

論文 96-33A-5-13

PECVD에 의한 $\mu\text{-Si:H}$ 박막트랜지스터의 제조 (Fabrication of $\mu\text{-Si:H}$ TFTs by PECVD)

文教浩*, 李在坤**, 崔時永**

(Kyo Ho Moon, Jae-Gon Lee, and Sie-Young Choi)

요 약

PECVD로 수소 희석율, 기판온도 그리고 RF 전력밀도와 같은 조건을 변화 시키면서 $\mu\text{-Si:H}$ 막을 제조하였다. 그리고 전기적, 광학적 특성을 조사하여 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 최적 공정조건을 찾았다. 최적 공정조건으로 제조된 PECVD $\mu\text{-Si:H}$ 와 a-SiN:H 막을 사용하여 top gate coplanar 형의 박막트랜지스터를 제작하였다. 제조된 박막트랜지스터의 전기적 특성을 반도체 변수 분석기로 조사하여 비정질 실리콘 박막트랜지스터와 비교하였다. 본 연구에서 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 박막트랜지스터의 on/off 전류 비는 3×10^4 였고 문턱전압은 5.06V였다. 그리고 전계효과 이동도는 $0.94\text{cm}^2/\text{Vs}$ 였다.

Abstract

The $\mu\text{-Si:H}$ films have been deposited by PECVD at the various conditions such as hydrogen dilution ratio, substrate temperature and RF power density. Then, we studied their electrical and optical properties. Top gate hydrogenated micro-crystalline silicon thin film transistors($\mu\text{-Si:H}$ TFTs) using $\mu\text{-Si:H}$ and a-SiN:H films have been fabricated by PECVD. The electrical characteristics of the devices have been investigated by semiconductor parameter analyzer and compared with amorphous silicon thin film transistors(a-Si:H TFTs). In this study, on/off current ratio, threshold voltage and the field effect mobility of the $\mu\text{-Si:H}$ TFT were 3×10^4 , 5.06V and $0.94\text{cm}^2/\text{Vs}$, respectively.

I. 서 론

薄膜트랜지스터(thin film transistor:TFT)는 液晶表示器(LCD), 映像感知素子(image sensor)등의 구동소자로서 많이 사용되고 있다. 1979년 이후 TFT의 반도체 물질로는 PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition)로 제조된 수소화된 非晶質 실리콘(a-Si:H)이 박막트랜지스터 제조에 주로 사용되어 왔다.^[1] 그러나 PECVD로 제조된 비정질 실리콘 TFT의 경우는 낮은 電界效果移動度(field effect mobi-

lity), 작은 부문턱 전압(subthreshold) 기울기, 광에 대한 불안정성 등 해결해야 할 많은 문제점을 가지고 있다. 특히 고해상도 평면 표시기나 이미지 센서등에 적용하기에는 전계효과 이동도가 너무 낮아 부적합하다. 그래서 전계효과 이동도를 향상시키기 위하여 a-Si:H/a-SiN:H의 超格子(superlattice)構造^[2,3]와 도핑 變調(doping modulation)構造^[4]등도 보고된 바 있다.

최근에는 전계효과 이동도가 훨씬 뛰어난 多結晶 실리콘(polycrystalline silicon)을 이용한 박막트랜지스터가 많이 연구되고 있다. 그러나 LPCVD(low pressure chemical vapor deposition)법으로 제조되는 多結晶 실리콘 박막트랜지스터의 경우는 막 제조 시 기판온도가 625°C 이상의 고온이므로 가격이 싼 유리 기판을 사용하기가 어려워 제조 단가가 비싼 단점을 가지고 있다.

* 正會員, LG 電子 LCD SBU 工程技術室
(Process Engineering Dept., LCD SBU, LG Electronics Inc.)

