LON CHIP을 이용한 SMT MOUNTER의 FEEDER CONTROL

임응규, 노성찬, 김윤호
중앙대학교 전기공학과 전력전자연구실

A USING LON CHIP FEEDER CONTROL FOR THE SMT MOUNTER

Eung-Kyu Lim, Sung-Chan Rho, Yoon-Ho Kim
CHUNG-ANG University Power-Electronics

ABSTRACT

In PCB assembling line, it needs SMD mounter. In this paper, the feeder of the SMD mounter, which carry component to the mounter is designed. Up to now, mechanical air feeder is mainly used. But in these days, it is developed to the electrical feeder with network. There are many kind of feeders with various control technique. In this paper, the feeder with BLDC motor and LON chip is designed and implemented . Then the experimental results are presented.

1. 서 론

SMD (Surface Mounted Device) 또는 SMT (Surface Mounted Technology) Mounter란 SMD Type의 부품들을 PCB에 자동 조립하는 시스템이다.

System 전체 구성은 Solder Printer와 3~4 대의 Mounter, 그리고 Oven으로 구성된다.

Solder Printer는 납이 도포 되어야하는 부분만 얇은 철판에 에칭 시켜 크림 상태의 납이 투과 할 수 있는 스탠실을 PCB의 원점과 일치시킨 후 Cream Solder를 롤러로 밀어 납을 도포 하도록 한다. 그후 컨베이어를 이용하여 Mounter로 PCB가 이송되면 미리 Program 된 스케쥴에 따라 Feeder에 부품 공급 명령을 내리고, 부품을 가져와 지정된 위치에 장착시킨다. Mounter에서 해당 부품이 장착되면, PCB는 다음 Mounter로 이송되며, Mounter에서 해야 할 작업이 모두 끝나면 PCB는 컨베이어에 의해 오븐으로 이송되고, 적당한 온도로 납이 굳으면서 전체 조립이 끝나게 된다.

SMD Mounter에는 다양한 첨단 기술들이 요구된다. Mounter의 성능은 부품 장착의 정밀도와 조립 속도로 판단하게 된다. 이때 다른 모든 기기도 중요하지만 Feeder 역할 또한 매우 중요하다. 왜냐하면 Feeder가 얼마나 신속하게 그리고 메인 제어기가 원하는 위치에 얼마나 정확하게 부품을 공급하느냐에 있기 때문이다.

종래 Feeder는 Mounter의 헤드가 부품을 집기 전에 Feeder의 실린더를 눌러 부품을 공급하게 하는 단순 기계식 공압 Feeder였다. 기계식 Feeder는 적용할 수 있는 부품이 한정될 수밖에 없을 뿐만 아니라, 속도나 다른 기능의 추가가 불가능하다. 그러나 최근, Feeder에 CPU를 내장시킨 Intelligent Feeder가 등장하면서 Feeder가 자체적으로 다양한 기능을 제공하게 되었다. 부품크기에 따라 Feeding 거리를 조절하거나, Feeding 속도 등의 변화가 가능하기 때문에 하나의 Feeder로 여러 가지 부품을 장착시킬 수 있게 되었다. 또한 Feeder에는 부품 공급 기능 외에도 부품잔량 경고, 작업자가 실수에 의한 오류를 진단하고 경고하는 기능이 추가되는 등 그 역할이 매우 크다. [1]-[3]

본 논문에서는 Feeder를 효율적으로 제어하기 위하여 자체 제작한 BLDC Motor에 통신 전용 CPU인 LON Chip을 사용하여 Feeder를 제어하였고, BLDC Motor에 PID 제어기를 적용하였다.

2. Feeder 종류

Feeder에는 부품의 크기나 형태, 포장된 상태에 따라 여러 가지 Feeder가 있다.

크게 부품이 릴에 감겨있는 Tape Feeder, Tube를 그대로 적용하는 Stick Feeder, Bulk Type의 부품을 통에 넣어 사용하는 Bulk Feeder, 파렛트 통째로 공급하는 Tray Feeder 등이 있다.

