

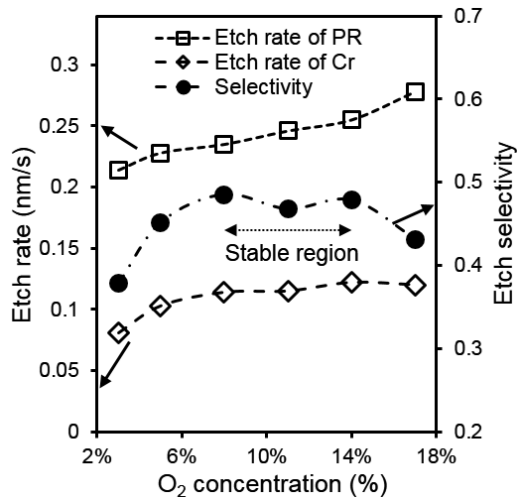
## Critical dimension uniformity improvement by adjusting etch selectivity in Cr photomask fabrication

오창훈, 강민욱, 한재원

연세대학교 기계공학부 나노광자공학 연구실

현재 반도체 산업에서는 디바이스의 고 집적화, 고 수율을 목적으로 패턴의 미세화 및 웨이퍼의 대면 적화와 같은 이슈가 크게 부각되고 있다. 다중 패터닝(multiple patterning) 기술을 통하여 고 집적 패턴을 구현이 가능해졌으며, 이와 같은 상황에서 각 패턴의 임계치수(critical dimension) 변화는 패턴의 위치 및 품질에 큰 영향을 끼치기 때문에 포토마스크의 임계치수 균일도(critical dimension uniformity, CDU)가 제작 공정에서 주요 파라미터로 인식되고 있다. 반도체 광 리소그래피 공정에서 크롬(Cr) 박막은 사용되는 포토 마스크의 재료로 널리 사용되고 있으며, 이러한 포토마스크는 fused silica, chrome, PR의 박막 층으로 이루어져 있다. 포토마스크의 패턴은 플라즈마 식각 장비를 이용하여 형성하게 되므로, 식각 공정의 플라즈마 균일도를 계측하고 관리 하는 것은 공정 결과물 관리에 필수적이며 전체 반도체 공정 수율에도 큰 영향을 미친다. 흔히, 포토마스크 임계치수는 플라즈마 공정에서의 라디칼 농도 및 식각 선택비에 의해 크게 영향을 받는 것으로 알려져 왔다. 본 연구에서는 Cr 포토마스크 에칭 공정에서의 Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 공정 플라즈마에 대해 O<sub>2</sub> 가스 주입량에 따른 식각 선택비(etch selectivity) 변화를 계측하여 선택비 제어를 통한 Cr 포토마스크 임계치수 균일도 향상을 실험적으로 입증하였다. 연구에서 사용한 플라즈마 계측 방법인 발광분광법(OES)과 optical actinometry의 적합성을 확인하기 위해서 Cl<sub>2</sub> 가스 주입량에 따른 actinometer 기체(Ar)에 대한 atomic Cl 농도비를 계측하였고, actinometry 이론에 근거하여 linear regression error 1.9% 을 보였다. 다음으로, O<sub>2</sub> 가스 주입비에 따른 Cr 및 PR의 식각률(etch rate)을 계측함으로써 식각 선택비(etch selectivity)의 변화율이 적은 O<sub>2</sub> 가스 농도 범위(8-14%)를 확인하였고, 이 구간에서 임계치수 균일도가 가장 좋을 것으로 예상할 수 있었다. (그림 1) 또한, spatially resolvable optical emission spectrometer (SROES)를 사용하여 플라즈마 챔버 내부의 O atom 및 Cl radical의 공간 농도 분포를 확인하였다. 포토마스크의 임계치수 균일도(CDU)는 챔버 내부의 식각 선택비의 변화율에 강하게 영향을 받을 것으로 예상하였고, 이를 입증하기 위해 각각 다른 O<sub>2</sub> 농도 환경에서 포토마스크 임계치수 값을 확인하였다. (표1) O<sub>2</sub> 11%에서 측정된 임계치수 균일도는 1.3nm, 그 외의 O<sub>2</sub> 가스 주입량에 대해서는 임계치수 균일도 ~1.7nm의 범위를 보이며, 이는 25% 임계치수 균일도 향상을 의미함을 보인다.

**Keywords:** Optical emission spectroscopy; Critical dimension uniformity; Photomask; Etch selectivity



| O <sub>2</sub> concentration (%) | Skew value   |                         |
|----------------------------------|--------------|-------------------------|
|                                  | Average (nm) | Standard deviation (nm) |
| 5                                | -0.8         | 1.7                     |
| 11                               | 6            | 1.3                     |
| 17                               | 12.6         | 1.4                     |