

## Improved conductivity of transparent single-wall carbon nanotube-based thin films on glass

민형섭, 최원국, 김상식<sup>1</sup>, 이전국<sup>†</sup>

한국과학기술연구원 광전자재료센터; <sup>1</sup>고려대학교 전자전기공학과  
(jkleemc@kist.re.kr<sup>†</sup>)

차세대 디스플레이용 전극 재료는 투명하면서도 낮은 저항값을 가져야 하는 투명 전극 재료로 금속, 금속산화물, 전도성 고분자, 탄소재료 등을 들 수 있다. 금속재료는 전도도는 우수하지만, 낮은 투과도로 투명전극 재료로 적절하지 않고, 대표적인 금속산화물 재료인 indium tin oxide (ITO)의 경우, 우수한 투과성과 낮은 면저항을 기반으로 차세대 디스플레이용 전극으로 현재 사용되고 있다. 하지만 ITO 박막은 휘거나 접을 때 기계적 안정성이 취약한 문제점을 나타내고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 전도성과 탄성계수가 높고, 저온에서 대면적 공정이 가능한 CNT를 투명 박막 전극 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 투명전극 제조시, 탄소 나노튜브 간의 van der waals 인력에 의한 응집 현상으로 인한 분산의 불안정성과 분산제 사용으로 인하여 탄소 나노튜브 박막전극의 전기적, 광학적 특성이 저하를 야기한다.

이에 본 실험에서는 아크 방전 공정으로 합성한 SWCNT 분산액을 사용하여 spray coating 방법으로 glass 위에 박막을 형성하였다. SWCNT 투명 박막 전극 위에 DC sputtering을 이용하여 얇은Ni를 도포한 후, 450~500°C, ethylene gas 분위기의 thermal CVD방법으로 Carbon NanoFibers (CNFs)를 생성시킴과 동시에 분산제를 burning out하였다. CNF 성장 전후의 투명 박막의 전기적 특성은 four point probe를 이용하여 면저항과 UV-vis 장비를 이용하여 가시광선 영역에서의 광학적 투과도를 측정 비교하였다.

**Keywords:** Transparent conductive film, SWCNT, Spray coating

## 광폭 노즐을 사용한 저온분사 공정시 분사 기판면에서의 입자속도분포 예측

박혜영, 박종인, 정훈제, 한정환<sup>†</sup>, 김형준<sup>1</sup>

인하대학교 신소재공학부; <sup>1</sup>포항산업과학연구원  
(jwhan@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

기존의 thermal spray coating은 분사시 가스와 입자가 높은 열을 동반하여 상대적으로 차가운 기판과의 충돌되는 과정에서 기판과 입자 사이에 열응력이 발생하게 되고, 이것은 코팅 특성을 저하시킨다. 또한 고온의 가연성 가스등의 사용으로 작업 시 안전문제 등의 단점이 있었다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 분사 시 운동에너지를 주로 이용하는 cold spray coating 공정이 개발되었다. 이 공정은 코팅 입자를 임계속도 이상으로 가속시켜 입자와 기판이 충돌시 소성 변형을 통해 적층되는 코팅기술이다. Cold spray coating공정은 상온 코팅이 가능하기 때문에 주입입자의 물성이 비교적 그대로 유지되고, 고온의 열로 인한 기판의 변질을 막을 수 있다. Cold Spray coating에서 주로 원형 노즐을 사용하나 본 연구에서는 분사 효율 향상을 위한 광폭노즐을 사용하여 코팅 시간 단축을 기대하고 있다. 임계속도 이상의 입자 확보를 위하여 노즐의 expansion ratio와 노즐 shape의 변화를 주어 그에 따른 노즐내의 유동장을 수치해석을 통해 계산하였다. 분사되는 출구면과 기판 사이의 입자 속도 분포를 해석하였고, 이를 통해 임계속도 이상의 속도를 갖는 유효 입자들의 분포 및 유효 분사 면적을 예측하였다. 또한, 기존의 원형 노즐과 광폭 노즐과의 유동장 비교 및 각 노즐 분사면을 분석하여 cold spray coating공정에서의 효율적인 노즐 형상을 디자인하였다.

**Keywords:** cold spray coating, critical velocity, particle behavior, numerical analysis, slit nozzle