

Growth mechanism of oxide barriers on plasma and ion-beam treated polymer substrates

윤정흠*, 이성훈, 정유정, 이건환

*한국기계연구원부설 재료연구소 융합공정연구부 (E-mail: jungheum@kims.re.kr)

초 록: 알루미늄과 실리카로 대표되는 투명 산화물 박막은 폴리머 기판상의 투습 방지막으로 응용되고 있으며, 플라즈마와 이온빔을 이용한 폴리머 기판 전처리를 통해 산화물 박막의 투습 특성을 향상시켰다. 기상 증착된 산화물 박막의 성장 거동에 대한 전처리 후 폴리머 기판의 wettability와 morphology의 효과를 확인하였으며, 그 폴리머 기판상에 증착되는 산화물 박막의 성장 메커니즘을 제안하였다.

1. 서론

연성 폴리머 기판상에 증착된 투명 산화물 박막들은 투습과 투산소를 억제하는 보호막으로 고려되고 있다. 연성 디스플레이와 태양전지의 응용을 위해서는 이들 보호막에 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ g/m²/day의 투습율이 요구된다. 하지만, 기존의 plasma-enhanced chemical vapor deposition (CVD)이나 sputtering 공정으로부터 증착된 산화물 보호막으로는 이러한 낮은 투습율에 도달하기 어려운 것으로 알려져 있다. 보호막의 투습율은 막내에 존재하는 마이크로 pinhole들과 crack들에 의해 결정되며, 이러한 결점들의 생성은 증착전 폴리머 기판의 표면 상태에 의해 심각하게 영향을 받는 것으로 이해되고 있다. 본 연구에서는 ion-beam으로 전처리된 polyethylene terephthalate (PET) 기판의 표면 특성과 그 PET 기판에 sputtering과 PECVD를 이용하여 증착된 Al₂O₃/SiO_x 적층 보호막의 투습율간의 상관 관계를 고찰하였다.

2. 본론

본 연구에서 Ar ion beam을 이용한 PET 기판의 전처리는 Table 1에서 서술된 조건에서 진행되었다. Al₂O₃와 SiO_x 박막들은 각각 rf-magnetron reactive sputtering과 rf-PECVD를 이용하여 전처리된 PET 기판상에 증착되었다 [1].

Table 1. Process parameters

공정변수	실험범위	단위
dc power	200-280	W
Ar flow rate	45	sccm
working pressure	3	mTorr
time	< 9	min

그림 1(a)와 1(b)에 나타난 것과 같이 PET 기판 표면 morphology와 wettability는 Ar ion beam을 이용한 전처리를 통해 현저히 향상되는 것으로 확인되었다. 전처리된 PET 기판상에 20 nm 두께의 sputtered Al₂O₃ 중간막과 100 nm 두께 이상의 PECVD SiO_x 박막으로 이루어진 적층 구조의 보호막으로부터 10^{-3} g/m²/day 영역이하의 낮은 투습율이 얻어졌다. 이러한 보호막 특성은 PET 기판의 surface morphology에 심각한 변형을 가하지 않는 전처리에 의한 보호막과 PET 기판사이의 접착력의 향상에 의해 설명되어질 수 있다. 하지만, 전처리 공정 중 PET 기판이 높은 ion-beam power에서 생성된 Ar ion으로부터 상대적으로 장시간 노출될 경우 surface morphology의 심각한 변형이 그림 2에서처럼 확인되었다. 이러한 변형된 기판상에 증착된 보호막으로부터 10의 2승 이상의 투습율 증가가 관찰되었다.

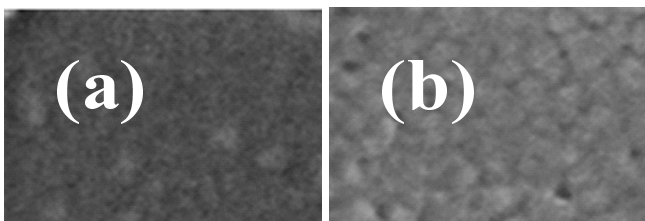


Fig. 1. Surface morphology and water contact angle of ion-beam (a) untreated PET and (b) 3min ion-beam treated PET.

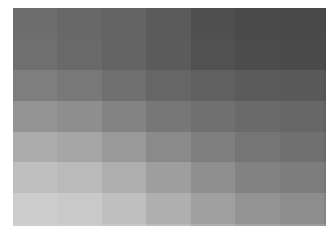


Fig. 2. PET surface damaged by extended ion-beam treatment.

3. 결론

Ar ion beam을 이용한 PET 기판의 전처리 공정은 이후 증착되는 산화물 보호막의 특성에 지대한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 이러한 전처리를 통해 PET 기판의 surface morphology와 wettability가 현저히 향상되어질 수 있었으며, 이러한 표면 특성을 가지는 PET 기판상에 증착된 Al₂O₃/SiO_x 보호막으로부터 10^{-3} g/m²/day 이하의 높은 투습방지효과를 확보하였다.

참고문헌

1. Jungheum Yun, Sunghun Lee, Yujeong Jeong, Hong-Rim Lee, Jung-Dae Kwon, and Gun-Hwan Lee, Jap. J. Appl. Phys. 48 (2009) 055503.