

# 지능형 민첩 조립 시스템의 설계 및 구현

\*김원, 강희석, 조영준, 이규봉, 강성복, 김승택  
한국생산기술연구원

## Design and Realization of a Agile and Intelligent Assembly System

\*W. Kim, H. S. Kang, Y. J. Cho, G. B. Lee, S. B. Kang, S. T. Kim  
Dept. of Mechatronics. Eng., KITECH

Key words : Manufacturing System, Agility, Intelligence, Assembly, Camera Lens, Tiny Ultrasonic Linear Actuator

### 1. 서론

세계의 전자부품산업은 21세기 정보화 사회의 도래와 함께 디지털화, 소형화, 고성능화 그리고 고밀도화가 진행되고 있다. 차세대 IT 제품 및 관련 부품과 기능 모듈에 있어서 고기능화, 초소형화가 급속히 진전되고 있다. 소비자의 수요가 소득증가 및 삶의 질의 향상 등으로 다양화, 세분화됨에 따라 전자기기에 채용되는 부품은 다품종 대량화되고 있으며, 라이프사이클은 단축되고 있는 실정이다. 또한, 차세대 전자부품의 조립 및 생산은 대상 부품의 초소형화와 초정밀화로 인해 사람이 작업하기 어려운 문제점을 안고 있다.

이러한 급변하는 시대에 대응하기 위해서, 기존의 유연 생산시스템 (FMS:Flexible Manufacturing System)을 응용한 민첩 생산시스템 (AIM:Agile and Intelligent Manufacturing System) 개념을 이용하였다.

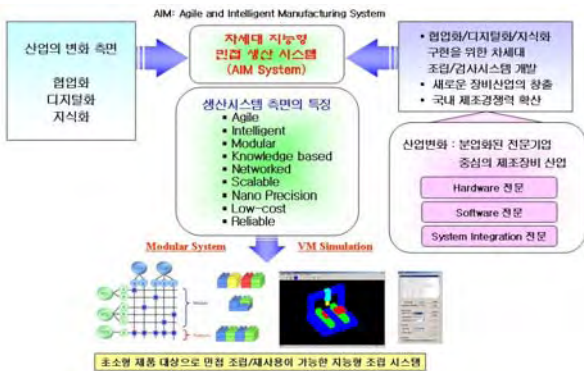


Fig. 1 Definition of Agile and Intelligent Manufacturing System

민첩 생산시스템은 변화하는 제품의 사양에 민첩하게 대응할 수 있는 방식으로 단위 Workcell의 구성 부품을 단순, 최소화하며 필요에 따라 신속하게 교체할 수 있도록 모듈화 시키고, 고정밀화된 제품 조립을 위해 시스템의 프로그램 교체의 용이성을 향상시키므로 초기 교정시간의 단축이 가능하도록 하였다.

이번 연구에서는 조립 대상 품목으로 카메라렌즈에 사용되는 초소형 렌즈 모듈과 디지털 카메라에 사용되는 초소형 초음파 선형 모터를 선정하였고, 각각의 구조를 분석하여 이에 맞는 조립 공정을 파악하였다. 미세 부품에 대한 조작 및 조립작업에 대한 분석을 바탕으로 정밀 부품의 조립과 조작을 위한 조립시스템을 설계하고 구현하였다.

### 2. 카메라용 초소형 렌즈 모듈 조립 시스템

#### 2.1 초소형 카메라 렌즈 모듈의 특징

휴대폰 등에 적용되는 초소형 카메라 렌즈 모듈은 정밀 소형 부품의 조립체이다. 부품의 크기 자체가 소형인데다가 광학부품이기 때문에 분진에 매우 약하다. 또한, 렌즈의 표면이 곡면으로 구성되어 있으며 일부분이 커팅되어 있어서 부품을 컨트롤하기 어려운 문제점이 있다.

Fig. 2 는 카메라 렌즈 모듈의 분해도를 나타낸다.

