

PCB 자동 조립장비의 기술동향

고광일

LG산전연구소

1. PCB 조립기술 동향

사회적, 경제적 변화에 의해서 PCB 조립 라인이 전자제품의 고기능 및 경박 단소화와 3D 업종인 PCB 조립 공정에 종사하는 근로자의 지원 감소에 의해서 부품의 소형화와 자동화의 필요성이 절실하게 요구된다. 이러한 요구에 적용될 수 있도록 전자부품의 유형과 조립장비가 새로이 개발되어 시판되고 있으며, 계속해서 성능이 향상되고 있다.

즉, 전자 부품의 소형화에 대응하기 위해서 부품이 점진적으로 THT(Through Hole Type)에서 SMD(Surface Mount Device)로 전환 되고 있으며, 최근에는 부품의 유형이 TCP(Tape Reel, Slide Carrier), FC(Flip Chip) Type 형태로 변환되는 초기 단계이며, 이러한 부품들을 PCB에 장착하기 위한 조립장비도 계속해서 개발되고 있다.

부품유형과 조립장비의 변화는 다음과 같이 대변 될 수 있다.

연도	부품 유형	부품 비중	제품명	조립장비 주요 Marker
1970	THT	100(%)	자삽기	Universal/Panasert..
1980	THT	80(%)	자삽기	Universal/Panasert/Citizen
	SMD	20(%)	Mounter	Universal/Panasert/Fuji/Toshiba
1990	THT	25(%)	자삽기	Panasert/Citizen
	SMD	75(%)	Mounter	Panasert/Fuji/Toshiba/Simens Phillips...
	TCP FC(Flip Chip)	초기단계	TAB Bonder FC Bonder	Panasert/Fuji

2. 전자 부품 Packaging 동향

제품의 경박, 단소화 추세에 부응하기 위하여 전자부품의

Packaging 형태도 소형화, 고집적화 추세로 변화해 되었다.

2.1 Packaging 유형

A) Chip

종류 : 저항, 인덕터, 콘덴서, 코일/필터, 코넥터, 콘버터, 압력 센서

Size 변화 : 3216 → 2125 → 1608 → 1005 → 0804
현재

B) 면 실장형 IC Packaging

종류 : Flat Package (SOP, QFP), Chip Carrier (SOJ, PLCC, LCC),

Pitch 변화 : 1.0 → 0.8 → 0.65 → 0.5 → 0.4 → 0.3
현재

C) 차세대 IC Packaging

종류 : TCP (Tape Reel, Slide Carrier), FC(Flip Chip)

2.2 IC Packaging 변화

Pitch	부품 유형	조립 장비	위치보정방식	문제점	IC 유형
0.65 mm	QFP 류	Mounter	기계 방식 Vision 방식 Laser 방식	없 음	면 실장형 IC
0.5 mm	QFP류 BGA 류	Mounter	Vision 방식	없 음	면 실장형 IC
0.3mm- 0.4mm	QFP 류	Mounter	Vision 방식	- Packaging이 어렵다 - Soldering Control이 어렵다. - 실장이 어렵다. - 다윈화가 어렵다.	면 실장형 IC 불가
0.4mm 이하	TCP FC BGA	TAB FC Bonder Mounter	Vision 방식 Vision 방식 Vision 방식	- 장비가 고가 - 특수부문에서 사용	차세대 Packaging

3. 전형적 자동화 PCB 조립라인의 구성

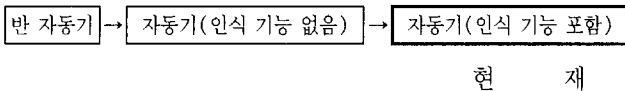
90년대에는 PCB 조립 라인이 자동화라인으로 대변될수 있을 정도로 자동화가 많이 적용된 공정이며, 생산성 향상을 위한 자동화공정은 Loader, Screen Printer, Mounter, Oven, TAB Bonder, 자삽기, 이형부품 삽입기, 검사기등이 서로 상호 보완적인 관계를 유지하면서 기능및 성능을 향상시키고 있다.

