

# SF<sub>6</sub> 플라즈마를 이용한 텅스텐 실리사이드 박막의 반응성 이온 식각

박상규, 서성우, 이시우

포항공과대학 화학공학과 재료공정 연구실

## I. 서론

텅스텐 실리사이드는 낮은 저항과 높은 용융점을 가지고 있으며 전기전도도가 비교적 우수해 현재 interconnect로 쓰이는 알루미늄이나 게이트 전극으로 쓰이는 다결정 실리콘을 대체 또는 보완하고 있다. 본 연구에서는 SF<sub>6</sub> 플라즈마를 사용하여 텅스텐 실리사이드 박막의 식각특성에 중요한 영향을 끼치는 공정변수들의 영향을 분석하며 반응 메커니즘을 규명함으로써 식각 공정의 최적화에 기여하고자 하였다.

## II. 실험방법

본 실험에서 사용한 RIE 장비는 단일 웨이퍼 처리용 평행판 플라즈마 반응기로서 워터 샤워헤드를 통하여 반응기체가 균일하게 유입되며 아랫전극으로 13.56 MHz의 RF 전력을 공급하였다. 잔류기체의 조성분석과 종말점을 구하기 위해 반응기 측면에 질량분석기를 부착하였다.

## III. 결과 및 고찰

전력이 증가할수록 전극간 거리가 작아질수록 식각율이 증가하였다. 압력의 영향은 Fig. 1에서 보듯이 0.3 torr에서 식각율이 최대가 되었으며 이는 이온과 반응성 라디칼의 공동작용효과이다. Fig. 2는 기판온도 변화에 따른 식각율의 Arrhenius plot으로서 활성화 에너지는 0.2 torr에서 0.047 eV, 0.05 torr에서 0.108 eV로 측정되었다. SF<sub>6</sub>에 산소를 첨가하면 불소 라디칼의 생성이 활성화되어 29%에서 식각율이 최대가 되었다. Fig. 3에서 염소첨가에 따른 식각율의 변화를 나타내었으며 20%에서 최대가 되었다.

패턴된 웨이퍼의 식각실험으로부터 이방성 및 선택도의 변화를 분석하였다. 전력, 압력, 기판온도가 낮을수록, 전극간격이 작을

수록 이방성이 향상되었으며 산소량이 20% 이상이 되면 이방성이 극히 나빠졌다. CH<sub>4</sub>를 첨가할 경우에는 측벽에 fluorocarbon이 형성되어 이방성이 향상되었으나 반응기 오염이 심화하였고 식각율이 상당히 감소하였다. 위의 여러 조업조건에서 식각패턴이 대체로 등방적이었어서 이방성 향상을 위해 Cl<sub>2</sub>를 첨가하였으며 Fig. 4에서 보는 바와 같이 매우 수직적인 식각패턴을 얻을 수 있었다. 이는 벽면에 휘발성이 낮은 chloride 화합물을 형성하여 "Surface Inhibitor Mechanism"이 우세하게 작용하기 때문이다. 선택도는 전력, 온도가 낮을수록, 압력과 전극간격이 커질수록 증가하였으며 CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> 첨가량이 커질수록 감소하였으나 Cl<sub>2</sub>를 첨가했을 경우에는 선택도가 증가하였다.

Fig. 5는 압력에 따른 RIE lag를 나타낸 그림으로서 압력이 커질수록 sheath에서의 분산이 증가하고 trench 입구로의 반응성 라디칼 확산이 감소하여 RIE lag가 심해졌다.

XPS 분석을 통해 표면의 화학적 조성을 관찰하였다. Fig. 6의 실리콘 스펙트라로부터 산소가 첨가될수록 103.4 eV의 산화물(SiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, 등) 피크가 102.6 eV의 불화산화물(SiO<sub>2</sub>F<sub>x</sub>, WO<sub>3</sub>F<sub>x</sub>, 등) 피크로 바뀔 수 있었고 29% O<sub>2</sub>에서 이들 피크가 최저가 됨을 관찰할 수 있었다.

## IV. 결론

텅스텐 실리사이드 박막의 식각공정은 낮은 RIE lag와 높은 이방성을 얻을 수 있는 저압공정과 식각율의 큰 변화없이 이방성과 선택도를 월등히 향상시키는 염소기체를 첨가하여 사용하는 것이 유리함을 알 수 있었다.

