

프린팅 가능한 ITO 전극

㈜ 디피아이솔루션스 이종우

1. ITO 나노입자 제조^{4,5}

Aqueous precursor 용액은 Indium nitrate와 tin chloride를 사용하며, 장비는 다음 그림 1과 같다. Precursor용액은 먼저 Ultrasonic atomizer(1.7MHz)에서 액적이 되고 건조한 아르곤 기체에 의해 diffusion flame burner로 이동된다. 연료로는 수소를 사용하며 산소와 공기를 산화제로 상용한다. 생성된 입자는 저온의 유리관 표면에 집진된다.

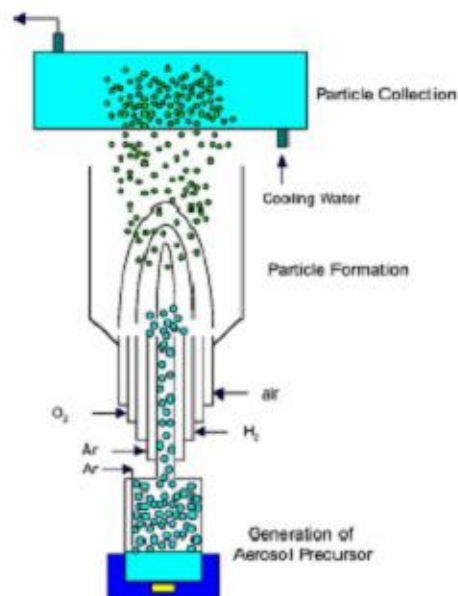


그림 1. 스프레이 방식의 나노입자 제조 장비

합성된 ITO 나노입자와 고분자 바인더를 첨가하여 코팅이 가능한 졸을 제조할 수 있으며, 코팅 가능한 코팅액의 제조방법은 2에 더욱 자세히 기술하였다.

2. ITO 코팅³

(1) ITO Sol의 제조

Indium nitrate anhydrous $\text{In}(\text{NO}_3)_3$ 와 tin acetate $\text{Sn}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ 를 ethylene glycol(EG)에 각각 3시간 동안 혼합하여 용액을 준비한 후 두 용액을 혼합하여 70°C에서 두시간동안 혼합하여 0.3M용액을 만든후 추가로 EG를 도입하여 0.1M로 희석한다. 용액을 코팅한 후 900°C에서 30분간 신터링하고 비활성 가스하에서 350°C로 30분간 어닐링하여 ITO필름을 제조한다.

ITO Sol을 이용하여 코팅하는 경우에는 두께를 두껍게 코팅하기 어렵기 때문에 single layer로 높은 전도도를 구현하기 어렵다.

(2) 결정화된 ITO 나노입자의 분산액 제조

입자 크기가 25nm이하인 ITO 나노입자 파우더를 에탄올에 분산시켜 25% 용액을 제조한다. 이렇게 제조된 ITO 나노입자 분산액을 이용하여 코팅을 하면 후막을 얻기에는 유리하나 입자간 접촉저항으로 인해 낮은 전도특성을 나타낸다.

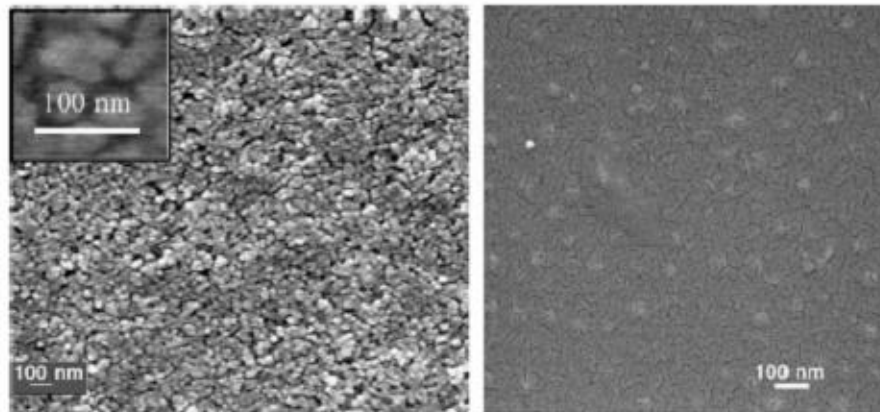


그림 1. ITO 필름의 표면특성 (좌: 분산액, 우: 졸)