** 正會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)
接受日: 1994년 12월 15일, 수정완료일: 1996년 5월 3일

반면에 PECVD로 수소화시킨 마이크로크리스탈라인 실리콘(hydrogenated micro-crystalline silicon: $\mu\text{-Si:H}$)은 몇 가지 이점이 있다. 즉 높은 균일성과 함께 비정질 실리콘에 비해 높은 이동도를 가진다. 그리고 $\mu\text{-Si:H}$ 는 a-Si:H의 成膜工程에서와 같은 낮은 온도에서 제조가 가능하다는 長點이 있다. 따라서, $\mu\text{-Si:H}$ 를 박막 소자에 응용하려는 것에 대한 관심이 증가되고 있다. 수소 플라즈마 속에 사일렌을 주입해서 $\mu\text{-Si:H}$ 를 얻을 수 있다고 1968년에 Veprek 와 Maracek^[5]에 의해 처음으로 보고되었다. 최근에 몇몇 연구진에 의해 $\mu\text{-Si:H}$ 이 수소에 희석된 사일렌 가스를 높은 전력 글로우 방전시키거나 成膜과 水素處理를 번갈아 함으로서 얻을 수 있다고 보고했다.^[6] 사일렌 가스의 실리콘 원자에 의해 成膜되는 $\mu\text{-Si:H}$ 막은 수 %의 수소를 포함하고 비정질 실리콘과 결정질 실리콘이 섞여 있는 구조를 하고 있다. 결정질들은 結晶粒界(grain boundary)와 Si-H_2 결합을 포함한 결합이 많은 비정질 실리콘에 둘러 싸여 있다.^[7] 이 때문에 이 구조를 수소화된 마이크로크리스탈라인 실리콘($\mu\text{-Si:H}$)으로 표현된다.

본 연구에서는 PECVD로 수소 희석률, 기판온도, RF 전력밀도 등과 같은 條件들을 변화시켜 가면서 $\mu\text{-Si:H}$ 를 成膜하여 最適 成膜條件을 찾았다. XRD (X-ray diffraction), FTIR(Fourier transform infrared), 分光分析法(photospectroscopy), 四探針法 및 ellipsometer를 이용하여 제조된 막의 특성을 조사하였다. 그리고 최적 공정조건으로 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 박막을 사용하여 박막트랜지스터를 제작하였다. 제작된 박막트랜지스터의 특성을 半導體變數分析器(semiconductor parameter analyser)로 조사하여 a-Si:H로 제조된 소자와 비교하였다.

II. 실험 및 측정

1. $\mu\text{-Si:H}$ 박막 제조

$\mu\text{-Si:H}$ 박막, n^+ $\mu\text{-Si:H}$ 박막 및 a-SiN:H 박막은 RF 발생기의 주파수가 13.56MHz인 용량형 PECVD에 의해 제조하였다. $\mu\text{-Si:H}$ 박막을 표 1과 같이 수소 희석률, RF 전력밀도, 그리고 온도와 같은 여러 요소를 변화시키면서 증착하여 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 적정 제조조건을 찾았다. 기판으로는 P(100)형 실리콘 웨이퍼를 습식산화시킨 것과 Corning 7059를 사용하

였다. 각 조건에서 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막은 XRD와 four point probe, FTIR로 막 결정화 정도, 전도도, 수소 함유율을 각각 조사하였다. 막 두께는 모두 3000Å 정도로 하였다. 두께는 α -step과 ellipsometer로 측정하였다. 그리고 적외선 분광감도계로 제조된 막의 광학적 밴드 갭(E_g)을 조사하였다.

표 1. $\mu\text{-Si:H}$ 막 제조 조건

Table 1. Fabrication conditions of $\mu\text{-Si:H}$.

반응기체	SiH_4 (10% in H_2) + H_2
RF power density (mW/cm^2)	160,240,320,480,640
기판 온도($^{\circ}\text{C}$)	100, 150, 200, 250, 300, 350
$\text{H}_2/(\text{SiH}_4+\text{H}_2)$ (%)	90, 95, 98, 99.3

2. TFT 제조

1) $\mu\text{-Si:H}$ 막과 a-SiN:H막의 제조

표 2와 같은 조건(결과 및 고찰 부분 참조)으로 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막을 사용하여 박막트랜지스터를 제조하였다. 절연막은 PECVD a-SiN:H를 사용하였다. 제조 조건은 표 3과 같다.

표 2. $\mu\text{-Si:H}$ & a-Si:H 막의 제조 조건

Table 2. Fabrication conditions of $\mu\text{-Si:H}$ & a-Si:H.

박막 종류	$\mu\text{-Si:H}$	a-Si:H
	SiH_4 (10% in H_2)	SiH_4 (10% in H_2)
반응기체	H_2	
RF power density (mW/cm^2)	400	100
기판 온도($^{\circ}\text{C}$)	300	300
H_2 분압 (mtorr)	500	0
Total pressure	540	500
SiH_4 flow rate (sccm)	150	400
PH_3 flow rate (sccm)	150	150

표 3. a-SiN:H 막의 제조조건^[4]

Table 3. Fabrication conditions of a-SiN:H.

