

# 白熱電球 소켓用 컴팩트 형광램프

(Compact Fluorescent Lamp  
for Incandescent Lamp Socket)

李 康 源  
(錦湖電機(株) 常務理事)

## 차 례

1. 序 論
2. 電球式 컴팩트 형광램프의 設計
3. 電球式 컴팩트 형광램프의 特性

## 1. 序 論

省電力을 爲한 白熱電球과 모양이 거의 같은 電球式 螢光燈器具가 活發하게 開發되고 있다. 白熱電球 베이스와 放電램프 및 作動回로를 갖춘 白熱電球 소켓用 電球式 螢光燈器具는 美國, 유럽, 日本, 韓國等地에서 商品化되고 있다. 이런 傾向은 白熱電球과 比較할때, 螢光램프는 같은 밝기를 達成하는데 1/3~1/4의 電力을 消費한다는 事實에 기인한다. 따라서 相當한 量의 Energy saving이 可能하다.

이 種類는 現在 2가지 타입이 商品化되어 있다. 하나는 安定器와 씨크라인 螢光램프를 組合한 것이고, 다른 하나는 조그만 Unit內에 特別한 모양으로 된 램프와 作動回路가 內장된 것으로 最近 開發된 것이다. 위 경우를 고려한 結果 世界的인 추세인 輕薄短小에 따라서 各國은 白熱電球 소켓용 컴팩트 螢光램프(이하 電球式 Compact 형광 Lamp라 함)를 開發하여 商品化하고 있고, 既存의 白熱電燈器具에 쉽게 장착할 수 있다.

## 2. 電球式 컴팩트 螢光램프 設計

既存 白熱電燈器具에 白熱電球 代身 螢光램프로 代置시키기 爲해서는 螢光램프와 作動回로를 수납하여 가능한한 既存의 白熱電球과 모양과 크기가 거의 같도록 하는 것이 바람직하다.

直管, 씨크라인, U字모양의 既存 螢光램프와 組合된다면 크기증가는 불가피하다. 새로운 모양을 갖춘, 작고 효과적인 형광램프의 開發이 必要하게 된다. 80年代 初무렵에 開發된 電球式 Compact 螢光램프가 그림 1에서 보여주는 것처럼 特別한 모양의 Inner tube(發光管)의 使用으로 白熱電球과 유사한 조그마한 모양을 할 수 있었다. 그림 2는 全體構造를 나타낸다.

Case內에 安定器, Glow starter 등의 必要한 모든 部品이 inner tube와 組合된 單一體 構造로 되어 있다. 그 모양은 白熱電球과 類似하다. Inner

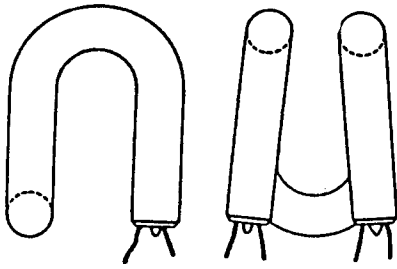


그림 1. Inner tube의 모양

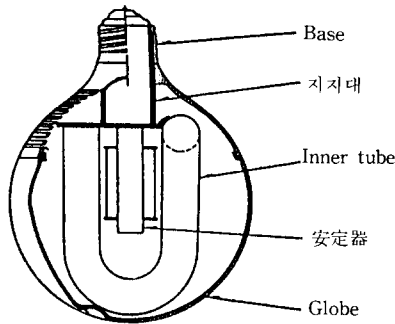


그림 2. 電球式 Compact 螢光 Lamp의 構造

tube에서發하는 빛은 擴散 Globe에 의해서 擴散되어 거의 均一한 輝도가 達成된다. 이 때문에 Inner tube로써 使用하는 螢光램프는 限定된 둥근 空間內에서 긴 放電通路를 갖도록 여러 모양의 inner tube로 試驗한 후 3Curve의 구불구불한 모양의 inner tube가 選擇되었다. 發光效率, 始動特性和 같은 램프特性和 Tube直徑, Gas壓力, 電極과 같은 壽命特性 및 여러 치명적인 條件들이 最適設計에 부합될 수 있도록 開發되었다.

