

# Vision 을 이용한 MLGA Chip 장착시스템 개발

노병옥\*, 유영기\*\*, 김안식\*\*\*, 김영수\*\*\*\*

## Vision based MLGA Chip Mounting System

Byung Ok Roh \*, Young Kee Ryu \*\*, An Sick Kim \*\*\* and Young Soo Kim \*\*\*\*

### ABSTRACT

In this study, the control of mounting system for MLGA package was developed using machine vision for the control of rotating position compensation and mounting position of X-Y table. Two types of materials, polymer and alumina, were used for the dielectric insulator of the MLGA. The illumination system and the algorithm of position compensation which is suitable for these materials was developed. We found that the mounting accuracy enough to the degree of  $\pm 10 \mu m$  when MLGA was mounted on the PCB.

**Key Words** : MLGA(멀티 라인 그리드 어레이), Machine Vision(머신 비전), MLGA Package Mounting System(MLGA 패키지 실장 시스템), Angular Compensation Algorithm(각도 보정 알고리즘), Position Compensation Algorithm(위치 보정 알고리즘)

### 1. 서론

최근 전자·정보통신의 기술의 발달에 따라 package 부품의 기술발달도 한층 진보화 되어가고 있다. 이에 따라 기존 BGA(ball grid array)보다 더 소형이며 다수의 전극을 형성할 수 있는 MLGA (multiple line grid array)가 시작품 형태로 개발되었다<sup>[1]</sup>. 본 연구에서는 MLGA package 를 PCB 에 실장할 수 있는 MLGA 전용 mounting system 을 개발하였으며 이때 machine vision 에 의해 MLGA 의 부품 pickup 시 발생하는 회전위치 보정과 PCB 에 실장시의 X-Y 축에 대한 실장위치 보정을 수행하였다. MLGA 의 재질은 polymer 재질로 된 제품과 alumina 재질로 된 제품이 있으며 이들 두 제품의 재질 특성이 달라서 각각의 재질 특성에 맞는 위

치 보정용 vision 시스템의 조명<sup>[2]</sup>과 위치보정 알고리즘<sup>[3,4,5]</sup>을 개발하였다. 또한 machine vision 에 의해 보정된 위치 제어명령은 PC 에서 제어되는 micro stepping motor 와 X-Y servo motor 를 구동하여 PCB 에 위치정밀도  $\pm 10 \mu m$  의 오차 범위 내에서 실장 되도록 하였다.

### 2. MLGA (multiple line grid array) package

기존 BGA(ball grid array)는 패키지용 기판 하부에 solder ball 이 붙어 있으며 이 solder ball 이 반도체 chip 의 전기적 신호를 실장 board 에 연결하는 외부 단자(I/O connection)의 역할을 한다. 이에 비해, MLGA package 는 Fig. 1 에서 보여지는 것과 같이 polymer 또는 ceramic 으로 된 grid 에 다수의

2001년 5월 14일 접수  
\* 선문대학교 산업공학과  
\*\* 선문대학교 전자정보통신공학부  
\*\*\* 선문대학교 산업공학과 대학원  
\*\*\*\* (주) 글로텍

전극을 형성(MLG, multiple line grid)한 것을 array 상태로 BGA의 solder ball 대신 패키지용 기판 하부에 붙인 것이다.

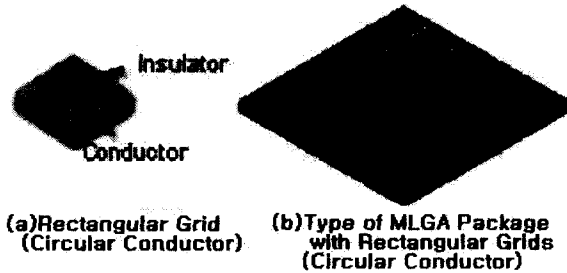


Fig. 1 Examples of MLGA package and grid

이렇게 array 상태로 있는 MLGA는 반도체 chip 으로부터의 전기적 신호를 실장 board에 전달하는 외부단자의 역할뿐만 아니라 Fig. 2와 같이 MLG를 resistors, inductors, capacitors, transistors와 같은 수동소자로 제작 활용하므로써 반도체 chip과 실장 board 사이의 전기적 특성을 정합할 수 있는 부가기능을 갖고있어 SiP (system in chip)로 활용할 수 있는 신개념의 CSP (chip scale package)이다. 즉, 기존의 패키지는 반도체 chip과의 전기적 특성 정합을 위해 실장 board에 별도의 수동소자를 붙이기 때문에 chip과 실장 board 사이의 전기적 신호선의 길이가 길어지므로 신호전달 속도가 느리거나 혹은 고주파대역에서 임피던스 부정합의 문제를 갖는다.

