리플로우법에 의한 글래스 마이크로렌즈의 제작과 표면연마

김영일*, 정원규 (연세대 대학원 기계공학과), 김용준, 민병권, 이상조 (연세대 기계공학부)

주제어 : Microlens(마이크로렌즈), Reflow(리플로우), Glass wafer(유리 웨이퍼), Anisotropy etching(이방성 에칭), RIE(반응성 이온 에칭), MR fluid(자성유체), Polishing(연마)

본 연구에서는 micro machining의 발전에 따른 광학적 응용에 확대 되어질수 있는 마이크로렌즈의 제작에 대하여 연구하였다. 마이크로렌즈의 제조 방법으로서 여러 가지 방법들이 제안되고 연구되어져 왔으나, 그중 가장 효과적인 방법이 포토레지스트 리플로우법이다. 마이크로렌즈는 적용 분야에 따라 그 크기가 수 ㎛에서 수 ㎜ 까지 매우 다양한 크기를 가지므로, 일반적인 광학소자를 제작하는 연마 방법은 적절하지 않다.

유리는 폴리머 재질을 이용한 렌즈보다 표면 경도가 높고, 광학적 성질이 우수한 장점이 있다. 게다가 글래스 웨이퍼 상에서 후속적으로 반도체 공정이 가능하므로 마이크로 시스템의 집적화가 가능하므로 생산시 많은 비용을 차지하는 조립공정을 줄일 수 있다. 하지만 유리는 그 연화점이 높고, 자체 경도가 높아 제작에 어려움이 있었다. 리플로우 현상과 반도체 공정에 의한 글래스 마이크로렌즈의 제조기술은 매우 높은 정밀도를 가진 광학소자들을 제작하는데 유용한 방법이다.

포토레지스트는 일반적으로 이진 무늬를 기록하는 데 사용되지만, 리플로우법은 포토리소그래피 공정을 이용하여 원기둥 모양의 PR 구조물을 제작하고 용융시킬 때, 액체상태로 변한 PR이 표면 장력에 의하여 구면을 형성하게 되는 원리를이용한다. 포토레지스트는 AZ4620을 사용 하였고, spin coating을 하여 글라스 웨이퍼 위에 일정 두께의 포토레지스트 레이어를 증착한 후, 포토리소그래피 공정을 하여실린더 형상의 포토레지스트 구조물을 제작하였다. 리플로우는 고온로에서 실시하였으며, 온도가 실린더 형상의 포토레지스트 구조물이 구면의 렌즈형상을 만드는데 미치는 영향을 알기 위하여 온도와 시간의 영향을 실험하였다. 리플로우 후, 글라스 웨이퍼에 그형상을 전사하기 위하여 Reactive ion etching(RIE)을 실시하였다. 이 공정에서, 글래스와 포토레지스트의 식각 비율을 1:1로 유지하여 정확하게 전사하기 위하여, RIE의 챔버 내의 압력과 RF 파워, 가스의 종류, 가스의 유입량을 조절하여 그 식각률을 조정할 수 있었다. 제작된 구면 렌즈의 곡면을 갖는 표면조도를 개선하기 위하여 MR 유체를 이용한 폴리싱을적용하였다.

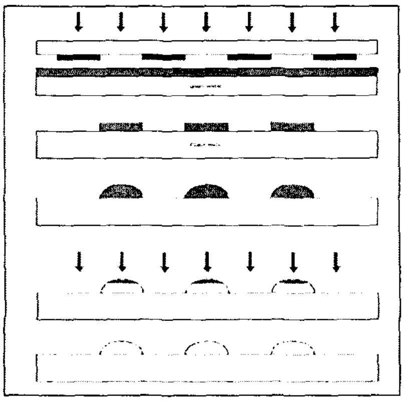

Fig. 1 Fabrication process of microlens

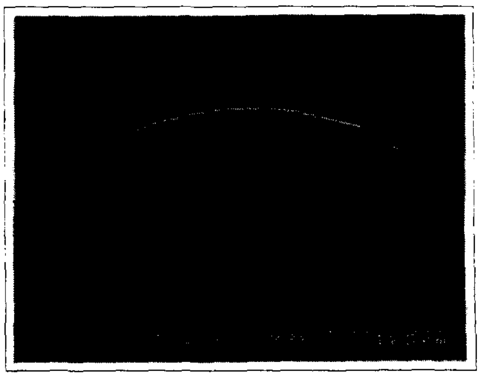

Fig. 2 SEM image of the Microlens ; lens diameter of 200㎛