

카메라 모듈의 제작을 위한 웨이퍼-단위 복제 기술

Wafer-scale replication technology for fabrication of camera module

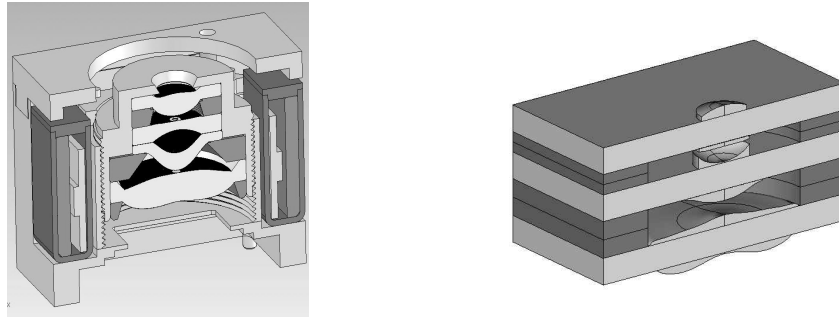
김성화, 신동익, 진영수, 노정은, 이석천, 오혜란, 정호섭
 삼성전기 중앙연구소 광랩
 sunghwa2k4.kim@samsung.com

오늘날 모바일 폰의 발전 추세는 크게 2가지로 분류된다. 즉, 게임이나 MP3 재생, 위성 DMB 폰, 블루투스 (Bluetooth)등과 같은 다기능화되어 있으면서, 이미지 분해능, 자동초점 기능, 광학 줌 등 카메라 폰의 기능을 향상시켜 고가의 제품을 만드는 것과 다른 하나는 모바일 폰의 박형화에 적합한 얇고 소형화된 카메라 모듈을 만드는 것이다. 모바일 폰의 다기능화 및 박형화에 대한 기술적 발전은 상당히 빠른 속도로 진행되고 있으며 실제로 많은 부분에 있어서 구현되고 있다. 그러나 이미지 센서의 소형화 및 모바일 폰의 박형화로 인해서 모바일 폰에 내장되는 렌즈의 사이즈가 작아지고 조립공차의 허용범위가 작업자의 능력으로 가능한 수준을 넘어서게 되어 카메라 모듈의 제조가 점점 힘들어지고 있다. 따라서 모바일 폰용 카메라 모듈의 제조에 있어서 새로운 제조방법의 모색이 필요하다.

본 논문에서는 웨이퍼 단위 복제 기술(wafer-scale replication technology)을 이용하여 제조방법의 단순화 및 조립수율의 향상을 얻을 수 있는 새로운 렌즈 제조방법을 제안하고자 한다. 그림 1(a)는 여러 개의 개별적인 렌즈들이 배럴 내에 배열되어 있는 일반적인 카메라 모듈 조립체의 단면을 보여주고 있다. 이러한 형태는 기구적인 조립 공정에서 렌즈-렌즈간의 정렬에 대한 아주 정확한 조정이 요구되며 배럴 내에 개별적으로 조립되기 때문에 대량 생산에 어려움을 겪고 있다. 그림 1(b)는 웨이퍼 단위로 제작된 카메라 모듈의 단면을 보여주고 있다. 웨이퍼 단위 공정은 웨이퍼 단위로 공정이 이루어지기 때문에 대량 생산의 경우 약 95%이상의 수율을 제공할 수 있으며, 이미지 센서의 소형화로 인해 작아지고 있는 렌즈들의 조립에 유리한 장점을 가지고 있다.

웨이퍼 단위 복제 기술은 마이크로 렌즈 어레이나 회절소자, 나노 임프린팅 리소그래픽에서 적용되고 있으며, 이 기술을 구현하기 위하여 크게 열과 압력을 이용하는 hot 엠보싱 방법과 자외선 영역의 빛을 이용하는 UV 엠보싱 방법이 있다⁽¹⁾. Hot 엠보싱 방법은 고온/고압 공정이기 때문에 엠보싱 설비의 구축이 어렵고 특히 여러 장의 유리 웨이퍼를 접합할 경우 웨이퍼-웨이퍼간의 정렬을 위한 이동스태이지 및 줌 광학계의 부착이 용이하지 않다. 반면에 UV 엠보싱 방법은 빛을 이용하기 때문에, 기존의 aligner 설비를 개조하여 사용하면 투명한 유리 웨이퍼를 정렬하는데 있어서 유리하다⁽²⁻⁵⁾. 따라서 본 연구에서는 광 폴리머를 이용하여 UV 엠보싱 방법으로 웨이퍼 단위 복제 기술을 구현하였고 모바일 폰용 VGA급 카메라 모듈에 적용하였다.

본 연구에서는 3장의 유리 웨이퍼로 구성된 VGA급 카메라 모듈을 설계되었으며, 마스터 렌즈의 비구면 형상은 DTM을 이용하여 제작된 금속 금형으로부터 구현하였다. 마스터 렌즈로부터 UV 엠보싱 방법을 통해 복제된 유리 웨이퍼들은 웨이퍼-웨이퍼 접합과 절단 공정, 이미지 센서와의 조립을 통해 최종적으로 카메라 모듈을 만들었다. 여기서 광 폴리머의 수축에 의한 렌즈의 비구면 형상 보정작업이



(a) 일반적인 카메라 모듈의 조립체 (b) 웨이퍼 단위로 제작된 카메라 모듈의 개략도

[그림 1] 모바일폰 용 카메라 모듈

필수적이며, 본 연구에서 금속 금형의 비구면 형상은 복제된 비구면 렌즈 형상과 설계 형상을 비교하여 UV 엠보싱 과정에 발생한 광 폴리머의 수축량을 계산하여 보정하였다. 복제된 비구면 렌즈는 대표적으로 렌즈의 중심에서 약 1.87%의 팽창을 보였다. 제작된 카메라 모듈은 투영평가기를 이용하여 이미지 분해능을 평가하였으며, 0.7 field에서 80분의 해상도를 얻었다. 현재 비구면 형상에 대한 추가적인 보정작업을 진행 중이다.

우리는 웨이퍼 단위 복제 기술을 통해 모바일 폰용 카메라 모듈의 박형과 소형화에 따른 카메라 모듈의 조립수율 향상에 기여할 것으로 기대된다.

References:

1. S. I. Kang, "Replication technology for micro/nano optical components," Jpn. J. Appl. Phys. 43, 5706 (2004).
2. S. D. Fantone, "Replication optical surfaces using UV curing cements: a method," Appl. Opt. 22(6), 764 (1983).
3. J. J. M. Braat, A. Smid, and M. M. B. Wijnakker, "Design and production technology of replicated aspheric objective lenses for optical disk system," Appl. Opt. 24(12), 1853 (1985).
4. R. J. M. Zwiers and G. C. M. Dortant, "Aspherical lenses produced by a fast high-precision replication process using UV-curable coatings," Appl. Opt. 24(24), 4483 (1985).
5. H. Rudmann and M. Rossi, "Design and fabrication technologies for ultraviolet replicated micro-optics," Opt. Eng. 43(11), 2575 (2004).