

## 1. 서론

최근 반도체, 영상정보 및 전자광학 분야 등 첨단 산업 분야의 발전과 더불어 광학계의 경량화 요구가 높아짐에 따라 비구면 렌즈에 대한 수요가 급속히 증가하고 있는 실정이다. 일반적으로 비구면으로 구성된 광학계는 넓은 시야와 고성능의 화상을 얻을 수 있을 뿐 아니라, 광학계를 소형, 경량화 시킬 수 있는 장점을 가지고 있어 현재, 종래의 구면 광학계가 비구면 광학계로 대체되고 있는 추세이다<sup>1)</sup>.

이러한 비구면 광학계는 1960년대의 고정밀 가공 가능 단계, 1980년대의 초정밀 비구면 렌즈의 제품화 단계를 거치면서 발전하여, 1990년대 Carl Zeiss를 주축으로 비구면 광학계 관련 연구가 활성화되면서 비구면 광학계 뿐

된다.

본 기사에서는 한국광기술원 초정밀가공실의 초정밀 비구면 관련 가공장비 구축현황과 다이아몬드 터닝 기술을 이용한 열영상광학계용 Si 평면 반사경, Ge 비구면 렌즈 개발 사례를 소개하고자 한다.

## 2. 한국광기술원 초정밀가공실 소개

한국광기술원 초정밀가공실은 급격히 변하는 첨단 광산업 분야에 발맞추어 비구면·자유곡면가공기(ASP-30), 마이크로렌즈가공기(ASP01), 다이아몬드 터닝머시인(Nanoform200) 등의 초정밀 비구면 가공기, Ultrahigh Accurate 3-D profilometer을 위주로 한 초

# 특집 ■ 비구면 렌즈기술

## 초정밀 가공기술을 이용한 광응용부품 개발

김상석\*, 김정호\*

아니라 회절 광학소자 등에 대한 관심이 집중되었다. 특히 군수산업에만 적용되고 있던 열상 광학계를 민수산업 분야에 적용하려는 노력이 대두되면서 비구면 열상 광학계의 응용분야에 대한 관심 또한 고조되고 있는 실정이다.

이처럼 비구면 광학계의 응용분야 확대 및 기술개발의 중요성이 강조되고 있는 실정에서 대부분 안경 분야에 국한되어져 있던 종래의 비구면 관련 산업 및 기술이 최근 들어 디지털 카메라, 레이저 프린트, 모바일 카메라 폰 등의 비구면 광학계 관련기술이 급격하게 발전하고 있다<sup>2)</sup>. 또한 열영상 광학부품은 국내는 거의 대부분을 수입에 의존하고 있어서 군수산업 부문 외에 민간산업 부문에서도 수요가 급증하는 추세에 비추어 볼 때 열영상 광학계용 비구면 광학부품 가공 국내 양산 기술개발이 시급히 요구

정밀 비구면 관련 측정기를 구축함으로써 Camera Lens, CD&DVD용 Pick-up Lens, Laser Printer용 F- $\theta$  Lens 등의 비구면 금형코어 가공기술 개발에 역점을 두고 있다.

본 초정밀가공실은 다이아몬드 터닝-머시인을 이용하여 첨단 열상 광학장비에 소요되는 열영상 비구면 광학부품을 국산화하는데 성공하였고, 이러한 기술을 바탕으로 Plastic/Glass Lens 사출·성형용 비구면 소형렌즈 금형가공기술을 자체적으로 확보함으로써 관련 기술 분야를 선도하고자 한다.

현재 주요 연구분야로는 초정밀 미세가공을 통한 제조 기술 및 비구면 광학설계 소자설계, 미세가공 평가기술 개발, 휴대폰용 초정밀 마이크로 비구면 렌즈 가공기술

\* 한국광기술원

초정밀 가공기술을 이용한 광응용부품 개발

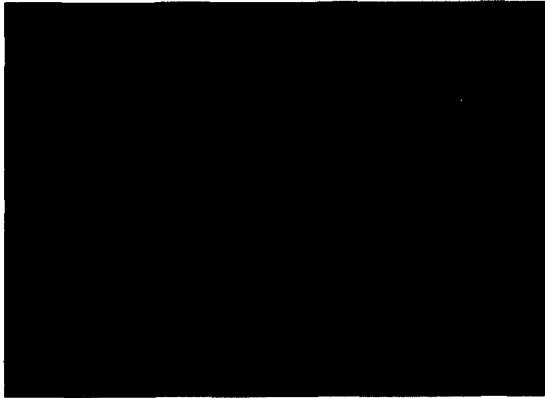


그림 1. Ultra-Precision Non-Axisymmetric Generator(ASP30)

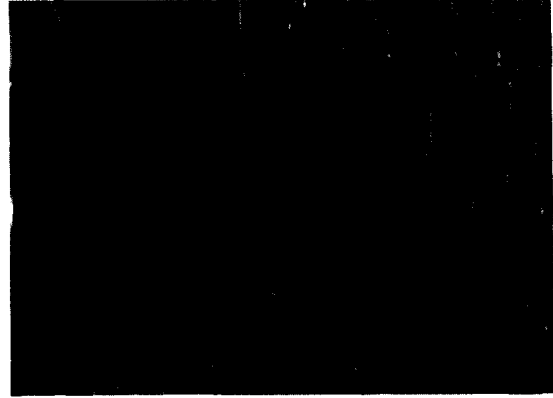


그림 2. Ultra-Precision Microlens Processing Machine(ASP01)

및 평가 기술이다.

