

MECHATRONICS 및 ROBOT 기술 개발

Development of Mechatronics and Robot Technology

연구기관
한국과학기술연구원

寄贈	
과학기술처 寄贈本	一九九〇年 二月一日

과 학 기 술 처

제 출 문

과학기술처장관 귀하

본 보고서를 “Mechatronics 및 Robot 기술개발”의 최종
보고서로 제출합니다.

1989. 5

주관연구기관명 : 한국 과학 기술 연구 원

총괄연구책임자 : 이춘식 (KIST 공조·환경제어실)

박종오 (KIST CAD / CAM실)

연 구 원 : 김문상 (KIST CAD / CAM실)

이혁희 (KIST CAD / CAM실)

류정배 (KIST CAD / CAM실)

노덕문 (KIST CAD / CAM실)

여 백

요 약 문

I. 제 목

Mechatronics 및 Robot 기술개발 (KIST-IPA 자동화 센터 사업)

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구개발계획은 국내에 시급한 자동화 기술을 도출하고 이 분야에 기술축적이 많은 외국 상대연구소와 공동연구개발을 통해 국내 산업계에 이전하는 목적으로 국내 자동화 기술축적과 국제 경쟁력 향상을 도모하는 것이며 그 중요성은 크다. 자동화 PILOT CELL로서 로봇트를 이용 이형부품삽입 자동화기술개발이 수행되었으며, 이 연구개발은 첨단자동화 기술개발과 국내의 광범위한 수요충족이라는 점에서도 목적에 부합된다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

로봇트이용 이형부품 삽입자동화 기술개발의 구체적인 내용으로서 이형부품 삽입 Strategy가 개발되었고 Intelligent Gripper의 기술적인 제원과 부품교정방식이 개발되었다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

수행된 로봇트이용 이형부품 자동삽입기술연구는 차기 년도의

계속 과제로 진행되고 있으며 이 개발시스템은 국내 산업체 이전을
목표하는 만큼 초기단계부터 관련 산업체와의 잦은 협의를 이미하
고 있으며 개발완료후에 산업체 이전을 위해 노력할 예정이다.

SUMMARY

I. Title

Development of Mechatronics and Robot Technology
(KAIST-IPA Automation Center Program)

II. Objective and Necessity of this Study

This R & D program chooses several required automation technologies and through cowork with partner institute, which has accumulated automation technologies overseas, will be transferred to domestic industries. By this way the accumulation of automation technology.

As pilot cell of automation were developed inserting automation of electronic odd-components using industrial robots. This R & D program coincides the object on the respect of high automation technology and domestic necessity.

III. Scope and Contents of this Study

As the detailed contents for automatic insertion of odd-components using industrial robots was developed insertion strategy. Technical specification of intelligent gripper and insertion principle were also developed.

IV. Result and Proposal on the Practical Application

This finished research on automated insertion technology using industrial robots is proceeded as the continuing task for next project year. This development system is to be transferred to domestic industries and from beginning phase on is being discussed with concerning industries and will be strived for transfer after development.

CONTENTS

Chap. 1	KIST-IPA Automation Center Plan	11
1-1	Introduction	11
1-2	State of the Arts on Cowork Process	13
Chap. 2	State of the Arts on Automation for Odd-component Insertion	15
2-1	Research Ground	15
2-2	State of the Arts	15
Chap. 3	Automated System for Odd-component Insertion using Robots	17
3-1	Approach method	17
3-2	Analysis	18
3-2-1	Components choice	18
3-2-2	Classification of Components	23
3-2-3	PCB Analysis	30
3-2-4	Process Analysis	32
3-2-5	Analysis of Production Characteristics	33
3-3	Concept of Basic Principles	34

Chap. 4	Development of Automation System for	
	Odd-component Insertion in KIST	39
4-1	Total System Lay-out	39
4-2	Total System Flow	40
4-3	Alternative Systems	41
4-4	System Configuration	53
4-5	Total Lay-out	64
Chap. 5	Development of Off-line Programming	
	Technology for Odd-components Insertion	74
Chap. 6	Summary and Overview for Work to be	
	Continued	119
References	120
Appendices	121

목 차

제 1 장 KIST-IPA 자동화 센터 계획	11
제 1 절 서 론	11
제 2 절 공동연구 추진 현황	13
제 2 장 이형부품 삽입 자동화의 현황	15
제 1 절 배 경	15
제 2 절 이형부품 삽입 자동화의 현황	15
제 3 장 로봇트를 이용한 이형부품 삽입 자동화시스템	17
제 1 절 접근방식	17
제 2 절 분 석	18
2-1 . 이형부품선정	18
2-2 . 이형부품분류	23
2-3 . PCB 분석	30
2-4 . 공정분석	32
2-5 . 생산특성분석	33
제 3 절 기본 개념 작성	34
제 4 장 KIST 이형부품 삽입 자동화 시스템 개발	39
제 1 절 전체 시스템 Lay-out	39

제 2 절	전체 시스템 flow	40
제 3 절	구체적인 실현가능 System 들의 비교	41
제 4 절	System 구성	53
제 5 절	전체 Lay-Out	64
제 5 장	이형부품 삽입용 Off-line Programming기술개발...	74
제 6 장	결론 및 추후과제	119
참고문헌	120
부 록	121

제 1 장 KIST-IPA 자동화 센터 계획

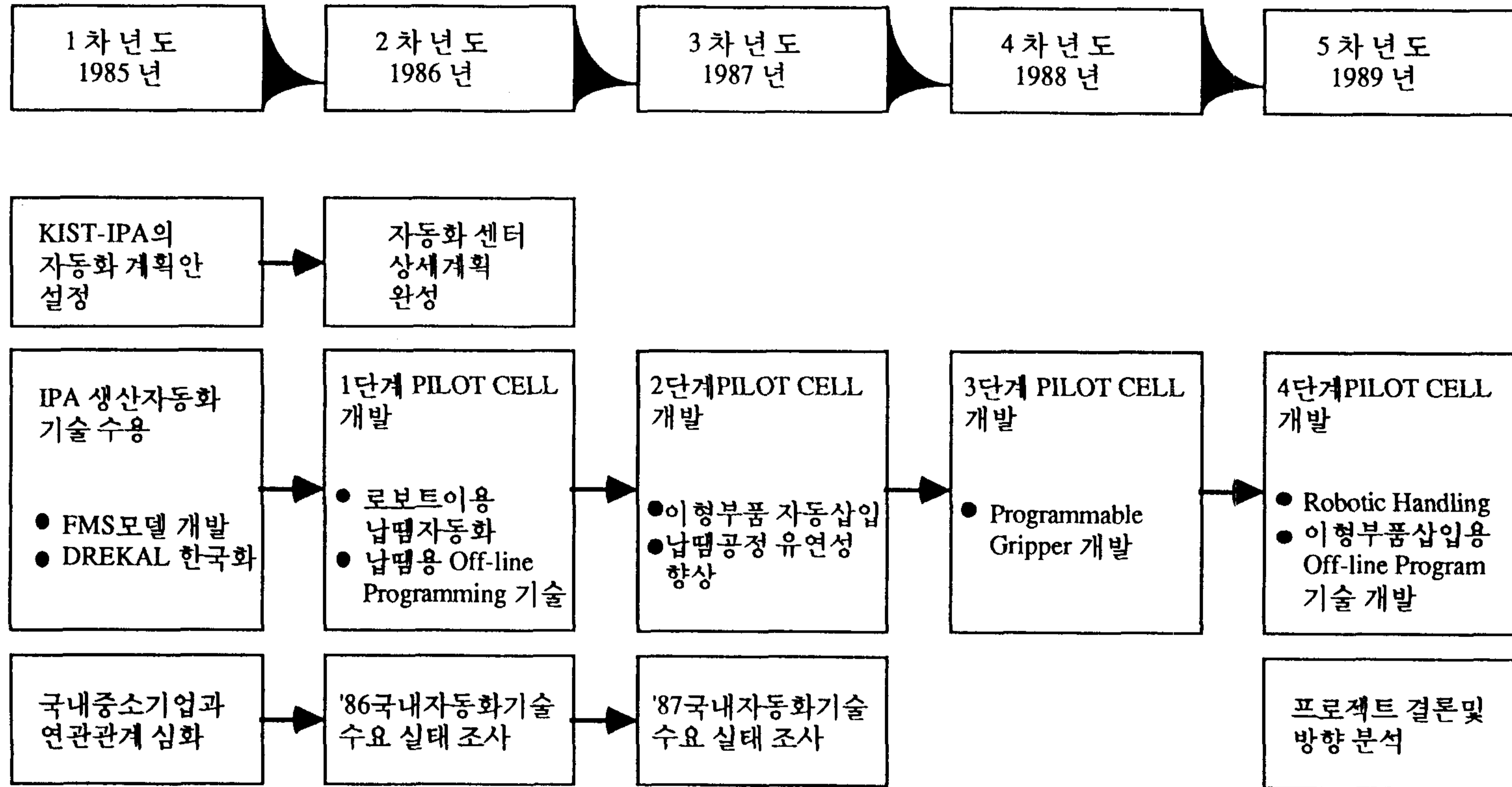
제 1 절 서 론

최근들어 생산자동화기술의 중요성은 계속 증가하고 있다. Mechatronics 및 산업용 로봇 같은 자동화 관련 기술은 생산성 향상과 높은 품질을 위한 핵심기술 중의 하나이다. 일본·미국·유럽에선 매년 막대한 연구예산을 투입하여 자동화기술을 개발하고 있으며 이로 인한 생산기술 후진국과의 기술격차는 심화되고 있다.

국내기업은 아직 자동화 설비가 미약하고, 자체기술축적이 매우 취약한 상태이다. 그런반면 국제 경쟁력 향상, 고임금, 기술선진국으로의 도약을 대비하기 위해서 첨단자동화 기술 흡수를 원하고 있다. 본 국제공동 프로젝트 파트너인 서독의 생산자동화를 위한 Mechatronics 및 Robot 기술 수준은 세계선도국중의 하나로서 한국과의 공동협력을 원하고 있다.

한국은 서독의 Mechatronics 및 로봇 기술에 관한 첨단기술을 기술협력을 통하여 조기흡수토착화하며, 필요한 연구시설 및 Database를 확보하고 자동화기술중에서도 한국산업계에 절실한 분야를 KIST와 IPA(독일측 연구기관명)에서 공동연구개발하여 기술축적과 아울러 한국산업계에 조속히 이전해야 한다. 본 프로젝트는 이미 1985년에 시작이 되었으며 전체적인 사업계획 및 수행

표 1-1 . KIST-IPA 자동화 센터 사업 내용



내용은 다음 표 1-1에 개괄적으로 요약되어 있다. 세부과제들은 현재 세계적으로 계속 기술 향상시키고 있는 분야들이나 국내에선 자체 기술 수준이 매우 낮으며 산업체 이용도는 더욱 빈약하다. 프로젝트 상대팀인 서독 IPA는 이 분야에서의 기술축적을 계속해 왔기 때문에 국제공동연구에 의한 조속한 기술 흡수에 효과적이다. 프로젝트 마무리 단계로서 사업결과와 추후 자동화기술 방향에 관한 WORKSHOP를 열어 산업체에의 본 사업에 의한 기술이전에 노력한다.

제 2 절 공동연구 추진 현황

1. 국가간의 공동 추진 내역

- 1981년 11월 MOST-BMFT 기술협력 합의 (이정오 장관 방독)
- 1985년 9월 MOST-BMFT 기술협력 합의 (김성진 장관 방독)
 - 자동화 LAB 설립을 위한 KAIST-IPA 연구계획을 양국정부에서 지원함을 합의
 - 기술협력 확대를 위해 서독전문가단아 방한 합의
(연구소 / 산업계 방문, 한독 국제공동 연구계획 작성)
- 1988년 8월 MOST-BMFT 공동연구사업 추진 합의
 - 서독 Riesenhuber 장관 방한
 - 자동화 기술분야 : 과기원

2. KIST-IPA 간의 기술협력 내역

- 전문가 교환
 - 서독측 방한 : IPA 소장 Warnecke 외 연 41 명이 15 회
 - 한국측 방독 : KIST 소장 이춘식박사의 연 13 명이 13 회
- WORKSHOP/SEMINAR 개최
 - 생산기술 및 자동화 관련 Workshop 5 회
 - 생산기술 및 자동화 관련 Seminar 6 회
- 훈련생 파견

IPA 주선으로 생산기술 및 자동화분야 14 명이 서독연수 연
수완료 12 명, 연수중 2 명
- 산업계 서독 견학

1983 년말 국내 6 개업체가 서독 우수 생산업체 방문

3. KIST-IPA 간의 연구개발 실적

- FMS 모델 개발 (1차 년도)
- DREKAL(생산관리 소프트웨어) (1 차 년도)
- 로봇이용 자동납땜 시스템 개발 (2 차 년도)
- 납땜전용 Off-line Programming기술 개발 (2 차 년도)
- 국내 로봇트 수요 실태조사 (2 차 년도)
- Definition Phase of Automation Center in KIST
(IPA, 1986.1-1987.12, 완료)
- Construction Phase of Automation Center in KIST
(IPA, 1988.4-1990.3, 계속중)

제 2 장 이형부품 삽입자동화의 현황

제 1 절 배 경

PCB 이용 전자부품 조립라인의 자동화는 노동 집약적이며 치열한 국내 및 국제경쟁력으로 생산성 향상관점에서 그 중요성이 계속 더해가고 있다. 이 라인의 특징으로는 우선 제품 Life Cycle 이 매우 짧다는 것이며 이는 유연성 자동화의 중요한 근거가 된다. 그림 2-1 에서 일반적인 PCB 조립라인의 자동화기술을 보여준다.

일반적으로 PCB 전자부품 조립방식은 pin/hole 방식과 SMD 방식으로 나눌 수 있다. 점차 SMD 방식으로 대체되고 있으나 당분간은 pin/hole 방식과 병행될 전망이다.

제 2 절 이형부품 삽입자동화의 현상

PCB 조립라인의 자동화는 획기적인 생산성 향상을 위해 널리 사용되고 있다. 그러나 자동화공정은 대부분 정형부품에 집중되어있다. 이형부품은 다양성과 소량을 특징으로 하고 있으며 그 특징으로 PCB 조립라인 자동화의 Bottleneck이 되고 있다. 현재 이형부품 조립자동화는 여러가지가 시장에 나와 있으나 대부분 단일 이형부품의 전용기계로서 이형부품의 특징인 유연성을 전혀 살

리지 못하고 있다. 결국 이형부품 삽입자동화의 핵심은 유연성으로
서 아직 실험실 수준에서 머물러있다.

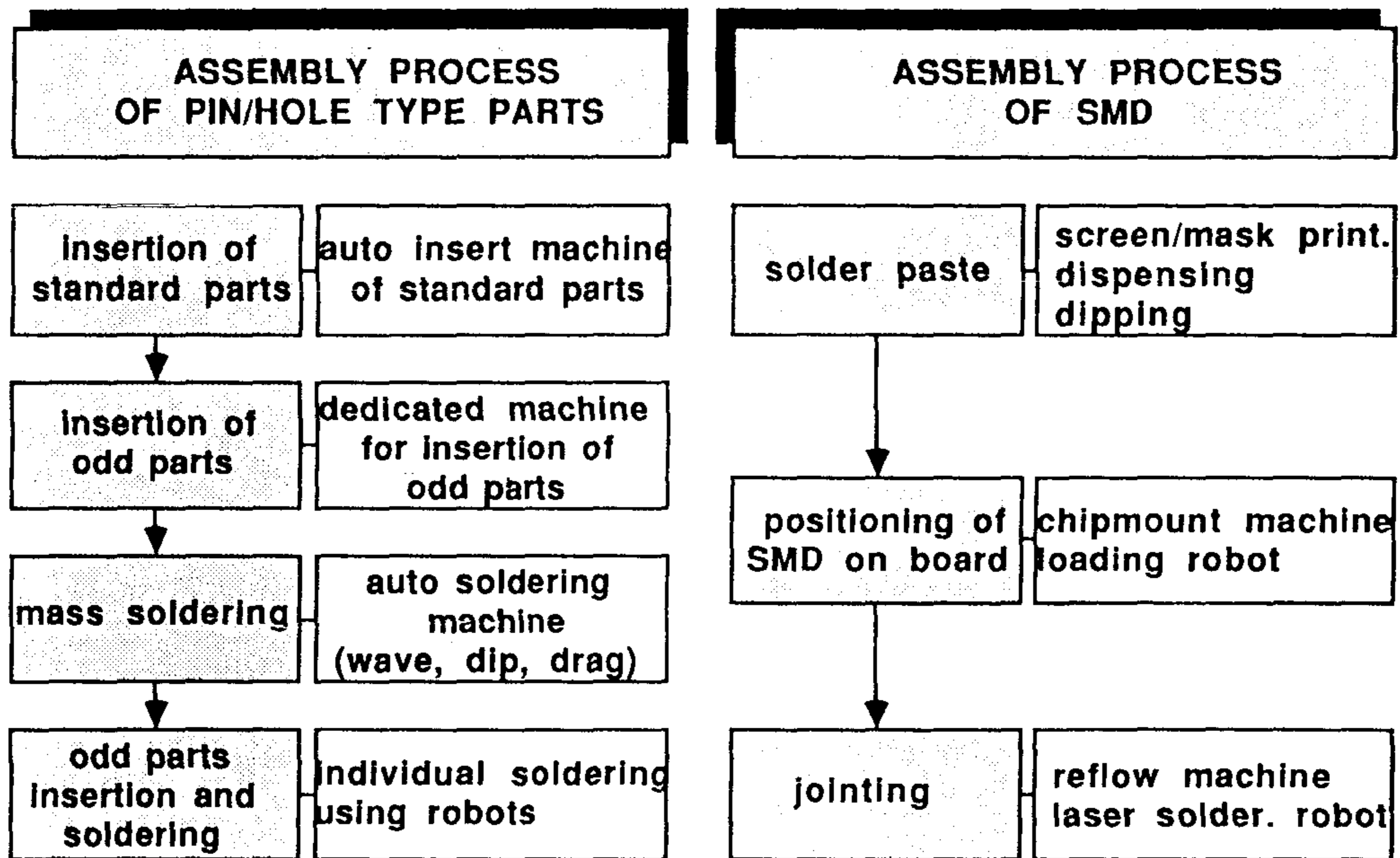


그림 2-1 PCB 조립라인의 자동화기술

제 3 장 로보트를 이용한 이형부품 삽입자동화 시스템

제 1 절 접 근 방 식

전 체 F I S C System 은 여러 단일연구가 집적된 System 으로서 그중 이형부품 삽입자동화는 기계, 전자등 여러분야에 걸친 기술을 필요로 한다. 따라서 이형부품 삽입 전체 System 에 대한 연구는 상당히 많은 시간과 노력을 요구하므로 본 연구에서는 전체 System 중 가장 핵심적인 테마 즉 부품분석, 부품교정, 부품 handling PCB 분석 등과 같은 몇가지 테마를 중심으로 연구를 진행시키고 그 진행에 따라 주변장치의 기술적인 문제점과 해결책연구 방향을 논의하기로 한다.

본 연구에서는 다음의 순서에 의해 연구를 진행시킨다.

Step 1 : a. 이형부품의 선정 및 분류

 b. PCB 분석 및 PCB 당 이형부품 갯수결정

 c. 생산 및 공정분석 그리고 주변조건 분석

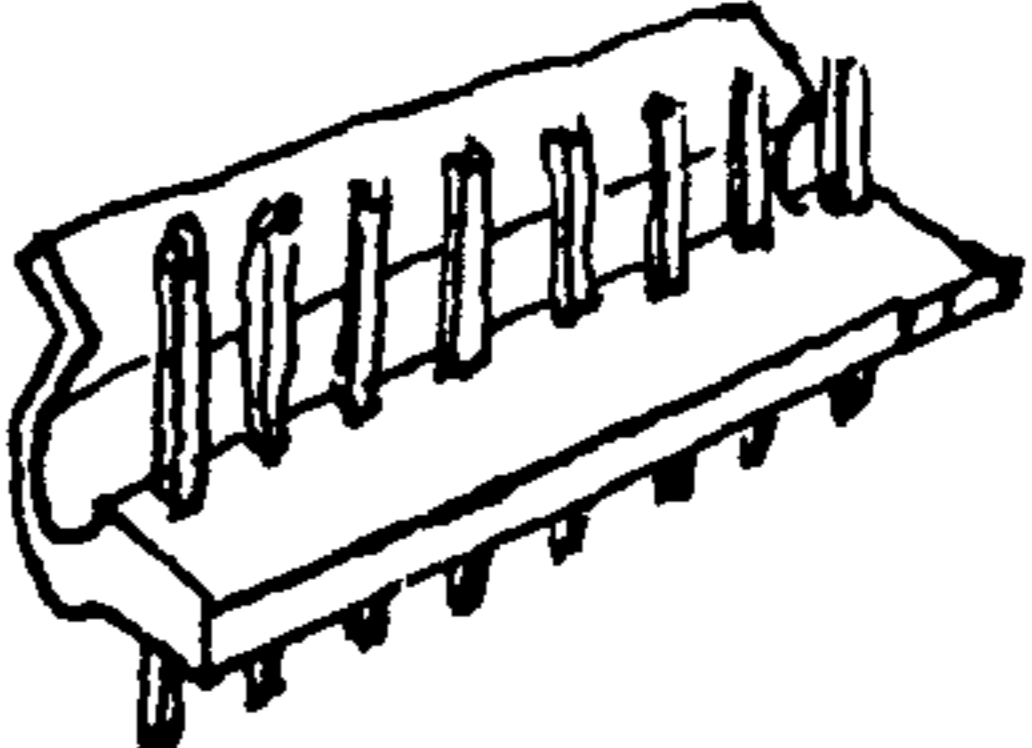
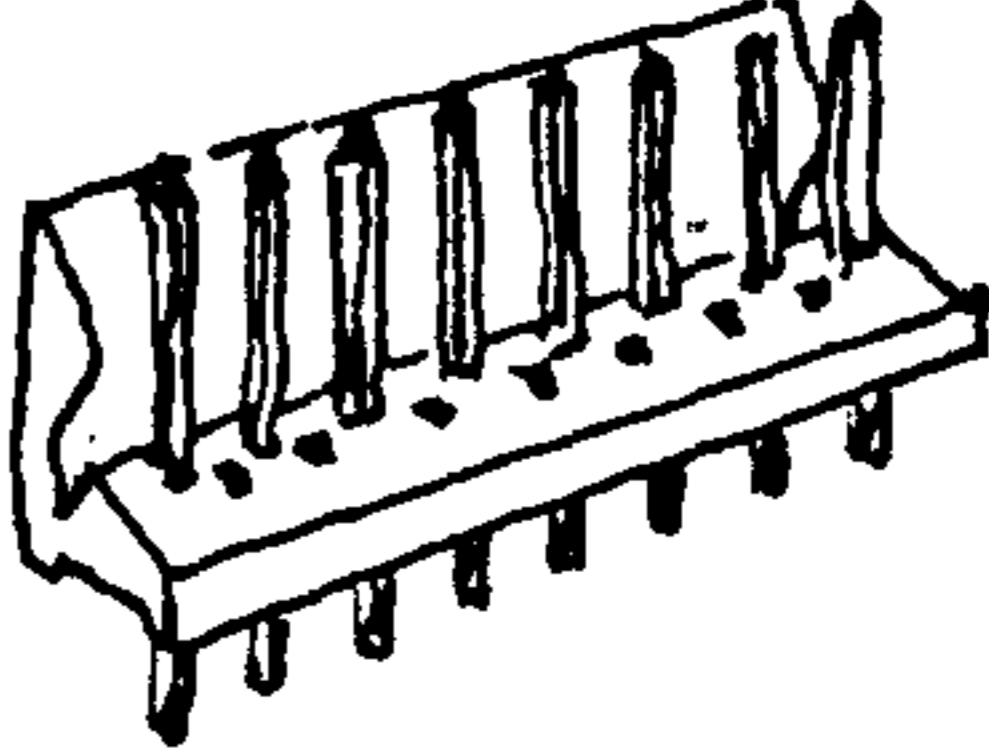


Step 2 : 부품 handling 과 부품교정, System 설정용 요구 조건표 작성.

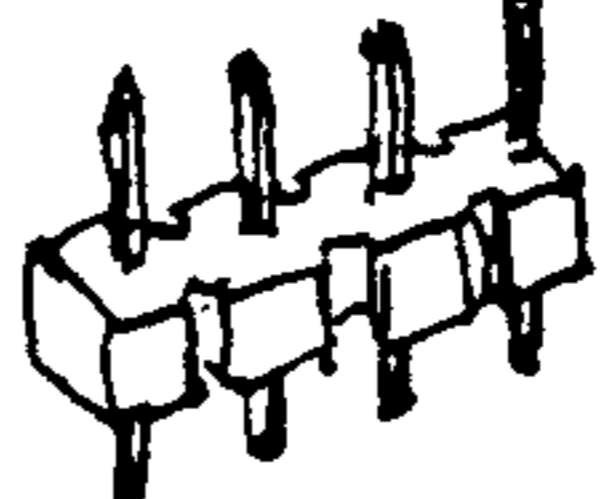
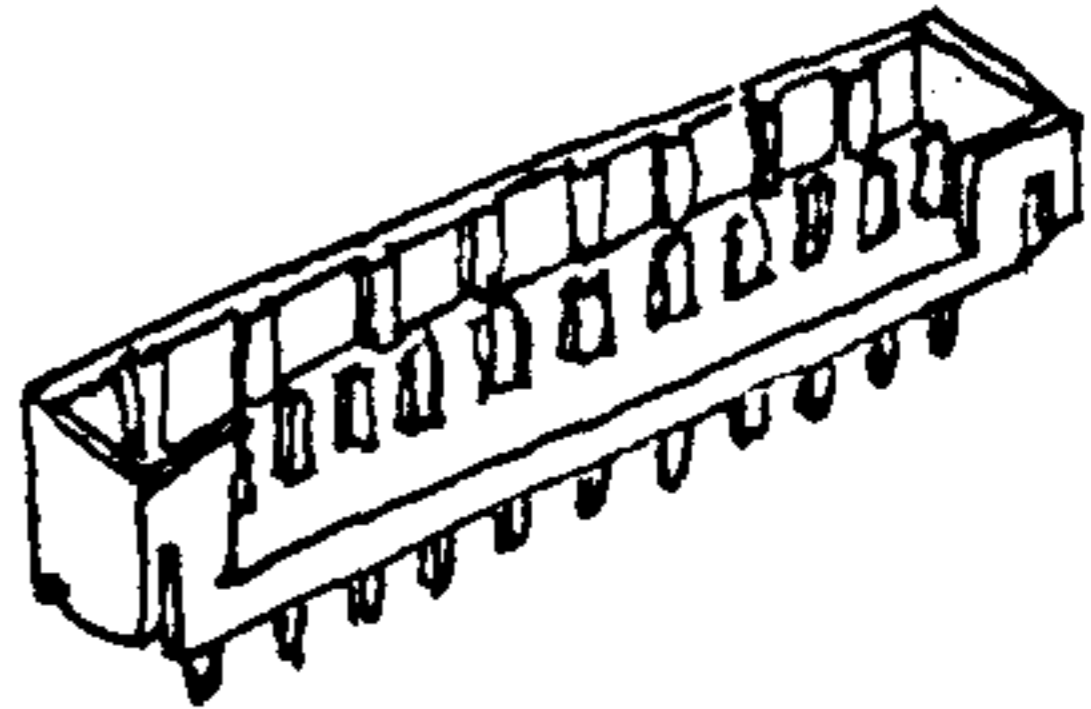
Step 3 : 기본개념 작성.

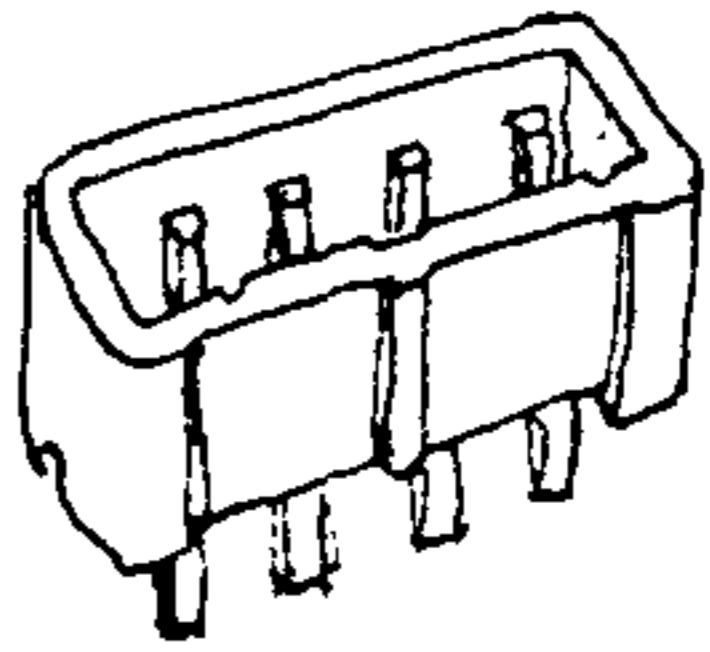
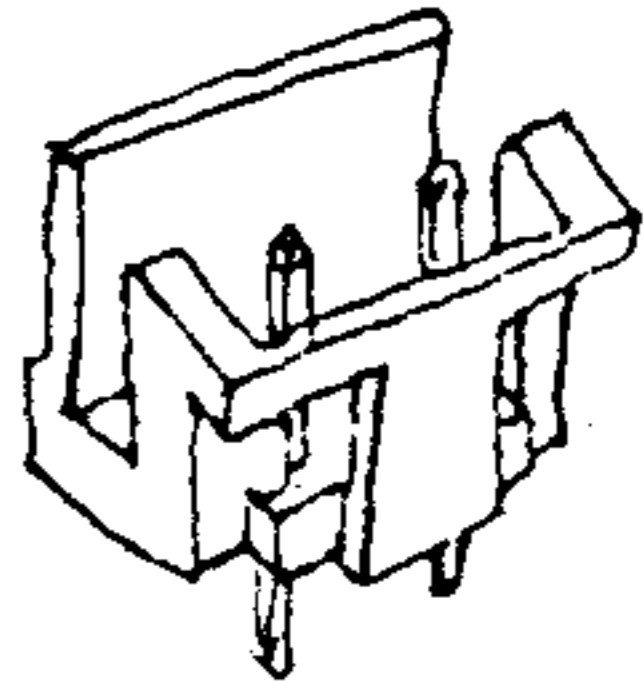
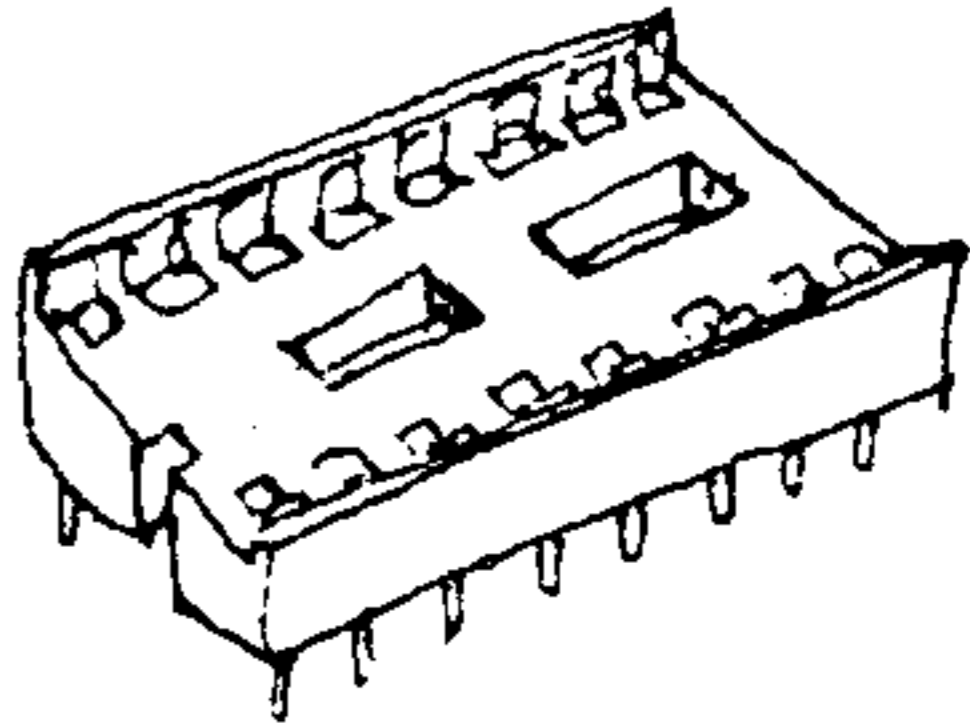
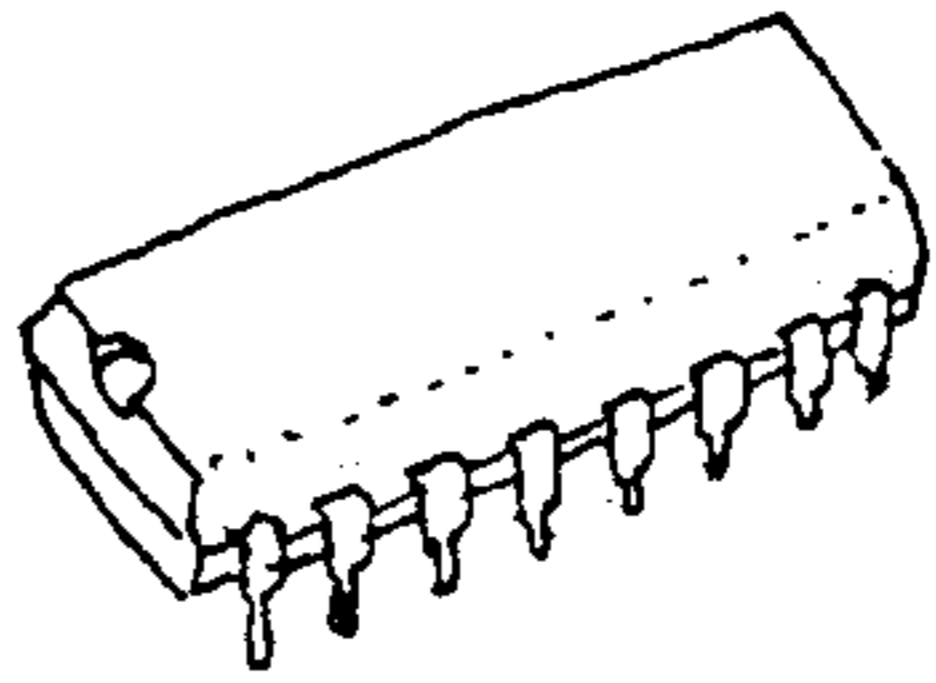
제 2 절 분 석

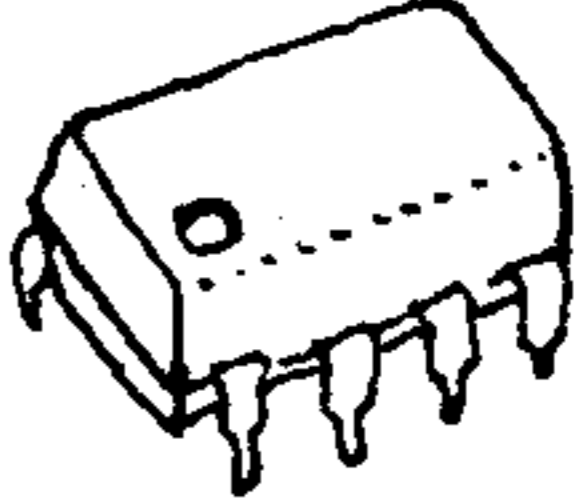
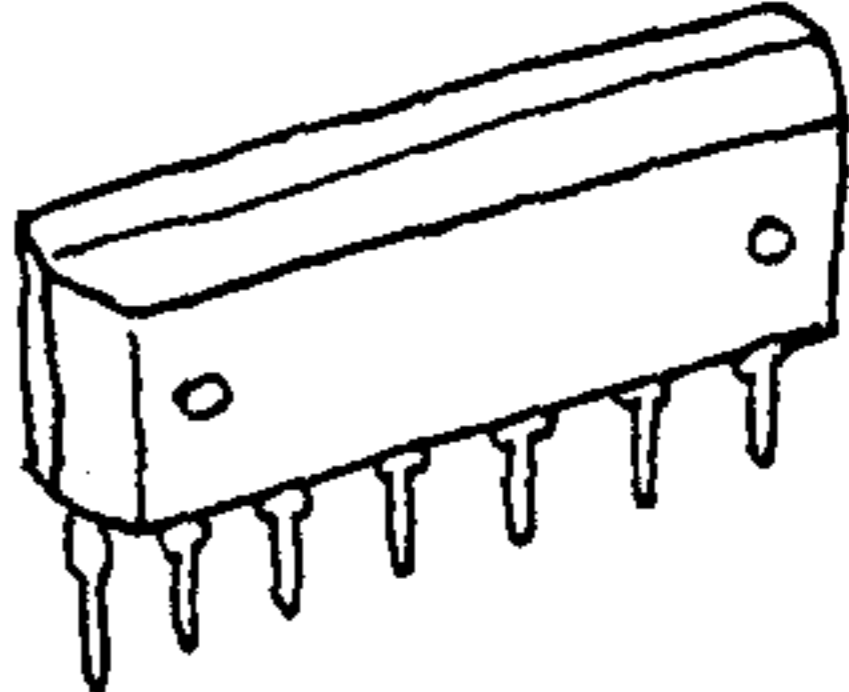
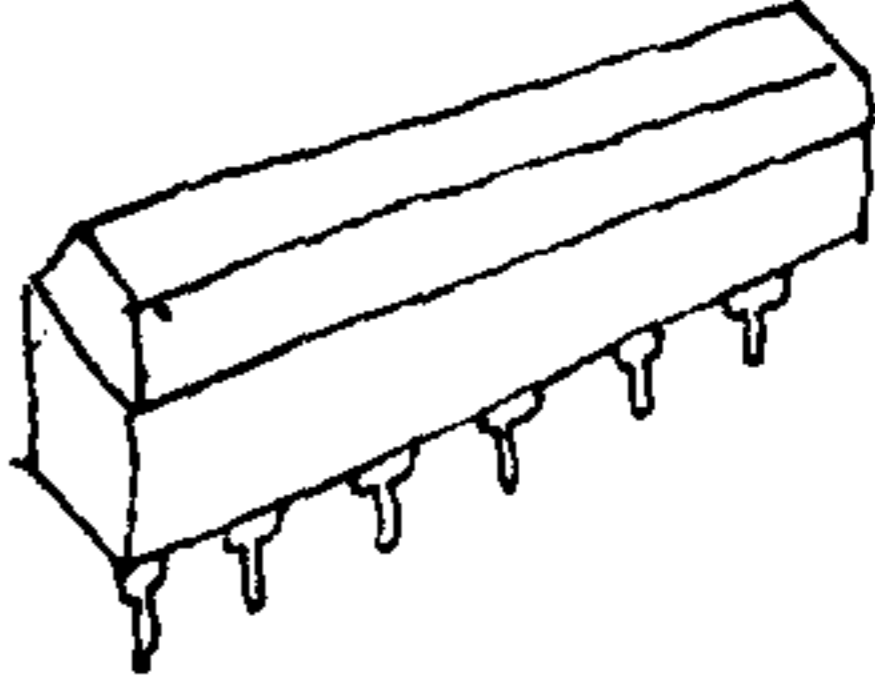
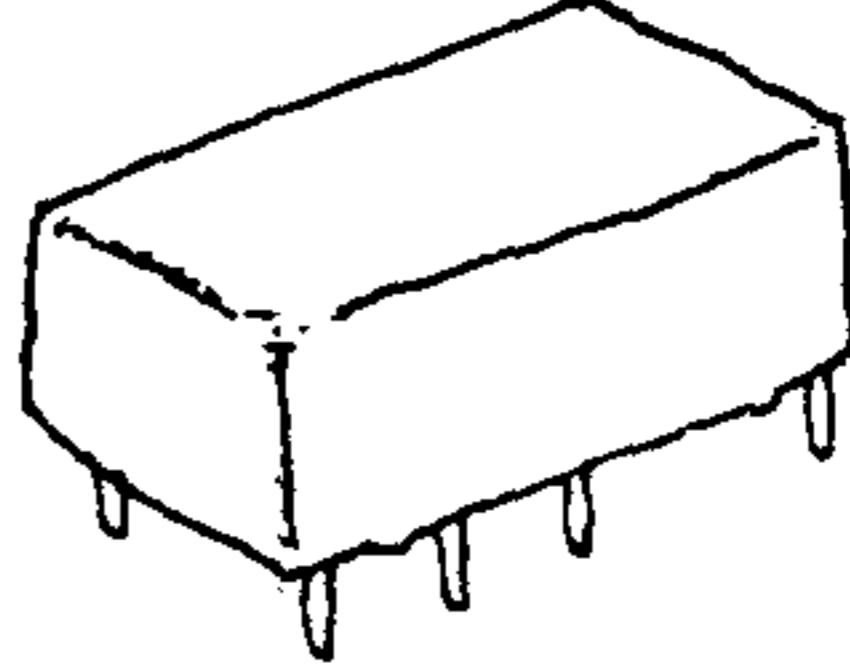
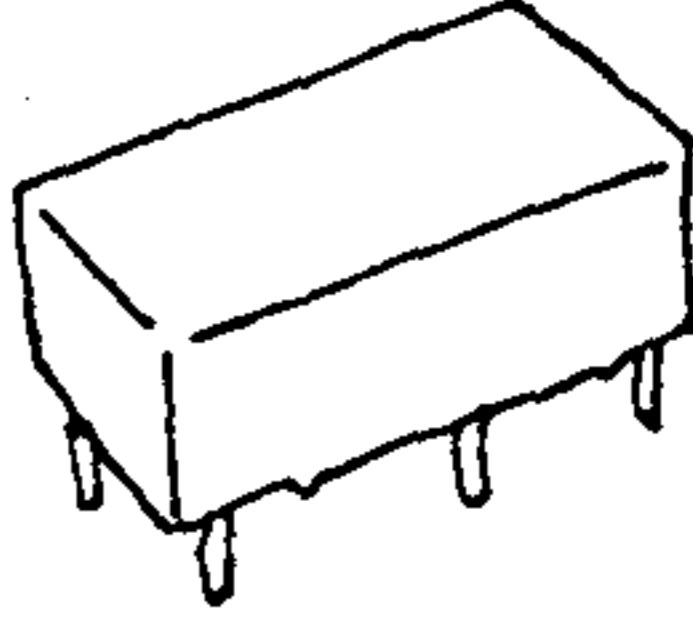
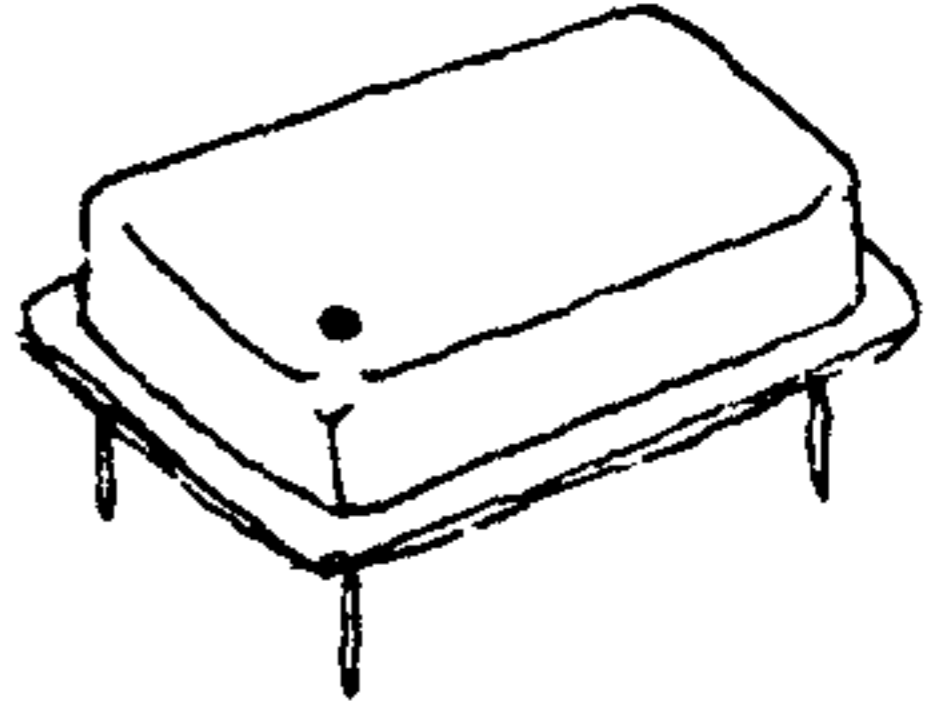
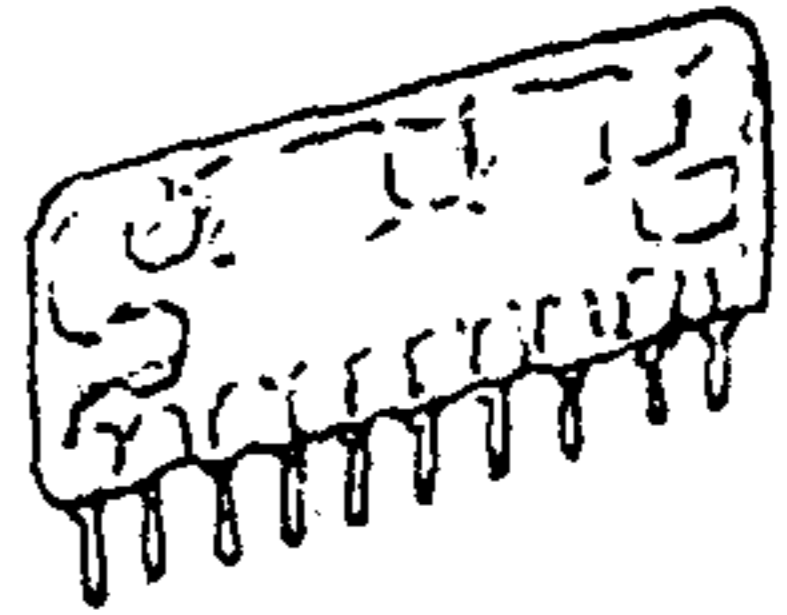
1. 이형부품 선정

