

加熱式 靜電探針電極의 表面特性

곽영순, 조경수, 박정후, 김광화^o, 김상필, 김두환
부산대학교

The characteristic of the electrostatic probe surface heated with current

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

ABSTRACT

In the measurement of plasma parameters of the plasma C.V.D with probe method, the most important problem is the contamination of the probe surface. In this paper, we observe the surface contamination of probe surface with microscope and determine the critical current and the critical time to sustain the clean surface of probe in the plasma C.V.D.

1. 서론

플라즈마의 이용은 핵융합을 목표로 하는 연구를 비롯하여 레이저 발생과 이용 재료의 용접 및 가공과 플라즈마 프로세스 등이 있으며 이중 플라즈마 프로세스 등에서는 기체방전으로 생성된 이온, 여기입자 등과 고체표면의 상호반응을 이용한 표면처리나 에칭 또는 박막형성 등이 있다. 이와같은 플라즈마 프로세스에는 종래의 화학반응에 의한 열플라즈마 프로세스에 비해서 우수한 장점이 있어 널리 이용되고 있고 특히 다기능성을 요구하는 공업용 재료의 생산에 적합한 것으로 고려되고 있으며 첨단재료의 개발에 이용 할 수 있어 이 분야에 많은 관심이 집중되고 있다.

따라서 좋은 특성을 갖는 플라즈마 프로세스를 수행하기 위해서는 플라즈마의 특성 파악과 제어를 함께 수행할 수 있어야 한다. 플라즈마 특성에 직접 관여하는 것은 이온, 여기입자 등이 되지만 이것을 생성시키는 것은 주로 전자 이므로 전자 밀도, 온도, 전자에너지 분포

등을 파악하는 것이 필요하다.

플라즈마에서 변수가 되는 전자의 특성을 측정하는 방법에서는 탐침전극(Langmuir probe), 전자파 및 광스펙트럼을 이용한 방법 등이 있으나 플라즈마 프로세스에 사용되는 플라즈마는 저온 저밀도 플라즈마 특성을 갖고 있으며 또한 플라즈마 프로세스에서 공간적인 분포특성을 측정할 필요가 있으므로 이에 적당한 측정방법은 탐침전극에 의한 측정이 적절한 것으로 고려되고 있다.

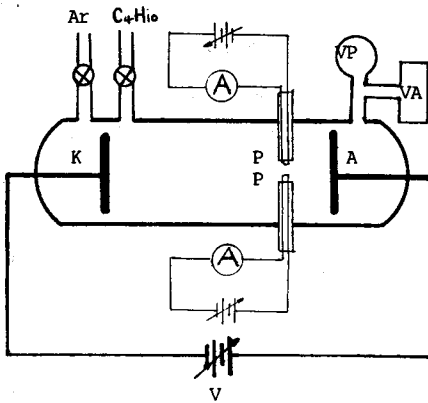
그러나 플라즈마 C.V.D 프로세스중에서 플라즈마 특성을 측정할 경우 탐침 전극이 오손되어 탐침표면상태가 변화 하므로 정확한 플라즈마 특성을 얻을 수 없다. 따라서 탐침전극의 오손을 막기 위한 해결책으로 탐침전극을 부로 바이어스 시켜서 이온충격에 의해 제거하는 바이어스 방법과 항상 탐침전극을 가열하여 오손이 되지 않도록 하는 방법 등이 연구대상으로 되고 있으며 두방법을 병행시킨 방법도 제안되고 있다. 그러나, 가열에 의한 방법에서는 가열한 재료 측정을 하는 경우는 열전자의 방출을 일으키는 것과 탐침전극 표면부근의 플라즈마 상태변형 및 가스분자 밀도감소 등의 문제가 발생된다.^{1,2,3,4)}

이들 문제를 해결하기 위한 방안으로 탐침전극에 가열전류를 흘려 오손현상을 막고 탐침전극으로 플라즈마 특성측정시에는 가열전류를 차단하여 실온 상태로 만들어 플라즈마 특성측정을 실시하고 다시 가열전류를 흘려 탐침전극의 오손현상을 막는 방법을 생각할 수 있다.

따라서 본연구에서는 탐침전극에서 주로 발생하는 탄소 오손 피막의 현미경 관찰과 이들 오손 피막 제거에 필요한 최적전류와 오손 피막 제거에 필요한 시간을 구하였으며, 앞으로 플라즈마 특성과 오손과의 상관관계를 더욱 연구할 예정이다.

2. 실험장치

실험 장치는 아래 그림1과 같이 D.C전원, 방전관, 진공펌프, 진공계, 탐침전극 및 탐침전극 가열 시스템으로 구성하였다. 탐침전극 가열시스템은 가열가변전원 (D.C 30V), 전류계 및 탐침전극으로 구성하였다. 탐침전극은 그림2와 같이 만들어 사용하였다.



