

ZnO/금속 접합간의 표면상태 분석

Investigation of Surface State in ZnO/Metal Contact

강수찬, 정두찬, 신무환
명지대학교 무기재료공학과

광학적 투명전극 및 능동소자의 응용소재인 ZnO에 관하여 활발한 연구가 진행되고 있지만, 이 소재의 외부 불순물에 의한 표면상태나 이로 인한 접촉저항에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 소자의 이상적인 작동을 위해 필수적인 금속과 ZnO 접합간의 표면상태에 관해 분석하였다. 펄스 레이저 증착법(Pulsed Laser Deposition: PLD)을 이용하여 두께 약 3 μm 인 고품질의 에피택셜한 ZnO 박막을 사파이어 기판위에 증착시키고, 금속화 공정 이전에 ZnO 표면층의 간단한 cleaning을 실시한 후, 열 증착기를 이용하여 두께 3000 Å의 Au를 증착하였고, 전자빔 증착기를 통해 Au와 동일한 두께의 Ti 금속을 증착하였다. 증착시 새도우 마스크를 이용하여 원하는 직사각형의 TLM(Transmission Line Method) 패턴을 얻었다. 이때 패턴의 크기는 $500 \times 200 \mu\text{m}$ 이며 일련의 패턴들이 150 ~ 390 μm 사이의 거리를 두고 한 세트를 이루게 하여 접촉 패턴의 거리에 따른 접촉저항의 변화를 조사하였다. 금속/ZnO 접합에 대한 열처리 는 미리 가열된 튜브형 furnace에서 as-dep., 400 $^{\circ}\text{C}$, 600 $^{\circ}\text{C}$, 800 $^{\circ}\text{C}$, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 의 서로 다른 열처리 온도에서 20 분 동안 수행하였고, 열처리 동안에는 Ar(99.999 %)을 흘려주었다.

금속/ZnO 접합간의 특성 분석을 위하여 전류-전압 측정기(HP 4145B PA meter)로부터 접촉저항 및 접촉고유저항을 구하였고, 접촉저항에 미치는 열처리 효과에 따른 표면의 원소 조성 및 화학적 결합 상태를 관찰하기 위하여 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)를 통한 표면 및 계면상태를 분석하였다. 열처리 온도가 증가함에 따라 Au/ZnO 시편의 경우에는 접촉저항이 증가하는 경향을 보였고, Ti/ZnO 시편은 400 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 열처리 온도에서 접촉저항이 계속 증가하였다. 이는 시료에서 검출되는 탄소와 산소의 atom%가 열처리 온도가 증가함에 따라 증가하여 이러한 불순물이 소재표면에 화학적인 흡착을 하게되어, 표면에 결함(defects)이 발생하고 전자적으로 표면상태를 형성하여 페르미 준위의 pinning을 유발하여 전자의 이동도를 현격히 감소하게 하는 trap center로서 작용하고, 페르미 준위가 VBM(Valence Band Maximum)쪽으로 이동함에 따른 band bending의 증가로 포텐셜 장벽의 크기가 증가하였기 때문이다. Ti 금속 접합은 600 $^{\circ}\text{C}$ 이상에서 페르미 준위가 온도의 상승에 따라 VBM쪽으로 이동하다가 재고정되어 더 이상의 band bending이 일어나지 않았다.