

## RPCVD를 이용한 SiOF박막의 형성 및 특성

### Formation and Characterization of SiOF films using Remote Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition

이상우\*, 김제덕, 김광호  
청주대학교 반도체공학과

Sang-woo Lee\*, Je-Deok Kim, Kwang-Ho Kim  
Department of Semiconductor Engineering, Chong-ju University,  
Chong-ju, KOREA

#### Abstract

The inter-metal dielectric SiOF films were fabricated using remote plasma-enhanced chemical vapour deposition with addition of SF<sub>6</sub> gas. SiOF bond formation in these films was recognized by a chemical bonding structural study using FT-IR. The deposition rate and the dielectric constant of a deposited films were decreased with increasing SF<sub>6</sub> gas. It was observed that leakage current of SiOF film was reduced the one order compared to a film without addition of SF<sub>6</sub> gas.

야한다. 불화물이 도핑된 PECVD 산화막은 낮은 유전상수를 갖는 박막으로 알려져 있어서 여러 방법으로 형성시키는 연구가 진행되고 있다<sup>1-2)</sup>. 본 연구에서는 RPCVD시스템에서의 반응가스로 SF<sub>6</sub>를 사용<sup>3)</sup>하여 SiOF박막의 형성, C-V 및 I-V와 같은 전기적인 특성과 실리콘 SiOF막의 유전상수와 불화물 도핑 영향에 대해서 논의한다.

#### 1. 서론

고속, 고집적 VLSI IC를 제작하기 위해 점점 미세화 되고 있는 설계규칙을 극복하려면 Lithography/Etch기술과 함께 높은 Aspect ratio에서 신뢰성 있는 저 저항 다층배선 공정기술은 필수적이다. 이러한 다층배선 공정기술에 있어서는 금속과 금속 사이의 층간 절연막은 소자의 스피드, 성능, 수율과 신뢰성을 정의하는데 주된 역할을 하며, Topology에 따른 Step coverage가 좋아야하며, 평탄화 공정을 통하여 단차를 개선해

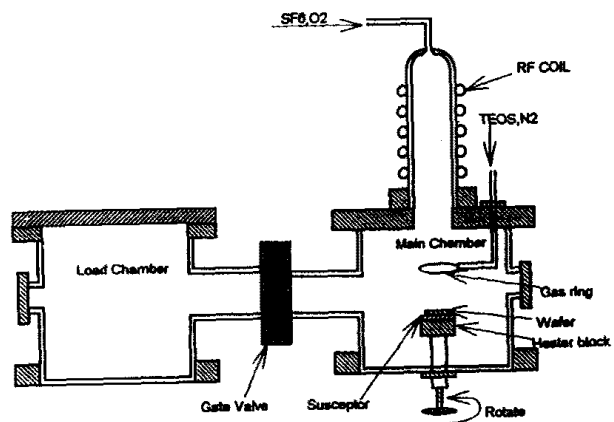


그림 1. Remote-PECVD 시스템의 개략도.

## 2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 장비인 Remote-PECVD 시스템의 개략도를 그림 1에 나타내었다. 보다 좋은진공도를 유지하기 위해 로딩챔버와 반응챔버로 구성되어 있고 반응 챔버의 진공도는  $5 \times 10^{-8}$  [Torr] 이하이다. RF는 13.56 [MHz]를 사용하고 있고, Power는 1[kW]까지 사용 가능하다. 플라즈마 반응가스로는 불화물 소스로서  $\text{SF}_6$ 와  $\text{O}_2$ 를 동시에 주입할 수 있으며, TEOS는  $\text{N}_2$ 에 의해 버블링되어 샤워링을 통해 챔버내로 도입된다. TEOS의 버블링온도는  $40^\circ\text{C}$ 이었고, 기판의 온도범위는  $300^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ 이었다. 반응챔버내의 총압력은 2Torr, RF-Power의 범위는 100W~500W였다. 웨이퍼는 저항율이  $1 \sim 10 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 인 p-type Si(100)를 사용하였으며 클리닝은 유기세정후 일반적인 RCA법을 사용하여 세정한 다음 Susceptor 위에 올려놓아져 로딩챔버를 거쳐 반응챔버로 도입된다. 상하로 조절이 가능한 저항 가열식 가열기구를 이용하여 샤워링과 기판사이의 간격을 2cm로 유지하고, 기판온도를 증가시킨 후 박막을 증착시켰다.