3.1 Loader

PCB를 자동으로 공급하고 배출하는 기능을 수행하며 자동화 라인에 필수적이다.

3.2 Screen Printer

SMT 실장에서 생산성은 Mounter가 좌우하지만, 실장 정도, 품질을 크게 좌우 하는것은 Screen Printer에 있으며, Fine Pitch화의 진전과 동시에 Printer의 중요성이 매년 높아지고 있다.



3.3 Mounter

SMD Mounter의 분류는 기능 및, Tact Time에 의해서 고속기, 범용기, 중속기로 분류되고있지만, User의 고속화, 고기능화 요구기능을 수렴하는 과정에서 점차 분류영역이 협소화 되고있다.

3.4 TAB Bonder (OLB)

TAB 수요로는 일반적인 PCB 실장 분야를 겨냥한 수요는 본격화되지 않고 있지만 인텔이 Pentium Notebook PC 용으로 TAB를 채용하므로써 TAB 실장 발전의 계기가 될 가능성이 높다.

A) 종류

- LCD용 OLB
- PCB용 OLB

B) 방식

- 열 압착 (* 현재 많이 사용되는 방식)
- 광 Beam
- Laser
- 질소 가스

3.5 검사 장비

부품의 Fine Pitch화에 의해서 적용 분야에 따라서 여러 종류의 검사기가 있으며, 점차적으로 시장 규모가 조금씩 증가하고 있다.

A) 종류

- 납땜 형상 외관 검사 장치
 - CCD Camera로 영상을 취득하여 납땜 형상을 이용하여 부품유무, 납땜 상태, 장착상태등을 검사하는비접촉식 검사장비 이다.
- ICT
 - Zig을 이용하여 접촉식으로 부품의 유무, 성능등을 검사하는 접촉식 검사장비이다.
- 납땜 인쇄 Paste 검사 장치
 - Solder Paste의 상태 즉 Paste의 과,소, Short등을 CCD Camera를 이용하여 비접촉식으로 검사하는 장비이다.
- X선 납땜 검사 장치
 - X선을 이용하여 냉납등을 검사하는 장비이다

3.6 OVEN

고온으로 Solder Paste를 녹여서 납땜을 하는 Reflow Oven장비가 주종을 이루며, 부품의 밀집도가 높을 수록 온도 Control이 매우 중요하다.

3.7 자삽기

SMD Type이 아닌 THT Type의 부품을 PCB Hole에 삽입하는 장비로서 부품의 유형은 주로 수동 소자인 저항, 콘덴서등이며, SMD Type이 사용되기전에는 부품을 삽입하기 위해서 자삽기를 사용하였다.

3.8 이형 부품 자삽기

자삽기의 일종이지만 부품이 이형인 경우 즉, IC, 코넥터 등 이형인 부품을 삽입하는 자삽기이다.

3.9 SMT 장비 제품구성 비율

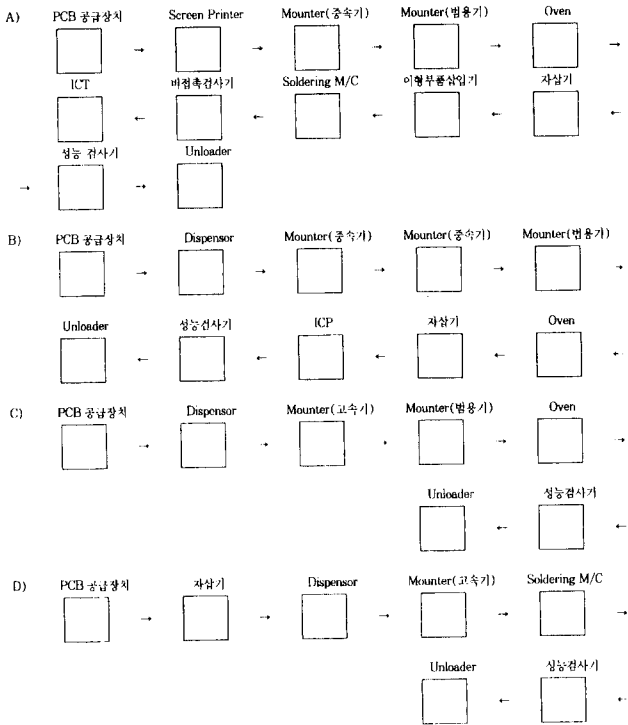
(단위 : 천만원)

