論文98-35D-6-7

이중 활성층(a-Si/a-SiNx)의 XeCl 엑시머 레이저 어닐링 효과

(Excimer Laser Annealing Effects of Double Structured Poly-Si Active Layer)

崔 弘 錫 *, 朴 喆 民 *, 全 宰 弘 *, 柳 俊 錫 *, 韓 民 九 *

(Hong-Seok Choi, Cheol-Min Park, Jae-Hong Jeon, Juhn-Suk Yoo, and Min-Koo Han)

요 약

저온 공정으로 제작되는 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 활성층을 이중 활성층(a-Si/a-SiN_x)으로 제작하는 공정을 제안하고 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 제작하였다. 본 논문에서는 활성층의 아래쪽 실리콘 박막에 약간의 질소기를 첨가한 후 그 위에 순수한 비정질 실리콘 박막을 증착하여 엑시머 레이저의 에너지로 비정질 실리콘 박막을 결정화하여 사용하였다. 이중 활성층 (a-Si/a-SiN_x)의 경우, 하부층의 NH_3/SiH_4 유속비가 증가함에 따라, 상부 a-Si 층의 결정 성장이 촉진됨을 알 수 있었으나, n^+ poly-SiN_x 층의 전도도 특성을 고려해 볼때, NH_3/SiH_4 유속비는 0.11의 상한치를 가짐을 알 수 있었다. 전계 방출 전류에 영향을 미치는 광학적 밴드갭의 경우, poly-Si 박막에 비해 증가하였으며, NH_3/SiH_4 유속비가0.11 이하에서도 0.1 eV 정도의 증가를 보여, 이로 인하여 소자 제작시 전계 방출 전류가 억제될 것을 예상할 수 있다.

Abstract

A new method to form the double structured active layers of a-Si/a-SiN_x of polycrystalline thin film transistor is proposed and poly-Si TFTs employed double structure active film are fabricated. Nitrogen ions were added to bottom amorphous silicon active film(a-SiN_x) and pure a-Si film deposition on a-SiN_x was followed. The XeCl excimer laser was irradiated to crystallize double structure active film. The grain growth of upper a-Si film was also promoted in the double structured active layers of a-Si/a-SiN_x due to the mitigation of solidification process of lower a-SiN_x layer. Our experimental results show that the ratio of NH_3/SiH_4 is required to maintain below 0.11 for the reduction of contact resistance of n^+ poly-SiN_x layer.

I. 서 론

다결정 실리콘을 이용한 박막 트랜지스터는 높은 전류와 전계 이동도 때문에 AMLCD (active matrix liquid crystal display) 등의 응용 분야에 활용 범위가 확대 되고 있다. 엑시머 레이저를 이용한 다결정 실리콘 활성층의 재결정화는 저렴한 가격의 유리 기판을 사용하여 제작되는 저온 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 응용에 기대되는 공정이다[1]. 비정질 실리콘 박막은 여러가지 증착 방법을 이용할 수 있으며, 증착 방법 및 증착 조건에 의해 박막의 특성이 달라진다[2]. 레이저 어닐링을 통한 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 활성층은 일반적으로 비정질 실리콘 (a-Si) 을 결정화한 단일층의 다결정 실리콘 박막으로 제작되어진다[3, 4]. 그러나, 활성층을 300 Å이내의 얇은 상부 비정질 실리콘과 하부 비정질 실리콘 질소

* 正會員, 서울大學校 電氣工學部
(School of Electrical Engineering, Seoul National University)