엘립소메타(파장:632.8nm He-Ne Laser)를 이용해 박막의 두께와 굴절률을 측정하였고, 막의 두께가 350nm인 막을 사용하여 Etch-rate (P-etchant:HF[49%]:HNO<sub>3</sub>[70%]:H<sub>2</sub>O=15:10:300)를 측정하였다. 유전상수는 박막위에 Al을 증착시킨 MIS(Al/150nm박막/p-Si)구조를 만들어 C-V(1MHz) 특성의 Accumulation쪽에서 얻은 값에서 추출하였고, 불화물 도핑의 유무에 따른 I-V 특성은 Parameter analyzer(HP4145B)를 사용하여 측정하였다.

## 3. 실험 결과

그림 2는  $\text{SF}_6$ 가스의 유입량에 따른 박막의 증착율을 나타낸다. RF-Power를 300W로 고정하고  $\text{SF}_6$ 의 유입량을 0~60SCCM에 이르기까지 증가시켰다.  $\text{SF}_6$ 의 증가에 따라 증착율은 감소하며 이것은 증착과 동시에 불화물에 의해 발생하는 Etching으로 생각되어 진다. 그림 3, 4는 각각  $\text{SF}_6$ 의 유입량에 따른 박막의 굴절률과 유전상수의 변화율을 나타낸다. 굴절률은  $\text{SF}_6$  유입량을 증가시키에 따라 감소하며, 유전 상수의 변화는  $\text{SF}_6$ 의 유입량이 증가함에 따라 유전상수는 3.3까지 감소했다. 그 원인은 Si-F의 결합이 Si-O의 결합보다 단단하게 결합되었기 때문에 적은 분극

율을 가져 유전상수의 감소에 주된 원인으로 생각되어 진다. 그림 5에 박막의 FT-IR 흡수 스펙트럼을 보인다.  $1061\text{cm}^{-1}$ 과  $815\text{cm}^{-1}$ 에서의 흡수 피크들은 Si-O결합 위에 대응되어짐을 잘 볼 수 있다. Si-F결합의 흡수 피크들은  $930\text{cm}^{-1}$ 주위에서도 나타냈다. 이 피크들은  $\text{SF}_6$ 의 양이 증가됨에 따라 증가했다. Si-O결합의 피크 위치가  $\text{SF}_6$ 의 유입량이 증가함에 따라 보다 높은 wave number로 이동된다. 그림 6은 실험중에서 찾은 최적조건( $\text{SF}_6$ :30SCCM, 기판온도  $400^\circ\text{C}$ , RF-Power 500W)에서 얻은 전형적인 1MHzC-V 특성이다. 축적에서 반전상태까지 변화하고 있으며 양호한 계면특성이 얻어짐을 알 수 있다. 그림 7은  $\text{SF}_6$ 의 주입 유무에 따른 I-V특성 그래프를 나타내었다.  $\text{SF}_6$ 의 양은 50SCCM인 경우이다. 그림에서 보듯이  $\text{SF}_6$ 를 넣은 막은 넣지않은 막에 비해 누설전류가 거의 1/10정도로 감소함을 알 수 있으며 이는 층간 절연막으로 응용하는데에는 특성이 개선되는 유용한 것이다.

## 4. 결론

TEOS를 사용한 RPCVD에  $\text{SF}_6$ 가스를 추가함에 의해 낮은 유전 상수(3.3)를 가진 새로운 박막을 얻을 수 있었다.  $\text{SF}_6$ 첨가 SiOF막의 절연성은 넣지않은 막에 비해 개선되었으며 양호한 계면 특성을 얻을 수 있었다.

