

Langmuir 전극법에 의한 플라즈마진단

곽영순 조경수 김광학 김상필<sup>1)</sup> 김두환

Langmuir probe method for the diagnostic of plasma

Y. S. Kwak J. S. Cho K. H. Kim S. P. Kim D. H. Kim  
Pusan National University

ABSTRACT

In this paper, we study about the vacuum degree measurement which is applied by the pirani gauge's theory and the basic analysis of plasma which is generated by the D.C glow discharge.

1. 서론

최근의 플라즈마 이용은 핵융합을 목표로 하는 연구를 비롯하여 레이저 발생과 이용, 재료의 가공 및 용접과 반도체 플라즈마 프로세스 등이 있으며, 이중 플라즈마를 이용한 성막(成膜)기술은 반도체 전자부품 공업에서 신소재의 한 분야로서 급속하게 진보되어 생산업체에서 이용하고 있다.

앞으로 플라즈마의 공업용 재료 생산에 이용은 더욱더 확대될 전망이며 다기능성을 요구하는 공업용 재료의 생산에 적합한 것으로 고려되고 있다. 특히 내마모성 내식성을 갖는 공구, 흠이 나지않는 장식품, 고무과울 렌즈 코팅, 절연 코팅, 침탄용신 분야에 이용되는 광소자 및 광케이블과 고온 초전도체 가공에 널리 이용될 가능성이 크다. 선진 외국에서는 이들의 기술이 상당히 진전되어 양산체제에 있는 제품들도 많이 있다.<sup>1)</sup>

플라즈마를 이용하여 만드는 재료들은 플라즈마의 상태에 따라 재료의 특성이 달라진다. 이것은 플라즈마 상태를 나타내는 변수(전자 이온의 밀도 온도)들이 많고 이변수들은 플라즈마 발전원, 사용되는 가스 압력 등에

따라 달라지며 이들의 관계가 복잡하기 때문에 이를 해석하는 데는 많은 연구가 필요하다.

일반적으로 플라즈마의 변수들을 측정하는 방법에서는 langmuir 전극(探針電極, probe)을 이용한 방법, 전자파를 이용한 방법 및 광 스펙트럼을 이용한 방법이 있으며 이중 langmuir 전극을 이용한 방법은 간단하게 사용할 수 있어 오래 전부터 널리 이용되어 왔다. 그러나 langmuir 전극의 사용범위가 지은 저밀도 플라즈마 영역으로 국한되고 측정된 결과에서 직접적으로 변수값들을 알아낼 수 없으므로 측정된 자료를 처리 평가하는 것이 중요하다.<sup>2A)</sup>

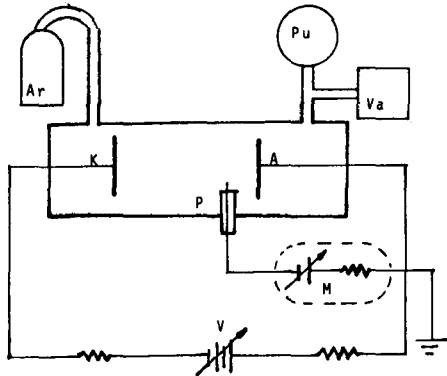
따라서 본 연구에서는 플라즈마 응용 연구를 위한 기초과정으로 피라니 게이지(pirani gauge)를 응용한 진공도 측정에 관한 연구 및 직류 글로우 방전(D.C Glow Discharge)에 있어서는 양광추 중의 플라즈마 특성에 대한 기초 측정을 행하였다.

2. 실험장치

실험장치는 아래의 그림 1과 같이 D.C 전원, 방전관, 진공펌프, 진공도 측정계, 및 langmuir 전극에 의한 측정시스템으로 구성하였다. 그리고 방전관에 사용된 가스는 Ar 가스로 하였다.

D.C전원은 교류전압을 정류하여 사용하였고, 진공도 측정계는 수은 진공계(Hg-Manometer)와 피라니 게이지를 병행하여 사용하였다.

langmuir 전극에 의한 측정시스템은 바이어스전원(Bias source D.C ±150V), langmuir 전극, X-Y레코더로 구성하였다.



