

Negative photosensitive glass process에 의한 high aspect ratio 마이크로 구조물의 제조

조수제 류병길
LG전자 디스플레이 연구소

The fabrication of high aspect ratio microstructures by negative photosensitive glass process

Soo-Je Cho Byung-gil Ryu

Abstract - 유리 및 세라믹 미세구조물은 열적, 화학적, 기계적특성이 우수하며 이 제조방법으로 대표적인 것이 그라스의 노광, 열처리에 의한 노광부를 선택적으로 에칭시켜 구조물을 형성시키는 감광성그라스 공정이 다. 그러나 공정조건을 변화시키에 따라 기존과는 정반대로 비노광부를 선택적으로 에칭시키는 것이 가능하였으며 본 방식에 의해서 더욱 정밀한 미세구조물을 형성할 수 있음을 확인하였다.

으로 결정화온도에서 유지를 시키면 이 금속을 핵생성사이트로 하여 Li_2O SiO_2 의 결정상이 석출되게 되어 이것을 불산수용액에서 에칭을 시키면 노광부만 선택적으로 에칭하는 것이 가능하다. 노광 열처리 후의 에칭실험 결과 노광부를 58um에칭시킬 때 비노광부는 2.3um에칭되어 23정도의 etching selectivity를 지니며 보고된 것과 비슷한 etching selectivity를 지녔다.

1. 서 론

마이크로 전자기계 시스템(MEMS)용의 3차원적인 구조물의 제조방법으로는 LIGA, Si anisotropic etching, thick photoresist(PR)을 이용한 방식이 있으며 이들 방식과 전기도금 또는 마이크로몰딩의 방식을 병합하여 주로 금속이나 폴리머, 실리콘의 구조물들이 제조되고 있다. 반면에 우수한 열적, 화학적 안정성 및 기계적특성을 지니는 유리 및 세라믹구조물은 마이크로 몰딩이나 감광성그라스에 의해 주로 연구되어 지고 있다. 감광성그라스¹는 포토마스크를 통하여 자외선을 조사시킨 후 열처리시키면 자외선을 받은 부분만 결정화가 되며 이 때 결정화부위와 결정화되지 않고 아몰퍼스상태를 유지하는 비노광부와와 etching selectivity를 이용 노광부를 선택적으로 에칭시켜 구조물을 형성하는 것으로 쉽게 구조물을 형성가능함에 반해 노광부와 비노광부의 etching selectivity가 15 - 25 정도에 불과하여 정밀한 구조물의 제조에는 제약이 많았다.² 여기서는 노광부뿐만 아니라 비노광부의 조직까지 함께 변화시켜 비노광부를 선택적으로 에칭가능함을 확인하였으며 이 방식에 의해 기존에 비해 보다 정밀한 구조물을 형성하는 것이 가능하였다.

2. 본 론

사용된 감광성그라스는 SiO_2 , K_2O , Al_2O_3 , Li_2O 등 CeO , AgO 등의 조성으로 이루어진 것을 이용하였다. 노광기는 포토리소그라피용의 노광기에서 자외선필터를 제거하고 전파장의 평행광을 발생되게 하여 사용하였으며 램프는 300w의 수은 등을 이용하였다. 노광된 샘플의 열처리는 칸탈발열체를 이용한 box furnace를 이용하였으며 대류 및 기타 오염의 영향을 억제시키기 위해 alumina box내에 넣고 열처리하였다. 구조물의 에칭은 불산수용액($H_2O:HF=10:1$)에 넣어 정지된 액상에서 실시하였다.

2.1 Conventional photosensitive glass process에 의한 구조물의 에칭특성

기존의 감광성그라스공정은 Fig.1과 같이 유리기판 상에 포토마스크를 설치하고 평행광(자외선)을 조사시켜 노광부내의 glass성분 중 Ce^{3+} 로 부터 photoelectron을 방출시킨다. 이 방출전자는 열처리과정에서 Ag ion과 결합하여 Ag원자로 석출되고 석출된 Ag원자는 서로 응집하여 응집체를 형성한다. 이 응집체를 중심

2.2 Negative photosensitive glass process

일반적으로 감광성그라스의 비노광부는 결정화온도에서의 열처리 후에도 아몰퍼스상태를 유지한다고 보고되고 있으나¹ 저자는 노광 및 열처리조건에 변화에 의해 비노광부의 조직을 변화시킬 수 있으며 이를 이용 비노광부를 선택적으로 에칭시킬 수 있음을 발견하였다.³ 주사전자현미경(SEM) 및 X선 회절(XRD)에 의한 분석 결과 비노광부에는 Li_2O SiO_2 의 결정상이 석출된 것을 확인하였으며 노광부에서는 투과전자현미경(TEM) 분석 결과 amorphous상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었다. 이것의 에칭실험을 통하여 비노광부를 65um 에칭시킬 때 노광부는 거의 에칭되지 않음을 확인하였다. 즉 Fig.2와 같이 기존과는 반대로 비노광부가 에칭되는 특성을 나타낸다. 정지된 액속에서의 에칭에 의한 구조물의 형성결과 정지된 액속에서도 60이상의 etching selectivity를 지니는 구조물(Fig. 3 참조)을 형성할 수 있음을 확인하였다.

