

스퍼터링 방법으로 증착한 RuO<sub>2</sub> 박막의 구조 및 전기적 특성

조광래, 임원택, 이창호

한양대학교 물리학과

RuO<sub>2</sub> 박막은 전이금속으로서 rutile 구조이며, 넓은 온도 영역에서 금속성의 전기전도도를 나타내고, 700도 이상의 높은 온도에서 열적 안정성을 갖는 물질이다. 이러한 특성 때문에 RuO<sub>2</sub> 박막은 실리콘 디바이스에서 배선, 게이트 전극, 확산 장벽 등에 응용가능성이 높은 물질로 각광을 받고 있다. 특히 다결정 RuO<sub>2</sub> 박막은 DRAM (dynamic random access memory) 내의 강유전성 축전기의 전극으로서 유망한 물질이다. 지금까지 이러한 응용분야에 사용된 전극물질은 Pt 금속이었다. 그러나 이러한 금속전극은 Si, 산소 그리고 강유전체의 구성물질 등과의 상호확산, Pt 표면의 hillock의 존재로 생기는 전기적 단락, 기판과의 나쁜 점착성, 어려운 에칭 프로세스 등의 단점을 가지고 있다. 더욱 더 심각한 문제는 Pt/ferroelectric/Pt 구조에서 나타나는 aging과 fatigue인데, 이는 10<sup>8</sup> 사이클 이후에 스위칭 가능한 잔류 polarization 의 감소를 유발하게 된다.

최근 Berstein은 Pt 대신에 RuO<sub>2</sub>를 사용함으로써 강유전체 축전기에서의 fatigue 현상을 크게 감소시켰다고 보고 한 바 있다. Burstill도 RuO<sub>2</sub> 가 실리콘 표면과 유전체 물질 사이에 어떠한 상호 확산도 일어나지 않음을 보였다.

그러나 이러한 연구 결과에도 증착조건과 RuO<sub>2</sub> 박막의 특성에 관한 상호 관계가 충분히 연구되지 않고 있다. 더욱 더 좋은 강유전성 박막을 만들기 위해서는 이러한 박막 전극에 대한 상세한 연구가 반드시 필요하다고 본다.

RuO<sub>2</sub> 박막은 실리콘 기판 위에 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 증착하였다. 사용한 타겟은 2 인치의 직경을 가지는 CERAC 사에서 제작한 Ru이다. 초기 진공은 10<sup>-6</sup> Torr 이하였고, 고주파 전력은 20~80W 까지 변화시켰다. 반응성 스퍼터링을 하기 위해 아르곤과 산소를 주입하였고, 산소/(산소+아르곤)의 비율 변화시켰다. 기판의 온도와 증착압력은 각각 상온에서 500도까지, 5mTorr에서 100mTorr 까지 변화시켰다.

RuO<sub>2</sub> 박막의 결정성을 조사하기 위해 XRD, 표면 형상과 단면을 조사하기 위해 SEM을 사용하였다. 박막의 비저항을 조사하기 위해 4-단자법, van der Pauw 방법을 사용하였다.

RuO<sub>2</sub> 박막은 증착압력이 높을수록 비저항은 높아지고, 두께는 감소하였다. 특히 100mTorr에서는 작업가스와 스퍼터된 입자사이의 심각한 산란 때문에 아예 증착이 이루어지지 않았다. RF 전력이 증가할수록 비저항이 낮아졌다. 이는 두께에 의존하는 결과이며 전형적인 금속박막에서 나타나는 현상과 유사함을 알 수 있었다. 기판온도와 작업가스의 산소 분압이 높을수록 비저항이 감소하였다. 이러한 사실은 성장한 박막의 결정구조와 밀접한 관련이 있음을 보여준다.