

전방위 렌즈 가공을 위한 알루미늄의 초정밀 가공 특성

*이인제¹, 김건희¹, 양순철¹, 신현수¹, 김명상¹, 박순섭², 원종호³

¹ 한국기초과학지원연구원, ² 한국생산기술연구원 ³ 충남대학교 기계공학과

Ultra Precision Machining the Characteristics of Omni-Direction Surveillance Lens in Aluminum using the Diamond Turning Machine

*I. J. Lee¹, G. H. Kim¹, S. C. Yang¹, H. S. Shin¹, M. S. Kim¹, S. S. Park², J. H. Won²

¹ Korea Basic Science Institute, ² Korea Institute of Industrial Technology ³ Div. of Mech. Eng. ChungNam Univ.

Key words SPDTM(단결정 다이아몬드 터닝머신), Aspheric mirror(비구면 미러), Surface Roughness(표면거칠기)

1. 서론

최근 고도의 경제 성장과 산업 기술의 발달로 인하여 새로운 기술 분야에서 초정밀 가공 분야에 대한 기술 의존도가 높아지고 있고, 적용분야 또한 널리 확대되고 있다. 특히 IT산업 분야에서 초정밀 가공기를 이용한 비구면 전방위 렌즈 가공에 있어서 정밀성, 호환성, 경제적인 생산에 따른 문제점을 해결, 보완하기 위하여 초정밀 가공기술과 치공구의 정밀한 설계와 제작이 이 분야의 중요한 위치를 차지하고 있다. 이에 따라 최근 산업체에서 초정밀 가공기술과 치공구에 대한 전문적인 기술력이 요구하고 있으나, 아직까지도 국내 업체의 열악한 환경과 전문인력 부족으로 인하여 자체 기술만으로는 어려운 실정이다. 이러한 환경에 대처하기 위하여, 전방위 설계기술과 기술력을 바탕으로 반사경의 초정밀가공 및 시스템 설계 제작을 통한 기술력 확보가 필요한 상태이다.¹

전방위 렌즈와 같은 시야각이 넓은 광각렌즈 개발을 위한 반사경에 사용되는 알루미늄합금의 초정밀 선삭기술은 광학계의 설계 기술뿐만 아니라 요구정밀도를 만족시키는 초정밀 가공기술의 수반이 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 전방위 렌즈에 사용되는 Al6061과 Al7075에 대한 최적 초정밀 가공 조건을 찾기 위해서 초정밀 가공에 사용되는 주축속도, 절삭깊이, 이송속도에 대한 초정밀 최적가공조건을 찾아내었으며, 최적조건을 적용하여 전방위 렌즈에 적용되는 비구면 반사경을 제작하였다.²

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 연구에 사용된 초정밀 가공기는 RTH사의 Nanoform 600 다이아몬드 터닝머신(DTM)이다.

다이아몬드 터닝 머신은 안내면의 위치 결정정도는 0.25 μm/300 mm, 분해능은 1.25 nm의 성능을 가지고 있으며, 선삭의 경우 최대 ∅ 600 mm, 연삭의 경우 ∅ 300 mm까지 가공이 가능하다. Fig. 1은 초정밀 가공 시스템을 나타낸다.

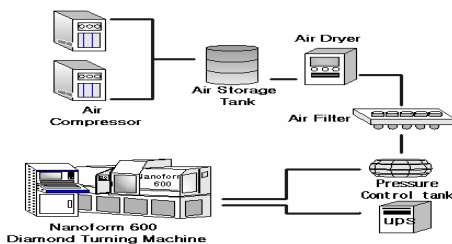


Fig. 1 The system of ultra precision lathe

초정밀가공 실험에 사용된 천연 다이아몬드 공구는 코너 노우즈 반경 R=1.0 mm, 경사각 0°, 여유각 10°로 예리하게 완성된 바이트를 사용하였다. 또한 측정 장비로서 표면거칠기 측정은 비접촉식 표면형상 측정기 WYKO사의 NT 2000을 사용하였다. 측정기의 측정범위는 최대 100 mm×100 mm이며, 측정범위로는 0.1 nm ~ 150 μm이며, 분해능은 0.1 nm이고 자동포커싱 타입이다.