장 치 명	93년	%	94년	%	비 고
Mounter	96,500	72.4	116,900	73.8	증가
Soldering M/C	11,870	8.9	12,350	7.8	감소
ICT	5,950	4.5	6,300	4.0	감소
Screen Printer	11,400	8.6	13,400	8.5	감소
세정 장치	3,900	2.9	4,000	2.5	감소
납땜 형상장치	1,980	1.5	2,220	1.4	감소
TAB Bonder	360	0.3	810	0.5	증가
FC Bonder	600	0.5	800	0.5	보합
Paste검사장치	360	0.3	560	0.4	증가
X선 검사장치	370	0.3	1,150	0.7	증가

일본의 SMT장비 제품구성비

3.10 PCB 조립 라인의 자동화 구성도

PCB 조립 라인은 생산하는 제품의 특성에 따라서 구성을 하여야하며 다음과 같이 대표적으로 구성할수 있다.



4.1 Segment 분석

1) Segment별 성능및 가격

	고속기	범용기	중속기
Head	Rotary Head	X-Y Robot Type	X-Y Robot Type
Tact Time	0.2초 이하	0.5~0.8초	0.35초 이상
Centering 방식	Vision 방식	Vision 방식, 기계 방식	기계 방식
부품 Size	32mm × 32mm	대형 QFP (50mm × 50mm)	25mm × 25mm
가격	2억4천만원이상	8천~2억4천만원	5천~8천 만원
시장 점유율 (대수 기준)	40.6% (91년)→ 37.5% (94년) * 감소 추세	27.7% (91년)→ 37.6% (94년) * 증가 추세	31.7% (91년)→ 24.9% (94년) * 감소 추세
기술, 제품 경향	0.1초/Chip 이하의 Tact Time	실현 Vision 방식, 기계 방식	Tact Time의 0.3초 이하 실현

2) Segment별 Maker 참여 영역과 신규진출 상황

(단위 : 백만원)

400	300	100	50
—	—	—	—
—	—	—	대형기 Maker
—	—	—	YV112
—	—	—	YCM3300
중속기 Maker	저가격화	—	—
중속기	범용기	고속기	—
Mounter Segment			

4. SMT 기술에 의한 PCB 조립라인

전자산업과 전자부품 산업의 발전에 힘입어 부품의 SMD화로 전자부품을 장착하는 장비도 SMD Mounter로 변화되고 주변장치의 기술도 SMD Mounter가 사용될수있는 기술로 전환되어 PCB 조립라인이 SMT 기술을 이용한 조립라인으로 전환되고 있으며, 이러한 SMT 기술에서 가장 핵심적인 기술이 SMD Mounter에 적용된 기술이며, SMD Mounter에 적용되는 기술의 발전에 의해서 생산성이 급상승하고 있다.

이러한 생산성향상에 고무되어 SMD Mounter의 시장은 매년 성장되어 세계 각국에서 새로운 기술이 적용된 SMD Mounter의 개발에 심혈을 기울이고 있으며, 기능및 Tact Time에 의해서 고속기, 범용기, 중속기로 영역이 구분되어 있지만, 생산성 향상을 위한 기술의 급속한 개발로 인해서 중속기, 범용기와 고속기의 분류 영역이 점차적으로 협소화되고있다.

현재 SMD Mounter기술추이는

- 고속화. - Multi - Nozzle화. - Multi - Head화. - Multi-X-Y Table화. - Full Vision화.