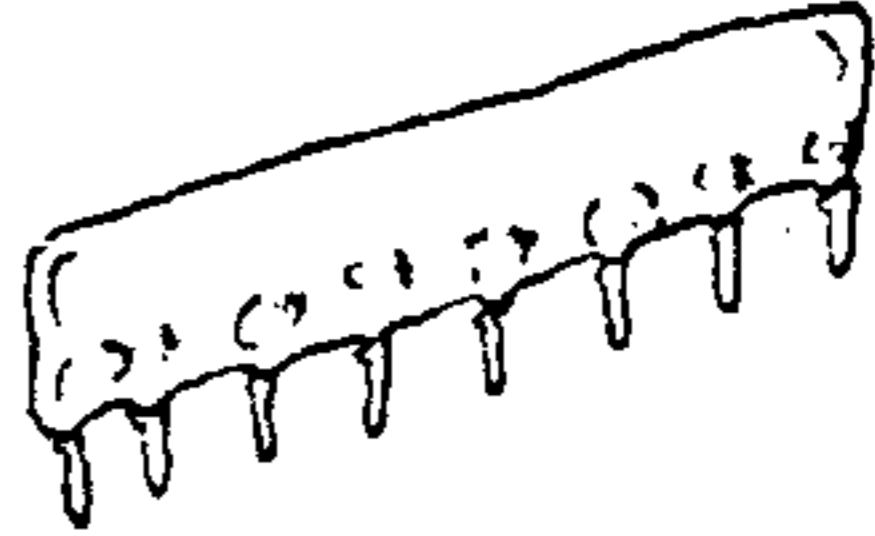
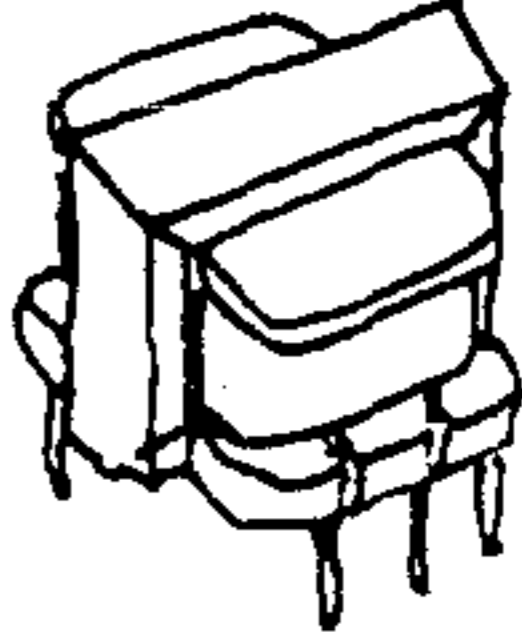
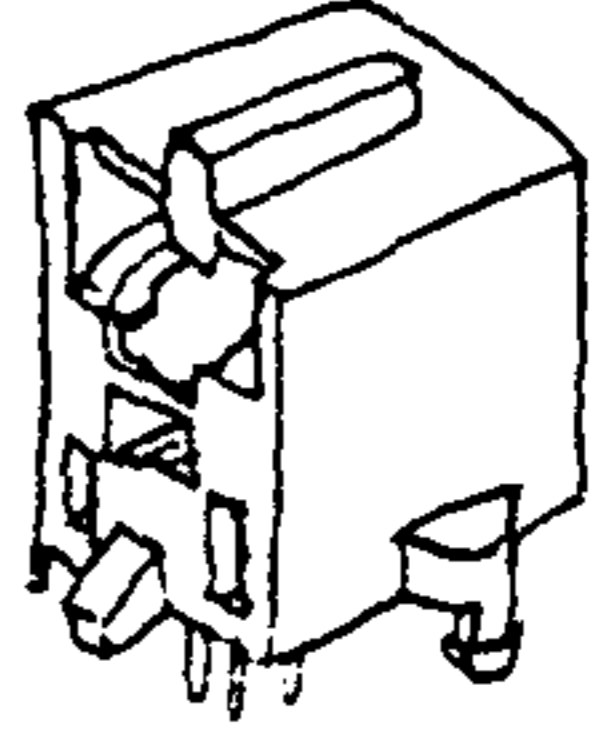
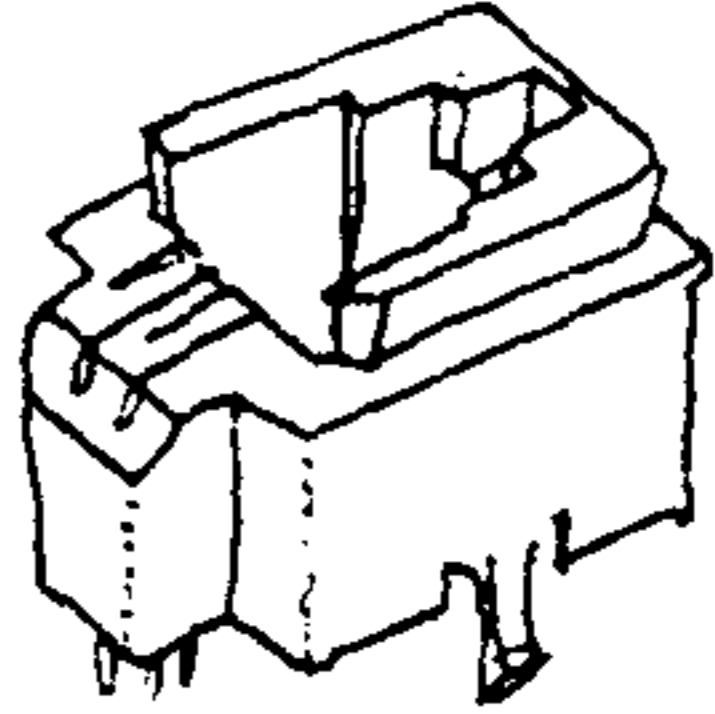
이형부품중 본 연구에서 다루는 부품은 다음의 30개 부품으로 정한다.

번호	명 칭	TYPE	크 기	핀 수	외 관
1	Connetor	1x12	L 46.6 mm K 10 mm H 3.3 mm	12 (Single line)	
2	"	1x12	L 47.05mm K 7.65mm H 3.15mm	12 (single line)	
3	"	2x17	L 43.15mm K 5 mm H 3.45mm	34 (Dual line)	
4	"	2x5	L 12.35mm K 5 mm H 2 mm	10 (Dual line)	
5	"	2x4	L 10.45mm K 5 mm H 2.4 mm	8 (Dual line)	"

번호	명 칭	TYPE	크 기	핀 수	외 관
6	Connetor	2x3	L 7.55mm H 2.5 mm	6 (Dual line)	"
7	"	2x2	L 4.75mm K 5 mm H 2 mm	4 (Dual line)	"
8	"	1x4	L 9.9 mm K 2.45mm H 2 mm	4 (Single line)	
9	"	1x3	L 7.3 mm K 2.45mm H 2 mm	3 (Single line)	"
10	"	1x15	L 31.7 mm K 4.55mm H 5.5 mm	15 (Single line)	
11	"	1x10	L 21.1 mm H 4.55mm H 5.5 mm	15 (Single line)	"
12	"	1x8	L 17.65mm K 4.55mm H 5.5 mm	8 (Single line)	"

크기	명 칭	TYPE	크 기	핀 수	외 관
13	Connector	1x4	L 16.55mm K 4.55mm H 5.5 mm	7 (Single line)	
14	"	1x6	L 13.75mm K 4.55mm H 5.5 mm	6 (Single line)	"
15	"	1x5	L 11.7 mm K 4.55mm H 5.5 mm	5 (Single line)	"
16	"	1x4	L 12.25mm K 9.3 mm H 5.2 & 6mm	4 (Single line)	
17	"	1x2	L 9.45mm K 5.7 mm H 6.75mm	2 (Single line)	
18	IC Socket 256KD	2x8	L 20.25mm K 9.9 mm H 4.65mm	16 (Dual line)	
19	IC	7400	L 19.1 mm K 8 mm H 3.3 mm	14 (Dual line)	

번호	명 칭	TYPE	크 기	핀 수	외 관
20	IC	KA2481	L 9.3 mm K 7.1 mm H 8.9 mm	8 (Dual line)	
21	Custom IC	TMP4001	L 20.5 mm K 4 mm H 8.9 mm	10 (Single line)	
22	"	TA7368P	L 22.5 mm K 3.2 mm H 5.6 mm	9 (Single line)	
23	Relay	G6A -234P	L 20 mm K 9.65mm H 7.6 mm	8 (Dual line)	
24	"	0587Y1	L 15.8 mm K 9.65mm H 7.6 mm	5 (Dual line)	
25	X-tal	SCO-010E 88-11	L 18.3 mm K 10.75mm H 4.1 mm	4 (Dual line)	
26	Hybrid-IC	96C1301 DA8828	L 20.45mm K 1.5-2.5mm H 9.4 mm	8 (Single line)	

번호	명 칭	TYPE	크 기	핀 수	외 관
27	Hybrid-IC	DA09S223	L 22.6 mm K 2.45mm H 5.25mm	9 (Single line)	
28	Transformer	5692	L 15.15mm K 6.95mm H 11.3 mm	5 (Dual line)	
29	Mod. Jack	623PCB-A	L 12.2 mm	4 (Dual line)	
30	"	VA616PCB	L 12.6 mm	4 (Dual line)	

2. 이형부품 분류

이형부품의 분류는 다음의 여러가지 사항을 기준으로 분류할 수 있다.

- ① 부품정돈 (납품 상태 포함)
- ② Handling (body tolerance 포함)
- ③ 삽입 특성 (Pin tolerance, Pitch)

각각을 좀더 자세히 분류해 보면,

- ① 부품정돈에서의 분류 (납품상태 포함)

* 납품상태

비닐봉지 : No. 1 ~ 17, 22, 26, 27

Stick No. 18 ~ 21, 23, 24

스치로폴 : No. 25

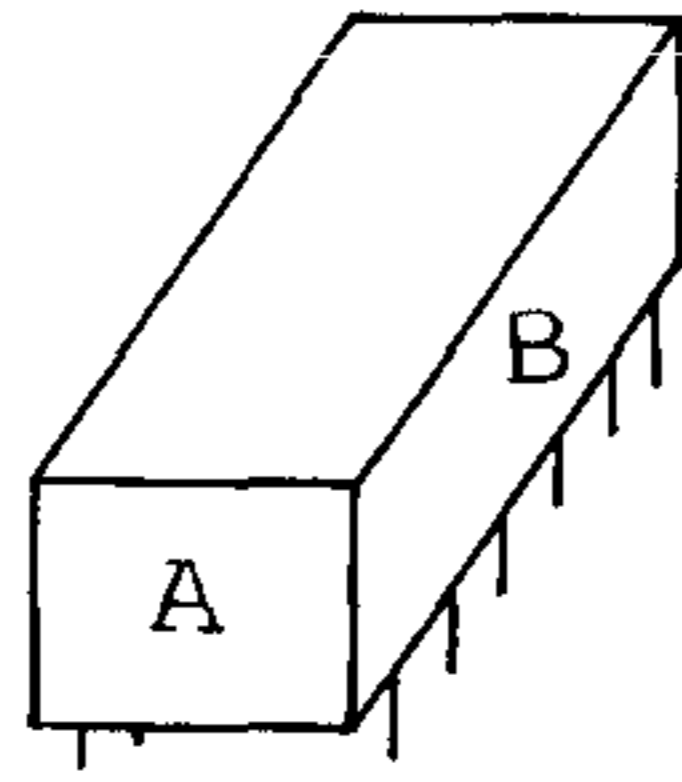
납품상태 및 부품정돈에서는 분류의 근거가 Handling을 위한 조건충족에 있으므로 위의 분류외의 다른 조건들을 무시할 수 있으나 몇가지 점에 대해 조금더 고려해 보기로 한다.

- ㉠ 방향성에 대한 정의

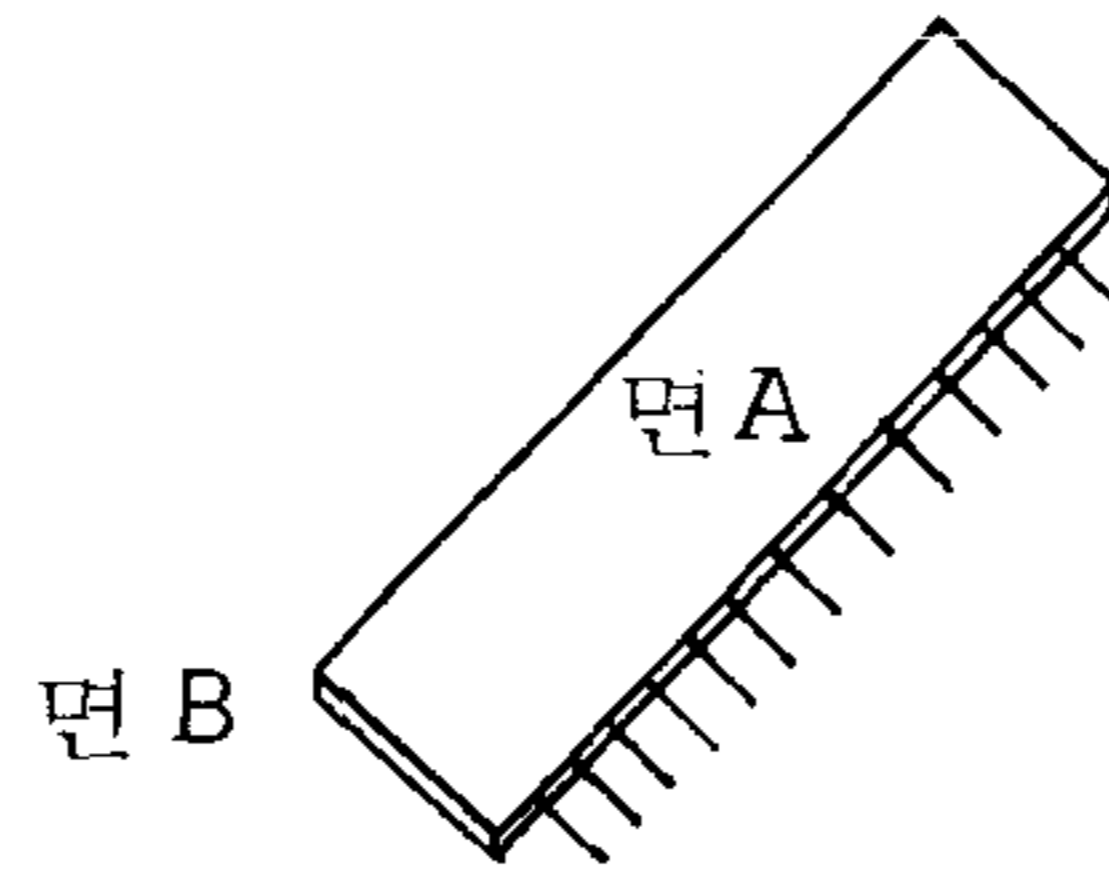
이형부품의 경우 한면을 Gripper가 잡았을때 2면과 pin의 각도, 배별 등과의 관계가 다른 면을 잡았을때와 동일하지 않을 경우 방향성이 없다고 가정한다. 즉 Gripper가 부품을 잡을시 부품의 Orientation을 고려하기 위한 또 feeder 장치와 관계된 사항이다. 단

지 본 분석에서는 각 부품별로는 분석을 해 놓기는 했으나 그런 경우 분류수가 너무 많아지므로 차후 고려사항으로만 적기로 한다.

방향성의 예]



① 육면체의 부품



② Hybrid IC

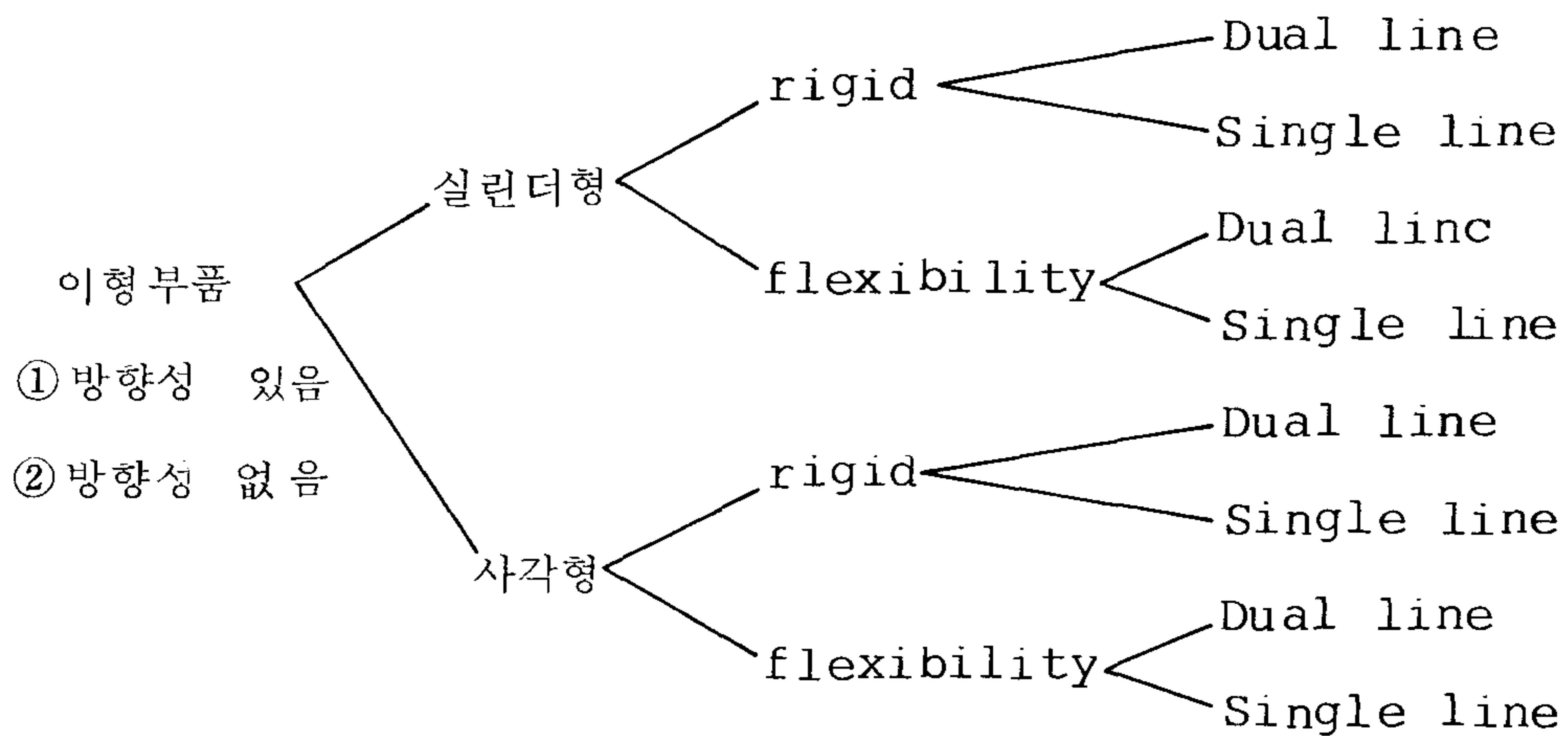


③ 저항

면 A 와 면 B 를 구별해서 면 A 를 잡는 경우와 면 B 를 <<방향성 없음>> 잡아야함 즉 잡을 면의 크기와 잡는 경우가 다름. <<방향성 있음>> 형태외에도 define 해야 할 것이 있음.

<<방향성 있음>>

부품을 간단하게 분류해 보면



㉞ 규격화

제품의 (Components)의 출하시에 제품면의 규격화가 되어있지 않은것들이 있다. 예로써 Hybrid IC 등과 같이 body의 크기 body와 pin과의 관계등이 정확하게 정의될 수 없는 문제등이 있다. 또한 규격화되어있어도 어느 정도의 큰차를 갖는 부품등이 있다. 이와 같은 문제들은 교정장치에서 해결하기로 한다.

㉟ Handling 특성

Handling 특성으로는 부품들의 형상, 크기, 물리적 특성, Gripper 면 형상등을 고려할 수 있다. 이와같은 기준으로 우리가 앞에서 정한 부품을 분류해 보면

1.2.2 Handling 특성

No.	(임의로 가정) Gripper가 잡는 면의 위치	handling면크기	handling 면 크기	body handling 특성
1	L×H	L×H	S×H	regular
2	L×H	L×H	S×H	//
3	L×H	L×H	S×H	//
4	L×H	L×H	S×H	//
5	L×H	L×H	S×H	//
6	L, S×H	L×H	S×H	//
7	L, S×H	L, S×H	L, S×H	//
8	L×H	L×H	S×H	//
9	L×H	L×H	S×H	//

No.	(임의로 가정) Gripper가 잡는 면의 위치	handling 면 크기	handling 면 두께	body handling 특성
10	S × H	S × H	L × H	regular
11	S × H	S × H	L × H	//
12	S × H	S × H	L × H	//
13	S × H	S × H	L × H	//
14	S × H	S × H	L × H	//
15	S × H	S × H	L × H	//
16	L × H	L × H	S × H	//
17	L × H	L × H	S × H	//
18	L × H	L × H	S × H	//
19	L × H	L × H	S × H	//
20	L × H	L × H	S × H	//
21	L × H	L × H	S × H	//
22	L × H	L × H	S × H	//
23	L × H	L × H	S × H	//
24	L × H	L × H	S × H	//
25	L × H	L × H	S × H	//
26	(?) (L × H)	현재까지는 Gripper에 특수장치를 부착하여 body를 (S × H)		irregular
27	(?) (L × H)	handling하거나 혹은 pin을 잡아 handling (S × H)		//
28	L × H	L × H	S × H	//
29	L × H	L × H	S × H	//
30	L × H	L × H	S × H	//

※ Stable 과 Unstable 은 Component body 의 regular or irregular 로 구분된다. No 26, 27 과 같은 부품은 정확한 handling 하기 위한 body Scale 를 정할 수 없다. 즉 body handling 상태는 불안정하다.

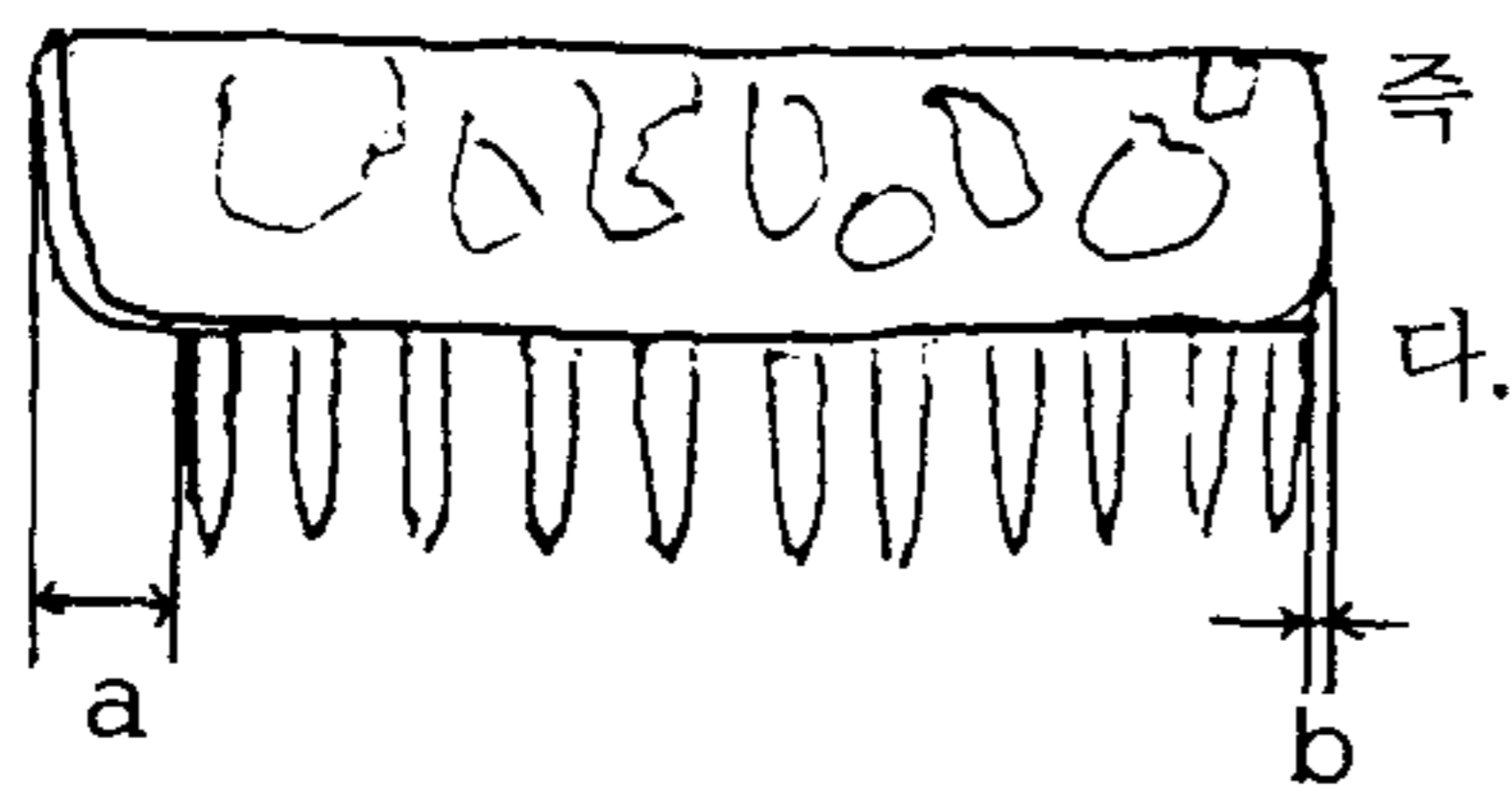
위의 표에서 다음과 같은 문제점을 도출시킬 수 있다.

- ㉠ Hybrid IC와 같은 body 표면상태가 irregular 한 부품을 집을때 생기는 Position error를 어떻게 insert시에 보상해 줄수 있는가?
- ㉡ transformer 와 같은 부품은 어떻게 finger로 집을 것인가?

이와 같은 불제들의 답변은 교정장치, Gripper 문제 등과 연관지어 해결할 수 있으므로 뒷장의 System구성, 등에서 함께 해결해 나갈 것이다. 또한 부품 handling 시의 기준은 부품 Body의 넓은 면을 finger가 잡는 것으로 한다. 그 이유는 접촉면(finger와 부품body)이 많으면 많을수록 안전하기 때문이다.

③ 삼입특성

삼입특성에서는 주로 pin과 handling되는 면과 pin과의 관계를 다룬다. 그 이유는 pin의 Pitch, diameter, flexibility 등이 중요한 역할을 하기 때문이다. 또한 handling 면과 Pin과의 관계도 중요한 문제이다. Hybrid IC의 경우 다음과 같은 현상이 있기 때문이다.



이제 좀더 자세히 살펴보면

㉠ 전체 부품 Body의 Tolerance

No. 37, 27 외에는 0.05 mm 이하의 오차를 갖고 있다. 따라서 No. 26, 27을 제외한 나머지 부품들은 Tolerance를 무시해도 좋음.

㉡ 부품들의 insert hole

No. 1, 2 ; 1.6 mm (공차 : ± 0.076)

그외의 것 : 0.9 mm (공차 : ± ")

㉢ Pin의 Pitch

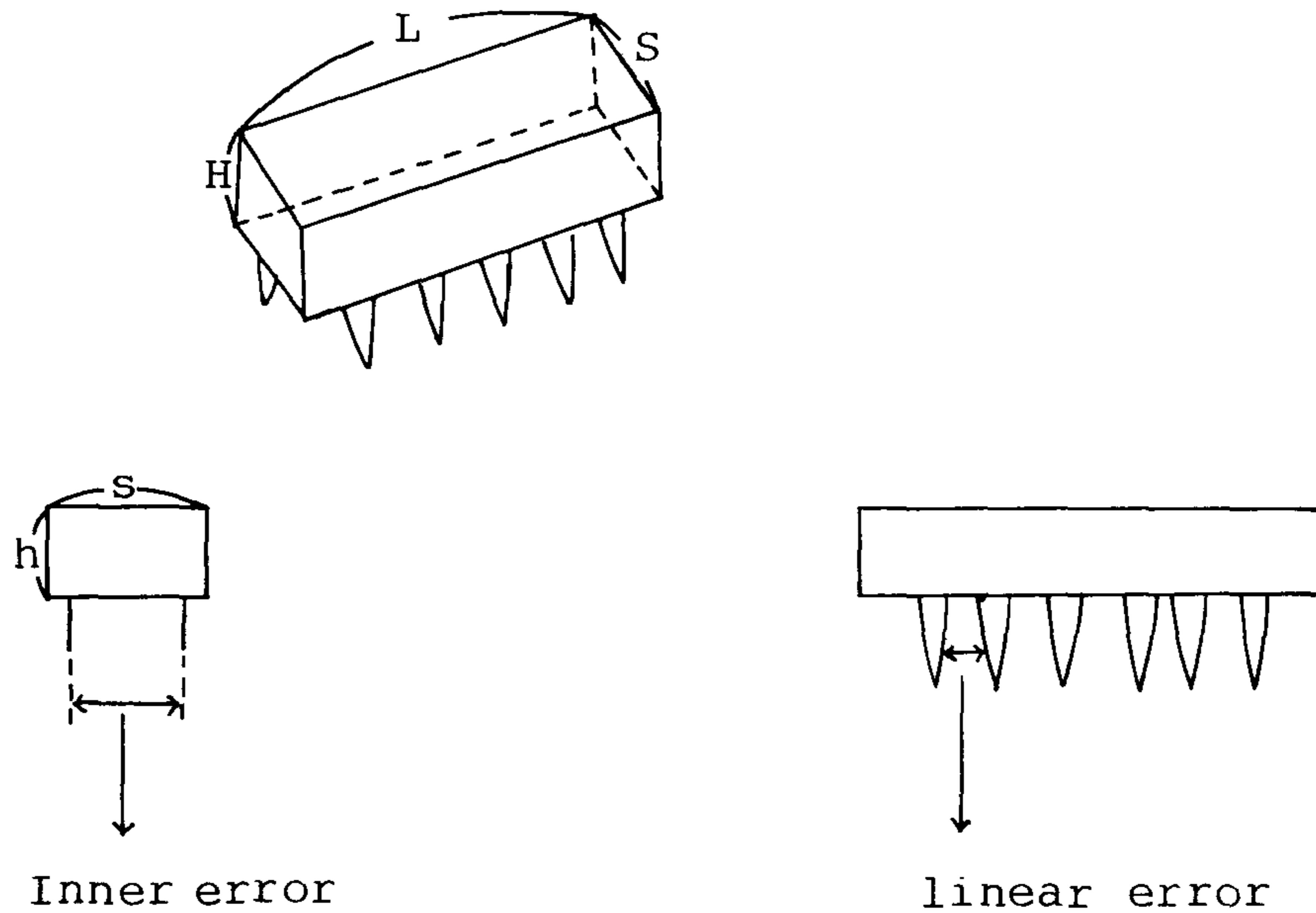
Pitch는 PCB를 제작할때 뿐 아니라 부품들을 교정할때도 Pitch가 고려된다. 여기서 중요한 점은 모든 부품들의 Pitch가 몇 종류가 나누어지나 이다.

㉠ 2.54 TYP ; Pin의 Pitch의 1.27 mm의 배수로 결정된다. (1, 2, 10 ~ 15를 제외한 모든 부품)

㉡ 2 TYP ; Pin의 Pitch가 2 mm의 배수로 결정된다 (10 ~ 15)

㉢ 3.9 TYP ; Pin의 Pitch가 3.96 mm의 배수로 결정된다. 이 TYPE의 부품은 2 TYPE으로 포함시켜도 가능하다. 단 그때 Pin Position Error가 0.04 mm임을 고려해야 한다. (No. 1, 2)

㉔ Pin의 굽혀진 상황 즉 flexibility의 방향성 조사



위의 부품의 경우에는 Pin의 두께가 방향성을 갖고 있다. 즉 linear error 보다는 Inner error가 더 크다. 따라서 Pin의 고정시 이점을 유의.

Case 1 ; No. 1 ~ 7, 29, 30는 Pin이 rigid 즉 교정 불필요

Case 2 ; No. 18 ~ 24 and 26, 27은 linear error 보다 inner Position Error 가능, 즉 Pin의 flexibility가 방향성이 있다.

Case 3 ; No. 25, 28은 어느 방향으로든지 Error가능

3. PCB 분석

앞서 선정 한 부품들이 삽입되는 PCB를 기준으로 조사, 두 종류의 PCB가 있으므로 각각을 PCB 1, 2로 구분

* PCB 1.

<u>hole 치 수</u>	<u>허용공차</u>	<u>LAND 치 수</u>	<u>E A</u>
7.5φ	± 0.3	φ	1
5.5φ	± 0.05	φ	2
3.2φ	//	φ	8
1.3φ	//	φ	2
6×0.8φ	± 0.76	φ	2
3×0.8φ	//	φ	2
1.5φ	± //	φ	43
1.3φ	//	φ	11
1.2φ	//	φ	13
1.0φ	//	φ	30
0.9φ	//	φ	
0.8φ	//	φ	40
0.5φ	//	φ	

※ 외각 및 hole 간격 : ± 0.2

* PCB 2.

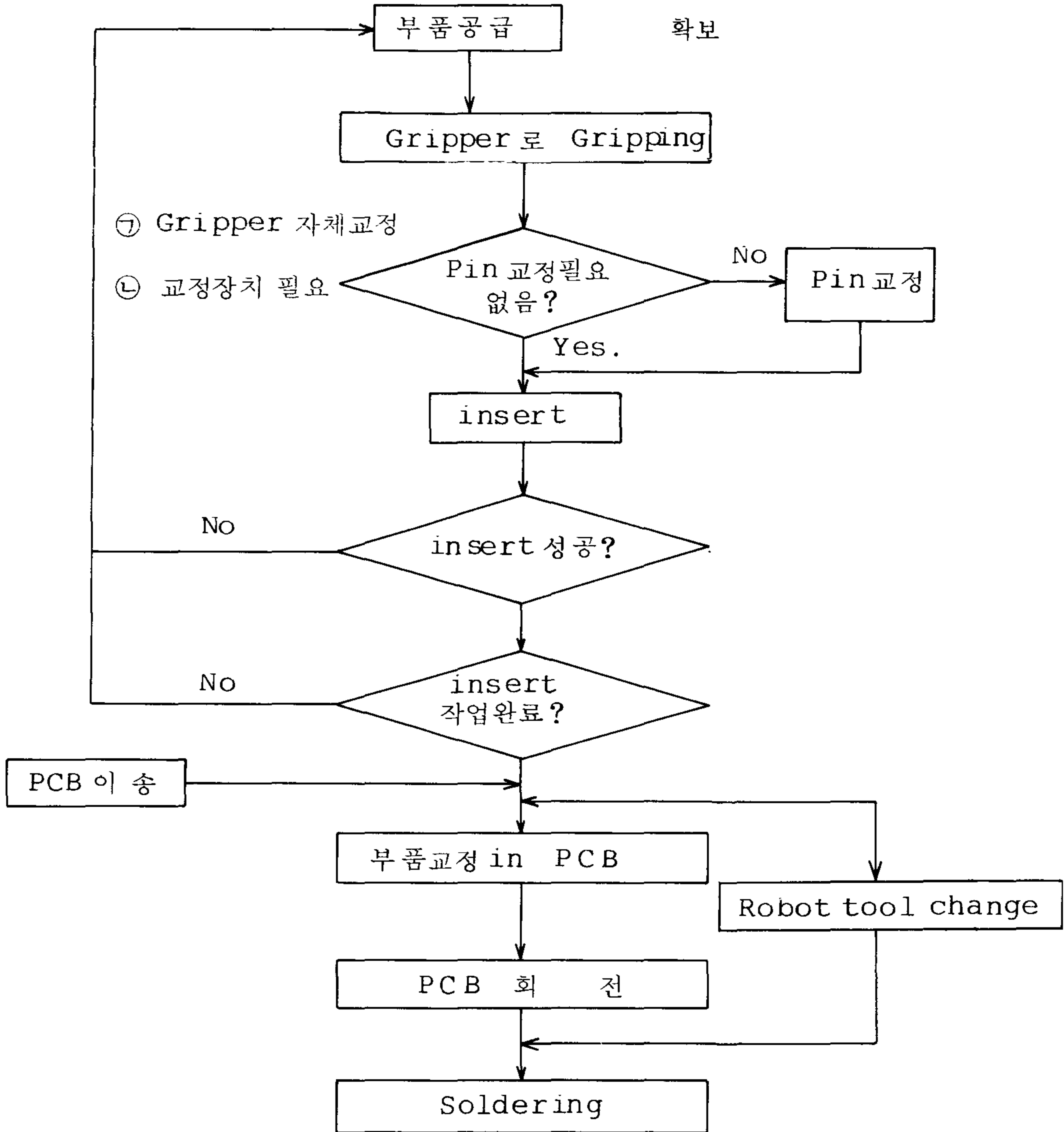
<u>hole 치 수</u>	<u>허용 공 차</u>	<u>LAND 치 수</u>	<u>E A</u>
3.5 ϕ	± 0	0.05 ϕ	2
3.556 ϕ	$\pm \begin{matrix} 0.076 \\ 0.051 \end{matrix}$	ϕ	3
3.2 ϕ	$\pm "$	ϕ	6
2.43 ϕ	$\pm "$	ϕ	2
1.6 ϕ	$\pm "$	ϕ	12
1.066 ϕ	$\pm "$	ϕ	13
0.889 ϕ	$\pm "$	ϕ	
0.4 ϕ	$\pm "$		

※ 외각 및 hole 간격 : ± 0.2

위에서 볼수 있듯 전체 PCB에서의 Pin의 Pitch와 hole의 Pitch는 일정하게 결정되어 있지 않다. 또한 실제 공장에서의 적용 PCB는 종류가 많으며 하루에도 여러번 PCB의 종류는 바꾸고 있다. 따라서 changable PCB 고정장치가 필요하다. 하지만 본 연구에서는 위의 두종류로 PCB를 제한하여 연구를 진행시키기로 한다.

4. 공정 분석

Component 의 위치자세



5. 생산특성 분석

생산특성분석은 다음의 두가지점을 중점으로 파악할 수 있다.

가. 수작업으로 삽입되어지는 부품들

현재 많은 부품들이 insert machine으로 삽입되어 있으나 많은 부품들이 부품의 형태, Pin의 굵기 등 때문에 수작업으로 수행되고 있다. 또한 insert machine으로 삽입될수 있는 부품이라 하더라도 삽입시의 주변 부품과의 간섭 때문에 수작업으로 수행되고 있다.

이러한 공장 System에서는 전체공정을 한 line에 고정시켜 Automation 시키기가 곤란하고 PCB를 이리저리 옮겨가며 많은 시간을 소비해야 하는 불합리함이 생긴다. 따라서 이러한 공정과정을 자동화함으로써 많은 시간과 인거비를 절약할 수 있다.

나. PCB의 변화

현재 진행되고 있는 PCB로의 부품삽입은 오랜시간 하나의 PCB만을 삽입하는 것이 아니라 PCB의 변화가 매우 잦은 상태이므로 수작업으로하는 경우가 아닌 자동화의 경우 이러한 상태가 충분하게 대비해야 할 것이다.

