

小形·高効率光源 크리프톤電球開發

(Development of a Small Size and
High Efficiency Light Source -
Krypton Bulb)

曹井守

(釜山大學校 電氣工學科 教授)

차 례

1. 머릿말
2. 白熱電球
3. 콤팩트 電球의 現況
4. 新時代의 光源 - Kr 電球의 開發

1. 머릿말

白熱電球은 溫暖한 光色과 차분한 분위기, 우수한 演色性 그리고 電光面積이 작기 때문에 照明된 물체는 윤기가 나며 立体感을 준다. 더우기 빛의 制御가 쉬어서 spot light 등의 局部照明用으로는 效率가 좋은 램프이기 때문에 螢光燈이나 高輝度放電燈 등 다른 光源에서는 얻기 어려운 白熱電球의 독자적인 장점을 가지고 있으므로 금후에도 중요한 光源의 하나로서 넓은 분야에서 대량으로 사용될 것으로 예측된다.

그러나 근년에 와서는 白熱電球의 유일한 단점인 低效率가 문제시 되기 시작하여 램프效率가 높은 螢光燈이나 高輝度放電燈(HID)에 의한 電球代替 光源이 開發, 製品化되기에 이르렀다. 이들의 光源은 에너지절약을 요구하는 장소에서는 白熱電球에서 放電燈으로 점점 전환해가고 있다고 생각된다.

이것에 대해서 電球分野에서는 應用分野를 주력으로 하는 照明用으로 省에너지, 省資源에 대응하는 콤팩트電球(compact lamp)를 중심으로 제품의 개발이 전개되고 있다. 또한 근래에는 非照明用分野에 사용될 電球의 開發도 이루어지고 있어서 用途의 확대와 品種의 다양화가 현저한 경향으로 되어가고 있다.

따라서 최근에는 電球의 長點을 더욱 높이기 위해서 硬貨유리를 사용하고 또한 콤팩트한 高效率의 신형 크리프톤電球가 개발, 제품화되기에 이르렀다. 여기서 이 電球의 構造와 特徵을 알아본다.

2. 白熱電球

Thomas Edison이 1877년경 처음으로 電球의 연구를 시작하였다. 당시는 線系를 炭化시켜 필라멘트로 한 眞空炭素電球를 試作한 후, 1906년경에 비로서 텅스텐필라멘트를 發明하여 電球의 效率가 10 (lm/w)란 높은 값을 얻었다(현재 100 [W]의 電球은 16 (lm/w)).

1909년에는 텅스텐필라멘트電球에 처음으로 窒素

가스를 對入한 電球을 만들었으며, 그 후 알콘가스를 사용하여 텅스텐의 蒸發을 억제하는데 성공하였다. 그러나 封入가스에 의해 텅스텐의 증발은 억제되었지만, 點燈중에 封入가스의 對流에 의해 溫度가 내려가 램프의 効率が 떨어지는 현상이 발생하였다. 이 현상을 줄여 効率을 向上시킬 목적으로 필라멘트와 가스의 접촉면을 가능한 한 적게 하기 위한 것이 二重코일電球의 탄생이었다.

電球이 이와 같이 밝아지면 輝도가 높아져서 눈에 眩輝가 일어나는데 이것을 줄이기 위해서는 電球의 유리 내면에 불화수소(HF) 등의 化學處理를 한다.

1935년에는 封入가스로서 크세논(Xe), 크립톤(Kr) 등의 새로운 가스를 封入한 電球이 발표되었는데, 이 크립톤이 앞으로 白熱電球의 封入가스로서 주류를 이룰 것으로 예측된다.

현재 사용되고 있는 白熱電球은 취급이 용이하고, 따뜻하고 차분한 光色이며, 光源이 작아서 輝도가 높고, 器具의 反射面과 조합해서 配光制御가 용이하며, 調光이 용이하고, 點滅使用에 대해서도 견고한 것 등의 장점을 가지고 있어서 용도별로 많은 종류가 개발되어 主 光源의 하나로써 매우 넓은 분야에 대량으로 사용되고 있다.

