

비구면 Glass렌즈 최적 성형조건 연구(I) ; 서냉조건효과

A Study of Optimum Molding Condition of Aspheric Glass Lens(I)

; Annealing Condition Effect

차두환, 김현욱, 김혜정, 김정호
 한국광기술원(KOPTI) 초정밀광학팀
 magpier@kopti.re.kr

1. 서론

비구면렌즈는 구면렌즈에서 해결이 어려운 결상저해요소(구면수차, 왜곡수차 등)를 극소화하거나 제거할 수 있는 장점으로 인하여 최근 비구면렌즈 채용 광학계의 사용빈도가 점점 높아지고 있는 실정이다. 특히, 비구면 Glass렌즈의 경우 Plastic렌즈에 비해 우수한 광학특성, 소재의 다양성 및 높은 내열성 등의 이유로 고화질 광학계를 중심으로 그 사용영역이 점차 확대되고 있다.⁽¹⁾

본 연구의 목적은 2Mega, 2.5배 Zoom 카메라폰 모듈용 비구면 Glass렌즈 개발로서 렌즈 성형과정 중 서냉조건이 성형렌즈에 미치는 영향을 조사함으로써 최적 서냉조건을 도출하는데 있다. 일반적으로 최적 서냉조건을 찾기 위한 성형변수는 서냉속도와 서냉전환온도이다. 서냉속도는 서냉시작단계부터 냉각단계가 시작될 때 까지의 냉각속도이며, 서냉전환온도는 서냉단계에서 성형렌즈의 전사성을 높이기 위해 재가압해 주는 온도이다.⁽²⁾ 이 두가지 변수에 따른 성형렌즈의 광학적 특성 및 성형Mold와 성형렌즈의 형상정도 비교를 통해 최적 서냉조건을 결정하였다.

2. 요약

본 연구에서 개발하는 성형렌즈는 그림 1과 같이 한쪽 면이 비구면인 평볼록 형상이다.

Glass렌즈의 고온압축성형을 위해서는 초정밀 가공기술로 제작된 성형Mold가 필요하며, Mold재질에 따른 성형기술의 확립이 필수적이다. 또한, 성형Mold의 표면과 융착반응이 없는 Glass소재가 요구된다. 본 실험을 위한 성형Mold는 코발트(Co) 함량 0.5 %의 초경합금(WC; 일본, Everloy社, 002K)을 초정밀 연삭가공하여 제작하였다.

Glass소재는 전이점(Transformation Point; Tg) 572 °C, 항복점(Yielding Point; At) 630 °C의 열적 특성을 갖는 K-BK7(일본, Sumita社)을 사용하였으며, d선에서 굴절률 및 아베수는 각각 1.51633, 64.1이다. 비구면 Glass렌즈 성형은 GMP(Glass Molding Press; 일본, Sumitomo社, Nano Press-S)장비를 사용하여 성형온도 625 °C, 서냉온도 550 °C로 고정하고 성형압력을 200-800 N 범위에서 변화시켰다. 표 1에 성형변수로 사용한 서냉속도와 서냉전환온도 조건을 나타낸다.

표 1과 같이 각 서냉조건별로 5장의 렌즈를 성형 후 특성값이 평균치에 가까운 3장을 선별하여 그 특성을 비교하였다. 각 조건에 따른 성형렌즈의 형상정도(일본, Panasonic社, UA3P, 자유곡면형상측정기), 두께(일본, Mitutoyo社, MDC-25M, 마이크로미터), 굴절률(일본, Shimatus社, KPR-200, 정밀굴절률측정기) 및 MTF[해상도](독일, Trioptics社, Image Master HR, MTF-Field)를 측정하여 각각의 광학적 특성을 비교 평가하였다. 비구면 Glass렌즈 성형장비와 형상측정기를 그림 2, 3에 각각 나타낸다.

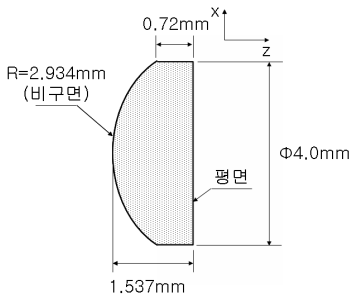


그림 1. 성형렌즈 형상



그림 2. 성형장비(GMP)



그림 3. 자유곡면 3-D 형상측정기

측정결과 모든 성형조건에서 성형렌즈두께는 오차범위인 1.537 ± 0.008 이내로 측정되었으며, 굴절률의 경우 성형 전 Glass원소재에 비해 성형된 Glass렌즈의 굴절률이 0.00299 감소하였으나, 성형조건에 따른 굴절률변화는 보이지 않았다. 한편, 형상정도 및 표면조도는 표 2, MTF[해상도]는 그림 4에 나타난 것과 같이 그 특성이 서냉조건에 의존하여 변화하였다.

표 1. 서냉조건

서냉조건	A	B	C
서냉변수	A	B	C
서냉속도(°C/초)	4.3 ^(주)	2.0	2.0
서냉전환온도(°C)	590	590	570

(주) 자연냉각 시 서냉속도

표 2. 성형Mold와 성형렌즈의 형상정도 및 표면조도 비교

평가대상	평가항목	비구면		평면	
		PV(μm)	Ra(nm)	PV(μm)	Ra(nm)
성형Mold		0.1270	7.1	0.1679	4.7
성형렌즈	서냉조건A	0.2552	8.3	0.2620	7.1
	서냉조건B	0.2047	8.0	0.2229	5.0
	서냉조건C	0.3708	9.7	0.2849	7.4

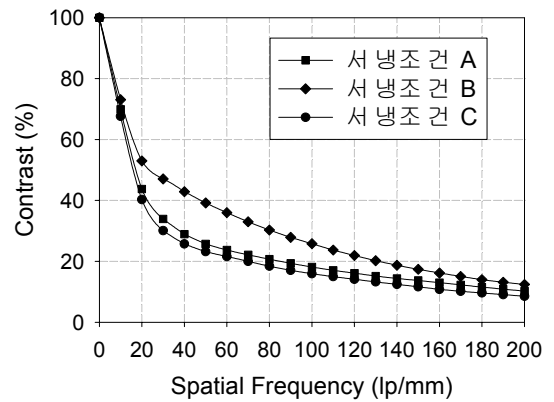


그림 4. 서냉조건에 따른 성형렌즈의 MTF 비교

형상정도와 표면조도값은 서냉조건 B(서냉속도 2.0 °C/초, 서냉전환온도 590 °C)에서 가장 낮은 값을 나타냈다. 또한, MTF 특성도 형상정도와 표면조도값이 가장 낮은 서냉조건 B에서 가장 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. 김상석, 김현욱, 정상화, 김혜정, 김정호, “레이저 빔 프린터용 F-theta Lens 개발”, 전기전자재료학회 논문지, 19권, 4호, p. 386, 2006.
2. G. A. A. Menden-Piesslinger and J. H. P. Van de Heuvel, “Precision Press Optical Components Made of Glass and Glass Suitable Therefore”, US Patent 4391915, 1983.