

MOCVD 법으로 저온에서 성장한 ZnO 박막의 VI/II 족 유량비의 영향
 Influence of VI/II flow ratio on the growth of ZnO thin films using MOCVD
 at low temperature

공보현*, 김동찬, 김영이, 안철현, 강시우, 전상욱, 한원석, 조형균
 성균관대학교, 신소재공학부

초 록: MOCVD 법으로 사파이어 기판위에 ZnO 박막을 성장시켰으며, 이때 VI/II 족 유량비를 변화 시켜 나타나는 박막의 특성 변화에 대해 연구하였다. 유량비가 증가할수록 박막의 결정성과 광특성이 향상되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 유량비가 증가할수록 전기전도도와 캐리어 농도가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

1. 서 론

ZnO는 3.37eV의 넓은 에너지 밴드갭을 가지고 있으며, 60meV의 큰 엑시톤(exciton) 결합에너지의 특성을 가지고 있어 UV 영역의 소스로서 가장 활용도가 클 것으로 예상된다.[1] 특히 ZnO 박막은 청색과 자외선 발광소자 및 광전자 소자, 화학적 센서로 활용이 가능하다. 여러 성장 방법중 MOCVD 법은 소스인 DEZn 와 산소의 유량이 조절이 가능하여 박막의 특성 다양하게 변화시킬 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 MOCVD 법을 이용하여 사파이어 기판위에 ZnO 박막을 성장 시켰다. 성장 시 VI족 소스인 산소가스와 II족 소스인 DEZn 양을 조절함으로써 이때 변화되는 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성에 대해 연구하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 연구에서는 MOCVD 법을 이용해 ZnO 박막을 성장 하였으며, 이때 사용한 기판은 c-축 사파이어를 사용하였다. 박막성장시 II족 소스인 DEZn 는 10sccm으로 고정 시키고, VI족 소스인 산소가스를 10, 50, 70, 90sccm으로 점차적으로 늘려가며 실험을 하였다. 박막의 성장은 240℃에서 30분간 성장하였다. 작업압력은 5torr로 하였다. 실험조건은 표 1에 나타나 있다.

표 1. 실험조건

Sample ID	Growth conditions				
	Growth Temp.	Growth Time	Ar flow (sccm)	O ₂ flow (sccm)	W.P. (torr)
A	240	30min	10	10	5
B				50	
C				70	
D				90	

2.2 결정학적 특성

그림 1은 서로다른 VI/II족 분위기에서 성장된 ZnO 박막의 SEM 이미지이다. 산소가스의 양이 10sccm에서 90sccm으로 늘어날수록 박막의 두께가 390nm에서 540nm로 증가하는 것을 결과를 통해서 알 수 있다. 반면 표면거칠기는 산소가스 양이 증가할수록 거칠기가 증가하는 것을 관찰할 수 있다. 또한 산소가스 양이 증가할수록 박막의 결정립 크기가 점차적으로 줄어들다가 가스양이 90sccm이 되면 결정립이 형성되지 않는것을 SEM 결과를 통해 알 수 있었다.

