

## Pt/Cr 이중층의 특성과 발열특성[1]

## A Properties of Pt/Cr Layers and its Heating Characteristics[1]

이 승환, 서 임춘, 김 병우, \*박 정우, \*\*성 영권

S.H. Yi, I.C.Suh, B.W.Kim, \*J.W.Park, \*\*Y.K.Sung

MANDO R &amp; D Center, \*NITL, \*\* Dept. of Ele. Eng., Korea Univ.

## 1. 서 론

현재까지 실리콘 미세가공기술( Si-Micromachining )을 이용한 미세발열체( Micro hot-plate ) 연구를 분류하면 다음과 같다. 첫째 Joule열 발생을 위해 사용되는 발열체 물질의 종류에 따라 Poly-Si[1], SiC 박막[2][3], NiFe Alloy[4]와 확산저항층( Diffused Layer )[5] 및 Pt/Ti 저항층[6]등에 관한 연구가 진행되고 있으며, 둘째 열적격리( Thermal Isolation )를 위한 Membrane의 종류에 따른 발열특성에 관한 연구로는 산화막만을 이용한 형태[1]와 질화막[7], Oxide/Nitride/Oxide구조[8]를 이용한 연구과제등을 들 수 있다. 셋째 미세발열체의 균일한 열분포 확보를 위한 공정변수와 미세발열체의 패턴변화에 따른 모의해석[9]으로 분류할 수 있다.

본 연구에서는 미세발열체( Micro hot-plate )의 제작을 위해 Pt/Cr 이중층의 증착조건 변화에 따른 전기적, 구조적 특성과 발열특성을 살펴보고자 한다.

## 2. 실험방법

본 연구에 사용된 기판은 비저항이 약 10 ~ 50  $\Omega\text{cm}$ , 두께 510  $\mu\text{m}$ 의 P(100)형 DPS( Double Polishing Silicon ) 웨이퍼를 이용하였다. 산화막을 성장 전에 반도체 공정에서 사용되는 전세척 과정을 통해 자연 산화막을 제거 하였으며, 자연 산화막을 제거한 실리콘 기판은 습식산화( 1000  $^{\circ}\text{C}$  )를 통해 약 1.5  $\mu\text{m}$ 의 산화막을 성장시켰다. 성장된 산화막은 Ellipsometer를 이용하여 두께를 측정하였으며, 기판의 전면에 발열체 형성을 위하여 E-Beam Evaporation( VKE-760, Varian Korea )장치를 이용하여 산화막과 백금의 증착을 위해 Cr을 약 450 - 800  $\text{\AA}$  증착 시켰다. 또한 발열체 금속으로 백금을 DC-Magnetron Sputtering장치( VKA-35, Varian Korea )를 이용하여 2000 - 4000  $\text{\AA}$  증착을 시켰으며, 증착막의 두께는 Veeco Instruments사의 Dektak3 두께 측정기를 이용하여 박막의 두께를 측정 하였다. 또한 증착된 각 금속막의 비저항은 4-탐침법에 의해서 측정하였으며, 박막증착 후 Pt/Cr 이중층의 표면 및 단면의 구조변화, 결정성 및 표면에서 Pt/Cr/SiO<sub>2</sub> 계면으로의 조성변화를 살펴보기 위하여 SEM촬영, XRD 분석, AES Surface & Depth Profile을 실시하였다.

SEM 촬영에는 JEOL사의 JXA-6400 Electronprobe Microanalyzer를 이용하였으며, XRD분석에는 Rigaku사의 RINT/DMAX-2000 X선회절 분석기를 이용하였고, AES Surface & Depth Profile은 Perkin-Elmer  $\Phi$ -670를 사용하였다.

한편 증착된 Pt/Cr 이중층은 사진공정에 의해서 일정형상의 발열체 패턴을 형성하였다. 이때 Pt 및 Cr의 식각율은 각각 450  $\text{\AA}/\text{min}$ , 700  $\text{\AA}/\text{min}$  이었으며, 잔류 Cr의 확인을 위하여 4-Point probe 및 광학 현미경을 이용하여 면저항 및 Cr의 잔류량 상태를 확인하였다.

발열체 패턴을 형성한 뒤 발열체 금속의 질연을 위하여, E-

Beam 증착법에 의하여 기판온도 200  $^{\circ}\text{C}$ , 챔버압력 2e-5 mbar에서 5000  $\text{\AA}$ 의 산화막을 증착시켰다. 이때 산화막의 증착율은 약 9 ~ 12  $\text{\AA}/\text{sec}$  였다. 산화막의 증착후 전극부의 접촉을 위한 접촉창( Contact Window )을 형성하였으며, 이방성( Anisotropic ) 식각장치 내에서 약 6시간 동안 식각을 함으로써 발열체부의 열적격리를 위한 Membrane을 제작하였다.