3) 중속기 사양 비교표

업 체	LGIS	JUKI	비 고
Model명	미 정	KE-710	
실장 속도	0.35초/Chip	0.38초/Chip	측정기준이 서로다름
실장 정도(mm)	±0.1mm	±0.12mm	
ANC	14개	12개	
Head	3개	3개	
Feeder	90개	80개	
Feeder Type	Tape/Tube/Bulk	Tape/Tube/Bulk	
부품 Size (mm)	1005-25mm	1005-20mm	
Centering 방식	기계식	기계식	
Placement Reliability	99.99%	99.99%	20125 기준

4) 범용기 사양 비교표

업 체	LGIS	YAMAHA	비 고
Model명	미 정	YM84VII	
실장 속도	0.35초/Chip 2초/QFP	0.45초/Chip 2.7초/QFP	측정기준이 서로다름
실장 정도(mm)	±0.1mm(Chip) ±0.04mm(QFP)	±0.1mm(Chip) ±0.04mm(QFP)	
부품 Size(mm)	1005~54 mm	1005~54 mm	
QFP 최소 Pitch	0.4mm 0.3mm(Option)	0.5mm 0.3mm(Option)	
Centering 방식	Chip=기계 방식 QFP= Vision 방식	Chip=기계 방식 QFP= Vision 방식	

5) 고속기 사양 비교표

업 체	Phillips	Panasert	비 고
Model명	MCM 8	MvII	
실장 속도	31,000/Hour	0.14초/Chip 0.5초/QFP	측정기준이 서로다름
실장 정도(mm)	미확인	0.1mm(X-Y-)	
부품 Size(mm)	1005-□32mm QFP	1005-□32mm QFP	
Feeder	274개	150개	
Centering 방식	기계 방식/Chip Vision 방식/QFP	Full Vision	
Head 방식	28-Position Head Array	Rotary Head 12개 (5개Nozzle/Head)	

4.2 X-Y Table 기술동향

SMD Mounter의 성능은 부품을 장착하기 위한 고속, 고 정밀성을 보장하여야한다. 이러한 성능을 만족하면서 생산성을 향상 시키기 위해서는 다음과 같은 핵심기술이 지원되어야한다.

- SMD Mounter 핵심기술
 - Twin Servo Control 기술
 - 생산성 향상을 위한 최적화 설계
 - X-Y Table의 외곽을 보상하여 주는 Calibration 기술

1) Twin Servo 기술 소개

SMD Mounter가 부품을 이미 정하여진 위치에 장착하기 위해서는 Motor 구동원에 의하여 부품이 흡착된 Head를 이동하여야한다.

X-Y Table상에서 Head가 움직일때 X축의 구동원은 항상 Head부와 일치형이 될수있으므로 부품을 고속으로 장착하기위한 속도와 정밀도에 영향을 주지않지만 Y축의 경우는 구동원이 Head에 일치형으로 할수없으므로 Y축은 구동원을 하나만 사용하는 경우에는 구동원과 Head와의 거리가 멀어질수록 구동원을 정지할때 Head부에 잠진이 많이 발생되고 잠진이 제거될때까지 많은 소요시간이 요구되며, 정밀도에도 매우 심각한 문제점으로 도출된다.

이러한 문제점의 원인은 아래와 같이 2가지로 대변될수있다.

- 구동원의 힘이 Head부에 전달되는 과정에서 힘의 손실이 발생
- 구동원의 힘이 Head부에 전달될때 시간적인 차이가 발생된다.

이러한 문제점의 원인을 최소화 하기 위한 방법으로 현재 Mounter에서 적용되고있는 방법이 Y축 2개에 각각 Motor를 설치하여 각각의 구동원으로 Head부를 이동하는 방법이다. 즉 Twin Servo 기술을 적용한 방법이다. Twin Servo 기술을 적용하기 위해서는 Y축 Motor의 동기가 정확히 일

치하여야하는 매우 어려운 문제점을 가지고있다.

즉 Motor가 구동할때, 정지할때, 가감속할때 Y축 Motor 간에 동기가 정확히 일치시키는 방법이다. 만일 Motor간에 동기가 일치하지 않으면 기계부에 많은 손실을 주게된다. 현재 Mounter에 다양한 방법으로 Twin Servo 기술을 적용한 상품이 판매되고 있다.

