

## TFT응용을 위한 TEOS/O<sub>2</sub>를 이용한 APCVD 방법의 SiO<sub>2</sub> 박막증착

김준식, 황성현, 이준신  
성균관대학교

### SiO<sub>2</sub> Film deposited by APCVD using TEOS/O<sub>2</sub> for TFT application

Jun-sik Kim, Sung-hyun Hwang, Junsin Yi  
Sungkyunkwan University.

**Abstract :** Poly-Silicon Thin Film Transistor 응용을 위한 SiO<sub>2</sub> 박막 성장에 관한 연구로서 기존의 ICP-CVD를 이용한 실험에서 SiH<sub>4</sub> 가스대신 유기 사일렌 반응물질인 TEOS(TetraethylOrthosilicate) Source를 이용하여 APCVD 법으로 성장시켰다. SiO<sub>2</sub> 박막은 반도체 및 디스플레이 분야에서 필드산화막, 보호막, 게이트 절연막 등으로 사용되며, 이러한 산화막 증착을 TEOS를 이용하였고, 빠른 증착과 더 좋은 특성을 갖는 박막 형성을 위하여 O<sub>2</sub> 반응가스를 이용하였고, Ellipsometor, XPS 등을 이용하여 계면 특성 분석을 하였다.

**Key Words :** APCVD, SiO<sub>2</sub>, TEOS

### 1. 서 론

정보화 사회의 발전과 더불어 대면적, 고화질의 디스플레이에 대한 요구가 증가하고 있다. TFT는 LCD, ROM 등에 응용되는데, 특히, AMLCD의 핵심소자로서 사용되고 있다. 기존에 비정질 실리콘이 사용되었으나 근래에는 다결정 실리콘이 이를 대체하고 있다[1]. 이러한 변화의 이유로 비정질실리콘은 저온 대면적화가 가능하여 비교적 저가의 유리 기판을 사용하므로 생산단가를 줄일 수 있으며 좋은 계면특성을 가지고 있는 반면, 이동도가 작아 구동회로 보다 화소소자로서의 사용이 더 많지만 다결정 실리콘은 높은 전자이동도를 가지기 때문에 TFT Array와 구동회로가 일체화된 Display가 가능하며, 전력소모 감소, 화질 개선 등의 장점을 가지고 있다[2].

하지만, Poly-Si TFT의 저소비 전력화, 소형화, 우수한 전기적 특성 및 LCD의 개구율을 높이기 위해서는 소자의 크기가 작아져야 한다. 소형화가 됨에 따라 문턱전압의 감소, 장기적 동작 안정성, 누설전류의 증가 등의 단점을 보인다[3]. 이러한 단점을 보완하기 위해 좋은 유전 특성을 갖는 절연박막이 필요하게 된다.

본 실험에서는 TFT응용을 위한 SiO<sub>2</sub>성장에 관한 연구로서 기존의 PECVD를 이용한 실험에서 유해가스 SiH<sub>4</sub> 대신에 유기 사일렌 반응물질인 TEOS를 이용하여 APCVD 법으로 증착시키고 반응가스 O<sub>2</sub>를 첨가했을 때와의 특성 비교를 통해 누설전류의 원인으로 보이는 카본기 같은 Defects를 줄였다.

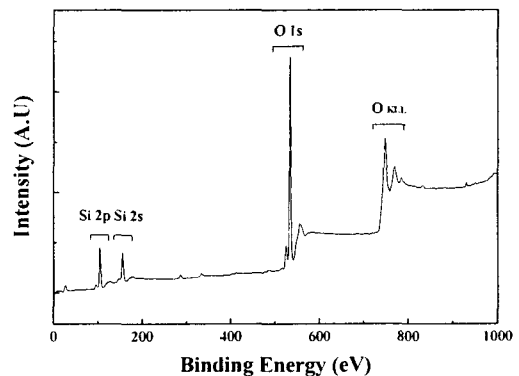
### 2. 실험

산화막 증착을 위해 APCVD법을 사용하였으며, 반응장치는 반응원료의 공급부분과 반응이 일어나서 증착이 이루어지는 챔버로 구성되어 있다. 실험에 사용된 TEOS물질은 에틸기가 포함되어 있는 Si소스로서 비부식성, 비열분해성으로 취급이 용이하고, 고분자로서 균일성 향상이 가