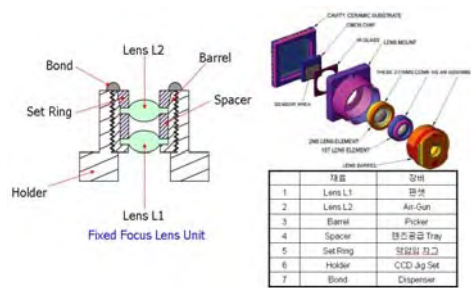


Fig. 2 Fixed Focus Lens Unit

#### 2.2 초소형 카메라 렌즈 모듈 조립공정 분석

카메라용 고정초점 렌즈의 조립공정의 경우 수행되어야 할 작업은 Picking-up, Lifting, Securing, Adjusting, Inserting, Superposing, Screwing, Clamping, Pressing, Bonding, Dispensing, Curing 등으로 핵심작업의 전반적인 부분을 다루어야 한다. 이번 조립에 필요한 Lens는 상, 하의 두개이며, 배럴과 Holder와의 체결, 배럴에 spacer와 lens의 삽입 등이 필요하다. 필요한 장비는 핀셋, air-gun, picker, 렌즈공급 tray, 약압입 지그, CCD jig set, dispenser 등이다. 전처리 및 준비공정으로 전부품의 외관 및 치수검사를 수행하는 수입검사, 초음파 세척을 통한 부품세척 공정, baking chamber에서 수행하는 부품건조 공정과 조립공정으로 Barrel 투입공정 (투입, cleaning), Lens1 조립공정 (삽입, cleaning), Spacer 조립공정 (삽입, Cleaning), Lens2 조립공정 (삽입, cleaning), Set Ring 압입공정 (Inserting, Pressing), Holder투입/TV 화상검사공정 (Jig, Screwing, Adjusting), Holer와 Barrel Ass'y Bonding 공정 (Dispensing, Curing)이 있다. 최종적으로 검사 및 출하공정이 포함된다. 이러한 렌즈의 조립공정을 도식화하면 Fig. 3과 같다.

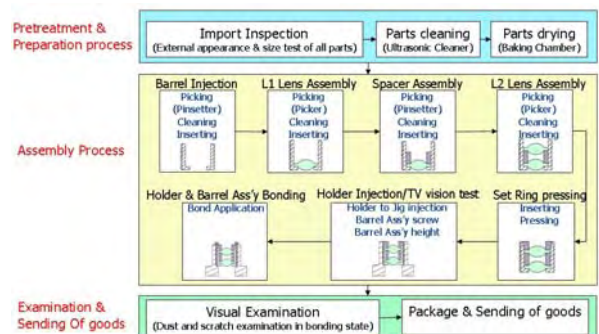


Fig. 3 Camera Lens Assembly Process

Unit cell의 구성을 살펴보면, Fig. 4와 같다. 기본적인 AIM Cell Platform에 Vacuum, Pneumatic & Vacuum Actuator, Compact Actuator, Solenoid Light 등을 부착해서 구동이 가능하도록 하였고, Host PC를 통해 이들을 컨트롤 할 수 있도록 하였다. 또한, Workspace에서 Vision Camera를 통해 받은 영상 정보도 Host PC에서 처리하도록 하였다.

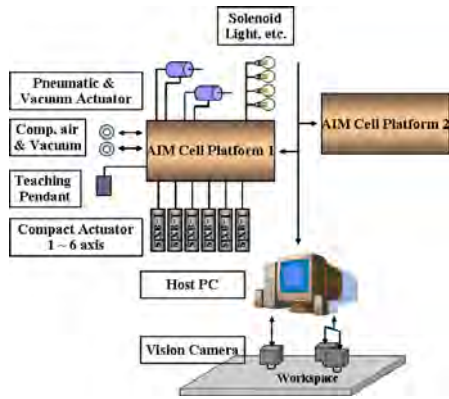


Fig. 4 Schematic diagram of Assembly System

### 3. 초소형 초음파 선형 모터의 조립 시스템

#### 3.1 초소형 초음파 선형 모터의 특징

카메라폰 및 디지털 카메라 등에 사용되는 초소형 초음파 선형 모터(Tiny Ultrasonic Linear Actuator)는 전기를 가하면 수축과 팽창이 일어나는 압전 세라믹의 단순 진동을 선형 운동으로 바꾸어 주게 되어 구동하게 된다.

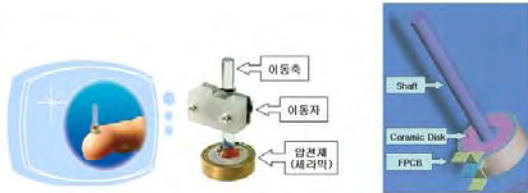


Fig. 5 Tiny Ultrasonic Linear Actuator (TULA)

#### 3.2 초소형 초음파 선형 모터의 조립공정 분석

초음파 압전 선형 모터의 조립공정의 경우 수행되어야 할 작업은 Picking-up, Lifting, Securing, Adjusting, Inserting, Superposing, Screwing, Clamping, Pressing, Bonding, Dispensing, Curing 등으로 핵심작업이 렌즈 모듈 조립공정과 거의 유사하다.