개원 이래 약 3여년 동안 초정밀 관련장비 구축사업 및 공동연구 개발사업을 수행하여 왔으며, 2004년 말까지 초정밀 비구면 미세가공시스템 및 계측시스템이 구축 완료 될 예정이다.

2.1 비구면·자유곡면 가공기(Nachi社 ASP-30)

비구면·자유곡면 가공기는 세 개의 유정압 슬라이드(X축, Y축, Z축)가 직교 형태를 이룬 3축 가공기로서 AC 서보모터에 의해 구동되는 공기 정압 베어링 스피들들은 X축으로 평행이송하며, Z축을 중심으로 회전하도록 구성되어 있으며, 축 비대칭 가공이 가능하도록 Y축에 공구 이송대가 정착되어 있다. 또한 Personal computer NC(PNC-NT)을 이용하여 축 제어가 가능하며, 기상계측기를 이용한 가공물의 온라인 계측 및 보정가공이 자체에서 해결 할 수 있도록 설계되었다. 최대가공직경  $\phi 200\text{mm}$ 까지 터닝 가공이 가능하며, 안내면 위치 결정도는 X축, Y축, Z축 모두  $0.1\mu\text{m}/100\text{mm}$ (H),  $0.2\mu\text{m}/100\text{mm}$ (V)이고  $0.01\mu\text{m}$ 의 분해능을 가지고 있다. 그림 1은 Nachi 社의 비구면·자유곡면가공기(ASP-30) 사진이다.

2.2 마이크로렌즈 가공기(Nachi社 ASP01)

마이크로렌즈 가공기는 비구면·자유곡면가공기와는 달리 두 개의 유정압 슬라이드(X축, Z축)가 직교 형태를 이루며 구동하는 2축 가공기로서 유정압 베어링에 의해 구동되는 B축 Rotary Table에 공기 터빈 스피들이 장착

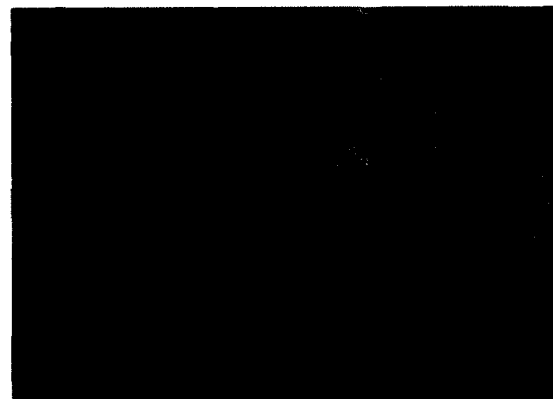


그림 3. Diamond Turning Machine(Nanoform200)

되어 Personal computer NC(PNC-NT)을 이용한 축 제어를 통해 초소구경 코어연삭이 가능한 가공기이다. 안내면 위치 결정도는 X축, Z축 모두  $0.15\mu\text{m}/100\text{mm}$ (H),  $0.25\mu\text{m}/100\text{mm}$ (V)이고  $0.01\mu\text{m}$ 의 분해능을 가지고 있다. 그림 2는 Nachi社의 마이크로렌즈 가공기(ASP01)의 사진이다.

2.3 다이아몬드 터닝 머시인(Precitech社 Nanoform200)

Nanoform200 다이아몬드 터닝-머시인은 앞 절에서 소개한 초정밀가공기와는 달리 선삭가공 전용 초정밀 비구면 가공기로서 두 개의 유정압 슬라이드와 공작물을 고정시키는 공기정압 베어링 스피들로 구성되어 있다. 두 안내면은 각각 X축과 Z축으로 'T' 형태의 직교를 이루며 구동된다. X축의 중심부에 해당하는 안내면에 주축



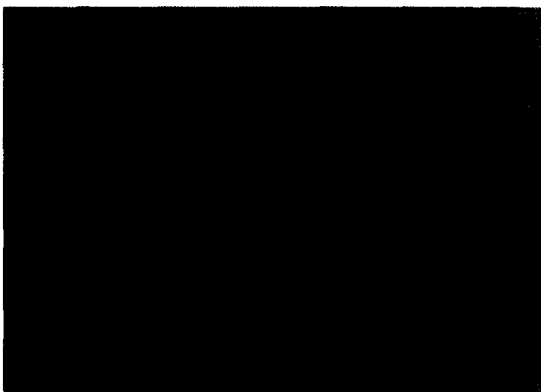
스핀들이 고정되어 회전하며, 안내면의 구동방향과 평행을 이루며 회전한다. Z축 구동 안내면 위에는 공구대가 고정되어 바이트를 설치할 수 있으며, 스핀들 구동 방향과 수직방향으로 구동된다. 안내면의 위치결정 정도는 0.2 $\mu$ m /200mm, 분해능은 1nm의 성능을 가지며, 최대가공직경  $\phi$ 200mm 까지 공작물 가공이 가능하다. 안내면의 구동은 리니어 모터에 의해 구동되며, 안내면 구동 제어는 Precitec's Ultrpath Digital Signal Process에 의해 이루어진다. 그림 3은 Precitech社의 다이아몬드 터닝 머신(Nanoform 200)의 사진이다.

