

SnO₂-Si 異種接合 太陽電池의 特性改善 (The Improvement in Properties of SnO₂-Si Heterojunction Solar Cells)

李 晷 漢*, 宋 正 燮**
(Lee, C. H. and Song, C. S.)

要 約

SnO₂-Si 異種接合 太陽電池素子를 眞空蒸着에 의하여 제작하여 SnO₂를 Si 基板위에 蒸着後 空氣중에서의 熱處理(燒鈍)가 太陽電池素子の 特性 특히 短絡電流와 開放端子電壓에 미치는 영향을 實驗的으로 검토하여 이 熱處理溫度에 最適値가 있음을 알았다. 이 最適溫度는 Si 基板의 固有抵抗에 따라 차이가 있으며 固有抵抗이 비슷한 경우는 N型和 P型 Si 基板에 따르는 큰 차이는 없으나 같은 P型 Si 基板인 경우에는 固有抵抗이 낮은 쪽의 最適溫度가 높은 것으로 나타났다.

Abstract

The SnO₂-Si Heterojunction solar cells are prepared by vacuum deposition of SnO₂ on N- and P-type Si - wafers and the effects of annealing on the Solar cell characteristics are presented. The existence of optimum annealing temperature for maximum open-circuit voltage and short-circuit current of the solar cell is observed. The optimum temperature, when low resistivity (7 - 2.3 [Ω · cm]) P- and N-type Si - wafers are used, is 500 [°C] and 400 [°C] when high resistivity (41-58 [Ω · cm]) P - type Si - wafers are used.

1. 序 論

SnO₂-Si 異種接合 太陽電池(HJSC')는 P型 또는 N型 Si 웨이퍼 한쪽 表面위에 電導性 SnO₂ 透明膜을 形成시켜 이 SnO₂와 Si와의 接合部에서 入射되는 太陽光으로 因하여 發生되는 캐리어를 集束시켜 太陽電池를 이루도록 한 것이며 Si P-N 同種接合型 太陽電池에 비하여 SnO₂ 表面에 照射된 太陽光의 透過率이 높아 接合部에 이르는 사이에서 생기는 入射光의 減쇄가 적으며 生産공정이 비교적 간단하고 그의 量産에 필요한 素材의 地球上에서의 賦存量이 풍부하여 저렴한 太陽電池를 量産할 수 있는 長點이

있어 장래의 代替에너지源으로서의 大單位 太陽光 發電用素子로서 적절한 것으로 추측되는 바 많은 검토가 근래에 이루어지고 있다. [1]-[3]

그러나 SnO₂/Si 異種接合 太陽電池에서의 最大의 과제의 하나는 일반적으로 太陽光 發電用素子が 적어도 30年以上의 長期的인 安定性이 요구됨에 비추어 그의 長期的 動作의 安定性 向上이다.

이와 같은 SnO₂/Si 異種接合 太陽電池의 劣化는 적어도 부분적으로는 SnO₂가 Si로 인하여 還元되어 SnO₂와 Si의 境界面에서 半絶緣性 界面層(Interface layer)을 形成하여 直列抵抗이 증가되며 開放端子電壓의 변동과 效率의 低下를 초래하는 것으로 해석되고 있다. [3], [4]

그러나 Fishman [5] 등에 의하면 SnO₂/Si 太陽電池의 長期的 劣化 특히 開放端子電壓 V_{CO}와 Fill Factor (F. F.)의 變化가 初期에는 時間과 더불어 서서히 低下되다가 일정한 값에 머무르게 되는 實驗

* 正會員, ** 準會員: 서울大學校 工科大学 電子工學科 (Dept. of Electronics Eng. College of Engineering, Seoul Nat. University)

接受日字: 1980年 7月 7日

的 사실과 短絡電流 I_{sc} 가 실질적으로는 변화치 않는 것에서부터 SnO_2/Si 太陽電池의 劣化는 단순히 SnO_2 가 어떠한 安定된 상태로 再配列되는 데 基因되는 것으로 보여지며 이 再配列로 $SnO_2/Silicon$ oxide界面(層)에서의 表面準位가 變化하며 그 결과 V_{oc} 와 F.F.가 변동되고 이 $SnO_2/Silicon$ oxide界面層과 SnO_2 가 安定되면 V_{oc} 나 F.F.등도 일정하게 되는 것으로 보고 있다.^[5] 이상과 같은 界面層에 의한 SnO_2/Si 異種接合型 太陽電池의 劣化効界는 熱的, 電氣的 및 光學的 스트레스의 영향을 받을 것이며^[4] 또 제작과정의 영향도 있을 것이 예측된다.