(1) Inner tube

白熱電球과 거의 같은 空間을 갖는 inner tube는 다음과 같은 條件에 滿足해야 된다.

- ① 높은 光出力과 發光效率
  - ② 限定된 Case內에 넣을 수 있을것.
  - ③ 既存 螢光램프와 거의 같은 壽命을 유지할것.
- inner tube로 使用된 螢光램프의 光出力은 양광주에서 소모되는 電力과 電極에서의 電力損失로 나눌 수 있다.

發光效率는 램프入力에서 양광주 電力의 퍼센트가 增加할 때 더 높아진다. 이 퍼센트가 증가하기

爲해서는 放電通路인 양광주 길이가 증가되어야 한다.

(2) 安定器

안정기는 小型, 輕量일 必要가 있고, 同時에 여러 異常條件에서 充分히 견딜 수 있어야한다. 그러므로 Coil은 耐久性和 높은 熱抵抗을 갖는 것이 使用되어야 하고 또한, Bobbin과 접착제 같은 安定器의 다른 要素들은 무게와 크기의 축소를 爲해서 고려되어야 한다. 그리고, Case內部 熱發生의 主原因인 安定器 Core損失을 낮추어 光出力과 發光效率를 最大値로 하도록 設計되어야 한다.

(3) Casing

白熱電球와 類似한 모양의 image를 갖도록 하기 爲해서 inner tube는 plastic 擴散 Globe內에 裝착되어야 한다. 그림 2에서 보는 것처럼 内部構造는 inner tube, 安定器, Glow starter와 같은 部品들을 裝착시킬 수 있는 構造로 되어있다.

둥근 plastic casing은 이 部分을 덮는다. Tube base는 지지대의 모서리에 連結된다. Casing은 擴散 Globe와 熱排出 구멍을 갖는 Cover로 構成된다. 그러나, Inner tube가 Case內에 넣어질때 Case 構造는 Case內의 熱增加로부터 inner tube 發光效率 감소를 防止해야 한다. inner tube로서 使用된 螢光램프는 水銀蒸氣電力發光(Mercury vapor electricity emission)의 공명방사를 利用한 光源이다. 그 發光效率는 水銀蒸氣壓에 달려있다.

螢光體層이 可視光을 發하도록 야기시키는 tube 紫外線의 量은 壓力이  $5 \sim 6 \times 10^{-3}$  torr일때 가장 크고, 發光效率가 가장 크다. 이 tube 水銀蒸氣壓은 tube벽의 냉각부의 溫度에 달려있다. 發光效率는 約 40℃에서 가장 크다. Tube內側에 밀봉된 水銀은 照明을 爲해 部分的으로 蒸氣化되고 나머지는 차가운 곳에 附着한다.

螢光램프는 inner tube로써 Case內에 수납될때 냉각부 溫度는 60℃를 초과하고, 發光效率는 20% 이상 떨어진다. 그러므로, 그 溫度는 40℃부근까지 식혀져야 한다.

電球式 Compact 螢光램프는 溫度를 더 낮게 하도록 하기 위해 구멍을 뚫어 熱排出 構造를 갖출 必要가 있다. 附加해서, 水銀이 附着하는 벽의 냉각부(cooling zone)는 Case의 内部溫度 上昇에 기

인한 發光效率 降下를 防止하기 爲하여 Globe 內表面에 조그만 잔주름을 준다. 또한, 지지대 (chassis)는 위에 장착된 安定器의 熱이 inner tube에 영향을 주지 않도록 設計해야 한다.