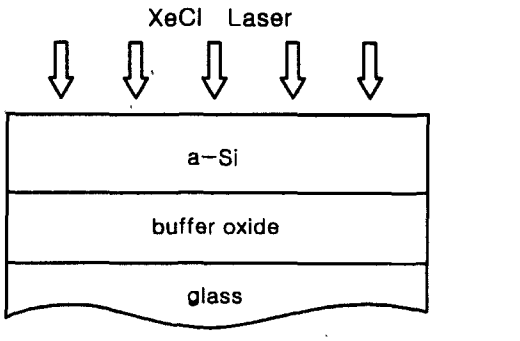
接受日字:1997年11月29日, 수정완료일:1998年5月26日

($a\text{-}SiN_x$) 또는 산소 화합물 ($a\text{-}SiO_x$)의 이층 구조 ($a\text{-}Si/a\text{-}SiN(O)_x$)로 사용할 경우, 다음과 같이 a-Si 단일층 구조보다 소자 특성 향상에 도움을 얻을 수 있다. (1) 레이저 어닐링 시 열 방출 억제에 따른 용융 시간 및 고상화 시간의 증가로 상부 비정질 실리콘의 결정 향상을 촉진시킬 수 있으며, 이로 인하여 소자의 이동도를 향상시킬 수 있다. 레이저 용융시, 하부 $a\text{-}SiO(N)_x$ 층은 상부 a-Si 층에 비하여 상대적으로 높은 용융 온도를 가지므로 ($a\text{-}SiO_x$: ~ 1700 °C, $a\text{-}SiN_x$: ~ 1414 °C), 하부층은 용융시 과 냉각되어 주로 열적으로 가장 안정된 결합 구조인 SiO_2 및 Si_3N_4 형태로 빠른 고상화가 이루어지며, 이로 인한 SiO_2 및 Si_3N_4의 낮은 고상 열 전도율 (~ 15 $mJ \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1} \cdot K^{-1}$)로, 상부 용융 a-Si 층의 열 방출이 억제되어 결정 성장이 촉진된다. (2) 결정질 실리콘에 비해 고저항 및 큰 에너지 밴드갭 특성을 갖는 $a\text{-}SiO(N)_x$로 인하여 벌크 도통 (bulk-conduction)[5] 및 전계 방출(field-emission) [6-8]에 의한 누설전류를 억제할 수 있다. 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 누설전류는 소자 제작 조건에 따라 다양한 메카니즘을 보이며, 이로 인하여 아직까지 학설이 정립되지는 않았으나, 크게 벌크 도통 및 전계 방출 전류로 구분할 수 있다. 벌크 도통 전류는 활성층의 저항 성분에 의해 좌우되며, 활성층의 저항이 높을수록, 즉 비저항이 높거나, 막 두께가 얇을 수록 감소한다. 또한 전계 방출 전류는 밴드갭 내에 존재하는 포획 전하의 전계에 의한 방출로 발생되며, 다결정 박막의 결함 밀도 (defect densities) 가 적을수록 밴드갭이 클수록 이에 대한 전류를 억제할 수 있다. 이와 같이 채널 유기층을 얇은 (~ 300 Å) 상부 a-Si 층으로, 소오스/드레인 전극을 하부 n^+ $poly\text{-}SiN(O)_x$ 층으로 사용할 경우, 상부 a-Si 층의 결정 향상을 통한 이동도 증가와 실질적인 이중 활성층의 저항 증가 및 전하 방출 억제를 통한 누설전류 억제가 예상된다.

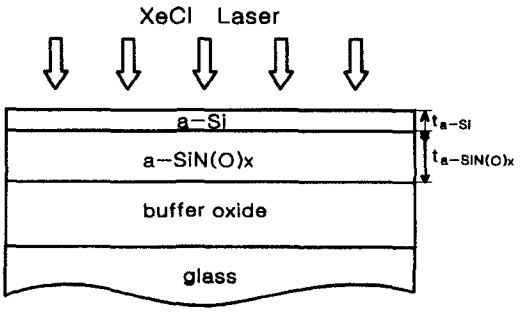
본 논문에서는 $a\text{-}Si/a\text{-}SiN_x$ 의 이중 활성층을 갖는 비정질 실리콘 박막에 대하여 레이저 어닐링에 따른 박막의 결정화 현상 및 전도도 특성을 고찰하였으며, 이에 주요한 영향을 미칠 것으로 사료되는 $a\text{-}SiN_x$ 막의 Si 과 N 함량비를 변화하였다. 또한, 소자 제작시 전극 저항에 크게 영향을 미치는 n^+ $poly\text{-}SiN(O)_x$ 층의 저항 특성과 전계 방출 억제를 위한 (n^+) $poly\text{-}SiN_x$ 층의 광학적 밴드갭 특성을 고찰하였으며, 이에 대한 실험 조건을 토대로 소자 제작 및 특성 고찰을 수행하였다. 또한 이종 접합에 따른 계면에서의 스트레스 현상을 억제하기 위하여, a-Si 과 계면 특성이 우수한 $a\text{-}SiN_x$ 을 사용하였다.

Ⅱ. 제안된 활성층 구조 및 연구의 착안점

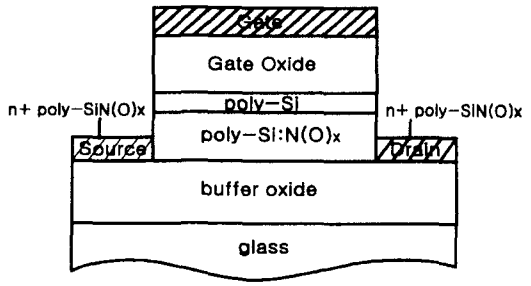
기존의 레이저 어닐링 박막의 초기 구조는 그림 1 (a)와 같이 a-Si (500 ~ 700 Å)/buffer oxide (3000 ~ 5000 Å)/유리기판 (Corning 7059) 으로 구성된다. 레이저에 조사된 비정질 실리콘 표면층은 레이저 흡수열에 의한 온도의 급상승으로 액상 상태로 용융된다. 이어, 일차 용융층은 하부 실리콘 및 기판과 높은 온도 차가 발생하여 핵생성 및 고상화가 일어나면서 급격하게 냉각하게 된다. 버퍼 절연층 (buffer oxide, SiO_2) 은 레이저 조사 시 SiO_2의 낮은 열 전도율 (15 $mJ \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1} \cdot K^{-1}$)로 인하여 실리콘 흡수열의 방출을 차단하여 a-Si 박막의 결정 성장을 촉진시키며, 또한 높은 열 발생에 따른 유리기판 내의 불순물 (Al, B, Na 등) 의 실리콘 내로의 유입을 방지한다.