TULA의 경우 크게 Ceramic Disk, Shaft 그리고 FPCB로 이루어져 있는데, 조립에는 Epoxy coating, Ceramic disk array, Curing, Epoxy dispensing, FPCB soldering 등이 필요하다. 필요한 장비는 핀셋, air-gun, picker, 부품 공급 tray, 약압입 지그, CCD jig set, dispenser 등이다.

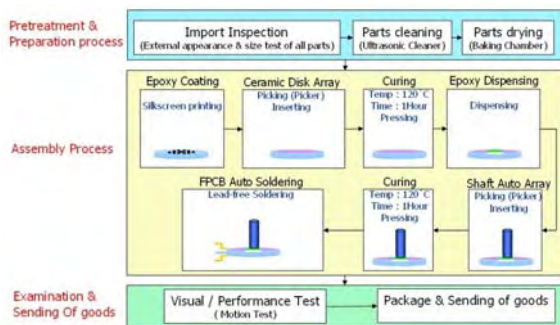


Fig. 6 Tiny Ultrasonic Linear Actuator Assembly Process

Fig.6 과 같이 전처리 및 준비공정으로 전부부품의 외관 및 치수검사를 수행하는 수입검사, 초음파 세척을 통한 부품세척 공정, baking chamber에서 수행하는 부품건조 공정과 조립공정으로는 Epoxy coating, Ceramic Disk Array 공정, 경화, Epoxy Dispensing 공정, Shaft auto Array 공정, 경화, FPCB auto soldering 공정, TV 화상검사공정을 통해 최종적으로 검사 및 출하가 이루어진다.

### 4. 결과 및 고찰

Fig. 7은 Vision System을 통해 렌즈의 방향 검사를 한 영상이다. 이 검사를 통해 렌즈의 올바른 방향을 확인한 후 베럴에 렌즈를 삽입하게 된다.



Fig. 7 Lens direction test



Fig. 8 Lens assembly cell

Fig. 8은 각 Cell의 Base platform이 되는데, 공정에 따라서 Ens-effector를 다양하게 부착하므로 다양한 부품의 컨트롤이 가능하도록 하였다. 각각의 대상 부품에 따른 Assembly System의 구성 사진은 다음과 같다.

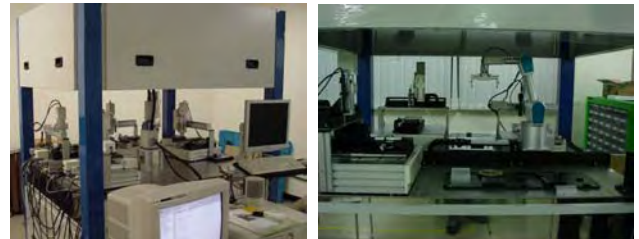


Fig. 9 Lens Assembly System Fig. 10 TULA Assembly System

### 5. 결론

조립 대상품을 카메라용 렌즈 모듈을 비롯하여, 초소형 초음파 선형 모터로 확대 적용해 보았다. 대상 부품을 선정하고 각각의 대상 부품에 따라 조립공정을 분석하고, 조립 시스템을 구성하였다. 비전 시스템을 통해 신속 대응이 가능하도록 하였으며, 관리 제어 시스템을 통해 지능화 및 완성도를 향상시켰다.

이를 통해, 모듈화된 조립 Cell들을 가지고 빠른 시간 내에 조립 시스템을 구성할 수 있었고, 수 $\mu$ m급의 다양한 초소형 IT 부품의 조립이 가능함을 확인할 수 있었다.

### 후기

#### Acknowledgements

This research was supported by the project, 'Development of Knowledge-based Collaborative Manufacturing System', one of 'Next Generation New Technology Development' programs funded by MOCIE(Ministry of Commerce, Industry and Energy), Republic of Korea.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 차세대신기술개발사업의 하나로 수행되고 있는 '글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. S.H.Kong 외 2인, "A design of Petri net-based AIM Supervisory Control System", KSPE, 2005
2. Seok Joo Lee 외 3인, "Multiple Magnification Images Based Micropositioning for 3D Micro Assembly", ICARCV, 2002
3. Frank L. Merat, Nicholas A. Barendt, Roger D. quinn, Greg C. Causey, Wyatt S. Newman, Virgilio B. Velasco, Jr. Andy Pdgurski, Yoohwan Kim, Gultekin Ozsoyoglu, Ju-Yeon Jo, "Advance in agile manufacturing", Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Robotics and Automation