또다른 한편으로, 電球式 Compact 螢光 Lamp는 電球의 image에 더 가깝게하기 爲하여 從來의 Globe에 設置되어있던 放熱目的의 通氣구멍을 없애는 일이 바람직하다. 그러나, Globe의 放熱구멍을 없애기 위해서는 다음과 같은 2가지 技術的 問題點이 있다.

- ① 發光管의 大幅的인 效率의 低下.
- ② 安定器 周圍溫度 上昇에 따른 過熱.

螢光 램프는 水銀原子가 發散하는 紫外線에 의해서 螢光體를 勵起하여 發光시키는 것이고, 그 發光效率는 管內의 水銀蒸氣壓에 依存하고, 그 壓力이 約 0.8 Pa 일때 最大가 된다. 이 管內의 水銀蒸氣壓은 螢光램프의 最冷部溫度에 依存하고, 約 40°C에서 發光效率가 最大가 된다. 上記 問題點의 ①은 發光管을 거의 密閉시킨 Case內에 收容하면 最冷部 溫度가 60°C를 超過하고 發光效率가 20%以上 低下되는 原因이 된다. 이 때문에 電球式 Compact 螢光 Lamp에서는 最冷部溫度를 40°C 가까이까지 떨어뜨리기 爲하여 Globe에 通氣구멍을 내고있다. 問題點 ①을 解決하는 手段으로 通氣구멍을 내는 方法外에 發光管과 Globe 사이에 冷却媒體를 使用하여 發光管을 냉각시키거나 Globe의 材質에 熱傳導性이 plastic보다 良好한 Glass를 사용하거나, 또는 發光管을 구부리는 方法, 혹은 形狀에 對해서 特別한 研究를 하는 경우도 있다. 그러나 어느 方法이나 管內의 水銀蒸氣壓을 充分히 低下시키기는 困難하다.

管內의 水銀蒸氣壓을 高溫에서도 最適值에 가깝게 制御할 目的으로 水銀을 Amalgam 형태로 封入하는 方法이 最近 採用되고 있다.

上記 問題點의 ②는 發光管의 溫度上昇과 더불어 安定器에 過電流가 흘러 安定器의 溫度가 熱的 限界에 가까와지는 問題이다. Amalgam에 依해 安定器로 흐르는 過電流가 防止되고 同時에 安定器와 發光管을 分離하여 칸을 막은 새로운 Lamp 構造도 開發되고 있다.

Amalgam은 一般的으로 純水銀보다 蒸氣壓이 낮

아진다. 따라서 水銀을 Amalgam狀態로 發光管內에 封入함에 따라 높은 주위 溫度에서도 낮은 水銀蒸氣壓으로 유지시킬 수 있다. 그림 3에 發光管의 最冷部溫度와 水銀蒸氣壓의 關係를 純水銀의 경우와 水銀 Amalgam의 경우를 比較하여 表示한다. 純水銀의 Lamp는 最冷部溫度 40~45°C에서 光出力이 最大가 되지만, Amalgam封入 Lamp는 더욱 높은 最冷部溫度에서 最大 光出力을 얻을 수 있다. 水銀 Amalgam에 依한 水銀蒸氣壓의 制御는 溫度變化에 對해 純水銀보다 완만하게 된다. 따라서 가능한 한 넓은 溫度範圍에 걸쳐 適正蒸氣壓에 가까운 組成比의 Amalgam이 選定된다. 한편 Amalgam中的 含有 水銀量은 Lamp 壽命을 左右한다. 이것은 Lamp 點燈中에 放出된 水銀이 管內의 殘留不純 Gas나 螢光體와 反應하여 消費되기 때문에 Lamp 壽命을 保證할 수 있는 必要水銀量을 고려한 후 含有水銀量을 되도록 적게 決定한다.

