

지문방지코팅 공정 조건 변화에 따른 신뢰성 연구 Reliability Study due to Change Anti Fingerprint Coating Process Conditions

김현승^{a*}, 김왕렬^a, 김병철^a, 송선구^a, 한선홍^b, 권민철^a
^a(주)유니백(kimhs2676@naver.com), ^b울산대학교 물리학과

초 록

각종 전자 제품 및 첨단 산업 장비에 TSP (Touch Screen Panel) 적용이 늘어나고 있다. TSP 표면에 기본적으로 적용되는 지문방지코팅 (Anti Fingerprint coating, AF coating)의 공정 조건 변화가 신뢰성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 연구하였다. 본 연구에서는 전 코팅 공정에 포함되는 전처리, 중간층 공정의 유무에 따라 특성분석을 진행하였으며 이를 비교 분석하였다. 특성 분석은 최초접촉각과 내마모시험 후 접촉각을 측정하여 비교하였으며, 전처리와 중간층 공정이 모두 포함된 표준 지문방지코팅막이 내마모시험 3000 회를 거친 후에도 접촉각을 유지함으로써 가장 우수함을 알 수 있었다. 또한 TEM (Transmission Electron Microscope) 촬영을 통하여 각 층의 경계면에 결함이 발견되지 않았다. 이는 전처리 공정과 중간층 공정을 통하여 박막의 접합력과 내구성을 향상시켰다고 사료된다. 하지만 공정의 단순화와 TSP의 대형화 추세에 맞춰 새로운 방법의 지문방지코팅 공정개발이라는 과제도 남겼다.

1. 서론

최근 스마트폰이나 태블릿PC 시장이 크게 성장하면서 펜이나 키보드가 아닌 사람의 손으로 화면을 직접 touch하여 조작하는 TSP의 수요가 점차 증가하고 있다. TSP의 특성상 강화유리의 표면에 오염방지 및 슬립감 향상을 위하여 지문방지코팅을 적용하고 있으며 다양한 방식으로 코팅이 진행되고 있다. 이러한 지문방지 코팅은 다양한 산업에 적용하기 위하여 그 필요성과 중요성이 점차 늘어남에 따라 효율적인 공정 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 지문방지 코팅을 건식표면처리 방법을 이용하여 TSP표면에 수~수십 나노미터의 박막을 증착시키며, 전처리, 중간층 공정의 중요성 및 특성을 알아보았다.

2. 본론







본 연구는 $\varnothing 1350 \times H 1400$ 크기의 양산용 진공 챔버에서 건식 코팅 방법 중 PVD를 이용한 다층 박막코팅을 진행하였다. 양산중인 휴대용 전자제품에 적용되는 TSP 코팅 공정이 전자빔 (Electron beam) 및 저항가열방식 (Thermal resistance)을 이용한 물리적 기상증착 방식을 채택하고 있으며, 전처리와 중간층을 변수로 하고, 나머지 조건은 동일하게 실험을 진행하였다. 실험은 전체 전처리, 중간층 (Buffer layer) 증착 그리고 최종 AF층 증착으로 이루어졌다. 변수는 전처리 및 중간층의 유무와 전처리 시간, 중간층 증착 두께로 정하였다. 시편은 총 6가지 조건으로 강화유리와 실리콘 웨이퍼에 증착시켜 총 12개를 준비하였다. 전처리 공정은 End Hall Type 의 이온빔 (Ion Beam)을 이용하였으며, 이온빔을 이용하여 전처리를 진행함으로써, 기관 세척 및 이온충격에 의한 기관이동도 증가를 통하여 부착력을 증가시킬 수 있었다. 밀착력을 보장시키기 위한 중간층 증착 공정은 SiO₂를 증착하였다. SiO₂는 전자빔을 이용하여 기상증착 시켰으며, Crystal Sensor를 이용하여 두께를 제어하였다. 최종 층인 AF층은 저항가열식 증발원을 이용하여 증착시켰으며, 중간층 증착과 마찬가지로 Crystal Sensor를 이용하여 두께제어를 하였다. 다음은 각 실험별 공정을 나타낸 표이다.

