

기관가열식초음파열분해법에 의한 ZnO박막성장

김광웅, 장철호

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

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

ZnO박막은 태양전지와 발광2극소자, 액정현시기를 비롯한 각종 수감소자들에 쓰이는데 원천이 풍부하고 인체에 해를 주지 않으며 그 특성이 좋은것으로 하여 응용전망이 큰 투명전도산화물이다. [1]

ZnO박막을 성장하는 방법에는 초음파열분해법[1], 고주파비산법[2], 졸-겔법[3], 원자층침적법[4], 저압화학기상성장법[5] 등이 있다. 그가운데서 초음파열분해법은 원가가 적게 들고 큰 면적으로 박막을 성장할수 있는 우점이 있으며 기술이 간단하고 응용하기 편리하며 진공체계를 쓰지 않는다.

론문에서는 장치가 간단하면서도 질 좋은 박막을 성장할수 있는 기관가열식초음파열분해법에 의하여 ZnO박막을 성장하는 방법과 얻어진 박막의 구조적특성에 대하여 서술하였다.

1. 장치 및 실험방법

기관가열식초음파열분무열분해장치원리는 그림 1과 같다. 그림 1에서 초음파발생기의 출력은 80W이고 안개의 발생량은 최대 2mL/min이며 초음파주파수는 1.7MHz이다.

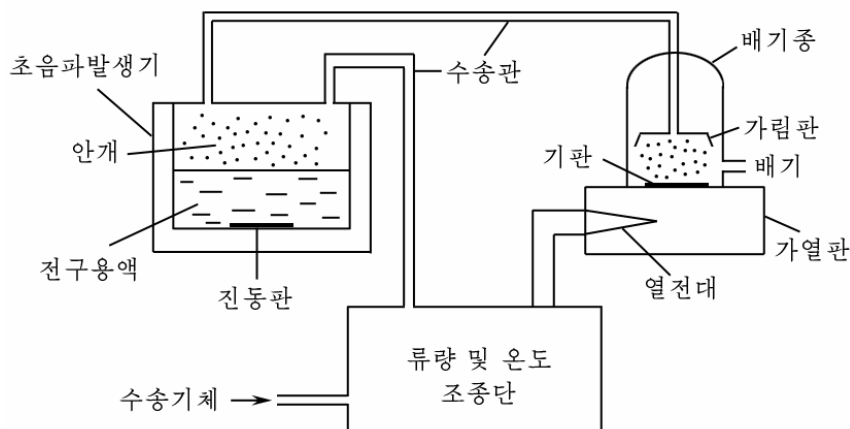


그림 1. 기관가열식초음파열분해장치원리

수송기체는 산소를 리용하였으며 류량은 4~8mL/s, 기관의 온도는 300~400°C 범위

서, 분무용액의 분무속도(분당 분무량)는 안개발생장치의 출력을 변화시키는 방법으로 조절하였다.

실험방법은 다음과 같다.

우선 유리기관을 세척한다. 먼저 유리를 필요한 크기로 절단한 다음 메틸알콜용액속에 잠그어 25~30min동안 초음파세척을 진행하고 메틸알콜용액속에 보관하였다가 사용하기 전에 꺼내어 5min동안 기체로 건조시킨다.

전구용액은 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (99.8%)분말을 탈이온수에 풀고 초음파세척기로 잘 섞이도록 용액을 초음파진동시켜 용질이 완전히 용해되도록 한다.

시료는 분석천평 《LB-106》으로 0.1mg의 정확도로 평량하였다. 제조한 전구용액을 초음파발생기의 안개화용기에 넣고 초음파발생장치를 시동시켜 안개화용기속의 안개가 안정될 때까지 3min정도 기다린다.

한편 깨끗이 세척한 유리기관을 가열판에 설치하고 배기종을 켜고 다음 전원을 넣어 가열판을 가열시킨다. 이때 조종단에서 온도설정을 진행하여 가열판의 온도를 일정한 온도(300~390°C)로 유지한다. 온도가 안정하게 유지되면 기체를 흘려보내면서 실험을 진행하는데 실험과정에 기체류량과 가열판의 온도, 초음파발생기의 파라미터들을 잘 유지하여야 한다.

정해진 성장시간이 되면 초음파발생기를 끄고 가열판의 전원을 끈다. 다음 가열판의 온도가 방온도로 떨어지면 시편을 조심히 꺼내어 보관한다.

실험에서 얻어진 비교적 적합한 실험조건은 다음과 같다. 분무구와 기관사이거리는 3mm, 가열판의 온도는 350~390°C, 수송기체의 류량은 4~6mL/s이다.

2. 결과 및 분석

성장한 ZnO박막의 XRD스펙트르는 그림 2와 같다.