Amalgam의 設置位置는 그림 4에 나타낸 바와 같이 排氣管內로 했다. 排氣終了後에 粒子狀態의 水銀 Amalgam을 排氣管을 通하여 封入한다. 排氣管內의 一部를 가늘게하여 粒子狀態의 Amalgam이 固定 可能한 構造로 되어있다. 이런 새로운 製造方法들이 이웃나라 日本이나 유럽에서 널리 利用되고

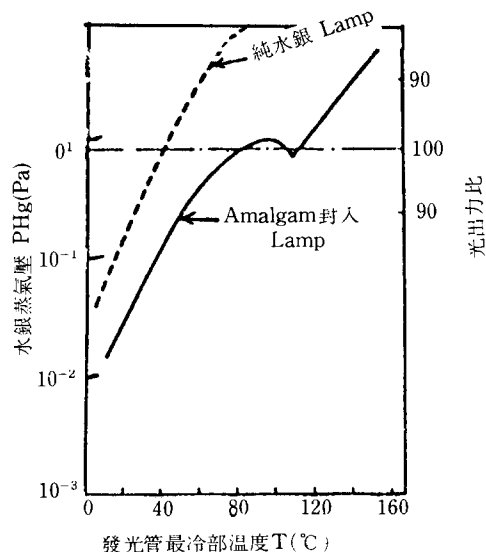


그림 3. 發光管最冷部 溫度와 水銀蒸氣壓

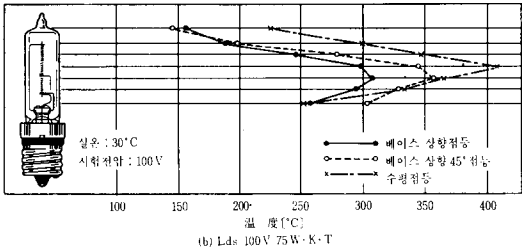
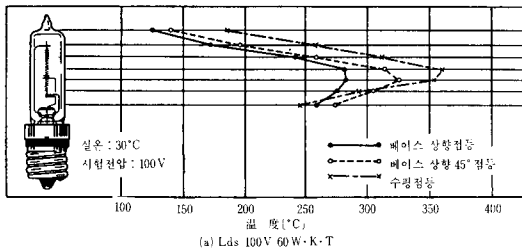


그림 4. 電極構造

있고 한국에서도 이용되고 있다.

### 3. 電球式 Compact 螢光램프의 特性

#### (1) 周圍溫度 特性

inner tube벽의 냉각부 (cooling zone)의 溫度는 램프주위 溫度가 變할때 열평형으로 移動한다. 그러므로 inner tube의 發光效率과 光出力도 亦是 變한다. 그림 5는 螢光램프 發光의 周圍溫度 特性을 나타낸다. 光出力은 約 15°C에서 가장 크다. 이것은 既存 20W 螢光램프에 對한 것보다 더 낮은 溫度이다. 그러나, 電球式 螢光램프는 더 높거나 더 낮은 溫度영역에서 작은 發光變化때문에 既存 螢光램프와 比較할때, 實際 使用영역 (5~35°C)에서 더 좋은 發光溫度 特性을 갖고 있다.

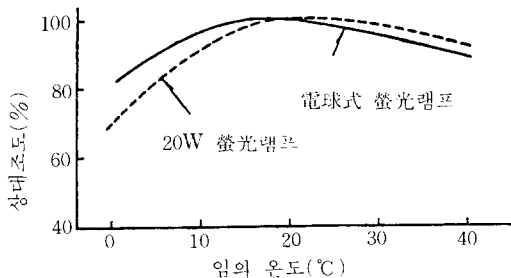


그림 5. 조도 vs 임의溫度

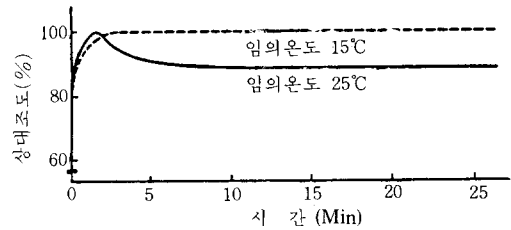


그림 6. 조도 安定化 曲線

#### (2) 光出力 安定特性

Inner tube와 安定器가 작은 空間內에 수납되어 있기 때문에 照度는 짧은 期間의 時間內에 安定化되고 既存 螢光램프보다 더 빨리 始動된다. 그러나 그림 6에서 보는 것처럼 周圍溫度가 가장 높은 效率點 (約 15°C)을 超過할때 照度는 다소 떨어진다.

