

Mesh-type PECVD 방법으로 제조된 비정질 Si 박막의 특성 및 레이저 결정화

한상용 · 최재식 · 김용수 · 박성계 · 노재상 · 김형준[†]

홍익대학교 금속 · 재료공학과

(1999년 9월 10일 접수 : 1999년 11월 18일 채택)

Characteristics of Amorphous Si Films Fabricated by Mesh-type PECVD and Their Crystallization Behavior Using Excimer Laser

Sang-Yong Han, Jae-Sik Choi, Yong-Su Kim, Sung-Gye Park, Jae-Sang Ro and
Hyoun-June Kim[†]

Dept. of Metal. and Mat. Sci., Hong-Ik University, Seoul, 121-791, Korea

(Received September 10, 1999 : Accepted November 18, 1999)

초 록

poly-Si TFT는 LCD의 고해상도화, 고집적화에 따라 그 요구가 점점 필요해지고 있다. 그러나 poly-Si의 제조를 위해 주로 사용하는 레이저 결정화 방법은 박막 내에 함유된 수소 때문에 별도의 탈수소 공정을 행하는 실정이다. 막내의 수소는 결정화 시 eruption과 void 등의 생성으로 poly Si의 막 특성뿐 아니라 소자 특성에도 나쁜 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 진술한 문제점을 제어하기 위해 mesh-type PECVD를 제안하고 저수소화 박막 증착에 관한 연구를 수행하였다. 증착된 비정질 Si 박막은 300°C 이하의 온도에서도 1 at% 이하의 낮은 수소 함유량을 가진 것으로 조사되었다. mesh에 의한 이런 결과는 막내에 함유되는 수소를 효과적으로 제어하고 별도의 탈수소 공정을 배제하여 공정 감소의 효과를 갖는 장점이 있다. 또한 제조된 비정질 Si를 이용하여 XeCl 레이저 결정화하여 그 거동을 조사하였는데 일반적인 거동과 달리 매우 넓은 공정 영역을 갖고 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 수소에 의한 표면 거칠기 문제는 발견되지 않았으며 비교적 조대하고 균일한 결정립 분포를 하는 것으로 조사되었다. 본 결과는 레이저 결정화 공정의 안정성에 기여하고 소자 특성 향상에도 기여할 것으로 기대된다.

Abstract – It is increasingly necessary to use poly-Si TFT's as high resolution and integration of TFT for LCD. Excimer Laser Crystallization (ELC) of a-Si is mainly used as a low temperature process. But the ELC method for the fabrication of poly-Si has the eruption problems associated with hydrogen in the a-Si film. So we need a dehydrogenation process additionally. Hydrogen in a-Si film can degrade the quality of poly-Si film and electrical properties of device due to the hydrogen eruption and voids which occur during the excimer laser annealing. In this study, we propose mesh-type PECVD as the a-Si film deposition method for achieving the low concentration hydrogen. Mesh-type PECVD was found to reduce the hydrogen content substantially. We could obtain a as-deposited a-Si film with hydrogen contents less than 1% at 300°C. We also investigated the behavior by XeCl excimer laser annealing of a-Si fabricated by mesh-type PECVD. As a result, we were able to confirm the broad process window in contrast to the narrow process range typically obtained in ELC. Hydrogen eruption was not observed in poly-Si films after ELC. These results suggests that mesh-type PECVD is a viable method to achieve the low hydrogen content a-Si and improve the process windows for ELC.

Key word : Mesh-PECVD, Low hydrogen amorphous silicon, FTIR, Crystallization silicon, 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 진행중이다.¹⁻³⁾ 현재 대부분의 poly-Si TFT의 제

조는 glass 기판을 사용하고 있으며 가격이 저렴한 장점을 갖고 있지만 이를 적용하기 위해서는 저온 공정(<450°C)을 필요로 한다. 지금 까지 다양한 저온 poly-Si TFT의 제조 공정이 연구되고 있으나 glass 기판의 손상 없이 고품위의 poly-Si를 제조할 수 있는 방법은 ELC(Excimer Laser Crystallization) 방법으로 알려져 있다. 또한, ELC 공정은 차세대 glass기판의 대체로 유망시되는 플라스틱 기판의 저온 공정 기술로 그 응용이 확대될 수 있는 장점을 갖고 있다.⁴⁾ 그러나 ELC 공정 기술은 melting

