

유연성 소자 적용을 위한 전처리 조건에 따른 SiO_xN_y 보호막 특성 평가
 Properties of SiO_xN_y thin films prepared on ion beam pretreated plastic substrates for flexible devices

정유정, 김도근, 김종국, 이건환
 한국기계연구원 표면기술연구센터
 641-010 경남 창원시 상남동 66번지

초 록 : 본 연구에서는 Si 타겟과 반응성 마그네트론 스퍼터링법을 적용하여 SiO_xN_y 박막을 PET 필름상에 증착하였다. PET 필름상에 밀착력 증진 및 기관 표면 거칠기 제어 등을 위해 이온빔을 이용한 플라즈마 전처리를 수행하였다. 플라즈마 전처리 조건과 질소 가스 유량비에 따른 SiO_xN_y 박막의 광학적 특성과 수분의 투습성에 대한 영향을 관찰하였다. 광학적 투과율은 전처리 및 조성비에 관계없이 95% 이상의 높은 광투과율을 보여주었다. 수분에 대한 투습 특성은 플라즈마 전처리 조건에 따라 다소 향상됨을 확인하였고, 질소 유량비가 증가함에 따라 투습 특성이 향상되었다.

1. 서 론

디지털 정보통신의 급격한 발전은 다양한 형태의 정보표시 소자에 대한 개발을 요구하고 있다. 특히 유연성 정보표시소자에 대한 개발이 요구되고 있으며, 이를 통해 정보표시소자의 경량화, 박형화 및 일체화된 전자시스템 구현이 가능할 것으로 기대된다. 이와 같은 유연성 소자 개발을 위해서는 플라스틱 필름과 같은 유연성 기판상에 대한 보호막 형성 기술이 선행되어야 한다[1,2]. 플라스틱 필름의 경우 수분 및 산소에 대한 투습 특성이 현저하게 나빠고, 패턴 형성을 위한 식각 공정 등에 대한 내식성이 저하되기 때문에 이에 대한 보완을 위한 보호막 형성이 요구된다. 플라스틱 필름에 대한 보호막 관련 연구는 초기에는 SiO_x 박막에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. SiO_x 박막은 Si이 풍부하여 결합이 용이하지만 절연 성질과 열에 대한 안정성이 떨어지는 단점이 있다. 최근에는 다양한 증착법을 통한 SiO_xN_y 박막에 대한 연구가 활발하며, SiO_xN_y 박막의 경우 높은 광투과율과 내열, 내화학성을 지니고 있기에 보호막 형성 물질로 많은 관심을 보이고 있다. 하지만, 플라스틱 필름의 표면 상태에 따라 형성된 SiO_xN_y 박막의 특성이 현저한 차이를 보여주고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 플라스틱 필름에 대한 플라즈마 전처리를 통해 표면 개질을 수행함으로써 증착된 박막의 특성이 향상시킬 수 있다[3].

본 연구에서는 PET 필름상에 이온빔 전처리에 대한 영향과 반응성 마그네트론 스퍼터링 방법으로 증착한 SiO_xN_y 박막 특성에 대한 평가를 연구하고자 한다. 특히, 이온빔 전처리 조건과 반응성 가스 유량비에 따른 SiO_xN_y 박막의 광학적 특성과 수분의 투습성에 대한 영향을 평가하였다. 모든 조건에서 95% 이상의 높은 광투과율을 보여주었으며, 전처리 조건 및 질소 유량비에 따라 투습 특성이 향상됨을 관찰하였다.

2. 실험

본 연구에서는 표면 전처리 조건과 SiO_xN_y 박막 증착 조건에 따른 특성을 알아보기 위해 200 μ m 두께의 PET 필름을 이용하여 증착하였다.

먼저 시료의 전처리 과정으로 PET film에 이온빔 플라즈마 처리를 한다. 시료의 플라즈마 처리는 60Hz의 220V의 교류 전원을 사용하고, 방전시 반응기 내부의 압력은 5.0 \times 10⁻³ torr, 방전전류 2A, 리액터 유입 반응가스로는 표1과 같은 비율로 Ar과 O₂를 주입하여 플라즈마를 발생시켜 7분간 처리하였다.