(a)



(b)



(c)

그림 1. 레이저 어닐링시 a) 기존 단일 활성층 및 b) 제안된 이중 활성층의 조사박막의 구조 와 c) 이중활성층을 갖는 TFT 단면도

Fig. 1. Cross-sectional structures of (a) conventional single active layer, (b) proposed double active layers and (c) TFT with double active layers.

그림 1(b)는 본 연구에서 제안한 이중 활성층 구조이며, 그림 1(c)는 이중 활성층을 적용한 박막 소자 구조이다. 그림 1(b) (c) 와 같이 제안된 이중 활성층 구조에서는, a-Si 층의 두께 ($t_{a\text{-}Si}$) 를 얇게 할수록 결정 향상 및 누설전류 억제를 극대화 할 수 있다. 일반적으로 단일층을 사용하는 경우에도, 활성층의 두께를 얇게 할수록 낮은 레이저 에너지 밀도에서도 결정 향상을 촉진할 수 있으며, 이로 인하여 레이저 조사 면적을 증가시켜, 다결정 박막의 제작 수율을 증가시킬 수 있다. 또한 활성막의 두께 감소는 상대적으로 저항 성분의 증가를 가져오므로, 벌크 도통에 의한 누설전류를 억제할 수 있다. 그러나, 활성층의 두께가 너무 얇아지면 질량 감소에 따른 열용량이 감소하여 레이저 용융시 온도 급상승에 따른 실리콘 기화로 박막 탈착이 발생하며, 이로 인하여 결정 향상을 위한 레이저 에너지 조건의 구현이 어려워 진다. 또한 소자 제작에 있어 게이트 절연막 형성과 소오스/드레인 전극 형성을 위한 에칭 공정으로 활성층이 부분적으로 식각되므로, 활성층 두께를 얇게 하는 데에는 한계가 있으며, 이와 같은 결정향상 및 에칭 마진을 고려하여, 활성층의 두께를 500 Å부근으로 하고 있다. 그러나, 이중 활성층을 사용할 경우, a-SiN(O)$_x$의 두께 ($t_{a\text{-}SiN(O)x}$) 를 적정치(~ 500 Å)로 유지하고 a-Si 층을 얇게 (~ 300 Å)할 수 있다. 또한, a-Si 층이 얇아질수록, 고 저항 특성을 갖는 poly-SiN(O)$_x$ 층으로 실질적인 이중 활성층의 저항이 증가하며, (n^+) poly-SiN(O)$_x$ 층의 광 밴드갭 특성으로 누설전류 억제를 극대화 시킬 수 있다.

Ⅲ. 박막증착 및 특성평가

1. 이중구조를 갖는 박막의 증착

박막 증착은 플라즈마 화학기상 증착 (plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 법으로 제작하였다. a-Si:N_x 박막의 경우, 증착 가스로는 SiH_4 와 NH_3 가스를 사용하였으며, 이때 증착압력, 기판온도 및 rf power 는 1 Torr, 370 ℃, 50 W 를 유지하였다. 증착가스의 유속은 총 유속을 20 sccm 으로 고정하고 NH_3/SiH_4 유속비를 0 ~ 1 까지 변화시켜 Si/N 의 함량비를 조절하였다. a-Si:H 박막 증착은 SiH_4 와 H_2 가스를 사용하였으며, 이때 증착 압력, 기판온도 및 rf power 는 각각 1 Torr, 250 ℃, 20 W 이며, SiH_4와 H_2 유속은 1.5 sccm 와 10 sccm을 유지하였다 (표 1).

표 1. a-Si:N_x 와 a-Si:H 박막의 증착조건

Table 1. Deposition conditions of a-Si:N_x and a-Si:H film.

