

대기압 플라즈마를 이용한 표면처리 균일성 향상에 관한 연구

Improvement of surface uniformity using atmospheric plasma

*#박진호¹, 이혜진¹, 송정환¹, 이낙규¹

*Jeanho Park¹, Hye-Jin Lee¹, Jung-Han Song¹, Nak-Kyu Lee¹

¹한국생산기술연구원 경기지역본부

Key words : Surface uniformity, Atmospheric plasma, Surface energy, Hydrophilic, Hydrophobic

1. 서론

최근 유연 디스플레이 및 유연 태양전지 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황에서 기존 유기물 기반의 전자소자는 Carrier Mobility 등의 성능 상의 한계를 극복하지 못하고 있다. 한편, 웨이퍼에서 생성한 고성능의 소자를 대면적 기관으로 전사하는 공정으로 대면적의 디바이스를 제작하는 것에 대한 연구[1,2]가 진행되고 있으며, 이 기술을 이용하여 고온 공정을 이용하여 고성능의 전자소자를 생성하고 이를 유연 기관으로 전사하는 공정으로 유기물 기반의 유연 디바이스의 성능 한계를 극복하고자 하는 시도가 진행중이다. 이러한 전사공정은 총 3가지의 공정으로 구성되며, 웨이퍼에 생성된 고성능의 소자를 떼어내는 박리(lift-off), 소자와 스템퍼와의 점착력과 스템퍼와 유연기관 간의 점착력을 제어하는 점착제어(adhesion control), 그리고 박리된 소자를 점착력이 제어된 기관으로 옮기는 전사(transfer)로 이루어진다. 본 논문은 점착제어 공정에 대한 연구로서 유연 기관에 대한 표면처리를 위하여 대기압 플라즈마 공정을 사용하며, 이 플라즈마 표면처리를 통하여 표면의 친수성(hydrophilic) 및 소수성(hydrophobic)을 제어하는 것에 대한 내용으로 접촉각 측정을 통하여 처리된 면의 접촉각 특성을 균일하게 하는 방법에 대한 내용에 대하여 논하고자 한다.

2. 대기압 플라즈마 공정

대기압 플라즈마 공정은 1988년 Okazaki와 그의 동료들에 의해 개발되었다[3,4]. 안정된 플라즈마 토출을 위한 중요한 인자로서 캐리어 가스의 공급

및 1~20KHz 주파수의 전원, 그리고 전원 전극과 연결된 두 개의 유전판이 필요하였다.

한편 본 논문에서 활용한 대기압 플라즈마 시스템은 전원 전극을 구비하고 있으며, RF Power 및 Impedance matching network를 구비하여 Ar가스 및 용도에 따라 질소 및 산소를 통과시켜 친수처리를 수행할 수 있다. 또한, 플라즈마 건은 100mm 폭으로 플라즈마 토출이 가능하며 대상 기관 위에서 수차례의 스캔을 통하여 친수 또는 소수성의 표면을 얻을 수 있다. 소수성 표면은 HMDSO(hexamethyldisiloxane)라는 모노머(monomer)를 Ar가스를 이용하여 기화하고 플라즈마 건의 토출부위에 연결하여 기관 위에 고분자 막을 형성시켜 얻을 수 있다.

상기의 공정으로 얻은 친수 혹은 소수성 표면은 접촉각 측정기를 통하여 표면특성을 분석할 수 있으며, 스캔회수 및 간극 등의 공정조건에 따라 기관의 여러 개소에서 측정된 결과에 대한 연구 [6,7]를 기수행한 바 있으며, 측정 결과값의 균일성을 개선할 필요성이 있었으며, 이에 따라 추가적인 연구가 수행되었다.

서론에서 언급한 바와 같이 전사공정을 위하여 선택적 영역에 대한 점착제어 공정은 우선 기관위에 전면적에 친수 처리가 선행되어야 하며, 그 이후 마스크(mask)를 사용하여 부분적으로 소수 처리가 되어야 한다. 따라서 이에 대한 기초적인 연구가 필요하며, 친수 처리 공정과 소수 처리 공정을 복합하여 처리할 경우의 영향성 분석이 필요하게 된 것이다.