## 2.4 가공정도 측정 및 평가·분석시스템

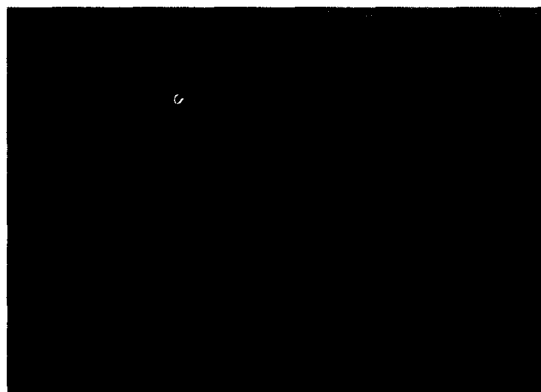
초정밀 가공을 통해 광응용부품을 제작하고자 할 때 1차 가공된 가공품을 측정하고 보정 가공하는 것이 필수적으로 선행되어야 한다. 따라서 본 초정밀가공실은

가공정도의 측정 및 평가·분석 그리고 보정가공을 위해 그림 4와 같은 계측시스템을 구축하였다.

그림 4(a) Panasonic社의 고정도 3차원 형상측정기는 종래의 비구면계측기로는 측정하기 어려운 비구면·자유곡면 형상을 전체 스캔 방식으로 측정, 분석할 수 있는 첨단장비로서 피측정면에 가해지는 압력이 30mgf로 측정면에 흠집을 발생시키지 않는 동시에 60°의 고경사각까지 고속측정이 가능한 장비이다. 또한 그림 4(b) Taylor Hobson社의 Form Talysurf 접촉식 표면거칠기 측정기는 초정밀 가공부품의 표면거칠기 측정 및 비구면 형상정도를 측정하고 비구면 보정가공을 위한 보정프로그램 작성이 가능한 장비이다. 그림 4(c) Zygo社의 NewView System 5000 표면조도 측정기는 초정밀 가공부품의 미세한 표면 형상을 비접촉식으로 광간섭의 원리를 이용, 확대해서 표면거칠기 및 국부현상을 측정하는 장비이며, 그림 4(d) Zygo社의 GHI-XP 간섭계는



(a) Ultrahigh Accurate 3-D Profilometer



(b) Contact-Type Aspheric Surface System



(c) Surface Roughness Measurement System



(d) Surface Form-Error Measurement System

그림 4. Data Acquisition and Analysis System

초정밀 가공부품의 표면 형상정도를 측정하는 장비이다. 이상의 각 측정관련 장비의 주요 사양을 표 1에 나타내었다.

그 이외에도 공작물의 표면 상태를 분석하기 위한 광학 현미경이나 급속이송기구(Fast Tool Servo)를 구동하기 위한 시스템 등 초정밀 가공 및 분석을 위한 기본 계측장비를 완벽하게 구축하고 있다.

## 2.5 공동연구개발내용

본 초정밀가공실은 산·학·연을 통해 최근 2년 동안 공동연구 개발 사업을 수행하고 있으며, 주요 연구 개발 사업 내용은 다음과 같다.

1. 비구면, 회절구면 렌즈 및 평면미러 국산화 연구개발
2. 비구면 Glass Lens 양산용 초정밀 몰드 금형 개발
3. 레이저 주사광학계의 F- $\theta$  Lens 금형가공을 위한 가공 조건 최적화
4. 초정밀 Glass Lens 성형제조기술
5. 초정밀 비구면렌즈의 광학설계, 측정 및 가공기술 개발
6. 적외선 광학계용 대구경 Al 미러 및 Ge, Si 비구면 가공 기술개발

이러한 공동연구 개발사업을 수행함으로써 비구면, 평면의 열상광학 부품 가공기술, 회절구면, 혼합구면의 열상광학 부품 가공기술을 자체적으로 개발, 국산화에 성공하였으며, 비구면 Glass Lens 및 F- $\theta$  Lens 성형을 위한 초정밀 금형 코어의 형상 가공기술 개발 및 정도, 조도를 평가하는 기술을 확보하였다. 그림 5는 초정밀가공실에서 공동연구 사업을 통해 제작되어진 비구면, 회절구면, F- $\theta$  Lens 및 금형 코어를 나타내고 있다. 공동연구 개발사업을 통해 개발된 가공기술은 군수사업에 필요한 열상 비구면 광학부품을 국산화하여 수입 대체 및 광학 부품의 적기 도달 등의 효과를 창출하였고, 이러한 초정밀 관련 보유기술을 토대로 Plastic/Glass 사출·성형용 비구면 소형렌즈 금형 가공기술 등과 접목하여 민수 관련 기술의 발전 가능성을 획기적으로 높일 것으로 기대된다. 또한 초정밀 산업에 필요한 광학적, 기계공학적, 전자부품 요소들의 가공공정 등 넓은 영역에 걸쳐 많은 활용 가능성과 함께 지대한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

