

표면 실장 기술에서의 에어 스틱 피더와 파이버 센서를 이용한 생산성 향상에 관한 연구

김영민¹, 김치수^{2*}

¹미래산업(주), ²공주대학교 컴퓨터공학부

A Study on the Productivity Improvement used by the Air Stick Feeder and the Fiber Sensors in Surface Mount Technology

Young-Min Kim¹, Chi-Su Kim^{2*}

¹Mirae Coporation

²Division of Computer Engineering, Kongju University

요약 표면 실장 기술은 자동차 정션박스 등에 삽입되는 릴레이를 칩 마운터를 이용하여 실장 하는 경우와 0402, 0603과 같은 소형의 부품을 실장 하는 경우가 있다. 본 논문에서는 무거운 무게로 인해 문제가 발생하는 릴레이를 공급하기 위한 스틱 튜브의 개발과 반대로 너무 크기가 작아 발생하는 미·오삽 방지를 위한 파이버 센서를 이용한 기술을 제시하여 얼마나 생산성이 향상되었는지 실험을 통해 보여준다.

Abstract The surface mount technology is used, as mounting relay using Chip Mounter that is inserted into the junction box, etc. car and small components such as 0402 and 0603 Chip. In this study we developed stick tube for supplying the relay that cause problems as components is heavy and suggested the technology using fiber sensors to eliminate missing insertions or improper insertions because of small components. And we show to result of the experiment how to increased the productivity.

Key Words : Fiber Sensor, SMT, Relay, Chip Mount

1. 서론

표면실장기술(Surface Mount Technology)이란 부품의 리드를 기판(PCB)의 구멍에 삽입하지 않고, 기판위에 솔더크림을 도포한 후 그 위에 부품을 실장하고, 이를 오븐에 구워 납을 굳힘으로써 표면실장부품(Surface Mount Device)을 부착시키는 방법이다[1].

표면 실장 기술은 자동차 정션박스 등에 삽입되는 릴레이를 칩 마운터를 이용하여 실장 하는 경우와 0402(0.4mm, 0.2mm), 0603(0.6mm, 0.3mm)과 같은 소형의 부품을 실장 하는 경우가 있다.

이 때 릴레이는 일반 칩과 다르게 스틱 튜브로 공급되고 부품의 무게가 무거워 기존 방식을 사용하면 픽업 시 받는 부하가 크기 때문에 다른 방식의 부품 공급 장치를 필요로 한다[2]. 또한 반대로 크기가 작은 미소 칩은 너무 작기 때문에 카메라를 사용한 비전 검사 후 기판에 실장할 때 미·오삽을 발생시킬 수 있다[3].

따라서 본 논문에서는 무거운 무게로 인해 문제가 발생하는 릴레이 공급을 위한 스틱 튜브의 개발과 반대로 너무 크기가 작아 발생하는 미·오삽 방지를 위한 파이버 센서를 이용한 기술을 제시하여 얼마나 생산성이 향상되었는지 실험을 통해 보여준다.

*Corresponding Author : Chi-Su Kim(Kongju Univ.)

Tel: +82-10-3096-0031 email: cskim@kongju.ac.kr

Received September 30, 2014

Revised January 6, 2014

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

2. 관련 연구

2.1 연구의 범위

일반 자동화 장비를 사용하는 릴레이는 전자식 또는 압전식 진동 피더(Vibration Feeder)를 사용하는 스틱 튜브(Stick Tube)에 부품을 공급하는 장치를 필요로 하고 있다[4].

그러나 진동 피더용 스틱 튜브는 일반적으로 기울기를 갖고 있고, 진동과 기울기를 이용하여 부품을 공급하는 방식이지만, 이 기울기로 인하여 릴레이 등과 같은 무거운 부품을 사용할 경우 대기 중인 부품이 미는 힘으로 인하여 픽업 중인 릴레이 등이 제대로 픽업되지 못하는 불량이 발생한다[5].

