

Thermal Reflow법에 의한 마이크로렌즈의 제작 및 그 특성 Fabrication and Characteristics of Microlens using Thermal Reflow Method

박광범, 김인회, 정석원, 김건년, 문현찬, 박효덕, 신상모
전자부품연구원/마이크로머신연구센터
parkkb@nuri.keti.re.kr

Abstract : We studied the characteristics and fabricated the plano-convex refractive microlenses using the thermal reflow method. The exposed resist was resolved in a standard developing process. The remaining resist of circle pattern was melted in an oven 120°C to 150°C. The shape of the melted resist microlenses is ruled by surface tension. Diameter and hight of the fabricated microlenses were 250 μ m to 325 μ m and 15 μ m to 22 μ m, respectively. The surface profile was calculated using data curve-fitting method with circle equation. The optical characteristics was analysed using optical simulation program.

서론 : 현재 마이크로렌즈의 응용분야로서는 fiber coupler, flat panel display, detector array 등 다양한 분야에서 활용하기 위해 개발되고 있으며, 단일 렌즈로서 사용보다는 어레이 형태로 많은 응용 개발이 진행되고 있다. 마이크로렌즈 종류에는 크게 회절효과를 이용한 Fresnel형 마이크로렌즈와 전통적인 굴절형 마이크로렌즈로 분류할 수 있다. 회절형 마이크로렌즈의 경우 렌즈의 부피 및 무게를 최소화 할 수 있는 장점을 갖고 있으나 광학적 특성은 굴절형 마이크로렌즈가 더 우수한 특성을 갖는 것으로 알려져 있다. 굴절형 마이크로렌즈의 크기는 일반적으로 수십 μ m ~ 수백 μ m으로 제작되기 때문에 기존의 렌즈 가공 기술로는 제작이 거의 불가능하다. 따라서 이러한 마이크로렌즈를 제작하기 위해 본 연구에서는 thermal reflow 방법을 이용하여 굴절형 마이크로렌즈를 설계제작하고 그 특성을 분석하였다.

실험방법: 굴절형 구형 마이크로렌즈(refractive spherical microlens)를 제작하기 위해 일반적인 포토리소그래픽 공정과 함께 thermal reflow 방법을 이용하였다. Thermal reflow 방법을 이용한 마이크로렌즈의 제작은 임의의 기판 상에 액체가 놓이게 되면 액체 표면은 표면장력에 의해 구면을 이루려는 원리를 이용한 것이다.

먼저 thermal reflow 방법에 의해 제작되어지는 마이크로렌즈의 곡률 반경(R)와 두께(h)를 계산하기 위한 가정으로 표면장력에 의한 마이크로렌즈의 형태가 완전한 구면을 이루고 있으며, reflow 이전과 이후의 PR의 부피가 동일하다고 가정하면 reflow 이전의 원형 PR 형상의 직경(r)과 두께(t)로부터 제작될 마이크로렌즈의 두께(h)와 곡률 반경(R)을 계산할 수 있다. 또

한 사용된 PR의 굴절률(n)을 결정하면 마이크로렌즈의 back focal length도 얻을 수 있다.

마이크로렌즈를 thermal reflow 방법으로 원활하게 제작하기 위해 사용된 재료는 헥스트社의 AZ 4000시리즈의 PR을 사용하였다. 스펀코팅 방법으로 투명 유리기판 상에 일정 두께로 PR을 코팅한 후 100°C에서 soft baking을 하였으며 이후 포토리소그래픽 공정을 이용하여 원형 PR 형상으로 현상하였다. 현상된 원형 PR은 마이크로렌즈 형태로 reflow가 이루어질 수 있도록 120 ~ 150°C의 오븐 속에서 10분동안 post baking을 실시하였다.

결과 : 그림 1은 thermal reflow에 의해 제작되어진 마이크로렌즈를 광학현미경 확대한 사진이며 마이크로렌즈의 크기는 $\text{Ø}250 \sim 325\mu\text{m}$ 이다. 그림 2는 $\text{Ø}250\mu\text{m}$ 의 제작된 마이크로렌즈의 형상을 표면형상기(Surface profile meter)를 사용하여 측정한 결과와 측정 결과로부터 제작된 마이크로렌즈의 곡률 반경을 결정하기 위해서 앞서 마이크로렌즈 설계시 언급했던 마이크로렌즈의 표면 형태가 구면을 이루게 된다는 가정을 이용하여 curve-fitting 방법을 사용하여 data fitting을 한 결과를 나타낸 것이다. 렌즈 중심에서 측정값과 data fitting 값과의 차이는 $1\mu\text{m}$ 이하로 나타났으며, $\text{Ø}250\mu\text{m}$ 의 렌즈의 경우 렌즈의 곡률 반경이 $455\mu\text{m}$ 값을 갖는 것을 알 수 있었다. 마이크로렌즈 광특성 평가를 위해 마이크로렌즈의 곡률 반경과 측정된 PR의 굴절률(n)을 이용하여 광학설계 S/W인 OSOLO를 사용하여 광선추적(ray tracing) 결과를 그림 3에 나타내었다.

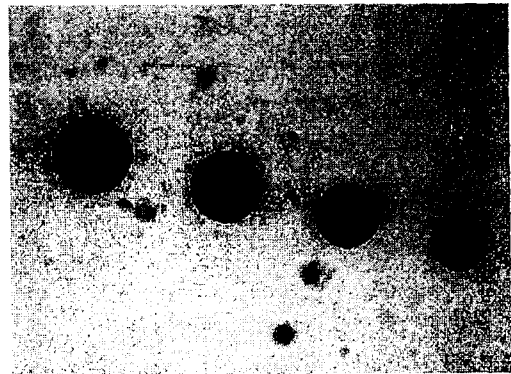


그림1 제작된 마이크로렌즈(x50)

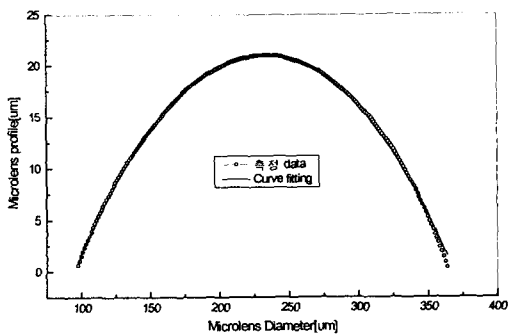


그림 2 마이크로렌즈 형상 data fitting 결과

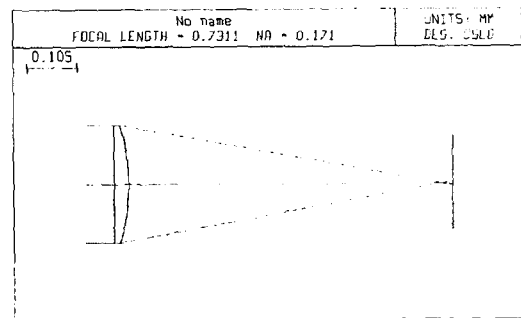


그림 3 마이크로렌즈 ray tracing

참고문헌

1. K. Y. Lau, Circuit & Devices, 11-18, July 1999.