

플라즈마 표시기의 미소 방전 특성에 대한 연구

신 범재, 서 정현, 황 기웅

서울대학교 전기공학부 플라즈마 실험실

1. 서론

지금까지 플라즈마 응용 기술은 높은 에너지를 갖는 플라즈마 입자들의 반응성을 이용하여 반도체의 식각 공정 및 박막의 형성과 합성등에 주로 이용되어 왔다. 그러나 최근 플라즈마의 광학적 발광 특성을 이용한 플라즈마 표시기(Plasma display panel)의 고선명 텔레비전(HDTV)으로의 응용이 활발히 진행되고 있다. 플라즈마 표시기(Plasma Display Panel)는 기체 방전에 의해 형성되는 발광 현상을 이용한 차세대 평판 디스플레이(Flat Panel Display) 소자이며, 대면적의 표시 능력과 대형화의 독보적인 구현 가능성을 바탕으로 40인치 이상의 벽걸이형 고선명 텔레비전(Wall mounting HDTV)의 구현을 목표로 급속한 기술 개발이 진행되고 있으며, 90년대 들어 CRT에 못지 않는 표시 능력을 갖는 40인치 이상의 크기를 갖는 플라즈마 표시기가 보고되고 있다.

그러나 플라즈마 표시기내에서의 방전 현상은 방전 체적이 큰 프로세스 플라즈마와는 달리 방전 체적이 매우 미소하며 전극간 간격 역시 수백 μm 에 불과하므로 일반적인 플라즈마 진단 방법을 통하여 미시적 방전 변수를 측정하기가 매우 어렵다. 본 실험에서는 이러한 미소갭 방전의 특성을 연구하기 위하여 미소갭 방전 장치를 제작하였고, 이를 통하여 미소 방전 특성을 조사하였다.

2. 미소갭 방전 장치

그림 1에 기본적인 플라즈마 표시기의 단위 구조를 나타내었다. 플라즈마 표시기에서 이루어지는 방전은 외부 전극에 인가된 전압에 의해 전계가 형성되고, 이러한 전계에 의해 방전이 형성된다. 따라서 효율적인 방전을 형성할 수 있는 전계를 갖는 전극 구조가 요구된다. 플라즈마 표시기의 전극 구조의 관점에서 중요한 방전 변수는 전극 재료, 방전 가스 및 압력이 최적의 상태로 결정된 조건에서 전극 형상, 전극 면적 및 전극 간격이 실제적으로 방전 물성을 결정하게 된다. 특히, 대향형 전극 구조를 채용하는 직류형 플라즈마 표시기에 있어서는 전극간 간격이 보통 수백 μm 으로 매우 작으므로, 전극간 간격은 방전의 물성을 결정하는 전계의 세기 등을 결정하는 중요한 방전 변수이다. 그러나 이러한 전극간 간격을 실제 패널상에서 변화 시켜 제작하기는 매우 어려우므로, 본 연구에서는 미소 방전 특성 및 전극 간격에 따른 방전 특성을 조사하기 위하여 전극간 간격을 미세하게 제어할 수 있는 미소갭 방전 장치를 제작하였다.

그림 2에 미소갭 방전 장치의 개략도를 나타내었다. 미소갭 방전 장치는 진공 배기 장치, 방전관 및 전극 간격 조절부로 이루어져 있으며, 전극간 간격은 컴퓨터에 의해 인터페이스되는 스텝 모터 구동에 의해 마이크로미터를 조절하여 1 μm 단위로 전극간 간격을 제어할 수 있다.

3. 실험 결과

플라즈마 표시기의 방전은 연속적인 펄스에 의한 펄스 방전의 형태를 갖게되므로, 방전의 시변화 특성이 매우 중요하다. 또한, 계조의 표시와 휘도의 향상을 위해서는 고속의 펄스에서 안정적으로 반응할 수 있는 방전 환경을 도출해야 한다. 따라서 방전 형성 시간이 짧은 방전 환경을 도출해야 한다. 이러한 방전 형성 시간은 기체의 종류, 압력 및 전극 구조등에 의해 결정되며, 전계의 세기를 결정하는 전극간 간격이 방전 형성 시간을 결정하는 중요한 변수이다. 그림 3에 전극간 간격과 압력에 따른 방전 형성 시간을 나타내었다. 실험 결과에서 보여지듯이 방전 형성 시간은 압력과 전극간 간격에 따른 최적 방전 조건이 존재함을 알 수 있다.