그림 2에서 알수 있는것처럼 온도가 너무 낮으면 ZnO박막의 결정특성이 나빠지며 300°C에서 무정형상이 나타난다.

그것은 온도가 낮을 때 기관에 부착된 원자의 에너지는 비교적 낮으며 에너기가 최저인 위치에 도달하기 전에 결정상창위치에 들어감으로써 박막의 결정특성이 나빠지고 배향성도 나빠지기때문이다.

온도가 올라가면 기관에 부착된 원자의 확산이 잘되며 적합한 핵생성위치까지 빨리 이동하여 박막의 결정질이 좋아진다.

390°C에서 성장한 ZnO박막에서 (002)에돌

이봉우리가 나타나는데 이것은 섬유아연광 룩방구조임을 보여준다. 이와 함께 (101)에돌이봉우리와 (100)에돌이봉우리도 생기는데 이것은 비평형성장으로 인하여 박막의 배향성이 이상적이지 못하다는것을 보여준다.

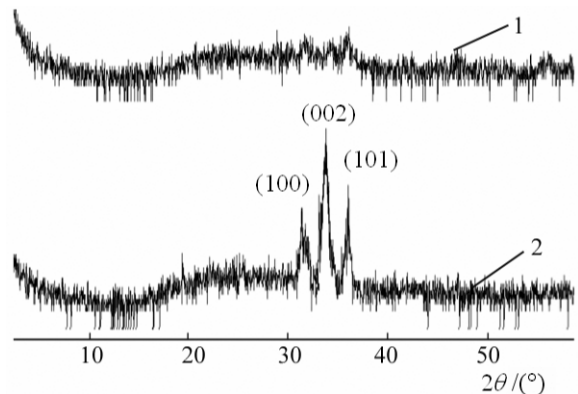


그림 2. 성장한 ZnO박막의 XRD스펙트르
1, 2는 기관온도가 각각 300, 390°C 인 경우

390°C에서 성장한 ZnO박막의 (002)에돌이봉우리의 위치 (2θ)와 반폭 (FWHM)은 각각 34.1과 0.611이다.

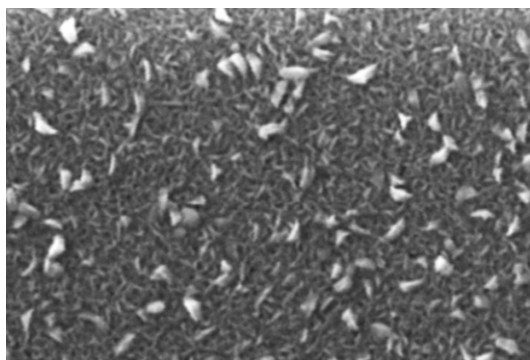


그림 3. 성장한 ZnO박막의 SEM사진

데바이 쉐러(Debye Scherrer)공식

$$D = 0.9\lambda / (\beta \cos \theta)$$

에 따라 결정립자의 크기를 계산할수 있는데 여기서 λ 는 X선의 파장 (0.154 nm)이고 θ 는 에돌이 각이다. 계산에 의하면 결정립자의 크기는 13.2nm이다.

390°C에서 성장한 ZnO박막의 SEM사진은그림 3과 같다. 그림 3에서 보는것처럼 박막의 결면은 3각형 즉 피라미드형태를 나타내며 비교적 치밀하다.

맺 는 말

기관가열식초음파열분해법으로 ZnO박막을 성장하는데 적합한 파라미터들을 확정한 결과 분무구와 기관사이거리는 3mm, 가열관의 온도는 350~390°C, 류량은 4~6mL/s이다. 그리고 이러한 조건에서 성장한 ZnO박막에 대한 XRD스펙트르와 SEM사진을 통하여 구조적특성을 분석하고 실지로 ZnO박막이 성장되었다는것을 실험적으로 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] S. Karakaya et al.; Applied Surface Science, 328, 177, 2015.
- [2] Y. Hagiwara et al.; Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 67, 267, 2001.
- [3] S. Ilican et al.; J. Alloys Compd., 509, 5290, 2011.
- [4] K. Haga et al.; Thin Solid Films, 433, 131, 2003.
- [5] J. Steinhäuser et al.; Thin Solid Films, 518, 2961, 2010.

주체107(2018)년 6월 5일 원고접수

Deposition of ZnO Film by Substrate Heating Ultrasonic Spray Pyrolysis Method

Kim Kwang Ung, Jang Chol Ho

We described the deposition of ZnO film by substrate heating ultrasonic spray pyrolysis method and investigated the structural characteristic of deposited ZnO film.

Key words: transparent electrode, ultrasonic spray pyrolysis, ZnO film