반응기체	SiH_4 (10% in H_2)
	NH_3
RF power density (mW/cm^2)	160
기판 온도($^{\circ}\text{C}$)	270
SiH_4 의 분압 (mtorr)	500
NH_3 의 분압 (mtorr)	300

2) 박막트랜지스터의 제조

그림 1은 제작된 소자의 모양이다. 박막트랜지스터의 채널길이는 모두 20 μ m였고, 채널길이 대 채널폭의 비는 10, 15, 20으로 했다. 본 연구에서는 실리콘 산화막 위에 μ c-Si:H를 成膜하여 top gate coplanar 형의 TFT를 제조하여 그 특성을 조사하였다. 이것은 자기 정렬방식을 사용할 수 있어서 다결정 실리콘 박막 트랜지스터에 주로 사용되는 형태이다.

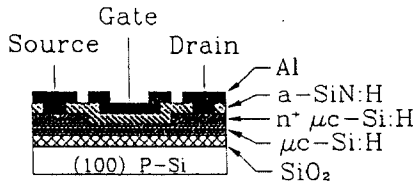


그림 1. 소자 구조
Fig. 1. Device structure.

P(100)형 실리콘 웨이퍼를 습식산화하여 준비한 기판위에 μ c-Si:H를 成膜한 후 n^+ μ c-Si:H은 μ c-Si:H의 경우와 같은 조건하에서 PH₃ 가스를 첨가하는 방법으로 in-situ로 成膜하였고, n^+ μ c-Si:H 막을 플라즈마 전식식각하여 활성영역과 소스와 드레인 영역을 정의하였다. 게이트 부분에 계면 준위를 줄이기 위해 수소 플라즈마 분위기에서 기판온도를 300 $^{\circ}$ C로 유지하면서 1시간 동안 수소 처리를 한 후 바로 a-SiN:H 막을 成膜시켰다. 소스와 드레인의 contact open을 위한 a-SiN:H 식각도 플라즈마 식각장치를 이용한 전식식각 방법으로 하였다. 전극과 n^+ μ c-Si:H 막의 접촉을 좋게 하기위해 300 $^{\circ}$ C와 10⁻³torr의 진공중에서 열처리를 하였다. 본 연구에서는 모든 공정을 300 $^{\circ}$ C 이하의 기판온도에서 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. μ c-Si:H 막의 특성

제조된 μ c-Si:H 막의 결정성을 조사하기 위하여 XRD를 하였다. 그림 2와 그림 3은 각각 본 실험에서 산화막을 기른 실리콘 웨이퍼위와 Corning 7059 유리 위에 成膜된 막의 XRD 그래프이다. Bragg의 법칙인 $\lambda = 2d\sin\theta$ 에 의한 막의 결정방향은 XRD 그래프상에서 $2\theta=28.20^{\circ}$ (111), 47.2° (220) 및 55.8° (311)였다. 실리콘 웨이퍼의 산화막과 Corning 유리위에 成膜된 μ c-Si:H 막 모두 $2\theta=28.20^{\circ}$, 47.2° 및 55.8° 에서 피

이크가 생겼다. 그리고 $2\theta=28.20^{\circ}$ 인(111)방향의 피이크가 제일 크게 나타나 (111)방향의 결정이 지배적이라는 것을 알 수 있다. 실리콘 산화막위에 成膜된 막의 경우는 실리콘 기판의 영향으로 56° 근처에서 큰 피이크가 있다.

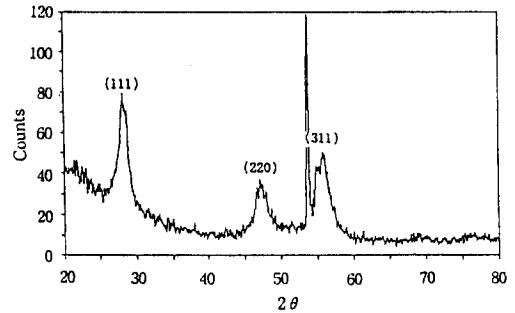


그림 2. 수소 희석법에 의해 제조된 μ c-Si:H 막의 XRD

Fig. 2. XRD graph of μ c-Si:H films deposited by hydrogen dilution method.

