

## Thermal desorption spectroscopy study on Si(100) during chemical treatments

이상균, 이규장, 홍승수, 신용현, 정광화

한국표준과학연구원 역학연구부 압력·진공 그룹

### 서 론

반도체 산업에 있어서의 진공은 절대적인 필요성을 가지는 데, 이는 반도체 공정에서 가장 많은 손실을 가져오는 것이 불순물[1]이기 때문이다. 특히 기존의 MDRAM(Mega Dynamic Random Access Memories)에서는 문제가 되지 않았던 극미량의 불순물에 의한 오염이나 원치 않았던 가스들의 흡착 혹은 진공용기에서 발생하는 입자들이 GDRAM(Giga DRAM)에서는 결함의 근원이 되고 있다[2]. 이들 극미량의 불순물은 기존 측정 기기의 분해능으로는 전혀 검출할 수 없기 때문에 거의 무시되거나 단지 그 효과만을 추측하고 있다[3].

이러한 문제점의 해결을 위해 TDS(Thermal Desorption Spectroscopy)가 사용될 수 있다. TDS는 온도 조절 장치로 표면에서의 기체 흡탈착을 증폭시켜 QMS(Quadrupole Mass Spectroscopy)로 측정함으로써 표면 상태 및 미소 불순물에 대한 정량적인 측정이 가능하다[4]. 특히 진공장치에 간단히 부착할 수 있는 소형 QMS가 개발되면서 비교적 저렴하고 간편한 설치로 극미량의 불순물 측정이 가능하게 되었다. TDS는 반도체 wafer의 세척 방법, 시약의 종류, 적용 방법에 따른 cleaning 효과와 잔류 불순물에 대한 정량적 측정이 가능하며[5], 국부적인 분석만이 가능한 기존의 방법들과는 달리 시료 전체에 대한 분석이 가능하다. 특히, Si의 CVD 공정에서 Si 표면의 수소 흡착, capacitor 회로 제작을 위한 dielectric material 증착 과정에서의 C-H 화합물 흡착, Si epitaxial 공정에서의 chlosilane 수소와 Si 사이의 흡탈착, MLE(molecular layer epitaxy)에서 표면의 기체 흡착 등에 대한 연구[6~9]가 가능하므로 반도체 제조 공정 과정에서는 필수적이다.

또한, Dielectric material 형성 process에서의 C-H 화합물 형성 문제, 질연막 형성시 박막 두께의 균일화를 위한 기체 흡착 문제, 산화막 형성시의 기체반응 문제 등 반도체 공정의 최적화와 반응 현상의 규명을 TDS를 이용하여 해결하고자 하는 연구가 일본과 미국에서 활발히 진행되고 있다[10~11].

### 실 험

#### 1. TDS 시스템의 구성

본 연구실에서 제작한 TDS 측정 장치는 진공 챔버와 시료 챔버, 그리고 data를 수집·처리하는 제어 부분으로 구성되어 있다. 이에 대한 개략도가 그림 1에 도시되었다.

#### 2. TDS 측정용 진공 챔버

진공 용기는 내경 208mm의 실린더 형으로, 용량이 500L/s인 balzers TPU510 TMP가 배기용 펌프로 사용되었고, 진공 챔버 상단에는 QMS(Balzers 125)가 진공 챔버와 수직으로 연결되었다. 펌프와 진공 챔버 사이에는 컨덕턴스  $2.76(T/M)^{1/2}(L/s)$ 인 orifice로 연결하여 압력이 균일하게 분포되도록 하였고, 배기 속도가 일정하도록 하였다.

#### 3. 시료 챔버 및 Heating stage의 제작

시료 챔버는 gate valve를 통해 측정 챔버와 연결되게 하였으며, 시료의 온도 조절 및 측정을 위한 heating stage와 BA ion gauge, 그리고 시료의 온도 검증 및 상태 확인을 위한 6인치 view port로 구성되어 있다. 시료의 승온은 주변의 효과를 최소화할 수 있는 resistive heating 방법을 선택하였으며, 온도 조건에 대한 검증을 위하여 세 개의 시료를 동시 장착할 수 있게 하였고 시료 사이의 복사열 전달을 막

기 위하여 세라믹 차단막을 배치하였다. 온도는 시료 표면에 부착된 Pt-Ir 열전대(R-type)로 측정하였는데, 측정된 온도는 Fluke 2190A 디지털 thermometer를 통해 지시되었고 동시에 이 신호가 Fluke 8840A multimeter에 전달되어 온도 제어용 컴퓨터로 온도에 대한 정보를 입력하도록 하였다.

