

(p)ZnTe / (n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe / (n)Si 복접합 박막의
 광도전 특성에 관한 연구

전 춘 생 · 김 완 태* · 허 창 수**

인하대학교 전기공학과
 인하대학교 대학원 전기공학과*
 한국전기연구소**

**A Study on the Photo-Conductive Characteristics of (p)ZnTe/
 (n)Si Solar Cell and (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si Poly-Junction Thin
 Film**

Jhoun, Choon-Saing · Kim, Wan-Tae* · Huh, Chang-Su**

Inha University
 Graduate School, Inha University*
 Korea Electrotechnology Research Institute(KERI)**

요 약

본 논문은 substrate의 온도를 $200 \pm 1^\circ\text{C}$ 정도로 유지하며 진공저항가열증착법을 이용하여 (p)ZnTe / (n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막을 제작한 후 그 전기적 특성을 조사, 비교하였다. 제작한 (p)ZnTe / (n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe / (n)Si 복접합 박막에 대하여 $100 [\text{mW}/\text{cm}^2]$ 의 광조사 하에서 특성을 조사한바 다음과 같은 결과를 얻었다.

	(p)ZnTe / (n)Si	(n)CdS-(p)ZnTe / (n)Si
단락전류 [mA/cm^2]	28	6.5
개방전압 [mV]	450	250
충실도, FF	0.65	0.27
변환효율 [%]	8.19	2.3

제작된 박막은 열처리에 의해 성능이 향상되지만 (p)ZnTe / (n)Si 태양전지는 약 470°C 이상의 온도와 15분 이상의 열처리 시간에서 그리고 (n)CdS-(p)ZnTe / (n)Si 복접합 박막은 약 580°C 이상의 온도와 15분 이상의 열처리 시간에서는 박막의 각종 구조결함으로 인한 감소현상을 나타내었다. 열처리 온도의 증가에 따라 박막의 표면저항은 감소하였다.

ABSTRACT

In this study, the (p)ZnTe/(n)Si solar cell and (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si poly-junction thin film are fabricated by vacuum deposition method at the substrate temperature of $200 \pm 1^\circ\text{C}$ and then their electrical properties are investigated and compared each other. The test results from the (p)ZnTe/(n)Si solar cell the (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si poly-junction thin film under the irradiation of solar energy $100[\text{mW}/\text{cm}^2]$ are as follows;

	(p)ZnTe/(n)Si	(n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si
Short circuit current [mA/cm^2]	28	6.5
Open circuit voltage [mV]	450	250
Fill factor	0.65	0.27
Efficiency [%]	8.19	2.3

The thin film characteristics can be improved by annealing. But the (p)ZnTe/(n)Si solar cell are deteriorated at temperatures above 470°C for annealing time longer than 15 [min] and the (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si thin film are deteriorated at temperature about 580°C for longer than 15 [min]. It is found that the sheet resistance decreases with the increase of annealing temperature.

1. 서 론

지구상에 입사하는 막대한 양의 태양광을 효과적으로 이용하기 위하여 연구되고 있는 태양전지의 개발은 1839년 Becquerel가 전해전지에서 광전지 효과를 발견한 것과 1873년 Willoughby Smith가 selenium에서 광전효과를 발견한 이후부터 시작되었다.¹⁾ 태양전지는 태양광 에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 반도체 소자이다. 최근 반도체 산업의 기술발달과 함께 태양에너지는 고갈될 우려가 없고, 무공해이며 지역편재성이 없는 등의 장점으로 인하여 대체 에너지원으로서 태양전지의 개발에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 지금까지 태양전지는 (p)ZnTe/(n)Si의 p-n 동종접합 태양전지가 주류를 이루어 왔으나 Si wafer의 값이 비싸고, 제조공정의 복잡성과 정교성등으로 인하여 제작비용이 높은 단점 때문에 최근에는 다결정의 화합물 및 산화물 반도체의 이종접합이나 MIS, SIS 구조의 박막형 태양전지가 활발히 연구되고 있다.^{2,3,4)}

박막을 제작하는 방법으로는 sputtering,

spray 및 CVD 방식등이 있으며 본 실험에서는 화합물 반도체의 일종인 p형의 ZnTe와 n형의 CdS를 PVD(Physical vapor deposition)의 일종인 진공증착법을 이용하여 n형 Si기판 위에 이들 시료를 퇴적시켜 박막을 제작한 후, 그 특성을 조사하였다. ZnTe/Si 태양전지는 A.Kovalenko, V.A.Korotkov, M.V.Kot와 L.M.Panasjuk 등에 의해 조사되었다.^{5,6)} CdS-Si 태양전지는 처음으로 M.Okimura에 의해 제작되어 4.9%의 효율을 나타내었으며⁷⁾ 본 연구실에서도 4.08%의 효율을 얻은바가 있다.⁸⁾

그리고 다층접합형 태양전지에 대한 실험보고서로는 Sater가 $11.8[\text{mW}/\text{cm}^2]$ 의 입사광에너지 하에서 6.4%의 효율을 얻은것으로 알려져 있다.⁹⁾ 본 연구에서 실험적으로 제작한 (p)ZnTe/(n)Si 태양전지에서는 변환효율 9.6%의 양호한 박막을 제작하였으며 (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막은 변환효율 2.3%의 다소 효율이 떨어지는 결과를 얻었으나 앞으로 더 연구를 보완해가면 좋은 결과를 얻을 수 있으리라 확신한다.

2. 실험방법 및 측정

2.1 실험 장치

본 실험에 사용된 저항가열방식의 진공증착 장치는 배기속도 330[l/min]인 유희전 펌프(영국, Edward, ED-330) 및 유확산 펌프(일본, Tokyo Vacuum Co.)를 사용하여 10^{-5} [torr]까지 배기시켰다. Evaporation source로는 텅스텐선(0.5mm×3)을 나선형으로 조밀하게 감아서 사용하였다. 기판가열 장치로는 halogen lamp에 반사갯을 설치하여 전압조정기로 조정하여 그 출력을 가감하였고 기판의 온도는 열전대를 사용하여 측정하였다. 또한 shutter를 이용하여 기판에 증착되는 증착량을 조절하였다. Photo. 2.1은 제작된 박막의 사진이다.

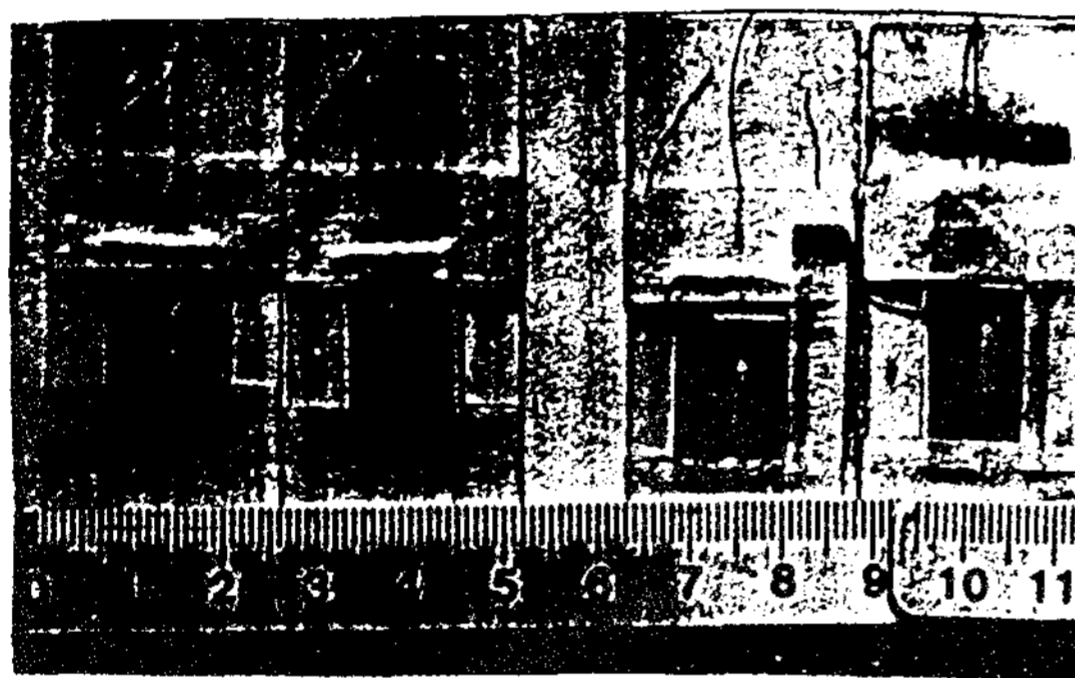


Photo.2.1 Specimen of the solar cell

(a) (p)ZnTe/(n)Si (b) (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si

2.2 (p)ZnTe / (n)Si, (n)Cds-(p)ZnTe / (n)Si 접합제작

2.2.1 Si wafer 처리

ZnTe와 CdS시료가 증착되는 Si wafer는 n형(100)면으로 불순물 붕소(B)를 첨가한 비저항이 $1\sim 2[\Omega \cdot \text{cm}]$ 인 것을 사용하였다. 시편제작과 특성평가를 용이하게 하기위하여 wafer를 $2.0 \times 1[\text{cm}^2]$ 의 크기로 잘라내어 사용하였다.

