

# 螢光燈用 點燈管的 에이징에 관한 研究

논문  
22-2-3

## Study on the Ageing of Glow Starter for Fluorescent Lamp

지 철 근\*  
(Chol Kon Chee)

### Abstract

An initial starting voltage, ignition time, glow current and blink of the glow starter are changed rapidly in initial using.

Therefore an ageing is required to stabilize the initial characteristics.

According to the experiments, it is proved that the ageing time for the starting voltage and glow current takes 3 minutes and 5 minutes for ignition time and blink.

### 1. 序 論

螢光燈用點燈管인 글로우스타터는 製造後의 初期使用에서 點燈電壓 및 點燈所要時間등은 規格보다 過多하고, 點燈電流와 點滅頻度는 오히려 過小하며 또한 이들 特性的 變動도 甚하여 効期點燈特性이 대단히 不良하여 定格狀態에서의 點燈이 곤란하다.

그러므로 生産工程에서 이들 始初特性을 安定시키기 위하여 安定化操作인 에이징을 실시하고 있으나 아직도 初期點燈이 不安定하고, 壽命의 變動이 甚함을 고려할 때, 만족스러운 初期特性을 얻지 못하고 있는 실정이다.

이와같은 事實은 點燈始初의 特性에 대한 體系的인 究明과 合理的인 에이징方法이 究明되어 있지 않기에 문이다.

本 研究에서는 點燈始初의 特性에 대하여 理論的인 考察과 實驗的인 把握으로 이를 體系化하고 아울러 에이징의 合理化를 도모하고자 한다.

### 2. 理論的 考察

글로우스타터의 點燈始初에 點燈電壓, 點燈所要時間, 點燈電流 및 點滅頻度등의 特性이 甚히 變動하고 또한 規格보다 過多 또는 過小한 現象을 考察해 보기로 한다.

製造後의 글로우스타터 管球內에는 다소의 不純氣體가 殘留되고<sup>1)</sup>, 게터와 電子放出劑로서 電極에 塗布된 窒化바륨(B<sub>2</sub>N<sub>6</sub>)<sup>2)</sup>도 熱分解가 未熟한 狀態에 있게 된다.

管球內의 不純氣體는 排氣中の 管球의 베이킹溫度부족으로 硝子管球의 內壁面이나 硝子の 內部에 吸着되어 있는 不純氣體가 點燈中에 點燈溫度로 因하여 排出되기도 하고, 排氣管 熔斷時에 排氣管內部에 吸藏되었던 것이 排出되기도하여 殘留하게 된다. 不純氣體는 主로 O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub> 및 N<sub>2</sub>등이며 이들은 放電을 妨害하여 放電을 不安定하게 하고, 放電의 斷續, 波狀放電, 管中心에의 光柱의 集中만이 아니고 放電電流도 적어지고, 光度도 낮아지게 한다. 한편 不純氣體는 電極에 塗布된 窒化바륨을 汚染시켜서 點燈管起動에 影響을 줌과 동시에 壽命도 左右하고 있다.

그러므로 管球內에 殘留된 不純氣體는 點燈電壓과 點燈所要時間을 過多하게 하고 變動도 시키고 있다고 보며 또한 點燈電流도 적어지고 點滅도 未熟하게 되는 要因이 되기도 한다고 본다. 電極에 塗布된 窒化바륨은 管球內의 殘留된 不純氣體를 제거하여 放電을 安定시키고 壽命도 좋게 하는 게터로서도 사용되고 또한 電極의 일 函數를 낮게 하는 熱電子放出物質로도 사용된다.

그러나 B<sub>2</sub>N<sub>6</sub>의 熱分解가 充分치 못하면 이 두가지 作用이 不實하게 된다.

N<sub>2</sub>N<sub>6</sub>는 100~130°C에서 熱分解<sup>3)</sup>가 시작되며 B<sub>2</sub>N<sub>6</sub> → B<sub>2</sub> + 3N<sub>2</sub>로 되어, B<sub>2</sub>가 電極表面에 生成된다. 이렇게 生成된 B<sub>2</sub>가 두가지 작용을 하게 된다.

\* 정회원 : 서울대학교 공과대학 교수(공학박사)

gettering作用과 熱電子放出促進作用이다.