제 3절 기본개념작성

4-1. 부품 공급 및 정렬장치에서의 기본개념

가. feeder 의 종류

- magazine
- bowl feeder
- 복합체
- Stick

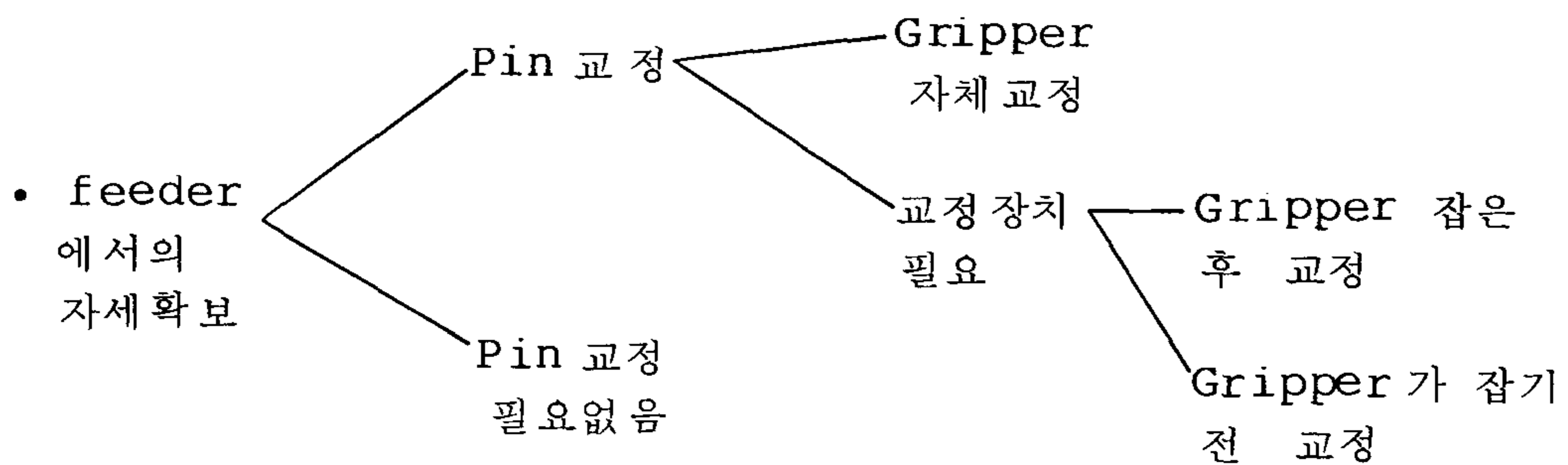
나. Component 의 Orientation 과 Position 의 정확도 확보

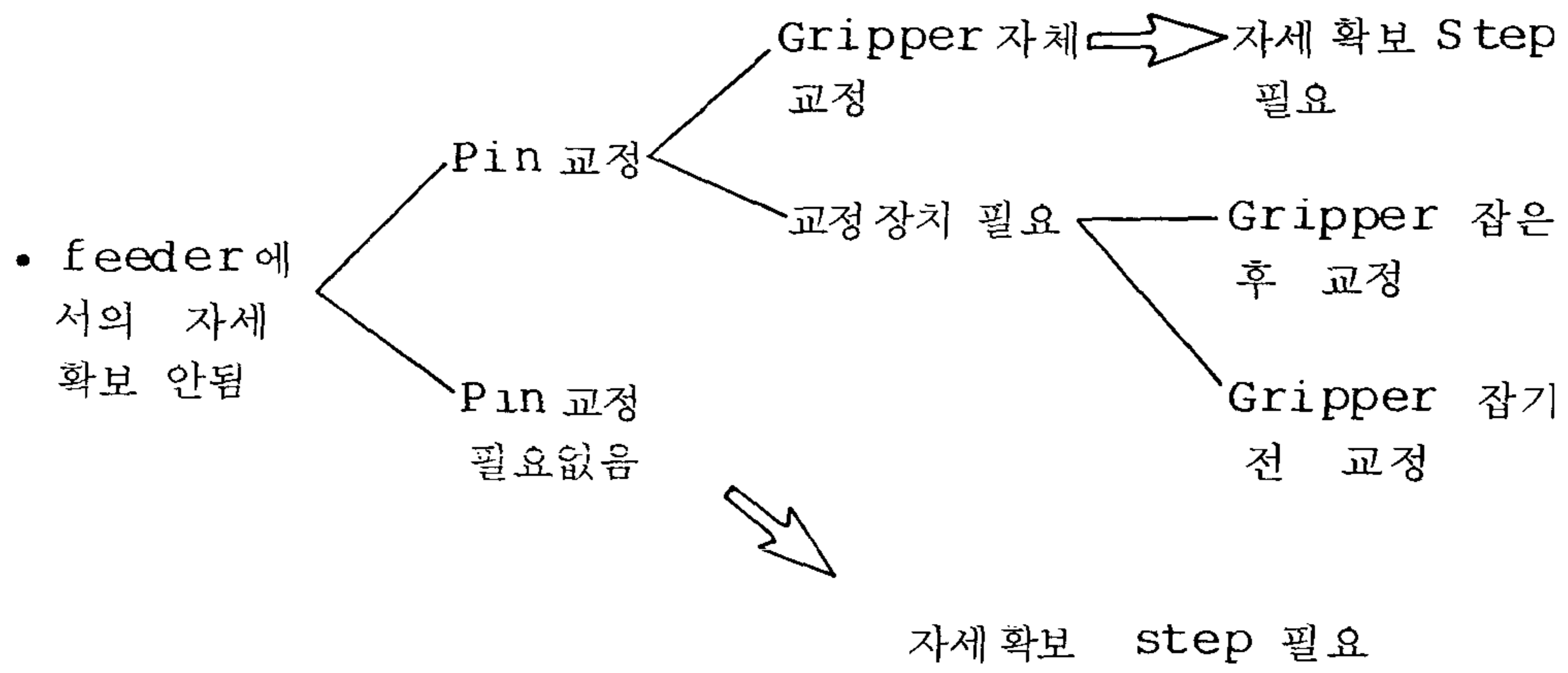
- 교정 (Pin 의 교정) 불필요 : 처음 Gripper가 부품을 집을 때 insert 시의 Position과 Orientation 을 기준으로 잡아야 함 (feeder에서 확보장치 필요)
- 교정 필요 :
 - Gripper 자체에서 Pin 교정 ; 위와같이 feeder에서 어느 정도까지의 자세, 위치 확보 장치 필요.
 - 교정장치 거침 ; Pin 교정시 자세와 위치를 확보

보

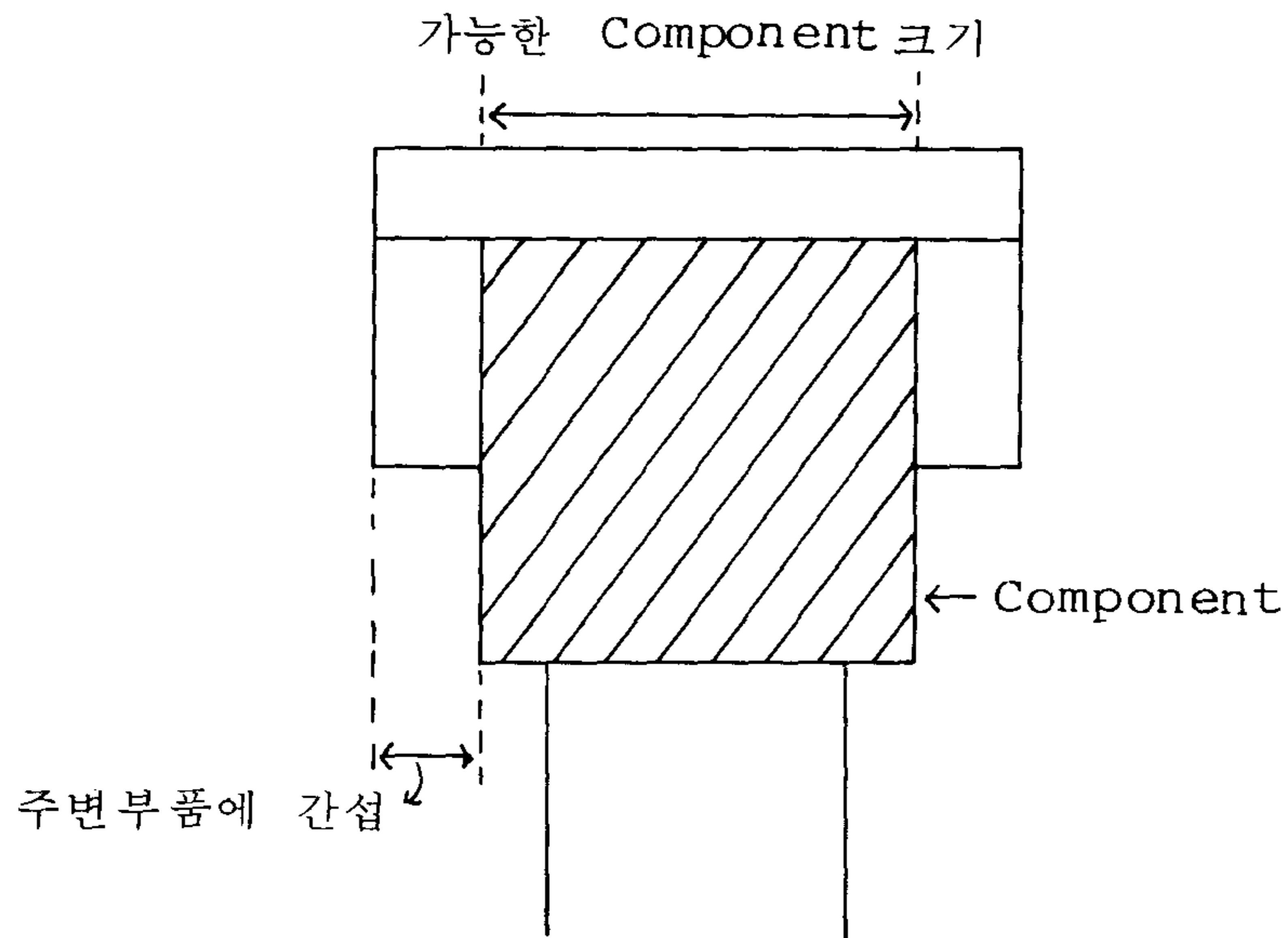
4-2 . Gripper 설계의 기본개념

- 가. Gripper 의 degree of freedom을 결정해야 한다. 즉 Gripper 의 운동영역을 결정해야 한다. 또한 Gripper 자체에서 교정기능을 수행할것인지 또는 교정 Gripper외에 장치에서 교정을 수행할 것인지를 결정해야 한다.
- 나. 한 Gripper 가 다룰 수 있는 (동시에) Component의 수를 결정해야 한다.
- 다. Component scale 이 부품전부가 다르므로 Component scale 에 따라 Gripper의 handling scale 이 달라진다. 따라서 가변의 handling scale 이 달라진다.
- 라. 동력원 결정 (공압 Servo or DC servo)
- 마. Finger 면의 Versatile (for component handling Shape) (모양결정)



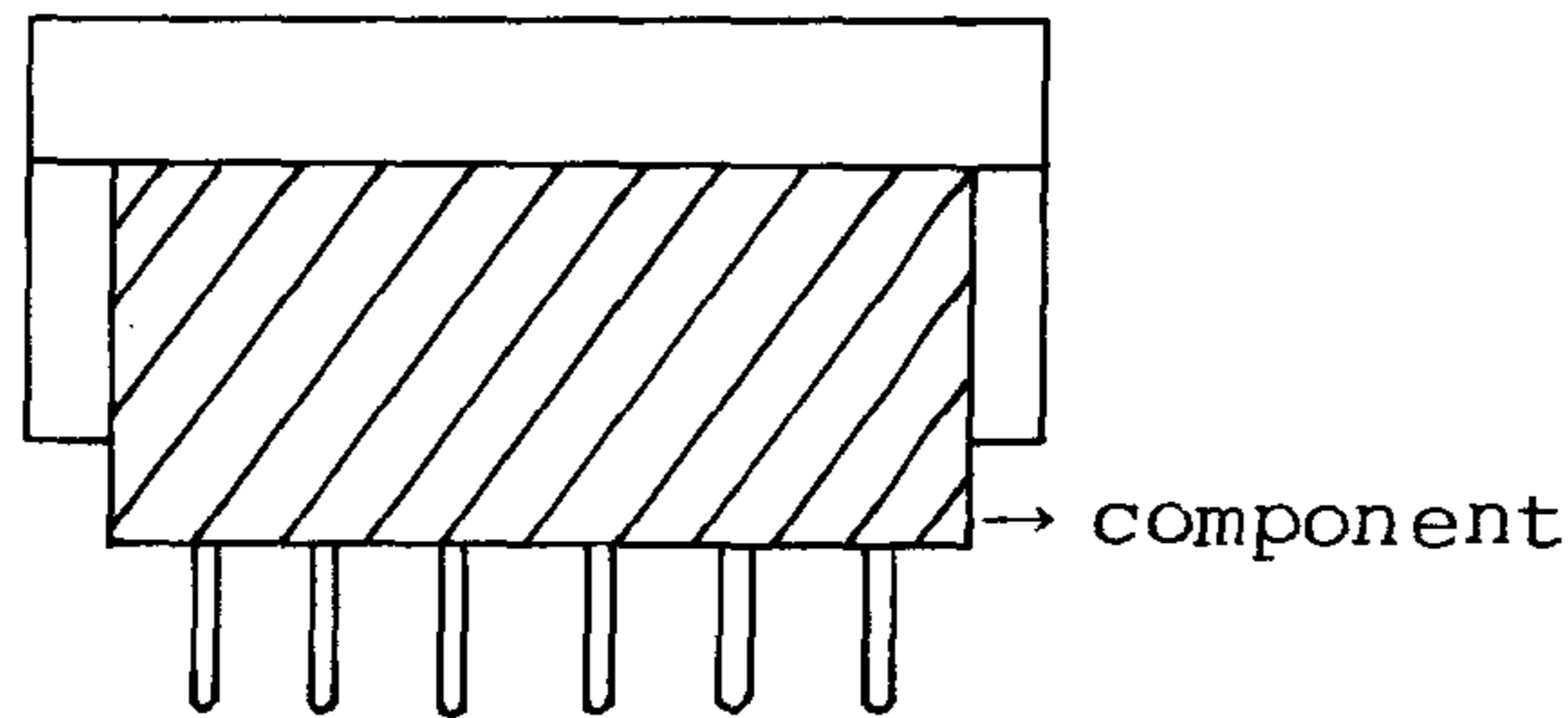


4-3. Finger의 기본개념

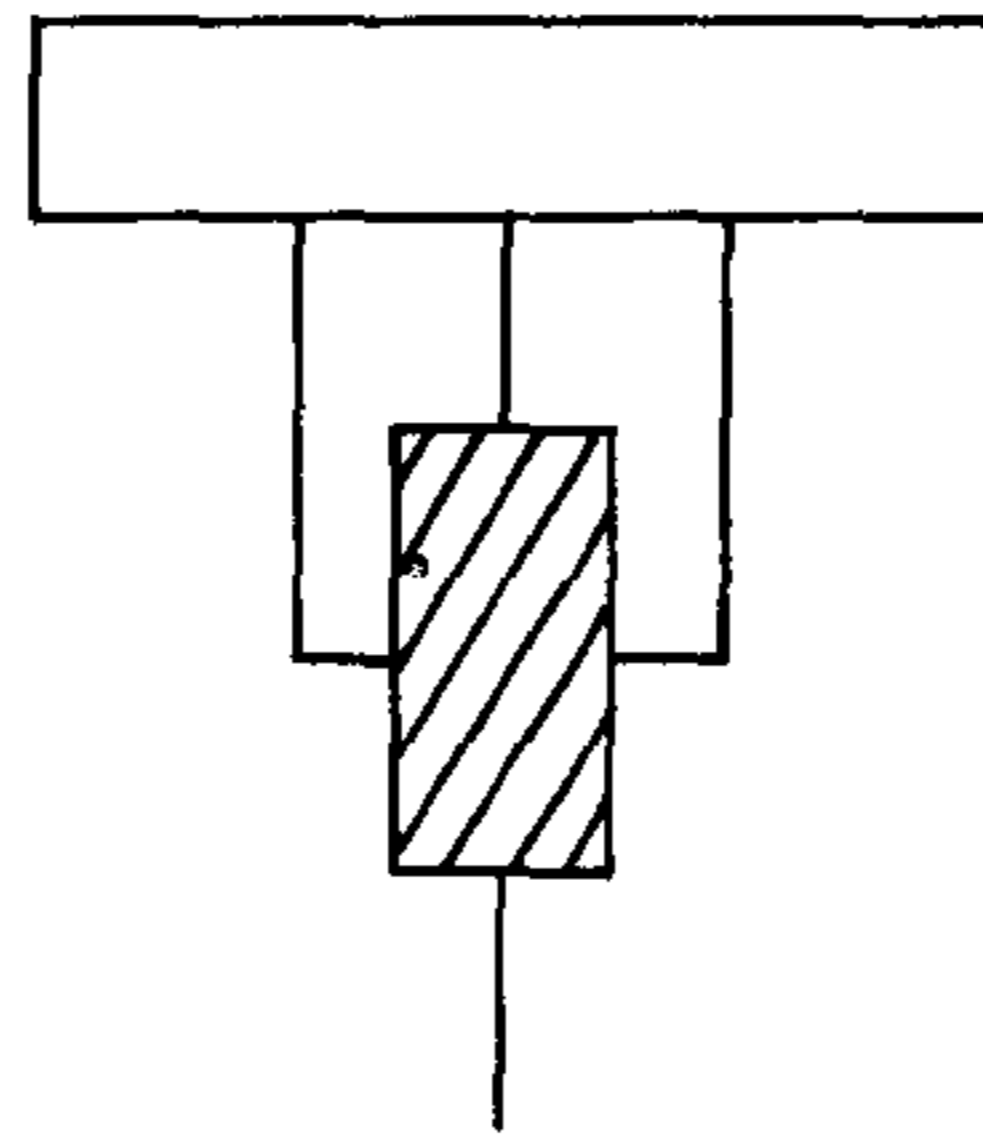


- ① Component 크기를 맞춰야 한다. 즉 finger 나 Gripper 의 가변 limit 를 넘지 말아야 한다.
- ② 주위 부품에 간섭이 되지 않아야 한다. 즉 아래의 두가지 경우가 존재할 수 있다.

Case 1 ; finger의 측면이 매우 얇은 경우
(but 강도를 지녀야 한다)



Case 2 :

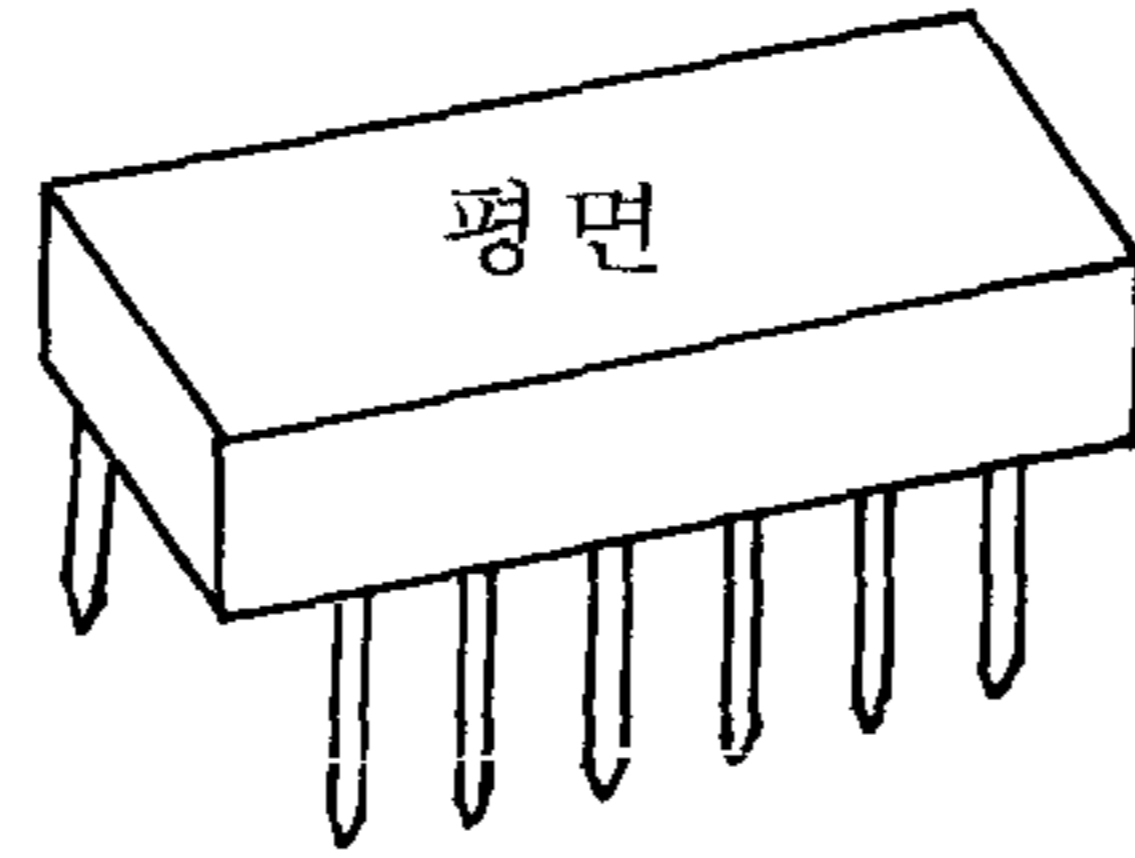


간섭을 피하기 위해 부품의 윗부분만을 잡는 경우

- * 현재 부품에 필요한 finger 종류
부품의 간섭을 위해 또 Push force 때문에 case 2 를
이용한 경우

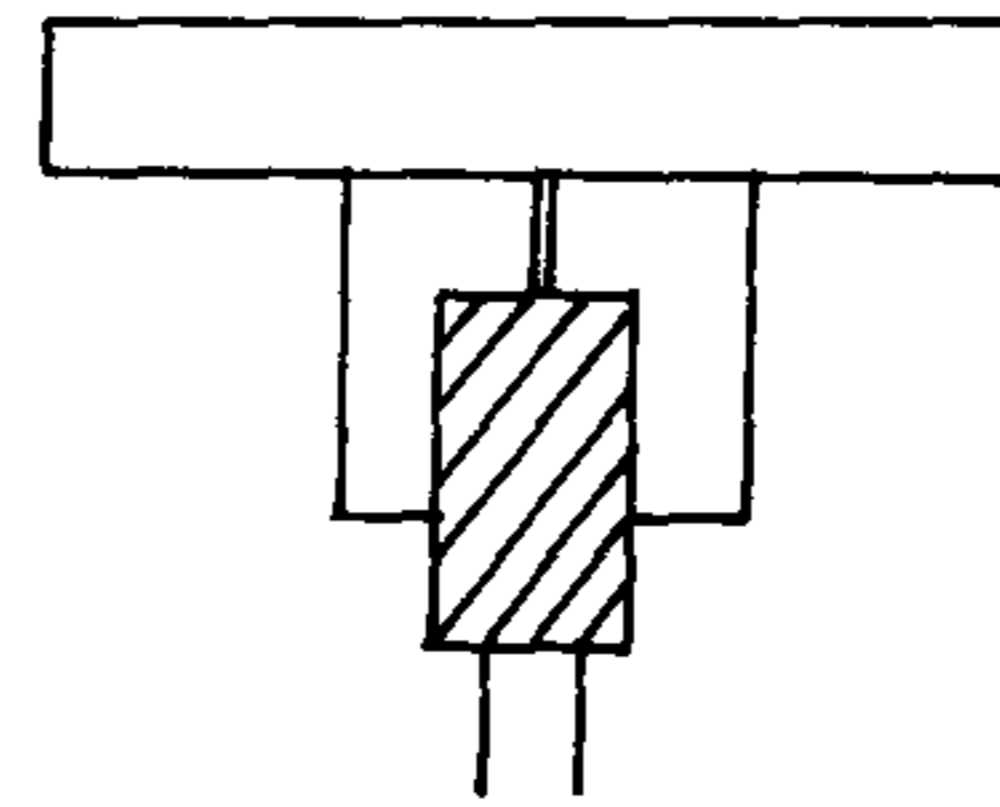
㉞ 부품의 윗부분이 평면인 경우

부품 ;

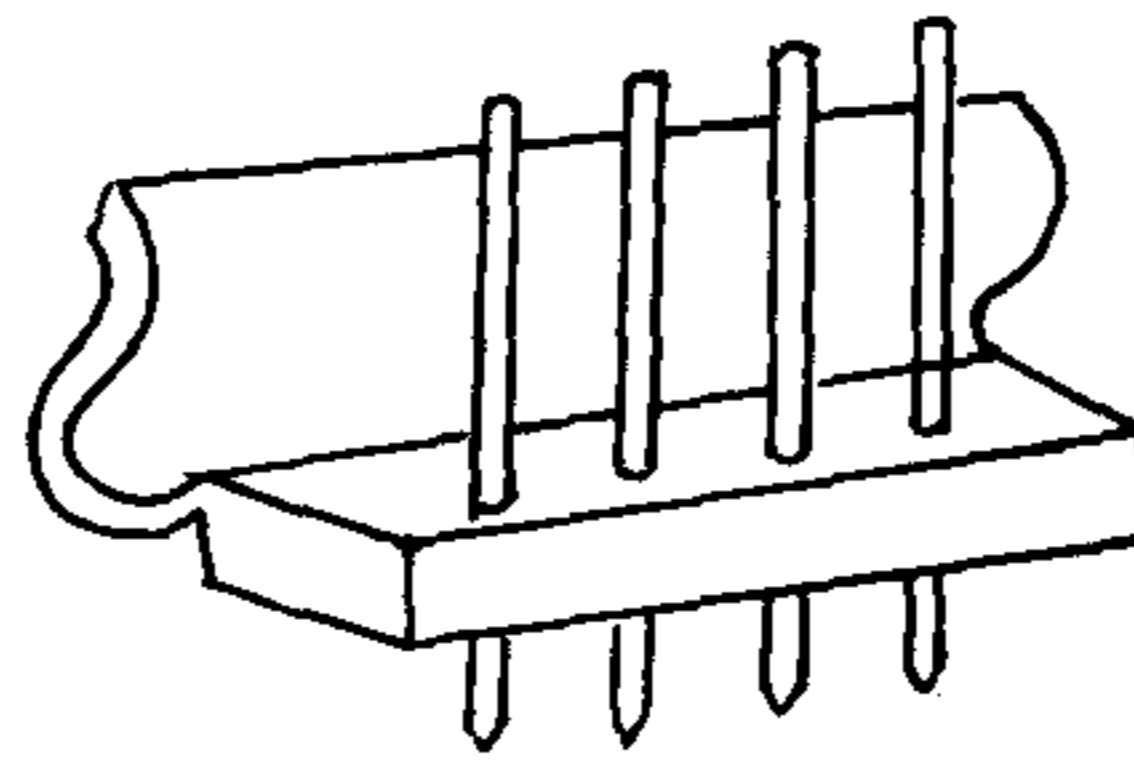


Push force를 가할 수
있음

finger 모양 →



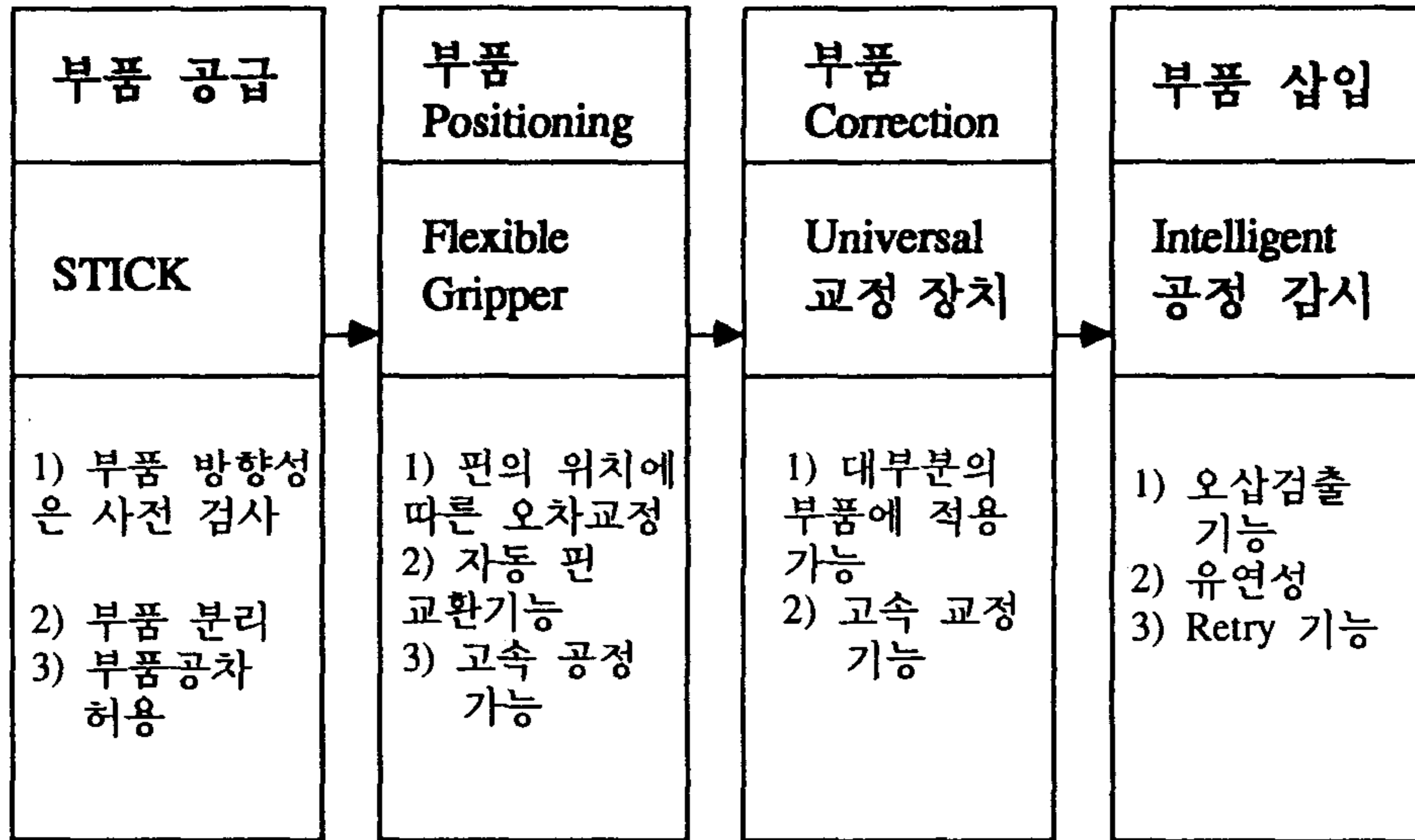
㉟ 부품의 윗부분이 평면인 아닌 경우



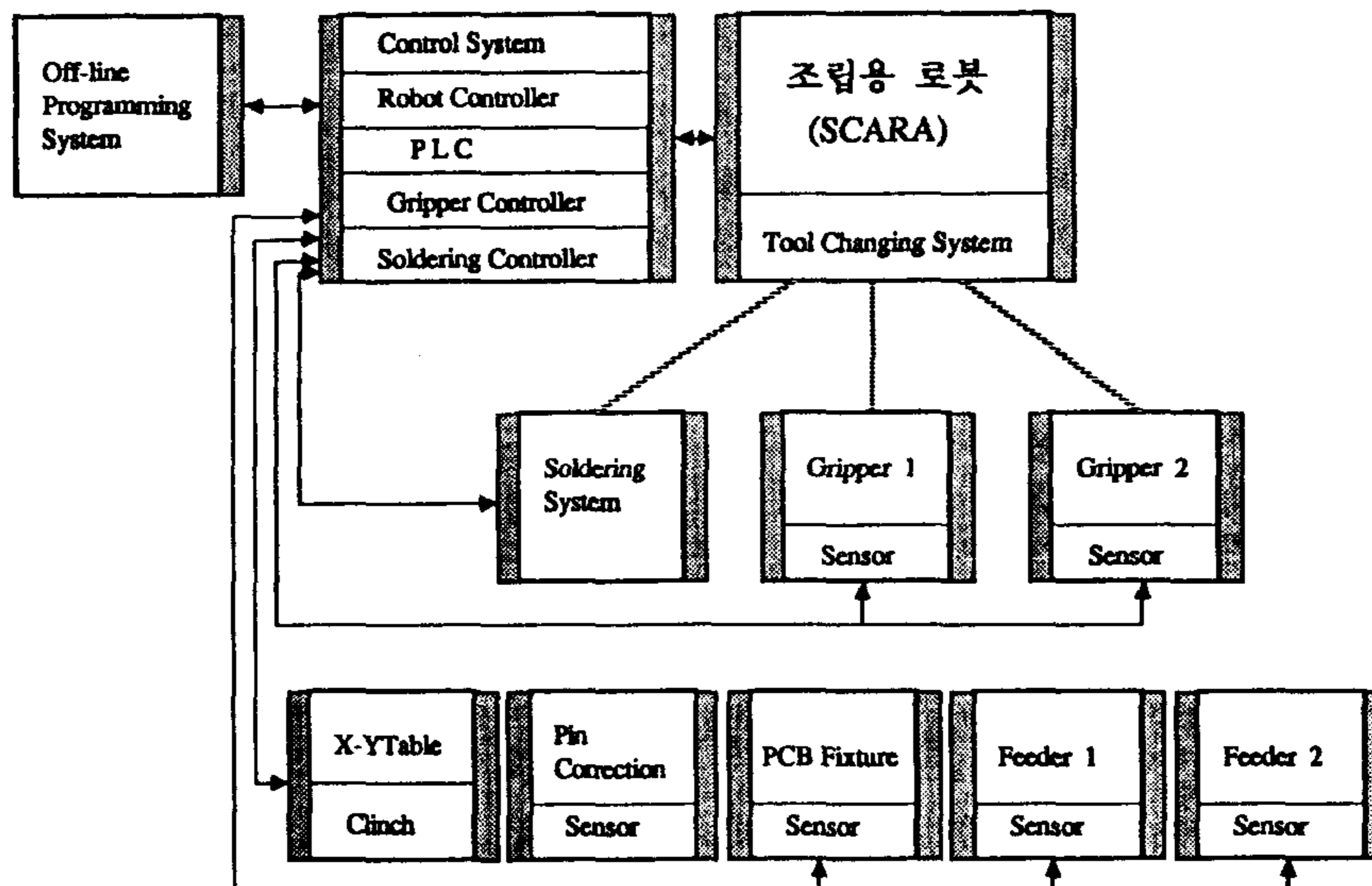
; 부품

㉞ finger 에 스폰치를 대야함. 그 이유는 Hybrid IC
와 같은 규격화 (body) 가 되지 않은 부품 handling
을 위해서임.

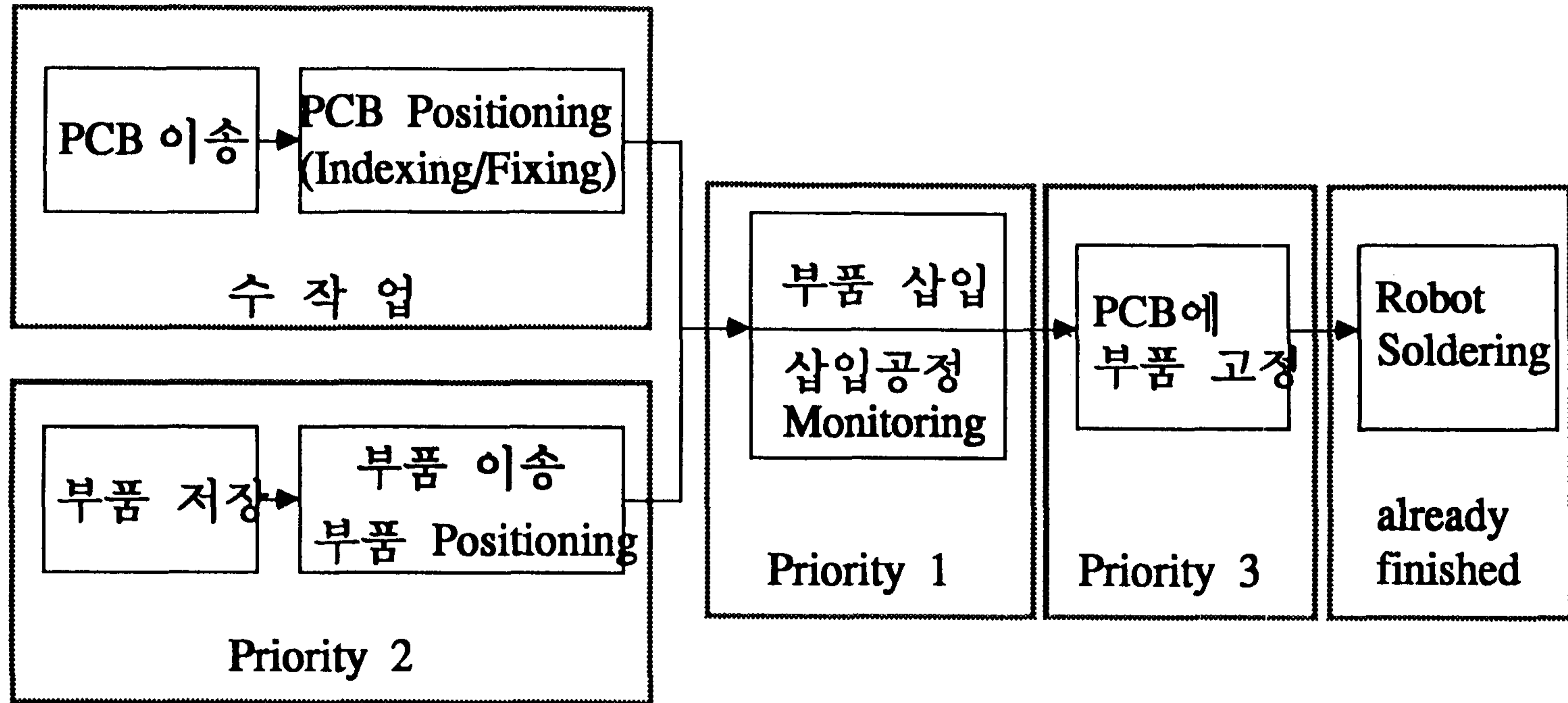
제 4 장 KIST 이형부품 삽입자동화 시스템 개발



제 1 절 전체 시스템 Lay-out



제 2 절 전체 시스템 FLOW



제 3 절 구체적인 실현가능 System들의 비교

이 절에서는 구현 가능한 5가지의 System을 구성 장단점과 구성상의 문제점, 가격, 정확도등을 비교해 보도록 한다.

3-1. Concept 1

Step 1 : 부품준비

- Lot size > 1000 일때는 삽입 station (외부에서 준비)
- Pin을 미리 절단
- 부품의 insert시 방해되는 Pin의 위치 error를 미조정하여 준비함.
- 경우에 따라서는 Pin clinch

Step 2 : magazing

- Stick or 평판매거진을 이용

Step 3 : 부품 정렬

- 부품의 정밀한 정돈 즉 이미 부품의 위치 Error를 교정하였으므로 다시 위치 Error가 생기지 않게 정교한 장치. 필요
 - a) 정밀 magazine 사용방식
 - b) 정밀한 또 조심스러운 부품 isolation 방식

Step 4 : 조립 or Znsert 공정

- 로봇트와 Stiff gripper 사용한 정확한

Gripping 즉 로봇트가 Component 를 Gripping 할때 절대 위치 Error가 생기지 않도록 정교한 장치 필요

- PCB서 부품삽입

Step 5 : PCB에 부품교정

- PCB 아래에서 Pin 구부림, 즉 로봇트의 동작과 PCB 밑에 있는 X-Y table 의 동작을 동기시켜 동시에 이루어지게 해야 한다. 이것을 이용해 Pin clinch 작업도 가능하다.

3-2. Concept 2.

Step 1 : 부품준비

- 필요에 따라 Pin 절단

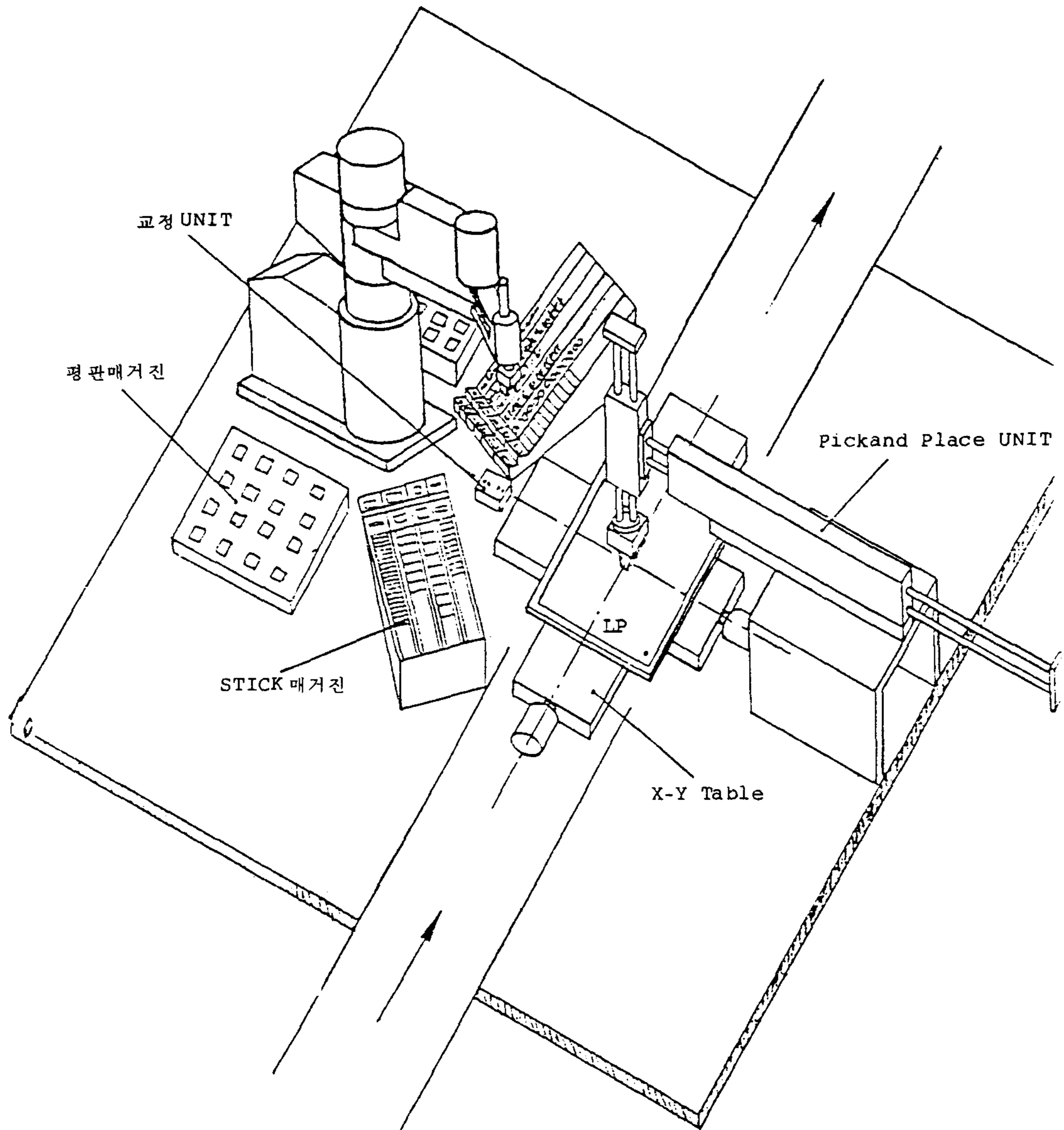
Step 2 : magazing

- stick magazine 이나
- Transfer belt 를 이용 부품을 공급

Step 3 : 부품의 정렬

- 부품의 rough positioning (Isolation)
즉 어느 정도의 Position error 를 감안한 rough position 으로 Gripper가 Position 를 Gripping 할 수 있도록 함.
- 경우에 따라서 부품의 Pin 절단 (Isolation)

Concept 2



Step 4 : 공차 보정

- 로봇 이용 Correction station 에 부품삽입을 하여 Pin 교정을 한후 다른 Gripper 로써 교정된 Pin 을 집어 넣는 작업을 수행
 - Pin : 정확한 위치
 - 부품 : 부정확한 위치

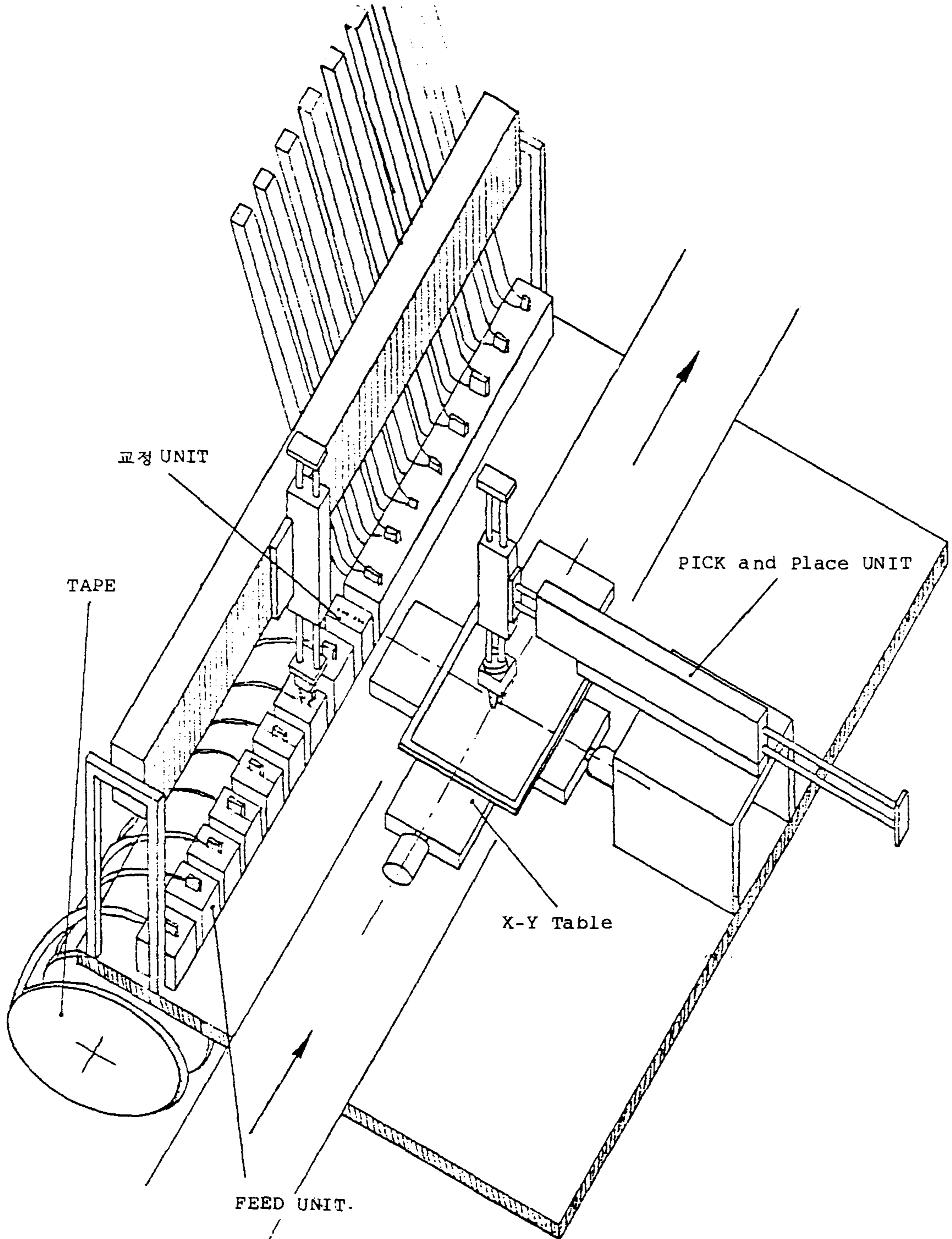
Step 5 : 조립 or Zinsert

- 단순 Pick-and-Place unit로 Correction station 에 있는 부품 Gripping
- Gripper는 부품의 부정확한 위치에 적응한다.
(Swimming and blockable Gripper)
→ 즉 Pick and Place unit 측에 관해서
Pin은 교정장치에서 항상 정확한 위치를 유지하게 된다.
- X-Y Table 이용 PCB Positioning 즉
Pick and Place unit는 항상 일정한 곳에서 insert를 하고 PCB를 그 위치까지 이동시키는 것을 PCB를 hold하고 있는 X-Y table이 한다.

Step 6 : PCB에 부품교정

- PCB 아래에서 Pin 구부려서 고정방법으로 X-Y table을 이용 clinch 혹은 clinch unit 필요.

CONCEPT 2 (VARIATION)



※ Concept 2 의 Variation

box magazine 이나 Band 로 정렬 가능한 부품에서는 로
보트를 1 자유도를 가진 단순 이송장치로 대체 가능하다
Relay 같은 Flat magazine 은 이 방식으로는 사용 불
가능하다. 또한 부품정돈이 일직선상에 있어야만 하므로 축
길이에 의한 부품수의 제한이 없다.

3-3. Concept 3.

