

간이자동화 요소 기술 개발

Modular Type Pneumatic
Manipulator Development

연구기관 : 한국기계연구소

寄贈	
과학기술처 과학기술 연구소 贈本	一九九〇年 二月 / 日

과학기술처

배 포 선

사 본 번 호	부 수	배 부 처
1/120 ~ 5/120	5	과 학 기 술 처
6/120 ~ 7/120	2	한국기계연구소 영구보존용
8/120 ~ 10/120	3	한국기계연구소 연구운영과
11/120 ~ 95/120	85	필수배포대상기관
96/120 ~ 120/120	25	한국기계연구소 유공압연구실

제 출 문

과학기술처 장관 귀하

본 보고서를 “간이자동화 요소 기술개발”의 최종 보고서로 제출합니다.

1989년 6월

주관연구기관명 : 한국기계연구소

연구책임자 : 김형의 (유공압연구실 선임연구원)

연구원 : 이용범 (유공압연구실 기술기능원)

김용채 (유공압연구실 기술기능원)

여 백

SUMMARY

Korean industries have problems that will have to overcome improvement of working circumstances, reduction of working times, high cost of production, the trade barriers and demand of opening by advanced nations.

So, degree to be aspire that factory automation is increasing enormously.

As the result of investigation, most of companies wanted low cost factory automation that be realized by Pneumatic Manipulators

This research focused the design of Modular Type Pneumatic Manipulator as follows:

- Security of international competition by mass production.
- Going abreast Non-rotating Rod Cylinder, Air-Oil tandem Cylinder and Multi-Position Rotary Actuator developments.
- Design of the essential Actuator by CAD System.
- Easily application of a demanded motion.

The production of sample machine for test have many problems, that is material, processing, heat treatment and assembly.

But the problems were solved in the cooperation with designers who is with small and midium companies appointed by KIMM.

It is that this project was carried out with a research appointed by The Ministry of Science Technology.

In addition, we thank Machinery Products Part's members and cooperation companies for helping us to carry out this project

요 약 문

국내 산업계에는 선진국들의 무역 장벽이 높아지고, 개방의 요구는 늘어만 가고 있으며, 내적으로는 직업환경 개선과 작업시간 단축 및 높은 임금의 상승율을 극복해야 할 과제를 안고 있다.

따라서 국내에 공장자동화 (Factory Automation)를 열망하는 정도가 기하급수적으로 증가하고 있다. 조사 결과 대부분의 업체가 저투자성 공장자동화 (Low Cost Factory Automation)를 원하고 있으며, 이를 실현시키는데는 공기압 매니퓰레이터 (Pneumatic Manipulator)를 사용하는 것이 가장 이상적으로 나타났다.

본 연구는 제품을 생산하는 단위공정에서 단순 반복작업을 인간 대신 공기압 매니퓰레이터를 설치하여, 쾌적한 작업 환경속에서 다량의 제품을 연속적으로 생산하여 그 생산재가 국제 경쟁력을 확보하도록 국내 실정에 맞는 모듈라형 공기압 매니퓰레이터 (Modular Type Pneumatic Manipulator)의 설계에 초점을 두었다.

이러한 연구과정에서 현재까지 국내에서는 생산이 전무한 Non-Rotating Rod Cylinder, Air-Oil Tandem Cylinder 그리고 Multi-Position Rotary Actuator들의 개발이 병행되어 큰 연구의 결과를 얻게 되었다. 또한 여러종류의 공기압기기들의 결합으로 구성되는 공기압 매니퓰레이터의 핵심 액츄에이터 (Actuator)를 C A D 화 하여 컴퓨터 화면 상태에서 액츄에이터 조합과 설계변경을 할 수 있으므로 시행착오를 최소화 하였으며, 여러 종류의 요구되는 동작에 쉽게 적응할 수 있도록 하였다.

시제품 제작에 있어서는 재료, 가공, 열처리, 조립 등의 문제가 산적해 있었지만 설계자와 상호보완적인 입장에서 해결하고 있으며, 한국기계연구소 지정 유망 중소기업체들의 도움으로 원하는 공기압 매니플레이터의 제작 완료에 있다.

이 보고서는 이러한 내용을 순차적으로 정리한 보고서이다. 본 연구는 과학기술처 특정 연구사업으로 수행되었음을 밝혀두며, 아울러 이 Project 수행에 도움을 주신 기계제작실원과 협력 업체 여러분들께도 감사의 뜻을 표하는 바입니다.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	9
Chapter 2. The State of Foreign and Domestic Automation	12
Chapter 3. An Abstract of Modular Type Pneumatic Manipulator.....	16
Chapter 4. Composition of Pneumatic Actuator.....	17
Chapter 5. Characteristic Analysis of Pneumatic Actuator	21
Chapter 6. Design of Pneumatic Actuator.....	37
Chapter 7. First Model Manufacturing.....	48
Chapter 8. CAD (Computer Aided Design) Process for Energy Saving Type Pneumatic System Design	71
Chapter 9. Appendix 1. Energy Saving Type Pneumatic System Design Software	87
2. Pneumatic Cylinder Optimal Selection	104
Chapter 10. Conclusion	119

목 차

제 1 장	서	론	9					
제 2 장	국내외	자동화	현황 12					
제 3 장	모듈라형	공기압	매니플레이터의	개요 16				
제 4 장	모듈라형	공기압	매니플레이터의	구성 17				
제 5 장	공기압	액츄에이터의	특성	분석 21				
제 6 장	공기압	액츄에이터의	설계 37					
제 7 장	시제품	제작 48						
제 8 장	에너지	절약형	공기압	시스템	설계의	CAD	화	작업 71
제 9 장	부록	1. Energy Saving Type Pneumatic System Design Software 87						
		2. Pneumatic Cylinder Optimal Selection 104						
제 10 장	결	론 119						

제 1 장 서 론

현재 국내외적으로 공장자동화 (Factory Automation)를 위하여 다각적으로 연구가 지속되고 있다. 선진 외국에서는 10여전 전부터 공장자동화를 위한 요소 기술 개발이 추진되어 자동화기기 전문 제작업체가 유망 직종이며 고부가가치를 내는 우량 기업으로 성장하고 있다.

국내 산업계 또한 자동화를 열망하는 정도는 기하급수적으로 증가하고 있으나, 이러한 공장자동화를 위한 전문기기 제작업체가 전무한 상태이다. 특별히 한 두개 업체가 일본으로부터 기술 제휴를 받아 로봇 (Robot)를 생산하고 있지만, 초기 투자 비용이 엄청나 자동차 생산라인에서 스포트 용접 (Spot Welding) 공정을 제외하고는 거의 사용하지 않는다.

본 연구기간을 통해서 조사한 결과 우리나라 실정에는 저투자성 공장자동화 (Low Cost Factory Automation)를 활성화시켜야, 국제경쟁력 있는 제품을 양산할수 있는 것으로 나타났으며 이를 실현시키는데는 공기압 매니퓰레이터 (Pneumatic Manipulator)를 사용하는 것이 가장 이상적이었다.

향후 모든 산업이 자동화를 원하는 욕망에 비례하여 공기압 매니퓰레이터의 수요가 증가될 것으로 판단되며, 이러한 결과로 매니퓰레이터를 국내에서 생산하면 큰 부가가치는 물론 국가 산업발전에 기여할 것으로 기대된다.

공기압 매니퓰레이터는 1축 (X축) 직선운동, 2축 (X . Y축) 직선운

동, 3 축(X, Y, Z 축) 직선운동을 하는 경우나 이 각각의 운동에 회전운동을 추가하여 다양하게 요구되는 동작을 할 수 있다.

직선운동용 Actuator는 Non-Rotating Rod Cylinder 구조로 설계, 회전운동용 Actuator는 Rack & Pinion Shaft Type Actuator 구조로 설계 및 제작기술이 필요할뿐만 아니라, 또한 이 각각의 Actuator를 상호 호환성 있게 조립하여 조립하여 사용 할 수 있도록 설계하여야 되는 기기이다.

선진 유럽에서는 이러한 기술이 이미 정착단계에 있고 Pneumatic Manipulator를 사용하여 Semi-Flexible Automatic Line을 1985년경부터 하고 있으며, 1986~1987년부터 일본, 미국에서도 저투자성 자동화(Low Cost Automation)를 활발히 하고 있다. 선진국들의 주요 Manipulator 개발 기술현황을 보면, 프랑스의 CLIMAX사, ITALY의 AISA AUTOMATION사, 독일의 BOSCH사, 미국의 P.H.D.사, 스위스의 HOREMECS.M.사, 일본의 TAIYO사 등 여러회사에서 대표적인 제품을 생산하고 있으며, 현재 늘어나는 수요와 향후 Low Cost Automation화 되는 것을 예측하여 선진외국의 많은 회사에서는 Modular Type Manipulator의 개발에 박차를 가하고 있다.

그러나 국내의 자동화 산업은 그 역사가 짧고, 수요시장이 선진국에 비해 협소하며 전문 기술인력이 부족할 뿐만 아니라, 또한 과감하게 기술 혁신을 하는 용단을 꺼려하고 있는 실정이다.

따라서 우리에게 중요한 문제는 국내에서 어떻게 자동화에 많이 사용되는 Modular Type Pneumatic Manipulator를 생산하는가에 있고, 또 필요한 요소기술을 정착화시켜 전량 수입에만 의존하였던 공기압 매니퓰레이터의 산업을 활성화시켜 선진외국의 기술 식민지로부터 기

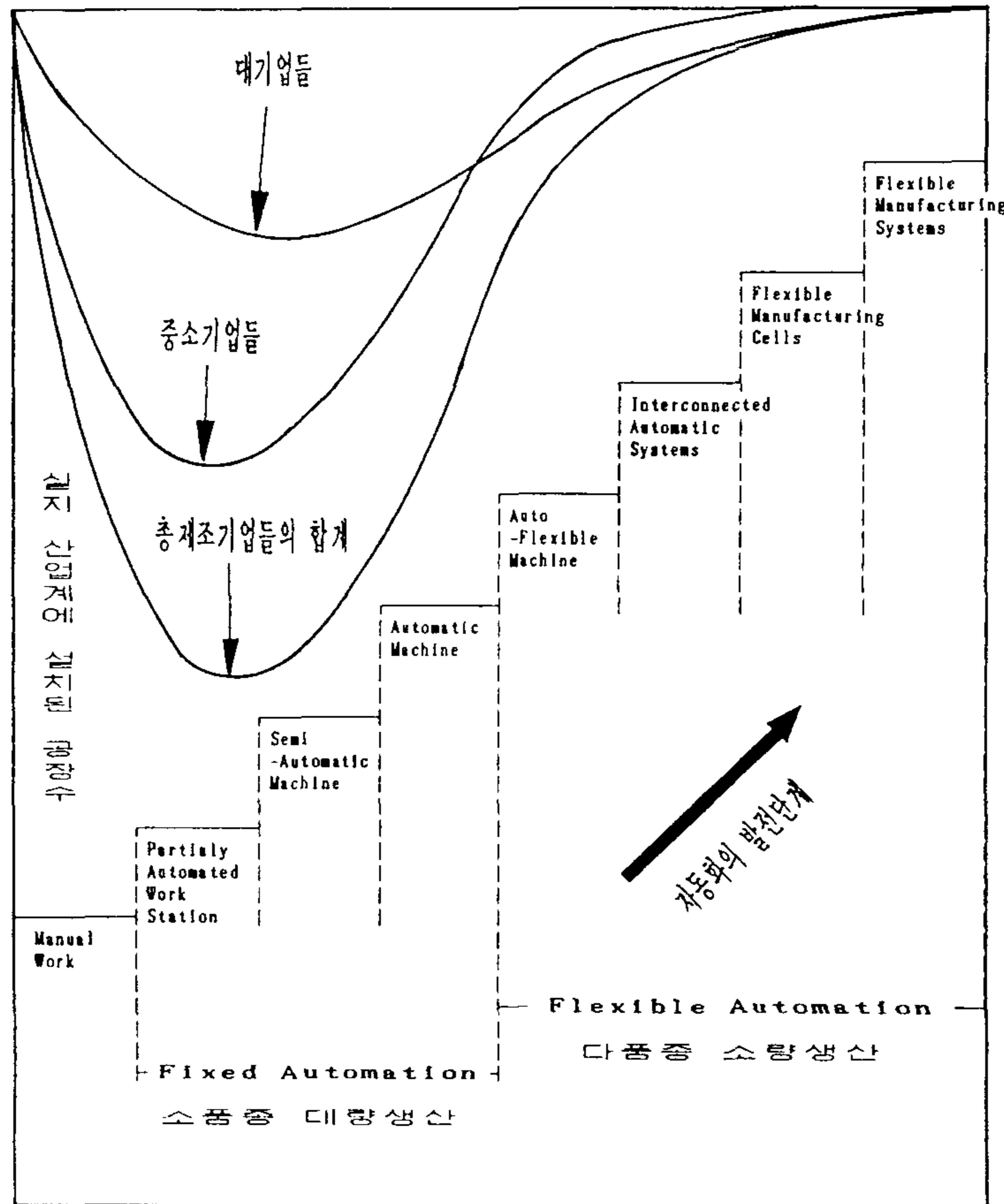
술대등 또는 기술선진국이 되는 가에 있다.

본 연구는 자동화요소 기술 개발에 관한 것으로서 국내 실정에 맞는 Modular Type Manipulator 를 설계한 내용의 보고서이며, 공기압 매니플레이터의 핵심 Actuator 설계를 Auto C A D Software 로 하였고, 이를 바탕으로 시제품 제작과 성능시험을 하였다. 또한 Energy Saving Type Pneumatic Expert System Computer Software 에 관한 연구에 대한 program 과 결과를 부록으로 첨부하였다.

본 연구결과를 좀더 다듬어서 기계연구소가 지정하는 유망중소기업들에 기술 이전한다면, 자동화산업이 지닌 특성으로 인하여 기술 과 급효과가 크므로 생산성 향상을 가져와 국제경쟁력 있는 제품을 생산할 수 있고 더 나아가 우리의 기술이 선진 외국으로 발돋움할 수 있는 계기가 될 것으로 사료된다.

제 2장 국내외 자동화현황

2-1) 유럽 자동화 현황은 프랑스 자동화 생산연구소(ADEPA)의 1987년도 유럽 통계 자료에 의하면 아래와 같다.

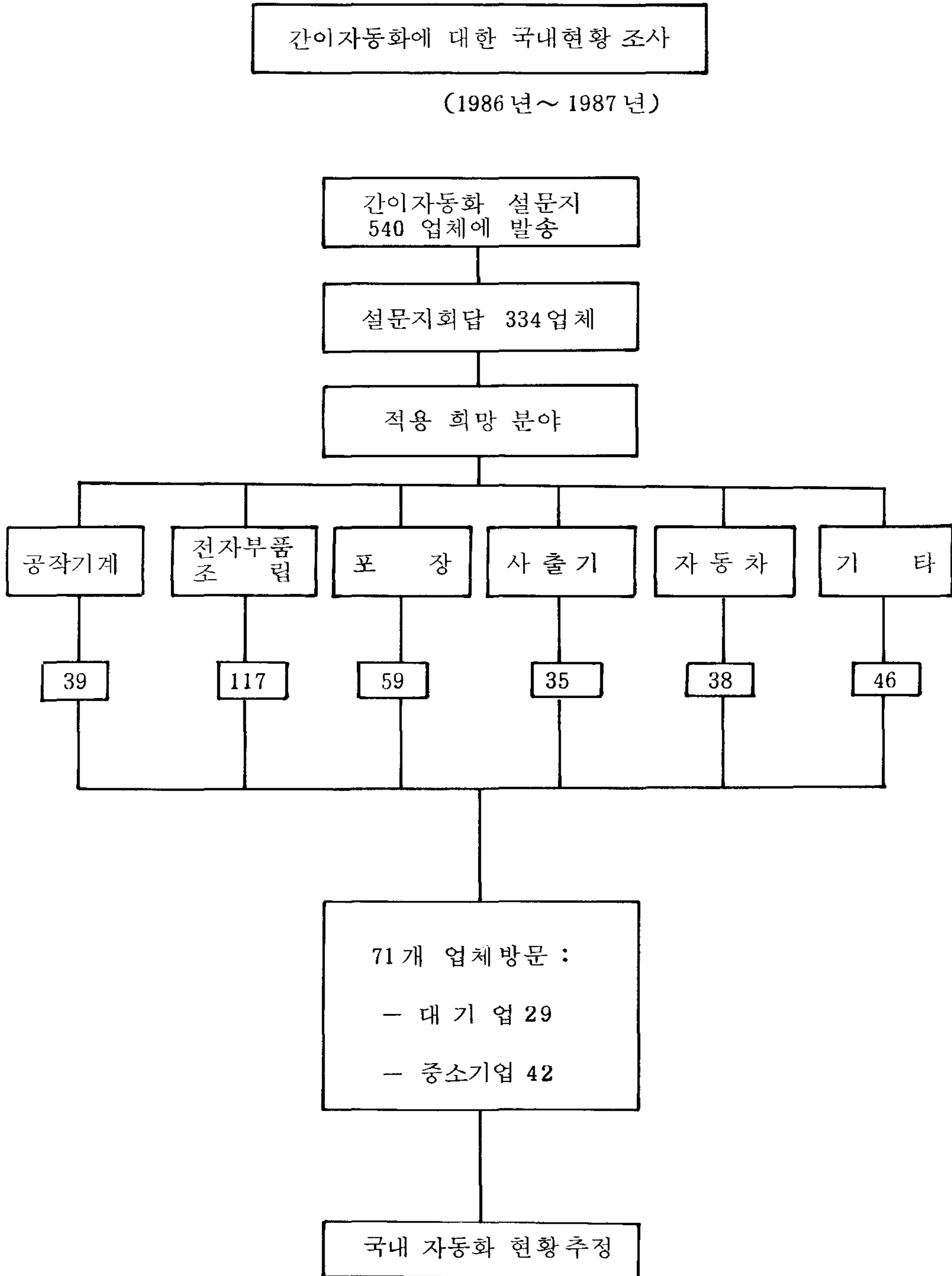


자동화단계의 수준

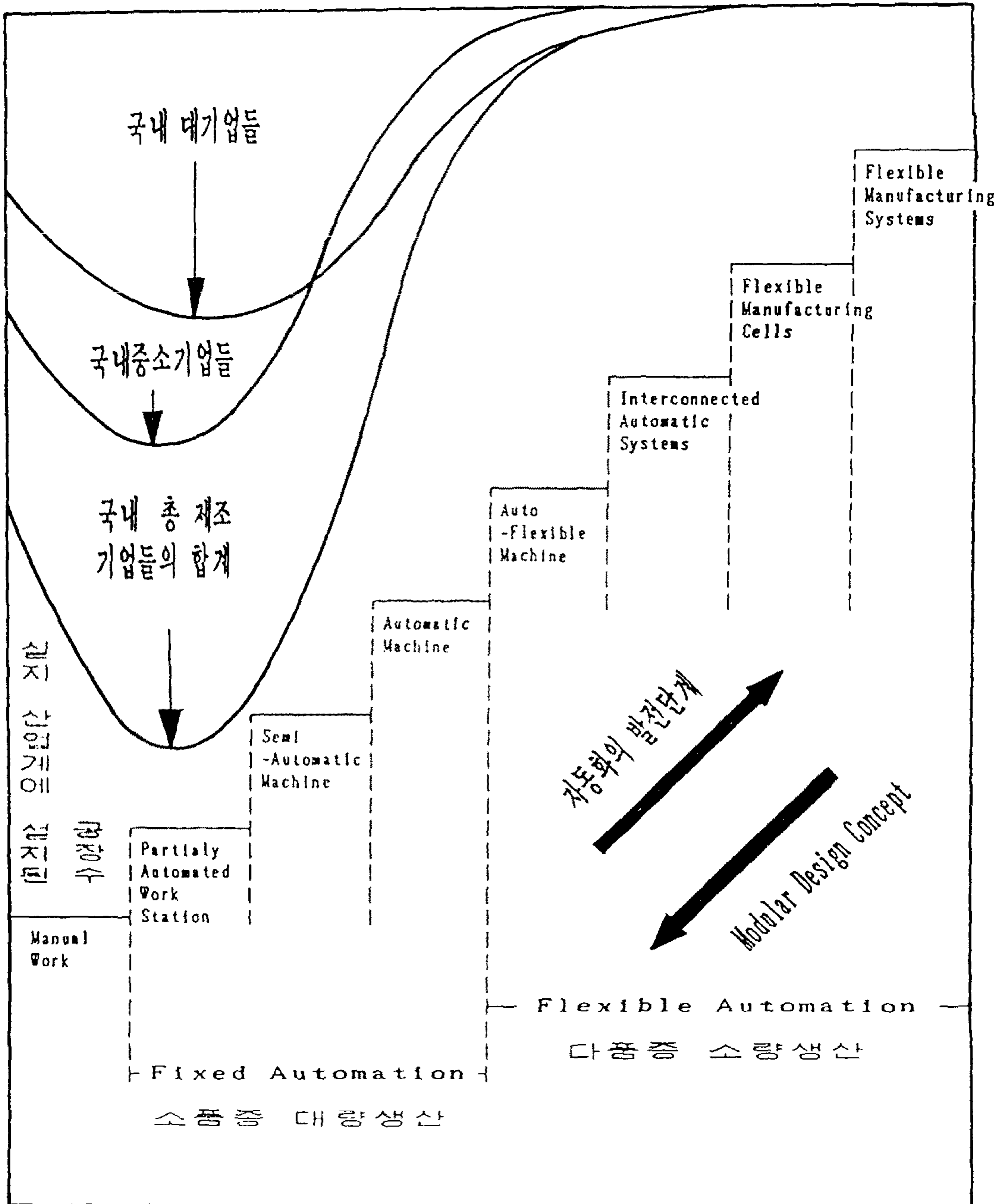
[그림 1]

위의 그림과 같이 선진 유럽에서조차 각 회사들이 보유한 기계들을 통계적으로 조사한 것에 의하면 아직도 Low Cost Automation 영역에 관련된 기계들이 90%를 차지하고 있는 실정이다.

2-2-1) 간이자동화에 대한 국내현황 조사



2-2-2) 추정되는 국내 산업계의 현황 (1988년도)



[그림 2]

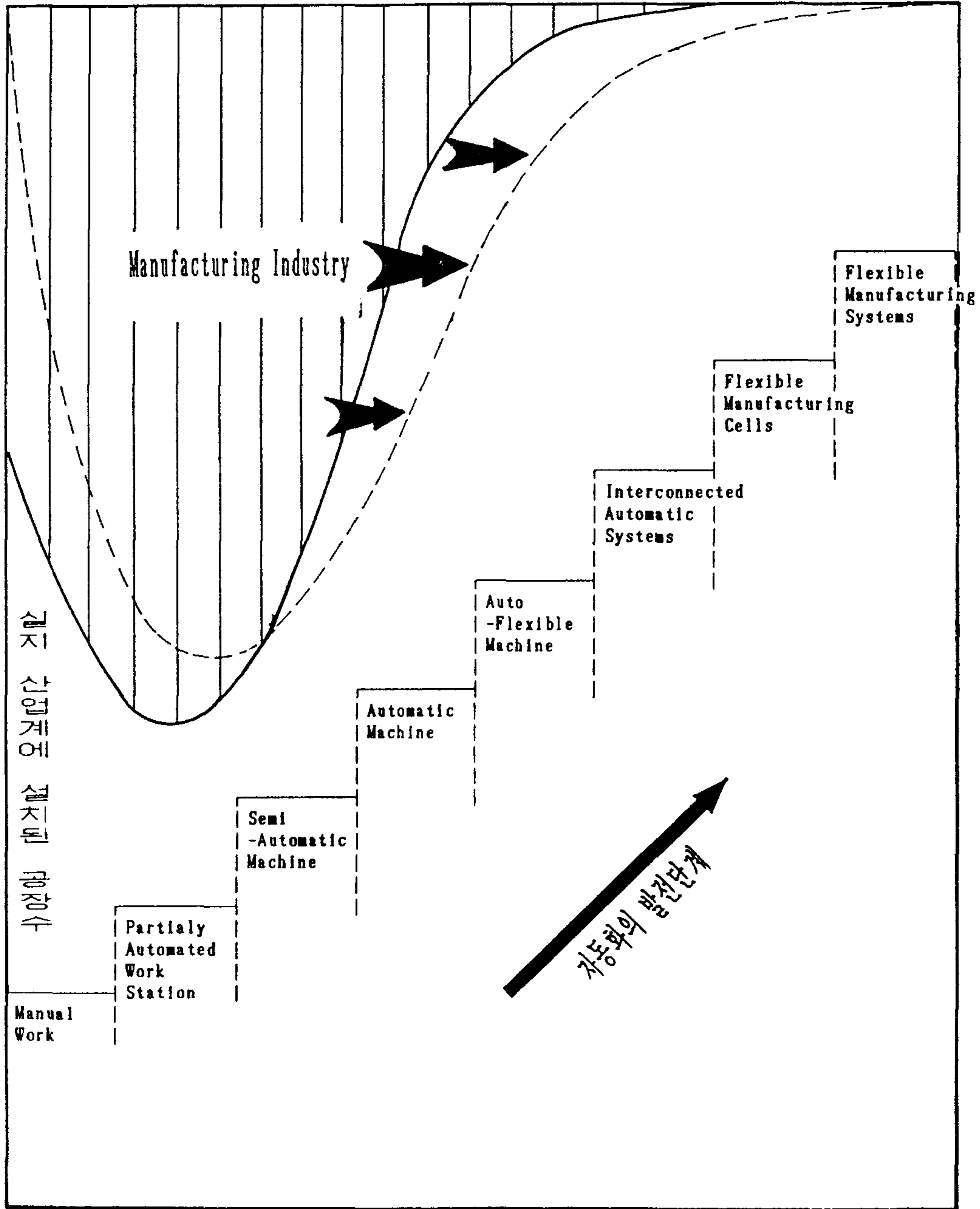
자동화단계의 수준

2 - 3) 자동화현황의 선진국과 비교

— 추정되는 국내산업계 실정

--- 선진국의 실태

자동화 단계의 수준



[그림 3]

자동화단계의 수준

제 3장 Modular Type Pneumatic Manipulator의 개요

Modular Type Pneumatic Manipulator는 압축공기를 매체로 하여 운동을 하는 기기로서 보통 제품을 장착·장탈 (Loding-Unloding) 하거나, 적당한 위치로 이동시켜 주거나 또는 회전시켜 주는 등 비교적 단순하고 반복적인 작업을 하는 기계이다.

이 기계는 직선운동을 하는 공기압 실린더 구조를 갖는 Actuator로서, 공기압 실린더의 속도를 제어하는 Pneumatic Speed Controller, 힘을 제어하는 Pressure Regulator, 또한 저속에서 Stick-Slip현상 방지, 관성을 줄이기 위한 Cushion 기능 등이 있으며, Control을 위한 Pneumatic Signal 또는 Electric Signal의 기능을 수용할 수 있어야만 한다.

회전운동을 하는 Actuator 또한 Rack & Pinion Shaft Type로서 직선운동을 하는 공기압 실린더의 위 요구사항에다 추가로 Rod부를 Rack으로 해야 하며, 실린더 튜브 중앙에다 견고한 Bearing Housing과 Pinion Shaft를 취부시켜야 하는 기술이 필요하다. 회전하는 위치를 여러 곳으로 하여야 할 필요가 있을 경우에는 Multi-Position Cylinder로 설계하여야 하며, 각 위치마다 미세한 위치를 조절할 수 있는 기능이 필요하다.

이외에도 여러종류의 기계에 상호 호환성 있게 조립이 되도록 설계하여야 하는 등 복합적인 기술이 필요한 Pneumatic Actuator를 사용한 Components의 대표적인 응용기계이다.

제 4장 Modular Type Pneumatic Manipulator의 구성

Modular Type Pneumatic Manipulator의 구성은 그림 1에서 보는 것과 같고 Step-by-step으로 분류하면 1Step으로 최선단에 Gripper, Vacuum Pad를 사용하고 특별히 Magnet Chuck을 사용하는 경우도 있으며, 이 Gripper 류는 운반하고자 하는 제품의 종류에 따라 설계 기술도 다양하다.

