

플라즈마중합 헥사메틸디실록산 박막의 제조 및 특성에 관한 연구

이상희*, 이병수*, 박상현**, 이능현***, 김종석[§], 우호환^{§§}, 이덕출*
· 인하대학교 전기공학과, ** 경남대학교 전기공학과, ... 경원대학교 전지공학과,
§ 대전산업대학교 전기공학과, §§ 인하공업전문대학 전기과

A study on the fabrication and characteristics of plasma polymerized hexamethyldisiloxane thin films

S.H.Lee*, B.S.Lee*, S.H.Park**, N.H.Lee***,
J.S.Kim[§], H.W.Woo^{§§}, D.C.Lee*

- Dept. of Electrical Eng., Inha University
- .. Dept. of Electrical Eng., Kyungnam University
- ... Dept. of Electronic Eng., Kyungwon University
- § Dept. of Electrical Eng., Taejon Nat'l University of Technology
- §§ Dept. of Electrical Eng., Inha Technical Junior College

Abstract - Plasma polymerized thin films were fabricated by interelectrode capacitively coupled type apparatus. FT-IR analyses indicated that the thin film spectra are composed not only of the corresponding monomer bands but also of several new bands. Relative dielectric constant and dielectric loss tangent of thin films fabricated in the discharge power of 90(W) showed 3.212~3.805 and 0.0026~0.0451 in alternating frequency of $10^3 \sim 10^6$ (Hz). Contact angle measurement indicated that cross-link of the films is increased with the discharge power.

1. 서 론

첨단기술 산업의 발전을 위해서는 기존의 소재가 보유하고 있는 성능보다 우수한 특성을 갖는 신소재의 개발이 필수적이다. 최근 과학기술의 진보에 따라 첨단산업이라고 일컬어지는 정보, 전자, 에너지 등의 분야에서 사용되고 있는 고분자재료가 가지는 성능을 극한까지 향상시켜야 하는 필요성에 의해 기능성 고분자재료에 대한 요구는 점차 커지고 있고, 특히 고분자박막

재료는 부품의 소형화, 고신뢰성 및 고기능성 요구와 같은 공학 분야의 요청 등으로 박막기술의 응용범위가 광범위해지고 세분화됨에 따라 점차적으로 주목받아 오다 현재에는 반도체 공업에 없어서는 안될 가장 중요한 기술중의 하나로 자리를 잡았다. 이러한 요청에 부응하는 기능성 고분자박막 작성법으로서의 플라즈마중합법은 단량체를 글로우방전 중에서 플라즈마화하고 이로부터 기판상에 박막을 제작하는 방법^{1,2}으로 일반적인 화학적중합법에 비해 제조공정이 간단하고, 우수한 물리적·화학적 특성을 나타내므로 현재 광범위하게 연구되어지고 있다.

한편, 기존에 사용되는 고분자는 대부분 유기 고분자로서 많은 장점을 가지고 있지만 고온이나 저온에서는 그 성질을 유지하지 못한다. 따라서 고분자의 탄소원자를 무기 성분으로 대체함으로써 유기 고분자의 성질을 유지하는 한편 단점을 극복하고자 한 것이 유기금속 화합물이다. 많은 유기금속 화합물중 유기 실리콘 화합물이 안정하고 우수한 성질을 나타낸다.

따라서 본 논문에서는 유기 실리콘 화합물중에서 헥사메틸디실록산(Hexamethyldisiloxane)을 단량체로 선정하여 플라즈마 중합법을 이용하여 박막을 제작하고, 제 특성을 살펴보았다.

2. 실험

플라즈마 중합장치는 전원부, 배기 및 진공검출부, 가스유입부로 나뉘어져 있다. 글로우방전을 일으키기 위한 전원으로서 13.56(MHz)의 rf generator를 사용하였고, 임피던스매칭 조절을 위해 matching box를 설치하였다. 진공의 검출은 Pirani gauge(PG-1S, OKANO WORKS)를 사용하였다. 미중합 모노머가 로터리 펌프를 통하여 오일을 손상시키는 것을 방지하기 위하여 cold trap을 설치하였고, 안정된 플라즈마를 발생시키기 위하여 방전부 양단에 탄소전극이 부착된 내정전결합 유동 가스형 플라즈마중합 장치를 사용하였다. 그리고 활성화된 라디칼이 기판상에 균일하게 성장하도록 방전부의 하단에 최적의 입체각으로 설계된 알루미늄 노즐을 설치하였다.

박막의 제작을 위한 기판으로서 슬라이드 글래스를 사용하였고, 캐리어 가스로는 아르곤을 사용하였다. 방전조건은 캐리어 가스유량 11(cc/min), 압력 0.1(Torr), 방전주파수 13.56(MHz), 방전 전력 30~90(W)로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 분자구조 분석

일반적인 화학적중합법으로 제작한 박막은 단량체의 분자구조가 그대로 유지되지만 플라즈마중합법은 고에너지의 입자들에 의해 단량체가 분해되면서 박막이 형성된다. 따라서 플라즈마중합 박막의 분자구조가 단량체에 비해 얼마만큼 변하였는가를 알아보기 위해 적외선 분광분석을 측정하였고 이에 대한 그래프를 그림 1에 나타내었다.