Step 1 : 부품준비

- Pin 절단

Step 2 : magazining

- box or canal magazine

Step 3 : 부품정렬

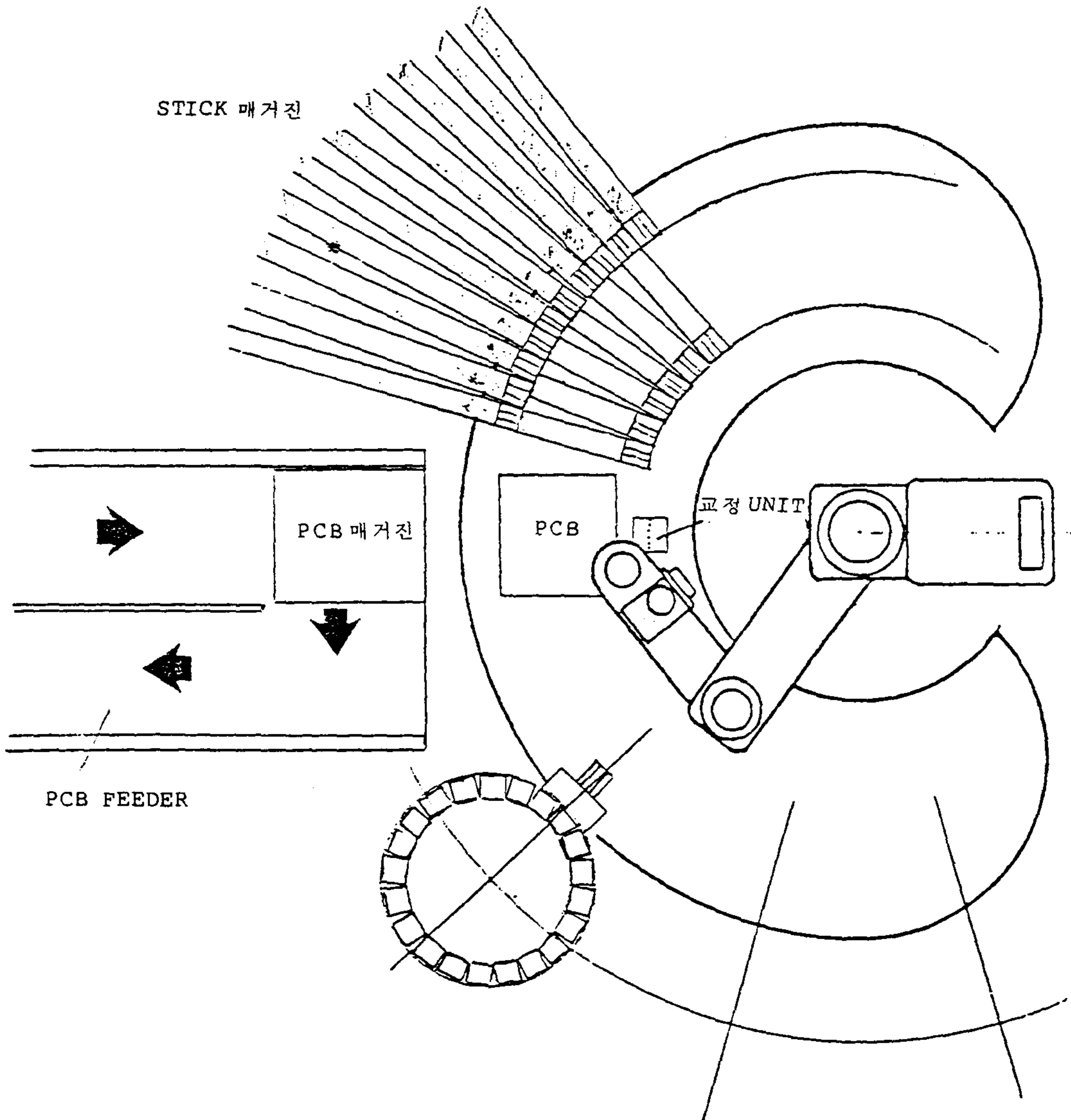
- 부품의 isolation 및 rough positioning
확보

Step 4 : 공차보정

- 고정 Station 에 이송, 부품은 Gripper 가
잡고 있는 상태에서 교정장치에서 교정 이때
Gripper 는 교정장치에 순응하게 설계되어 교
정 장치의 Position 등이 그대로 Gripper 의
Position 으로 고정돼야 한다.
- Gripper 위치 blocking

Step 5 : 부품을 PCB에 삽입.

CONCEPT 3



Step 6 : PCB 위에 부품 고정

- PCB 아래에서 Pin clinch. 즉 PCB 아래 clinch 장치를 부착 Clinch 하거나 로봇이 부품삽입된 PCB를 Clinch tool에 까지 밀어서 Clinch 작업.

※ Concept 3의 Variant

Concept 3의 Variant는 다른 과정은 Conecept 3와 변동이 없으나 공차보정의 단계가 다르다. 즉,

공차보정 → 1. Gripper는 fixed 되어있고 Correction station만 Swimming되어 부품을 교정
2. 삽입좌표계 교정치로 Robot Controller를 통한 보정.

평가 : • Concept 3 Variant의 최대 단점은 tact time이 느리다는 것이다.
• 3개의 측정장치 (X,Y 방향변형 및 rotation) 장착된 Swimming correction Station 제작이 어렵다.

3-4. Concept 4.

Step1 : 부품준비

- 편 절단

Step 2 : magazining

- box magazining

Step 4 : 부품정렬

- 부품의 rough Position 으로 잡는다. 즉 Pin의 Position error, Body의 불규칙성 등을 무시한다.

Step 4 : 공차보정

- Gripper의 기능 : Swimming, blocking 기능. 즉 Gripper가 교정장치에 순응하여 Pin을 Correction 한후 Blocking
- Correction station을 Gripper에 부착 전 체공정시간을 줄일 수 있다. 즉 PCB로 이동간에 교정 또한 가능하다.

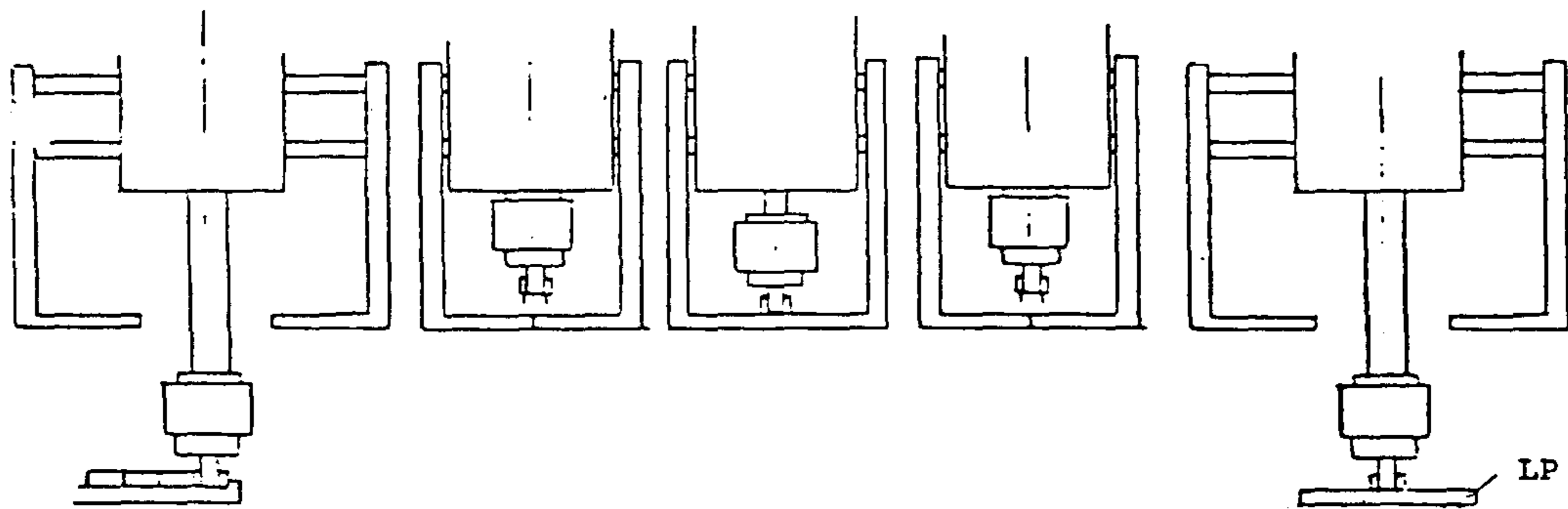
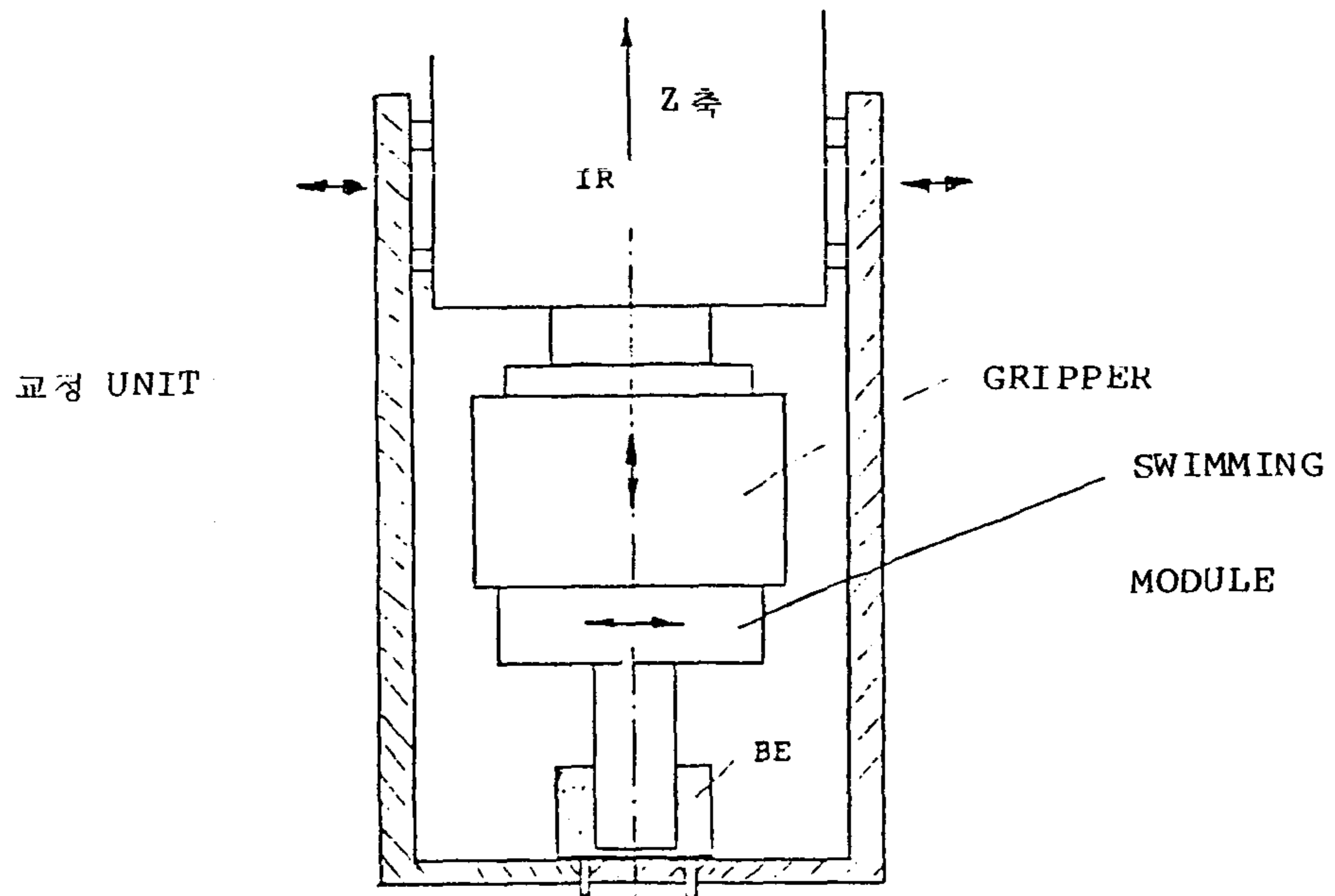
Step 5 : 조립 그리고 insert

- PCB의 부품삽입
- 공정과정이 복잡해지고 Sequence를 잘 맞춰야 함.
- 단점으로 한정된 부품만을 교정 insert할 수 있다.

Step 6 : PCB에 부품고정

- X-Y table 위의 clinch tool로써 PCB 및 의 Pin clinching

CONCEPT 4



3-5. Concept 5.

Step 1 : 부품준비 작업

- Pin절단

Step 2 : magazining

- box magazining

Step 3 : 부품정렬

- box magazine에 부품 하나가 isolation 된 직후 교정시작 즉, Gripper가 Gripping 하기전에 교정. 또한 box magazine에서 교정 장치까지 Sliding

Step 4 : 공차보정

- 보보트는 Gripper에 내장된 Pusher로 Correction station에 있는 부품을 눌러줘 부품을 교정한다. 이때 교정장치는 Swimming System이다.

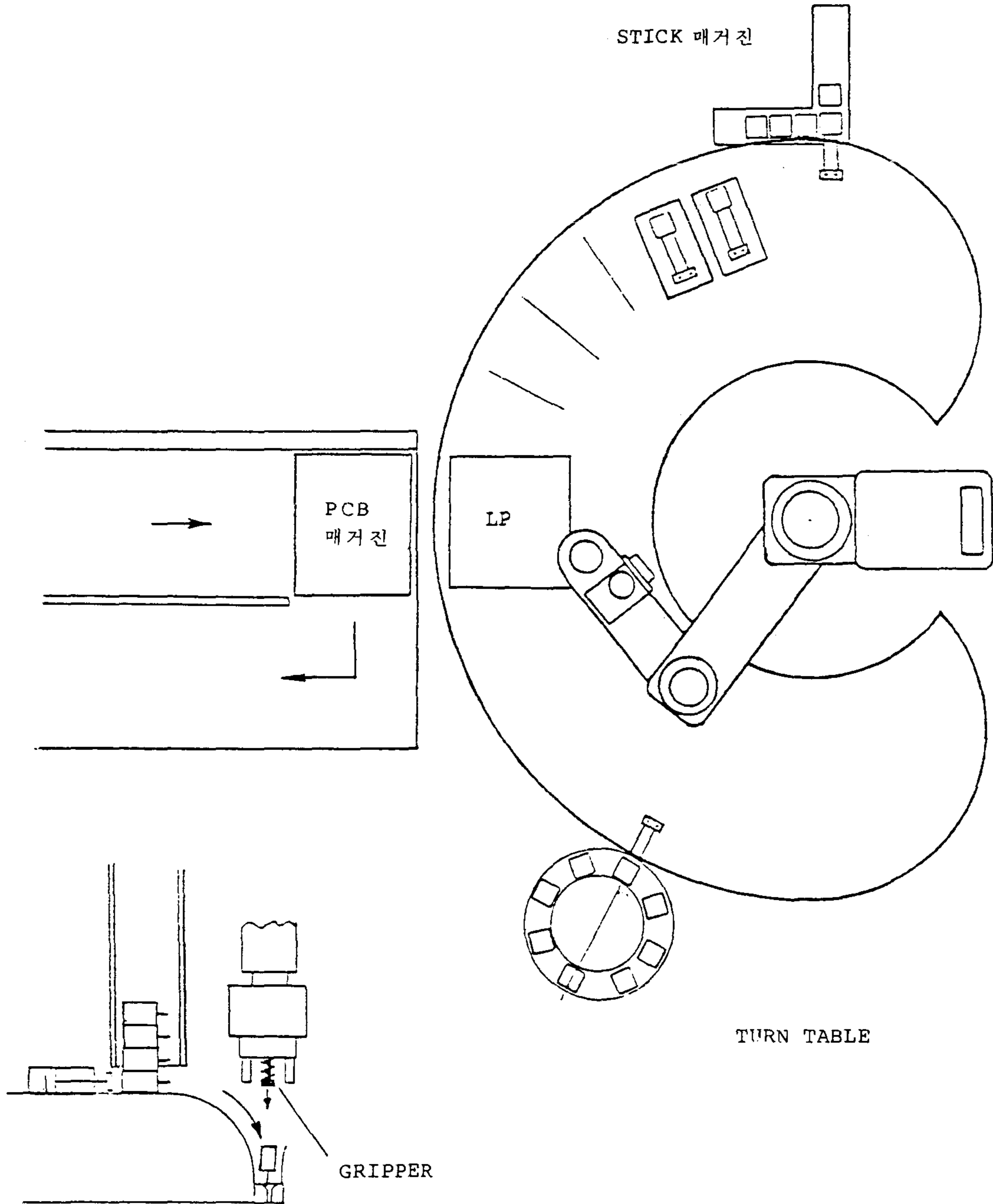
Step 5 : 조립 그리고 insert

- Robot PCB에 부품삽입 이용

Step 6 : PCB에 부품교정

- X-Y table 위에 있는 clinch table로 PCB 아래의 Pin clinching

CONCEPT 5



3-5. System 들의 비교분석

* 평가표 *

Criteria	좋은 순서대로의 1 ~ 5
공정 수행시간	2 > 4 > 5 > 1 > 3
투자 경비	3 > 5 > 4 > 1 > 2
제어 및 프로그래밍 난이도	3 > 5 > 4 > 2 > 1
Cell 감시난이도/Error비율	3 > 5 > 2 > 4 > 1
삽입 가능성	3 > 5 > 2 > 4 > 1
기술적인 문제점	3 > 5 > 2 > 4 > 1
단기적인 유연성	3 > 1 > 5 > 2 > 4
부품품질손상	3 > 2 > 4 > 5 > 1
부품준비난이도	2, 3, 4, 5 > 2
구매난이도	2 > 3 > 5 > 4 > 1

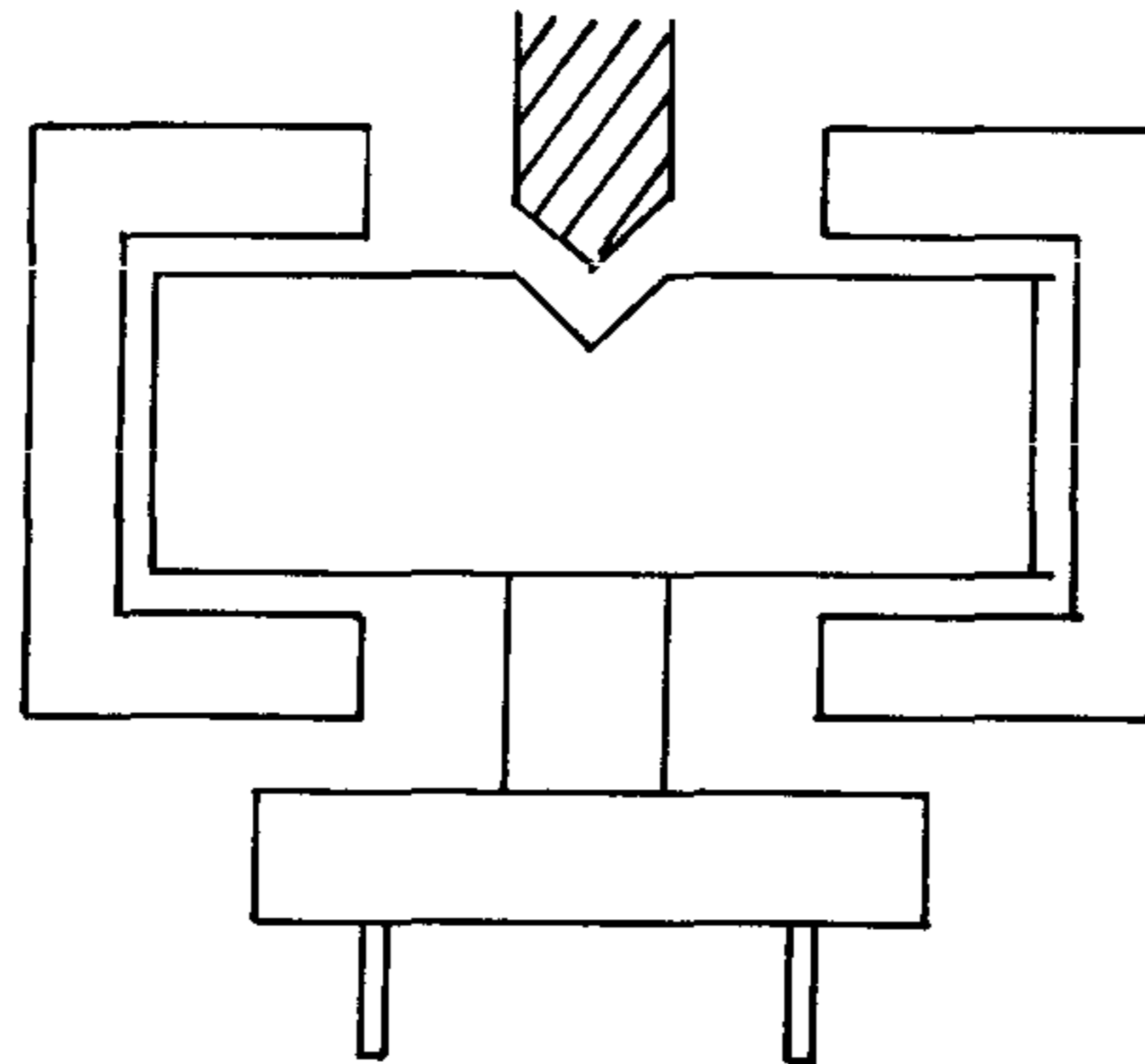
제 4 절 System 구성

System 을 구성함에 따른 공정순서와 그에 따른 정의를 다음과 같이 정의한다.

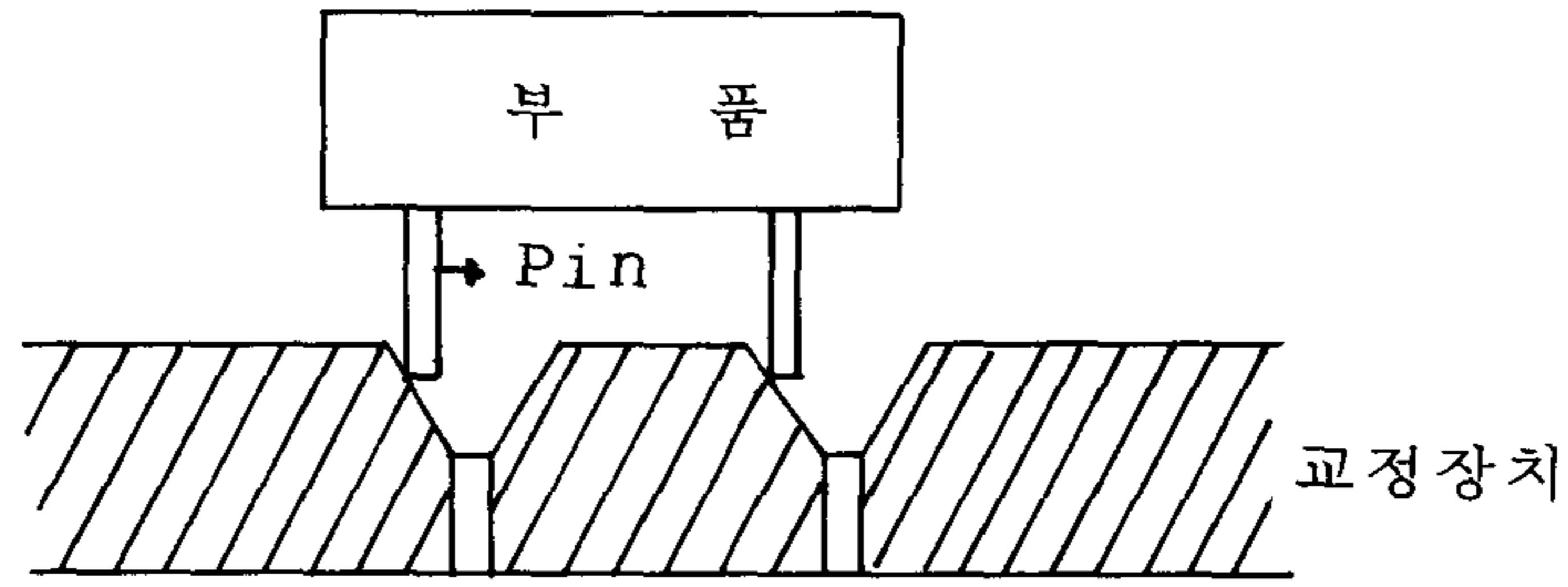
* 부품정렬

- 부품의 rough Position 을 확보한다.
- Isolation 과 바른 Orientation 을 확보한다. 즉 방

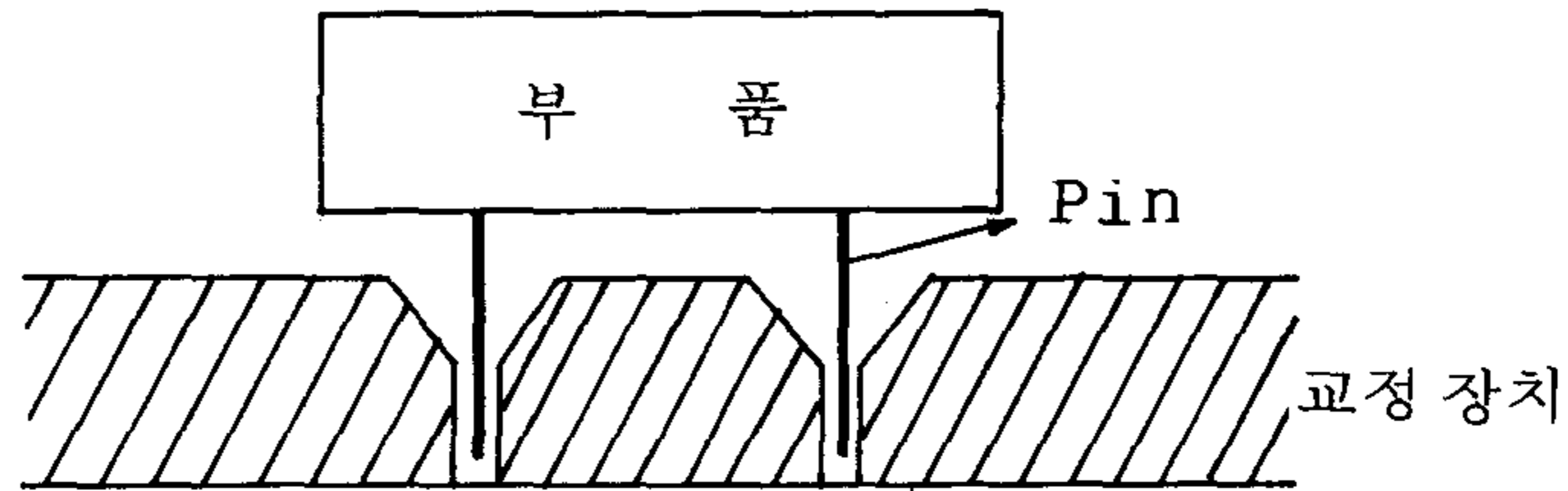
향성이 있는 부품의 방향성을 이미 확보하고 있어야 하고 일정한 범위안에서의 Position error 만을 가져야 한다.



- * Swimming Gripper 와 중심 잡기
기준 Gripping position 을 잡기위해 먼저 Gripper 자체의 위치중심을 잡는다. 또한 Swimming module 을 이용 공차를 보정한 후의 Position 을 기억하게 한다.
- * 부품을 Gripper 로 잡음
일정치 이하의 Position error 를 가진채로 부품을 Gripper 한다.
- * 공차보정 module (Swimming module) 을 ON 시킨다.
Swimming 하여 Pin 의 교정때까지 Gripper 자체의 변위를 부품 P 에서 받는 힘에 순응하게 한다.
- * Pin 을 삽입구 Chamber 부위에 삽입시킨다.



- * Pin을 교정구멍에 완전히 삽입



- * Swimming module blocking (찾은 위치 유지)
- * 부품을 직접 PCB에 삽입
- * 처음부터 다시

이제부터 전체공정 개별 기능단위의 확정과 개별기능의 정돈을 한다.

4-1. 부품정렬

본 System에서는 부품정렬을 box magazine 즉 Stick형 feeder로 한다. 그에 대한 결정사항 및 전제조건도 다음과 같다.

- 정렬에서 부품의 Rough Positioning

- 부품의 바른 Orientation 과 Isolation
- 정렬에서 부품의 존재 유무 check
- 부품 Pin 을 정확한 길이로 절단
- 부품의 body 와 pin 의 위치는 공차허용

4-2 부품이송 및 부품 handling

부품이송 및 부품 handling Programmable gripper 및 finger 로 한다. 그에 대한 자세한 제품 및 성능을 정의한다.

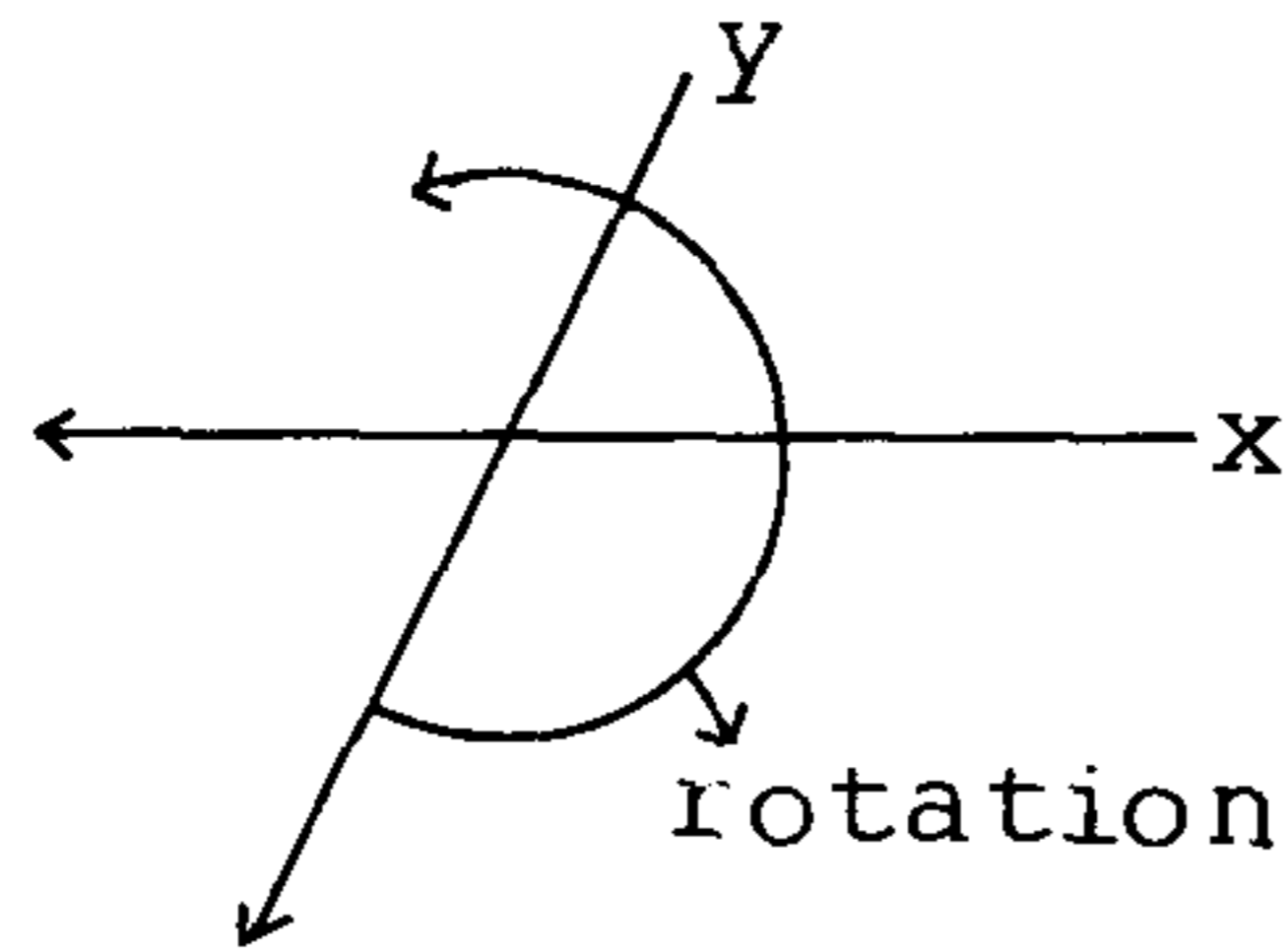
(1) Gripper

Gripper 의 동력원은 PC Servo motor 를 이용한다. 그 이유는 공압은 정확도는 보장되나 가변의 기능을 갖추기가 힘들기 때문이다.

- Gripper 가 다룰 수 있는 Component 들의 크기를 Changeable 할수 있게 하며 그것을 Software program 으로서 조절할 수 있게 한다.
- Gripper finger 를 finger magazine 을 이용 자동교환 가능하게 한다. finger 의 종류는 앞의 3-4-3 에서 지적한대로 2 종류의 finger 로 결정하고 추가사용부품이 증가함에 따라 finger 의 종류를 늘이는 것을 원칙으로 한다.
- Pusher Interaction

(2) 공차보정

- 공차보정 Swimming module로 하며 Swimming module은 X, Y 방향 및 Rotation의 변환기능을 갖는다 (힘의순응).



Z 방향으로의 변환이 즉 교정 unit에서 받침이 옆의 3 힘으로 변환

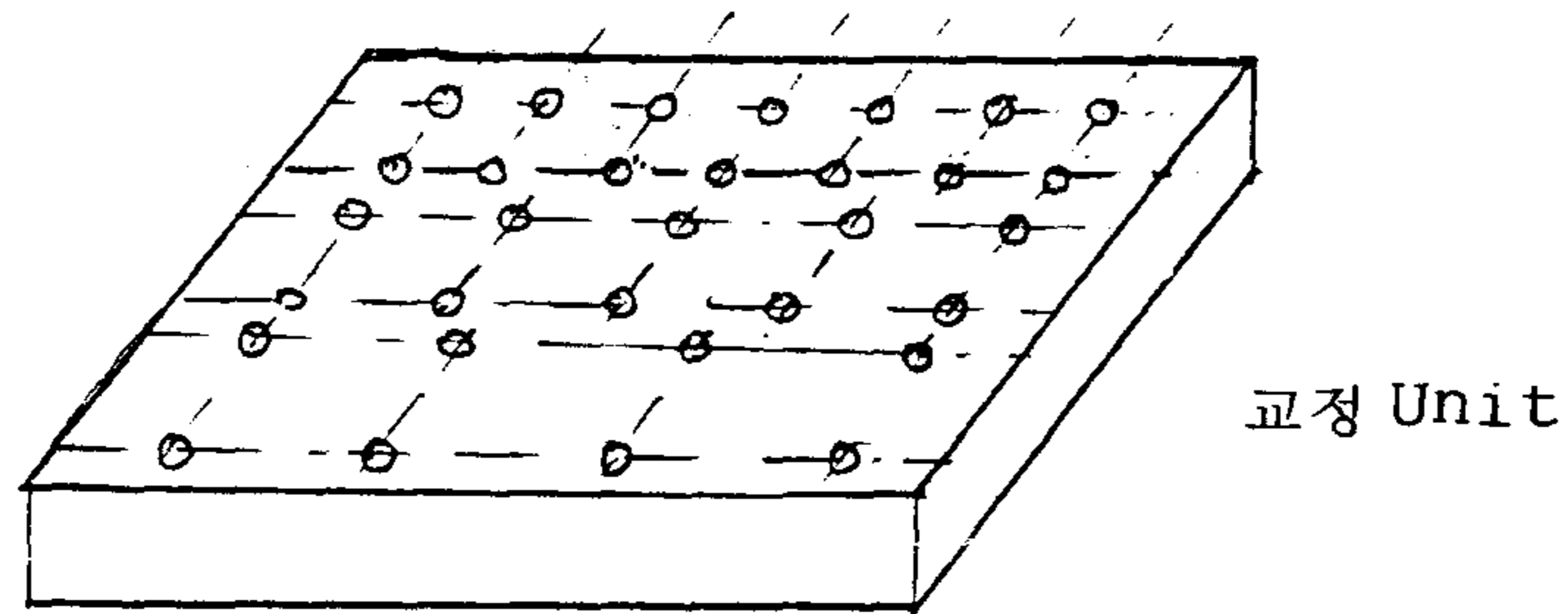
- Gripper 위치 어디서나 blocking 가능하다. 또 그 값이 그대로 로봇 controller로 전달되어 insert position을 잡는다.
- Gripper 위치는 중심점에서 중심잡기가 가능하다.

(3) 공정감시 기능

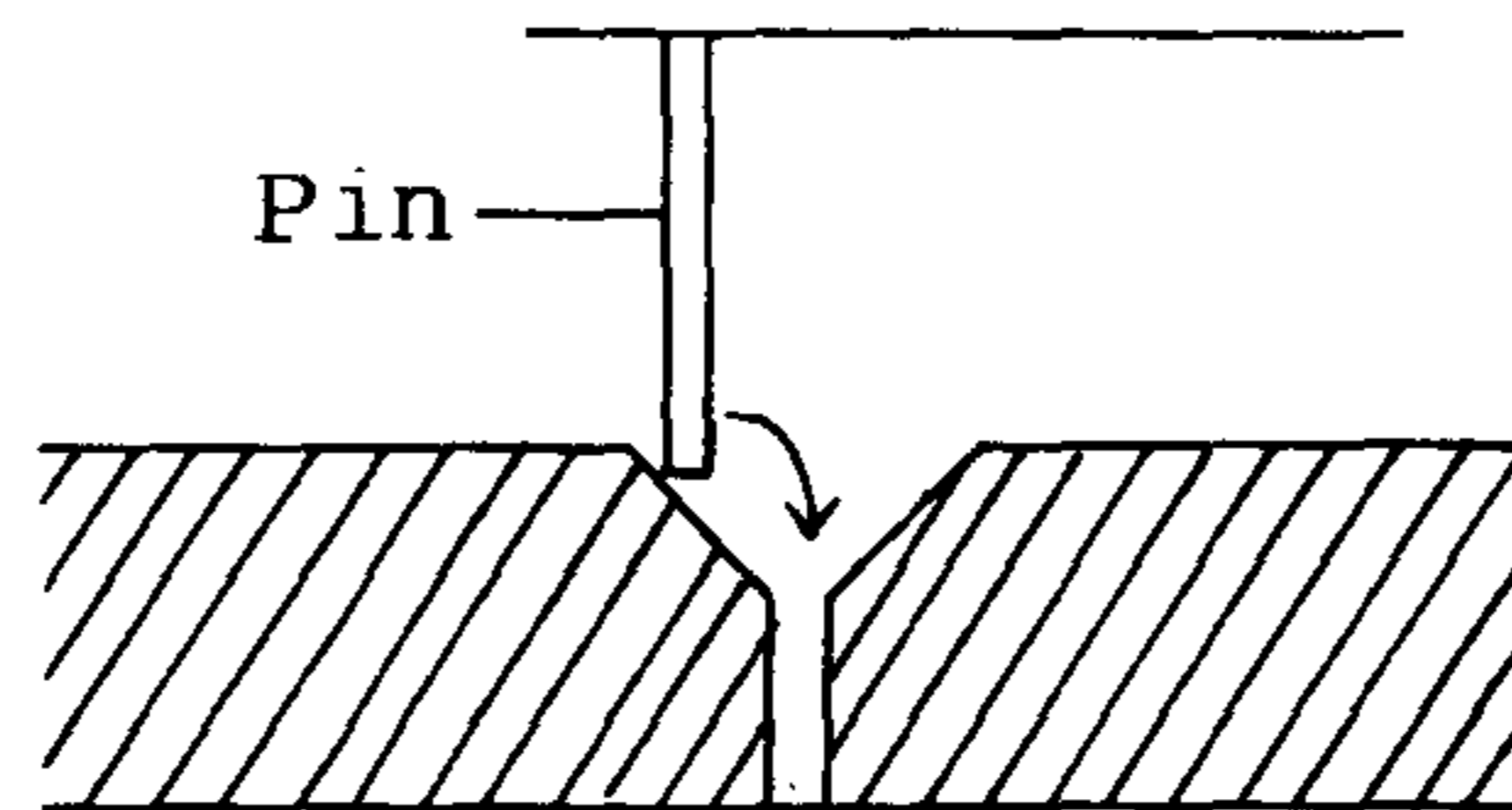
- PCB에 insert 할때 성공과 실패를 가리기 위해 압력 Sensor를 사용한다.

(4) Pin 위치 교정

- 여러가지 Pitch와 구멍직경을 가진 교정 Station을 확보하여 Component 대부분을 교정가능하게 한다.



- 삽입구는 Camber 부위를 가진 hole이다.



- Swimming module을 가진 Gripper의 위치이동을 통한 위치 맞추기
- Pin의 수동급힘을 통한 Pin 교정

4-3. PCB의 이송 및 고정장치

먼저 PCB의 dealing에 따른 요구조건을 살펴보면

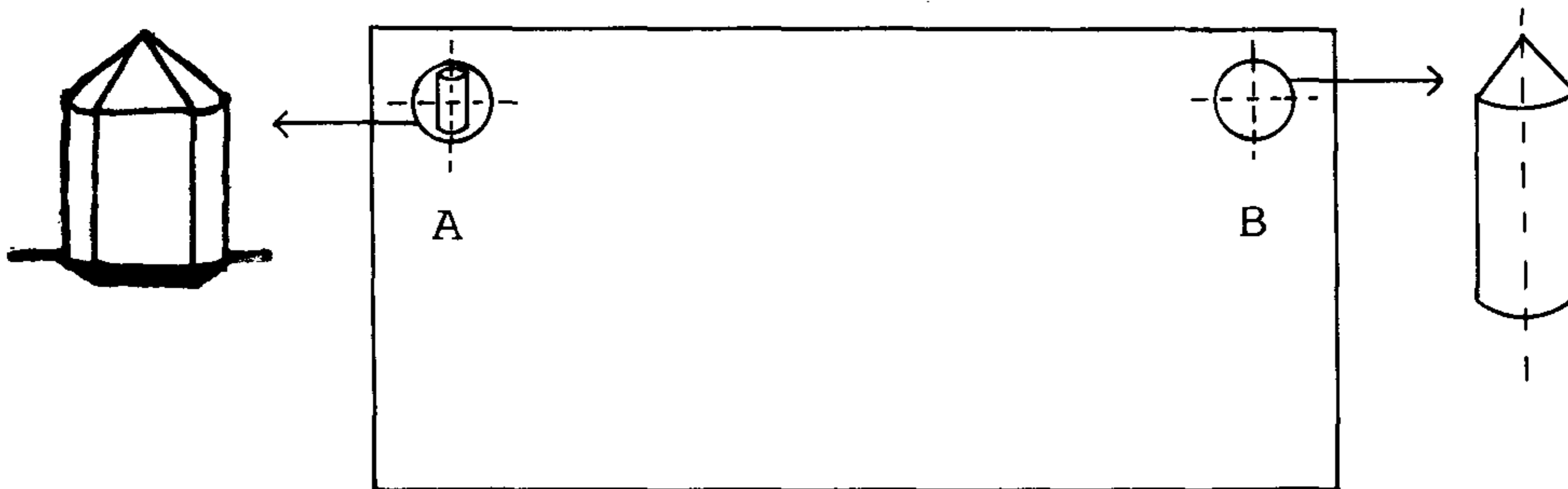
1. PCB Positioning (크기 1개, 삼성)
 - Static determined
 - 작업공간에서 수평유지
2. 고정 (clinch 공정때문에)

3. 삽입력 지지 (Springback 방지)
4. PCB turn시 부품교정
5. Soldering 시 가압력 지지
6. Control function
 - PCB 존재유무
 - PCB 위치 check (납땜 위치 와 삽입위치)

위의 순서에 따라 하나씩 설명하겠다.

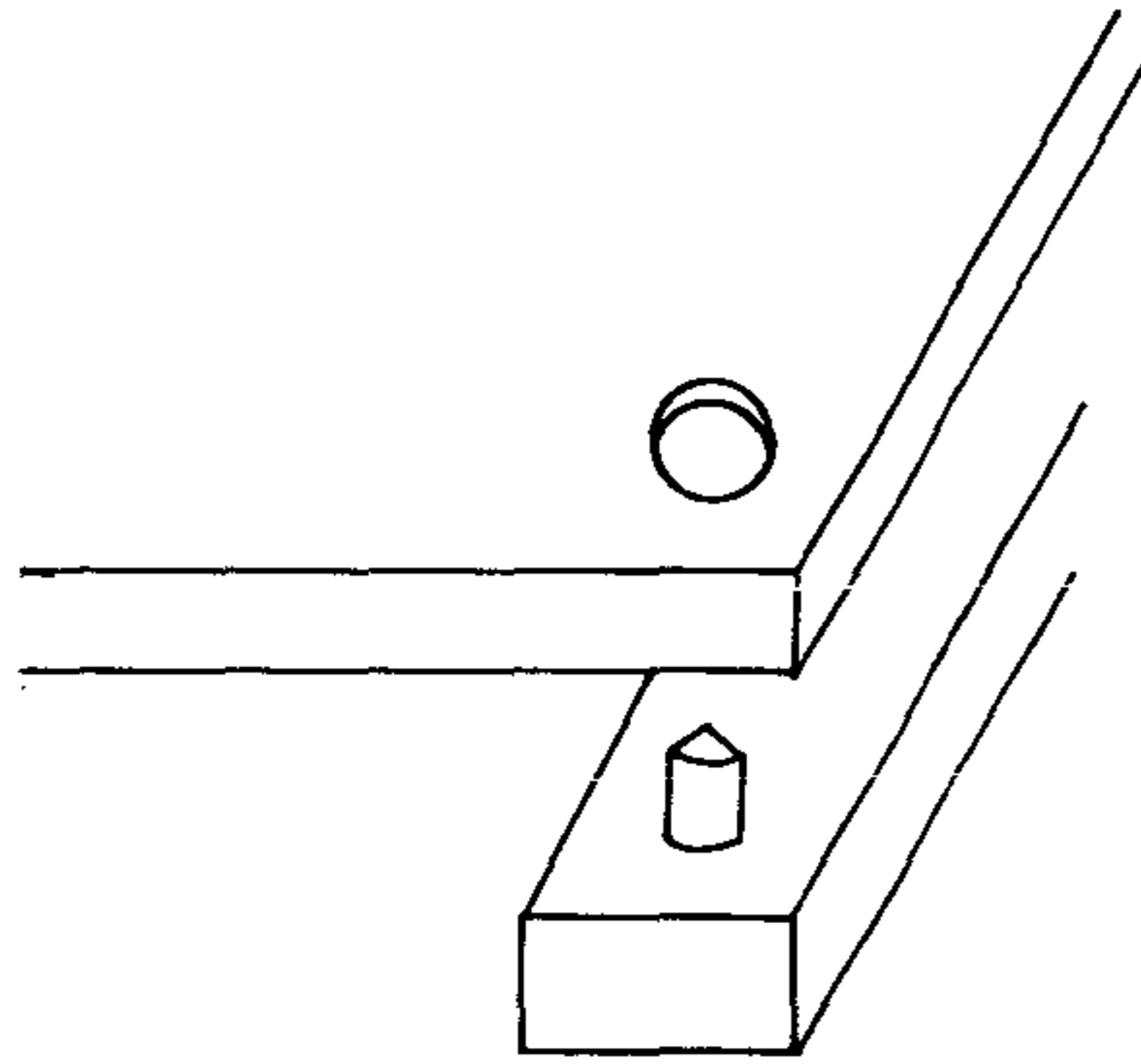
1. Positioning

아래의 그림에서 볼수 있다.