2) 최적화 설계및 Calibration

(1) Machine Calibration

Mounter가 고정밀도를 유지하기 위해서는 기본적으로 X-Y Table의 정밀도가 유지되어야 하며, X-Y Table 정밀도는 기계부 가공 정밀도와 조립상태에의한 정밀도에 의해서 결정된다. X-Y Table의 가공 정밀도와 조립 정밀도만으로 고정밀도를 보장하기는 매우 어렵다. 그러므로 정밀도 보상을 위해서 Machine Calibration 기술을 적용한다.

Machine Calibration이란 X-Y Table의 기계적인 뒤틀림과 조립과정에서 발생된 X-Y축의 직각도등에서 발생하는 오차를 최소화 하기위한 기술이다. 방법으로는 여러가지 방법이 있지만 일반적인 방법으로 Mounter head부가 움직이는 전영역에 걸쳐서 이론적으로 이동하여야 거리와 실질적으로 이동된 거리와의 상호관계에 대한 방정식을 유도하여 해를 구하며, Mounter Head부가 부품을 장착하기 위해서 정하여진 위치로 이동할때 제어부에서 Machine Calibration에서 구한해를 이용하여 오차를 보상함으로 정밀도가 유지된다.

(2) 최적화 설계

SMD Mounter는 중속기, 범용기, 고속기 영역으로 구분되며, 앞에서 언급한것과 같이 성능은 계속 향상되고 있다. SMD Mounter의 성능 향상중의 가장큰 부분이 생산성 향상이며, 이러한 생산성 향상에 많은 기여를 한부분중에 X-Y Table의 최적화 설계 기법이다. X-Y Table의 최적화 설계 기법이란 SMD Mounter 내부에 Multi-X-Y Table을 설치하여 한대의 SMD Mounter가 여러대의 Mounter가 할수 있는 생산성을 발휘할수 있도록 설계한 기법을 말하며 여러 기업에서 최적화 기법을 적용하여 Mounter를 개발하고 있거나, 이미 상품으로 판매를 하여 소비자들의 반응도 매우 높다.

4.3 Pick & Place Head 기술 동향

SMD Mounter의 생산성을 향상시키기 위한 방법중 범용기 영역에 포함되면서도 고속기의 성능을 발휘할수 있도록 기여한것은 최적화 설계기법을 이용한 Multi-X-Y Table과 Head부의 구조를 간단하게하여 무게를 감소시키면서 여러대의 Head를 장착할수있도록 구조를 개발한 Pick & Place Head 구조이다.

1) 고속화 기술

SMD Mounter의 생산성은 Head부가 고속으로 움직이면

서 Head부의 이동이 최대한 적어야 한다.

이러한 조건을 만족시키기 위해서는 Head부의 무게가 최대한 적어야하고 한번에 부품을 흡착할수있는 Head수가 최대한 많아야 한다.

Head부의 무게와 Head수와는 서로 상관관계가 있으므로 최대한으로 적합한 방법이 Head부의 구조에 고속화 할수있는 기술을 도입한 Pick & Place Head 구조이다.

Mounter Head 구조가 Pick & Place Head 구조로 개발되므로 Head부의 무게가 가벼워지고, Head수가 기존의 약 3개에서 10개로 확장되어 고속기에 준하는 생산성을 발휘할수 있다.

2) 비접촉 Centering vs 접촉 Centering

SMD Mounter가 부품을 Centering 하는 방법에는 기계적인 척에 의해서 Centering 하는 기계적인 Centering 방식과 Laser와 CCD Camera에 의한 비접촉식 방법이 있다.

현재는 비접촉식 방법으로 적용되는 추세이며, 원인은 다음과 같다.