### 결과 및 고찰

다음 그림 2는 화학적으로 표면 처리된 한 시료의 온도별 scan analog data이다. 450°C 부근에서 수소의 일사적인 증가는 이미 보고된 Kinoshita 등[9]의 결과와 일치하는 것으로 HF로 처리된 Si(100) 표면의 특징이다. 그외 여러 표면처리에 따른 표면 흡착 원소에 대한 결과가 도출되었다.

### 참고문헌

- [1] J. F. O'Hanlon, J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 7, no. 3, 2500(1989)
- [2] J. F. O'Hanlon and H. G. Parks, J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 10, no. 4, 1863(1992)
- [3] A. W. Czanderna, Methods of Surfaces Analysis(Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam, 1975)
- [4] J. T. Yates, Jr., Solid State Physics : Surfaces(Chap.8, Academic Press, Inc., Orlando, 1985)
- [5] B. A. Joyce and C. T. Foxon, Chemical Kinetics(Chap.2, Elsevier Scientific Pub. Co., 1984)
- [6] A. B. Emerson, and S. W. Downey, J. Vac. Sci. Technol. B, vol. 14, no. 1, 301(1996)
- [7] D. S. Yoo, M. Suemitsu, and N. Miyamoto, J. Appl. Phys., vol. 78, no. 8, 4988(1995)
- [8] G. Boishin, and L. Surnev, Surf. Sci., vol. 345, 64(1996)
- [9] K. Kinoshita, and I. Nishiyama, J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 13, no. 6, 2709(1995)
- [10] Y. Saito, and A. Kubota, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 35, no. 3, 1846(1996)
- [11] P. Kratzer, R. Russ, and W. Brenig, Surf. Sci., vol. 345, 125(1996)

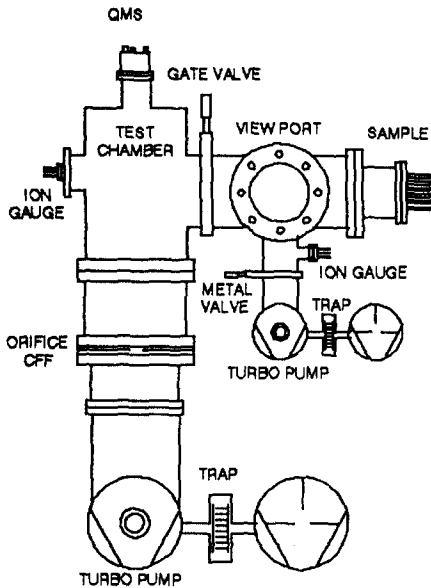


Fig. 1 Schematic diagram of TDS system.

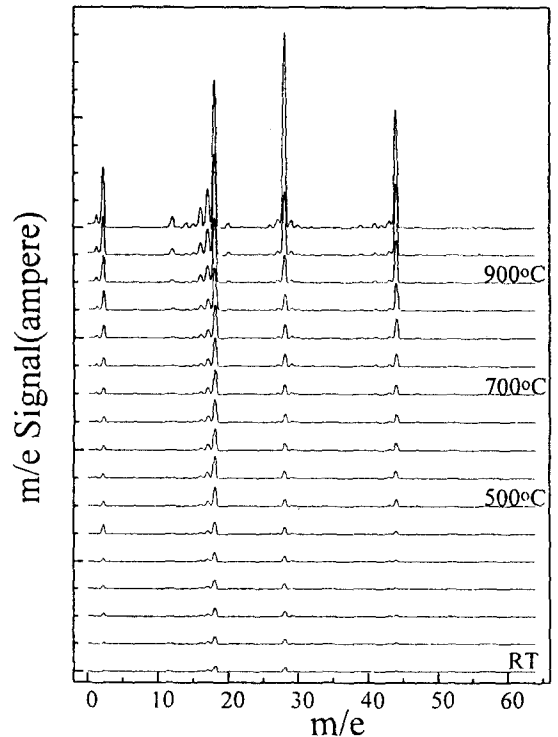


Fig. 2 Scan analog data Si(100) cleaned by No. 8.