

## 레이저 붕괴 Disk Amplifier 제작용 광학 공작 기계의 설계와 제작

한국 과학 기술원 물리학과  
김 영 기, 한 덕 우, 이 상 수

### Abstract

Optical working machines are developed. The machines are to be used in the preparation of  $Nd^{3+}$ -phosphate glass amplifier rod and elliptical disk amplifier plate of the high power Nd-YLF-phosphate glass laser amplifier system. In this report, the working principles of the machines are presented, and several results are shown by photographs, design drawing and the disks actually fabricated by using the machines.

#### 1. 서론

저출력 레이저 광학 부품들의 가공을 위한 기계는 일반적으로 보편화되어 있다. 그러나 고출력 레이저의 개발에 필수적인 광학 부품들(mirror, window, 타원형 pumping reflector, rod)은 그 규격이 상당히 커지고, 가격이 고가인 관계로 이 부품들이 안전하게 가공되어야 하므로, 이 점에 유의하여 고출력 레이저 광학 부품 제작기계에 대해 소개하고자 한다.

#### 2. 설계 및 제작

광학 부품의 형태에 따라 다음의 2가지로 분류하여 설계하게 되었다.

- 1) 원형 및 타원형 가공기계
- 2) 유리봉 가공기계

## 가) 원형 및 타원형 제작기계

## a) 설계 재원

## 1. 가공 범위

원 형 : 직경 70 $\mu$  ~ 350 $\mu$       타원형 : 각도 10° ~ 70°  
 두께 50mm (max)                      두께 15mm (max)  
 장축 120mm (max)

2. 사용 전압 : 1 $\phi$ , 110V

3. 외형 치수 : 900(H) \* 1140(L) \* 700(W)

- b) 일반적으로 유리의 원형가공은 일직선상에 있는 2개의 수평축에 의해 유리를 수직으로하여 chucking된 상태에서 flat type 의 diamond wheel 로서 가공된다. 그러나, 본 기계는 광학 부품들의 규격이 키집에따라 그 무게도 증가하고 또 고가의 특수한 유리인 관계로 이의 안전을 고려하여 기존의 방법과는 달리 유리를 수평으로 하여 가공토록 개발하게 되었다. 이때의 holding 방법은 1)진자에서 언급한 기계적인 방법, 2)vacuum에 의한 방법이 있으며 2)의 방법을 택하여 그림 1과 같이 설계하였다.

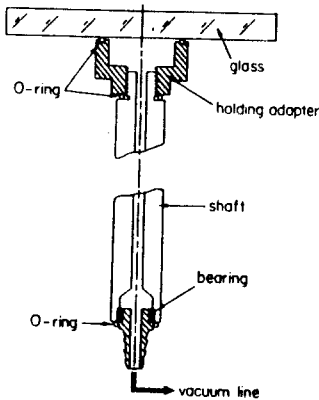


그림 1. 진공을 이용한  
glass holding 장치

유리의 표면은 비록 polishing 이 되어 있지 않더라도 #600 (SiC or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 정도로 처리되면 족하다.

이 장치의 진공 상태는 저진공도 무방하며 따라서 sealing 에 전혀 어려움이 없었다. 그러므로 실제로는 rotary pump 대신에 air-compressor 를 역으로 작용시킴으로서도 가공에 충분한 holding 상태를 유지 할 수 있었으며, shaft 는 녹 방지를 위해 stain-less steel를 사용하였고 shaft 의 회전은 r.p.m.6 으로 설계하였다.

c)유리의 직경을 70<sup>#</sup>~350<sup>#</sup>, 두께 5~50mm 까지 가변시킬수 있어야하는 관계로 glass holding shaft 를 fix 시키고 대신 diamond wheel part를 수평 (직경 가공축) 과 수직 (두께 가공축) 으로 control 되도록 그림2와 같이 설계하였다.

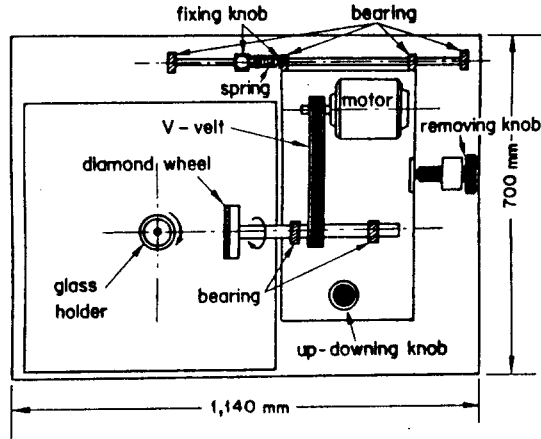


그림2. 원형 및 타원형 가공기계 평면 설계도

또 cutting 되는 측면을 좋게 하기 위하여 1차 가공시는 #120의 metal bonding diamond wheel을, 2차 가공시는 #320을 그리고 마지막 작업으로 45° metal bonding diamond에 의해 camfering 하도록 하였다. (그림3 참조)

이때 diamond wheel 을 구동시키는 모터는 1/2HP, 1<sup>#</sup>, 110V, r.p.m.1800을 사용하였고 cooling 은 일반 기계 절삭유인 cutting oil 을 사용하였다.

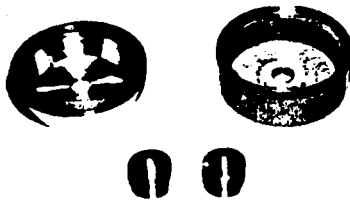


그림3. Flat 및 45° diamond wheels

d) 각 부분의 동작은 가공시 glass 의 안전을 고려하여 sequence control을 이용한 순차 기동법에 의해 1)glass 의 holding 및 회전, 2)cooling water 의 공급 3)main motor( diamond wheel ) 순으로 동작토록 하였다. 이 기계는 그림 4 와 같이 완성되었으며 가공된 glass 는 그림 5와 같다.