Tape Feeder 중에도 재질에 따라 Paper Feeder와 Emboss Feeder가 있고 부품이 Pocket에 들어 있지 않고 접착 Tape에 붙어있는 Adhesive Feeder등이 있으며 Reel의 폭에 따라 여러 가지 Feeder가 있다.

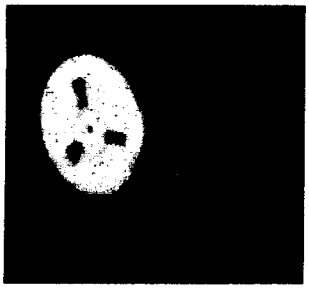

그림 1 Tape Feeder

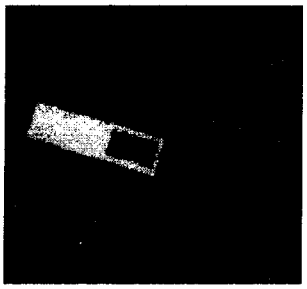

그림 2 Stick Feeder

그림 3 Bulk Feeder

그림 4 Tray Feeder

표 1 Tape Feeder 종류

TYPE	PITCH(mm)	REEL DIAMETERS(mm)
8mm for 1005	2,4	178
8mm PAPER	4	178
8mm EMBOSS	4	178
8mm PAPER L	4	178,254,330,360,382
8mm EMBOSS L	4	178,254,330,360,382
12mm EMBOSS	4,8,12	178,254,330,360,382
16mm EMBOSS	4,8,12	178,254,330,360,382
24mm EMBOSS	4,8,12,16,20	178,254,330,360,382
32mm EMBOSS	12	300,382
32mm ADHESIVE	4,8,12,20,24,28, 36,40,44,48	300,360,382
44mm EMBOSS	4,8,12,20,24,28, 36,40,44,48	300,360,382
56mm EMBOSS	4,8, 220,24,28, 36,40,44,48	300,360,382

3. 전체 시스템 구성

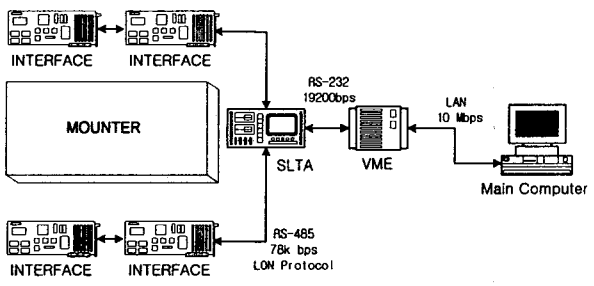

그림 5 Feeder Board Block Diagram

부품 공급 장치의 전체 System Network 구성은 그림 5 와 같다.

메인 컴퓨터의 MMI는 사용자의 편의를 위하여 GUI(Graphic User Interface)를 제공하며, OS는 시스템의 안정을 위하여 Windows NT를 사용하였다.

Mounter 전체를 제어기로는 VME System을 사용하였다.

Main Computer와 VME간에는 LAN으로 접속하였고, VME와 Feeder의 LON Network 접속을 위하여 RS-232 통신을 LON Network으로 변환시켜 주는 SLTA(Serial To LON Adaptor)를 사용하여 Multi Drop이 가능하게 하였다.

또 Feeder에 Hardware 적으로 Network을 접속시키거나 각종 전원을 공급하고, 각 Feeder 마다 개별적으로 장착 위치에 맞는 절대 Address를 제공하며 Feeder의 장착 상태를 확인하기 위한 Interface Board를 설치하였으며, 최종단에 Feeder가 배치하였다.

4. Feeder 구성

제어보드의 구성은 그림 6 과 같다.

