

원자층 증착 기술로 Al₂O₃ 코팅된 디스플레이용 투명 고분자재료의 표면 특성평가

Surface Characteristics of Transparent Polymer with Al₂O₃ Thin Film by Atomic Layer Deposition

*문성욱¹, 이경범¹, #최병호¹, 심준형¹

*S. W. Moon¹, G. B. Lee¹, #B. H. Choi(bhchoi@korea.ac.kr)¹, J. H. Shim¹

¹고려대학교 기계공학과

Key words : Atomic layer deposition, Polymer, Scratch, Polycarbonate, Poly methyl methacrylate

1. 서론

고분자 재료는 전기·전자 제품 산업을 비롯하여 기타 다양한 첨단 산업분야에서 사용되고 있다. 이러한 고분자 재료는 사용 환경에 따라 필요한 요구물성이 다르기 때문에, 고분자 재료의 물성을 개선하는 공정이 매우 중요하다. 최근 휴대폰은 단순한 무선통신의 용도뿐만 아니라 Accessory와 같은 중요한 개인 소지품이 되어, 사용자 환경에서 휴대폰의 외관이 갖추어야 할 사항들은 대단히 복잡하고 기준 역시도 다양하게 변화하고 있다[1]. 특히 휴대폰 디스플레이에 사용되는 고분자 재료는 높은 투과성 및 내 스크래치 특성을 포함한 우수한 기계적 물성이 요구된다. 본 연구에서는 휴대폰 디스플레이에 사용되는 투명 고분자 재료의 표면특성을 개선시키고자 원자층 증착 기술을 사용하여 표면에 산화알루미나 증착을 시도하였으며 scratch test를 통하여 표면특성을 평가하였다.

2. 실험

2.1 시험편준비

본 연구에서는 상용으로 사용되는 polycarbonate (PC) 와 poly(methyl methacrylate) (PMMA)의 합지 소재를 사용하였다. 시험편은 양면에 원자층 증착 공정을 이용하여 산화알루미나 5nm, 40nm, 60nm 씩 증착하였다.

2.2 실험장비

본 실험에 사용한 시험기는 ASTM D7027 규격의 정압형 및 변압형 조건을 만족하도록 설계되었으며, scratch tip은 끝부분을 반구 형태로 설계하였으며, Load cell은 DACELL社의 UMM 20kgf type을

사용하였다.

2.3 실험조건

본 실험에서는 Table 1조건으로 원자층 증착 공정을 진행하였으며, Table 2의 조건으로 scratch 실험을 진행하였다.

Table 1 Process condition for ALD

Temperature	Pulse time TMA	Pulse time H ₂ O	Purge time
60°C	1sec	1sec	120sec

Table 2 Experimental condition of scratch test

Variable normal condition		
Variable	Unit	Value
Scratch tip diameter	[mm]	0.3
Scratch normal load	[N]	0 - 20
Scratch speed	[mm/sec]	2, 100

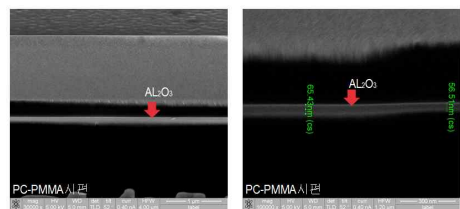
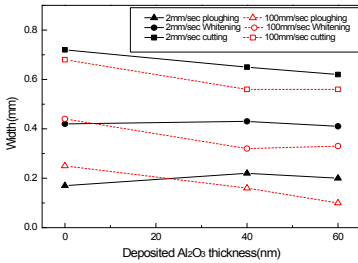


