

Low resistance ITO electrode grown by Roll-to-Roll sputtering system for flexible organic solar cells

최광혁, 조성우, 배정혁, 김한기†

금오공과대학교 정보나노소재공학과
(hkkim@kumoh.ac.kr†)

대체 에너지의 필요성과 플렉시블 광전소자의 기술진보에 따라 가볍고, 휴대하기 용이한 플렉시블 유기 태양광 소자의 관심이 증대되고 있다. 플렉시블 유기 태양광 소자의 제작을 위해선 고분자 기판 및 금속 박판 형태의 플렉시블 기판 위에 투명전극을 형성해야하기 때문에 저온 성막 기술이 필수적이며, 대량 생산 체제로의 요구에 의해 prototype의 batch 공정 보다 Rolling system에 의한 연속공정으로의 전극형성기술에 관심이 고조 되고 있다. 이에 본 실험에서는 자체적으로 제작된 Roll to Roll 시스템에 스퍼터 공법을 접목하여 Roll to Roll 스퍼터 시스템을 제작하였으며, 플렉시블 유기 태양광 소자 제작을 위해 전극으로 사용할 수 있는 ITO 전극을 PET 기판에 성막하고 그 특성을 관찰하였다. 제작된 Roll to Roll 스퍼터 시스템은 표면 기판 처리용 Ion gun 을 장착하였으며, 기판의 tension 조절을 위해 Roll 부분에 센서를 부착하여 PET 기판의 tension을 조절하였다. 또 한, 기판의 온도에 따른 전극의 손상을 최소화하기 위해 cooling drum을 장착하여 기판상의 저온 성막을 가능하게 하였고, 이러한 Roll to Roll 스퍼터 시스템을 이용하여 PET 기판 상에 태양전극용 고품위 ITO anode 박막을 성막 하였다. 최초 성막 시 Roll은 정지 상태로 기판을 고정된 채 전압을 100~500W로 변화시켰으며, 최적화된 전압에서의 유입된 Ar과 O₂의 조성비, 가스 유입속도, 작업압력 등의 조건 변화에 따른 ITO 박막의 특성을 분석하여 Roll to Roll 공정의 초기 최적조건을 확보하였다. 또한 Rolling 스피드를 변화시켜 각 조건에 따라 성막된 ITO anode 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성을 분석하였고 이에 따른 분석으로 Hall measurement, UV/Vis spectrometer, XRD, SEM 분석을 이용하였다. 상온에서 비정질 구조로 성막 되었음에도 불구하고, 최적화된 ITO 박막으로부터 25 Ohm/sq 이하의 낮은 면 저항 값과 가시광선 영역(500~550nm)에서의 83%이상의 광 투과도 값을 얻을 수 있었다. 또 한 최적화된 Rolling 스피드에서 $6.44 \times 10^{-4} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ 의 비교적 양호한 비저항 값을 얻을 수 있었고, 이 후 막 강성 테스트를 위한 Bending Test에서 1000회 이상에서 초기 저항을 유지하는 안정된 전극을 얻을 수 있었다. Roll-to-Roll 스퍼터를 이용해 최적화된 ITO 박막 상에 유기물 태양전지를 제작하고 그 특성을 분석하였다.

Keywords: Roll-to-Roll sputtering, ITO electrode

Highly flexible transparent amorphous IGZO semiconductor grown by dual target magnetron sputtering for the flexible thin film transistors

정진아, 김한기*,†

금오공과대학교 정보나노소재공학과; *금오공과대학교 정보나노소재공학과
(hkkim@kumoh.ac.kr†)

플렉시블 디스플레이의 개발이 증가됨에 따라 가벼우면서 휴대하기 용이하고 휘어지면서도 기능을 유지할 수 있는 플렉시블 투명 트랜지스터에 대한 관심이 날로 증대되고 있다. 본 연구에서는 차세대 비정질 투명 산화물 반도체로 알려진 비정질 인듐 갈륨 아연 산화물 (Indium gallium zinc oxide) 반도체 박막을 dual target 스퍼터 시스템을 이용하여 co-sputtering 방식으로 유리, PEN, Arylite 기판 상에 성막하였다. Co-sputtering 타겟으로는 IGO (Ga_2O_3 5wt %doped In_2O_3) 와 IZO (ZnO 10 wt % doped In_2O_3) 타겟을 이용하였으며 각각 DC 파워 변화에 따른 전기적, 광학적, 구조적, 표면 특성을 분석하였다. 특히 Hall measurement 분석을 통해 DC 파워에 따른 비정질 IGZO의 전기적 특성을 분석하였으며, IGZO 박막의 투과도를 측정된 결과 500~550 nm에서 85~90%의 높은 투과율을 나타내었다. 또한 XRD와 HREM 분석을 통해 IGZO 박막의 구조적 특성을 분석하였으며 XPS 분석을 통해 박막의 조성을 분석하였다. 뿐만 아니라 고분자 기판(PEN, Arylite)에 성막된 비정질 IGZO 박막의 bending에 따른 기계적 안정성을 분석하여 1000회 이상의 bending 테스트 후에도 안정된 전기적 특성을 나타낼 수 있었다. 이와 같은 IGZO 반도체의 우수한 특성은 차세대 플렉시블 투명 박막 트랜지스터용 active layer로의 가능성을 나타낸다.

Keywords: IGZO, TFT, IZO, IGO, Co-sputtering