

p-CdTe/금속계의 옴접촉특성

한명욱, 박일무

p-CdTe/금속계의 옴접촉특성을 실현하는것은 매우 중요하며 어려운 문제이다. p-CdTe/금속계의 뒤면옴접촉을 개선하기 위한 여러가지 시도들이 있었으나 아직 리론실천적으로 해결하여야 할 점들이 많다.[1-4]

론문에서는 n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 효율을 높이기 위한 방도로 p-CdTe/금속계의 뒤면옴접촉특성을 고찰하였다.

1. 옴접촉물질의 선택

금속이 접촉할 때 p형반도체의 에네르기준위분포($\phi_{\text{금}} > \phi_{\text{반}}$ 의 경우)를 보자.(그림 1)

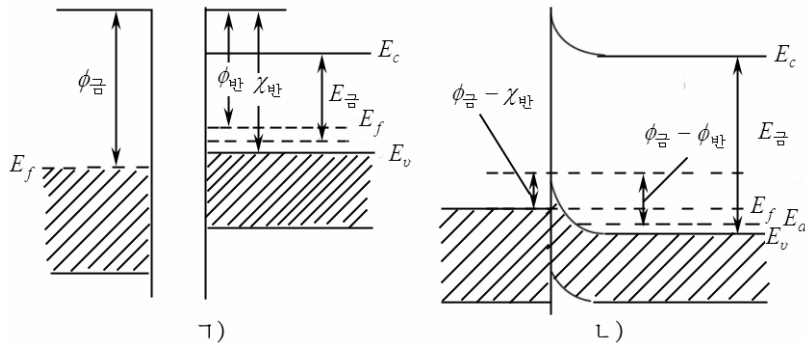


그림 1. 금속이 접촉할 때 p형반도체의 에네르기준위분포($\phi_{\text{금}} > \phi_{\text{반}}$ 의 경우)
ㄱ) 접촉전, ㄴ) 접촉후

그림 1의 ㄱ)에서 보는바와 같이 반도체의 페르미준위가 높으므로 금속-반도체를 접촉시키면 반도체의 가전자띠로부터 금속으로 전자가 넘어가며 금속결면이 -로, 반도체의 결면이 +로 대전된다. 이때 가전자띠의 윗준위는 결면가까이에서 우로 구부러진다.(그림 1의 ㄴ)) 이 경우에 자유나르개는 구멍이다.

반도체가 금속에 대하여 정의 포텐셜로 되면 구멍은 쉽게 금속으로 넘어가며 금속에 있는 자유전자와 곧 재결합된다. 한편 반도체가 부의 포텐셜로 되면 금속에서 생긴 구멍이 반도체로 쉽게 넘어온다. 그러므로 옴접촉물질로서는 반도체의 방출일보다 약간 큰 금속을 선택하여야 한다.

평형상태의 금속-반도체계에서 에네르기장벽의 높이는 다음과 같다.

$$\psi_0 = \phi_{\text{금}} - \phi_{\text{반}} = -eU_0 \quad (1)$$

여기서 U_0 은 평형상태에서 금속-반도체의 접촉전위차이다.

금속-반도체사이의 비정류성접촉근방(그림 2)에서 비기본전하나르개들이 축적될 확



그림 2. 금속-반도체사이의 비정류성접촉

반도체-금속접촉에서 생기는 에너르기장벽의 높이는 다음과 같다.

$$\psi_0 = \phi_{\text{금}} - \chi \quad (2)$$

여기서 χ 는 전자친화력이다.

몇가지 금속과 반도체의 방출일 및 전자친화력은 표 1과 같다.

표 1. 금속과 반도체의 방출일 및 전자친화력

금 속				반 도 체	
원소	방출일/eV	원소	방출일/eV	원소	전자친화력/eV
Ag	4.7	Ga	4.16	Si	4.05
Al	4.2	Si	3.59	GaP	4.0
As	4.79	Ni	5.03	GsAs	4.8
Au	4.71	Zn	4.27	CdS	4.86
B	4.60	In	4.08	CdTe	4.28
Ba	2.11	Bi	4.43		
Cu	4.48	C	4.36		

표 1에서 보는바와 같이 p-CdTe의 음접촉물질로서는 Bi, C, Cu가 적합하다.