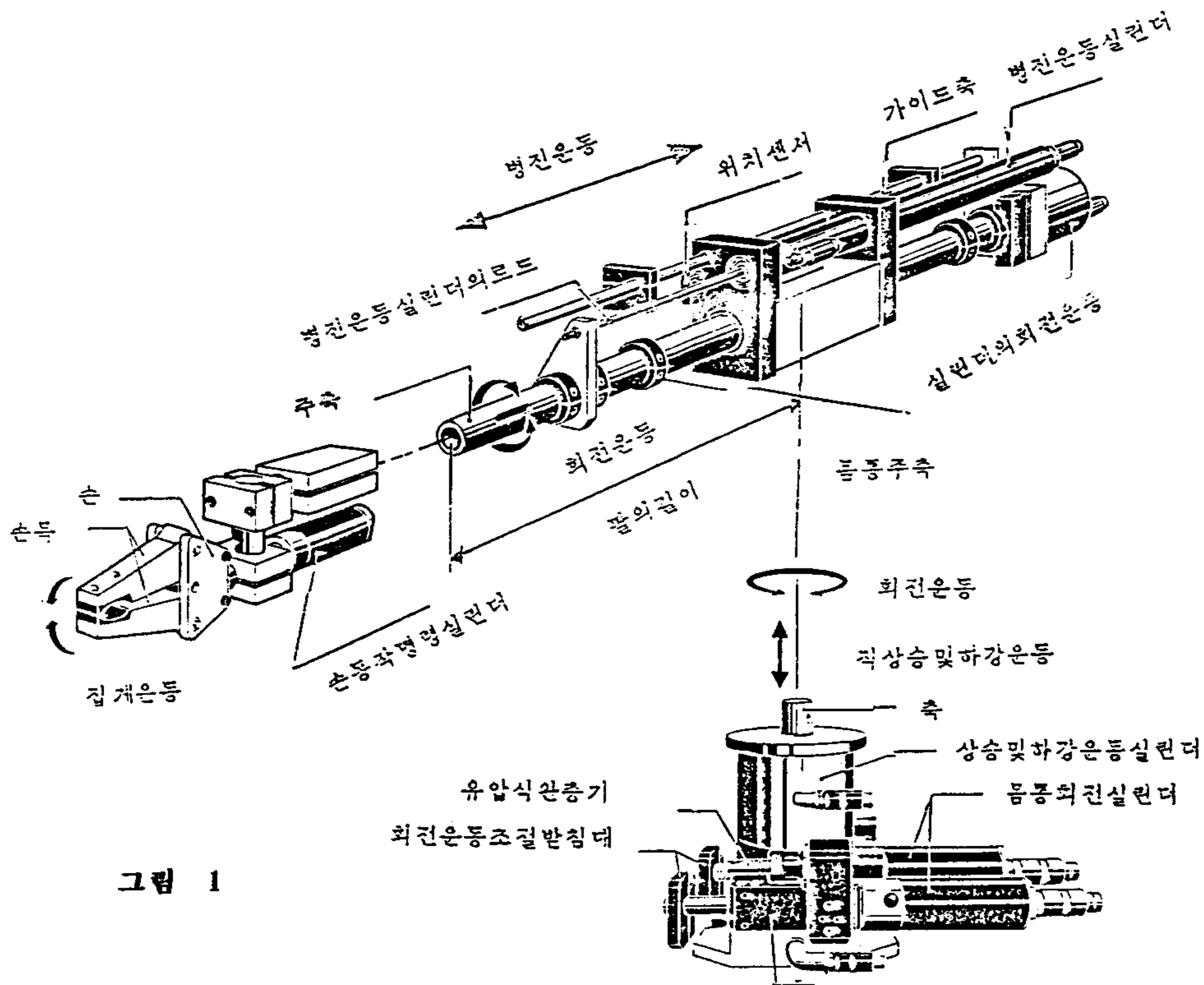
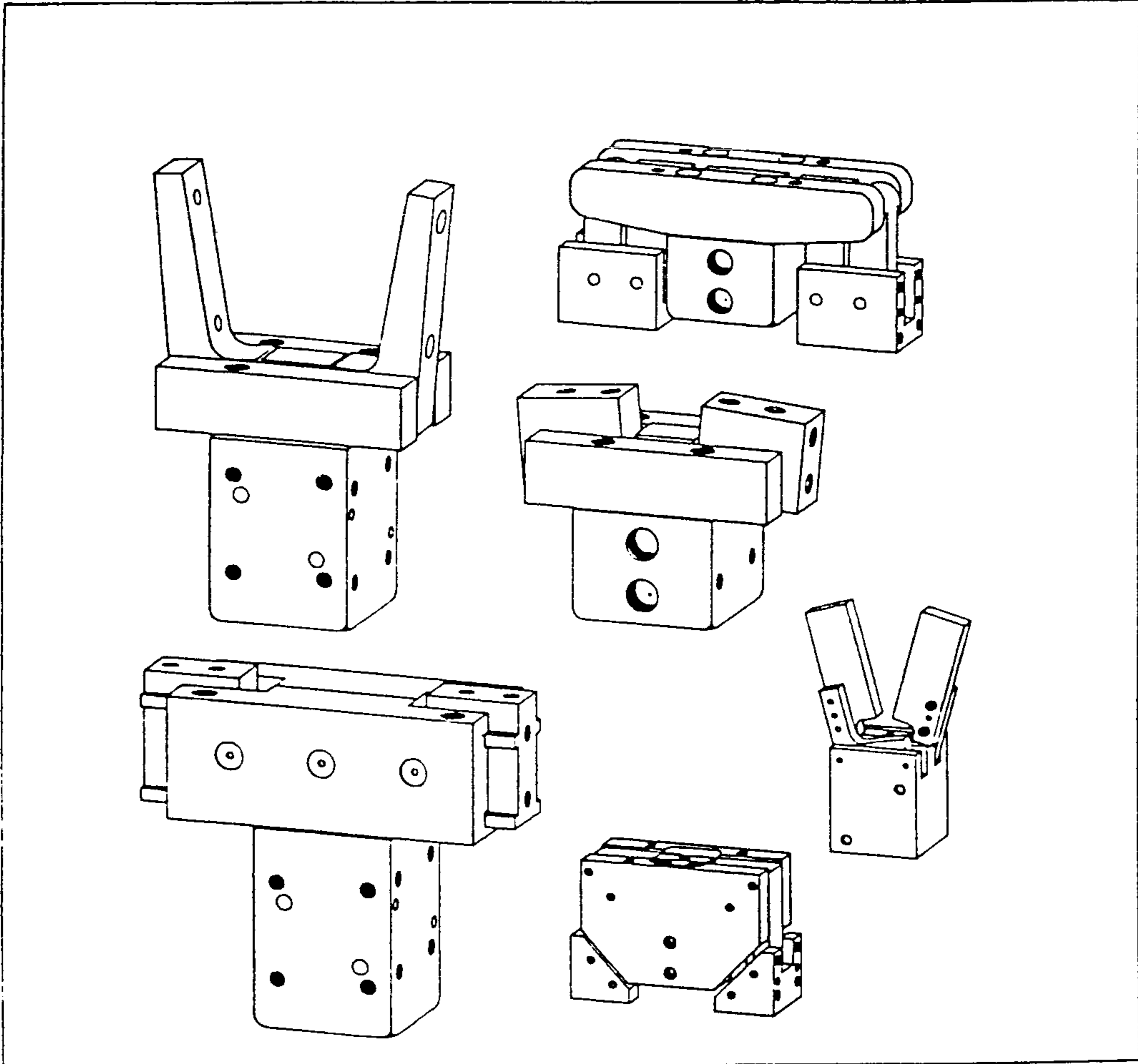


그림 1

Gripper의 종류에는 (그림 2)와 같이, 이외에도 무궁 무진하며 그 동작 특성 중에는 Angular Movement Type, Parallel Movement Type 등이 있으며, Gripping 특성 중에는 2-Jaw, 3-Jaw, 4-Jaw 이상,

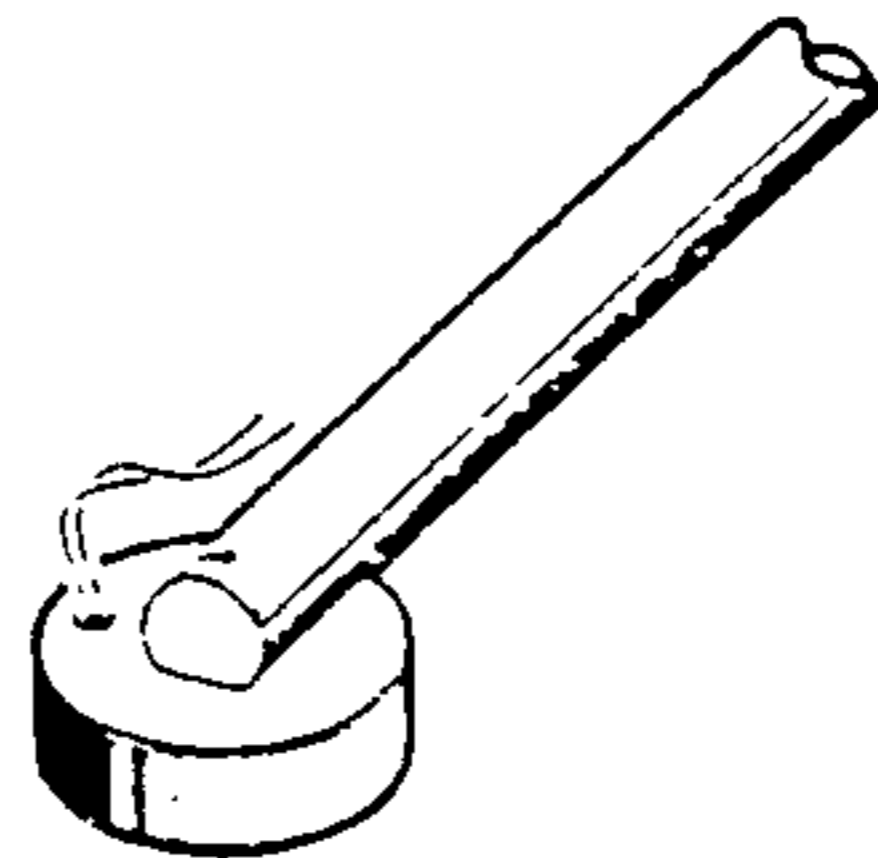
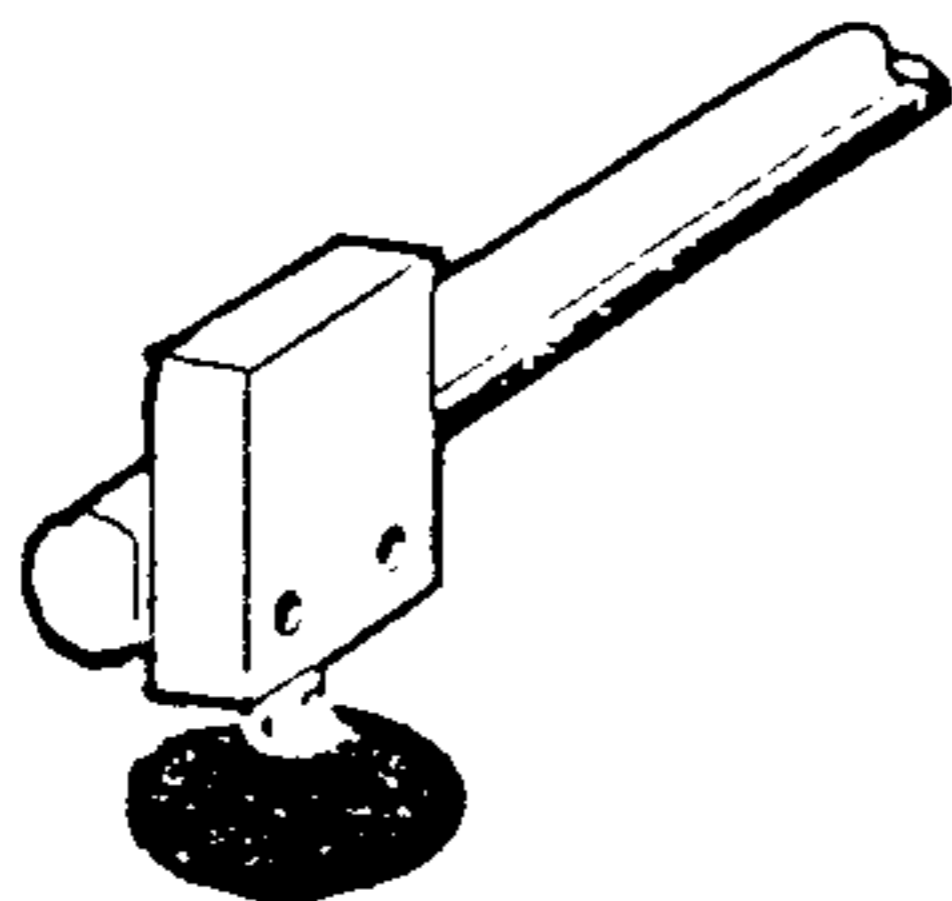
GRIPPERS

(ANGULAR AND PARALLEL MOTION)



VACUUM PAD

MAGNET CHUCK



조임, 벌림, 테이퍼를 사용한 죄임새 등을 이용한 Mechanical 한 것과 자력을 이용한 Magnet Chuck 또한 Vacuum 을 이용한 Vacuum PAD 등 있다.

2 단계로 Gripper 류를 각 종류별로 취부할 수 있는 Hub Adaptor 를 설계하여야 한다. 이 부품은 회전 및 직선운동을 하는 Actuator 의 선단에 달려 있기 때문에 소형이어야 하며, 또한 중량을 최소화 하여야 하는 것이 가장 중요한 설계 Factor 가 된다.

3 단계로 직선운동 (X 축) 및 회전운동을 하는 Actuator 설계이다. 이 Actuator 는 상의 직선 및 회전 운동을 하는 Main Body Actuator 의 위에 부착되어 있으므로 설계 Factor 의 중요도는 더한층 크다.

직선 운동과 회전운동을 가능케 하려면 Guide 가 있는 Cylinder 에 Rod 를 회전시킬 수 있는 Mechanism 을 구성해야 된다. 또한 Position Control 이 가능해야 하며 End Point 에서 Cushion 을 필요로 하고, 전체 Actuator 가 회전을 요하기 때문에 중량을 최소화해 관성 Moment 작게 설계 하여야 한다.

4 단계는 Main Body Actuator 설계이다.

이 Actuator 는 상하 운동과 회전운동을 하는 기능을 가져야 하는데 가장 중요시 하는 것은 견고한 Mechanism 으로 구성되어야 한다.

큰 Moment 와 큰힘을 갖는 상승 운동이 필요하며, 정확한 Position Control 을 위한 Heavy Cushion 이 설계되어야 한다. 또한 Rack and Pinion Shaft 의 치형 설계 및 Manufacturing Technique (가공기술 및 열처리기술 등) 을 제시하여야 하며, Multi-position Control 을 위하여 Rota-

ry Actuator 에 Multi-position Cylinder 를 설계하는 것이 가장 중요한 Design Factor 이다.

5 단계는 Slide Cylinder 설계 (Y축 직선운동)로서 긴 행정 (Long Stroke) 설계가 필요하며, 설치 장소 및 주변기기를 감안 Rod-Less Cylinder 와 같은 Mechanism 으로 구성하여 소형 경량화 되도록 Design 하여야 된다.

6 단계는 각종 Actuator 가 동작되는 내용을 검출하기 위한 Sensor 선정과 Sensor 부착 방법 및 Bracket 를 설계하여야 된다.

Modular Type Pneumatic Manipulator 의 구성은 위와 같이 복합 운동을 하는 Multi-Position Multi-Motion Actuator, Gripping 을 하는 Gripper 또는 단순히 직선 회전 운동만 하는 Rotary Actuator의 조합으로 되어있다.

제 5장 Actuator의 특성 분석

Actuator의 특성 분석은 선진 외국의 자료 그림에 첨부으로서 그 이해 돕고자 하며, 각종 Actuator의 기본이 되는 Cylinder에서 Multi-Position Multi-Motion Actuator와 Gripper에 이르기까지 그 특성을 분석코져 한다.

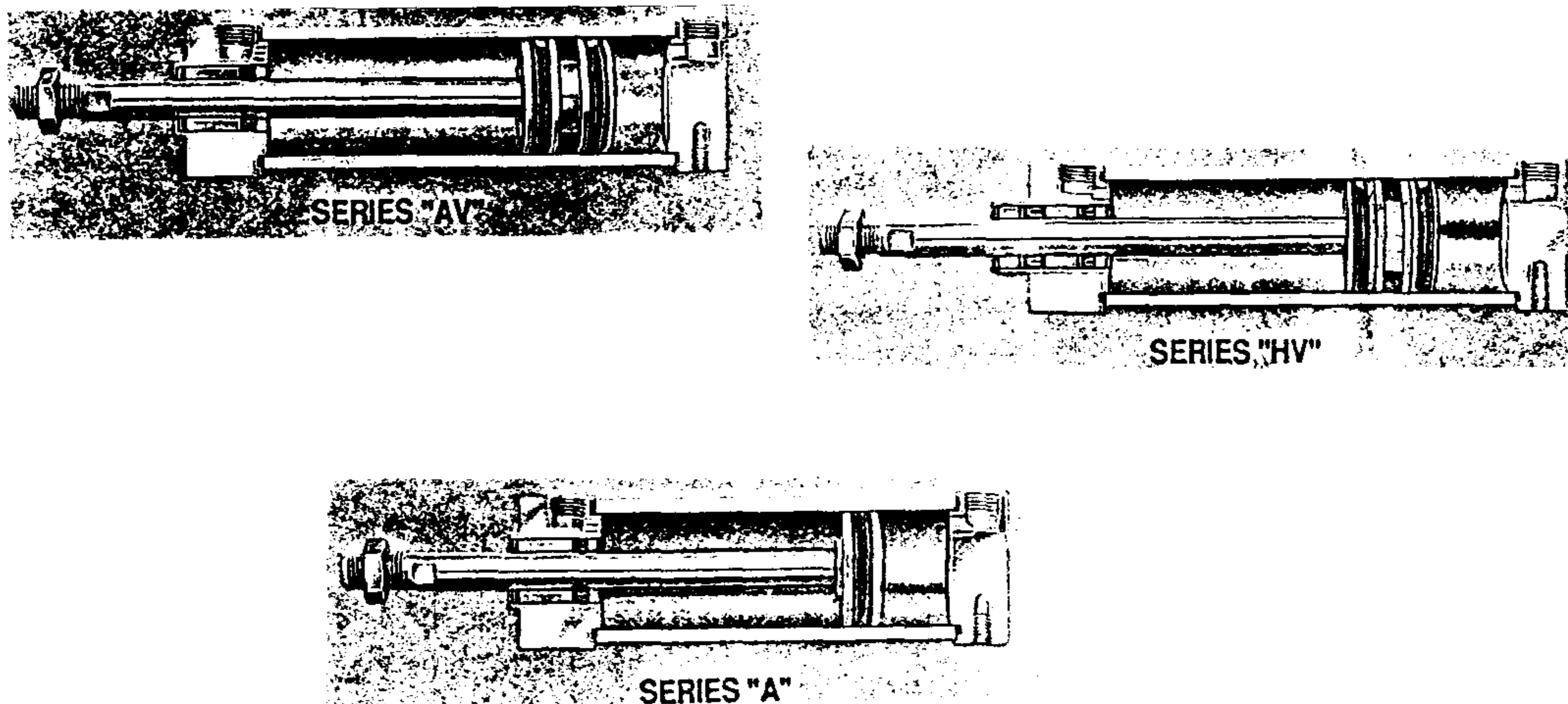


그림 5-1

그림 5 - 1에서 보는 것은 Medium Duty Cylinder로서 “AV” Series는 Rod와 Pistion에 Single Block Vee Seal을 사용하였으며,

Teflon Rod wiper, Stainless Piston Rod, Bronze Rod Bushing, 경질 도금된 Aluminum Cylinder Barrel, 아연 도금된 End CAP, 이외에도 Cushion, Shock Pads, Magnetic Piston, Viton Seal 등 추가할 수 있으며, Mounting Style 과 Rod End Style 등에 있어도 그 설계 범위는 대단히 크다.

또한 “HW” Series 는 Rod 와 Piston 에 Single Block Vee Seal 과 여기에 고압 및 피로 수명을 크게 하기 위하여 Back-Up Ring 을 삽입하였다.

그리고 “A” Series 에서는 Piston Seal 에 Single Block Quad Ring 을 삽입한 경우다.

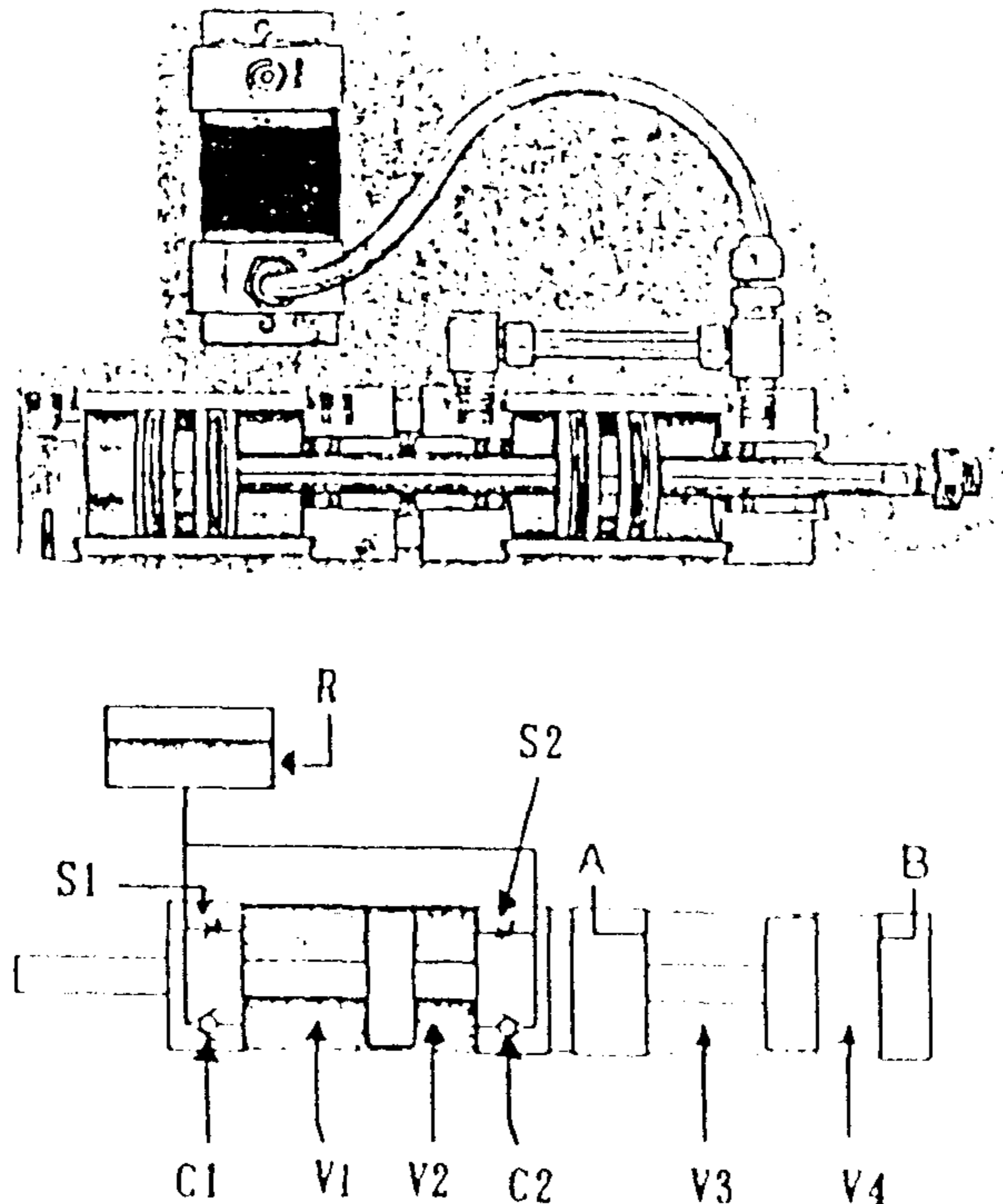


그림 5-2

그림 5-2 는 Air Oil Tandem Cylinder로서 정확한 조작과 스무스한 운동이 필요 할 때 주로 사용된다. Pneumatic Cylinder의 가장 큰 문제중 하나인 저속에서 Stick-Slip현상을 방지하는데 이상적인 Mechanism 이다.

Air & Oil Tandem Cylinder의 작동 특성은 다음과 같다. A-Port 에 압축공기가 공급되면 Cylinder 는 후진을 하고, 이때 V2 내에 있는 Oil이 S2 를 통하여 서서히 빠져 나오면서 속도를 제어하고 이때 S1 과 C1 을 통하여 V1 내로 Oil 흡입된다. B-Port 에 압축공기가 공급되면 Cylinder 는 전진을 하고 V1 내에 있는 Oil이 S1 을 통하여 서서히 빠져 나오면서 속도를 제어하고 이때 S2 와 C2 를 통하여 V2 내로 Oil 흡입된다.

이와 같은 원리에 의해서 전후진을 스무스 하게 제어할 수 있다 또한 내부 누설이나 열팽창, 수축 등에 의해 Oil의 체적변화 또는 Oil 온도 제어를 목적으로 Reservoir 를 부착한다.

R : Reservoir

S : Flow Control Valve

C : Check Valve

V1, V2: Oil Room

V3, V4: Air Room

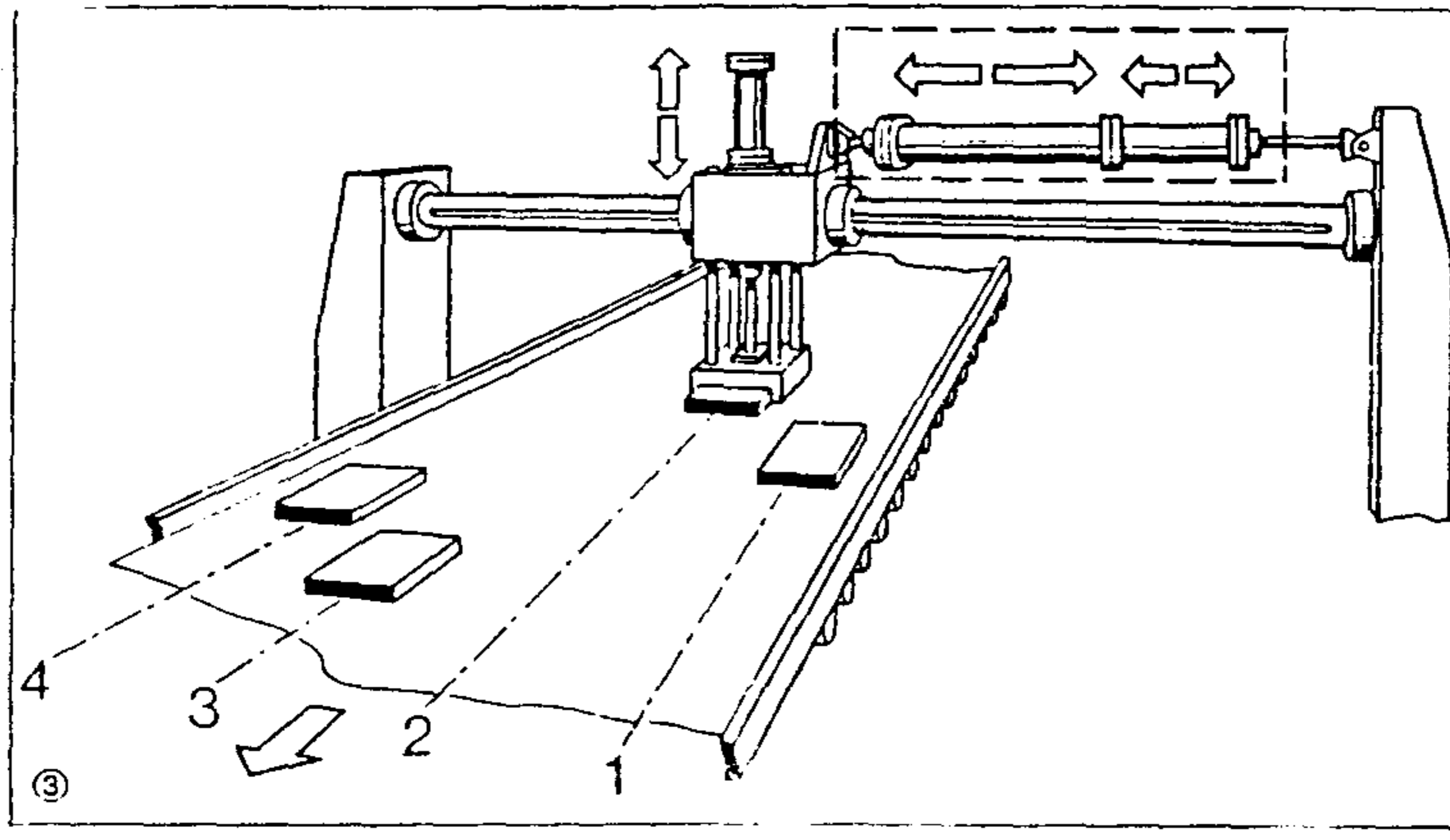
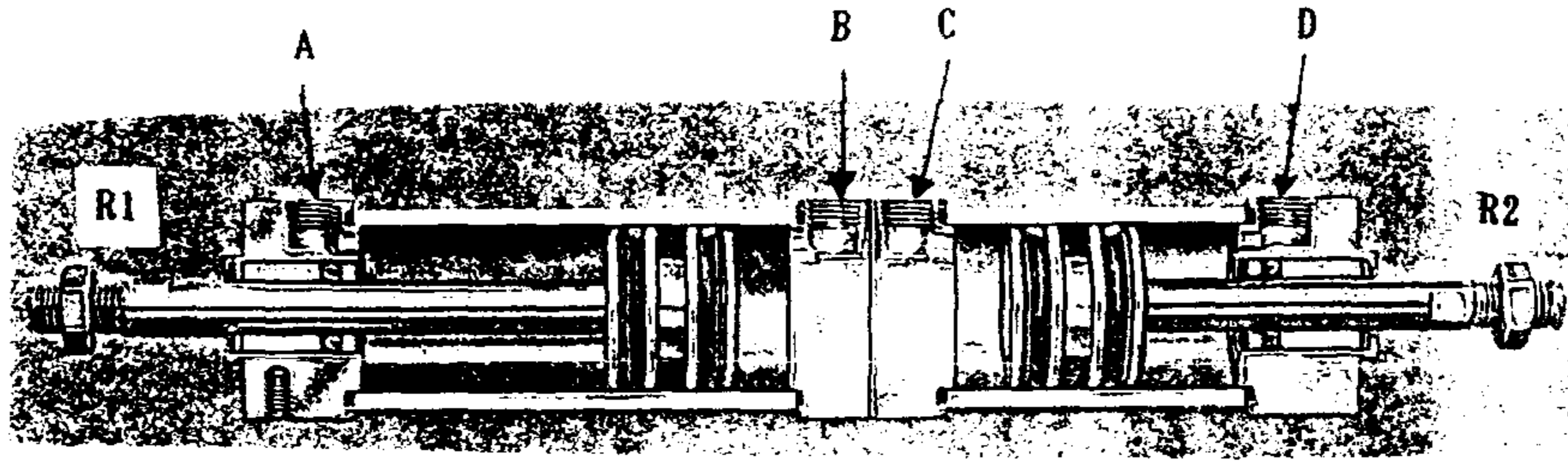


그림 5-3

그림 5-3는 BACK-TO-BACK Cylinder로서 한개의 BACK-TO-BACK Cylinder로 4 위치에 제품은 순차적으로 공급할 수 있는 Actuator이다.

동작 특성은 A-Port와 D-Port에 압축공기가 공급되면 1의 위치에 있게 되며 A-Port와 C-Port에 압축 공기가 공급되면 2의 위치로 간다. 또한 B-Port와 D-Port에 압축공기가 공급되면 3의 위치에

있게 되며, B-Port 와 C-Port 에 압축공기가 공급되면 4의 위치로 행정한다. 어떠한 공정에서 제품을 순차적으로 공급이나 선택적으로 처리해야 할 경우가 있을때 가장 이상적인 Actuator 이다.