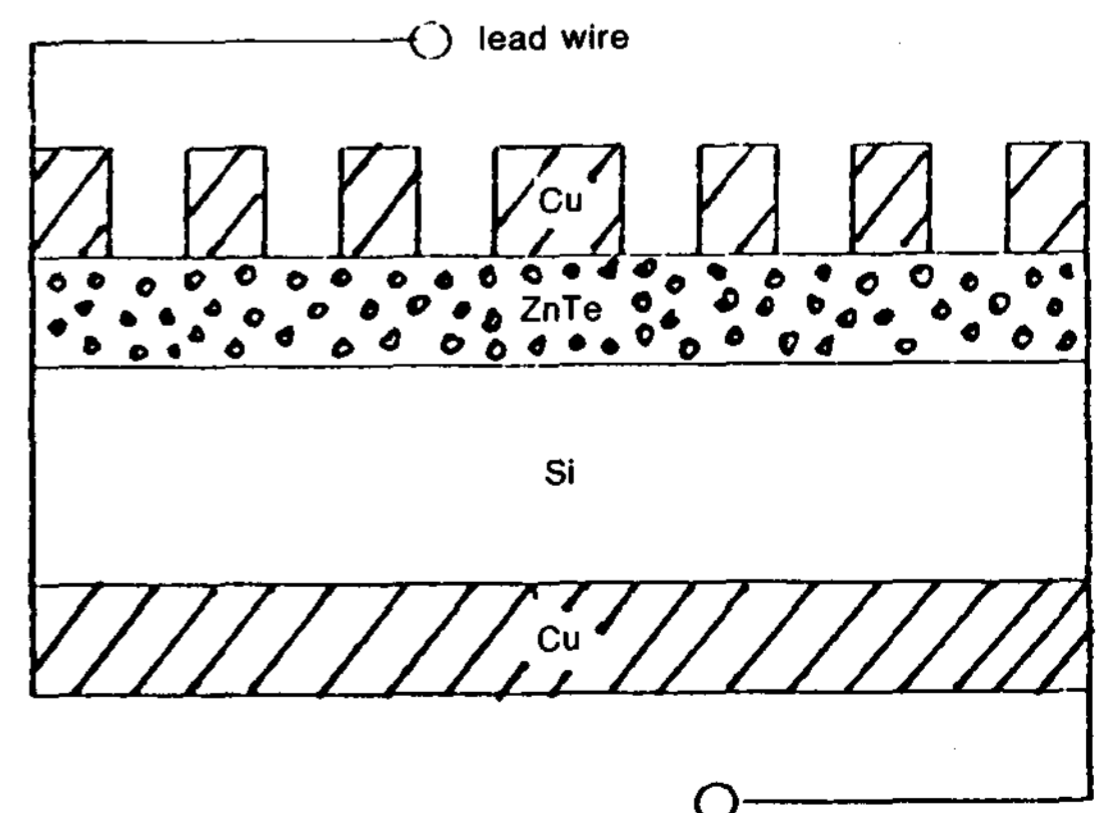
시편을 micro액 내에서 초음파 세척(50°C, 30분간)을 하고, 증류수로 다시 깨끗해 질때까지 초음파 세척을 했다. 이때 세척용액으로 사용된 micro액의 주성분은 계면활성제(20%), 직쇄 알킬 벤젠계(음이온), 고급 알콜계(음이

온), 지방산계(비이온)인 중성세제이다. 다음 HNO_3 , H_2O_2 , H_2O 를 1:2:7의 비율로 섞은 용액에 약 4~5분간 함침시켜서 중성 세제로 씻기지 않은 단백질과 같은 잔류불순물을 제거하였다. 다시 증류수로 세척한 후 etching을 하였는데 etching 용액으로는 HF와 H_2O 를 1:100으로 섞은 것으로서 Si wafer위에 자연적으로 형성되어 있는 SiO_2 막을 제거한 다음 증류수로 헹구어 시편을 제작하였다. 그러나 etching 및 세척 후에도 자연적으로 Si wafer에는 공기와의 접촉으로 SiO_2 층이 생기는데 이때 약 10~15 Å의 두께로 형성한 것으로 생각한다.

2.2.2 박막의 제작

Bell jar 내부를 진공시킨 후 evaporation source의 온도를 전압조정기로 서서히 올려 ZnTe는 약 1500°C 이상, CdS는 약 1900°C 이상으로 가열하여 박막을 형성시킨다. 이때 기판온도는 약 $200 \pm 1^\circ\text{C}$ 정도로 유지하였으며 증착박막의 두께는 증착시간으로 조절하였다. 그리고 전극은 Cu를 진공증착법으로 증착하였는데 특히 광이 입사하는 창쪽은 comb형 마스크를 만들어 증착하였다.

전지를 제작한 후 열처리는 온도를 약 200~700°C까지 변화시켰으며 시간에 따른 특성은 최적의 온도를 결정한 후 시간범위를 5~60분 간격으로 조절하였다. 제작된 전지는 lead선을 부착하여 측정하였다. Fig. 2.1은 (p)ZnTe / (n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe / (n)Si 복접



(a) (p)ZnTe/(n)Si

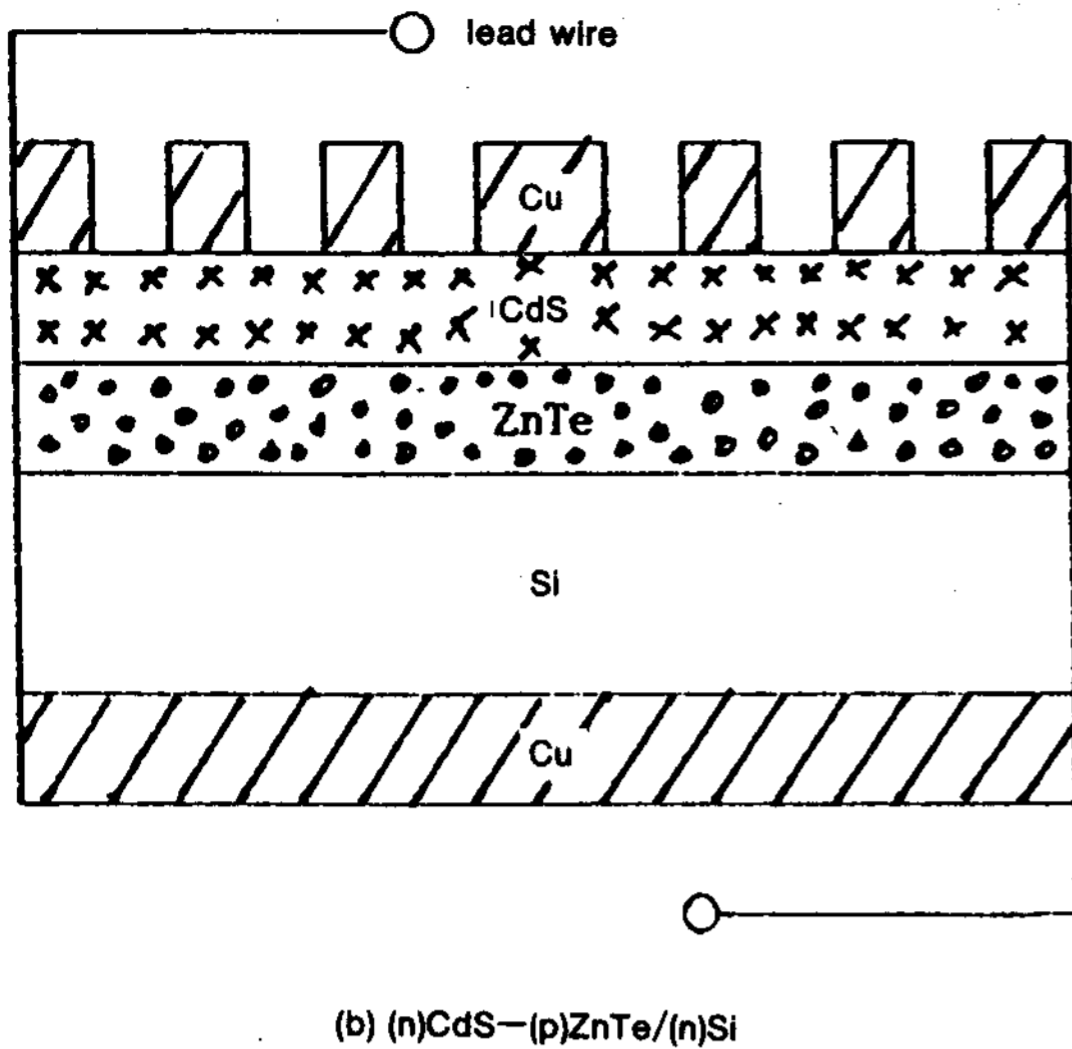


Fig. 2.1 Structure of thin film

합 박막의 단면도를 나타낸 것이다.

2.3 측 정

박막을 제작한 후 열처리온도와 시간의 변화에 따른 전지의 특성을 측정하였고, SEM으로 박막의 두께, X-ray diffractometer(Philips사, PW1710, Cu K α)로 박막의 결정성장을 조사하였다. 또한 입사광에너지를 100[mW/cm²]로 하였을때의 V-I 특성과 광을 조사하지 않았을때 다이오드로서의 특성을 알아보기 위하여 반도체 소자 curve tracer(Kokuyo Electric Co., Ltd, 일본)를 사용하였다. 태양전지의 입사에너지는 AM1 상태인 P_{in}=100[mW/cm²], 주위온도 28°C가 측정의 표준이다.^{10,11)}

입사에너지의 광원으로는 여러가지가 있으나 본 실험에서는 광원으로 직접 태양광을 이용하였으며 정오 12시경의 청명한 날에는 태양광선과 수직면상에서 100[mW/cm²]가 되는 것을 pyranometer (Model No.3210, SN No.3713, Division of qualimetrics, Inc.)로서 전압(mV)을 측정한 다음, [(mV×0.0198)+0.008=cal/cm²/min], [cal/cm²/min×69.73=mW/cm²]의 공식에 대입하여 구하였다. 이와같은 광원으로 측정한 목적은 halogen lamp나 Xe lamp 또는 백열전구하에서의 spectrum은 태양광선의 spectrum과 다르며,¹²⁾ 또한 AM1 조건하의 표준상

태의 값이 되기 때문이다. 열처리온도에 따른 박막의 표면저항은 4침법의 일종인 van der praw법으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