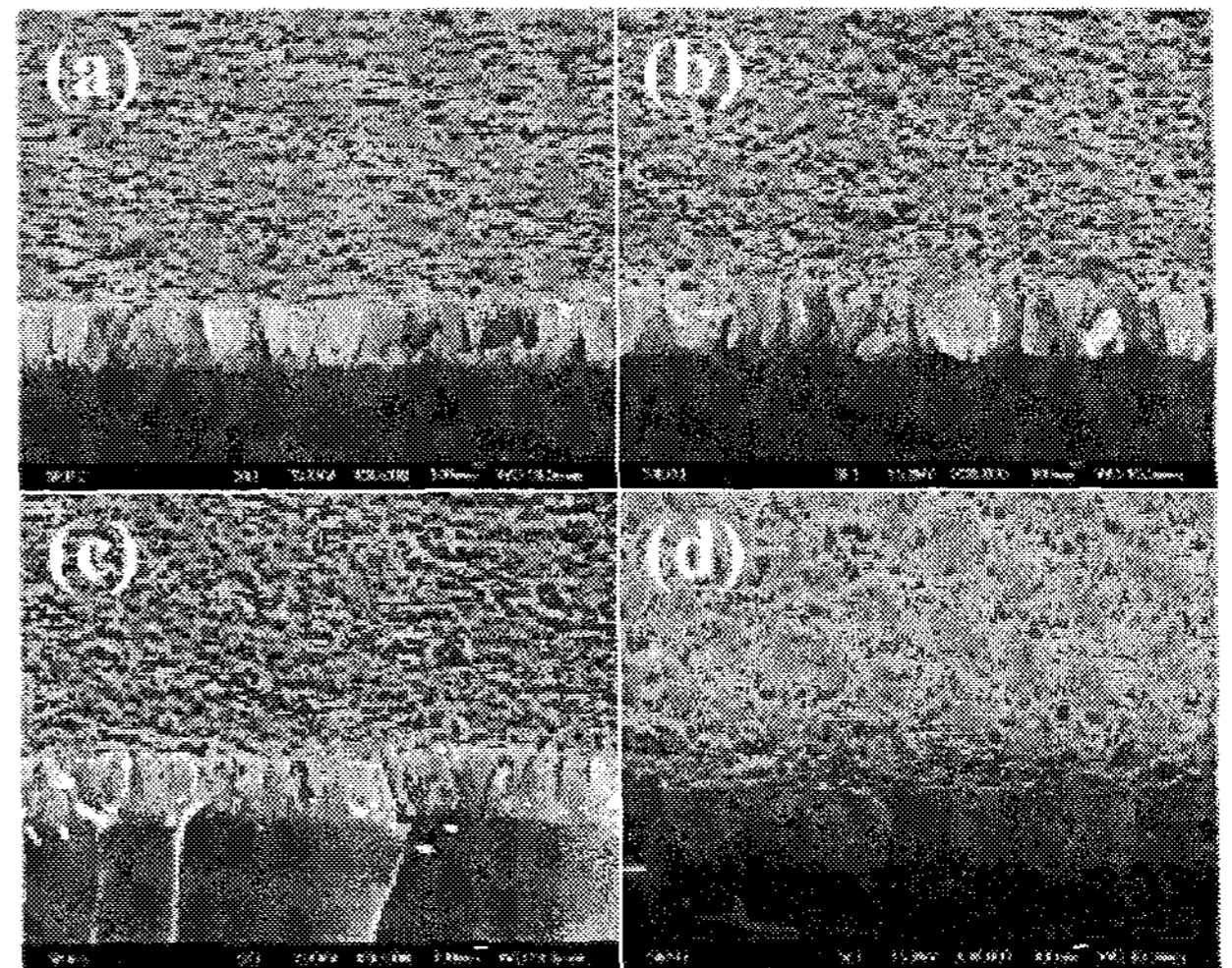


그림 1. 산소가스 양에 따른 ZnO 박막의 형태변화 (a) 10, (b) 50, (c) 70, (d) 90sccm

그림 2는 성장조건에 따른 ZnO 박막의 ω-scan과 φ-scan 결과이다. ZnO(0002)와 ZnO(1-102)의 ω-scan 결과에서 산소가스가 증가할수록 각각의 반폭이 348arcsec, 457arcsec에서 226arcsec, 310arcsec로 결정성이 향상되는 것을 알 수 있고, 산소가스 양이 70sccm 이상이 되면 결정성이 저하되는 것을 알 수 있다.