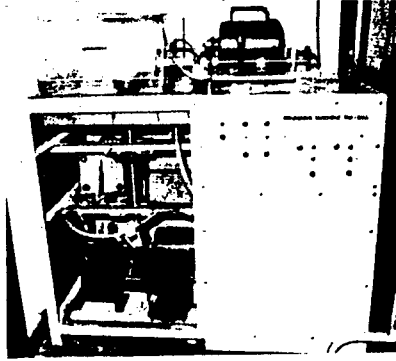


그림 4. 제작된 원형 및 타원형 가공기계

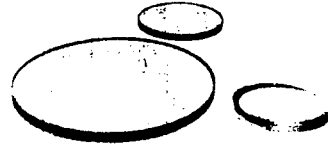


그림 5. 제작된 기계에 의해 가공된 부품들

1. 재료 : 관유리
2. 규격 :
  - 원형 ( 직경 125 $\phi$ , 240 $\phi$ , 두께 12mm )
  - 타원형 ( 장축 112mm, 두께 12mm, 각도 33.3° )

나) 유리봉 가공기계

a) 설계 재원

1. 가공 범위
  - 직경 5 $\phi$  ~ 50 $\phi$
  - 길이 40 ~ 250mm
2. 사용 전압 : 1 $\phi$ , 110V
3. 외형 치수 : 500(H) \* 500(L) \* 400(W)

b) 유리의 holding 은 기계적인 chucking 방법을 택하였다. rod 의 가공 길이가 250mm [max.]이므로 holding chuck 를 이동할 수 있도록 하여야 하며, cooling water 가 이 부분에 공급되므로 녹 방지를 위해 stainless steel 를 사용한다.

우선 유리봉의 holding 에 앞서 가공 유리봉의 양 단면이 holding shaft 에 단단히 밀착되지 않으면 안되므로, 이를 그림 6과 같은 방법으로 행 할 수 있고 유리봉 양 단면은 대략 평행에 가까우면 좋다.

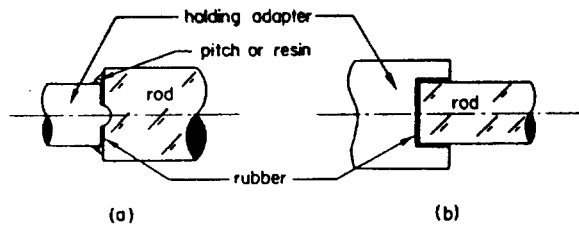


그림 6. Rod 의 양 단면 holding 방법

그림 6에서 (a) 의 방법은 하나의 holding adapter 로 50 $\phi$ 까지의 유리봉을 가공 할 수 있으며, (b) 의 경우는 □봉의 치수에 따라 여러개의 holder를 갖추어야 한다. 그러나 (b) 의 방법이 보다 확고한 안전성이 있다.

이제 이 rod holding shaft 는 양 축이 함께 모터에 기어로 연결되어 정확한 구동을 할 수있게 하였고 모터의 r.p.m.은 6 으로 설계하였다.

설계된 rod 가공기기의 평면도는 그림 7과 같고 diamond wheel 은 diameter 80 $\phi$ , 두께 15mm, #320(metal bonding type)으로 하였고, r.p.m.1800, 1 $\phi$  110V, 1/2HP motor 로 구동토록 하였다.

c)rod 의 길이부분 가공은 r.p.m.6 인 motor 로 screw 플 c.w., c.c.w.방향으로 회전시켜 자동으로 가공하도록 하며 rod 의 직경은 micrometer (0-25mm, 0.005)로 control 하도록 설계하였다.

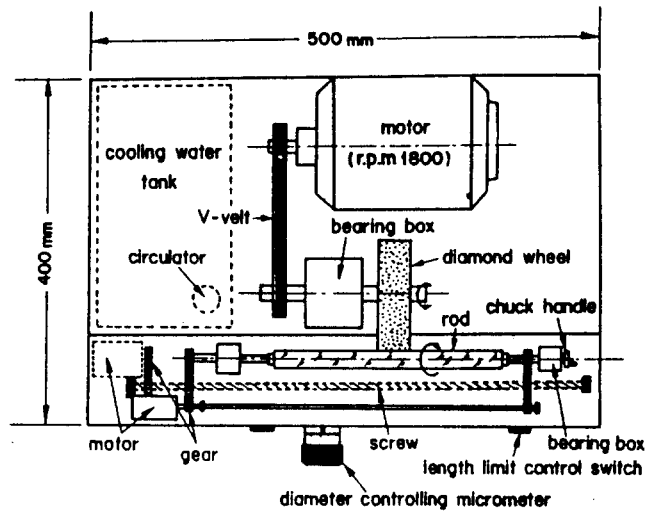


그림 7. Rod 가공기계의 평면 설계도

### 3. 결론

타원형 및 disk를 가공 할 수있는 광학 공작 기계를 제작하였으며, 이 기계를 실제 사용함에 있어 제작된 유리제품의 규격이 충분히 신뢰할 수 있었고, 고출력 레이저계열에서 이용하는데 아무 이상이 없을것을 확신한다.

가공 한개는,

- 1) disk : 직경 380 $\phi$ , 두께 50mm, 정밀도 0.01mm
- 2) 타원 : 장축 110mm, 두께 15mm, 정밀도 0.01mm
- 3) 유리봉 : 직경 50 $\phi$ , 길이 250mm, 정밀도 0.01mm

이 2가지 기계는 자체 제작으로, 저렴한 가격으로 제작 할 수있었고, 앞으로 고출력 레이저 광학 부품의 제작, 가공에 유용하게 사용될 것이다.