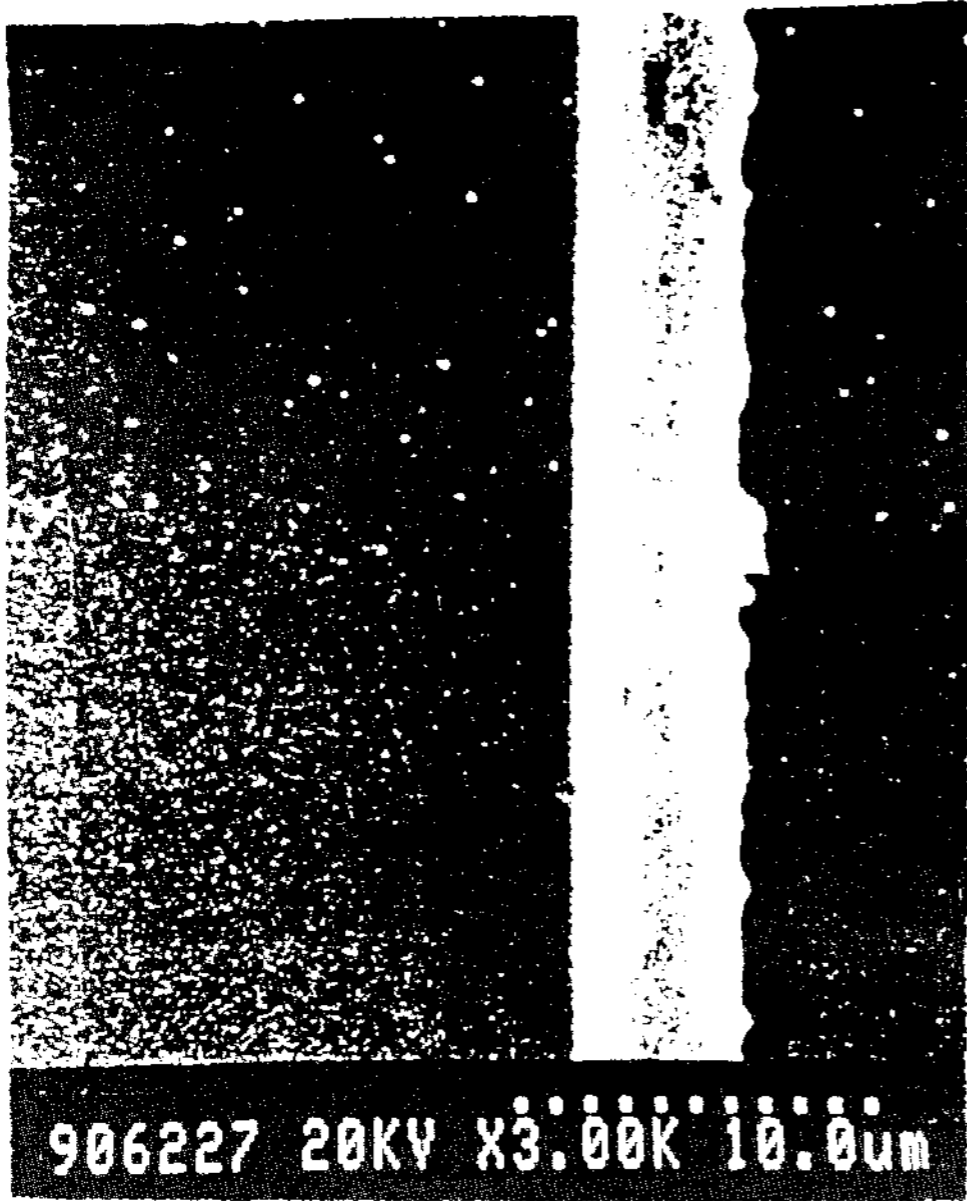
3.1 박막의 성질

각각의 박막 두께는 증착시간으로 조절하였으며 두께에 따른 간섭효과에 의해 ZnTe는 투명한 무색(1.2 μ m)에서 황색(2.5 μ m), 자색(3.2 μ m), 청색(4.2 μ m), 짙은청색(5 μ m)으로, CdS는 무색(1.5 μ m)에서 노랑색(2.7 μ m), 황색(4.5 μ m), 자색(6.5 μ m이상)으로 변화하기 때문에 거시적으로 증착 후의 대략적인 두께를 짐작할 수 있다. 박막의 최적두께는 일정한 증착율로 20, 40, 60, 80, 100, 120분 등으로 증착시간을 변화하여 최대출력의 두께를 설정하였으며 ZnTe/Si 박막에서는 ZnTe가 약 8.7[Å/sec]의 증착율로 80분 증착한 결과 Photo. 3.1의 (a)에서 보여주듯이 약 4.2[μ m] 정도였으며 CdS-ZnTe/Si 박막에서는 최적두께의 ZnTe위에 CdS를 8.1[Å/sec]의 증착율로 60분 증착한 결과 Photo. 3.1의 (b)에서 보여주듯이 약 7.1[μ m] 정도의 두께였다. 박막의 표면상태를 Photo. 3.2와 3.3에 나타냈다. 두께가 두꺼워 질수록 박막 표면위의 grain이 성장한 것을 Photo. 3.3에서 알 수 있다.

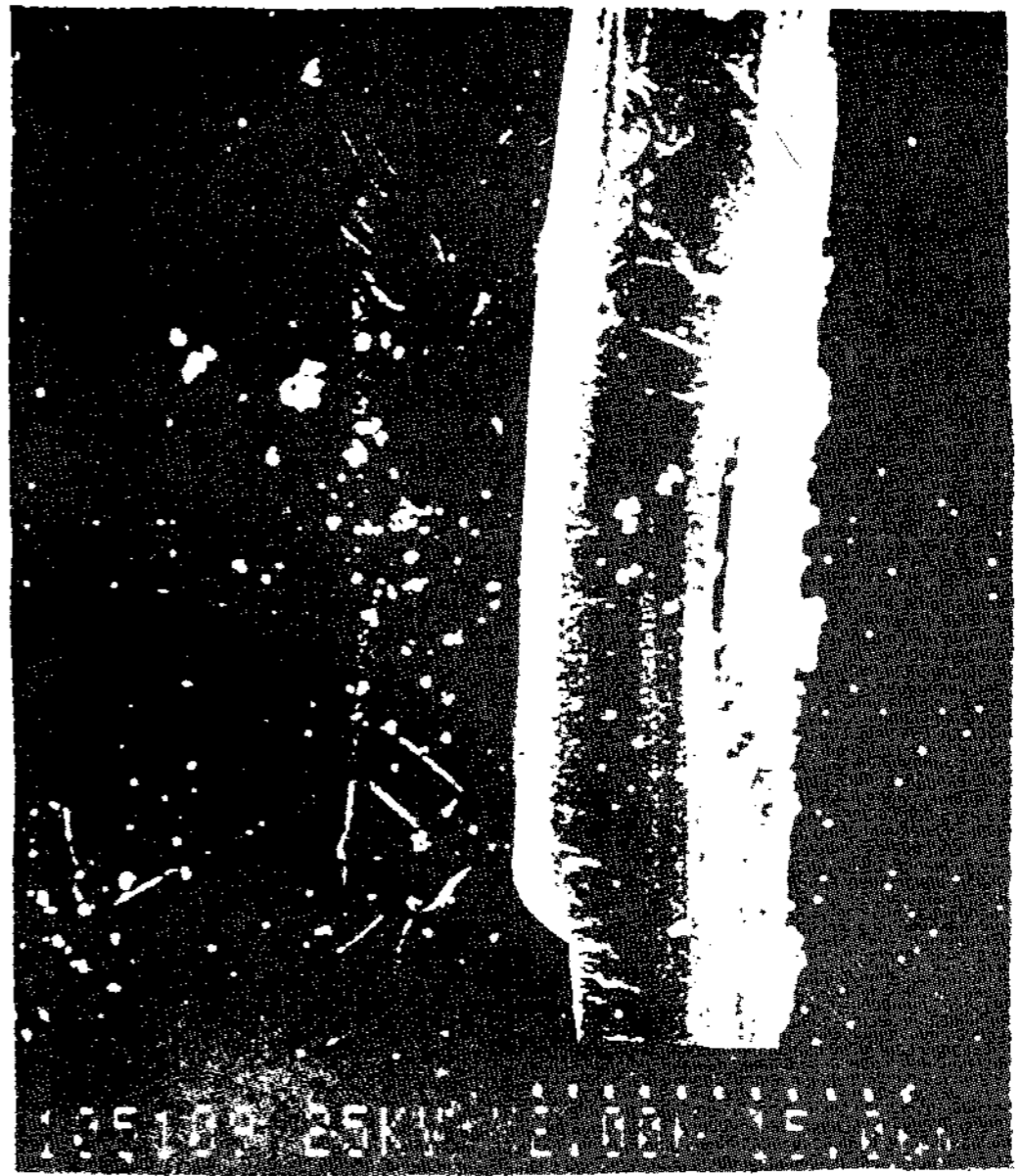
3.2 박막의 열처리 효과

제작된 박막은 열처리를 하기 전에는 저항이 수 M Ω 에 이르고 결정이 다 결정 상태이지만 열처리에 의해 저항이 수 K Ω ~수십 Ω 으로 감소하고 결정성장이 Si의 단결정 상태를 근사적으로 닮아가게 된다.¹³⁾

Fig. 3.1과 Fig. 3.2는 열처리 온도(200~700°C)에 대한 단락전류밀도(I_{sc})와 개방전압(V_{oc})의 관계를 나타낸 것이며 Fig. 3.3과 Fig. 3.4는 열처리시간(5~60min.)에 대한 I_{sc}와 V_{oc}의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 어느 일정한 온도(ZnTe/Si : 약 470°C, CdS-ZnTe/Si : 약 580°C)와 시간(15min.)으로 열처



(a)