[†]E-mail: kimhj@wow.hongik.ac.kr

/crystallization을 통한 상변태 과정을 수반하며, 결정화 된 poly-Si의 미세구조에 따라 소자의 uniformity가 급격하게 변화하는 문제점이 있다. 일반적으로 레이저에 의해 결정화 한 PECVD poly-Si는 표면에서의 결정입계의 돌출이나 공공 등에 의해 매우 거친 특성을 나타낸다. 특히, plasma 장치를 사용하는 저온 공정 때문에 증착된 비정질 Si 박막은 필연적으로 많은 양의 수소(~10 at.%)를 포함하며 박막 내에 함유되어 있던 수소는 레이저 조사시 melting된 Si 내부에서 확산하여 표면으로 이동하는 out-diffusion을 하게 된다. 노출된 수소는 표면에서 폭발하게 되는데 이러한 수소의 explosive eruption에 의한 표면 거칠기 증가 및 결합은 poly Si의 물성을 저하시킬 뿐 아니라 ELC 공정의 안정성을 저해하고 소자 특성에도 영향을 미치게 된다.

현재까지 수소의 eruption을 방지하기 위해 수소를 제거하는 방법으로 레이저 결정화 이전에 furnace에서 수 시간에 걸친 열처리를 통해 제거하는 방법과 낮은 레이저 에너지 조사에 의해 탈수소화 하는 방법 등이 보고되고 있다.⁵⁾ 그러나, 전자의 경우 furnace에서 산소나 다른 오염물질에 의해 전기적 특성이 감소하고 매우 긴 공정 시간을 요구하는 문제점을 갖고 있다. 또한, 레이저를 이용한 탈수소화 공정은 오염 물질을 최소화할 수 있는 장점을 갖지만 탈 수소 공정에 적용하기 위한 공정 조건의 확보가 어렵고 비용이 비싼 단점이 있다. 그러므로 안정된 공정 및 우수한 소자 특성을 확보하기 위해서는 근원적으로 증착시 비정질 Si의 수소의 함유량을 최소화하는 것이 필요하게 된다. 본 연구에서는 전술한 hydrogen eruption 문제를 제어하고자 기존의 PECVD 장비에 간단히 mesh를 장착한 새로운 형태의 mesh-type PECVD 장치를 제안하였다. mesh의 사용은 박막 성장시 표면의 plasma ion bombardment를 감소시키고, 수소 라디칼 등에 의한 표면 반응을 촉진시키기 위한 목적으로 사용되었다.⁶⁾ 이로 인해 표면에 결합된 수소를 반응시켜 용이하게 탈착을 유도시킴으로써 박막 내에 유입되는 수소 함유량을 최소화하고 as-deposition 상태에서의 hydrogen양을 최소화 한 박막을 얻고자 하였다. 제조된 저수소화 비정질 Si 박막을 레이저를 이용하여 결정화하고, 결정화 된 poly-Si의 미세구조를 관찰하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 mesh-type PECVD 장치를 Fig. 1에 나타내었다. 일반적인 13.56 MHz의 rf(radio frequency) glow discharge 장치로서 평행한 두 전극판 사이에 시편이 위치하고 있으며 substrate와 약 2 cm 간격으로 ground로 bias된 mesh를 장착하였다. mesh는 grid의 형태로써 sus로 제작하였으며 grid간의 간격은 약 1 mm이다. 시편은 4인치의 p-type(100) wafer 위에 습식 열산화 공정으로 5,000 Å의 SiO₂를 성장시켜 사용하였으며 기판 온도와 인가되는 전원을 달리하여 비정질 Si 박막을 증착하였다. 증착에 사용된 gas는 pure SiH₄(Silane) gas를 사용하였으며 증착시 압력은 0.3 torr를 유지하였다. 기판 온도의 영향을 알아보기 위해 증착 온도는 200~500°C의 다양한 범위에서 비정질 Si를 증착하였다.

또한, 박막의 수소함유량을 측정하기 위해 FTIR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)을 이용하였다. FTIR에 의한 수소 함유량의 측정은 우선 absorbance mode의 자외선 spectroscopy를 사용하여 ω (wave number)에 따른 peak를 구하였다. 측정된 absorbance 함수를 absorption coefficient(α)로 변환시켜 수소의 원자밀도를 구하고 수소의 양(C_H)은 Si의 원자밀도($N_{Si}=5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$)와 결합된 수소의 원자밀도(N_H) 값을 이용하여 $C_H=N_H(N_{Si})^{-1}$ 의 식을 이용하여 산출하였다.⁷⁾ 일반적으로 N_H 값의 측