殘留된 不純氣體中에 B<sub>2</sub>金屬의 蒸氣가 發生하면 B<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>=B<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>+O=B<sub>2</sub>O로 變化하며, 不純氣體分子와 金屬分子 또는 原子와 結合하여 管球壁에 沈着되어 不純氣體分子를 空間으로부터 clean up시키는 分散제거作用<sup>4)</sup>을 한다. 이러한 現象은 글로우스타터의 排氣中

를 만들어서 電氣 2重層이 생기게 되므로, 일函數는 2重層의 電位만큼 減少되어 低下된다.<sup>6)</sup>

한편 生成된 B<sub>2</sub>가 不純氣體中의 酸素와 結合하여 B<sub>2</sub>O인 分子酸化물이 生成되기도 한다. 이렇게 되려는 B<sub>2</sub>O의 固溶體中에 포함된 過剩 B<sub>2</sub>原子가 不純物單位(Donor)를 形成하여 傳導電子는 金屬의 自由電子와 같

表 1<sup>5)</sup> 10<sup>-8</sup>~10<sup>-6</sup>mmHg범위에서 各種 게터의 氣體에 대한 게터吸收速度 [cm<sup>3</sup>/sec. mg]

게터의 종류	게터의 재료	게터의 溫度[°k]	各種氣體 및 氣體에 대한 게터의 吸收速度					
			O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Flushing	B <sub>2</sub>	350	1000	1250	3000	2300	250	80
	M <sub>2</sub>	350	150	—	—	—	—	—
Coating	Th	950	1400	2400	3000	350	50	50

의 bombe팅時에 일어나기도 하고, 點燈中에 계속하여 일어나기도 한다.

한편 電極에 生成된 B<sub>2</sub>의 固態面에 不純氣體分子 또는 原子가 吸着되어 眞空度를 높게하는 接觸제거作用도 하게 된다. 表1에 各種 게터의 氣體에 대한 게터의 吸收速度를 표시한다.

이와같이 B<sub>2</sub>N<sub>6</sub>는 게터作用을 하여 眞空度를 높여 주는 역할을 한다.

한편 點燈管의 電極은 固定極과 可動電極으로 構成되어 있다. 固定極은 N<sub>2</sub>鍍金을 한 鐵棒이고, 可動電極의 바이메탈은 低溫用으로서 高膨脹側材料는 N<sub>2</sub>-C-F, 이 사용되고, 低膨脹材料로는 N<sub>2</sub>-F<sub>2</sub>이 사용되고 있으며 모든 電極이 N<sub>2</sub>을 主成分으로 되어 있다. 그런데 N<sub>2</sub>의 일函數는 4.96eV이며 대단히 높다.

兩電極에 塗布된 B<sub>2</sub>N<sub>6</sub>가 熱分解가 되어 B<sub>2</sub>가 電極表面에 生成되려는 B<sub>2</sub>가 N<sub>2</sub>表面에 吸着되어 單原子層이 생기게 되며, B<sub>2</sub>原子가 分極하여 N<sub>2</sub>金屬에 대하여 電界

이 熱的으로 外部로 放出된다.<sup>7)</sup>

飽和電子流 J는

$$J = AT^{5/4} e^{1/2} \times \phi (-\phi / kT)$$

여기서  $\phi = \frac{4E}{2} \times X$

N<sub>2</sub>에 B<sub>2</sub>O가 附着이 되면 일函數는 1.66eV로 되어 N<sub>2</sub>自體의 4.96eV보다 대단히 낮아지며 電子放出이 容易하게 된다.

그러므로 B<sub>2</sub>N<sub>6</sub>의 熱分解가 不充分하게 되면 gettering作用이 不足하므로 不純物이 殘留되어 放電의 不安定뿐만 아니라 點燈管의 壽命도 短縮시킨다. 한편, B<sub>2</sub>生成의 不足으로 電子放出이 困難하므로 點燈電壓도 높아지게 되며 동시에 點滅特性도 불량하게 된다고 볼 수 있다.

끝으로 韓國工業規格(KS C 7602)에서 點燈管의 電壓特性과 點燈所要時間 및 豫熱時間에 대하여 表2에서와 같이 規定되고 있다.

