

# 고온 압축 성형법을 이용한 비구면 Glass 렌즈 성형에 관한 연구

\*장훈<sup>1</sup>, 장경천<sup>2</sup>, 이동길<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>한국생산기술연구원

## A Study on the moulding of a aspherical glass lens using the high temperature compression molding method

\*H. Jang<sup>1</sup>, K. C. Jang<sup>2</sup>, D. G. Lee<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Micro Mold and die Team, Korea institute of industrial Technology (KITECH)

Key words : Molding Press, Glass lens, aspherical lens

### 1. 서론

산업 발달에 따라 비디오, 캠코더, 디지털 카메라 등이 생활 속에서 급속도로 보급되기 시작하였고, 이를 이용하는 소비자들은 더 좋은 성능에 높은 관심을 가지게 되었다.[1]

성능 향상은 광학계 렌즈와 밀접한 관련이 있어 기존의 광학계 렌즈에서 고 정밀도화, 고 기능화, 소형 경량화에 성능 향상을 위해 집광성능이 높고, 복잡한 조합이 필요하지 않으며, 특히 플라스틱 재료 렌즈에서 발생하는 스크래치(scratch)와 낮은 투과율에 의한 광학 성능 저하의 단점을 보완할 수 있는, 비구면 유리렌즈에 사용이 증가하게 되었고 대량생산을 위한 생산기술 개발이 필요하게 되었다.[2]

현재 비구면 유리렌즈 생산 기술은 국내의 경우 선진국 수준의 약 80% 기술을 보유하고 있지만 양산에는 많은 어려운 문제점을 가지고 있다.

첫 번째는 비구면 설계상에 어려움과 많은 가공 시간이 소요되고, 두 번째는 균일한 비구면 유리렌즈에 생산이 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

최근 초정밀 가공 기술의 발전으로 초경합금과 같은 경 취성 재료에 비구면 형상 가공이 가능해졌고, 높은 형상 정밀도를 가지는 금형 제작이 가능하여 압축 성형법으로 유리 렌즈를 전사하는 레프리카(Re-plica) 방법에 의하여 가공 시간보다는 적은 시간에 비구면 유리렌즈에 성형이 가능하게 되었다. 하지만 비구면 렌즈에 사용에 증가로 양산성이 요구되고 있어 성형 시간에 단축과 균일한 형상에 비구면 렌즈에 대량 생산이 필요하게 되었다.[3,4]

따라서 본 연구에서는 13Cavity에 금형을 제작하여 고온 압축 성형법으로 비구면 유리렌즈에 성형 Cycle Time 단축과 다수에 균일한 비구면 유리렌즈 성형에 관하여 연구 하였다.

### 2. 고온 고압 압축 성형법

고온 압축 성형법은 예비성형광학 유리(Glass-gob)를 질소 분위기에서 600~700℃의 고온 고압으로 성형하는 유리 렌즈 성형 법이다.

적외선램프에 의해 금형의 균일한 가열과 정확한 온도제어가 가능하고 상하의 금형은 개별로 온도제어를 할 수 있다.

압력과 위치 제어를 통하여 금형의 정확한 위치와 압력을 피드 백하여 제어하는 것에 의해 고정밀도의 프레스가 가능하고 프로세스컨트롤로 성형 조건 ( 온도, 압력, 위치, 시간)의 설정과 성형상태를 리얼 타임으로 모니터에 표시 할 수 있다.

고온 압축성형법의 결점은 고온까지의 가열, 온도 보존과 가압, 추출 온도(200℃전후)까지의 냉각에 시간이 필요하고, 사출 성형법에 비교해서 생산성이 낮지만, 여러 개를 취급함에 따라 Cycle time을 단축 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

Fig. 1에 고온 압축성형법에 프로세스를 나타내었다. 먼저 예비성형 유리를 금형에 넣고 N<sub>2</sub>gas를 투입하여 적외선 램프를 이용하여 상하금형을 가열한 후 하부 금형에 압력 제어를 통하여 성형이 이루어진다.

성형이 이루어지면 냉각을 시킨 후 N<sub>2</sub>gas는 밖으로 배출하고 렌즈를 추출한다.