K:Cathod, A:Anode, P:Probe, Pu:Vacuum Pump  
M: Probe V-I Measuring system  
Va:Hg-Manometer & PiraniGauge, V:D.C Source

그림1 실험장치 개략도

3. 실험방법

3-1. 진공도 측정방법

일반적으로 사용되는 수은 진공계는 1torr 단위 이하의 눈금을 읽을 수 없으므로 이 이하의 눈금을 읽기 위해서 피라니 게이지를 응용한 방법으로 다음과 같이 측정을 행하였다. 수은 진공계로 어떤범위의 두께 기준 진공도 값을 선택하고 피라니 게이지로 측정되는 전위차를 읽어서 이전위 값을 진공도의 단위로 환산하면 1torr이하의 단위까지 진공도를 읽을 수 있다.

3-2. langmuir 전극에 의한 플라즈마 특성측정방법

방전관내에 일정한 방전전류를 흘려 직류 글로우 방전상태를 만들고 langmuir 전극을 캐소드(Cathode)와 애노드(anode) 사이의 방전관에 설치 하였다 그리고 애노드전위를 기준전위로 하여 langmuir 전극에 -150v를 인가하고 이 전압을 +50v까지 증가 시키면서 X-Y 레코더로 langmuir 전극에서의 전압 전류 특성을 기록하였다.

4. 실험결과

4-1. 진공도 측정결과

이상의 진공도 측정방법에서 구한 전압과 진공도 관계의 결과는 그림 2와 같이 나타났다.

4-2. langmuir 전극에 의한 측정결과

이상에서 구한 직류 글로우 방전의 양광주에서 나타난

특성은 그림 3 및 그림 4와 같이 나타났다. 그림 3에서는 압력의 변화에 따라 전류영점 즉 공간전위가 변하였고 그림 4에서는 방전전류가 증가함에 따라 langmuir 전극의 전자전류 포화값이 증가하였다.

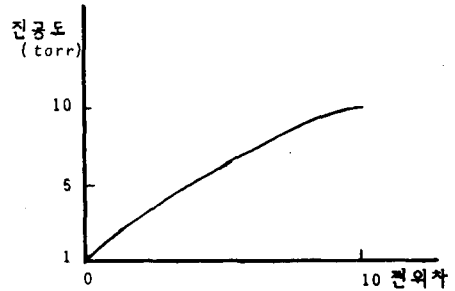


그림2 진공도와 피라니 게이지에서 측정된전위와의 관계

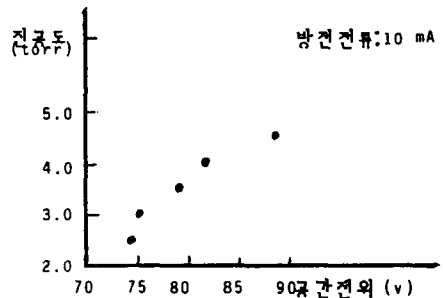


그림3 진공도와 방전전위의 관계

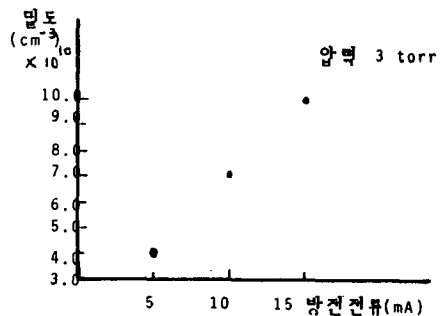


그림4 방전전류와 전자밀도의 관계

5. 결 론

이상의 결과에서 수은 진공계와 피라니 게이지 방법을 응용하여 병행된 진공도 측정에서 0.1torr 정도의 구분이 가능한 측정결과를 얻었으며, langmuir 전극에 의한 플라즈마의 측정은 다음 연구를 위한 기초적인 측정으로서 다음의 결과를 얻었다. 진공도의 감소는 공간 전위의 증가를 나타냈고, 방전전류의 증대는 전자밀도를 증가시켰다. 이들 측정은 준비 단계로 행하여졌으며 대체로 이론과 일치한 측정결과를 얻을 수 있었다.

6. 참고문헌

1. 藤山 寛 "플라즈마를 이용한 기능성 박막 형성기술" 장기대학, 1988 CPM85-35, 1985, p.19-25
2. 林 義 孝 "진공 기술 일본" 日刊工業新聞社, 198, p.83-84
3. SIN-LI CHEN, J.M. GOODINGS "Ion Current to a Langmuir Probe in a very Low Density Flowing Plasmas for Electron-Density Determinations" J.Applied Physics, Vol.39 NO., 1968 p.3300-3305 Electrical Discharge, 1988, p1-4
4. FUMIYUKI FEJITA, HATSUO YAMAZAKI "Quick Measurement and Digital Data Handling for Langmuir Probe" Jap. J. Applied Physics Vol.2 NO.4, 1988 p.14-1461