

기계적 Damage 활성화 효과에 대한 수소화 및 비수소화 비정질 규소 박막의 고상 결정화 거동

김형택·김영관

시립 인천대학교 공과대학 재료공학과

Behavior of Solid Phase Crystallizations in Mechanical Damage Induced Hydrogenated and Non-Hydrogenated Amorphous Silicon Thin Films

Hyung-Taek Kim and Young-Kwan Kim

Department of Materials Science and Engineering College of Engineering
University of Incheon

초 록 비정질 실리콘박막의 고상결정화 특성에 대한 비정질 박막의 증착방법, 수소화 정도, 표면 결정 활성화 에너지 변화 및 열처리 환경 영향을 X선 회절, EDAX, Raman 분광 분석으로 조사 하였다. 저온(580°C) 열처리 corning 시료에서 기판 barium(Ba), aluminum(Al) 성분의 막내 확산 임계 열처리시간 및 확산에 기인 한 불안정 결정화 특성을 관찰 하였다. 화학기상증착 석영 수소화 시료에서 hard damage 기계적 활성화 효과로 얻어진 조대결정립 결정화 특성을 X선 회절의 (111) 배향 상대강도 변화로 관찰 할 수 있었으며, 이는 활성화 효과에 의한 고상 결정화 시 핵생성과 성장속도 변화로 다결정 실리콘의 전기적물성 향상 가능성을 보여주었다. Soft damage, bare 활성화 처리 수소화막의 결정화는 비정질 상의 존재, 박막 응력등의 저품질 입계특성 및 미세결정립 성장 특성으로 관찰되었으나, 활성화 전처리에 의한 저온 및 고온(875°C) 단시간(30분) 결정화는 확인 되었다. 스퍼터링 비수소화 막의 결정화는 상변태 상태의 Raman 결정피크로 분석 되었으며, 결정화거동에 선행막의 스퍼터링 성막특성 및 비수소화 영향은 활성화효과에 관계없이 불완전 저품질 결정특성으로 확인되었다. AFM 표면형상은 3차원 island 성막특성을 보여주었고 표면거칠기정도는 높은 것으로 관찰되었다.

Abstract Effects of hydrogenation, mechanical damage, and annealing of amorphous silicon(a-Si) films on solid phase crystallization(SPC) were investigated using X-ray diffraction, energy dispersive spectroscopy, and Raman spectroscopy. In corning samples, the out-diffusion of Ba and Al components from corning substrate was observed at 580°C annealing. Threshold annealing time of out-diffusion was regarded and low degree of crystallinity resulting from the out-diffusion was also observed. A high degree of crystallinity was obtained through the wet-blasting induced mechanical damage on hydrogenated a-Si films on quartz. From the X-ray diffraction of (111) orientation, it was observed that the film with harder mechanical damage more easily crystallized. For improvement of electrical properties of polycrystalline film, generation of nucleation site, nucleation and growth rate in SPC could be controllable through the pretreated mechanical activations on a-Si films. Chemically deposited hydrogenated-silicon films showed the higher degree of crystallinity than that of non-hydrogenated sputtering films. Film growth characteristic and hydrogenation by deposition method of a-Si films exhibited substantial effects on SPC. Insignificant effect of activation treatments of sputtered films on SPC was observed.

1. 서 론

정보화 시대에 큰 부피 음극선관 대체 정보

표시장치로 박형, 경량, 고밀도, 고정세 평판 표시소자(flat panel display) 개발이 활발히 진행되고 있다. 현재 가장 많이 응용 되고 있

는 비정질(amorphous) 실리콘 박막트랜지스터 액정 표시소자(liquid crystal display)의 경우, 비정질 결정특성으로 인한 표시화소(pixel) 구동소자의 전기적 특성, 신뢰성 저하 및 표시소자 대면적화에 어려움이 있다^{1~3)}. 대면적, 저소비 전력, 투사형 및 패널주변 구동회로 일체형 액정 표시소자 개발은 고품위의 결정성(안정적 조대 결정립구조 및 낮은 결정결함 전위)을 갖는 다결정(polycrystalline) 실리콘 박막트랜지스터 응용을 요구하고 있다^{4~6)}.

액정 표시소자 응용을 위한 다결정 실리콘 활성막 형성은 비정질 선행막 증착 후 결정화 방법과 다결정 실리콘 증착으로 구분 될 수 있다^{7,8)}. 다결정 실리콘 성막의 경우 소자 전기적특성인 문턱전압(threshold voltage), 전계효과이동도(field-effect mobility)에 있어 성막시 저품위 결정성(불포화 결합 포획밀도 증대, 미소 결정립)으로 인해 비정질 결정화 박막보다 소자 응용특성이 떨어지는 것으로 관찰되고는 있으나^{9~11)}, 전기적특성 향상을 위한 다결정 성막 개선 실험은 노력이 더 필요한 것으로 판단된다. 현재 국내에서 진행되고 있는 다결정 실리콘 연구는 주로 비정질 선행막에 대한 저온 결정화 노력으로 한정되고 있다. 또한 비정질 실리콘 선행막은 대부분 silane(SiH_4), disilane(Si_2H_6) 저압, 플라즈마 강화 화학기상증착(chemical vapor deposition)에 의한 수소화(hydrogenated) 성막이며 결정화 연구는 고온 혹은 장시간 저온 고상결정화(solid phase crystallization) 및 레이저 어닐링에 의한 액상 재결정화(liquid phase recrystallization), 급속 열처리결정화(rapid thermal crystallization), 급속 원소(Au, Ag, Cu, Al, Pt)의 실리콘 박막 확산 유입 결정화(metal induced crystallization) 등에 의한 저온 결정화 연구로 구분되고 있다^{12~15)}.