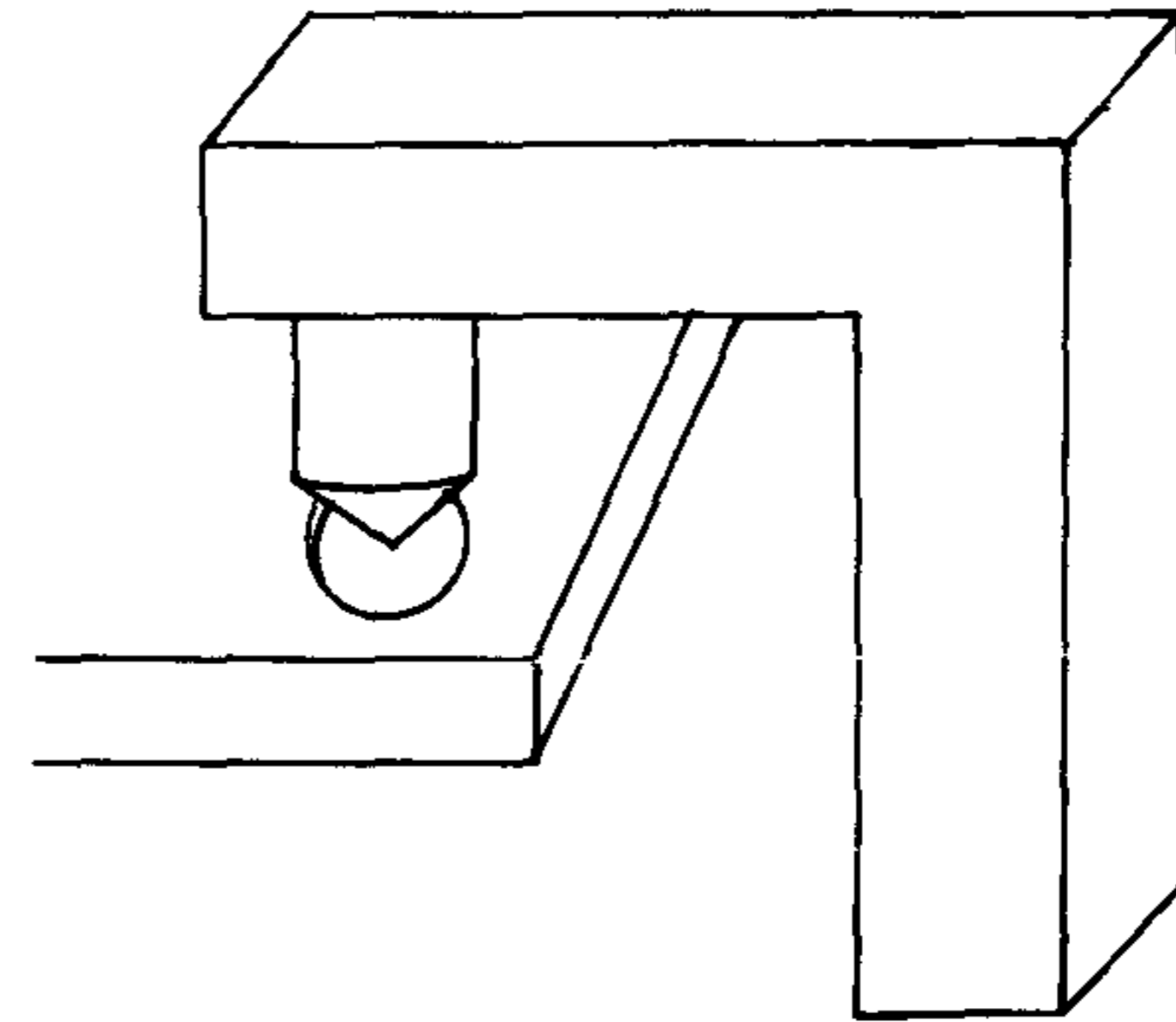


위의 그림에서 PCB 고정 Pin의 모양이 양쪽이 다른것은 PCB의 고정 hole의 공차를 고려했기 때문이다.

2. 체결



Positioning
(분리 체결)



Positioning + 체결

- 최소 4 군데를 체결해야 한다.
- 체결 위치는 아래서부터 지지된다.

3. 삽입력

- PCB 밑의 X-Y table 과 Robot Controller 간의 동기
로 Robot 의 동작에 따라 X-Y table 도 움직여 PCB
를 지지해 줌.
- 고정된 복수의 지지장치

4. PCB Turn

- ㉠ • 중심축을 중심으로 180° 회전한다. 그 이유는 Solder-
ing 공정에 대비하기 때문이다.
- PCB 바깥의 축중심으로 회전
(Positioning 과 고정장치도 같이 회전)

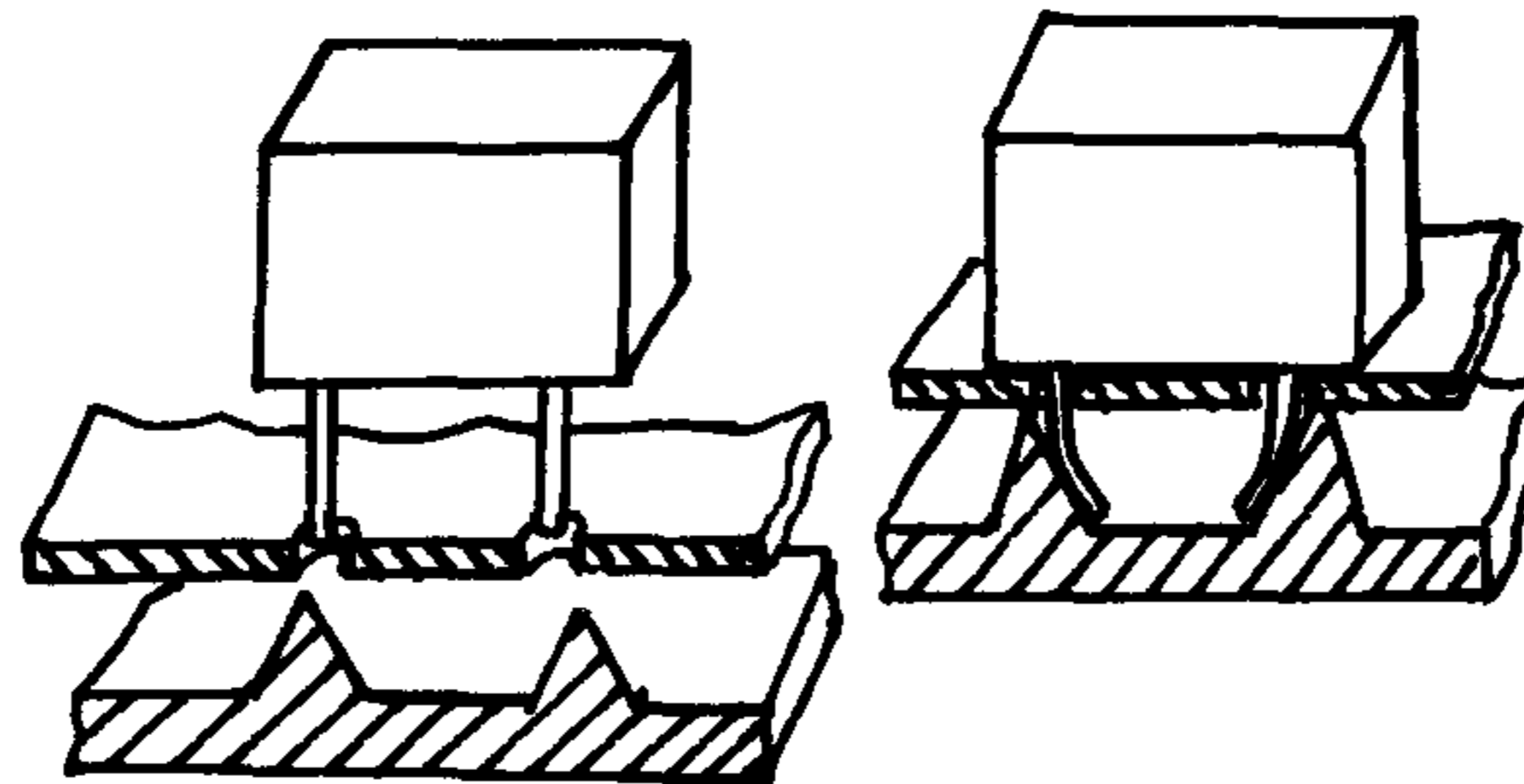
- 로봇트가 잡아서 회전

㉔ Positioning 과 고정장치없이 PCB 만 회전

5. 부품 확실하게 지지

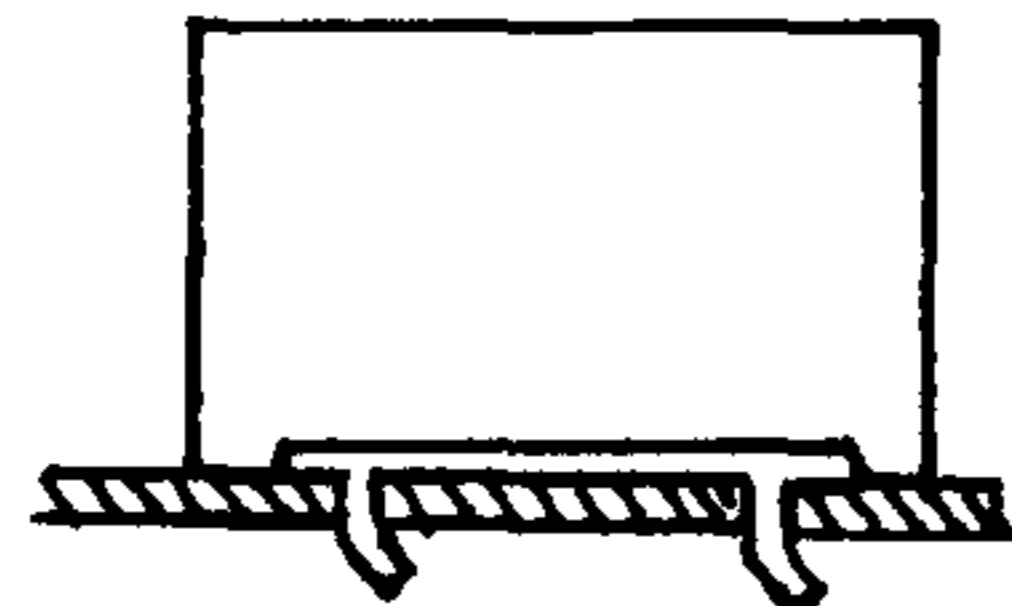
㉕ clinch (아래에서)

- Programmable clinch tool 사용 (active)
- Passive clinching

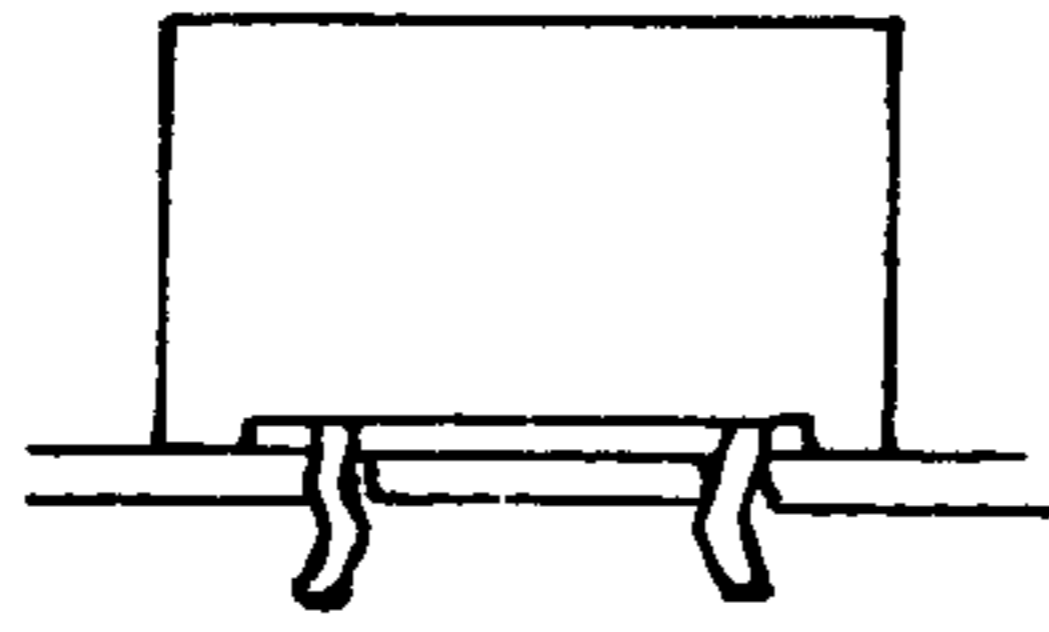


- elastic 한 지지장치 사용 (위로부터)
(Sponge, flexible pin)
- 접착

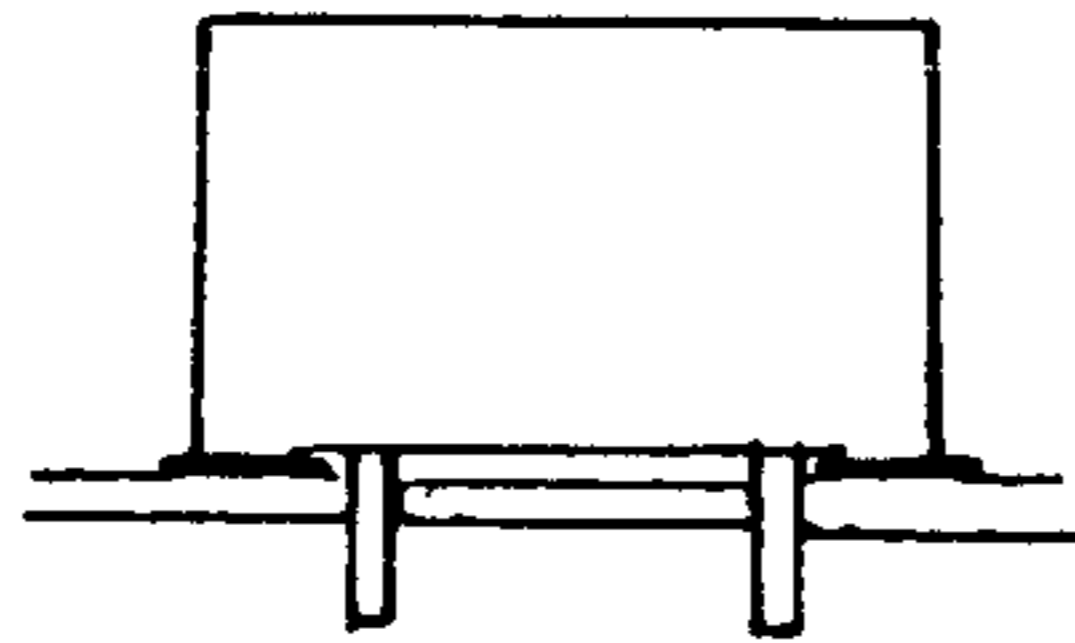
그림에 의한 방법비교



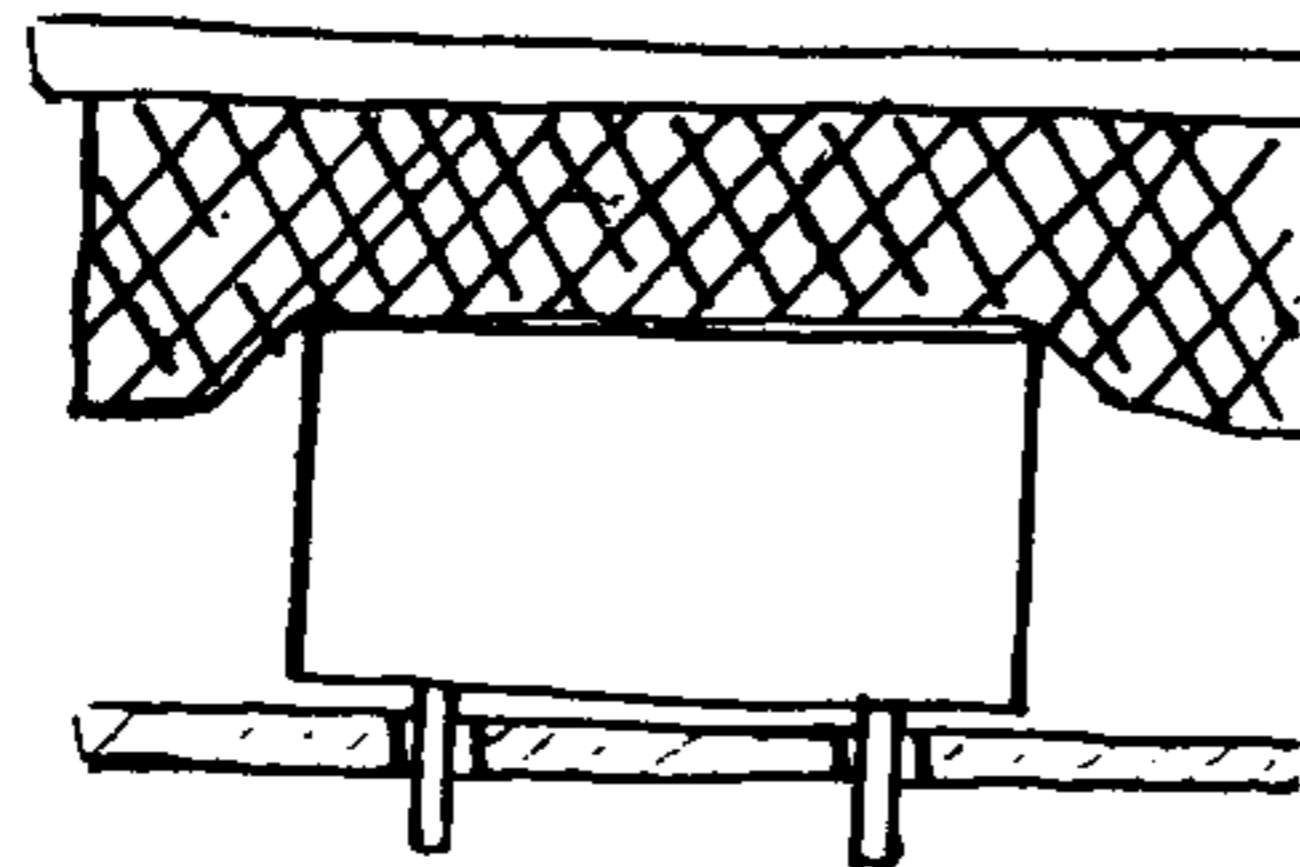
PCB 아래에서 굽힘 (clinch)
능동식 ; Programmable clin-
ch tool 사용
수동식 ; 고정된 clinch tool
사용
(PCB oriented)



Pin 의 Spring force 이용
가볍게 지지



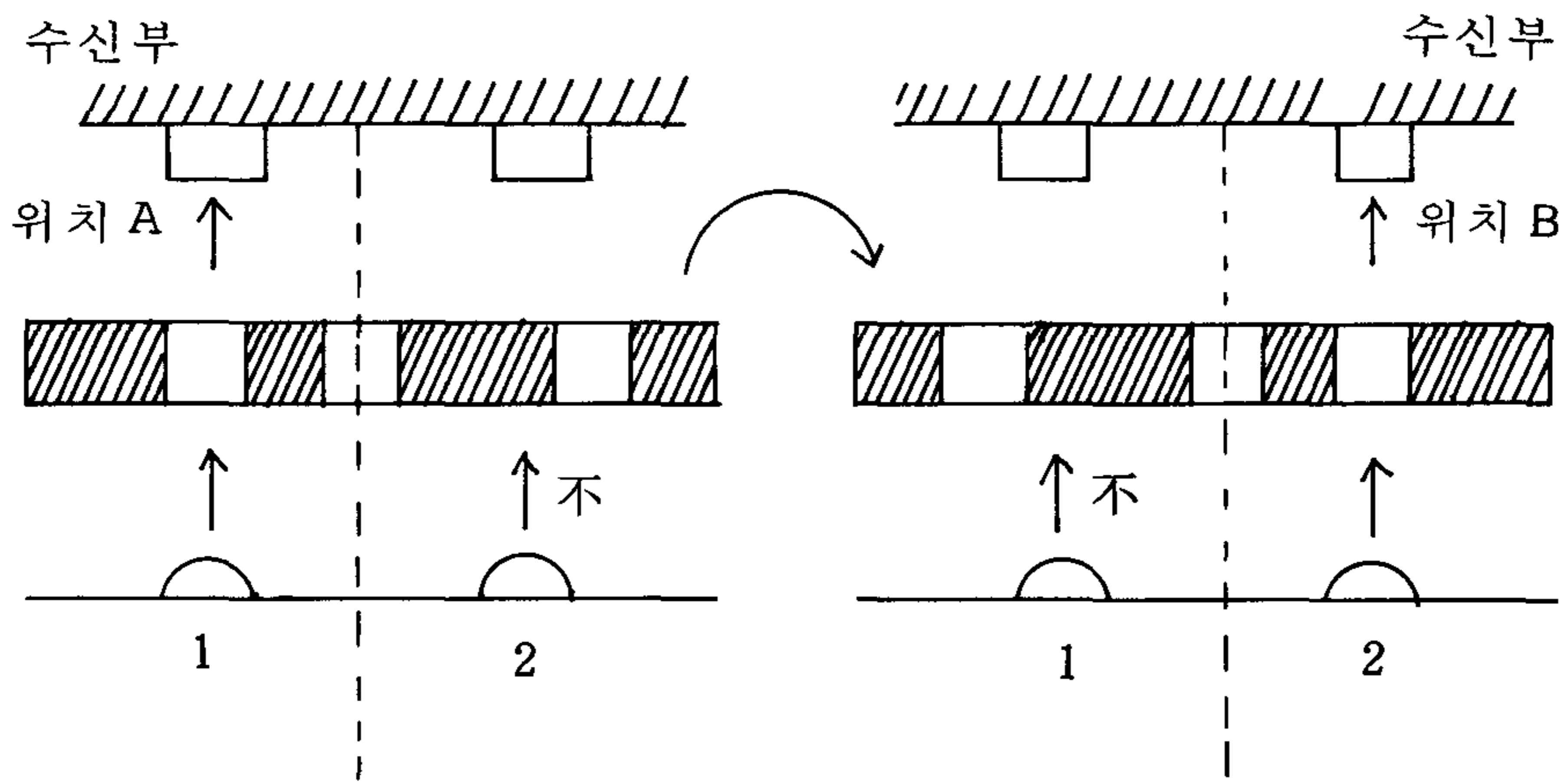
접착



flexible 지지장치 사용

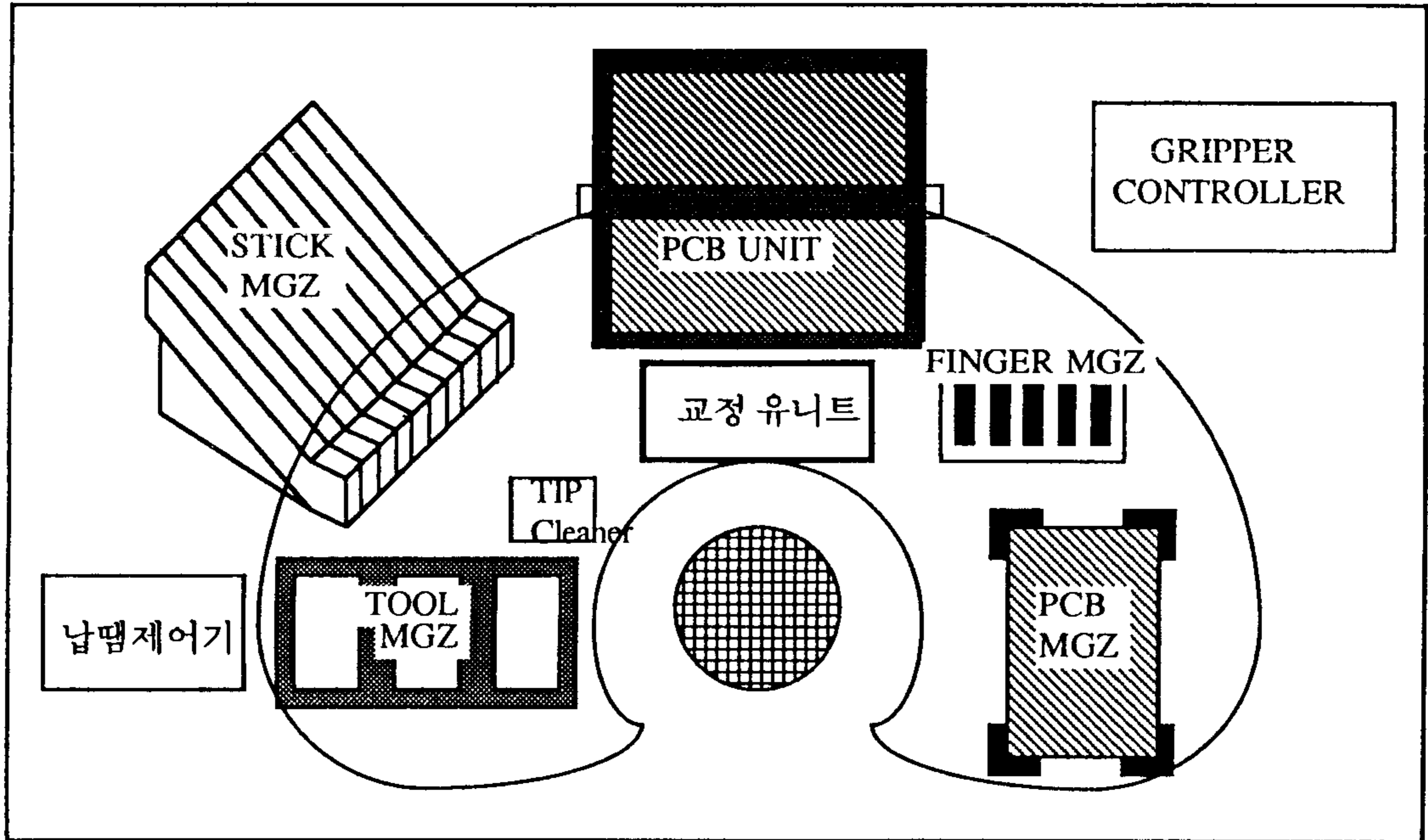
6. Controller function

- ① PCB 의 존재 유무를 check 할 수 있게 한다. 또한 Positioning, 정확한 위치 확보등을 감지할 수 있게 한다. 사용 Sensor로는 (Optical Switch (refelection), Limit Switch 등을 사용 한다.)
- ② PCB 위치 감시
 - ㉠ PCB 가 회전하므로 PCB 의 회전을 감시해야 한다. 감시 장치로서는 다음의 Sensor 를 쓸수 있다.
(limit swich, proximity swich PCB 안의 구멍에 의한 Coding)



위치 A : Switch 1 작동
 " 2 작동 안함
 위치 B : Switch 1 작동 안함
 " 2 작동

제 5 절 전체 Lay-out

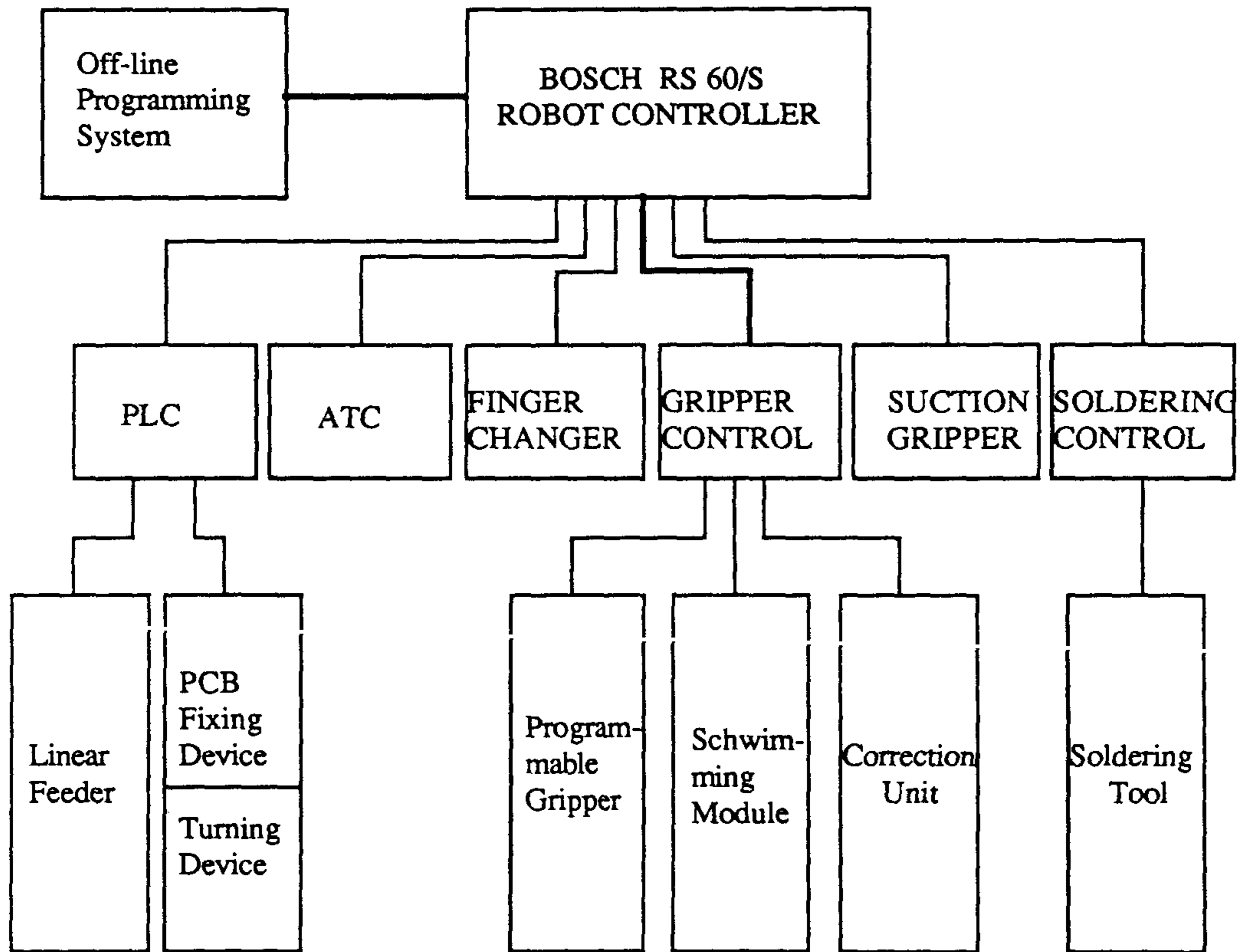


A. *Concent* (실험대상 Component)

PCB 저장	Box MGZ	<ul style="list-style-type: none"> • 1종류 PCB 제작 • PCB Positioning
PCB 장/탈착	Suction Gripper	<ul style="list-style-type: none"> • PCB Fixture • PCB Clamping • PCB 감지기능
부품저장	STLCK MGZ	<ul style="list-style-type: none"> • 방향성 사전 검사 • Pin Cutting 불필요 • 10종류 부품
부품정렬	Linear Feeder	<ul style="list-style-type: none"> • 1대의 linear feeder 로 10종류 부품처리. • 공압실린더에 의한 isolation • Rough Positioning
부품 Gripping	Programmable Gripper	<ul style="list-style-type: none"> • Finger 폭 Programmable • Finger changable • Finger MGZ • Uni-Gripper
Pin correction	Correction Station	<ul style="list-style-type: none"> • 일정한 Pitch 규칙 • Chamfer 입구방식 • 수동/능동 교정방식 • Swimming Module 사용.

Pin/body Positioning	Swimming Module	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Transfer 1 Rotation 자유도 • Centering 기능 • Swimming 기능 • blocking 기능
부품 삽입	삽입 공정 감시	<ul style="list-style-type: none"> • 삽입 Force/Distance Sensor • 오삽검출기능
PCB Turning	Turning Module	<ul style="list-style-type: none"> • 180° 회전기능 • 부품지지 가능 • 감지기능
Soldering	Soldering Tool	<ul style="list-style-type: none"> • 공구자동교환기능

B. * Control System *



————— D I/O
 ————— RS 232C

C. 실제 사용부품 (앞의 30 개 부품중)

전체 30 개의 부품중 같은 품목의 부품이 많아 중복되는 경우가 있으므로 각 품목 즉 같은 type 의 부품중 하나만을 골라 아래와 같이 10 개의 부품으로 압축했다. 따라서 아래의 10 개의 부품을 자동 insert 에 삽입하면 30 개의 부품을 모두 삽입할 수 있을 것이다.

새로운No	No	이 름	유사품목 (30 개 부품중
1	2	Connector	1
2	6	DIP Connector	3,4,5,7
3	8	SIP "	9
4	12	Box Connector	10,11,13,14,15,16,17
5	22	Custom IC	21
6	24	Reloy	23
7	25	X-Tal	
8	26	Hybrid IC	27
9	28	Transfomer	
10	29	Mod-Jack	30

D. 10개의 부품에 대한 자세한 조사와 그에 따른 finger 조합

No.	이름	Pin 배열	Pin 수	Pitch	Pin 두께	Pin 최대두께	insert hole
2	Connector	SIP	12	2.0	□ 1.1	1.555	1.828 + 0.076
6	DIP Connector	DIP	6	2.54	□ 0.64	0.905	0.899 + 0.076
8	SIP //	SIP	4	2.54	□ 0.64	0.905	//
12	Box //	SIP	8	2.0	□ 0.45	0.636	//
22	Custom IC	SIP	9	2.54	0.5×0.25	0.559	//
24	Relay	DIP	5	//	0.6×0.25	0.65	//
25	X-Tal	DIP	4	//	0.457	0.45	//
26	Hybrid IC	SIP	8	//	0.5×0.25	0.559	//
28	Transformer	DIP	5	//	0.45	0.45	//
29	Mod-Jack	DIP	4	2.0	//	//	//

FINGER

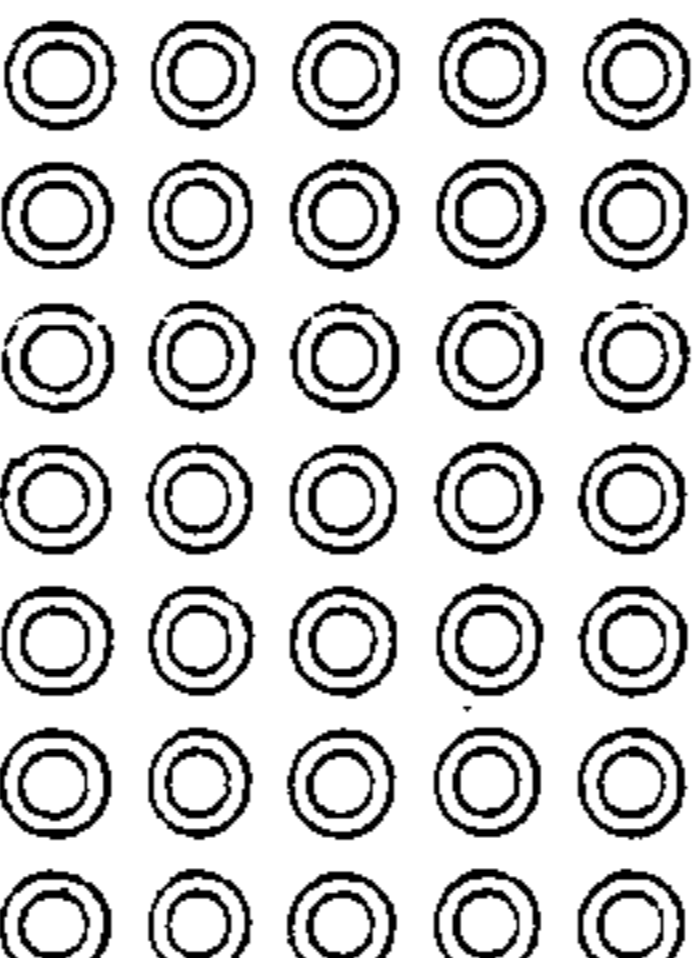
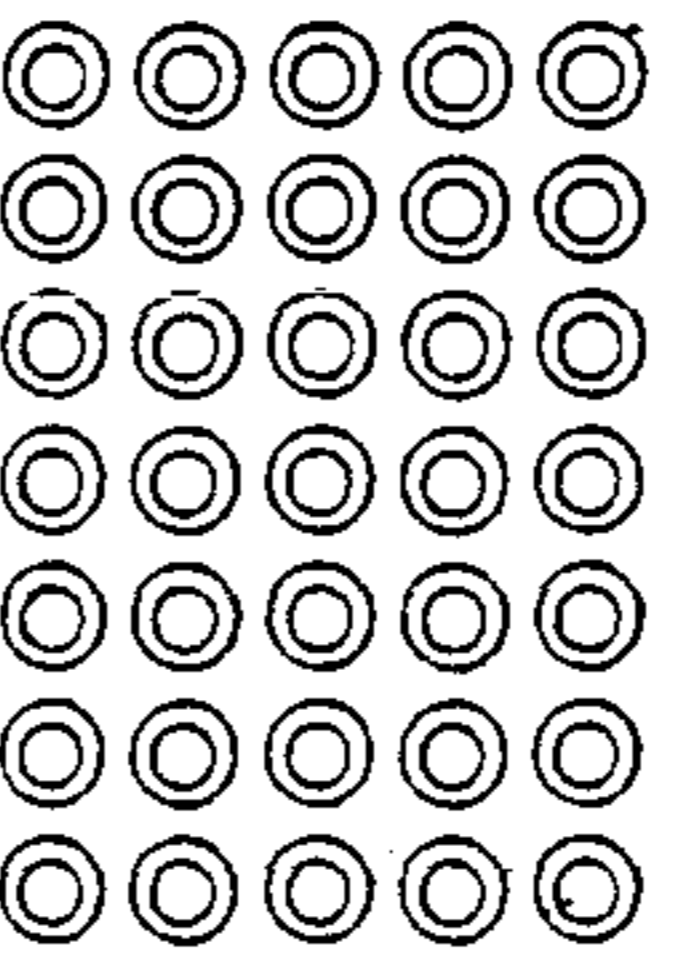
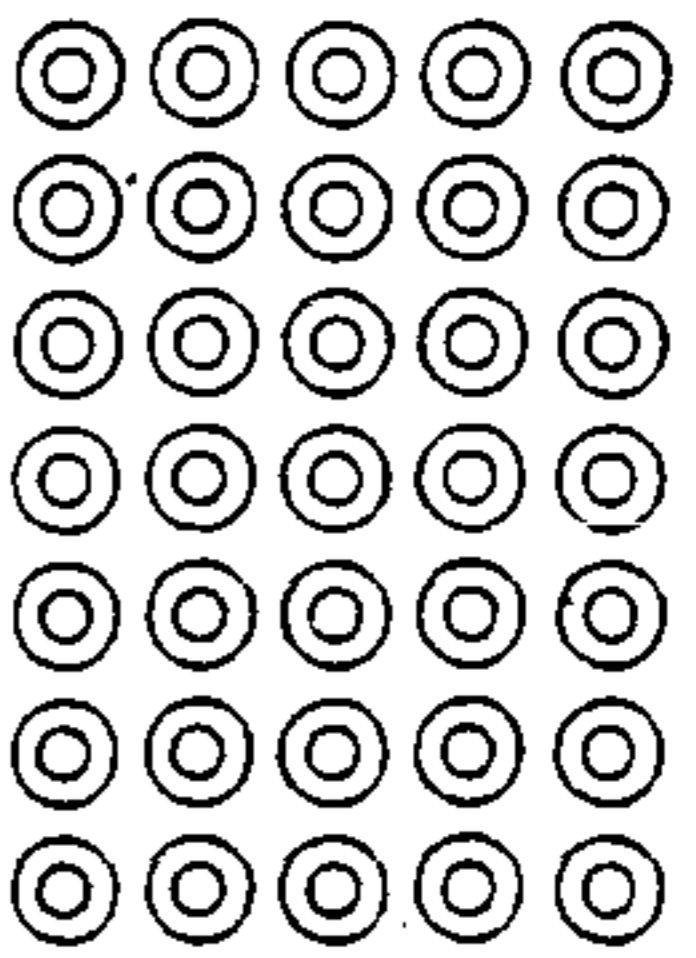
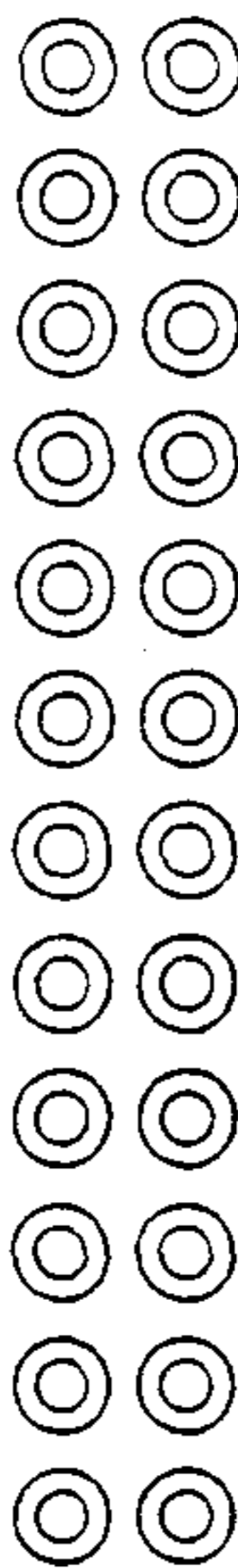
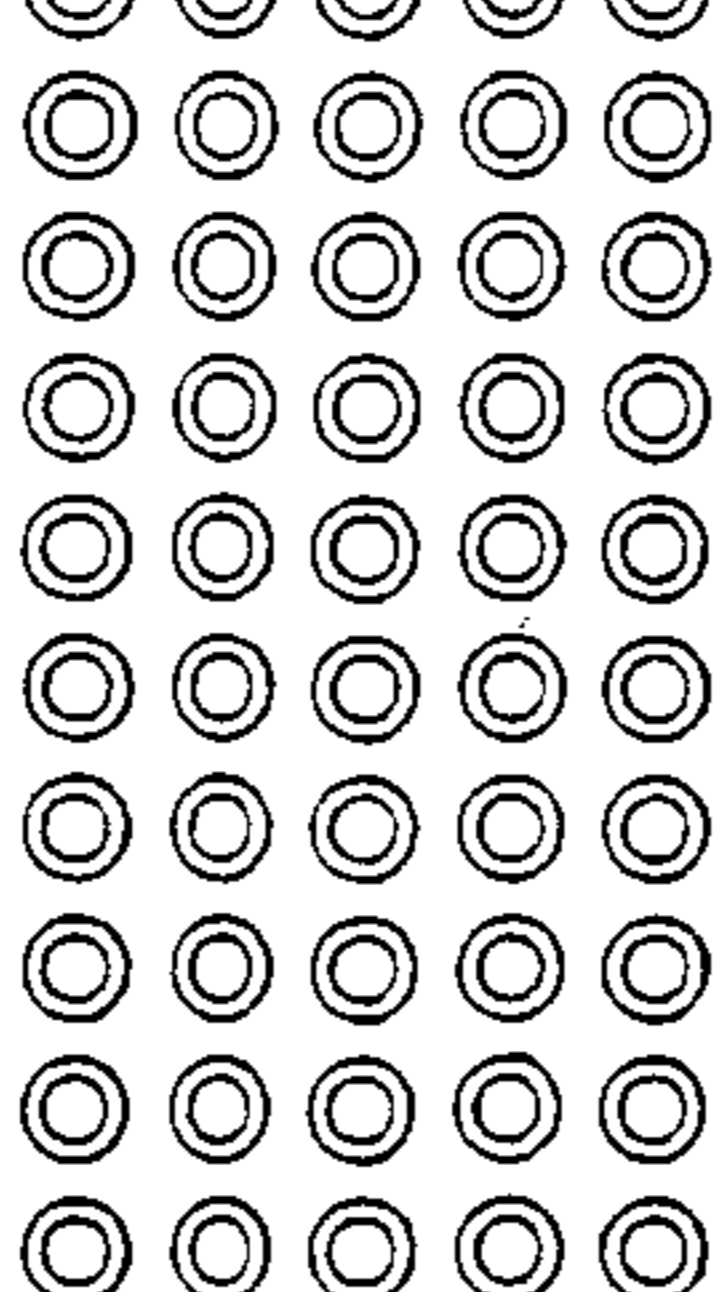
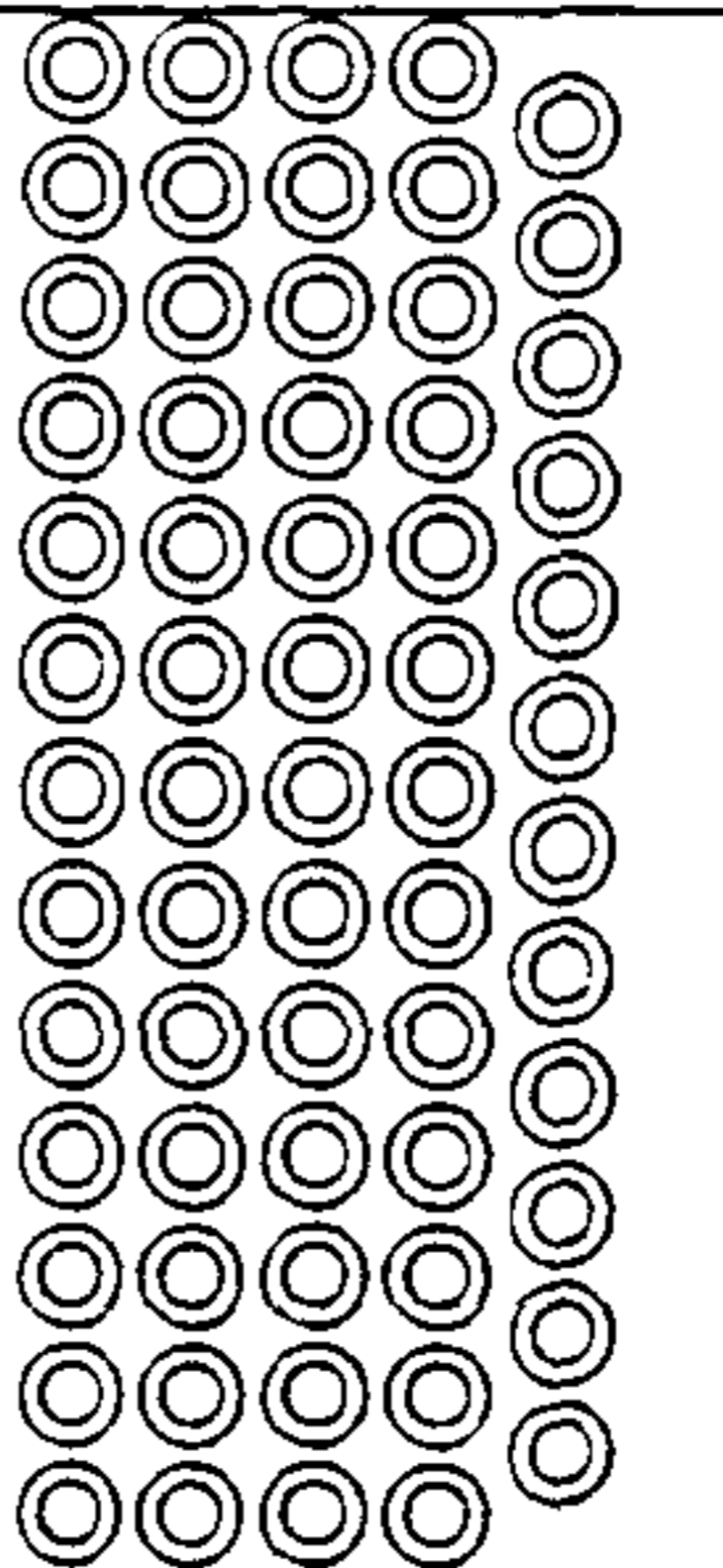
	A		B		C	
	L	R	L	R	L	R
Front-view						
Finger thickness	10 mm					

		Orientation in Components Supply System									
Orientation											
Finger type	L	B	B	B	A	A	C	A	A	C	C
	R	A	B	B	B	A	C	A	A	C	C
No.		2	6	8	12	22	24	25	26	28	29

E. Correction unit 구성

Finger 는 위의 표에서 볼 수 있듯 3 pair 즉 6 개를 조합해서 사용한다. 또한 finger 부품을 부품정렬장치로 부터 받을 때의 부품의 Orientation 은 위의 그림의 아래쪽에 있는 모양 대로이다.

hole pitch	1.7 mm	1.0 mm	0.8 mm	0.6 mm
2.34 mm TYP		No. 6 No. 8	No. 24	No. 22, 25 . 26, 28
2.0 mm TYP	No. 2		No. 12, 29	

hole pitch	1.7 type	1.0 type	0.8 type	0.6 type
2.54mm type				
2.0mm type				

correction unit

F. PCB 고정 및 turning

아래의 그림과 같은 device 를 고안하여 PCB 를 fixing 및 turning 을 한다. turning 을 하는 이유는 부품을 Soldering 하기 위해서이다. 또한 Part B 는 일종의 스폰지인데 스폰지를 대는 이유는 부품들을 Soldering 할때에 Pin 에 인두로 가압력을 주는데 이때 부품들을 지지해 주는 역할을 한다. 또한, 부품의 높낮이가 있어 탄력이 있는 소재를 사용해야 한다.

