

Comparative Evaluation of Solution Processed InZnO Junctionless Thin-Film Transistors in Different Post-Treatment Method

박정훈, 안민주, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

최근, 박막 트랜지스터는 빠른 동작 속도, 낮은 공정비용 그리고 저온공정 등의 특성을 필요로 하고 있다. 그 중 indium-zinc oxide (InZnO)는 높은 전기적 특성, 높은 광 투과도 그리고 우수한 안정성 때문에 기존의 반도체를 대체할 수 있을 것으로 기대된다. InZnO의 경우 indium과 zinc의 조성비에 따라 특성 변화의 차이가 크기 때문에 다양한 조성비에 대한 연구가 보고되고 있는데, 기존의 InZnO 박막을 증착하는 방법의 경우에 조성비의 변화 과정에 많은 공정상의 어려움이 있다. 이 같은 문제점 때문에 조성비의 변화를 용이하게 할 수 있는 용액공정을 이용한 연구가 진행되고 있다. 또한 용액공정은 높은 균일성, 공정 시간 및 비용 감소 그리고 대면적화가 가능한 장점을 가지고 있다. 한편, 용액공정을 기반으로 한 InZnO의 경우에 용액 상태에서 고체 상태의 순수한 금속 산화물 상태로 바꾸기 위해 post-treatment 가 필요하다. 일반적으로 furnace 열처리 방법을 사용하는데, 이 경우 낮은 열효율 및 고비용 등의 문제점을 가지고 있다. 특히 glass 또는 flexible 기판의 경우 열처리 온도에 대한 제약이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 최근에 microwave irradiation를 이용한 저온 post-treatment 방법이 보고되고 있다. Microwave irradiation는 짧은 공정시간 및 열 균일성 등의 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 다양한 indium과 zinc의 조성비를 갖는 용액을 제작한 후 spin coating을 이용하여 증착한 InZnO 기반의 박막 트랜지스터를 제작하였다. Furnace와 microwave 방식으로 post-treatment 하여 비교 평가한 결과 microwave irradiation 한 경우 furnace 열처리한 경우 보다 더 안정된 동작 전압을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 저온공정이 가능한 microwave irradiation 방법으로 post-treatment 한다면 차세대 산화물 반도체로서의 적용이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

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

Keywords: InZnO, solution process, Post-treatment

Improvement of Device Characteristic on Solution-Processed Al-Zn-Sn-O Junctionless Thin-Film-Transistor Using Microwave Annealing

문성완, 임철민, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

최근, 비정질 산화물 반도체 thin film transistor (TFT)는 수소화된 비정질 실리콘 TFT와 비교하여 높은 이동도와 큰 on/off 전류비, 낮은 구동 전압을 가지므로써 빠른 속도가 요구되는 차세대 투명 디스플레이의 TFT로 많은 연구가 진행되고 있다. 한편, 기존의 Thin-Film-Transistor 제작 시 우수한 박막을 얻기 위해서는 500°C 이상의 높은 열처리 온도가 필수적이며 이는 유리 기판과 플라스틱 기판에 적용하는 것이 적합하지 않고 높은 온도에서 수 시간 동안 열처리를 수행해야 하므로 공정 시간 및 비용이 증가하게 된다는 단점이 있다. 이러한 점을 극복하기 위해 본 연구에서는 간단하고, 낮은 제조비용과 대면적의 박막 증착이 가능한 용액공정을 통하여 박막 트랜지스터를 제작하였으며 thermal 열처리와 microwave 열처리 방식에 따른 전기적 특성을 비교 및 분석하고 각 열처리 방식의 열처리 온도 및 조건을 최적화하였다. P-type bulk silicon 위에 산화막이 100 nm 형성된 기판에 spin coater을 이용하여 Al-Zn-Sn-O 박막을 형성하였다. 그리고, baking 과정으로 180°C의 온도에서 10분 동안의 열처리를 실시하였다. 연속해서 Photolithography 공정과 BOE (30:1) 습식 식각 과정을 이용해 활성화 영역을 형성하여 소자를 제작하였다. 제작 된 소자는 Junctionless TFT 구조이며, 프로브 탐침을 증착 된 채널층 표면에 직접 접촉시켜 소스와 드레인 역할을 대체하여 동작시킬 수 있어 전기적 특성을 간단하고 간략화 된 공정과정으로 분석할 수 있는 장점이 있다. 열처리 조건으로는 thermal 열처리의 경우, furnace를 이용하여 500°C에서 30분 동안 N₂ 가스 분위기에서 열처리를 실시하였고, microwave 열처리는 microwave 장비를 이용하여 각각 400 W, 600 W, 800 W, 1000 W로 15분 동안 실시하였다. 그 결과, furnace를 이용하여 열처리한 소자와 비교하여 microwave를 통해 열처리한 소자에서 subthreshold swing (SS), threshold voltage (V_{th}), mobility 등이 비슷한 특성을 내는 것을 확인하였다. 따라서, microwave 열처리 공정은 향후 저온 공정을 요구하는 MOSFET 제작 시의 훌륭한 대안으로 사용 될 것으로 기대된다.

감사의 글

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

Keywords: Solution-Process, Al-Zn-Sn-O, Microwave Annealing