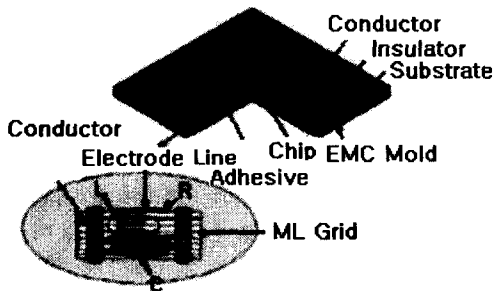
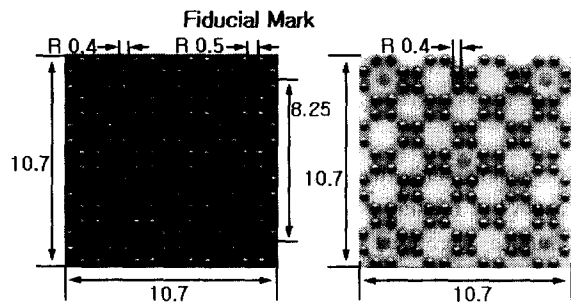


Fig. 2 Example of grids with circuit elements (Identical pitch for both sides)

또한 별도의 수동소자를 실장 board에 붙이기 위한 공간이 필요하므로 전자제품의 경박단소화에 어려움이 있다. 그러나 MLGA package는 수동소자

를 MLG 내에서 처리하므로써 반도체 chip과 실장 board 사이의 전기적 신호선의 길이가 짧아 고속 신호 전달이 가능하며 별도의 수동소자를 board에 붙이지 않아도 되므로 board 면적이 감소되어 전자제품의 경박단소화에 크게 기여할 수 있다. 본 연구에서는 상기의 특성을 지니고 있는 MLGA를 PCB에 실장하기 위한 MLGA 전용 실장기구를 machine vision과 고정밀 위치제어기술을 활용하여 개발하였다. 본 연구에서 사용된 두가지 재질의 MLGA의 외관은 Fig. 3와 같다.



(a) Polymer (b) Alumina  
Fig. 3 Shape of MLGA package

### 3. MLGA 장착위치 보정 알고리즘

장착위치 보정은 크게 장착각도( $\theta$ )보정과 위치(position)보정으로 나뉘어진다. 장착각도 보정 및 위치보정은 작업대상 PCB의 위치 틀어짐과 gripper에 부품 흡착시 gripper에 붙어있는 4개의 고정 jig의 고정동작 고정동작 오차에 의해 발생하는 틀어짐을 mounting head에 장착된 이동 카메라와 gripper에 있는 부품을 인식하는 고정 카메라를 이용하여 gripper 부품과 작업 PCB의 장착위치를 일치시키도록 하는 일련 과정이다. 각도 보정과 위치 보정은 서로 독립적으로 수행하며 각도 보정 후 위치 보정작업을 수행한다.

#### 3.1 각도 보정 알고리즘

MLGA를 PCB에 정밀 실장하기 위해서는 gripper가 처음 MLGA를 흡착할 때 발생할 수 있는 MLGA의 회전위치 틀어짐을 보정할 필요가 있다. 이 회전위치 보정은 시스템내의 CCD camera를 이용하여 수행하였다 즉, 각도 보정은

mounting head 에 부착된 micro step motor 를 0.01° 단위로 제어하여 수행한다. 이를 위하여 mounting head 에 장착된 이동 카메라는 PCB 보드의 fiducial mark 를 인식하고 고정 카메라는 gripper 흡착 부품을 인식하게 된다.