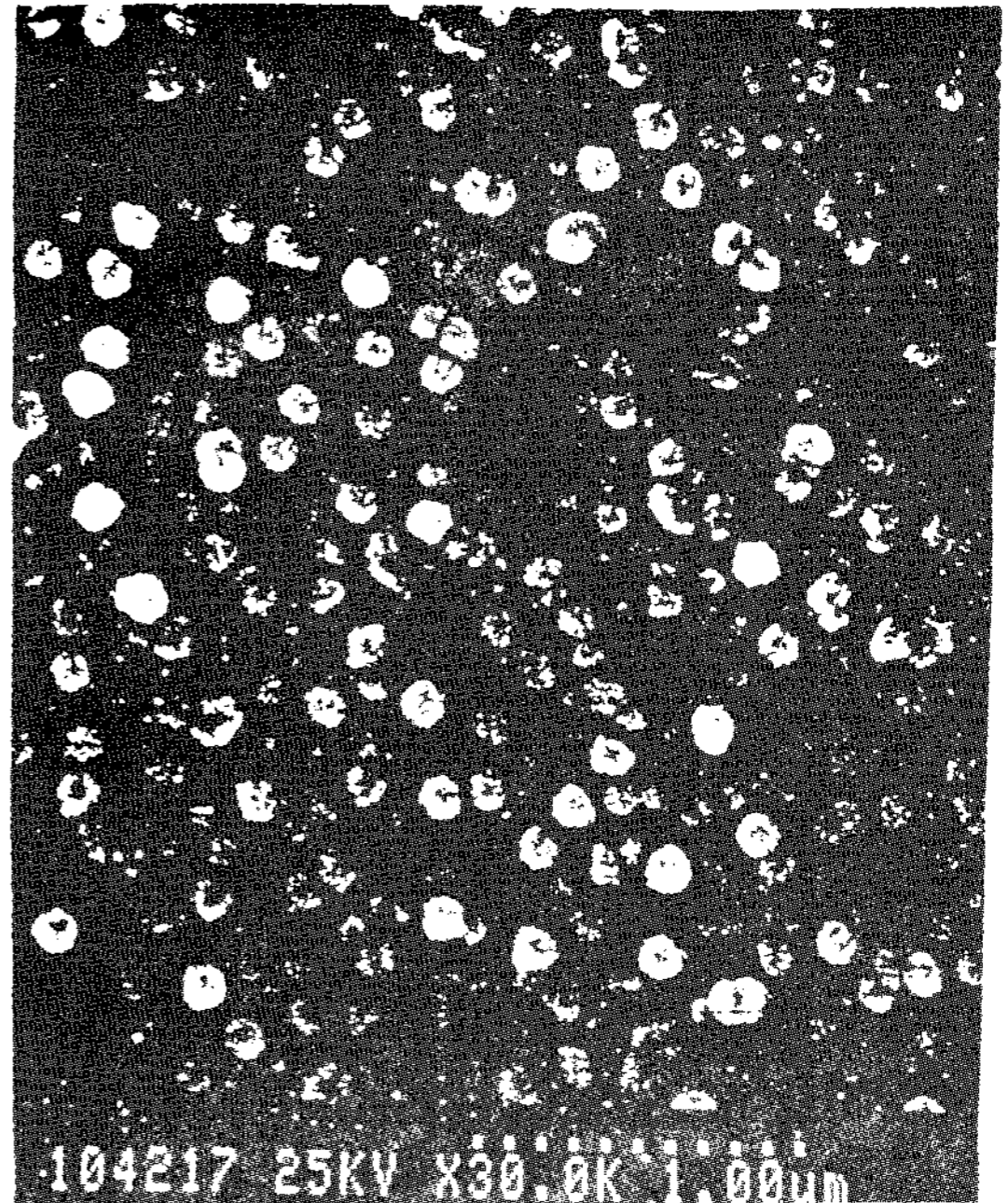
(b)

Photo. 3.1 SEM of film thickness (a) (p)ZnTe/(n)Si (b) (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si

(a) $4.8 \mu\text{m}$ (b) $7.1 \mu\text{m}$ (580°C, 15min.)

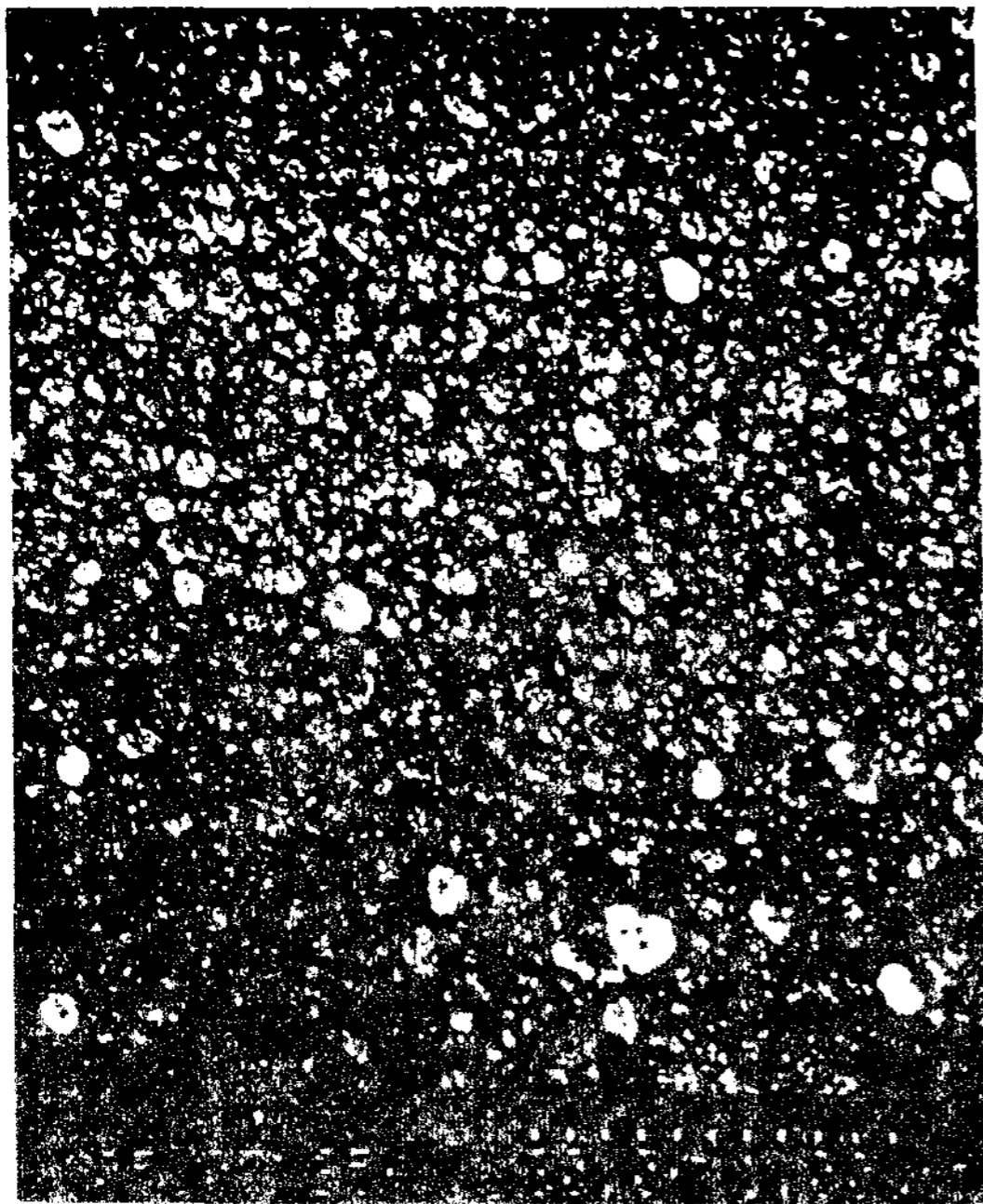


(a)

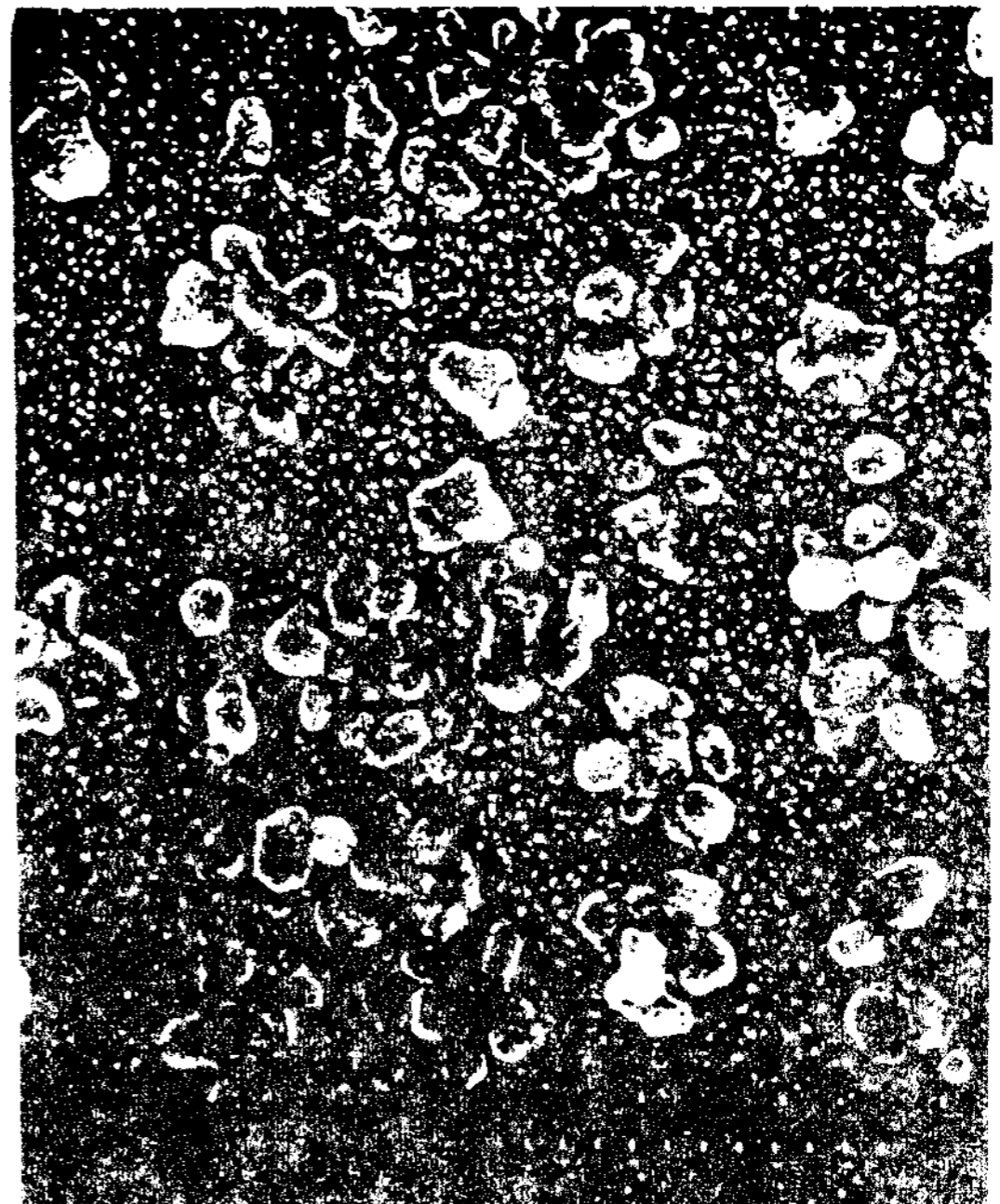


(b)

Photo. 3.2 SEM of surface state of ZnTe films thickness (a) $2.5 \mu\text{m}$ (b) $4.2 \mu\text{m}$ (470°C, 15min.)



(a)



(b)

Photo.3.3 SEM of surface state of (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si films thickness

(a) 4.8 μm (b) 7.1 μm (580°C, 15min.)