이상과 같이 본 절에서는 한국광기술원 초정밀가공실의

표 1. System Specification

- 측정 범위 : 200mm
- 정밀도 : 0.05 $\mu$ m /100mm, 0.1 $\mu$ m /200mm
- Maximun Measurable Angle : 60°
- Measuring Pressure : 0.3mN(30mgf)
- 측정 범위 : 120mm
- 정밀도 : 0.5 $\mu$ m /120mm, 0.2 $\mu$ m /20mm
- Data Resolution : 0.25 $\mu$ m
- Standard Stylus : 1.5-2.5 $\mu$ m Radius
- Vertical Resolution : 0.1nm 이하
- Lateral Resolution : 0.64 ~ 11.8 $\mu$ m
- 측정원리 : 광학계를 이용한 비접촉 방식
- 최대측정범위 : 100mm * 100mm
- 수직방향 측정 폭 : 0.1nm - 150 $\mu$ m
- Wave Length : 632.8nm
- Resolution : $\lambda$ / 6000
- Accuracy : $\lambda$ / 100PV
- Transmission Sphere : f/0.75, f/2.2 f/3.2 f/5.3, f/7.2

장비 구축 현황 및 공동연구개발에 따른 성과를 소개하였으며, 다음 절에서는 공동연구 개발사업을 통해 개발되어진 연구성과 중 대표적인 사례를 소개하고자 한다.

## 3. 열영상광학계용 Al 평면 반사경 및 Ge 비구면 렌즈 제작

### 3.1 서론

다이아몬드 터닝-머시인(DTM) 가공기술은 광응용 부품의 다양한 분야에 응용되고 있는데, 특히 군수분야 열영상 장비의 광응용부품 가공에 널리 이용되고 있다. 열영상 장비는 외부로부터 빛의 공급이 전혀 없는 야간에 도 표적 자체가 발하는 빛을 보아 눈으로 볼 수 있는 영상으로 변환시켜 주는 장비로서 빛의 유무나 반사되는 빛의 세기 차이가 아닌 물체의 단위면적 및 시간당 방출되는 복사에너지의 차이를 영상화하므로 건물의 열손실 탐지, 탱크내부의 저장량 측정, 전송선로의 감시 및 침입자 탐지 등에 많이 이용되고 있다.