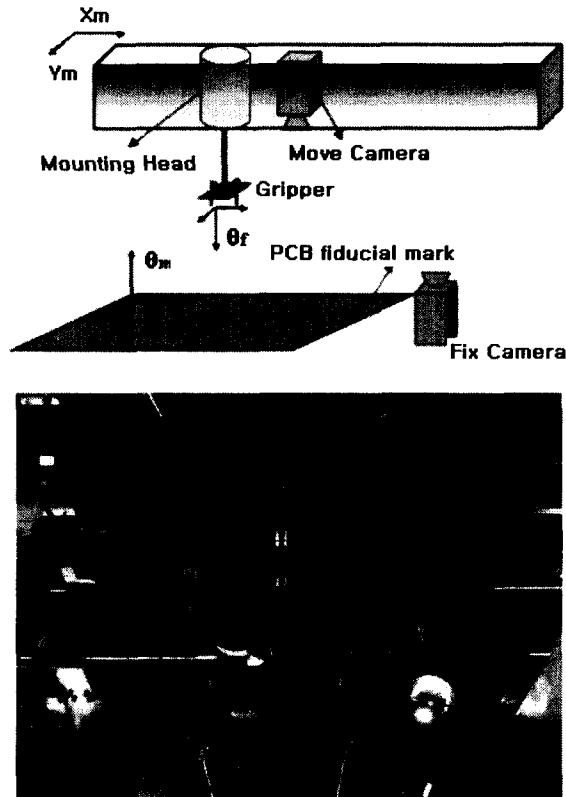


Fig. 4 The schematics of the mounter for MLGA package

Fig. 4 에서와 같이 mounting head 는  $X_m$  의 방향으로 직선운동을 하게되므로 좌표축  $X_m$  을 reference 로 설정한다. mounting head 에 장착된 이동 카메라는 gripper 와 함께 직선운동을 하게 되므로 PCB 상의 두 점을 인식하면 좌표축  $X_m$  에 대하여 PCB 의 틀어짐각도  $\theta_m$  을 알 수 있다. 마찬가지로 아래에 부착된 고정 카메라를 이용하여 gripper 에 흡착된 grid 를  $X_m$  좌표계로 일정거리만큼 이동시켜 인식시키면  $X_m$  에 대한 상대 틀어짐각도  $\theta_f$  를 알 수 있다. 따라서 mounting head 의 moving 좌표계  $X_m$  에 대하여 grid 와 PCB 의 상대

적인 틀어짐은 식 (1)과 같다. 즉, gripper 에 장착된 grid 를 micro step motor 를 이용하여  $\theta_r$  만큼 틀어주면 PCB 각도와 grid 각도를 일치시킬 수 있다.

$$\theta_r = \theta_m + \theta_f \quad (1)$$

이들 장치의 실외관을 Fig. 4 에 나타내었다. Fig. 4 에서 알 수 있듯이 한 개의 PCB 에는 모두 7 개의 MLGA 를 실장할수 있으며 2 대의 CCD camera 에 의해 MLGA 의 각도보정이 수행된다.

### 3.2 위치보정 알고리즘

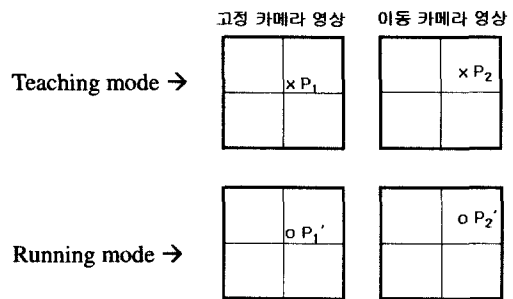


Fig. 5 System teaching and running mode for sensing of the relation between grid center and PCB grid fiducial mark

위치보정은 장착할 grid 의 중심과 장착할 PCB 의 중심을 일치시키기 위하여 수행하는 calibration 이다. grid 가 장착될 PCB 에는 각 grid 가 놓여질 위치마다 fiducial mark 가 있으며 이 fiducial mark 를 이용하면 놓여질 grid 의 중심 위치를 알 수 있다. 그러나 gripper 에서 grid 를 진공흡착시 grid 의 틀어짐으로 인하여 고정 카메라를 이용하여 grid 의 중심을 인식할 필요가 있으며 고정 카메라에서 인식된 grid 중심과 이동 카메라에서 인식된 PCB grid fiducial mark 간의 상관관계를 구하여야 한다. 이를 위하여 Fig. 5 과 같이 시스템 teaching mode 와 running mode 를 설정한다. teaching mode 는 임의의 한 위치에 표준부품을 시험장착함으로써 handy eye calibration 에 필요한 parameter 를 구하는 일종의 calibration 과정이다. 즉 teaching mode 에서는 시스템 calibration 시 필요한 parameter 값을 얻기 위하여 임의의 위치에 grid 를 장착한다. running mode 는 teaching mode 에서 구해진 calibration parameter

