

# 나트륨등용 Getter

(Getters for Sodium Lamps)

Pierre Elter

(주) 승산오스람 공장장

許 碩 杞

(주) 승산오스람 과 장

## 1. 머리말

램프의 구조를 보면 발광체가 어떠한 분위기에서 빛을 발하는 원리이다. 이때 램프의 수명이나 효율은 발광관을 보호하고 있는 jacket 내의 활성가스에 의해 좌우된다 할 것이다. 그런데 수명이나 효율을 극대화하기 위한 복잡하고 새로운 형태의 램프들이 개발되면서 최근에 활성가스내의 불순물을 줄이는 문제가 최대 이슈로 등장되었다.

그 결과 램프 동작중에 생길 수 있거나 원재료에서 나타날 수 있는 가스상의 불순물을 제거하기 위해서는 내부에 적합한 device를 두는 것이 효과적이라는 사실이 공표되면서 가장 간단하고 효과적이며 편리한 해결책을 찾은 것이 알맞은 "Getter"를 사용하는 것이었다.

Getter라는 것은 매우 작지만 효과적인 화학 펌프 구실을 함으로써 가스상의 불순물을 포획하여 안정한 화합물로 청소해낼 수 있는 것이다. 램프에 사용되는 Getter는 다음 사항을 만족시켜야 한다.

- ① 원하지 않는 Gas 상태의 불순물이 처음부터 존재한 것이든 램프 사용 중에 생긴 것이든 곧바로 제거하거나 영원히 붙들고 있어야 한다.

- ② jacket 내부가 진공상태이거나 혹은 가스로 채워진 상태이더라도 동작을 할 수 있어야 하며 충전가스와는 반응을 하지 않아야 한다.
- ③ 쉽게 장착할 수 있어야 한다.
- ④ 광을 내는데 방해가 되지 않는 치수 및 형상이어야 한다.
- ⑤ 램프의 가격에 큰 영향을 주지 않아야 한다.

## 2. 나트륨등

나트륨은 방전등에서 빛을 만드는 증발기체의 역할을 할 수 있다. 나트륨의 증발압을 단속하는 Arc 튜브의 동작온도 (~300℃ or ~1400℃)에 따라 저압 나트륨(소듐) 등 (LPS)과 고압 나트륨 등 (HPS)으로 분류한다. 저압 나트륨등은 거의 단일과장(589.0~589.6 mm)의 빛만 방사하는 단점을 갖고 있고 상당히 큰 size이지만 조명 효율이 광원중 최고인 약 150 lumens/watt이나 된다.

그래서 도로 조명과 같이 색 구별이 별로 중요치 않는 장소의 조명으로 제한하여 사용된다. 반면에 고압 나트륨 램프는 저압형보다 효율은 100~120 lumens/watt으로 떨어지지만 연색성이 개선된 램프이다.

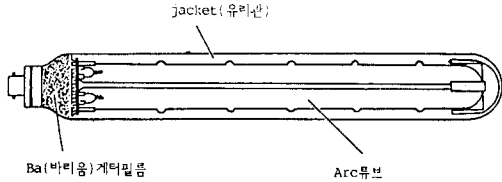


그림 1. 저압나트륨등

### 2.1 저압 나트륨등

저압나트륨 램프는 희귀가스 (5-10 torr Ne + 1% Ar)에 나트륨 증기( $\sim 5 \times 10^{-3}$  torr)가 혼합된 분위기에서 전기 방전을 시켜 나오는 빛이다. Arc tube의 온도는 나트륨 증기압을 약  $5 \times 10^{-3}$  torr로 유지시키기 위해 270~280℃의 범위에 있어야만 된다.

이 결과 Arc tube는 가능한한 열적 절연이 잘되어 있어야하며 진공상태여야 하고 적외선 반사 필름 (tin or indium oxider)으로 코팅한 적절한 jacket로 씌어져 있어야 한다. Arc 방전을 지속시키기 위하여 알칼리금속 화합물로된 전극이 램프의 양끝에 놓여있다. 나트륨 증기는 대부분의 유리에 매우 강한 화학 결합력을 가지기 때문에 나트륨의 침식작용에 견딜 수 있도록 기존의 소다석회 유리관 내부에 봉산염 유리층을 얇게 ( $\sim 0.05\text{mm}$ ) 도포하여 사용하고 있다.