本 研究에서는 앞서와 같은 見地에서 SnO_2/Si 太陽電池의 제작에 있어 SnO_2 를 Si 基板(웨이퍼)에 蒸着한 후의 熱處理(燒鈍)가 太陽電池의 動作特性에 미치는 영향을 검토하여 앞으로 SnO_2/Si 太陽電池의 劣化문제를 취급하기 위한 기초자료를 제공하고 아울러 SnO_2/Si 太陽電池의 特性을 개선하는 방안을 마련코저 하였다.

2. SnO_2-Si 異種接合 太陽電池의 特性

太陽電池는 그의 構造上 PN 同種接合型, Schottky 障壁型 및 異種接合型의 3種으로 大別할 수 있으며 一般的으로 異種接合型의 것은 짧은 波長의 빛이 缺乏領域에서 大部分 吸收된다는 點에서 Schottky 障壁型의 것과 類似하지만 製作上 特殊한 技術을 요하는 界面層이 없어도 PN 同種接合型 太陽電池에서와 같이 開放端子電壓 V_{oc} 가 크다는 點이 Schottky 障壁型과는 다르다. 異種接合型 太陽電池의 最大効率は P/N 同種接合型의 경우보다 떨어지는 것으로 알려져 있으나 不活領域層(Dead-Layer)이 없고 直列抵抗이 작으므로 最大効率을 얻기가 쉽다. 특히 多結晶 Si 薄板을 基板으로 하는 경우에는 P/N 同種接合型의 경우보다 훨씬 유리하다. 한편 接合部에서 結晶格子 整合이 잘 이루어져야 하고 熱膨脹에 대한 整合이 좋아야 하며 界面層이 가능한한 완전해야 하므로 Schottky 障壁型의 경우보다는 效率은 좋을지 모르나 제작은 어렵다.

異種接合型 太陽電池의 스펙트럴·리스펀스는 주로 基板物質에 따르며 表面層이나 缺乏領域의 역할은 비교적 작다. 基板物質의 中性領域에서 光電流가 생기는 과정은 P/N 同種接合型의 경우와 같으나 缺乏領域에서 光電流가 생기는 과정을 ΔE_C 와 ΔE_V 가 작은 경우를 제외하고는 P/N 同種接合型의 경우와 다르다. 단, 여기서 ΔE_C 와 ΔE_V 는 그림 1에서와 같이 定義한다. 즉, ΔE_C 또는 ΔE_V 가 작지 않으면

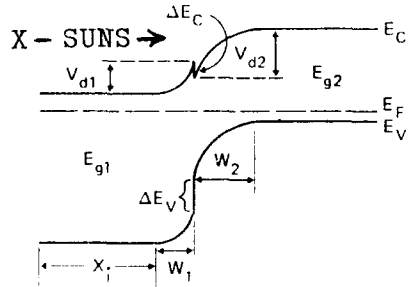


그림 1. 熱平衡狀態에서의 N/P 異種接合部 에너지帶域圖^[1]. X_j 는 接合部 깊이, W 는 缺乏領域幅, V_d 는 Built-in 電壓. 添字 1과 2는 각각 表面層物質과 Base 物質에 관한 것을 표시함

Fig 1. Energy band diagram of a typical N/P heterojunction in thermal equilibrium.^[1]

接合部에서 에너지帶域幅이 작은 物質속의 少數카리어가 接合部를 통하여 擴散되는 것이 방해를 받게 되므로 光電流는 감소한다. 또 異種接合型의 경우는 結晶格子의 不整合으로 因하여 생기는 界面에너지準位와 結晶缺陷때문에 缺乏領域내에서의 카리어의 有效壽命이 짧아져 그곳에서 발생된 카리어들이 수집되기 전에 再結合할 確率이 증대된다. 따라서 좋은 異種接合을 얻으려면 그것을 구성하는 두 物質간의 ΔE_C 와 ΔE_V 가 작고 結晶格子의 不整合이 적으며 界面領域(Interface)이 완전한 상태로 될 수 있는 製作방법을 써야한다.