표 1. ion beam 플라즈마 처리 조건

실험	처리 조건
I	without ion beam
II	Ar 30sccm
III	Ar 30sccm, O ₂ 1sccm

SiO_xN_y 박막은 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 증착하였으며 공정압은 5.0 \times 10⁻⁶ torr에서 표 2과 같은 비율로 Ar과 O₂, N₂를 주입하여 상온에서 RF 500W를 이용하여 200nm의 두께로 증착하였다.

증착 두께는 surface profiler(Tencor, P-11), 투과율은 UV-vis. NIR spectro-photometer(Varian, Cary 5000), 표면의 roughness 측정은 AFM(NI, SPA400), 투습률은 MOCON사의 PERMATRAN-W3/33, MA로 측정하였다.

표 2. SiO_xN_y의 증착 조건

	gas flow rate(sccm)
Ar	40
O ₂	4
N ₂	0 ~ 8

3. 결과 및 고찰

디스플레이와 같은 정보표시소자 적용을 위해서는 형성된 빛의 손실이 억제하기 위해서는 유연성 기판 및 보호막 박막에 대한 높은 광투과율이 요구된다. SiO_xN_y 박막의 경우 상대적으로 높은 광투과율을 지닌 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 질소 유입량에 따른 광학적 특성을 평가하였다. 그림 1은 유입된 질소량에 따른 SiO_xN_y 박막의 광투과율을 보여준다. 질소 유입이 없는 경우 SiO_x 박막에서 가장 높은 광투과율(98%)을 보여준다. 질소 유입량이 증가함에 따라 다소 광투과율이 저하되지만 가시광선 영역을 기준으로 모든 시편에서 95% 이상의 높은 광투과율로 광학적 특성 저하는 발생하지 않음을 확인하였다.