를 통하여 부품을 실장착하는 mode 이다. Fig. 5 에서 teaching mode 에서의 영상은 표준부품에 대한 부품의 중심과 fiducial 의 중심이고 running mode 에서의 영상은 실 장착시의 각 검사할 부품의 중심과 장착할 fiducial 의 중심위치를 나타낸다. teaching mode 에서 얻어진 중심위치는 running mode 시 장착위치 보정시 사용된다. gripper 를 사용하여 part feeder 에서 grid 를 흡착한 후 고정 카메라를 이용하여 grid 의 중심  $P_1$  을 구한다. 이 grid 를 임의의 위치에 장착한 후 mounting head 를  $\Delta_1$  만큼 이동시켜 grid 의 중심위치  $P_2$  를 이동 카메라로 인식한다. 이를 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$P_2 = P_1 + d \quad (2)$$

running mode 에서는 실제 grid 장착시 인식할 고정카메라에서의 grid 중심을  $P_1'$  이라 하고  $\Delta_1$  만큼 mounting head 이동시 이동카메라에서의 grid 중심을  $P_2'$  이라 하면 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다. 즉,  $\Delta_1$  이 일정할 경우 mounting head 는 강체운동을 한다고 가정할 수 있으므로  $d$  는 항상 일정한 값이 된다. 이때 Fig. 6 과 같이 좌표계를 설정할 수 있다.

$$P_2' = P_1' + d \quad (3)$$

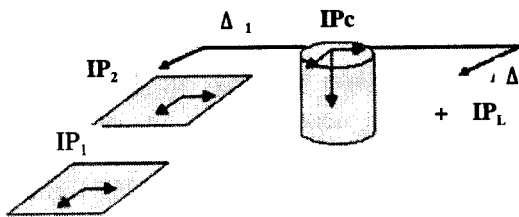


Fig. 6 The system of coordination for teaching and running mode

IP1 은 고정 카메라 위치에서의 grid 중심좌표이다. IP2 는 gripper nozzle 에서의 grid 중심좌표이며 IPC 는 camera 중심 좌표, IPL 은 grid 가 놓여질 위치의 좌표이다. 이와 같이 좌표계 설정시 식 (4), 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$IP = \Delta_1 + P_2 + IPc \quad (4)$$

$$IP = IPc + \Delta \quad (5)$$

$P_2$  는 이동 카메라에서 얻은 grid 중심 위치이며  $\Delta_1$  은 gripper nozzle 과 이동 카메라사이의 offset 이다.

식 (4), 식 (5)에서 다음 같이 유도해 낼수 있다.

$$\begin{aligned} IP_2 &= IP - \Delta + \Delta_1 + P_2 \\ &= IP - \Delta + \Delta_1 + P_1 + d \\ \therefore IP - IP_2 &= \Delta - \Delta_1 - P_1 - d \quad (6) \end{aligned}$$

즉, gripper 에 장착된 grid 와 PCB 에 놓여질 위치는 식 (6)로 표현될 수 있다. 이때  $\Delta$  는 PCB CAD data 에서 얻을 수 있는 상수이고  $\Delta_1$  과  $d$  는 teaching calibration 을 통하여 구해지는 parameter 이며 실제 running 시에는  $P_1$  값만을 고정 카메라에서 얻으면 grid 가 놓여질 장착위치를 구할 수 있다. 또한 Fig. 6 에서 높이 성분은 장비를 셋팅시 정해지며 본 연구에서는 30mm 로 셋팅하였다.

### 3.3 Grid 인식 알고리즘

Grid 의 재질은 polymer 와 ceramic 으로 대별되며 열팽창계수(TCE), 평탄도, 강도 및 grid 내에 capacitor, resistor, inductor 등의 회로 구성여부에 따라 polymer 또는 ceramic 을 사용하게 된다. 특히 polymer 에는 회로를 구성할 수 없으므로 일정 두께를 갖는 ceramic sheet 에 회로 인쇄 및 적층, 소결하여 원하는 전기적 특성을 얻을 수 있다. Polymer grid 는 board 에 실장후 solder joint reliability 가 우수한 특성을 갖고 있다. Polymer grid 와 alumina grid 는 각각 조명의 반사특성 및 grid 재질의 색상이 전혀 다르기 때문에 다음과 같이 인식알고리즘을 각각 구성하였다.

