

**플라즈마 화학기상증착법으로 증착시킨 게이트 유전체용
하프늄 옥사이드의 특성평가
(Characterization of Hafnium Oxide Gate Dielectric Deposited
by Plasma-Enhanced Metalorganic Chemical Vapor Deposition)**

충남대학교 최규정, 신응철, 윤순길

실리콘 산화막은 1960년대 이후로 metal oxide semiconductor field effect transistor (MOSFET)의 게이트 산화막으로 사용해 왔다. 그러나 소자의 크기가 줄어들면서 게이트 산화막으로써 SiO₂는 여러 가지 물리적 한계에 직면하게 되었다. SiO₂의 경우, 1 V의 인가전압에서, 두께가 35 Å에서 15 Å으로 두 배가 줄어들면 누설전류밀도는 $1 \times 10^{-12} \text{ A/cm}^2$ 에서 $1 \times 10 \text{ A/cm}^2$ 로 12차수 증가한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 유전상수가 높은 high-k 재료가 대두되었으며, 이러한 재료를 사용하는 기본적인 아이디어는 tunneling 누설전류를 줄이기 위해 박막 두께를 늘리고, SiO₂의 direct tunneling 한계 아래로 equivalent oxide thickness (EOT)를 scaling down 하는 동안 신뢰성을 향상시키는 것이다.

현재 high-k 재료로 많은 연구가 진행되어지고 있는 HfO₂와 ZrO₂는 Si에 직접 접촉되었을 때 열적으로 안정하다. 특히 HfO₂는 높은 유전상수(~30), 높은 생성열(271 kcal/mol)과 비교적 높은 밴드갭 gap (5.86 eV) 을 가진다. 또한 HfO₂은 높은 밀도(9.68 g/cm³) 때문에 계면에서 불순물 확산 및 상호혼합의 저항성이 매우 높다.

지금까지, HfO₂ 박막은 dc magnetron sputtering에 의해서 연구되어지고 있다. 본 연구에서, HfO₂ 박막은 plasma enhanced metalorganic chemical vapor deposition (PEMOCVD) 방법으로 Si(100) 기판 위에 300°C에서 증착하였다. 박막의 물리적 특성과 전기적 특성은 열처리 분위기와 온도에 따라 평가하였다.

HfO₂ 박막은 PEMOCVD 방법으로 Si(100) 기판 위에 300°C에서 증착하였다. 웨이퍼의 자연 산화막은 2.5% HF를 사용하여 세정하였으며, 세정 후 HfO₂ 박막의 증착 및 급속열처리를 하였다. 전기적 특성을 측정하기 위하여 Pt 전극은 dc sputter방법으로 증착, 패턴 그리고 100°C에서 aqua regia solution (1HNO₃:9HCl:10H₂O)으로 에칭하였다. MOS (Pt/HfO₂/Si) 구조의 커패시터 면적은 $3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$ 이다. 투과전자현미경을 이용하여 박막의 두께를 결정하였다. 전기적 특성으로는 Capacitance-Voltage와 누설전류밀도를 측정하였다.