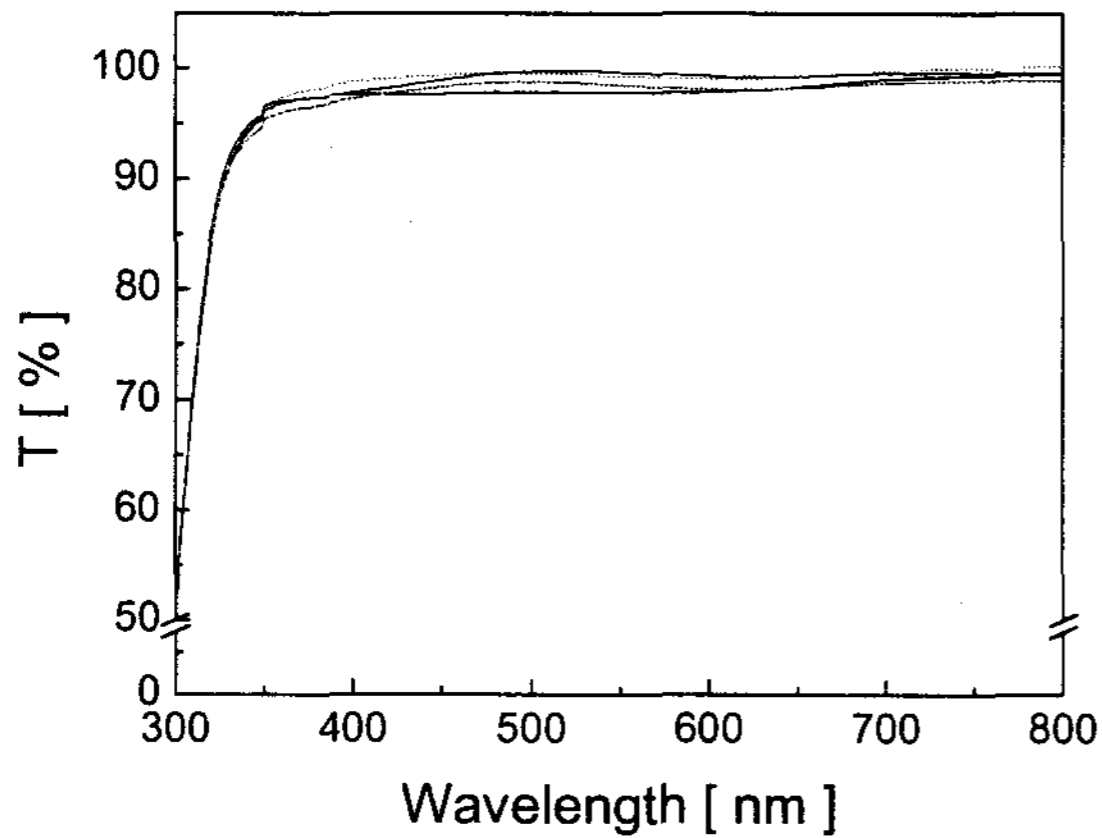


그림 1. SiO_xN_y 박막의 투과율

유연성 기관으로 적용되는 플라스틱 필름의 경우 수분 및 산소에 대한 투습 특성이 현저하게 나쁘고, 패턴 형성을 위한 식각 공정 등에 대한 내화학성이 열악하다. 본 연구에서 적용된 PET 필름과 SiO_xN_y 박막 형성에 대한 투습 특성 평가를 위해 MOCON 테스트를 수행하였다. 아무런 전처리 및 SiO_xN_y 증착을 하지 않은 PET 필름은 50.28g/m²day 높은 투습성을 나타내었다. 그러나 SiO_xN_y 박막 형성 후 투습도는 0.8~1.6g/m²day 수준으로 현저하게 감소됨을 확인하였다.

플라스틱 필름의 경우 표면 상태가 좋지 않기 때문에 표면 개질을 통한 SiO_xN_y 박막의 밀착력 향상 및 불순물 제거 효과를 위해 본 연구에서는 PET 필름에 대한 이온빔 전처리를 수행하였다. 이온빔 전처리시 모든 조건을 동일하게 유지하고 주입한 가스에서 Ar 플라즈마 전처리와 Ar+O₂ 플라즈마 전처리에 따른 영향을 평가하였다. SiO_xN_y 박막 증착된 PET 필름에 대한 투습도는 Ar 플라즈마의 경우 1.68g/m²day, Ar+O₂ 플라즈마의 경우 0.85g/m²day로 Ar+O₂ 플라즈마 전처리시 투습 특성이 향상됨을 보여주었다. Ar+O₂ 플라즈마의 경우 산소 이온 형성에 따른 PET 표면 개질을 향상하는 것으로 판단된다.

그림 2는 Ar+O₂ 플라즈마 전처리 후, N₂ 가스 유입량에 따른 SiO_xN_y 박막이 증착된 PET 기관에 대한 투습도를 보여준다. N₂ 가스 유입량이 증가함에 따라 1.6g/m²day에서 0.8g/m²day 수준으로 투습 특성이 향상되었다. 이와 같은 수분의 투습도가 감소하는 이유는 SiO_xN_y 박막 형성시 N₂ 유입량이 증가함에 따라 형성된 박막의 밀도가 증가하는 것으로 판단된다. 즉, 증착되는 박막의 치밀도가 높아짐에 따라 수분의 박막 내 침입 경로가 차단되기 때문에 낮은 투습도를 지닌 것으로 예측된다.

