

MEMS 응용을 위한 SOG 막의 특성 평가

* 김형동*, 이성준*, 백승호**, 김철주*

* 서울시립대학교 전자공학과, ** 만도기계 중앙연구소 연구 1 실

An Estimation on Characteristics of SOG Film for MEMS Application

* Hyoung-Dong Kim*, Seong-Jun Lee*, Seung-Ho Pack**, Chul-Ju Kim*

*Dept. of Electronic Engineering, Seoul City University, **Mando Machinery Co. R&D Center Group 1 Engneer

Abstract

In this study, we experimented the properties of SOG film as sacrificial layers in surface micromachining and made SiO₂ films through spin, bake, cure process. When we coated SOG films once, SOG film thickness is 2000 ~ 3000 Å. Then we coated 2000-Å SOG film on 9000 Å-CVD oxide and then we fabricated test structure; cantilever and ring/beam structure. We estimated deformed structure by SEM. As the results, The deformation of the structure layer in the SOG-coated sacrificial layers is small compared with that of the structure layer on CVD oxide or PSG. In the future, we use multi coated SOG films, SOG film become adequate material as sacrificial layer.

1. 서론

표면미세가공기술(Surface micromachining)에서는 희생층과 구조층이 사용되고 있으며^[1], 희생층에는 식각이 용이한 LTO(Low Temperature Oxide)나 PSG 등이 사용되고 있다^[2]. SOG(Spin-On Glass)는 평탄성(planarization)이 좋고 공정이 용이하기 때문에 반도체 공정에서 자주 사용되는 물질이다^[3]. 본 연구에서는 표면미세가공기술에서 희생층으로 사용되는 산화막 대신에 이것과 굴절률이 비슷한 SOG를 희생층으로 사용하는 것이 적합한지를 알아보기 위하여 SOG 막의 여러 가지 특성들을 조사하고 기존에 사용하던 산화막들과 비교, 평가해 보고자 한다.

2. 실험방법

여러종류의 SOG 중에서 본 실험에서는 AlliedSignal Accuglass 211 SOG를 사용하였다. 이것을 표면미세가공기술에서 산화막 대신에 사용하기 위해서는 두께가 1µm 이상으로 두꺼워야 하므로 SOG가 가지고 있는 점도를 변화시켜서 그

에 따른 두께 변화를 알아보기 위해서 SOG의 혼합물질인 아세톤(CH₃COCH₃)과 이소프로판올((CH₃)₂CHOH)을 섞어 P형 실리콘 기판위에 coating 할 때 spin 과정은 350rpm으로 5초 동안 dispense 하고 2000rpm으로 20초 동안 수행하였다. 그 후에 Hot plate 상에서 bake를 80℃, 150℃, 250℃로 각 1분 동안 수행하고 Cure는 RTP 상에서 질소분위기로 425℃에서 1시간 동안 수행하였다. 또한 211 SOG만을 사용해서 SOG의 특성을 알아보는 실험에서는 spin 속도를 1000rpm에서 5000rpm까지 변화시켰고 cure 온도는 300℃에서 1000℃까지 변화시켰다. 각각에 해당하는 bake 온도와 cure 시간은 위에서와 같은 조건으로 행하였다. SOG 막의 두께는 Ellipsometer로 측정하였으며 식각률은 BOE로 식각하여 구하였다. 그리고 기존의 희생층 산화막인 CVD 산화막이나 PSG 위에 SOG를 2000 Å으로 코팅한 이중산화막을 희생층으로 사용하여 시험 구조체인 캔틸레버, 링/빔 구조체를 제작하였다. 기존의 희생층 산화막과 SOG를 코팅한 이중산화막의 표면거칠기는 AFM으로 관찰하였다. 구조체 평가는 전자현미경으로 관찰하였다. 또한 SOG를 다중 코팅하여 두께를 증가시켜 앞으로 SOG막이 희생층으로 산화막으로 사용될 수 있는지를 알아보았다.