그러나, 일반적인 고상결정화는 현 액정소자 응용기관인 corning 7059 glass의 낮은 융점(595°C)으로 인한 고온공정 적용 어려움 및 낮은 공정 생산성의 단점이 있으며, 레이저 액상 결정화는 대면적 결정화 시에 균일도 문제가 있고, 급속 유입 결정화는 저온결정화(480°C)는 가능하나 소자공정 적용 시 급속 원소의 막내 확산으로 화소 구동특성이 저하

되는 것으로 알려지고 있다^{16~18)}. 또한, 결정화 거동에 대한 비정질 실리콘 선행박막의 수소화 영향은 일반적으로 tetrahedral 비정질 실리콘의 부유결합(dangling bond)에 대한 보상효과로 알려져 있으나¹⁹⁾, 결정화 후 결정입계에 실리콘 원자 불포화 결합으로 인한 캐리어 포획준위 밀도변화 및 고상결정화 시 비정질 기지내의 결정핵 생성, 성장에 대한 비정질 선행막의 수소화 및 비수소화(nonhydrogenated) 영향은 아직 실험이 요구되는 것으로 판단된다. 또한 고상결정화 거동은 결정화 열처리의 일반적인 조건 이외에도 비정질 선행 성막의 증착방법, 반응 가스, 막내 불순물 유입(산소, 질소, 탄소) 및 비정질 선행막 표면의 결정결함 극복 활성화 에너지 정도와도 밀접한 관련이 있는 것으로 보고 되고 있다²⁰⁾. 따라서 선행막 표면의 인위적, 기계적 활성화 전처리는 고상결정화 시 초기 핵생성 속도, 밀도 변화를 주며, 이는 저온결정화 혹은 결정화 촉진에 의한 결정립 크기 변화 등의 결정화 거동에 영향을 줄 것으로 판단된다. 일반적으로 스퍼터링(sputtering)은 화학기상증착에 비해 반응 가스분압 및 증착 온도에 따른 수소화, 비수소화 성막 및 배경 진공도에 의한 박막 불순물 조절이 용이하며, 스퍼터링에 의한 고품위 다결정화 성막 혹은 스퍼터링 비정질 선행막의 고상결정화에 의한 결정화 거동 관찰은 다결정 액정 표시소자의 스퍼터링 공정 적용 및 게이트 절연막 형성의 연속 공정 응용 가능성을 제시 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 비정질 선행막 표면의 인위적 결정 활성화 에너지 변화 정도에 의한 고상결정화 시 핵생성 및 성장속도 영향 등의 결정화거동을 관찰하고, 아울러 스퍼터링의 실리콘 다결정화 응용에 대한 일차 실험으로써, 화학기상증착(수소화) 및 스퍼터링(비수소화) 비정질 실리콘 박막에 대한 결정화특성 비교를 통한 결정화에 대한 박막의 증착방법 및 수소화 영향을 관찰 하고자 한다. 이는 다결정 박막의 전기적특성 향상을 위한 조대 결정립 형성 및 저온 고상결정화에 대한 영향을 관찰하고자 하는 목적이다.

2. 실험 방법

비정질 실리콘 박막의 rf 스퍼터링 및 저압

Table 1. Low pressure chemical vapor deposition parameters

Deposition Parameters	Variables and Values
Source Gas	diluted Si ₂ H ₆ (disilane)
Pressure	0.25 Torr
Temperature	485°C
Thickness	3000 Å
Substrate	5" quartz, corning 7059 (300 × 300 × 1.1 mm)
Reactor	horizontal
Heating Element	induction heating

Table 2. Sputtering deposition parameters

Deposition Parameters	Variables and Values
RF Power	300 W
Pressure	5 mTorr
Temperature	350°C
Ar Flow	15 sccm
Thickness	3000 Å
Substrate	5" quartz, corning 7059 (300 × 300 × 1.1 mm)
Heating Element	halogen radiation heating

(low pressure) 화학기상증착 성막조건은 Table 1, 2에 요약되었다. 스퍼터링 장치는 약 500 Gauss 영구자석 (3Nd/Fe/B)의 magnetron 상향식 스퍼터링 구조이며, Cerac 99.999 % 순도의 3(반경) × 0.25(두께) 원형 실리콘 음극 타겟에서 5" quartz 및 corning 7059 glass (9 × 9 cm, 1.1 mm)에 성막 되었다. 스퍼터링 성막시 증착온도는 실리콘의 다결정화 전이 임계온도(580-590°C) 이하로 조절 되었다²¹⁾. 표준 스퍼터링 조건에 의한 비수소화 비정질 성막을 위해 수소 반응가스의 유입은 없었으며, 고순도(99.999 %) 아르곤 가스의 유량은 5 mTorr 증착압력 범위로 조절 되었다. 액체 질소(LN₂) 포획냉매(cold trap)를 사용한 유확산 펌프로 증착 배경압력을 10⁻⁷ Torr 범위로 유지하여 성막 시의 불순물 오염을 최소화 하였다. 습식세정 장치된 기관은 챔버 내에서 약 80°C, 15분 예비가열 된 후 분당 약 10°C 승온비율로 증착온도에 도달 되었다. 성막 전 예비 스퍼터링(pre-sputtering)이 약 20분 간