2.2 실험방법 및 조건

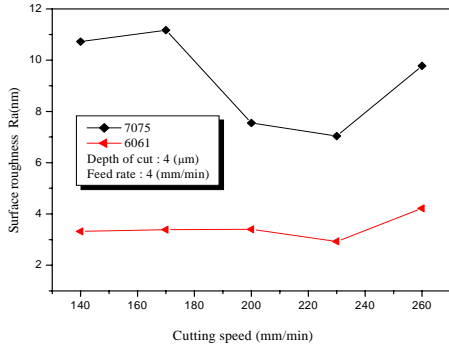
실험방법은 시작품 재료인 알루미늄 합금의 최적의 절삭 조건을 찾기 위해 ∅ 40 mm, 두께 40 mm의 시편을 제작하고, 일차 가공한 알루미늄합금 시편을 주축에 고정하여 회전시키고 공구대에 천연다이아몬드 공구를 장착한 후 절삭조건에 따라 실험을 수행하였고, 가공 후 절삭 조건에 따른 가공면의 표면거칠기는 NT2000으로 중심선 평균 거칠기(Ra)를 측정하였다. Table 1은 본 실험에 선정된 절삭 조건들은 나타낸 것이다.

Table 1 Cutting condition

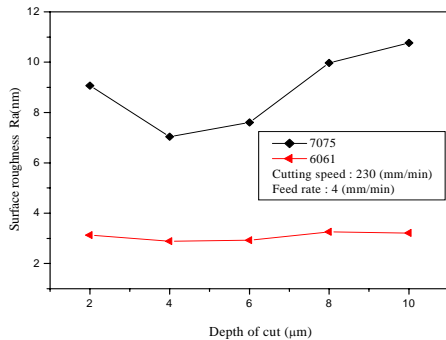
Material	Al6061, A7075
Cutting speed(m/min)	140, 170, 200, 230, 260
Feed rate(mm/min)	2, 4, 6, 8, 10
Depth of cut(μm)	2, 4, 6, 8, 10
Vacuum pressure	-21 kg f/cm ²
Nose radius (mm)	1.0
Cutting fluid	Mist(oil+air)

3. 실험결과 및 고찰

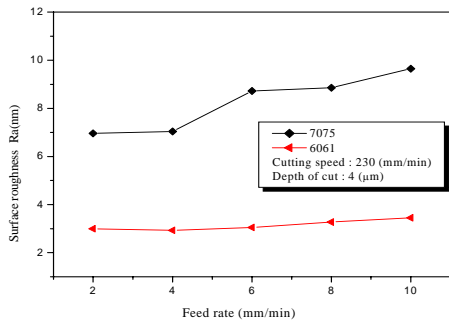
Fig. 2는 단결정 다이아몬드 바이트를 사용하여 알루미늄합금을 이송속도, 절삭깊이, 절삭속도 변화에 따른 표면거칠기를 측정한 결과이다. 그 결과 Al6061은 절삭속도 230 mm/min, 절삭 깊이가 4 μm, 이송속도 4 mm/min까지 표면거칠기가 양호하고, 그 이상에서 표면이 악화되는 경향이 나타났다. Al6061과 Al7075의 절삭속도 변화에 대한 표면거칠기 특성 결과 Al6061에서 표면거칠기가 Al7075에 비하여 양호한 표면거칠기를 얻을 수 있었으며, 실험결과 절삭속도 230 mm/min에서 2.93nm Ra의 최고 표면거칠기를 얻을 수 있었다.



