

마그네트론 스퍼터링을 이용한 초박막 Ag, Cu 금속 박막의 열처리에 따른 물질 특성 변화

Characteristics of Ag, Cu films deposited by magnetron sputtering after the annealing temperature

최민승<sup>a\*</sup>, 강세원<sup>a</sup>, 김동호<sup>b</sup>, 이진환<sup>b</sup>, 송풍근<sup>a</sup>

<sup>a</sup>부산대학교 재료공학과(E-mail:minbinkiki@naver.com), <sup>b</sup>한국기계연구원 부설 재료연구소 (KIMS)

**초 록:** DC 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 열처리 온도 변화에 따른 금속 박막의 물성 변화 및 특성 분석을 위해 유리 기판 위에 박막의 두께 10 nm로 증착하여 열처리 공정을 진행하였다. 상온에서 Ag 박막의 비저항은 평균  $6.9 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 로 Cu 박막의  $4.9 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 보다 낮은 전기 전도성을 가지는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 Ag 박막은 열처리 온도의 증가와 관계없이 전기전도성에 대한 큰 차이가 없으나 Cu 박막의 경우 열처리 온도 150°C에서  $2.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 로 비저항의 변화를 가졌다. 광학적 특성으로 Ag 박막은 58%에서 42%로 감소하는 반면 Cu 박막은 50%에서 75%이상의 광 투과도를 가지는 것을 확인 하였다.

1. 서론

투명 전도성 산화물(TCO)은 광을 소자에 이용하기 위해 투명성과 전기적 신호를 전달하기 위한 전도성을 동시에 겸비하는 소재로써 박막태양전지, LCD(liquid crystal display), OLED(Organic light emitting devices), 터치 패널 등 여러 분야에 걸쳐 다양한 연구가 진행 중에 있다.[1] 대표적인 투명전극 재료인 ITO박막은 n-type 반도체로서 넓은 밴드갭을 가지며 가시광 영역에서 우수한 투과율을 가진다. 금속전극인 경우 높은 전기 전도성을 가지며 공정시간이 빠르며 가격이 저렴하다.

하지만 ITO의 경우 금속전극보다는 전기전도성이 낮으며, 높은 증착 온도가 요구되기 때문에 기판 사용의 제약이 따르고, 희소한 인듐 자원의 고갈로 인해 높은 가격상승의 원인에 있다.[2] 금속전극 또한 낮은 투과율과 내구성으로 인해 이를 대체할 고 투과 및 고 전도성의 전도막 개발 연구가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 Ag, Cu의 금속 타겟으로 마그네트론 장비를 이용해 10 nm로 증착한 뒤, 대기 중에서의 열처리 공정을 통해 박막의 전기적 특성, 광학적 특성 및 미세구조의 특성 변화를 관찰 및 비교 분석 하였다.

2. 본론

본 연구에서는 마그네트론 스퍼터링 장비를 이용하여, 전력의 공급원으로 DC전압을 이용해 30, 50, 70 100 W의 다양한 파워로 박막의 두께가 10 nm 고정 하였다. 열처리 공정으로는 대기 중에서 100, 150, 200°C로 온도를 변화하였으며, 30분 승온하고 30분간 유지하는 열처리 공정을 진행하였다.

Ag의 박막은 Cu 박막 보다 높은 캐리어 농도와 이동도로 인해 전체적으로 낮은 전기적 특성을 가졌다. 특히 열처리 온도 150°C에서 100 W의 Cu 박막은 66%의 투과율과  $2.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항을 가졌다. 열처리 전 투과도의 특성을 확인해 본 결과 두 재료 모두 금속과 같은 높은 캐리어 농도를 가지고 있어 Ag의 박막은 58%, Cu의 박막은 50%의 낮은 투과율을 가졌다. 열처리의 온도가 증가할수록 Ag 박막의 투과도는 점차 감소하는 반면 Cu 박막은 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 두 금속 박막은 두께가 10 nm의 얇은 박막으로써 각 박막의 회절 피크를 관측 할 수 없었다.

3. 결론

10 nm의 얇은 금속 박막을 다양한 파워로 증착한 두 박막 시편 모두 파워 의존성에 대한 전기적 특성 차이는 크게 나타나지 않았다. 하지만 전기적, 광학적 및 미세구조의 물성 변화는 열처리의 온도에 대한 의존성을 크게 보였다. Ag 박막의 경우 열처리 온도가 변화함에 따라 금속입자들의 응집 현상으로 고립된 섬 형태의 구조로 기인하여 거친 표면의 형태를 가지며 광 산란으로 인해 투과도의 저하를 가져왔으며, Cu 박막의 경우 열처리의 온도가 증가할수록 표면으로부터 산소 확산이 진행되어 투과도가 증가했을 것으로 사료된다. 특히 열처리 온도 150°C에서 Cu의 박막은 높은 투과율과 전기전도성을 가지는 것으로 확인되므로 산소의 유량을 최적화하여 열처리 공정을 하면 높은 투과율과 전기전도성이 개선 될 것으로 예상된다.

참고문헌

1. C.Y. Kim and D.H. Rui, Thin solid Films, 519 (2011) 3081-3085  
 2. M. Ait Aouaj, R. Diaz, A. Belayachi, F. Rueda, M. Adb-Lefdil, Materials Research Bulletin 44 (2009) 1458