선행 되었으며, 박막두께는 실 소자 공정용용 범위에서 3000 Å으로 성막 되었다. 증착속도는 7~9 Å/초 이었고, 박막두께 및 성막속도는 thickness sensor로 in-situ 측정하여 증착 후 표면단차측정기로 오차를 확인 하였다. 저압화학기상증착 시료는 국내 액정표시소자 제조업체의 정립 된 연속(in-line) 공정 라인에서 제작 되었으며, disilane(Si₂H₆) 가스에 의한 485°C 증착온도로 비정질 실리콘이 성막 되었다. 갓 증착 된 비정질 실리콘의 색깔은 응용기관에 관계없이 모두 짙은 적갈색에 가까웠으며, 진공보관에서도 색깔의 경시변화가 적은 갈색(yellowish)으로 관찰 되었다. 석영 및 유리기관의 세척은 표면에 있는 유기물 제거를 위해서 TCE (trichloroethylene) 용액에 침전 세정 후 아세톤(acetone), 초순수(DI water) 2단계 저주파형(30kHz) 초음파 세정 및 질소(N₂) 건조를 행 하였다.

실리콘 웨이퍼의 금속 불순물 포획을 위한 외인성(extrinsic) gettering의 blasting 방법을

고상결정화 거동에 대한 비정질 선행막의 결정 활성화 에너지 변화 효과로 응용 하였다. 비정질막의 단위 표면적에 대한 blasting 입자 밀도(/cm²)로 활성화 에너지 변화를 조절 하였고 미세입자(1 μ m)에 의한 기계적 습식 연마(mechanical wet blasting) 방법을 적용 하였다. 활성화 정도는 시료별로 hard, soft, bare로 구분 하였으며, bare의 의미는 활성화 전처리가 응용 안 된 증착 비정질박막 상태로 구분 하였다. Hard damage 강도는 막의 박리 상태를 기준하였고 활성화 정도에 따른 시료별 결정화거동을 관찰 하였다. 고상열처리는 저항열선 관상로에서 아르곤 가스 분위기로 진행 되었고 관상로의 설정 열처리온도에 대한 균일도는 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 로 유지 되었다. 열처리 온도 875 $^{\circ}\text{C}$ 는 결정화에 대한 시료별 결정 활성화에너지 변화 영향을 관찰 하고자 설정 되었으며, 580 $^{\circ}\text{C}$ 는 저온결정화에 대한 corning 7059 기관응용 관찰을 위해 corning의 융점온도 기준으로 설정 하였다. 열처리시간 변화는 스퍼터링 비수소화 비정질 박막의 결정전이 특성 관찰과 활성화 효과에 대한 핵 생성을,

결정성장 속도특성 및 공정 적용 가능성 관찰을 위해 장시간(3시간, 24시간) 및 단시간(30분, 1시간)으로 구분 하였으며, 급속열처리의 결정화 특성을 급속 승온조건에서 30분 열처리로 관찰 하였다. 실험 시료별 활성화 정도 및 고상 열처리 조건은 Table 3에 나타 내었다.

결정화 상분석 및 결정립 특성분석에 사용된 X선 회절(Rigaku, Cu target, Ni filter)의 전압은 50KV, 전류 100mA, θ -2 θ 스캔 하였으며, 스캔 속도는 1 $^{\circ}$ /min 이었다. 결정화정도 및 박막 순수도 분석을 위한 Raman 분광기(SPEX 1404) 결정화 피크 파장범위는 480-600/cm로 설정하여 비정질(480/cm)의 다결정 전이정도를 단결정 피크파장(520/cm)을 기준으로 관찰 하였다. 또한 분광 결정피크의 상대강도 및 최대 반치폭(FWHF : full width at half maximum)으로 결정화 격자결합 정도를 비교 관찰 하였다. 증착방법에 따른 수소화, 비수소화 박막및 활성화 처리 막의 표면형상과 표면거칠기를 AFM(DAFM6300)으로 관찰 하였다.

Table 3. Film crystallizations with degree of mechanical activations and solid phase annealing conditions

	Annealing Temp.	Annealing Time	Bare CVD	Hard Damaged CVD	Soft Damaged CVD	Sputtering	Ambient Gas
Solid Phase Crystallization (SPC)	875 $^{\circ}\text{C}$	24 hr	●	●	●	●	Ar (5N, purity)
		3 hr	●	●	●	●	
		1 hr	●	●	●	●	
		30min	●	●	●	●	
	580 $^{\circ}\text{C}$	1 hr	●	●	●	●	
		30min	●	●	●	●	
Rapid Thermal Process (RTP)	875 $^{\circ}\text{C}$	30 min	●	●	●	●	

Bare CVD : CVD a-Si sample without wet-blasting
 Hard Damaged CVD : CVD a-Si sample with hard wet-blasting
 Soft Damaged CVD : CVD a-Si sample with soft wet-blasting
 Sputtering : sputtered a-Si sample
 ● : fabricated film sample