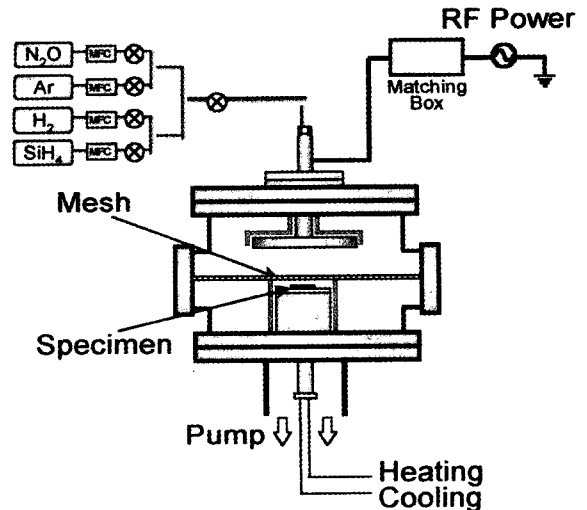


Fig. 1. Schematic diagram of mesh-type Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition System (PECVD).

정은 ω (wave number)=2,000, 2,100 cm^{-1} 에서 peak이 나타나는 stretching mode($N_H=A_S f [\alpha(\omega)/\omega] d\omega$)를 이용하여 구할 수 있다. 본 논문에서는 2개의 gaussian peak을 나타내는 stretching mode를 이용하여 $\omega=2,000 \text{ cm}^{-1}$ 에서는 $k_s=(9.0 \pm 1.0) \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$ 을 $\omega=2,100 \text{ cm}^{-1}$ 에서는 $k_s=(2.2 \pm 0.2) \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ 의 값을 이용하였다. 각각의 면적을 k 값으로 곱한 후 SiH와 SiH₂의 결합 수를 측정하고, 실리콘의 원자 밀도로 나누어 Si에 결합된 수소의 원자 밀도를 구하였다. 증착된 비정질 Si 박막은 약 500 Å 정도의 두께를 가지며, $\lambda=308 \text{ nm}$ 의 XeCl excimer laser 장비를 사용하여 결정화하였다. 결정화 된 시편의 표면에서의 수소 eruption 현상을 살펴보기 위해 SEM을 사용하여 미세구조를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

일반적인 poly-Si TFT를 제작하기 위해 PECVD로 증착되는 a-Si:H 박막은 낮은 증착 밀도와 높은 수소 함유량, 기타 불순물의 유입으로 레이저 결정화 공정시 많은 문제점이 있다. 특히 전술한 바와 같이 박막 내에 함유된 수소는 ELC 방법에 의한 결정화 시 eruption의 문제를 발생하게 되므로 소자의 전기적 특성에 영향을 미치게 된다. 비정질 Si은 증착시 온도, power, 사용된 gas, 수소의 함유량 등의 조건에 따라 그 특성이 정해지며⁸⁾ 결정화 된 poly Si의 막 특성에 영향을 미치게 된다. 먼저 본 연구에서는 비정질 Si의 물성을 비교하기 위해 mesh-type PECVD와 conventional PECVD를 사용하여 rf power와 온도에 따른 특성을 살펴보았다. Fig. 2에서는 증착 온도를 200°C에서 고정하고 다양한 rf power를 변화시킨 경우를 보여주었다. conventional PECVD는 20W를 기준으로 박막 성장이 증가하다 다시 감소하는 것을 볼 수 있는데 대부분의 PECVD 반응에서는 power에 의존한 증착 속도는 반응 gas의 분해량과 유량에 의해 결정된다. 일반적으로 power가 증가함에 따라 증착 속도는 따라서 증가하지만, 가장 높은 증착 속도 이후에는 power가 증가하더라도 더이상 증가하지 않고 감소하게 된다.⁹⁾ 그러나, mesh를 사용한 경우는 conventional PECVD에 비해 전체적으로 낮고 거의 유사한 증착 속도를 나타내는 것을 알 수 있었다. 이런 결과는 ground된 mesh에 의해 plasma 영역이 electrode와 mesh 사이에만 존재하며 chamber내의 plasma density와는 무관하기 때문이다. 그러므로 박막 성장은 단지 mesh를 통과한 일부의 precursor들에 의해 표면에 흡착되는 양에 의존하기 때문

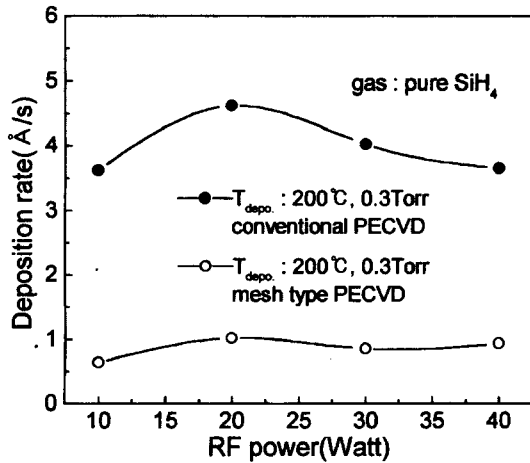


Fig. 2. Deposition rate as a function of rf power using PECVD/mesh-PECVD.