3. 스크린 프린팅에 의한 ITO 전극 패터닝^{1,2}

ITO 페이스트는 Agmet Ltd, ESL(<http://www.esleurope.co.uk>) 사의 ESL #3050을 사용하였으며, 325 스테인레스 스틸 메쉬를 이용하여 20~30 μm 두께로 프린팅하였다. 크랙이 발생하지 않도록 150°C에서 15분간 건조후 600°C에서 60분간 결정화를 진행하였다.

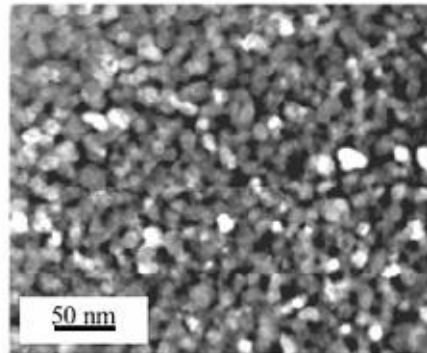


그림 1. 600 °C에서 40분간 결정화시킨 전극의 입자 크기

ITO 입자의 결정 크기는 결정화 온도에 따라 달라지며, 다음 표 1과 같다.

Temperature (°C)	500	550	580	600
Grain size (nm)	12.15	14.04	14.80	15.76

표 1. 결정화 온도에 따른 ITO 입자의 크기

스크린 프린팅에 의해 제조된 ITO 필름의 면저항은 다음 그림 2와 같다. 상온에서 면저항은 약 $2 \times 10^4 \Omega/\text{sq}$ 이며 온도가 높아짐에 따라 전도특성이 증가함을 확인할 수 있다. 스크린 프린팅된 ITO 필름의 경우 결정화를 유도하기 위하여 높은 온도에서 어닐링을 해야만 하며 면저항이 디스플레이용 전극으로 사용하기에는 너무 높은 단점이 있다.

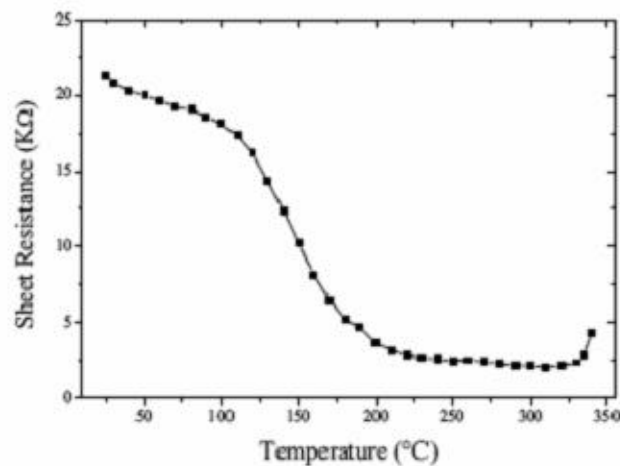


그림 2. 스크린 프린팅된 ITO 필름의 면저항

4. 참고 문헌

- 1) H.Mbarek, M.Saadoun, B.Bessais, *Phys.stat.sol.(c)*, 6, 1903 (2007)
- 2) H.Mbarek, M.Saadoun, B.Bessais, *Mat. Sci. Eng. C* 26, 500 (2006)
- 3) N.Al-Dahoudi, M.A.Aegerter, *Thin Solid Films*, 502, 193 (2006)
- 4) S. Hong, J. Han, *Current Applied Physics*, 6S1 e206 (2006)
- 5) H.D.Jang, C.M.Seong, H.K.Chang, H.C.Kim, *Current Applied Physics*, 6 1044 (2006)