3. 복합처리 공정 실험

대개 유연기관에 공정을 수행하기 이전에 친수 처리공정을 통하여 표면을 세척하기 때문에 초기

공정으로 친수처리 이후, 소수처리를 수행하였다. 사용된 기관의 종류는 PET를 활용하였으며, 플라즈마 공정 조건은 아래 Table 1과 같다.

Table 1. Processing conditions

Items	Hydrophile Hydrophobic	
	3mm	4mm
Gap between the gun and the surface	3mm	4mm
Scan cycles	1cycle	1cycle
RF Power	200 W	50 W
Traveling Speed	3mm/sec	3mm/sec
Argon Gas Inlet Pressure	0.35 MPa	0.2 MPa
Carrier Gas(Ar) Inlet Pressure	-	0.01 MPa

복합처리 공정으로 친수(CASE1), 친수→소수→친수(CASE2), 친수→소수(CASE3), 친수→소수→친수→소수(CASE4) 총 4가지의 공정을 수행하였다. Fig.1과 Fig.2는 각각 친수성 및 소수성 처리 공정을 통한 표면의 접촉각 측정결과를 정리하여 도시한 것으로, 막대 그래프는 각 표면에 대한 접촉각의 평균값이며, 점과 선으로 표시된 그래프는 측정값들의 표준편차를 나타내고 있다.

Fig.1의 경우 친수성 표면 처리시 CASE2가 CASE1에 비해 친수성 특성이 월등히 우수한 것으로 확인되었으며, 약간의 표준편차값이 상승하지만 균일성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단한다.

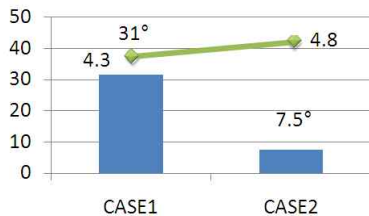


Fig. 1 Hydrophilic surface properties through multiple treatment processes

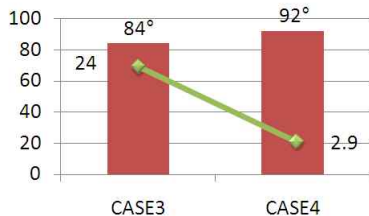


Fig. 2 Hydrophobic surface properties through multiple treatment processes

Fig.2의 경우 소수성 표면 처리시 CASE3와 CASE4의 접촉각 특성의 큰 변화는 없지만 표준편차값의 두드러진 감소를 확인할 수 있으며, CASE4의 소수성 표면처리 공정을 통하여 대상 표면에 균일한 표면처리를 할 수 있다는 가능성을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문은 대기압 플라즈마 공정을 통하여 친수 처리 및 소수처리 공정을 교대로 처리하는 복합처리 공정에 대한 연구를 수행하였으며, 접촉각 측정을 통하여 평균값 및 표준편차 값을 비교분석하여 복합처리 공정을 통한 표면특성을 향상 시킬 수 있는 방법을 확인하였다.

후기

본 연구는 “3차원 멀티스케일 구조물 제작기술 개발” 및 “Flexible 기관기반 연속제조 융합공정 요소 기술 개발” 사업의 일환으로 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다. (과제번호 : 10033274, 11EO30012)

참고문헌

1. C. A. Bower, E. Menard, S. Bonafede, S. Burroughs, "Transfer-Printed Microscale Integrated Circuits", 2009 Electronic Components and Technology Conference, pp. 618~623, 2009.
2. Christopher A. Bower, David Gomez, Kevin Lucht, Brian Cox, David Kneeburg, "Transfer-Printed Integrated Circuits for Display Backplanes", IDW '10, pp. 1203~1206, 2010.
3. Kanazawa S, Kogoma M, Moriwaki T, Okazaki S. J Phys D: Appl Phys 1988;21:838.
4. Yokoyoma T, Kogoma M, Moriwaki T, Okazaki S, J Phys D: Appl Phys 1990;23:1125.
5. 박진호, 한아름, 이해진, 송정환, 이낙규, "대면적 점착 제어를 위한 플라즈마 표면 에너지 제어에 관한 실험적 연구", 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집, 2010.
6. 박진호, 한아름, 이해진, 송정환, 이낙규, "대기압 플라즈마를 이용한 점착 제어에 관한 연구", 한국정밀공학회 2010년도 추계학술대회논문집, 2010.