

Cl₂처리에 의한 CdS/CdTe태양빛전지의 특성개선연구

리영순, 한명욱

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《풍력과 조수력, 생물질과 태양에너지에 의한 전력생산을 늘이며 자연에너지의 리용범위를 계속 확대하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 50페이지)

최근 원소주기계의 12 및 16족원소들로 이루어지는 화합물반도체의 박막형태양빛전지들이 상품화되어 널리 보급[1-3]되고있으나 아직 그 효율이 리론한계까지 수렴하지 못하고 있다. 특히 n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 특성개선을 위한 뚜렷한 대책도 제기되지 못하였다.

우리는 CdTe에 Cl₂처리공정이 n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 특성에 주는 영향을 밝혔다.

1. 리론적연구

n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 성능에 미치는 주요인자는 CdS박막의 큰 비저항, 기공 및 치밀하지 못한것으로 인한 TCO/CdS/CdTe사이의 전류루설분로의 형성, CdTe의 비저항이 대단히 큰것, CdTe와의 음접촉실현이 힘든것, 계면사이의 살창부정합 등이다.

다른 인자들에 대한 연구는 비교적 많이 진행되었지만 CdTe의 비저항을 떨구는 문제는 좀처럼 해결되지 못하고있다.

우리는 이 문제를 해결하기 위하여 CdTe화합물의 특성을 조사하였다.

CdTe에서의 얇은 첨가혼입물들은 표와 같다.

주개들의 이온화에너지는 대략 12~15meV이다. 2가 원소들인 Cd와 Te의 빈자리는 얇은 반개와 주개의 역할을 한다. 등가인 원소가 바뀌어들어가는 경우 즉 Cd의 위치에 Zn, Te의 위치에 S 또는 Se가 들어가면 혼입물준위를 형성하지 않는다.

다른 혼입물원소들은 깊은 주개 또는 반개중심으로 작용한다.

결합들은 호상작용하여 복합체결합을 형성할수 있다.

그러므로 CdTe에로의 혼입물첨가는 더욱 복잡해진다. 이 복합체결합들은 그자체가 포획중심으로 작용하여 첨가혼입물들을 보상한다. 따라서 혼입물첨가방법으로 CdTe의 비저항, 전도형조종은 매우 힘들다.

CdTe의 화학량론조성의 편차를 일으키지 않으면서 혼입물원천으로 될수 있는 물질은 CdCl₂이다. Te원자와 치환되어 들어간 Cl원자는 얇은 주개로 작용하며 따라서 정의 전하를 띠게 된다. 이것이 부의 전하를 띤 Cd빈자리 2개와 하나의 복합체결합을 형성하며

표. CdTe에서의 얇은 첨가혼입물

	혼입물	족
주개	Al, Ga, In	13족원소
	F, Cl, Br, I	17족원소
	V _{Te} , Cd _i	기본결합
반개	Cu, Ag, Au	11족원소
	N, P, As, Sb	Te의 위치
	V _{Cd}	기본결합

부의 전하를 띤 이 복합체는 하나의 받개로 동작한다. CdTe는 Cl_2 을 포함한 환경에서 처리하면 그 효과는 더 클것이다.

CdTe박막태양빛전지의 성능을 개선하기 위한 다른 하나의 실례는 Cu혼입물의 첨가이다.

저농도의 Cu혼입물이 CdTe에 첨가되면 그것은 Cd의 빈자리를 차지하고 얇은 받개로 작용한다. Cu혼입물이 한계이상으로 첨가되면 Cu의 일부는 살창사이로 들어가는데 이때 Cu는 주개로 작용하며 받개를 부분적으로 보상한다. 얇은 주개의 생성에 의한 얇은 받개의 보상에 의하여 금지띠너비 E_{gap} 과 거의 같은 에너르기가 생겨난다.

CdTe는 금지띠너비가 크므로 자체보상경향성이 더 세다.

결국 CdTe태양빛전지에서 첨가혼입물농도를 10^{15}cm^{-3} 로 높일수 있다.

2. CdTe의 Cl_2 활성화처리실험

실험에서는 Cl의 원천으로서 CdCl_2 을 리용하였다.

CdCl_2 처리를 위하여 100% 메타놀 50mL에 CdCl_2 5mg을 푼 다음 유리/TCO/CdS/CdTe기판위에 방울방울 떨어뜨려 CdTe박막결면에 고르게 퍼지게 한다. 5~10min후에 적당한 온도(400°C)에서 3min동안 열처리한다. 대량생산을 목적으로 Cl_2 직접처리방법도 적용하였다.

그림은 Cl_2 처리를 하지 않았을 때와 처리했을 때 CdTe박막의 비저항변화를 보여준다.

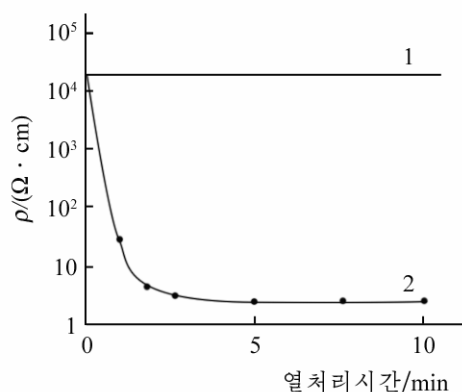


그림. 열처리시간에 따르는 CdTe의 비저항변화

1— Cl_2 처리하지 않은 경우,
2— Cl_2 처리한 경우

그림에서 보는바와 같이 Cl_2 을 처리하지 않았을 때 CdTe의 비저항은 $3 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 로 일정하였다. 그러나 Cl_2 처리를 한 후 비저항은 거의 두자리이상으로 급격히 지수함수적으로 감소하였다. 2min이상 열처리하였을 때 전지특성은 떨어졌다. 2min 열처리하였을 때 n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 특성이 제일 좋았다. Cl_2 처리시간을 2min이상으로 하였을 때 비저항의 감소는 CdS-CdTe-TCO사이의 도통현상 때문이다. 그러므로 열처리시간을 2min이상 초과하지 말아야 한다.

Cl_2 처리를 하지 않았을 때와 Cl_2 처리를 했을 때 n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 효율은 9%로부터 12.5%이상으로 높아졌다.

과도한 Cl_2 처리는 깊은 중심들을 발생시키며

개방전압 V_{oc} 를 감소시킨다.

맺 는 말

n-CdS/p-CdTe태양빛전지의 효율특성을 개선하기 위하여 복합체결합을 가정하고 주개와 받개의 작용, 보상작용이 가능하다는것을 이론적으로 밝혔다.

Cl_2 처리공정을 세우고 실천적으로 Cl_2 처리의 효과성을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 61, 8, 72, 주체104(2015).
- [2] Han Myong Uk et al.; Journal of **Kim Il Sung** University(Natural Science), 3, 1, 51, Juche104 (2015).
- [3] Nsusanne Siebentritt; Thin Solid Films, 403-404, 1, 2012.

주체105(2016)년 6월 5일 원고접수

Characteristics Improvement of CdS/CdTe Solar Cells by Cl₂ Treatment

Ri Yong Sun, Han Myong Uk

We established the treatment method of the activation of CdTe by Cl₂ to improve the characteristics of n-CdS/p-CdTe solar cells and experimentally revealed the efficiency of the Cl₂ treatment.

Key words: Cl₂ treatment, n-CdS/p-CdTe solar cell