3. 결과 및 고찰

Corning기판 응용온도(580 °C) 열처리 환경에 대한 결정상 및 성분분석을 행 하였다. Fig. 1의 X선 회절 및 EDAX 분석은 Corning 시료경우 선행 비정질막의 증착방법, 수소화, 비수소화 및 활성화 영향에 관계없이 Corning 기판 barium(Ba), aluminum(Al) 성분의 실리콘막 확산유입에 의한 비정질 결정특성을 보여 주고있다. 이는 Corning 기판응용에서 결정화가 595°C이하에서 가능하더라도 고품위 결정특성을 위한 장시간(본 실험에서는 약 3시간이 확산 임계시간으로 관찰 되었음) 열처리경우 확산 저지 하지막 혹은 석영기판 응용이 요구되는 것으로 판단된다. 580°C에서 1시간 열처리 된 hard damage 활성화 Corning 시료의 경우 기판성분의 확산유입은 없었으나, (111) 우선방위 결정화 회절피크는 미비하게 관찰 되었다. 결과적으로 hard damage 활성화 효과에 한해 저온결정화(580°C) Corning기판 응용은 가능 했으나 고품위 결정화를 위한 장시간 열처리 환경은 Corning 성분의 확산으로 어려운 것으로 관찰 되었다.

석영시료의 경우 (111), (220), (311) 회절방위가 결정활성화 효과, 증착방법 성막특성, 수소화 및 열처리 조건에 따라 상대강도 비교로 관찰 되었다. 특히, 비정질 실리콘박막의 고상 다결정화 전이정도 및 성장 결정립 크기 특성을 나타내는 (111) 우선방향 회절강도의 시료별 변화가 관찰 되었다¹⁶⁾. 회절패턴 중 Fig. 2에 보여진 hard damage 활성화 시료의 (111) 피크 강도변화는 결정화거동에 대한 활성화 효과를 보여 주고있다. 이는 기계적 damage 활성화 전처리가 열처리 온도 및 시간의 증가에 따라 결정화 시 핵생성 촉진 및 높은 결정성장 특성의 조대결정립 형성에 기여하는 것으로 생각된다. 875°C에서 핵 생성 및 성장시간 정도 관찰은 어려웠으나 활성화 전처리로 인한 단시간(1시간, 30분) 결정화는 관찰 되었다. 또한, hard damage 활성화 효과에 의한 저온 단시간(580°C, 1시간) 결정화도 나타났다.

고온 단시간(875°C, 30분), 저온 단시간(580°C, 1시간) 열처리 환경에서 활성화 시료별 회절패턴(Fig. 3)은 기계적 활성화강도의

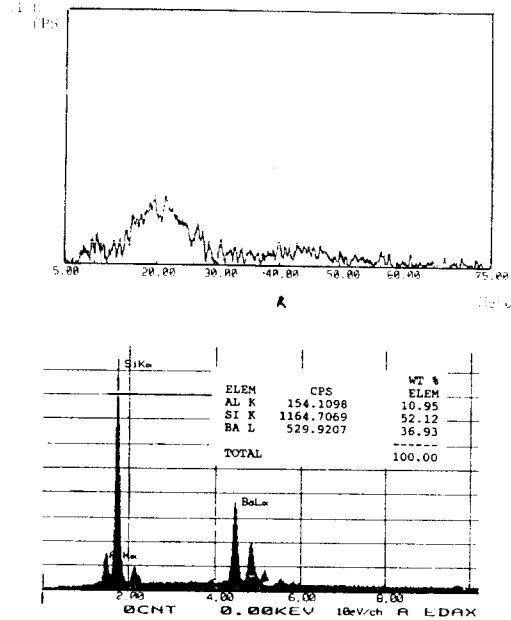


Fig. 1. XRD Pattern and EDAX characteristic of post-annealed Si film on Corning (580°C, 5hrs)

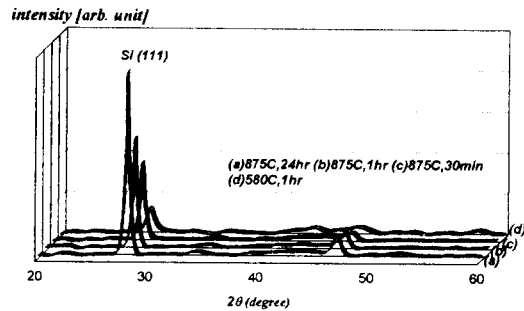


Fig. 2. XRD patterns of hard damaged CVD films on quartz with annealing conditions

증가에 따른 고품위 결정화특성을 보여 주고 있다. 또한 활성화에 대한 고품위 결정화 효과는 열처리 시간보다는 온도영향이 더 큰 것으로 관찰 되었다. 이는 고상결정화 열에너지를 선행 비정질 선행막의 활성화 정도에 따른 기계적 활성화에너지 변화 및 고상결정화 열에너지의 합으로 고려 할 때 설정 열처리 온도가 결정화 거동을 지배하는 것으로 판단한다. 따라서 고온(875°C) 환경에서는 활성화 효과로 단시간(30분) 열처리에도 결정화가 촉진 된 것으로 나타나고있다. 관찰 된 회절특성은 수소화 비정질 선행막의 활성화 효과에 의한 저온 및 급속 결정화 응용 가능성을

