

Proximity LCD 노광기의 Mask & Glass 정렬 광학계 개발

Vision System for Mask & Glass Alignment in Proximity LCD Machine.

최나락, 김정현, 김문석, 지이권*, 강홍석*, 문용철**, 이하덕**, 이호찬***, 김재순

서울대학교 물리천문학부, *OFT Co., Ltd., **Xenosys Co., Ltd., ***육군사관학교

jskim@phy.snu.ac.kr

반도체 관련 장비는 물론이고 LCD 제작, 측정, 보수 장비에 있어 광학적 장치가 차지하는 경제적 기술적 비중은 상당히 높으며, 그 중에서도 경쟁력 있는 분야의 발굴과 적시 개발은 선진 광 기술력 확보를 위해 필수적이다. 본 발표에서는 LCD 제조 장치 (정렬 조종 광학계, Mask와 유리 Holder, 정렬 Stage가 조합된 전체 장비의 모식도가 그림1에 나와 있다.) 에서 Mask와 Glass를 노광 전에 정렬하는 광학계 (시스템 상부에 위치한 CCD Camera부) 를 개선 개발하기 위한 기술적 검토에 대해 소개한다.

정렬 카메라 부는 Mask면과 Glass판상에 미리 기록된 패턴 무늬의 확대 영상을 정밀 관측 해석하여 정렬 스테이지에 정확한 제어가 가능할 수 있도록 정보를 제공한다. 그림2은 양면에 기록된 패턴무늬 (Marker) 를 동시에 관찰하는 영상의 한 예를 보여준다.

Marker의 형상과 크기 (선폭, 선의 길이, 가로 및 세로 범위) 는 광학계 물체 공간의 필드 크기를, 정렬 정밀도와 정렬 스테이지의 구동정밀도 (pulse, step) 등은 광학계의 분해능 한계를, Mask와 유리사이의 간격은 초점 심도의 범위를 결정한다. 상기한 요소들은 시스템 규격과 관련되어 사용 CCD의 전체 및 소자 크기와 광학계의 배율, 사용과장 및 구경비 등을 확정한다. 표1에 기본적인 검토 사항이 나타나 있다. 영상 광학계 설계는 1/2" CCD와 물체 부 검사 창 크기를 감안하여 배율 4를 적용하였으며 이는 정밀도 및 각 규격 수치요구 조건을 만족한다. 해상도와 심도를 위한 F/# 조건은 서로 상보 관계에 있으며 실적용 시 Stop을 부착하여 선택 작업 기능을 부가한다. 600nm 기준광에서 300 μ m심도를 위해

$$\frac{\lambda}{NA^2} = 300\mu\text{m}, \quad \Lambda A \approx 1/22.36 \quad \text{조건에 의해 } F/\# = 11.18 \text{을 만족해야 하고, 정렬 정밀도를 위해서는 CCD}$$

상 8 μ m주기이상의 Image의 한계 해상도를 위해 $\frac{1.22 \cdot \lambda}{NA} = 16\mu\text{m}$ 조건을 만족해야 하므로, 물체공간에서의 해상도는 배율 4를 감안하여 $F/\# = 21.74/4 = 5.435$ 가 된다.

광속 확대기를 이용하여 대물렌즈를 공유하게 되는 조명 부의 설계는 균일 조명과 광 효율의 최적화를 위해 변형된 Kohler조명 방식을 선택하여 초안 설계를 하고[1], 램프 자체 부는 전단에 추가 렌즈를 사용하여 발산광을 제어 조명부에 광을 입사 시킨다. 조명부에 사용될 최적 LED 선정을 위한 비교장치가 그림3에 있으며, 파장 550nm \pm 30nm를 적용한 영상부와 조명부의 기초 설계는 그림4에 나타나 있다. 여기서 영상부는 조리개 가변형을 적용한다[2,3].

상기한 광학적 규격들에 더하여 정렬장치가 부착되는 전체 장비의 공간적, 기계적 허용도에 따른 구조적 제한이 있으며, 이를 감안한 공간안배와 광 부품의 크기 결정 및 오차 범위 내 광축정렬을 위한 Mounting 방법 등과 기준면 (Datum Plane) 설정 및 효율적 체결 방법에 대한 검토가 필요하다.