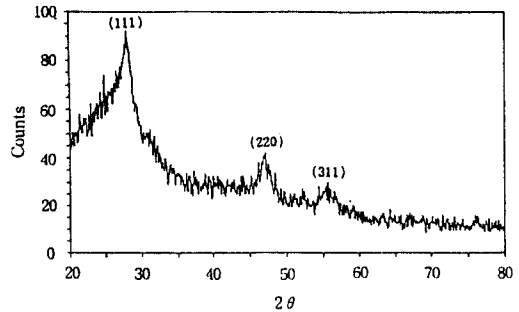
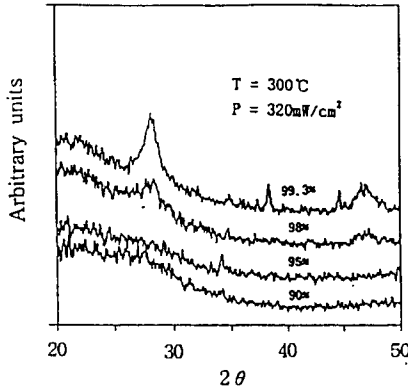


그림 3. Corning 유리위에 제조된 μ c-Si:H 막의 XRD

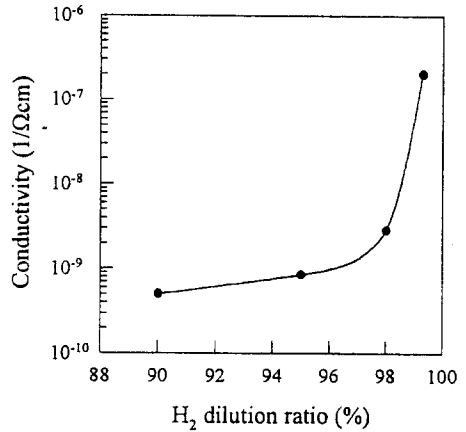
Fig. 3. XRD graph of μ c-Si:H films deposited on a corning glass.

그림 4 (a)와 (b)는 사일렌의 수소 희석율에 따른 μ c-Si:H 막의 결정화 정도를 나타내는 XRD 피이크와 전도도를 각각 나타낸다. 수소의 희석율이 98%일 때 피이크가 나타나기 시작하여 수소희석율이 증가할수록 피이크가 커졌다. 전도도도 역시 수소희석율이 커짐에 따라 증가함을 알 수 있다. 이로써 수소 희석률이 커감에 따라 결정핵들이 증가하거나 결정 크기가 커진다는 것을 추측할 수 있다.

그림 5는 μ c-Si:H 막의 수소 희석율에 따른 FTIR 스펙트럼이다. 수소 희석률이 높음에도 불구하고 μ c-Si:H 막의 수소 함유량이 작아졌다.



(a)



(b)

그림 4. 수소 희석률에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막

(a) 수소 희석률에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 XRD (b) 수소 희석률에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 전도도

Fig. 4. $\mu\text{-Si:H}$ films varied with H_2 dilution ratio.

(a) XRD graph of $\mu\text{-Si:H}$ films varied with H_2 dilution ratio. (b) Conductivity of $\mu\text{-Si:H}$ films varied with H_2 dilution ratio.

이는 막의 증착시 수소 포화 분위기에서 플라즈마에 의해 해리된 수소가 막 안쪽으로 침투해 들어가서 실리콘 내의 dangling bond와 결합되어 있는 수소와 결합하여 빠져나온 것을 의미한다. 이때 수소가 빠져나간 실리콘의 dangling bond끼리 결합하여 결정 핵이 생성되는 것이라고 생각된다.¹⁸⁾ 특히 $\mu\text{-Si:H}$ 막은 비정질 실리콘에 비해 Si-H 결합을 나타내는 파수 2000 cm^{-1} 근처의 흡수는 거의 없고 파수 2090 cm^{-1} 의 Si-H₂ 결합만이 존재했다.

그림 6은 온도에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 XRD 피이크와 전도도를 나타낸 것이다. 기판온도가 200°C 이상에서 피이크가 나타나서 300°C 이상에서는 포화되었다. 이 결과로 보아 수소가 침투해 들어갈 수 있게하기 위해서는 200°C 이상의 기판온도가 필요함을 알 수 있다.

