

ELA를 위한 저수소화 Si 박막의 특성에 관한 연구

The properties of low hydrogen content silicon thin films for ELA(Excimer Laser Annealing).

권도현, 류세원, 박성계, 남승의, 김형준.

(Do-hyun Kwon, Se-won Ryu, Sung-gye Park, Seung-eui Nam, Hyoung-june Kim)

Abstract

In this study, mesh-type PECVD system was suggested to minimize the hydrogen concentration. The main structural difference between the triode system and a conventional system is that a mesh was attached to the substrate holding electrode. We investigated several conditions to compare with conventional PECVD. The main effect of mesh was to minimize the substrate damage by ion bombardment and to enhance the surface reaction to induce hydrogen desorption. It was also found that hydrogen concentration decreased but deposition rate increased as increasing applied bias. Applied DC bias enhanced sputtering process. Intense ion bombardment causes the weakly bonded hydrogen or hydrogen-containing species to leave the growing film and increased adatom mobility. Furthermore, addition of hydrogen gas enhance the surface diffusion of adatom. The structural properties of poly-Si films were analyzed by scanning electron microscopy(SEM).

Key Words(중요용어) : low hydrogen content amorphous silicon, mesh-type PECVD, ELC.

1. 서 론

최근 LCD(Liquid Crystal Display)의 고집적화, 대면적화의 요구에 따라 기존의 비정질 Si TFT에 비해 높은 전자 이동도 및 구동회로와의 집적화가 가능한 장점을 갖는 poly-Si TFT의 연구가 활발히 진행 중이다.¹⁻³⁾ 현재 대부분의 poly-Si TFT의 제조는 glass 기판을 사용하고 있으며 이를 적용하기 위해서는 저온 공정(<450℃)을 필요로 한다. 지금 까지 glass 기판의 손상 없이 고품위의 poly-Si를 제조할 수 있는 방법은 ELC(Excimer Laser Crystallization) 방법으로 알려져 있다. 그러나, PECVD에 의한 비정질 Si 박막은 저온공정 때문에 필연적으로 많은 양

의 수소를 포함하여 레이저 조사시 수소의 explosive eruption이 발생하게 된다. 따라서, 안정된 공정 및 우수한 소자특성의 확보를 위해서는 근원적으로 증착시 비정질 Si의 수소의 함유량을 최소화하는 것이 필요하게 된다. 본 연구에서는 저수소화 비정질 Si 박막을 얻기 위하여 기존의 PECVD 장비에 간단히 mesh를 장착한 새로운 형태의 mesh-type PECVD 장치를 제안하였다. mesh는 박막 성장시 표면의 ion bombardment를 감소시키고, 표면 반응을 촉진시켜 박막 내에 유입되는 수소 함유량을 최소화시킨다.⁴⁾ 또한, DC bias의 인가 및 수소 gas의 첨가의 효과도 알아보았다. DC bias는 sputtering process를 유발시켜 표면과 약하게 결합하고 있는 수소의 탈착을 유도하고, 수소의 첨가는 표면의 hydrogen coverage를 증가시켜 adatom의 surface diffusion을 용이하게 하여 표면 반응을 증가시킨다. 제조된 저수소화 비정질 Si 박막을 레이저를 이용하여 결정화하고, 결정화

* 홍익대학교 금속·재료공학과
(서울특별시 마포구 상수동 홍익대학교,
Fax: 02-334-0750
E-mail : dh-king@hanmail.net)

된 poly-Si의 미세구조를 관찰하였다.

2. 실험 방법

Fig. 1에 본 실험에 사용된 mesh-type PECVD 장치의 모식도를 나타내었다. 일반적인 13.56 MHz의 rf glow discharge 장치로서 평행한 두 전극판 사이에 시편이 위치하고 있으며 substrate와 약 2cm 간격으로 ground로 bias된 mesh를 장착하였다. 시편은 p-type(100) wafer 위에 습식 열산화 공정으로 5,000 Å의 SiO₂를 성장시켜 사용하였다. 증착에 사용된 gas는 pure SiH₄ gas를 사용하였으며 증착시 압력은 0.3torr를 유지하였다. 기판 온도의 영향을 알아보기 위해 증착 온도는 200~500°C의 다양한 범위에서 비정질 Si을 증착하였다. 그리고, DC bias의 인가의 효과를 알아보기 위해 0~200V의 bias를 인가하였으며 수소 gas 영향을 알아보기 위해 0~50sccm의 수소 gas를 첨가하였다. 또한, plastic 기판에 적합한 온도 대역인 25~150°C의 범위에서도 비정질 Si을 증착하였다.

