

과 제 번 호_과 제 명	실린더 렌즈	작 성 일	210705
제 목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

초 록

① 실린더 렌즈의 종류와 ② 면정도 및 편심을 정의하고, ③ 편심측정 방법에 대하여 살펴보았다.

0. 선행연구/참고문헌

1) 프로옵틱스, 대면평가 F50mm 2X Anamorphic Lens개발 20180817 pp. 31-32.

1. 실린더 렌즈의 정의 와 종류

실린더 면이란 한쪽 방향이 곡선이고 그에 수직이 되는 방향의 선 형상이 직선으로 면을 이루는 곡면을 실린더 곡면이라 하며 이러한 실린더 곡면으로 이루어진 렌즈를 실린더 렌즈라 한다

실린더 렌즈는

- ① 양면 실린더 렌즈 : 양면이 실린더 곡면으로 구성된 렌즈와
- ② 단면 실린더 렌즈 : 한쪽은 실린더 곡면이고 반대면은 평면으로 이루어진 렌즈의 두

종류가 있다.

2. 실린더 렌즈의 결함 과 편심의 종류

실린더 렌즈의 결함은

- ① 렌즈면의 면정도와,
- ② 두 개의 면과 두 개의 외경(실린더 직선축과 평행한 방향)으로 이루어지는 편심으로 구분할 수 있다

2-1. 실린더 렌즈면의 면정도는

- ① 곡면인 경우에는 곡률반경, 곡률면정도 (pv 혹은 rms 값),
 - ② 평면인 경우에는 평면도 및 평면 면정도(pv 혹은 rms 값)
- 로 나눌 수 있다.

① 렌즈면의 면정도에 대한 측정 방법은

- ㉠ 평면인 경우는 통상 간섭계로 측정하는 경우와 동일하므로 생략하기로 하고
- ㉡ 실린더 곡면인 경우에는 HOE를 이용한 실린더 파면을 기준파면으로 형성하여 간섭적으로 측정하는 방법이 가장 권장할 만한 방법이다.
- ㉢ 그러나 상기 ㉡의 방법이 불가한 경우에는 구면 및 평면 간섭파면을 이용하여 선접촉 간섭면을 측정하기도 하고
- ㉣ 3차원 측정기 등 기계적인 방법으로 점접촉한 점을 수집하여 면형상을 유추하기도 한다.

이 문서는 주)프로옵틱스의 재산이오니 임의 복사 및 배포를 금합니다.

과제 번호_과제명	실린더 렌즈	작성일	210705
제목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

2-2. 편심의 종류는 아래 7가지가 있다

- Ⓐ Decenter(평행편심, 편육)
- Ⓑ Tilt(경사편심)
- Ⓒ Decenter Rotation(외경회전)
- Ⓓ Axis Rotation(실린더축 회전)
- Ⓔ (실린더 축방향과 평행한) 외경의 평행 편심
- Ⓕ 외경 직각도
- Ⓖ 외경 기울기

이 중에서 Ⓔ, Ⓕ, Ⓖ는 잘 사용되지 않는 편심이다.