그림 7은 RF 전력밀도에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 XRD 피이크와 전도도를 나타낸 것이다. 약 400 mW/cm^2 에서 전도도가 최고치를 나타내다가 640 mW/cm^2 에서는 저항이 커짐을 보여 주고 있다. 이는 낮은 RF 전력에서는 막의 증착을 위한 사일렌의 해리에 에너지가 대부분 소모되지만 RF 전력이 높아지면 成膜되는 막에 손상을 입히는 경향이 있기 때문이라고 생각된다.

그림 8은 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 광학적 밴드갭을 보여 준다. 본 연구에서 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 광학적 밴드갭은 $1.9\sim 2.0\text{ eV}$ 였다.

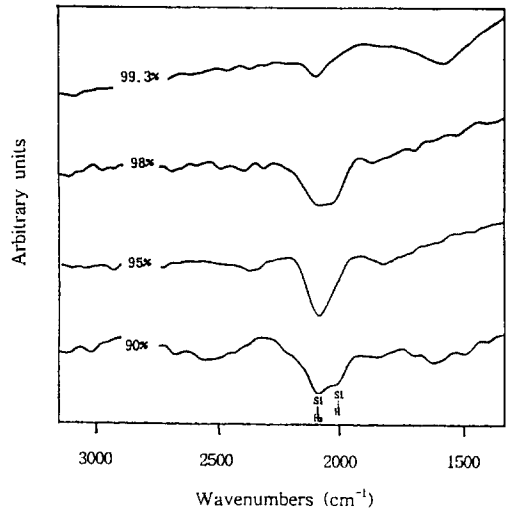


그림 5. 수소 희석률에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 FTIR

Fig. 5. FTIR of $\mu\text{-Si:H}$ films varied with H_2 dilution ratio.

즉, $\mu\text{-Si:H}$ 막은 비정질 실리콘(1.7 eV)보다 좀 더 넓은 밴드갭을 가진다. 이는 $\mu\text{-Si:H}$ 이 삼상 구조로서 밴드갭이 큰 結晶粒界를 포함하고 있기 때문에 밴드갭이 낮은 결정립을 포함하더라도 평균 밴드갭은 비정질 실리콘보다 커지게 된다. 표 4에 박막트랜지스터의 제작에 사용한 PECVD $\mu\text{-Si:H}$ 막과 a-Si:H 막의 특성을 나타내었다.

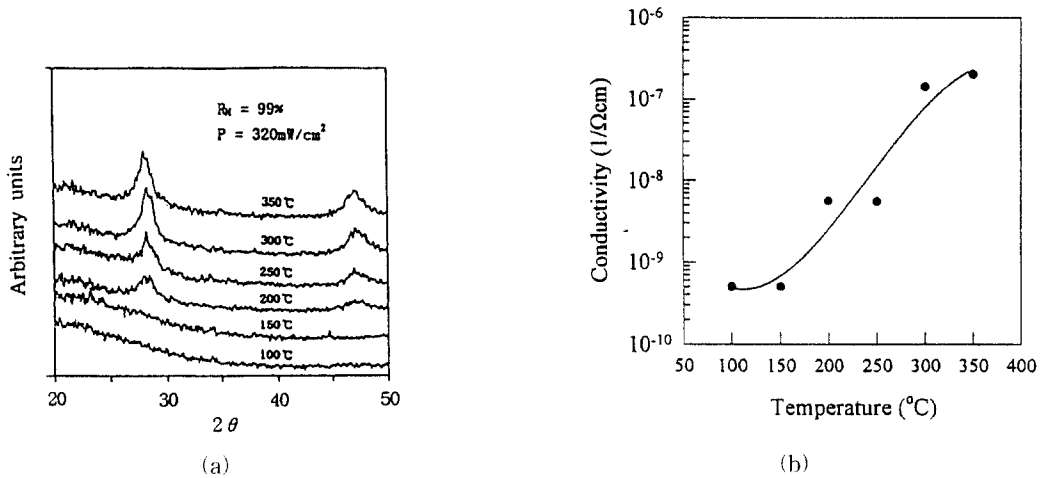


그림 6. 기판온도에 따른 $\mu\text{c-Si:H}$ 막
 (a) 기판온도에 따른 $\mu\text{c-Si:H}$ 막의 XRD (b) 기판온도에 따른 $\mu\text{c-Si:H}$ 막의 전도도

Fig. 6. $\mu\text{c-Si:H}$ films varied with substrate temperature.

(a) XRD graph of $\mu\text{c-Si:H}$ films varied with substrate temperature. (b) Conductivity of $\mu\text{c-Si:H}$ films varied with substrate temperature.