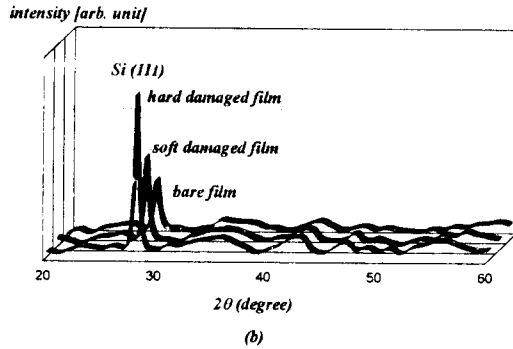
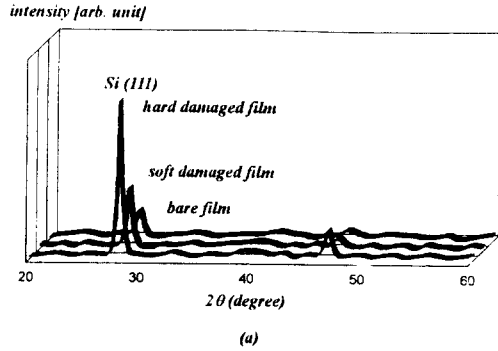


Fig. 3. XRD patterns of CVD films with degree of mechanical damages : (a) 875°C, 30min. (b) 580°C, 1hr

보여주고 있다. 다결정 실리콘의 전기적물성 향상을 위해 요구되는 낮은 결정결함 전위 및 조대결정립의 고품위 결정화에 대한 활성화 효과 또한 관찰된 것으로 사료 된다. 스퍼터링 비수소화막의 경우 활성화처리에 관계없이 화학기상증착 수소화 막에 비교하여 불안정 고상결정화 거동을 나타내었다. 이는, 결정화에 대한 증착방법에 따른 성막특성 및 수소화 영향을 보여 주는 것으로 스퍼터링 비수소화 선행막에 대한 기계적 활성화 고상결정화는 증착 다결정 성막에서 관찰된 것과 같은 불안정 결정구조 및 미세 결정립특성으로 나타났다. Hard damage 활성화 처리에도 불구하고 스퍼터링 박막 결정화는 고온(875°C), 장시간(24 시간)의 열처리 환경을 요구하는 것으로 관찰되었고, 저온(580°C) 열처리는 거의 비정질 회절 특성으로 분석되었다 (Fig. 4).

결정구조, 입계특성 및 결정화도에 대한 Raman 스펙트럼 분석에서 고온 열처리(875°C) 화학기상증착 수소화 hard damage 시료

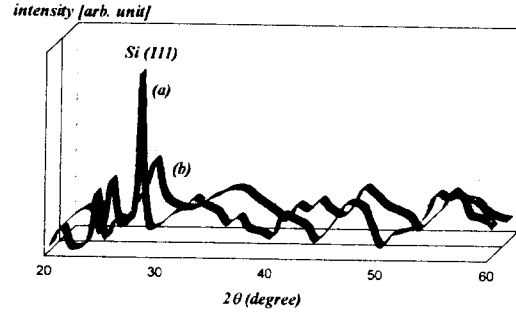
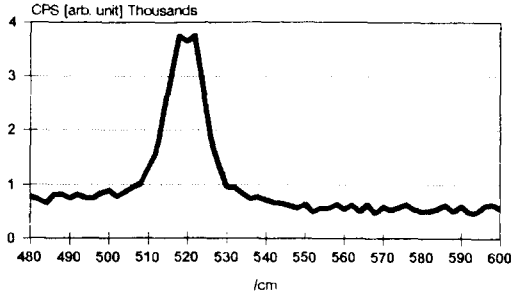


Fig. 4. XRD patterns of hard-damage sputtered films on quartz with annealing conditions : (a) 875, 24hrs (b) 580, 1hr

는 거의 단결정파장(520/cm)에 가까운 517-519/cm 범위에서 phonon Stokes 피크를 나타냈으며 (Fig. 5), 이는 결정화 막의 균일한 결정격자 상수특성 및 낮은 결정화 능력의 고품위 결정성을 보이는 것으로 생각된다. 또한, 관찰된 약 4.5/cm의 반치폭은 거의 완전 결정화특성을 보여주고 있으며, 결정화 피크의 높은 상대강도는 조대 결정립특성을 나타내고 있다. 저온(580°C) Raman 결정피크는 고온 열처리 환경보다는 불안정 결정화특성을 보이고 있으며 이는 X선 회절분석과도 일치하고 있다. Hard damage 활성화 시료 외의 화학기상증착 막 Raman 스펙트럼은 일반적으로 광폭(broad) 결정피크가 510-515/cm 파장범위에서 관찰되었으며, 이는 결정화막의 능력에 의한 결정피크 파장이동 및 상변태 상태의 불안정 결정화 혹은 비정질결정의 혼재 결정특성으로 생각 된다 (Fig. 6). 스퍼터링 비수소화 막의 경우는 X선 회절에서 나타난 바와 같이 활성화효과에 관계없이 저온열처리 경우 거의 비정질 Raman피크로 관찰되었고 (Fig. 7), 고온결정화도 불안정 비정질 혼재특성으로 분석되었다.