(a) Surface roughness versus cutting speed



(b) Surface roughness versus depth of cut



(c) Surface roughness versus feed rate

Fig. 2 Result of measure to surface roughness

4. 전방위 렌즈 초정밀 가공

알루미늄합금의 초정밀 가공 특성 실험을 바탕으로 전방위 렌즈에 대한 초정밀 가공을 수행하였다. 전방위 렌즈용 반사경의 재료는 Al6061 과 Al7075 의 표면거칠기 특성결과 표면 거칠기가 양호한 Al6061 의 소재를 선택하였으며, 최적가공 조건으로 가공하였다. 전방위 렌즈의 핵심부품으로 사용되는 비구면 반사경은 형상과 표면정밀도에 의해 반사되는 이미지를 CCD 카메라를 이동하여 이미지를 볼 수 있는데 이때 이 이미지의 해상도는 비구면 반사 미러의 형상 정밀도에 따라 해상도가 결정되므로 반사 미러의 초정밀 가공의 중요성이 대두된다. 그리고 전방위 렌즈의 대부분은 반사경을 사용하고 있으며, 렌즈 보다 반사경을 사용함에 있어서 많은 장점들로 인하여 비구면 반사경의 연구가 활발히 이루어 지고 있다.^{3,4}

초정밀가공 요구형상정밀도 1.0 μm Rt 값을 얻기 위하여 최적 절삭조건인 절삭속도 230 mm/min, 절삭깊이 4 μm, 이송속도 4 mm/min 로 가공을 하였으며, 가공된 국부적인 표면 형상은 NT2000 을 이용하여 측정하였다. Fig. 3 은 전방위 카메라용 비구면 반사경을 초정밀 가공기로 가공하고 있는 사진과 그 시제품이고, Fig. 4 는 전방위 렌즈의 영상처리 전과 후 사진이다.



Fig. 3 Machining reflector mirror by SPDTM and prototype

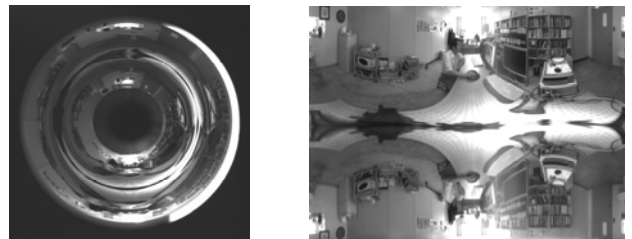


Fig. 4 Photograph of the omni-direction mirror image

5. 결론

전방위 렌즈에 사용되는 알루미늄합금의 초정밀절삭특성 실험을 통하여 Al6061 과 Al7075 의 표면 거칠기 및 절삭력을 측정하였다. 실험결과를 이용하여 360° 전방향을 파노라마로 관측할 수 있는 전방위 렌즈를 설계 제작하여 영상이미지를 관측하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 알루미늄합금의 초정밀 절삭특성 실험을 통한 표면거칠기 특성에서 최적절삭조건은 절삭속도 230 mm/min, 절삭 깊이 4 μm, 이송속도 4 mm/min 일 때 Al6061 소재에서 2.93 nm Ra, 와 Al7075 재료에서 7.041 nm Ra 의 표면 거칠기 결과를 얻을 수 있었다.
2. 전방위 렌즈 설계와 반사경에 대한 초정밀가공을 통하여 비구면 반사면에 대한 0.9233 μm Rt 의 측정 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Sugano, T., Ihara, Y., Nnkatsu, Y. and Shinohara, A., "Diamond Turning of an Aluminum Alloy for Mirror," Annals of the CIRP, Vol.36, No.1, pp.17~20, 1987.
2. Kweon, G. I., Kim, T. K., and Choi, Y. H., Kim, G. H., Yang, S. C., "Catadioptric Panoramic Lens With a Rectilinear Projection Scheme," JKPS, Vol. 48, No. 4, April 2006, pp. 554~563, 2006.
3. Hicks, R. A. and Bajcsy, R., "Image and Vision Computing," Vol. 19, pp.773, 2001.
4. Ishiguro, H., "Panoramic Vision: Sensors, Theory, and Applications," Springer, New York, pp. 23-38, 2001.