플라즈마 표시기의 휘도 및 특성을 결정하는 가장 중요한 변수는 플라즈마 표시기내의 셀에서 형성

되는 플라즈마의 미시적 변수인 전자, 이온 및 여기종들의 온도와 밀도의 분포이다. 본 연구에서는 미소 방전 장치를 이용하여 일반적으로 전자 온도와 밀도를 쉽게 측정할 수 있는 이중 탐침법을 사용하여 미소 방전에서의 전자 온도와 밀도를 측정하였다. 그림 4에 일반적으로 플라즈마 표시기에서 사용되는 He+Xe 페닝 혼합 가스의 전자 온도와 밀도를 측정된 결과를 나타내었다. 실험 결과에서 보여 지듯이 전자의 온도는 압력의 변화에 따라 0.5 ~ 1.2 eV의 값을 갖게되며 전자의 밀도는 $10^{11} \sim 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 의 값을 갖음을 알 수 있다.

4. 결론

플라즈마 표시기의 휘도 및 효율 향상을 위해서는 플라즈마 표시기에서 형성되는 미소 방전 특성에 대한 방전 환경 및 매커니즘의 규명이 무엇보다도 중요하다. 이러한 미소 방전 특성의 규명은 방전을 형성하는 전자, 이온 및 여기종들의 온도 및 밀도 등의 미시적인 방전 변수들의 분포를 방전 조건에 대하여 예측할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 실제적인 방전 환경과 유사한 방전 조건하에서 일반적으로 전자의 온도 및 밀도를 진단하는 전기 탐침법을 사용하여 플라즈마 표시기내에서의 전자의 온도와 밀도를 측정하였으며, 전극간 간격의 변화가 방전 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

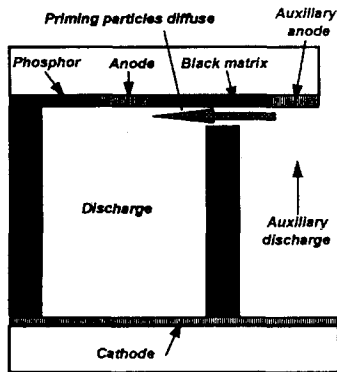


그림 1. 플라즈마 표시기의 전극 구조

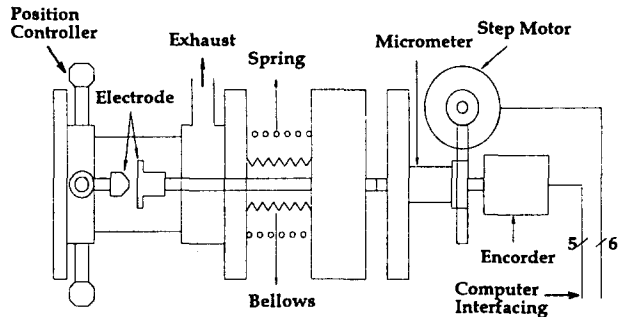


그림 2. 미소갭 장치의 개략도

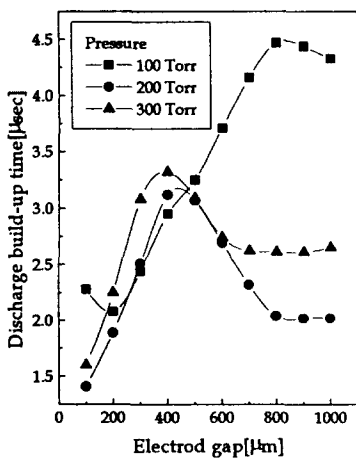


그림 3. 전극 간격에 따른 방전 형성 시간

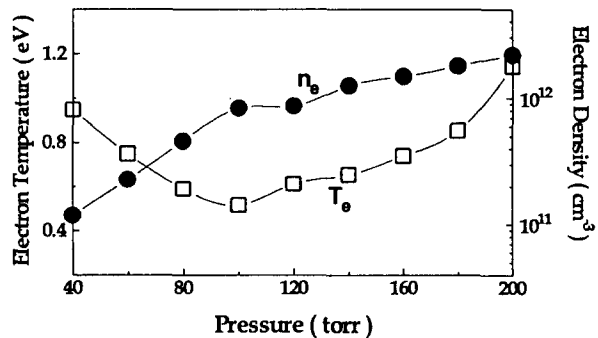


그림 4. 압력에 따른 전자 온도와 밀도