

**자장 강화된 유도결합형 플라즈마의 특성 및 광도파로 제작을 위한 산화막
식각에의 응용에 관한 연구**

**A Study on the Characteristics of Inductively Coupled Plasma using
Multipole Magnets and Its Application to Oxide Etching for Fabrication
of Optical Waveguides**

안경준*, 이도행, 유지범, 염근영

성균관 대학교 재료공학과

1. 서론

산화막의 전식식각공정은 실리콘 집적회로의 제작 뿐만아니라 광도파로와 같은 여러 다른 응용 분야에 있어서도 가장 중요한 공정중의 한가지이다. 실제 산화막을 이용한 광도파로 제작을 위한 식각공정에 있어서는 산란 손실을 줄이기 위해 수직한 단면과 적은 측면 거칠기를 얻도록 하는 것이 중요하다. 또한 10 μ m 이상 두께의 광도파로를 식각하기 위하여 높은 식각 속도 및 마스크 물질과의 높은 식각 선택비가 요구된다.

본 연구는 자장강화된 유도결합형 플라즈마를 이용하여 산화막으로 이루어진 광도파로 식각에 응용하기 위해 시도된 자장유무에 따른 플라즈마 특성 및 산화막 식각 특성에 관한 연구이다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 산화막 식각 특성을 관찰하기 위해 multipole magnets를 사용한 자장 강화된 유도결합형 플라즈마를 이용하였다. 유도결합 플라즈마를 발생시키기 위해 13.56MHz의 rf power를 구리로 5회에 걸쳐 나선형으로 감겨져 있는 코일에 인가하였으며 바이어스 전압을 발생시키기 위해 기판쪽에 역시 별도의 13.56MHz rf power를 인가하였다. 또한 자석은 표면에서 2000Gauss의 자장세기를 갖는 10cm길이의 4쌍의 영구자석이 챔버 주위에 등간격으로 놓이도록 배열하였다. 산화막 식각 특성을 위해 마스크물질로 감광제를 사용한 경우 C/F ratio가 높은 C₄F₈, C₂F₆, CHF₃, H₂등의 식각 가스를 사용하였으며 Cr을 사용한 경우 CF₄, SF₆의 식각 가스를 사용하였다. 또한 Ar

가스를 이용한 자장유무에 따른 유도결합형 플라즈마 특성을 연구하기 위해 Langmuir probe를 사용하였으며, optical emission spectroscopy (SC Technoly Inc : PCM-402)를 이용하여 F 라디칼의 정도를 측정하였다. 또한 식각후 식각 단면을 scanning electron microscopy를 이용하여 관찰하였다.

대부분의 산화막 식각은 소스의 전력은 1000W, 바이어스 전압은 -100~ -150V, 공정압력은 5~ 10 mTorr 그리고 기판온도는 25℃에서 수행하였다.

3. 결과 및 요약

자장을 가한 경우, 이온 밀도의 큰 증가는 보이지 않았지만, 챔버 중앙 부분에서 이온 밀도의 균일도를 증가시켰으며 플라즈마 전위는 감소한 반면 전자온도 및 라디칼 밀도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

산화막 식각시에는 자장을 가한 경우에 식각 속도 및 식각 균일도의 큰 증가를 보였다. 마스크물질로 감광제를 사용한 경우 C_4F_8/H_2 조건에서 높은 식각 속도와 함께 높은 식각 선택비를 나타내었다. 식각후 SEM를 이용한 단면 관찰시에도 적은 측면 거칠기와 높은 수직성 그리고 깨끗한 표면을 얻을수 있었다. 마스크물질로 Cr를 사용한 경우에는 SF_6 보다 CF_4 에서 다소 높은 식각 속도를 나타내었으며 선택비에 있어서는 식각 속도와는 반대로 SF_6 에서 좀 더 높은 값을 얻을수 있었다. 그러나 두 가스 모두 소스전력 1000W, 공정 압력 5mTorr, 바이어스 전압 -100V에서 4500Å/min 이상의 높은 식각 속도를 얻을 수 있었으며, 바이어스 전압만을 -150V로 증가시킨 경우에는 6500Å/min이상의 식각 속도를 얻을 수 있었다. 또한 압력이 증가함에 따라 식각 속도 및 식각 선택비가 함께 증가하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Y. Yamada, H. Terui, Y. Ohmori, M. Yamada, and M. Kobayashi , *J. Lightwave Technol.* **10**, 383 (1992).
2. N. Takato, A. Sugita, K. Orose, H. Okazaki, M. Okuno, M. Kawachi, and K. Oda, *IEEE Photon. Technol. Lett.* **2**, 441 (1990).
3. Achyut Kumar DUTTA, *J. Appl. Phys.* **34**, 365 (1995)