

조 훈 영

동국대학교 물리학과

〈초록〉

p-type Si(100) Metal-Oxide-Semiconductor (MOS) 구조에서 산화막과 실리콘 사이의 계면상태 및 결함상태를 Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy(ICTS)방법을 이용하여 조사하였다. 특히 Plasma를 이용한 수소화이후 이 구조의 계면상태와 결함상태의 변화를 연구하였다. 상온에서 수소화한 MOS 구조의 경우 결함상태의 농도가 급속히 감소함을 알 수 있었다. 이 구조에서 나타나는 모든 결함상태의 농도가 급격하게 감소하는 반면에, 수소화에 의한 새로운 깊은준위 결함상태도 관측되었다. 이 깊은준위 결함상태는 가전자대 위로부터 0.38 eV 위치에 존재하였으며, 열적으로 안정된 결함상태로서, 해리에너지가 2.15 ± 0.05 eV 이었다. 수소화이후 나타난 이 결함상태는 수소 플라즈마에 의해 구속된 Si원자가 수소원자와 결합하여 outdiffusion함으로 나타난 결함상태로 생각된다.

I. 서 론

반도체나 절연체 재료등의 표면이나 계면구조 및 특성에 지대한 영향을 미치는 것 중의 하나가 수소원자이며, (1,2) 이 수소는 반도체 공정중에서 반드시 도입되며, 이렇게 도입된 수소원자는 소자 제작시 비정상적인 거동 뿐만 아니라 소자효율에 직접적인 영향을 줌으로서 이러한 재료 등의 표면이나 계면구조 및 소자특성에 지대한 영향을 미치는 것 중의 원인이 된다.(3) 이 수소원자는 반도체 뿐만 아니라 금속 및 절연체에도 쉽게 도입되어 물질의 embrittlement 및 결함(계면)상태 형성 등으로 인해 MOS 소자 및 광소자의 전기·광학적 효율을 지배한다.(4,5) 특히 수소원자는 주로 물질의 표면과 계면을 통하여 쉽게 도입되기 때문에 이들의 거동을 이곳에서 연구하는 것이 중요하다. 연구에서는 수소원자가 Metal-Oxide-Semiconductor (MOS) 구조의 계면에서 결함상

태와의 상호작용을 보고하며, 수소원자에 의해 생성된 결함상태를 분석할 것이다.

II. 실험 방법

시료는 (100) 방향의 실리콘 기판(p형, $\rho = 30-100 \Omega \cdot cm$)위에 실리콘 산화막을 190 Å 정도 Dry성장법으로 제작하였다. 시료는 190 Å의 SiO₂를 성장시킨 후 MOS를 구성하였으며, 수소화 처리는 Remote Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition (RPECVD) 방법으로 30℃에서 1시간 동안 처리하였으며, 이 때의 Radio Frequency(RF) Power Density는 0.06 Wcm⁻²이었고, 이 시료를 다시 Ar 분위기에서 250-400℃로 열처리를 하였다.

III. 결과 및 토의

그림 1 (a)는 수소화이전의 시료의 ICTS 신호이다. 이 그림에서 2 sec와 200sec 위치에서 신호가 나타났으며, 이들의 활성화 에너지와 포획 단면적은 각각 0.51eV와 $4.7 \times 10^{-16} cm^2$, 0.60 eV 과 $1.2 \times 10^{-15} cm^2$ 이었다. 이 R1과 R2 신호는 소자 제작시 생성된 계면상태에 관련된 것으로 보이며, 실리콘 밴드갭 중앙 부근에 분포되어 있다.

위 시료를 상온에서 수소화처리한 시료의 ICTS 신호를 그림 1 (b)에 나타내었다. 이 그림에서 2(R2) sec 와 200(R1) sec에서 나타난 신호들은 수소화를 통해 그 신호의 크기가 약 10 배이상 감소되었으나, 0.001 sec에서는 또 다른 신호 R5가 관측되었다. 이 R5신호의 깊이에따른 분포를 알아보기위해 bias를 증가하면서 ICTS를 측정한결과 bias가 +1V 까지 증가함에 따라 계면 상태밀도는 급격히 감소하였다. 이 것은 R5 신호가 계면근처에 많이 분포함을 의미하며 수소화 에 의한 영향으로 생성된 신호로 해석할 수 있다.