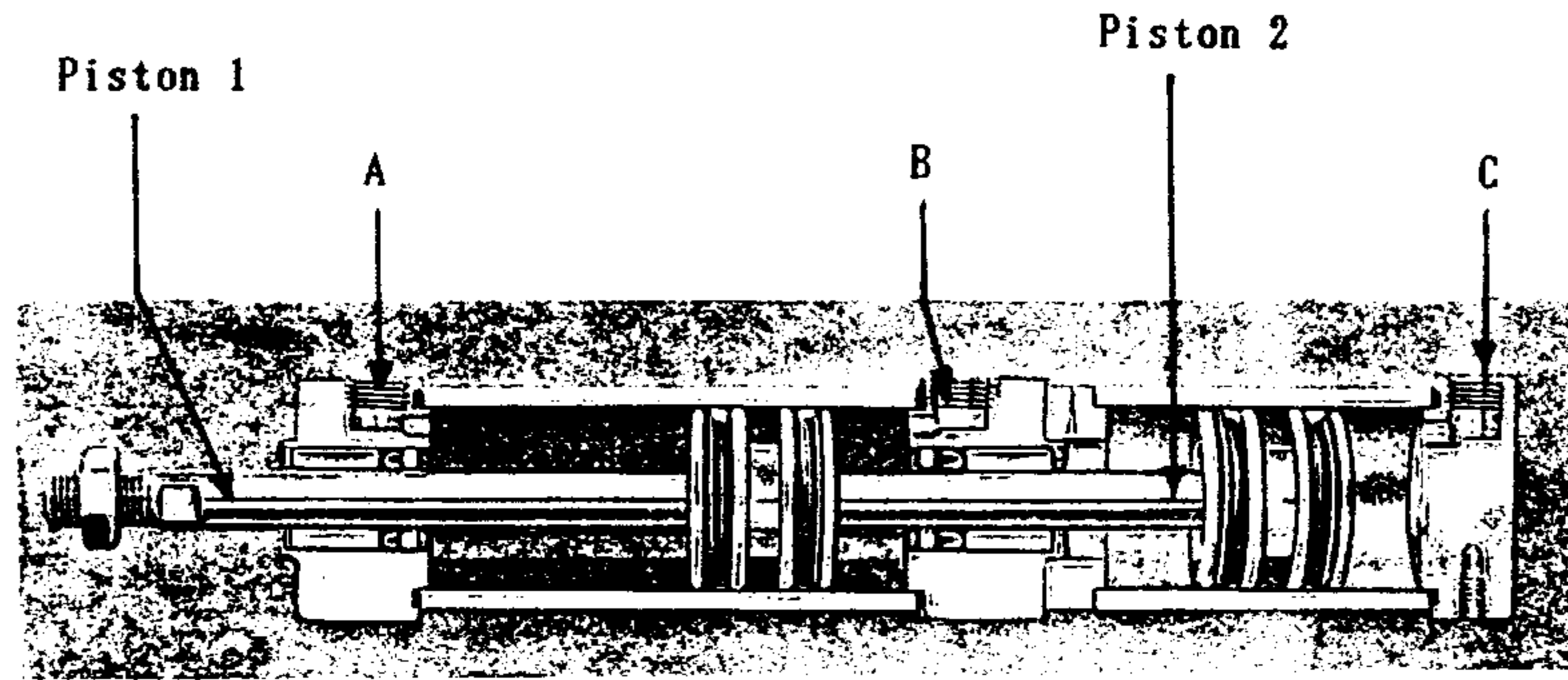


그림 5-4

그림 5-4 는 3-Position Cylinder이며, Multi-Position Cylinder 도 이와 같은 개념 설계가 기본이 된다. 3-Position Cylinder 의 동작 특성은 두개로 된 Piston 을 순차적 작동에 의해서 얻어지는데 먼저 A-Port 에 압축공기가 공급되면 Cylinder 은 완전 후진 상태가 된다. C-Port 에 압축 공기가 공급되면 Piston 2 가 전진하게 되어 Piston 2 의 행정 길이 만큼 Piston 1 이 행정하게 된다. 다시 B-Port 에 압축 공기가 공급되면 Piston 1 이 전진하여 현재 위치에서 Piston 1 의 행정을 완전히 하게 된다. 단, Piston 1 의 행정은 Piston 2 의 행정보다 길어야 된다.

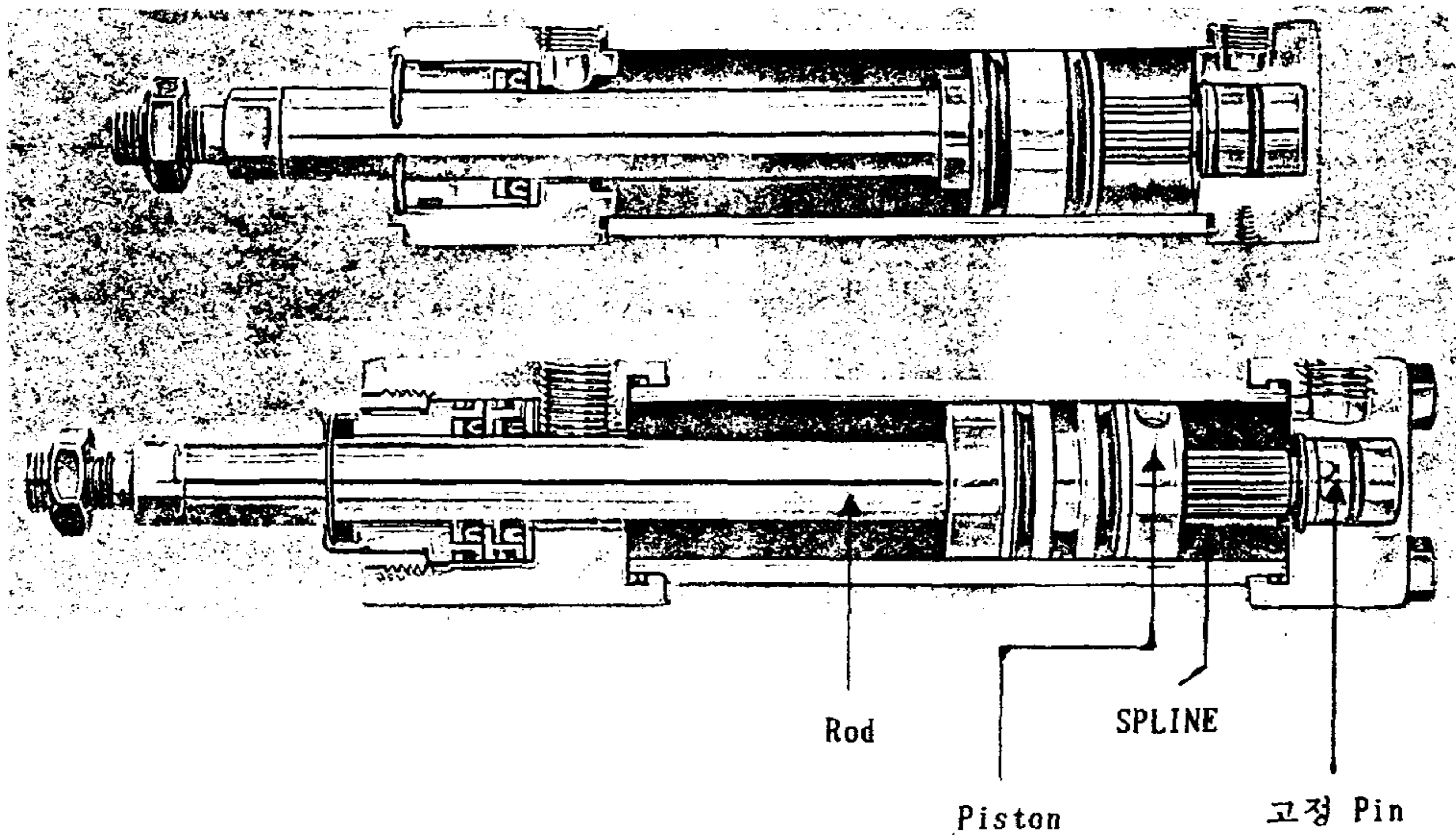


그림 5-5

그림 5-5 는 Non-Rotating Rod Cylinder이며, 이 Cylinder 는 직선 운동만 허용하고 회전 운동을 억제하는 기능을 가지고 있다. Cylinder End CAP 에 고정된 SPLINE 축과 Piston & Rod 를 중공축으로 하여 중공부에 SPLINE 를 만든 것으로서 현재 개발되어 있는 것 중에서는 가장 Compact 한 Design 이다.

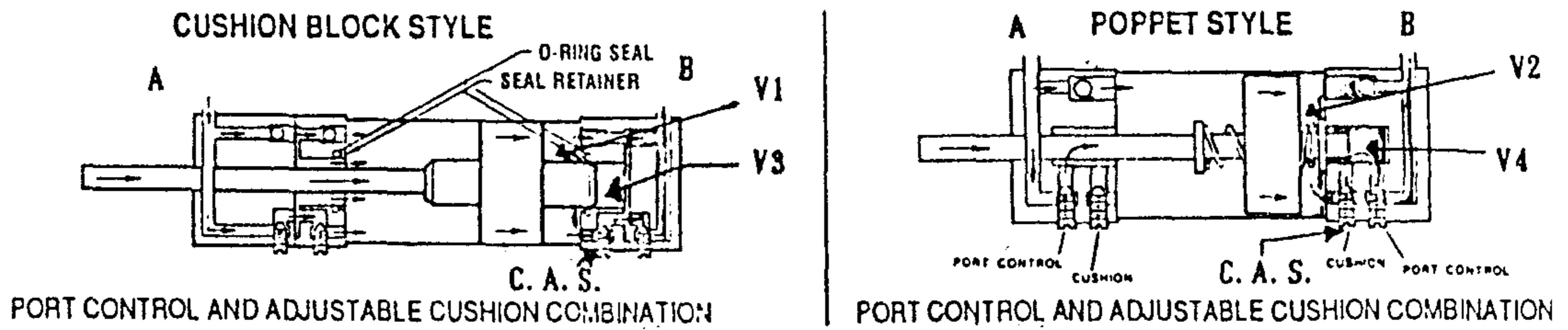


그림 5-6

그림 5-6은 Cylinder Cushion에 관한 것인데 좌측은 Cushion Block을 사용한 경우이며, 오른쪽 그림은 Poppet을 사용한 Cushion이다.

작동 특성은 Cylinder가 전후 행정을 종료할 때 스무스한 정지를 위하여 사용되는 것으로서 Piston Rod에 부착된 Cushion Bar 또는 Poppet가 V3, V4 부로 Return되는 공기를 차단하게 되면 C.A.S. (Cushion Adjustment Screws)에 의하여 조절된 적은 단면으로 서서히 공기가 밖으로 빠져 나가게 된다. 또한 그림 5-6-1과 같이 Cylinder 내부에 Shock Pad를 설치하여 Cushion으로 사용하는 경우도 있다.

SHOCK PADS

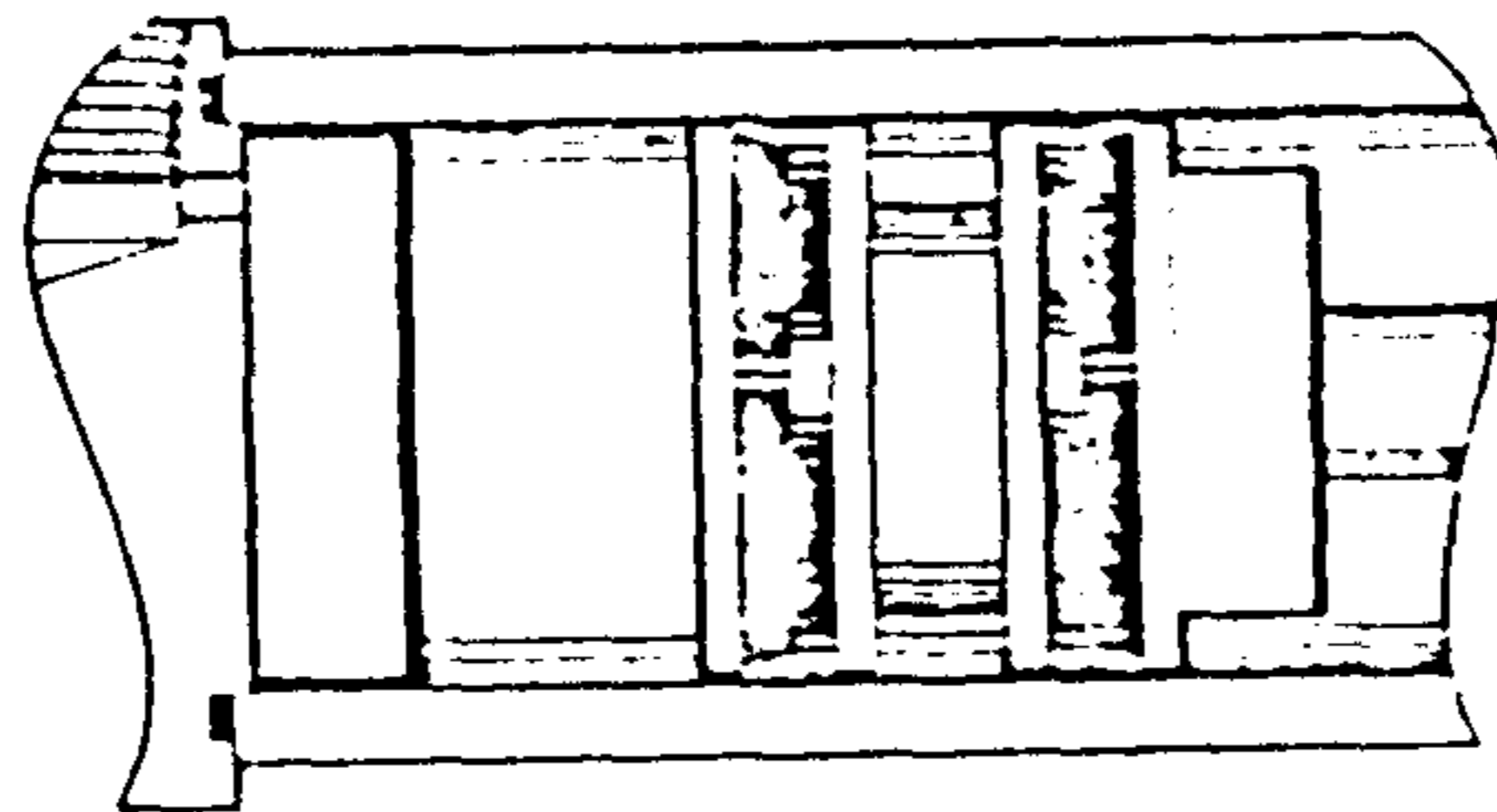


그림 5-6-1

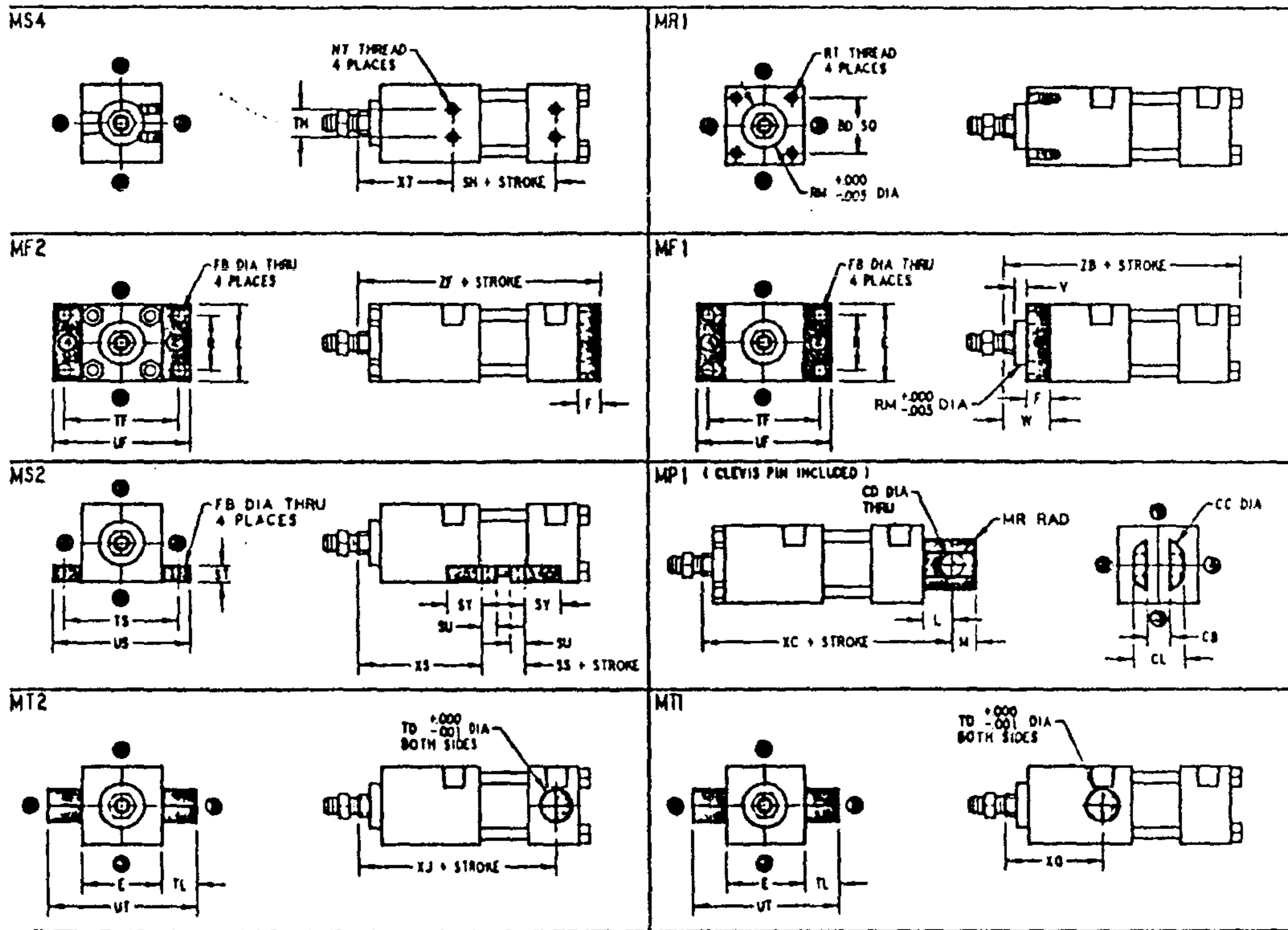


그림 5-7

그림 5-7 은 공기압 Cylinder 의 부착 방법에 대한 것이며, 이밖에도 Cylinder 의 크기 또는 부착 위치 등의 필요 조건에 따라 많은 부착 방법이 개발되어 지고 있다.

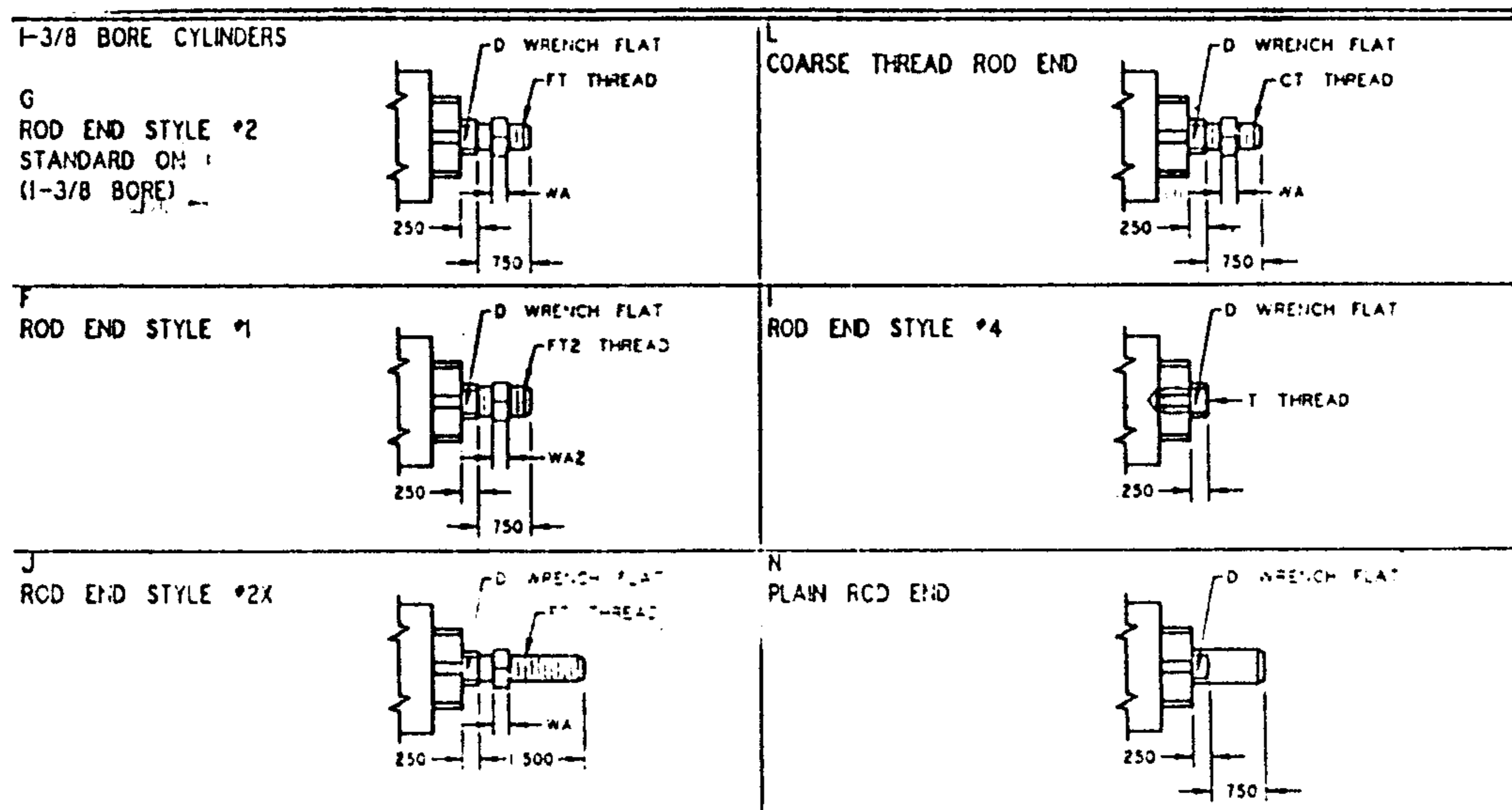


그림 5 - 8

그림 5-8 은 Cylinder Rod 끝 부분에 관한 것으로 수나사에 너트를 체결하는 것, TAP 구멍에 볼트를 체결하는 것 평평한 BAR 에 평행키를 사용하는 것 등이 있다.

이외에도 Non-Rotating Rod Cylinder 는 Key Hole 제작하여 사각 키를 사용하는 경우도 있다.

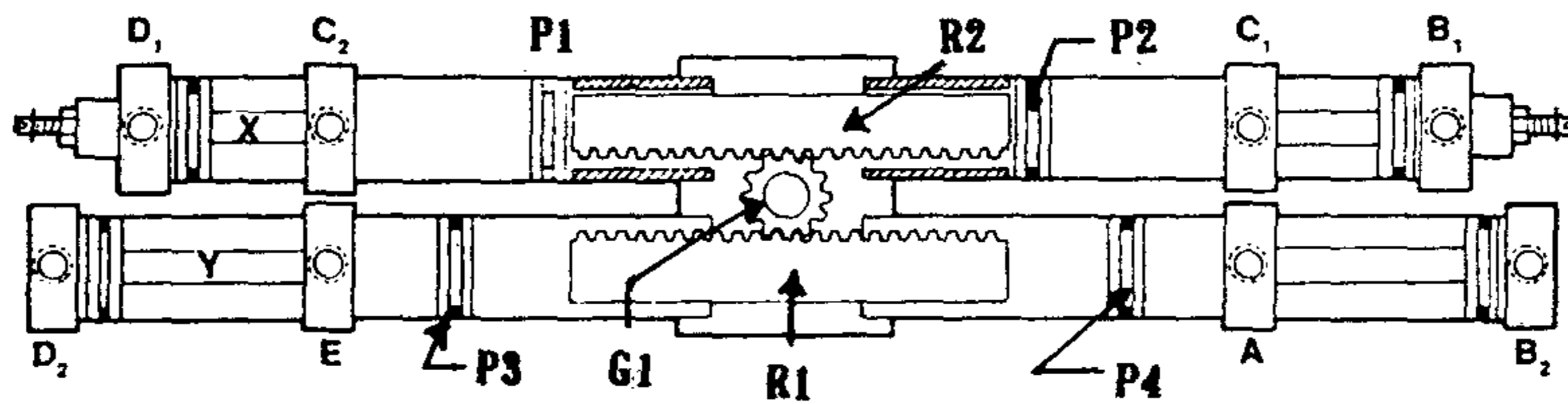
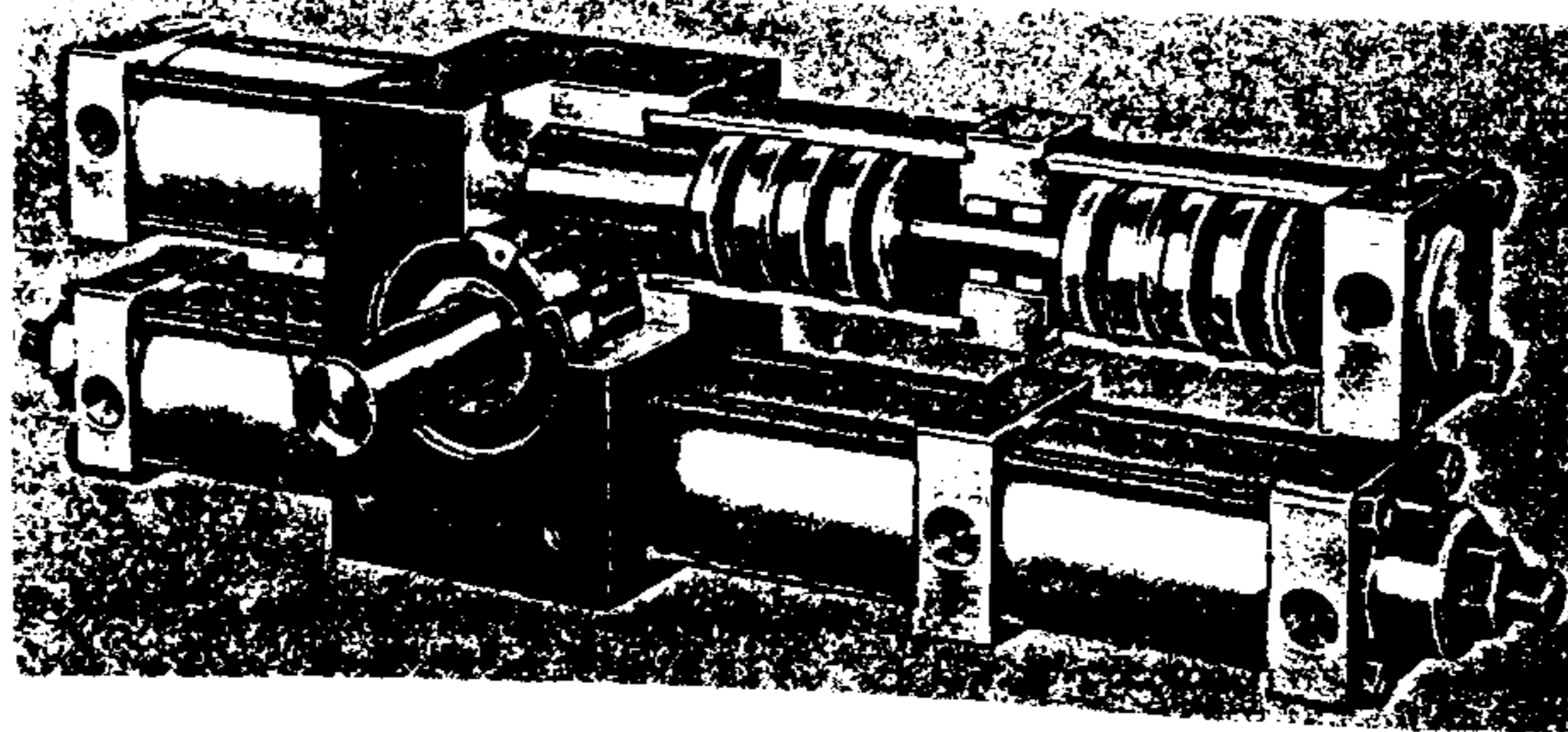


그림 5-9

그림 5-9은 Multi-Position Rotary Actuator로서 공기압 Cylinder로서는 가장 부가가치가 높은 반면에 설계기술 및 제작기술이 어려운 Actuator이다. Actuator 중앙부에 Rack & Pinion Shaft가 설치되어 직선 운동을 회전 운동으로 전환하여 준다.

Multi-Position 기능의 도식으로 다음 그림 5-10에 상세하게 표시되어 있다. 따라서 계략적인 설명만을 하고자 한다. 그림 5-9의 Actuator는 5 Position을 할 수 있는데 작동 특성은 다음과 같다.