- ① 단면 실린더렌즈의 경우에는 6개의 편심 ⒶⒷⒸⒺⒻⒼ
- ② 양면 실린더렌즈의 경우에는 7개의 편심 ⒶⒷⒸⒹⒺⒻⒼ

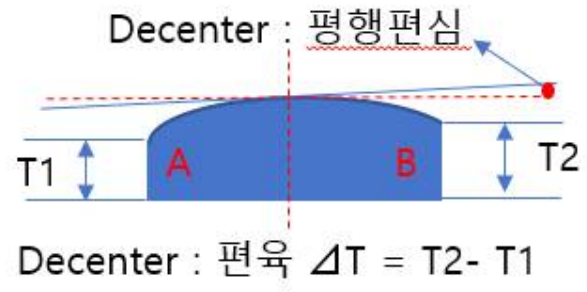
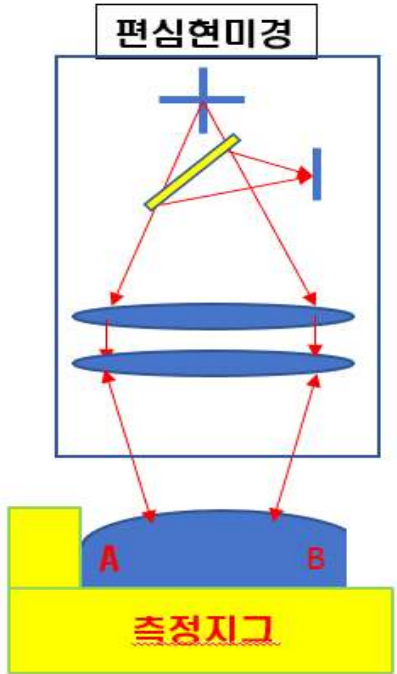
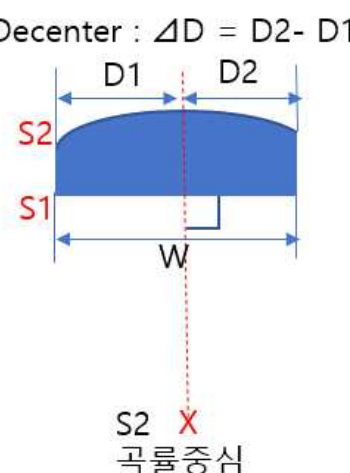
이 해당 된다.

3. 편심의 정의와 측정 방법

3-1. Decenter : 평행편심, 편육

- ① Decenter 편육은 그림 1에서 가장자리 두께의 차이($\Delta T = T_2 - T_1$)로 길이의 단위로 표시하고
- ② 편육을 렌즈의 폭(W)으로 나누어 각도 값으로 만들면 평행편심이 되는데, 이것은 직경의 중심에 있는 양면(곡면 혹은 평면)의 접선이 상호 기울어진 각도를 의미한다
- ③ 한편 S1과 S2의 곡률중심을 연결한 선에서 가장자리까지 거리의 차이($\Delta D = D_2 - D_1$)를 Decenter 평행편심으로 정의하기도 한다
- ④ 또한 ΔD 를 S2의 곡률반경으로 나눈 값의 절반을 각도로 표현하면 상기 3-1의 ②에서 계산한 평행편심 각도와 동일한 값이 된다
- ⑤ ΔD 의 측정방법은 편심현미경에서 구면파(수렴 혹은 발산광)가 출사하도록 하여
 - ㉠ 곡면 S2에서 반사하는 직선상이 나오도록 장치를 setting한 후
 - ㉡ 측정지그의 stopper에 실린더렌즈의 A면을 밀착시켰을 경우 S2면에서 반사하는 상의 위치를 Pa라고 하고
 - ㉢ 실린더렌즈의 B면을 밀착시켰을 경우 S2면에서 반사하는 상의 위치를 Pb라고 하면
 - ㉣ Pa와 Pb위치의 간격을 나타낸다

과제 번호_과제명	실린더 렌즈	작성일	210705
제목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

 <p>Decenter : 평행편심</p> <p>Decenter : 편육 $\Delta T = T2 - T1$</p>	
 <p>Decenter : $\Delta D = D2 - D1$</p> <p>S2 X 곡률중심</p>	
<p>그림 1. Decenter의 정의</p>	<p>그림 2. Decenter의 측정방법</p>

⑥ CCD카메라를 이용하여 측정 할 경우 간격은

= Pa와 Pb 이미지 센서의 pixel 간격($\Delta P = Pa - Pb$) * Pixel 크기

예 : ΔP 가 5 pixel 이고 pixel size가 5um 이며, 편심현미경의 배율이 6 이면

(오토콜리메이터의 초점거리(F=300mm)와 아크로맷렌즈의 초점거리(F=50mm)의 비)

편심의 크기는 $5\text{pixel} \times 5\text{um} / 2 / 6 = 12.5\text{um}$ 이고

각도로 환산하면 피측정 실린더 곡면의 반경이 100mm 이면

$\theta = \text{Tan}^{-1} (12.5\text{um} / 100\text{mm}) = 0.00716 \text{도} \Rightarrow 25.78\text{초}$ 이다