表 2. 點燈管의 電壓特性

使用電壓 (V)	點燈所要時間 (S)	豫熱時間 (S)	動作限界電壓 (V)	不動作限界電壓 (V)	備 考
100	10이하	0.5이상	94	63	FG-1E.
					FG-1P. FG-7E. FG-7P.
147	10이하	0.75이상	138	94	FG-5P
200	10이하	0.75이상	180	130	FG-4P

### 3. 實 驗

#### (1) 供試點燈管

供試用點燈管은 使用電壓이 100V인 FG-1E의 型式

으로서 F < 15~30W用이며 麻浦産業株式會社製이다. 構造는 바이메탈(N<sub>2</sub>-C-F, N<sub>2</sub>-F<sub>2</sub>)로된 可動電極과 N<sub>2</sub>鍍金된 鐵棒을 固定電極으로하여, 硝子球內에 0.8mm 간격으로 相對하여 固定하고, 알곤가스를 15mmHg 壓力으로 封入된 것이다.

兩電極에는 活性劑로 純度 99%인  $B_2(N_2)_2$ 를 2~3 mg 피복시킨 것이다.

(2) 에이징과 點燈電壓

그림 1에서와 같은 測定回路에서 點燈管을 에이징하고, 에이징時間에 따라 변화하는 點燈電壓을 測定하였다. 에이징電壓은 定格電壓인 100V를 原則으로 하였으나 에이징初期에서 點燈電壓이 높은 것은 點燈되는 電壓을 에이징電壓으로 하였다. 點燈電壓測定은 에이징 24時間後의 點燈餘効가 완전히 없어진 후 실시하였다.

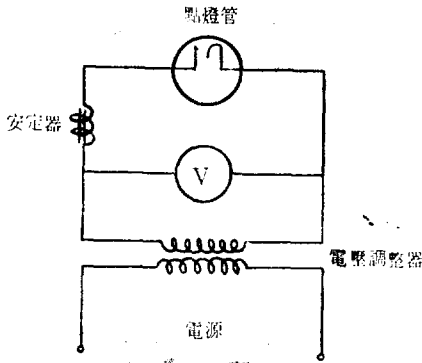


그림 1. 에이징 및 點燈電壓 測定回路  
Fig. 1. Test circuit for starting voltage.

供試點燈管 20個에 대한 實驗值를 平均한 값을 그림 3에서 표시한다.

(3) 에이징과 點燈所要時間

그림 1의 에이징回路에서 에이징을 실시하고 餘効가 없는 24時間後에 그림 2의 點燈所要時間 試驗回路에서 點燈所要時間을 측정하였다. 點燈所要時間측정은 韓國工業規格에서 규정에 따라 스위치를 넣은 후에 試驗用 螢光램프가 완전히 點燈 할 때까지의 時間이다. 20個의 點燈管에 대한 平均點燈所要時間을 그림 4에서 표시한다.

定格電壓 100V와 90V에서 각각 측정하였다.

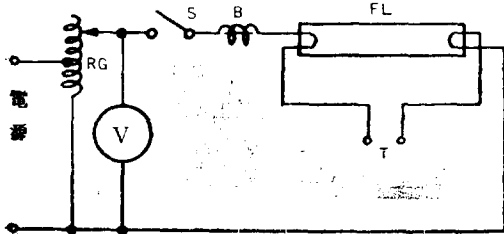


그림 2. 點燈所要時間試驗回路  
Fig. 2. Test circuit for ignition time.

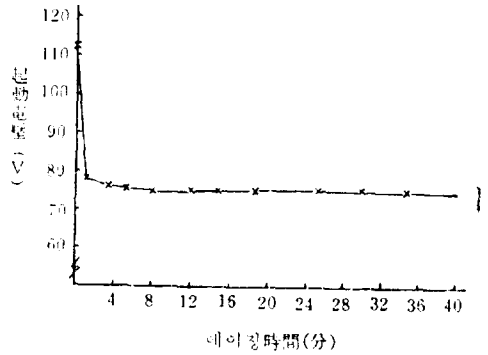


그림 3. 에이징과 起動電壓  
Fig. 3. Starting voltage changed by ageing time.