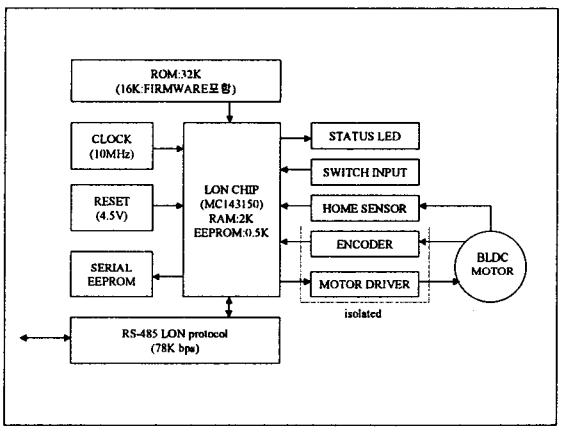

그림 6 Feeder Board Block Diagram

일단 크림 솔더가 도포된 PCB가 Mounter에 공급되면 Mounter는 광학을 이용하여 PCB의 원점을 확인한 후 정해진 부품을 Feeder로부터 Pick Up하여 Picking 된 부품의 상태를 또한 광학으로 측정하여 부품의 유무, 부품의 중심과 틀어진 각도 등을 확인한 후 장착 위치로 이동하게 된다. 이때 부품의 틀어짐을 보상하여 장착시킨다.

작업 시간을 단축하기 위하여 최대 8개의 헤드를 가지고 동시에 이웃해 있는 Feeder의 부품 8개를 동시에 Picking하게 된다. 따라서 Feeder를 고정 시킬 때에도 자연스러우면서도 정확한 위치에 고정이 되어야만 가능하다. 작업 중의 진동에 의해 위치가 변경된다면 동시 Pick Up이 불가능하게 되고, 제어 수준도 1005 부품에

대처하기 위해 정밀도는 최소한 50미크론까지 제어하여야 한다. 1005란 즉, 부품 크기가 가로 1미리, 세로 0.5미리인 것을 말하며 피딩 중에 Pocket 안에서 흔들림과 Picking Nozzle 크기도 제한되기 때문에 현 장비가 요구하는 정밀도를 만족시키기 위해서는 매우 정밀한 제어가 필수적이다. 또한 현재에는 0402까지 부품이 작아지는 추세이기 때문에 Feeder 또한 더욱 정밀한 제어가 필요하게 되었다.

전동 Feeder의 난점 중에 하나는 Feeder의 폭에 있다. 장비의 폭이 무한정 클 수 없고 작업 해야하는 PCB는 다양한 부품을 원하기 때문에 그만큼 많은 Feeder를 장착시키려면 일단 Feeder 폭이 작아야한다. 본 연구에서 구성하고 있는 Feeder의 폭은 Feeder To Feeder가 16mm이다. 따라서 Feeder의 Cover 및 Feeder 간의 간섭을 피하기 위해서는 최소한 1미리 이상의 여유가 있어야 한다.

전동 Feeder의 가장 큰 난점 중의 또 하나는 Motor이다. Motor는 작아야만 하고 부품을 Feeding하기 위해서는 충분한 힘이 요구된다. 그러면서도 50 미크론 내로 제어를 해야하기 때문에 본 연구에서는 그 동안 Stepping Motor, 일반 DC Motor를 거쳐, 자체 제작한 BLDC Motor의 적용하게 되었다.

Feeder Board의 CPU로 Network 전용 Chip인 LON Chip을 적용하였다. 왜냐하면 본 System은 메인 제어기로부터 분산제어가 필수적이어서 Network 개발이 쉽고 안정된 Network을 구축하기 위해서다. [4]-[5]

LON이란 Local Area Network의 약자로 LAN과는 대조적으로 단 단위 명령어나 Sensor의 감지 상태 등 짧은 Data의 실시간 처리가 가능하고 이러한 Network 관련 부분을 LON Chip의 Firmware에서 지원하고 있기 때문에 개발이 용이하고 보다 안정적인 Network을 구축할 수 있기 때문에 LON을 적용하였다. CPU 는 8 Bit Machine이고 부동 소수점 연산 처리가 안 되는 등의 어려움은 있지만 본 논문에서는 제어와 함께 Network에 비중을 두었기에 LON Chip을 적용하기로 하였다.

5. Feeder 제어

본 연구에서는 BLDC Motor에 PID 제어기를 실장 하였다. 본 연구에서 사용한 PID제어기의 구조는 다음과 같다. PID제어에서 제어 편차에 의하여 제어동작이 이루어지므로 설정치를 변경 할 경우 출력이 급격하게 변화하는 특징이 있다. 따라서 본 연구에서는 설정치에 대해서는 미분동작을 하지 않고 제어량 편차에 대해서만 미분동작하는 미분선행형 PID제어를 이용하였다.