#### 3.3.1 Polymer grid 인식 알고리즘

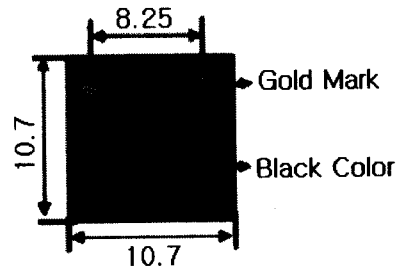


Fig. 7 Polymer grid

Polymer grid 는 vision 인식을 위하여 Fig. 7 와 같이 grid 위에 5 개의 mark 를 가지고 있다. 위치보정 용 중심위치 검출을 위해 중앙의 mark center 를 vision 을 통하여 인식하게 되고 틀어짐 검출을 위하여는 동일한 mark center 검출방법을 이용하여 두 점을 구하고 이를 통한 직선 기울기로서틀어짐 각도  $\theta$  를 구하게 된다. 시스템은 color CCD camera 를 사용하여 color 정보를 처리하므로 다음과 같은 전처리 과정을 수행한다. R, G, B 신호에서 휘도신호 Y 와 색신호  $C_1, C_2$  는 다음과 같다.

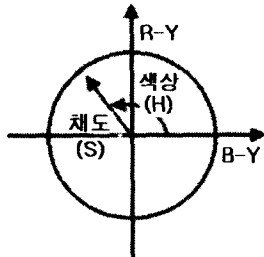


Fig. 8 The color signal ( $C_1, C_2$ ) and brightness(Y) on the R,G,B signal

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.3R+0.59G+0.11B \\
 C_1 &= R-Y = 0.7R-0.59G-0.11B \\
 C_2 &= R-Y = -0.3R-0.59G+0.89B
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

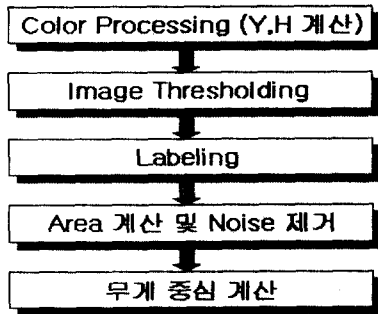


Fig. 9 Flowchart for detection of the mark center

여기서 휘도신호 Y 는 흑백영상의 농담값에 해당하며 색을 표현하기 위하여 Fig.8 과 같이 나타낸다. Fig.8 에서와 같이 color 값은 색상과 채도로 표현하게 되며 아래 식 (8), 식 (9)<sup>6)</sup>와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{색 상 (H)} : H = \tan^{-1}(C_1/C_2) \tag{8}$$

$$\text{채 도 (S)} : S = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} \tag{9}$$

polymer grid 의 gold mark 는 yellow 성분이며 이때  $H=173^\circ$  이므로 흑백영상의 농담값 Y 또는 H 값을 이용하면 적정 임계값 설정이 가능하다. mark 중심을 구하는 flowchart 는 Fig. 9 와 같다.

### 3.3.2 Alumina grid 인식 알고리즘

Alumina grid 재질 특성상 grid 위에 vision processing 용 mark 를 삽입하기 용이하지 않으며 mark 색깔도 silver 로 제한적이다. 따라서 polymer 재질의 grid 와 같은 방법으로 Fig. 10 에 나타낸 것과 같이 mark 를 집어 넣게 되면 화상 인식이 어렵다. 즉 alumina grid 는 흰색을 띄므로 silver color mark 의 특성이 뚜렷이 나타나지 않으므로 polymer grid 와 다른 방식으로 grid 의 중심과 틀어짐 각도를 검출한다. Alumina grid 는 흰색 color 를 가지므로 검정 배경과 뚜렷한 농담차이를 보인다. 따라서 edge 검출을 통한 직선 추출로서 중심과 틀어짐을 구한다.