항 목		값	
시스템		rf(13.56MHz) PECVD	
a-Si:N_x 박막		a-Si:H 박막	
rf power	50 W	rf power	20 W
압력	1 Torr	압력	1 Torr
기판온도	370 ℃	기판온도	250 ℃
총유속	20 sccm	유속	1.5 sccm
NH_3/SiH_4 유속비	0~1	유속	10 sccm

2. 레이저 어닐링 조건

레이저 어닐링 실험에는 XeCl 엑시머 (excimer) 레이저 (λ = 308 nm) 를 사용하였으며, 레이저 빔의 균일도를 높이기 위하여 호모지나이저 (homogenizer) 광학계를 사용하였다. 호모지나이저를 통과한 빔은 45° 반사경을 통하여 샘플에 수직 조사 시켰다. 샘플은 10-4 Torr 진공 유지가 되는 챔버 내의 기판 위에 위치하며 기판은 200 ℃ 까지 가열하였다. 레이저 에너지 밀도는 300 mJ/cm^{2}로 조사하였다.

3. 박막의 특성 평가

a-SiN_x 막의 Si 과 N 함량 비에 따른 SEM 이미지 및 전도도 특성 분석을 통하여 이중 활성층의 결정

향상 및 전기적 특성 변화를 고찰하였다. 또한, 얇은 a-Si 층 (~300 Å)을 사용함에 따라, 게이트 절연막 및 소오스/드레인 전극 형성 식각 공정으로 poly-Si 층이 과 식각되어 poly-SiN_x 층이 소오스/드레인 층으로 사용되므로, n+-poly-SiN_x 층의 저항 특성을 고찰하였으며, 또한 밴드갭 증가에 따른 전계 방출 억제 효과를 분석하기 위하여, 레이저 조사 전후의 poly-$Si(N_x)$ 박막에 대하여 UV (ultraviolet) spectroscope 결과로 부터 광학적 밴드갭을 산출 하였다.

Ⅳ. 박막의 레이저 어닐링 특성

1. a-SiN_x 단일 박막특성

일반적으로 소자 제작시 단락 방지를 위하여 전극간 (게이트/소오스, 게이트/드레인) 의 일정한 간격을 유지하므로, 소오스 (source) / 드레인 (drain) 전극층의 비저항의 증가로, 이 부근의 기생 저항이 채널 저항에 근접하거나 클 경우, 이동도의 감소를 초래한다[9]. 따라서, 이중 활성층 구조를 소자 제작에 적용하는데 있어, 소오스/드레인 영역의 n^+ poly-SiN_x 층이 전극으로서의 전도도 특성을 유지할 수 있는 Si/N 비의 특성 고찰이 우선적으로 고려되어야 한다. 이에, a-SiN_x 단위 박막에 대하여 NH_3와 SiH_4의 유속비를 0 에서 1 까지 변화시켜, poly-SiN_x 박막과 n^+ poly-SiN_x 박막의 전도도 특성을 분석하였다. poly-SiN_x 박막은 a-SiN_x 박막을 10-4 Torr의 진공 챔버에서 300 mJ/cm^2의 레이저 에너지로 어닐링하여 형성하였으며, 이때 기판 온도는 200 ℃ 로 가열하였다. n^+ poly-SiN_x 박막은 현재 대면적 도핑에 널리 이용되고 있는 이온 샤워 (ion-shower) 도핑법[10,11]을 이용하여, PH_3 와 H_2 가스 분위기에서, 가속전압 10 kV, 기판 온도 250 ℃ 에서 10분간 도핑하였다. 그림 2는 NH_3/SiH_4 유속비에 따른 레이저 어닐링 poly-$Si(N_x)$ 초기 박막과 PH_3 이온 샤워 도핑 박막의 전도도 특성과 이동도 상한치의 계산값이다. poly-SiN_x 박막의 경우, NH_3/SiH_4 의 유속비가 0.04 경우, poly-Si (NH_3 = 0 sccm) 박막에 비해 전도도가 약 10 배 정도 감소함을 알 수 있으며, NH_3/SiH_4의 유속비가 증가함에 따라, 전도도의 감소는 증가함을 알 수 있다. 이온 샤워 도핑한 경우, NH_3/SiH_4 전 영역에 대하여, 초기 전도도 보다 10^6 이상의 증가를 보이며 NH_3/SiH_4 유속비 0.11 이하에서는 $2.2\times10^2\Omega^{-1}cm^{-1}$ 이상으로 $8.34\times102\Omega^{-1}cm^{-1}$ 인 poly-Si (NH_3 = 0 sccm) 막에 근사함을 알 수 있으며, 0.11 인 경우에는 180 cm^2/Vsec 의 이동도를 구동할 수 있음을 알 수 있다.