3. 실험결과 및 고찰

SOG에 아세톤과 이소프로판올을 섞었을 때는 혼합비율이 증가함에 따라 SOG 막의 두께가 감소하는 것을 알 수 있다(그림 1). 결과적으로 이것은 두 가지 용액들이 SOG의 점성을 감소시키는 것으로 추측할 수 있다. 결국 SOG에 다른 용액을 혼합하는 것은 두께가 감소되기 때문에 표면미세가공 기술에서 사용하는 것은 적합하지 않다는 것을 알 수 있었다. Spin 속도와 cure 온도에 따른 막의 두께는 spin 속도와 cure 온도가 증가할수록 막의 두께는 감소하였다(그림 2). 1000rpm에서 코팅한 시료들은 cure 온도가 500℃ 이상에서는 막의 쪼개짐이 발생하기 시작했다. 그림 2의 결과에서 cure 온도에 따른 막수축률은 다음과 같이 나타났다(그림 3). BOE로 식각했을 때 각각의 식각률은 그림 4와 같이 나타났다. Cure 온

도가 증가할수록 식각률이 감소한 것을 알 수가 있다. SOG 의 식각률은 LTO 나 PSG 처럼 빠른 식각률을 가짐을 알 수가 있다.

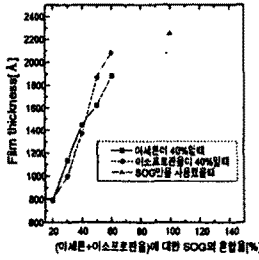


그림 1. (아세펜+이소프로판올)에 대한 SOG 의 혼합율

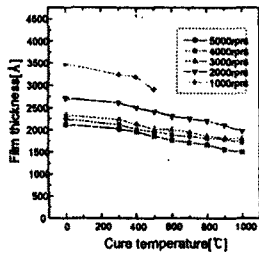


그림 2. Spin 속도와 cure 온도에 따른 막 두께

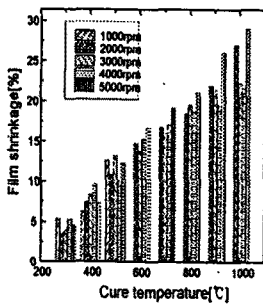


그림 3. Spin 속도와 cure 온도에 따른 막 수축률

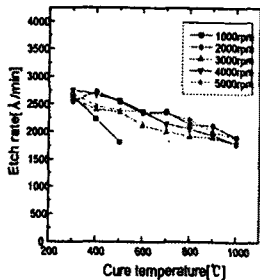


그림 4. Spin 속도와 cure 온도에 따른 식각률

앞서 행한 SOG 막의 특성들을 가지고 기존의 산화막인 CVD 산화막과 PSG 위에 다결정 산화막을 성장시킨 이중산화막과 2000 Å를 코팅시킨 회생층 산화막의 표면 거칠기는 다음과 같다[그림 5]. 기존의 회생층 산화막을 SOG가 평탄화시킨 그림은 그림 5(d)와 같다. 각각의 회생층을 가지고 시험구조체인 캔틸레버, 링/빔 구조체를 구조체를 제작한 결과는 다음 그림 6과 같이 나타났다.

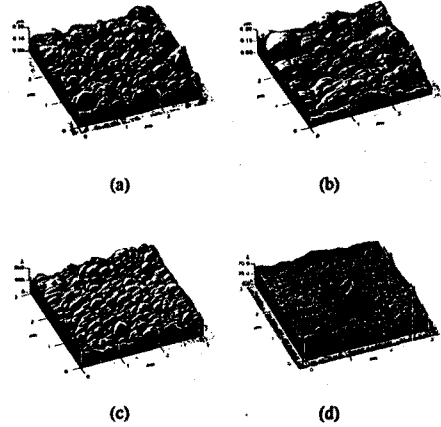
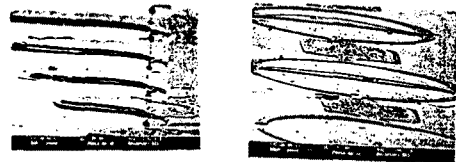


그림 5. 각 회생층의 표면 거칠기

그림 5에서 CVD 산화막과 PSG가 표면거칠기가 심했고 다결정 산화막을 사용한 이중산화막은 표면거칠기가 좀 작았으며 SOG를 코팅한 이중산화막이 가장 표면거칠기가 적음을 나타내 주었다.