단량체 스펙트럼은 $660\sim 800\text{cm}^{-1}$ 에서 Si-C band가 나타나고, $2956\sim 2965\text{cm}^{-1}$, $2898\sim 2909\text{cm}^{-1}$, $1254\sim 1259\text{cm}^{-1}$, $842\sim 867\text{cm}^{-1}$ 에서 Si-CH₃ band가 나타난다. 또한 1068cm^{-1} 에서 Si-O-Si band가 나타난다.³

플라즈마중합 박막의 스펙트럼에서는 단량체와 부합되는 band뿐만이 아니라 새로운 band로 구성된 것을 알 수 있다.

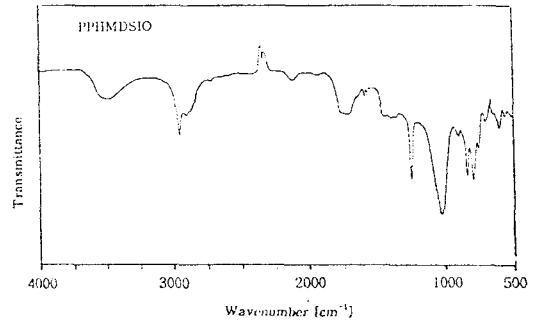
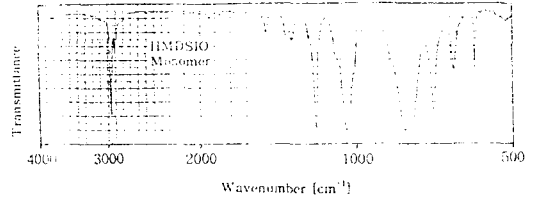


그림 1. 단량체와 플라즈마중합 박막의 적외선 분광분석

3.2 유전특성

그림 2에 박막의 비유전율과 유전정점의 측정결과를 나타내었다. 방전전력의 증가에 따라 비유전율은 증가하였으며 유전정점은 감소함을 보였다. 방전전력의 증가에 따라 비유전율이 증가하는 것은 쌍극자로 작용하는 결합밴드의 증가로 나타나는 결과로 사료된다. 또한 높은 방전전력 일수

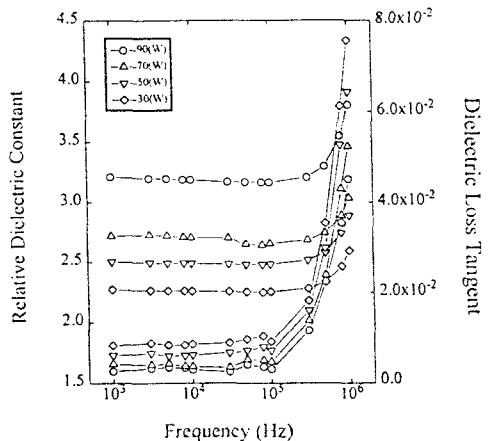


그림 2. 방전전력에 따른 주파수-비유전율, 유전정점 특성

록 고에너지의 입자들에 의하여 박막이 더욱 조밀하게 형성되며 불안정한 요소로서 작용하는 미반응 단량체, 잔류라디칼 등의 성분감소로 인하여 비유전율은 증가하고, 유전정점은 감소하는 것으로 사료된다.

3.3 접촉각

접촉각 측정은 박막 표면의 젖음성을 아는 가장 좋은 방법중의 하나이며, 두께 약 1(μm) 정도의 가장 바깥쪽 표면에 대한 정보를 제공해준다.

접촉각은 방전전력의 증가에 따라 56° 에서 84° 로 증가하였다. 이러한 증가는 높은 방전전력에서 제작된 박막일수록 가교도가 증가하고 박막의 표면에너지가 감소하기 때문으로 사료된다.

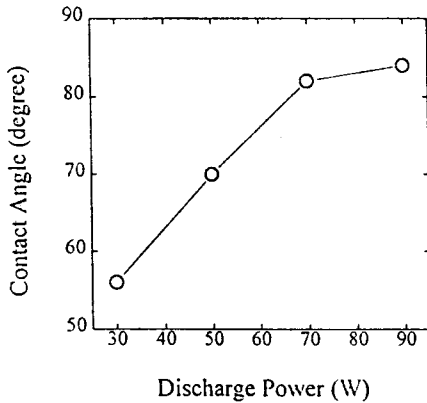


그림 3. 방전전력에 따른 접촉각

4. 결 론

플라즈마 중합법으로 헥사메틸디실록산 박막을 제작하고 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 적외선 분광분석에서 중합박막은 단량체와 같은 밴드뿐만이 아니라 새로운 밴드로 구성되었으므로 플라즈마 중합이 성공적이었음을 알 수 있었다.
2. 방전전력의 증가에 따라 비유전율은 증가하였고, 유전정점은 감소하였다.
3. 접촉각은 방전전력의 증가에 따라 증가하였는데 이는 박막표면의 균일도 증가에 따른 것으로 생각된다.

[참고문헌]

1. J. Mort, F. Jansen, "Plasma Deposited Thin Films", CRC Press, 1986
2. H. Yasuda, "Plasma Polymerization", Academic Press, 1985
3. R. J. Keller, "The Sigma Library of FT-IR Spectroscopy", Academic Press, 1963