3-2. Tilt : 경사편심

① Tilt 경사편심은 그림 3의 중심 두께의 차이($\Delta H = H2 - H1$)로 길이의 단위로 표시하고

② 길이 L에 대하여 각도로 표시하기도 한다

③ Tilt 각도 $\theta = \text{Tan}^{-1}(\Delta H / L)$ 의 측정 방법은

편심현미경에서 평행광이 출사하도록 하여(오토콜리메이터)

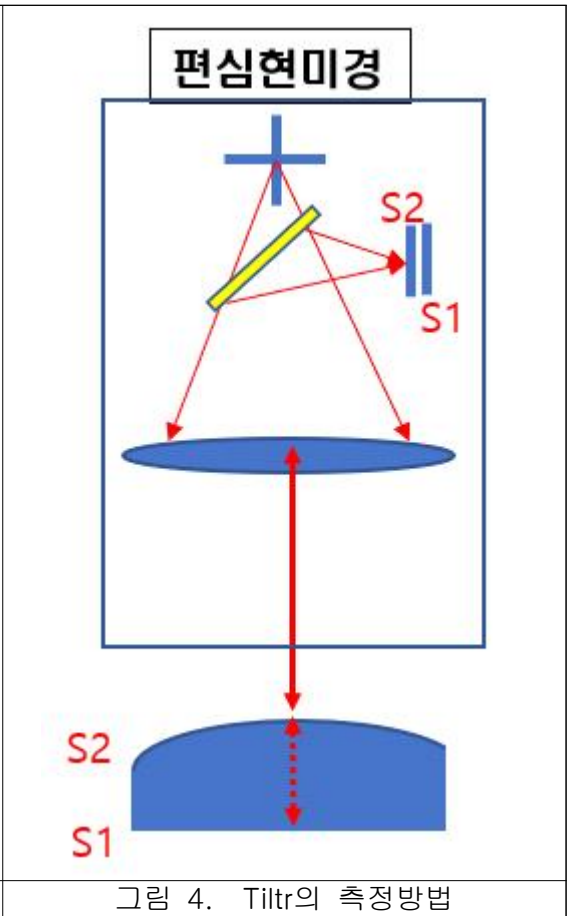
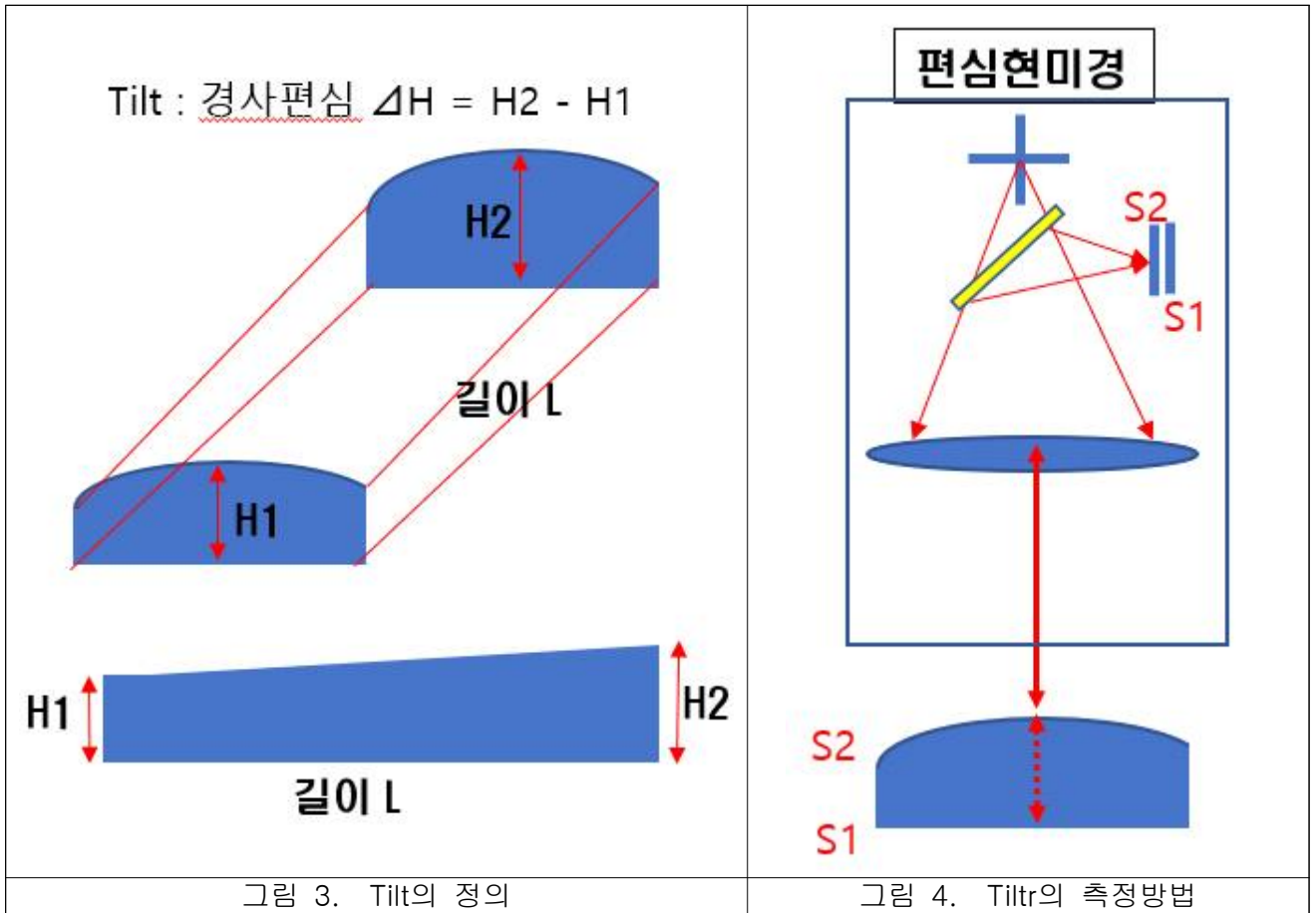
㉠ 곡면 S2에서 반사하는 직선상과