또한 크기가 매우 작은 미소 칩을 실장 할 때 미·오삽 방지를 위한 방법으로 헤드의 각 노즐별로 카메라가 달려 있어 피더에서 부품을 흡착하거나 또는 기판에 장착할 때 모두 감지하여 미·오삽을 방지하는 방법이 있다[6]. 또 다른 방법으로는 먼저 카메라에서 부품 흡착 유무를 검사 하고, 고정되어 있는 카메라이외의 영역에서는 유량센서 또는 유압센서를 이용하여 필요한 순간에 레벨 체크를 하고, 부품유무를 확인하여 미·오삽 방지를 하고 있다[7]. 그러나 헤드의 각 노즐별로 카메라를 장착할 경우 그에 수반되는 프로세스 보드나 조명, 렌즈, 카메라 등 단가상승이 크게 발생하고, 유량센서나 유압센서를 이용하여 부품의 흡착 유무를 체크하는 방법은 0402나 0603 칩을 실장 할 경우에 부품이 작고, 이를 흡착하기 위한 노즐의 홀도 작기 때문에 공기의 흐름 또한 작다. 따라서 노즐 홀의 이물질 유입이나, 정확하게 흡착을 하지 못할 경우 이를 감지하기란 기술적으로 매우 어렵다.

따라서 본 논문에서는 릴레이 공급을 위한 진동 스틱 튜브의 문제점을 해결하기 위해 칩 마운트용 스틱 피더를 적용해 보았다. 그런데 이 방법도 릴레이의 무게로 인한 픽업 불량이 발생하는 결과를 보였다. 따라서 부하로 인해 미는 현상을 잡기 위해 스틱 튜브를 수평으로 설치하여 공급하는 방식을 개발하였다. 그리고 소형 부품의 미·오삽 방지를 위해서는 저가의 투과형 파이버 센서를 각 노즐에 장착하여 움직이는 하중을 400g이내에서 설치할 수 있는 구조를 설계하고, 워크 벤치에서 0402칩과 0603칩 두께가 0.2-0.23mm이므로 동일 Z축 높이에서 0.2mm를 검출할 수 있는지, 실제 표면실장 부품을 실장

하는데 활용하기 위해 특정 검사 높이를 찾기 위한 보정 방법과 미·오삽 방지를 하기 위해 파이버 센서로 검사할 수 있는 알고리즘을 개선하여 이를 실험하고 검증하였다.

3. 본 론

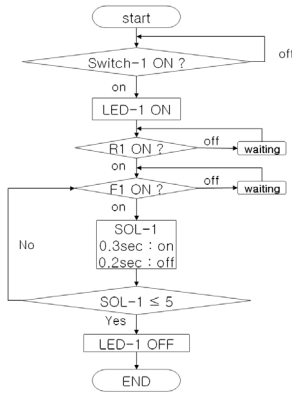
칩 마운터를 생산할 때 사용되는 부품 공급 장치로는 테이블 피더, 트레이 피더, 또는 스틱 피더가 사용된다.

본 연구에서 사용되는 스틱 피더는 스틱 튜브에 수십 개가 들어있는 상태로 공급하는데, 기존 진동 피더로는 5g 정도의 릴레이 생산 시 생산 손실 시간이 300분 정도라고 실험 결과가 나왔기 때문에 본 연구에서는 이러한 손실 발생을 줄이기 위해 스틱 튜브를 수평으로 설치하여 공급하는 방법을 고안하고 설계 및 제작하였다. 또한 일반적인 기판을 사용할 수 없어 별도의 소형 제어를 별도로 개발하였다. 그리고 에어(Air) 노즐로 부품을 밀어내기 위해서 공압 솔레노이드 밸브를 사용하지만[8], 본 연구에서는 공압 솔레노이드 밸브를 사용하지 않고 블로우(Blow)용 솔레노이드 밸브를 사용하였다. 그리고 픽업부에 릴레이가 있는지를 확인하기 위해서는 각 라인별로 파이버 센서를 설치하여 유무감지를 해야 한다. 또한 픽업부에 릴레이가 없는 것을 감지하고 스틱 튜브가 감지되어 있으면 블로우용 솔레노이드 밸브를 작동하여 에어 노즐로 압축공기를 분사하여 피딩 시키고 픽업부에 릴레이가 감지되면 다시 정지시키는 시퀀스를 갖게 된다 [9]. 이와 같은 작동을 하기 위해 에어 스틱 피더 I/O를 [Table 1]과 같이 정의하였다.