특 징	비접촉식 Centering	접촉식 Centering
헤드부 구조	간단하다 가볍다	복잡하다 무겁다
Head 수	많이 장착할수 있다	무게 때문에 비접촉식보다 적다
부품 파손	부품 파손이 기계식보다 적다	부품이 파손될 요소가 있다
Tact Time	Head수가 많으므로 빠르다	Head수가 적으므로 느리다
Centering 방법	Laser/Vision Laser의 경우 고가이다.	기계적인 척
Mounter 영역	범용기 고속기	저속기 범용기

3) Full Vision형 기술 소개

Full Vision Mounter는 모든 부품을 Vision을 이용해서 Centering 하는 방식을 말하며, 이와같은 Full Vision Mounter에서는 Vision의 기본인 광학구조가 간단하여야하고 Vision Processing 시간이 최대한 빨라야 한다.

현재 SMD Mounter의 생산성향상을 위해서 기계적인 Centering 방식에서 Full Vision형 Mounter로의 전환이 가속화 되고있으며, Full Vision Type범용기의 경우 Full Vision Type 고속기의 영역에 접근하고 있으며 가격은 고속기에 비하여 저렴하므로 매출이 고속기에 비하여 고속 성장하고 있다.

이와같이 Full Vision 형 범용기가 각광을 받을수 있도록 할수있었던것은 Full Vision형으로 전환 함으로 Head부의 구조가 간단하여 여러개의 Head를 장착할수있어 부품을 한번에 Head 갯수만큼 흡착하여 PCB에 장착할수 있으므로 Tact Time이 기계식에 비해서 빠르므로 생산성이 향상되고 부품의 파손이 기계적인 Centering 보다 적은 이유이다.

5. 결 론

95년 국내의 산업용 전자산업의 생산은 전년대비 14.5 (%) 증가한 9조1,040억원이 될것으로 추정되며 향후 산업용 전자산업의 수요는 국내를 포함하여 세계적으로 신규 통신서비스산업의 도입, 정보화의 진전등을 배경으로 유무선 통신기기와 컴퓨터, 주변기기시장의 호조가 예상되며, 이러한 정보통신의 제품 즉, 이동통신, Multi Media 제품들은 고기능과 경박단소화를 추구하게 될것이다. 이러한 목적을 달성하게 하기 위해서는 부품이 SMD화 될것이며 부품이 고밀도로 장착되어야한다. 이와같이 부품의 SMD화에 의해서 PCB 조립라인은 SMT 자동조립 라인으로 실현 되어야 하므로 SMT 시장의 규모는 계속 상승될것이다. 시장 규모의 상승세에 의해서 세계의 기술 선진국들은 시장을 선점하기 위해서 Mounter의 생산성을 향상 시킬수있는 새로운 개념의 Model를 계속해서 출시하고 있으므로 경쟁력이 더욱 치열하다.

Mounter의 경쟁력을 확보하기 위해서는 기존방식의 범주에서 완전히 탈피한 혁신적인 기술이 적용되어야하며, 이러한 혁신적인 기술의 개발 없이는 경쟁력에서 존재할수없다. 이러한 상황에서 기술 선진국들은 Mounter에 적용된 기술을 무기화하여 발표를 하지않고 있으며, 어떤 조건화에서도 기술이전을 하지않고 있다. 국내의 대기업에서도 외국의 기술 무기화에 적극대처 하기위하여 Mounter의 자체 개발에 심혈을 기울여 매년 수십억의 개발비를 투자하여 자체 개발 Model를 출시하고 있으며, 기술 개발에 더욱 박차를 가하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 94 SMT(NetBrain)
- [2] 월간 전자 부품
- [3] FA 저널
- [4] 전자 연감 95
- [5] 전자산업동향 및 95년 전망



고 광 일

1980년 서울대학교 전기공학과(학사) 1982 서울대학교 제어계측공학과(석사),
1989년 University of Pittsburgh(박사),
전공분야 자동제어, 적응제어 및 Robotics, Motion Control,
1982 한국전기통신연구소 위촉 연구원 및 연구원,
1985 금성사 중앙 연구소 1989~현재 LG산전 연구소 자동화기기연구실장.
(430-080)경기도 안양시 동안구 호계동 533 LG산전연구소 산업기계연구실.
TEL. 0343)50-7501 / FAX. 0343)50-7599.