E-Port에 압축공기가 공급되면 I Piston에 위치하고 이점을 0° 또는 초기 위치라 한다. Port-D1 & D2에 압축 공기를 공급하면, Actuator는 II Position으로 회전한다. Port-B1 & B2에 압축 공기

5-1) ROTARY ACTUATORS 동작 특성도

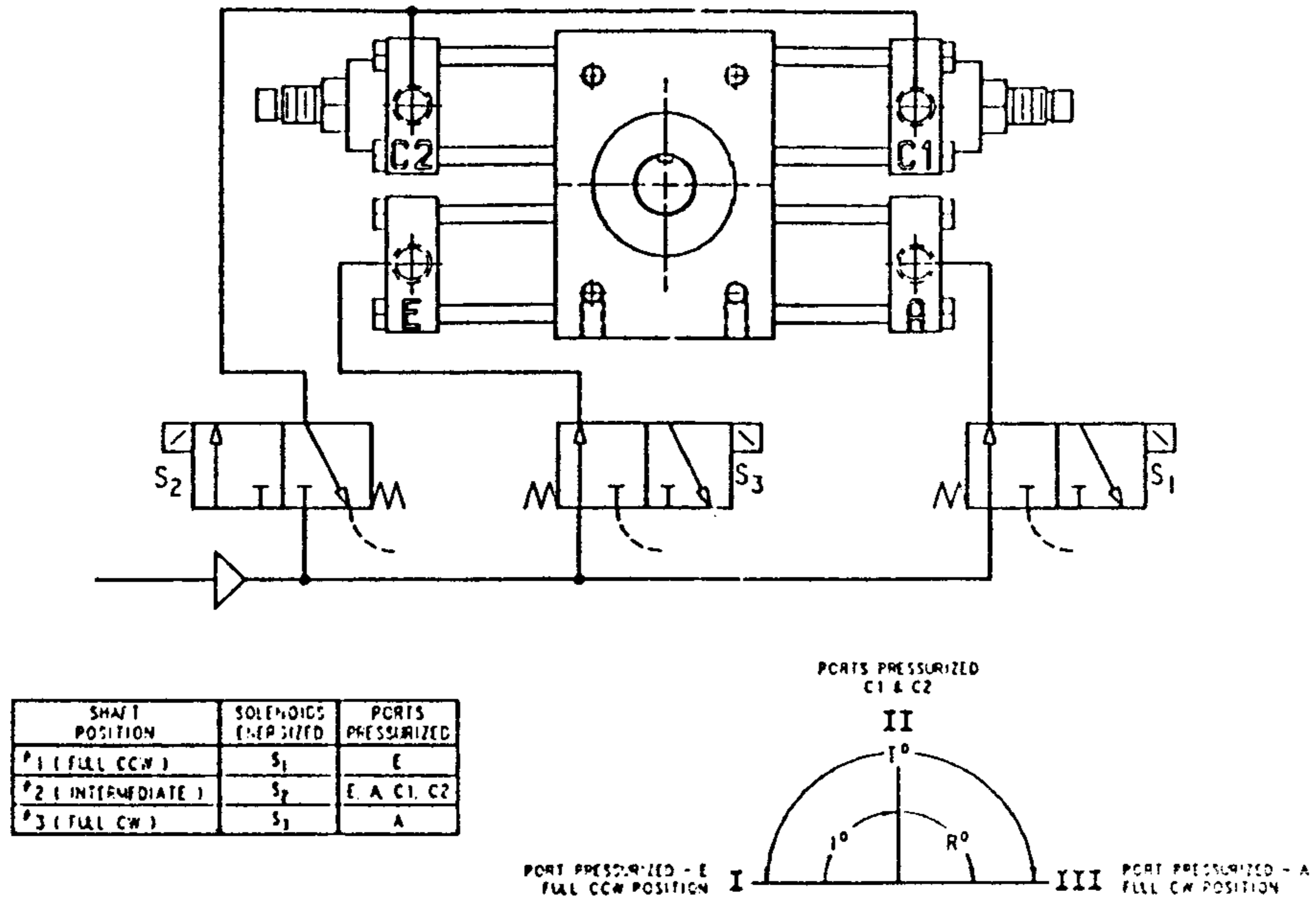


그림 5-10-1 3-Position Rotary Actuator

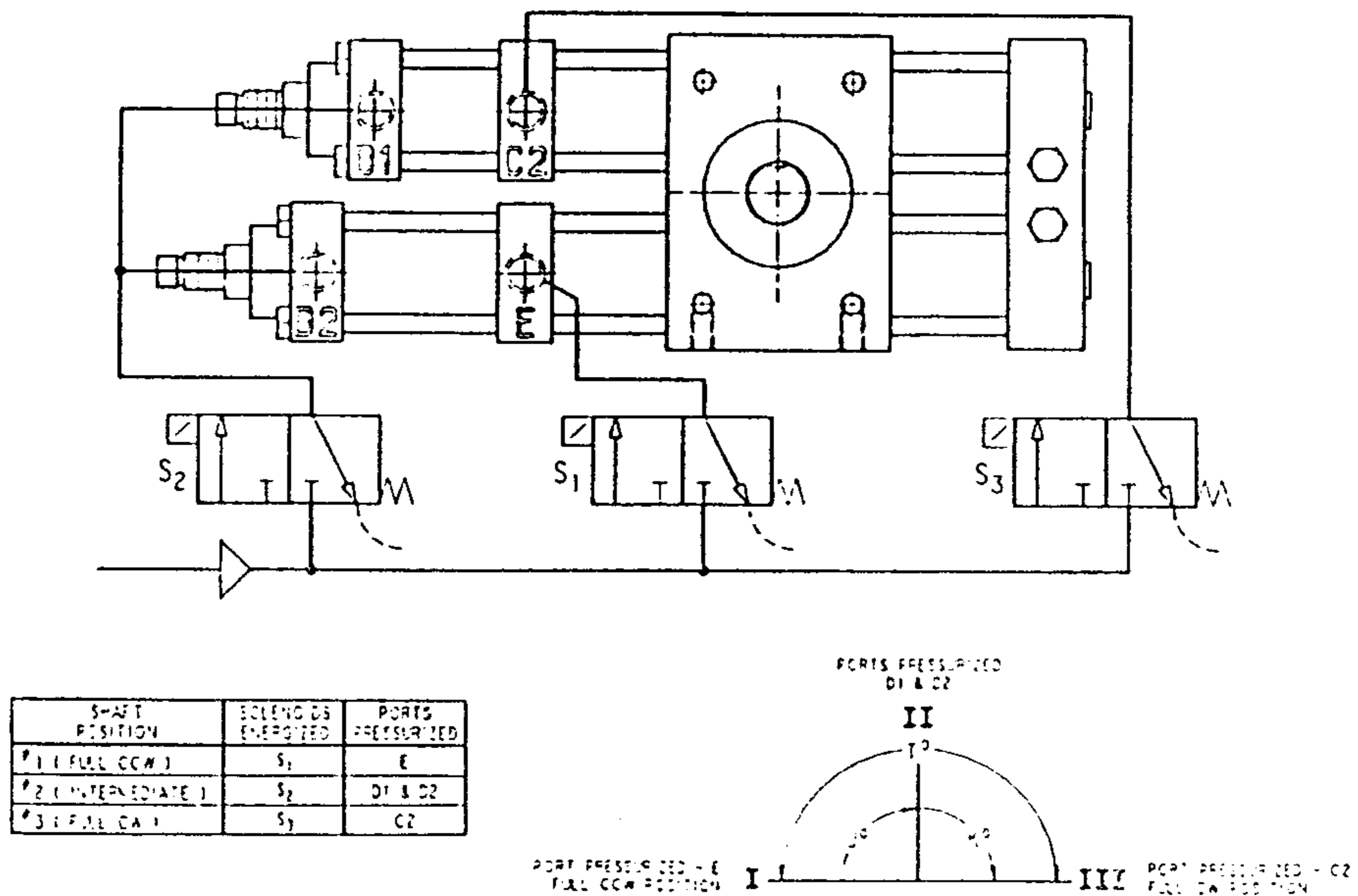


그림 5-10-1 3-Position Rotary Actuator with Air Oil Tandem Units

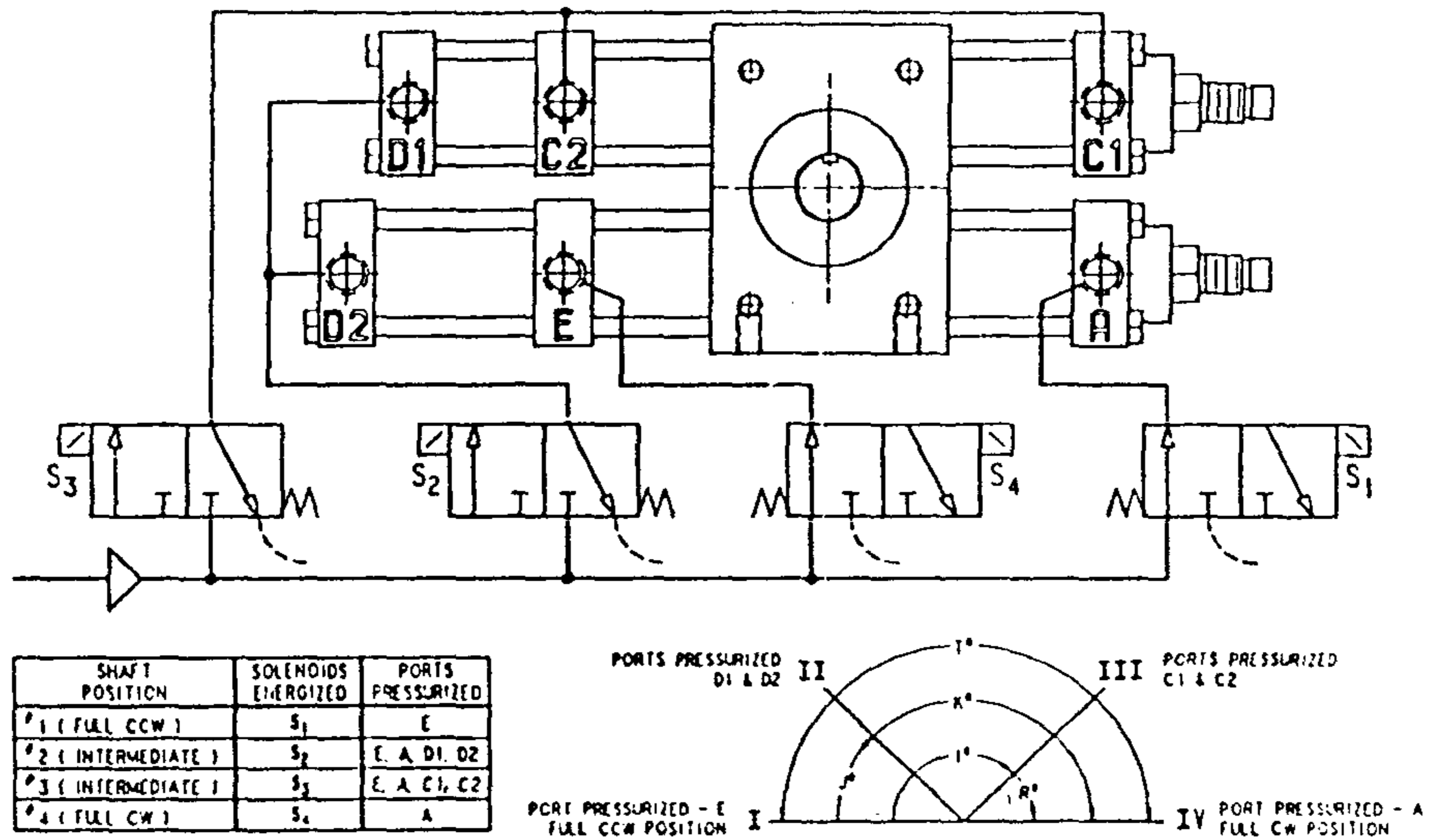


그림 5-10-3 4-Position Rotary Actuator

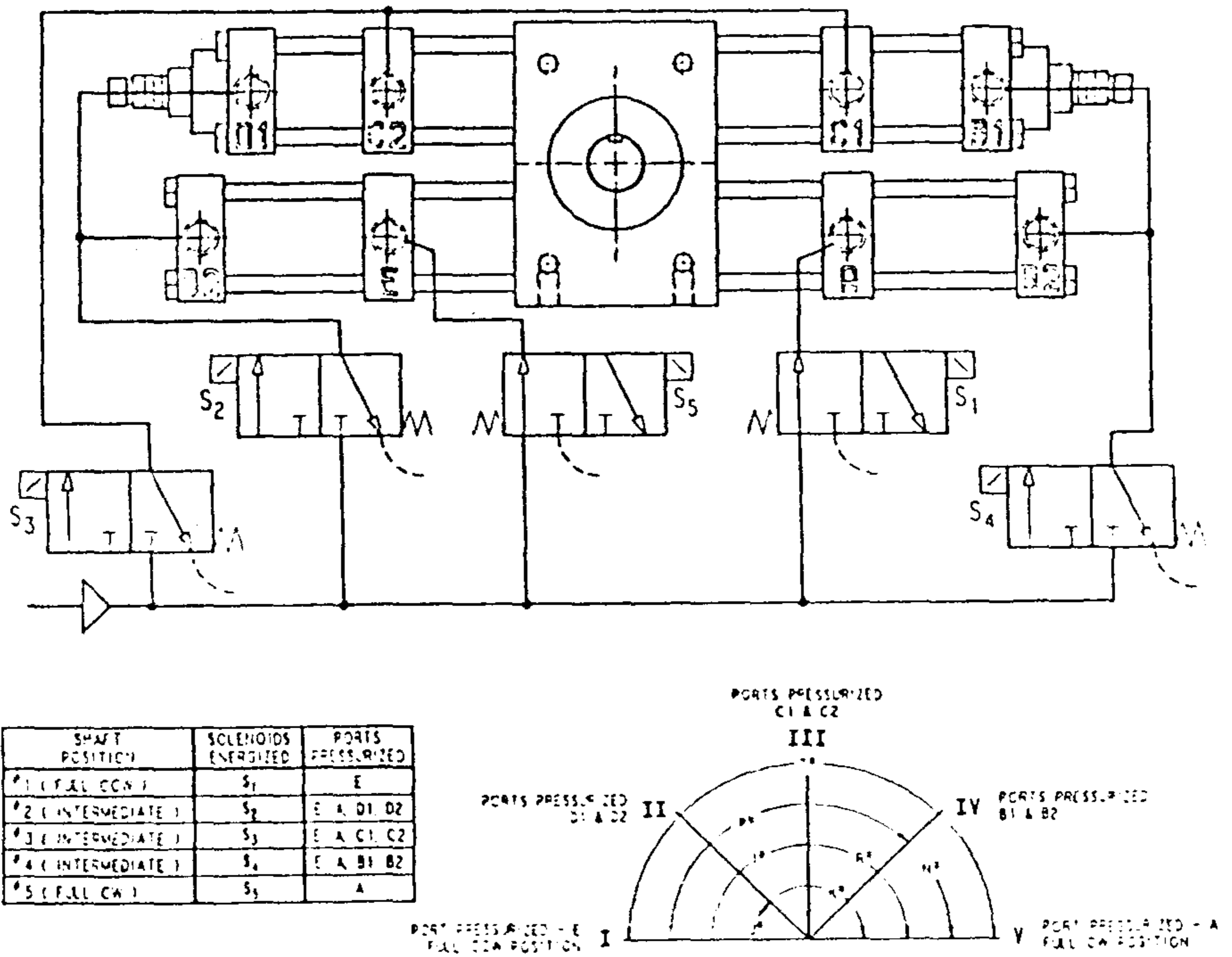


그림 5-10-4 5-Position Rotary Actuator

를 공급하면 IV Position으로 회전하고, A Port에 압축 공기를 공급하면 V Position으로 회전한다.

특히 II, III, IV-Position으로 회전 시킬 때는 원하는 위치보다 더 회전하는 것을 방지하기 위하여 E, A-Port에 압축 공기를 공급한다. Pneumatic Directional Control Valve의 조작에 의해서 무차순으로 회전운동이 가능하다.

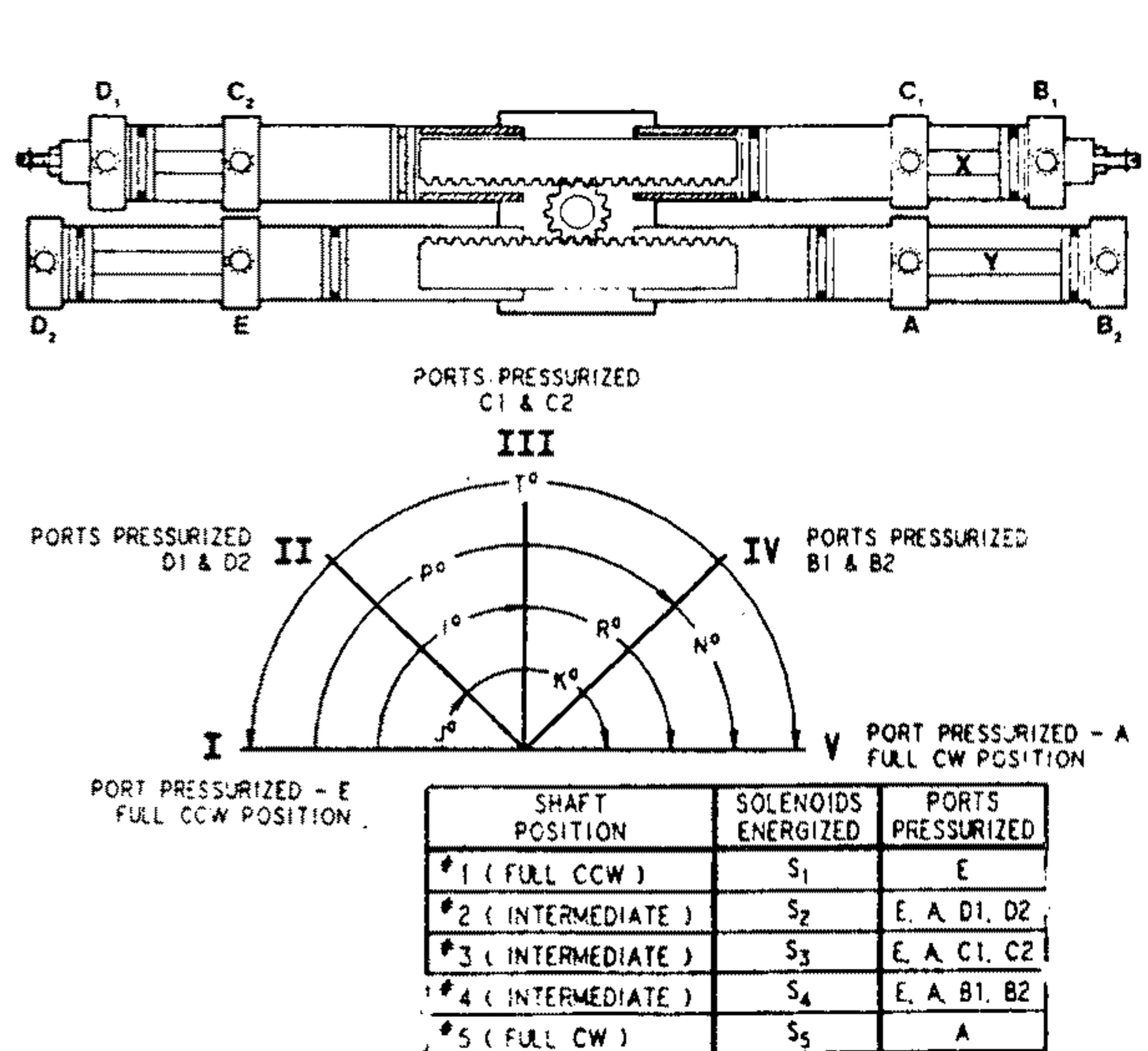
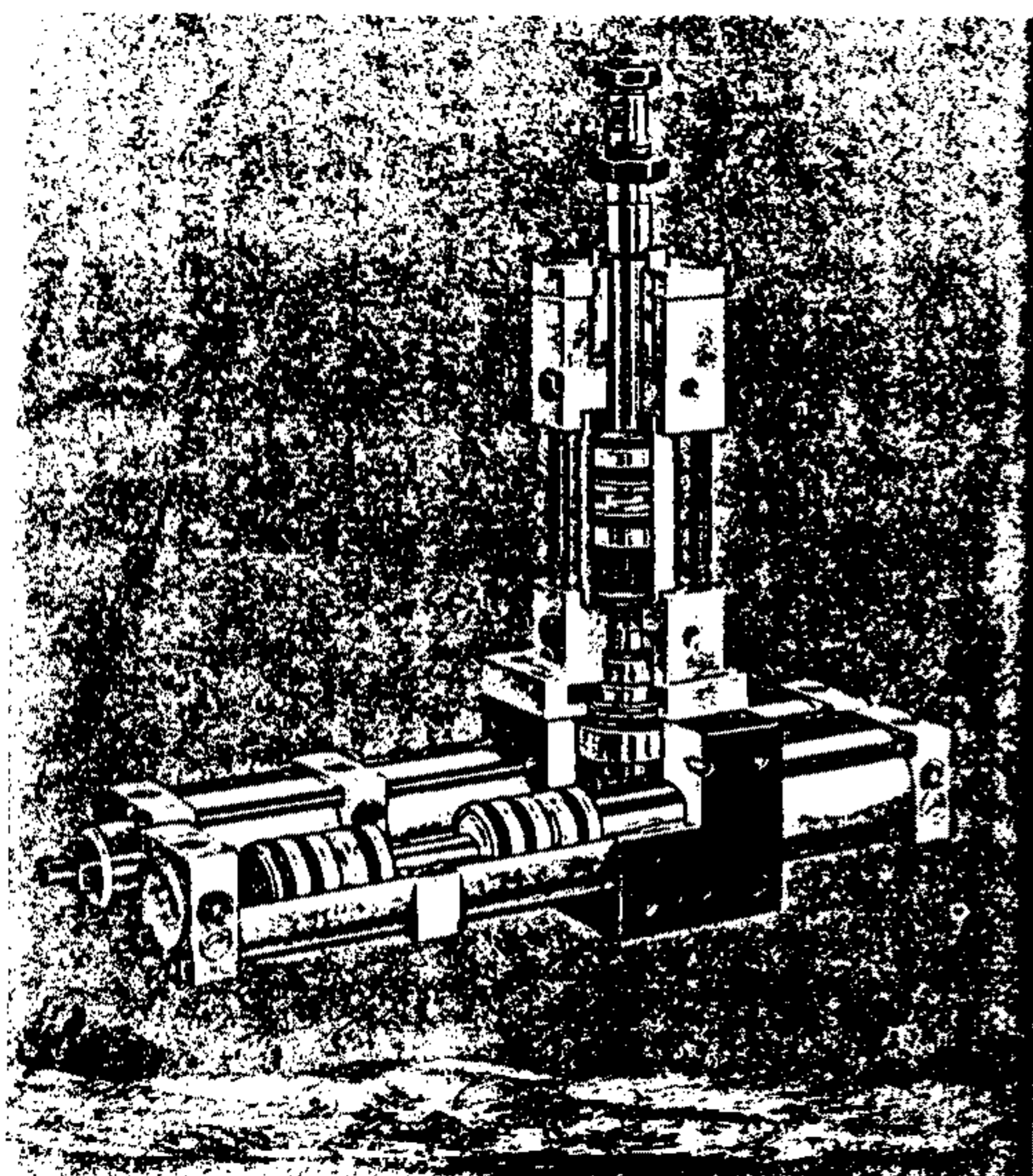


그림 5-11

그림 5-11은 Multi-Position Multi-Motion Actuator로서 공기압 Manipulator의 가장 핵심이 되는 부분이다. 현재 국내에서는 설계 또는 제작 경험이 전혀 없으므로 소재선택, 가공방법, 열처리방법, 정밀가공 등에서부터 여러 종류의 Actuator와 호환성 있는 Design을 해

야 하는 어려움이 있다.


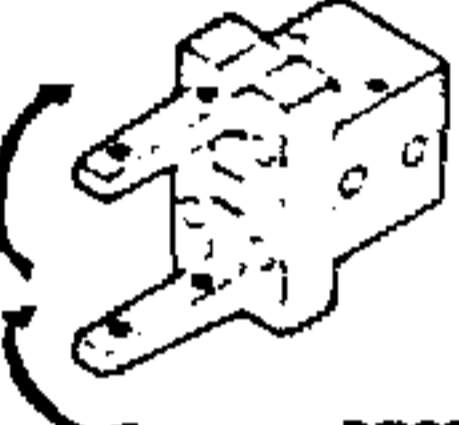

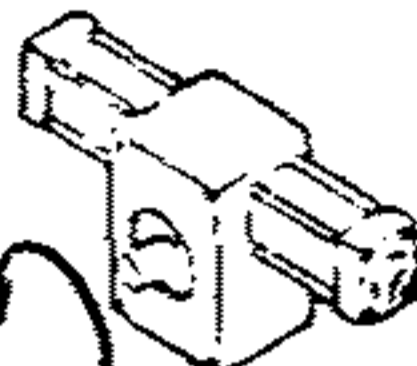
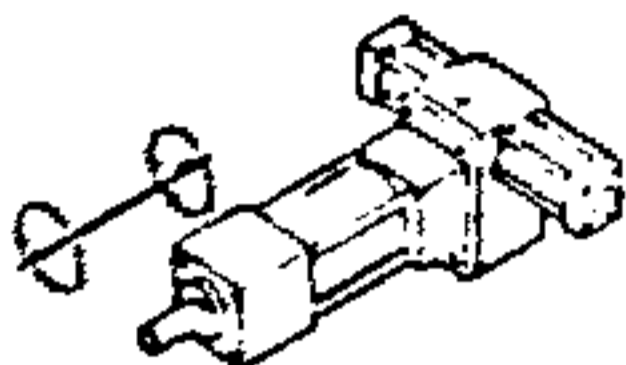
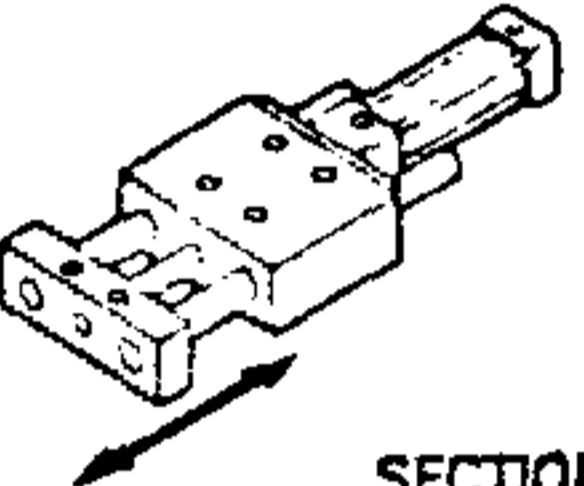
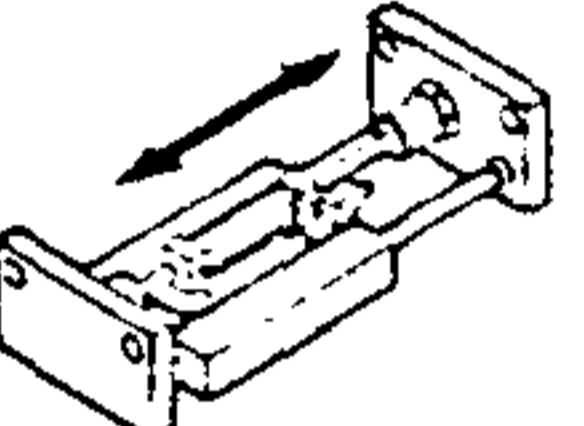

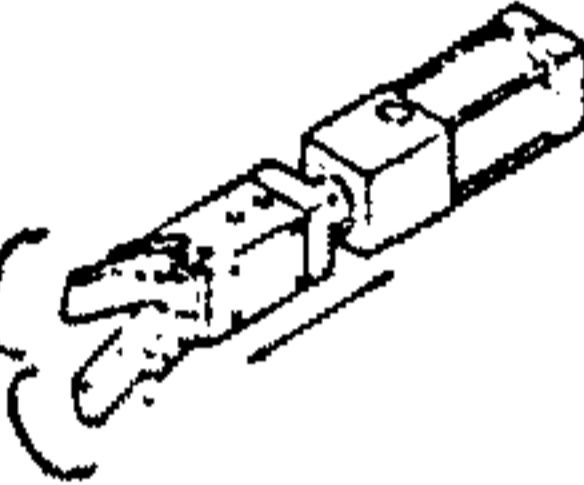
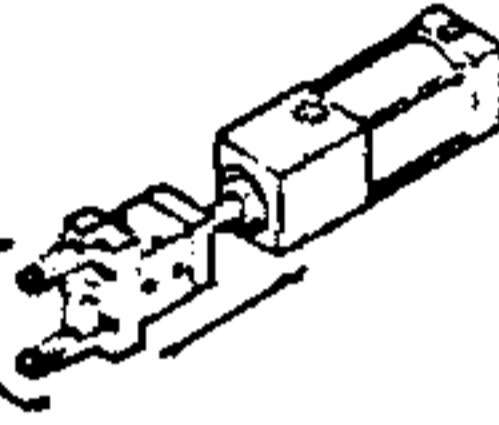
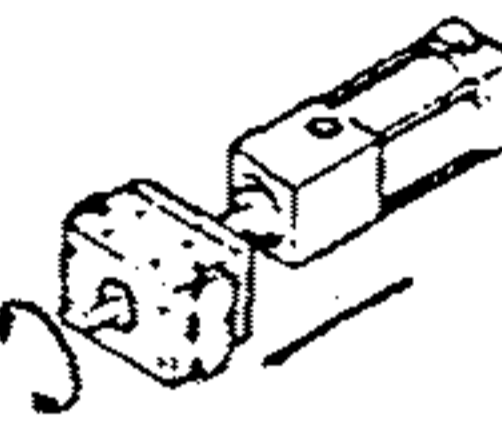
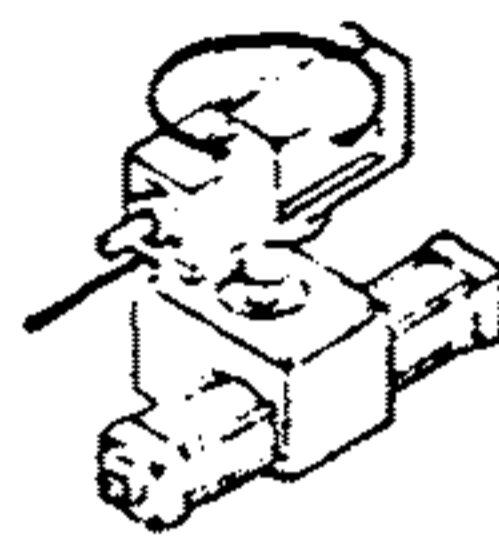
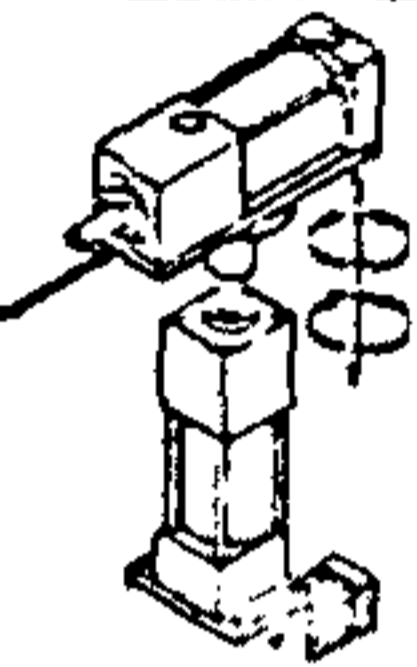





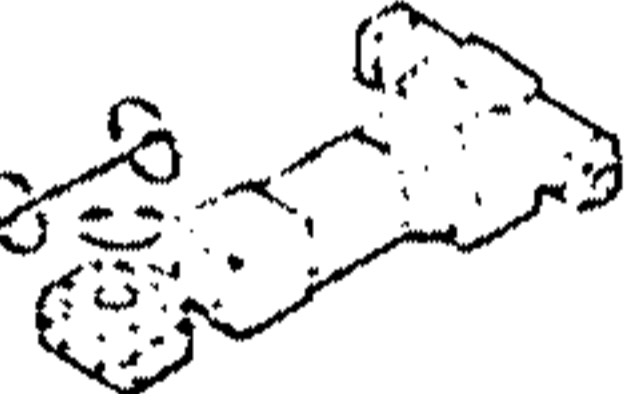

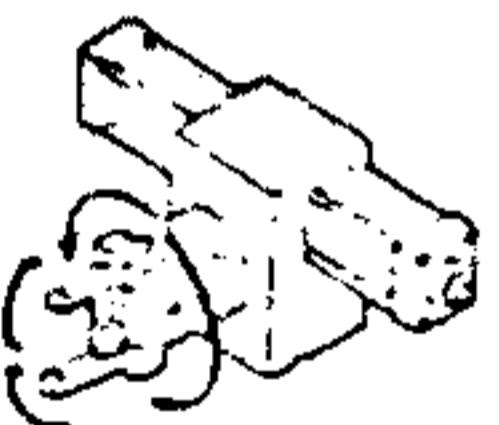



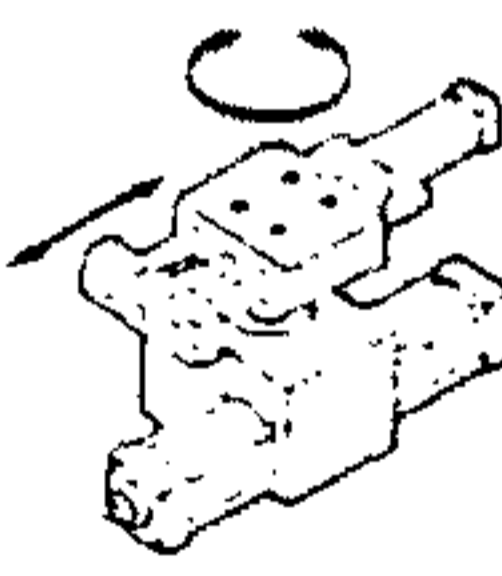
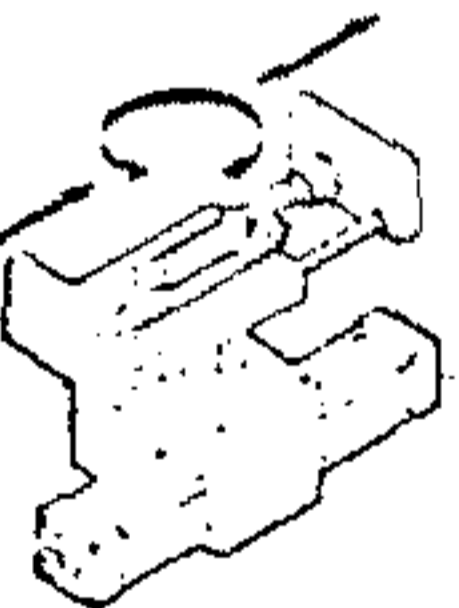