일반적으로 장벽높이를 0.25eV이하로 낮춘다면 음접촉을 실현할수 있다. 이러한 금속들을 음접촉물질로 선택하면 접촉전위차 $U_0 = (\phi_{\text{반}} - \phi_{\text{금}})/e$ 도 매우 작아진다. 즉 접촉에서의 전압강하도 작아진다는것을 알수 있다. 따라서 p-CdTe/금속계음접촉물질로서 Bi, C, Cu를 선택하였다. 이렇게 되면 태양빛전지의 직렬저항에서 큰 몫을 차지하는 접촉저항이 작으므로 태양빛전지의 효율은 훨씬 개선된다.

2. p-CdTe/금속계음접촉물질의 특성평가

일부 p-CdTe/금속계음접촉물질들의 특성은 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 n-CdS/p-CdTe 박막태양빛전지에서 뒤면음접촉전극재료로서는 C가 가장 적합하다.

논문에서는 뒤면음접촉전극재료로 C를 선택하고 도형인쇄법으로 전극을 형성하였다.

음접촉물질의 최적조성량은 C분말 60질량%, 페놀수지 10질량%, 비닐수지 15질량%, 유기용매 15질량%, Cu분말 0.000 1%이다.

한편 Cu 분말은 p-CdTe 내부로 확산되어 Cd를 치환한다. 이때 빈자리결합이 형성되는데 이 빈자리결합은 반개의 역할을 한다. 그러므로 CdTe와 C전극이 접한 경계층의 CdTe쪽에는 p^+ 고농도층이 형성되며 이 구역의 비저항이 대단히 낮아져 음접촉특성이 좋아진다.

표 2. p-CdTe/금속계음접촉물질들의 특성

원소	비저항/($10^{-8}\Omega \cdot m$)	장벽높이/eV
Bi	1.20	0.06
C	2.1	0.08
Cu	1.55	0.20

p-CdTe 소결성장막우에 최적조성량의 탄소전극을 도형인쇄하고 200~500°C에서 20min동안 열처리하였다. 결과 300°C, 10³Pa 에서 10min동안 열처리할 때 태양빛전지의 효율이 제일 높았다.

p-CdTe/C계의 $U-I$ 특성은 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 $U-I$ 특성은 선형성을 가진다. 이로부터 C전극이 p-CdTe와 좋은 옴접촉특성을 가진다는것을 알수 있다.

p-CdTe/C계의 경시특성은 그림 4와 같다.

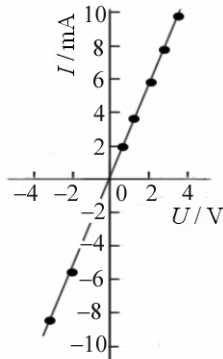


그림 3. p-CdTe/C계의 $U-I$ 특성

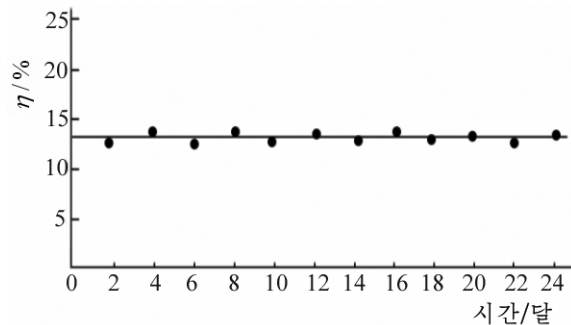


그림 4. p-CdTe/C계의 경시특성

그림 4에서 보는바와 같이 p-CdTe/C의 경시특성은 매우 안정하다.

맺는 말

p-CdTe/금속계의 합리적인 옴접촉물질을 선택하고 p-CdTe/C계의 $U-I$ 특성과 경시특성의 안정성을 평가하였다.

참고 문헌

- [1] Zhao Naigin; Journal of Materials Processing Technology, 170, 3, 586, 2003.
- [2] C. Jair et al.; Aota Material, 53, 19, 5095, 2006.
- [3] Hiroshi Nogai; J. Alloys and Comp., 322, 226, 2001.
- [4] Xiurong Qu; Materials Chemistry and Physics, 129, 331, 2011.

주제106(2017)년 9월 5일 원고접수

Ohmic Contact Characteristic of p-CdTe/Metal System

Han Myong Uk, Pak Il Mu

We selected the reasonable Ohmic contact materials of p-CdTe/Metal System and evaluated $U-I$ characteristics and stability of the efficiency characteristics on the time of p-CdTe/C system.

Key words: Ohmic contact chracteristic, p-CdTe/Metal System, Solar Cell