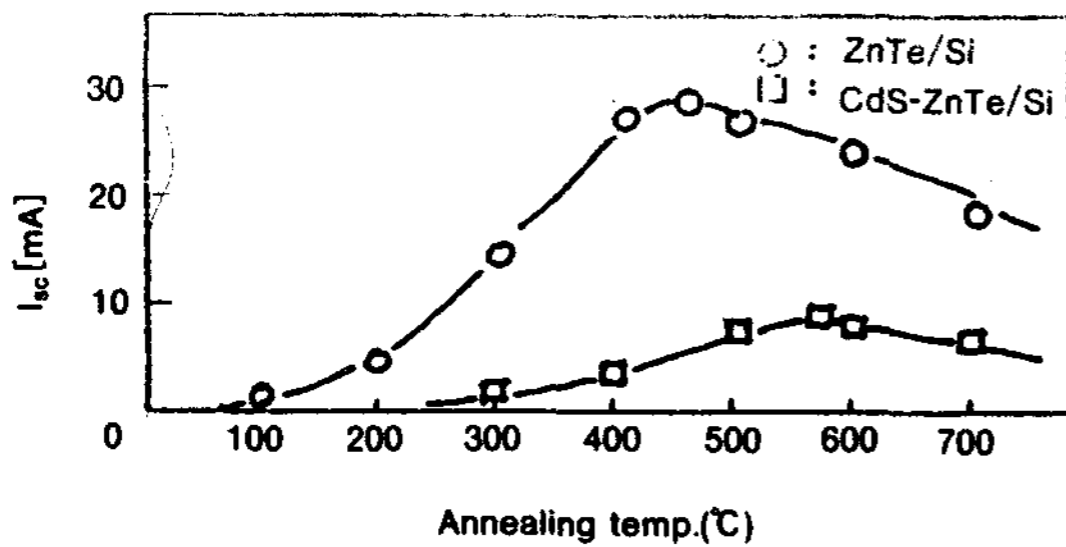


Fig. 3.1 Short circuit current dependence of annealing temp.

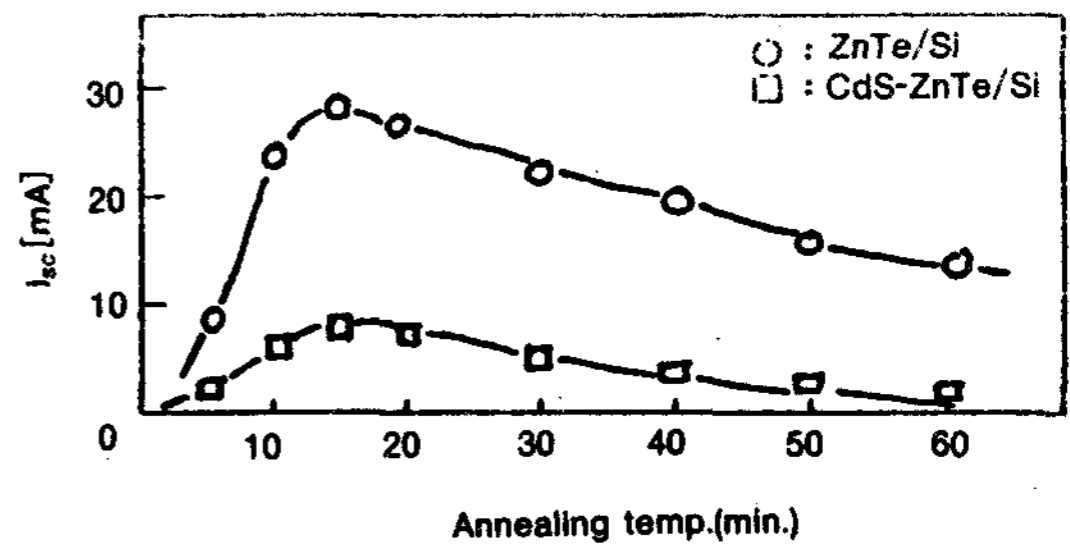


Fig. 3.3 Short circuit current dependence of annealing time

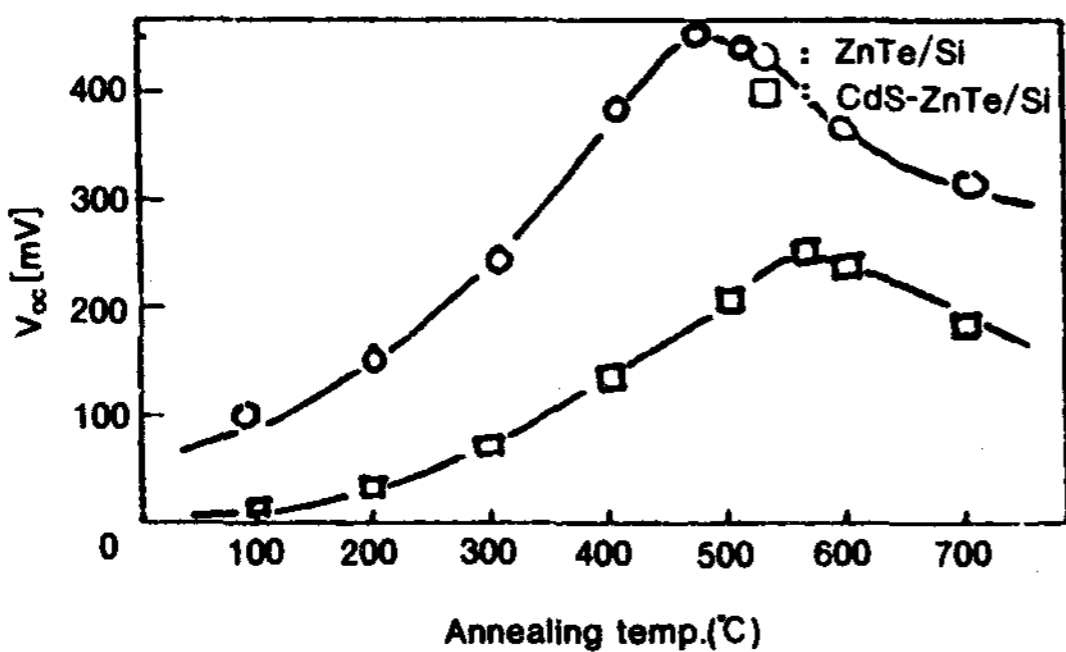


Fig. 3.2 Open circuit voltage dependence of annealing temp.

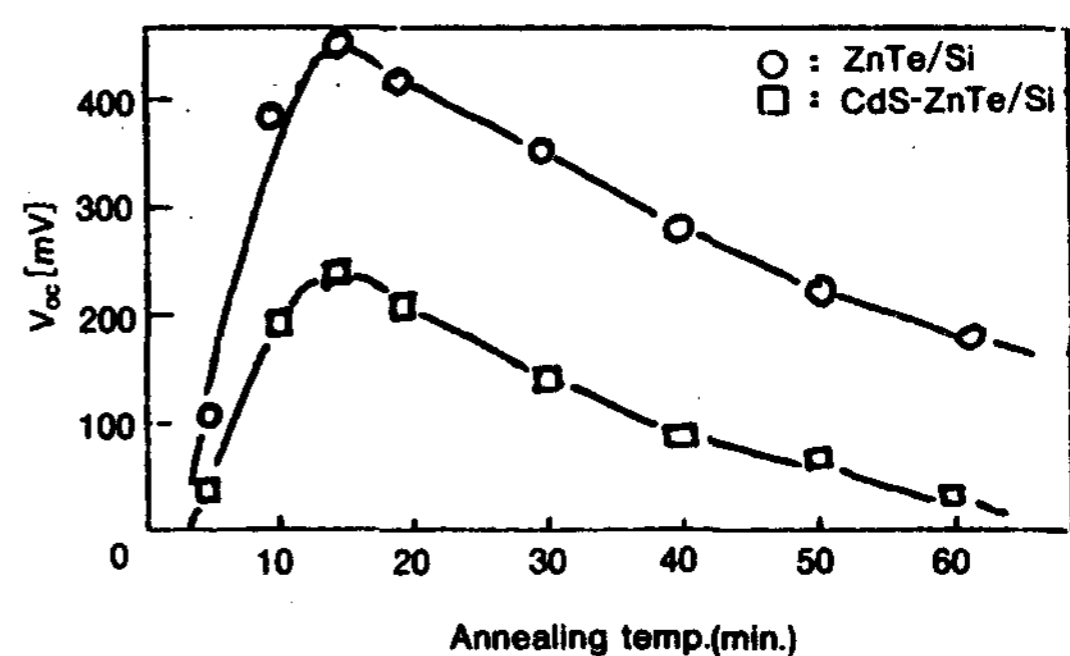


Fig. 3.4 Open circuit voltage dependence of annealing time

리를 하면 I_{sc} 와 V_{oc} 는 증가한다. 이것은 Si위에 증착된 박막내 dangling bond나 수분 또는 기타 불순물, grain내의 defect 따위의 결함밀도가 열처리로 인해 다수 제거되고, 단결정의 성장을 촉진하여 Si wafer 표면에 증착된 박막의 결정 상태가 열처리에 의해 작은 결정이 큰결정에 흡수되어 grain boundary의 D값이 커지게 되므로 식(1)의 박막 저항값이 작아지기 때문이다.

또한 ZnTe, CdS와 Si이 lattice mismatch가 약 12%이므로 접합이 비교적 양호하며 열처리에 의해 ZnTe/Si, CdS-ZnTe/Si간의 lattice mismatch와 strain이 감소하므로 I_{sc} 와 V_{oc} 는 증가한다.¹⁴⁾ 박막표면의 비저항을 ρ 라고 하면

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \frac{3}{2} \times \frac{R}{1-R} \times \frac{\lambda_0}{D}\right) \dots\dots\dots (1)$$

여기서, R : 결정 내부의 grain boundary에 있어서의 반사율
 λ_0 : 임계파장
 D : Si 기판위에 있는 박막의 grain boundary크기

lattice mismatch로 인하여 접합이 이루어질때 strain이 발생하며 이런 strain이 dislocation을 유발하는데 Oldham과 Milnes는 이종접합이 이루어질때 각 방향의 최소 dislocation수를 계산하였다. 이때 이것을 dangling bond의 표면밀도 ΔN_s 로서 표시하였다.¹⁵⁾

$$\Delta N_s = N_{s1} - N_{s2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, N_{s1} , N_{s2} 는 반도체 물질의 dangling bond density

이러한 surface bond density는 각 방향의 격자상수와 관련이 있는데 이것으로 각 전위간의 길이를 측정할 수 있다. 즉,

$$p = \frac{ab}{(b-a)} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, a는 격자상수가 작은 물질의 결정방향 내에서 반복되는 거리이며 b는 다른 물질의 결정방향 내에서 반복되는 거리이다.

