

DC magnetron sputtering을 이용한 Hf 첨가된 zinc oxide기반의 Thin film transistor의 전기적 특성

신새영, 문연진, 김웅선, 김경택, 박종완[†]

한양대학교 신소재공학과

현재 박막 트랜지스터는 비정질 실리콘 기반의 개발이 주를 이루고 있으며, 이 비정질 실리콘은 성막공정이 간단하고 대면적에 용이하지만 전기적인 특성이 우수하지 않기 때문에 디스플레이의 적용에 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 poly-Si을 이용한 박막 트랜지스터의 연구가 진행되고 있는데, 이는 공정온도가 높고, 대면적에의 응용이 어렵다. 따라서 앞으로 저온 공정이 가능하며 대면적 응용이 용이한 박막 트랜지스터의 연구가 필수적이다.

한편 최근 박막 트랜지스터의 채널층으로 사용되는 물질에는 oxide 기반의 ZnO, SnO₂, In₂O₃ 등이 주로 사용되고 있고, 보다 적합한 채널층을 찾기 위한 연구가 많이 진행되어 왔다. 최근 Hosono 연구팀에서 IGZO를 채널층으로 사용하여 high mobility, 우수한 on/off ratio의 특성을 가진 소자 제작에 성공함으로써 이를 시작으로 IGZO의 연구 또한 세계적으로 활발한 연구가 이루어지고 있다. 특히, ZnO는 wide band gap (3.37eV)을 가지고 있어 적외선 및 가시광선의 투과율이 좋고, 전기 전도성과 플라즈마에 대한 내구성이 우수하며, 낮은 온도에서도 성막이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 그러나 intrinsic ZnO 박막은 bias stress 같은 외부 환경이 변했을 경우 전기적인 성질의 변화를 가져올 뿐만 아니라 고온에서의 공정이 불안정하다는 요인을 가지고 있다. ZnO의 전기적인 특성을 개선하기 위해 본 연구에서는 hafnium을 doping한 ZnO를 channel layer로 소자를 제작하고 전기적 특성을 평가하였다.

이를 위해 DC magnetron sputtering을 이용하여 ZnO 기반의 박막 트랜지스터를 제작하였다. Staggered bottom gate 구조로 ITO 물질을 전극으로 사용하였으며, 제작된 소자는 semiconductor analyzer를 이용하여 출력특성과 전이 특성을 평가하였으며, ZnO channel layer 증착시 hafnium이 도핑 되는 양을 조절하여 소자를 제작한 후 intrinsic ZnO의 소자 특성과 비교 분석하였다. 그 결과 hafnium을 doping 시킨 소자의 field effect mobility가 6.42cm²/Vs에서 3.59cm²/Vs로 낮아졌지만, subthreshold swing 측면에서는 1.464V/decade에서 0.581V/decade로 intrinsic ZnO 보다 좋은 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 그리고 intrinsic ZnO의 경우 외부환경에 대한 안정성 문제가 대두되고 있는데, hafnium을 도핑한 ZnO의 경우 temperature, bias temperature stability, 경시변화 등의 다양한 조건에서의 안정성이 확보된다면 intrinsic ZnO 박막트랜지스터의 문제점을 해결할 수 있는 물질로 될 것이라고 기대된다.