Schottky 障壁型이나 異種接合型 太陽電池는 거의 같은 光電流를 내지만 異種接合型의 경우는 Schottky 障壁型의 경우와는 달리 電位障壁의 높이가 에너지帶域幅보다 작아야 할 이유가 없으므로 暗電流는 Schottky 障壁型의 경우보다 훨씬 작아서 開放端子電壓 V_{oc} 도 크다.

同種接合型의 경우와 비교하면 接合部에서의 電位障壁의 높이 V_d 는 ΔE_C 또는 ΔE_V 만큼 크게 되는 고로 光電流가 거의 같으면 異種接合型 太陽電池의 出力電壓이(異種接合을 이루고 있는 두 物質중의) 에너지帶域幅이 작은 쪽 物質로된 P/N 同種接合型의 경우보다 클 것이나 실제로는 光電流가 同種接合型의 경우와 비슷하면서 同種接合型의 경우보다 內部電壓(Built-in Voltage)이 크거나 같은 경우는 생기지 않는다.^[1]

異種接合型 太陽電池의 暗電流는 (1) 接合部の 各 한편에서 다른 편으로의 少數카리어의 注入에 의한 것, (2) 缺乏領域내에서 카리어의 再結合에 의한 것, (3) Tunneling 効果에 의한 것들의 3가지로 나누어

볼 수 있다.

少數캐리어의 注入에 있어서 同種接合型의 경우와 다른 점은 에너지準位の 不連續과 界面層에서의 量子力學的인 영향에 의한 境界條件의 差異이며 이들 差異를 감안하면 注入캐리어의 成分은 異種接合型때가 同種接合型의 경우보다 작다. 缺乏領域내에서의 再結合은 界面層에 에너지準位가 많은 경우에는 同種接合型의 경우보다 클 것이다.

Tunneling 効果에 의한 成分은 結晶格子의 不整合이 매우 적을 경우를 제외하고는 모든 異種接合型 太陽電池에서 가장 큰 暗電流成分을 이루게 된다. 이 Tunneling 効果에 의한 暗電流成分이 크게 되는 原因을 界面層에 에너지準位와 cross-doping 에 의하여 발생된 에너지帶域내의 準位, 結晶格子의 不整合 그리고 熱的膨脹의 不整合에 있다. 이 Tunneling 效果를 감소시키기 위하여 不純物添加濃度を 줄여 缺乏領域의 幅을 증대시키는 방법도 있으나 이는 表面層의 경우 直列抵抗을 증가시키게 된다.

이상과 같이 結晶格子의 不整合, 熱的膨脹의 不整合 등은 光電流를 감소시킬 뿐 아니라 暗電流를 증대시키는 결과를 초래한다.

Tunneling 效果和 界面層에서의 再結合등을 모두 고려한 異種接合型 太陽電池의 效率등을 算出した 것은 아직 발표된 바 없으나 여러 가지 이상적인 조건을 가정하여 계산한 결과들이 발표되고 있다.^[1] 실제 실험에서 가장 높은 效率를 보인 것은 $PG_{a1-x}Al_x-nGa$, A_s 의 구조의 것으로서 AMO에서 效率 10~11(%) $V_{oc} = 0.95(V)$, $I_{sc} = 15 \sim 20(mA/cm^2)$ 로 되어 있다.^[1]

일반적으로 異種接合型 太陽電池의 出力은 두 物質 중 어느 하나로만 만들어진 P/N 同種接合型의 경우보다도 낮다. 다만 異種接合型의 利點은 앞서 논한바와 같이 表面再結合이 큰 不活領域層을 없앨 수 있고 直列抵抗이 낮으며 放射能에 대한 감내성이 좋은 것을 擴散工程등의 복잡한 과정없이 製作할 수 있다는 점에

있다.

$SnO_2 - nSi$ 異種接合型 太陽電池의 效率은 AM1에서 10(%)로 알려져 있으며 直列抵抗이 비교적 크다. 이것은 적어도 부분적으로는 SnO_2 가 Si로 인하여 還元되는 한편 SiO_2 를 만드는 결과로 해석되고 있다.^[4]

표1은 현재 발표되고 있는 Si를 基板으로한 실제 太陽電池의 代表的 特性을 보인 것이다.

3. 實驗方法

SnO_2/Si 異種接合 太陽電池를 試作함에 있어 베이스(基板)로서는 N型, P型-單結晶硅素薄板(웨이퍼)을 사용하였으며 P型의 경우는 특히 P-P*의 構造의 基板도 사용하였다. 이들 각 基板의 特性은 표2와 같다.