박막의 수소함유량을 측정하기 위해 FTIR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)을 이용하였다. 증착된 비정질 Si 박막은 약 500 Å 정도의 두께를 가지며, λ=308nm의 XeCl excimer laser 장비를 사용하여 결정화하였다. 결정화 된 시편의 표면에서의 수소 eruption현상을 살펴보기 위해 SEM을 사용하여 미세구조를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

먼저 본 연구에서는 비정질 Si 물성을 비교하기 위해 mesh-type PECVD와 conventional PECVD를 사용하여 온도에 따른 특성을 살펴보았다. 일반적으로는 온도 증가에 의해 열적 활성화가 촉진되고 표면의 수소가 탈착하기 용이한 상태가 될 수 있다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 온도가 낮을수록 sticking coefficient가 크기 때문에 200°C에서는 증착 속도가 높은 것을 알 수 있다. 그러나 기판 온도가 300°C로 증가하면서 sticking coefficient가 저하됨에 따라 증착 속도는 감소하는 것을 볼 수 있다. 온도가 더욱 높아지게 되면 표면에 결합된 수소의 탈착이 이루어지고 증착에 관여하는 precursor의 흡착과 확산이 증가되어 증착 속도는 다시 증가하게 된다. 그러나, mesh를 사용한 경우는 conventional PECVD에 비해 전체적으로 낮은 증착 속도를 나타내는 것을 알 수 있었다. 이런 결과는 박막 성장이 단지 mesh를 통과한 일부의 precursor들에 의해 표

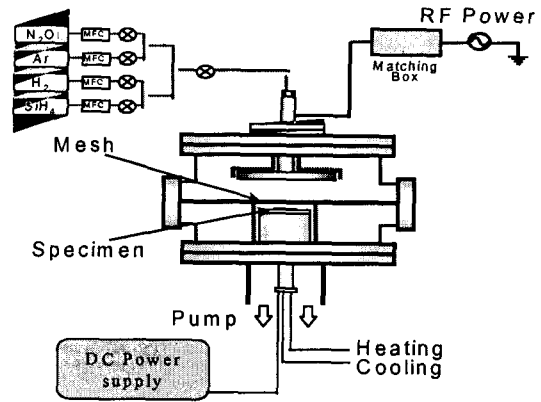


Fig. 1. Schematic diagram of mesh-type PECVD.

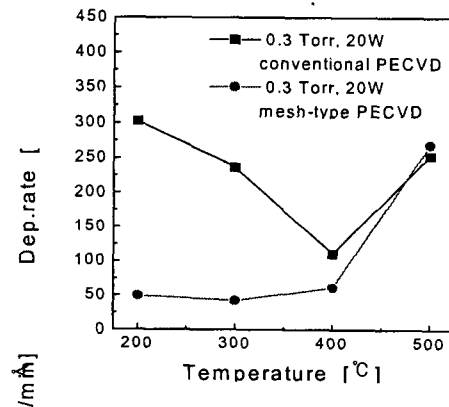


Fig. 2. Deposition rate as a function of temperature using PECVD/mesh-type PECVD.

면에 흡착되는 양에 의존하기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 3에서는 온도에 따른 수소함유량의 변화를 나타내었다. 일반적으로 온도가 증가하면 표면에 결합된 수소의 탈착을 증가시켜 박막 성장시 수소가 함유되는 것을 감소시키게 된다. 또한, mesh-type PECVD에 의한 박막의 수소함유량이 conventional에 의한 것보다 매우 낮은 수소함유량을 나타내었는데 이 결과는 mesh가 ion flux를 최소화하고 수소의 탈착을 유도하는 표면 반응을 촉진시킨 것으로 판단된다.

Fig. 4는 DC bias 인가의 효과를 나타낸다. DC bias가 증가할수록 수소함유량은 감소하는 결과를 얻을 수 있었고, 이런 경향은 저온에서 보다 효과적이었다. 이 결과는 DC bias가 sputtering process를

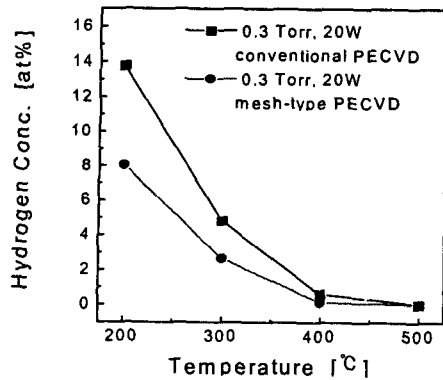


Fig. 3. Hydrogen conc. as a function of temperature using PECVD/mesh-type PECVD

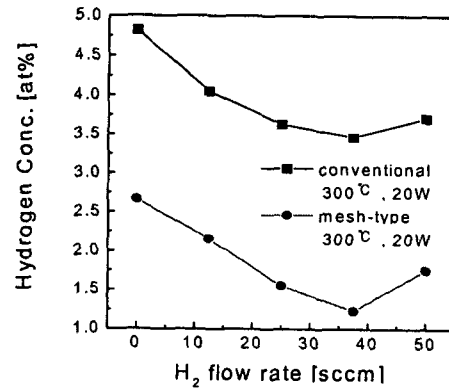


Fig. 5. Hydrogen conc. as a function of H₂ gas flow rate.