모든 물질은 溫度를 높여가면 電磁波로서의 에너지를 放射하는 溫度放射라 불리는 性質을 가지고 있다. 白熱電球은 電氣에너지를 텅스텐 필라멘트에 공급해서 高溫度로 加熱하여 필라멘트로부터 電磁波를 放射시키는 것으로, 이 電磁波중 빛으로서 이용되는 可視光線은 波長이 380~760 [nm]이며, 全放射에너지중의 약 10% 정도이다. 10 [W] 이하의 低消費電力電球은 보통 眞空이지만 대부분의 電球에는 텅스텐의 蒸發과 飛散을 抑制하여 수명을 길게 할 목적으로 알콘과 窒素를 혼합한 不活性가스가 封入되어 있다. 특히 최근에는 小形, 高効率が 요구되는 電球에는 알콘에 비해 原子量이 커서 텅스텐의 蒸發速度가 抑制되는 크립톤이 封入가스로 이용되게 되었다.

3. 콤팩트電球의 現況

1959년에 할로겐電球의 개발에 의해서 비약적으

로 電球의 高性能化(小形, 高効率化)가 시도되었다. 일반의 電球에 비해서 色溫度가 높고 사용중의 光束減退가 없는 것등 우수한 특징을 가지고 있으므로 질이 높은 照明用電球로서 많이 사용되고 있지만 값이 비싸므로, 일반조명용으로는 역시 값이싼 보통의 전구가 지금도 다량으로 폭 넓게 사용되고 있다.

이와 같은 상황에서 電球分野를 지속적으로 발전시키기 위해서는 電球의 高性能化, 小形化에로의 노력을 하지 않으면 안된다. 특히 최근에 一般電球의 개발경향은, 電球形螢光燈과 HID 램프에는 실현될 수 없는 小形化와, 할로겐電球에 실현이 곤란한 低價格化에 초점을 맞추어 封入가스로서 크립톤을 사용한 小形, 高効率램프에 중점을 두게 되었다.

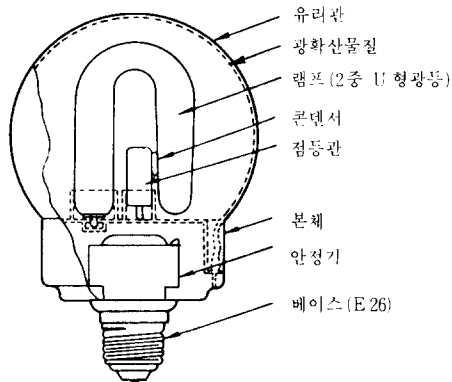


그림 1. 電球形螢光燈의 構造

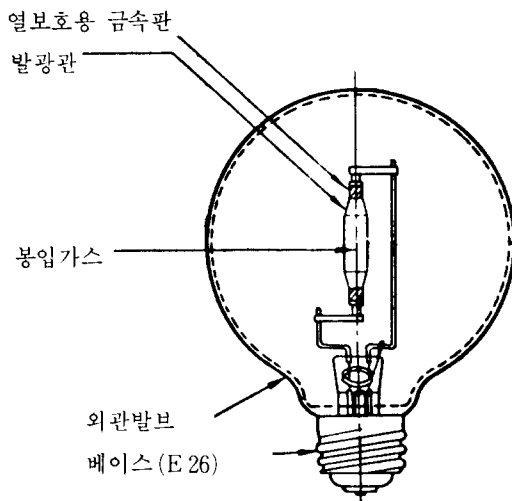


그림 2. 演色本位形 高壓나트륨燈의 構造

4. 新時代의 光源 — Kr 電球의 開發

電球의 주된 장점은 앞에서 말 한 바와 같이 小形, 高輝度이며, 配光制御가 용이하다는 것이다. 이 장점을 더욱 발전시키기 위해서는 종래부터 電球를 가능한 한 小形化해서 點光源으로 근사시키도록 추구해 왔는데, 小形化로 했을 경우에는 封入가스組成과 유리球의 材質의 검토가 요구된다.

封入가스는 종래의 알곤(Ar) 대신 原子量이 큰 크립톤(Kr) 또는 크세논(Xe)이 검토대상으로 되었으며, 실제로는 Kr를 主体로 하여 不活性가스를 封入한 各種의 小形電球가 開發, 製品化되고 있다. 表 1은 이미 개발되어 판매하고 있는 대표적인 Kr 電球의 치수와 特性을 보인다.