㉡ 곡면 S1에서 반사하는 직선상의 간격을 측정한다

이 문서는 주)프로옵틱스의 재산이오니 임의 복사 및 배포를 금합니다.

과제 번호_과제명	실린더 렌즈	작성일	210705
제목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

- ④ CCD카메라를 이용하여 측정 할 경우 S1 반사상과 S2 반사상의 이미지 센서의 pixel 간격을 오토콜리메이터의 초점거리(F)로 나눈 값의 Tan^{-1} 값으로 계산한다



3-3. Decenter Rotation : 외경 회전각

- ① Decenter Rotation(외경회전)은 그림 5와 같이 실린더면의 축이 같은 방향의 외경에 대하여 이루는 각도(θ)를 의미한다
- ② 측정방법은 그림 6과 같이 편심현미경을 이용하여 실린더렌즈의 곡률에서 반사한 상을 잡고
- ③ 실린더렌즈의 좌측 끝에서 반사한 반사상의 위치와 실린더렌즈를 우측으로 밀어서 이동 후 우측 끝 부분에서 반사한 상의 위치의 차이를 구한다
- ④ CCD카메라를 이용하여 측정할 경우 좌측면 반사상과 우측면 반사상의 이미지 센서 상의 pixel 위치의 차이가 10개이고 pixel size가 5um이며 실린더렌즈 좌우의 길이가 100mm인 경우인 경우
외경회전 각도 $\theta = \text{Tan}^{-1} (10 * 5 \text{ um} / 100\text{mm}) = 0.0286\text{도} = 103.13\text{초}$ 이다

과제 번호_과제명	실린더 렌즈	작성일	210705
제목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

