

p-Si-電解質接合의光起電力効果 (Photovoltaic Effects of the p-Si-Electrolyte Junction)

韓錫龍*, 金妍希**, 金化澤*

(Suk Ryong Hahn, Yeon Hee Kim and Wha Tek Kim)

要 約

p-Si-전해질 접합을 전해질로 6N H_2SO_4 , 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$, 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$, 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ 을 사용하여 만들었다. 이들 전해질 중 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ 을 사용할 때 p-Si 광음극이 안정하게 동작하여 높은 광전 감도를 가지고 있었다.

Abstract

p-Si-electrolyte junction are prepared by using p-Si photocathode in four different electrolytes such as 6N H_2SO_4 , 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$, 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$, and 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$, respectively. Among those electrolytes 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ shows very good results, in which p-Si photocathode is stable.

I. 序 論

p-Si-전해질 접합은 p-Si 광음극이 손상되지 않고 광전 감도를 계속하여 유지하면서 안정하게 동작할 수 있는 전해질 용액을 찾고, 이 전해질 용액내에서 p-Si 광음극의 거동을 연구하는 것이 대단히 중요하다.^[1, 2, 3, 4, 5]

본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 기초 연구로 p-Si 광음극의 전해질 용액내에서 거동을 규명하고, 안정한 전해질 용액으로 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ 용액을 선택하여 p-Si-전해질 접합을 구성했을 때 높은 광전감도와 장시간 동작시켰을 때 특성의 변화가 거의 없는 우수한 특성을 가지고 있음을 발견했으므로 보고한다.

II. 實 驗

1. p-Si 광음극 제작

Si 광음극 제작용 p형 실리콘은 보론이 침가된, (111)면으로 절단 연마된 70~80 Ohm·cm의 Si 웨이퍼(chisso 실리콘 제, 직경 3cm, 두께 0.284~0.290 mm)를 3HNO₃-HF-CH₃COOH 용액으로 부식시킨 후 묽은 HNO₃ 용액과 이차 층류수 및 특급시약용 아세톤으로 탈수시켜 진공 전조시킨 다음 사용했다.

건조된 p-Si 웨이퍼의 한면에 알루미늄을 진공 증착한 후 $\sim 10^{-6}$ mmHg의 진공내에서 650°C로 열처리 하여 Ohm 접택을 형성한 후 Ag 퍼스트로 전선을 부착시키고 전극이 부착된 면을 실리콘 주자로 전기적 화학적 절연을 시켜 측정용 p-Si 광음극을 만들었다. Ohmic 접택의 반대편 실리콘부분은 전해질에 접하는 면으로 전극 제작 과정에서 산화나 불순물에 의해 표면이 오염되므로 3HNO₃-HF-CH₃COOH 용액으로 부식시켜 오염층을 제거하였다.

2. p-Si-전해질 접합 구성

두께 2mm의 투명 석영판은 부착한 아크릴 용기에

* 正會員, 全南大學校 自然科學大學 物理學科
(Dept. of Physics, Chonnam National Univ.)

** 正會員, 圓光大學校 文理科大學 物理學科
(Dept. of Physics, Won Gwang Univ.)

接受日字: 1982年 7月 13日

(※이 論文은 1981年度 文教部 學術研究助成費에
依 하여 研究되었음.)

Si 광음극, Pt 양극, SCE로 셀을 구성했으며 사용한 전해질 용액은 6N H_2SO_4 , 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$, 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$, 6NN $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ 등을 사용했다.

3. 특성 측정 방법

모든 측정은 전보^[1]에서와 같은 방법으로 하였으며 광원으로는 35mWatt의 He-Ne 레이저 (스펙트라 피스코 모델 124B)를 사용하여 p-Si 광음극에 15mWatt/cm²의 광량이 도달되도록 했다.