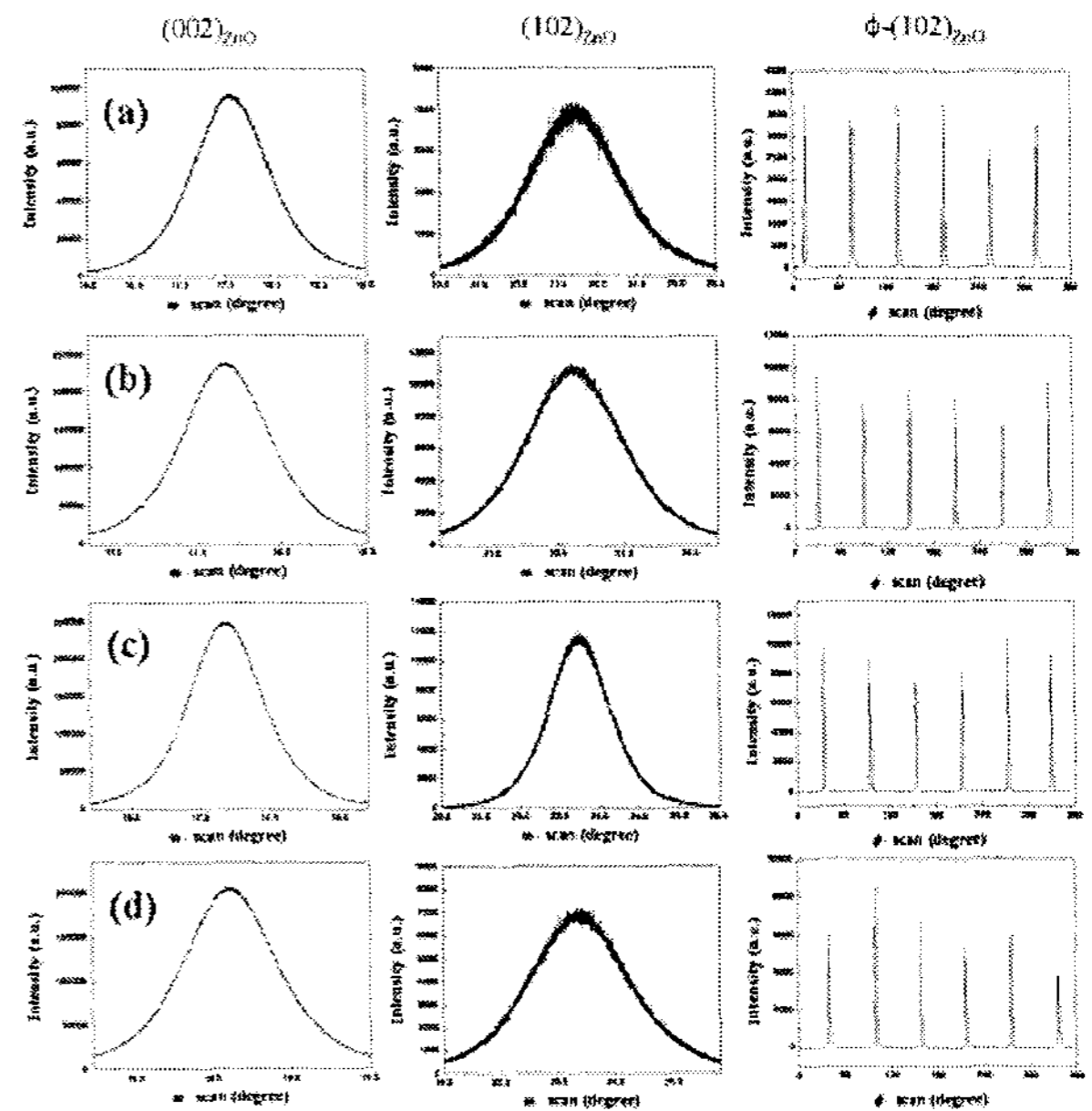


그림 2. ZnO 박막의 ω-scan과 φ-scan

또한 성장된 모든 ZnO 박막의 ϕ -scan 결과로 모든 시편이 사파이어 기판위에 에피 성장된 것을 알 수 있다.