K : Cathode A : Anode P : Probe
 VP : Vacuum Pump VA : Hg-Manometer
 V : D.C. Source

그림1. 실험장치개략도

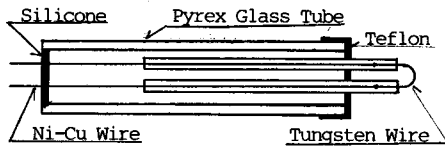
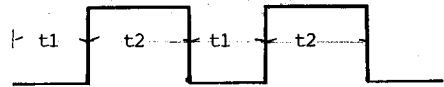


그림2. 탐침전극형상

3. 실험방법

방전관내에 아르곤 가스 90% 부탄가스10%로 하여 6Torr의 압력을 유지하고 방전 전극간에 방전전류가 10mA 되도록 전원전압을 조정하여 실험을 실시 하였고 방전전극과의 거리(Cathod-Anode)는 10 cm, 탐침전극과

접지전극(Anode)은 .2 cm 거리가 되도록 하였다. 탐침전극의 가열전류를 흘리는 방법은 아래의 그림3과 같이 하였고 표1과 같이 시간을 조정 하였다. 그리고 탐침전극의 표면은 광학현미경(Nikon Type 114)으로 관찰 하였다.



t1 : 가열전류를 증가하지 않는 시간

t2 : 가열전류를 증가하는 시간

그림3. 가열전류 증가시간

표 1. 탐침전극 가열전류 증가방법

구 분	인 가 시 간		인가전류 (A)
	t1 (분)	t2 (분)	
1A	0	10	0
1B	0	10	0.35
1C	0	10	0.4
2A	10	2	0.4
2B	5	2	0.4
2C	1	2	0.4
2D	1	3	0.4
2E	1	5	0.4

4. 실험결과

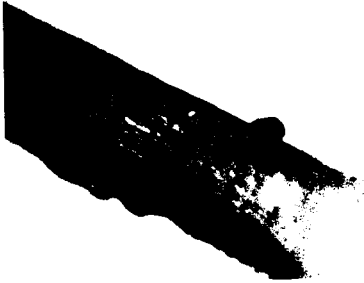
오손을 배율 1,000배로 관찰한 결과는 그림4와 그림5이다. 그림4는 탐침 전극의 오손제거에 필요한 각전류에 따른 오손표면의 현미경사진을 나타낸 것이며, 탐침전극에 가열전류 0.35(A)를 10분간 가하였을 경우 표면이 다소 오손된 상태인 것을 알 수 있었고, 가열전류 0.4(A)를 10분간 가하였을 경우 오손이 완전히 제거됨을 알 수 있었다. 그림5는 오손제거에 필요한 최적 가열시간을 구한 것이며 플라즈마 특성측정시간을 1분간 요할 경우 표면의 오손 제거에 5분 이상의 가열시간이 필요함을 알 수 있었다.



(a) 가열전류 (0A, 1A)



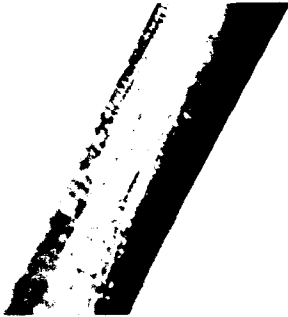
(a) t_1 : 10분 t_2 : 2분(2A)



(b) 가열전류 (0.35A, 1B)



(b) t_1 : 5분 t_2 : 2분(2B)



(c) 가열전류 (0.4A, 1C)



(c) t_1 : 1분 t_2 : 2분(2C)



(d) 사용 전



(a) t_1 : 1분 t_2 : 3분(2D)



(e) t_1 : 1분 t_2 : 5분(2E)

그림 4. 10분간 인가된 각 가열전류에 따른
탐침전극의 오손된 형상

그림 5. 각 가열전류 인가시간에 따른
탐침전극의 오손된 형상

5. 결론

이상과 같은 실험결과에서 탐침전극의 최적 오손제거전류는 0.4(A)로서 5분간 가열한 경우이며, 플라즈마 특성측정시간을 1분으로 할 때 오손제거를 위한 가열전류 인가 시간은 5분 이상이 필요하였다.

6. 참고문헌

1. Y.Kobayashi, T. Ohte, "Probe method in rf discharge plasma of reactive gases", 반응성 플라즈마의 제어, 1989, pp.55 - 59
2. 小林 祥男 외 3인, "정정표면을 유지하는 가열식 탐침 전극의 기초 특성", 전기학회 논문지 A, 109권, 2호, 1989
3. Fransis F. Chen, "Plasma diagnostic techniques" Academic Press, 1965, pp.183 -185
4. 小沼 光晴, "플라즈마와 성막기초", 일간공업신문사, 1986, pp.92 - 93