동작순서를 설명하면 다음과 같다.

step 1 : PCB 를 A 에 로봇트의 suction gripper 를 올려 놓는다.

step 2 : PCB 주위의 Zig 로 PCB 를 고정한다.

step 3 : 로봇트로 PCB 에 부품을 삽입한다.

step 4 : B 로 A 를 덮는다.

step 5 : turning device 로 PCB 를 180° 로 회전시킨다.

step 5 : Soldering

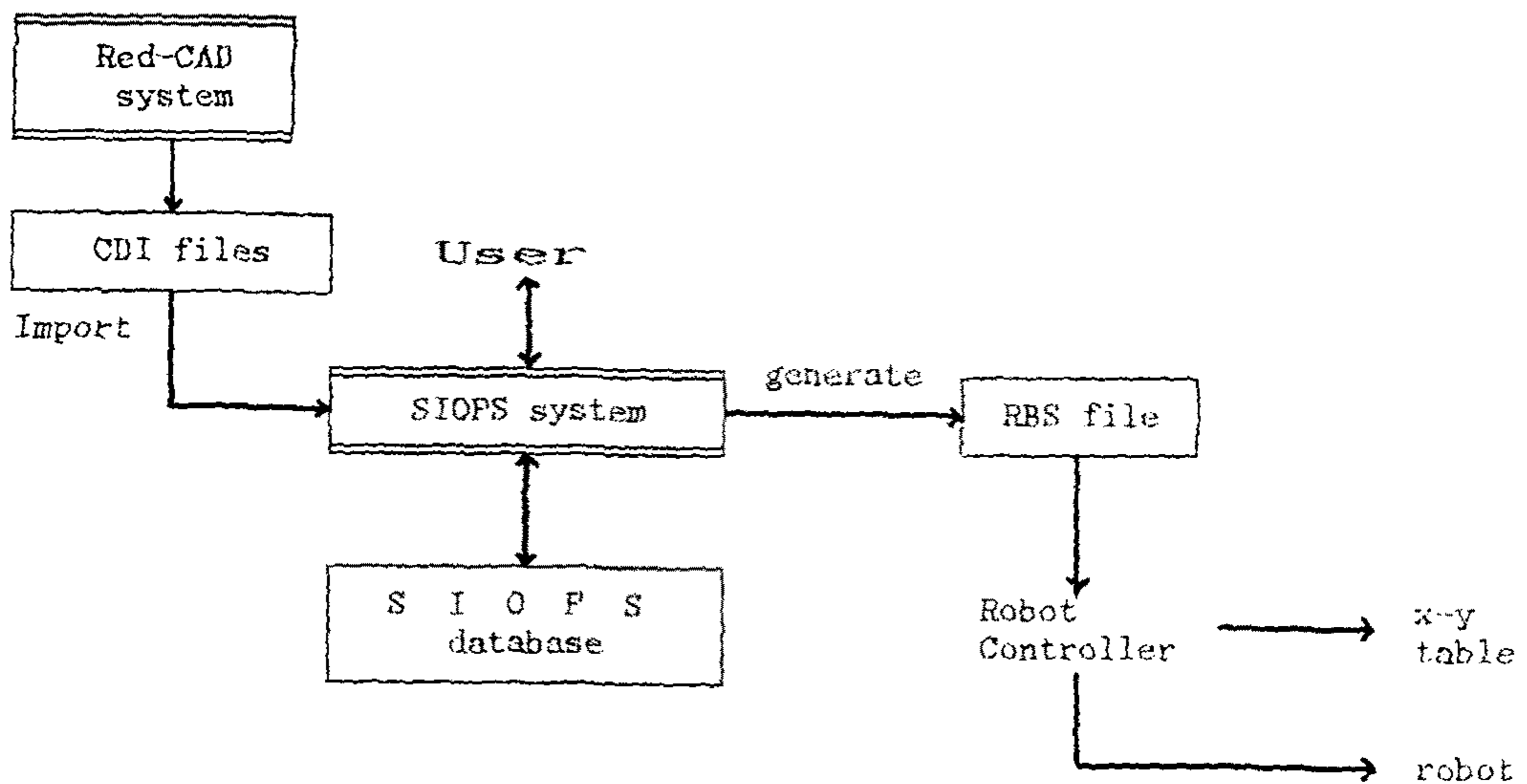
여 백

제 5 장 이형부품 삽입용 Off-line Programming 기술개발

여 백

S I O P S

Soldering and Insertion Offline Programming System



The SIOPS system consists of six menu entries. In the SIOPS system ver. 1.0 it has some menus not used. If these menus are selected, the message box 'Cannot be used' is displayed. This box have only a OK button.

• Main Menu

- Files
- Insertion
- Soldering
- Collision body
- Robot
- Options

• File

- Import : At the beginning, the menu 'Save' and 'Save as' are active. When 'Import' or 'Open' is executed, they become active.
- Open The .CDI files cannot be opened through 'Open' but through 'Import'.
- Save
- Save as
- Close

A. Import

User selects one of the .CDI files made in the Red-CAD system. The selected file is saved in the SIOPS database. The name of the .CDI file is put into the PCB table as a content of the PCBID field. In this time, if the SIOPS system have the same name as the .CDI filename, Messagebox asking the new name will be displayed.

If the diameter of the hole to be drilled from the CDI file is undefined, a message box will be displayed. Through this message box user determines the soldering parameters, which are saved in the SIOPS database.

The path of the insertion and the soldering is automatically decided. First, insertion path is in the ascending order of the component height. Soldering path is decided in the ascending order of the temperature. If the same temperature exist, the path is decided by the distance.

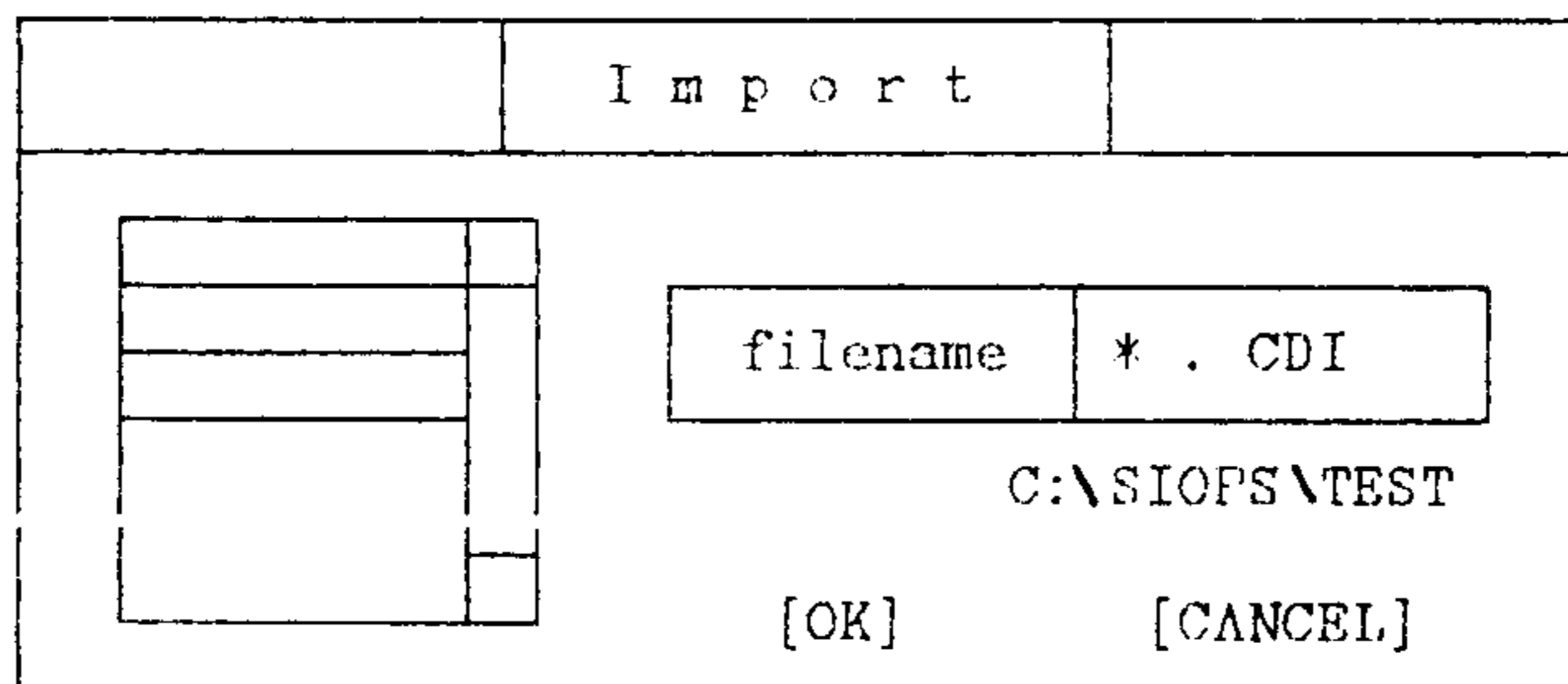


fig 1. dialogbox IMPORT

B. Open

User selects one of the PCB names, and then the PCB board is displayed. Here, the components and the soldering points are shown in rectangles and small circles respectively.

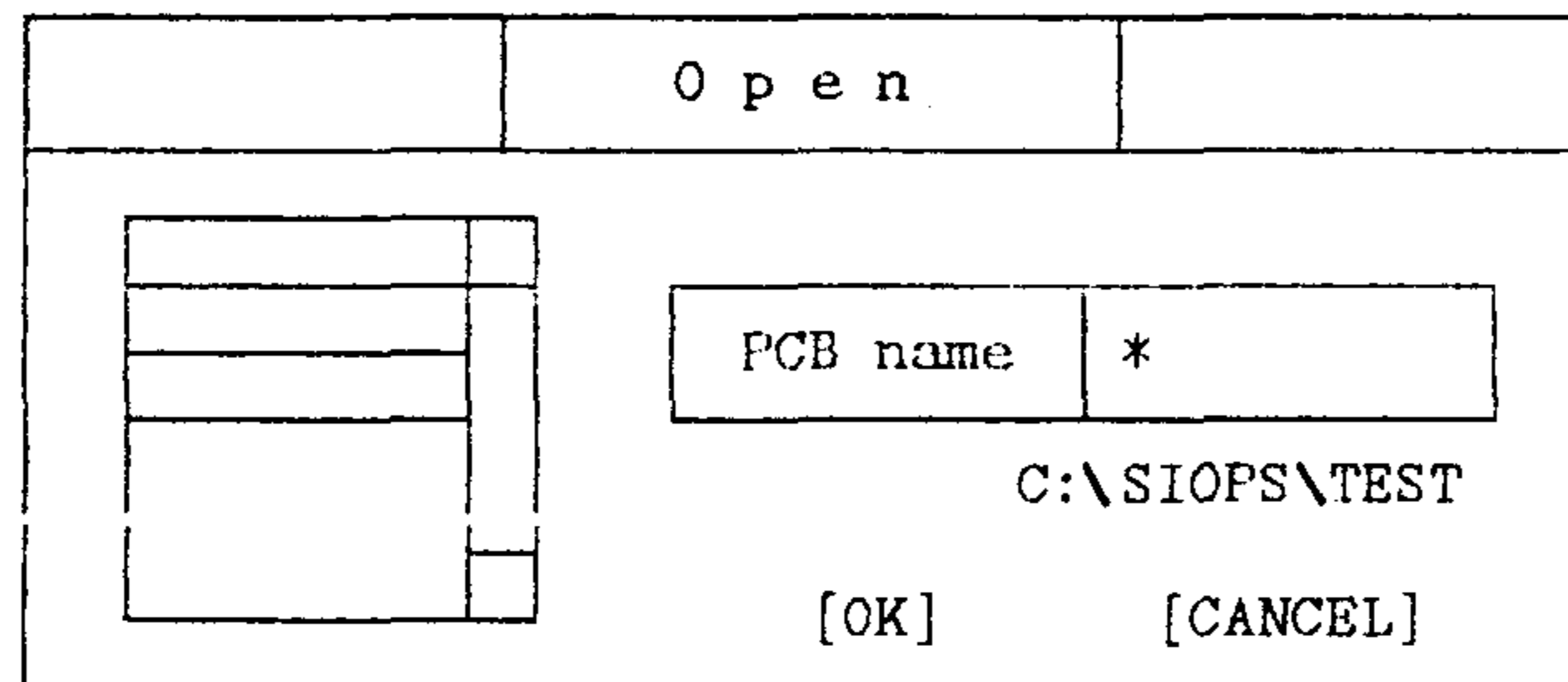


fig 2. dialogbox OPEN

C. Save

Save the processing task as the name opened.

D. Save as

Save the processing task as a new name. If the new name is in the SIOPS system, error message will be displayed. And write a new name.

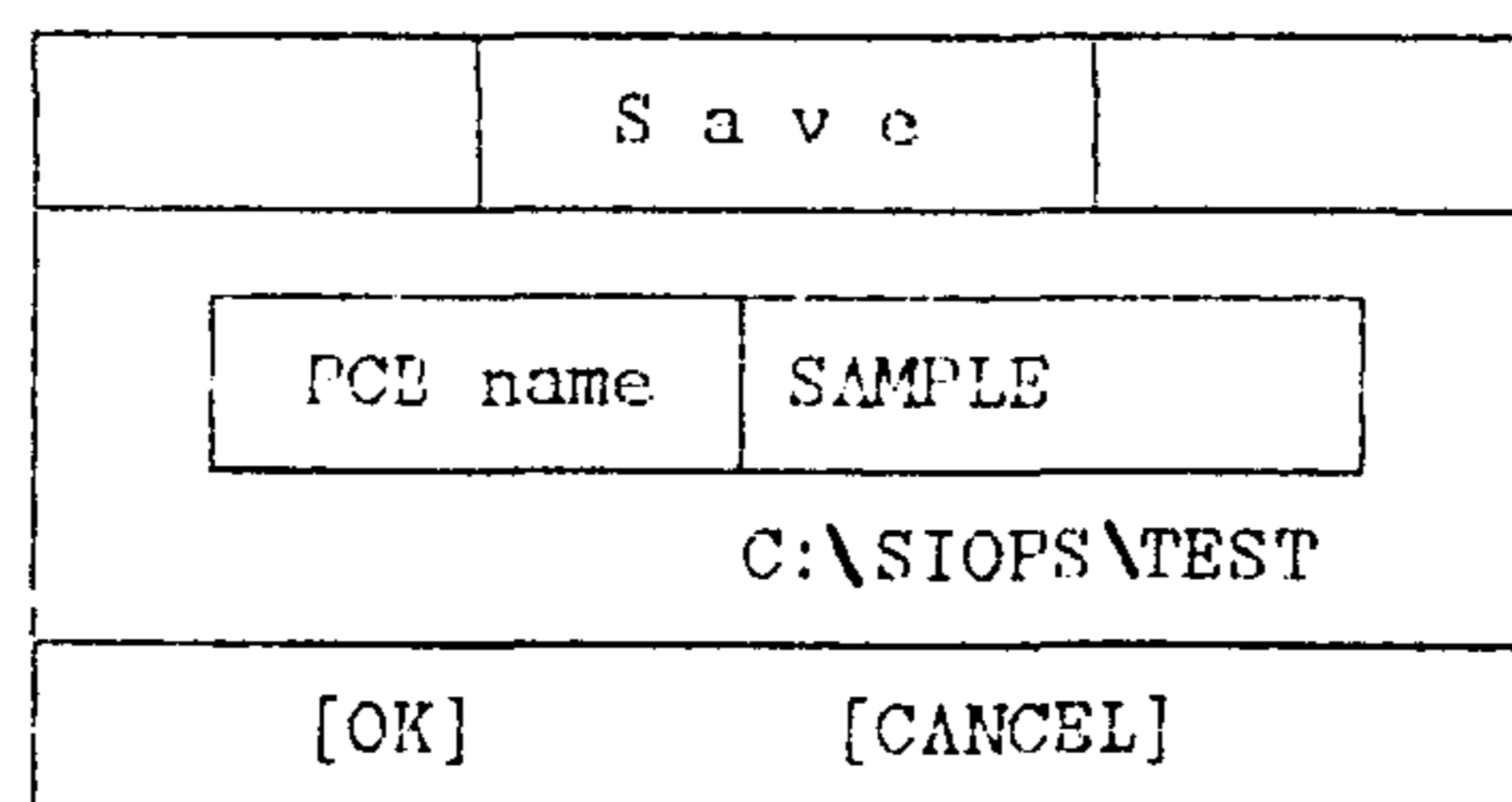


fig 3. dialogbox SAVE

E. Close

Close the SIOPS system.

This is always active. Selecting 'Close', SIOPS window will be destroyed. If the task is closed without saving, the message box for saving will be displayed.

	Close	
This task has changed !! PCB SAMPLE Do you want to save it ?		
[YES]	[NO]	[CANCEL]

fig 4. dialogbox CLOSE

• Insertion

: The method of selecting a component is clicking the mouse in the component outline.

- Change parameters
- New path
- Change path
- Indicate path
- Not indicate components

A. Change parameters

Cannot be used in the SIOPS ver. 1.0.
Selecting this, the message box 'Cannot be used' are displayed.

B. New path

Cannot be used. Selecting this, the message box 'Cannot be used' are displayed.

C. Change path

At the beginning this menu is unactive.
Selecting a certain component, it becomes active.
If the selected component is in the insertion path,
"Delete a component from the path"

Change the path
Delete a component from path.
[OK] [CANCEL]

fig 5. dialogbox for deleting a component from the path

If it is not in the path,
"Add a component into the path"

Change the path
Add a component into path <ul style="list-style-type: none">• Predecessor• Successor
[O K] [CANCEL]

fig 6. dialogbox for adding a component into path

D. Indicate path

The insertion path is not shown with arrows,
but with element numbers.

E. Not indicate components

Erase the component outlines and element numbers, and the menu changes into 'Indicate components'.
Selecting the menu 'Indicate components', they are redisplayed

- **Soldering**

: The washing process is executed when the soldering tip moves to the next position after soldering.

-Change Parameters

-Add washing

-Delete washing

-New path

-Change path

-Indicate path / Not indicate path

-Not indicate soldering points / Indicate soldering points

- A. Change Parameters**

Cannot be used. Selecting this, the message box is displayed

- B. Add washing**

Add a washing into the soldering path.

Add a washing
Add washing into path <ul style="list-style-type: none">• Predecessor• Successor
[OK] [CANCEL]

fig 7. dialogbox for adding a washing

- C. Delete washing**

Delete a washing from the soldering path.

Delete washing
Delete a washing from soldering path.
[OK] [CANCEL]

fig 8. dialogbox for deleting a washing

D. New path

Cannot be used. Selecting this, the message box 'Cannot be used' is displayed.

E. Change path

At the beginning, this is unactive.
At first, user must select a soldering point.
If the selected soldering point is in its path,
"Delete a soldering point from the path"

Change the path
Delete a soldering point from path.
[OK] [CANCEL]

fig 9. dialogbox for deleting a soldering point

If it is not in the path,
"Add a soldering point into the path"

Change the path
Add a soldering point into path. <ul style="list-style-type: none">• Predecessor• Successor
[OK] [CANCEL]

fig 10. dialogbox for adding a soldering point

F. Indicate path

The soldering path is shown with arrows.

G. Not indicate soldering points

Erase the soldering points and the path in the window, and the menu changes into 'Indicate soldering points'.
Selecting the menu 'Indicate soldering points', they are redisplayed.

- **Collision body**

: Cannot be used in the SIOPS ver. 1.0.
Only a message box is displayed.
It has two pop-up menus, ADD and Delete.

-Add a collision body

-Delete a collision body

- **Robot**

-Select Robot System

-Generate Robot Program

-Send to Robot

-Monitor of Robot

- A. **Select Robot System**

Select the robot system of the SCARA type.

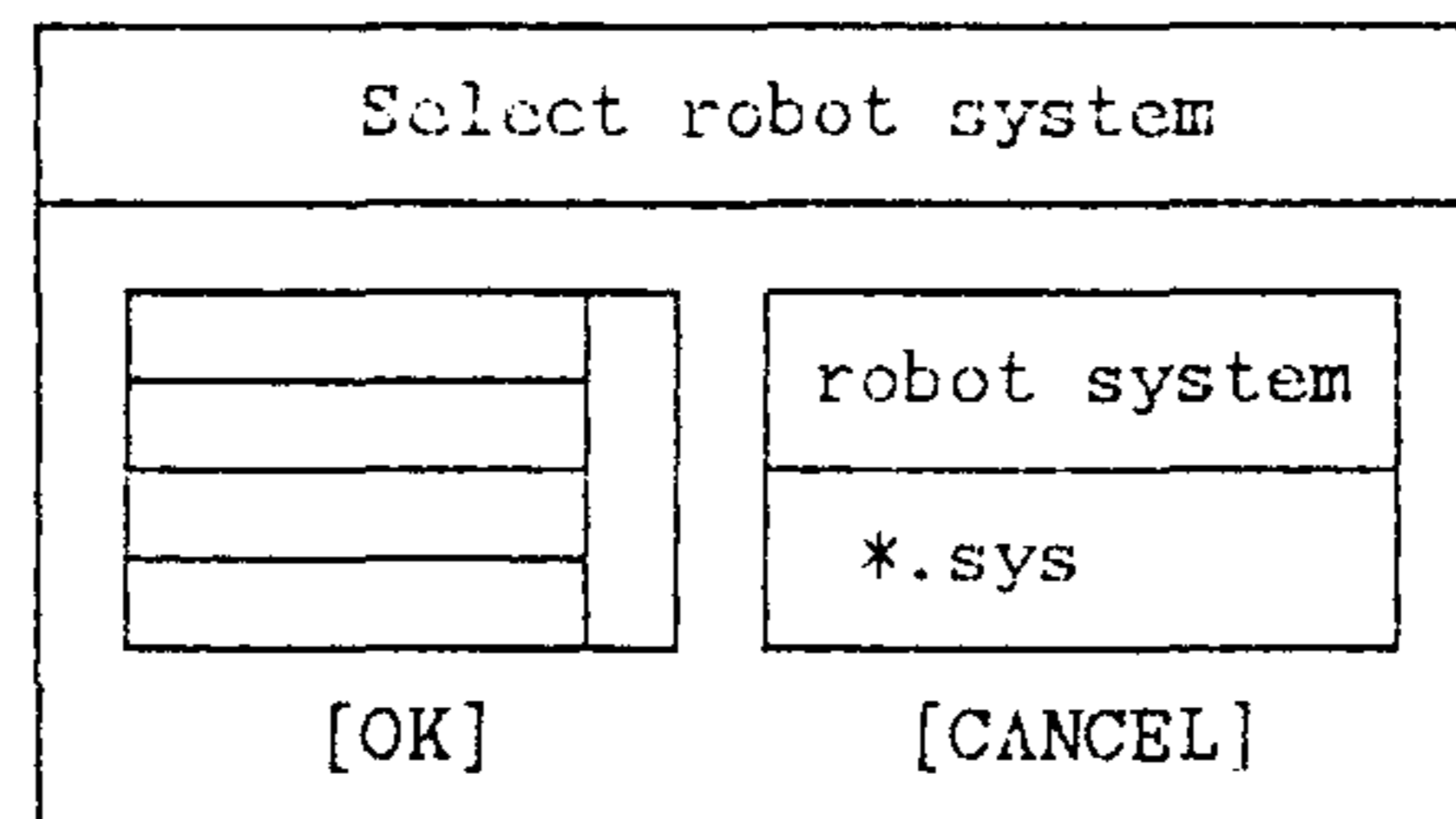


fig 11. dialogbox for selecting the robot system

- B. **Generate Robot Program**

Generate the robot program for the insertion and the soldering task.

C. Send to Robot

Send the robot program for the insertion and the soldering task to the robot controller.

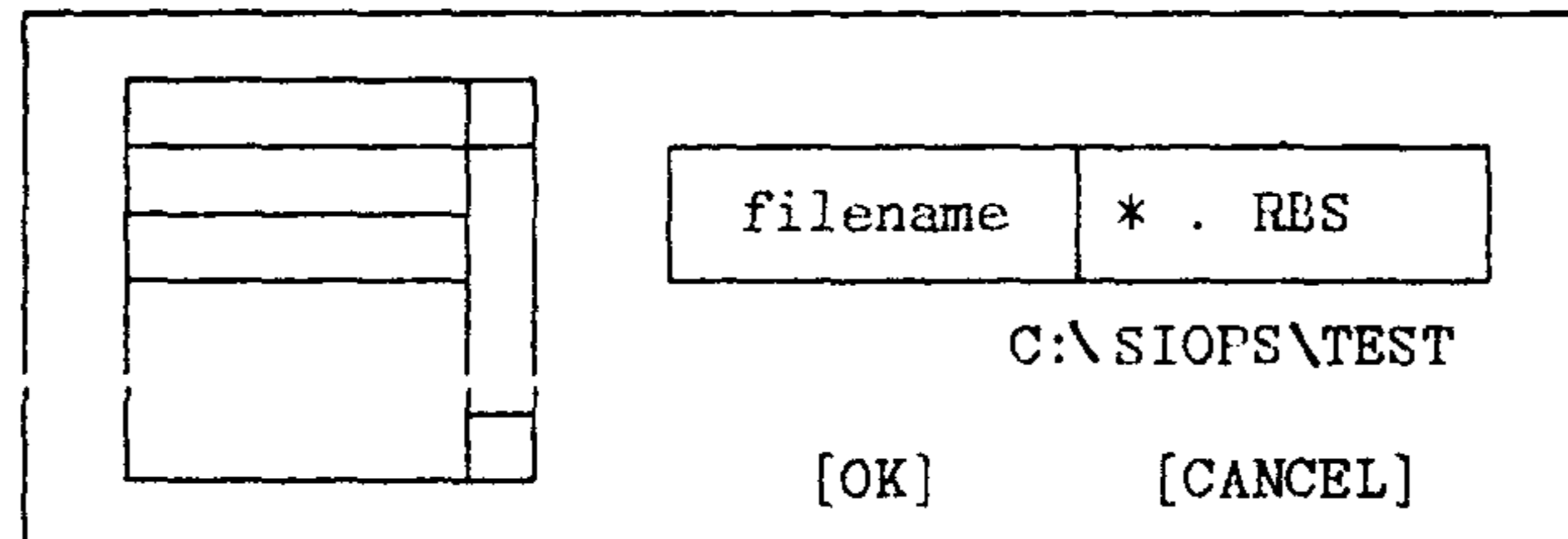


fig 12. dialogbox for sending the robot program

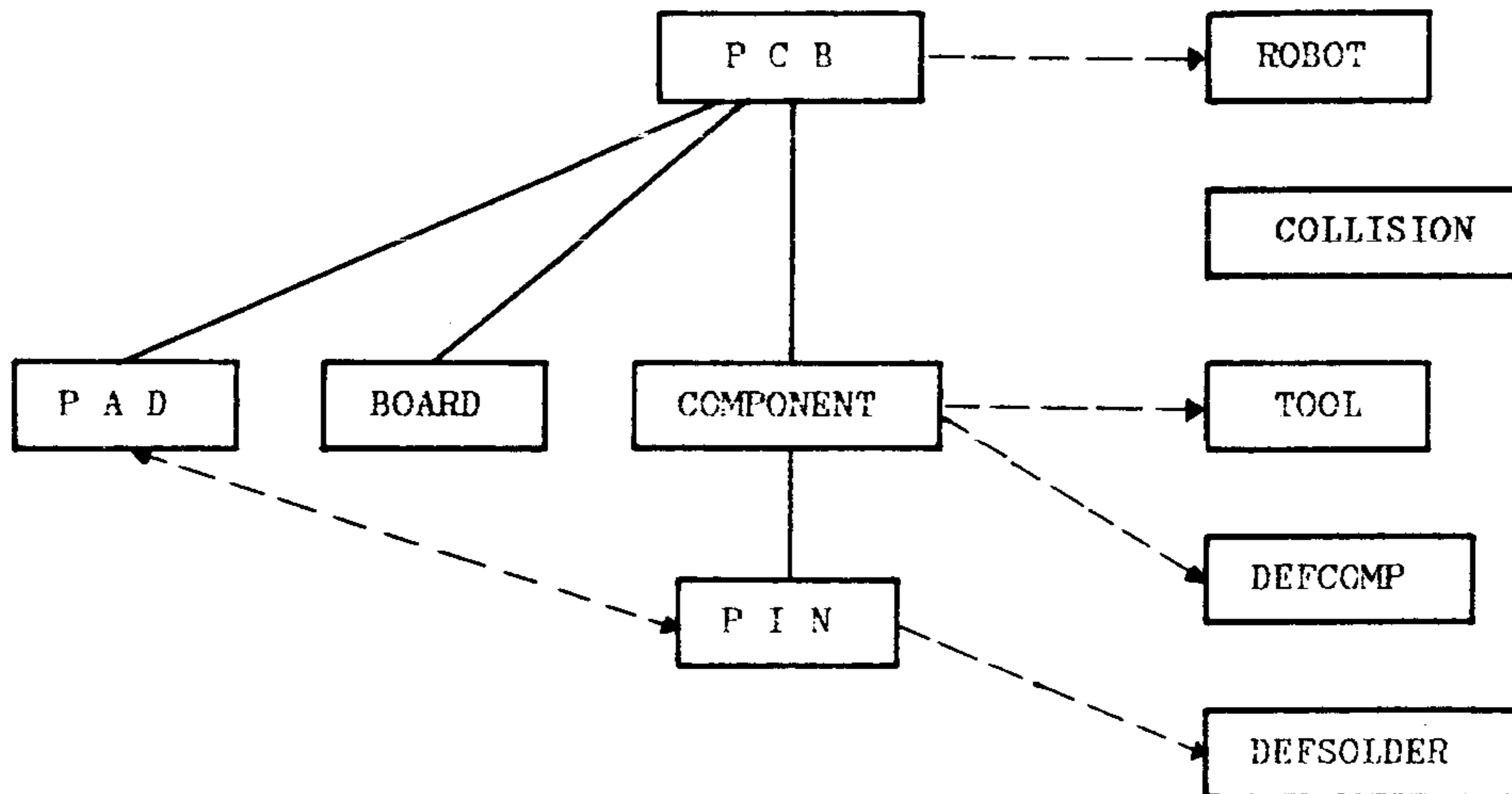
D. Monitor of Robot

Change to the monitor mode for a robot controller.

• Option

- Grid on/off
- Component name on/off
- Coordinate on/off
- Zoom in/out
- Mirror
- Information

SIOPS DATABASE



We will use Database Manager that runs in the OS/2 mode of the IBM Operation System/2 program. Database Manager is a relational database management system. The SIOPS database consists of ten tables :

PCB
PAD
BOARD
COMPONENT
PIN
DEFCOMP
DEFSOLDER
TOOL
COLLISION
ROBOT

Data Types in SIOPS Database

When a table is created, each of its columns is defined to hold one of two types of data :

- Character String
- Numeric

Character String

The character string data types allow any character :

CHAR	For fixed-length character strings to a maximum length of 254 bytes.
VARCHAR	For variable-length character strings to a maximum length of 4,000 bytes.
LONG VARCHAR	For long varying-length character strings with a maximum length of 32,700 bytes.

Numeric

These data types are for numeric data only. Numeric data can be operated on arithmetically. Its data types are :

SMALLINT	For 2-byte binary integers. Its range is -32768 to 32767.
INTEGER	For 4-byte binary integers. You can also specify INT The range of INT is -2147483648 to 2147483647.
DECIMAL	For decimal numbers. You can also specify DEC. The maximum precision is 31 digits. The precision of any decimal number must be odd. The maximum range is $-10^{31} + 1$ to $10^{31} - 1$
FLOAT	For double precision floating numbers. The number can be zero, or can range in magnitude from 2.225E-307 to 1.79769E+308.

The Information for the Tables

- Definition of PCB table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
Corner	SMALLINT	The number of corners on the board outline plus one - Corner between 4 and 62
LayerMAX	SMALLINT	Maximum number of layers - LayerMAX between 1 and 16

Because we save the unit changed from dsu to mm, the column 'UNI' is excluded from the table.

• **Definition of PAD table**

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
PADID	SMALLINT	Pad code - in the range of 0 to 31 inclusive
Drill	SMALLINT	The diameter of the hole to be drilled in the pad thousandths of an inch - in the range of 0 to 1032 inclusive
Shape	CHAR(1)	0 for finger shapes 1 for solid round pads 2 for solid square pads 3 for annular pads

We excluded the column 'Plated' from the table, because it is used only in finger shapes. We does not use the finger shapes at the SIOPS system.

• **Definition of BOARD table**

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
CornerID	SMALLINT	Index of corners
CornerX	SMALLINT	X coordinate value of the corner - in the range 0 to 1023 inclusive
CornerY	SMALLINT	Y coordinate value of the corner - in the range 0 to 1023 inclusive

• Definition of COMPONENT table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
LocalCompID	SMALLINT	Local library reference number - in the range 0 to 127 inclusive.
Length	SMALLINT	Length of the component
Width	SMALLINT	Width of the component
PinNum	SMALLINT	The number of pads on the component - Maximum value is 256, minimum value is 1.
GloCompID	SMALLINT	The number identifying the component definition data in the disc based library - in the range 128 to 32767 inclusive.
CompName	CHAR(4)	Name of the component
OnGrid	CHAR(1)	Indicates whether the component includes off-grid data 0 if on-grid 1 if off-grid
NameOri	CHAR(1)	Orientation of the component name 0 for horizontal 1 for vertical
NameX	SMALLINT	X coordinate value of the position of the the component name relative to the center of the component outline
NameY	SMALLINT	Y coordinate value of the position of the component name

continue ...

InsertLayer	CHAR(1)	Defines the layers on which mounting pads appear 0 for all sides 1 for layer 1 of the board 2 for max layer of the board 3 for outer layers (1 and max) only
InsertOri	CHAR(1)	Orientation of the component 0 not rotate 1 90 counter-clockwise 2 180 3 270
InsertX	SMALLINT	X coordinate value of the position in the layout of the lower left hand pad - after rotation
InsertY	SMALLINT	Y coordinate value of the position in the layout of the lower left hand pad - after rotation
InsertHeight	SMALLINT	Height of the component at the board
InsertSeq	SMALLINT	No. of the insertion sequence
ToolID	CHAR(8)	Name of the tool
InsertComp	CHAR(1)	Indicates whether the component is inserted 0 not inserted 1 inserted

The columns 'ToolID' 'InserHeight' 'InserComp' 'CompName' is filled with the data in the table 'DEFCOMP'. In this case, the matching key is GloCompID.

• Definition of PIN table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
LocalCompID	SMALLINT	local library reference number
PinID	SMALLINT	Pin number It must be in the range 1 to 256 inclusive.
PinX	SMALLINT	X coordinate value of the pin position - It must be in the range 0 to 1023.
PinY	SMALLINT	Y coordinate value of the pin position
PADID	SMALLINT	Padcode
SoldSeq	SMALLINT	No. of the soldering sequence
Washing	CHAR(1)	Indicates whether a washing is in the soldering path. 0 not in the path 1 in the path
SoldParam		

The column 'SoldParam' is filled with the data from the table 'DEFSOLDER'. The PADID matches 'Drill' 'Shape' of the table 'PAD'. These become matching keys to access the data from the table 'DEFSOLDER'.

• Definition of DEFCOMP table

ColumnName	DataType	Description
GloCompID	SMALLINT	No. of the component definition data in the disc based library - in the range 128 to 32767 inclusive.
CompName	CHAR(8)	name of the component
DefTool	CHAR(8)	Name of the tool
DefInsertHeight	SMALLINT	Height of the component at the board
InsertComp	CHAR(1)	Indicates whether the component is inserted 0 not inserted 1 inserted

We added the column 'CompName' into the table.
The component names are saved in the library at Red-CAD system.

- Definition of DEFSOLDER table

ColumnName	DataType	Description
Drill	SMALLINT	Pad code
Shape	CHAR(1)	Index of shapes
SoldParam		

The same as the table 'PAD' we excluded the column 'Plated'.

- Definition of TOOL table

ColumnName	DataType	Description
ToolID	CHAR(8)	Name of the tool
ToolX	SMALLINT	X coordinate value
ToolY	SMALLINT	Y coordinate value
ToolZ	SMALLINT	Z coordinate value

- Definition of COLLISION table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
CollisionID	SMALLINT	Index of collision body
CollisionX	SMALLINT	X coordinate value of collision body to the center of the collision body outline
CollisionY	SMALLINT	Y coordinate value of collision body to the center of the collision body outline
CollLength	SMALLINT	Length of the collision body
CollWidth	SMALLINT	Width of the collision body
CollHeight	SMALLINT	Height of the collision body

We add three columns into the table. They are CollLength, CollWidth, and CollHeight.

Structure of the .CDI file

The .CDI file must start with .PCB and end with .EOD.

The format of the .CDI file is shown below :

.PCB	
.ASS	Assignment
.BOA	Board Outline
.LIB	Component Shape Definitions
.IDX	Index of local library numbers
.COM	Component List
.REM	User or system comment
.EOD	

Assignment (.ASS)

• Used items are :

MAX <n> defines the maximum numbers of layers on a board.
n can be between 1 and 16

UNI <n> is in the range 32 to 127 inclusive and is the number
of dsu to the inch.

PAD <c> is the pade code and is in the range 0 to 31 inclusive

<shape> 0 for finger shapes
1 solid round pads
2 solid square pads
3 annular pads

<drill> is the diameter of the hole to be drilled in the
pad in thousandths of an inch. Values are in the
range of 0 to 1023 inclusive for round.

Board Outline (.BOA)

- The format of entry is :
L <n>
X1 Y1
X2 Y2
.. ..
Xn Yn

- Used items are :

<n> is the number of corners on the board outline plus one.

Xn Yn are the coordinates, in dsu, of the corners of the board.

- Coordinates must be positive integers in the range 0 to 1023 inclusive.
- The last pair of coordinates must be the same as the first pair.
- Coordinate pairs must be entered in sequence round the outline. Clockwise or counter-clockwise rotation can be used.

Component Library Definition (.LIB)

- The format of entry is :
L <number> <x><y> <n>
X1 Y1 <padcode>
X2 Y2 <padcode>
..
..
Xn Yn <padcode>

- Used items are :

<number> is the library reference number of the component type. and must be in the range 0 to 127 inclusive.

<x> <y> are the dimension of the component outline in the X and Y directions. Values are in the range 0 to 1023 dsu.

<n> is the number of pads on the component. Maximum value is 256, minimum value is 1.

X1 Y1 are the coordinates, in dsu, of the pad positions
to relative to the lower left hand corner of the outline.
Xn Yn Values are in the range 0 to 1023.

<pad code> is a number in the range 0 to 31 which defines the size and shape of the pad and the diameter of any hole in the pad.

Index of Library Reference (.IDX)

- The format of the entry is :

L<n> <number> 0 — We use all items.

<n> is the library number and is in the range 0 to 127 inclusive.

<number> is the number identifying the component definition data in the disc based library. It is in the range 128 to 32767 inclusive.

0 indicates whether the component includes off-grid data.

Component List (.COM)

- The format is : <name><ori><Xn Yn> L<number><s><o><X Y>

- Used items are :

<name> is the name given to the component in the circuit. The name consists of a maximum of four alphanumeric characters, the first of which must be a letter.