3.5 X-선 회절 분석

Fig. 3.5와 Fig. 3.6은 Si표면에 ZnTe, CdS-ZnTe 박막을 증착한 후 열처리 온도에 따른 결정성장도를 비교한 것이다. 격자면거리들에 따라 나타난 각각의 상대피크들은 ZnTe 분말일

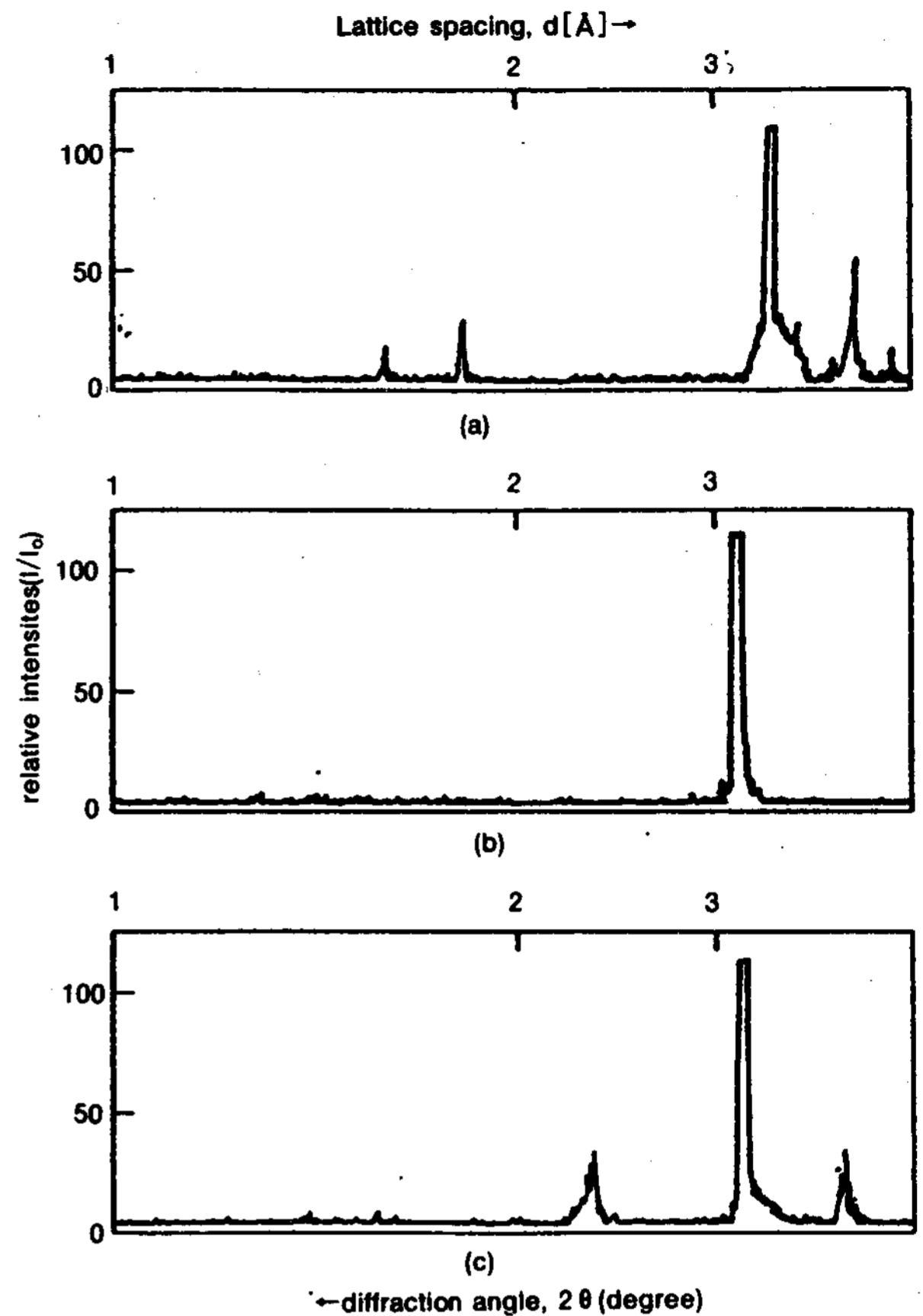


Fig. 3.5 X-ray diffraction pattern of ZnTeSi films (a) before annealing (b) 470 °C (c) 600 °C

때 주로 $d=3.1213 \text{ \AA}$ (100), 1.9093 \AA (220), 1.6304 \AA (311)의 면거리와 방향을 갖는 다결정임을, Si wafer는 $d=3.1024 \text{ \AA}$ (100)의 면거리와 방향을 갖는 단결정임을 알 수 있었다.

위와 같은 ZnTe와 Si이 이종접합을 하여 태양전지를 제작하면 Fig. 3.5의 (a)와 같이 되고, 열처리를 가하면 Fig. 3.5의 (b), (c)의 X-선 회절 형태를 나타내게 된다. 이것은 열처리 온도를 증가시킬 경우 각방향의 상대최고값이 1.2에서 0.6으로, 0.7에서 0.4로, 0.6에서 0.25로서 작아져서 470°C인 최적의 조건에서는 ZnTe가 Si의 단결정의 결정성장 방향(100)을 닮아감을 알 수 있다.

이는 다결정 상태의 ZnTe 분말이 증착시 단결정의 Si 방향에 열처리 효과에 의해(100)방향으로 결정이 성장했음을 의미하는 것이다.

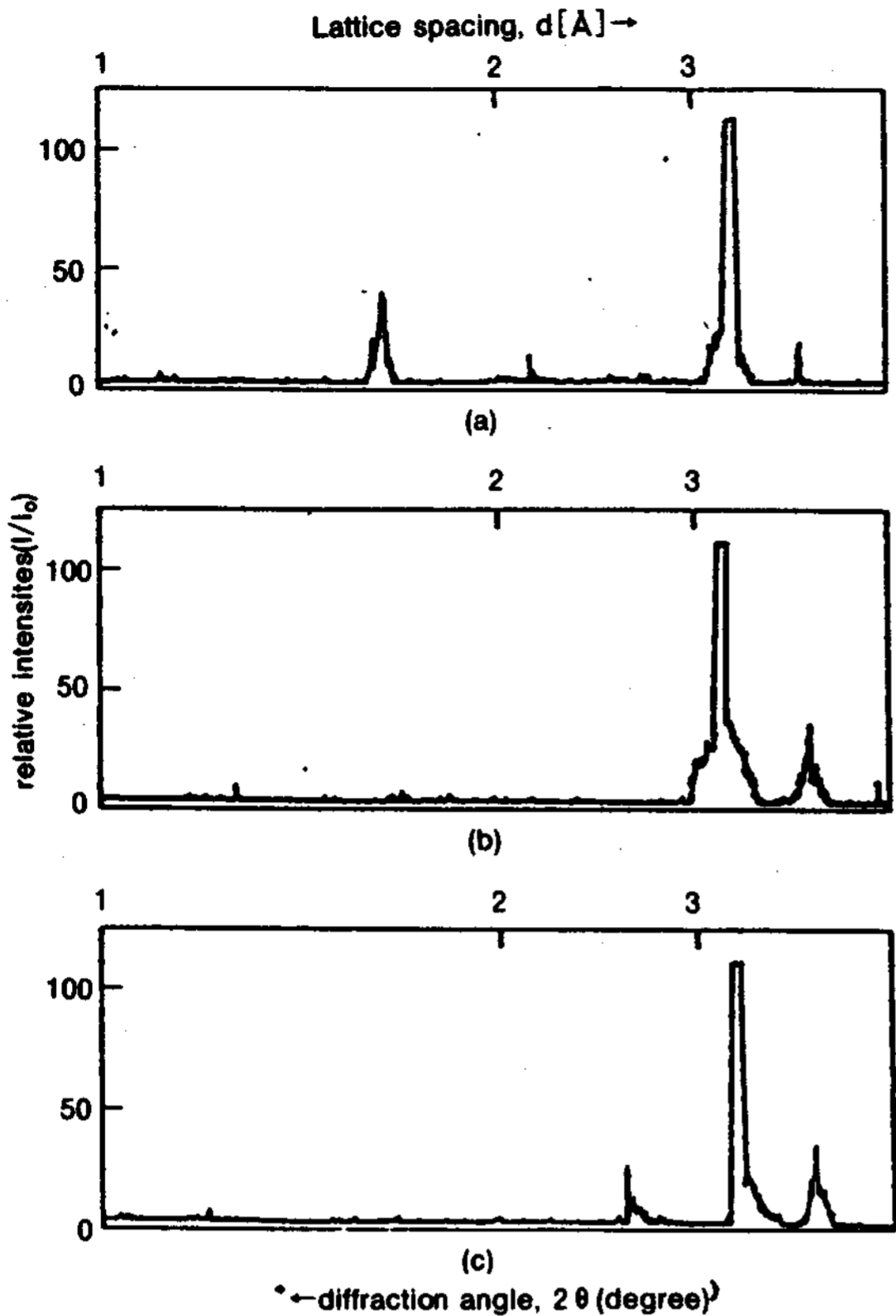


Fig. 3.6 X-ray diffraction pattern of CdS-ZnTe/Si films (a) before annealing (b) 580°C (c) 700°C

Fig. 3.6은 CdS-ZnTe/Si 박막의 열처리에 따른 결정성장도를 비교한 것이다.