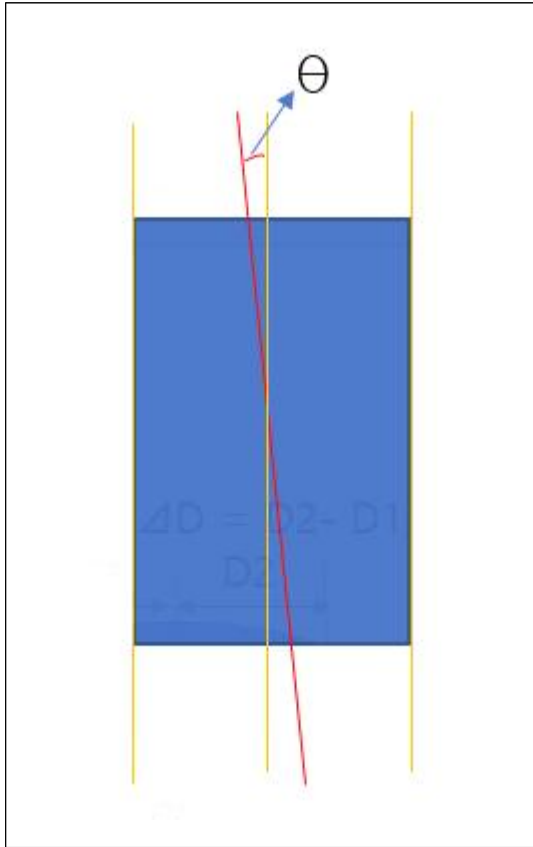


그림 5. Decenter Rotation의 정의

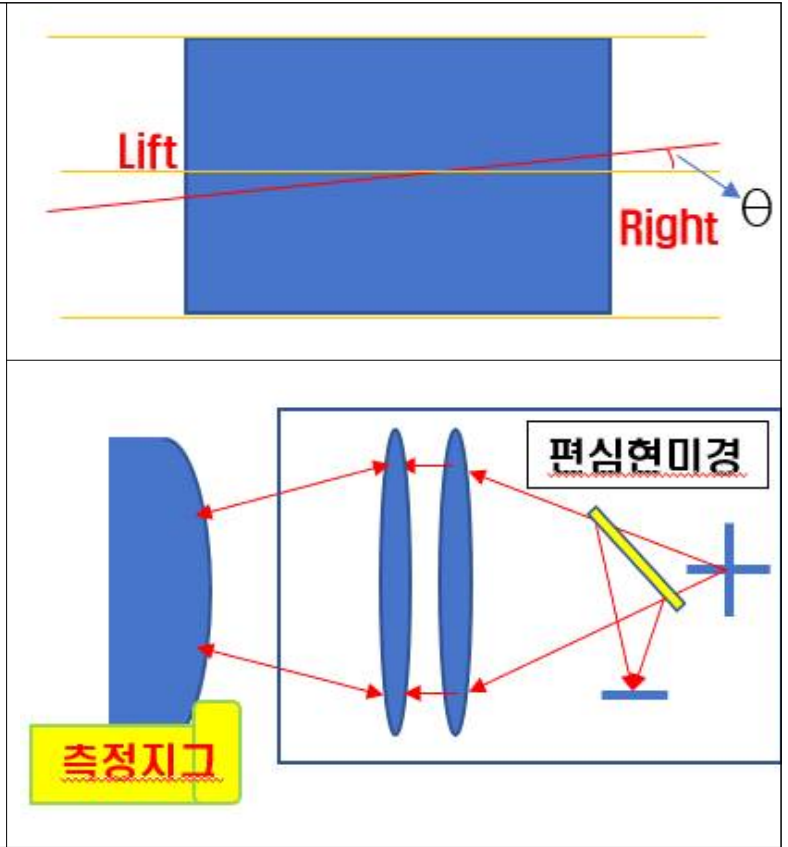


그림 6. Decenter Rotation의 측정방법

3-4. Axis Rotation : 실린더 축 회전

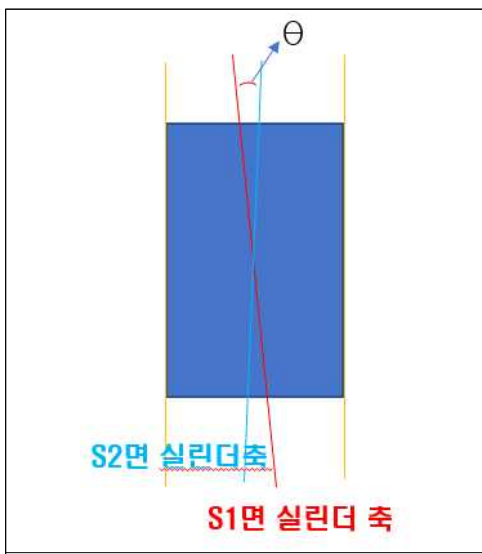


그림 7. Axis Rotation의 정의

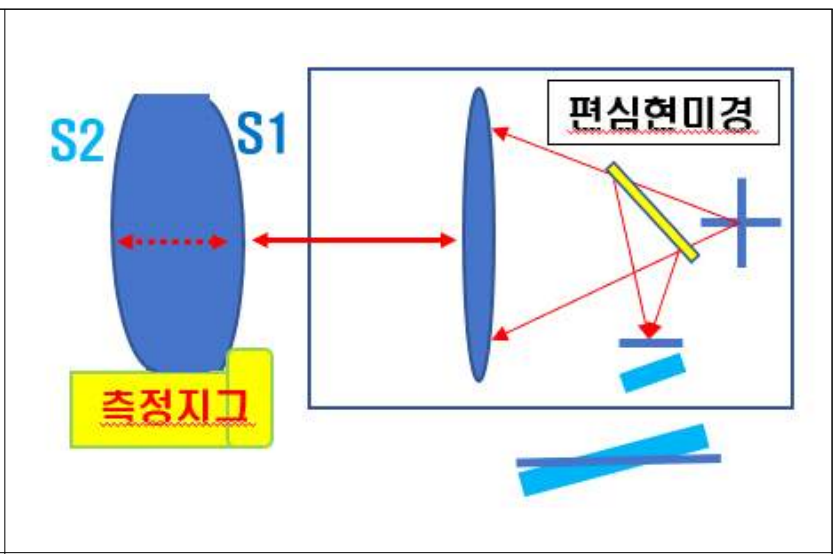


그림 8. Axis Rotation의 측정방법

과제 번호_과제명	실린더 렌즈	작성일	210705
제목 (Title)	실린더 렌즈의 면정도 및 편심의 정의와 측정 방법	Page 수	

- ① Axis Rotation은 양면이 곡면인 경우에 적용되는 편심으로 그림 7과 같이 2개의 실린더 축(s1, s2)이 기울어진 각도(θ)를 의미한다
- ② 측정방법은 그림 8과 같이 경사편심 측정시와 동일하게 setting하고 실린더의 축 방향 평면에서 반사하는 상을 검출하여 두 개의 상이 기울어진 정도를 각도로 나타낸다
- ③ 축회전 편심이 없는 경우에는 두 개의 직선 상이 같은 방향으로 선명하게 나타나지만 편심이 있는 경우에는 뒷면(S2면)에서 반사한 직선은 선의 폭이 넓고 희미하며 기울어져있다.
- ④ 직선이 두 개로 나타나는 것은 경사편심이 있는 경우이고 경사편심이 없이 축회전 편심만 있는 경우에는 그림 8 아래부분에 나타난 것과 같이 두 개의 상이 중첩되고 기울어져 나타난다
- ⑤ 렌즈를 회전시키면 희미한 상이 선명하게 나타난다 두 직선의 기울어진 각도가 축회전 편심이다.
- ⑥ 회전 편심 각도가 크면 하나의 편심현미경(콜리메이터)으로 나타나지 않으므로 2개의 편심현미경을 이용하여 양쪽에서 측정하여야 한다
- ⑦ 양면 실린더의 축이 90도 기울어진 렌즈인 경우에는 2개의 편심현미경을 사용하여 측정하는 것이 바람직하다

기록자(Recorded by)	작성일(Date) 2021. 7. 5.	서명(Signature) 정진호
------------------	--------------------------	----------------------