계되어 있으므로 주위온도 20~30℃일때 가장 효율적으로 동작된다.

### 3) 습도 특성

- 형광등의 시동전압은 관외벽의 정전 전하에 의해 영향을 받는다. 관주위의 습기가 많아지면 시동전압이 더 높게 요구되며, 특히 래피드스타트 형광등의 경우 큰 영향을 준다.

### 4) 램프의 수명특성

- 형광등의 전극에서는 전자방출 물질이 도포되어 있다. 전자방출 물질은 고온에서 자유전자를 방출한다. 전극가열은 아크가 발생하기 전에 양호한 전자방출을 보장하는 고온으로 가열되는 예열형과 이온충격에 의해 아크가 일어난 후 가열될 수 있는 순시 가동형이 있다. 일반적으로 형광등에서는 열음극이 사용되므로 전자방출이 원활해질 때까지 예열을 해야 한다. 이는 전극의 온도가 증가함에 따라 방전개시 전압이 급속히 감소하며, 전극이 충분한 열전자를 방출하게 되면 방전개시 전압은 더 이상 감소하지 않는 특성이 있다.
- 열음극 램프의 수명은 전극에 도포된 Ba, Ca 등의 전자 방출 물질의 손실률에 의해 결정된다. 도포막의 일부가 램프가 시동될 때마다 필라멘트에서 떨어져 나간다. 또한 램프 점등 중에도 전자방출 물질의 증발이 있다. 도포막이 하나 혹은 양쪽 전극에서 완전히 제거되거나 남아 있는 도포막이 전자 방출을 못하게 되면 램프는 수명말기에 도달하게 된다. 시동을 할 때 전자방출 도포막의 일부가 전극으로부터 떨어져 나와 음극 주위인 관 끝에 부착되어 흑화현상을 일으킴으로써 점등시간이 길어질수록 광출력이 감소되어 실제 형광등을 대체시키는 시간은 본래의 수명보다 짧아진다.
- 형광램프는 방전 불능시가지의 점등시간 또는 광속이 최초시(100시간 점등 후)의 70%(연색성을 개선한 경우 60%)로 감소된 시간 어느 쪽이든 짧은 쪽을 램프수명이라 하며, 보통 방전 불능시가지의 점등시간을 절대수명, 점등수명 또는 음극수명이라고 하고 광속이 70%로 감소한 경우를 유효수명이라고 한다. 이 수명은 1회 점등시간을 1시간 이상을 규정하고 그 사이의 소등시간을 10분 이상으로 규정하여 반복 점등되지 않을 때까지의 합계 점등시간 또는 전광속이 초광속의 70% 이하로 감소될 때까지의 합계 점등시간 중 짧은 것으로 다수의 램프 수명시간을 평균하여 정격수명이라 한다.



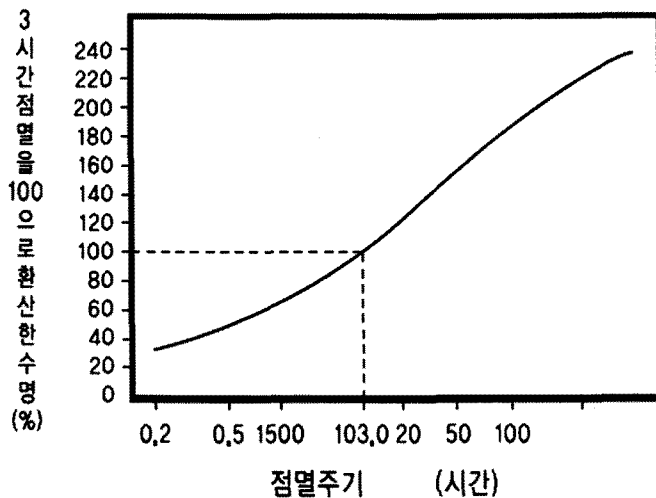
- 형광램프는 사용조건에 따라 광속, 전기적 특성, 수명 등에 영향을 줄 수 있으며, 특히 전원전압, 주위온도, 점·소등 빈도에 따라 램프 수명에 큰 영향을 준다. 열음극 램프의 시동주기는 램프수명에 큰 영향을 준다. 이외에도 실제 사용하는 곳에서는 램프수명에 미치는 변수, 축온도, 습도 등의 주위 환경 조건 및 안정기의 특성과 스타트 디자인, 특히 예열회로의 설계가 주요 요소이다.

5) 주위 온도와 수명관계

- 형광램프는 주위온도가 20~25℃일 때 최고의 기능을 발휘하게 설계되어 있으며, 고온에서 램프전류는 증가하여 필라멘트 코일의 온도가 높아짐으로 전자방출 물질의 증발이 많아진다. 또한, 저온에서는 시동이 잘 안되며, 필라멘트 온도가 낮아짐으로 인해 전자 방출 물질의 비산이 많아짐으로써 수명이 짧아진다. 형광램프를 노출형 기구에 사용할 경우 냉방기구 등에 가까이 두어 찬 바람을 직접 쏘이면 수명이 짧아질 수도 있다. 주위 온도가 낮고 바람이 있는 장소에서는 커버를 장착하여 사용하는 것이 바람직하다. 주위 온도가 높거나 낮아도 램프수명과 밝기에 영향을 준다.

6) 점멸횟수와 수명관계

- 형광램프의 점등수명은 필라멘트 코일에 도포되어 있는 전자방출 물질의 손실로써 점등중보다 램프 시동시의 경우 손실이 크며, 1회의 점·소등은 1~1시간의 점등과 같다.



〈점멸주기와 수명〉

▶ 다음호에 계속