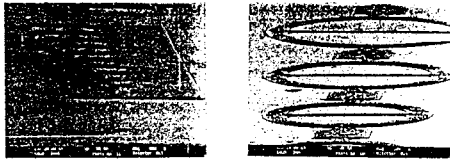
(a) CVD 산화막을 회생층으로 사용한 경우



(b) PSG를 회생층으로 사용한 경우



(c) 다결정 산화막을 사용한 이중산화막이 회생층인 경우



(d) SOG 층 코팅한 이산화규소가 회생층인 경우

그림 6. 각 회생층에 따른 시험구조체

모든 구조가 인장응력이 발생하여 빔이 위로 구부러지는 모습을 나타내 주고 있고 SOG를 2000 Å을 코팅시킨 산화막의 두께가 2 μm일때의 시험구조체는 그림 7과 같다. 그림 7에서는 그림 6과는 반대로 잔류응력이 압축응력으로 발생하여 빔이 위로 구부러지고 빔이 아래로 휜 모습을 나타내 주고 있다.

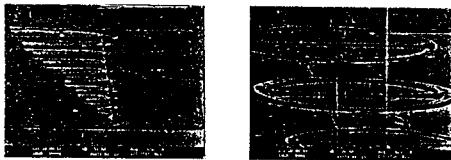


그림 7. SOG 막이 코팅된 이산화규소의 두께가 2 μm일때

본 연구에서 사용한 SOG는 한 번 코팅 하였을 때 미세 가공기술에서 필요한 산화막 두께인 1 μm이상의 두께는 나오지 않았기 때문에 이것을 산화막 대신 쓰기 위해서는 다중코팅이 수행되어야 할 것이다. 그래서 다중코팅 했을때의 스핀 속도에 대한 막의 두께는 그림 8과 같다.

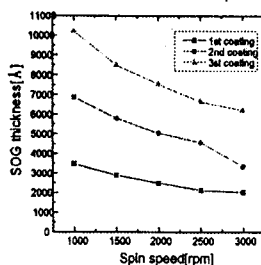


그림 8. 다중 코팅된 spin 속도에 따른 SOG의 막두께

3차코팅 부터는 회생층의 두께가 1 μm정도 나타났다. 이상의 결과들을 통해서 SOG는 표면미세가공기술에서 쓰이는 기존의 산화막인 LTO 나 PSG 처럼 식각률이 좋은 것으로 나타났다. 때문에 산화막 대신에 사용이 가능할 것으로 여겨진다. SOG가 본래 가지고 있는 장점인 막의 평탄화 작용때문

에 만약 SOG가 산화막 대신 사용되면 위에 있는 구조물에 미치는 기계적인 영향들도 줄일 수 있을 것이라 기대된다.

4. 결론

기존의 회생층 산화막인 LTO 나 PSG 등에 비해 SOG도 빠른 식각률을 나타내고 있었으며, 막의 평탄화 작용으로 그 위에 증착되는 다결정 실리콘의 응력을 상대적으로 줄일 수가 있었다. SOG는 한 번에 2000 ~ 3000 Å 정도 증착되기 때문에 crack이 없이 두께를 1 μm정도 다중 코팅 시킨다면 앞으로 표면미세가공기술에서 SOG가 회생층으로 사용함이 좋을 듯 싶다.

5. 참고문헌

- [1] R. T. Howe and R. S. Muller, "Polycrystalline Silicon Mechanical Beams", J. Electrochem. Soc., Vol 130, No 6, pp 1420-1423, pp. 1420-1423(1983)
- [2] Y. Wang, L. Liu, X. Zheng and Z. Li, "A Novel Pressure Sensor Structure for Integrated Sensors", Proc. of the 5th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, pp. 62-64(1989)
- [3] S. Ramaswami, A. Nagy, "Polysilicon Planarization Using Spin-On Glass", J. Electrochem. Soc., Vol. 139, No. 2, pp. 591(1992)