Fig. 1 Result of Focused Ion Beam test

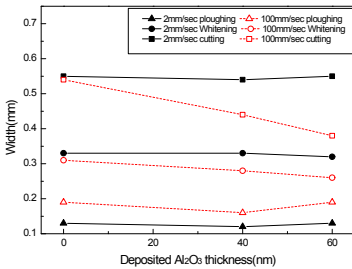
3. 실험결과 및 토의

Fig. 1에는 증착된 PC/PMMA 합지 시험편의 단면을 나타내었다. 산화알루미나의 증착층이 모든 시험편에 대하여 일정하게 관찰되었으며 substrate와

의 박리현상도 관찰되지 않아 안정적인 증착이 이루어진 것을 확인할 수 있다. Fig. 2는 2mm/sec와 100mm/sec의 ploughing, whitening, cutting mode에서의 width를 측정된 결과를 나타냈다. 40nm, 60nm의 산화알루미늄 증착된 시편의 경우 증착의 효과로 scratch width가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.



(a) Polycarbonate

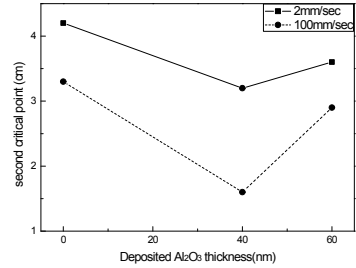


(b) Poly(methyl methacrylate)

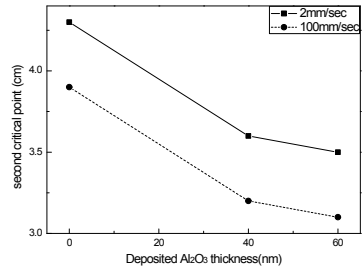
Fig. 2 Relationship between scratch width and deposited Al₂O₃ thickness

Fig. 3에서는 각 재료별로 2mm/sec와 100mm/sec로 scratch 시험 후 second critical point를 측정된 결과를 나타내고 있다. PC의 경우 scratch 속도가 증가할 수록 코팅재가 brittle하게 반응하여 2nd critical load가 감소하는 것을 관찰할 수 있다. 각 코팅된 두께별로는 원자층 증착 공정을 거치지 않은 시편보다는 40nm, 60nm 원자층 증착 공정을 거친 시편이 second critical point 빨리 발생하였는데 이는 코팅재의 경우 하중이 증가하면서 코팅층과 substrate의 박리현상이 발생하였기 때문으로 판단된다. 40nm의 경우 코팅층이 상대적으로 얇아 박리현상이 조기에 발생하기 때문에 60nm의 경우에 비하여 2nd critical load가 감소한 것으로 판단된다. 추후 ALD시 표면처리를 실시하여 코팅층과 substrate의 계면강도를 증가시키면 이러한 현상이 개

선될 것으로 판단된다. PMMA 경우 산화알루미늄의 두께가 두꺼울수록 second critical point가 먼저 일어나는 경향을 나타낸다. 이는 PC에 비하여 PMMA와 코팅층의 계면강도가 더 낮을 수 있음을 의미하며, 추후 표면처리를 통한 고찰이 필요하다.



(a) Polycarbonate



(b) Poly(methyl methacrylate)

Fig. 3 Relationship between the 2nd critical load and deposited Al₂O₃ thickness

4. 결론

원자층 증착 공정을 통해 산화알루미늄 증착한 PC/PMMA 합지 시편에 대하여 scratch test를 통하여 특성변화를 고찰하였다. 40nm, 60nm의 산화알루미늄 증착된 시편의 경우 증착의 효과로 scratch width가 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 하지만 코팅재의 경우 코팅층의 취성 특징 및 substrate의 박리현상으로 인하여 2nd critical load가 감소하는 것을 관찰할 수 있다. 이런 특징을 향상시키기 위하여 ALD시 표면처리를 통하여 코팅층과 substrate의 계면강도의 향상이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

1. Jiang, H., Lim, G.T., Reddy, J.N., Withcomb, J.D. and Sue, H.-J., "Parametric study on scratch behavior of polymers," ANTEC 2006, pp. 50~54