[Table 1] Definition of the Air Stick Feeder I/O

NO	IO	name	note
1	OUT 1	SOL-1	air nozzle #1 (lane No1)
2	OUT 2	SOL-2	air nozzle #2 (lane No2)
3	OUT 3	SOL-3	air nozzle #3 (lane No3)
4	OUT 4	LED-1	switch LED#1 (lane No1)
5	OUT 5	LED-2	switch LED#1 (lane No2)
6	OUT 6	LED-3	switch LED#1 (lane No3)
7	IN 1	FIBER SENSOR F1	pickup components sensing(lane No1)
8	IN 2	FIBER SENSOR R1	stick sensing (lane No1)
9	IN 3	FIBER SENSOR F2	pickup components sensing(laneNo2)
10	IN 4	FIBER SENSOR R2	stick sensing (lane No2)
11	IN 5	FIBER SENSOR F3	pickup components sensing(lane No3)
12	IN 6	FIBER SENSOR R3	stick sensing (lane No3)
13	IN 7	SWITCH-1	START SWITCH (lane No1)
14	IN 8	SWITCH-2	START SWITCH (lane No1)
15	IN 9	SWITCH-3	START SWITCH (lane No1)

또한 에어 스틱 피더에서 CPU 선정은 I/O가 15개 이상이고, 메모리를 갖고 있는 16F84 PIC를 선정하였고 미·오삽방지 센서 앰프(Amp)와 블로우용 솔레노이드 밸브가 24V용이므로 포토커플러를 이용하여 5V제어 전원을 이용하여 24V제어기를 구동할 수 있도록 하였다. 펌웨어를 개발하기 위해서는 Table 1에서 I/O정의 한 것을 토대로 Fig. 1과 같이 시퀀스를 정의하였다.



[Fig. 1] A sequence for the air stick feeder

3.1 칩 마운터에 적용한 실험 및 비교 검증

최종 완성품을 제작하고, 칩 마운터에 적용하기 전에 실제로 생산 시 문제점이 없는지 실험하였다.

각 I/O는 정상적으로 작동하였고, 초기 릴레이를 에어로 피딩 하는 것은 크게 문제가 없었다. 그러나 픽업부의 릴레이를 살짝만 들어도 대기 자재가 피딩 되고 들고 있는 릴레이를 밀어내어 떨어뜨릴 수 있는 문제가 발견되었다. 따라서 본 연구에서는 특정 높이 이상을 벗어나야 유무감지용 미·오삽 방지 센서가 동작하도록 설정 값을 변경하였다.

이와 같은 문제 외에는 특이 사항이 없어 기존 스틱 피더와 새로 개발된 에어 스틱 피더를 비교 해 보았다.

우선 생산성이 얼마나 향상이 되었는지 그리고 다른 문제점은 없는지를 비교하기 위해 정선 박스를 생산하고 있는 설비에 실제로 적용하여 검증을 하였다. 8시간 기준으로 800장 정도의 정선 박스를 생산하여 기존 대비 픽업 손실, 피딩 불량 및 총 생산 손실을 검증하였다. 생산되고 있는 정선 박스에 장착되는 릴레이는 3종에 6점인 모델이어서 에어 스틱 피더 3종을 준비하여 칩 마운터에 장착하여 생산하였다.

[Table 2] Comparison of Stick Feeders for Verification

Vibration Stick Feed		number of PCB manufactured		720		
kind of componts	the No. of parts inserted	total No. of pickups	total No. of inserted	the No. of interior picking	the No. of interior visioning	rate of total interioring
A	3	2,216	2,160	56	0	2.53%
B	1	723	720	3	0	0.42%
C	2	1,449	1,440	9	1	0.63%
Total		4,388	4,320	68	1	1.60%

Air Stick Feeder		number of PCB manufactured		800		
kind of componts	the No. of parts inserted	total No. of pickups	total No. of inserted	the No. of interior picking	the No. of interior visioning	rate of total interioring
A	3	2,401	2,400	0	1	0.04%
B	1	800	800	0	0	0.00%
C	2	1,600	1,600	0	0	0.00%
Total		4,801	4,800	0	1	0.02%

실제 장비에서 생산한 결과 Table 2와 같이 8시간 생산하는 동안 기존 진동 스틱 피더의 경우 오류로 인하여 기관 720장을 생산하였고, 총 손실 시간은 2,800초이었다.