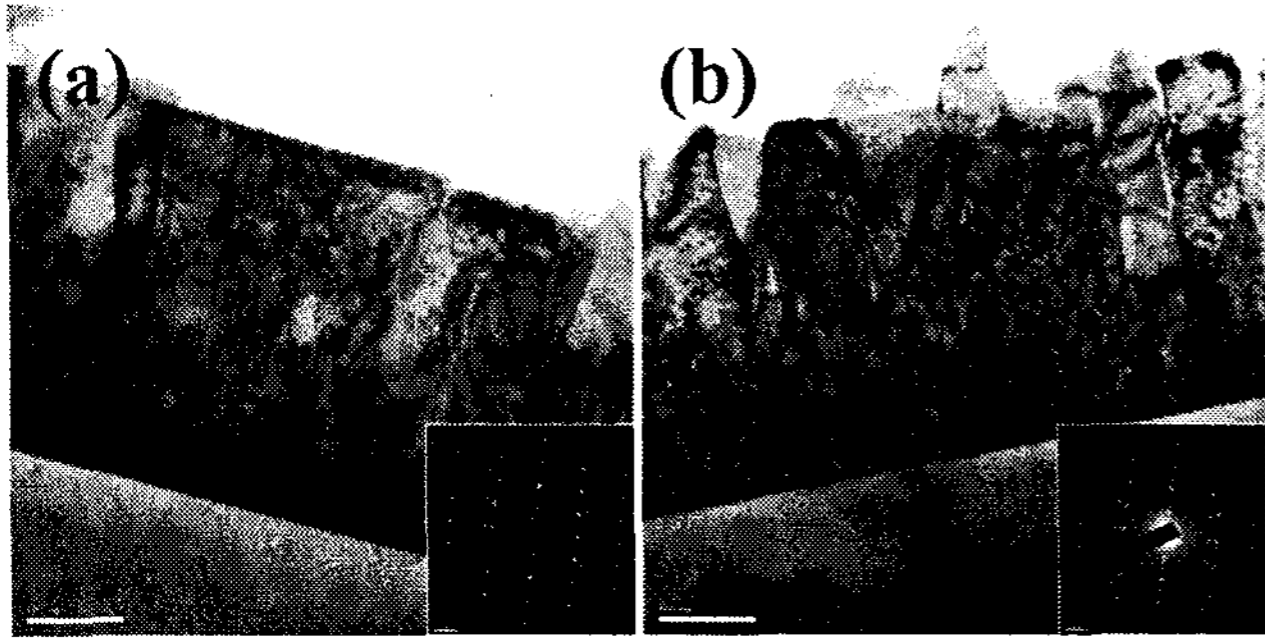


그림 3. 성장된 ZnO 박막의 TEM 이미지. (a) 산소가스 양 : 10sccm, (b) 산소가스 양 : 50sccm

그림 3은 성장된 ZnO 박막의 TEM 이미지이다. 그림 3의 (a)는 산소가스 양이 10sccm 일때 박막의 TEM 이미지이다. 그림에서 볼 수 있듯이 표면이 평탄한 것을 알 수 있고, 회절패턴을 통해 사파이어 기판과 에피로 성장된 것을 알 수 있다. 이는 그림 2의 ϕ -scan 결과와 동일한 결과를 나타내는 것을 알 수 있다. 그림 3의 (b)는 산소가스 양이 50sccm 일때 성장된 ZnO 박막의 TEM 이미지이다. 그림 1의 (b)에서와 같이 산소가스 양이 증가할수록 표면 거칠기가 증가하는 것을 관찰할 수 있고, 또한 그림 3(a)에 비해 결정립의 크기가 감소하는 것을 관찰 할 수 있다.

2.3 광학적 특성

성장된 ZnO 박막의 광학적 특성을 분석하기 위해 75K에서 PL 측정을 하였다. 결과는 그림 4에서 볼 수 있듯이 산소가스 양이 70sccm일때 UV 강도가 가장 높은 것을 알 수 있다.