최근에는 인쇄회로기판의 검사와 분석, 위성에 의한 기

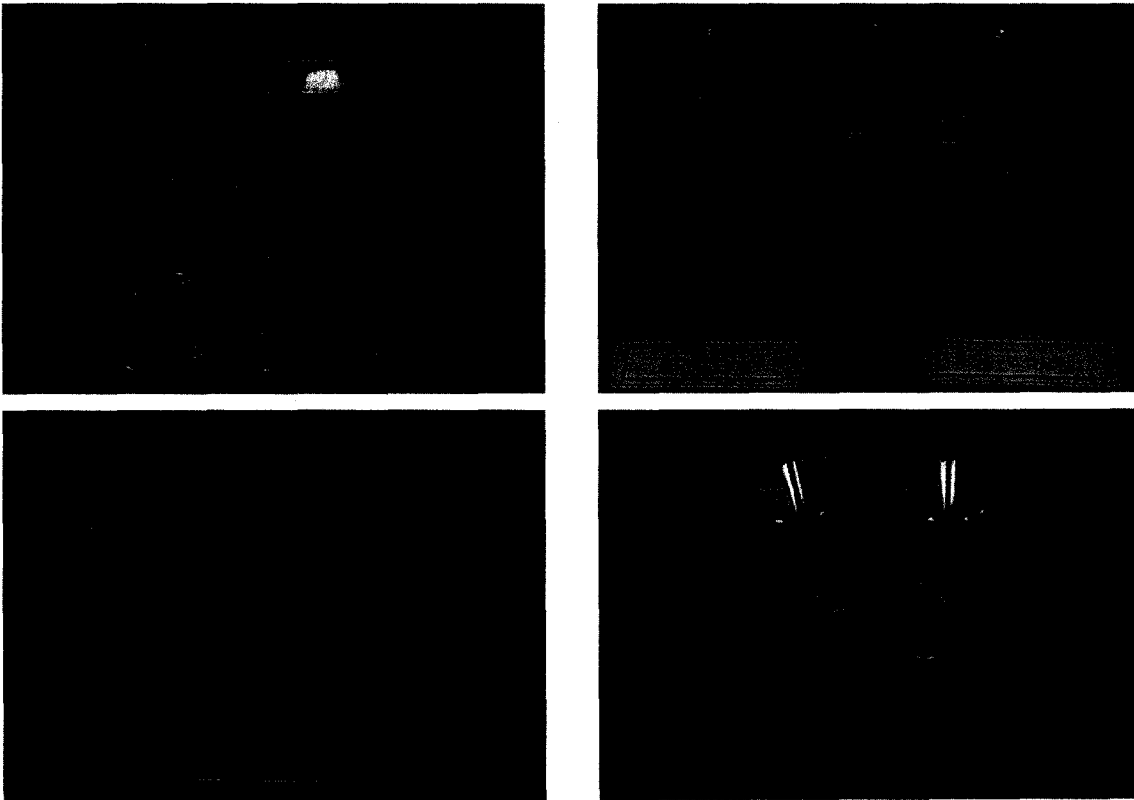


그림 5. Work Samples of Ultra-Precision Machining

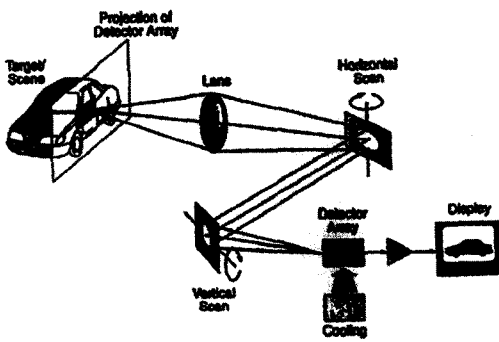


그림 6. 열영상장비의 개략적 구성도

상관측, 의료기기등에도 적용되고 있으며 점차 그 응용 범위가 확대되고 있다.

열상장비의 세부적인 구성은 시스템마다 다르고 주사 방식 및 영상 재현장치에 따라 다르지만 기본적인 구성도는 그림 6과 같다.

일반적으로 열영상 장비는  $8\mu\text{m}\sim 12\mu\text{m}$ 의 원적외선 파장

대역을 이용하여 전방관측이 이루어짐에 따라 적외선광을 모아 주는 역할을 하는 렌즈는 Ge 또는 Si 등이 사용되고<sup>(11-12)</sup>, 집속된 광을 Scanning 하는 미러는 장비 내구성을 고려하여 AI 미러가 주로 사용된다<sup>(14)</sup>.

본 연구에서는 열영상장비에 적용시킬 수 있는 Ge 비구면 렌즈와 AI 평면 미러를 가공하였다. Ge 비구면 렌즈 및 AI 평면미러 가공은 다이아몬드 터닝-머신(Nanoform 200, Precitech 社)과 단결정 천연 다이아몬드 바이트를 사용하여 가공하였고, 각 부품 가공면의 형상정도 및 표면조도 등을 측정하였다.

### 3.2 열영상광학계용 AI 평면반사경 가공

본 연구에서 제작된 AI 평면 반사경 형상 및 크기는 그림 7과 같다.

다이아몬드 터닝-머시인을 이용하여 초정밀가공을 하기 앞서 선행되어야 할 가공과정을 간략하게 서술하면 먼저 초기의 1차 가공 시에는 평면 반사경의 외형을 가공

하게 된다. 일반 공작기계를 사용하여 외형을 가공하게 되는데 이때 다이아몬드 터닝 여유를 0.1mm 정도 주게 된다. 1차 가공이 완료된 Al 평면반사경은 반사경의 외형 변화를 초래할 수 있는 내부 응력을 제거하기 위하여 열처리 과정을 거치며 이러한 열처리를 통하여 치수정도 보증, 가공변형, 열변형 및 경년변형 등의 방지가 가능하게 된다. 그 후 미러 가공면 및 기준면의 최종 정삭가공의 2차과정을 거친 후 최종적으로 다이아몬드 터닝 기술을 이용한 초정밀 가공이 실시된다.

마지막으로 Zygo GPI-XP와 NewView 5000을 이용하여 형상정도와 표면거칠기를 측정하게 된다.

본 연구에서 요구되어진 평면 반사경의 규격 형상정도는 형상오차(power)가 2 fringe(1λ)이고 불균일도(irregularity)가 1 fringe(0.5λ)이다. 표면 조도 Ra는 25nm 이하로서 최종 가공물은 이 규격을 만족해야 한다.

일반적으로 다이아몬드 터닝을 하기 위해서는 가공하고자 하는 가공물의 특성을 고려하여 바이트의 선택 뿐 아니라 가공변수들을 정해야 하는데<sup>(3,4)</sup> 이러한 조건들은 가공정도의 척도를 조율하는 중요한 기술적 파라미터로서 본 연구의 Al 평면 미러의 초정밀가공에 적용되어진 바이트와 가공변수 및 가공조건을 표 2에 나타낸다. 절삭 깊이와 이송속도에 따라서 황삭, 중삭, 정삭 가공으로 나누어진다.