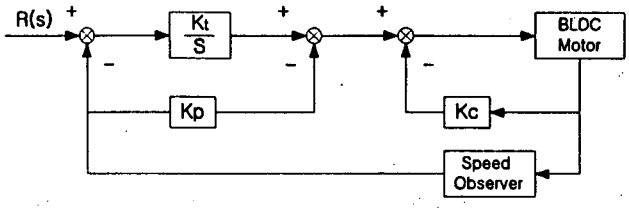

그림 7 Motor 제어 블록도

기어의 감속비를 계산하여 종단 기어의 4 mm Feeding에는 Encoder 320 Pulse가 필요하다. Motor Driver로 LB1824 와 LB1620 을 비교 검토하였다. 그림 9 에서는 출력 전압 과 회전수, 그림 10 에서는 PWM 과 출력전압, 그림 11 에서는 입력 전압 과 회전 시 출력 전류, 그림 12 에서는 입력 전압 과 정지 시 출력 전류 등을 나타내고 있다. 비교 결과에 의해 본 연구에서는 Motor Driver IC로 넓은 범위에 제어가 선형적인 LB1824를 적용하게 되었다. 목표치로는 4미리 Feeding Time을 150 msec, 정밀도 ±50미크론으로 하였고, Motor 제어부 접속은 그림 8 과 같다.