SnO_2 는 透明電極材料로서 사용되고 있는 酸化物半導體이며 In_2O_3 , SbO_2 등을 添加하여 透明電極, 太陽電池製作用^{[3]-[4]}으로도 이용되고 있다.

本 實驗에서는 純粹한 顆粒狀의 SnO_2 를 사용하였고 純度は 4N이었다.(日本, 三津和化學藥品 製.)

SnO_2 를 單結晶硅素薄板에 부착시키는 방법으로는 (1) 眞空蒸着, (2) RF 스프터링, (3) CVD, (4) 噴着(Spray), (5) 金屬 Sn를 蒸着후 熱酸化시키는 방법, (6) 金屬 Sn를 蒸着시킨후 常溫에서 電氣分解하여 SnO_2 를 形成시키는 방법등이 있다. 이들 각 부착방법은 太陽電池素子 特性에 影響^[6]을 줄 뿐 아니라 生産費등에 있어서도 差異가 생기게 한다. 특히 低溫에서 處理되는 工程만으로 이룩되는 SnO_2-Si 太陽電池素子の 경우는 P/N(同種)接合型 太陽電池의 製作대와 같은 比較的 높은 溫度에서의 擴散工程이나 이온 注入과 같은 特殊한 製作施設이 必要치 않은 고로 전체적 製作工程이 簡單하여 有利하다. 또 添加不純物을 擴散시키는 P/N 接合型 太陽電池素子の 경우보다 基板이 되는 單結晶 硅素薄板의 表面層을 損傷시킬 염려가 적은 利點도 있다.

표 1. 太陽電池의 代表的 特性
Table 1. The characteristics of typical solar cells.

基板	構造	效率(%)	V_{oc} [%]	$J_{sc}(mA/cm^2)$	F. F.	參考文獻
Si	同種接合	14 ~ 15	0.58 ~ 0.59	30.7 ~ 31.1	0.73 ~ 0.76	(8)
	同種接合(無反射)(CNR)	> 15	-	45	-	(1)
	Schottky 障壁型	8.1 ~ 9.5	0.5 ~ 0.53	26	-	(1)
	(Si 위에) ITO	11.5	0.52	31.5	0.70	(7)
	(Si 위에) SnO_2	10	0.55	29	0.62	(5)

本 研究에서는 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ [Torr]의 高眞空속에서 SnO_2 의 顆粒을 電子 “빔”에 의하여 加熱 蒸發시켜 單結晶 硅素薄板위에 沈着시켰다.

(1) 硅素薄板의 處理와 Ohm의 接觸

P型(P-P+型的 경우도 包含)의 硅素單結晶薄板을 基板으로 삼아 SnO_2 를 蒸着시킬 경우에는 약 1000 [°C]에서 乾式酸化와 濕式酸化過程을 통하여 3000 [Å] 程度의 SiO_2 層을 薄板兩面에 形成시킨다. 薄板의 세척에는 黃酸과 H_2O_2 를 4 : 1의 比率로 混合하여 사용하며 薄板의 뒷면(鏡面 研磨되어 있지 않은 面, P-P+型의 경우는 P+ 측의 面.)을 緩衝 HF液 (Buffered HF液, 즉 HF液과 NH_4F 를 1 : 6의 比率로 混合한 것.)을 써서 약 10 [min] 間 에 칭하여 SiO_2 膜을 제거한다. 여기서 사용한 試藥은 特級品이며 蒸溜水를 함께 썼다. 이 SiO_2 膜을 제거 한 面에 Al을 5000-10,000 (Å) 程度로 蒸着 시킨 後 500 [°C]에서 約 5 [min] 間 眞空中에서 加熱하여 Si薄板과 Al薄膜이 Ohm的 接觸을 이루게 하였다.

또 N型 Si薄板의 경우는 P型的 경우와 같은 方法으로 Si薄板兩面에 SiO_2 膜을 3,000(Å) 程度의 두께로 형성시킨 다음 뒷면의 SiO_2 膜을 에칭하여 제거한 後 POCl_3 를 사용하여 1060(°C)에서 30 [min]

표 2. 硅素薄板의 特性

Table 2. The silicon wafer specifications.