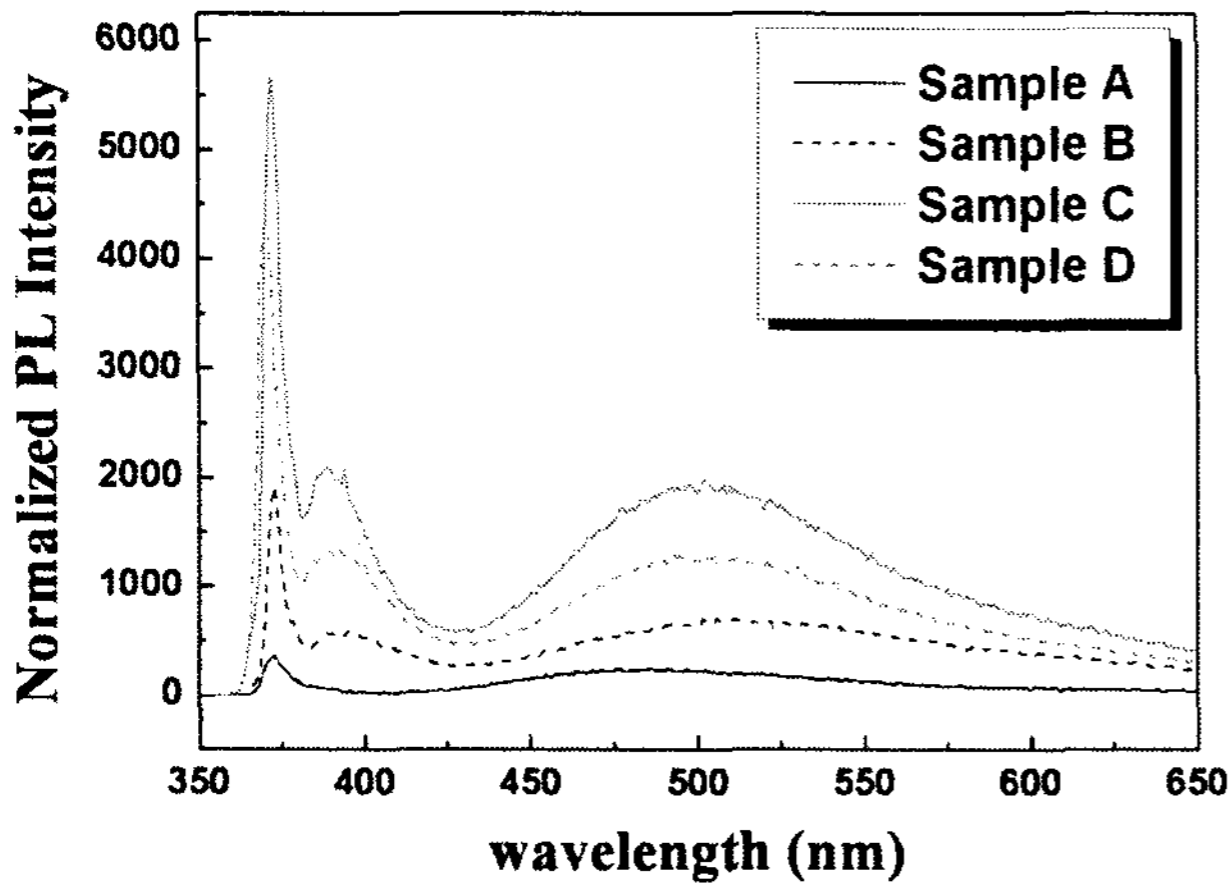


그림 4. 저온(75K) PL 측정결과

이는 HRXRD 결과에서도 알 수 있듯이 박막의 결정성이 향상됨으로써 발광특성이 향상된것을 추측할 수 있다. 또한 UV 강도 뿐만 아니라 깊은준위(DL)의 강도도 함께 증가하는 것을 관찰할 수 있는데 이는 산소공공과 관련된 발광으로 산소에 의한 결함이 산소가스 양이 증가함에 따라 함께 증가하는 것을 알 수 있다.

그림 5는 성장된 ZnO 박막의 투과율을 측정된 결과이다. 결과에서 모든 박막이 가시광 영역에서 약 85% 이상의 투과율을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 ZnO 박막의 여러 활용분야 중 투명전극으로의 높은 활용도를 보여준다. 투과율 결과 또한 산소가스 양이 증가할수록 투과율이 높아

지고 70sccm 이상의 산소가스 분위기에서 투과율이 감소하는 것을 관찰할 수 있다.