Fig. 2는 본 연구에서 사용된 비구면 유리렌즈에 상하 금형

코어를 나타내었다.

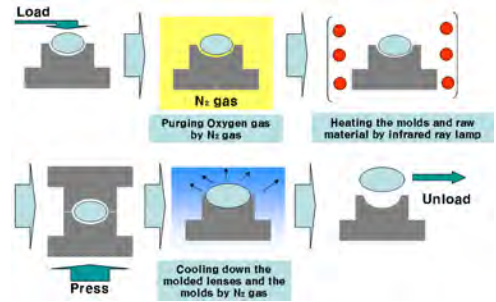


Fig. Glass Molding Process



Fig. 2 Photograph of Mold core

### 3. 실험 방법

초정밀 비구면이 가공된 13개에 금형 코어에 예비성형 유리(Glass-gob)를 고온 고압 압축성형기 GMP207Hv를 이용하여 마이크로 비구면 유리렌즈 성형 실험을 실시하였다.

비구면 유리렌즈 성형 시간을 단축하기 위하여 GMP207Hv에 제어 인자인 Press Time, Sock time(ST<sub>1</sub>, ST<sub>2</sub>) 그리고 Temperature 조건에 따른 성형 시간을 측정하였다. Table 1에 제어 인자를 나타내었다.

또한, 성형 조건에 따라 비구면 유리렌즈에 재현성을 분석하기 위하여 각 Cavity에서 성형된 비구면 유리렌즈에 두께(t)를 측정하여 재현성을 분석하였다.

Fig. 3은 본 연구에서 성형 실험에 사용된 GMP207Hv와 조립된 비구면 유리 렌즈 금형을 나타내었다.



Fig. 3 Molding Press GMP207Hv and Mold

Table 1 Condition of GMP207Hv

Test Number	Press time (PT <sub>1</sub> )sec	Sock time (ST <sub>1</sub> ,ST <sub>2</sub> )sec	Temperature (°C)
No 1	30	45,30	570
No 2	30	30,30	565
No 3	32	30,32	565
No 4	33	30,33	565

4. 비구면 유리 렌즈 성형

예비성형 유리(Glass-gob)를 GMP207Hv를 이용하여 성형 조건에 따라 마이크로 비구면 유리렌즈 성형 Cycle time과 성형 렌즈의 Thickness를 측정하여 Table 2 와 Table 3에 각각 나타내었다.

실험1 결과 Cycle time은 9' 04" 에 성형 시간이 소요되었고, 비구면 유리 렌즈에 Thickness는 설계 두께 3mm에 비하여 보편적으로 양호한 두께로 성형됨을 알 수 있다. 하지만 Cycle time이 9" 을 초과하는 것을 볼 수 있다.

Press time와 Sock time 각각 30sec으로 그리고 온도를 565°C로 낮추고 성형 실험한 결과 Cycle time은 원하는 목표 값인 8" 이내 에 성형이 이루어진 7' 54" 에 성형 시간이 소요 되었다.그러나 성형 렌즈에 재현성은 보편적으로 실험1보다 크게 나왔으며 평균적으로 설계 두께 보다 +0.08mm 크게 측정 되었다.

성형 렌즈에 재현성을 높이기 위하여 실험3과 실험4에서 Press time 과 Sock time를 각각 조건을 달리하여 실험한 결과 성형시간을 2" 단축시킨 7' 52" 에 성형 시간이 소요 되었으며, 성형렌즈에 재현성도 실험2 보다 높게 이루어짐을 볼 수 있다. 특히 실험4에 경우 가장 양호한 렌즈성형에 두께를 보였으며 평균적으로 3.015mm에 값이 측정됨을 알 수 있다.

또한 성형 실험 결과 570°C에 2차 압력 온도 보다 565°C에 2차 압력 온도에서 Cycle time 단축과 렌즈 성형이 양호하게 나타남을 알 수 있다. 그리고 #9와 #10 Cavity에서 전체적인 실험에서 두께가 크게 나타남을 알 수 있다.