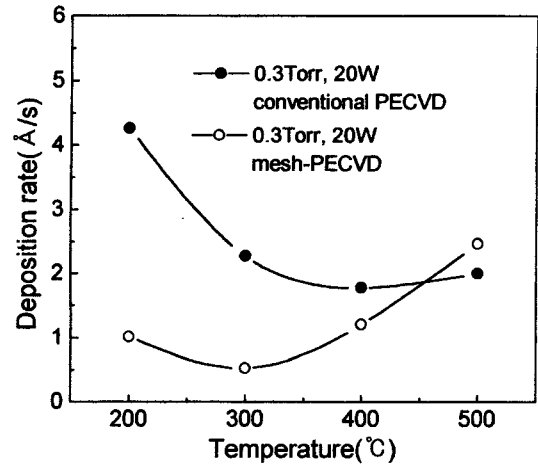


Fig. 3. Deposition rate as a function of temperature using PECVD/mesh-PECVD.

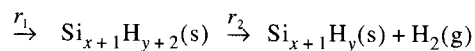
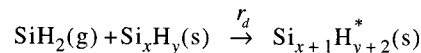
인 것으로 사료된다. 그러므로 일반적인 etching과 흡착 site의 생성으로 이루어지는 박막 성장과정과는 달리 ion bombardment의 영향을 받지 않고 mesh를 통과한 precursor의 흡착에 의존함으로써 power의 증가에 따라서도 증착 속도가 크게 달라지지 않은 것으로 판단된다.

또한, 온도에 따른 증착 속도의 변화를 살펴보았는데, 일반적으로는 온도 증가에 의해 열적 활성화가 촉진되고 표면의 수소가 탈착하기 용이한 상태가 될 수 있다. Fig. 3에서 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. Fig. 3에서 보는 바와 같이 conventional PECVD의 경우는 400°C를 기준으로 수소의 탈착이 시작되어 점차 증착 속도가 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나 mesh-PECVD로 증착된 박막의 경우 이보다 낮은 300°C를 기준으로 박막 성장 속도가 증가하는 것을 확인하였으며, 이는 표면 반응의 증가로 인해 결합되어 있던 수소의 탈착을 용이하게 함으로써 흡착 site를 증가시키기 때문인 것으로 보여진다. 이러한 일반적인 거동보다 낮은 온도에서도 박막 성장 속도가 증가하게 되는 것은 제안된 표면 반응을 증가시키기 위한 목적과 잘 일치하기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

본 실험에서는 이러한 mesh-type PECVD로 증착한 비정질 Si 박막의 수소 함유량을 확인해 보기 위해 FTIR을 사용하여 측정

하였다. Fig. 4(a)에 보여진 것은 absorbance mode의 자외선 spectroscopy를 사용하여 파장에 따른 peak을 나타낸 것이다. Si와 결합한 수소는 stretching mode를 이용하여 SiH와 SiH₂ 결합을 각각 2,000 cm⁻¹과 2,100 cm⁻¹의 파장에서 absorption coefficient로 변환하고(Fig. 4(b)) 각각을 적분하였다. 증착 온도에 따른 a-Si:H 박막과 mesh-PECVD 비정질 Si 박막의 수소 함유량을 조사하였다(Fig. 5(a)). 일반적으로 온도가 증가하면 표면에 결합된 수소의 탈착을 증가시켜 박막 성장시 수소가 함유되는 것을 감소시키게 된다. 잘 알려진 바와 같이 수소의 결합은 약 450°C의 온도에서 활성화되는데 conventional PECVD의 경우 약 1 at.% 이하의 저수소화 박막을 얻기 위해 기판온도가 500°C 정도의 고온 증착을 요하게 되며 전술한 경우와 잘 일치한다. 또한, 전체 박막의 수소 함유량은 박막 내 SiH₂ 결합에 비해 SiH 결합에 의해 지배되는 것을 확인하였으며(Fig. 5(b)), 이는 SiH와 SiH₂의 분해 및 확산의 활성화 에너지가 각각 200 kJ/mole과 184 kJ/mole를 갖는 결과로도 잘 설명될 수 있다.¹⁰⁾

일반적으로 plasma를 통한 Si 박막의 증착 기구를 Kampas와 Griffith¹¹⁾는 SiH₄ gas의 1차분해에서 발생하는 여러 라디칼 중 SiH₂ 라디칼을 박막 성장시 주된 precursor로 가정하였으며 이 반응은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