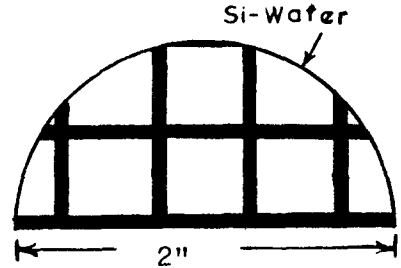
	N型	P型	P-P+型
Dopant	P	B	B
Resistivity [$\Omega \cdot \text{cm}$]	2.3	7	41.5 ~ 58.5
Surface	(1,0,0)	(1,1,1)	(1,1,1)
Growth	CZ	CZ	FZ
Surface Concent. [cm^{-3}]	-	-	4.6×10^{19}
Diffusion Depth [μm]			128
Total thickness [mil]	15 ± 1	15 ± 1	0.173 ~ 0.183 (mm)
Wafer Size(ϕ) [in]	3	3	2

간 P를 擴散시켜 뒷면에 N+層을 형성시킨다. 앞면

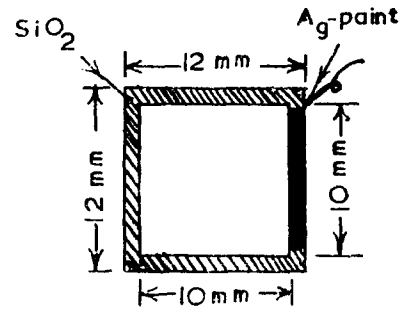
에 형성된 磷酸유리質膜을 제거하고 세척 건조한 後 뒷면 面에 Al을 5,000~10,000 [Å] 程度의 두께로 蒸着 시키고 500 [°C]에서 5 [min] 間 加熱하여 Si薄板과 Al膜이 Ohm的 接觸을 이루도록 하였다.

(2) 太陽電子素子의 設計와 SnO_2 蒸着

앞서와 같이 준비된 Si薄板 앞面에 Photo-resist 법을 사용하여 그림 2(a)와 같이 바둑판 모양의 패턴을 형성시켜 이 패턴의 네모꼴部分(10 [mm] × 10 [mm])의 SiO_2 膜만을 에칭하여 제거한다. 에칭에는 HF



(a) Pattern



(b) Top View

그림 2. 試作太陽電池의 모양

- (a) Si薄板위의 圖形
- (b) 單一電池의 모양

Fig. 2. The solar cell prepared.

- (a) Pattern shown in a half wafer.
- (b) Top view of one cell.

(Concent.)와 NH_4F 20 [%] 溶液을 1 : 6의 比率로 混合한 것을 사용하여 5 [min] 間 에칭하였다. 에칭후 잔류한 PR膜을 제거하고 증류水(D.I. Water), 아세톤, 3-鹽化에치렌, 에탄올로 세척한다. 이와같이 준비된 것을 다시 5-1에칭液 즉 HNO_3 와 HF를 5 : 1의 比率로 混合한 것으로 1~2 [min] 間 에칭하고 세척 건조한 後 高眞空蒸着裝置속에서 설치하여 Si와 SiO_2 膜이 노출되어 있는 表面위에 SnO_2 를 蒸着시켰다. 蒸着裝置로서는 NEVA製 Type VI-43N을 사용하여 Oil-Free 高眞空속에서 蒸着을 行하였고 SiO_2 의 加熱에는 2 [KW] 單發型 電子銃(NEVA製

Type 980-7102)을 써서 異物質의 混入을 最大限으로 막았다. 또 蒸着에 앞서 眞空속에서 SnO_2 는 充分히 脫氣시켜 사용 하였다.

硅素薄板(앞서 설명한 과정에 의하여 앞면에는 SnO_2 패턴이 있고 뒷면에는 Al이 蒸着된 것)은 SnO_2 를 蒸着하기 전에 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ [Torr]의 眞空속에서 100°C 까지 加熱脫氣하여 表面에 吸着된 가스分子를 제거토록 하였다.

(3) 試料의 熱處理

SnO_2 를 蒸着한 硅素薄板은 그림 2(b)와 같이 SnO_2 패턴에 따라 $12[\text{mm}] \times 12[\text{mm}]$ 의 크기로 절단하되 그 두께만이 $1[\text{mm}]$ 폭의 SiO_2 로 덮히게 한다. 이상과 같이 製作된 $\text{SnO}_2 - \text{Si}$ 異種接合 太陽電池素子の 構造(斷面)는 그림 3과 같다.

