

Amorphous Si 의 제작과 특성

Fabrication and characteristics of amorphous Si

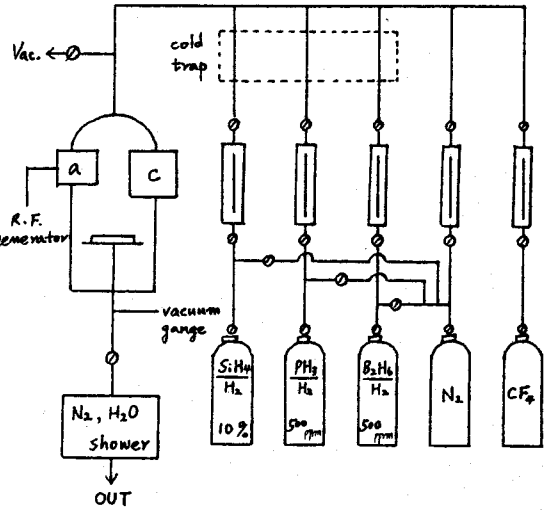
성명 권고력대학교  
 이명득 " "  
 민영무\* " "  
 송진수 동력자원연구소

1. 서론

널리 알려진 바와 같이 amorphous 반도체는 원자배열의 규칙성이 결여되어 있을 뿐만 아니라 void, dangling bond 등의 결함에 기인한 고밀도의 국재준위가 존재하고 있기 때문에 결정인 경우처럼 소량의 불순물에 의해 전기적 물성을 제어한다는 것이 어렵고 아울러 동작의 주역인 carrier 의 이동도 사슬한 국재준위가 trap 또는 재결합 중심으로 작용하기 때문에 바람직하지 못한 영향을 받아 소홀히 하는 경향이 있었다.

그러나 최근 에 와서 amorphous 반도체에 있어서 특히 amorphous-Si (이하 a-Si으로 약함)이 void 가 없고, PN 제어가 가능하게되는 등 (1)의 각종 물성이 영백해져 태양전지에의 응용 (2)을 중심으로 이종의 재료의 새로운 응용이 크게 각광을 받기 시작하고 있다.

이러한 시점에서 우리는 그 하나의 방법으로 a-Si 을  $SiH_4$  의 glow 방전 분해법과 sputtering 법으로 제작하여 영가의 태양전지에의 응용을 목표로 여러 기초적 연구를 행하였기에 그 결과의 일부를 보고 하고자 한다.



(그림-1) GLOW 방전분해 a-Si의 제작장치

본 실험에서 일차적으로 나타낸 제작조건은 (표-1)과 같다.

2. Amorphous Si 의 제작

(그림-1)은 glow 방전분해 a-Si 의 제작 장치를 나타낸 것으로 이것을 이용하여  $H_2$  배이스 (90% mole %)의  $SiH_4$ ,  $PH_3$ ,  $B_2H_6$  를 유량 controller 로서 필요한 유로 혼합하여 그것을 석영의 반응관에도입하여 유량형 전극으로서 4 MHz 고주파 발전기로서 glow방전시켜 혼합가스를 분해하여 200-350 °C 정도의 저온으로 유지되고 있는 기판위에 a-Si 를 성장시켰다.

(표-1) Glow 방전에 의한 a-Si 의 제작조건

가스 압력	2 - 3 Torr
가스 유량	100 sccm
rf 전력 (4MHz)	100 W
기판 온도	250 °C
deposition rate	약 1Å / sec

기판으로서는 slide glass 와 Si wafer 를 사용 하였으며 불순물 doping 을 N 형은  $\text{PH}_3 / \text{SiH}_4$ , P 형은  $\text{B}_2\text{H}_6 / \text{SiH}_4$  로서  $0 - 10^4$  vppm 의 범위에서 행하였다.

이상은 Si 과 H 와의 함금 (H/Si 10 - 35%) 인 a-Si:H 이나 수소를 혼합하는 방법인 Ar 증에서 sputtering 법으로 a-Si 을 제작하였다.

Sputtering 법에 의해서는 2극 및 4극 sputtering (이하 2-sp, 4-sp 로 약함) 으로서 제작하여 그 제작조건은 (표-2) 와 같다.

(표-2)

	2 - sp	4 - sp
가스 압력	10 - 10 Torr	10 Torr
rf 전력	140 W	140 W
기판 온도	250 °C	250 °C
deposition rate	2 Å/sec	2 Å/sec

4-sp 에서는 보통의 2극외에 40-50V 로 가속된 전자 beam 을 발생시키는 별개의 2극이 부착되어 있어 이것이 저압 Ar 의 이온화를 도와 방전을 개시하여 plasma 가 생성케 되므로  $10^{-4}$  Torr 의 가스압에서 sputter 가 가능해져 sputtering 되어 나온 입자의 평균 자유행정 (50 cm) 이 target 기판간의 거리 (5 cm) 보다 큰 것이 특징이다.