III. 실험 결과와 고찰

1. p-Si- 6N H_2SO_4 접합

전해질 용액으로 6N H_2SO_4 용액을 사용했을 때 p-Si 광음극의 표면 산화로 광전류가 흐르기 시작한 점은 동작 시간이 경과됨에 따라 높은 전압 상태로 이동되었다.

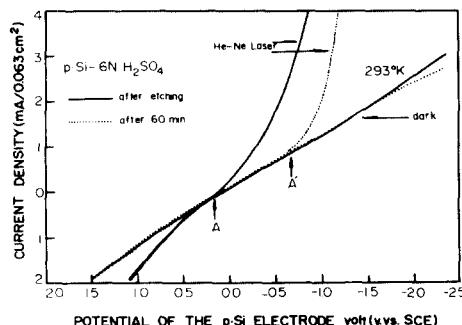


그림 1. p-Si- 6N H_2SO_4 접합의 전압-전류 특성

Fig. 1. Current-voltage characteristics of the p-Si- 6N H_2SO_4 junction.

그림 1에서 보여 준 것 같이 p-Si 광음극 표면을 부식시켜 산화막을 제거한 직후에 측정한 전압-전류 특성에서 광전류가 흐르기 시작한 A 점이 +0.125 volt (vs. SCE)였는데 표면 부식 후 60분이 경과된 후 측정한 특성에서 광전류가 흐르기 시작한 점 A' 점은 -0.65volt(vs. SCE)로 변화되었다. A' 점의 전압이 A 점에 비하여 증가한 것은 p-Si 광음극의 표면이 산화되어 표면에 결연층이 발생하여 흘랫-밴드 전위가 증가하기 때문이며, 이 경우 셀의 직렬 저항이 p-Si 광음극의 표면 산화와 함께 계속 증가하여 광전류가 감소할 것이므로 안정한 특성을 얻기가 어렵다.

2. p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$ 및 p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$ 접합

p-Si 광음극의 표면 산화를 막기 위하여 Ti^{3+} Ti^{4+} 를 단독으로 6N H_2SO_4 용액에 첨가 시켰을 때 전압-전류 특성은 그림 2, 그림 3과 같다.

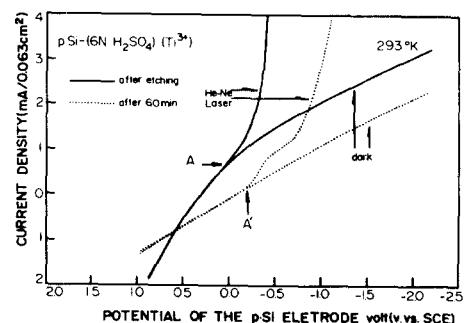


그림 2. p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$ 접합의 전압-전류 특성

Fig. 2. Current-voltage characteristics of the p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{3+})$ junction.

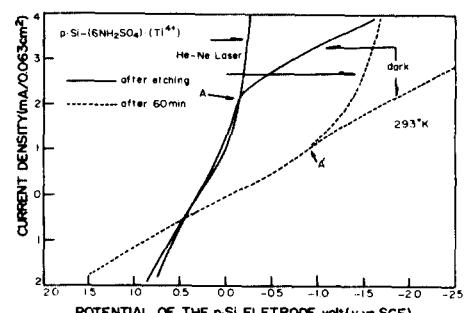


그림 3. p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$ 접합의 전압-전류 특성

Fig. 3. Current-voltage characteristics of the p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{4+})$ junction.

Ti^{3+} 을 첨가한 경우 그림 2에서 보여 준 것 같이 A 점은 -0.125 volt (vs. SCE), A' 점은 -0.29 volt (vs. SCE)로 주어지고 Ti^{4+} 를 첨가한 경우 그림 3에서처럼 A 점은 -0.13 volt (vs. SCE), A' 점은 -0.95 volt (vs. SCE)으로 주어진다. Ti^{3+} 을 첨가했을 때가 Ti^{4+} 를 첨가했을 때 보다 A 점과 A' 점의 차가 적어서 좋은 특성을 나타내고 있음을 알 수가 있다.