그림5은 정렬 Vision시스템의 조립도 초안을 보여준다. 노광기 전체구조와 조립부 및 조종부등을 공유 또는 별개로 하여 연결부 개념 설정을 위한 검토 자료이며, 최종 설계시 2차 기준면을 중심으로 광 성능을 만족할 만한 적합한 공차(Tolerance)를 부여 하여야 한다.

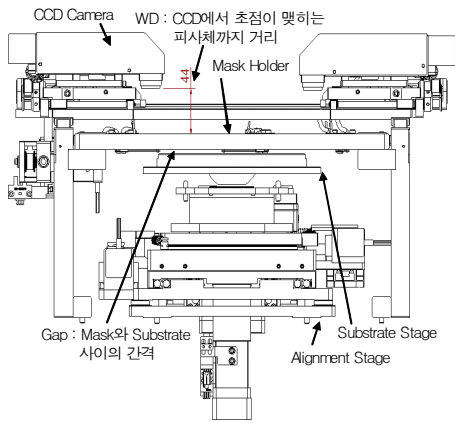


그림1 정렬 조종 광학계, Mask와 유리 Holder, 정렬 Stage가 조합된 전체 장비의 모식도

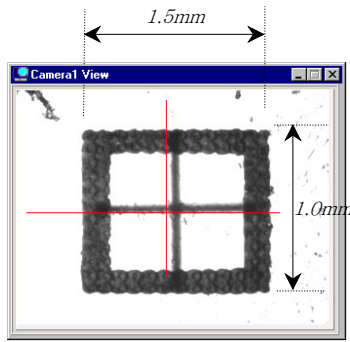
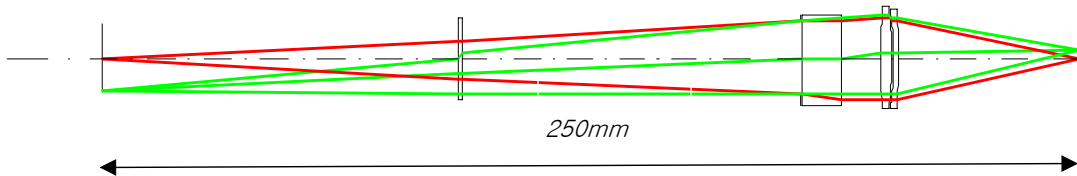


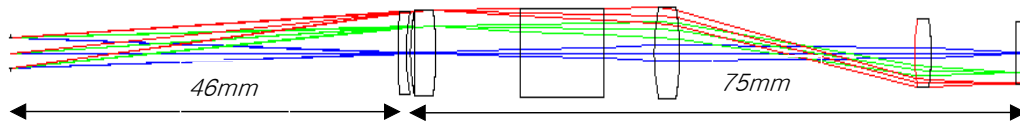
그림2 양 면에 기록된 패턴무늬 (Marker) 를 동시에 관찰했을 때의 영상



그림3 조명부에 사용될 최적 LED 선정을 위한 비교장치



(a)



(b)

그림4 (a)영상부 (b)조명부의 기초 설계

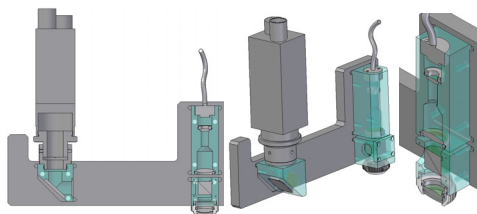


그림5 정렬 Vision시스템의 조립도

구분		내용	비고
Alignment	Marker	크기	1~1.5mm
		선폭	50 μm
		정밀도	5 μm
	Stage	Step	1 μm/pulse
초점심도		최대	300 μm
Working Distance		평균(최소)	46(43)mm
CCD	크기	대각선	8.11mm
		가로x세로	6.5x4.85mm
		Pixel	8.4x9.8 μm

표1 전체 시스템의 기본 사양

References

[1] D.C. Oshea, *Elements of Modern Optics Design*, John Wiley&Sons, Inc., New York (1985)
 [2] R. Kingslake, *Lens design fundamentals*, Academic Press, New York (1978)
 [3] W. J. Smith, *Mordern Optical Engineering*, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York (2001)