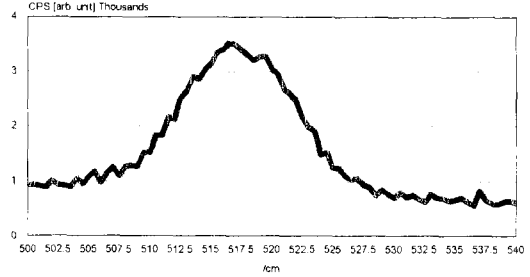
Fig. 8에 증착방법에 따른 수소화, 비수소화 비정질 선행박막 표면형상 및 hard damage 기계적 활성화처리에 의한 표면거칠기 변화 AFM 분석결과를 나타내었다. 선행박막 표면형상은 3차원 성장방식의 island 형성 성막특성을 보여 주고있으며, 화학기상증착의 경우도 2차원 성장의 평활성보다는 거친 표면구조를 나타내고있다. 기계적 활성화에 의한 향상된 평활 표면구조 변화는 blasting연마에 기

SPC Annealing (875°C 24 Hr)
Hard Damaged CVD Si on quartz



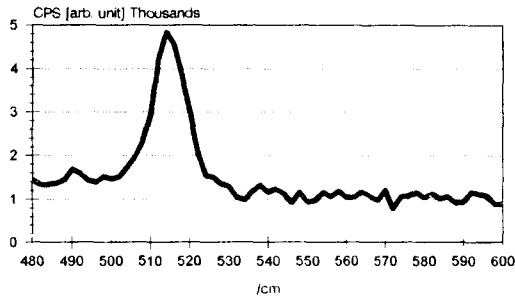
Raman Spectrum (crystallization peak at 519 /cm)

SPC Annealing (875°C 24 Hrs)
Bare CVD Si on quartz



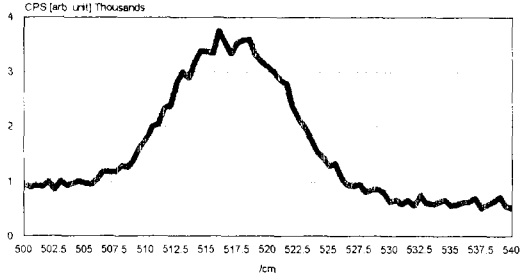
Raman Spectrum (crystallization peak at 517 /cm)

SPC Annealing (875°C 3 Hr)
Hard Damaged CVD Si on quartz



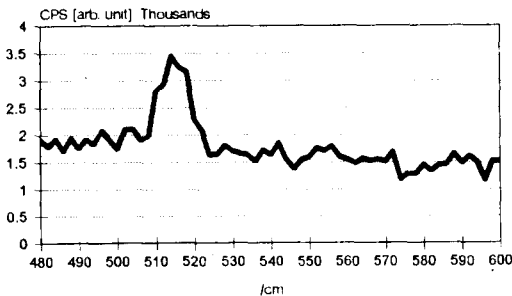
Raman Spectrum (crystallization peak at 517 /cm)

SPC Annealing (580°C 1Hr)
Soft Damaged CVD Si on quartz



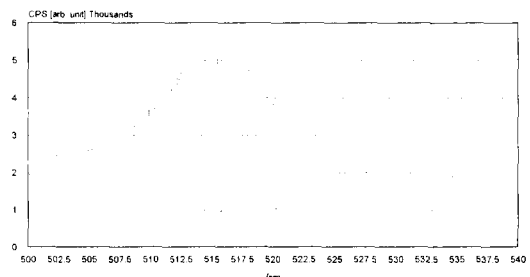
Raman Spectrum (crystallization peak at 517.5 /cm)

SPC Annealing (580°C 1 Hr)
Hard Damaged CVD Si on quartz



Raman Spectrum (crystallization peak at 517 /cm)

SPC Annealing (580°C 1Hr)
Bare CVD Si on quartz



Raman Spectrum (crystallization peak at 516 /cm)

Fig. 5. Raman spectrum characteristics of hard damage CVD films on quartz with annealing conditions

인 한 3차원 island 분해 효과인 것으로 판단된다. 그러나, 관찰시료의 표면거칠기정도는 전반적으로 높은 것으로 분석되었다.

4. 결 론

비정질 실리콘박막의 고온 단시간, 저온 고

Fig. 6. Raman spectrum characteristics of CVD films on quartz with degree of mechanical damage

상결정화에 대한 선행막의 증착기판, 기계적 활성화 결정에너지 변화, 증착방법에 따른 성막특성 및 수소화 영향을 고찰 하였다. Corning 시료 결정화 실험에서 기판성분(Ba, Al)의 막내 확산현상 및 저온(580°C) 열처리 환경에서 확산 임계시간(3시간)을 관찰 하였다. Corning 시료의 경우 장시간 열처리 시 확산

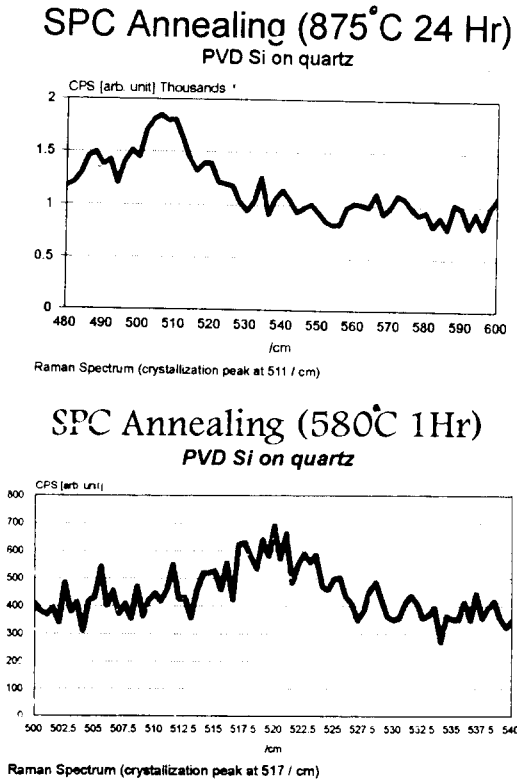


Fig. 7. Raman spectrum characteristics of hard-damage sputtered films on quartz with annealing conditions