이들 太陽電池素子를 다시 平均 $200 [^\circ\text{C}/\text{hr}]$ 의 比率로 각각 400°C , 500°C , 600°C , 700°C 까지 空氣중에서 加熱한 후 自然冷却시키고 銀페인트를 써서 太陽電池素子에 각각 導線을 부착시켜 導線接合부분이 앞서 행한바와 같은 熱處理과정으로 부터 영향을 받는 것을 피하였다.

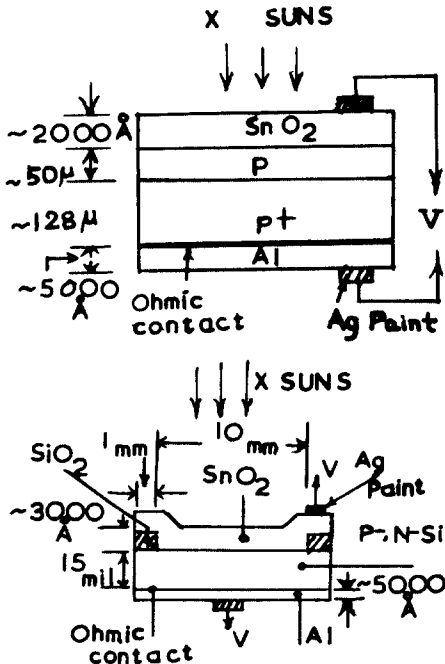


그림 3. 試作太陽電池의 構造
 (a) $\text{SnO}_2/\text{P}-\text{P}^+$ 電池
 (b) $\text{SnO}_2/\text{P}, \text{N}$ 電池
 Fig. 3. The structure of solar cells.
 (a) $\text{SnO}_2/\text{P}-\text{P}^+$ cell.
 (b) $\text{SnO}_2/\text{P}, \text{N}$ cell.

(4) 特性의 測定

試作된 太陽電池素子の 電流-電壓 特性을 X-Y 레코더를 이용하여 기록하고 이것으로부터 素子の 開放端子電壓 V_{oc} 와 短絡電流 I_{sc} 를 구하였다. 바이어스電壓源으로서는 레코더가 충분히 동작할 수 있을 정도로 電壓이 서서히 변화하는 電源을 사용하였고 光源으로서는 또 太陽光과 유사한 스펙트럼의 發光을 하는 DKM(Sylvania 製, $250[\text{W}]$, $21.5[\text{V}]$ 定格) 電球을 썼으며 太陽電池素子로의 入射光의 세기의 조절은 電球과 電池素子와의 距離를 조절하였다. 本實驗에서는 光源이 電球과 電池素子와의 距離를 $40[\text{cm}]$ 로 고정시켜 入射光의 세기를 일정하게 유지하며 측정하였다. 그림 4는 측정회路的 大要를 보인 것이다.

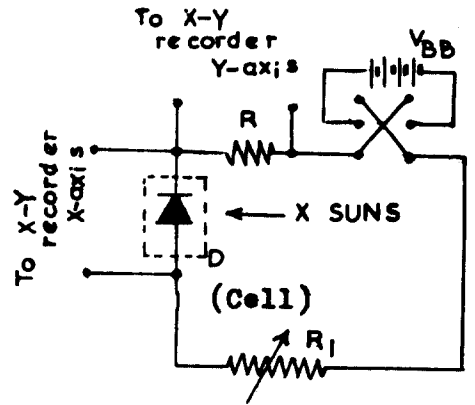


그림 4. 測定回路
 Fig. 4. The measuring circuit.

4. 測定結果와 檢討

그림 5 (a)~(c)는 試作한 太陽電池素子の 電流-電壓特性을 보인 것이다. 그림에서 L로 표시한 特性曲線은 光을 照射하였을 때이고 D로 표시한 것은 遮光하였을 때의 特性曲線이다.

그림 5 (a)는 P-P⁺型 基板을 사용한 경우(SPP)의며 ((a)'는 (a)의 일부를 확대한 것), (b)는 P型 基板의 경우(SP1), (c)는 N型 基板을 쓴 경우(SN4)의 각 特性曲線이다.

그림 6은 이들 試作 太陽電池素子에서의 短絡電流 I_{sc} 와 事後 熱處理溫度의 關係를 보인 것이며, 그림 7은 電池素子の 開放端子電壓 V_{oc} 와 事後 熱處理溫度(燒鈍溫度)와의 關係를 그린 것이다.