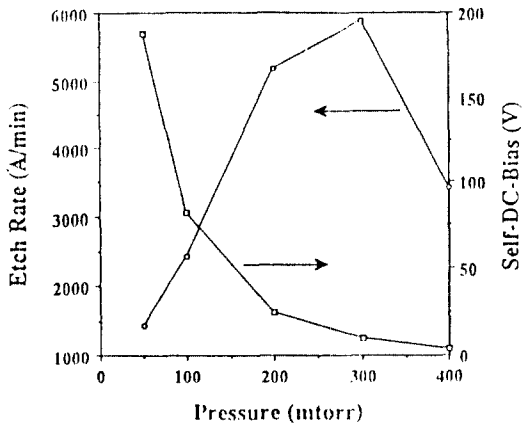


Fig. 1 Effect of pressure on etch rate and self-DC-bias.

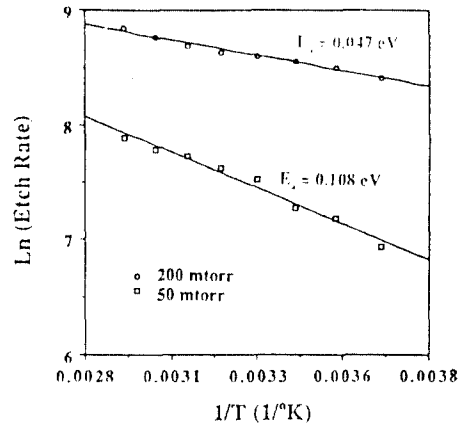


Fig. 2 Effect of substrate temperature on etch rate.

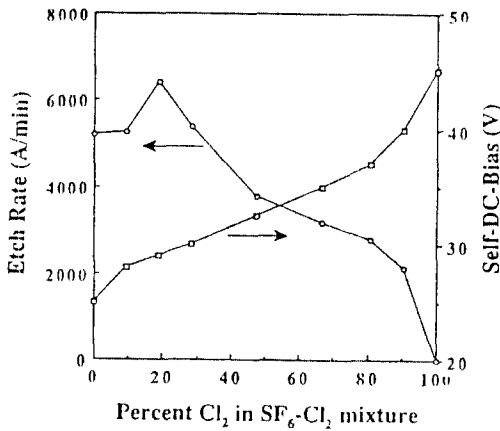


Fig. 3 Effect of chlorine addition on etch rate and self-DC-bias.

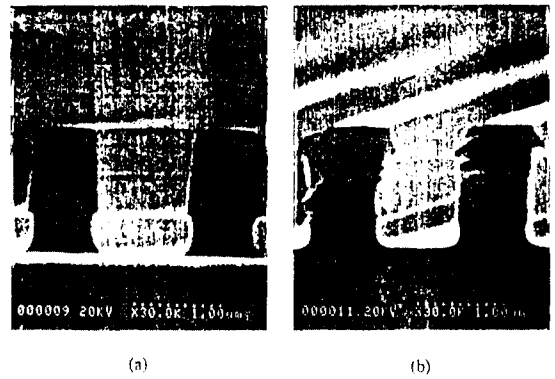


Fig. 4 Cross sectional SEM image of tungsten silicide films for (a) 47.6% and (b) 80.9% chlorine addition.

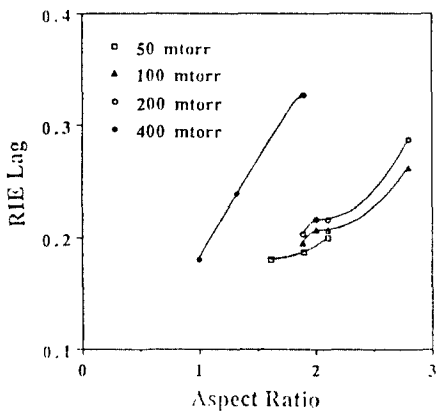


Fig. 5 Effect of pressure on RIE Lag.

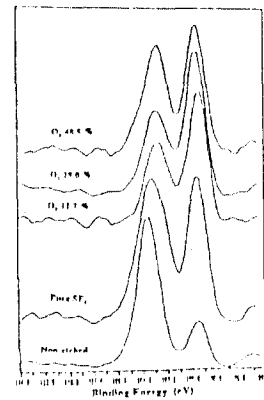


Fig. 6 Silicon 2p spectra of tungsten silicide films after SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub> RIE.