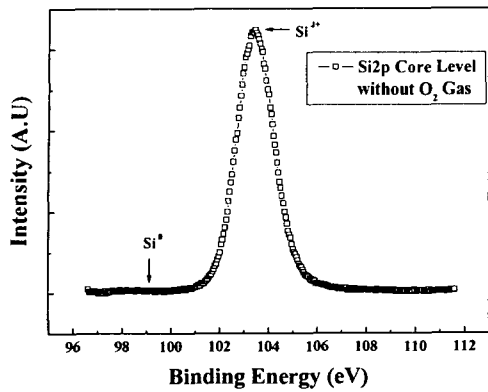
능하다. 그리고 1 $\mu$ m이하의 단분산 입자들을 합성하는데 있어 유도물질로서 용이한 물질이며 Step Coverage가 좋아 절연막으로서 활용성이 크다. 빠른 박막증착과 좋은 절연특성을 얻기 위해 O<sub>2</sub> 반응가스를 사용하였다. 반응원료인 TEOS(98%)는 버블러에 담겨 항상 70~75°C 사이를 유지하도록 하였다. 실험에 사용된 기체는 고순도 O<sub>2</sub> Gas와 고순도 N<sub>2</sub> Gas이고, 이중 산소는 챔버 내에서 산화를 활성화시키기 위해 사용하였으며, 질소는 버블러에 들어있는 TEOS를 챔버로 유입시키는 운반기체와 초기 챔버 Purging 및 대기압 조절을 위한 가스로 사용되었다.

### 3. 결과 및 검토

기존의 유해가스 SiH<sub>4</sub> 대신에 TEOS를 사용하여 SiO<sub>2</sub> 박막을 성장시키고, 빠른 성장속도와 좋은 특성의 박막을 성장시키기 위하여 반응가스 O<sub>2</sub>를 더하여 박막을 성장시키고 특성을 비교하였다. SiO<sub>2</sub> 박막의 표면 결합상태를 고찰하기 위하여 XPS(X-Ray Photoelectrons Spectroscopy) 분석을 실시하였다.

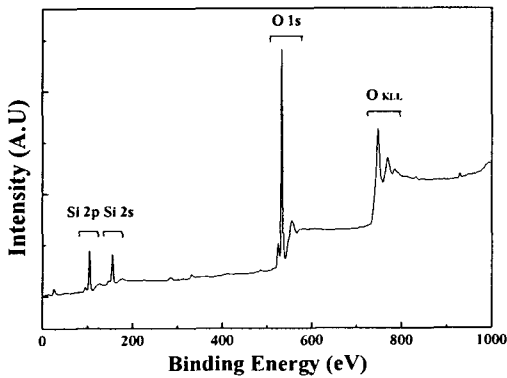


(a)

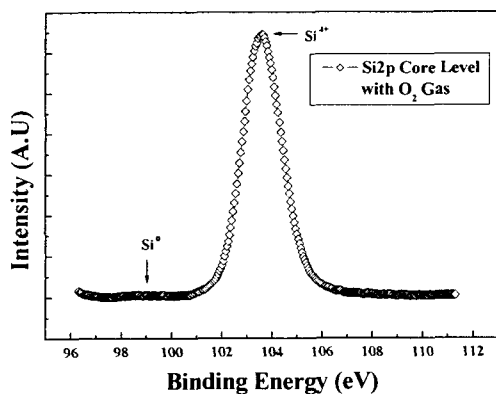


(b)

그림 1. (a) XPS wide scan spectrum of SiO<sub>2</sub> without O<sub>2</sub>  
 (b) The comparison of XPS narrow scan spectra without O<sub>2</sub>



(a)



(b)

