

자기 진단형 초정밀 렌즈 폴리싱기의 개발 및 성능 평가에 관한 연구

박수현*(창원대 대학원 기계설계공학과), 임상현(창원대 대학원 기계설계공학과),
이춘만(창원대 기계설계 공학과)

A Study on the Development and Performance Evaluations for a Self-diagnostics Ultra-precision Lens Polishing Machine

S. H. Park(Mech. Eng. Dept., CNU), S. H. Lim(Mech. Eng. Dept., CNU),
C. M. Lee(Mech. Eng. Dept., CNU)

ABSTRACT

Spherical glass lenses are used in many optical industries. The curvature, eccentricity and height of a tool affect the surface roughness and curvature of lenses. The purpose of this study is the development and performance of a self-diagnostics ultra-precision lens polishing machine. In this paper, structure analysis is performed to reduce maximum displacement and to maintain outside the resonance region by CATIA V5. A spherical center setting gage is developed to increase accuracy of the manufactured lenses. The surface roughness, curvature and thickness of the manufactured lenses are measured and studied.

Key Words : Spherical lens(구면 렌즈), Surface Roughness(표면 거칠기), Eccentricity(편심), Spherical center setting gage(구심설정 게이지)

1. 서론

현재 광학 산업에서는 유리 구면렌즈를 많이 사용한다. 높은 정밀도를 가지는 구면 렌즈를 얻기 위해 툴의 곡률과 편심, 그리고 높이가 아주 중요하게 작용하는데, 툴의 구심 및 툴의 높이가 폴리싱기에 맞지 않으면 가공상 진동이 발생하여 렌즈의 정밀도가 떨어진다.

본 연구에서는 레이저 변위 측정기를 이용하여 렌즈 두께를 자가 측정하였고, 진동을 구조적으로 줄이기 위하여 폴리싱기의 구조해석을 CATIA V5로 수행하였고, 구심 설정게이지를 개발함으로써 툴의 곡률과 편심을 측정하여 툴의 구심을 설정한 후, 가공된 렌즈의 표면 거칠기와 곡률 반경, 렌즈두께를 측정·검토하였다.

2. 구조 해석

2.1 정적 해석 결과

본 연구에서는 각 Unit을 조합하여 Unit들이 Bed에 미치는 영향을 파악하였고 전체 시스템의 안전율 및 진동해석을 수행하였다. Fig. 1의 (a)는 최대 변위 결과를 나타낸 것이고 (b)는 최대 응력 결과를 나타낸 것이다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 Bed상부의 구동 모터부에 최대 변위가 발생하였고, 최대응력은 Bed의 윗부분과 중간부분에 발생하였다. Table 1은

최대 변위 및 응력과 안전율을 나타내었다.

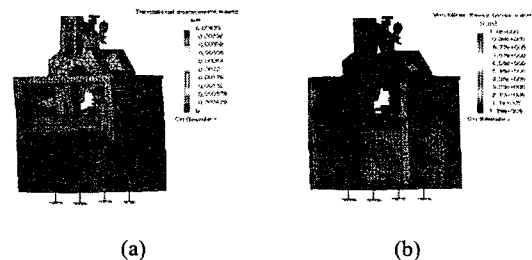


Fig. 1 The result of displacement(a) and stress(b) analysis for a developed machine

Table 1 Maximum displacement and stress and safety factor

Maximum displacement [mm]	Maximum stress [MPa]	Safety factor
0.0439	1.1	227.2

2.2 모드 해석 결과

CATIA V5를 이용한 모드해석을 수행한 결과는 1차 모드에서 하부가공 스펀들 부분에 X축, Y축 방향으로 동시에 굽힘 모드가 발생함을 알 수 있다. 그리고 렌

즈 폴리싱기의 모터의 고유진동수의 전체모드는 감속기부분의 진동수(25~83.3Hz부분)에 포함되지 않았다. 모드 해석 결과 1차 모드의 형상을 Fig. 2에 나타내었고, 각 모드에 대한 주파수 값들을 Table 2에 나타내었다.