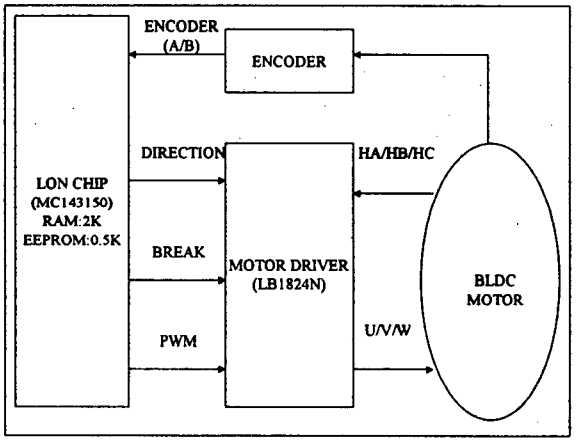

그림 8 Motor 제어부 접속도

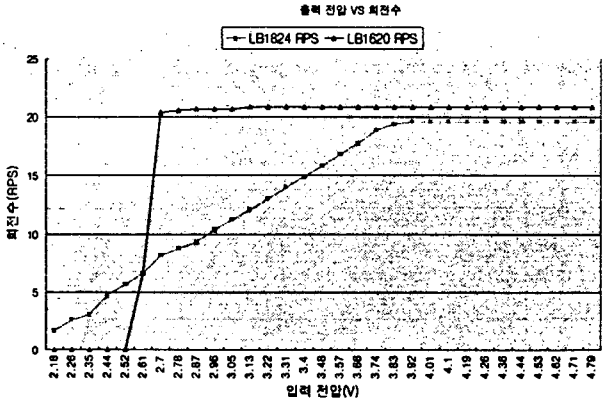

그림 9 출력전압과 회전수

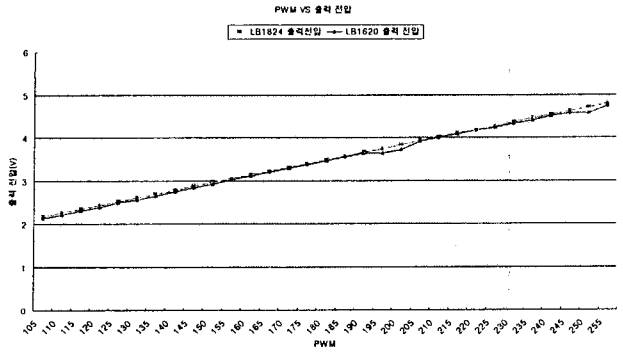

그림 10 PWM 과 출력전압

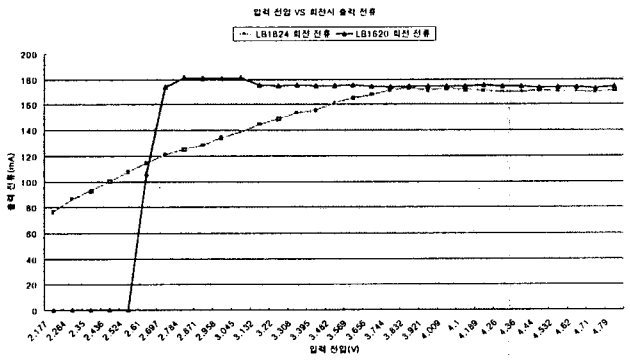

그림 11 입력전압 과 회전시 출력전류

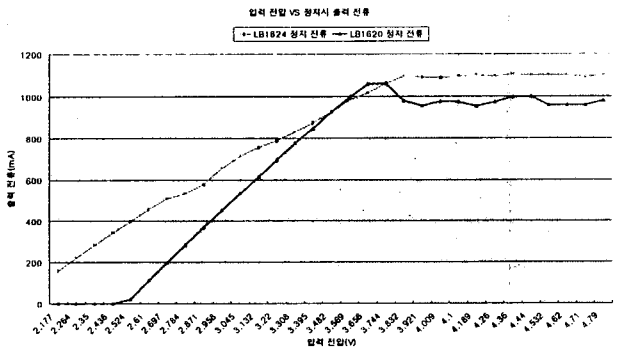

그림 12 입력전압과 정지 시 출력전류

Gain 값을 결정하기 위해 PC와 Feeder를 결합하여 Simulation을 통해 결정하게 되었다. Simulation 범위는 P Gain 과 I Gain은 1~10까지 1단위로, D Gain은 10 0~500까지 10 단위로 하여 100회 구동 후 시간값을 Logging한 결과, 다음과 같은 Gain 값들을 결정하게 되었다. 또한 기동 후 30%까지는 속도 제어모드로 진행하고 이후에는 위치 제어 모드로 제어하고 있다. 또한 오차 한계는 ±3Pulse로 하였다.

