[IV~25]

헬리콘 플라즈마를 이용한 고선택비 산화막 식각 특성

김 정 훈, 김 진 성, 김 윤 택, 황 기 웅, *주 정 훈
서울대학교 전기공학부, 플라즈마 연구실
*군산대학교 재료공학과

1. 서 론

고밀도 플라즈마를 건식 식각 공정에 응용하고자 하는 노력은 상당히 오랜 기간 계속 되었으나, 특히 컨택홀용 산화막 식각에서는 낮은 선택비 등의 이유로 적당한 공정 조건을 확립하는데 어려움을 겪고 있다.[1][2][3] 본 연구에서는 C_4F_8 가스를 사용하여 컨택홀 산화막 식각공정을 확립하고자 하는 실험을 하였으며, 저압, 고전력 플라즈마의 경우 높은 선택비의 산화막 식각이 가능함을 관측하였다. 또한 가스의 인입구의 위치에 따라 식각 특성이 크게 다름을 관측하였다. 이러한 현상들을 규명하기 위해서 QMS(Quadrupole Mass Spectroscopy)와 OES(Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 플라즈마 내의 이온종 및 라디칼 종 등을 진단하였다.

2. 결과 및 논의

본 연구에서 사용한 플라즈마 소스는 Nagoya 형태의 안테나를 이용한 헬리콘 소스이며, 30sccm의 C_4F_8 가스는 챔버의 측면으로 유입되며, 가스의 인입구를 비교하고자 하는 경우 측면 대신 상단에서 유입되었다. 변수로는 입력 전력 및 공정 압력, 가스의 인입구의 위치를 택하였다.

가스가 측면에서 유입되고 공정 압력이 1.5mTorr일 때, 입력 전력이 500W인 경우 산화막의 식각 속도는 500nm/min이며, 실리콘의 대한 선택비는 2.5 정도 있었다. 그러나 입력 전력이 1.5kW인 경우는 산화막 식각 속도 700nm/min, 선택비는 15로 증가하였다. 특히 실리콘의 식각 속도가 70nm/min에서 40nm/min로 감소하였다. QMS로 관측된 플라즈마 내의 이온종은 입력 전력에 관해 증가하였지만, CF, CF_2, CF_3 등의 라디칼 종은 입력 전력의 대해 감소하는 경향을 띄었다. 실리콘의 식각 속도가 입력 전력이 증가함에 따라 감소한 결과를 나타낸 것은 이온에 대한 라디칼의 상대적인 양의 감소로 인하여 이온 충돌에 의한 식각(reactive ion etching)이 제한을 받기 때문인 것으로 사료되며, 이러한 이유로 선택도의 큰 폭 상승이 얻어졌다. 그러나 가스가 상단에서 유입되는 경우 다른 조건이 같아도 전혀 다른 결과를 얻었다. 입력 전력이 500W인 경우 산화막 식각 속도는 250nm/min, 선택비는 15정도이었다. 그리고 입력 전력이 1.5kW인 경우 산화막 식각 속도는 250nm/min, 선택비는 2정도로 감소하였다. 가스 인입구에 의한 플라즈마 내의 종을 분석한 결과 가스가 측면에서 유입된 경우가 상단에서 유입된 경우보다 $CF^{(+)}$, $CF_2^{(+)}$입자가 많은 반면, $CF_3^{(+)}$ 입자가 적었다. 이러한 이유로 하여 웨이퍼 위에 형성되는 폴리머 막의 성분중 C/F가 측면에서 유입된 경우가 상단에서 가스가 유입된 경우보다 많은 양이었다. 즉 높은 C/F 비로 인하여 가스가 측면에서 인입된 경우가 높은 선택비를 띄었다.

입력 전력은 1.5kW로 고정하고 공정 압력을 1.5mTorr에서 10mTorr로 증가시키는 경우 산화막의 식각 속도는 거의 변화가 없었으나, 실리콘의 식각 속도가 증가하여, 실리콘에 대한 선택비는 15에서 2.5로 감소하였다. 이는 압력이 증가함에따라 라디칼의 양이 많아져서 실리콘의 식각 속도가 증가하기 때문이다.

3. 결 론

헬리콘 플라즈마를 이용하여 높은 식각 속도와 실리콘에 대한 높은 선택비 산화막 식각 공정을 확립하였다. 또한 QMS와 OES를 이용한 플라즈마 진단을 통해, 높은 이온화율이 상당히 중요한 역할을 함을 밝혔다. 또한, 가스의 인입구에 대해 민감한 결과를 나타냈는데, 상단에서 가스가 유입되는 경우에 비해 측면에서 가스가 유입된 경우가 더 높은 식각 속도와 선택비를 얻었는데, 이는 후자의 경우가 웨이퍼 위에 형성되는 폴리머 막의 성분 중 C/F의 비가 더 높기 때문인 것으로 사료된다.

4. 참고 문헌

1. H.H.Doh, J.H.Kim, S.H.Lee, and K.W.Whang, J.Vac.Sci.Technol. A14, 1088, 1996
2. H.J.Lee, J.H.Kim, J.H.Joo, and K.W.Whang, J.Vac.Sci.Technol. A14, 1007, 1996
3. Horiike, K.Kubota, H.Shindo, and T.Fukasawa, J.Vac.Sci.Technol. A13, 801, 1995