

CF₄/Ar를 이용한 유기고분자 기판의 펄스 직류전원 건식 식각

김진우¹, 최경훈², 박동균², 조관식³, 이제원³

¹인제대학교 광대역정보통신학과, ²인제대학교 정보통신시스템학과, ³인제대학교 나노공학부

본 논문은 펄스 직류전원 (Pulse DC) 플라즈마 소스와 반응성 가스인 CF₄와 불활성 가스인 Ar를 혼합하여 산업에서 널리 사용되는 유기고분자인 Polymethylmethacrylate (PMMA), Polyethylene terephthalate (PET), 그리고 Polycarbonate (PC) 샘플을 건식 식각한 결과에 대한 것이다. 각각의 샘플은 감광제 도포 후에 자외선을 조사하는 포토레지스트 방법으로 마스크를 만들었다. 펄스 직류전원 플라즈마 시스템을 사용하면 다양한 변수를 줄 수 있다는 장점이 있다. 공정 변수는 Pulse DC Voltage는 300 - 500 V, Pulse DC reverse time 0.5~2.0 μ s, Pulse DC Frequency 100~250 kHz 이었다. 변수 각각의 값이 높아질수록 고분자의 식각률이 높아졌다. 특히, PMMA의 식각률이 가장 높았으며 PET, PC 순이었다. 샘플 중 PC의 식각률이 가장 낮은 이유는 고분자 결합 중에 이중결합의 벤젠 고리 모양을 포함하고 있어 분자 결합력이 비교적 높기 때문으로 사료된다. 기계적 펌프만을 사용한 공정 전 압력은 30 mTorr이었다. 스로틀 밸브를 완전 개방한 상태에서 식각 공정 중 진공 압력은 CF₄ 가스유량이 늘어날수록 증가하였다. 식각률 역시 CF₄ 가스유량(총 가스 유량은 10 sccm)이 많을수록 증가함을 보여주었다 (PMMA: 10 sccm CF₄ 에서 330 nm/min, 3.5 sccm CF₄/6.5 sccm Ar에서 260 nm/min., PET: 10 sccm CF₄에서 260 nm/min, 3.5 sccm CF₄/6.5 sccm Ar에서 210 nm., PC: 10 sccm CF₄에서 230 nm, 3.5 sccm CF₄/6.5 sccm Ar에서 160 nm). 이는 펄스 직류전원 플라즈마 식각에서 CF₄ 와 Ar의 가스 혼합비를 조절함으로써 고분자 소재의 식각률을 적절히 변화시킬 수 있다는 것을 의미한다. 표면 거칠기는 실험 후 표면 단차 측정기와 전자 현미경 등을 이용하여 식각한 샘플의 표면을 측정하여 알 수 있었다. 실험 전 기준 샘플 표면 거칠기는 PMMA는 1.53nm, PET는 3.1nm, PC는 1.54nm 이었다. 식각된 샘플들의 표면 거칠기는 PMMA는 3.59~10.59 nm, PET은 5.13~11.32 nm, PC는 1.52~3.14 nm 범위였다. 광학 발광 분석기 (Optical emission spectroscopy)를 이용하여 식각 공정 중 플라즈마 발광 특성을 분석한 결과, 탄소 원자 픽 (424.662 nm)과 아르곤 원자 픽 (751.465 nm, 763.510 nm)의 픽의 존재를 확인하였다. 이 때 탄소 픽은 CF₄ 가스에서 발생하였을 것으로 추측한다. 본 발표를 통해 펄스 직류전원 CF₄/Ar의 고분자 식각 결과에 대해 보고할 것이다.