## 참고문헌

1. T. Usami, K. Shimokawa, and M. Yoshimaru, "Low Dielectric Constant Interlayer using Fluorine Doped Silicon Oxide", Ext. Abs. of 1993 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials, p161
2. T. Homma and Y. Marno, "A New Interlayer Dielectric Film Formation Technology using Room Temperature Flow CVD", Proc. IEEE VLSI Multilevel Interconnection Conference (V-MIC) (1993) p71

3. Byoung-Gon Yu, Jin-Gun Koo, Hyung-Joun Yoo, Je-Deok Kim and Kwang-Ho Kim, "Effect of SF<sub>6</sub> Gas on Metal Dielectric Films Formed By Remote Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition.", Proc. IEEE VLSI Multilevel Interconnection Conference (V-MIC) (1995) p119

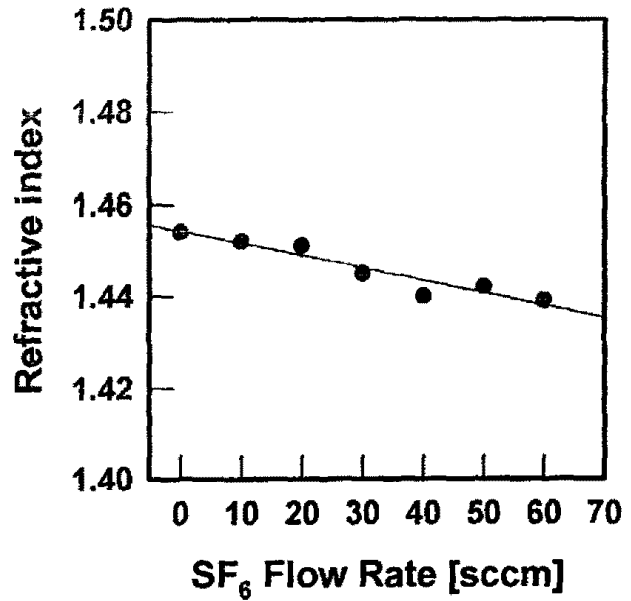


그림 3. SF<sub>6</sub>가스량 변화에 대한 굴절율 변화.

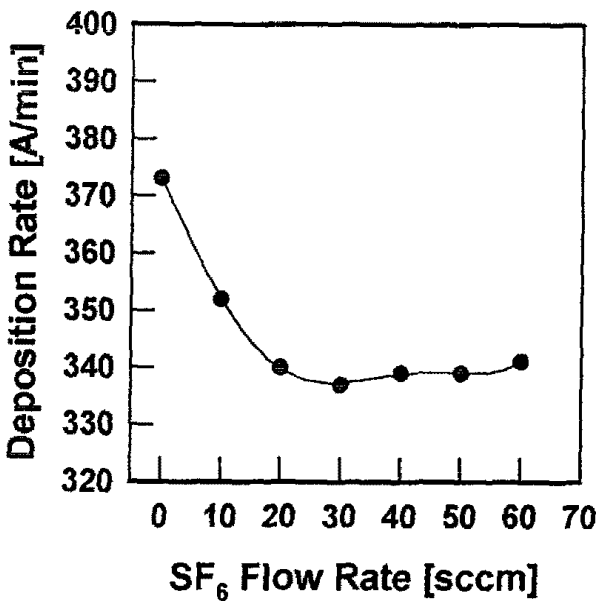


그림 2. SF<sub>6</sub>가스량 변화에 대한 증착율 변화.

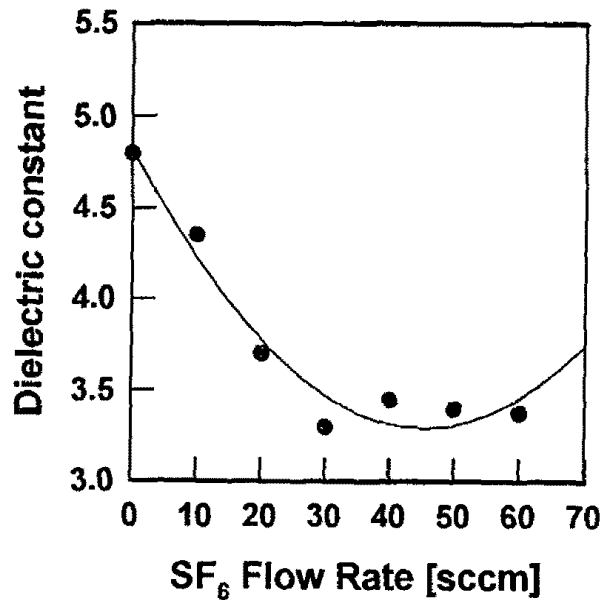


그림 4. SF<sub>6</sub>가스량 변화에 대한 유전상수 변화.