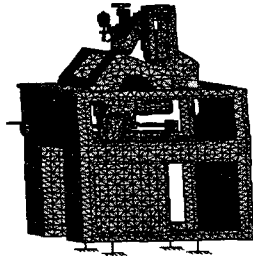


Fig. 2 The result of mode shape - first mode

Table 2 The result of frequency analysis

Mode number	Frequency [Hz]	Mode number	Frequency [Hz]
1	151.247	6	291.591
2	169.350	7	306.909
3	205.251	8	312.388
4	229.028	9	355.475
5	254.576	10	380.094

3. 성능 신뢰성 평가

3.1 렌즈 곡률과 표면 거칠기 평가

렌즈의 측정은 접촉식 곡률과 표면 거칠기 측정기(Form Talysurf Series 2)를 이용하였고, 초정밀 가공조건은 가공업체의 상용 폴리싱 조건인 렌즈 직경 $\varnothing 11.1$ mm, 기준 곡률 24.50 mm, 주축 회전수 3000 rpm, 가공시간 40초이며 총 10회에 걸쳐서 실험을 실시하였다. Table 3은 곡률반경과 표면 거칠기의 결과를 나타내었다. 표와 같이 곡률 오차는 0.004 mm 이고, 표면 거칠기는 0.01 μm (Ra) 이하임을 알 수 있다.

Table 3 The result of curvature and surface roughness of lenses

Number	Result (mm)	curvature error (mm)	Surface Roughness (μm)
1	24.4986	-0.0014	0.0087
2	24.4995	-0.0005	0.0073
3	24.5012	0.0012	0.0086
4	24.5035	0.0035	0.0083
5	24.5032	0.0032	0.0091
6	24.5025	0.0025	0.0080
7	24.5008	0.0008	0.0075
8	24.5011	0.0011	0.0091
9	24.5027	0.0027	0.0089
10	24.5016	0.0016	0.0093

3.2 렌즈 중심 두께

Table 4는 설계된 자기 진단형 초정밀 렌즈 폴리싱기로 가공한 렌즈 중심 두께를 분해능 1/1000 mm의 다이얼 게이지로 측정한 결과이다. 위와 같이 폴리싱 후의 중심두께 오차는 0.005 mm이내 임을 알 수 있다.

Table 4 The result of the center thickness of lenses

Nmber	Thickness before polishing (mm)	Thickness after polishing (mm)
1	0.504	0.508
2		0.508
3		0.508
4		0.505
5		0.502
6		0.500
7		0.501
8		0.502
9		0.500
10		0.504

4. 결론

본 연구에서는 렌즈 폴리싱기에 미세 조절식 슬라이딩 스피들들을 채택하여 마모의 문제점 해결과 정밀도를 향상시켰다. 그리고 CATIA V5를 이용한 유한요소법을 적용 정적해석과 모드해석을 통하여 구조물의 안전함을 확인하였다. CATIA V5를 이용한 3차원 모델링을 통하여 설계의 간섭 여부를 체크하고 설계 데이터 확보 및 설계를 검증할 수 있었다. 이러한 연구를 통해 얻어진 결과를 바탕으로 초정밀 렌즈 폴리싱기가 제작되었고, 성능 신뢰성 평가 실험을 통하여 우수성을 입증하였다.

후기

본 연구는 창원대학교 공작기계기술연구센터의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이석순, 황영진, 김효진, "CATIA V5 응용 Release 14," 경성대학교출판부, pp. 846-1040, 2005
2. Deng-Maw Lu, Chi-Feng Chang, Wen-Min Hwang, "On the Break-ups of Spherical Centre and Circle-Point Curves of the PP-PP Case", Mech. Mach. Theory Vol. 31, No. 6, pp. 749~762, 1996
3. E. J. kim, J. H. Han, S. I. Park, S. H. Song, "A Basic Study of High Precision Spindle Design for Micro-Glass Lens Grinding", KSPE, Proceedings of the Ksmte Autumn Conference pp.57~60, 2002