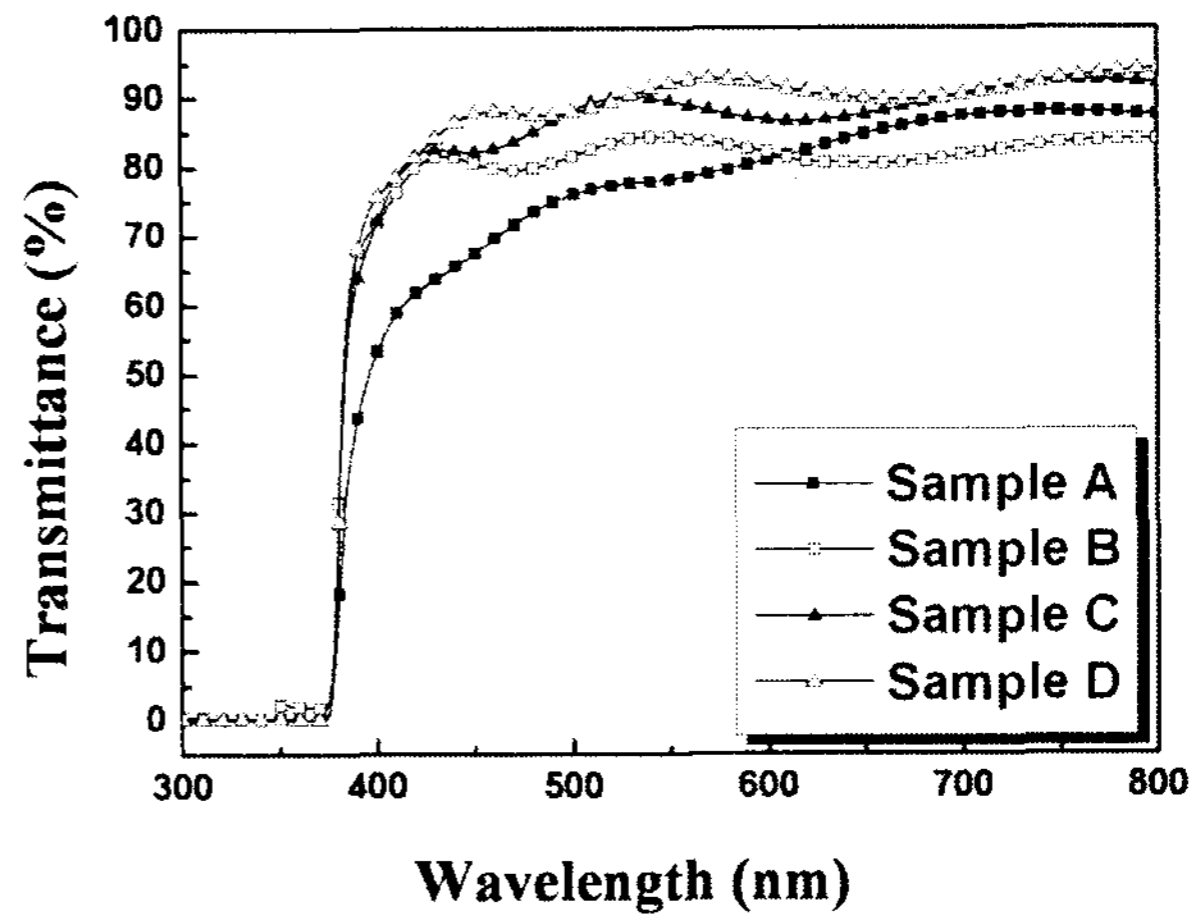


그림 5. 성장된 ZnO 박막의 투과율 측정결과

3. 결 론

본 연구는 ZnO 박막을 MOCVD 법으로 성장 시 VI/II 족 비율에 따른 박막 특성 변화에 대해 연구 하였다. 실험 결과를 통해 박막성장시 산소가스 비율이 증가할수록 결정학적 특성과 광학적 특성이 향상되는 것을 알 수 있었다. 하지만 산소가스 양이 70sccm 이상이 되면 그 특성이 저하되는 것을 실험을 통해 알 수 있었다.

감 사 의 글

본 연구보고서는 정보통신부 정보통신연구진흥원에서 지원하고 있는 정보통신기초연구지원사업과 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2006-000-10027-0)

참 고 문 헌

- [1] M. H. Huang, S. Mao, H. Feick, H. Yan, Y. Wu, H. Kind, E. Weber, R. Russo, and P. Yang, "Room-Temperature Ultraviolet Nanowire Nanolasers ", Science, 292, 1897, 2001.