

고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 성막된 무기 혼합 (SiO₂)_{1-x}(ZnO)_x 박막의 투습율 특성

Water Vapor Permeabilities of Inorganic Composite (SiO₂)_{1-x}(ZnO)_x Films Prepared by RF-Magnetron Sputtering.

김승태, 양지연, 김덕수, 류성원, 홍재석, 이병로, 박승환, 홍우표, 김화민

Department of Electronics Engineering, Catholic University of Daegu.

hmkim@cu.ac.kr

본 연구에서는 OLED 적용을 위한 봉지 (passivation) 또는 gas barrier 물질을 개발하기 위하여 passivation 메커니즘에 기초하여 새롭게 고안된 무기 혼합 박막 (Inorganic Compound Thin Film : ICTF))을 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법을 사용하여 제작하였다. 무기혼합박막으로는 유리 형성자 (glass former)로서 광학적 밴드갭이 크고 굴절률이 작은 SiO₂와 굴절률과 극성 (polarizability)이 큰 ZnO를 선택하여, (SiO₂)_{1-x}(ZnO)_x의 무기 혼합 박막을 제작하였다. 무기 혼합 박막에 대한 gas barrier로서의 적합성을 조사하기 위해서는 PES 기판을 사용하여 MOCON 테스트에 의한 투습율 (WVTR : Water Vapor Transmission Rate)을 조사하였으며, 무기 혼합 박막의 봉지 특성을 조사하기 위해서는 Ca 테스트를 실시하여, FOLED (Flexible OLED)의 gas barrier 층은 물론 OLED의 봉지층으로서 충분히 적용 가능한 최적의 무기 혼합 박막을 제시한다.

Fig. 1 (a)와 (b)는 각각 SiO₂ 와 ZnO passivation 층을 갖는 Ca cell에 대해서 대기 중에 방치된 시간의 함수로 나타낸 광 투과 스펙트럼의 변화를 나타낸 것이다. 일반적으로 Ca cell은 대기 중에서 시간이 경과함에 따라 공기 중의 수분을 흡수하여 Ca(OH)₂ 박막으로 변함에 따라 점진적으로 투명해지기 때문에 경과 시간에 따른 광투과도의 변화를 관측할 수 있다. 이와 같이 봉지층을 갖는 Ca cell은 공기 중에 분포되어 있는 수분들이 봉지층을 통과하여 Ca cell에 흡착되기 때문에 봉지층의 수분 투과 방지 특성에 따라 Ca cell이 투명해지는 것을 지연시킬 수 있다. Ca cell의 수분 흡수가 완전 포화 (saturation)되었을 때, 광투과도는 더 이상 변하지 않는다. 이와 같이 광투과도가 더 이상 변하지 않는 시간을 포화 시간으로 명명하였다. SiO₂ 봉지층을 갖는 Ca cell의 경우,포화 시간은 130분인 반면, ZnO 봉지층을 갖는 Ca cell의 경우에는 포화 시간이 410분으로 나타났으며, 이는 SiO₂ 박막에 비하여 ZnO 박막이 더 우수한 수분 투과 방지 특성을 갖고 있음을 의미한다. 그러나 ZnO 박막의 경우 순수한 Ar 분위기에서 성막될 경우, 광투과율이 SiO₂ 박막에 비하여 크게 떨어지는 단점이 있다.