그림 2. (a) XPS wide scan spectrum of SiO<sub>2</sub> with O<sub>2</sub>  
 (b) The comparison of XPS narrow scan spectra with O<sub>2</sub>

X-선의 조사에 대한 박막의 안전성을 검토하고자 장시간에 걸친 X-선 조사 후 Si, O 및 C의 조성변화를 관찰한 결과, X-선원을 Mg, K로 사용한 경우 1253.6eV의 에너지에 대하여 원소의 결합상태가 변화하거나, X-선의 조사에 의해 조성의 변화가 발생하는 경우는 관찰되지 않아 X-선

의 조사에 대해 안정함을 알 수 있었다. 그림 1과 2는 XPS Wide scan 분석을 실시한 것이며 Si2p, O1s 등의 피크를 확인함으로써 SiO<sub>2</sub> 박막의 주된 구성원소로서 Si와 O가 존재한다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 화학 결합 상태분석을 위하여 성분원소의 특성 피크에 해당하는 Si2p, O1s 피크들에 대한 Narrow scan 분석을 실시하였고, 이는 Si2p core-level의 에너지 상태를 보여준다. SiO<sub>2</sub> 박막은 Si2p와 O1s 피크가 각각 2.15eV와 2.05eV의 반치폭(Full width at half maximum)을 갖는 SiO<sub>2</sub> 열 산화막에 비해 넓은 반치폭을 갖는데, 이로부터 Si와 O의 결합상태는 103.4eV의 결합에너지를 갖는 순수 SiO<sub>2</sub>의 Si-O의 결합이 외에 다른 결합상태가 혼재되어있는 것으로 생각된다. Si<sup>4+</sup>(103.5eV)는 Si이 산소원자와 Tetrahedral 구조를 이루는 상태이고, Si<sup>0</sup>(99eV)는 Si이 다른 Si와 결합한 상태이다[4]. TEOS Source만 주입하여 증착한 산화막이나 산소를 주입하여 증착한 산화막 모두 동일하게 Si<sup>0</sup>은 거의 관찰이 되지 않고 Si<sup>4+</sup>만 관찰이 되었다. 이는 TEOS Source를 이용한 APCVD 방식의 산화막 증착에서는 Si이 산소원자와 반응하여 충분한 Tetrahedral 구조를 이루며, Si이 다른 Si와 결합이 현저히 줄어든다는 것을 알 수 있고, 더불어 충분한 열에너지가 공급된 APCVD법을 통한 산화막 증착은 Si과 산소의 결합이 원활하고 안정적으로 박막성장이 이루어짐을 판단할 수 있다.

#### 4. 결론

PE-CVD를 이용한 박막증착에서는 저온성장이 가능하다는 이점이 있는 반면 기상 중에서 핵발생이 일어나기 쉽고 미립자가 발생하며 원료기체의 이용효율이 낮다는 결점이 있다. 또한, 층 두께의 문제를 포함하여 디바이스의 고집적화에 쓰이기에는 문제가 있다. 이러한 문제점들을 유기사일렌 물질인 TEOS와 O<sub>2</sub>반응가스를 이용하여 누설 전류의 원인으로 보이는 카본기의 억제와 빠른 성장속도를 얻을 수 있고, 이를 통해 층간 절연막, 게이트 절연막 등에 폭 넓게 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 참고 문헌

- [1] C. F. Yeh, S. S. Lin, T. Z. Yang, "Performance and off-state current mechanisms of LTPS TFT", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 41, p. 173-179, 1994.
- [2] S. Lee and I. Chen, "New analysis of field-effect conductance in hydrogenated a-TFT", Appl. Phys. Lett., Vol. 41, No. 6, p. 558-560, 1982.
- [3] Y. S. Kim, K. Y. Choi and M. K. Han, "Different hydrogenation passivation effects on LTPS, HTPS", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, p. 719-723, 1995.
- [4] 김상기, 박일용, 구진근, 김종대, "다양한 기술을 갖는 TEOS필드 산화막의 경사식각", 전기전자재료학회 논문지, 15권, 10호, p. 844, 2002.