나트륨 증기는 화학적으로 활성이 강할 뿐만 아니라 전해되어 유리내를 쉽게 이동할 수 있기 때문에 Arc tube의 양끝단은 세라믹 절연체를 사용하여 지지해야 한다. 또 금속과 유리의 접촉면에 전해질 나트륨이 축적되어 crack이 갈 염려가 있기 때문에 저항이 매우 높은 유리를 사용하여 이를 방지할 필요가 있다.

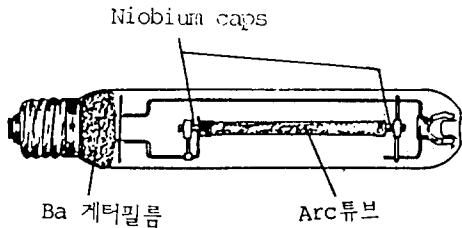


그림 2. 고압나트륨등

### 2.2 고압 나트륨등

고압나트륨 램프의 발광원리는 150-250 torr의 나트륨 증발기체속을 전류가 흘러가면서 빛을 내는 것이다.

최대 효율일때의 색상이 "golden white"인데 이것은 다른 색상도 쉽게 구분이 가능하도록 Arc tube 안에 나트륨 외에 수은 및 크세논과 같은 희귀 가스를 첨가시켜 연색성을 개선시켰기 때문이다. 이때 수은 증발기체가 하는 역할은

- ① Acr tube에 가해지는 Voltage gradient를 증가시켜 lamp 효율을 상승시킨다.
- ② Arc tube내의 전류흐름을 단속한다.
- ③ 방전시 Arc tube의 온도를 적절히 분포시킨다.

램프 동작시 나트륨 증발기체와 접해있는 Arc tube벽 중앙부의 온도는 1200~1400℃ 이상까지 올라가기 때문에 Acr tube의 재료로는 화학적으로 매우 활성이 강한 나트륨에 견딜 수 있는 반투명의 순수한 알루미늄아야만 된다.

최근의 개발추세를 보면 효율을 개선하기 위해 Arc tube의 동작온도를 더 높이고 있는데 실제로 1800℃의 온도까지는 상품화 되었고 가까운 시간내에 1900~2000℃까지도 가능할 것으로 예상된다. 그런데 이러한 고온에서 Arc tube의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 가 증발되어 jacket내벽에 불투명한 필름(막)이 형성되는 것을 방지하기 위해 램프내에 불활성 기체를 채운다.

고압 및 저압 나트륨 램프의 jacket 내부는 수명이 다할때까지 고진공으로 유지시켜야만 한다.

예를 들면 표준 90W 저압 나트륨 램프의 jacket 내부표면적은 Arc tube의 외부표면적 380cm<sup>2</sup> 포함하여 약 1400 cm<sup>2</sup>인데 이 넓은 유리표면을 통하여 램프 동작중에 수증기와 같은 많은 양의 가스가 분출된다.

그러므로 매우 좋은 효율과 큰 흡입력의 Getter가 요구된다.

고압 나트륨 램프도 비록 jacket는 저압 램프보다 작지만 Arc tube의 동작온도가 매우 높기 때문에 역시 가스 분출이 심각한 문제로 대두된다.

### 3. 나트륨등에 사용되는 Getter

#### 3.1 Barium Getter

앞에서 언급한 대부분의 요구조건을 충족시킬 수 있는 Getter는 재래의 barium film 이다.

바륨 필름은 전자분야에 널리 알려져 있으며 많은 양의 기체 불순물도 영구히 포획하여 신속하게 처리할 수 있는 반면 Arc tube의 열 때문에 바륨 필름 온도가 상승되어 수소는 효과적으로 흡수하지 못한다. 바륨은 대기중의 모든 기체와 매우 강한 화학 결합력을 갖기 때문에 순수한 원소를 대기중에 노출시켜 취급할 수가 없다.

