

Ga첨가 ZnO/Cu격자쌍층투명전극의 전기적 및 광학적특성

장 철 호

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《자연과학부문에서는 식량문제, 에너지문제를 비롯하여 인민경제발전과 국방력강화에서 절박하게 나서는 과학기술적문제들을 푸는데 적극 이바지하며 기초과학과 첨단과학기술부문에서 세계적인 경쟁력을 가진 연구성과들을 내놓아야 합니다.》

혼입물을 첨가한 ZnO는 원가가 녹으며 수소플라즈마에서 안정하여 태양전지와 발광 2극소자, 액정현시기 등에 응용할수 있는 전망이 좋은 투명전도산화물(TCO)이다.[1] TCO 박막을 유기물태양전지나 유연성빛전기요소에 응용하자면 방온도와 같은 낮은 온도에서 박막을 성장하여야 한다.[2]

본문에서는 전자속증착법으로 얻은 Cu격자와 비산법으로 제조한 GZO박막을 리용하여 전도도와 투과율이 응용수준에 도달한 GZO/Cu격자쌍층투명전극의 전기적 및 광학적 특성에 대하여 서술하였다.

우선 전자속증착법을 리용하여 GZO박막위에 금속Cu격자층을 입힌다. 다음 Cu격자층 위에 한층의 GZO박막을 비산법으로 성장시킨다.

전기적특성은 홀측정장치 《Bio-Rad HL5500》를 통하여 측정하며 광학적특성은 빛스펙트럼측정장치 《UV 3600》으로 측정한다.

각이한 Cu격자간격을 가진 GZO/Cu격자쌍층박막의 투과율과 층저항(계산값과 관측값)은 그림 1과 같다.

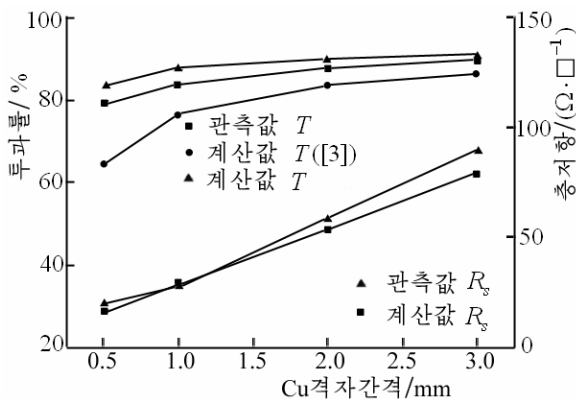


그림 1. Cu격자간격에 따르는 GZO/Cu격자/GZO 쌍층박막의 투과율과 층저항

Cu격자가 삽입된 GZO/Cu격자쌍층박막의 평균투과율은 격자간격에 따라 79.5~89.3%범위의 값을 가지며 Cu격자간격이 증가하면 GZO/Cu격자쌍층박막의 투과율도 증가한다.

그림 1에서 보는바와 같이 Cu격자간격이 0.5mm에서 3mm로 증가함에 따라 GZO/Cu격자쌍층박막의 층저항은 14.30Ω/□에서 97.36Ω/□로 급격히 증가한다.

GZO/Cu격자쌍층박막의 광학적특성과 전기적특성은 기본적으로 층만결수(FF)로 정의되는 Cu격자선량에 의하여 다음과 같이 표

시된다.

$$FF = \frac{(p \times w) + [(p - w) \times w]}{p^2} \quad (1)$$

식 (1)에서 p 와 w 는 그림 2에서 Cu격자중심선사이거리와 Cu격자선의 너비이다.

GZO/Cu격자쌍층박막의 투과율 T 와 총저항 R_s 는 다음과 같이 표시된다.

$$T = T_{GZO} \times (1 - FF) + T_{GC} \times FF \quad (2)$$

$$R_s = \xi \frac{\rho_G}{t_G} \frac{1}{FF} \quad (3)$$

여기서 T_{GZO} 는 GZO박막의 투과율이고 T_{GC} 는 GZO/Cu박막/GZO쌍층박막의 투과율, ρ_G 는 Cu층의 비저항, t_G 는 Cu격자선의 두께, ξ 는 보정결수이다. 보정결수는 박막의 성장조건에 관계되는데 성장기술과 구체적인 공정에 따라 실험적으로 확정할수 있다.

우리는 보정결수 ξ 를 GZO/Cu박막/GZO쌍층박막의 총저항과 Cu금속층의 총저항비로 구하였다. 그러므로 ξ 는 GZO층과 Cu격자의 비저항에 대한 기여분을 충분히 반영한다. GZO박막의 투과율 T_{GZO} 를 얻기 위하여 RF마그네트론비산설비로 Cu격자가 없는 GZO박막을 성장하고 박막의 빛투과율을 측정하는데 이때 박막의 두께는 40nm이다.

선행연구[3]의 투과율계산식과 비교해볼 때 식 (2)에서 두번째 항 $T_{GC} \times FF$ 를 첨부하

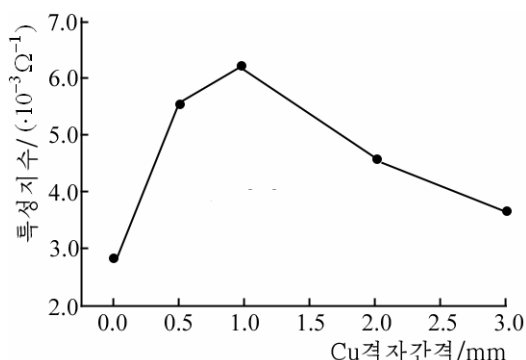


그림 3. Cu격자간격에 따르는 GZO/Cu격자쌍층박막의 특성지수

의 특성지수는 $6.19 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ 로서 가장 크며 이때 쌍층박막의 투과율과 비저항은 각각 83.7%와 $1.10 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 이다.

맺는 말

전자속증발법과 비산법을 동시에 리용하여 각이한 Cu격자간격의 GZO/Cu격자쌍층박막을 제조하고 GZO/Cu격자쌍층박막의 투과율이 격자간격에 따라 증가하며 간격이 1mm 일 때 최고 89.3%로 커진다는 결과를 얻었다.

Cu격자선부분의 투과율을 고려하여 GZO/Cu격자쌍층박막의 투과율과 총저항을 계산한 값은 선행계산식에 의한 값보다 실험값과 더 잘 일치한다.

Cu막을 Cu격자로 교체함으로써 쌍층박막의 특성지수를 $2.84 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ 에서 $6.19 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ 로 개선하였다.

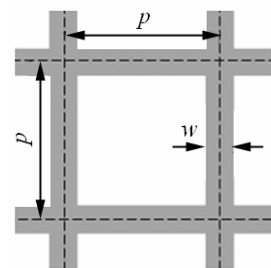


그림 2. Cu격자의 총만결수를 정의하는 기하학적모형

참 고 문 헌

- [1] C. S. Tian et al.; Solar Energy Materials & Solar Cells, **125**, 59, 2014.
- [2] V. Assunção et al.; Thin Solid Films, **427**, 401, 2003.
- [3] Y. H. Jang et al.; J. Phys. D: Appl. Phys., **46**, 155103, 2013.

주체106(2017)년 12월 5일 원고접수

Electrical and Optical Properties of Ga Doped ZnO/Cu Grid Bilayer Transparent Electrodes

Jang Chol Ho

We investigated the electrical and optical properties of GZO/Cu grid bilayer electrode for thin film solarcells by using evaporated Cu grid and sputtered GZO thin film to meet demand of application.

Key words: transparent electrode, electron beam evaporation, Cu grid, Ga doped ZnO bilayer thin film