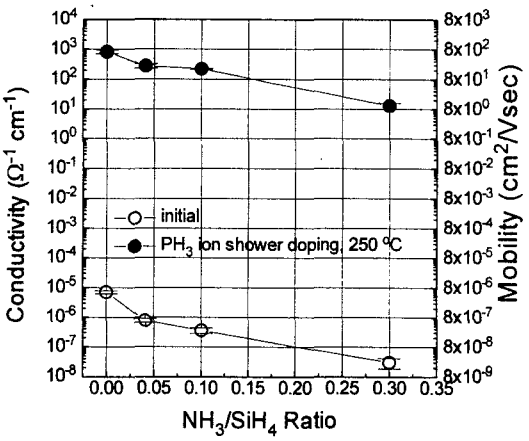


그림 2. NH_3/SiH_4 유속비에 따른 poly-SiN_x 박막의 PH_3 이온 도핑 전후의 전도도 및 구동 가능 상한 90% 이동도 특성. 레이저 어닐링은 300 mJ/cm^2 로 하였으며, PH_3 이온 도핑은 이온 샤워 도핑법으로 250 ℃ 에서 승온도핑 하였음

Fig. 2. Conductivity and 90% mobility of poly-SiN_x films before and after PH_3 doping. Laser energy density was 300 mJ/cm^2, and the PH_3 doping was performed by ion-shower doping at 250 ℃ of substrate temperature.

이 결과로 부터 a-Si/a-SiN_x 이중 활성층을 소자 적용시에는 NH_3/SiH_4 유속비가 0.11 이하로 하는 것이 n^+ poly-SiN_x 층의 소오스/드레인 저항을 줄이며, poly-SiN_x 막의 고저항 특성을 유지함으로써 벌크 도통 전류를 줄이는 데 효과적임을 알 수 있다.

누설전류는 벌크 도통 전류 뿐만 아니라, 전계에 의한 결정 경계의 전하 방출에 의해 크게 영향을 받으며, 박막의 밴드갭, E_g를 증가시켜, 전계 방출 전하를 억제할 수 있다. 다결정 실리콘 박막 트랜지스터에서 전계 방출에 의한 누설전류, IL는 전계 방출이 중앙 밴드갭 (mid-gap)에 존재하는 단일 결함 준위, E_T (= 0.5Eg)에 의해 결정된다면 누설전류, I_L는 exp (-Eg $^{3/2}$)에 비례하므로, 다결정 실리콘의 밴드갭 상승은, 전계 방출에 의한 누설전류를 효과적으로 억제할 수 있다[12].

일반적으로 a-Si_3N_4의 광학적 밴드갭은 5 eV 근방

으로 결정질 실리콘에 비해 (~ 1.1 eV) 높은 값을 가지며, a-SiN_x의 경우, 1.1 ~ 5 eV 사이에서 N 함량에 비례하여 증가할 것으로 사료된다. 이에, a-SiN_x 박막과 레이저 어닐링한 poly-SiN_x 박막에 대하여 광학적 밴드갭 특성을 고찰하였다. 그림 3 은 spectro photometer 측정 결과로 NH_3/SiH_4 유속비에 따른 초기 a-SiNx 박막의 흡수계수, α 대 광 에너지, E 특성을 나타낸다. 이때, 증착 박막의 압력, 기판온도 및 rf 파워는 각각 1 Torr, 370 °C, 50 W 이다. 그림 3 에서와 같이 NH_3/SiH_4의 유속비가 증가함에 따라 값이 감소함을 알 수 있으며 이는 NH_3의 함량이 증가할수록 a-SiN_x박막의 광학적 특성이 넓은 광학적 밴드갭을 갖는 a-Si_3N_4의 특성에 가까워 짐을 의미한다. NH_3/SiH_4의 유속비가 1인 경우에는 XeCl 엑시머 레이저의 특성 에너지인 4 eV (λ=308 nm)에서의 흡수 깊이, α^{-1}가 약 1μm로 증착 박막 두께보다 깊으며, 이로 인하여 레이저 어닐링 시 대부분의 레이저 빔이 a-SiN_x 층을 투과하여 상대적으로 결함이 많은 하부 계면에서의 흡수로 막 탈착이 발생하였다. 광학적 밴드갭, E_g는 $(\alpha \cdot E)^{-1/2}$ 대 E 특성 곡선으로부터 산출하였다[13].

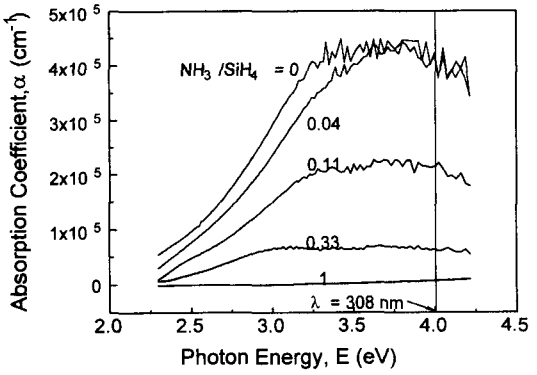


그림 3. NH_3/SiH_4 유속비에 따른 초기 a-SiN_x 박막의 흡수계수, 대 광 에너지, eV 특성. 증착 박막의 압력, 기판온도 및 rf 파워는 각각 1 Torr, 370 °C, 50 W 임

Fig. 3. Absorption coefficient, vs. photon energy, eV of initial a-SiN_x films as a function of NH_3/SiH_4 flow rates. The deposition pressure, temperature and rf power were 1 Torr, 370 °C and 50 W.