그림 6과 그림 7에서 보면 P-P⁺型 基板의 경우는 400°C 부근에서 事後 熱處理를 행하였을 때 I_{sc} 는 最大로 되었고 P型 및 N型的 경우는 500°C 부

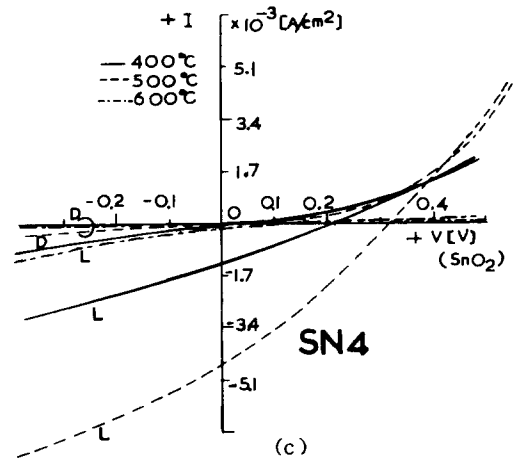
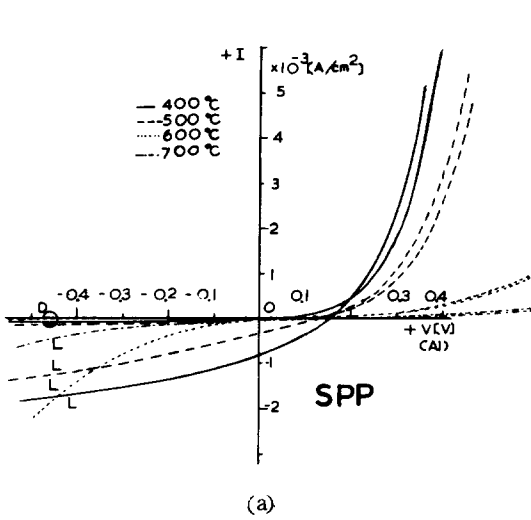


그림 5. SnO₂/Si 太陽電池의 電流-電壓特性

Fig.5. The I-V characteristics of SnO₂/Si solar cells.

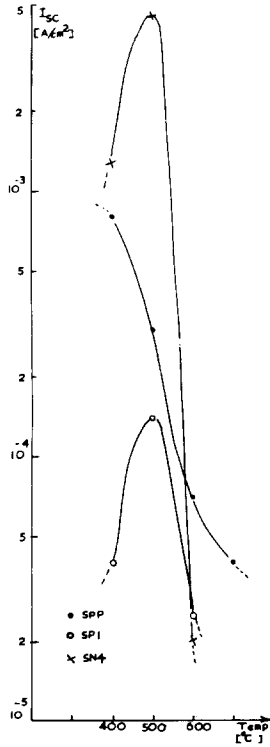
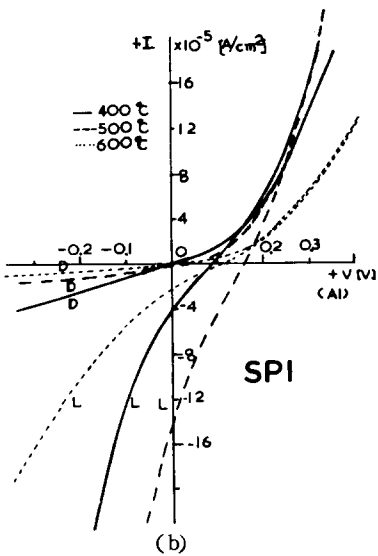
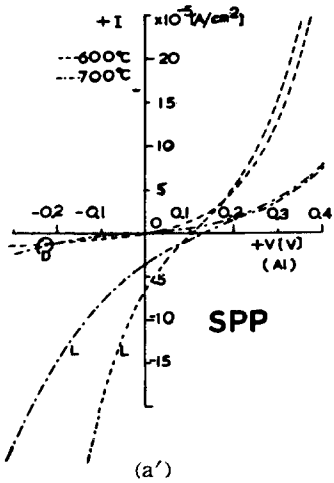


그림 6. 短絡電流의 변화

Fig.6. Short-circuit current variation.