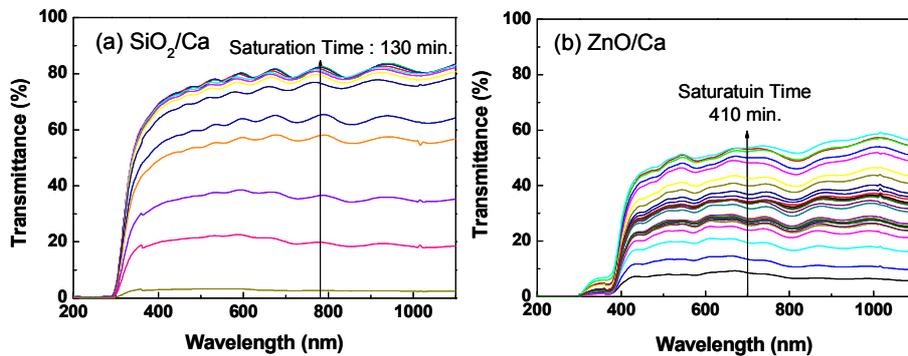


Fig.1 Optical transmission spectrum changes as functions of exposed time in atmosphere for Ca cell with a passivation layer of (a) SiO₂ or (b) ZnO

Fig. 2(a)는 (SiO₂)_{1-x}(ZnO)_x 박막의 봉지 특성을 비교하기 위해 550 nm의 파장에서의 광투과율 변화를 대기 노출 시간의 함수로 나타낸 것이다. x=0, 0.1, 0.3의 경우, 광투과율은 80% 근방에서 거의 변하지 않음을 볼 수 있는 반면, ZnO 박막의 경우에는 광투과율이 약 50% 근방에서 포화되는데, 이는 ZnO 박막 자체의 광투과율이 다른 무기 박막들 보다 현저하게 떨어지기 때문이다. 한편, x=0.5 %의 경우 측정 시간 내에서 포화 시간의 관측은 불가능하지만, 광투과율이 80% 근방에 도달하기 위해서는 3 일 정도 걸리며, x=0.7과 x=0.9 at.%의 경우에는 광투과율이 80%에 도달하기 위해서는 수 개 월이 걸릴 것으로 판단된다. 이들의 WVTR 값은 Fig. 2(b)에서 보듯이 10⁻³ g/m²-day 이하를 나타낸다.

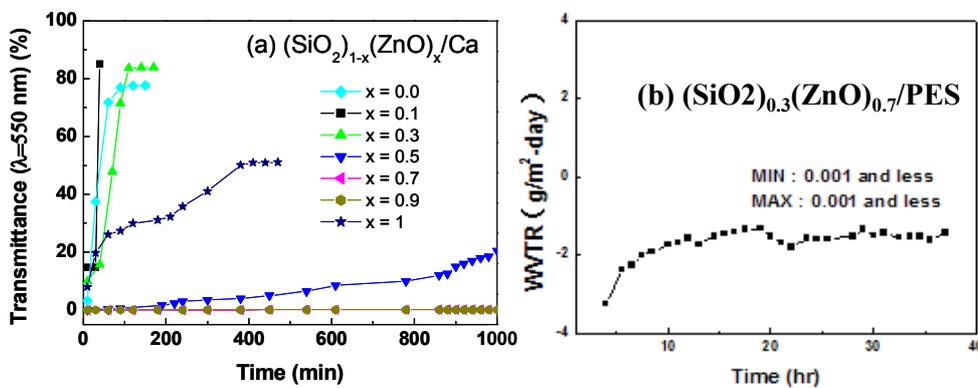


Fig.3 Fig.1 (a) Optical transmittance changes at $\lambda=550$ nm as functions of exposed time in atmosphere for Ca cells with (SiO₂)_{1-x}(ZnO)_x films and (b) WVTR graph of (SiO₂)_{0.3}(ZnO)_{0.7}

본 연구는 2006년도 대구테크노파크의 차세대선도산업기술 연구개발사업에 의해 지원된 것임.

1. T. Minami, H. Sonohara, T. Kakumu, and S. Takata, Jpn. J. Appl. Phys. 34, 1 (1995)
2. T. Minami, T. kakumu, and S. Takata, J. Vac. Sci. Technol. A 14, (1996) 22.
3. J. C. Manifacier, J. Gasiot, and J. P. fillard, J. Phys. E 9, (1976) 1002
4. J. E Hsiung: J. Electron. Mater. 25, (1990) 1806.
5. G. Tao Sol. Energy Mater. Sol. Cell 34, (1994) 359.