

## 세관 형광램프에서의 플라즈마 확산 방정식의 해

서일원, 정종문, 김정현, 김동준, 황하청, 정재윤, 윤여대, 구제환, 최은하, 조광섭

광운대학교 전자물리학과 LCD-BLU Lab

관경이 수 mm인 외부전극 형광램프 (External Electrode Fluorescent Lamp; EEFL)와 냉음극 형광램프 (Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL)에서 램프 내부에 생성된 플라즈마의 확산을 조사하였다. 고전압을 인가하여 구동되는 형광램프는 고전압이 인가되는 부분에서 플라즈마가 발생하여 세관의 길이 방향을 따라서 접지부분으로 플라즈마가 확산된다. 이와 같이 세관의 긴 램프 구조에 대하여 플라즈마의 확산 방정식을 해하는 것이 이 연구의 목적이다. 플라즈마의 확산은 Ambipolar 확산 방정식인  $\partial n/\partial t - D_a \nabla^2 n = 0$ 로 기술된다. 여기서  $D_a$ 는 Ambipolar 확산 계수이다. 플라즈마 밀도  $n(t, r, z)$ 는 시간과 세관의 반경 방향  $r$ 과 길이 방향  $z$ 의 함수이다. 이러한 확산 방정식을 변수분리법과 Einstein의 확산해에 의하여 각각 다음과 같은 해를 얻었다.

$$n(t, r, z) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k e^{-t/t_k} J_0(2.4r/r_0) \cos[(k-1/2)\pi z/L],$$

$$n_z(t, r, z) = c J_0\left(\frac{2.4r}{r_0}\right) t^{-1/2} e^{-(z^2/4D_a t)} e^{-(2.4/r_0)^2 D_a t}.$$

이러한 두 가지 방법의 해에 대하여 초기 조건 및 경계 조건에 대하여 플라즈마의 확산 형태와 확산 속도를 구하였다. 그리고 그 결과를 실험 결과와 비교 분석하였다.

## 세관 방전램프의 양광주 영역의 플라즈마 전자 온도

정재윤, 김정현, 정종문, 김동준, 황하청, 김현철, 윤여대, 서일원, 구제환, 조광섭

광운대학교 전자물리학과 LCD-BLU Lab

외부전극 형광램프 (External electrode Fluorescent Lamps; EEFL)와 냉음극 형광램프 (Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL) 전극에 고전압이 인가되면, 방전 가스가 전리되면서 저압 글로우 방전 (glow discharge)이 발생한다. 램프가 방전 유지되면서, 양광주 영역에서는 일정한 전자온도 및 전자 drift 속도가 존재한다. 일반적으로 글로우 방전의 특성을 갖는 플라즈마에 대하여 전자의 온도가  $kT_e \approx 1 \sim 2$  eV이며, 플라즈마의 밀도는  $n_0 \approx 10^{16} \sim 10^{17} \text{ m}^{-3}$ 로 알려져 있다. 이 연구에서는 플라즈마 방전관의 전기특성 및 광신호 전파를 관측하여 플라즈마 전파 이론과 전자충돌 및 에너지 balance 이론을 통하여 방전관 양광주의 전자온도를 계산하고자 한다. 방전관 전기특성 측정결과로서 방전관 내 플라즈마 양 ( $N \sim Q/e = I/fe$ )과 전자 drift 속도 ( $J \sim n_0 e u_d$ )를 계산할 수 있다. 전자와 중성자 충돌 기본 데이터로서 일정한 가스 압력에서 전자온도에 따른 전자 충돌주파수를 구할 수 있다. 전자 에너지 balance 및 전자충돌 이론으로서 전자 drift 속도와 전자 운동 속도의 관계식을 분석하였다. 전자 열운동속도는  $u_e = \sqrt{2\nu_{ei}/\nu_{in}} u_d$ 로 계산할 수 있다. 광 신호 계측으로 플라즈마 전파속도를 관측된다. 플라즈마 전파속도와 전자 열운동 속도는  $u_p = u_e^2/u_d$ 의 관계식을 갖는다. 위에 두 방식으로 얻은 전자 열운동속도로서 플라즈마 전자온도는  $kT_e = m_e u_e^2$ 로 계산한다. 글로우 방전 시, 광신호 전파 시간은 약 0.15  $\mu\text{s}$ , 램프 전류는 약 25 mA이며, 전자온도는 1.5 eV 로 계산된다.