

형광램프 양광주의 교류주기 내에서의 전하이동도 계산

지 철 근 이 진 우

(서울대학교 공과대학 전기공학과)

Electron mobility calculations
for fluorescent lamp positive column in AC period

Chee Chol-Kon , Yi Chin-Woo

(Department of Electrical Engineering, Seoul National University)

ABSTRACT

Electron mobility which is a basic parameter to represent gas state, is calculated using equation assumed Lorentz gas. This equation is applied to 38mm 20W fluorescent lamp. In order to obtain electric field strength of positive column, lamp and cathode fall voltage wave form is measured using indirect voltage measuring method. To obtain electron density, used the calculation of S.C Peek and D.E Spencer. The result which is applied 38mm fluorescent lamp at 400mA, 20°C is displayed.

I. 서론

기체의 전하이동도는 기체의 상태를 나타내는 기본적인 요소로서, 전하이동도의 변화는 기체상태의 변화를 잘 나타내어 준다.

전하이동도는 전자의 충돌단면적에서 계산하는 방법과 전자밀도와 양광주 내의 전계로부터 계산하는 방법이 있다. 이들 중 전자의 충돌단면적을 이용하는 방법은 전자의 분포함수를 정확히 표시하는 것이 어렵고, 수은증기와 아르곤가스가 섞여있는 경우 충돌단면적은 수은과 아르곤의 혼합비율에 따라 달라지므로 각각의 경우에 대하여 구하는 것은 매우 힘들다. 양광주 내의 전계로부터 계산하는 방법은 양광주의 전계를 구하기 위하여 푸르브를 삽입하여 측정하여야하는 어려움이 있었다.

본 논문에서는 램프전압과 음극강하전압의 시간에 대한 파형을 간접측정법을 사용하여 구한 후, 양광주 내의 전계를 계산한 결과와 S.C Peek와 D.E Spencer 계산 결과를 사용하여 교류 반주기의 전하이동도를 구하였다.[1][2]

II. 기본이론

형광램프 내의 기체를 로렌츠가스로 가정하면 전하이동도는 다음의 식으로 표시 된다. [3]

$$Me = \frac{e}{m (Vm + jw)} \quad (1)$$

- Me : 전하이동도
- e : 전자전하
- m : 전자질량
- Vm : 충돌주파수
- w : 전원의 각주파수

식(1)에서 $Vm \gg w$ 인 경우 다음의 식이 성립한다.

$$Me = \frac{J}{neE} \quad (2)$$

- Me : 전하이동도
- J : 전류밀도
- n : 전자밀도
- e : 전자전하
- E : 전계

III. 전자이동도 계산

식(2)에서 전류밀도는 측정하는 형광램프에 흐르는 전류로부터 구한다.

전자밀도는 S.C Peek와 D.E Spencer가 계산한 결과 데이터를 회귀한 식을 사용하였다.[2]

전계를 형광램프에서 직접 측정하기는 불가능하다. 그러나 램프전압을 위치와 시간에 따라 측정할 수 있는 방법이 제안되어 있어 본 논문에서는 이 방법을 사용하여 램프의 각 부분의 전압을 구하였다.[1]

형광램프의 전압은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_l = V_c + V_a + E \times l \quad (3)$$

- V_l : 램프전압
- V_c : 음극강하전압
- V_a : 양극강하전압
- E : 전계
- l : 양광주의 길이

식(3)에서 양극강하 영역에 도달하기 전 위치에서 측정을 하면 식(3)에서 양극강하 V_a의 영향을 배제할 수 있다. 그러면 식(3)은 식(4)와 같이 표현된다.

$$V_p = V_c + E \times l_p \quad (4)$$

- V_p : 임의의 점에서의 전압
- V_c : 음극강하전압
- E : 전계
- l_p : 측정점의 양광주 길이

전압 V_p와 음극강하전압 V_c는 Shigeaki Wada와 Makoto Toho가 제안한 방법을 사용하여 구하였다.[3]

식(4)에서 양광주 내의 전계의 세기를 구하였다.