에 의한 고품위 결정화 어려움과 hard damage 활성화에 의한 저온 단시간(1시간) 불안정 결정화특성을 관찰 할 수 있었다. 활성화 효과에 의한 corning 기판 용접 이하온도 결정화는 가능 하였으나, 구동소자 전기적 특성을 위한 실리콘 결정성은 개선실험이 요구되는 것으로 사료된다. 석영 화학기상증착 수소화 시료의 경우 활성화 효과로 조대 결정립 형성과 낮은 결정결함 전위의 안정적 결정성을 얻을수 있었다. 화학기상증착 막의 활성화 정도에 따른 저온(580°C) 결정화 및 고온(875°C) 단시간(30분) 결정화도 관찰 되었으나, hard damage 활성화 이외의 시료에서 저온, 급속 결정화는 Raman 분광분석에 나타난 것과 같이 실리콘원자의 불포화 결합특성으로 관찰 되었다. 그러나, 활성화 blasting에 응용된 입자크기 및 마이크로 Raman분석에 사용된 레이저빔의 직경(1 μ m)을 유추 성장결정립(2000-4000 Å)의 크기와 비교할 때 관찰된 Raman 분광의 broad 피크를 정확한 실리콘

다결정성 특성 보다는 결정화 정도로 해석 할 수 있다. 활성화 영향과 열처리 환경에 관계없이 관찰된 스퍼터링 비수소화 막의 비정질 혼재 결정화 및 미세결정립 특성은 고상결정화에 있어 비정질 선행막의 스퍼터링 성막 응용 및 비수소화 영향을 불완전 결정성특성으로 보여주었다. 특히, 고온 장시간(24시간) 결정화에서 관찰된 비정질 혼재 결정상은 고상결정화에 일반적인 스퍼터링 응용의 어려움을 보여주었다. 이는 수소분압 반응성 스퍼터링에 의한 선행막 활성화 및 증착조건에 따른 성막특성 영향 보완실험을 요구하는 것으로 판단한다. 본 실험에서 얻어진 기계적 활성화 효과에 의한 고품위 고상결정화 가능성은 화학기상증착 수소화막의 저온 및 단시간 다결정화 공정 응용이 기대되며, 보완 실험으로 이온주입 damage의 마이크로 활성화 효과에 대한 결정화 특성을 관찰하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 1993년도 산학협력연구과제(93-08-00-02-3) 연구비 지원으로 수행된 과제이며 이에 감사 드립니다.

참고 문헌

1. P.G. Le Comber, W.E. Spear, A.Ghaith, "Amorphous Silicon Field Effect Device and Possible Application", Electron Letters Vol. 15, pp. 179-181 (1979)
2. T. Yamashita, T. Matsumoto, Shimada, Y. Akebi, M. Kubo, K. Fujioka, "A Very Small Ploy-Si TFT-LCD for HDTV Projectors", SID '94 Digest, pp. 83-86 (1994)
3. M. Matsuo, T. Hashizume, S. Inoue, M. Miyasaka, S. Takenaka, H. Ohshima, "1.3-in. Full-Color VGA Poly-Si TFT-LCDs with Completely Integrated Drivers", SID '94 Digest, pp. 87-90 (1994)
4. J.I. Woo, H.J. Ihm, J. Jang, "Polycrystalline Silicon Thin Film Transistors Deposited at Low Substrate Temperature by Remote Plasma Chemical Vapor Deposition Using SiF4/H2", Appl. Phys. Lett. Vol. 65, pp. 1644-1646 (1994)