### 3.3 Ge 비구면 렌즈 가공(Ge Aspheric lens)

Germanium(Ge)은 열영상 장비에 가장 많이 사용되는 소재 중의 하나로 높은 정도를 얻기 위해서는 반드시 단결정 초자를 사용해야만 하는 관계로 비구면 가공에 있어 특히 어려운 소재이다<sup>(5,7)</sup>. 가공한 Ge 비구면 렌즈 형상 및 크기는 그림 8과 같다.

Ge의 1차 가공은 구면 및 외경 가공으로 비구면 뒷면의 볼록 면을 일반적인 광학 가공방식인 연마(polishing) 가공 하였다. 비구면 가공부는 1차 황삭가공 후 다이아몬드 터닝 여유를 0.2mm 정도 주어 다이아몬드 터닝가공을 하였다. Ge는 재료의 특성상 Al과 다르기 때문에 별다른 열처리 없이 다이아몬드 터닝 가공을 수행 한 후 최종적으로 가공물을 평가하였다. 비구면 Ge 경우 GPI-XP 간섭계를 사용하여 전체적인 비구면 형상을 확인하는 것이 어렵기 때문에 가공기의 온라인 기상계측기(UltraComp)

와 LVDT 프로브(Probe)를 이용하여 가공면의 정도를 평가하였다. 본 연구에서 요구되어진 비구면 Ge 렌즈의 규정 형상정도는 P-V값이 0.33μm 이하이고, 표면 조도 Ra는 0.025μm 이하, 반경 R은 175.383±0.08mm이다. 비구면 Ge 렌즈 제작을 위해 사용되어진 천연 다이아몬드 바이트와 가공변수 및 가공조건을 표 3에 나타낸다.

## 4. 열영상광학계용 Al 평면 반사경 및 Ge 비구면 렌즈 제작 결과

### 4.1 Al 평면반사경 가공결과

Al 평면 반사경을 레이크 각 0°, 톨 반경이 0.505mm 인 톨로 황삭, 중삭, 정삭 가공을 한 후 GPI-XP 간섭계 장비로 Al 평면 반사경 전체 표면의 형상 뿐만 아니라 렌즈 내에 존재하는 결함평가를 하였다. 가공 후의 Al 평면

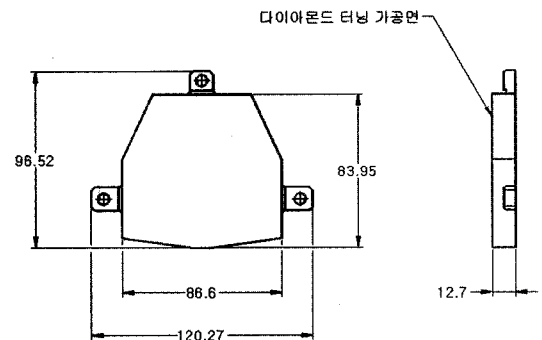


그림 7. Al Flat Mirror Surface Form and Schematic

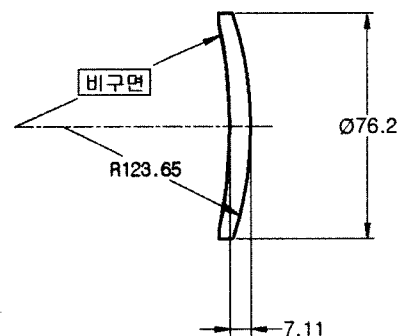


그림 8. Aspheric surface form and schematic

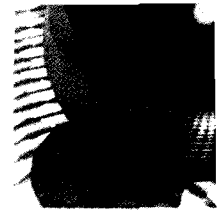


표 2. Al Flat Mirror Machining Conditions

구분	황삭가공	중삭가공	정삭가공
Spindle Speed	1500rpm		
Depth of cut	10 $\mu$ m	5 $\mu$ m	2 $\mu$ m
Tool	Radius : 0.505mm, Rake Angle : 0° NCD(Natural Crystal Diamond Bite)		
Feedrate	30mm/min	10mm/min	5mm/min

표 3. Ge Aspheric Lens Machining Conditions

구분	황삭가공	중삭가공	정삭가공
Spindle Speed	2000rpm		
Depth of cut	20 $\mu$ m	6 $\mu$ m	2 $\mu$ m
Tool	Radius : 0.505 mm, Rake Angle : -25°		
Feedrate	9mm/min	9mm/min	3mm/min

표 4. Data of Al Flat Mirror Measurement Results

	1회	2회	3회	평균값
형상오차 power	0.835 fr	0.765 fr	0.905 fr	0.835 fr
불균일도 Irregularity	0.382 fr	0.326 fr	0.401 fr	0.370 fr

반사경은 그림 9와 같다. 간섭계로 얻은 파면의 정보는 GPI-XP 간섭계 상용 분석 프로그램인 MetroPro를 이용하여 분석해서 그래프와 값으로 나타내었다. 측정 시 간섭무늬는 최대한 수직이 되도록 하고 간섭무늬의 개수가 10개를 넘지 않도록 하였다. 측정의 정확도를 위해 3회 측정하고 그 평균값을 결과치로 사용하였다.

