

다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 수소화 효과

(Hydrogenation Effect of Poly-Si Thin-Film Transistors)

김 진, 이진민, 김 영 호

수원대학교 전자재료공학과

1. 서론

다결정 실리콘 박막트랜지스터(Poly-Si TFTs)는 AMLCD(Active Matrix Liquid Crystal Display)의 구동소자와 SRAM에 실용화되면서 HDTV, 이미지센서, 프린터 헤드, VLSI 메모리 등 여러방면으로 그 연구가 접맥되고 있다. 이 다결정 실리콘 트랜지스터는 기존의 비정질 실리콘 박막 트랜지스터(Amorphous-Si TFTs)에 비해 높은 이동도(μ), 높은 전류(I_{on}), 낮은 문턱전압(V_{th})등 장점을 가지고 있어 pixel과 구동회로를 집적화하는 기술에 그 초점을 두고 있다. 반면에 다결정 박막트랜지스터는 활성층 다결정 실리콘의 결정경계에 존재하는 많은 트랩밀도 때문에 여러가지 문제점을 갖고있다. 특히 이 트랩들은 자유캐리어를 포획하여 결정경계에서 공핍영역과 전위장벽을 형성하게 되는데 이것이 다수캐리어의 이동을 방해하여 다결정 박막트랜지스터의 전기적 특성을 저하시킨다. 그래서 다결정 실리콘 박막이 갖고 있는 결정경계에 존재하는 트랩들의 영향을 감소시키는 공정이 필요하게 되었고, 그 공정중 수소화가 가장 효과적인 방법이라고 알려져 있다. 본 연구는 이러한 수소화에 대한 효과를 파악하고자 다결정 실리콘의 질(quality), 활성층 두께, 게이트 다결정 실리콘 두께 및 채널 dimension과 수소화 시간에 따른 실험을 하였다. 이로써 수소유입경로 또한 추측하

여 효과적인 수소화에 대해 연구하고자 한다.

2. 실험 방법

기판은 실리콘 웨이퍼 P-type (100) 방향을 사용하였다. Quartz의 효과를 내기위해 실리콘 웨이퍼위에 APCVD로 5000 Å의 SiO₂를 증착하고 활성층 두께에 의한 수소화 변화를 보고자 LPCVD 방법으로 560°C에서 비정질 실리콘 활성층의 두께 변화(500 Å, 1000 Å, 1500 Å)를 두었다. 다결정 실리콘의 질에 의한 수소화 변화를 보기 위해 비정질 실리콘 활성층을 저온공정과 고온공정으로 분리하여 열처리를 하였으며 저온공정은 600°C에서 고온공정은 950°C에서 고상 결정화하였다.

그리고 게이트 산화막은 APCVD 480°C에서 1000 Å을 형성한 후 수소유입경로 분석을 위해 게이트 다결정 실리콘을 1000 Å, 2500 Å으로 변화시켰다. 소스, 드레인 및 게이트 다결정 실리콘 영역의 이온주입은 자기정렬(self alignment)방법으로 30 KeV, $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 농도의 인(phosphorous)으로 도핑하고 활성화를위해 600°C 질소분위기에서 24 시간동안 열처리 하였다. 마지막으로 플라즈마 수소화는 시간에 따라 300°C, 500 mTorr에서 형성하였다. 소자의 측정은 HP4145B 반도체 분석장비로 행하여 V_G-I_D 전달 특성 곡선을 구하였으며 활성층의 트랩밀도 또한 이 특성곡선에서 구하였다.

3. 결과 및 고찰

저온에서 제작된 소자는 수소화 효과는 고온에서 제작된 소자보다 큰 영향을 받는 것으로 밝혀졌다(Fig. 1 and 2). 특히 수소화 시간이 길어질수록 그 효과는 나아졌는데 이는 저온에서 고상 결정화가된 활성층 다결정 실리콘이 고온에서 결정화된 실리콘 박막보다 더 많은 트랩밀도를 가지고 있음을 증명해 준다.

활성층 두께에 따른 수소화 효과는 두께가 얇을수록 소자의 특성이 빠르게 개선되었다. 전류특성으로부터 구한 트랩밀도의 분석결과 500 Å 일때 가장 큰 효과를 보임으로서 활성층 두께가 얇을수록 소자의 특성이 상당히 향상됨을 알 수 있었다.

채널 dimension에 따른 수소화 효과는 채널길이 변화가 채널폭 변화보다 수소화 효과가 뚜렷하게 보였는데, 채널길이가 짧아질수록 효과는 더 커짐을 알 수 있다.

게이트를 통한 수소유입 경로를 분석하기 위해 게이트 다결정 실리콘을 변화시킨 결과는 특성변화 폭에는 차이가 나지 않았다.

실험 분석결과 다결정 실리콘 박막 트랜지스터 성능에 대한 수소화 효과는 활성층 다결정 실리콘 막 질, 활성층 두께 및 채널 길이에 크게 의존하는 것으로 나타났으나 게이트 다결정 실리콘 두께와 채널폭에는 변화가 없는 것으로 밝혀졌다.

4. 참고 문헌

1. Z.Yudasaka and H.Ohshima, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, Vol.182, pp.333, 1990.
2. M. K. Hatalis and D. W. Greve, *J. Appl. Phys.* 63(7), 1988.
3. Birendra Bahadur, "LIQUID CRYSTAL", Vol 1, pp.410-420, 1990.
4. T.Sunuta *et al.*, *SID Digest.*, pp.293, 1986.
5. J.Werner and M.Peisi, "Exponential Bond Tails in Polycrystalline Semiconductor Films" *Phys. Rev. B.* Vol31 no 10. pp.6881~6883. 1985.
6. T.I. Kamins and P.J.Narcox. *IEEE Electron Device Letters*, Vol1, pp.159, 1980.

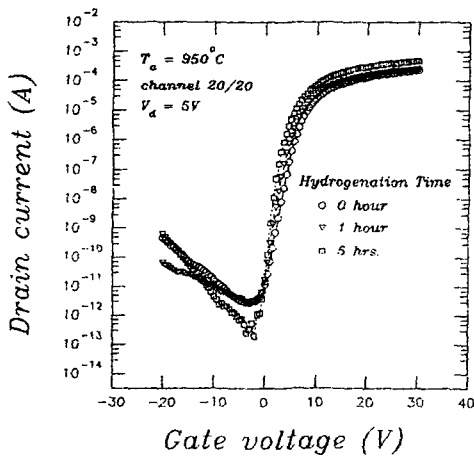


Fig. 1 Voltage shifts in the subthreshold curves due to up/down swings of the gate voltage for the hydrogenation. ($T_d=550^\circ\text{C}$, $T_a=600^\circ\text{C}$)

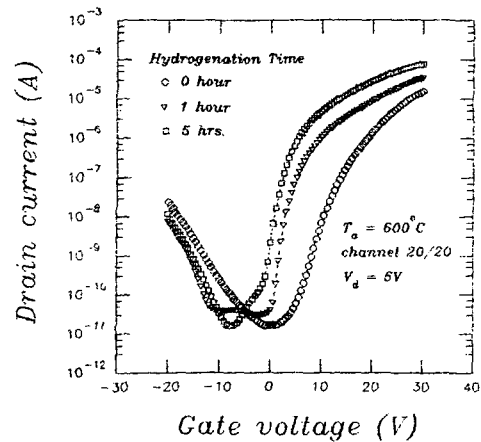


Fig. 2 Voltage shifts in the subthreshold curves due to up/down swings of the gate voltage for the hydrogenation. ($T_d=550^\circ\text{C}$, $T_a=600^\circ\text{C}$)