

### 은 나노와이어를 사용한 스트레처블 전극 연구 Stretchable Electrode using Silver Nanowire

최주연<sup>a,b\*</sup>, 정성훈<sup>a</sup>, 김효정<sup>b</sup>, 김도근<sup>a</sup>

<sup>a</sup>재료연구소 표면기술연구본부(E-mail:dogeunkim@kims.re.kr), <sup>b</sup>부산대학교 유기소재시스템공학과

**초 록:** 신축성 디바이스는 다양한 디자인을 적용할 수 있고 형태에 대한 제약을 최소화 할 수 있어 수요가 점점 증가하고 있다. 신축성 디바이스의 핵심인 신축 전극에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 물결무늬나 코일 형태의 금속 전극, 탄소 소재를 사용한 전극, 하이드로겔 전극 등이 연구되었다. 하지만 이러한 방법들은 공정과정이 복잡하거나, 변형시 전기적 저항 변화가 크다. 또한 단일 소재를 활용한 신축성 전극은 물질적인 한계로 인하여 신축성을 향상시키는 데 한계가 있다. 신축 전극에 많이 사용되는 은 나노와이어는 용액에 분산되어 있어 공정이 쉽고, 좋은 전기적 특성을 가지는 소재이다. 은 나노와이어는 네트워크 형태로 얽혀있어 신축성 있는 배선의 재료로써 좋은 역할을 할 것으로 기대하지만, 은 나노와이어만 사용하여 제작한 배선은 늘렸을 때 나노와이어들 간의 접촉 불량으로 저항이 증가한다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 배선을 형성하고 있는 금속 나노소재 간 전기적 접촉을 향상시키기 위해 은 나노와이어와 은 나노입자를 섞어 하이브리드 잉크를 제작하여 전극을 형성했다. 하이브리드 잉크로 제작한 전극을 신축성 있는 고분자에 함입하여 신축률에 따른 저항을 평가했다. 175°C에서 열처리한 전극을 5% 늘렸을 때, 단일 소재인 은 나노와이어나 은 나노입자만을 사용한 경우는 전극이 끊어지거나 저항이 175%나 증가했지만, 하이브리드 잉크를 사용했을 때는 16.5% 증가했다.

### 스퍼터링법으로 증착된 몰리브덴 및 텅스텐 박막의 잔류 응력 제어 Residual stress control in sputter-deposited molybdenum and tungsten thin films

최두호<sup>a\*</sup>

<sup>a\*</sup>동의대학교 신소재공학과 (E-mail: dhchoi@deu.ac.kr)

**초 록 :** 스퍼터링에 의해 증착된 박막 내 기계적 응력 발생 현상을 규명하기 위하여 활발한 이론적, 실험적 접근이 있었으나, 복잡한 플라즈마 증착환경 내에서 다양한 증착 파라미터로 인해 정확한 응력 발생 메커니즘에 대해 아직도 완벽한 규명이 되지 않은 상황이다. 본 연구에서는 몰리브덴 (Mo)과 텅스텐 (W) 박막을 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 증착 시 발생하는 잔류응력 발생 현상에 대해 논의하겠다. Mo 박막의 경우 증착압력을 2.5 mTorr와 4.1 mTorr로 고정시킨 채 기판 바이어스를 0-250 V 간격으로 변화시킨 결과, 2.5 mTorr에서는 기판바이어스가 증가할수록 압축응력이 증가하는 반면 4.1 mTorr에서는 기판바이어스가 증가할수록 인장응력이 증가하는 것이 확인되었다. 이러한 반대 경향의 잔류응력을 발생시키는 기판 바이어스 효과를 확인하기 위하여 증착 파라미터 변경에 따른 박막 성장 거동 모델을 제시한다. W 박막은 준안정상인  $\beta$ -상이 증착 초기(2.5 nm)에 형성이 되고, 증착 과정에서 열역학적 안정상인  $\alpha$ -상으로 상변태 하였다. 상변태에 의한 부피 변화에 따른 잔류응력 발생의 분석을 위하여 X-ray 회절피크의 비대칭성을 분석한 결과 압축응력과 인장응력이 공존하고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구결과는 스퍼터링 공정 시 높은 에너지를 가지는 중성화된 Ar과 스퍼터된 원자가 기판과 충돌 시 atomic peening effect에 의해 압축응력이 발생한다는 일반적인 이론과 상충되는 결과로서, Mo 및 W 박막 내 잔류응력 제어를 위한 방안을 제시한다.