일반적으로 형상오차는 측정값에서 power를 제거하지 않은 값이고 표면의 불균일도는 power를 제거한 값을 사용하는데 표 4는 3회 측정값과 평균값을 나타낸다. 측정

평균값은 형상오차가 0.835 fringe로 규격 2 fringe를 만족하고 불균일도는 0.370 fringe로 규격 1 fringe를 만족하는 결과를 구할 수 있었다. Al 평면 반사경의 형상오차 측정화면을 그림 10에 나타낸다. 간섭무늬 결과를 여러 가지 그래프로 나타냈는데 왼쪽 맨 위의 그래프는 측정 형상의 표면을 색으로 높낮이를 표시했고, 1차원적인 면을 3차원의 비스듬한 표면을 오른쪽 맨 위쪽에 나타내었다. 오른쪽 그래프로 표면의 휘어진 정도와 곡률 등을 볼 수 있다. 왼쪽 그래프의 형상 표면에 선을 그으면 표면 프로파일한 것과 같은 프로파일(profile)을 볼 수 있다.

## 4.2 Ge 비구면 렌즈 가공결과

일반적으로 비구면 렌즈는 GPI-XP 간섭계만으로는 형상오차를 측정하기 곤란하여 널 시스템(null system)을 이용하여 비구면 형상오차를 측정한다. 본 연구는 Ge 비구면 렌즈의 형상오차를 Nanofom200의 기상계측기를

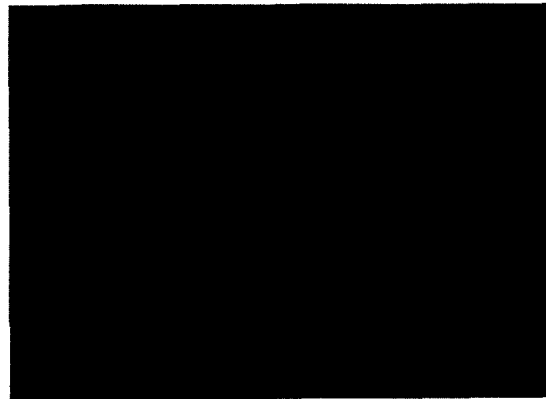


그림 9. Al Flat Mirror



그림 10. Al Flat Mirror Measurement Result

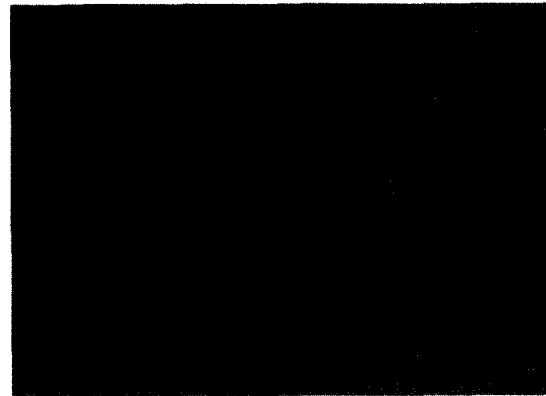


그림 11. Ge Aspheric Lens

초정밀 가공기술을 이용한 광응용부품 개발

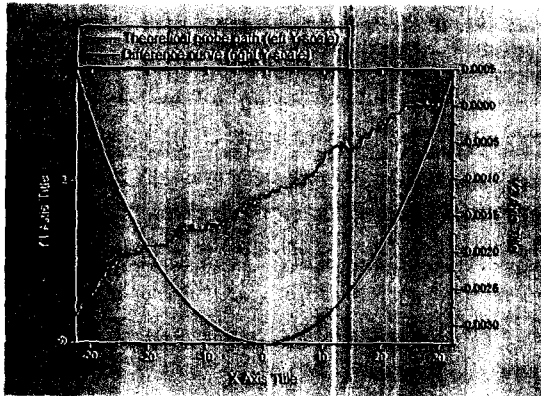


그림 12. Rawdata Graph

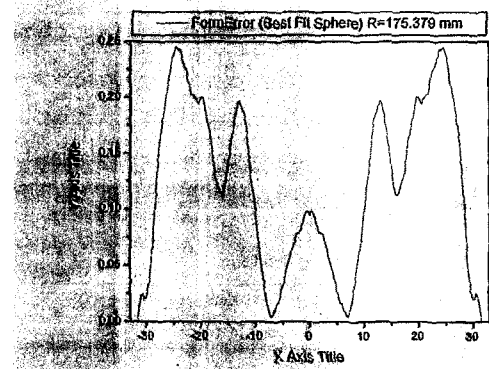


그림 13. Final Result Graph

사용하여 측정하였다.

