

매몰층에 따른 Poly-Si의 재질 평가에 관한 연구
(The Study on material quality of poly-Si for Buried Layers)
서울시립대학교 전자공학과 백승호, 박재홍, 김형동, 정종원, 홍순관, 김철주

1. 서론

집적회로 공정기술에서 게이트와 배선재료로 사용되고 있는 poly-Si은 고품질을 요구하며[1], 그 응용범위도 확대되어 박막 트랜지스터의 활성영역이나 미세기계구조체의 구조 재료로 널리 사용되고 있다 [2]. Poly-Si의 재질을 결정하는 요소로는 결정 구조, 응력, 결정립 크기등이 있다[3]. Poly-Si은 반도체 공정에서 열산화막이나 CVD-산화막 같은 매몰층 위에 증착되는데 이때 poly-Si의 특성은 매몰층의 영향을 받게 된다. 본 연구에서는 매몰층에 따른 poly-Si의 재질의 변화를 X선 회절실험과 Raman 산란실험을 통해 관찰하였다.

2. 실험방법

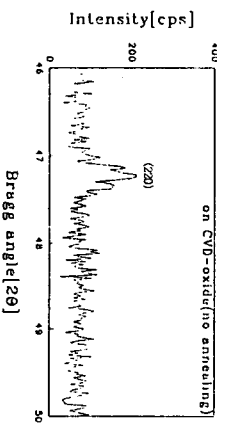
그림 1은 본 연구에서 사용한 시료의 단면이다. 기판은 P형 (100) Si을 사용하였다. 본 연구에서는 4 종류의 매몰층 재료를 준비하였다. 그림 1(a)는 poly-Si/CVD-oxide (b)는 poly-Si/PSG (c)는 poly-Si/poly-oxide (d)는 poly-Si/thermal oxide의 구조이다. CVD-oxide는 $\text{SiH}_4 + \text{O}_2$ 를 PSG는 $\text{PH}_3 + \text{SiH}_4 + \text{O}_2$ 혼합가스를 이용하여 375°C에서 4000Å을 증착시켰고, poly-oxide는 다결정 실리콘을 1300 Å 증착시킨 후, 이를 전기로에서 열산화시켜 3000Å의 poly-oxide를 얻었다. thermal oxide는 1000°C의 전기로에서 1000Å 두께로 성장시켰다. Poly-Si은 LPCVD로 300mtorr, 625°C에서 각각의 매몰층 위에 SiH_4 을 열분해 하여 3000Å씩 증착시켰다. 제작된 시료의 어닐링은 1000°C, 질소 분위기에서 30분간 행하였다. Poly-Si의 결정성과 응력 특성을 관찰하기 위해 X선 회절실험과 Raman 분광실험을 하였다. 이를 통해 poly-Si의 결정성 및 변형률과 응력을 산출하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 각 시료에서 측정된 XRD 결과이다. 측정된 모든 시료에서는 (220) peak가 관찰되었다. 어닐링 전과 후에 있어서 시료 (c)의 회절강도가 시료 (a), (b), (d)보다 더 크고 (220) peak의 폭도 시료 (c)가 가장 좁았다. 이것은 poly-oxide 위에 증착된 poly-Si이 다른 조건의 시료에 비해 상대적으로 (220) 방위가 많이 형성되고, 결정성이 증진됨을 보여준다. 또한 모든 시료들의 어닐링 후에 (220) peak의 갈라짐(split)이 감소하는데, 이는 어닐링에 의해 구조의 변형이 일부분 완화됨을 보여준다. 그림 3은 각 시료의 (220) 방위에 대한 격자 변형률을 나타낸다. 그림에서 시료 (c)의 격자 변형률이 다른 시료들에 비하여 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 그림 4는 각 시료의 응력을 나타낸 것으로 모든 시료들은 인장 응력을 갖고 있다. 그림 5는 Raman 분광기를 이용하여 각 시료에서 측정된 scattering 결과이다. 어닐링 전에는 520cm^{-1} 에서 넓은 peak가 관찰되고, 어닐링 후에는 대체적으로 모든 peak들의 폭이 좁아지며 강도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 시료 (c)의 경우가 단결정 실리콘의 특성에 가장 접근하여 강도가 높고 peak의 폭도 좁아 결정성이 증진됨을 보여준다.