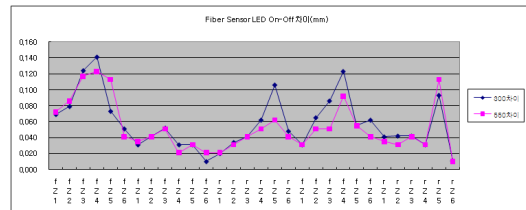
그러나 본 연구에서 개발한 에어 스틱 피더로 생산한 장비의 경우 8시간 동안 800장을 생산하였고, 손실 시간도 비전 불량으로 인하여 5초 밖에 발생하지 않았다.

따라서 위 실험 결과 생산성에 있어 상당한 개선 효과를 볼 수 있었으며 불량이 발생한 릴레이의 경우도 재사용을 안 하고 폐기하기 때문에 폐기비용 또한 절감할 수 있는 효과를 얻을 수 있었다.

3.2 파이버 센서 실험 및 비교 검증

칩 마운터의 0603이하 칩은 유량센서로 흡착 유무를 판별하기는 어렵고, 0402칩은 더더욱 어렵다. 따라서 헤드에 파이버 센서를 부착하고 부품 유무를 검사할 수 있는지 테스트해 본 결과 Fig. 2와 같이 검출이 가능하였다.

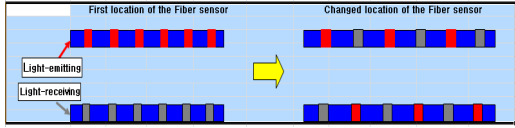
또 검사할 부품 두께의 20%이내(0.04mm)이어야 안정적으로 검사할 수 있다고 판단하여 오차가 발생하는 원인을 찾아보았다.



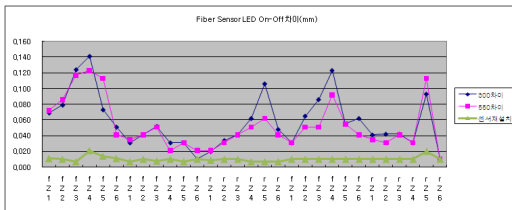
[Fig. 2] The graph for the repeat tests of the nozzle tip per axis

이때 파이버 센서의 발광부가 다른 파이버 센서의 수광부에 간섭을 주는 것 같아 발광부를 일렬로 설치했던 것을 Fig. 3과 같이 1, 3, 5 발광, 2, 4, 6번 축 수광으로

설치하여 다시 테스트 해본 결과 Fig. 4의 가장 밑에 있는 녹색 그래프와 같이 반복성이 0.02mm로 흡족한 결과가 나왔다.



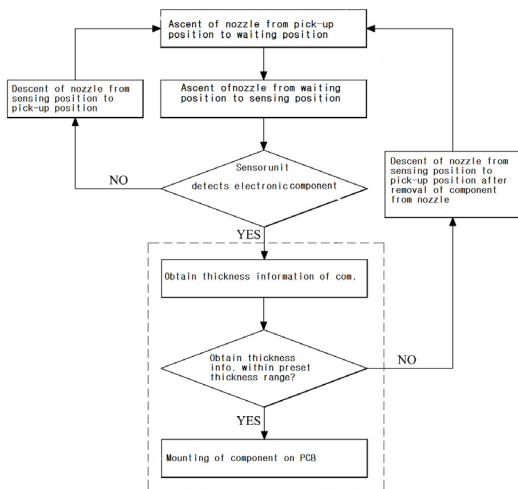
[Fig. 3] The changed location of the light-emitting and light receiving of fiber sensor



[Fig. 4] The graph for the repeat retests of the nozzle tip per axis

즉, Fig. 3에서와 같이 센서의 발광, 수광부를 한 칸씩 건너 설치한 결과 반복성은 0.02mm 이내로 측정되었고, 이는 센서끼리의 간섭으로 인하여 측정오차가 0.16mm 발생되었던 것을 축소시키는 결과를 도출시켰다.

