

### 축전결합 CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>/Ar 플라즈마에 의한 Polymethyl methacrylate (PMMA)와 Polycarbonate 건식식각 비교

노호섭, 박연현, 이성현, 박주홍, 송한정, 이제원<sup>†</sup>

인제대학교 나노시스템공학과  
(jwlee@inje.ac.kr<sup>†</sup>)

단일 RF전극으로 만들어지는 축전결합형 플라즈마 소스와 CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>/Ar 혼합 가스 시스템을 이용하여 polymethyl methacrylate (PMMA) 와 polycarbonate를 건식식각 하였다. 이번 연구에서는 13.56MHz의 RF 파워 기반의 축전 결합형 플라즈마 식각장치를 이용하였다. 식각용 플라즈마 가스로는 CF<sub>4</sub> 와 O<sub>2</sub>, Ar의 가스를 각각, 2성분계, 3성분계로 혼합하여 사용하였다. 그 후 그에 따른 PMMA와 polycarbonate의 식각결과를 비교 분석하였다. 실험의 공정변수로는 1) 샘플들을 올려놓는 RIE 척(chuck) 파워를 25~ 150 W로 하였다. 2) 반응기로 유입되는 총 가스 유량은 10 sccm (standard cubic centimeter per minute)으로 고정하였고 CF<sub>4</sub> 와 O<sub>2</sub>, Ar의 각각의 혼합 비율(0~ 100 %)을 변화시켰다. 또한 공정 중 광학 발광 분석기(optical emission spectroscopy)를 이용하여 실시간으로 플라즈마 식각 중 반응기 내의 플라즈마의 발광 특성을 분석하였다. 이 분석을 통해 O(777.57 nm),Ar(750.67 nm), F(391.16 nm)의 광파장과 광강도(intensity)를 확인하였다. 이번 연구 중 5 sccm CF<sub>4</sub> / 5 sccm O<sub>2</sub>의 혼합 비율로 고정하고, RIE 척(chuck) 파워를 변화시키며 한 실험 결과를 표면 단차 분석기(surface profiler)로 측정한 결과 PMMA 식각률이 25 W인 경우130 nm/min에서 150 W인 경우 830nm/min으로 상당히 증가함을 알 수 있었다. polycarbonate의 식각률 또한 동일한 식각 조건에서 25 W인 경우 80 nm/min에서 150 W인 경우 360 nm/min으로 증가 하였다. CF<sub>4</sub> 와 O<sub>2</sub>, Ar 실험 결과에서10 sccm CF<sub>4</sub> 단일 가스를 사용하였을 때의 PMMA의 식각률은 440 nm/min였다. 그러나 3 sccm CF<sub>4</sub> / 7 sccm O<sub>2</sub>의 혼합 가스를 사용하면 PMMA의 식각률이 550nm/min으로 증가하였다. PMMA의 식각 선택비는 10 sccm CF<sub>4</sub> 단일 가스인 경우 1.98이었으며 3 sccm CF<sub>4</sub> / 7 sccm O<sub>2</sub> 혼합 가스인 경우 PMMA의 식각 선택비는 2.07로 큰 변화가 없음을 알 수 있었다. 따라서 이번 실험의 결과에서 PMMA와 polycarbonate의 건식 식각에서 CF<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>,Ar을 각각 사용하는 것보다 3 sccm CF<sub>4</sub> / 7 sccm O<sub>2</sub> 의 혼합 비율의 2성분계로 사용하는 것이 보다 효율적인 것을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** polycarbonate, PMMA, 미세 가공, 플라즈마 식각, 건식 식각

### Growth of Double- or Triple-Walled Carbon Nanotube Arrays via Block Copolymer Lithography

이덕현, 김상욱, 이원중<sup>†</sup>

KAIST  
(wjlee@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

We demonstrate a highly efficient and size selective growth of nitrogen doped CNTs combining a plasma-enhanced CVD (PECVD) process with block copolymer lithography. Self-assembled block copolymer templates provided hexagonal nanoporous PS templates and tilted evaporation of iron over the nanoporous template and thermal treatment generated a hexagonal array of catalyst particles with a sub-nanometer scale tunability of their size. Nitrogen-doped CNT array was grown from the nanopatterned catalysts by a PECVD under an ammonia environment and a supergrowth CNT arrays was successfully grown by the investigation of various growth conditions. Our scalable process complemented by sub-nanometer scale engineering of catalyst particles attained a highly selective growth of double-walled and triple-walled nanotubes.

**Keywords:** Carbon nanotubes, Block copolymers, PECVD