2.3 1mm, 2mm높이를 지니는 마이크로구조물의 제조

Fig. 3에 제조된 구조물의 주사전자 현미경 사진을 나타내었으며, 특히 micro discharge를 이용한 PDP에서는 효율이 다른 디스플레이에 비해 낮다는 문제점을 지니고 있으며 이의 고효율화를 위해 보다 높은 높이의 격벽이 요구되고 있어 이와 같은 micro discharge test를 위해 1mm높이, 격벽폭이 100um이하인 격자상의 구조물 및 honey comb구조의 구조물을 정지된 액속에서 에칭하여 제조하였다. 구조물의 면적은 8cm X 8cm 로 재현성있게 제조되었으며 이를 glass paste를 이용하여 다른 sodalime glass에 용이하게 접합가능함을 확인하였다. 또한 마이크로 채널이나 마이크로 홀을 1mm깊이로 형성가능함을 확인하였으며 2mm 높이의 격자상 구조물 및 honey comb구조물의 형성이 가능함을 확인하였다. Table1 에는 실험결과를 토대로 기존의 공정²과의 비교를 하였으며 본 방식에 의해서 훨씬 정밀한 구조물의 형성이 가능함을 나타내었다.

3 결론

기존과는 반대로 노광 및 열처리 후 비노광부를 선택적으로 에칭시켜 구조물을 형성시키는 것이 가능하였으며 이 방식에 의해 기존에 비해 보다 정밀한 1mm, 2mm 높이의 마이크로구조물을 재현성있게 또 안정적으로 제작할 수 있었다. 이의 응용분야⁴로는 현재 부분적

으로 생산 또는 연구되고 있는 감광성그라스를 이용한 잉크젯헤드, fluidic device, FED용 spacer, PDP용 격벽, 자기헤드나 후막용기판, 광파이버커넥터, microreactor, 기타 마이크로머신 등의 분야를 들 수 있으며 이외에도 기존의 공정으로는 어려웠던 마이크로 구조물 응용분야에 적용가능함을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] Bereznoi, " Glass-Ceramics and Photo-Sitalls" Prenum Press 1970
- [2] Hulsenberg, Bruntsch, " Glasses and glass ceramics for application in micromechanics", Journal of Non-Crystalline Solids, 129 199-205
- [3] 조수제, 류병길, 안동훈, "99 재료학회 춘계 학술발표회"
- [4] 뉴그라스랜드북편집위원회, "뉴그라스랜드북", P535 丸善 1991
- [5] <http://home.t-online.de/home/mikroglas/>

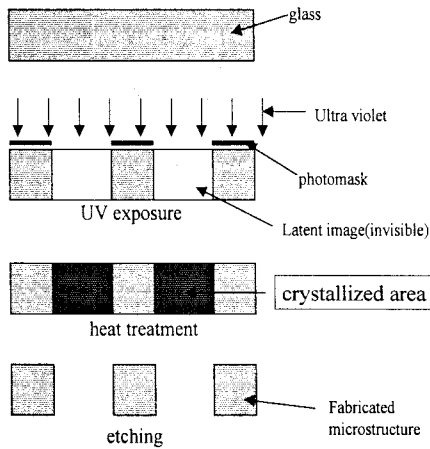


Fig. 1 Conventional photosensitive glass process

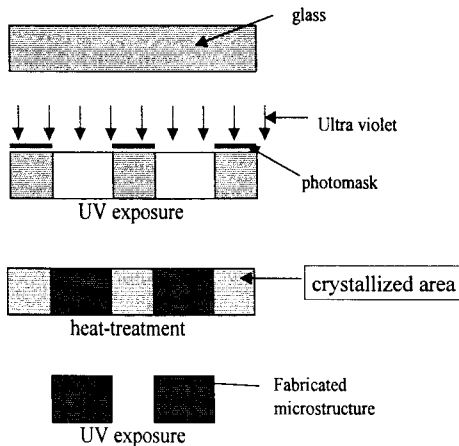


Fig.2 Negative photosensitive glass process

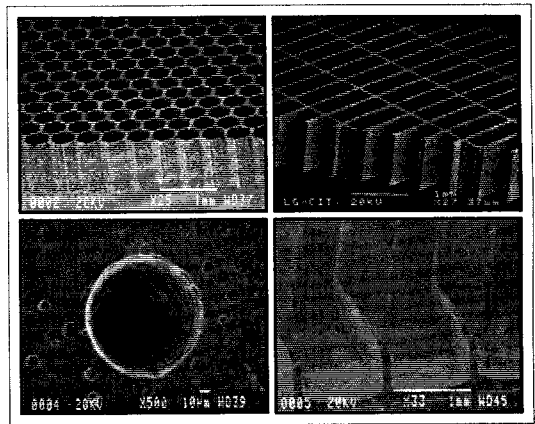


Fig.3 Fabricated microstructures

Table 1 Comparison of the two methods

제조방법	Conventional*	Negative
etching selectivity (dipping)	15 - 25	above 60
etching 후 조직	amorphous	amorphous partially crystallized
smallest hole	180um	under 100um
smallest distance between holes	350um	under 100um

thickness 1.1mm 기준
* 독일 schott사 제품 Foturan