암전도도와 광전도도가 각각 $2.02 \times 10^{-7} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 와 $8.26 \times 10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 로 모두 비정질 실리콘보다 큰 값을 보여주었다. 특히 암전도도는 약 100배 이상의 증가를 보였으며 암전도도와 광전도도는 $\mu\text{c-Si:H}$ 가 되어 갈수록 차이가 줄어들었다. $\mu\text{c-Si:H}$ 막의 두께가 3000 Å일 때 (111)방향의 평균 입자 크기는 약 86 Å였다. 이 값은 XRD 그래프의 (111)방향 피크의 반치폭으로부터 계산하였다.

표 4. $\mu\text{c-Si:H}$ & a-Si:H 막의 특성

Table 4. Properties of $\mu\text{c-Si:H}$ & a-Si:H films.

Parameter	$\mu\text{c-Si:H}$	a-Si:H
Dark conductivity $(\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$	2.02×10^{-7}	2.0×10^{-9}
Photo conductivity $(\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$	8.26×10^{-6}	2.5×10^{-6}
Optical band gap (eV)	1.97	1.7
Hydrogen contents (%)	6	17
Refractive index	3.43	3.42
average grain size (Å)	86	계산불가

2. 박막트랜지스터의 특성

그림 9는 표 2의 a-Si:H 제조조건과 표 3의 a-Si:H 제조조건을 이용하여 제조한 일반적인 형태의 a-Si:H 박막트랜지스터의 전기적 특성이다. a-

Si:H 박막트랜지스터의 전계효과 이동도는 약 $0.2 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 였다.

본 연구에서 제조한 $\mu\text{c-Si:H}$ 막을 이용하여 만든 박막트랜지스터의 전기적 특성을 그림 10와 그림 11에 보여주고 있다. 이 소자의 on/off ratio는 3×10^4 이고 문턱전압은 약 5V이다. 그리고 전계효과 이동도는 $0.94 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 인데, 이는 종래의 a-Si:H 박막트랜지스터의 전계효과 이동도보다 약 5배 큰 값을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 PECVD법에 의해 $\mu\text{c-Si:H}$ 막을 여러 조건에서 제조하여 그 특성을 조사하였다. 측정 결과 $\mu\text{c-Si:H}$ 막은 수소 회석률이 98% 이상, 기판온도는 200°C이상 그리고 RF 전력밀도는 $240 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 이상에서 형성이 되는 것을 알 수 있었다.

최적조건으로 생각되는 수소 회석률 99.3%, 기판온도 300°C 그리고 RF 전력밀도가 $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 일 때의 조건으로 成膜된 막의 암 전도도는 $2.02 \times 10^{-7} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 였고 광전도도가 $8.26 \times 10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 로서 비정질 실리콘보다 빛에 대한 감도는 작아지면서 암전도도가 커졌다. 이때 수소 함유량은 약 6% 였고 파수 2090 cm^{-1} 근처의 Si-H₂ 결합이 주로 보였다.