그림 4는 레이저 어닐링 전후의 poly-$Si(N_x)$ 박막의 NH_3/SiH_4 유속비 변화에 따른 광 밴드갭, E_g 특성이다. 초기 박막의 경우, NH_3/SiH_4 유속비가 0.33 까지는 2 eV 로 큰 변화를 보이지 않으며, 1 인 경우에는 2.81 eV 로 큰 변화를 보임을 알 수 있다. 레이저 어닐링 후의 경우에는 0.33 에서의 밴드갭 변화가 두드러짐을 알 수 있으며, 이는 상대적으로 높은 N 의 함량비로 레이저 용융에 따른 높은 열 에너지에서, Si_3N_4 결합이 활성화된 것으로 사료된다. 도핑 전도도가 2.2×10^2 $\Omega^{-1}cm^{-1}$ 부근으로 poly-Si 의 도핑 전도도에 근접한 특성을 보였던 0.11 이하에서는 레이저 어닐링 후, 결정 성장으로 밴드갭이 감소함을 알 수 있으나, poly-SiN_x 박막의 경우 poly-Si 박막에 비해 약 0.1 eV의 증가를 보임을 알 수 있다. 이로 인하여 소자 제작시 전계 방출 전류가 억제될 것을 예상할 수 있다.

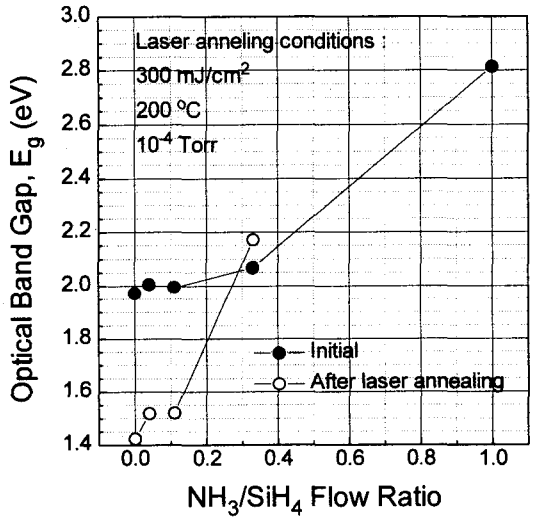


그림 4. 레이저 어닐링 전후의 $Si(N_x)$ 박막의 NH_3/SiH_4 유속비 변화에 따른 광 밴드갭, E_g특성

Fig. 4. Optical band gap, E_g of $Si(N_x)$ films before and after laser annealing as a function of NH_3/SiH_4.

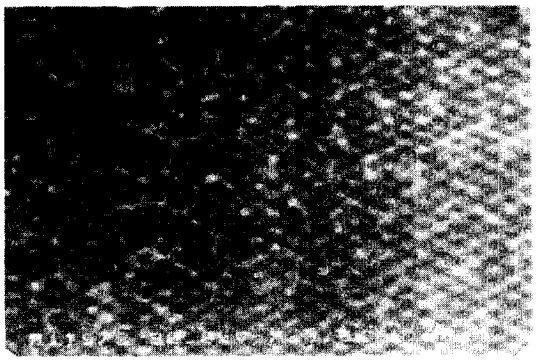
2. a-Si/a-SiNx 이중 박막의 결정화 특성

a-Si/a-SiN_x 이중 박막 구조를 이용할 경우, a-SiN_x 의 낮은 고상의 열전도 특성으로 상부 a-Si 층의 결정 성장을 촉진할 수 있다. 이에, 본 절에서는 NH_3/SiH_4 유속비 변화에 따라 결정 성장을 SEM 이미지 분석을 통하여 고찰하였다

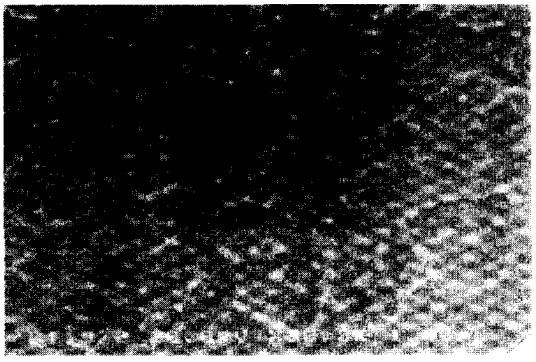
그림 5는 NH_3/SiH_4 유속비 0, 0.11, 1일 때의 레이저 조사 박막의 SEM 이미지로 레이저 에너지 밀도는 300 mJ/cm^2 이며, 단일 조사하였다. NH_3/SiH_4 유속비가 증가함에 따라 결정 성장이 촉진됨을 알 수 있

다.