Poly-Si 300nm
CVD-oxide 400nm
Substrate

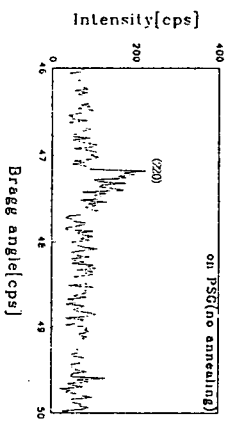
(a)



(a)

Poly-Si 300nm
PSG 400nm
Substrate

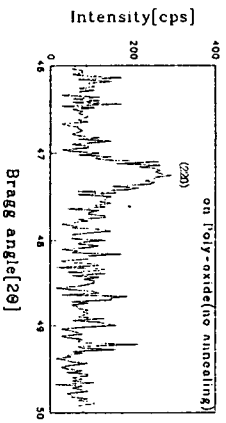
(b)



(b)

Poly-Si 300nm
Poly-oxide 300nm
CVD-oxide 100nm
Substrate

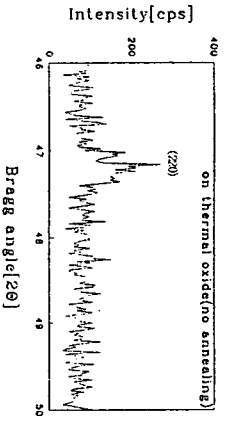
(c)



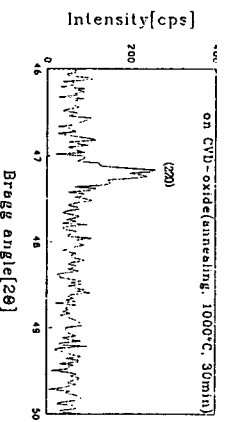
(c)

Poly-Si 300nm
thermal oxide 100nm
Substrate

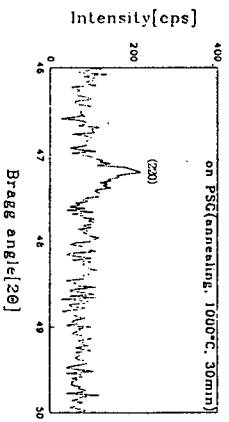
(d)



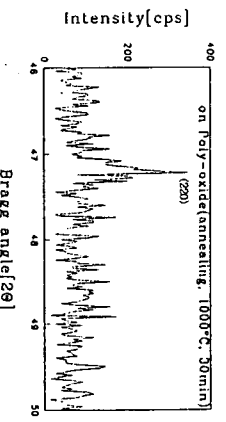
(d)



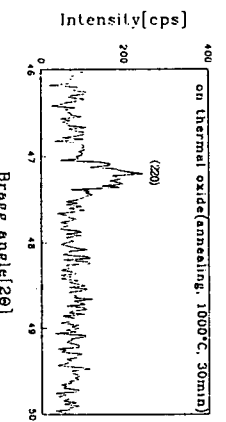
(a)



(b)



(c)



(d)