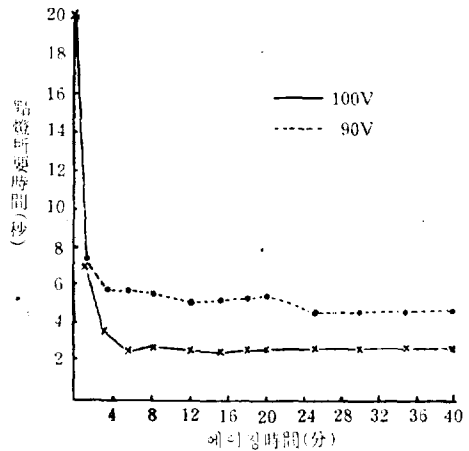


그림 4. 에이징과 點燈所要時間  
Fig. 4. Ignition time changed by ageing time.

(4) 에이징과 點滅頻度

그림 1의 에이징回路에서 에이징時間에 따라 변화하는 點燈管的 點滅回數를 定格電壓인 100V에서 측정하였다.

이의 결과를 그림 5에서 표시한다.

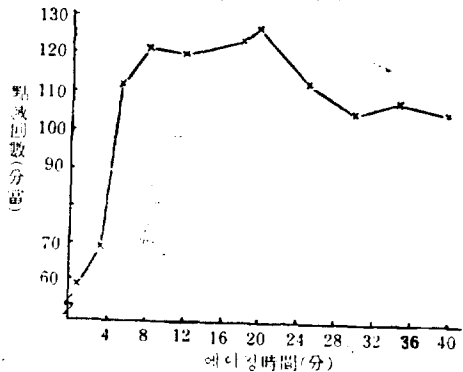


그림 5. 에이징과 點滅  
Fig. 5. Blink changed by ageing time.

(5) 에이징과 글로우電流

點燈管의 兩電極間에 흐르는 글로우電流를 에이징時間에 따라 측정하였다. 印加電壓은 定格電壓인 100V로서 供試點燈管 20個에 대한 실험결과를 平均值로서 그림 6에서 표시한다. 글로우電流를 100V와 90V에서 각각 측정하였다.

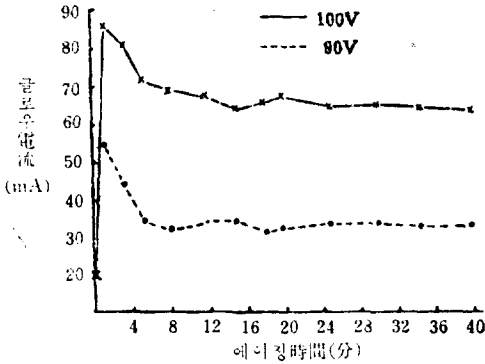


그림 6. 에이징과 글로우電流  
Fig. 6. Glow current changed by ageing time.

4. 檢 討

1) 에이징時間에 따라서 변화되는 點燈電壓을 고찰하건데, flushing 및 ageing을 실시하지 않은 點燈管은 點燈電壓이 115.5V로서 대단히 높으며 定格電壓인 100V에서는 點燈이 不可能함을 알 수 있다.

그러나 에이징을 실시함에 따라서 點燈電壓은 低下되며, 에이징 3분간에 點燈電壓은 76.5V로서 33.5%나 低下되고, 그후는 거의 安定되고 있음을 알 수 있다. 이것은 flushing과 ageing操作으로 電極에 塗布된  $B_2(N_3)_2$ 가 放電電流로 因하여 熱分解되어서 生成된  $B_2$ 에 의한 gettering으로 管球內의 不純氣體를 吸着하여 放電을 安定시키고  $B_2$ 原子로서  $N_2$ 위에 吸着되며는  $B_2$ 原子가 分極되어  $N_2$ 金屬에 대하여 만들어진 2重層의 電位만큼 일函數가 低下되어 熱電子放出이 용이하게 된다.

한편 生成된  $B_2$ 가 不純氣體中의 酸素와 結合하여  $B_2O$ 인 分子酸化合物이 生成되어 이에 포함된 过剩  $B_2$ 原子가 不純物單位를 形成하게 되므로, 傳導電子가 熱적으로 外部로 放出된다. 그러므로,  $N_2$ 上的  $B_2O$ 附着은 一函數가 적어지게 되어 熱電子放出이 용이하게 되기 때문이다. 이러한 作用이 安定되면 熱電子放出 및 放電도 安定되므로 點燈電壓은 安定되리라 생각된다.

