

ALD 방법으로 Si(100) 기판에 증착한 HfO<sub>2</sub> 게이트 유전박막의 특성  
(Characteristics of HfO<sub>2</sub> gate dielectric films deposited on Si(100)  
substrates using atomic layer deposition method)

호서대학교 김좌연, 이희환, 채상훈  
IPS 이상진, 이상규  
세종대학교 박경순

1. 서론

Device 크기가 점차로 줄어들고 Wafer가 대면적화 됨에 따라 0.16  $\mu\text{m}$ 이하의 design rule을 사용하는 1Gb 이상에서의 메모리 소자를 실현하기 위하여 공정상의 여러 문제점을 해결하여야 한다. 이들 여러 문제 중 현재 사용하고 있는 gate dielectric 물질인 SiO<sub>2</sub>는 1.5-2.0nm 두께가 필요하며 이때에 tunneling 현상에 의한 누설전류가 문제가 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 고유전율을 갖는 열적으로 안정되고, Si와 안정된 유전체 박막 개발이 필요하다. 본 연구에서는 현재 주목받고 있는 물질인 HfO<sub>2</sub>를 monolayer 정도까지 조절할 수 있는 atomic layer deposition 기술로 증착하여 구조적, 전기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

Hf source로는 Hf-t-butoxide를 사용하였으며 source delivery는 버블링 방법을 사용하였고, 이 때 Ar gas를 캐리어gas로 사용하여 챔버 내까지 유동시켰으며 O<sub>3</sub>를 반응 source로 사용하였다. Gas의 유량은 Hf source는 230sccm, Ar gas는 230sccm, O<sub>3</sub> gas 350sccm, purge는 230sccm으로 하여 wafer 온도를 변화시키면서 증착하였다. 증착된 박막은 증착속도와 균일도, 구조분석, 화학적 결합 등을 조사하였고, 30nm 증착된 HfO<sub>2</sub> 박막위에 Pt 전극을 -1 $\mu\text{m}$  증착하여 전기적 특성을 조사하였다.

3. 실험결과

박막 두께와 증착 균일도의 상태는 source 온도가 증가함에 따라 박막의 증착속도는 증가하였으며 증착 균일도는 60°C에서 가장 우수한 것으로 나타났다. Wafer 온도에 따른 증착속도는 온도가 증가함에 따라 증가하였고 증착 균일도는 온도가 낮을수록 우수한 결과를 보였다. XRD 결과에서는 예상대로 결정성의 peak는 거의 나타나지 않았으나 2 $\theta$ =31°와 35°에서 약한 Peak가 있는 것으로 보아 약간의 결정성을 가지고 있으며 이들 결정은 분석결과 HfSi나 Hf<sub>5</sub>Si<sub>4</sub>의 결정인 것으로 예상된다. Auger 결과에서는 Carbon Content가 많이 나왔다. RBS 결과에서 Hf와 O의 비는 29.70:70.30으로 나타나 있으며, 이들 조성의 비가 1:2 정도에 접근하고 있다. HfO<sub>2</sub> 층과 Si 기판 사이에 SiO<sub>2</sub> 층이 존재함을 감안하면 조성은 HfO<sub>2</sub> 화합물이 되기에 적당한 조성을 나타내고 있다. C-V 곡선은 일반적인 특성을 보이고 있었다. 유전상수 값은 계산결과 19 정도로 계산되었으며 HfO<sub>2</sub> 박막과 Si substrate 사이에서 자연산화막 두께를 감안하면 bulk HfO<sub>2</sub>에서의 유전상수가 19 보다 높을 것으로 예상된다. I-V 곡선에서 누설전류 값은 8x10<sup>-6</sup>A/cm<sup>2</sup> 정도로 나왔다.

4. 참고문헌

1. M. I. Yu, Thin Solid Films 7, (1993) 225
2. J. R. Creighton, Surface Sci. 267, (1990) 234
3. A. Koukitu, A. Saerusta, M. Kitho, Y. Ikeda, H. Seki, Jpn. J. Appy. Phys. 29, (1990) L2165.
4. Y. Wu, T. Toyoda, Y. Kamakami, S. Fujita, Jpn. J. Appy. Phys. 29, (1990) L727