## 3. 결과 및 고찰

그림1은 Cr 증착막의 두께변화에 따른 면저항 변화를 나타낸 것이다. Cr막의 두께가 370  $\text{\AA}$ 에서 450  $\text{\AA}$ 으로 증가할수록 면저항의 값이 370  $\Omega/\square$ 에서 90.8  $\Omega/\square$ 로 감소하는 것을 볼 수 있으며, Cr 두께가 450  $\text{\AA}$  이상의 경우 그 변화양상이 둔화되어 800  $\text{\AA}$ 의 경우 17.7  $\Omega/\square$ 인 것을 볼 수 있다.

한편 그림2는 Cr층의 두께변화에 따른 면저항의 변화 및 Pt 증착막의 두께가 2100  $\text{\AA}$  및 3910  $\text{\AA}$ 으로 일정한 경우 Pt/Cr 이중층의 비저항의 변화양상을 나타낸 것이다. 그림2에서 알 수 있듯이 Cr층의 두께가 증가할수록 Cr층의 면저항은 급격히 감소한다. Pt/Cr층의 비저항은 Cr층의 두께변화에 무관한 것을 볼 수 있으며, Pt층의 두께가 3900  $\text{\AA}$ 으로 증가하면 비저항은 다소 감소하는 양상을 나타내고 있으나, 역시 Cr층의 두께와는 무관한 것으로 나타났다. 따라서 Pt/Cr 이중층 구조에서 면저항이 큰 Cr층은 Pt층의 부착층( Adhesion Layer )으로만 작용하는 것을 볼 수 있으며, 전체적인 Pt/Cr 이중층의 비저항은 Pt층의 두께에만 의존하는 것을 알 수 있다.

그림3은 산화막위에 형성시킨 Cr층의 2 $\theta$ 의 변화에 대한 XRD 피크를 나타내고 있다. 2 $\theta$ 가 44.6, 44.8, 64.8, 81.7인 피크는 각각 Cr(110), 산화크롬, Cr(200) 및 Cr(211)을 나타낸다.

그림3에서 알 수 있듯이 형성된 막은 Cr과 산화크롬 모두 형성되고 있음을 볼 수 있으며, 산화크롬은 초기 Cr의 증착시 Cr 입자에 일부 포획되어 있던 산소와 Cr의 반응에 따라 형성된 것으로 사료된다.

한편 그림4는 Pt/Cr( 2190  $\text{\AA}$  / 800  $\text{\AA}$  ) 이중층에 대한 XRD 피크를 2 $\theta$ 의 변화에 따라 보여주고 있다. 2 $\theta$ 가 39.8인 첫 번째 peak는 계면에 형성된 산화크롬을 나타내고 있으며, 2 $\theta$  값이 46.6인 피크는 Pt(200)이며, 2 $\theta$ 가 67.6인 피크는 Pt(220)를 나타내며, 2 $\theta$ 가 81.6인 피크는 Cr(211) 피크를 나타내고 있다.

한편 그림5는 기판온도 100  $^{\circ}\text{C}$ 에서 형성시킨 Pt/Cr/SiO<sub>2</sub> 구조의 AES Depth Profile을 나타낸 것으로, 표면에서는 Pt만이 존재하는 것을 볼 수 있으며, Pt/Cr/SiO<sub>2</sub> 계면에서는 Cr 과잉의 산화크롬이 형성된 것을 볼 수 있는데, 이는 초기 Cr 증착시 형성된 산화크롬으로, XRD 분석결과와 비교하면 2 $\theta$ 가 39.8인 피크로써, Pt/Cr/SiO<sub>2</sub> 구조에서 산화막과의 계면에 형성된 산화크롬임을 확인할 수 있다.

그림6은 비접촉식 IR Thermo-Vision 장치를 이용하여 측정 한 발열체의 온도분포를 나타낸 그림이다. 측정시 중앙부의 온도를 보다 정확히 측정하기 위하여 IR Thermo-Vision 장치의 측정범위를 200 ℃로 설정하였으며, 발열체 중앙부의 온도는 약 305 ℃였으며, Membrane의 중심에서 방사상으로 온 도분포를 갖고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

미세 발열체 제작을 위해 Cr 및 Pt의 두께 변화에 따라 Pt/Cr 이중층을 제작하여 전기적, 구조적 특성 및 발열특성을 알아 보았다.

Cr의 두께가 증가할수록 면저항은 급격히 감소하여 800 Å의 경우 17.7 Ω/□을 나타내었으며, Pt/Cr 이중층의 전기적 특성은 Cr층의 두께와는 무관하였다.