근에서 事後 熱處理를 行하였을때 V_{oc} 와 I_{sc} 가 最大로 되었다. 어느 경우나 이들 溫度이상으로 熱處理를 하면 I_{sc} 또는 V_{oc} 와 I_{sc} 는 다같이 감소됨을 보여주고 있다. 즉 SnO₂/Si 異種接合 太陽電池에 있어서는 SnO₂의 蒸着後에 行하는 熱處理에 의하여 그의 電流-電壓特性이 크게 영향을 받음을 알 수

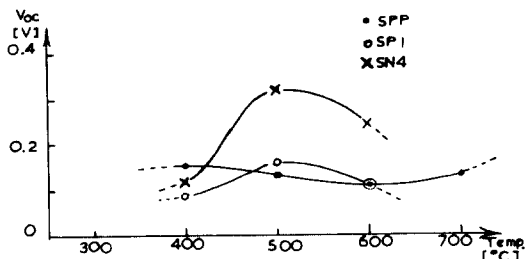


그림 7. 開放端子電壓의 變化
Fig.7. Open-circuit voltage variation.

있다. 이 熱處理溫度에는 最適値가 있어 그범위를 벗어나 높은 溫度로 처리하면 오히려 電池素子의 特性 특히 短絡電流 I_{SC}는 감소됨을 알 수 있다. 이 最適 熱處理溫度의 理論의 算出은 어려우나 本 實驗結果를 보면 基板의 固有抵抗이 낮으면 最適 熱處理溫度는 높게 된다.

이상과 같이 SnO₂ 蒸着後의 熱處理溫度에 最適値가 존재하게 되는 것은 적어도 부분적으로는 다음과 같이 해석할 수 있다. 즉 最適溫度 이하에서 熱處理를 행하였을 경우에는 基板위에 蒸着된 SnO₂의 結晶化가 충분히 이루어지지 못하여 그의 抵抗이 크게 되고 SnO₂-Si의 異種接合이 적절히 이루어지지 못하여 直列抵抗이 크게 되어 V_{OC}와 I_{SC}가 감소되며 또 最適値보다 높은 溫度範圍에서 熱處理를 행하였을 때는 SnO₂-Si 界面에서의 直列抵抗의 증가와 SnO₂의 再配列에 기인되어 V_{OC}와 I_{SC} 또는 I_{SC}가 감소 되는 것으로 해석된다.

5. 結 論

SnO₂-Si 異種接合 太陽電池를 眞空蒸着에 의하여 製作할 경우 SnO₂의 蒸着後 적절한 熱處理(燒鈍)를 행하여 그의 特性을 개선시킬 수 있다. 이 熱處理(燒鈍) 溫度에는 最適値가 있어 비교적 낮은 固有抵抗 2~7 (Ω·cm)의 基板의 경우는 500[°C], 固有

抵抗이 높아 41~58(Ω·cm)의 경우는 400[°C] 부근에서 熱處理를 행하는 것이 바람직하다.

끝으로 本 研究는 1978年度 峨山財團의 研究補助에 의하여 이루어진 것임을 밝혀 同財團에 謝意를 표한다.

參 考 文 獻

1. H. J. Hovel ; Solar Cells, Semiconductors and Semimetals, Vol. 11, 1975, Academic Press.
2. C. E. Backus(Ed.) ; Solar Cells, IEEE Press 1976.
3. W. G. Thompson et al. ; Intensity Effects in SnO₂-Si Heterojunction Solar Cells, IEEE Trans. on Electron Devices, ED-24, No. 4, 1977, pp. 463-468.
4. T. R. Nash and R. L. Anderson ; Accelerated Life Tests of SnO₂-Si Heterojunction Solar Cells, IEEE Trans. on Electron Devices, ED-24, No. 4, 1977, pp. 468-471.
5. C. Fishman et al. ; Stability SnO₂ / n-Si Solar Cells, Solar Energy Materials, Vol. 1, No. 2, 1979, pp. 181-185.
6. 宇佐美, 石原 ; SnO₂-Si 接合 太陽電池, 特性改善, 一方法, 電子通信學會 論文誌, Vol. J 59-C, No. 9, 1976, pp. 592-593.
7. S. Ahok et al ; Spray-Deposited ITO-Si-licon SIS Heterojunction Solar Cells, IEEE Trans. on Electron Devices, ED-27, No. 4, 1980, pp. 725.
8. E.C. Douglas et al. ; A Study of the factors Which Control the efficiency of Ion-implanted Silicon Solar Cells, IEEE Trans. on Electron Devices, ED-27, No. 4, 1980, pp. 797.