

차세대 CP 렌즈모듈 μ -조립시스템 개발

Micro Assembly System of CP Lens Module for Next Generation

*# 송준엽¹, 이창우¹, 하태호¹, 이재학¹, 김천호², 김정오²

*# J. Y. Song(sjy658@kimm.re.kr)¹, C. W. Lee¹, T. H. Ha¹, J. H. Lee¹, C. H. Kim², J. H. Kim²
¹한국기계연구원 초정밀기계시스템연구실, ²(주)유성정밀 기술연구소

Key words : Cellular Phone(Phone Camera), Lens Module, Micro Assembly, Picking, Scale Down

1. 서론

휴대폰 카메라모듈은 2000년 들어 CMOS 센서를 사용한 CIF급(11만 화소)이 출시된 이후 급속히 발전하여 현재는 Mega Pixel급(3.0, 5.0MP 이상)이 주종을 이루고 있다. 하지만 급변하는 기술진보와는 달리 핵심부품의 수급부족 및 공정정립에 기초한 양상체계가 미비하여 관련업계에서는 품질 안정화에 기반을 둔 Mass Customization 생산체계의 구축을 서두르고 있다. 렌즈모듈이 마이크로 스케일 부품으로 취급이 어렵고, 렌즈품질의 불균일성을 극복하면서 광학적인 특성이 보증되어야 한다는 점에서 조립자동화 시스템을 구축하는데 애로사항을 겪고 있다.

따라서 본 연구에서는 공정정립을 통한 최적의 조립메커니즘을 제시하고, 자동화시스템으로 발전시키면서 부가적으로 장비를 Scale Down하는 연구결과를 제시코자 한다.

2. 렌즈모듈 제조공정 및 특성

카메라 폰 렌즈모듈의 제조공정은 Fig. 1에 제시된 것처럼 크게 단렌즈 제조, 모듈조립, 특성검사로 구분할 수 있다. 본 연구의 주 대상공정은 모듈조립 공정이며, 대상모델로는 3MP급 이상으로 Fig. 2처럼 경통(Holder) 1개, 렌즈 4매, 스페이서(Spacer) 3매, 실드(Shield) 1매를 기본 구성으로 하여 총 9매의 부품으로 구성된다.

Fig. 2의 렌즈모듈 구성도를 살펴보면 렌즈와 스페이서는 페어를 이루어 조립되며, 설계기준 $\pm 3.0\mu\text{m}$ 이내에서 조립정렬 정밀도 확보가 품질유지의 핵심요소 중의 하나이다. 또한 사용되고 있는 사출렌즈는 고해상력화 되면서 얇아지다 보니 충진율 차이에 의한 두께의 불균일, 잔류응력에 의한 렌즈 변형 등으로 렌즈 방향성 제어가 수반되어야 한다.

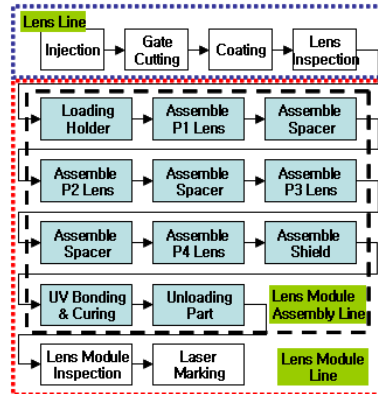


Fig.1 Manufacturing process of lens module

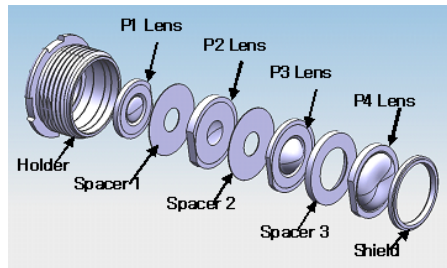


Fig.2 Part diagram of lens module above 3MP

이상의 렌즈모듈 제조특성은 조립 자동화시스템 고안 및 메커니즘 설계, 제작 척도로 활용한다.

3. 마이크로 조립시스템 설계 및 제작

앞서 기술한 것처럼 본 연구에서 구성할 렌즈모듈 조립시스템 개발의 핫이슈는 Tact Time 3초 이내, 기존 범용 장비대비 Scale down 50% 이상, 8MP급까지 수용 가능한 Flexible 메커니즘의 채용 등을 들 수 있다.

현 수작업이나 범용 장비에서는 Fig. 1에 제시된 프로세스를 기반으로 개략 9 공정 이상으로 구성되

어 있지만, 본 연구에서는 렌즈와 스페이서 삽입공정을 동기화시켜 단위 공정화하고 이것을 기본 장비모듈로 구상하는 개념을 고안하게 되었다.