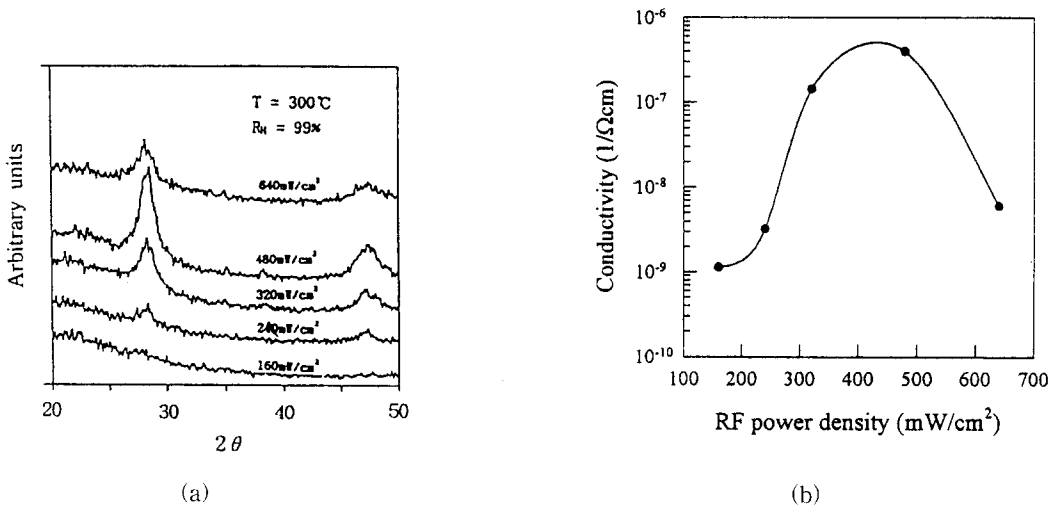


그림 7. RF 전력밀도에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막
 (a) RF 전력밀도에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 XRD (b) RF 전력밀도에 따른 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 전도도
 Fig. 7. $\mu\text{-Si:H}$ films varied with RF power density.
 (a) XRD graph of $\mu\text{-Si:H}$ films varied with RF power density. (b) Conductivity of $\mu\text{-Si:H}$ films varied with RF power density.

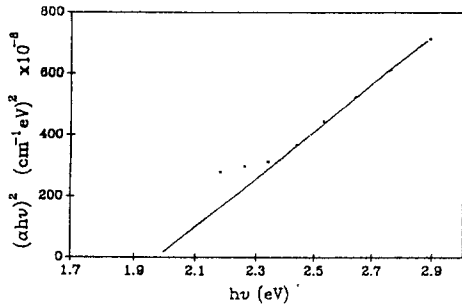


그림 8. $\mu\text{-Si:H}$ 막의 광학적 밴드갭
 Fig. 8. Optical band gap of $\mu\text{-Si:H}$ films.

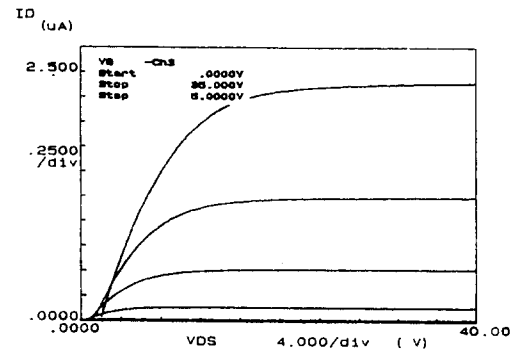
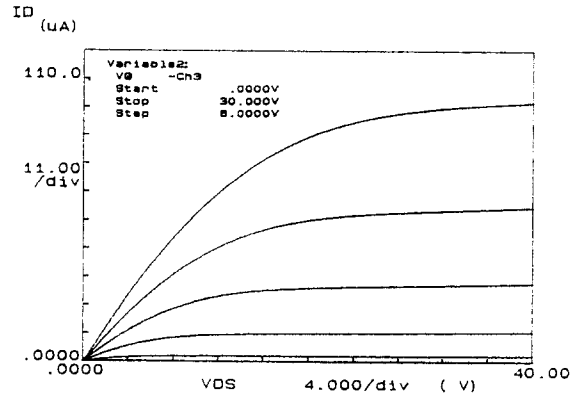


그림 9. a-Si:H 박막트랜지스터의 전류-전압 특성
 Fig. 9. I-V characteristic of a-Si:H TFT.

그림 10. $\mu\text{-Si:H}$ 박막트랜지스터의 출력 전류-전압 특성
 Fig. 10. I-V characteristic of $\mu\text{-Si:H}$ TFT.

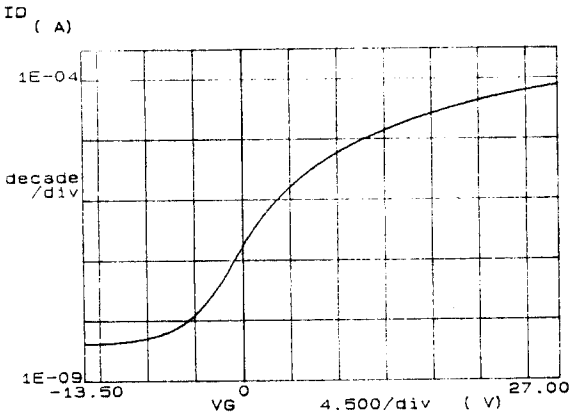
아 졌다는 것은 수소기들이 成膜時 안 쪽으로 침투해 들어가 실리콘과 결합하고 있던 수소와 결합하여 빠져 나왔다고 생각된다. 이때 수소가 떨어져 나간 실리콘들이 결합하여 결정을 이루어 나가는 것이라고 생각된다. 그리고 세조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막의 광학적 밴드갭은 1.9 ~ 2.0eV였다.