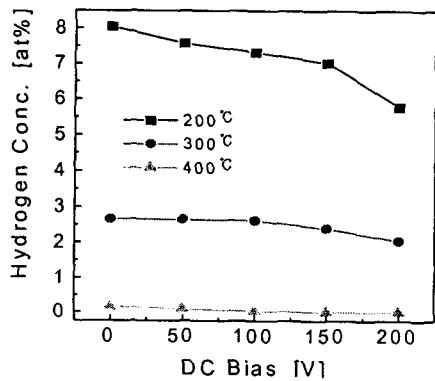


Fig. 4. Hydrogen conc. as a function of applied DC bias.

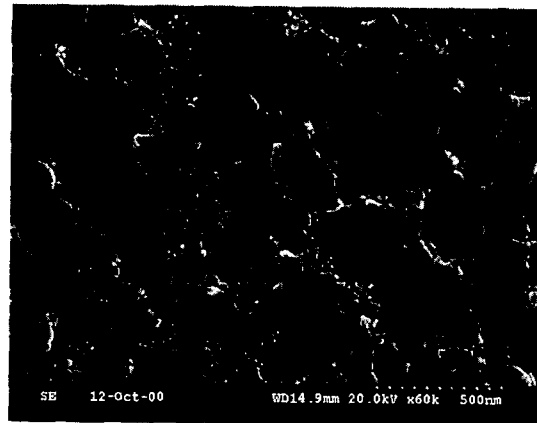


Fig. 6. SEM microstructures of 300°C, bias:200V, H₂:37.5sccm specimen.

촉진시킨 것으로 판단된다. bias에 의한 강한 ion bombardment는 표면과 약하게 결합하고 있는 수소의 탈착을 유도하게 된다.

수소 gas 첨가의 영향을 Fig. 5에 나타내었다. 수소 gas의 첨가량이 증가할수록 수소함유량이 감소하는 결과를 얻을 수 있었는데 이 결과는 수소 gas의 첨가로 표면의 hydrogen coverage의 증가로 인하여 adatom의 surface diffusion이 용이해져서 발생한 결과로 판단된다. 또한, 수소가 너무 많이 들어가면 수소가 탈착하지 못하고, 박막내에 그대로 함유하게 되는 것으로 판단된다.

Fig. 6은 이렇게 얻은 비정질 실리콘을 excimer laser로 결정화 시켜 얻은 미세구조 사진이다. 일반

PECVD로 증착한 후 탈수소 공정을 거친 미세조직과 거의 유사한 미세구조를 얻을 수 있었으며 이로 인해 탈수소 공정을 배제할 수 있는 저수소화 Si 박막의 증착이 가능하였다.

Fig. 7에서는 plastic기판을 위한 온도대역인 25~150°C에서의 수소함유량의 결과이다. 고온일 때와 유사한 결과를 나타내고 있으며 연구가 더 수행되어 진다면 plastic기판에서 poly-Si TFT 제조를 위한 저수소화 박막의 증착이 가능할 것으로 사료된다.

4. 결론

기존의 PECVD 장비에 mesh를 장착한 mesh-type PECVD 장치를 이용하여 ELC 공정에

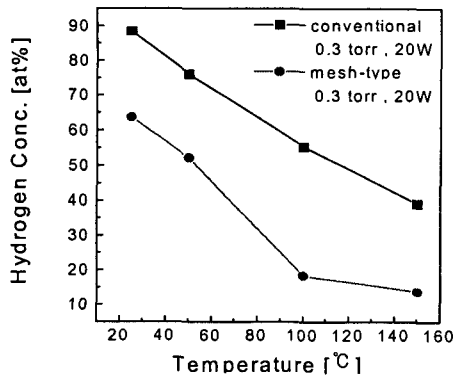


Fig. 7. Hydrogen conc. as a function of temperature.

적용하기 위한 저수소화 비정질 Si 박막을 증착하였다. 증착된 비정질 Si 박막은 300°C의 낮은 온도에서도 약 1at.% 정도의 수소함유량을 갖는다. 제조된 저수소화 박막을 레이저를 이용하여 결정화 한 결과 수소의 eruption문제는 없었으며, 비교적 균일한 결정립 분포를 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 비정질 Si의 결정화 공정시 별도의 후속 탈수소 공정을 배제할 수 있는 장점이 있다. 또한, 우수한 비정질 Si 박막의 물성은 poly-Si의 특성 뿐 아니라 TFT 소자 특성 향상에도 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한, PECVD를 이용하여 plastic 기판에서의 poly-Si TFT 제조도 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1999년 한국 디스플레이 연구 조합 (과제번호99-059)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1]. S. J. Fonash, Aigno Yin, and Douglas Reber, *Electrochem. Soc. Proc.* 94-35, pp33, 1994.
- [2]. Roger C. Summer, *Solid State. Tech.*, 39(1), pp103, 1996.
- [3]. T. Sameshima, *Electrochem. Soc. Proc.* 96-23, pp21, 1996.
- [4]. A. H. Jayatissa, Y. Hatanaka, Y. Nakanishi, K. Ishikawa, *J. Phys. D : Appl. Phys.*, 29, pp1636, 1996.