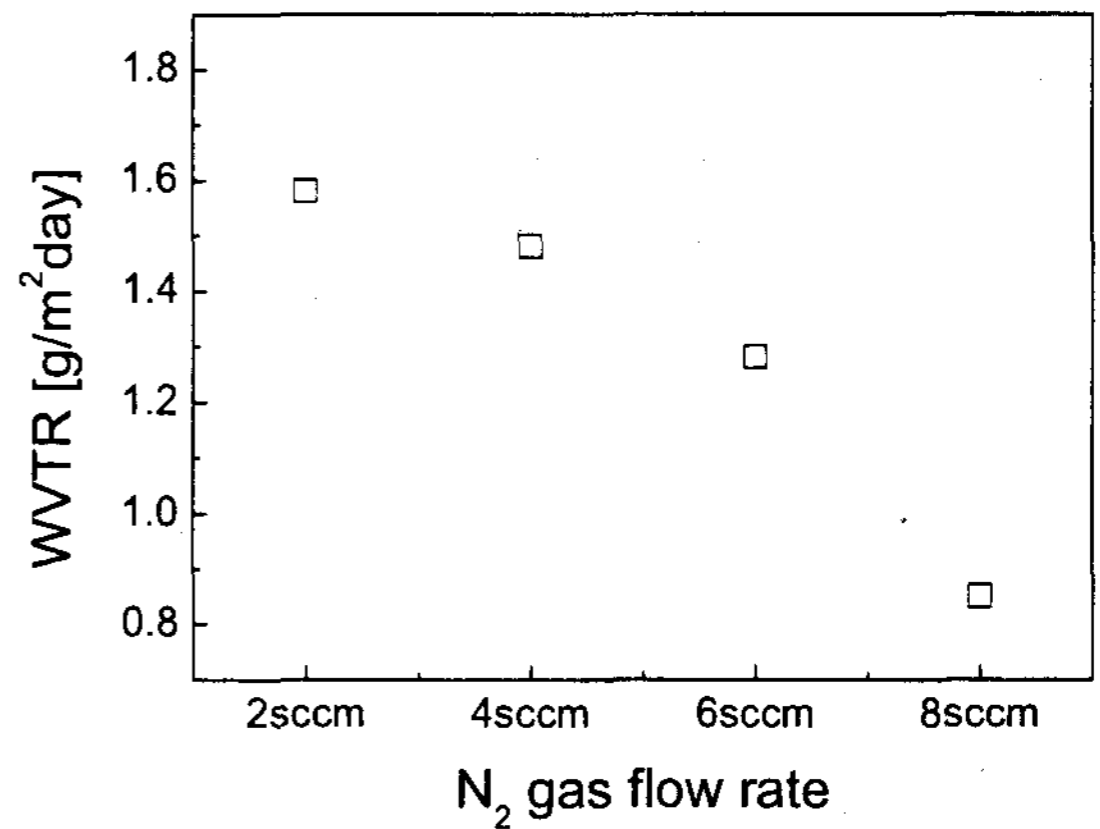


그림 2. SiO_xN_y 박막에서 N₂ 가스 비율에 따른 투습률(WVTR)

4. 결 론

본 연구에서는 고효율, 장수명의 유연성 소자를 제작하기 위한 유연성 기관상에 대한 보호막 형성 기술 개발을 위하여 반응성 마그네트론 스퍼터링 이용하여 증착된 SiO_xN_y 박막에 대한 특성 평가를 수행하였다.

Ar과 Ar+O₂ 플라즈마 전처리에 따른 SiO_xN_y 형성된 PET 기관에 대한 투습 특성 변화를 확인하였고, 산소 이온빔의 경우 PET 필름의 표면 개질에 보다 효과적임을 관찰하였다. 또한 SiO_xN_y 박막의 N₂ 유입량 변화에 따라 광학적 특성 변화는 크게 변화하지 않았지만, 수분의 투습 특성의 경우 N₂ 유입량 증가에 따라 향상됨을 확인하였다. 그러나, 본 연구를 통해 얻어진 SiO_xN_y 박막의 투습도 값은 0.8g/m²day 수준으로 상용화 수준에는 현저하게 미치지 못한다. 다만 본 연구에서 보여준 이온빔을 활용한 표면 개질 변화 및 조성 변화를 통해 광학적 특성 및 투습 특성을 향상될 수 있음은 유용한 결과라고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett, Vol. 51, p. 913, 1987.
- [2] H. Lifka, H. A. van Esch, J. J. W., and M. Rosink, "Thin Film Encapsulation of OLED Displays with a NONON Stack", Proceedings of the SID 2004 International Symposium, p. 1384, 2004
- [3] K. B. Lim, H. Y. Choi, S. H. Lee, D. C. Lee "A Study on the Surface Analysis of Plasma-Treated PET film", Trans. KIEE. Vol. 53C No. 12, p. 596 DEC. 2004.