이상의 Fig. 3.5와 3.6에서 보는바와 같이 전지의 최적상태는 Si(100) 단결정 상태의 구조와 거의 유사한 성질을 나타냄을 알 수 있다. 그러나 과도한 열처리는 Fig. 3.5와 3.6의 (c)에서 처럼 박막의 형태가 여러방향을 나타내어 다결정화 되는 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

3.4 박막의 표면저항

Fig. 3.7은 ZnTe/Si 박막의 열처리온도에 따른 표면저항을 나타낸 것이다. 그림에서 박막은 열처리전 수(KΩ/cm²)의 저항값을 나타냈으나 열처리에 따라 수백(Ω/cm²)~수십(Ω/cm²) 정도의 저항값을 나타내어 최적의 열처리 온도에서 가장 작은 저항값을 나타내고 그 이상의 열처리 온도에서는 저항값이 약간 증가함을 알

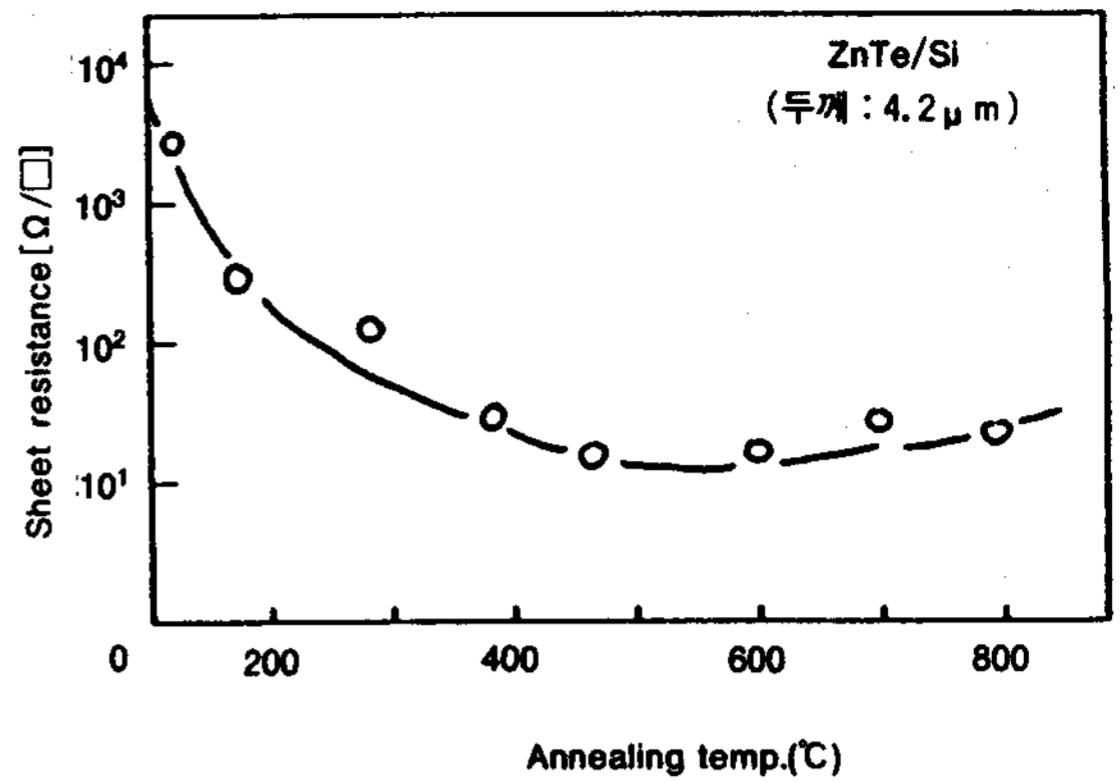


Fig. 3.7 Dependence of the sheet surface resistance on annealing temp.

수 있었다.

