

핵생성 계면 제어에 의한 LPCVD 비정질 실리콘 박막의 고상 결정화 거동
(Behavior of Solid Phase Crystallization of LPCVD Amorphous
Silicon Films by Nucleation-Interface-Control)

홍익대학교 금속·재료공학과 황의훈, 노재상

액정표시소자(LCD)용 다결정 실리콘 박막 트랜지스터(Poly-TFT's)제조에 사용되는 실리콘 박막의 결정립 크기를 조대화 하려는 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 이를 위하여 핵생성을 억제하고 입자성장을 상대적으로 증진시키는 공정조건이 필요하다. 따라서 본 실험에서는 자기 이온주입된 비정질 실리콘 박막의 고상결정화를 통하여 핵생성의 기구와 그에 따른 핵생성 제어 효과를 조사하였다. 또한 불균일 핵생성계면을 효과적으로 차단한 다층실리콘 박막을 제조하였다.

실험에 사용된 저압화학증착기는 lamp heating에 의한 cold wall system으로 2×10^{-7} Torr의 초기진공도를 나타낸다. 다층 비정질 실리콘 박막은 반응기 내에서 연속적으로 증착되었다. Si_2H_6 를 사용하여 480°C , 0.35Torr 의 증착조건에서 1000\AA 증착된 비정질 실리콘 박막에 $30 \sim 120$ keV Si^+ , 조사량 : $5 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 의 조건으로 자기 이온주입을 실시하였다. 자기이온주입된 비정질 실리콘 박막과 다층비정질 실리콘박막은 600°C 에서 관상으로 열처리하였고 이온주입되지 않은 1000\AA 의 비정질 실리콘 박막과 비교되었다. 또한 이들 비정질 실리콘 박막의 결정구조 및 열처리에 의한 결정화 거동을 분석하기 위하여 XRD를 사용하였고 결정립의 절대크기분석 및 결정화상태 분석을 위하여 TEM관찰을 실시하였다. 이온주입조건 설정 및 관찰된 결과들의 해석을 위하여 Monte-Carlo Technique을 사용한 TRIM-code simulation이 수행되었다.

기존의 보고된 이온주입 실험은 박막의 중심부 및 또는 박막-모재(a-Si/SiO₂)계면에 최대 손상층이 만들어지도록 주입에너지를 설정하였다. 그러나 두가지 경우 모두 박막-모재계면에 상당한 원자혼합(recoiled oxygen)을 일으키게 되므로 비정질 실리콘 박막의 고상결정화에 미치는 이온주입효과에 주된 요인이 박막내부에 유발되는 damage에 의한 효과인지 아니면 박막-모재계면에서의 원자혼합에 의한 효과인지를 분리하기가 어렵다. 따라서 본 실험에서는 박막-모재계면에서의 원자혼합을 최소화하며 효과적으로 박막내부에 damage를 줄수 있는 30 keV의 에너지로부터, 그와 상응한 damage를 유발시키면서도 박막-모재계면에 최대한의 원자혼합을 일으킬 수 있는 100 keV까지 광범위하게 주입에너지를 변화시키었다. 30 keV 및 100 keV 자기이온주입시 비정질 박막내부의 손상층의 농도는 비슷하나 후 열처리시 100 keV 자기 이온주입시에만 잠복기의 많은 증가가 관찰되었다. 이는 손상층의 영역이 a-Si/SiO₂ 계면에 분포하여 많은 oxygen이 실리콘 박막 내부로 recoil 되었기 때문으로 생각되어진다. 이와같은 분석은 TRIM-code simulation을 통하여 확인할 수 있었다. 반면 30 keV 자기이온주입시에는 잠복기의 증가가 관찰되지 않았다. 이는 손상층의 영역이 표면에서 약 800Å 정도까지 분포하여 핵생성의 preferable site인 계면에 영향을 주지 않는 사실에 기인한다고 판단된다. 100 keV 자기 이온주입시 효과적으로 핵생성을 억제하여 조대한 결정립을 얻을 수 있었다. 이와같은 결과를 토대로 불균일 핵생성계면을 효과적으로 차단한 다층실리콘 박막을 제조한후 고상결정화 처리한 결과 결정립 크기의 현저한 증가를 관찰할 수 있었다.