또 Fig. 5의 흐름도와 같이 미소 칩 검출 높이는 미소 칩 두께가 0.2mm부터 시작하므로 보정 파라미터에 저장되어 있는 Z축 높이보다 0.1mm 높은 위치에서 안정적으로 검출하도록 하였다.



[Fig. 5] Components Thickness Inspection Flow chart

그리고 기존의 공압 레벨을 이용하여 부품 유·무를 검사하는 방식과 파이버 센서를 추가하여 부품 유·무를 검사하는 방식을 비교하기 위하여 장비 제어 소프트웨어 옵션에 공압 레벨과 파이버 체크를 분리하여 각각 실장한 후 결과를 비교하였다.

그 결과 Table. 3의 실장 데이터와 같이 공압으로 체크하여 72,000 포인트를 실장 한 경우 0603칩은 공압 레벨 차이가 최대 7(0.03%)이 발생하나, 실제로는 그 값보다 미 흡착 에러가 많이 발생한 경우에도 공압 레벨은 흡착했을 때나 미 흡착 했을 때 비슷한 수치가 나왔다.

[Table 3] Mounting Data

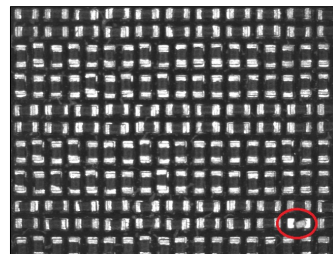
▶ Mounting test applied suction level check

No	Component disposal	Miss mounting	Vision error	Non-adsorption	Pickup Loss	Pickup Loss rate (%)	remarks
1	117	68	2	7	176	1.222%	
2	87	13	3	17	80	0.556%	
3	35	2	3	18	0	4.000%	
4	19	3	18	0	4	0.028%	
5	30	3	3	11	19	0.132%	
Total	288	89	29	53	279		72,000
%	0.286%	0.088%	0.029%	0.053%	0.277%	0.732%	14,400

▶ Suction level variation during mounting test

	HEAD1	HEAD2	HEAD3	HEAD4	HEAD5	HEAD6
AVEH.	199	192	199	203	213	205
MIN.	198	190	197	199	207	199
MAX.	200	193	200	204	213	206
MAX-MIN	2	3	3	5	6	7
3Sigma	1	2	1	1	2	1

그리고 공압 레벨을 출력하도록 하고, 에러 발생시점에 이미지를 저장하도록 하였다. 그 결과는 실제 미 흡착 해도 흡착했을 때 보다 높을 경우도 있고, 낮을 경우도 있다. 또한 부품이 비스듬하게 서있는 경우에는 카메라에서 검사하는 크기는 크게 차이가 발생하지 않았으나 두께가 0.3mm에서 0.6mm로 차이가 발생한 경우에는 Fig. 6과 같이 부품실장 시 88개가 비정상적으로 실장 되었다.



[Fig. 6] Miss mounting picture

본 논문에서 제시한 파이버 센서 기능을 사용한 경우 동일한 방법으로 실장 했을 때 Table 4와 같이 오장착하는 경우는 발생하지 않았으며, 그 이유는 두께 측정하는 알고리즘을 추가한 것이 유효했던 것 같다.