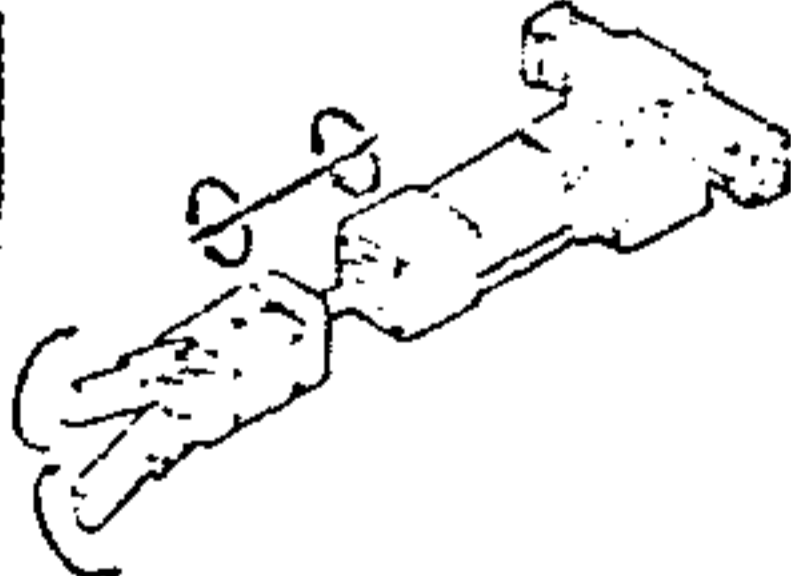
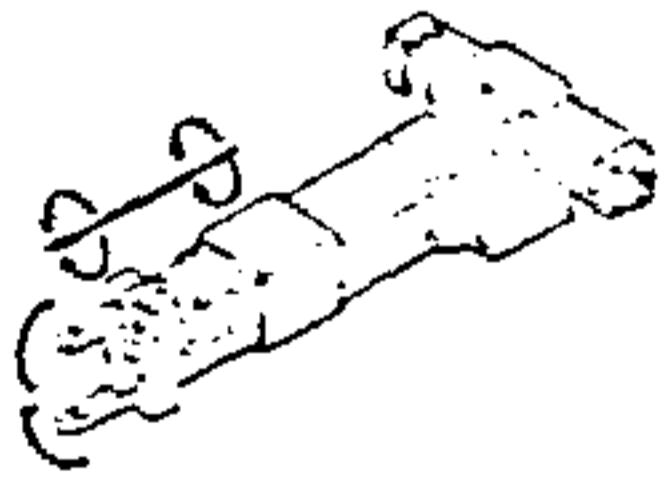


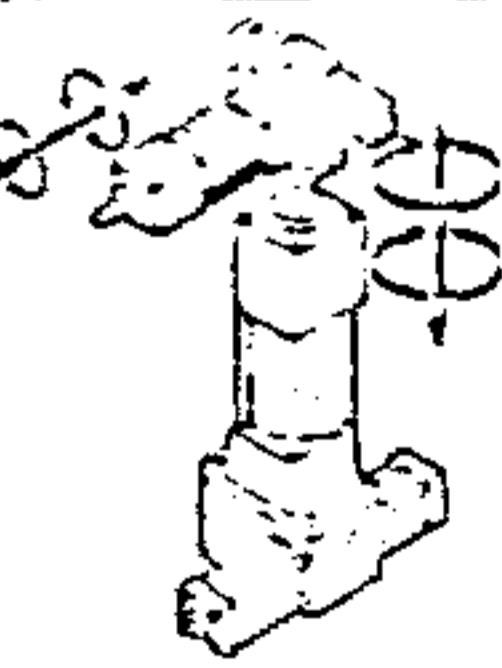
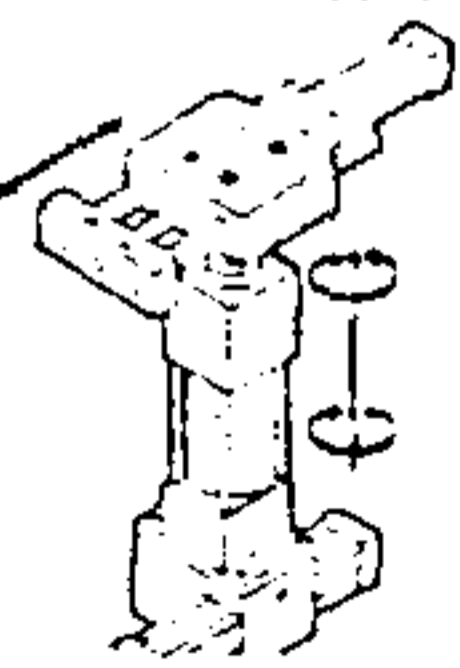
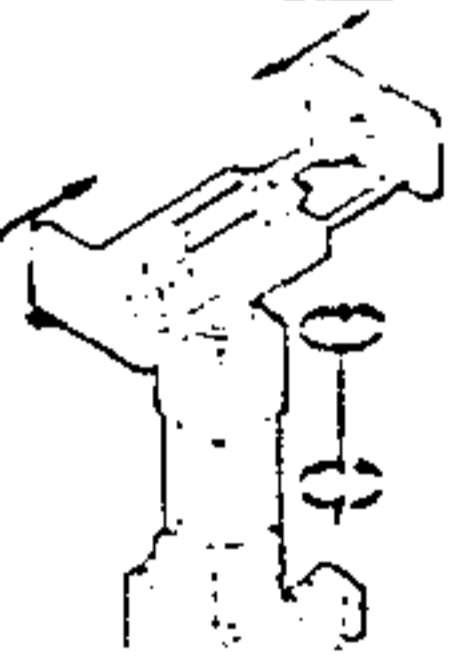
이 Actuator의 설계 사양을 간추려 보면, Liner Piston과 Rod Seal 부에 복렬 Block Vee Seal과 Back-Up Ring을 사용하였고, Rotary Piston 부에는 내구성 증가를 위해 3열 Block Vee Seal과 Back-Up Ring을 사용하였다.

Rotary Piston은 Free Floating Aluminum이며 Rod Bushing은 무급유 Bearing이다. Piston Rod는 경질 Chrome 도금하였고 Rack & Pinion Shaft는 탄소 합금강을 사용한다.

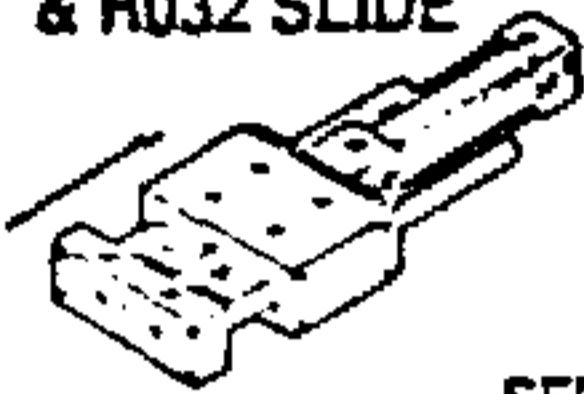


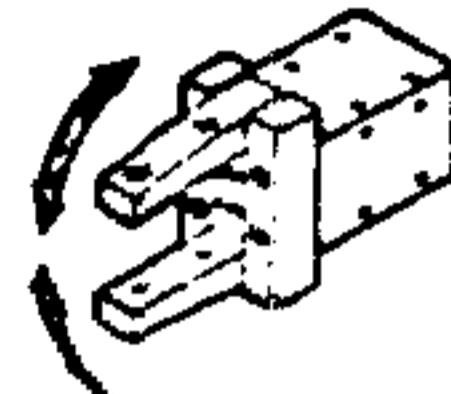

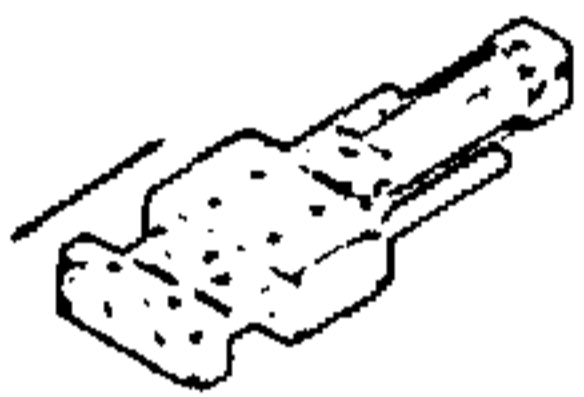
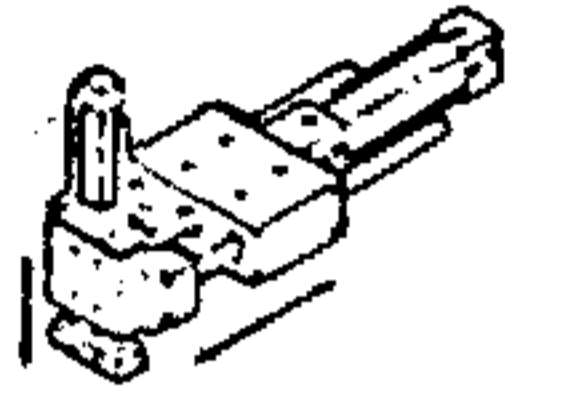
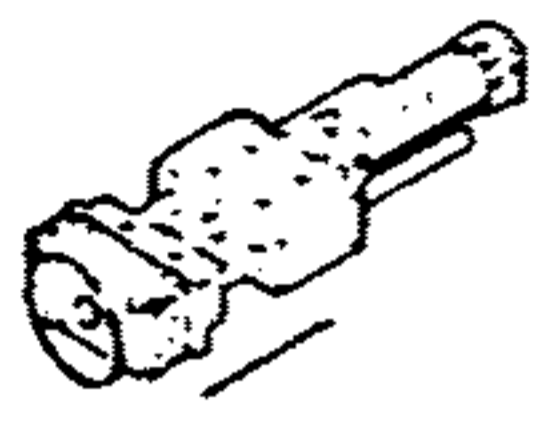
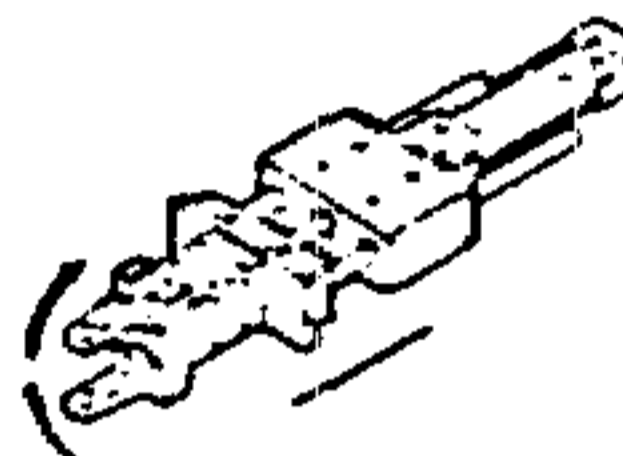
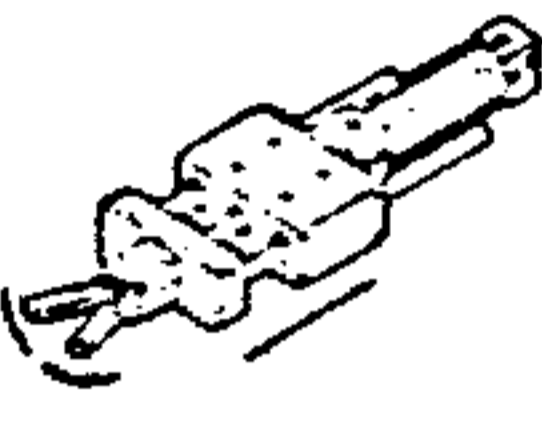
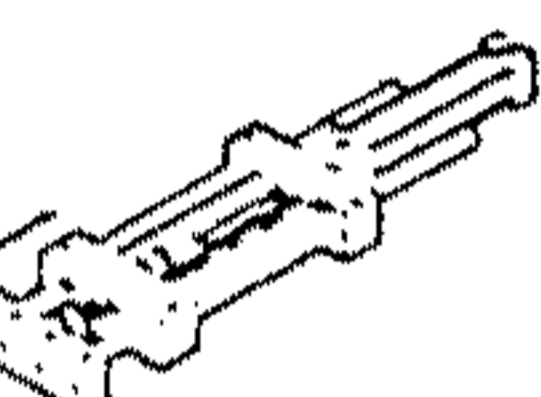
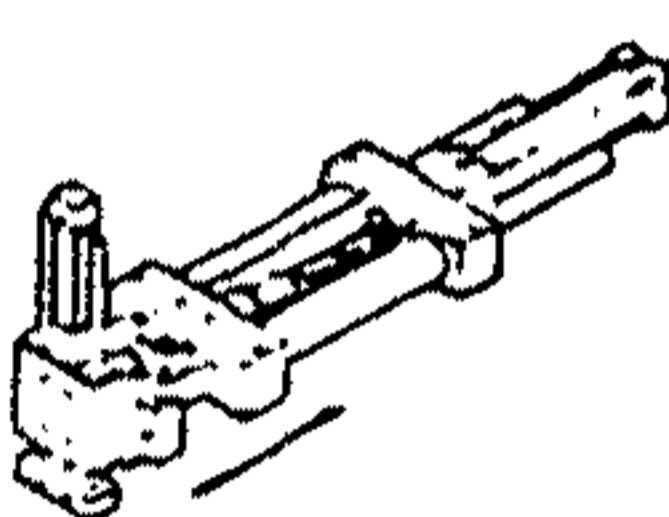
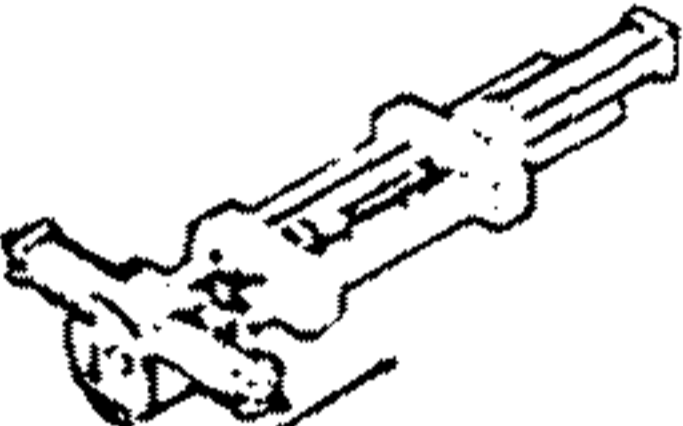
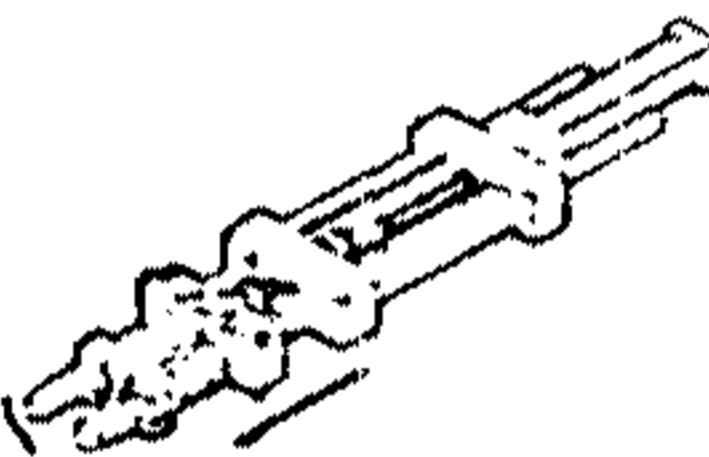
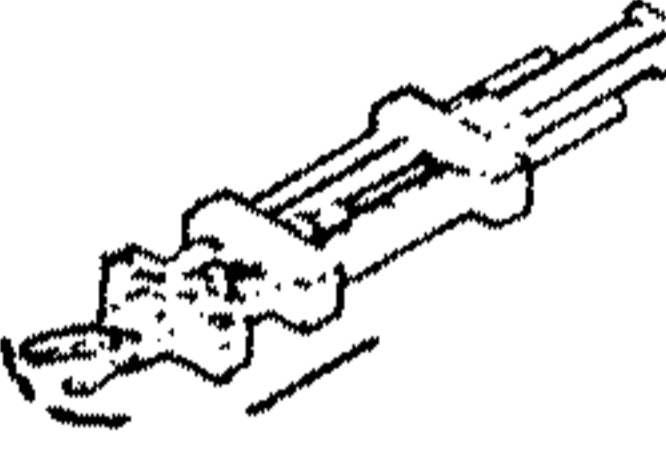

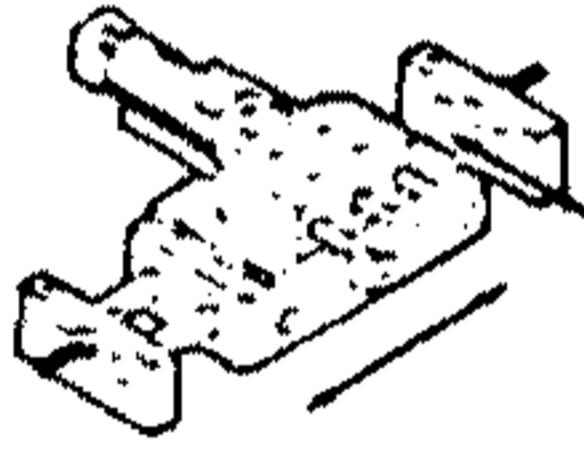


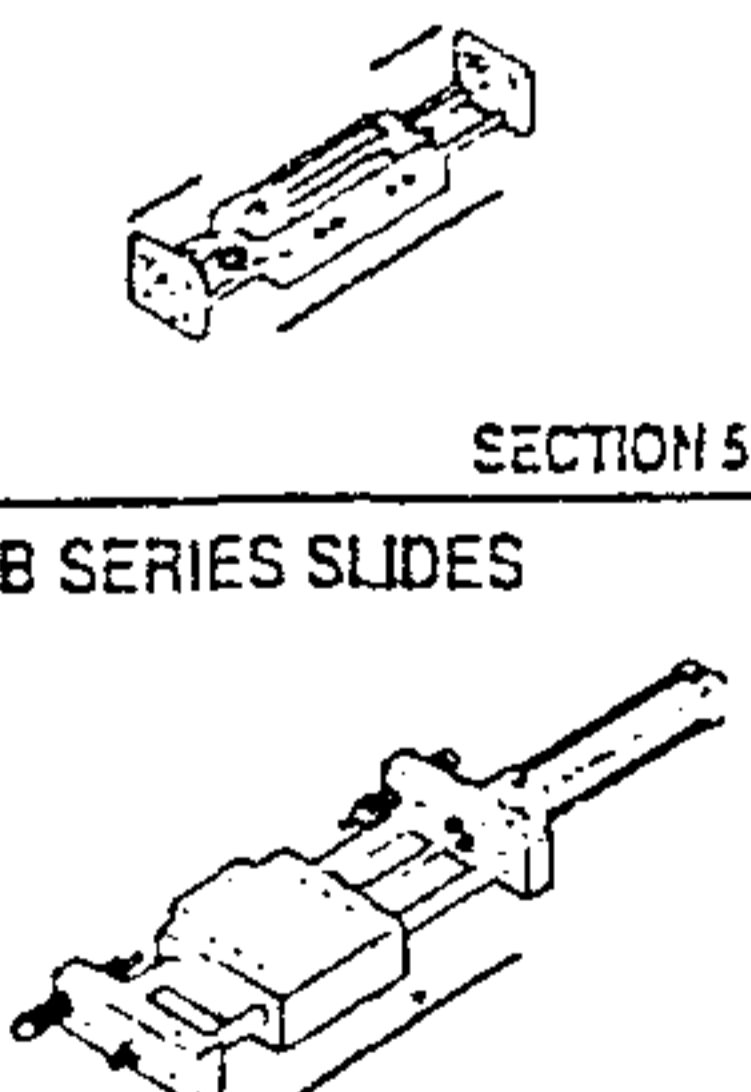
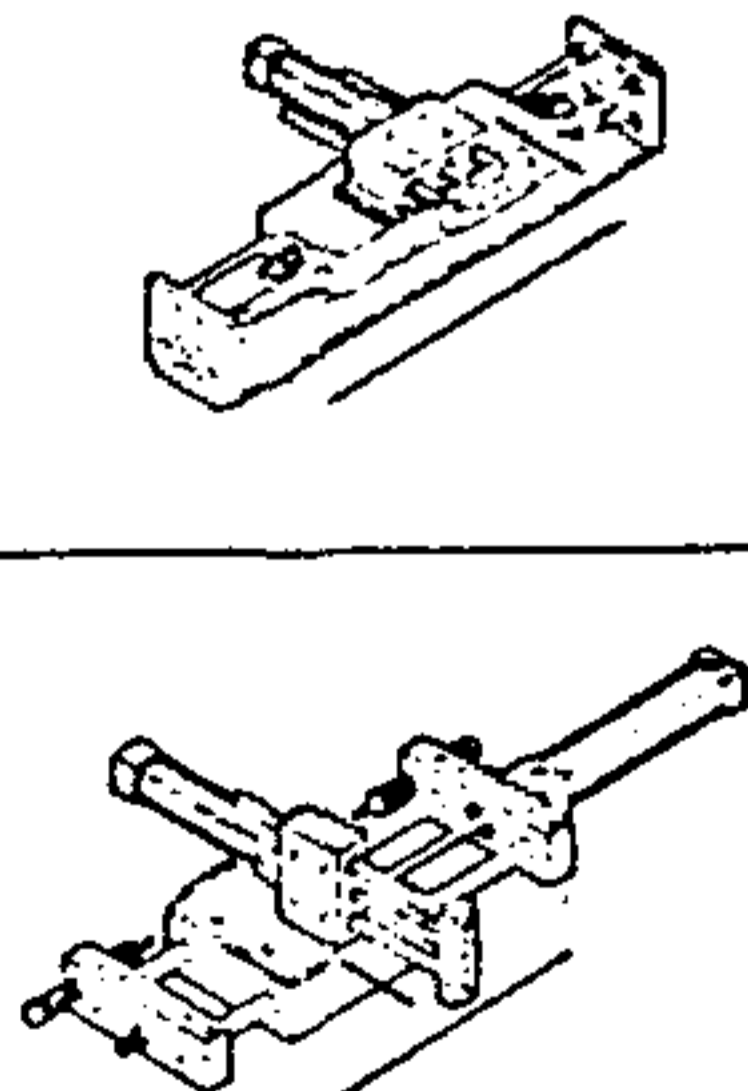
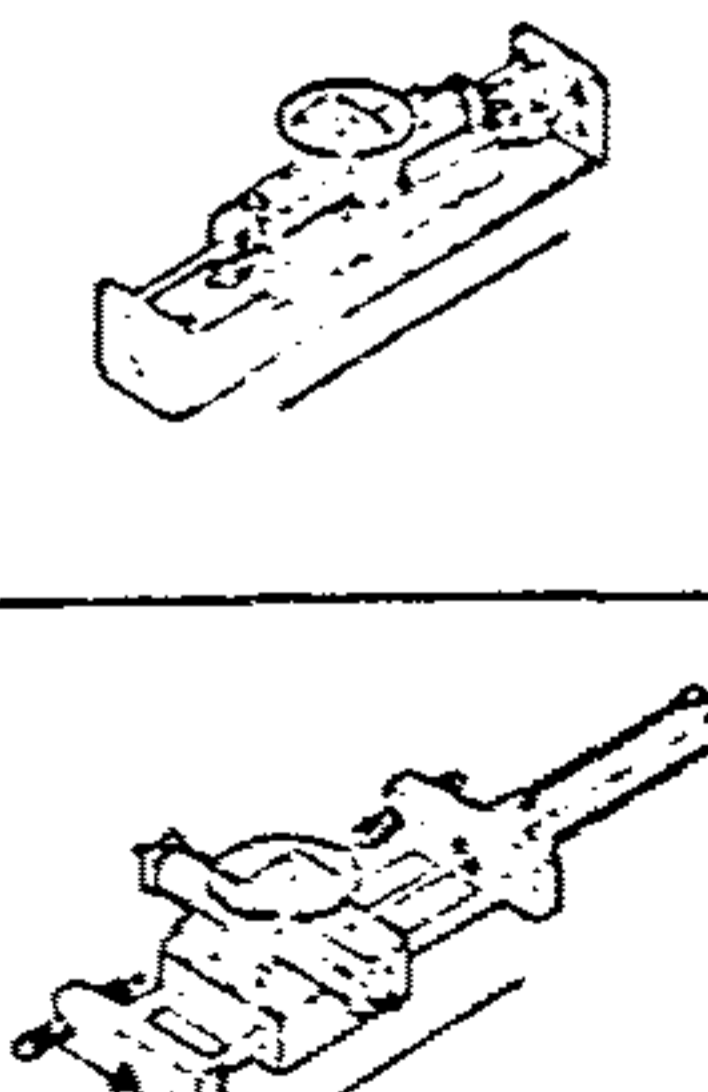
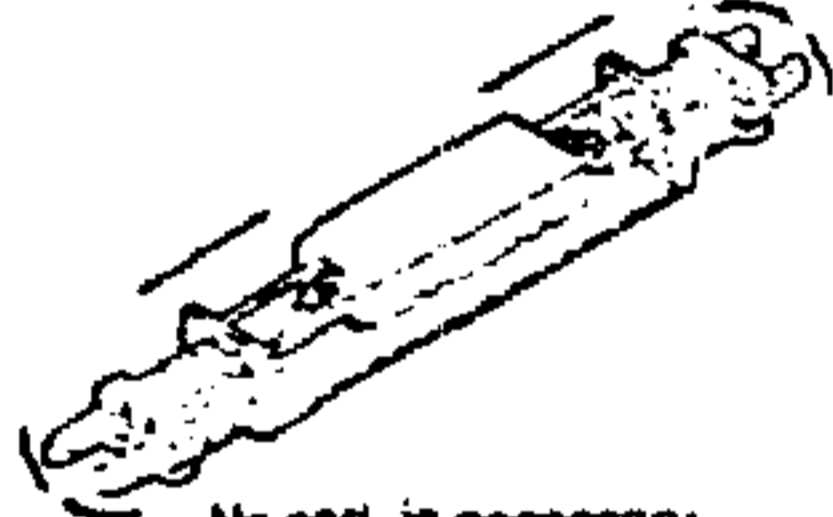
Spline은 Rolling하여 제작하고, 열처리 및 후 가공을 하여야 한다. End CAP은 아연 도금한 Steel을 사용하였고, Rotary Body와 Linear TUBE 및 Rotary TUBE에는 경질 Chrome 도금된 Aluminum이 사용한다.

그리고 Pinion Shaft양쪽에는 Ball Bearing를 사용하였다. 특히 Multi-Position 각각에는 미세한 각을 조절할 수 있는 Angle Adjustment Bolt가 있어야 한다.