Nanoform200의 기상계측기(Ultra-Comp)을 이용하는 기상계측 방법은 앞서 설명한 것처럼 LVDT 프로브를 장착하고 프로빙 프로그램을 통해 Ge 비구면을 측정한다. 비구면 렌즈 전체를 프로파일링하고 나면 얻을 수 있는 데이터가 로우데이터(rowdata)로서 이 값은 이상적인 비구면과 측정된 비구면 값 사이에 차이를 나타내는 것이다. 로우데이터를 연산, 분석하면 그래프 P-V값과 측정 반경값을 구할 수 있다. 본 연구개발에서 가공한 최종 Ge 비구면 렌즈를 그림 11에 나타낸다. 기상계측기를 이용한 Ge 비구면렌즈의 형상오차 측정 로우데이터(rowdata) 그래프와 최종결과 그래프를 그림 12와 그림 13에 각각 나타낸다. 그림 12에서 포물선 형태의 선은 이상적인 비구면의 형상을 나타내고 계단식으로 기울어진 선은 로우데이터를 나타내고 있다. 여기서 X축은 렌즈를 프로빙한 위치를 중심으로 +와 -로 표시한 것, Y1은 이상적인 비구면 sag 값, Y2는 로우데이터 값을 각각 나타낸다. 그림 13의 X축은 렌즈를 프로빙한 위치, Y1은 오차 값이다. 측정결과는 P-V값은 0.24 $\mu$ m, R은 175.379mm로서 본 연구개발에 요구되어진 규격을 만족하고 있음을 알 수 있다.

5. 결론

본 기사에서는 한국광기술원 초정밀가공실의 초정밀 가공장비 및 계측장비 구축현황과 공동연구 개발사업에 따른 성과를 소개하였으며, 연구성과 중 다이아몬드 터

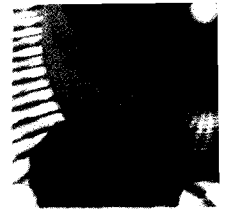
닝 기술을 이용한 열영상 광학계용 AI 평면 반사경, Ge 비구면 렌즈 개발 사례를 소개하였다.

초정밀가공실은 초정밀 가공장비 및 계측시스템을 구축하고, 공동연구 개발사업을 통해 초정밀가공기술을 자체적으로 확보함으로써 군수사업에 필요한 열상 비구면 광학부품을 국산화에 성공하여 수입대처 및 광학부품의 적기 도달 등의 효과를 창출하였다. 또한 현재 Plastic/Glass 사출·성형용 비구면 소형렌즈 금형가공 기술개발에 전력을 다하고 있으며, 이러한 기술개발들은 향후 초정밀 산업에 필요한 광학적, 기계공학적, 전자부품 요소들의 가공공정 등 넓은 영역에 걸쳐 많은 활용 가능성과 함께 지대한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

참고문헌

- (1) D.A.Lucca, Y.W.Seo, "Aspects of Surface Generation in Orthogonal Ultraprecision Machining", Annals of the CIRP, Vol. 43, 1994
- (2) Leonard E. Chaloux, "Diamond Grinding of Optical Surface on Aspheric Lens Molds", SPIE Vol. 656, 1986
- (3) T.Sugano, K.Takeuchi, "Diamond Turning of Aluminum Alloy for Mirror" Annals of the CIRP, Vol. 36, 1987
- (4) S. To, W.B.Lee, and C.Y.Chan, "Ultraprecision Diamond Turning of Aluminum Single Crystals" Journal of Materials Processing Technology, 1997
- (5) John Myler, "Assessment of optical performance of diamond turned germanium as compared with conventional polished counterparts". Proc. SPIE Vol. 916, 1988
- (6) Eagle-Picher Industries, incs, "Germanium and Silicon Optics", p12, 1987
- (7) Peter Blake, R.O. Scattergood, "Single-Point diamond turning of silicon and germanium", Annual Meeting of ASPE, 1987
- (8) Rudolf Hartmann, "Infrared optical design and fabrication, Critical reviews of





optical science and technology", Proceedings of a conference, 1991  
 (9) Max J. Riedl, "Optical design fundamentals for infrared systems", SPIE PRESS, Washington, 2001  
 (10) Robert E. Fischer, "Optical system design", McGraw-Hill, Inc., 2000  
 (11) 정웅택, "적외선 센서의 응용과 원리", 국방과학연구소

(12) 홍석민, "열영상장비 개요", 물리학과 첨단기술, 1998  
 (13) 정진호, "비구면 광학계의 제작과 응용", 제 10회 광기술 워크샵, p1, 2000  
 (14) 김창우, "AI 6061-T651의 열처리 조건에 따른 초정밀 경면의 조직 특성 연구", 인하대학교, 2003

약 령



1998. 4. 日本 大阪大學 大學院 電氣工學科 (工學博士)  
 1998. 6 - 1999. 5 日本 大阪市立大學 理學部 客員研究員  
 1998. 3 - 2001. 2 昌原大學校 工科大學 메카트로닉스공학부  
 전임강사  
 1999. 7 - 2001. 8 日本 大阪大學 레이저核融合研究所 共同研  
 究員  
 2001. 7 - 현재 韓國光技術院 초정밀가공실 선임연구원



1996년 : 조선대학교 기계공학과, 공학사  
 1998년 : 조선대학교 기계공학과, 공학석사  
 2001년 : 조선대학교 기계공학과, 공학박사 수료  
 경력  
 1999년-2001년 : 한국기초과학지원연구원, 시간제연구원  
 2002년-현재 : 한국광기술원, 연구원