여기서 Si_xH_y(s)는 실리콘 표면의 성장을 나타내며, 이는 낮은

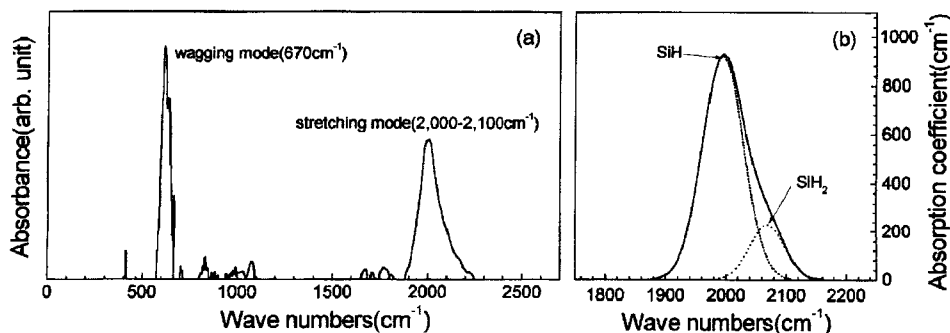


Fig. 4. FTIR spectra for the SiH_x in the amorphous Si film. (a) SiH_x bonding mode (absorbance) and (b) stretching mode.

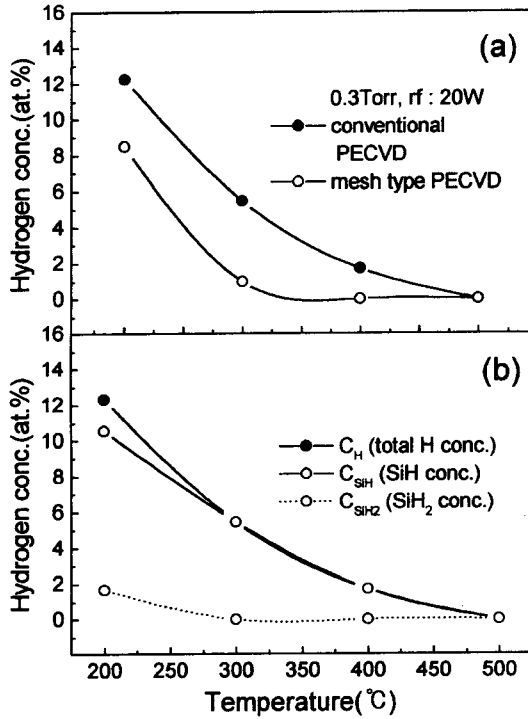


Fig. 5. Hydrogen conc. as a function of temperature using (a) PECVD/mesh-PECVD, (b) conventional PECVD.

온도에서 증착되어진 실리콘 박막에 결합하는 수소의 양과 밀접한 관계가 있다. *표시는 증착 후의 높은 에너지 상태를 말하며 r_d 와 r_1 는 각각 증착과 deactivation 반응을, 그리고 r_2 는 수소 제거 반응을 보여준다. 여기서 $r_1 + r_2 = r_d$ 이다. SiH_4 gas의 1차 분해에서 발생하는 라디칼 중 SiH_3 라디칼은 쌍을 이루지 않는 site나 dangling bond에 반응하지만 이와 달리 SiH_2 라디칼은 Si-H의 결합 위치뿐 아니라 plasma에 의해 가속된 에너지로 박막의 내부에까지 반응이 가능하다. 이런 이유로 박막 성장시 표면뿐 아니라 내부에까지 수소를 결합한 상태로 계속적인 성장이 진행되기 때문에 PECVD로 증착되는 비정질 Si은 필연적으로 수소를 함유할 수밖에 없다.

Fig. 5(b)에서 보는 바와 같이 저수소화 박막의 전체 수소량은 SiH 결합에 의한다. 만일 비정질 Si 박막의 내부에 SiH_2 결합이 다량 존재한다면 전체의 수소함유량을 증가시킬 뿐 아니라 레이저 결정화 시 많은 양의 수소가 확산되기 때문에 void가 증가하고 표면이 거칠어지게 된다. 그러므로 저수소화 박막을 제조하기 위해서는 SiH_2 결합을 제어하는 것을 필요로 하게 된다. 본 연구 결과에서는 300°C의 낮은 온도에서도 약 1 at% 정도의 수소 함유량을 갖는 저수소화 비정질 Si 박막 증착이 가능한 것을 확인할 수 있었는데(Fig. 5(a)) 이는 SiH_2 결합을 효과적으로 제어함으로써 SiH 결합만으로 박막의 전체 수소함유량을 감소시킨 것으로 사료된다. 이에 따라 레이저 결정화시 적은 수소량에 의해 기존의 문제점이 충분히 제어될 것으로 기대할 수 있다. 이러한 mesh의 사용이 박막의 수소량을 감소시킨 것은 온도와 수소 농도와의 관계를 보여준 Fig. 6을 통해서도 알 수 있는데, 온도가 증가함에 따라 활성화 된 수소는 쉽게 탈착되어 전체적으로 수소의 농도가 감소하는 것을 볼 수 있지만, conventional한 경우와 비교하면 mesh를 사용한 경우가 수소의 함유량을 현저히 감소시킨 것은 확연히 알 수 있다. 모든 결과를 고려해보면 mesh의 효과는 다음과 같이 요약할 수 있다. plasma에 의해 발생하는 많은 종의 라디칼 중 상대적으로 오랜