그림 1.에 측정된 전류파형, 양광주 내의 회귀시킨 전자밀도 및 전계의 세기 파형을 도시하였다.

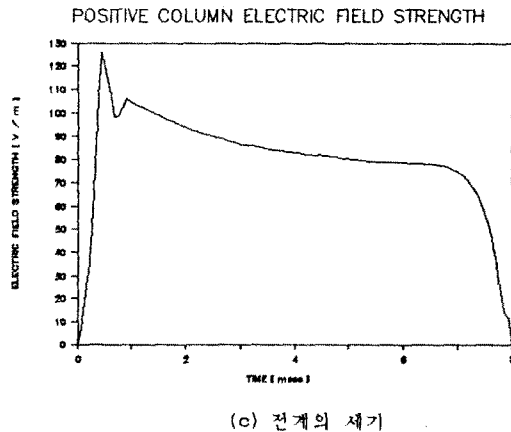
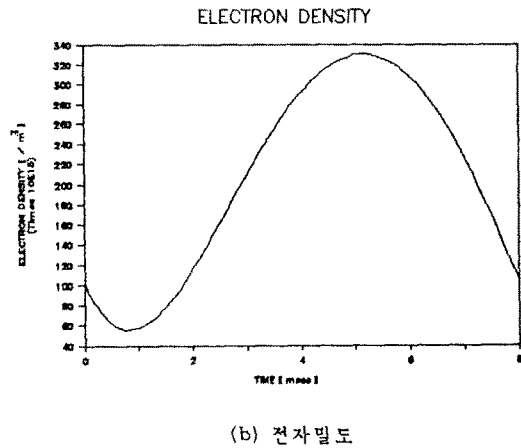
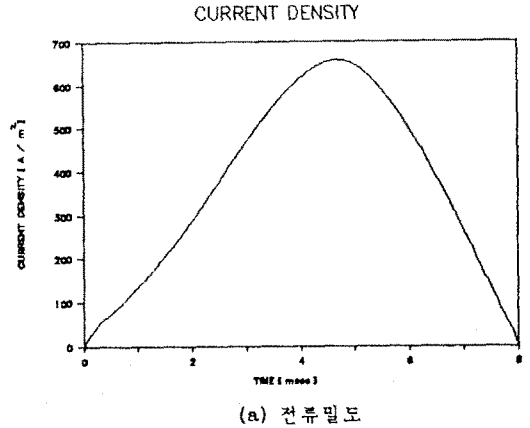


그림 1. 전류밀도, 양광주 내의 전자밀도 및 전계
fig 1. Current density, electron density and electric field in positive column

IV. 결과

위에서 구한 결과를 식(2)에 대입하여 구한 결과를 그림 2.에 나타내었다.

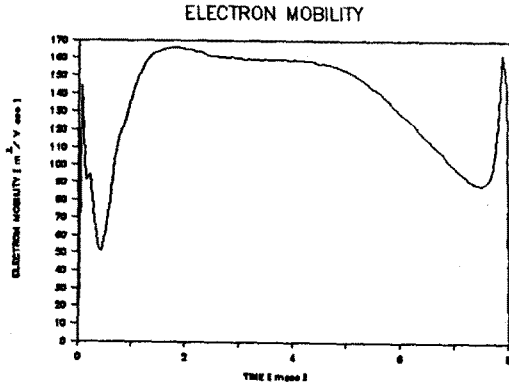


그림 2. 교류 반주기 동안의 양광주 내의 전자이동도
fig 2. Electron mobility in positive column
in a half AC period

V.참고문헌

- [1] Shigeaki Wada, Makoto Toho, "A measuring method of axial electric field in fluorescent lamps", 제17회 조명학회 전국대회 강연논문집, 1984, p.9
- [2] S.C Peek, D.E Spencer, "A differential Equation For the Fluorescent Lamp", Illuminating Engineering, April, 1968, pp.157-166
- [3] B.E Cherrington, "Gaseous Electronics And Gas Lasers", Pergamon Press, 1979, pp.13