

표면 처리용 자화 Plasma 형성에 관한 연구

孫仁鎰* 張斗珍* 金瑞泰* 郭永淳* 曹井守* 朴正后*

*釜山大學校

A Study on The Development of Magnetoplasma For Surface Treatment

I.Y. Son* D.J. Jang* S.T. Kim* Y.S. Kwak* J.S. Cho* C.H. Park*

*PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

Abstract

In order to develop the uniform Plasma source which is able to make polymer or glass surface modification, the d.c glow discharge characteristics for the hemisphere - cylindrical electrode system with external d.c magnetic field are investigated.

Single probe method has been used for detecting plasma parameters.

We make uniform plasma generated to the external of electrode between hemisphere and cylindrical electrode.

The surface treatment of metal and insulate has been performed by this uniform plasma.

1. 서론

글로우 방전에 의해 발생되는 Plasma를 이용하여 고분자합성 및 고분자박막(thin film)뿐만 아니라, 고분자 표면에 Plasma처리를 함으로서 표면의 화학적 성질이 개선되어 젖음성(wetability)이 좋대하고 경화성이 개선되는 등의 주목할 만한 현상이 발견되어 표면개질 기술의 하나로서 이 방면에 많은 연구가 시도되고 있다.¹⁾

특히 Plasma내의 기상성장법에 의한 탄소화물이나 질화물의 박막화 기술로 금속코팅, 세라믹코팅에 의한 초경정밀 내식성 금속공구의 제작 및 새로운 신소재의 합성과 관련하여 금속, 고분자, 화학분야 및 전자 전기 분야등에서도 Plasma를 이용한 새로운 신소재 개발 연구가 많이 행해지고 있다.²⁾

그러나, 지금까지 가장 많이 이용되고 있는 평판전극에 의한 Plasma발생장치는 전극사이에서 방전이 형성되므로, 금속기판을 처리할 경우는 기판을 전극전면에 배치하여 처리할 수 있으나, 고분자와 같은 절연물을 처리할 경우는 글로우 방전을 지속할 수 없어 표면처리 에 많은 어려움이 있다.³⁾

고주파(13.56 MHz)방전에서는 절연물의 표면처리가 가능하지만, 장치가 고가 일뿐아니라 운전, 유지, 보수 및 설치에 많은 문제점이 있다.⁴⁾

본 연구에서는 동심원통과 반구전극 배치를 이용하여 직류 글로우 방전에 의해 균일한 Plasma를 발생시키고 전극간에 가해진 전계와 외부에서 가한 자계에 의해 전극사이에 발생하는 균일한 Plasma를 전극 외부로 유도하여 금속기판뿐만 아니라, 절연물기판도 쉽게 Plasma표면 처리를 할 수 있는 장치를 구상하여 그 방전전압과 전류 및 Plasma 파라미터를 실험적으로 고찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

1) 실험 장치

「그림1」은 실험 장치의 개략도를 나타내고 있다. 이 그림에서 진공조의 크기는 직경 344mm 높이 400mm의 원통 구조이다. 토타리 펌프와 확산 펌프를 사용하여 배기하였으며, 진공도의 측정에는 피라니(Pirany)진공계와 전리진공계를 사용하였다. 균일한 플라즈마를 발생시키기 위해서 사용전극의 양극은 직경 30mm인 반구(半球)이며, 음극은 동심원통형 구조로 제작하였다.

사용전압은 직류로서 1000 (V)이하의 전압을 사용하였다. 자계는 자계발생용 솔레노이드(Solenoid)코일을 상하 2층으로 약 500회 감아서 발생시켰으며 진공조내의 자속밀도는 최대 500(Gauss)까지 가능하다.

한편 방전 유지전압은 음극강하와 양극강하에 의해 결정되며, 특히 음극강하 부분이 크다. 방전의 반 이상을 차지하는 양극주 부분은 전위적으로는 양극에 가깝기 때문에 직류 시험의 경우에는 양극을 접지하여 사용하였다.

2) 실험 방법

본 실험에서는 진공조를 बे기한 후 리크밸브(leak value)를 조정하여 필요한 진공도를 얻은후 전극사이의 방전 전압-전류특성과 Plasma 파라미터를 진공조의 진공도 및 자계를 변수로하여 실험을 행하였다. 진공조에는 직경 40mm의 석영유리로 만든 관측창(View Board)을 설치하여 이 창을 통하여 Plasma의 거동을 관찰하였다.