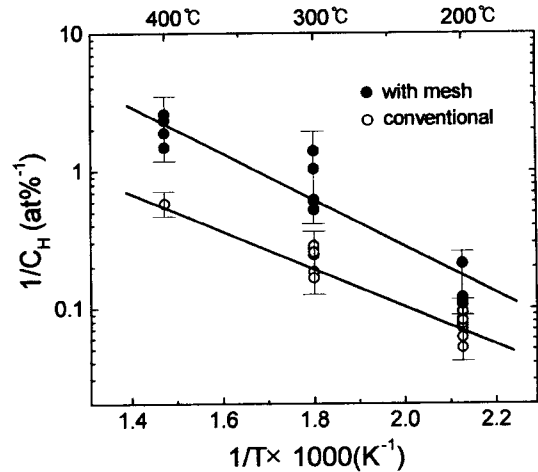


Fig. 6. Reaction between hydrogen conc. and substrate temperature.

lifetime을 갖는 metastable한 라디칼 만을 통과시키고, 이온의 flux를 최소화시킴으로써 표면의 손상을 감소시키고 표면에서의 반응을 촉진시켜 주기 때문인 것으로 해석된다. 결국 SiH_4 gas의 분해와 증착-탈착으로 이어지는 일반적인 성장기구가 deactivation 반응과 수소제거 반응이 먼저 유도되는 thermal CVD와 유사한 성장기구에 의해 충분히 수소가 탈착 되고 박막이 성장한 것으로 생각할 수 있다. 그러나 한가지 문제점은 Fig. 2와 Fig. 3에서 보듯이 mesh를 사용하게 되면 증착 속도가 전반적으로 감소하는 것을 볼 수 있었다. 일반적으로 증착 속도가 낮게 되면 박막 성장시 수소가 내부로 격자를 형성하기 이전에 표면에서 주위 기체와 반응하거나 원자 상태로 빠져나가도록 유도하여 수소함유량이 줄어드는 것으로 알려져 있다. 그래서 본 연구에서는 제조된 저수소화 박막의 증착 속도와 관련한 수소농도의 영향을 알아보기 위해 power와 pressure를 다양하게 변화시켜 이때의 수소 함유량을 조사하였다. Fig. 7에서 보듯이 표면 탈착에 영향을 받지 않는 200°C에서는 다른 거동을 보이거나 300°C 이상의 온도에서는 수소의 농도가 증착 속도의 증감에 상관없이 일정하게 낮은 값을 유지하는 것을 확인할 수 있었으며 이런 결과는 온도나 증착 속도와 무관하게 저수소화 박막을 제조할 수 있는 것으로 확인할 수 있다. 하지만 일반적인 a-Si:H 증착 경향에 비해 낮은 증착 속도를 갖는 단점은 향후 지속적인 연구를 통해 향상시키는 것이 필요하게 된다.

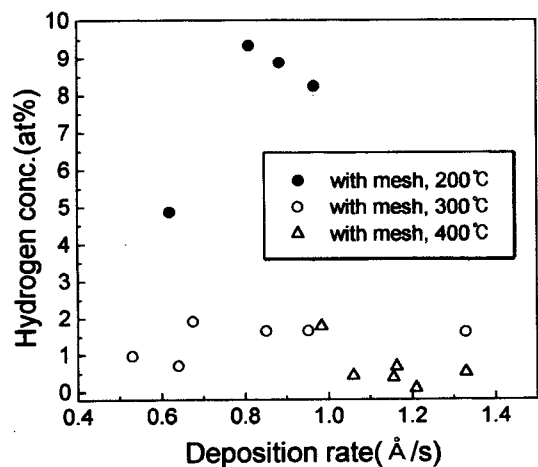


Fig. 7. Hydrogen conc. as function of deposition rate using mesh-PECVD.

