

TW-P006

Effect of microwave power on aging dynamics of solution-processed InGaZnO thin-film transistors

김정준, 조원주*

광운대학교 전자재료공학과

기존의 디스플레이 기술은 마스크를 통해 특정 부분에만 유기재료를 증착시키는 방법을 사용하였으나, 기판의 크기가 커짐에 따라 공정조건에 제약이 발생하였다. 이를 해결하기 위해 최근 용액 공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 용액 공정은 기존 진공 증착 방식과 비교하였을 때 상온, 대기압에서 증착이 가능하며 경제적이고, 대면적 균일 증착에 유리하다는 장점이 있다. 반면, 용액 공정으로 제작한 소자는 시간이 지남에 따라 점차 전기적 특성이 변하는 aging effect를 보인다. Aging effect는 용액에 포함된 C기와 OH기 기반의 불순물의 영향으로 시간의 경과에 따라서 문턱전압, subthreshold swing 및 mobility 등의 전기적 특성이 변하는 현상으로 고품질의 박막을 형성하기 위해서는 고온의 열처리가 필요하다. 지금까지 고품질 박막 형성을 위한 열처리는 퍼니스 (furnace) 장비에서 주로 이루어졌는데, 시간이 오래 걸리고, 상대적으로 고온 공정이기 때문에 유리, 종이, 플라스틱과 같은 다양한 기판에 적용하기 어렵다는 단점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 100°C 이하의 저온에서도 열처리가 가능한 microwave irradiation (MWI) 방법을 이용하여 solution-processed InGaZnO TFT를 제작하였고, 기존의 열처리 방식인 furnace로 열처리한 TFT 소자와 aging effect를 비교하였다. 먼저, solution-processed IGZO TFT를 제작하기 위해 p type Si 기판을 열산화시켜서 100 nm의 SiO₂ 게이트 산화막을 성장시켰고, 스퍼코팅 방법으로 a-IGZO 채널층을 형성하였다. 증착후 열처리를 위하여 1000 W의 마이크로웨이브 출력으로 15분간 MWI를 실시하여 a-IGZO TFT를 제작하였고, 비교를 위하여 furnace N₂ gas 분위기에서 600°C로 30분간 열처리한 TFT를 준비하였다. 제작된 직후의 TFT 특성을 평가한 결과, MWI 열처리한 소자가 퍼니스 열처리한 소자보다 높은 이동도, 낮은 subthreshold swing (SS)과 히스테리시스 전압을 가지는 것을 확인하였다. 한편, aging effect를 평가하기 위하여 제작 후에 30일 동안의 특성변화를 측정한 결과, MWI 열처리 소자는 30일 동안 문턱치 전압 (V_{TH})의 변화량 $\Delta V_{TH}=3.18$ [V] 변화되었지만, furnace 열처리 소자는 $\Delta V_{TH}=8.56$ [V]로 큰 변화가 있었다. 다음으로 SS의 변화량은 MWI 열처리 소자가 $\Delta SS=106.85$ [mV/dec]인 반면에 퍼니스 열처리 소자는 $\Delta SS=299.2$ [mV/dec]이었다. 그리고 전하 트래핑에 의해서 발생하는 게이트 히스테리시스 전압의 변화량은 MWI 열처리 소자에서 $\Delta V=0.5$ [V]이었지만, 퍼니스 열처리 소자에서 $\Delta V=5.8$ [V]의 큰 수치를 보였다. 결과적으로 MWI 열처리 방식이 퍼니스 열처리 방식보다 소자의 성능이 우수할 뿐만 아니라 aging effect가 개선된 것을 확인할 수 있었고 차세대 디스플레이 공정에 있어서 전기적, 화학적 특성을 개선하는데 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2013R1A1A2A10011202).

Keywords: microwave irradiation, solution-processed InGaZnO TFT, aging effect