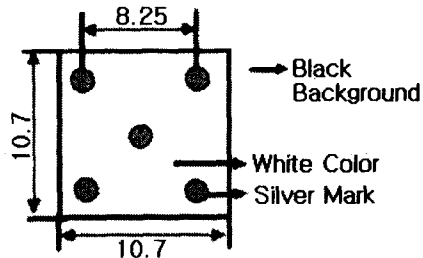
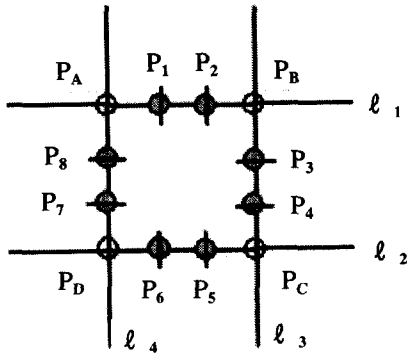


Fig. 10 Alumina grid

Fig. 11 에서와 같이 알루미늄 edge 점을 검출하여 이로 이루어지는 직선  $l_1 \sim l_4$  를 구하고 각 직선의 교점  $P_A \sim P_D$  를 구하게 된다. 이때 grid 의 중심  $P_{center}$  과 틀어짐 각도  $\theta$  는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_{center} = \frac{P_A + P_B + P_C + P_D}{4} \tag{10}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{P_{2y} - P_{1y}}{P_{2x} - P_{1x}}\right) \text{ or } \tan^{-1}\left(\frac{P_{5y} - P_{6y}}{P_{5x} - P_{6x}}\right) \tag{11}$$



$P_1 \sim P_8$  : edge 검출 point  
 $P_A \sim P_D$  : 두 직선의 교점 point  
 $l_1 \sim l_4$  :  $P_1 \sim P_8$ 로 이루어지는 직선  
 Fig. 11 Edge detection of the alumina grid

#### 4. MLGA 장착시스템 개발

Fig. 12 와 Fig. 13 은 개발된 mounting system 의 block diagram 과 사진을 보이고 있다. Fig. 12 에서 알 수 있듯이 MLGA mounting system 은 MLGA 를 part feeder 에서 gripper 로 공급하기 위한 part feeder motor 와 gripper 에 장착된 MLGA 의 회전위치오차를 보정해 주는 micro stepping motor 로 구성되어 있다. 또한 회전위치 보정 후 X-Y stage 를 이용 PCB 에 MLGA 의 장착동작을 구현하기 위한 X-Y servo motor 가 있으며 이들 동작은 PLC 를 통해 machine vision 기능을 수행하는 PC 와 interface 되어 있다. PC 에서는 DSP board 를 통해 machine vision 기능을 수행하며 2 대의 camera 의 화상정보를 해석한다.

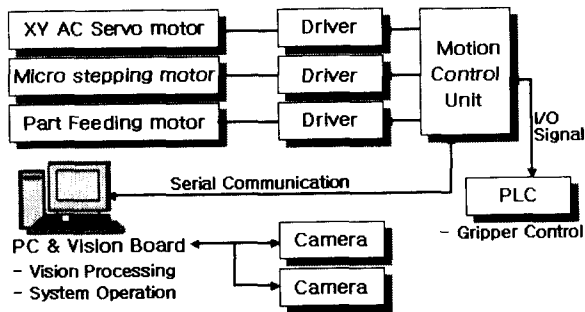


Fig. 12 Block diagram of MLGA mounting system

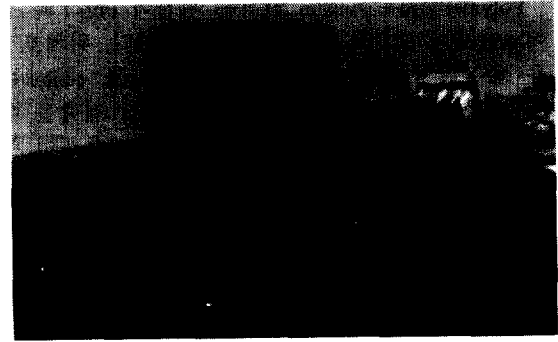


Fig. 13 Photograph of MLGA mounting system

본 연구를 통하여 개발된 MLGA 실장기기를 이용하여 MLGA 를 gripper 와 CCD camera 를 이용하여 각도 및 위치보정을 수행한 후 PCB 에 실장한 상태를 Fig. 14 에 보였다. Fig. 14 에서 알 수 있듯이 MLGA 실장기는 MLGA 를 PCB 에 고정밀도로 실장할 수 있었으며 본 시스템을 이용하여 MLGA 의 각종 특성을 실험할 수 있는 기반을 구축하였다.