고안된 장비모듈의 구조는 Fig. 3처럼 하나의 리니어 모터에 2개의 이송부를 배치시키고, 상대적으로 이송량이 작고 고속성이 요구되지 않는 비전파트는 볼스크루 방식을 채용함으로써 리니어 모터의 여유행정으로 스페이서를 조립하는 구조로 설계하였다.

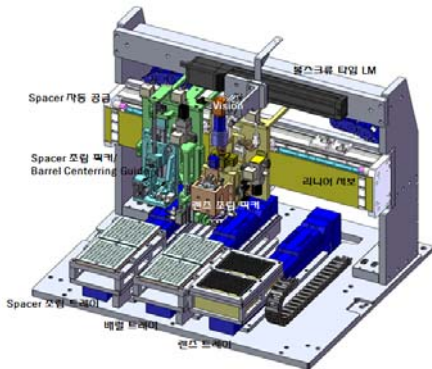


Fig. 3 Designed module of μ -assembly system

비전파트는 렌즈의 방향성 체크 및 피킹위치 보정 등에 활용하기 위해 필요한 부분으로, 작업 고속화 실현을 위해 렌즈 방향성을 체크하는 기능만 수행시키고 피킹 에러보정 기능은 별도의 Mechanical Align 기구부(Fig. 4 참조)를 고안하여 조립픽커에 장착토록 하였다. 보정메커니즘은 공압 실린더에 의해 상부의 고정지그에 렌즈를 Mechanical하게 정렬하는 방식이다.

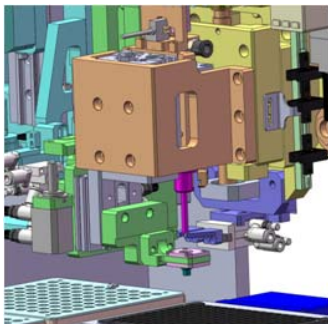


Fig. 4 Mechanical align device for picking compensation

핸드폰의 Mega Pixel급(8MP급 이하) 카메라모듈은 다양한 크기, 예를 들면 하우징 크기 6.0-9.0mm, 하우징 높이 5.0-8.0mm 스펙 범위에서 이루어지

고 있어 개발장비에 Model Change 대응성을 확보시키기 위해서 마이크로 스테이지를 헤드에 설치하였다. 또한 장비의 크기를 최소화하기 위해 두 개의 회전모터에서 로터역할을 하는 무빙코일로 두 개의 헤드를 이송하게 하였으며, 하부는 2개의 스테핑 모터를 구동시켜 부품 Tray를 이송토록 설계, 제작하였다.

고안된 시스템은 GRIP용 3D모델을 이용하여 구동부위(X, Z1, Z2축)별 속도, 가속도, Motion Type, 이동거리 등의 정보를 적용시켜 Mechanical Simulation를 실시한 결과 Tact Time 2.63초를 확보하고 In-Line시스템을 제작하였다.

4. 결론 및 향후 계획

이상 본 연구에서 고안한 CP 렌즈모듈의 마이크로 조립시스템에 대해 기존 수작업, Cluster Type μ -조립시스템과 성능에 대해 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 그 결과가 Table 1이며, 대표적인 성능지수인 UPH(시간당 생산량), 작업공간, 투입인력 등에서 월등한 기대효과가 예측되는 것으로 분석되었다. 한편 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 이용한 경제성 분석에서도 기존 수작업 대비 50% 수준의 투자비용과 NPV(Net Present Value) 및 ROI(투자회수기간) 등에서 타당성이 있는 것으로 평가되었다.

Table 1. Simulation result of alternative systems
(Unit : Sec./Set/P/Pe/Y)

	Manual	Cluster Type	μ -Assembly
Tact Time	14.0s	14.0s	2.63s
UPH	210	240	1,200
Working space	50.0p	5.0p	10.0p
Manpower	27pe	2pe	4pe
NPV	-	2,668.28	3,248.27
ROI	-	0.93y	0.73y

향후에는 렌즈모듈의 특성검사 장비를 마이크로화하고, 조립시스템과 연계한 실용적인 On-line 시스템으로 발전시키고자 한다.

참고문헌

1. 송준엽 외, “차세대 IT μ -Factory 시스템 기술개발,” 지경부/KIMM 연구보고서, 2010.
2. 이창우 외, “렌즈조립용 3자유도 스테이지 개발,” 공작기계학회 춘계논문집, 31, 2010.