5-2. 공기압 ACTUATOR의 조합에 의한 MOTION STUDY (I)

	MINIATURE GRIPPERS	LARGER GRIPPERS	MINIATURE ROTARY ACTUATORS	LARGER ROTARY ACTUATORS	MULTI-MOTION ACTUATORS	T SERIES SLIDES	U SERIES SLIDES
	 SECTION 6	 SECTION 6	 SECTION 3	 SECTION 3	 SECTION 4	 SECTION 5	 SECTION 5
NON-ROTATING ROD CYLINDER  SECTION 1						NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE
MINIATURE ROTARY ACTUATORS  SECTION 3						NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE
LARGER ROTARY ACTUATORS  SECTION 3	NOT AVAILABLE						
MULTI-MOTION ACTUATORS  SECTION 4							

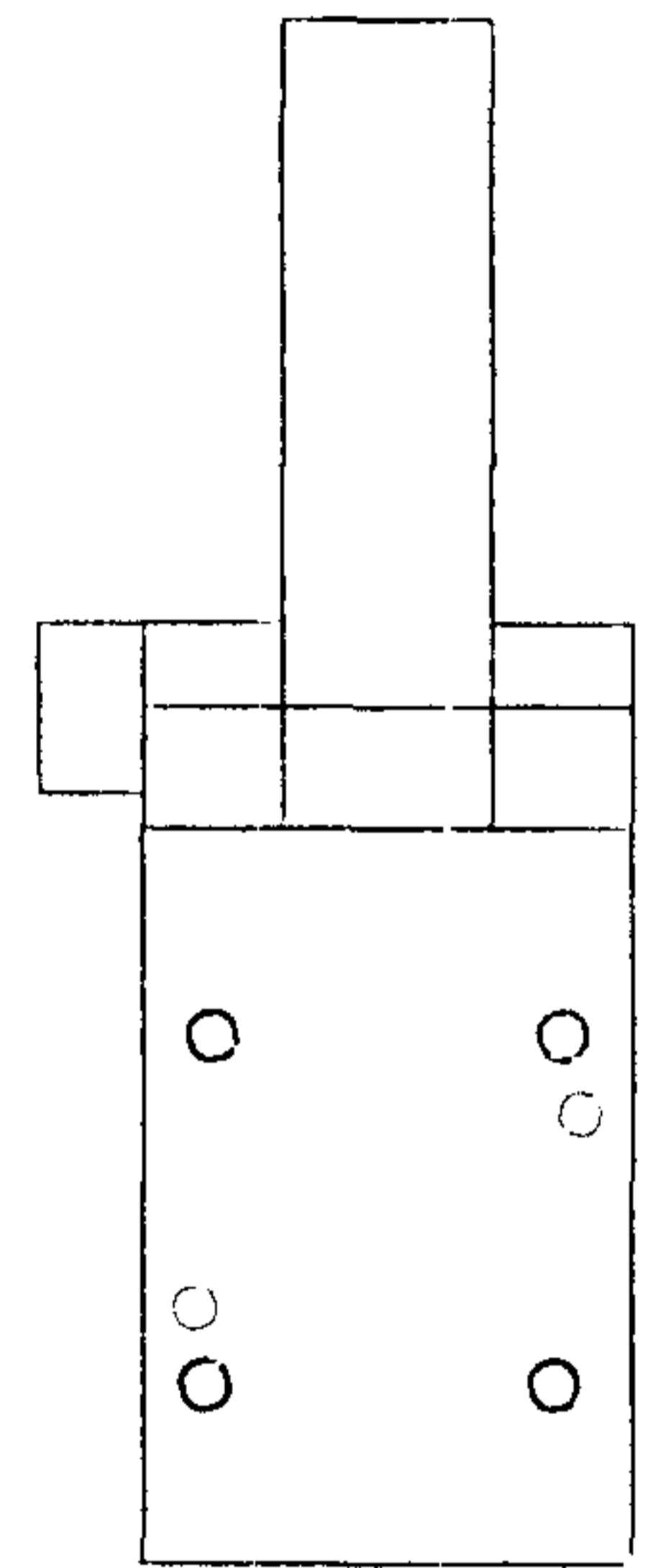
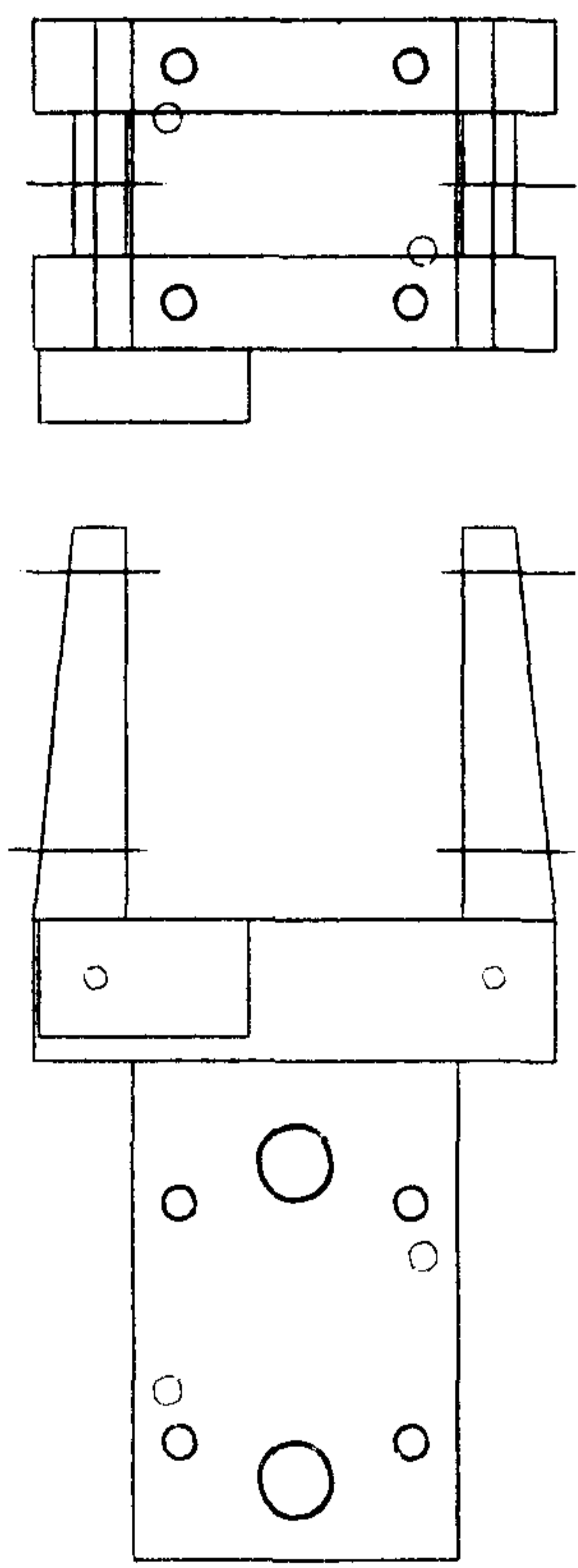
5-3. 공기압 ACTUATOR의 조합에 의한 MOTION STUDY (II)

		SECONDARY		UNIT		
		T SERIES SLIDES & R032 SLIDE	M SERIES	ROTARY ACTUATORS	LARGER GRIPPERS	MINIATURE GRIPPERS
PRIMARY UNIT	T SERIES SLIDES	 SECTION 5	 SECTION 5	 SECTION 3	 SECTION 6	 SECTION 6
	R SERIES SLIDES	 SECTION 5	 SECTION 5	 SECTION 3	 SECTION 6	 SECTION 6
	M SERIES SLIDES	 SECTION 5	 SECTION 5	 SECTION 3	 SECTION 6	 SECTION 6
	U SERIES SLIDES	 SECTION 5	 SECTION 5	 SECTION 3	 SECTION 6	Consult Factory
	B SERIES SLIDES	 SECTION 5	 SECTION 5	 SECTION 3	 SECTION 6 No part is necessary. Will bolt directly to tool plate(s).	Consult Factory

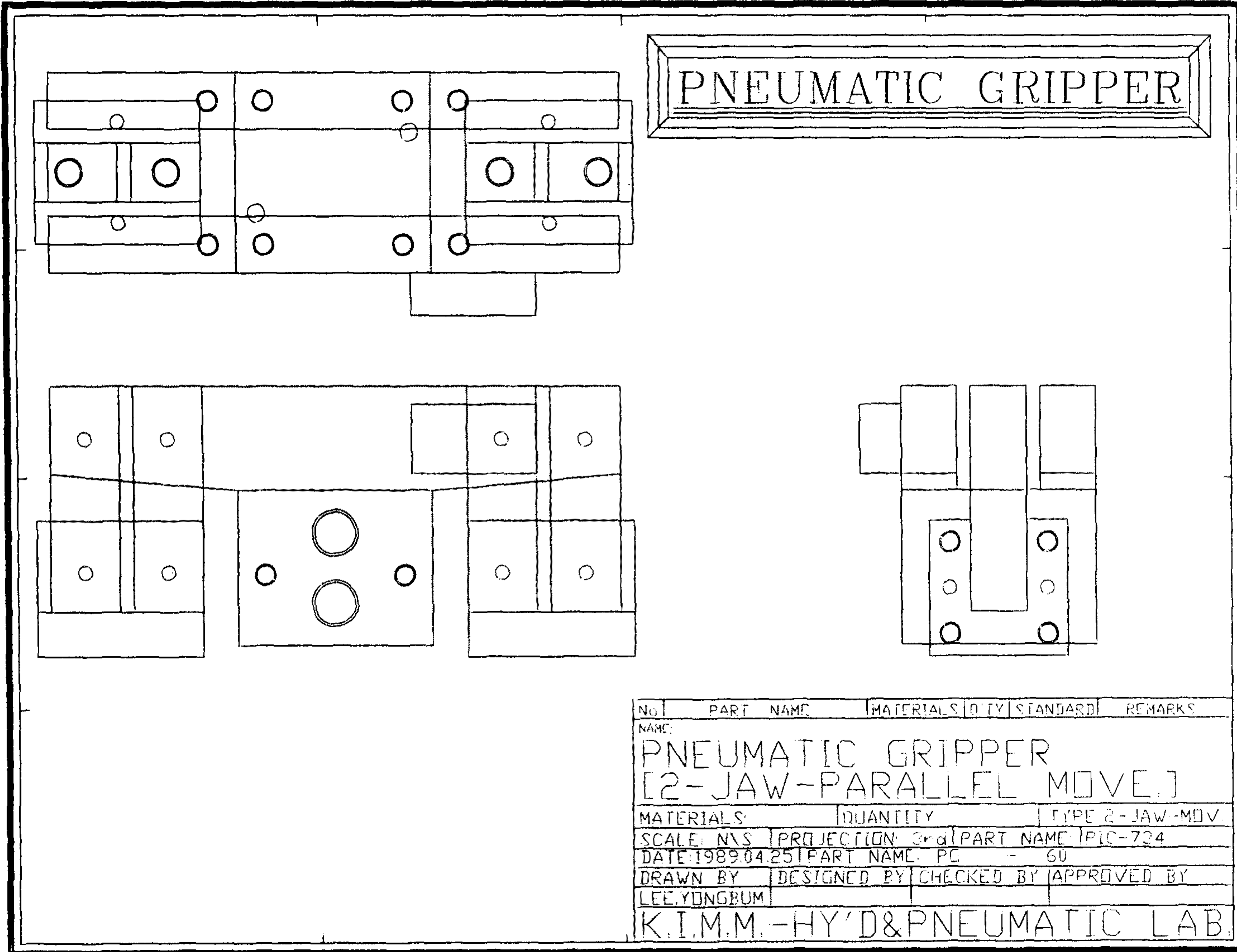
제 6장 Pneumatic Actuator의 설계

도 면 명	Part Name
Pneumatic Gripper (2-Jaw-Angular Movement)	PG - 20
Pneumatic Gripper..... (2-Jaw-Angular Movement)	PG - 60
Pneumatic Syylinder (Head Bolt Mounting)	PSHB - 01
Pneumatic Syylinder (Cap. Flange Mounting)	PSCPM - 01
Pneumatic Multi-Position Rotary Actuator.....	PMPRA - 20
Pneumatic Multi-Position Rotary Actuator.....	PMPRA - 30
Pneumatic Powerd Slide (Srs-Series)	PPSS - 60
Pneumatic Multi-Position..... Multi-Motion Actuator	PMPM - 10
Pneumatic Miniature Multi..... -Motion Actuator	PMMMA - 20
Air-Oil Tandem Multi-Motion Actuator.....	AOTMA - 80

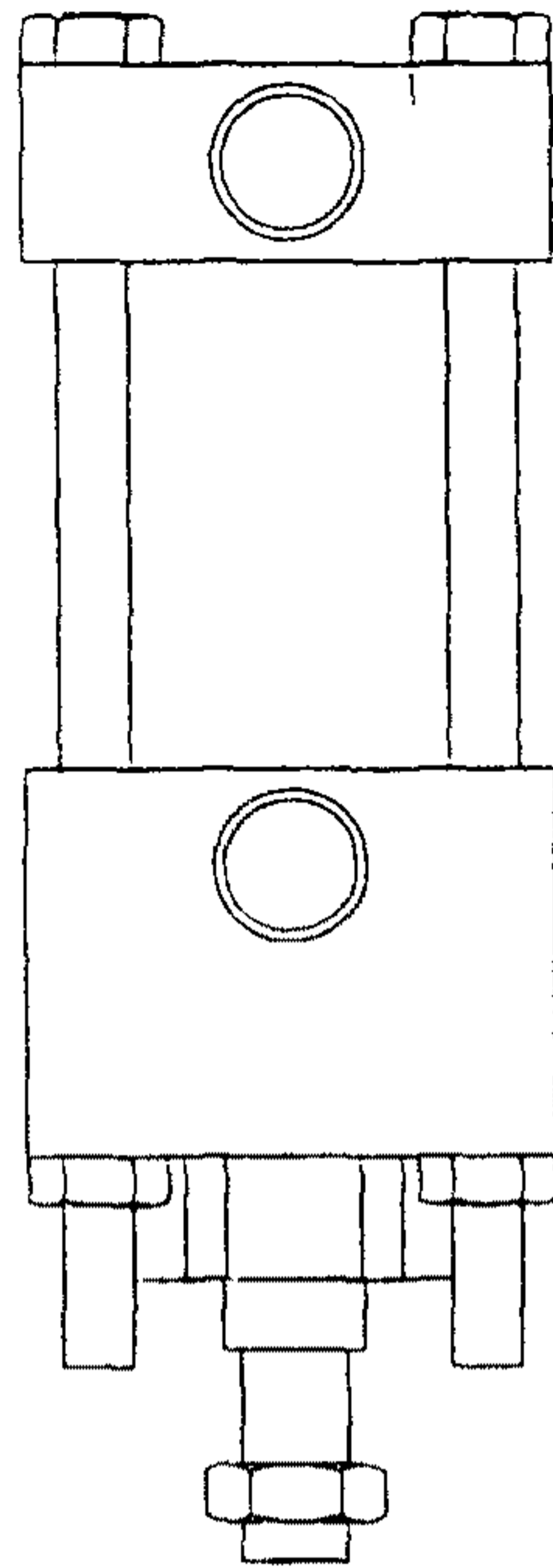
PNEUMATIC GRIPPER



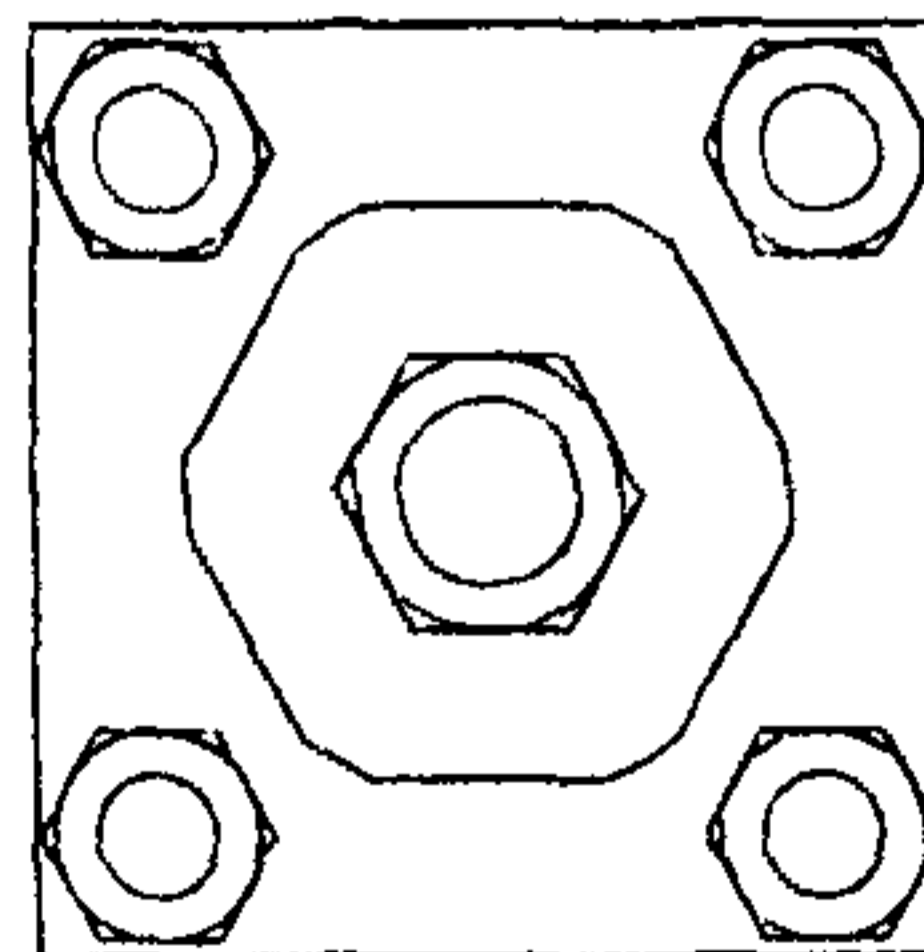
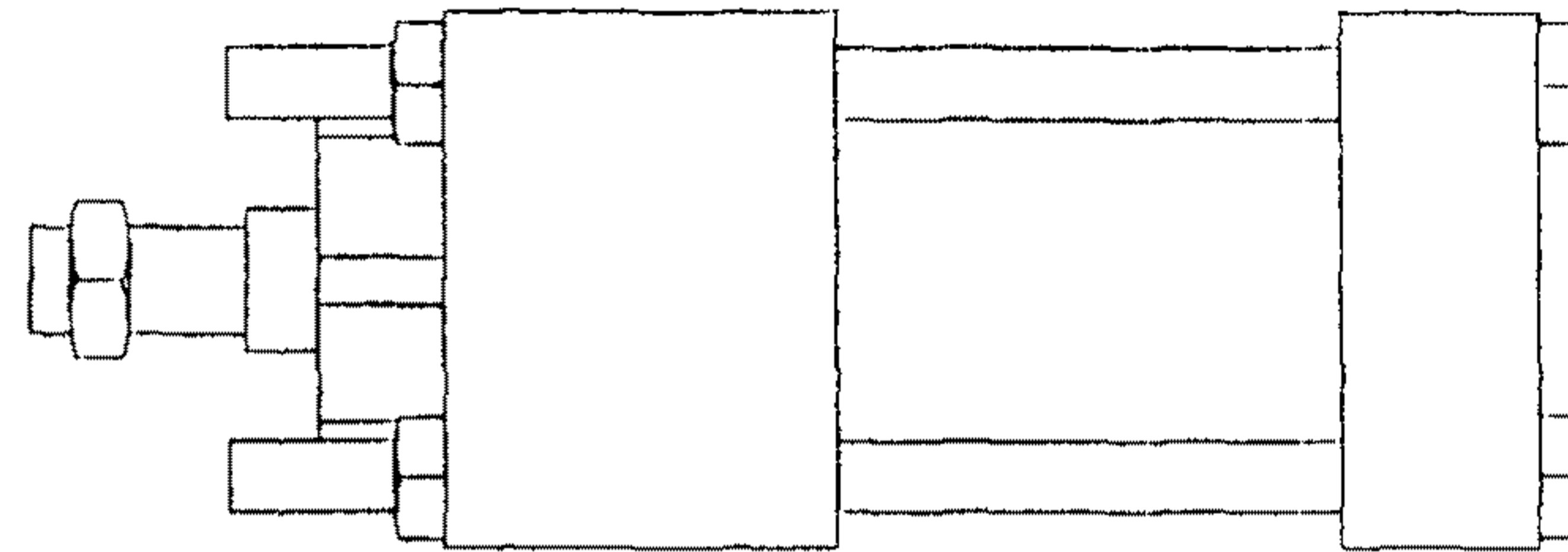
NO	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
	NAME PNEUMATIC GRIPPER [2-JAW-ANGULAR MOVEMENT]				
	MATERIALS	QUANTITY	TYPE 2 JAW-A.MOV.		
	SCALE: N/S	PROJECTION 3rd	PART NAME	PIC-734	
	DATE: 1989.04.24	PART NAME	PG	- 20	
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE YONGBUM				
	K.I.M.M.-HY'D&PNEUMATIC LAB.				



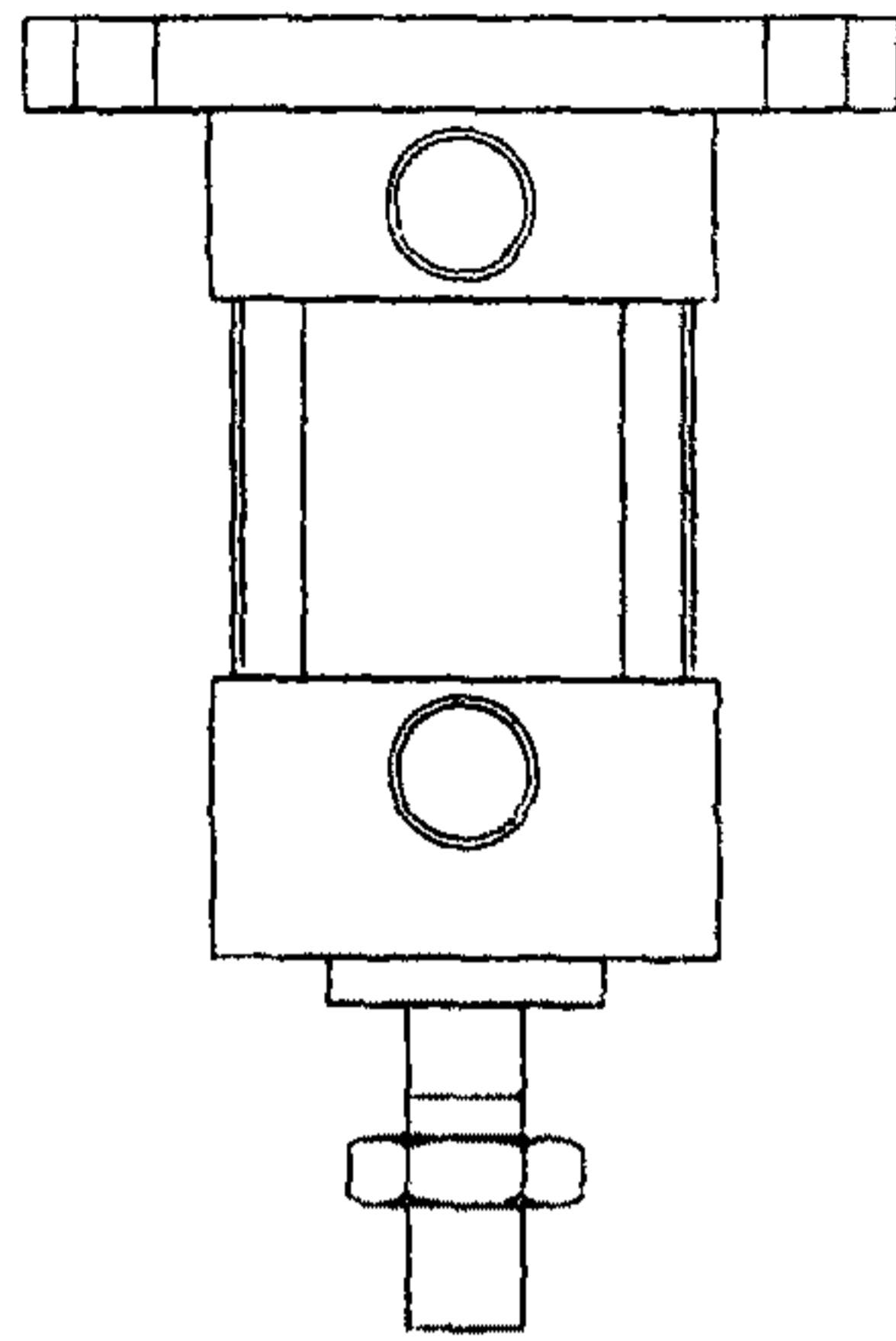
No	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
	NAME: PNEUMATIC GRIPPER [2-JAW-PARALLEL MOVE.]				
	MATERIALS	QUANTITY	TYPE 2-JAW-MOV.		
	SCALE: NYS	PROJECTION: 3rd	PART NAME	PIC-724	
	DATE: 1989.04.25	PART NAME: PC	- 60		
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE, YONGBUM				
	K.I.M.M.-HY'D&PNEUMATIC LAB.				



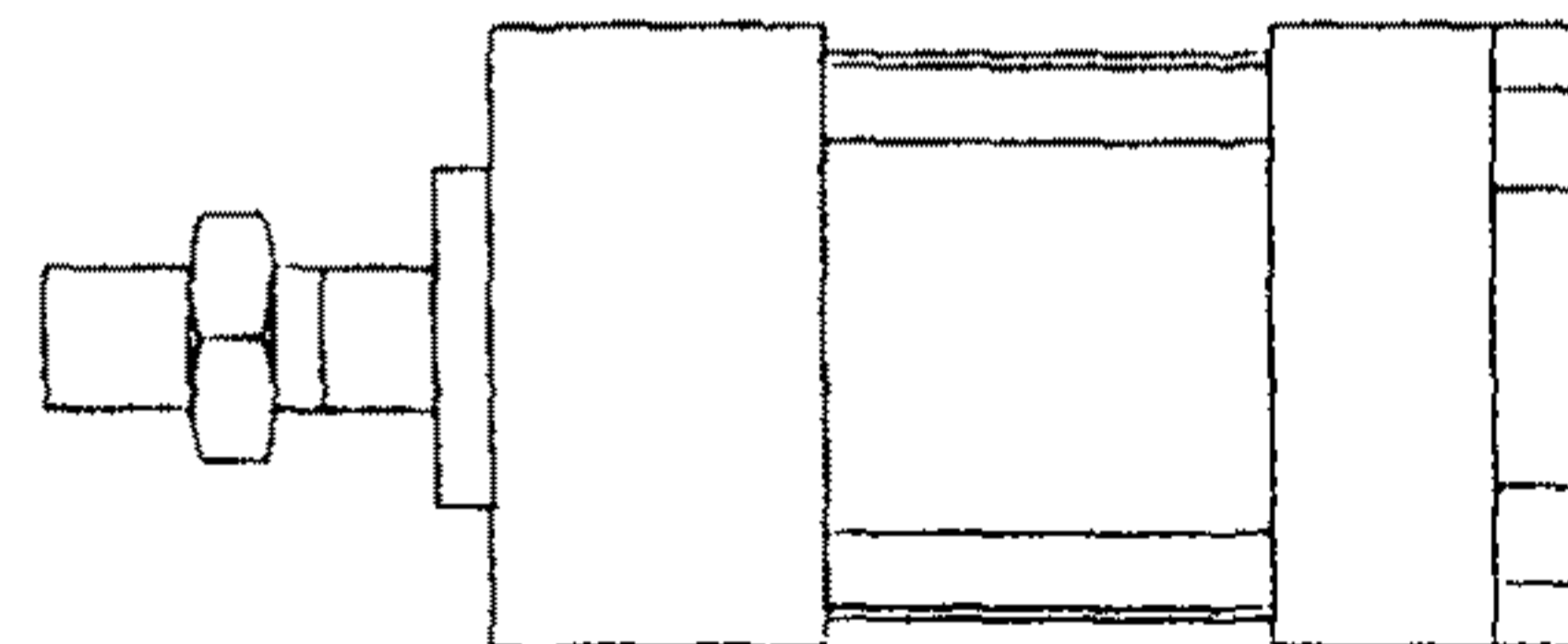
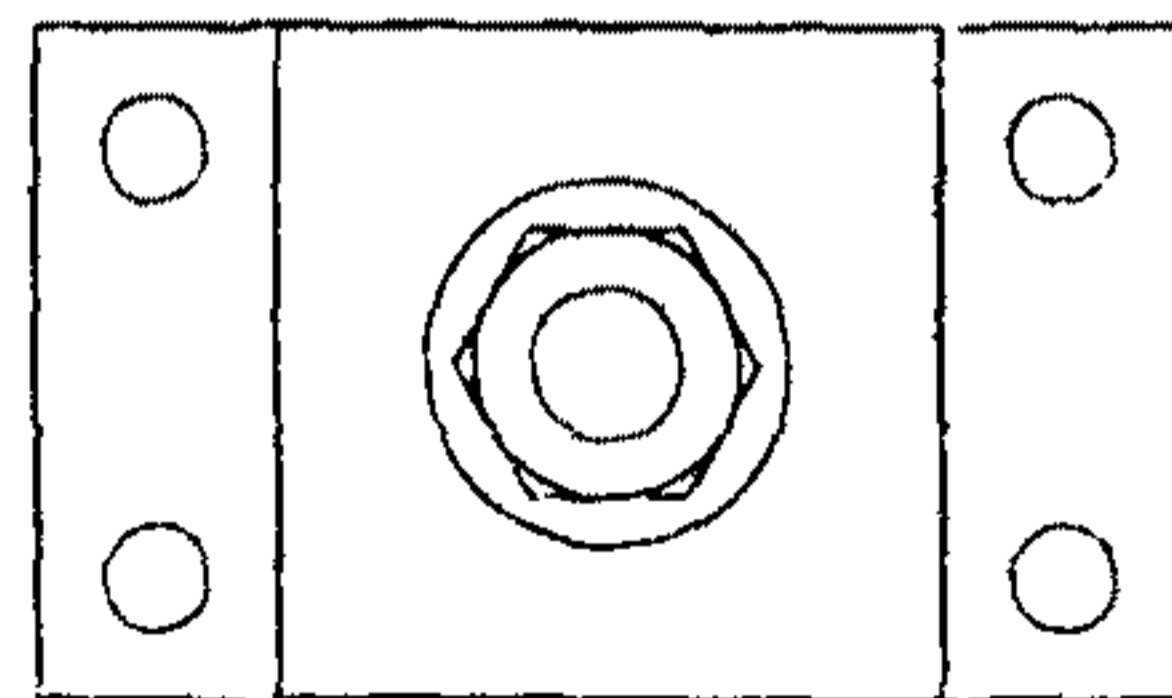
PNEUMATIC CYLINDER
HEAD BOLT MOUNTING TYPE



No	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
	NAME: PNEUMATIC CYLINDER [HEAD BOLT MOUNTING]				
	MATERIALS:	QUANTITY:	TYPE: HEAD BOLT		
	SCALE: N/S	PROJECTION: 3rd	PART NAME: PIC-734		
	DATE: 1989.04.24 PART NAME: PSHB - 01				
	DRAWN BY:	DESIGNED BY:	CHECKED BY:	APPROVED BY:	
	LEE, YONGBUM				
K.I.M.M. - HY'D & PNEUMATIC LAB.					