또한 그림 3은 最近에 開發, 製品化된 것으로서 더욱 小形化를 실현한 KT形 크립톤電球의 概略 構造圖이다.

表 1. 各種 크립톤電球의 치수 및 特性

bulb	消費電力 (W)	치수 [mm]		光 束 [lm]	効 率 [lm/W]	壽命 [h]
		bulb徑	길이			
T形 (軟質)	75	30	66	1050	14.0	2500
	100	30	66	1500	15.0	2500
	150	30	66	2400	16.0	2500
PS形 (軟質)	60	40	70	800	13.3	2000
	75	45	81	1060	14.1	2000
	100	45	81	1500	15.0	2000
T形 (硬質)	50	20	64	700	14.0	1500
	75	20	64	1100	14.5	1500
R形 (軟質)	50	50	75	中心光度 410	—	2000

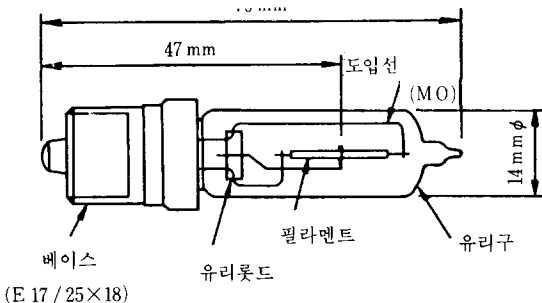


그림 3. KT形 크립톤電球의 構造

(1) KT形 크립톤電球의 構造와 特徵

KT形 크립톤電球에는 外径 14[mm]의 硬質 유리(알루미나 실리케이트유리)가 사용되는데, 이것은 歪形點이 높고 또한 高速機械에 의해 導入線과의 直接封着이 가능하며, 石英유리보다도 값이 싸다.

導入線으로는 直径 0.35[mm φ]의 모리브덴線을 사용하며, 2개의 導入線과 앵커(anchor)線은 高融點의 유리돛드로 고정시킨 후 유리球封着部に 직접 봉착시킨다. 필라멘트는 一般電球와 동일한 二重코일을 사용한다.

유리管徑을 작게 하면 管壁負荷가 크게 되어 유리球의 表面溫度가 높게 된다. 또 一般電球와 동일한 封入가스壓에서는 早期黑化가 일어나서 수명이 짧아진다. 따라서 크립톤과 窒素의 混合가스를 적당한 壓力으로 封入시킨다. 그리고 直径이 14[mm]밖에 안되는 콤팩트사이즈(compact size) 이면서도 75[W]까지의 필라멘트를 만들어 넣는데 성공함으로써 一般電球와 비교하면 동등한 光速에서 2000時間의 壽命을 얻어 약 2배가 된다.

그림 4(a)(b)는 KT形 크립톤電球의 管壁溫度分布를 나타낸다. 베이스는 새로운 構造로 만든 E-17型으로서 電球의 유리管徑보다 크기 때문에 베이스 상부에 손이 접촉되어도 感電의 위험이 없고 또한 光速損失을 적게 하도록 베이스의 중간부