2) 에이징 함에 따라서 點燈所要時間이 대단히 변화

하고 있다. 에이징을 실시하지 않은 것은 點燈所要時間이 20.1秒로서 韓國工業規格인 10秒이하에 비하여 대단히 길다. 에이징함에 따라서 點燈所要時間은 점차로 짧아지며 에이징 5분후에 비로소 2.4秒로 安定된다.

이와같이 에이징에 따라 點燈所要時間이 初期에 급격히 짧아지는것은 flushing 및 ageing으로 因한  $B_2(N_3)_2$ 의 熱分解進行으로 生成된  $B_2$ 가 電極의 一函數를 低下시켜서 點燈이 早速히 이루어지기도 하고,  $B_2$ 의 gettering作用으로 管球內의 殘留된 不純氣體로 除去하여 放電을 安定시킬뿐만 아니라 放電電流도 增加시키므로 點燈管의 可動電極인 바이메탈의 熱膨脹이 急速히 이루어지기 때문이라고 생각된다.

定格電壓보다 낮은 90V에서의 點燈所要時間이 길어지는것은 點燈은 印加電壓에 관계되고, 點燈電流도 적어지기 때문이다 생각된다.

3) 에이징時間에 따라서 변화되는 可動電極의 點滅頻度를 보건데 에이징 初期에는 點滅頻도가 낮으나, 에이징함에 따라서 다시 말해서 點滅回數가 많아짐에 따라서 點滅頻도는 增加되며, 에이징時間 8분으로부터 20분사이인 總點滅回數가 700회로부터 2,300회에서 頻도가 가장 높고, 2,300회以上에서 급격히 頻도가 떨어지고 있다.

이와같은 現象은 에이징初期는 前述한 바와 같이  $B_2(N_3)_2$ 의 gettering, 熱電子放出作用이 未熟하고, 에이징에 따라 이들 作用이 活潑해지면 點燈性能이 좋아지지만 2,300회以上의 點滅에서는  $B_2(N_3)_2$ 의 急激한 蒸發 및 飛散으로 陰極物質이 消耗되어 電極의 電子放出能力을 잃게 되기 때문일 것이다.

4) 글로우電流가 에이징 실시전에는 20mA 정도의 것이 에이징 1분으로 급격히 증가하여 85.5mA로 되고, 그 후는 도리어 급격히 減少한다. 에이징 12분이후는 減少가 완만해지고 있다.

이것은 에이징실시전의 管球內에는 不純氣體가 殘留되어 放電이 不安하고 放電電流도 적어진다. 그러나 에이징初期의 gettering作用으로 放電電流는 급격히 증가되고 그후는 陰極物質의 壞散作用으로 因한 封入氣體의 壓力減少가 일어나고, 따라서 글로우電流도 減少된다고 생각된다.

90V에서의 글로우電流가 100V에서보다 약 1/2로 감소된 것은 당연한 것이라 생각된다.

5. 結 論

1) 管球內의 不純氣體를 除去하여 放電을 安定시키기 위한 gettering과 電極의 熱電子放出能力을 올리기 위하여는 電極에 塗布된  $B_2(N_3)_2$ 의 熱分解를 充分하-

게하는 flushing과 ageing이 필요하다.

2) 적당한 點燈電壓과 글로우電流를 얻기 위해서는 에이징 時間이 3분이면 충분하나, 點燈所要時間과 點滅頻度를 고려할 경우에는 에이징時間이 5분이 필요하다.

3) 우리나라 點燈管製造業體에서 실시하고있는 1分以下の flushing 및 ageing時間은 너무도 時間이 不足하다.

4) 過多한 ageing은 點燈特性改良보다는 壽命을 短縮시킨다.

5) 90V의 印加電壓에서는 定格電壓인 100V時보다 點燈所要時間이 2배이상 길어지고, 글로우電流는 1/2경도로 줄어들고 있다.

### 참 고 문 헌

- (1) 池哲根：冷陰極放電燈의 起動特性安定化에 관한 연구. pp.24~26 서울工大研究報告 1966.
- (2) 日本電氣學會：放電管便覽 p.132
- (3) 深川修吉：眞空管材料 p.109.
- (4) 深川修吉：眞空管材料 pp.268~269
- (5) 深川修吉：眞空管材料 p.276
- (6) 深川修吉：眞空管材料 p.26
- (7) 日本電氣學會：放電管便覽 p.27