

TT-P056

Metal 첨가물질에 따른 비정질 IGZO 투명전극 특성 연구

신한재^{1,2}, 황도연¹, 이정환^{1,3}, 이동익¹, 박성은¹, 박재성¹, 김성진³, 이영주⁴, 서창택^{1,2*}

¹구미전자정보기술원 상용화기술연구팀, ²경북대학교 전자전기컴퓨터학부,
³금오공과대학교 신소재공학과⁴포항산업과학연구원 신금속연구본부

투명 전극은 전기전도도를 갖는 동시에 가시광선을 투과하는 소재를 말하며, 구체적으로는 빛의 파장이 400~700 nm 영역대의 가시광선을 80% 이상 투과하며 전기전도도가 비저항으로 $10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 이하이거나 면저항이 $10^3 \Omega/\square$ 소재를 의미한다. 투명 전극은 전기전도도에 따라 사용되는 용도가 다양하다. LCD, PDP, OLED 와 같은 평판디스플레이 및 3D 디스플레이의 투명전극으로 사용되는 핵심재료일 뿐만 아니라 터치스크린, 투명필름, 대전방지막, 열반사막, EMI 방지막, 태양전지 분야에 광범위하게 이용되고 있다. 일반적으로, 투명전극 박막에 가장 많이 사용되고 있는 소재는 ITO (indium tin oxide)이나, 주성분인 In의 사용량 증가로 상용 ITO 타겟 가격이 급등하고 있음으로, 고가의 ITO 타겟을 대체하기 위한 저가의 투명전극 소재 개발이 절대적으로 요구되며, 신규 소재 개발을 통한 기술력 우위 선점이 필수적으로 요구되는 상황이다. 본 연구에서는 기존에 디스플레이 분야에서 널리 활용되는 고가의 ITO를 대체하기 위한 다성분 금속산화물 투명전극 스퍼터링 타겟 제조기술을 개발하기 위한 연구로서, Metal이 첨가된 In-Ga-Zn-O기반의 3성분계 투명도전성 소재를 조성설계, 고밀도 균질 타겟 제조 및 투명전극 박막을 형성하는 연구를 실시하였다. 고체산화물 산화인듐(In₂O₃)분말, 산화갈륨(Ga₂O₃)분말 그리고 산화아연(ZnO)분말과 Metal을 물비로 칭량한 후 분말을 폴리에틸렌제 포트에 넣고 에탄올을 충분히 채운 후 지르코니아(ZrO₂) 볼(ball)을 이용하여 24 h 동안 볼 밀링(ball milling) 방법으로 혼합한 뒤, 120°C의 플레이트위에서 마그네틱 바로 stirring하면서 건조하였다. 이 분말을 건조기에서 완전히 건조한 후 알루미늄 유발을 이용해서 pulverizing한 후 sieving기를 이용하여 분말의 조립화를 하였다. 이 분말을 금형에 넣고 300 kg/cm²의 압력으로 press하여 성형한 뒤 대기중에서 소결하였다 소결을 위한 승온 온도는 10°C/min이었고 소결은 1,450°C에서 6 h 동안 하였다. IGZO target의 조성 비율은 1:1:12 (mol%)를 사용하였으며, 첨가한 Metal은 Boron (B), Germanium (Ge), Barium (Ba)을 사용하여 타겟을 제작하였다. M-IGZO 박막은 RF magnetron Sputter를 이용하여 증착하였으며, 앞선 실험에서 제작한 타겟을 사용하여 M-IGZO 박막을 투명전극으로 사용하기 위한 각각의 특성을 파악하였다. 모든 박막은 상온에서 증착하였으며, 증착된 박막두께를 측정하기 위해 α -step IQ를 사용하였고, 광학적 특성을 분석하기 위해 UV-Visible spectrophotometer 로 투과율을 측정하였다. 그리고 전기적 특성을 측정하기 위

해 Hall effect measurement 및 4-probe를 사용하였으며, 결정성 분석을 위하여 XRD를 이용하여 분석하였다. 표1은 M-IGZO타겟을 사용하여 증착시간에 따른 면저항 특성을 나타내었다. Ge, B, Ba이 첨가된 IGZO 박막은 증착시간이 증가할수록 면저항이 낮아짐을 알 수 있었다. 또한, Ge이 첨가된 IGZO 박막이 다른 금속이 첨가된 IGZO 박막의 면저항보다 현저히 낮음을 알 수 있었다. Fig. 1(a), (b), (c)는 각 타겟을 동일한 조건으로 증착을 하여 광학적특성을 나타내는 그래프이다. GZO 박막의 광학적 특성을 보면 가시광 영역에서 평균 투과율은 모두 80% 이상으로 우수한 광투과 특성을 보여 투명전자소자로 사용가능하다. 특히, 자외선 영역을 모두 차단하는 UV cut 능력이 우수함을 알 수 있었다. 따라서, 금속이 첨가된 IGZO 박막을 태양전지용 투명전극으로 사용할 경우, 자외선에 의하여 수명이 단축되는 현상을 줄여줄 수 있음을 기대할 수 있으며 내구성 향상에 크게 기여할 것으로 보인다. Fig. 2는 Ge=0, 0.5, 5%인 IGZO 투명전극을 총 40회 반복하여 증착을 실시한 후 각각의 면저항을 측정한 결과이다. 실험결과에 따르면 Ge가 0%, 5%인 IGZO 투명전극은 증착을 거듭할수록 면저항이 증가하는 결과를 나타내었으며, 0.5%인 IGZO 투명전극은 점차 안정화되어가는 결과를 나타내었다. 따라서 안정화 되었을 때 평균 면저항은 26ohm/sq.로 나타났으며, 광투과율은 Fig. 3과 같이 가시광영역에서 평균 80%이상의 결과를 보였으며, 550 nm에서는 86.36%의 우수한 특성을 나타내었다. 본 연구에서는 Metal이 첨가된 In-Ga-Zn-O기반의 3성분계 투명도전성 소재 target을 제작하여 RF magnetron sputter로 박막을 형성한 후 특성을 비교하였다. M-IGZO target 중 Ge (0.5%)을 첨가한 IGZO 타겟을 사용한 투명전극이 가장 우수한 특성을 보였으며, 제작된 M-target의 In 비율이 30% 정도로 기존의 ITO (90%) 대비하여 투명전극 제작 단가를 절감할 수 있다.