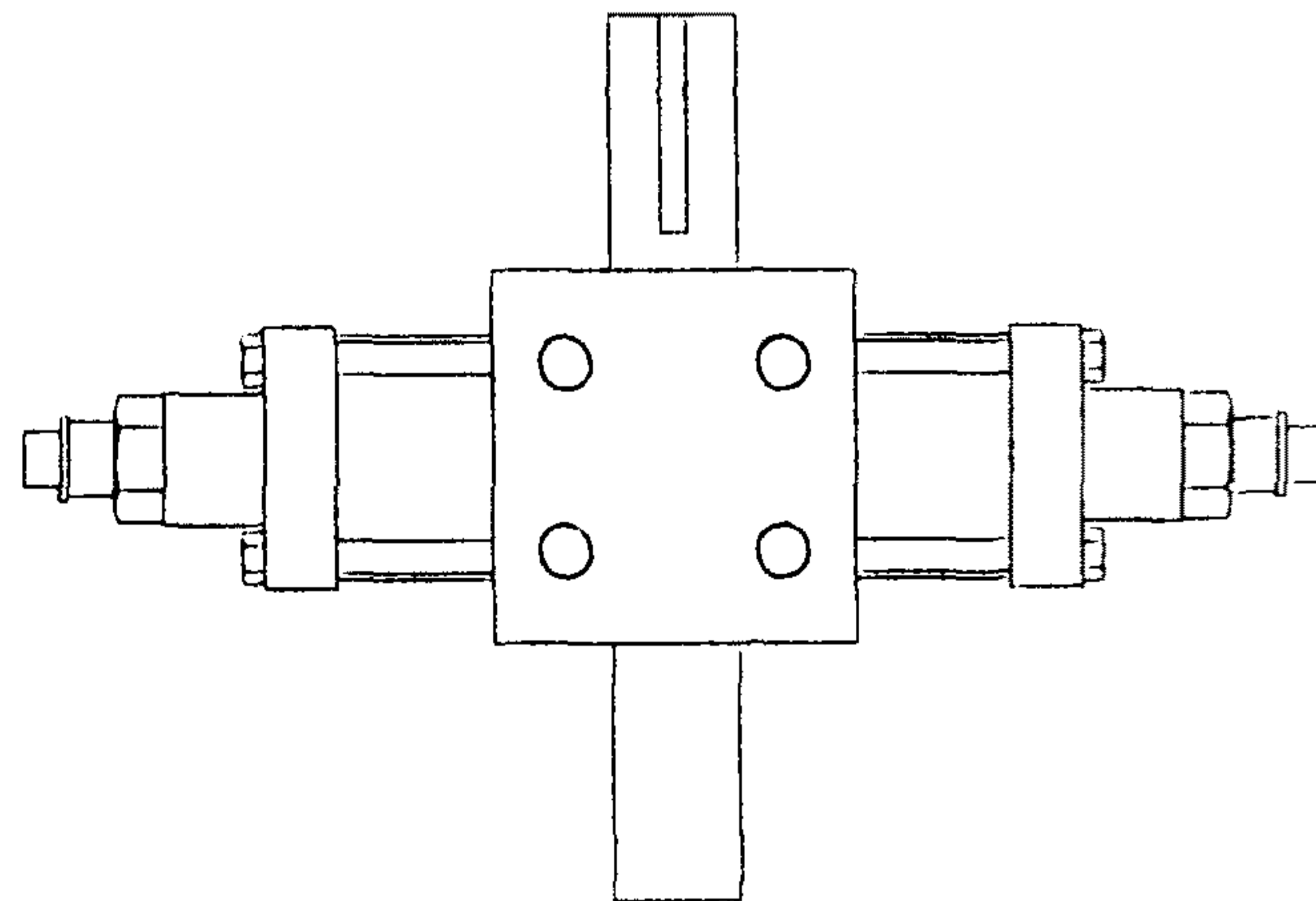
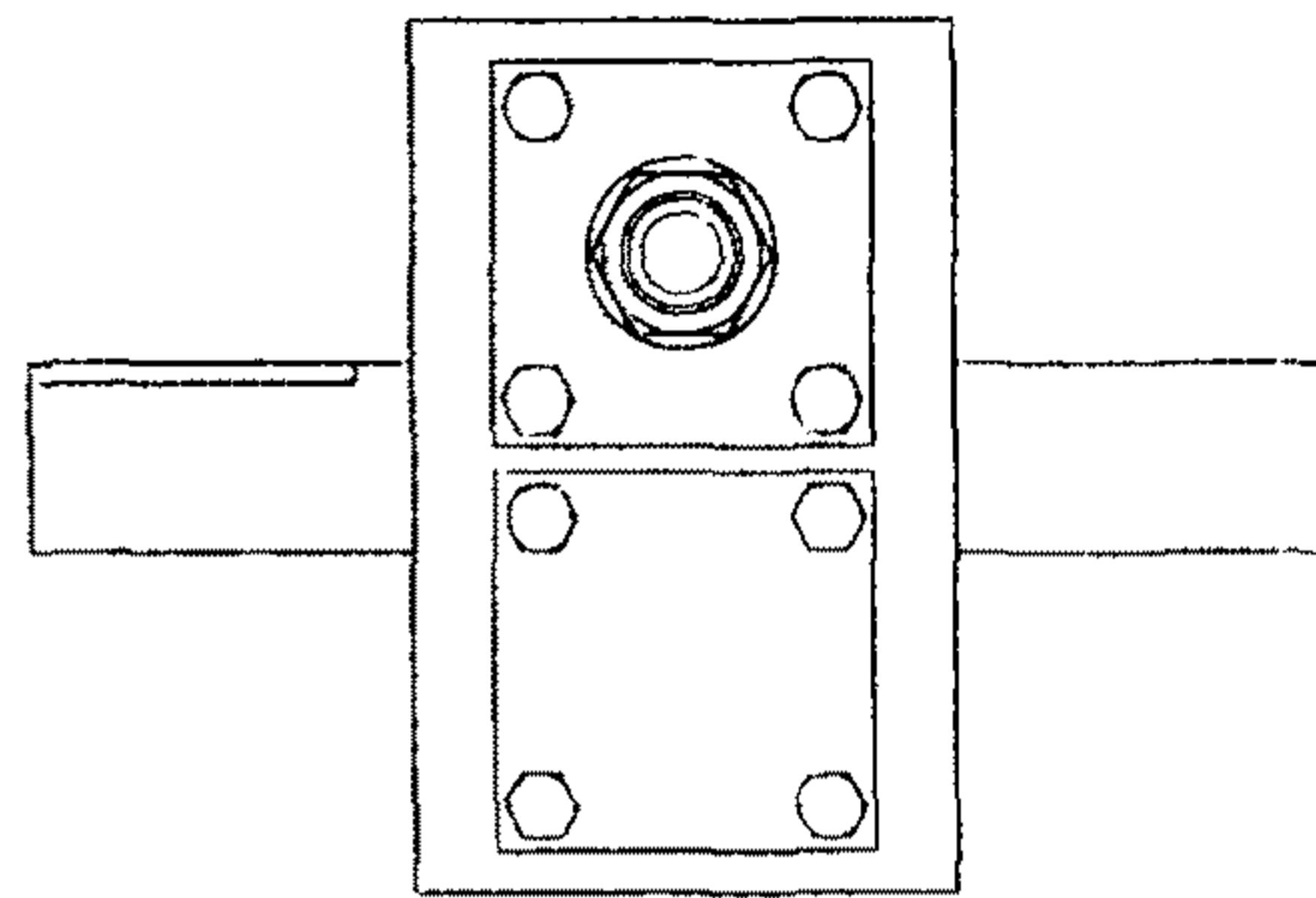
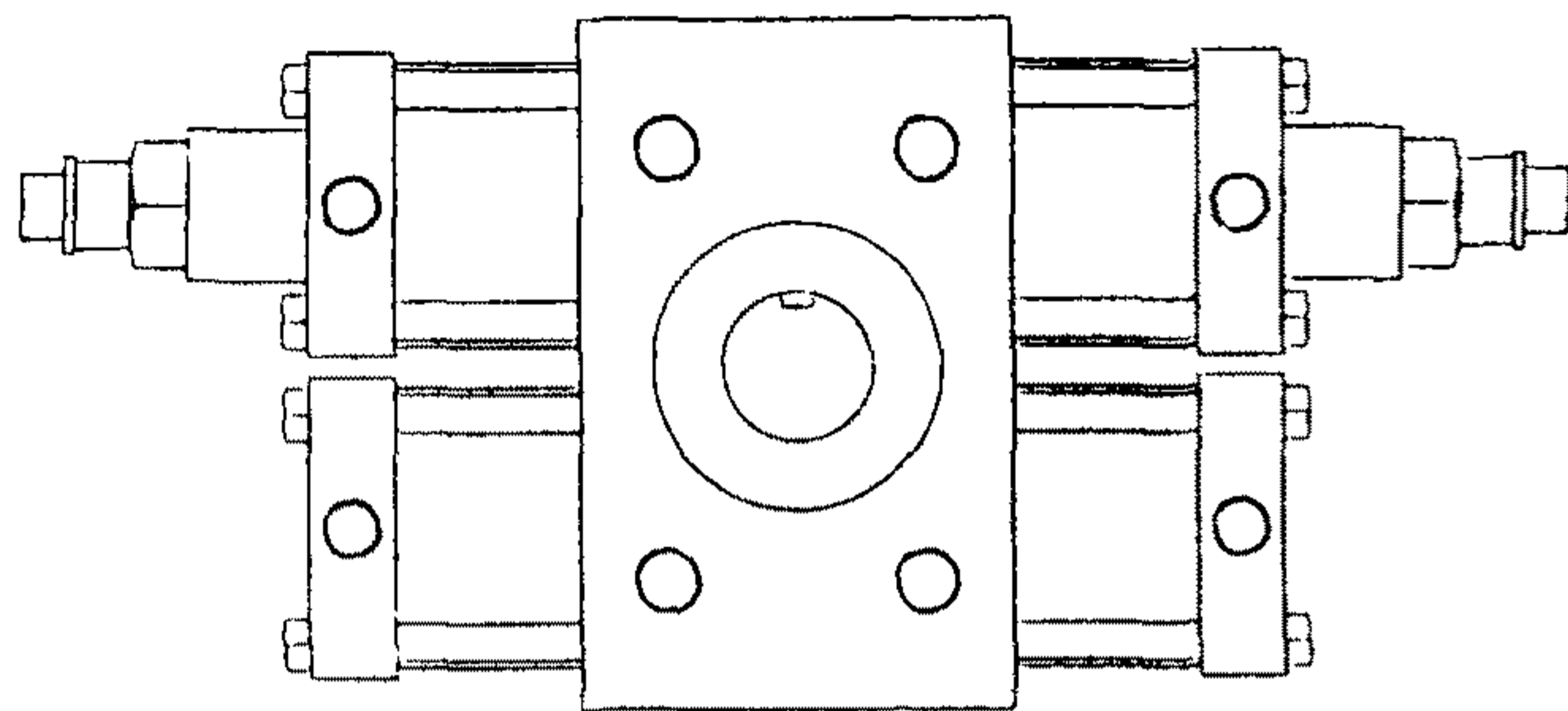


PNEUMATIC CYLINDER
CAP FLANGE MOUNTING TYPE



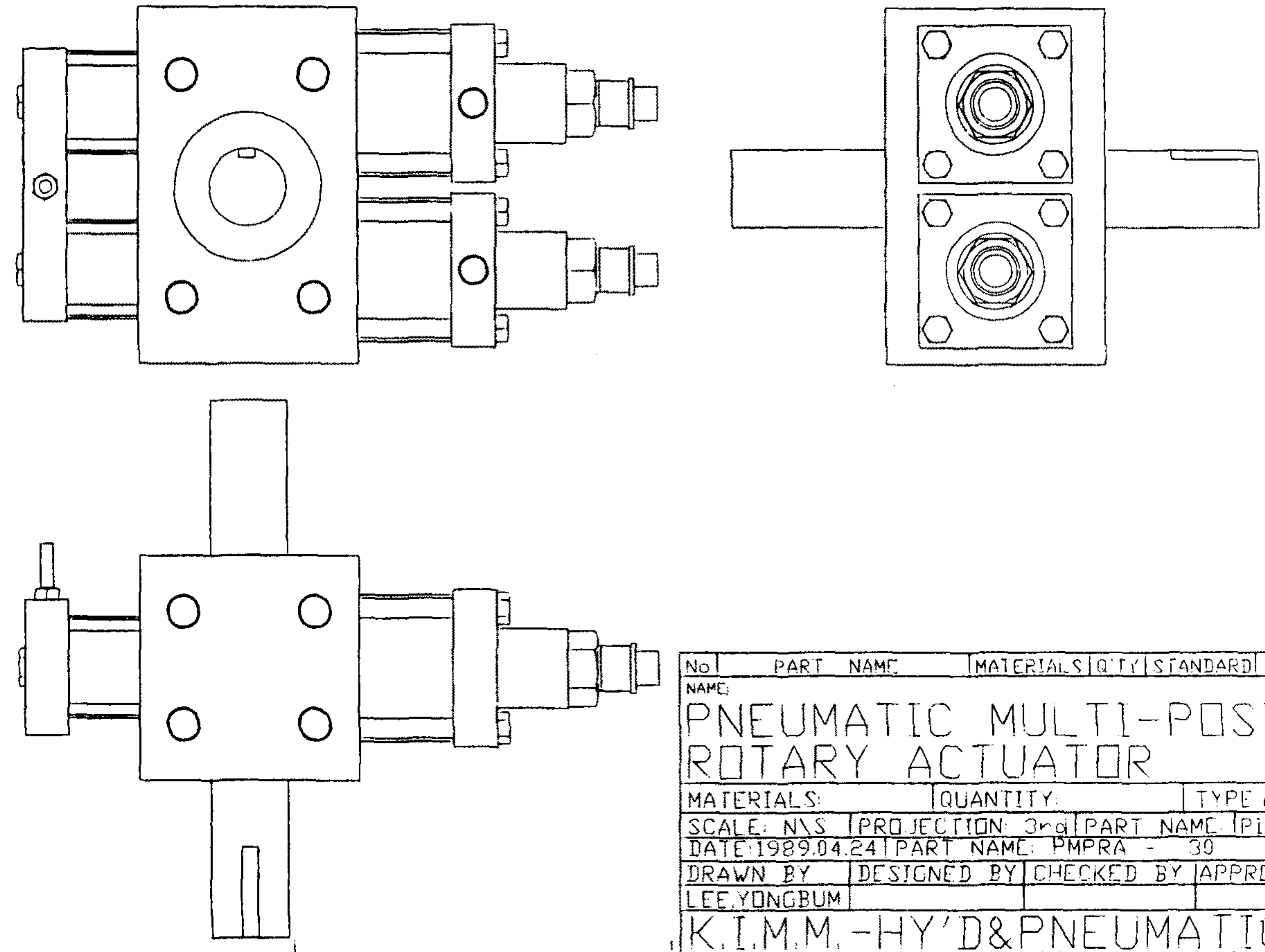
No	PART NAME	MATERIALS	Q'TY	STANDARD	REMARKS
	NAME: PNEUMATIC CYLINDER [CAP FLANGE MOUNTING]				
	MATERIALS:	QUANTITY:	TYPE: CAP FLANGE		
	SCALE: NYS	PROJECTION: 3rd	PART NAME: PIC-734		
	DATE: 1989.04.24 PART NAME: PSCPM - 01				
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE, YONGBUM				
K.I.M.M. - HY'D & PNEUMATIC LAB.					

PNEUMATIC MULTI-POSITION
ROTARY ACTUATOR



No	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
NAME: PNEUMATIC MULTI-POSITION ROTARY ACTUATOR					
MATERIALS		QUANTITY		TYPE 3-POSITION	
SCALE: NYS		PROJECTION: 3rd		PART NAME: PIC-734	
DATE: 1989.04.24		PART NAME: PMPRA		- 20	
DRAWN BY: LEE YONGBUM		DESIGNED BY:		CHECKED BY:	
APPROVED BY:		APPROVED BY:		APPROVED BY:	
K.I.M.M -HY'D&PNEUMATIC LAB.					

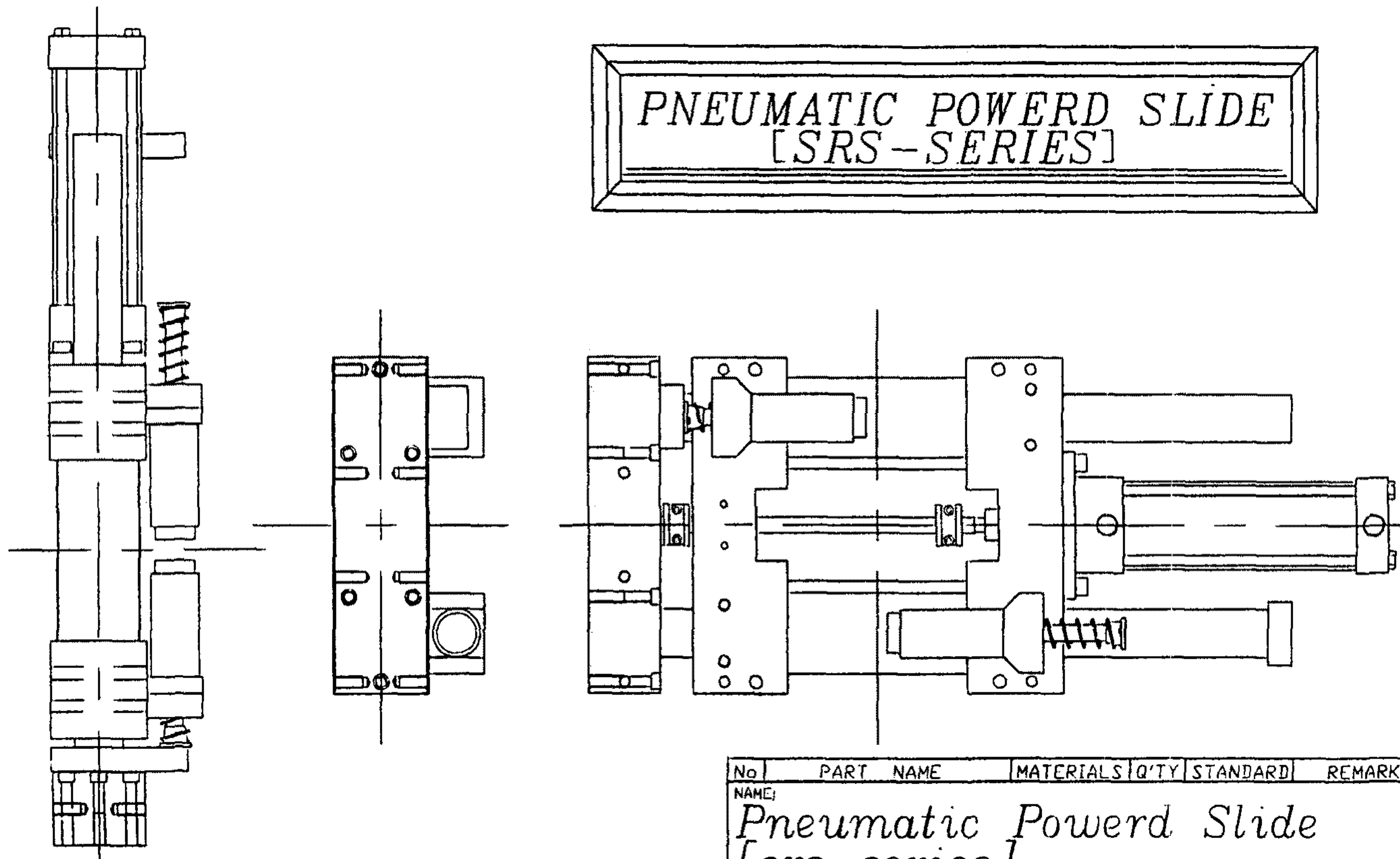
*PNEUMATIC MULTI-POSITION
ROTARY ACTUATOR*



-43-

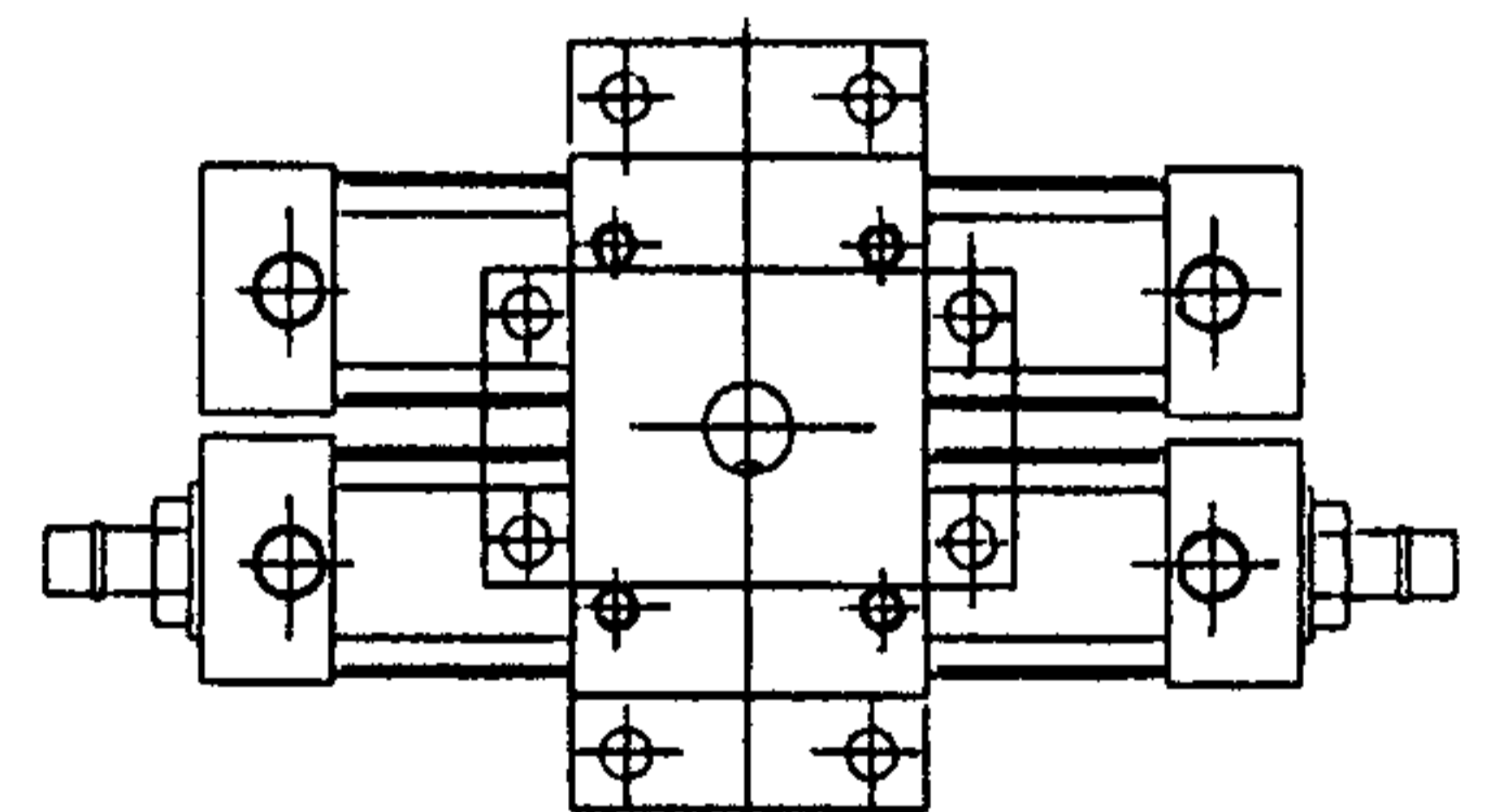
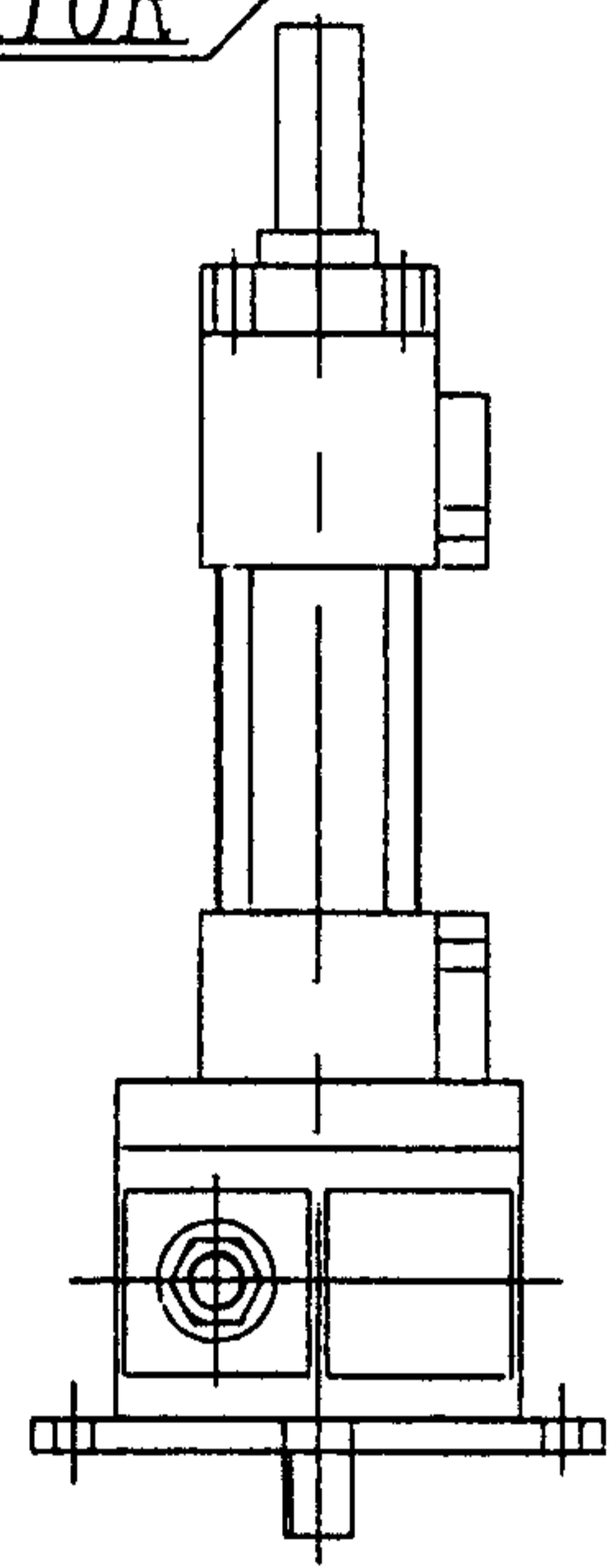
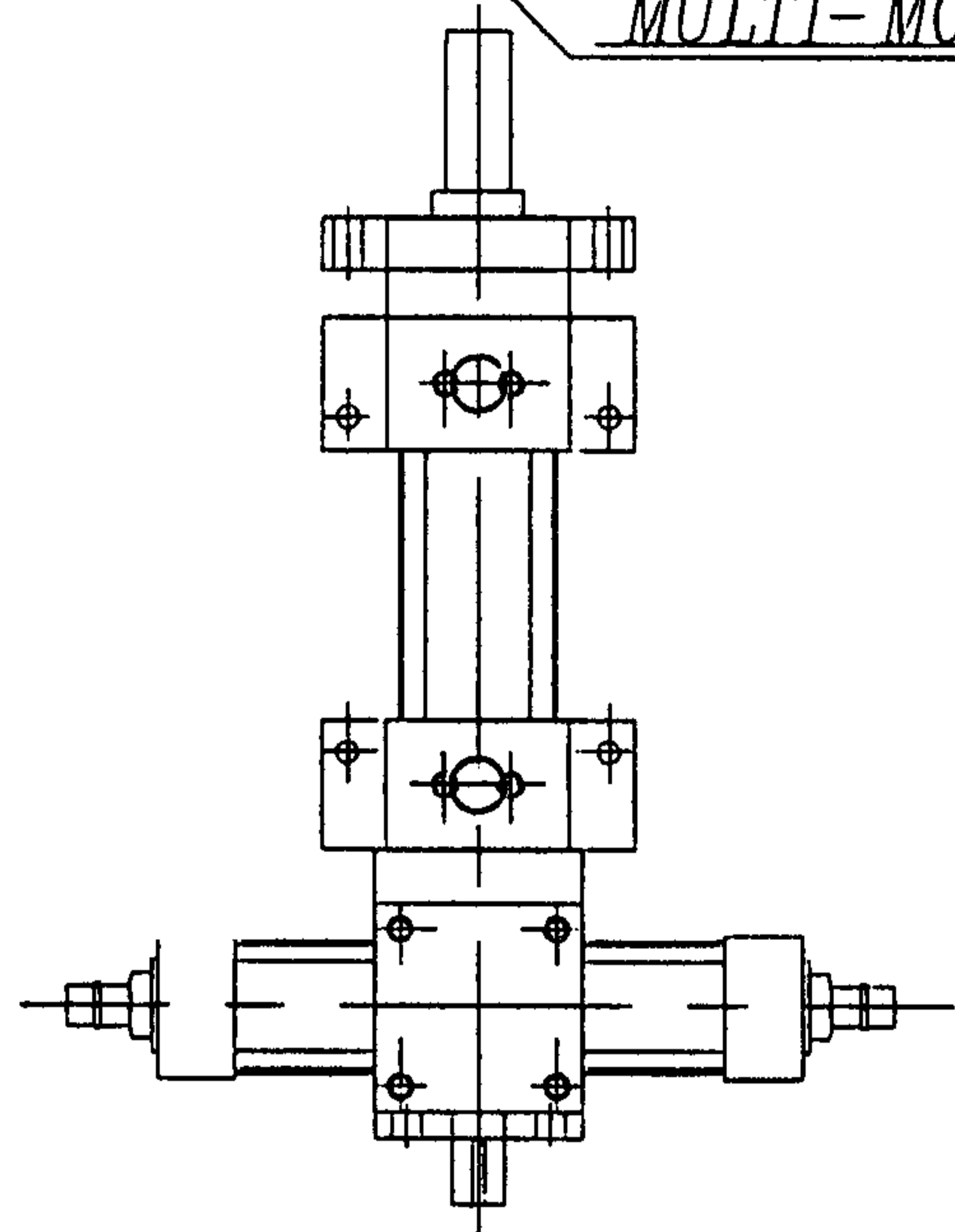
No	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
	NAME: PNEUMATIC MULTI-POSITION ROTARY ACTUATOR				
	MATERIALS:	QUANTITY:	TYPE AIR/OIL TAN		
	SCALE: N/S	PROJECTION: 3rd	PART NAME:	PIC-734	
	DATE: 1989.04.24 PART NAME: PMPRA - 30				
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE, YONGBUM				
K.I.M.M. - HY'D & PNEUMATIC LAB.					