<ori> is the orientation of the component name.
0 for horizontal, 1 for vertical.

<Xn Yn> are the coordinates of the position of the component name relative to the center of the component outline. The values can be in the range -63 to +63 dsu.

<number> is the library reference number for the component type.

<s> defines the layers on which mounting pads appear.
0 for all sides
1 for layer 1 of the board
2 for max layer of the board
3 for outer layers (1 and max) only

<o> is the orientation of the component outline on the layout as compared with the attitude of the outline in the library definition. Orientation is defined as 0, 1, 2 or 3 quadrants or 90 counter-clockwise rotation about the component origin.

<X Y> are the coordinates in the dsu of the position in the layout of the lower left hand pad (after rotation).

```

.REM REDBOARD STANDARD DEFAULTS
.REM NO DATA FOR .IFL
.PCB

```

```

.ASS

```

```

MAR 14 1
CMD 0
MAX 4
UNI 50
PAD 0 - 45 1 25 0
PAD 1 - 0 1 0 0
PAD 2 - 55 1 25 0
PAD 3 - 55 1 25 0
PAD 4 - 55 1 25 0
PAD 5 - 55 1 25 0
PAD 6 - 75 2 40 0
PAD 7 - 75 3 40 0
PAD 8 - 100 1 44 0
PAD 9 - 100 2 44 0
PAD 10 - 100 3 44 0
PAD 11 - 125 1 44 0
PAD 12 - 60 3 110 0
PAD 13 - 75 1 0 0
PAD 14 - 60 3 120 0
PAD 15 - 180 2 120 0
PAD 16 - 220 1 1 0
PAD 17 - 210 1 1 0
PAD 18 - 50 1 28 0
PAD 19 - 50 2 28 0
PAD 20 - 50 3 28 0
PAD 21 - 50 0 0 0 175 0
PAD 22 - 60 0 0 0 170 0
PAD 23 - 75 0 0 0 163 0
PAD 24 - 100 0 0 0 150 0
PAD 25 - 50 0 0 1 175 0
PAD 26 - 60 0 0 1 170 0
PAD 27 - 75 0 0 1 163 0
PAD 28 - 100 0 0 1 150 0
PAD 29 - 60 0 32 0 7 0
PAD 30 - 60 0 32 1 7 0
PAD 31 - 20 0 0 0 285 0
TRA 0 - 30
TRA 1 - 10
TRA 2 - 12
TRA 3 - 20
TRA 4 - 25
TRA 5 - 50
TRA 6 - 50
TRA 7 - 50
TEX 0 5 10
TEX 1 4 12

```

TEX 2	5	10
TEX 3	8	15
TTS -	5	
TPS -	5	
FPS -	5	

.BOA		
L 5		
0	0	
500	0	
500	380	
0	380	
0	0	

LIB				
L 0	15	5	2	
3	3	4		
13	3	5		
L 1	20	5	2	
3	3	4		
18	3	5		
L 2	10	10	2	
3	5	4		
8	5	5		
L 3	78	41	17	
20	0	1		
25	0	1		
31	0	1		
36	0	1		
41	0	1		
46	0	1		
53	0	1		
58	0	1		
23	0	1		
28	0	1		
34	0	1		
39	0	1		
44	0	1		
50	0	1		
55	0	1		
6	9	1		
71	9	1		
L 4	10	5	2	
3	3	4		
8	3	5		
L 5	45	20	16	
5	3	2		
10	3	3		
15	3	3		
20	3	3		
25	3	3		

	30	3	3	
	35	3	3	
	40	3	3	
	40	18	3	
	35	18	3	
	30	18	3	
	25	18	3	
	20	18	3	
	15	18	3	
	10	18	3	
	5	18	3	
L	6	50	20	18
	5	3	2	
	10	3	3	
	15	3	3	
	20	3	3	
	25	3	3	
	30	3	3	
	35	3	3	
	40	3	3	
	45	3	3	
	45	18	3	
	40	18	3	
	35	18	3	
	30	18	3	
	25	18	3	
	20	18	3	
	15	18	3	
	10	18	3	
	5	18	3	
L	7	125	15	50
	3	5	2	
	3	10	3	
	8	5	3	
	8	10	3	
	13	5	3	
	13	10	3	
	18	5	3	
	18	10	3	
	23	5	3	
	23	10	3	
	28	5	3	
	28	10	3	
	33	5	3	
	33	10	3	
	38	5	3	
	38	10	3	
	43	5	3	
	43	10	3	
	48	5	3	
	48	10	3	
	53	5	3	
	53	10	3	
	58	5	3	
	58	10	3	

	63	5	3	
	63	10	3	
	68	5	3	
	68	10	3	
	73	5	3	
	73	10	3	
	78	5	3	
	78	10	3	
	83	5	3	
	83	10	3	
	88	5	3	
	88	10	3	
	93	5	3	
	93	10	3	
	98	5	3	
	98	10	3	
	103	5	3	
	103	10	3	
	108	5	3	
	108	10	3	
	113	5	3	
	113	10	3	
	118	5	3	
	118	10	3	
	123	5	3	
	123	10	3	
L	8	40	20	14
	5	3	2	
	10	3	3	
	15	3	3	
	20	3	3	
	25	3	3	
	30	3	3	
	35	3	3	
	35	18	3	
	30	18	3	
	25	18	3	
	20	18	3	
	15	18	3	
	10	18	3	
	5	18	3	
L	9	55	20	20
	5	3	2	
	10	3	3	
	15	3	3	
	20	3	3	
	25	3	3	
	30	3	3	
	35	3	3	
	40	3	3	
	45	3	3	
	50	3	3	
	50	18	3	
	45	18	3	
	40	18	3	

	35	18	3	
	30	18	3	
	25	18	3	
	20	18	3	
	15	18	3	
	10	18	3	
	5	18	3	
L 10	75	35	28	
	5	3	2	
	10	3	3	
	15	3	3	
	20	3	3	
	25	3	3	
	30	3	3	
	35	3	3	
	40	3	3	
	45	3	3	
	50	3	3	
	55	3	3	
	60	3	3	
	65	3	3	
	70	3	3	
	70	33	3	
	65	33	3	
	60	33	3	
	55	33	3	
	50	33	3	
	45	33	3	
	40	33	3	
	35	33	3	
	30	33	3	
	25	33	3	
	20	33	3	
	15	33	3	
	10	33	3	
	5	33	3	
L 11	165	50	64	
	5	3	2	
	10	3	3	
	15	3	3	
	20	3	3	
	25	3	3	
	30	3	3	
	35	3	3	
	40	3	3	
	45	3	3	
	50	3	3	
	55	3	3	
	60	3	3	
	65	3	3	
	70	3	3	
	75	3	3	
	80	3	3	
	85	3	3	
	90	3	3	

95	3	3	
100	3	2	
105	3	3	
110	3	3	
115	3	3	
120	3	3	
125	3	3	
130	3	3	
135	3	3	
140	3	3	
145	3	3	
150	3	3	
155	3	3	
160	3	3	
160	48	3	
155	48	3	
150	48	3	
145	48	3	
140	48	3	
135	48	3	
130	48	3	
125	48	3	
120	48	3	
115	48	3	
110	48	3	
105	48	3	
100	48	3	
95	48	3	
90	48	3	
85	48	3	
80	48	3	
75	48	3	
70	48	3	
65	48	3	
60	48	3	
55	48	3	
50	48	3	
45	48	3	
40	48	3	
35	48	3	
30	48	3	
25	48	3	
20	48	3	
15	48	3	
10	48	3	
5	48	3	
L 12	40	25	4
5	5	4	
35	5	5	
35	20	5	
5	20	5	
L 13	5	5	1
3	3	15	

```

.IDX
L 0 7200
L 1 5230
L 2 7102
L 3 12015 0
L 4 7100
L 5 1023
L 6 1024
L 7 2050
L 8 1022
L 9 1025
L 10 1130
L 11 1248
L 12 11090
L 13 1501

```

```

.COM
H1 0 0 0 L 13 0 0 10 10
H2 0 0 0 L 13 0 0 490 10
H3 0 0 0 L 13 0 0 490 370
H4 0 0 0 L 13 0 0 10 370

```

```

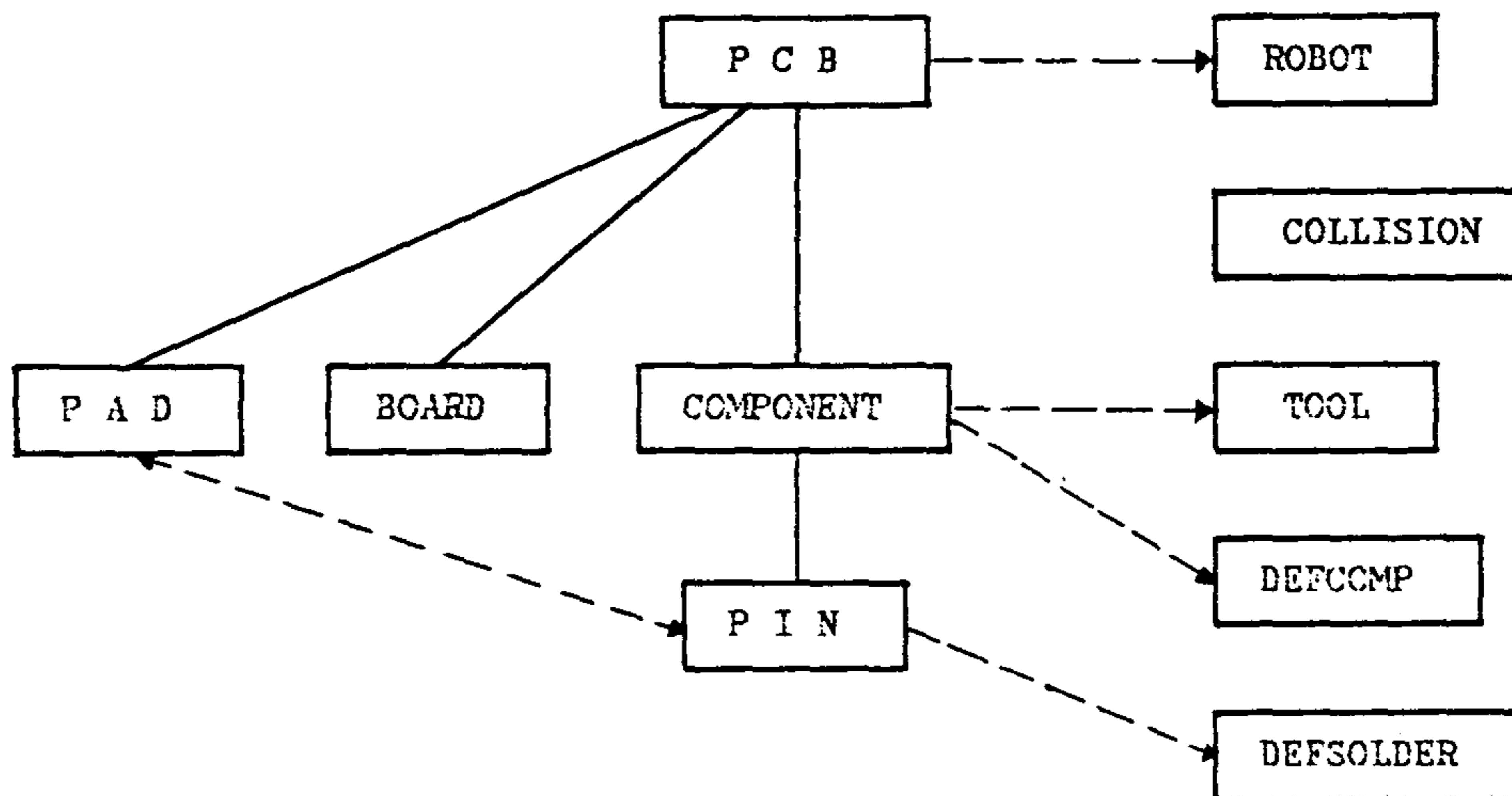
.REF
C1 0 0 0 L 0 0 2 45 310
C2 0 0 0 L 0 0 2 25 310
R1 0 0 0 L 1 0 0 305 185
R3 0 0 0 L 1 0 0 315 220
R4 0 0 0 L 1 0 0 375 150
R5 0 0 0 L 1 0 0 425 115
C3 0 0 0 L 2 0 2 5 310
P1 0 0 0 L 3 0 0 26 339
C11 0 0 0 L 4 0 1 80 40
C12 0 0 0 L 4 0 1 145 40
C13 0 0 0 L 4 0 1 80 70
C14 0 0 0 L 4 0 1 145 70
C21 0 0 0 L 4 0 1 80 100
C22 0 0 0 L 4 0 1 80 130
C23 0 0 0 L 4 0 1 145 100
C24 0 0 0 L 4 0 1 145 130
C31 0 0 0 L 4 0 1 80 160
C32 0 0 0 L 4 0 1 80 190
C33 0 0 0 L 4 0 1 145 160
C34 0 0 0 L 4 0 1 145 189
C41 0 0 0 L 4 0 1 80 220
C42 0 0 0 L 4 0 1 80 250
C43 0 0 0 L 4 0 1 145 220
C44 0 0 0 L 4 0 1 145 250
R2 0 0 0 L 1 0 0 330 185
R6 0 0 0 L 1 0 0 400 115
R7 0 0 0 L 1 0 0 380 220
RN1 0 0 0 L 5 0 2 125 285
R8 0 0 0 L 1 0 1 10 225
RM11 0 0 0 L 6 0 0 90 30
RM12 0 0 0 L 6 0 0 155 30

```


RM13	0	0	0	L	5	0	0	90	60
RM14	0	0	0	L	6	0	0	155	60
RM21	0	0	0	L	6	0	0	90	90
RM22	0	0	0	L	6	0	0	155	90
RM23	0	0	0	L	6	0	0	90	120
RM24	0	0	0	L	6	0	0	155	120
RM31	0	0	0	L	6	0	0	90	150
RM32	0	0	0	L	6	0	0	155	150
RM33	0	0	0	L	6	0	0	90	180
RM34	0	0	0	L	6	0	0	155	180
RM41	0	0	0	L	6	0	0	90	210
RM42	0	0	0	L	6	0	0	155	210
RM43	0	0	0	L	6	0	0	90	240
RM44	0	0	0	L	6	0	0	155	240
VR1	0	0	0	L	1	0	1	5	285
JP1	0	0	0	L	7	0	2	330	20
U20	0	0	0	L	5	0	0	420	265
U25	0	0	0	L	8	0	0	425	195
U18	0	0	0	L	5	0	0	310	230
U19	0	0	0	L	9	0	0	410	230
U17	0	0	0	L	8	0	0	310	195
U26	0	0	0	L	8	0	0	370	195
U27	0	0	0	L	10	0	0	20	275
U2	0	0	0	L	9	0	0	230	305
U3	0	0	0	L	9	0	0	230	275
U12	0	0	0	L	5	0	0	425	160
U1	0	0	0	L	11	0	0	310	60
U16	0	0	0	L	5	0	0	310	160
U28	0	0	0	L	5	0	0	20	30
U29	0	0	0	L	5	0	0	20	60
U30	0	0	0	L	5	0	0	20	90
U31	0	0	0	L	5	0	0	20	120
U32	0	0	0	L	5	0	0	20	150
U33	0	0	0	L	5	0	0	20	180
U34	0	0	0	L	5	0	0	20	210
U35	0	0	0	L	5	0	0	20	240
U14	0	0	0	L	9	0	0	380	125
U4	0	0	0	L	9	0	0	230	30
U5	0	0	0	L	9	0	0	230	90
U6	0	0	0	L	9	0	0	230	150
U7	0	0	0	L	9	0	0	230	210
U8	0	0	0	L	9	0	0	230	60
U9	0	0	0	L	9	0	0	230	120
U10	0	0	0	L	9	0	0	230	180
U11	0	0	0	L	9	0	0	230	240
U15	0	0	0	L	8	0	0	370	160
U21	0	0	0	L	12	0	0	425	305
U22	0	0	0	L	12	0	0	385	305
U23	0	0	0	L	12	0	0	345	305
U24	0	0	0	L	12	0	0	305	305
U13	0	0	0	L	9	0	0	310	125

.COD 1
 .EOD
 .EOD

SIOPS DATABASE



We will use Database Manager that runs in the OS/2 mode of the IBM Operation System/2 program. Database Manager is a relational database management system. The SIOPS database consists of ten tables :

PCB
PAD
BOARD
COMPONENT
PIN
DEFCOMP
DEFSOLDER
TOOL
COLLISION
ROBOT

Data Types in SIOPS Database

When a table is created, each of its columns is defined to hold one of two types of data :

- Character String
- Numeric

Character String

The character string data types allow any character :

CHAR	For fixed-length character strings to a maximum length of 254 bytes.
VARCHAR	For variable-length character strings to a maximum length of 4,000 bytes.
LONG VARCHAR	For long varying-length character strings with a maximum length of 32,700 bytes.

Numeric

These data types are for numeric data only. Numeric data can be operated on arithmetically. Its data types are :

SMALLINT	For 2-byte binary integers. Its range is -32768 to 32767.
INTEGER	For 4-byte binary integers. You can also specify INT The range of INT is -2147483648 to 2147483647.
DECIMAL	For decimal numbers. You can also specify DEC. The maximum precision is 31 digits. The precision of any decimal number must be odd. The maximum range is -10 +1 to 10 -1
FLOAT	For double precision floating numbers. The number can be zero, or can range in magnitude from 2.225E-307 to 1.79769E+308.

The Information for the Tables

- Definition of PCB table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
UNI	SMALLINT	The number of dsu to the inch - between 32 and 127
Corner	SMALLINT	The number of corners on the board outline plus one - Corner between 4 and 62
LayerMAX	SMALLINT	Maximum number of layers - LayerMAX between 1 and 16

- Definition of PAD table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
PADID	SMALLINT	Pad code - in the range of 0 to 31 inclusive
Drill	SMALLINT	The diameter of the hole to be drilled in the pad thousandths of an inch - in the range of 0 to 1032 inclusive
Shape	CHAR(1)	0 for finger shapes 1 for solid round pads 2 for solid square pads 3 for annular pads

- Definition of BOARD table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
CornerID	SMALLINT	Index of corners
CornerX	SMALLINT	X coordinate value of the corner
CornerY	SMALLINT	Y coordinate value of the corner

- Coordinates must be positive integers.
(in range 0 to 1023 inclusive)
- The last pair of coordinates must be the same as the first pair.

• Definition of COMPONENT table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
LocalCompID	SMALLINT	Local library reference number - in the range 0 to 127 inclusive.
Length	SMALLINT	Length of the component
Width	SMALLINT	Width of the component
PinNum	SMALLINT	The number of pads on the component - Maximum value is 256, minimum value is 1.
GloCompID	SMALLINT	The number identifying the component definition data in the disc based library - in the range 128 to 32767 inclusive.
CompName	CHAR(4)	Name of the component in the circuit
OnGrid	CHAR(1)	Indicates whether the component includes off-grid data 0 if on-grid 1 if off-grid
NameOri	CHAR(1)	Orientation of the component name 0 for horizontal 1 for vertical
NameX	SMALLINT	X coordinate value of the position of the the component name relative to the center of the component outline (in the range -63 to +63 dsu)
NameY	SMALLINT	Y coordinate value of the position of the component name

InsertLayer	CHAR(1)	Defines the layers on which mounting pads appear 0 for all sides 1 for layer 1 of the board 2 for max layer of the board 3 for outer layers (1 and max) only
InsertOri	CHAR(1)	Orientation of the component
InsertX	SMALLINT	X coordinate value of the position in the layout of the lower left hand pad - after rotation
InsertY	SMALLINT	Y coordinate value of the position in the layout of the lower left hand pad
InsertHeight	SMALLINT	Height of the component at the board
InsertSeq	SMALLINT	No. of the insertion sequence
ToolID	CHAR(8)	Name of the tool
InsertComp	CHAR(1)	Indicates whether the component is inserted 0 not inserted 1 inserted

- Definition of PIN table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
PinID	SMALLINT	Pin number
PinX	SMALLINT	X coordinate value of the pin position - It must be in the range 0 to 1023.
PinY	SMALLINT	Y coordinate value of the pin position
SoldSeq	SMALLINT	No. of the soldering sequence
Washing	CHAR(1)	Indicates whether a washing is in the soldering path. 0 not in the path 1 in the path

• Definition of DEFCOMP table

ColumnName	DataType	Description
GloCompID	SMALLINT	No. of the component definition data in the disc based library - in the range 128 to 32767 inclusive.
DefTool	CHAR(8)	Name of the tool
DefInsertHeight	SMALLINT	Height of the component at the board
InsertComp	CHAR(1)	Indicates whether the component is inserted 0 not inserted 1 inserted

- Definition of DEFSOLDER table

ColumnName	DataType	Description
Drill	SMALLINT	pad code
Shape	SMALLINT	index of shapes
SoldParam		

- Definition of TOOL table

ColumnName	DataType	Description
ToolID	CHAR(8)	Name of the tool
ToolX	SMALLINT	X coordinate value
ToolY	SMALLINT	Y coordinate value
ToolZ	SMALLINT	Z coordinate value

- Definition of COLLISION table

ColumnName	DataType	Description
PCBID	CHAR(8)	Name of the PCB board
CollisionID	SMALLINT	Index of collision body
CollisionX	SMALLINT	X coordinate value of collision body
CollisionY	SMALLINT	Y coordinate value of collision body
CollLength	SMALLINT	Length of the collision body
CollWidth	SMALLINT	Width of the collision body
CollHeight	SMALLINT	Height of the collision body

Structure of the .CDI file

The .CDI file must start with .PCB and end with .EOD.

The format of the .CDI file is shown below :

.PCB	
.ASS	Assignment
.BOA	Board Outline
.LIB	Component Shape Definitions
.IDX	Index of local library numbers
.COM	Component List
.REM	User or system comment
.EOD	

Assignment (.ASS)

• Used items are :

MAX <n> defines the maximum numbers of layers on a board.
n can be between 1 and 16

UNI <n> is in the range 32 to 127 inclusive and is the number
of dsu to the inch.

PAD <c> is the pade code and is in the range 0 to 31 inclusive.

<shape> 0 for finger shapes
1 solid round pads
2 solid square pads
3 annular pads

<drill> is the diameter of the hole to be drilled in the
pad in thousandths of an inch. Values are in the
range of 0 to 1023 inclusive for round.

Board Outline (.BOA)

- The format of entry is :
L <n>
X1 Y1
X2 Y2
.. ..
Xn Yn

- Used items are :

<n> is the number of corners on the board outline plus one.

Xn Yn are the coordinates, in dsu, of the corners of the board

- Coordinates must be positive integers in the range 0 to 1023 inclusive.
- The last pair of coordinates must be the same as the first pair.
- Coordinate pairs must be entered in sequence round the outline. Clockwise or counter-clockwise rotation can be used.

Component Library Definition (.LIB)

- The format of entry is :
L <number> <x><y> <n>
X1 Y1 <padcode>
X2 Y2 <padcode>
..
..
Xn Yn <padcode>

- Used items are :

<number> is the library reference number of the component type. and must be in the range 0 to 127 inclusive.

<x> <y> are the dimension of the component outline in the X and Y directions. Values are in the range 0 to 1023 dsu.

<n> is the number of pads on the component. Maximum value is 256, minimum value is 1.

X1 Y1 to Xn Yn are the coordinates, in dsu, of the pad positions relative to the lower left hand corner of the outline. Values are in the range 0 to 1023.

<pad code> is a number in the range 0 to 31 which defines the size and shape of the pad and the diameter of any hole in the pad.

Index of Library Reference (.IDX)

- The format of the entry is :

L<n> <number> 0 — We use all items.

<n> is the library number and is in the range 0 to 127 inclusive.

<number> is the number identifying the component definition data in the disc based library. It is in the range 128 to 32767 inclusive.

0 indicates whether the component includes off-grid data.

Component List (.COM)

- The format is : <name><ori><Xn Yn> L<number><s><o><X Y>

- Used items are :

<name> is the name given to the component in the circuit. The name consists of a maximum of four alphanumeric characters, the first of which must be a letter.

<ori> is the orientation of the component name.
0 for horizontal, 1 for vertical.

<Xn Yn> are the coordinates of the position of the component name relative to the center of the component outline. The values can be in the range -63 to +63 dsu.

<number> is the library reference number for the component type.

<s> defines the layers on which mounting pads appear.
0 for all sides
1 for layer 1 of the board
2 for max layer of the board
3 for outer layers (1 and max) only

<o> is the orientation of the component outline on the layout as compared with the attitude of the outline in the library definition. Orientation is defined as 0, 1, 2 or 3 quadrants or 90 counter-clockwise rotation about the component origin.

<X Y> are the coordinates in the dsu of the position in the layout of the lower left hand pad (after rotation).

제 6 장 결론 및 추후과제

로봇을 이용한 이형부품삽입자동화시스템기술은 유연성의 확장에 그 효용성의 기준을 들 수 있다. 본 시스템에서는 최대의 유연성 즉 한 로봇이 최대 spectrum의 이형부품을 처리할 수 있는 기능에 중점을 두었다. 본 연구기간동안 전체 개념과 단위요소들의 요구기능 및 제작이 수행되었다. 이 연구내용은 계속 과제로 다음차년도까지 완성된다. 이형부품삽입 전용 Off-line Programming System 이 개발되었으며 계속과제로 진행되고 있다. 이 연구내용들은 차기년도에 FISC (Flexible Insertion and Soldering Cell) 형태로 개발완료될 예정이다.

참 고 문 헌

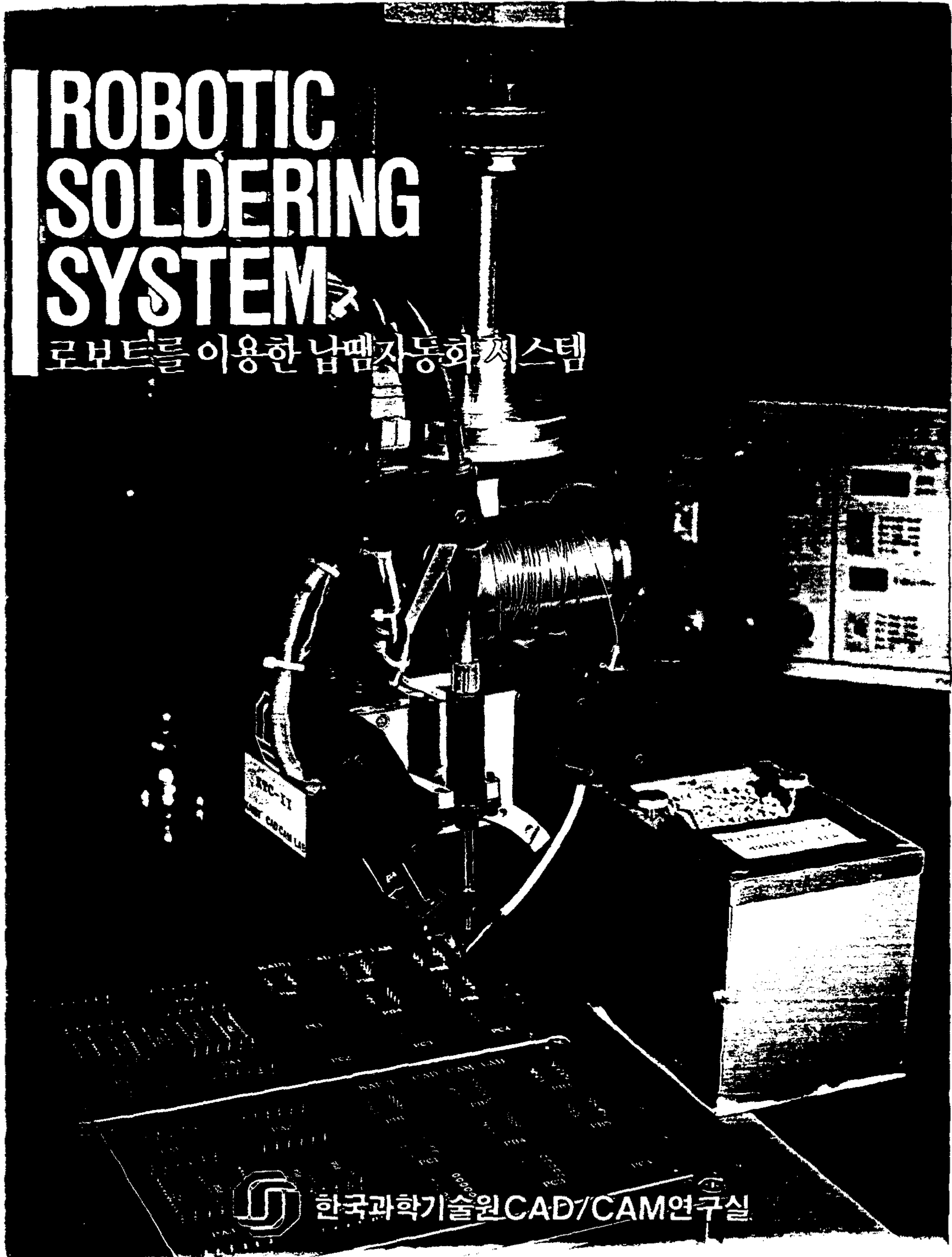
1. 박종오, 이춘식, “ Mechatronics 및 Robot 기술 개발 ” , 과학기술처 보고서 (2U46 - 3355 - 2) , 1988.
2. 박종오, 이종원, 이춘식, Spingler, Warnecke, “ Consideration on the Productivity and Flexibility in Automatic Soldering Using Industrial Robots ” , 20th ISIR, 1989, Tokyo.

부 록

1. 1989 년 Internepcon 에 출품된 Soldering Robot System Catalog
2. PCB Device
3. 교정 UNIT

여 백

1. 1989년 Internepcon 에 출품된 Soldering Robot
System Catalog



시스템 개발

로봇을 이용한 납땜자동화장치는 납땜점 각각의 수작업 공정을 자동화한 개념으로 광범위한 이 기술의 국내응용분야와 저렴한 자동화 투자경비를 특징으로 매우 큰 수요가 예상된다. 그러나, 이 자동화 장치의 문제점으로서 수작업공정에 비해 낮은 생산속도와 낮은 유연성을 들 수 있다. 본 시스템은 이러한 문제점 해결에 중점을 두고 개발되었다.

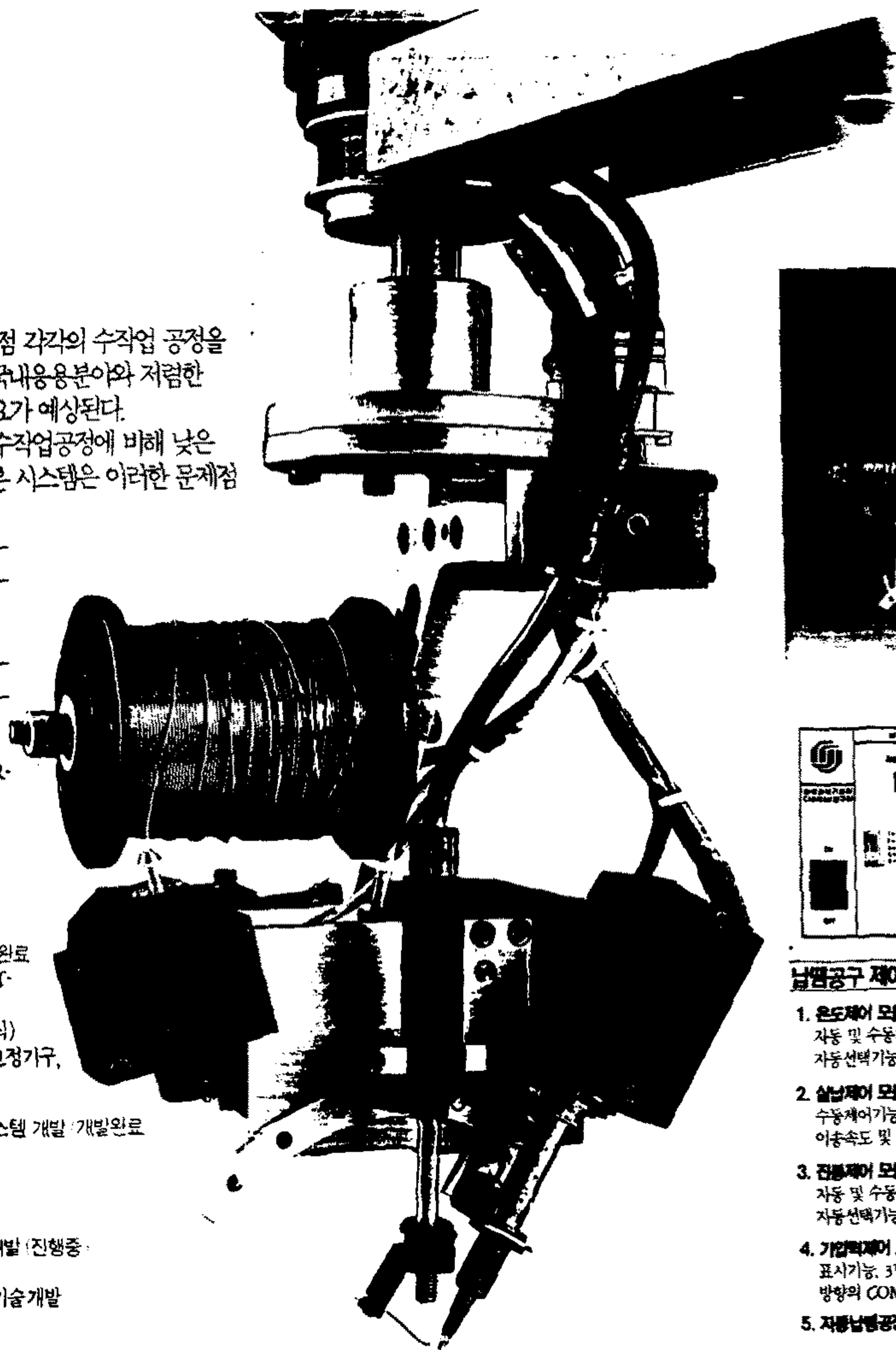
응용범위

- PC보드 및 전자부품의 납땜
- 3차원 형상의 부품납땜

연구개발 배경

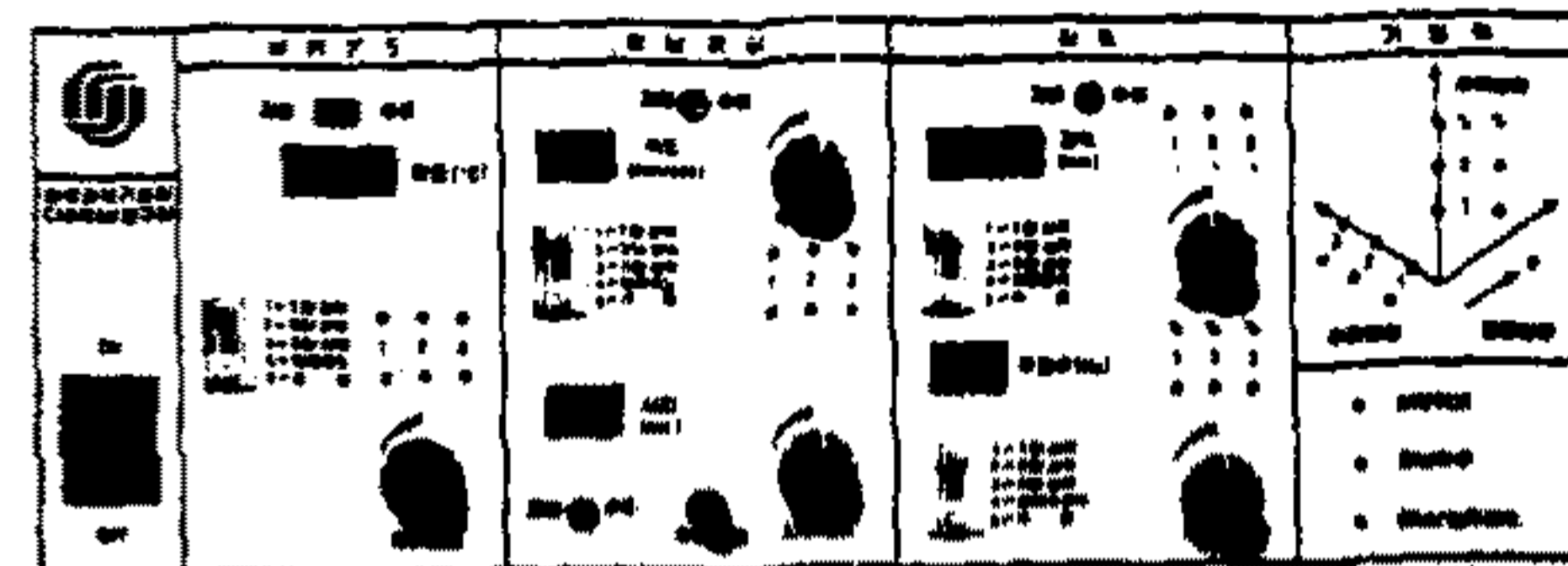
본 로봇을 이용한 납땜자동화 시스템은 과학기술처(MOST)와 서독과학기술성(BMFT)간의 한독공동프로젝트(MECHATRONICS 및 ROBOT기술개발, KAIST-IPA, 이춘식/이종원/박종오)연구내용중의 하나인 FISC(Flexible Insertion and Soldering Cell)개발과제의 일환으로 개발완료된 것이다. FISC의 내용을 요약하면 다음과 같다.

1. 로봇을 이용한 납땜자동화 시스템 개발 개발완료
 - 로봇에 적합한 자동납땜방식 개발(ROBOT-ONOMIC TOOL)
 - 신기술개발에 의한 시스템기능 향상(진동방식)
 - 자동납땜시스템의 유연성 향상(편위치 오차보정기구, 가압력제어)
2. 납땜 로봇을 위한 Off-line Programming 시스템 개발 개발완료
 - 그래픽방식에 의한 작업프로그램 작성
 - 로봇을 이용한 자동납땜시스템 전용
 - 충돌예방 기능
3. 로봇을 이용한 이형부품 삽입 자동화 기술개발(진행중)
 - 이형부품삽입 자동화시스템 개발
 - 이형부품삽입 전용 Off-line Programming 기술개발
 - FISC Integration



자동납땜공구의 특징 (KST-2)

1. 가열장치
 - 전기인두방식, 정밀온도제어 가능
 - 인두경사각도 조절가능
2. 삽납금공장치
 - 정밀한 이송량제어 가능
 - 삽납금공정 감시 기능
3. 진동장치(특이출현중)
 - 공정의 정밀제어 가능
 - 납땜속도 및 품질의 향상효과
 - 납땜점의 위치오차 상쇄효과
4. 가압력장치
 - 수평, 수직방향의 가압력 제어기능
 - 납땜점의 위치오차 보정기능
5. 납땜공정 자동감시기능
6. 납땜인두 청소장치



납땜공구 제어기의 특징 (KTC-2)

1. 온도제어 모듈 : 400℃까지의 정밀온도제어기능, 자동 및 수동제어기능, 3가지 온도설정 및 자동선택기능, 현재 및 설정온도 표시기능
2. 삽납제어 모듈 : 정밀이송량제어기능, 자동 및 수동제어기능, 3가지 속도 설정 및 자동선택기능, 이송속도 및 시간표시기능
3. 진동제어 모듈 : 진폭 및 주파수 정밀제어기능, 자동 및 수동제어기능, 3가지 변수값 설정 및 자동선택기능, 진폭 및 주파수표시기능
4. 가압력제어 모듈 : 수직 및 수평방향 가압력 표시기능, 3단계설정 및 자동선택 기능, 두 방향의 COMPLIANCE 효과
5. 자동납땜공정 감시기능



제 원

■ 자동납땜공구(KST-II)

높 이	235mm
폭	150mm
두께	120mm
중 량	1.7kg
가열용량	50W
인두 조절각도	30, 45, 60°
공 압	5Kg/cm ²

■ 납땜공구제어기(KTC-II)

전 원	100VAC
온도제어범위	0-400℃
실납이송속도	0-20mm/s
진폭제어범위	0-3.0mm
주파수제어범위	0-99.0Hz
가압력 범위	0-1000g



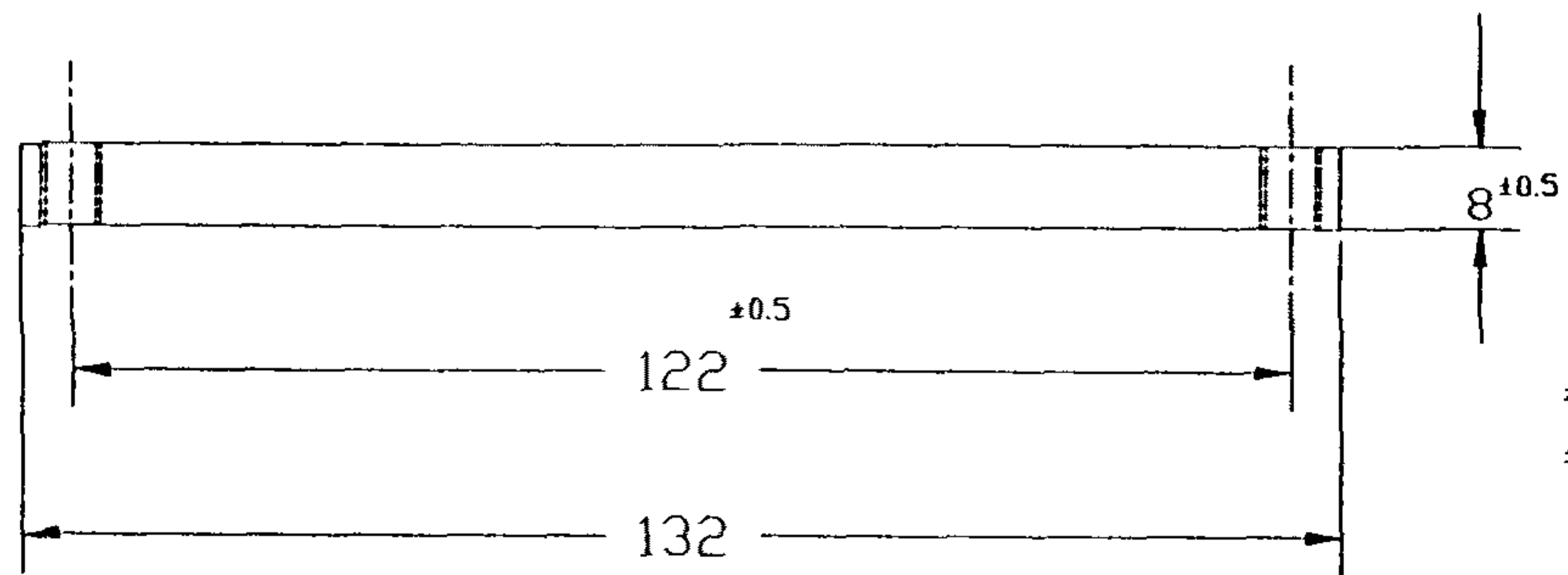
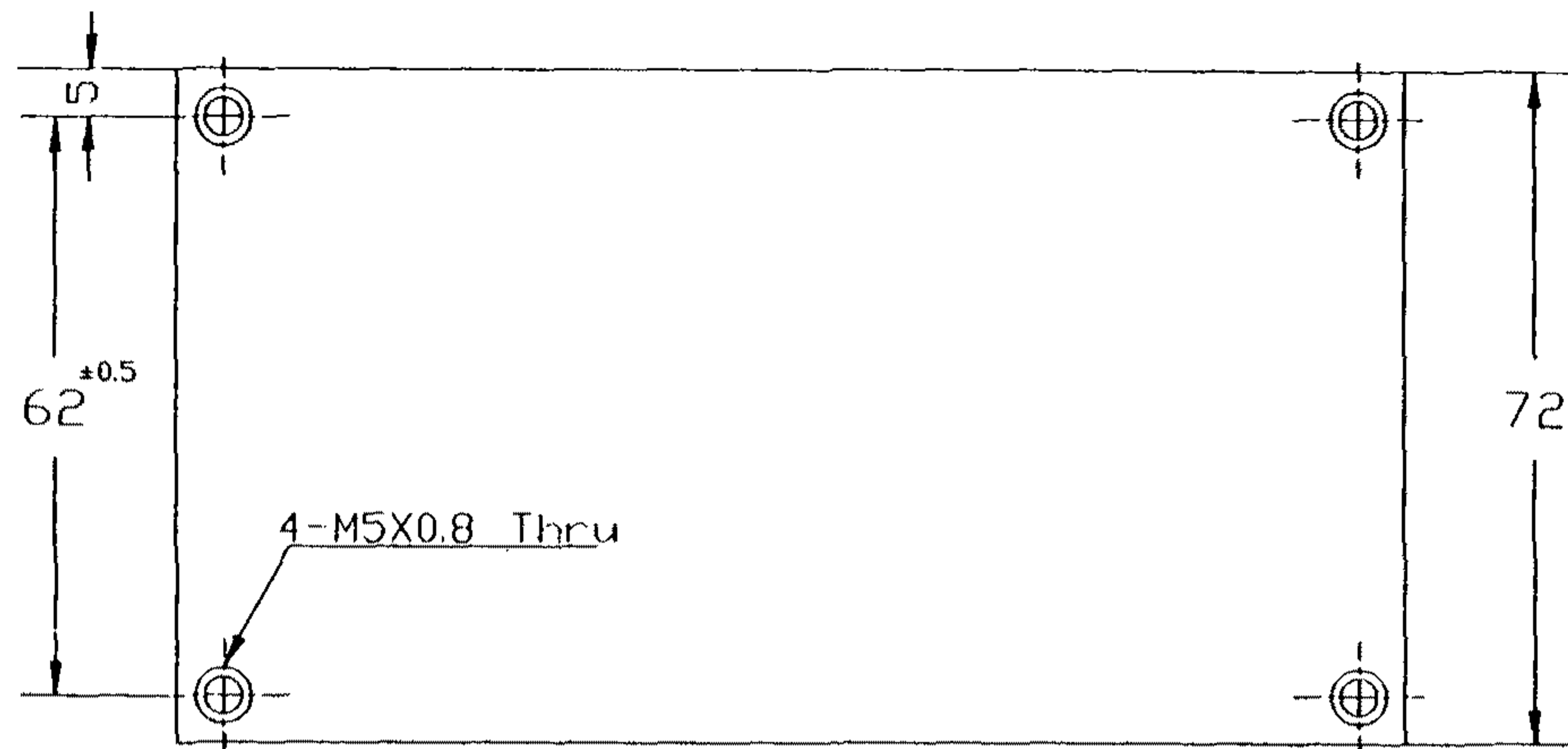
한국과학기술원 CAD/CAM 연구실
Korea Advanced Institute of Science and Technology

CAD/CAM Laboratory

- 서울시 성북구 하월곡동 39-1 / 서울 청량리 사서함 131호
- 팩시밀리: (02)963-4013 / 전화: (02)967-8801 (교환) 3610 / 박종오 박사
- P.O. Box 131, Cheongryang Seoul, Korea
- Telefax: (02)963-4013 / Telephone: (02)967-8801 (ext) 3610 / Jong-Oh Park, Dr.-Ing.

