

Improved electrical characteristics of ZnO thin film transistor by annealing in nitrogen ambient

황영현, 김민수, 이세원, 박진권, 장현준, 이동현, 조원주

Yeong-Hyeon Hwang, Min-Soo Kim, Se-Won Lee, Jin-Gwon Park, Hyun-June Jang, Dong-Hyun Lee, Won-Ju Cho

광운대학교

Kwangwoon University

Abstract : The electrical characteristics of ZnO thin film transistor (TFT) were investigated. ZnO thin layer was deposited by DC sputtering method and TFTs with ZnO channel layer were fabricated. On/off current ratio and saturated drain current of fabricated devices were improved by annealing in nitrogen ambient at various temperatures. As a result, the electrical characteristics of ZnO TFT were improved by post annealing in nitrogen ambient and it is important to optimize the annealing conditions for ZnO TFT fabrication.

Key Words : ZnO, thin film transistor (TFT), sputtering, post annealing.

1. 서 론

기존의 비정질 실리콘을 이용한 박막트랜지스터는 제작이 용이하고 비용이 저렴하여 평판디스플레이 응용분야에 많이 사용되어 왔지만 낮은 이동도($0.5\sim 1 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)와, 인가전압에 의해 문턱전압이 변동하는 단점을 가지고 있다. 추가적인 열처리를 이용하여 grain의 크기를 증가시킨 다결정실리콘 박막트랜지스터는 이동도가 개선되었지만 대면적의 박막을 형성하기 어려워 소형 디스플레이에만 적용되는 한계를 가지고 있다. 따라서, 대면적의 박막 형성이 용이하고 높은 이동도의 특성을 가지는 ZnO를 이용한 박막트랜지스터 소자가 최근 주목 받고 있다.

ZnO는 상온에서 높은 밴드갭 에너지(3.4 eV)와 엑시톤 결합에너지(60 meV)로 인해 가시광영역을 투과시킬 뿐만 아니라, 가시광으로 인해 유도되는 광 캐리어가 생성되어 열화되는 현상이 없는 장점을 가지고 있으며, 높은 이동도 ($1\sim 100 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)로 인해 기존의 실리콘 기반의 박막트랜지스터를 대체할 수 있으리라 기대되고 있다.

본 연구에서는 이러한 ZnO 박막을 DC 스퍼터링 방식으로 증착하여 트랜지스터를 제작 및 평가하였으며 질소분위기의 후속열처리를 통하여 전기적 특성을 분석하였다.

2. 결과 및 토의

본 실험에서 ZnO의 박막 특성을 비교하기 위한 소자 제작을 위해 pseudo(ψ , point contact)-MOSFET을 이용하였다. 먼저, p-type 실리콘 (100) 위에 열산화 방법으로 SiO_2 를 300 nm 성장시켰고, ZnO는 DC 스퍼터를 이용하여 80 nm 증착 하였다. 소스와 드레인 전극으로는 150 nm의 알루미늄을 evaporator를 이용하여 증착하였으며 리소그래피를 이용하여 f_g (geometric coefficient; W/L)가 0.3을 가지는 소자를 제작하였다. 질소분위기에서 각각 100°C, 200°C, 400°C로 30분간 후속열처리 하여 열처리에 따른 전기적 특성을 비교 하였다.

열처리 전의 소자는 약 10^4 의 온/오프 전류차이를 가졌고, 후속열처리 온도가 100~200°C의 소자는 초기보다 누설전류가 감소하는 경향을 보였다. 400°C의 소자는 누설전류가 감소하고 포화전류가 초기보다 약 3배 증가하여 온/오프 전류차이가 10^5 을 나타내었다.

따라서, 질소분위기에서의 후속열처리를 통해 ZnO 박막트랜지스터의 누설전류를 효과적으로 감소와 함께 포화전류의 증가로 전기적 특성을 개선시킬 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 이상렬, 송용원, 장성필, 전자공학회지 35, 8, 2008
- [2] Sheng-Yuan Chu, Walter Water and Jih-Tsang Liaw, Journal of the European Ceramic Society, Vol 23, 10, 2003
- [3] Omima Hamada, Gabriel Braunsteina, Harshad Patilb and Neelkanth Dhery. Thin Solid Films, Vol. 489, 1-2, p. 303, 2005.

† 교신저자) 조원주, e-mail: chowj@daisy.kw.ac.kr, Tel: 02)940-5163
주소: 서울시 노원구 월계동 광운대학교 전자재료공학과