3. p-Si- 6N $H_2SO_4(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ 접합

6N H_2SO_4 용액에 산화-환원제로서 Ti^{4+}/Ti^{3+} 을 첨가했을 때 전압-전류 특성은 그림 4와 같다. 이 경우 A 점과 A' 점이 거의 변화되지 않고 있어 이 용액

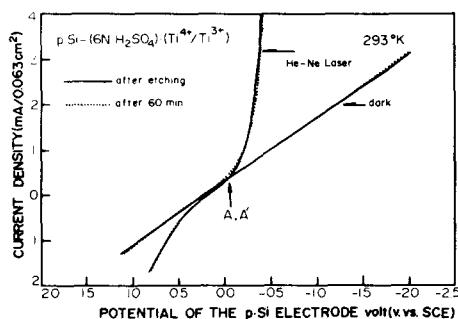


그림 4. p-Si- $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ 접합의 전압-전류 특성

Fig. 4. Current-voltage characteristics of the p-Si- $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ junction.

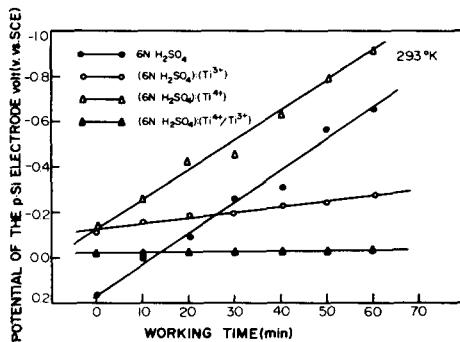


그림 5. 동작 시간에 따른 A 점의 전위 변화

Fig. 5. Working time vs. potential at A.

내에서 Si 광음극이 안정하게 동작함을 알 수가 있다. 전해질 용액으로 $6\text{N H}_2\text{SO}_4$, $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{3+})$, $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+})$, $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ 를 사용했을 때 광전류가 흐르기 시작한 A 점의 동작 시간에 따른 변화는 그림 5와 같다.

$6\text{N H}_2\text{SO}_4$, $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+})$ 을 전해질로 사용할

경우 동작 시간에 따라 A 점의 전위가 급격히 상승되고 있으며 $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{3+})$ 의 경우 서서히 AA' 점의 전위가 상승되고 있다. 그러나 산화-환원제인 $\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+}$ 를 첨가한 $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ 을 전해질로 사용한 경우 동작 시간에 따른 변화를 거의 찾아 볼 수 없다.

그러므로 $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ 용액이 p-Si 광음극의 표면을 안정화 시키는 가장 좋은 특성을 나타내고 있으며 p-Si-전해질 접합의 전해질 용액으로 적합하다고 볼 수 있다.

그러나 구체적인 동작 기구나 장시간 동작시 특성 및 광전 변환 효율 등을 앞으로 좀더 상세한 연구가 필요하며 현재 본 실험실에서 계속 연구중에 있다.

IV. 結論

이상의 실험 결과로 부터 산화-환원제인 $\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+}$ 를 첨가한 $6\text{N H}_2\text{SO}_4(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+})$ 전해질 용액속에서 p-Si 광음극은 안정화 되며 이 전해질 및 용액을 사용한 p-Si-전해질 접합은 높은 광전 효과를 나타냄을 알 수 있다.

参考文献

- [1] 김연희, 김화택, 최규원, 새물리(한국물리학회지) 21, 152, 1981
- [2] S. Roy. Morrison, *J. Appl. Phys.* 53, 1233, 1982.
- [3] H.L. Lewerenz, M. Lubke, K.J. Bachmann, and S. Menezes, *Appl. Phys. Lett.* 39, 798, 1981.
- [4] A. Heller, H.J. Lewerenz, and B. Miller, *J. Am. Chem. Soc.*, 103, 200, 1981.
- [5] J.N. Chazalviel, *Surface Science*, 88, 204, 1979.