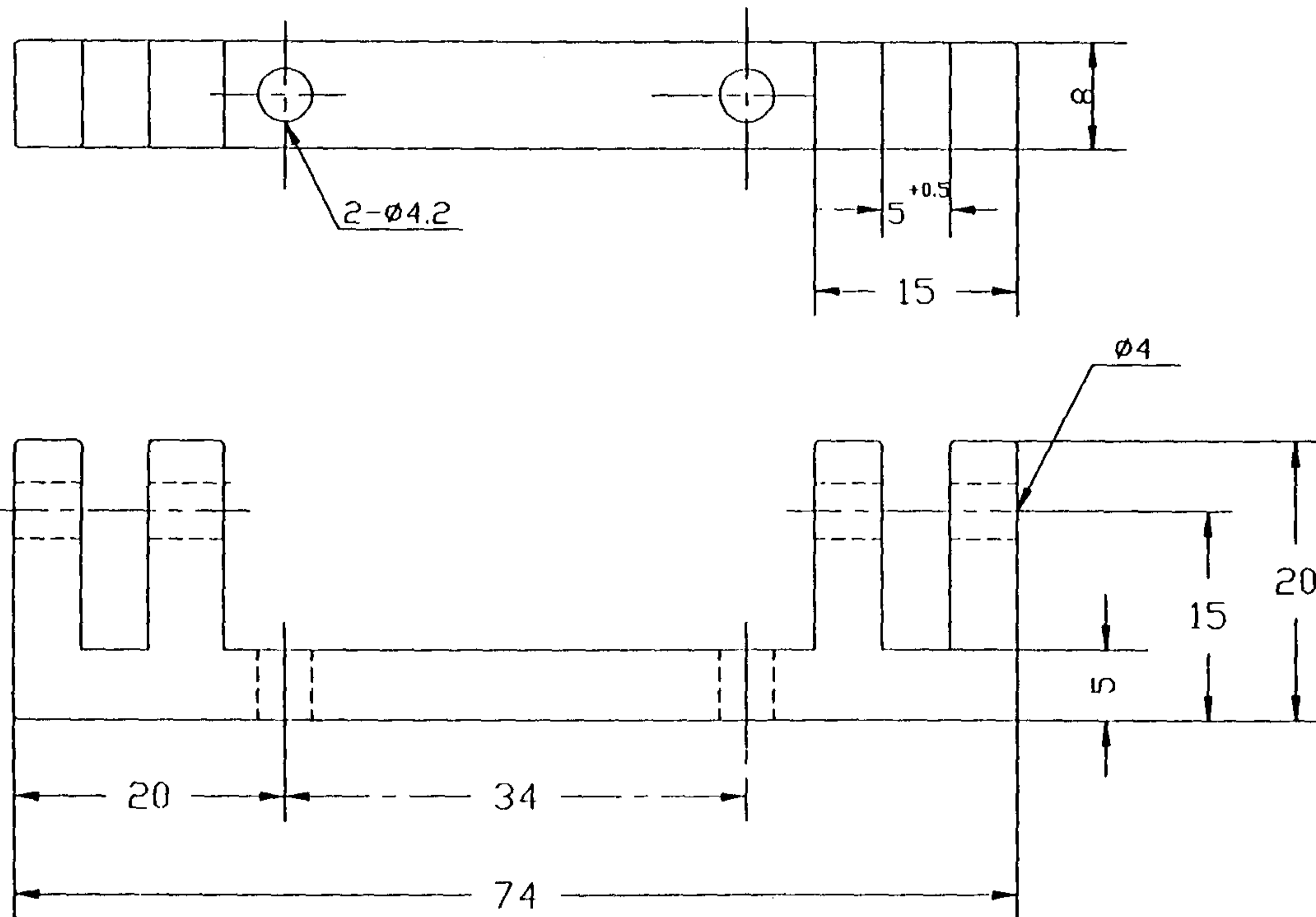
2. PCB Device

①



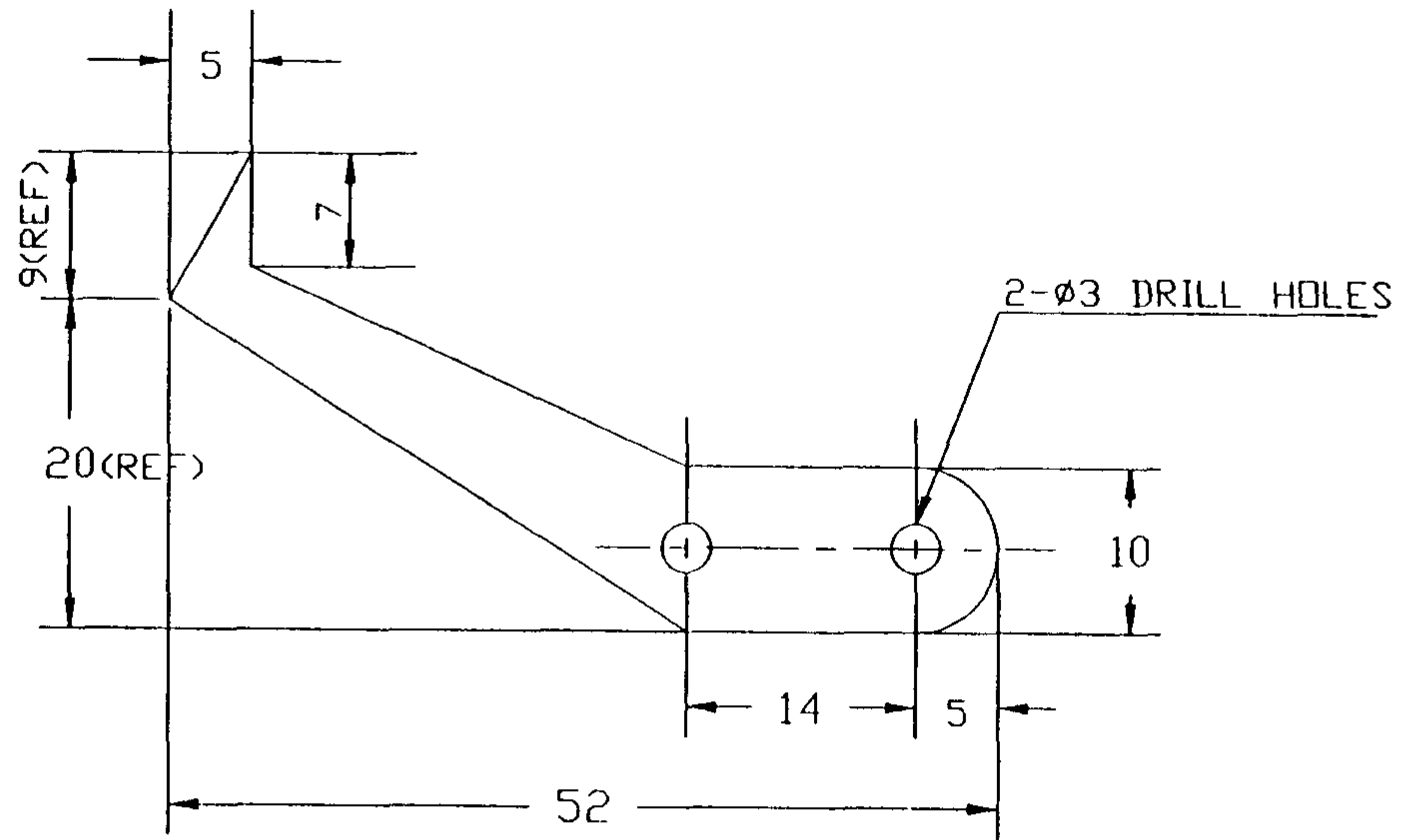
재질 두랄루민
수량 1개

③ — A



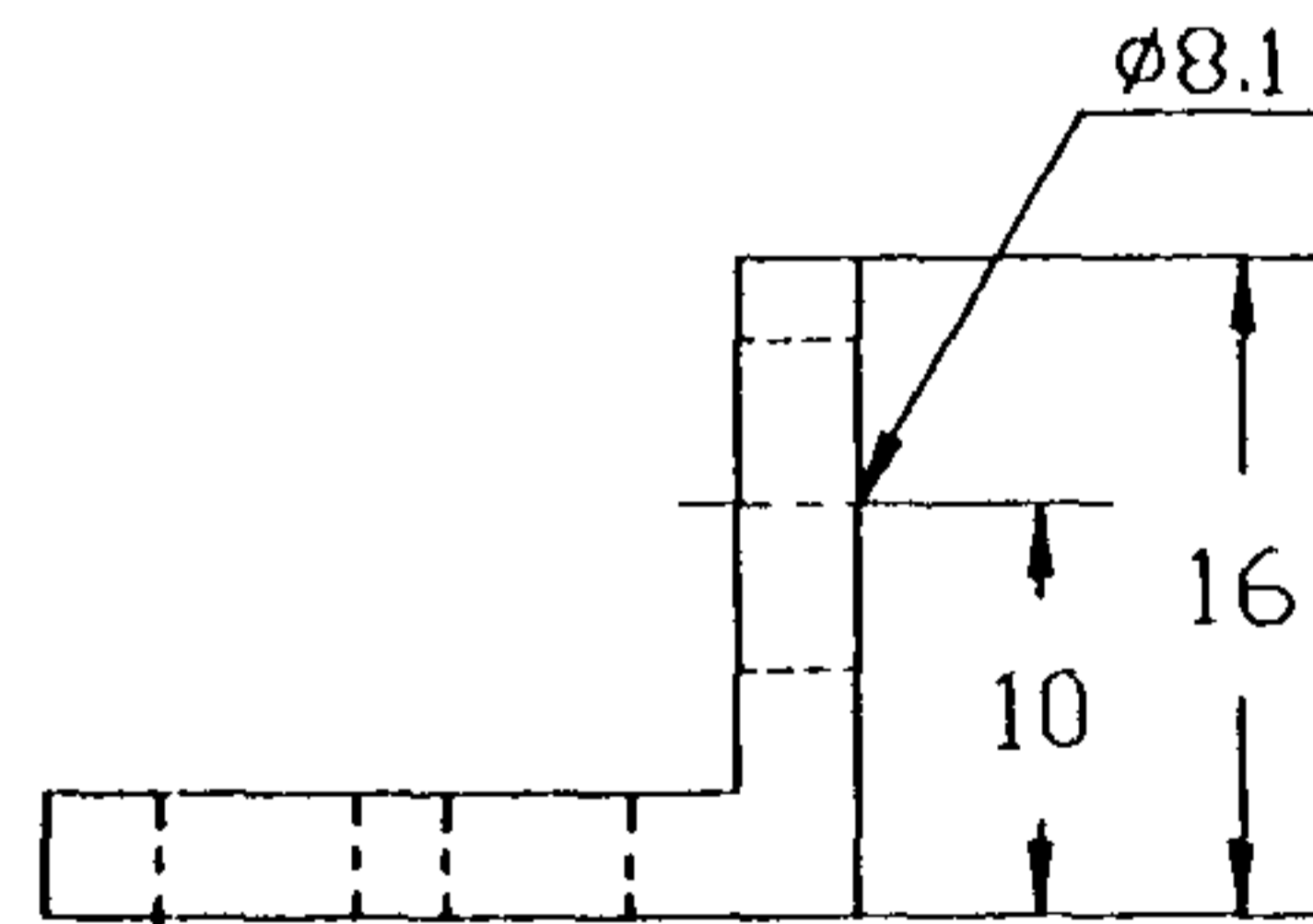
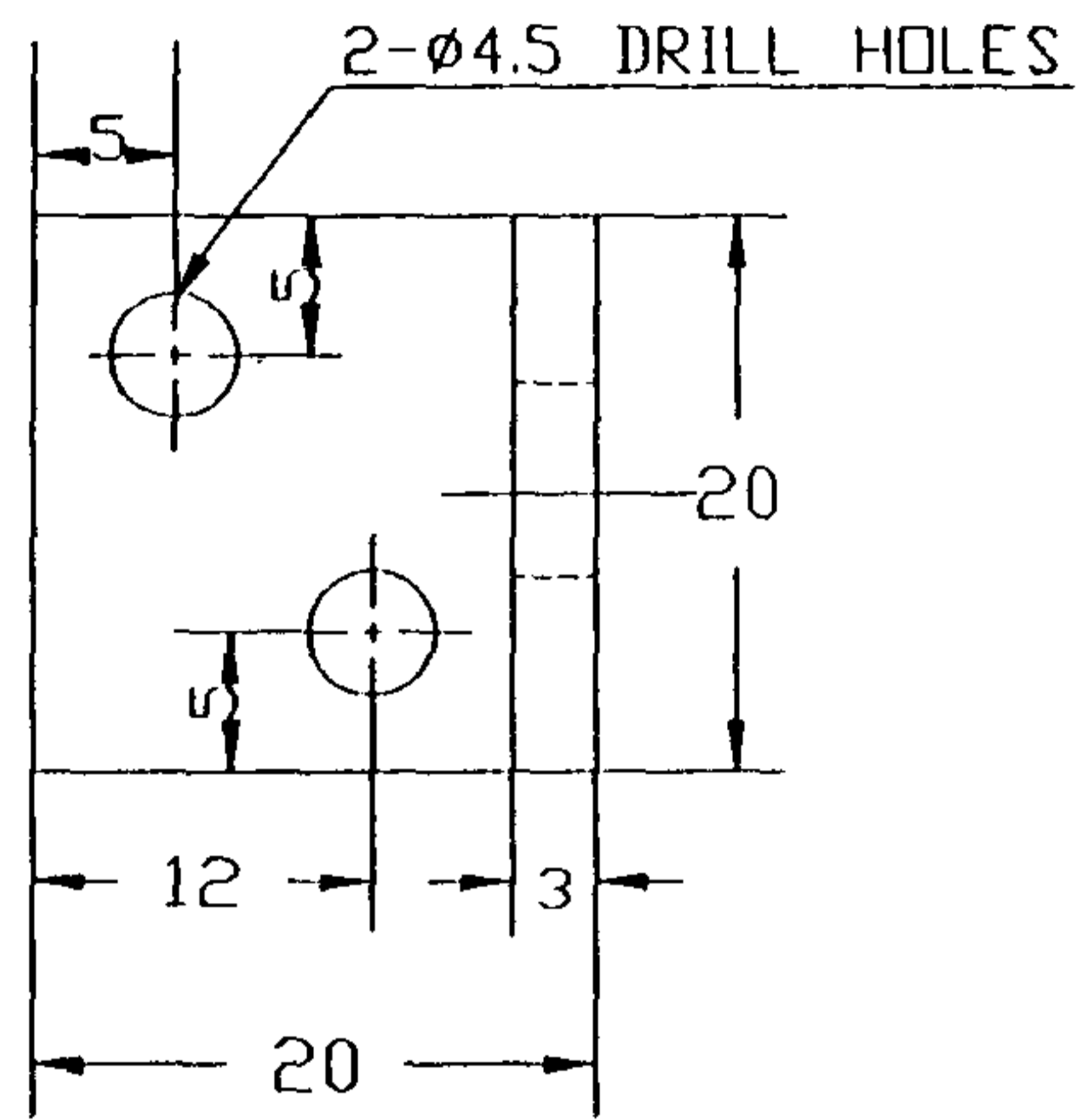
재질 두랄루민
수량 1개

③ — B T=5



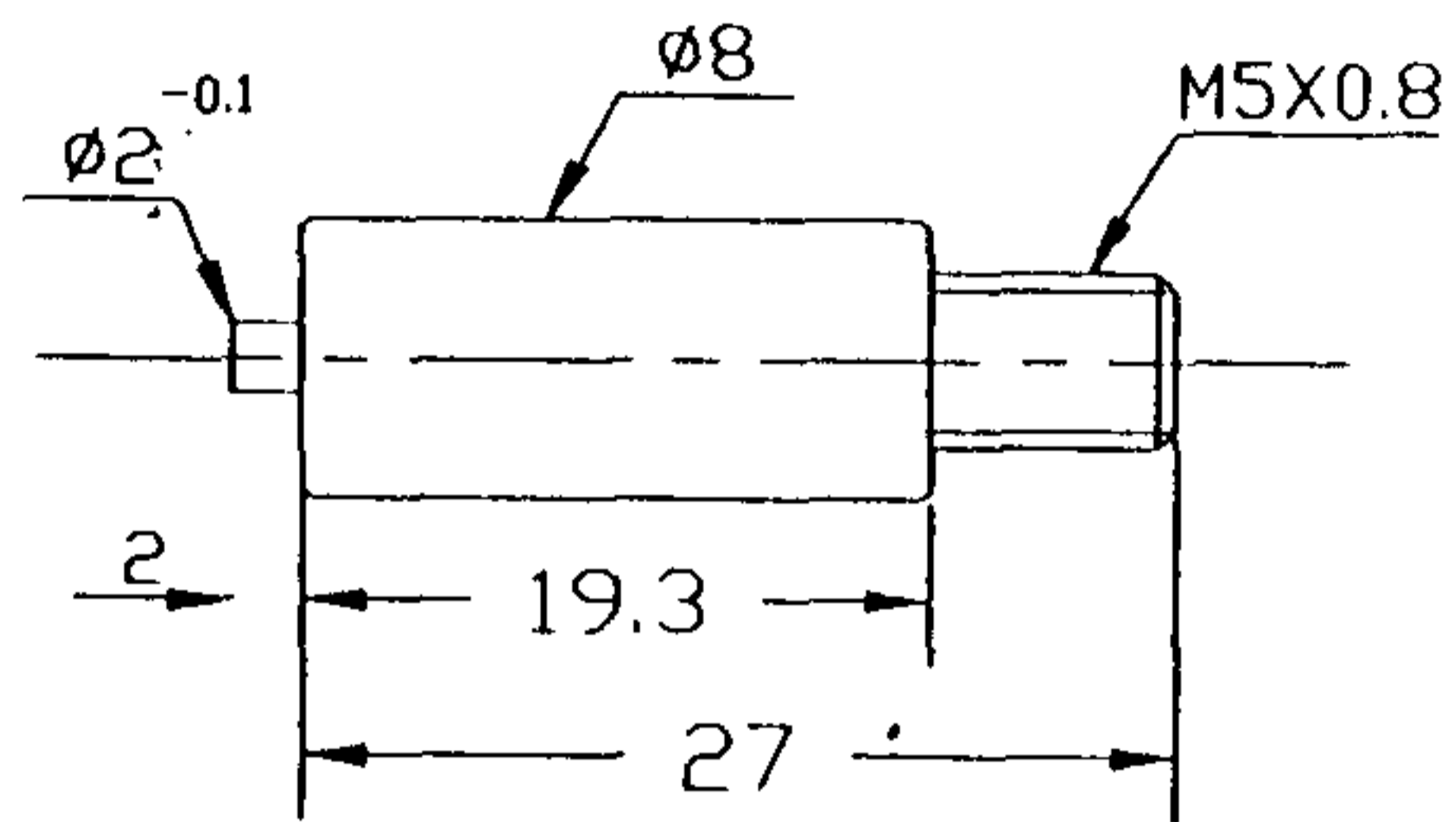
제질 두랄루민
수량 4개

③-C

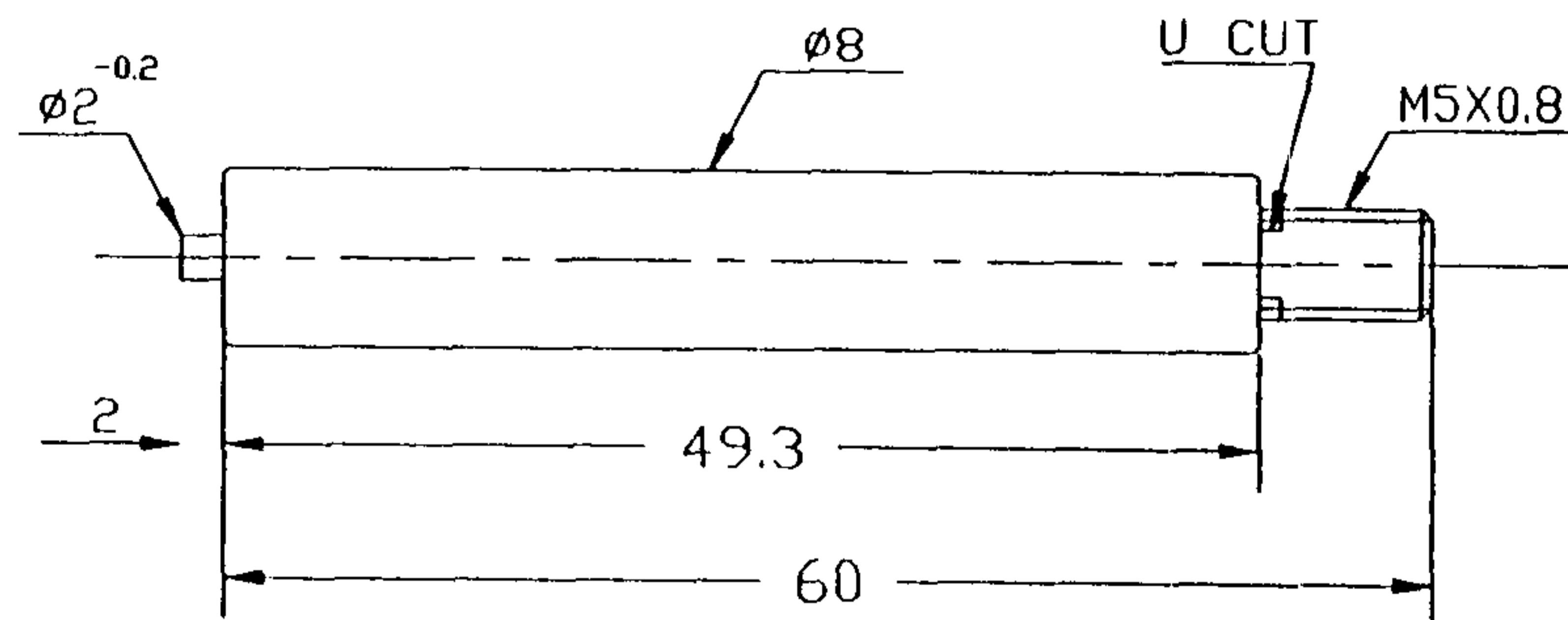


제질 두랄루민
수량 2개

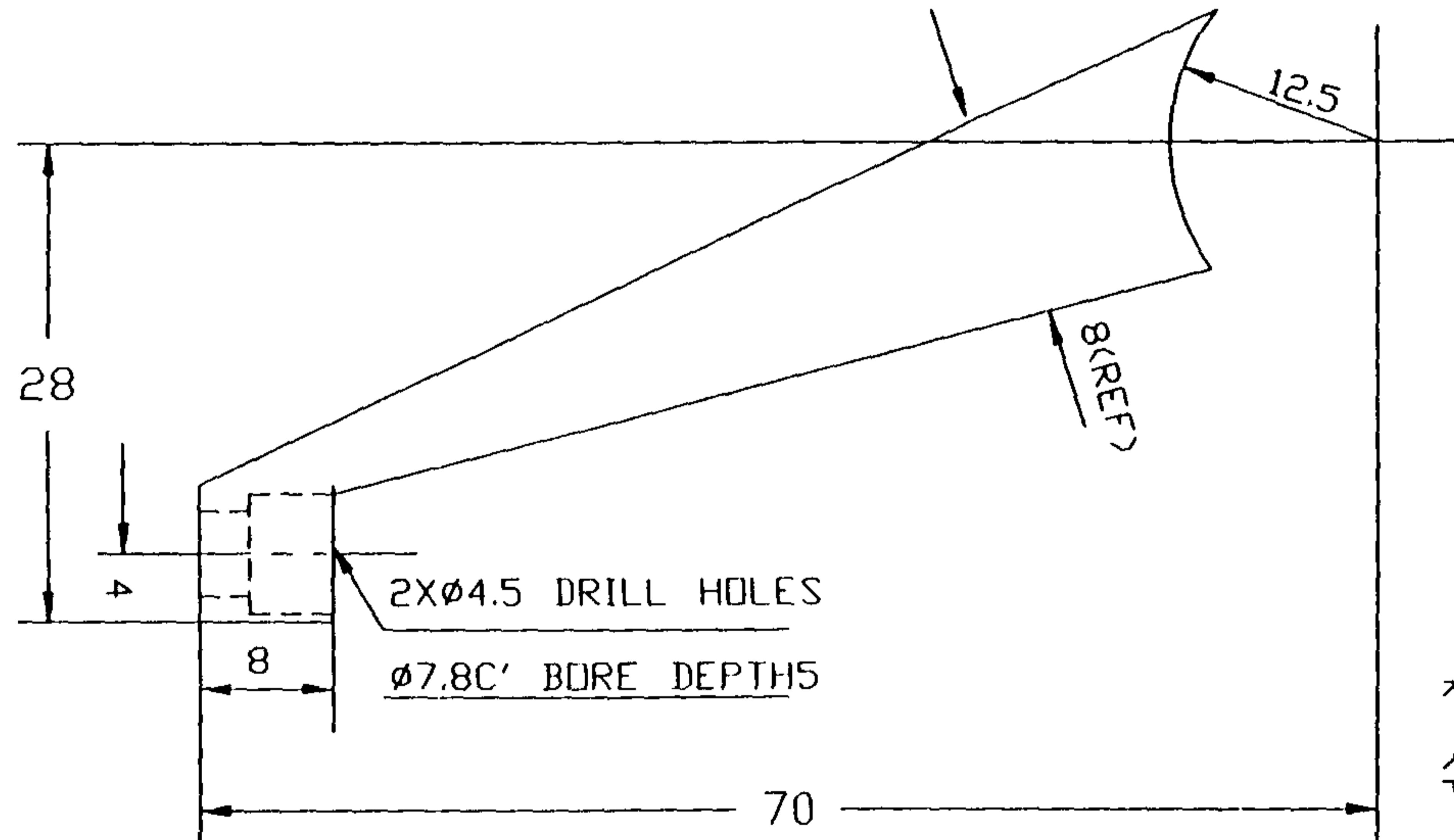
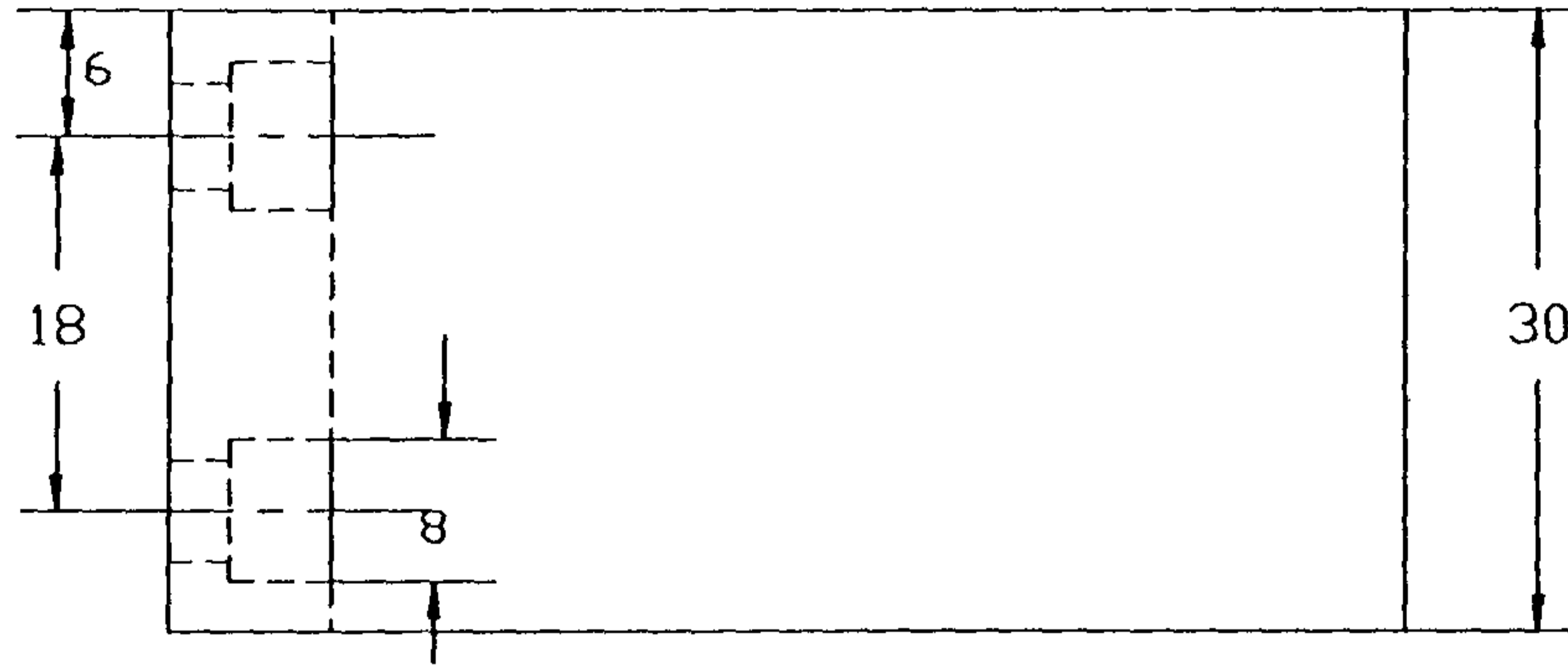
④ 재질: 두랄루민
수량: 4개



⑥ 재질: SS41
수량: 12개



7



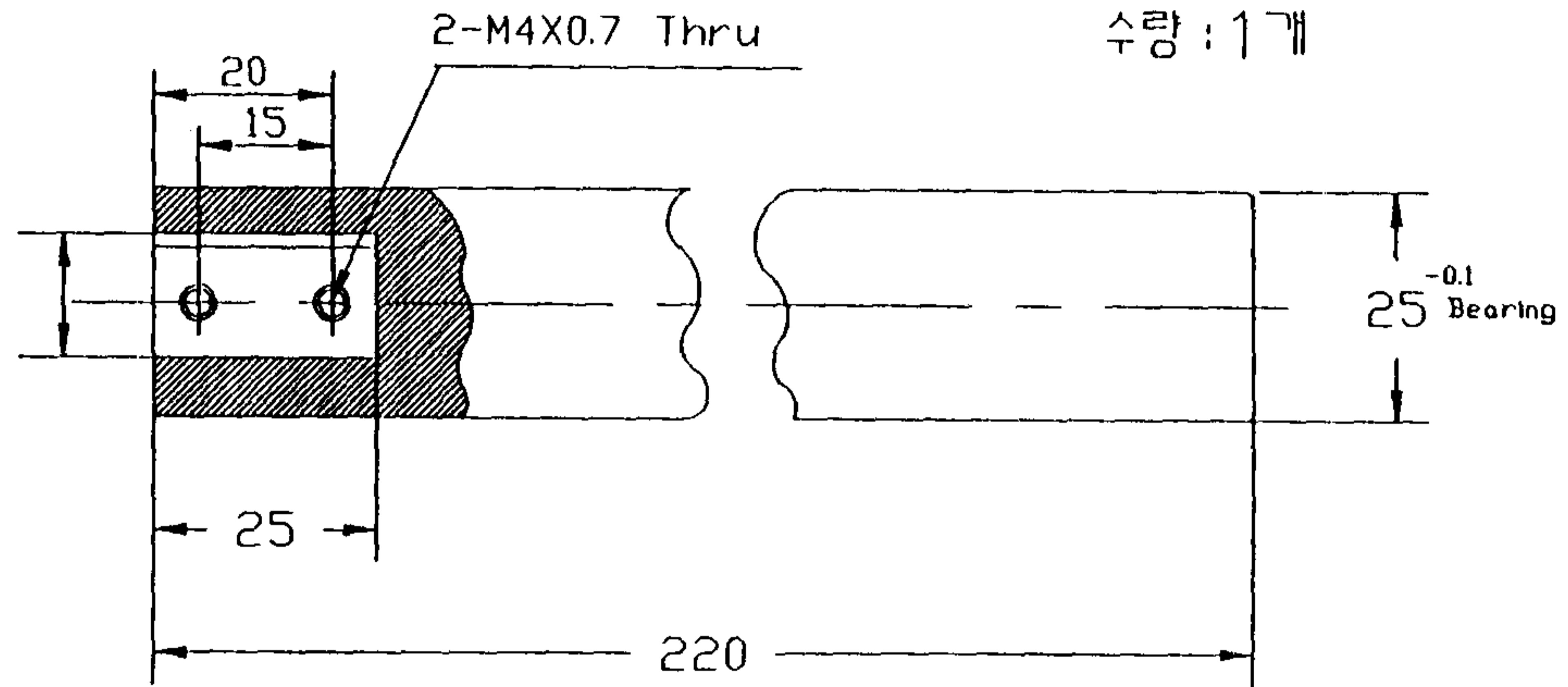
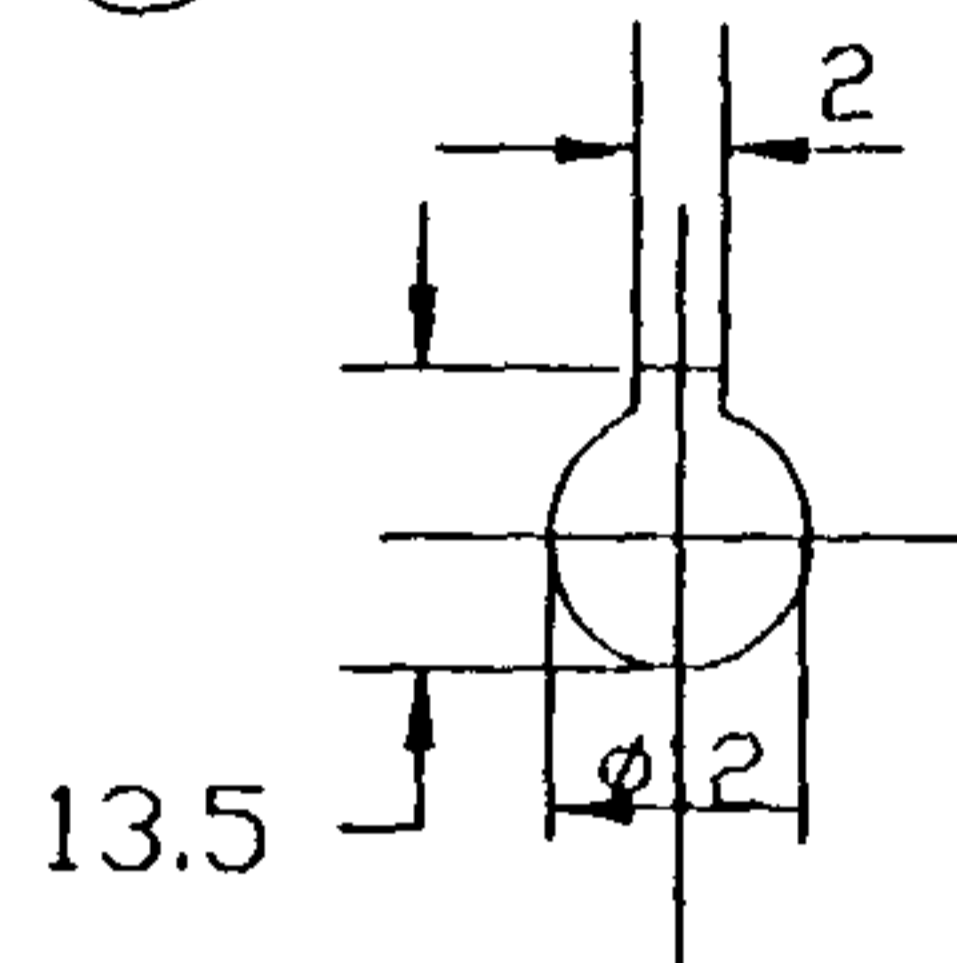
2X ϕ 4.5 DRILL HOLES

ϕ 7.8C' BORE DEPTHS

재질 : SS41

수량 : 2개

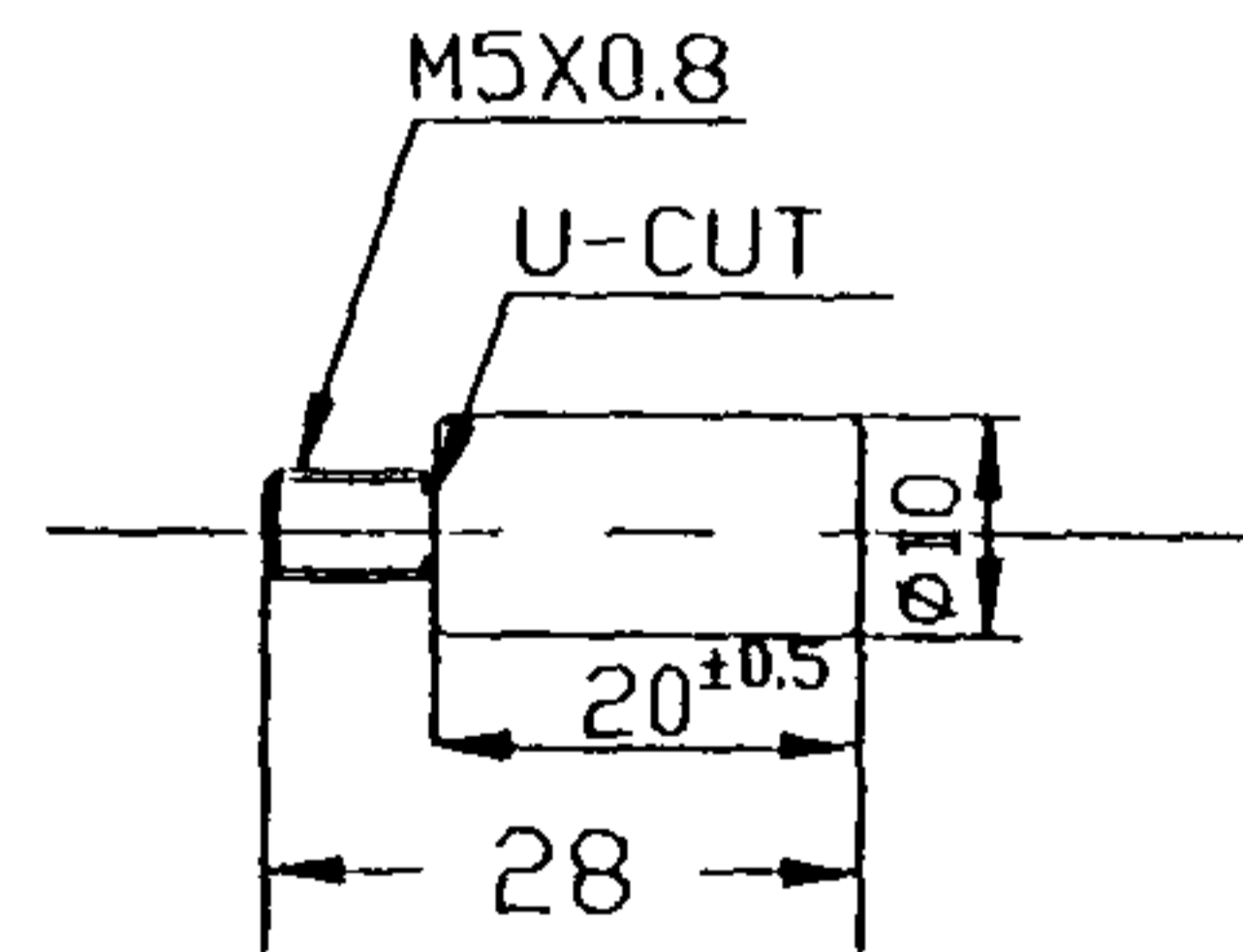
⑧



재질:SS41

수량:1개

⑨



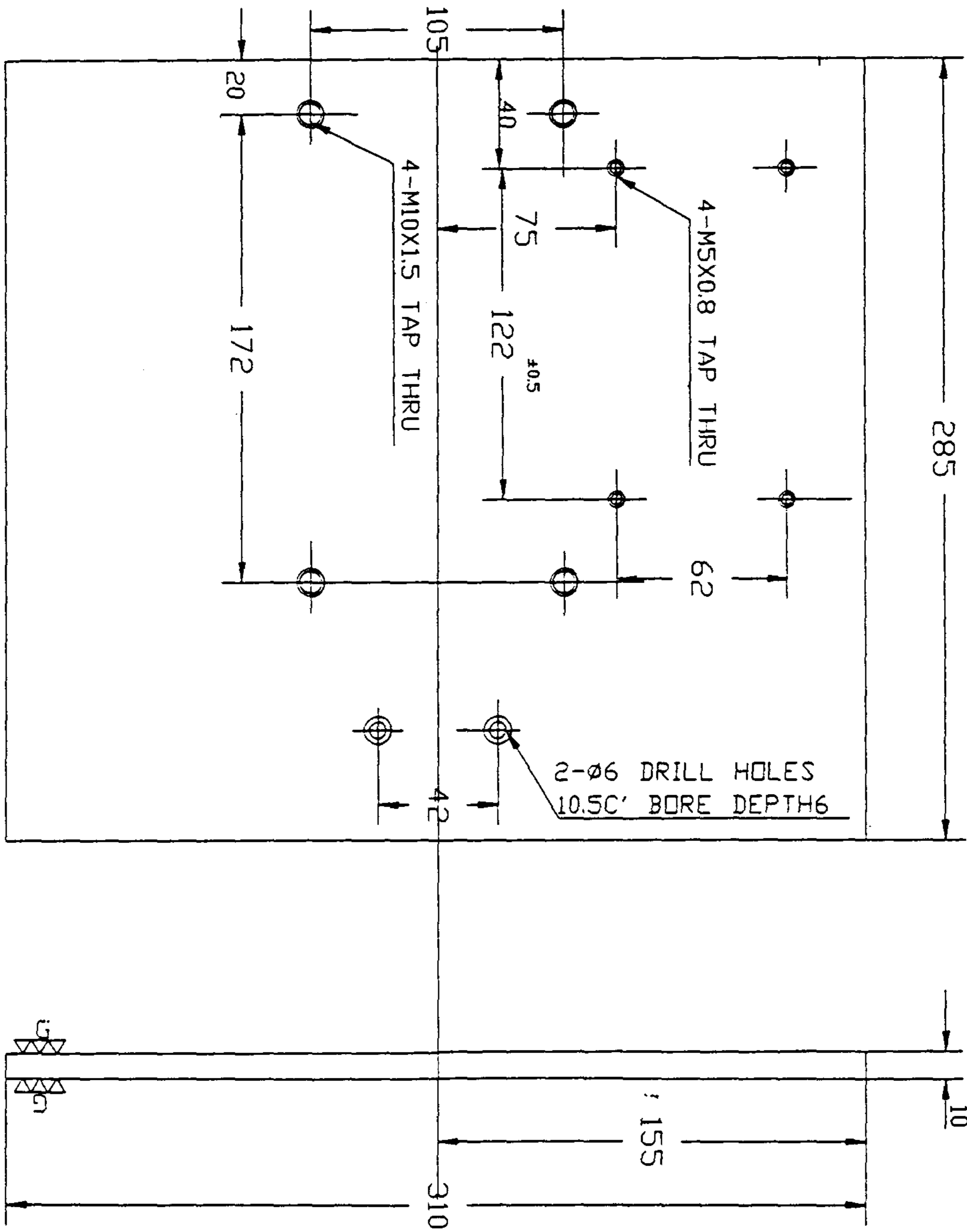
재질:SS41

수량:4개

⑩

재질: SS41

수량: 1개



3. 교정 UNIT