이닐링 전

이닐링 후

그림 1. 시료의 단면도

그림 2. XRD 결과

그림 3. 시료의 격자 변형률

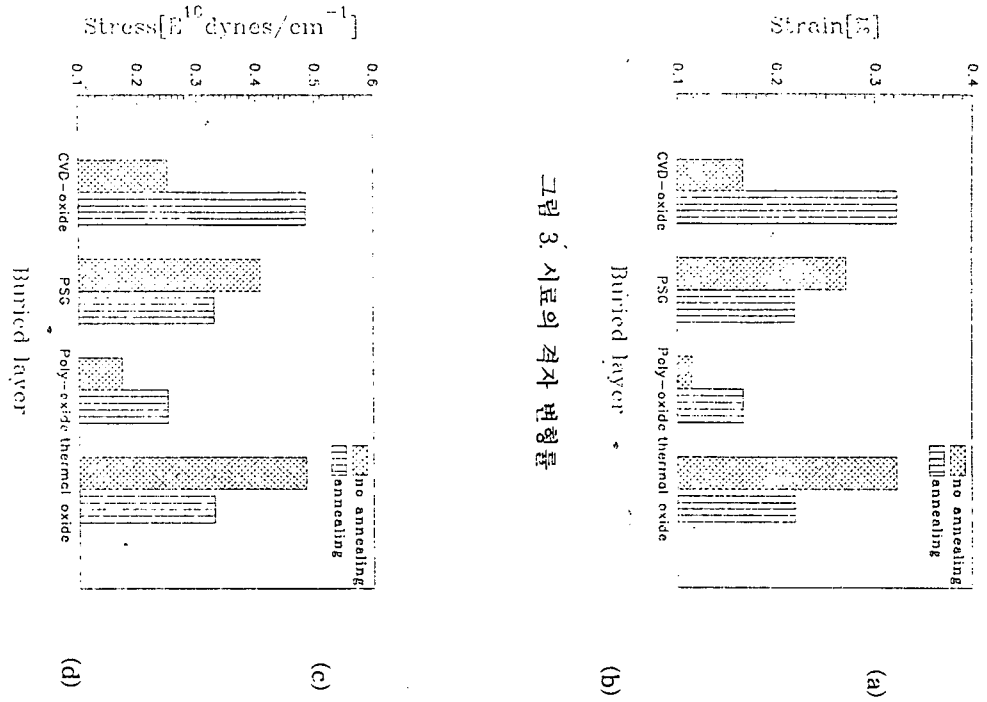


그림 4. 시료의 응력

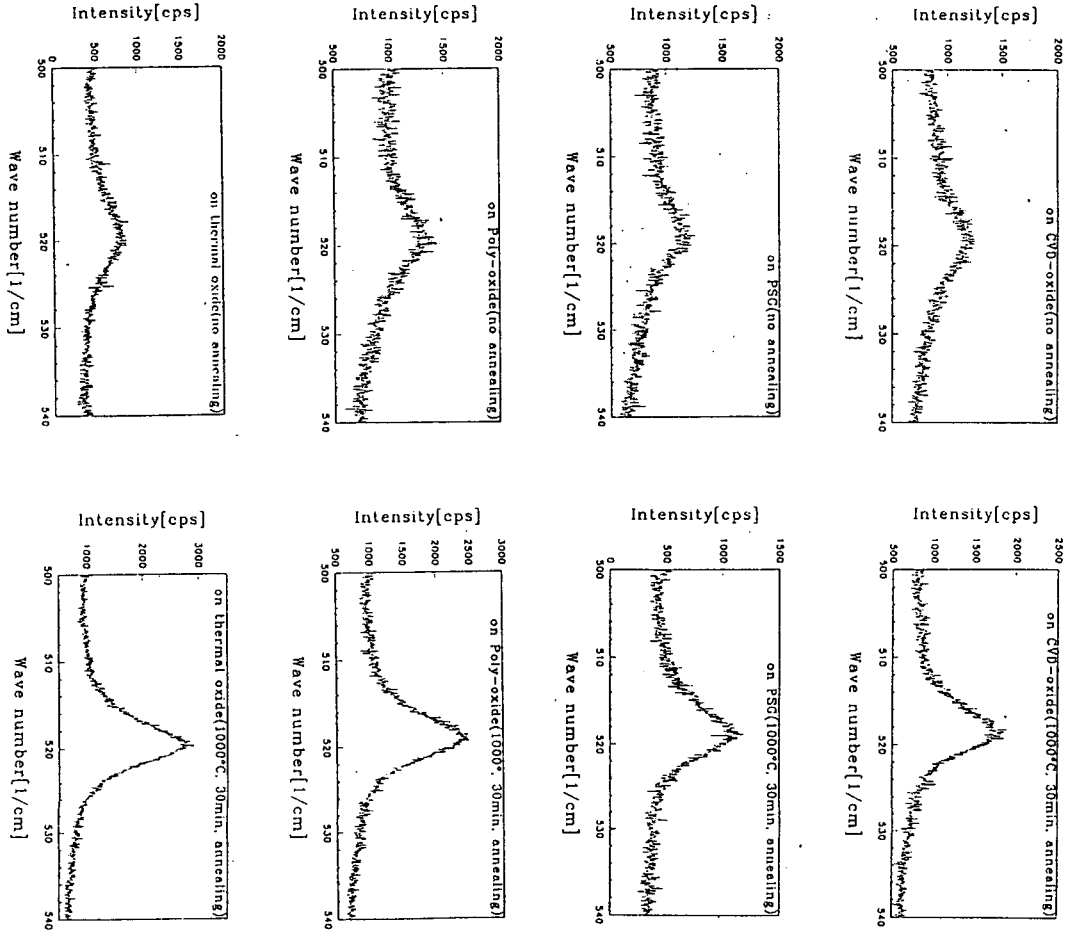


그림 5. Raman scattering 결과

이전 링 선

이전 링 후

4. 결론

X선 회절실험 결과 모든 시료는 (220) 방위를 가지고 있으며, poly-oxide 위에 증착된 poly-Si이 다른 시료들에 비해 상대적으로 변형률과 응력에 있어서 우수하였다. 또한 poly-oxide 위에 증착된 poly-Si이 Raman 분광실험 결과 peak의 강도와 폭이 가장 단결정 실리콘의 성질에 가까운 특성을 나타내었다. 이상의 결과로 부터 poly-Si의 특성이 매몰층에 의존함을 확인하였다. 또한, 본 연구결과와 응용으로 미세가공기술에서 사용되는 회생층의 재료로서 poly-oxide의 사용이 기대된다.

참고문헌

- [1] G. Harbeke et al., RCA Review, Vol. 44, June pp. 287-312, 1983.
- [2] M. Mehregany, et al., IEEE Trans. on Electron Dev., Vol. 35, No. 6, pp. 719-723, 1988.
- [3] J. Adamczewska and T. Budzynski, Thin Solid Films, 113, pp. 271-285, 1984.