그래서 특수 전공야금 기술로 알루미늄과 합금시켜 사용한다. 이결과 생성된 BaAl<sub>4</sub>는 대기중에서 매우 안정적이다. 왜냐하면 Barium 원자들이 Aluminium 원자들에 둘러 싸여서 방이되고 있기

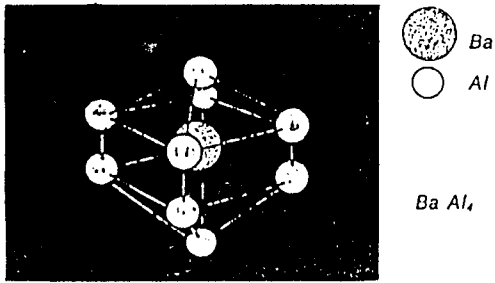


그림 3. BaAl<sub>4</sub>의 분자구조

때문이다.

램프에 삽입되는 링은 진공으로 세척한 다음 봉입되고 유리관내에서 Ba-Al<sub>4</sub> compound가 분해되도록 고주파 기술로 900~1000℃에서 수초간 가열해주게 되면

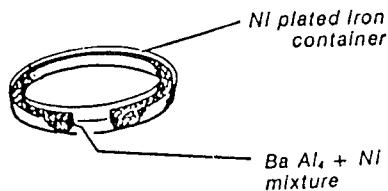


그림 4. 바륨링의 구조

바륨 증발기체는 jacket벽에 달라붙게 됨과 동시에 알루미늄도 액상으로 녹아 니켈분말과 쉽게 합금을 형성하게 된다. 이러한 일련의 반응은 강한 발열반응이기 때문에 많은 열이 발생되면서 잔여 BaAl<sub>4</sub>의 분해도 가속시키게 되어 바륨을 완전히 증발시키게 된다. 바륨 film(막)은 불투명함으로 증발기체는 램프 jacket 내에서 광방사를 방해하지 않는 부분에만 증착되어야 할 것이다.

일반적으로 바륨 링 게터는 램프의 밑바닥 부분을 향하여 퍼져나가도록 만들어져 있어서 바륨 필름은 광을 발산하는 광원에서 멀리 떨어진 사각지역에 형성된다. 안전성과 jacket 내의 원하지 않는 부분에 바륨이 증착되는 것을 막기 위해 mica(마이카) disc를 사용하여 증착구역을 제한하는 방법도 있다. 그러나 마이카는 게터를 가열할 때 상당량의 가스방출원이 될 수가 있기때문에 각 램프에 사용하는 바륨의 양을 결정할 때 마이카에서 나오는 가스의 양도 고려하여 결정해야만 한다.

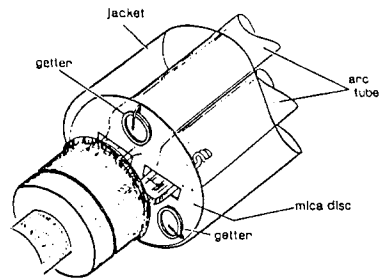


그림 5. 저압나트륨등용 게터의 위치

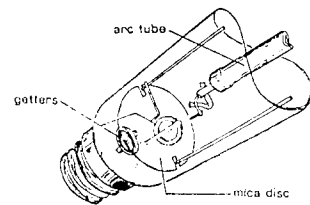


그림 6. 고압나트륨등용 게터의 위치

일반적으로 램프 크기와 wattage에 따라 저압 나트륨 램프에는 50~100mg의 바륨을, 반면에

고압 나트륨 램프에는 15~50mg의 바륨이 적정량인 것으로 알려져 있다.

### 3.2 St 101 Getter

주지하는 바와 같이 고압 나트륨등의 유리관 내에 수소가 존재하게 되면 시동전압과 동작전압에 심각한 영향을 미치게 된다.