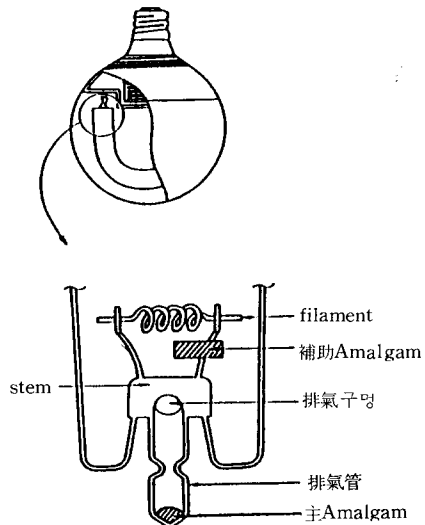


그림 4. KT形 크립톤電球의 管壁溫度分布

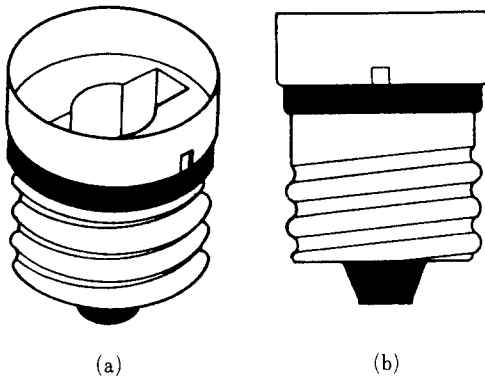


그림 5. E-17型 베이스의 新構造

를 超耐熱樹脂 (polyimide) 로 絶緣시킨 것이다 (그림 5 참조).

최근에 개발된 KT形 크립톤電球은 동일 watt數인 일반 민유리 (clear) 電球과 비교하면 體積比로 약 1/15 정도의 콤팩트化 (超小形化) 가 이루어졌을뿐 아니라, 絶緣이 되어 있어서 맨손으로도 취급할 수 있기 때문에 小形, 薄形器具의 전개가 한

表 3. 代表的인 電球의 特性 · 치수比較

種 類	미니할로겐電球 75 W	KT 크립톤電球 75 W	미니電球 (Kr封入) 75 W (clear)	一般電球 (실리카電球) 80 W形 76 W
形 狀				
길 이 [mm]	68	70		110
bulb徑 [mm φ]	11	14	45	60
全光束 [lm]	1125	1100	1060	1160
壽 命 [h]	1500	2000	2000	1000
體積比 [%]	3.7	6.7	37	100

층 더 용이하게 되었다.

(2) KT形 크립톤電球의 特性 및 각종 光源과의 比較

表 2 및 表 3은 KT形 크립톤電球의 定格 및 각종 光源과의 주된 特性을 比較한 것이다.

表 2. KT形 크립톤電球의 定格

種 類	bulb		光中心距離 (mm)	base	消費電力 (W)	初光束 (lm)	壽命 (h)
	徑(mm φ)	長(mm)					
Lds 100V 60W KT 14		70	47	E-17	60	870	2000
Lds 100V 75W KT 14		70	47	E-17	75	1100	2000

5. 맺는 말

一般電球은 장래에 電球形螢光燈이나 小形 HID 램프가 널리 보급될 것으로 예측됨에 따라 電力節減이 필요한 장소부터 순차적으로 이러한 램프로 대체되어 갈 것으로 생각된다.

■ 기술자료

그러나 값이 싼 電球로서 따뜻함을 주는 光色, 우수한 演色性, 순간점멸이 가능한 특징은 다른 光源으로서서는 얻을 수 없으며 따라서 이러한 特徵을 살린 電球가 요구된다.

應用分野에서는 장래 여러 方面으로 使用범위가 확대해 갈 것으로 생각되며, 특히 최근에 새로 개발된 콤팩트한 KT形 크리프톤電球에서 나타난 바

와 같이 電球가 갖는 또 하나의 특징은 小形으로 配光制御가 용이하다는 것으로 이러한 電球가 앞으로 점점 발전하고 장래의 電球主力品種이 될 것으로 예측된다.

이러한 새로운 小形電球가 할로겐電球와 상호 補完해가면서 보다 좋은 照明環境을 실현하기 위한 主력램프로서 성장해갈 것으로 기대된다.

1987年度 第 1 回 照明 · 電氣設備심포지움

光源의 發展推移와 電設制御시스템의 現代化

- 日時：1987年 12月 9日 (水) 14:00
- 場所：科學技術會館 2層會議室

■ 主題發表

1. 世界的인 電燈工業의 發展推移

座長：黃 琪 雄

(1) 電燈工業의 發展推移와 自熱電球의 高効率化

서울工大教授 池 哲 根

(2) 螢光燈의 發展推移

錦湖電機 技術常務 李 康 源

(3) HID 램프의 技術現況

檀國大 講師 李 性 午

2. 電設制御시스템의 現代化 方向

座長：郭 熙 魯

(1) 照明制御시스템

中央SVP次長 趙 泰 鎮

(2) 防災시스템

東邦電子 社長 崔 晚 炯

- 質疑 討論

■ 祝賀宴