Keywords: 투명전극, IGZO, 다성분 금속산화물, RF sputtering

Table 1. 증착 시간에 따른 M-IGZO 박막의 면저항

	30 min	1 hour	1 h 30 min
IGZO (Ge)	454.3 Ω / \square	245.2 Ω / \square	173 Ω / \square
IGZO (B)	2.3 k Ω / \square	1.05 k Ω / \square	491.8 Ω / \square
IGZO (Ba)	307 k Ω / \square	469 k Ω / \square	84.8 k Ω / \square

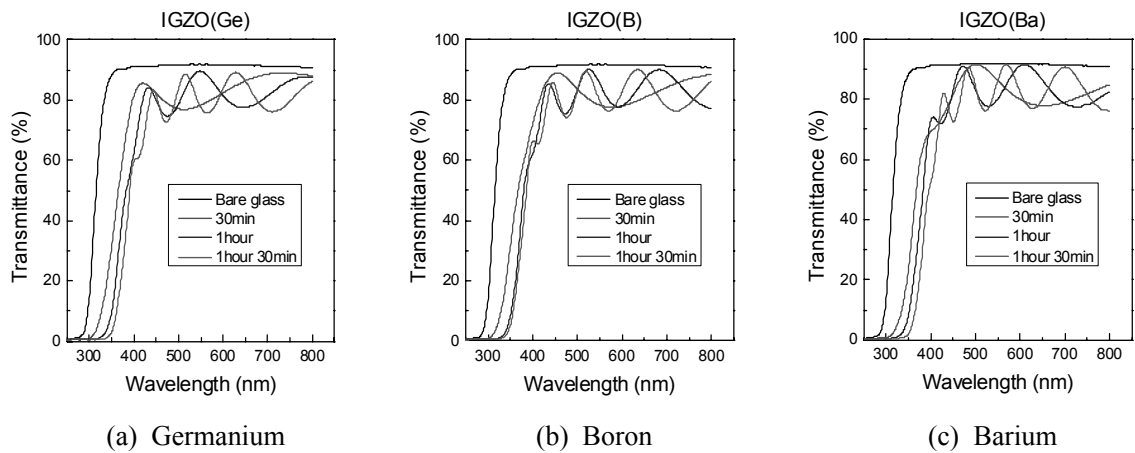


Fig. 1. 증착 시간에 따른 M-IGZO의 광투과율.

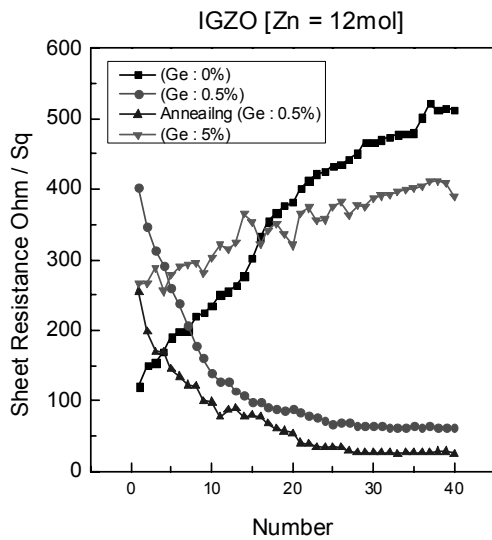


Fig. 2. Ge 함량별 IGZO 박막의 면저항 특성 변화.

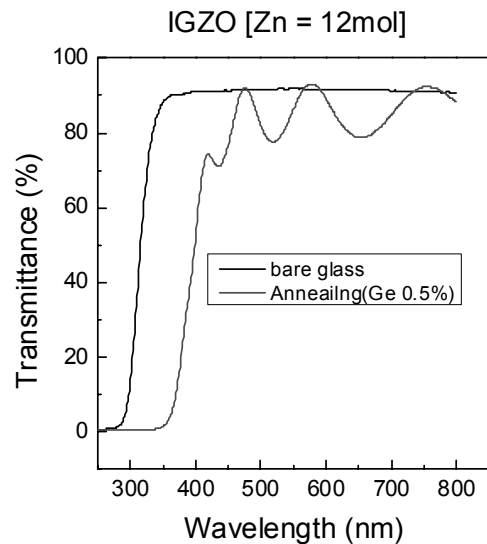


Fig. 3. Ge=0.5% 첨가된 IGZO 박막의 면저항 광투과율.