(a)



(b)



(c)

그림 5. NH_3/SiH_4 유속비가 a) 0, b) 0.11, c) 1 인 경우의 레이저 어닐링한 poly-Si(N_x) 박막의 SEM 평면 이미지

Fig. 5. SEM images of laser-annealed poly-Si(N_x) films with different NH_3/SiH_4 of (a) 0, (b) 0.11 and (c) 1.

이는 하부 a-SiN_x 층은 상부 a-Si 층에 비하여 상대적으로 높은 용융 온도를 가지므로, 하부층은 용융시과 냉각되어 주로 열적으로 가장 안정된 결합 구조인 Si_3N_4형태로 빠른 고상화가 이루어지며, 이로 인한 Si_3N_4의 낮은 고상 열 전도율 (~ 15 $mJ \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1} \cdot K^{-1}$)로, 상부 용융 a-Si 층의 열 방출이 억제되어 결정 성장이 촉진된 것이다 그림 6 은 NH_3/SiH_4 유속비가 0 에서 1 인 경우, 레이저 어닐링한 poly-Si(N_x) 박막에 대하여 SEM 이미지로 부터 산출한 결정 크기 (grain size) 이다. 결정 크기는 등 면적 원의 지름으로 산정하였으며, 20 개를 표본 산출하였다. 그림 6 과 같이 0.11 의 적은 NH_3/SiH_4 유속비에서도 결정 크기가 약 0.3 m 근방으로 poly-Si (NH_3/SiH_4=0) 의 그레인 크기인 0.1 μm보다 증가함을 알 수 있다.

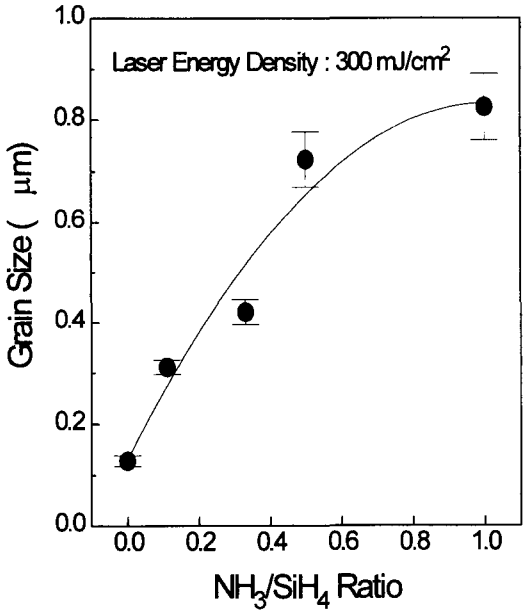


그림 6. 300 mJ/cm^2 의 레이저 어닐링시, NH_3/SiH_4 유속비 변화에 따른 상부 poly-Si 막의 결정 크기 (grain size) 특성

Fig. 6. Grain size of upper poly-Si film at the 300 mJ/cm^2 of laser energy density as a function of NH_3/SiH_4.

이와 같이, 레이저 어닐링에 따른 a-Si/a-SiN_x 층의 박막 특성을 분석한 결과, 소자 제작시 채널 층으로 사용되는 상부 a-Si 층의 결정 향상으로 구동 전류 증가에 따른 이동도 향상을 기대할 수 있다. 또한 하부 a-SiN_x 층의 경우, NH_3/SiH_4 유속이 0.11 이하에서는 n^+ poly-SiN_x 층의 높은 전도도 특성을 얻을 수 있었으며, poly-SiN_x 층의 밴드갭 상승과 고저항 특성으로 인하여, 누설 전류 억제가 예상된다.

V. 결 론

a-Si/a-SiN_x 의 이중 활성층 박막의 레이저 어닐링 실험을 통하여 결정화 현상 및 전도도 특성을 고찰하였다.

이중 활성층을 소자 제작에 적용시 상부 a-Si 의 두께를 얇게 할 수 있으며 (~ 300Å), 게이트 절연막 형성 시의 식각 공정으로 n^+ poly-SiN_x 층이 소오스/드레인 전극으로 사용되어, 상부 층의 결정 성장 및 누설전류를 억제할 수 있다. 이에 대하여, 전극으로서의 n^+ poly-SiN_x 층의 전기적 특성에 대하여 이온 샤워 도핑한 n^+ poly-SiN_x의 전도도 특성을 NH_3/SiH_4 유속비에 따라 분석하였으며, 유속비가 0.11 이하에서는 n^+ poly-Si 박막의 전도도 값에 근접하며, 높은 전도도 특성을 보임을 알 수 있었다.