속도 제어 모드시

P Gain : 250

I Gaiin : 120

D Gaon : 50

위치 제어 모드시

P Gain : 7

I Gain : 7

D Gain : 420

6. 실험 결과

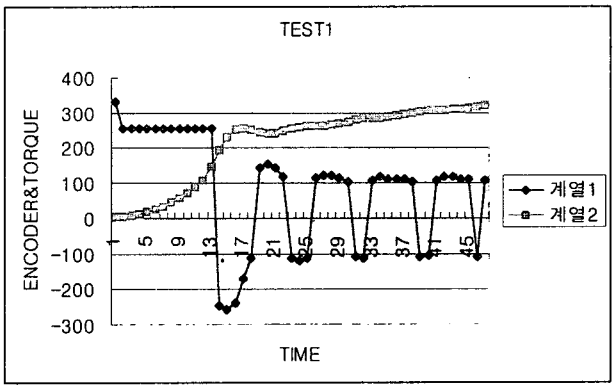

그림 13 실험 결과 1

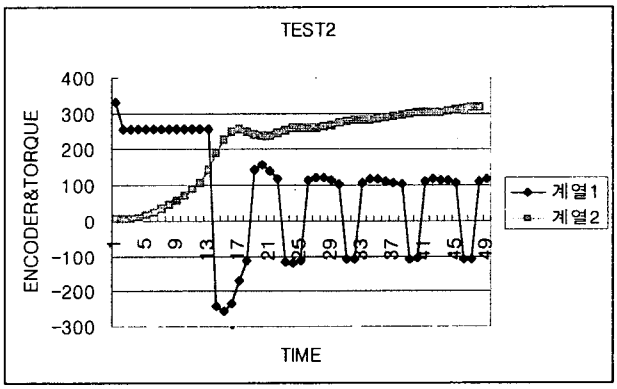

그림 14 실험 결과 2

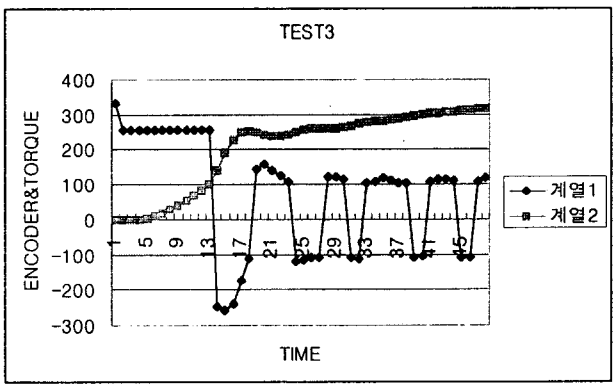

그림 15 실험 결과 3

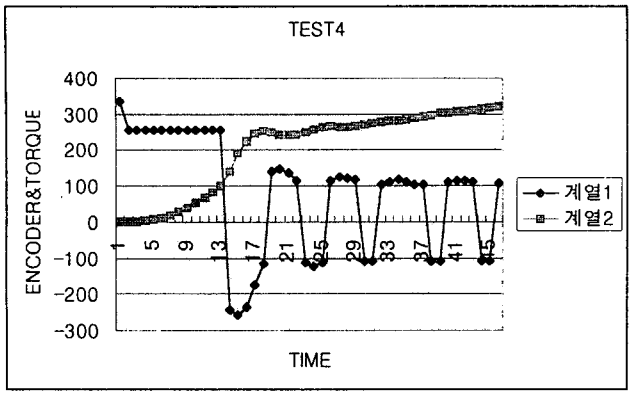

그림 16 실험 결과 4

반복 실험 결과 그림 13~16 같은 Data 를 얻을 수 있었다. 실험 결과에서 시간축은 단위 시간에 3.5 mSec이다. 계열 1은 Position 이고 계열 2는 Torque를 나타낸다. 실험 결과 Graph에서 시작점은 초기화 되기전의 값이므로 무시하여야 할 Data이며 위의 Data는 4 mm pitch feeding을 기준한 것이고 각 Picth를 구동 시켜 보면 표 2와 같은 Data를 얻을 수 있었다. 또한 표 2의 Data에서는 적당한 부하가 있는 것이 제어에 도움이 된다는 사실도 얻을 수 있었다.

표 2 각 Pitch별 Feeding Time

Pitch[㎜]	무부하시[msec]	부하시[msec]
4	175	170
8	220	210
16	290	280
24	340	340
32	390	380
44	450	450
56	510	510

7. 결 론

본 논문에서는 SMD Mounter의 Feeder로서 전동 Feeder의 응용이 충분히 가능하다는 것을 증명하였고 또한 Network의 응용으로 전체 System을 간략화 시켰으며 실험에 의해 Motor 제어는 만족할 만한 결과를 얻었다. 또한 기구적인 폭의 제한이 있기 때문에 본 연구에서는 자체적으로 BLDC Motor를 설계 개발하였으나 기어간의 Backlash 때문에 최종적인 제어에 오차가 있기는 하다. 따라서 앞으로도 이 분야에 대한 제어 및 기구적인 꾸준한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] Yu Nakayama, Kiyoshi Fujikawa, Hirokazu Kobayashi, " Motor Control Methods for Torsional Drive System with Backlash", Proceedings of the IPEC-Tokyo, Vol No. 1-2, pp. 602~607, 2000, April.

[2] Mutuwo Tomita, Tomonobu Senjyu, Shinji Doki, Shigeru Okuma, "Sensorless Control of Brushless DC Motors Using Disturbance Observers With an Adaptive Velocity Estimation", Proceedings of the IPEC-Yokohama, pp. 328~333, 1995.

[3] Kiyoshi Ohishi, Yoshihiro Nakamura, "Robust Self-Tuning Speed Control Based on Speed Observer and Disturbance Observer", Proceeding of the IPEC-Yokohama, pp. 699~704, 1995

[4] Echelon Corporation, "Newlon C Programmer's Guide", Revision 4

[5] Echelon Corporation, "Newlon C Reference Guide", Revision 2