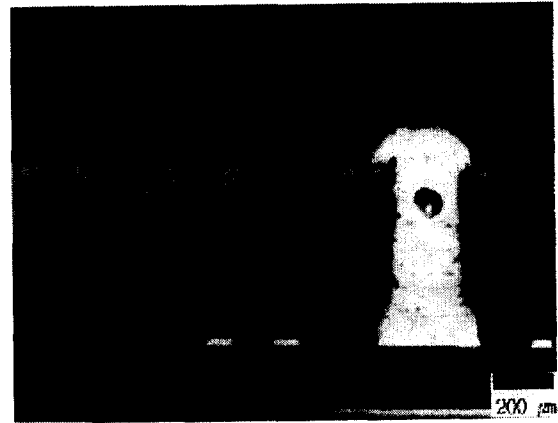


Fig. 14 Image of MLGA mounted on PCB

#### 5. 결론

본 연구는 MLGA 를 PCB 에  $\pm 10 \mu m$  의 분해능으로 정밀 장착할 수 있는 MLGA 전용 mounting system 을 개발하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) MLGA 를 장착하기 위해 gripper 로 부품 loading 시 발생하는 gripper 의 회전오차를 개발된 각도보정 알고리즘을 이용하여 회전각도 수정이 가능하였다.
- (2) MLGA 를 PCB 에 장착시 polymer grid 와 alumina grid 를 각각의 위치보정 알고리즘을 이용하여 X-Y 위치제어 정밀도를  $\pm 10 \mu m$  이내에서 장착할 수 있었다.

향후에는 더욱 소형화된 개별 grid 형태의 MLGA 용 전용 mounting system 도 개발 예정이다.

### 참고문헌

1. Young Soo Kim and Chong K. Yoon, "Multiple Line Grid Array (MLGA) Package," 2000 International Conference on High-Density Interconnect and Systems packaging 4. pp. 10-13, May, 2000.
2. 안상섭, 노병욱, 유영기, 조형석, "인쇄회로 기판의 결함검출 및 인식 알고리즘," 제어자동화 시스템 공학회, 제 2 권, 제 4 호, pp. 337~343, 1997.
3. 이형근, 이문규, "머신비전 기반의 엔진마운트 부품 자동공급시스템," 한국정밀공학회지, 제 18 권, 제 5 호, pp. 177-185, 2001.
4. 김재열, 오보석, 유신, "Vision System 을 이용한 사출제품의 길이 측정용 시각검사 System 개발," 한국정밀공학회지, 제 14 권, 제 11 호, pp.126-134, 1997.
5. 박경택, "로봇트 비전을 이용한 대상물체의 위치결정에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제 13 권, 제 9 호, pp. 104-113, 1996.
6. 국제테크노정보연구소, "C 언어에 의한 화상처리 실무," NHK 방송기술연구소 화상연구부, ITH003-040, pp.176-177, 1995.
7. C.S.Oh, Y.K.Ryu, B.O.Roh, "Video Tape Recorder Head Inspection Using Image Processing Techniques," Opt. Eng. Vol. 38, No. 1, pp. 124~130, 1999.
8. I.H.Suh, " Design and Implementation of a Dual-Arm Robot Control System with Multi-Sensor Integrating Capacity," Proc. of IECON'91, 2, pp. 898-903, Oct., 1991.
9. P. Chedmail, M. Gautier, "Optimum Choice of Robot Actuator," journal of Engineering for Industry, Vol. 112, pp. 361-367, 1990.
10. H. Freeman, "On the Encording of Arbitrary Geometric Configurations," IRE Transaction on Electronic Computers, Vol. EC-10, pp. 260~268, 1961.
11. J. R. Parker, " Algorithms for Image Processing and Computer Vision," Wiley, New York, pp. 16~18, 1997.
12. H. Bassmann, P. W. Besslich, "Ad Oculos Digital Image Processing," International Thomson Publishing, London, pp. 55~75, 1995.
13. Y.Hara, "Automatic Inspection System for Printed Circuit Board," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-5, No. 6, Nov., pp. 31-43, 1983.