제조된 저수소화 박막을 이용하여 본 연구에서는 poly-Si TFT에의 적용을 위해 XeCl excimer 레이저를 사용하여 결정화 하였다. 전술한 바와 같이 다결정 실리콘의 미세구조는 비정질 Si의 특성에 따라 매우 민감하게 결정화 특성이 달라지며 소자 특성에 큰 영향을 미치게 된다. 특히, 다결정 Si의 조대한 결정립과 높은 mobility 특성은 부분 용융이 일어나는 매우 좁은 공정 window상에서 일어나는 것으로 알려져 있다.¹²⁾ 또한, 결정립의 분포는 미세 결정립과 조대 결정립이 혼재하는 분포를 함으로써 소자 특성을 저해할 뿐 아니라 공정 조건 확보가 어려운 문제가 있다. Fig. 8에 저수소화 Si 박막을 이용하여 single shot을 한 레이저 결정화 시편의 평균 결정립 크기를 나타내었다. 일반적인 a-Si:H 박막의 경우, 조대한 결정립을 얻을 수 있는 공정영역이 매우 좁은 것을 알 수 있다. 그러나, 300 °C, 20W의 조건에서 증착된 저수소화 박막의 경우 비교적 조대한 결정립 크기를 갖는 영역이 에너지 밀도에 따라 거의 균일하게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 이의 미세구조를 SEM을 이용하여 관찰하였다(Fig. 9). Fig. 9에서 나타나는 요철 부분은 Si이 melting된 후 다시 결정화 할 때 발생하는 결

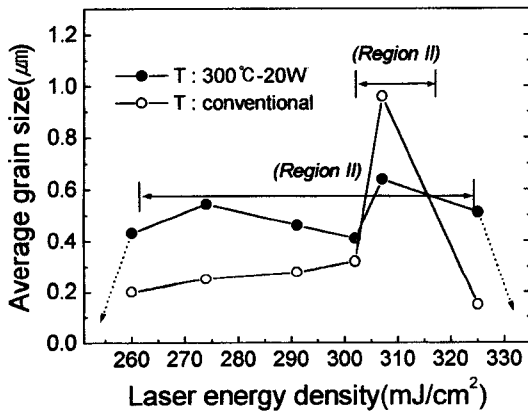


Fig. 8. Measured average grain size plotted vs. energy beam density. (a) 291 mJ/cm² (b) 302 mJ/cm² (c) 307 mJ/cm² (d) 325 mJ/cm².

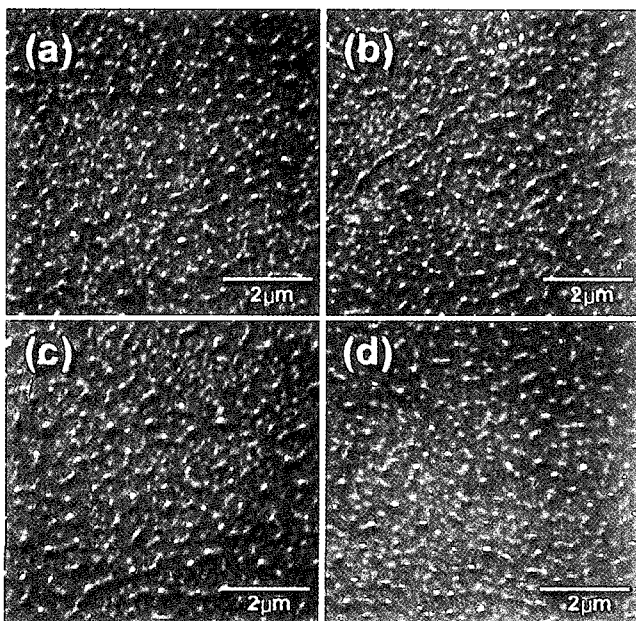


Fig. 9. SEM microstructures of various energy beam density (one shot).

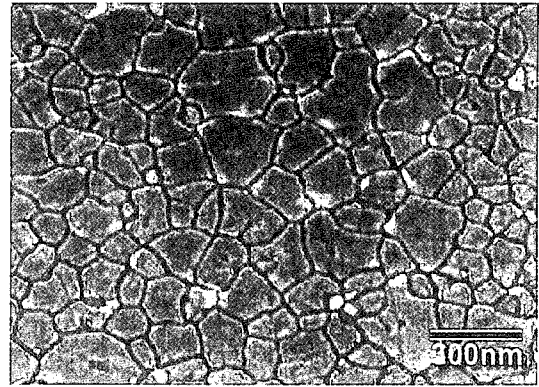


Fig. 10. SEM microstructures of 300°C, 20 W specimen (91% overlapping, scanning mode).