바륨 게터는 램프 동작시 유리관부의 온도가 200~300℃ 까지 올라가게 되면 이때 나오는 가스를 제한할만한 용량을 갖지 못하기 때문에 바륨 게터에 St 101 게터를 부가하여 사용하는 방법이 추천되었다. 3~5cm의 St 101 코팅조각이나 St 101/DF/50 게터 정도면 유리관에서 수소를 제거하는데 충분할 것이다.

St 101 게터 역시 유리관 내부의 진공하에서 활성이 매우 강하게 되어야만 Getter의 목적을 다하게 될 것이다. 그래서 고주파 기술로 850~900℃에서 20~30초간 가열하면 St 101 물체를 보호하고 있는 산화물이나 질소화합물 보호막이 게터의 내부로 확산되며 St 101 표면은 깨끗하게 되어 상온에서

이미 생성된 수소나 램프가 동작중일대 250~400℃의 고온에서 나온 산화될 가스상태의 불순물들을 쉽게 흡수하게 된다.

### 4. 맺음말

모든 종류의 램프에 사용되는 광원은 동작온도가 매우 높기 때문에 대기의 일반 가스와 직접 접촉되지 않도록 불활성 분위기를 만들어주든지 진공하에서 동작하도록 해야만 한다. 그래서 이러한 광원들은 대기로부터 차단되어 지도록 유리구속에 넣어 봉하는데 이때 사용되는 유리구(jackets) 역시 아르곤이나 질소등을 채워 사용한다.

그러나 오늘날 생산기술이 고도로 발달되고 근대화된 설비로 고품질의 원재료를 사용해도 램프의 jacket 내부에 유해한 가스 불순물이 존재하는 것은 피할 수 없다.

실제로 이러한 불순물이 생기는 경로를 보면 배기 공정후에 남는 잔유물 뿐만 아니라 램프를 사용할 때 나오는 가스들이 분명하다. 가장 일반적인 가스상태의 불순물을 보면 다음과 같은 것들이다.

- HYDROGEN (H<sub>2</sub>)
- OXYGEN (O<sub>2</sub>)
- WATER VAPOUR (H<sub>2</sub>O)
- CARBON MONOXIDE AND DIOXIDE (CO-CO<sub>2</sub>)
- HYDROCARBONS (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>)

이러한 불순물들이 유해한 영향을 미치는 그 정도는 광원의 종류 및 불순물의 양에 따라 달라지게 된다.

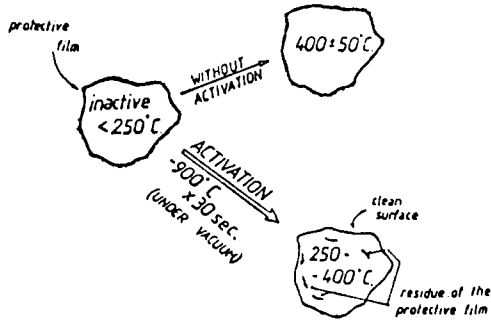


그림 7. St 101 게터의 활성화과정

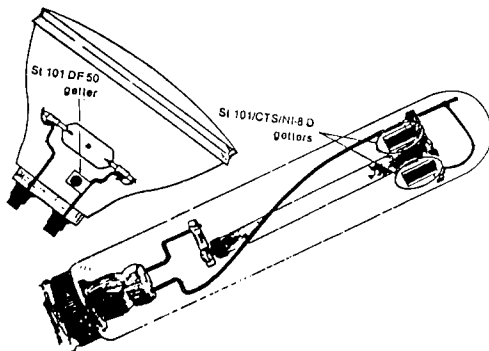


그림 8. St 101 게터의 응용위치

### 참고 문헌

- 1) Taschenbuch der Lampentechnik OSRAM
- 2) Van Vliet, J.A.J.M; de Groot, I.J: IEE Proc. 128(1981)
- 3) Akutsu, H; Lighting Reseach Technol. 16 (1984)
- 4) Dobrusskin, A : 4th Symp, Light Sources, Karlsruhe (1986) A