Plasma 진단에는 직경 0.15mm 길이 0.5mm인 텅스텐(W)으로 Single Probe를 제작하여 사용하였으며 '그림2,3'과 같이 전극표면으로부터 높이변화와 위치변화에 따른 플라즈마 파라미터를 구하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

'그림3, 4'은 직류 전원을 인가하였을 경우의 방전 전압-전류특성을 나타내고 있다. 이 경우의 기압을 각각 0.1(Torr), 0.5(Torr)였으며 자계를 변수로 하였다. 이들 그림에서 진공도가 일정할 경우 같은 전류를 흘리는데 필요한 방전 전압은 자계가 증가할수록 감소하였으며, 자계가 일정하고 진공도가 증가할 경우는 그 방전 전압은 증가하였다.

'그림5'는 진공도 0.5 (Torr)에서 방전전류를 500 mA로 일정하게 유지하고 자계를 100 (Gauss)로 한경우에 탐침법에 의해 전극으로부터 4 Cm높이의 플라즈마 전자온도를 측정 한 것으로서 이때의 전자온도는 20 (ev)로 균일함을 나타내고 있다. '그림6'은 이때의 전자밀도를 구한 것으로서, 2.8×10^{19} (개/Cm³)로 균일함을 나타내고 있다.

4. 결 론

이상으로 동심원통과 반구(半球)전극 배치에 대한 직류방전 전압-전류 특성 및 Plasma특성실험 및 이론적 고찰에서 다음과 같은 결론을 요약할 수 있다.

1. 동심원통형 전극구조로서는 외부유극전극을 적당히 설계함으로써 균일한 플라즈마를 원통상부에서 얻을 수 있었다.
2. 균일한 플라즈마인 경우의 전자온도는 20(eV)이고, 전자밀도는 2.8×10^{19} (개/Cm³)이 얻어졌다.
3. 자계가 감소할수록 플라즈마가 산란되어 지향성이 없으나, 자계가 증가될수록 플라즈마 집중현상이 나타나면서 지향성이 향상되었다.

4. 균일한 플라즈마의 표면처리를 위한 최적조건은 진공도 0.5(Torr), 자계 100(Gauss), 방전전류 500(mA)와 전극면에서 높이 4 Cm의 위치였으며, 이러한 조건에서 절연물 기판도 표면처리를 할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 井手文雄 "高分子 表面改質" 近代編集社 P.88-108 (1987)
2. John L. Vossen, Werner Kern "Thin Film Process" Academic Press, INC P.335-385 (1978)
3. Orlando Auciello and Daniel L. Flann "Plasma Diagnostics" Academic Press, INC Chap3 (1989)
4. 田 春生 "放電 高電壓 工學" 東明社 P.74-76 Chap 7 (1980)
5. Brian Chapman "Glow Discharge Processes" A wiley interscience P. 49-76 (1980)
6. F.F Chen "Introduction to Plasma Physics" Ienun press P. 1-52 (1974)
7. I.H. Hutchinson "Principles of plasma diagnostics" Cambridge university press Chap3 (1987)
8. 和佐清孝, 早川茂 "直交 電磁界 に せる 極性效果" 日本電氣學會 (1985)
9. 川崎仁晴 "クロスフィールド 磁界 に せる 反應性 플라즈마의 制御" 長崎大學 (1988)
10. 朴 德主 "플라즈마 및 核 融合 物理學" 形露 出版社 (1985)
11. 김강화, 조연우, 광영순, 조정수, 박정우, "반응성 마그네트론 프로세서의 방전특성 및 집화티타늄 박막형성에 관한 연구" 대한전기학회논문지 40권 12호 P. 1280-1289 1991