표. 1. 각 변수별 실험 공정 조건표

구 분	전처리		Buffer층		AF층	
	시간 (sec)	전류 (A)	두께 (Å)	전류 (mA)	두께 (Å)	전류 (A)
standard	180	7	120	50	150	115
no.1	X	X	120	50	150	115
no.2	30	7	120	50	150	115
no.3	180	7	60	50	150	115
no.4	180	7	X	X	150	115
no.5	X	X	X	X	150	115
공통사항 (chamber)	압력	1.0 X 10 ⁻⁴ torr		8.0 X 10 ⁻⁵ torr		5.0 X 10 ⁻⁵ torr
	온도	70 °C				

이렇게 증착된 지문방지막은 내마모시험 진행 전과 후에 접촉각을 측정하여 그 신뢰성을 평가하게 된다. 우선 TSP에 적용되는 강화유리에 초기접촉각을 측정하였다. 초기접촉각은 측정하고자 하는 시료 표면에 물방울을 떨어뜨려 표면과 물방울이 이루는 각을 측정하는 방법으로, 표면 장력을 이용한 측정법이다. 지문방지코팅은 표면에너지가 낮은 물질을 증착시켜 다른 성분이 잘 붙지 않게 하는 특성을 지니고 있으므로 접촉각이 110 ° 이상으로 높게 나오며, 접촉각을 확인하여 코팅 유무를 판별 할 수 있다. 앞서 말했듯이 초기접촉각 측정 후, 신뢰성 측정을 위하여 내마모 시험기(CT-RB Rubbing tester)로 내마모 시험을 진행하는데 공업용 고무지우개 (Rubbing test eraser, CODE : MB006004)에 500 g 하중을 인가하여 distance 20 mm, 40 rpm으로 1500 회, 3000 회 TEST 후 접촉각을 측정하였다.

표. 2. 각 변수별 초기접촉각 및 내마모시험 후 접촉각 측정 결과

구 분	standard	no.1	no.2	no.3	no.4	no.5
초기접촉각 (°)	115.2	115.2	115.5	115.3	115.6	105.6
내마모 1500회 (°)	115.0	101.7	110.4	113.3	46.8	46.7
내마모 3000회 (°)	112.3	56.2	95.7	109.5	65.1	38.3
내마모 3000 회 접촉각 그림	 (112.3)	 (56.2)	 (95.7)	 (109.5)	 (65.1)	 (38.3)

위의 표에서 나타난 결과와 같이 전처리 공정과 중간층 공정의 시간이 부족하거나 없는 시편의 경우, 접촉각이 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 내마모시험을 거친 후, 최종 AF막, 혹은 중간층막이 벗겨지거나 파괴된 것으로 사료되며 전처리 공정과 중간층 공정이 강화유리의 표면을 세척함과 동시에 개질을 통하여 최종막의 접합력을 향상시켰으며, 신뢰성을 향상 시킨 것이라 사료된다. 각 공정을 비교했을 경우, 전처리 및 중간층 공정 중 한 가지라도 빠진다면 신뢰성이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 또한 TEM을 이용하여 단면을 관찰한 결과, standard 시편의 경우, 각 층이 완벽히 결합되어 있는 것을 알 수 있으며, 내마모 시험 후에도 막이 변함없이 남아있음을 알 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 TSP에 사용되는 강화유리에 내지문코팅막의 공정에 따른 신뢰성을 평가하였다. 전처리 및 중간층 공정을 변수로 둔 실험을 통하여 전처리 공정과 중간층 공정이 신뢰성 결과에 미치는 영향에 대해서 알 수 있었다. 전처리 공정 변화실험에서 전처리 시간 감소 및 생략이 중간층의 접합력을 떨어뜨려 중간층을 박리시킨 것으로 생각된다. 중간층이 박리 되면서 중간층 위에 증착된 최종 AF막까지 같이 박리된 것으로 보이며, 중간층 두께 감소 및 생략을 통하여 최종 AF막의 접합력을 떨어뜨려 박리시켰을 것으로 생각된다. 또한, 전처리 공정과 중간층 공정 생략 실험을 통해 전처리 공정에 비해 중간층 공정이 중요함을 알 수 있다.