이러한 양상은 집착층(Adhesion Layer)으로 사용된 Cr의 초기 증착시 산화크롬의 형성에 의한 것으로 사료되며, 제작된 발열체 중앙의 최고 온도는 약 305 ℃였으며, Membrane을 중심으로 방사상 온도분포를 갖고 있음을 알 수 있다.

#### 참 고 문 헌

1. J.Suehle et al, IEEE EDL-14, no.3, pp.118(1993)
2. T.Homma et al, Sensors and Actuators A40, PP.93, (1994)
3. C.Wagner et al., Transducers '95, 280-A11, pp.194(1995)
4. U.Dibbern, Sensors and Actuators B, no.2, pp.63, (1990)
5. K.Murakami et al, Sensors and Actuators, vol.13, pp.315, (1988)
6. W.Y.Chung et al, Transducer'93, pp.428, 1993
7. R.Aligner et al, Transducers'95, 213-PD5, pp. 839(1995)
8. D.Mutschall et al, 57-PA6, pp.256(1995) J9, Samuel S.K. Fung et al, Transducers'95, 207-D5, pp.818 (1995)

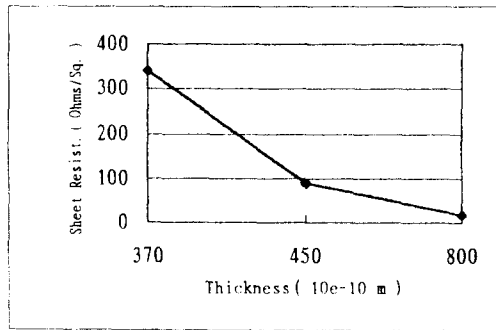


그림 1. Cr 두께의 변화에 따른 면저항의 변화

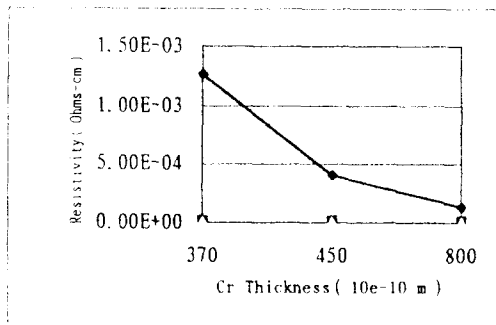


그림 2 Cr의 두께에 따른 Cr & Pt/Cr 층의 비저항 변화

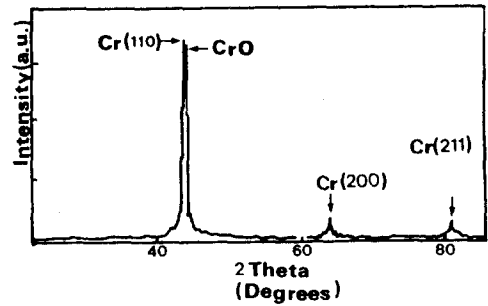


그림 3. Cr/SiO2 구조의 XRD DATA

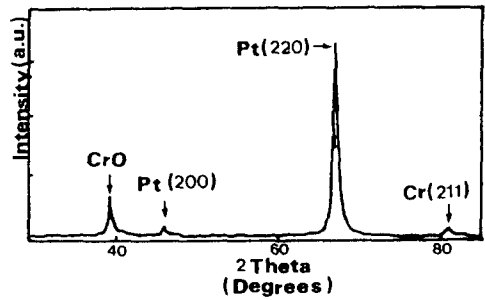


그림 4. Pt/Cr/SiO2 구조의 XRD DATA

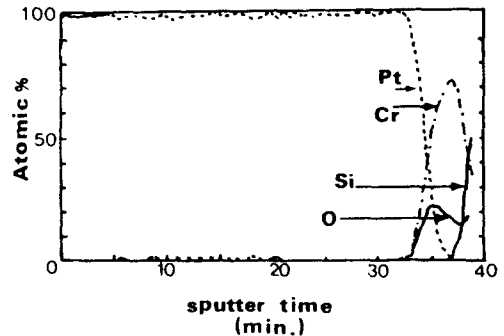


그림 5. Pt/Cr/SiO2 구조의 AES Depth Profile

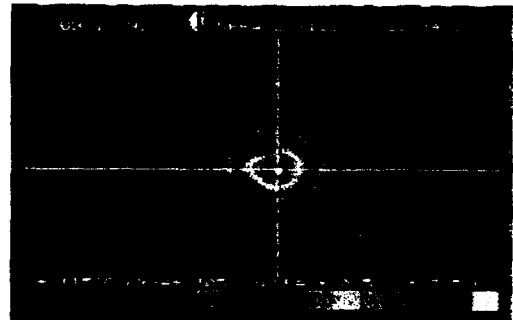


그림 6. Pt/Cr 발열체의 온도분포(IR Thermo-Vision)