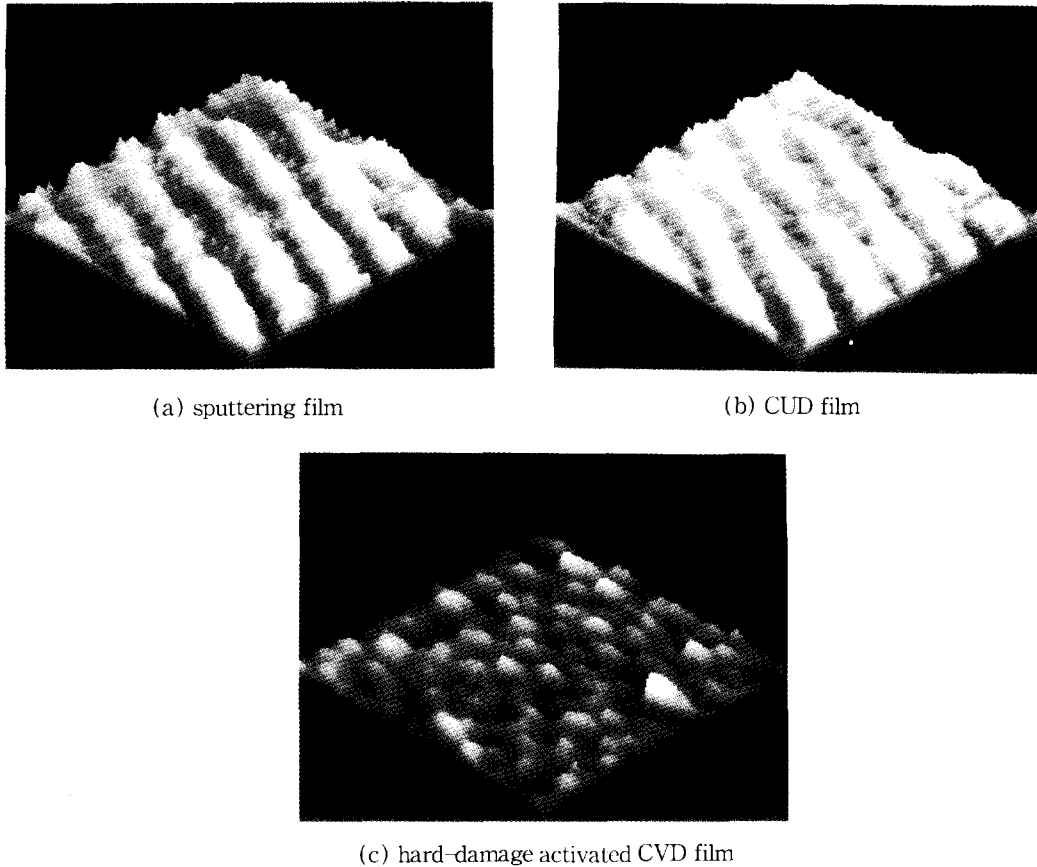


Fig. 8. AFM surface morphology images of as grown and mechanical damaged films on quartz : (a) sputtering film (b) CVD film (c) hard-damage activated CVD film

5. Y.H Kim, "Characteristics of Low-Temperature Polysilicon Thin Film Transistors", 한국재료학회지 Vol. 5, no. 2, pp. 203-207 (1995)
6. R. Tarao, H. Saito, S. Sawada, Y. Goto, "Advances in Liquid Crystals for TFT Displays", SID '94 Digest, pp. 233-236 (1994)
7. T.Y. Ma, M. Racanelli and D.W. Greve, "Characteristics of TFTs Fabricated from Polycrystalline UHV/CVD Si and Ge-Si Films", Electrochemical Society Fall Meeting, Oct., pp. 192-207 (1990)
8. T.Y Ma, K.C. Park, S.H. Kim, "Fabrication and Characteristics of Low Temperature Polycrystal Silicon Thin Film Transistors for Displays", 대한전자공학회논문지, Vol. 28, no. 2, pp. 67-72 (1991)
9. N. Ibaraki, "Future of Amorphous Si TFTs and Their Fabrication Technologies", Japan Display '92, pp. 205-208 (1992)
10. K. Nakazawa, K. Tanaka and N. Yamauchi, "Polycrystalline Silicon Film Formation at Low Temperature Using a Microcrystalline Silicon Film", Jpn J. Appl. Phys. Vol. 28, no. 4, pp. 569-572 (1989)
11. R. Kakkad, J. Smith, W.S. Lau, and S.J. Fonash, "Crystallized Si Films by Low-Temperature Rapid Thermal Annealing of Amorphous Silicon", J. Appl. Phys. Vol. 65, no. 5, pp. 2069-2072 (1989)
12. S.K. Joo and S.W. Lee, "Metal Induced Lateral Crystallization of Amorphous Silicon Films", 1st TFT LCD international

- workshop SNU, Jan., pp. 308-319 (1995)
13. D.G. Moon, J.N. Lee and B.T. Ahn, "A Study on Solid Phase Crystallization of Amorphous Silicon Thin Films Using Copper Susceptor", 한국재료학회 춘계 학술발표 논문집, pp. 122-127 (1995)
 14. D.K. Sohn, J.N. Lee and B.T. Ahn, "New Crystallization Process of LPCVD a-Si Films below 530°C Using Metal Adsorption Method", SSDM '95, Osaka, pp. 902-904 (1995)
 15. S. Takenaka, M. Kunii, H. Oka, H. Kurihara, "High Mobility Poly-Si Thin Film Transistors Using Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition", Jpn. J. Appl. Phys. Vol 29, no. 12, pp. 2380-2383 (1990)
 16. 이상도, 김형준, "고진공 화학증착법으로 증착된 비정질 실리콘 박막의 저온 고상 결정화에 관한 연구", 한국진공학회지 Vol. 4, no. 1, pp. 77-84 (1995)
 17. 이은구, 박진성, 이재갑, "저압 화학 기상 증착법으로 제작한 다결정 실리콘의 표면 형태 및 결정 성장", 한국재료학회지 Vol. 5, no. 2, pp. 197-202 (1995)
 18. 라사균, 김동원, "저압 화학 증착법으로 제조된 Hemispherical Poly Si 박막의 미세구조 및 전기적 성질", 한국진공학회지 Vol. 2, no. 1, pp. 99-108 (1993)
 19. 박상국, 김창식, 이강렬, "ECR 플라즈마 CVD를 이용한 TFT-LCD용 a-Si 박막의 증착 및 특성 분석", 한국재료학회 춘계 학술발표 논문집, pp. 124-129 (1995)
 20. T. Kamins, "Polycrystalline Silicon for Integrated Circuit Application", Kluwer Academic, Boston, pp. 157-159 (1988)
 21. Michael Hack, "Physics of amorphous and poly-Si TFTs for AMLCDS", 1st TFT LCD international workshop, RETCAM, SNU, Korea, pp. 147-156 (1995)