Table 2 Cycle time result of aspherical glass lens

Test number	Cycle time (sec)	Test number	Cycle time (sec)
No 1	9' 04"	No 3	7' 52"
No 2	7' 54"	No 4	7' 52"

Table 3 Thickness of aspherical glass lens

Cavity number	Test 1 (mm)	Test 2 (mm)	Test 3 (mm)	Test 4 (mm)
# 1	2.953	3.051	3.014	2.988
# 2	2.982	3.076	3.039	3.017
# 3	2.957	3.053	3.020	2.994
# 4	2.965	3.051	3.021	2.996
# 5	2.998	3.091	3.057	3.029
# 6	2.999	3.086	3.055	3.029
# 7	3.023	3.113	3.081	3.052
# 8	2.962	3.056	3.020	2.994
# 9	3.082	3.100	3.061	3.036
# 10	3.016	3.104	3.073	2.994
# 11	2.967	3.050	3.023	3.045
# 12	2.985	3.081	3.049	3.016
# 13	2.978	3.074	3.040	3.012
aver	2.990	3.080	3.040	3.015

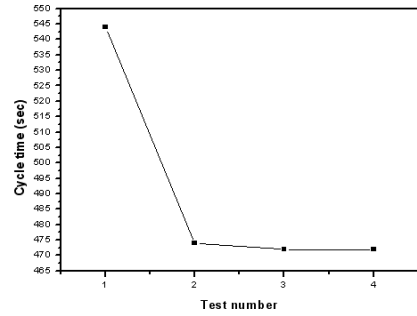


Fig. 4 Cycle time result of aspherical glass lens

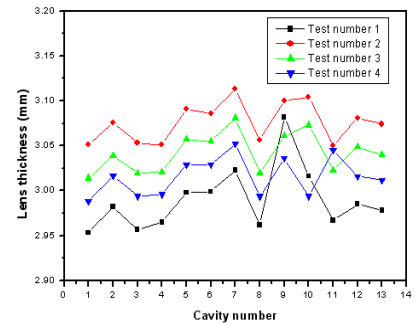


Fig. 5 Thickness of aspherical glass lens

5. 결론

본 연구에서는 고온 압축성형법을 이용하여 비구면 유리렌즈에 성형에 대한 성형 시간단축과 렌즈에 형상 정밀도에 대하여 연구한 결과 다음 과 같다.

- 1) Press Time, Sock Time 및 Temperature를 제어 하여 성형 시간을 7' 52" 로 성형 시간을 단축 하면서 양호한 렌즈에 재현성을 확보 할 수 있었다.
- 2) 마이크로 비구면 유리렌즈를 성형하기 위하여 Press Time은 33" , Sock Time (ST<sub>1</sub>,ST<sub>2</sub>)는 각각 30" ,33" 이 가장 최적이며, 2차 압력 온도는 565°C가 최적에 조건임을 알 수 있었고, 590°C 이상에서는 코어에 무리가 갈 수 있다고 판단되었다.
- 3) 비구면 유리 렌즈에 재현성은 양호하게 이루어졌으며, #9 및 #10에서 전체적인 실험에서 두께가 크게 나타남은 코어 가공 및 금형 조립에 문제점으로 분석되었다.

후기

본 연구는 광주지역 첨단 부품\*소재산업 육성사업의 연구 결과 수행되었습니다.

참고문헌

1. Joo-sang Lee " A Study on the mirr grinding for mold a Small Aspherical Lens" Journal of the Korean Society of Precision Engineering Vol. 18, No.12, December 2001
2. Hyun Dong-Hun " A Study on the Grinding Characteristics of Aspherical Glass Lens core of high-pixel Digital Camera in Diamond grinding Process" Transactions of the korean Society of Machine Tool Engineers Vol.12, No.2, 2003.4
3. kang, Sang-Do " A Study on the Ultra-precision Compensation Machining of Axisymmetric Lens Core 한국공작기계학회논문집 Vol.14, No.1, 2005.2
4. Itoh, S, "study on Measurement of Axi Symmertrical form Gnerated by Ultra-Precision Machining " Journal of the japan Society of Precision Engineering Vol. 61, No.3, pp.128~1284, 1997