전계 방출 전류에 영향을 미치는 광학적 밴드갭의 경우, poly-Si 박막에 비해 증가하였으며, NH_3/SiH_4 유속이 0.11 이하에서도 0.1 eV 정도의 증가를 보여, 이로 인하여 소자 제작시 전계 방출 전류가 억제될 것을 예상할 수 있다. 또한, 하부 a-SiN_x 층의 열 방출 억제로 상부 a-Si 층의 결정 향상이 촉진됨을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] K. shimizu, K. Nakamura, M. Higashimoto, S. Suguira and M. Matsumura, High-Performance Poly-Si Thin Film Transistors with Excimer-Laser Annealed Silicon-Nitride Gate, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 32, no. 1B, pp. 452-457, 1993.

[2] T.Aoyama, N. Konishi, T. Suzuki, and K. Miyata, Low Temperature Annealing of LPCVD Silicon Films, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, vol. 106, pp. 347-352, 1987.

[3] K. Shimizu, H. Hosoya, O. Sugiura and Masakiyo Mastumura, High-Mobility Bottom-Gate Thin-Film Transistors with Laser-Crystallized and Hydrogen-Radical-Annealed Polysilicon Films, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 30, no. 12B, pp. 3704-3709, 1991.

[4] T. Shameshima, S. Usui and M. Sekiya, XeCl Excimer Laser Annealing Used in the Fabrication of Poly-Si TFTs, *IEEE Trans. Electrðn Device Lett.*, vol. EDL-7, no. 5, pp. 276-278, 1986.

[5] S. D. Brotherton, J. R. Ayres and M. J. Trainor, Leakage Currents in Poly-Si Thin Film Transistors, *Solid State Phenomena*, vol. 51-52, pp. 621-626, 1996.

[6] J. G. Fossum, A. O. Conde, H. Shichijo and S. K. Banerjee, Anomalous Leakage Current in LPCVD Polysilicon MOSFETs, *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-32, no. 9, pp. 1878-1884, 1985.

[7] S. K. Madan and D. A. Antoniadis, Leakage Current Mechanisms in Hydrogen-Passivated Fine-Grain Polycrystalline Silicon on Insulator MOSFETs, *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-33, no. 10, pp. 1518-1528, 1986.

[8] S. Seki, O. Kogure and B. Tsujiyama, Leakage Current Characteristics of Offset-Gate-Structure Polycrystalline-Silicon MOSFETs, *IEEE Trans. Electron Devices Lett.*, vol. EDL-8, no. 9, pp. 434-436, 1987.

[9] T. Aoyama, G. Kawachi, Y. Mochizuki and T. Suzuki, Effects of Ion Process on Thin-Film Transistor Characteristics Using a Bucket-Type Ion Source and XeCl Excimer Laser Annealing, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 31, no. 4, pp. 1012-1015, 1992.

[10] A. Yoshida, M. Kitagawa, K. Setsune and T. Hirao, Impurity Doping into Single and Poly Crystalline Silicon by Large Area Ion Doping Technique, *Extended bstract of SSDM*, pp. 109-112, 1988.

[11] K. Masumo, M. Gunikita, S. Takafuji, N. Nakamura, A. Iwasaki and M. Yuki, Low Temperature Polysilicon TFTs by Non-Mass-Separated Ion Flux Doping Technique, *Extended Abstract of SSDM*, pp. 75-978, 1990.

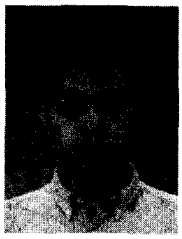
[12] C. H. Kim, J. P. Jung, D. K. Shin, S. Chul Chun and J. Jang, Analysis of Leakage

Currents in Poly-Si TFT, *Technical Digest of AMLCD 94*, pp. 148-151, 1994.
[13] Madan and M. P. Shaw, The Physics and Application of Amorphous Semiconductors, *Academic Press*, Chap. 2, p. 68, 1988.

저 자 소 개

崔 弘 錫(正會員)
1965년 9월 16일생. 1989년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학부 박사 졸업. 현재 LG 전자 LCD연구소 선임 연구원

朴 喆 民(正會員)
1971년 1월 21일생. 1994년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업. 현재 동 대학원 전기공학부 박사과정 재학중



全 宰 弘(正會員)
1972년 7월 12일생. 1995년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업. 현재 동 대학원 전기공학부 박사과정 재학중

柳 俊 錫(正會員)
1971년 9월 21일생. 1995년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업. 현재 동 대학원 전기공학부 박사과정 재학중

韓 民 九(正會員) 第 33卷 A編 第 6號 參照