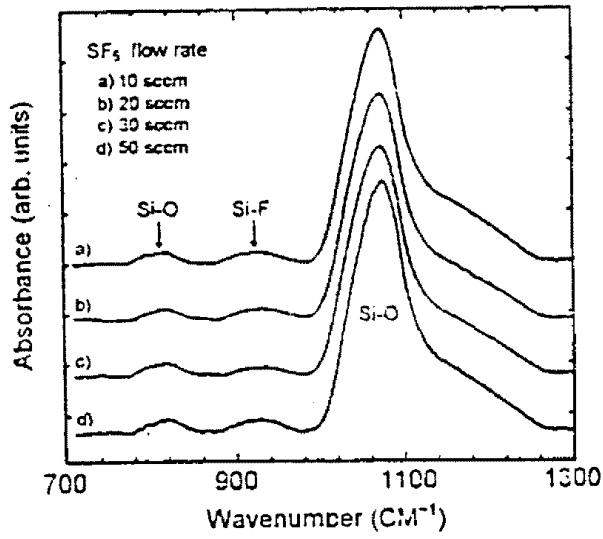


그림 5. SF<sub>6</sub>가스량 변화에 대한 SiOF박막의 FT-IR 흡수 스펙트럼.

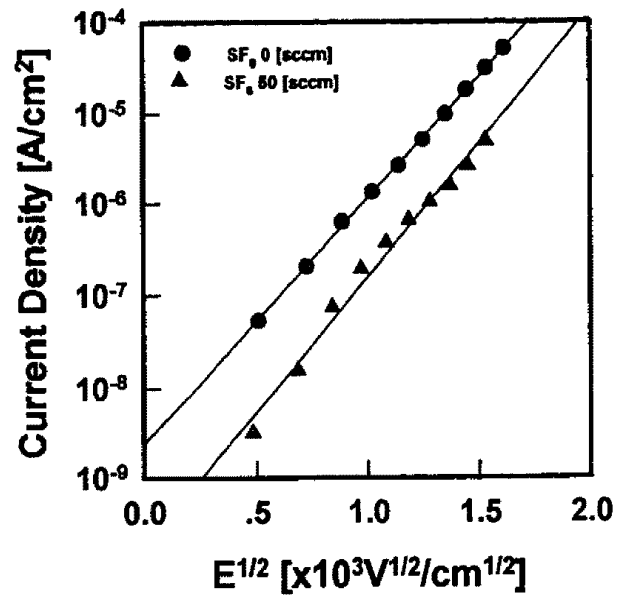


그림 7. SiOF박막의 I-V특성(전계-전류밀도).

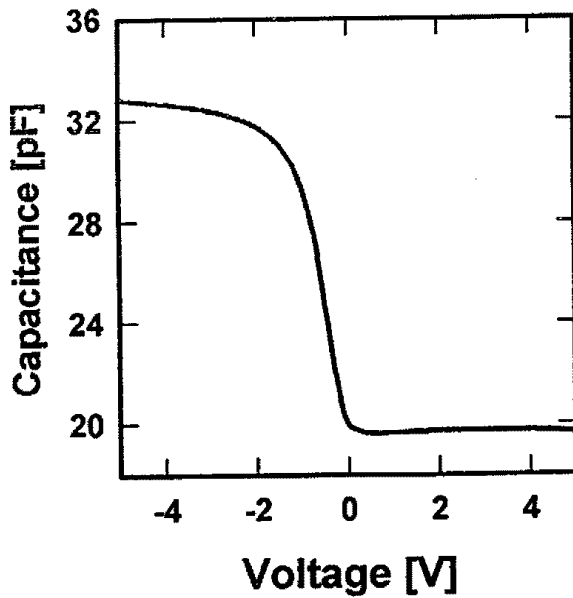


그림 6. SiOF박막의 C-V특성(1MHz).