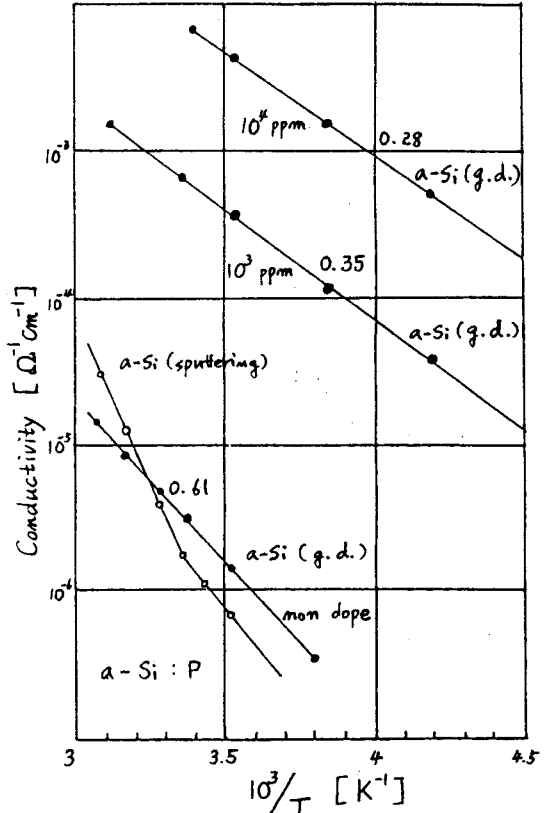
따라서 이와 같은 조건하에서 생성된 시료의 구조와 물성이 보통의 2-sp 인 것과 대폭적으로 다를 가능성이 있다.

### 3. a-Si 의 기초특성

상술한 방법으로 제작한 a-Si 시료들의 여러 전기적 성질 중 전도도의 온도의존성은 (그림-2) 와 같다.

그림에서 glow 방전에 의해 수소가 혼입된 것과 수소가 혼입되지 않은 Ar 증에서 행한 sputtering 시료와는 엄연한 차이를 나타내고 있다. 즉 수소가 혼입되지 않은 시료는 실온 부근에서도 소위 Mott's variable range hopping 을 나타내고 있는 듯하나 수소가 혼입

된 시료에서는 실온 부근에서 활성화형으로 나타나며 그 활성화 에너지는 약 0.6 eV 정도이다. 또 P 의 doping 에 의해 전도도가 증가하여 활성화 에너지가 감소하는 경향을 나타내어 Fermi 준위가 전도대에 근접해 감을 알 수 있다. 이들 결과는 금지대내의 hopping 중심이 될 국재준위가 대단히 작아져 감을 증명하고 있는 것이다.



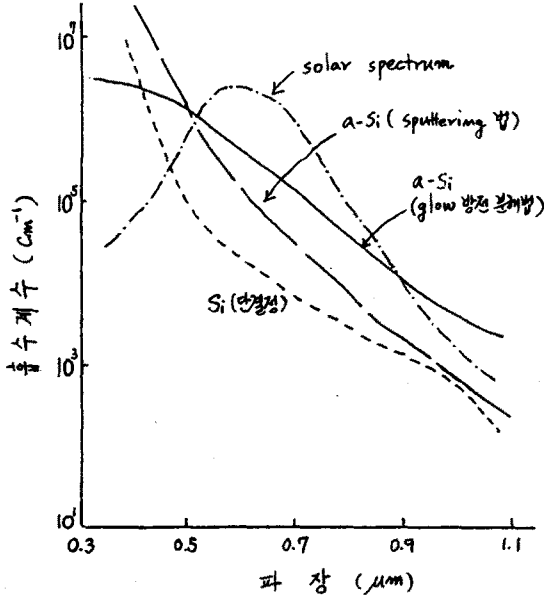
(그림-2) Glow 방전분해 a-Si 의 도전율의 온도의존성 (기판온도 250 °C)

여러 연구결과에 의하면 glow 방전분해법에 의한 a-Si 은 10-40% 정도의 수소가 포함되어 있어 이것이 annealing 에 의해 수소가 분출하여 Si-Si 결합의 증가로 a-Si 막이 치밀해 진다는 등이 적외흡수실험 등에 의해 명백하고 있다.

이와 같이 다량의 수소가 들어가 S<sub>1</sub> 은 수소와 Si 의 함금이며 따라서 내포되는 수소의 양에 따라 깊은 전자상태에 크게 영향을 끼쳐 전도도를 비롯한 광흡수 계수 등이 수소량에 크게 의존할 것이라 추정된다.

(그림-3) 은 a-Si 의 흡수 스펙트럼을 참고 비교하기 위하여 태양광 스펙트럼과 단결정 Si 의 스펙트럼을 대비시켜 나타낸 것이다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이 a-Si의 흡수 계수는 태양광 스펙트럼의 피크치(500 nm)에서는 단결정 Si의 경우보다 두 차수가 크다.



(그림-3) a-Si시료의 흡수 스펙트럼

또 파장 700 nm 에서는 a-Si의 흡수 계수가  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ 로 나타나 있으므로 파장이 700nm 보다 작은 태양광의 대부분은  $1 \mu\text{m}$ 의 두께에서 거의 흡수됨을 알 수 있다.

거막 a-Si에 관한 여러 기초적 성질의 상세한 고찰은 현재 a-Si:Au Schottky장벽으로서 태양전지를 제작하여 실험적으로 검토 중이므로 추후 발표할 예정이다.

< Reference >

- (1) W.E.Spear et al; Solid State Commun. 17 1193 (1975)
- (2) D.E.Carlson et al; Appl.Phys.Lett. 28 671 (1976)
- (3) M.H.Brodsky et al; Appl.Phys.Lett.30 561 (1977)
- (4) C.C.Tsai et al; Proc. 7th Int.Conf.Amorphous and Liquid Semi. Edinburgh, 339 (1977)