#### (3) 始動特性

白熱電球과 같이 가능한한 빨리 點燈되는 것이 要望된다. Glow starter는 內部的 熱에 充分히 전달 수 있는 材質로 되어 있어야 한다. 이렇게 하기 爲해서는 電極이 特殊處理된 것이 使用된다. 또한, 始動은 一般電球과 같이 瞬間點燈시킬 수 있는 電子式 安定器도 이미 開發되어 商品化되고 있다.

#### (4) 分光分布 特性

그림 7은 아래면을 보도록 비칠때 60W 白熱電球과 17W 電球式 Compact 형광 Lamp를 比較하여 光度分布 特性을 나타낸다. 下向 光度分布는 白熱電球과 類似하며 램프 아래의 照度는 거의 같다.

이상과 같이 電球式 Compact 螢光 Lamp에 對한 全般의 事項을 열거해왔다. 주요 特徵을 보면 다음과 같다.

① 白熱電球과 類似한 모양 때문에 거의 모든 白

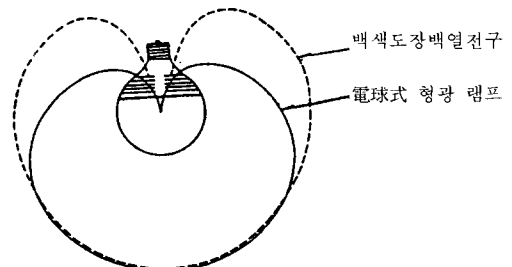


그림 7. 光度分布 曲線

熱電燈器具에 使用될 수 있다.

② 60W 白熱電球와 比較하여 거의 같은 빛을 發

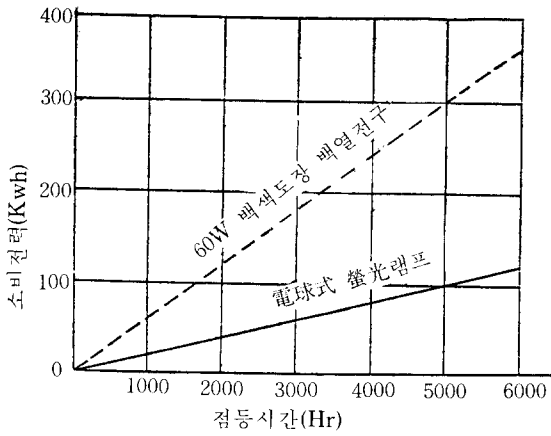


그림 8. Lamp별 消費電力 比較

할때 電力은 1/3밖에 소모되지 않는다. 따라서 電氣料가 1/3倍로 절감된다. 消費電力을 그림 8에 比較하였다.

③ 램프성능은 白熱電球의 約 3倍이고 壽命이 길어 램프교체가 빈번치 않다.

④ 熱發散은 60W 白熱電球에 比해 1/3倍이다. 商店等에서처럼 여러대의 에어컨을 使用하는 여름철에는 에어컨 사용료를 절감할 수 있다.

白熱電球 소켓용 콤팩트螢光램프는 白熱電球를 代替함에 따라 照明電力을 절감시키기 爲해 開發된 Energy節約 光源이다. 그러나 電球式 Compact 螢光램프는 設計와 色狀의 多樣化에 依하여 既存 螢光램프나 白熱電球와는 다른 이미지를 갖는 interior光源으로써 새로운 用途의 開發이 장래 기대된다.