3.5 전압(V)-전류(I) 특성

Fig. 3.8, 3.9는 박막의 열처리에 따른 V-I

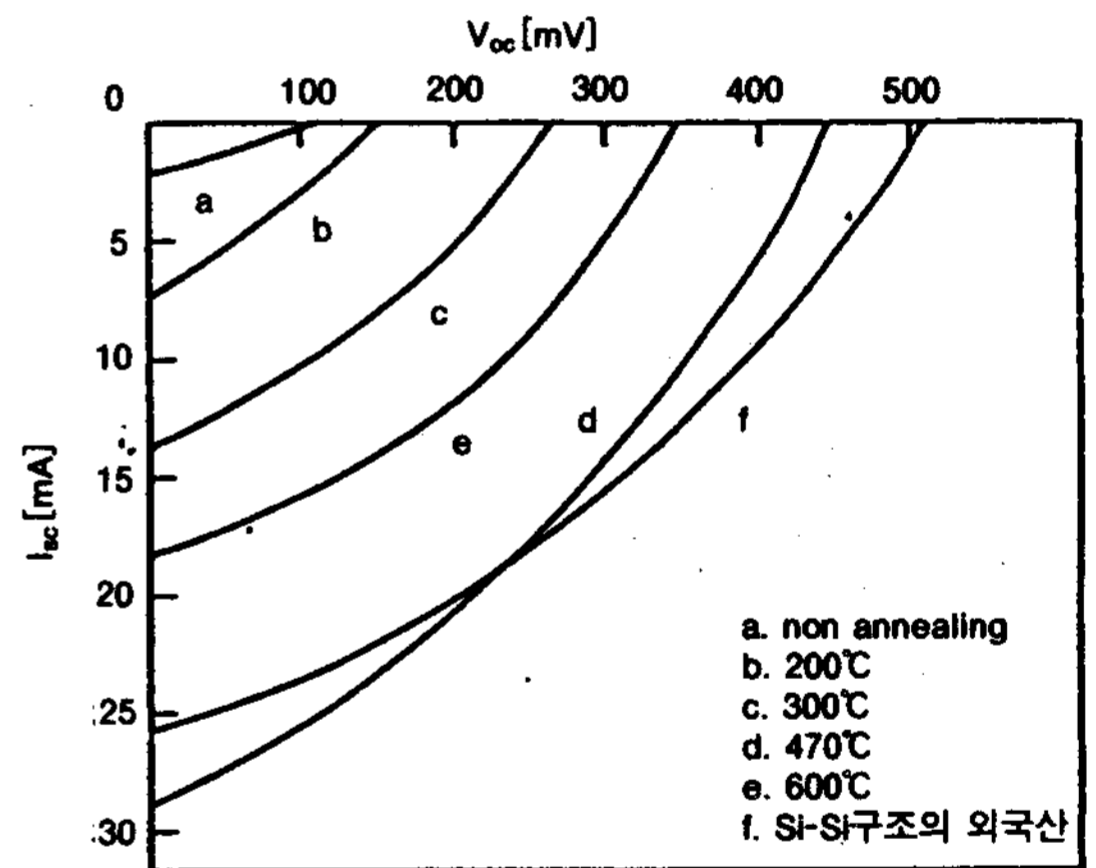


Fig. 3.8 V-I characteristics of ZnTe/Si thin film

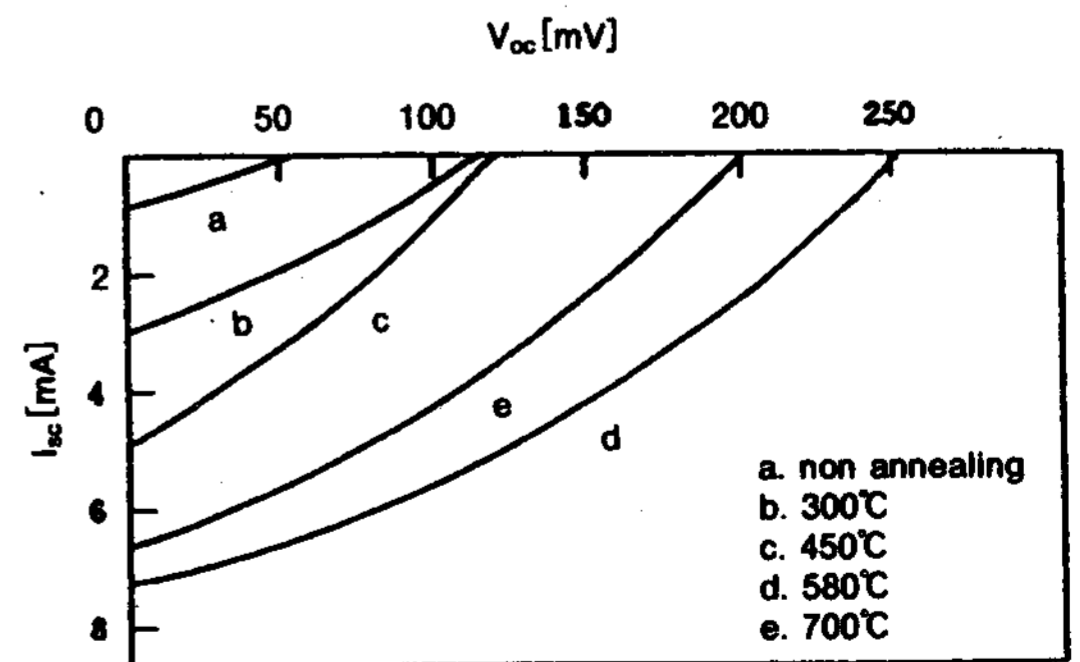


Fig. 3.9 V-I characteristics of CdS-ZnTe/Si thin film

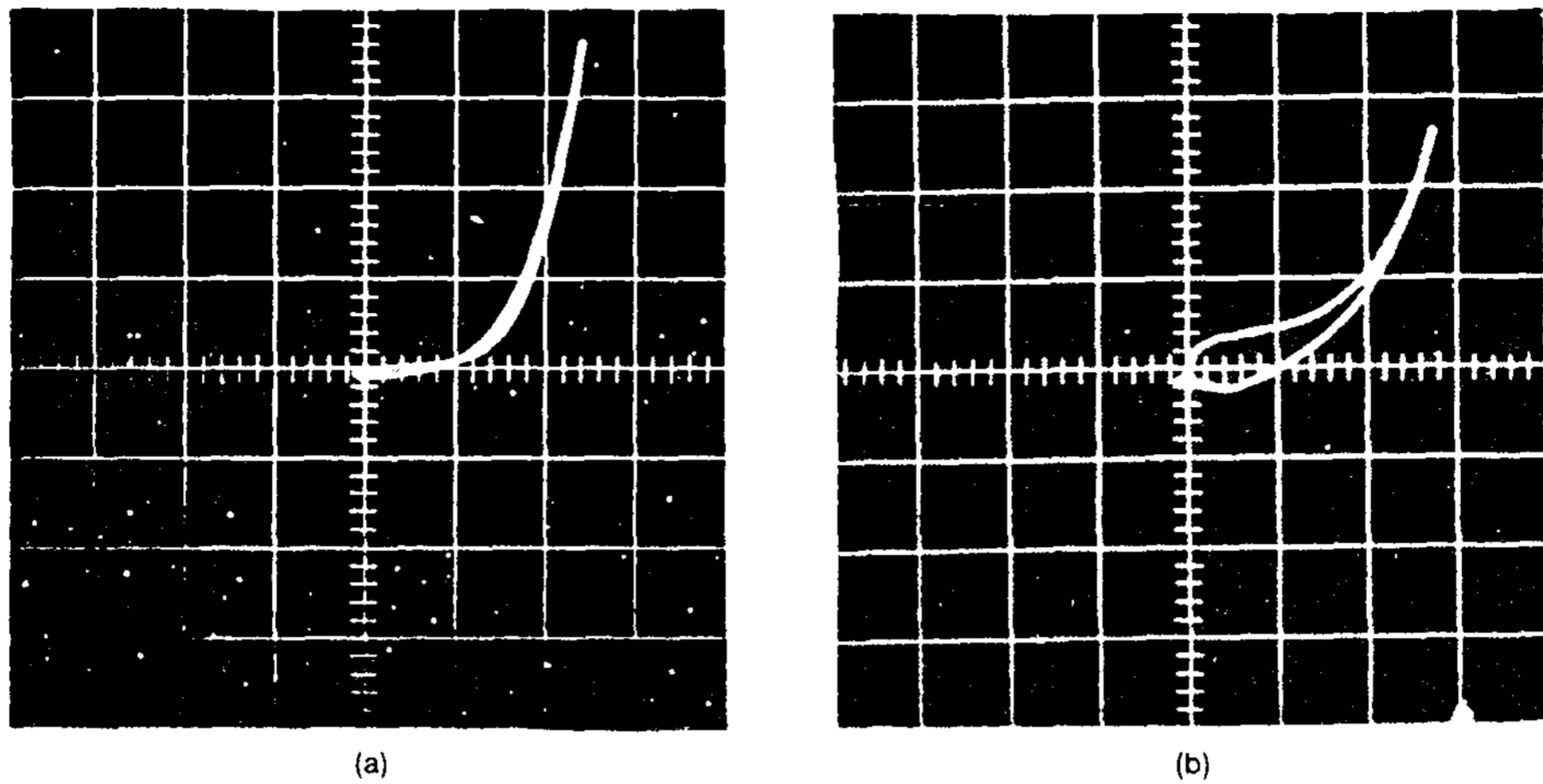


Photo. 3.4 junction V - I curve of non-irradiation (where, horizontal axis: 0.2 Volts/Div, vertical axis: 20mA/Div.)

특성과 시중에서 판매되는 외국산 태양전지 제품과의 V-I 특성을 비교한 것이다. Fig. 3.8, 3.9의 (a)는 열처리를 하지 않았을 경우, (d)는 각각 470°C, 580°C로 열처리를 하였을 경우이며 (f)는 외국산 제품의 특성곡선이다. 그림에서 열처리를 할수록 최적의 단결정 상태에서는 충전율이 증가함을 알 수 있다. 태양전지는 암상태에서 diode 특성을 나타내는데 이것을 반도체 curve tracer로 알 수 있으며 직렬저항을 1[KΩ]으로 맞추고 Volt/Div는 0.2[V], Current/Div는 20[mA]으로 셋팅한 상태에서 전지의 특성을 조사하였다.

Photo. 3.4 (a)에서 제작한 전지는 접합특성이 좋아 암상태에서 pn접합의 순방향 특성이 양호함을 확인하였다. 그러나 접합특성이 좋지 않을 때에는 V-I 특성이 photo.3.4의 (b)와 같은 곡선으로 나타남을 알 수 있다. 전지의 pn접합의 V-I 특성이 photo.3.4의 (b)에서 약간의 두 곡선으로 나타나는 것은 박막내의 와전류와 철손등의 히스테리시스손에 의한 것으로 면적만큼의 손실로 사료된다.

3.6 충실도(FF) 및 효율(η)

태양전지에 광을 조사할때의 충실도와 효율은 앞의 이론에서 언급된 바와 같고 이때 Pm의 크기가 FF를 결정한다. (p)ZnTe/(n)Si 태양전지는 입사광에너지가 100[mW/cm²]인 표준

상태로 470°C에서 15분 열처리한 것이 FF : 0.65, 효율 8.19%의 비교적 양호한 결과를 나타내었다. 이는 외국산 제품 $I_{sc}=25$ [mA/cm²], $V_{oc}=514$ [mV], FF : 0.66, 효율 8.5%와 비교하여 볼때 개방전압은 낮으나 효율면에서는 매우 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 CdS-ZnTe/Si 박막에서는 같은조건 하에서 580°C로 15분 열처리 한 것이 충실도 FF=0.27, 변환효율 $\eta=2.3\%$ 로서 비교적 성능이 낮게 나타났는데 이는 복접합하는 시료의 선택과 복접합에서 오는 박막의 두께에도 문제가 있는 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구에서는 II-VI족 화합물반도체 (p)ZnTe/(n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막을 제작하여 입사에너지 100[mW/cm²]하에서 제반의 광도전 특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. (p)ZnTe/(n)Si 박막에 있어서 최적상태는 $470 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 15분간 열처리한 것으로, 이때의 박막두께는 약 $4.2[\mu\text{m}]$ 로서 단락전류 $I_{sc}=28$ [mA/cm²], 개방전압 $V_{oc}=450$ [mV], 충실도 FF=0.65, 변환효율 $\eta=8.19\%$ 를 얻었다.
2. (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막에 있

어서 최적상태는 $580 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 15분간 열처리 한것으로, 이때의 박막두께는 약 $7.1 [\mu\text{m}]$ 로서 단락전류 $I_{sc}=6.5 [\text{mA}/\text{cm}^2]$, 개방전압 $V_{oc}=250 [\text{mV}]$, 충실도 $FF=0.27$, 변화효율 $\eta=2.3\%$ 를 얻었다.

3. ZnTe와 CdS-ZnTe 박막의 최적두께는 $4.2 [\mu\text{m}]$ 와 $7.1 [\mu\text{m}]$ 로 다른 산화물이나 화합물 반도체에 비하여 비교적 두꺼운 편이었다.
4. 제작된 각각의 박막은 열처리 전에는 무정형이었지만 적합한 열처리에 의해 단결정을 보임을 SEM으로 관찰할 수 있었다.
5. X선 회절현상으로 조사한 결과 ZnTe의 우선방위가 열처리에 따라 Si(100) 방향으로 나타남을 알 수 있었다.
6. 열처리에 따라 박막의 표면저항이 감소함을 알 수 있었다.

진공증착법으로 (p)ZnTe/(n)Si 태양전지와 (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막을 제작한 결과 (p)ZnTe/(n)Si 태양전지는 열처리조건의 변화와 증착두께의 조절등으로 양호한 변환효율을 얻었으나 (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si 복접합 박막은 효율이 저조하였는데 박막에 있어서 가장 큰 문제인 두께의 조절과 열처리 조건을 적합하게 하고 기타 전극보완, 모서리처리, 진공도 향상 및 양질의 Si wafer 사용등 제조조건을 보완한다면 보다 높은 효율의 박막을 제작할 수 있으리라 생각한다.

참고 문헌

1. Edited by Charles E. Backus, Solar Cells, IEEE press, p.38(1976)
2. T. Feng, A.K. Ghosh & C. Fishman, Appl. Phys. Lett., 34, 198(1979)
3. T. Feng, A.K. Ghosh, Appl. Phys. Lett., 35, 266(1979)
4. J.B. Dubow, D.E. Burk & J.R. Sites, Appl. Phys. Lett., 29, 494(1976)
5. P.A. Kovalenko, V.A. Korotkov & L.M. Panasjuk, Proc. Int. Conf. on the Phys. and Chem. of Semicond. Heterojunctions, vol. II, p.363, Akademiai Kiado, Budapest,(1971)
6. M.V. Kot and L.M. Panasjuk Soviet Phys. Semicond. 1, p.155, (1967)
7. Yoshio Sakai and Hiroshi Okimura, J.J. Appl. Phys., vol.3, p.144, (1964)
8. 田春生, 許昌洙, 全昌植, "CdS/Si 接合太陽電池에 관한 研究"(1987)
9. B.L. Sater et al.: Conference Record of the 10th Photovoltaic Specialists Conference, p.188, (1973)
10. 川圭弘: 最新太陽光 發電技術, 材料에서 계통까지, pp.142-147, (1984)
11. 什高輝: 太陽電池, pp.1-9, (1982)
12. 센서의 願理와 使用法(1), 計量管理協會, p.60-63, (1983)
13. G. Charitat & A. Martinez, J. Appl. Phys. 55(8), 15, April(1984)
14. Gang Bai, K.L. Wang, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.130, pp.35-40, (1989)
15. W.G. Oldham and A.G. Milnes, Solid state Electron.7, 153(1964)
16. J.H. Van der Merwe: Single Crystal Films, pp.139(1964)
17. Patrick M. Hemenger, Rev. Sic. Instrum., Vol.44, No.6, June(1973)

The 80° spray angle gives better atomization function than 60° spray angle, and available working conditions were set at approximately 8kg / cm² nozzle pressure.

A Study on the Photo-Conductive Characteristics of (p)ZnTe/(n)Si Solar Cell and (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si Poly-Junction Thin Film

Jhoun, Choon-Saing · Kim, Wan-Tae* · Huh, Chang-Su**

Inha University

Graduate School, Inha University*

Korea Electrotechnology Research Institute(KERI)**

In this study, the (p)ZnTe/(n)Si solar cell and (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si poly-junction thin film are fabricated by vacuum deposition method at the substrate temperature of 200±1°C and then their electrical properties are investigated and compared each other. The test results from the (p)ZnTe/(n)Si solar cell the (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si poly-junction thin film under the irradiation of solar energy 100 [mW/cm²] are as follows;

	(p)ZnTe/(n)Si	(n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si
Short circuit current [mA/cm ²]	28	6.5
Open circuit voltage [mV]	450	250
Fill factor	0.65	0.27
Efficiency [%]	8.19	2.3

The thin film characteristics can be improved by annealing. But the (p)ZnTe/(n)Si solar cell are deteriorated at temperatures above 470°C for annealing time longer than 15[min] and the (n)CdS-(p)ZnTe/(n)Si thin film are deteriorated at temperature about 580°C for longer than 15[min]. It is found that the sheet resistance decreases with the increase of annealing temperature.

Domestic Status of Solar Thermal Collectors and Hot Water Heaters

Kim, Seok Jong

Korea Solar Creative Corp.

In this technical status report, domestic solar makers and dealers for thermal collectors and hot water heaters are surveyed. The characteristics and specifications of their items are also classified and discussed. Collectors and hot water heaters are the key part of solar thermal systems which have been developed under the national policy for the development and utilization of new and renewable energy resources. This report provides the current domestic status of solar collectors which may be a good reference for the solar industry and related organizations.