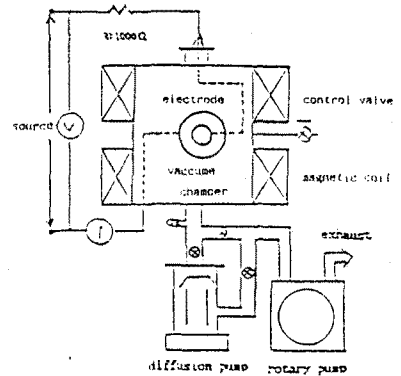


그림 1 실험장치의 개략도

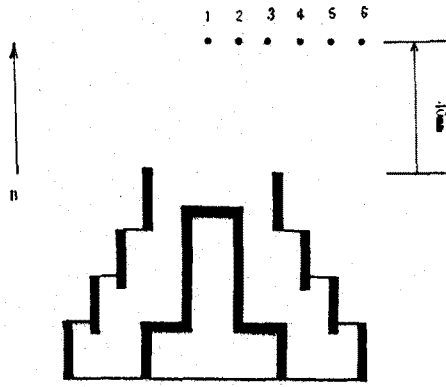


그림 2 전극형상 및 probe의 위치

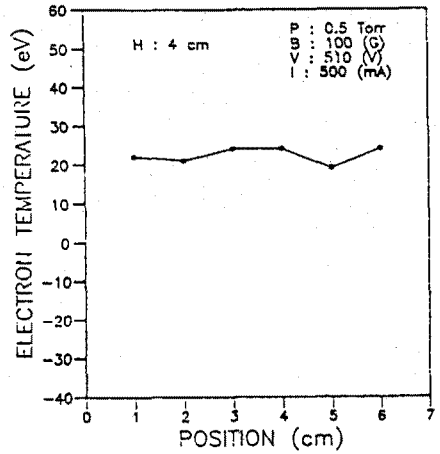


그림 5 전극에서 4Ca높이와 자계(100 G)하에서 위치변화에 따른 전자온도 특성

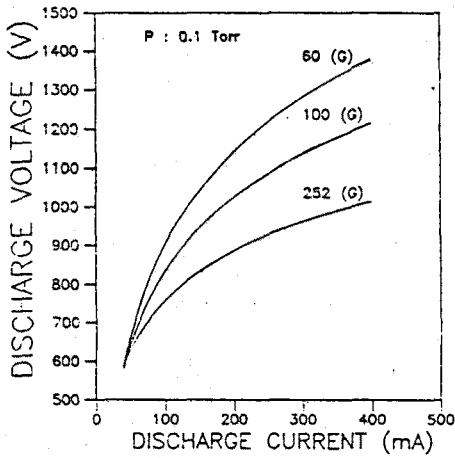


그림 3 일정 진공도(0.1Torr)하에서 자계변화에 따른 방전전압 - 전류 특성

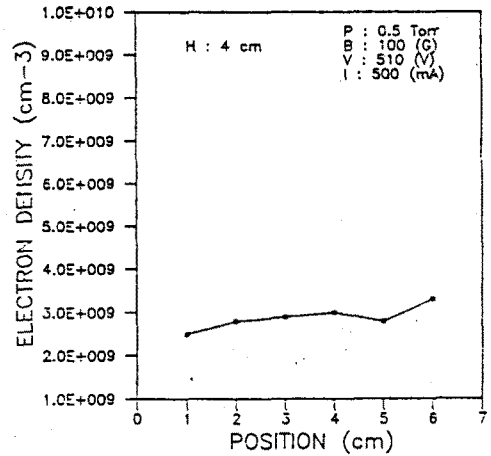


그림 6 전극에서 4Ca높이와 자계(100 G)하에서 위치변화에 따른 전자밀도 특성

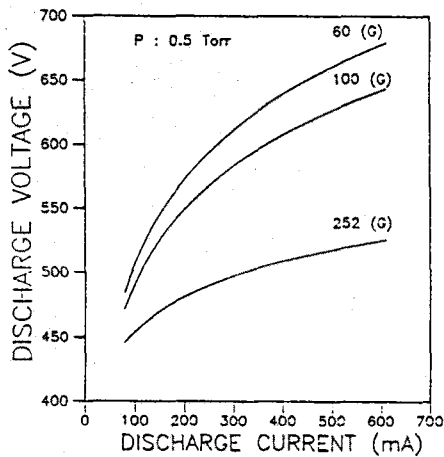


그림 4 일정 진공도(0.5Torr)하에서 자계변화에 따른 방전전압 - 전류 특성