B-11

$O_2/SF_6/CH_4$ 플라즈마를 이용한 Acrylic의 건식 식각

박연현, 주영우, 김재권, 노호섭, 조관식*, 이제원*,†

인제대학교 나노시스템공학과; *인제대학교 나노공학부

(jwlee@inje.ac.kr†)

Acrylic은 향후 플렉시블 디스플레이, 플라스틱 바이오 칩, 멤스소자 등의 소재로 사용될 수 있는 고분자 소재이다. 아크릴 소재의 미세 패턴 개발은 바이오 칩, 마이크로 플루이딕스(Micro fluidics), 멤스 소자 연구에 중요하다. 본 연구는 Acrylic의 플라즈마 식각 공정개발에 관한 것이다. 플라즈마 건식 식각은 기계적 펌프를 사용하여 진공과 공정 압력을 유지하였다. 그 상태에서 13.56 MHz RF 파워를 사용하여 SF_6, SF_6/O_2, SF_6/CH_4 플라즈마를 각각 발생시켜 Acrylic을 건식 식각하였다. 그리고 그 공정 결과에 대한 특성을 분석하였다. 본식각 실험의 변수로는 RIE chuck power와, SF_6/O_2와 SF_6/CH_4의 혼합된 각각의 가스 내에서 SF_6 가스의 유량 유입비였다. 특성평가로는 축전결합형(Capacitively Coupled Plasma) 플라즈마로 식각한 Acrylic 샘플의 식각률, 표면 거칠기, Acrylic의 감광제(photoresist)에 대한 식각 선택비를 분석하였다. 또한 플라즈마식각 실험 중에 광학발광분석기(Optical Emission Spectroscopy)를 사용하여 $O_2/SF_6/CH_4$가스의 플라즈마 강도(intensity)를 실시간으로 연구하였다. 식각된 Acrylic의 표면 및 미세패턴은 표면단차측정기와 주사전자현미경을 이용하여 연구하였다. 특성평가 결과에서 주목할 만한 것은 반응기로 들어가는 가스의 종류 변화에 따른 결과였다. 즉, 본 실험결과에 따르면 주입하는 가스의 총량을 10 sccm 으로 고정시키고 RIE chuck power를 증가시켰을 때, 순수한SF_6 가스를 챔버로 유입시켜 식각하는 것보다 SF_6와 O_2 가스를 혼합하여 사용했을 때 식각률이 더욱 크게 증가한다는 것을 알 수 있었다. 반면에 SF_6와 CH_4 가스를 혼합하여 주입시켰을 때는 순수한 SF_6가스를 사용했을 때 보다 식각률이 떨어졌다. 식각선택률 또한 순수한 SF_6 가스를 사용하였을 때 보다 SF_6와 O_2 가스를 혼합하여 사용했을 때 그 값이 약 1.5배 정도 높아짐을 확인할 수 있었다. 플라즈마 반응기에 유입되는 혼합가스에서 % SF_6의 변화에 따른 식각률과 식각선택비 결과에서도 순수한 SF_6가스를 사용할 때(10 sccm SF_6 일 때 0.27 μm/min)보다 SF_6와 O_2 가스를 혼합하여 사용했을 때의 결과가(2.5 sccm SF_6/7.5 sccm O_2 일 때 0.57 μm/min)상대적으로 높음을 확인할 수 있었다. 보고된 다른 논문들에 의하면 Si 식각의 경우에는 SF_6/O_2의 플라즈마 가스 혼합비에서 O_2 가스의 양이 20 % 이상이 되면 Si 식각의 경우에는 Si 식각률이 감소하는 것으로 나타났다. 그러나본 연구 결과에 의하면 아크릴의 식각에 있어서는 SF_6/O_2의 경우에 O_2 가스의 양이 약 75 % 까지 증가할 수 록 식각률이 계속하여 증가함을 알 수 있었다.

Keywords: Plasma etching, Polymer etching, RIE, Acrylic

B-12

$SF_6/O_2/CH_4$ 플라즈마를 이용한 플렉시블 폴리머의 반응성 이온 식각에 관한 연구

주영우, 김재권, 박연현, 노호섭, 이제원†

인제대학교 나노시스템공학과

(jwlee@inje.ac.kr†)

현재 플렉시블 폴리머를 이용한 MEMS(Microelectromechanical Systems) 기술이 빠르게 발전하고 있다. 그중에서 최근 Polycarbonate(PC), Poly Methyl Methacrylate(PMMA)와 같은 플렉시블 폴리머 재료는 광학적 특성이 우수하고 인체 친화적이며 미세 패턴 제조 공정이 용이하다는 등의 많은 장점을 가지고 있다. 본 연구는 반응성 이온 식각 기술을 이용하여 SF_6, O_2, 그리고 CH_4 가스의 혼합 비율에 따른Polycarbonate와 PMMA의 건식 식각 결과 및 특성 평가에 관한 것이다. 준비된 각각의 기판에 포토리소그래피 방법으로 마스크를 형성한 샘플을 만들었다.RF 척 파워를 100 W, 총 가스 유량을 10sccm 으로 고정을 시켜 플라즈마 식각 실험을 실시하였다. 그 결과로서 전체적으로 Polycarbonate보다는 PMMA의 식각율이 약 2배 정도 높았다. 그 이유로Polycarbonate는 분자 주사슬(main chain) 속에 벤젠 고리가 속해 있는 탄산에스테르 결합을 가지고 있지만 PMMA의 주사슬(mainchain)에는 탄화수소만 있기 때문이라 생각된다. 또한$SF_6/O_2/CH_4$의 삼성분계 가스를 각각 CH_4/SF_6, SF_6/O_2, CH_4/O_2로 나누어 플라즈마 식각 실험을 한 결과 SF_6/O_2의 혼합 가스에서 PMMA와 Polycarbonte의식각 속도가 가장 높았다.(Polycarbonate: 약 350nm/min, PMMA : 약 570 nm/min) 그러나 SF_6, O_2그리고 CH_4 모두를 이용한 삼성분계 혼합가스로 식각하였을 때는 식각율이 SF_6/O_2의 식각율보다 떨어지는 것(Polycarbonate: 120 ~ 210 nm/min, PMMA :280 ~ 470 nm/min)을 알 수 있었다. 그리고 이 때 Polycarbonate의 표면 거칠기는 1.9 ~ 3.88 nm 이었지만 PMMA의 표면 거칠기는 17.3 ~ 26.1 nm 로 현저하게 나빠졌다. 따라서 고분자 구조에 따라 플라즈마 식각 속도 뿐만 아니라 샘플의 표면 거칠기가 크게 영향 받는다는 것을 알 수 있었다.

Keywords: Polycarbonate, PMMA, 건식 식각, 플렉시블 폴리머, 반응성 이온 식각