정의 입계이다. 평균 결정립 크기를 측정하기 위해 일정 면적 하에 존재하는 결정립의 수와 각각의 가로·세로 길이를 평균 하여 정하였다. 보는 바와 같이 각각 달리 조사된 레이저 에너지 밀도에 따라 평균 결정립 크기는 크게 달라지지 않고 거의 균일한 결정 분포를 하고 있는 것을 관찰할 수 있다. 또한, poly-Si 제조에 흔히 사용되는 scanning 방식에 의해서도(91% overlapping) 결정화를 해 보았으며 이의 미세 사진을 Fig. 10에 보여주었다. single shot에 의한 결과와 마찬가지로 비교적 조대하고 균일한 결정립 분포를 얻을 수 있었으며, 수소 eruption에 의해 발생하는 표면 거칠기와 void, 결함 등의 문제는 발견되지 않았다. 이러한 우수한 ELC 거동은 제조된 저수소화 박막의 특성에 기인한 것으로 판단되며, 레이저 결정화시 발생하는 수소 eruption 문제, 표면 void, 좁은 공정영역 등의 문제를 효과적으로 제어하는 것이 가능하게 될 것으로 여겨진다. 이러한 안정된 공정영역의 확보와 우수한 비정질 Si 박막의 제조, 탈수소 공정을 배제한 공정감소 등의 효과는 poly-Si의 특성 뿐 아니라 TFT소자 특성의 향상에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

4. 결 론

기존의 PECVD 장비에 ground로 bias된 mesh를 장착한 mesh-type PECVD 장치를 이용하여 ELC 공정에 적용하기 위한 저수소화 비정질 Si 박막 증착을 하였다. 증착된 비정질 Si 박막은 일반적인 a-Si:H 박막에 비해 300°C의 낮은 온도에서도 약 1 at.% 이하의 수소함유량을 갖는다. 박막의 증착 속도가 전체적으로 감소하였지만 박막의 수소 함유량을 제어하는 주된 기구는 박막 내부로 침투하는 SiH₂ 결합을 효과적으로 제어하고 표면에서의 반응을 촉진시켜 수소의 탈착을 유도한 때문으로 해석할 수 있으며, 온도와 증착 속도에 무관하게 낮은 수소 함유량을 갖는 비정질 Si의 제조가 가능했다. 제조된 저수소화 박막을 레이저를 이용하여 결정화 한 결과 수소의 eruption 문제는 없었으며, 비교적 균일한 결정립 분포와 광범위한 공정 영역을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 비정질 Si의 결정화 공정시 별도의 후속 탈수소 공정을 배제할 수 있는 장점이 있으며 근본적으로 적은 수소함유량은 레이저 결정화에 따른 표면의 거칠기나 void가 발생하는 문제점을 효과적으로 제어할 수 있음을 의미한다. 또한, 우수한 비정질 Si 박막의 물성은 poly-Si의 특성뿐 아니라 TFT 소자 특성 향상에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 1998년 교육부 학술연구조성비(신소재 971020204)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한, 실험을 위해 많은 도움을 준 LG-LCD의 정세진씨와 김세준씨에게도 감사를 드립니다.

참고문헌

1. S. J. Fonash, Aigno Yin, and Douglas Reber, *Electrochem. Soc. Proc.* 94-35, 33(1994)
2. Roger C. Summer, *Solid State. Tech.*, **39**(1), 103(1996)
3. T. Sameshima, *Electrochem. Soc. Proc.* 96-23, 21(1996)
4. P. M. Smith, P. G. Carey, T. W. Sigmon, *Appl. Phys. Lett.*, **70**, 342 (1997).
5. P. Mei, J. B. Boyce, M. Hack, R. A. Lujan, R. I. Johnson, *Mat. Res. Soc. Symp.*, **297**, 151 (1993).
6. A. H. Jayatissa, Y. Hatanaka, Y. Nakanishi, K. Ishikawa, *J. Phys. D : Appl. Phys.*, **29**, 1636 (1996).
7. J. P. Conde, V. Schotten, S. Arekat, P. Brogueira, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36**, 38 (1997).
8. Y. Kuo, *J. Electrochem. Soc.*, **142**(7), 2494 (1995).
9. John L. Crowley, O'Mara & Associates, Palo Aito, California.
10. J. A. McMillan and E. M. Peterson, *J. Appl. Phys.*, **50**(8), 5238 (1979)
11. F. J. Kampas and R. W. Griffith, *Appl. Phys. Lett.*, **39**, 407 (1981).
12. T. Sameshima, M. Sekiya, M. Hara, N. Sano and A. Kohno, *J. Appl. Phys.*, **76**, 7377 (1994).