수소함유량이 a-Si:H 막의 경우인 17%에 비해 작

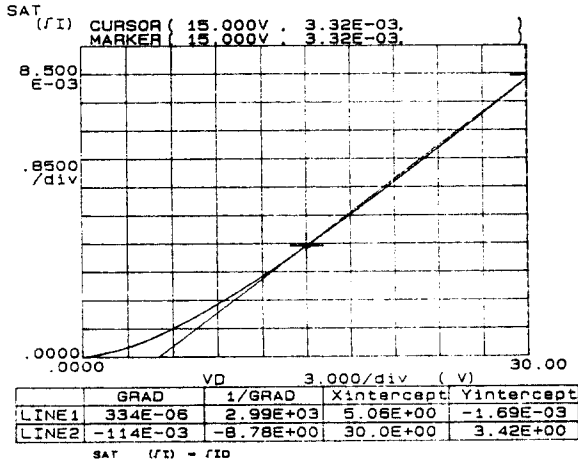
이 조건으로 제조된 $\mu\text{-Si:H}$ 막을 이용하여 박막트랜지스터를 제조하였다. 제조된 소자의 on/off 전류비는 3×10^4 , 문턱전압은 약 5V였다. 그리고 전체효과 이동도는 $0.94\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 였다. 이 $\mu\text{-Si:H}$ 막으로 제

조한 박막트랜지스터의 전계효과 이동도는 a-Si:H 막을 이용하여 만든 박막트랜지스터 보다 높은 것이다.

리어들의 실제 통로로서 작용하기 때문이라고 생각된다.



(a)



(b)

그림 11. μ -Si:H 박막트랜지스터의 on/off 전류비 및 임출력 전달특성

Fig. 11. On/off current ratio and transfer characteristics of μ -Si:H TFT.

이는 a-Si:H와는 달리 μ -Si:H 막의 결정립들이 캐

참 고 문 헌

- [1] K. Rosan, "Hydrogenated amorphous-silicon image sensors," IEEE, Electron Devices, vol. 36, no. 12, pp. 2923~2927, 1989.
- [2] B. Abeles and T. Tiedje, "Amorphous semiconductor superlattices," Phys. Review Lett., vol. 51, no. 21, pp. 2003~2006, 1983.
- [3] 박상준, 최시영, "a-Si:H/a-SiN:H 초격자구조의 제작 및 특성," 대한전자공학회, vol. 29A, no. 6, pp. 489~495, 1992
- [4] 강석진, 최시영, "a-Si:H/a-SiN:H 구조의 MO-FET의 제조 및 그 특성," 대한전자공학회, vol. 30A, no. 6, pp. 451~452, 1993
- [5] B. W. Park, J. I. Choi, C. W. Hur, T. K. Oh, I. K. Kang, "Micro-Crystalline Silicon in Image Sensor," Mat. Res. Soc. Symp. Proc. vol. 283, pp. 609~614, 1993.
- [6] M. Fang and B. Drevillon, "In situ spectroellipsometry study of the nucleation and growth of microcrystalline silicon," J. Appl. Phys. vol. 70, no. 9, pp. 4894~4898, 1991.
- [7] S. Grebner, F. Wang, R. Schwarz, "Carrier Transport Through Grain Boundaries in Hydrogenated Microcrystalline Silicon," Mat. Res. Soc. Symp. Proc. vol. 283, pp. 513~518, 1993.
- [8] M. Otake and S. Oda, "Growth Mechanism of Microcrystalline Silicon Prepared by Alternating Deposition of Amorphous Silicon and Hydrogen Radical Annealing," Jpn. J. Appl. Phys. vol. 31, no. 10A, pp. L1388~L1391, 1992.

저 자 소 개



文 教 浩(準會員)

1970年 3月 9日生. 1993年 2月
경북대학교 전자공학과 졸업.
1995年 2月 경북대학교 대학원
졸업. 현재 LG전자 LCD 연구소
연구원. 주관심분야는 PECVD를
이용한 저온 poly 및 microcry

stalline silicon 제조와 절연막 및 metal의 Dry etch
공정개발등임.

李 在 坤(正會員) 第 32卷 第 2號 參照

현재 경북대학교 전자공학과 박사과

崔 時 永(正會員) 第 26卷 第 11號 參照

현재 경북대학교 전자공학과 교수