[Table 4] Apply fiber sensor mounted data

No	Component disposal	Miss mounting	Vision error	Non-adsorption	Pickup Loss	Pickup Loss rate	remarks
1	12	0	2	10	0	0.000%	
2	24	0	1	9	14	0.097%	
3	33	0	4	7	22	4.000%	
4	21	0	2	2	17	0.118%	
5	27	0	7	9	11	0.076%	
Total	117	0	16	37	64		72,000
%	0.116%	0.000%	0.016%	0.037%	0.063%	0.232%	14,400

4. 결론 및 향후 연구

기존의 사선으로 설계된 진동 스틱 피더 대비 본 논문에서 제시한 수평으로 설계된 에어 스틱 피더의 경우 안정적인 피딩과 픽업으로 생산성 및 폐기비용 절감효과를 볼 수 있었고, 칩 마운터로도 자삽 부품을 실장 할 수 있는 기술이 확보되었음을 실험을 통해서 증명하였다.

또 기존의 유량센서에서 검출하지 못한 미소 칩 흡착 유·무 검출이 잘 됨을 확인할 수 있었고, 이로 인하여 0603이하 미소 칩을 안정적으로 실장 할 수 있다는 것을 실험을 통해서 알 수 있었다.

본 논문에서 제시한 방법은 미소 칩을 안정적으로 장착할 수 있고, 미·오삽 등으로 고가의 기판을 폐기하는 낭비를 줄일 수 있다.

향후 연구로는 특정 릴레이를 대상으로 설계되었기 때문에 신규 릴레이가 있을 경우 새로 설계를 해야 하는 번거로움이 있어서 범용화 할 수 있는 설계를 할 필요가 있다. 또 부품을 기판에 실장 할 경우 정확한 위치에 실장을 했는지 검사하고, 다음 실장 할 때 그 위치를 자동으로 보정하는 알고리즘을 추가하여 실제 실장 좌표와 기계가 실장 한 좌표를 보정함으로써 칩 마운터 작업자가 테스트 실장을 한 후 수동으로 일일이 확인하는 작업을 하지 않아도 되도록 연구할 예정이다.

Reference

- [1] Jae-Hyung Son, Su-Jin Lee, Ji-Hyun Kim, Surface Mount Technology(SMT) Busan Metropolitan city office of education. 2010
- [2] Development prospects of the global semiconductor industry and the coping strategies of South Korea, Institute for global economics. 2003
- [3] Inventor: Young-Min Kim, Jong-Yun Lee, Young-Jin Park, Applicant: Mirae corporation Transport equipment for electronics component, how to mount electronic

components, Patent Number :10-2011-0059459,

- [4] Byung-Sung Han, Sung-Jin Park, Hyun-Su Lee, Semiconductor Engineering, Dong il Publishers
- [5] Tae-Young Ju, Youn-Su Park, The semiconductor industry's global strategy, Institute Industry. 1997
- [6] Inventor: Seong-Sik Kim, Applicant: Jeta Tech corporation To prevent the fault feeder mounted control devices and sensing devices mounted chip mounter, Patent Number: 200377013 (2005.02.17),
- [7] Inventor: Kyung-Wan No, Applicant: SamSung, Techwin corporation, How to recognize parts chip mounter adsorption Patent Number: 1020060031551,
- [8] Dong-Man Kim, Tae-Hyung, Jae-Young Lee, A Dynamic Programming Approach to Mount Sequence Optimization for Multihead-Gantry Chip Mounter, The Korean Institute of Electrical Engineers. 2002
- [9] Dong-Man Kim, Tae-Hyung, Park A Mount Sequence Optimization for Multihead Chip Mounters, Journal of Industrial Science and Technology Institute. 2002

김 영 민(Young-Min Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 호서대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 2014년 2월 : 공주대학교 멀티미디어공학과 졸업(석사)
- 2002년 4월 ~ 2006년 5월 : 미래산업 주식회사 연구소 연구원
- 2010년 10월 ~ 현재 : 미래산업 주식회사 근무 중

<관심분야>

소프트웨어공학, 메카트로닉스, 소프트웨어 설계

김 치 수(Chi-Su Kim)

[정회원]



- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과(학사)
- 1986년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과(석사)
- 1990년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과(박사)
- 1990년 9월 ~ 1992년 8월 : 공주교육대학교(전임강사)
- 1992년 9월 ~ 현재 : 공주대학교컴퓨터공학부(교수)

<관심분야>

소프트웨어공학, 소프트웨어 개발 방법론