PNEUMATIC POWERD SLIDE
[SRS-SERIES]

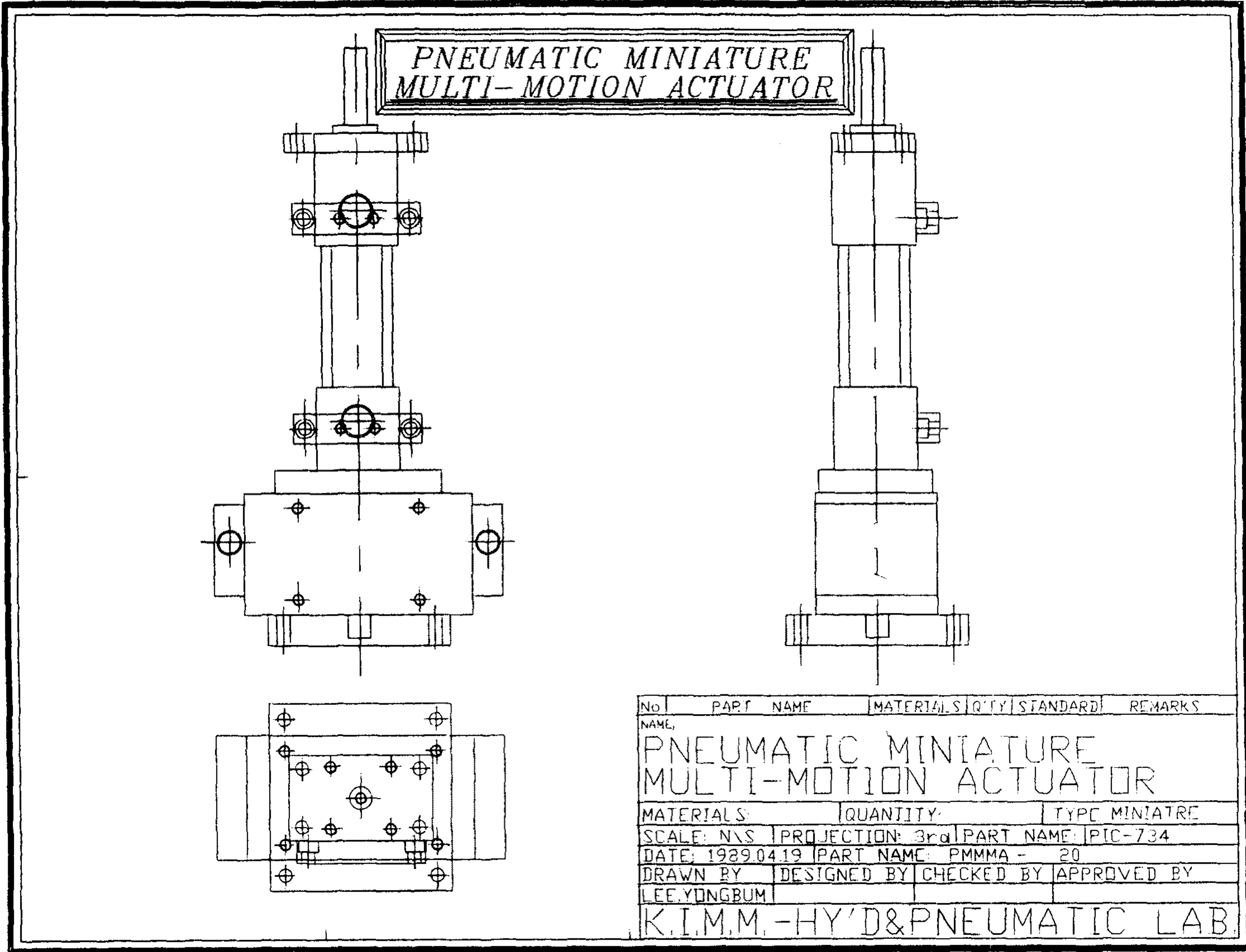


No	PART NAME	MATERIALS	Q'TY	STANDARD	REMARKS
NAME: <i>Pneumatic Powerd Slide</i> <i>[srs-series]</i>					
MATERIALS:		QUANTITY:		TYPE: READY S.NUT	
SCALE: N/S		PROJECTION: 3rd		PART NAME: PIC-734	
DATE: 1989.04.24		PART NAME: PPSS - 60			
DRAWN BY		DESIGNED BY		CHECKED BY	
LEE, YONGBUM					
K.I.M.M.-HY'D&PNEUMATIC LAB.					

PNEUMATIC MULTI-POSITION
MULTI-MOTION ACTUATOR

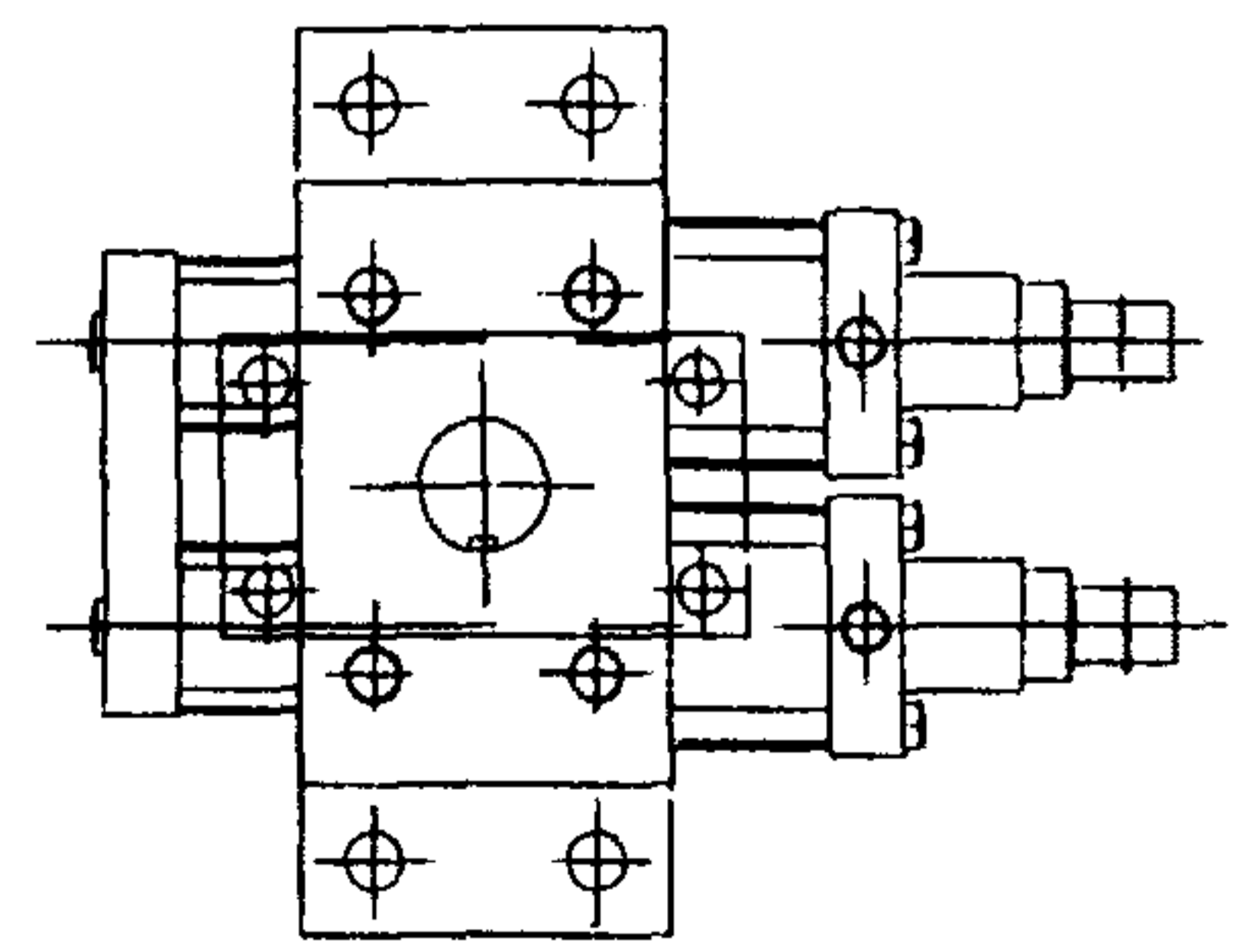
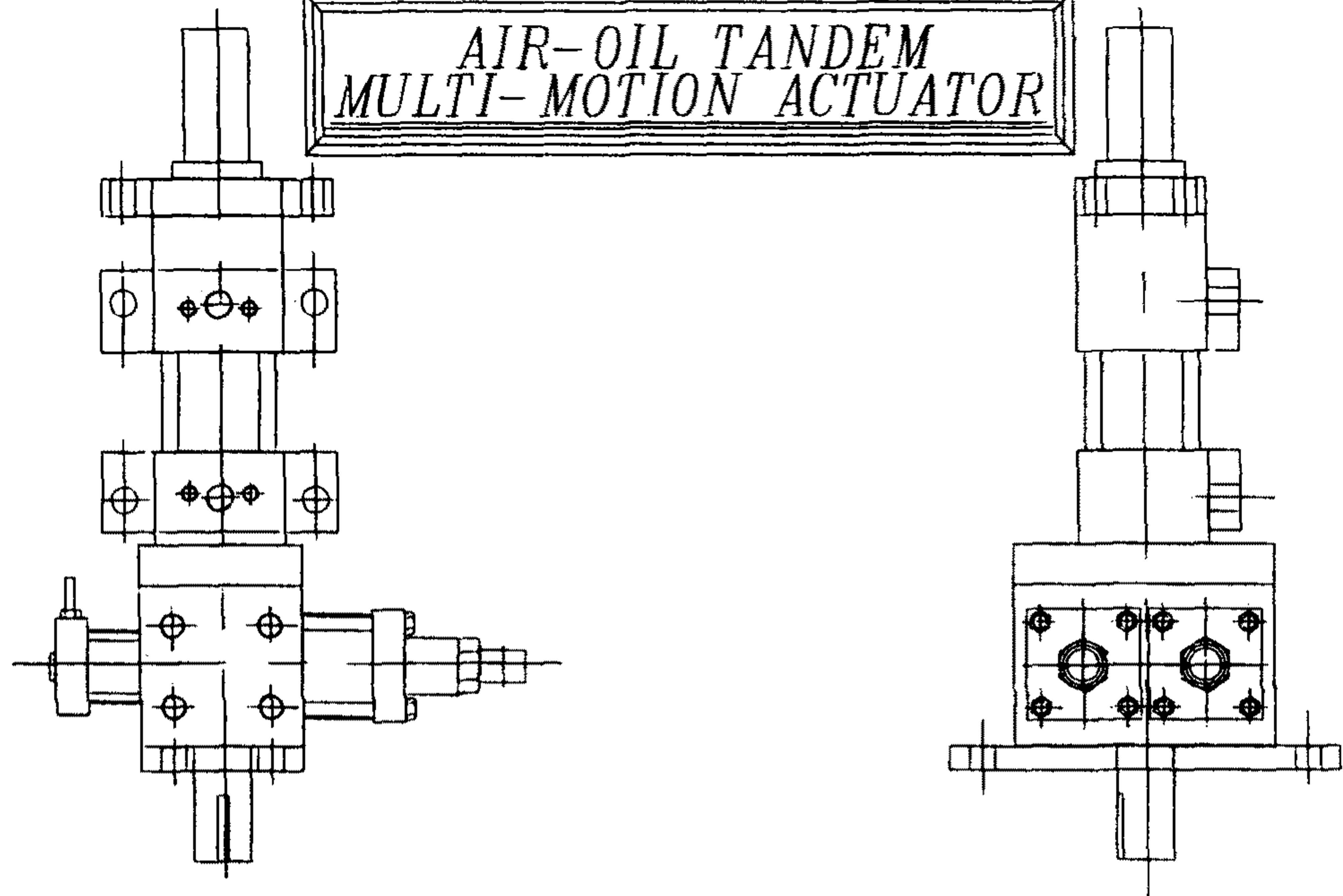


No	PART NAME	MATERIALS	Q'TY	STANDARD	REMARKS
	NAME: pneumatic multi-position multi-motion actuator				
	MATERIALS:	QUANTITY:	TYPE: 3-POSITION		
	SCALE: N/S	PROJECTION: 3rd	PART NAME: PIC-734		
	DATE: 1989.04.21 PART NUMBER PMPM - 10				
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE, YDNGBUM				
K.I.M.M.-HY'D&PNEUMATIC LAB.					



No.	PART NAME	MATERIALS	Q'TY	STANDARD	REMARKS
	NAME: PNEUMATIC MINIATURE MULTI-MOTION ACTUATOR				
	MATERIALS:	QUANTITY:	TYPE MINIATURE		
	SCALE: N/S	PROJECTION: 3rd	PART NAME:	PIC-734	
	DATE: 1989.04.19	PART NAME:	PMMMA - 20		
	DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	
	LEE.YONGBUM				
K.I.M.M.-HY'D&PNEUMATIC LAB.					

AIR-OIL TANDEM
MULTI-MOTION ACTUATOR



No	PART NAME	MATERIALS	QTY	STANDARD	REMARKS
NAME: AIR-OIL TANDEM MULTI-MOTION ACTUATOR					
MATERIALS:		QUANTITY:		TYPE: AIR-OIL TAN.	
SCALE: N/S		PROJECTION: 3rd		PART NAME: PIC-734	
DATE: 1989.04.22		PART NUMBER: ADTMA - 80			
DRAWN BY LEE, YONGBUM		DESIGNED BY		CHECKED BY APPROVED BY	
K.I.M.M. - HY'D & PNEUMATIC LAB.					

제 7장 시제품 제작

7-1) 모듈라형 공기압 매니플레이터의 제작

사진 7-1-1 은 모듈라형 공기압 매니플레이터의 시제품과 성능실험을 위한 Simulation Stand 이다.

이 매니플레이터는 표 7-1-2 에 의해 순차적으로 그림 7-1-3 과 같이 운동을 할 수 있다.

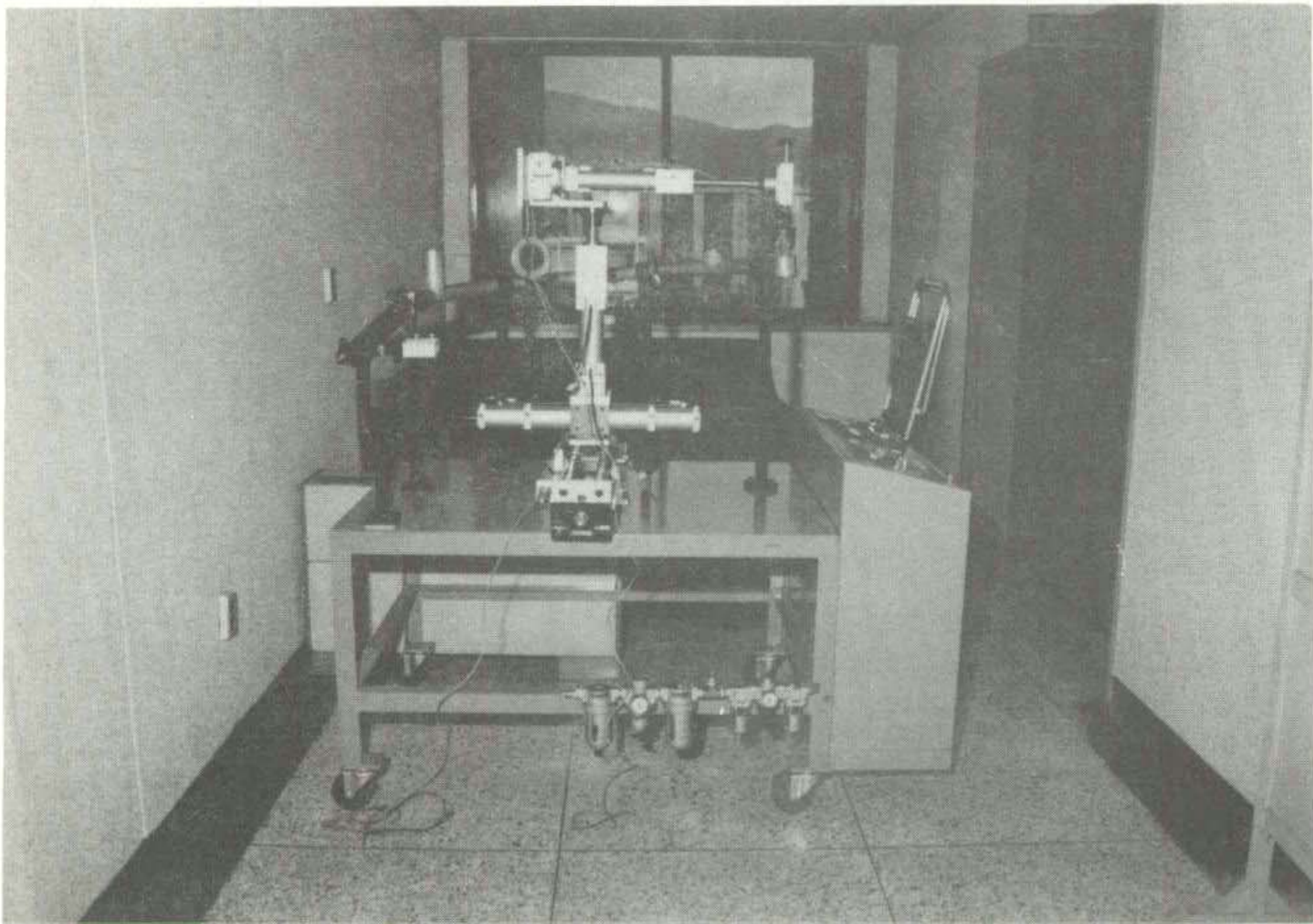


사진 7-1-1

7-1-1) 모듈라형 공기압 매니플레이터의 구성 :

A : 긴 행정을 위한 Slide Cylinder : $\phi 60 * 500$ Stroke

B : 수직상승 및 하강을 위한 Elevation Cylinder : $\phi 50.8 * 150$ Stroke (Non-Rotating Rod Cylinder)

C : 병진운동을 하는 Translation Cylinder : $\phi 35 * 150$ Stroke (Non-Rotating Rod Cylinder)

D : 작은 수직상승 및 하강을 위한 Short Stroks Elevation Cylinder : $20 * 50$ Stroks

E-F : 순차적으로 시험물을 공급하기 위한 Escapements : $\phi 20 * 20$ Stroke

R : 5-Position Rotary Actuator : $\phi 50 * 0^{\circ} - 30^{\circ} - 90^{\circ} - 135^{\circ} - 180^{\circ}$

N : 2-Position Rotary Actuator : $\phi 35 * 0^{\circ} - 180^{\circ}$

G : Gripper : 13.7 LBS, 4-Point Sensing

7-1-2) 매니플레이터 성능 실험기 ;

몸체 : $900 * 1200 * 700$ h

실험용 제품 : 강구 ($\phi 30.16, \phi 31.75, \phi 34.9, \phi 36.5$) 4 종

Feed Back System : 중력을 이용한 자동 귀환

7-1-3) 매니플레이터의 제어 ;

- Programmable Controller

- Microprocessor Controller

- Pneumatic Logic Controller

7-1-4) 성능실험 범위 ;

- Gripper 가 강구를 집어 크기를 감지한 후 Rotary Actuator 의 회전각을 결정하여 이송하는 과정에서 Cushion 현상분석과

기구적인 취약점을 파악할 수 있다.

7-1-3-2) Micro Processor Controller

간이자동화 제어에 기존의 PLC (Programmable Logic Controller)를 이용하거나, Z-80 CPU 와 ROM, RAM, Decode Logic 8255 I/O Port 등으로 이루어진 단일기판 Computer 를 이용할 수 있다.

C.C.I.D-80 은 제어용으로 개발 하고자하는 단일기판 컴퓨터와 이 와 연결하여 사용하는 개발장치 기판으로 구성되었다.

이 장치만을 이용해서 단일기판 컴퓨터의 하드웨어를 검사할 수 있고 소프트웨어 프로그램을 편집할 수 있으며 이 프로그램이 회로상에서 수행되는 과정을 머신시스템을 통해 확인할 수 있다.

또한 이렇게 개발된 프로그램을 바로 ROM 에 기입하여 개발된 단일기판 컴퓨터에 장착하면 시스템이 완성된다.

(1) 단일 기판 Computer 의 구성

가. CCID-80 Main board 의 구성

Main Board 는 Z-80 CPU 와 2764 ROM, 6264 RAM, 74LS138 로 이루어진 Decode Logic, 18 S030 Interrupt Controller 8253 Timer, 8255 I/O Port 등으로 구성 되어있다. (그림 1-1 참조)

여기에는 연결부 (12)를 사이에 두고 중앙처리장치 (1), Clock 발생 회로(2), 리셋회로(3), 칩선택회로(4), 입출력장치(5), 기억장치(6) 으로 구성된 단일기판 컴퓨터와 이를 제어하는 부분인 제어부 기판으로 구성된다.

제어부기판은 Machine Step 제어회로 (13), ROM Write 회로, Personal

Computer 와 통신할 수 있는 직렬 Port (18), 기억장치 (17)과 각종 Data 를 표시하는 회로 (20), 표시제어회로 (19), Key Board (21)로 구성된다.

ROM Write 회로는 ROM 소켓 (15)과 시간 분주회로 (16), 12.5V 전원 회로 (14)로 세분할 수 있다.

1 은 중앙처리장치 (CPU)이며, 중앙처리장치는 2 의 Clock 발생회로에서 Clock 을 3 의 Reset 회로에서 Reset 신호를 받는다.

7 은 Interrupt 처리회로이며 8 은 Address 와 Data 의 Bus 이다.

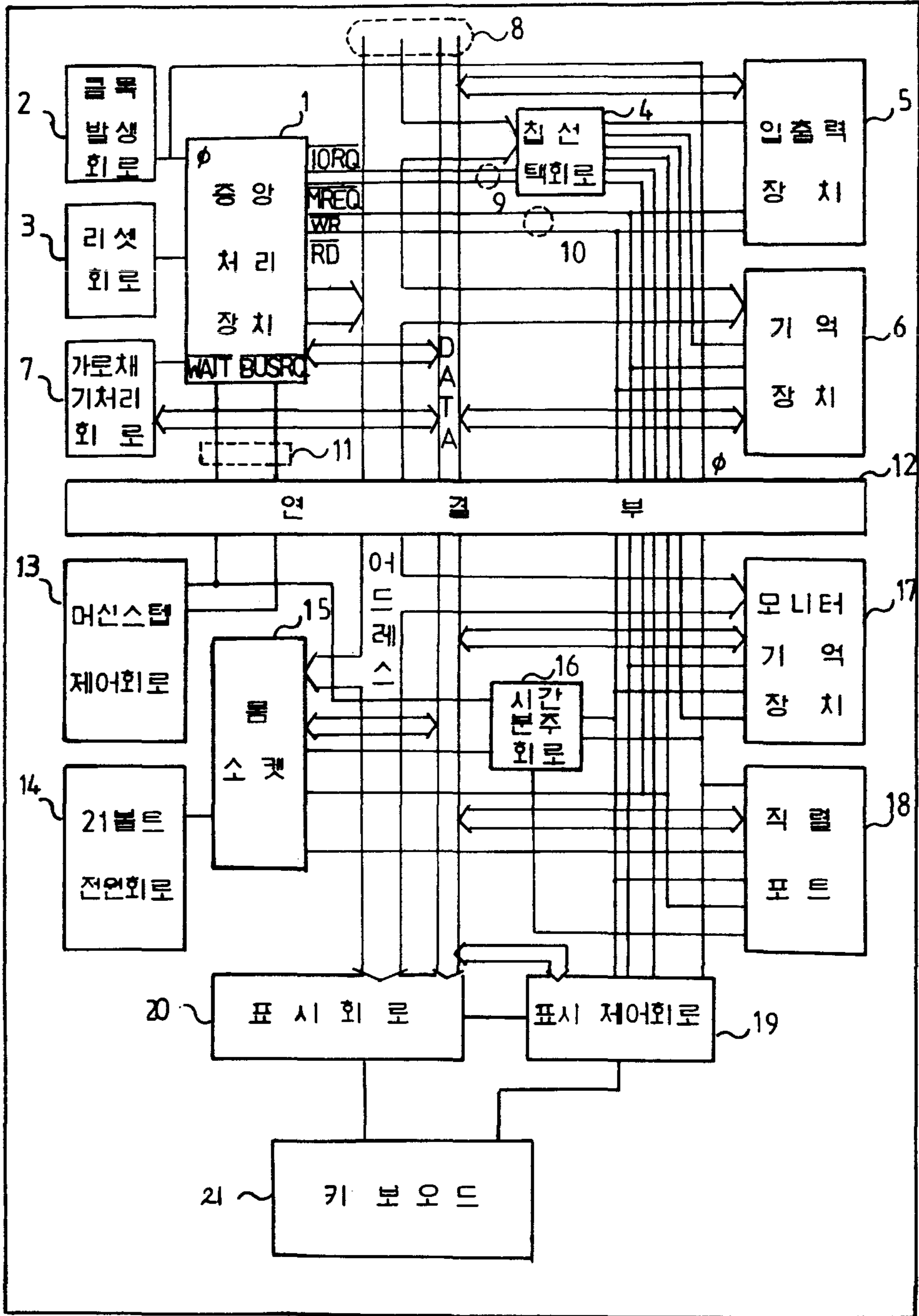
9 는 중앙처리장치가 입출력 장치를 사용하느냐, 기억장치를 사용하느냐를 선택하는 신호선이며 이것은 Chip 선택회로에 들어간다.

10 은 읽고 쓰는 것을 선택하는 신호선이다.

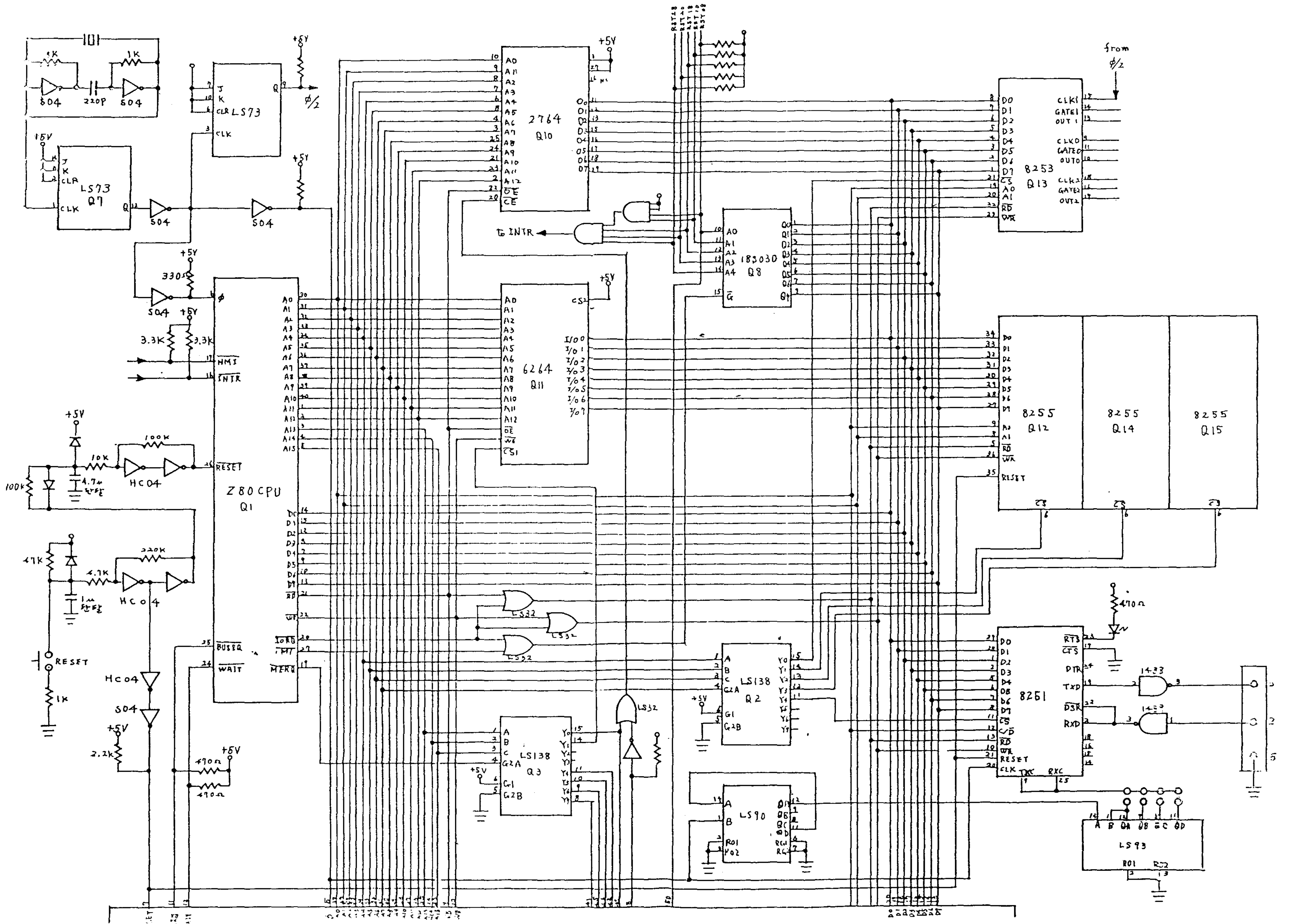
11 은 Machine Step 을 만들어내는 Wait 와 Bus Request 신호선이다.

12 는 단일기판 컴퓨터와 제어기판을 이어주는 50 pin connector 이다 Machine Step 제어회로 13 은 Wait 와 Bus Request 신호를 교대로 발생시켜 Machine Step 이 이루어지도록 한다.

20 의 표시 회로는 제어회로에서 신호를 받아서 모니터 프로그램에서 원하는 데이터를 표시하거나, Address 와 Data Bus 의 Data 를 표시한다. 15 의 ROM 소켓에는 12.5V 전원회로 (14)에서 12.5V가 공급되며 시간분주회로 (16)에서 50 (m. sec)의 프로그램 신호가 들어온다.



단일기관 컴퓨터의 구성도

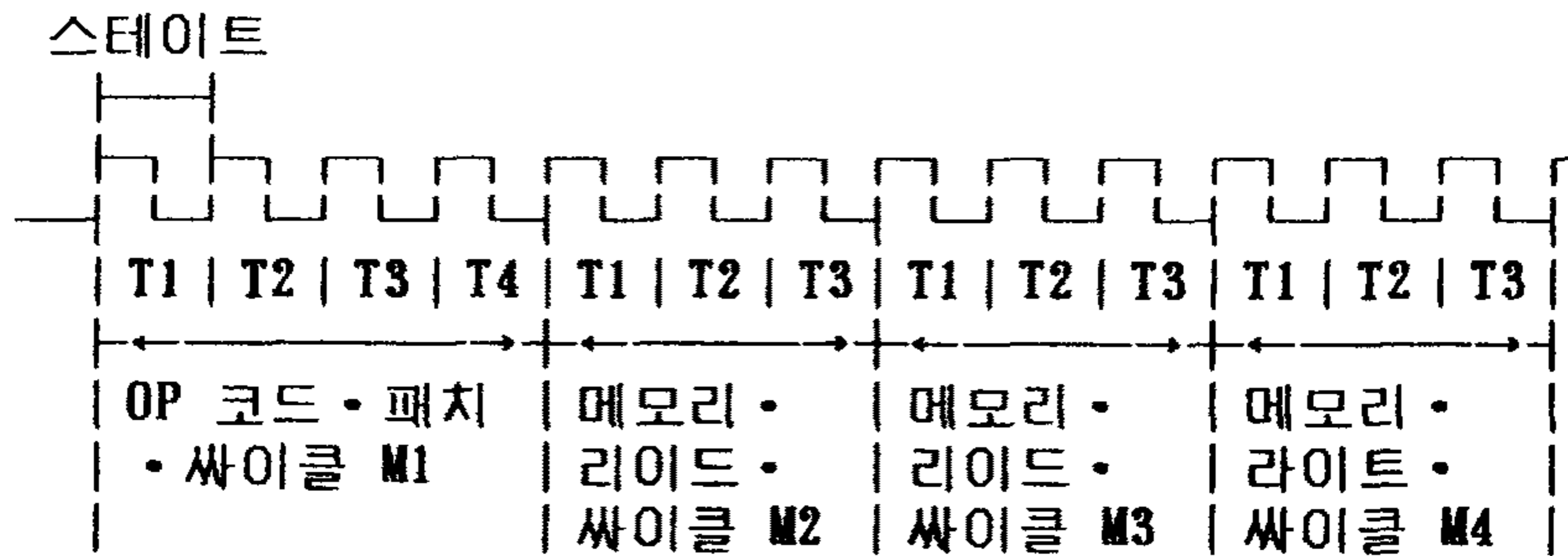


단일 기관 Computer 회로도

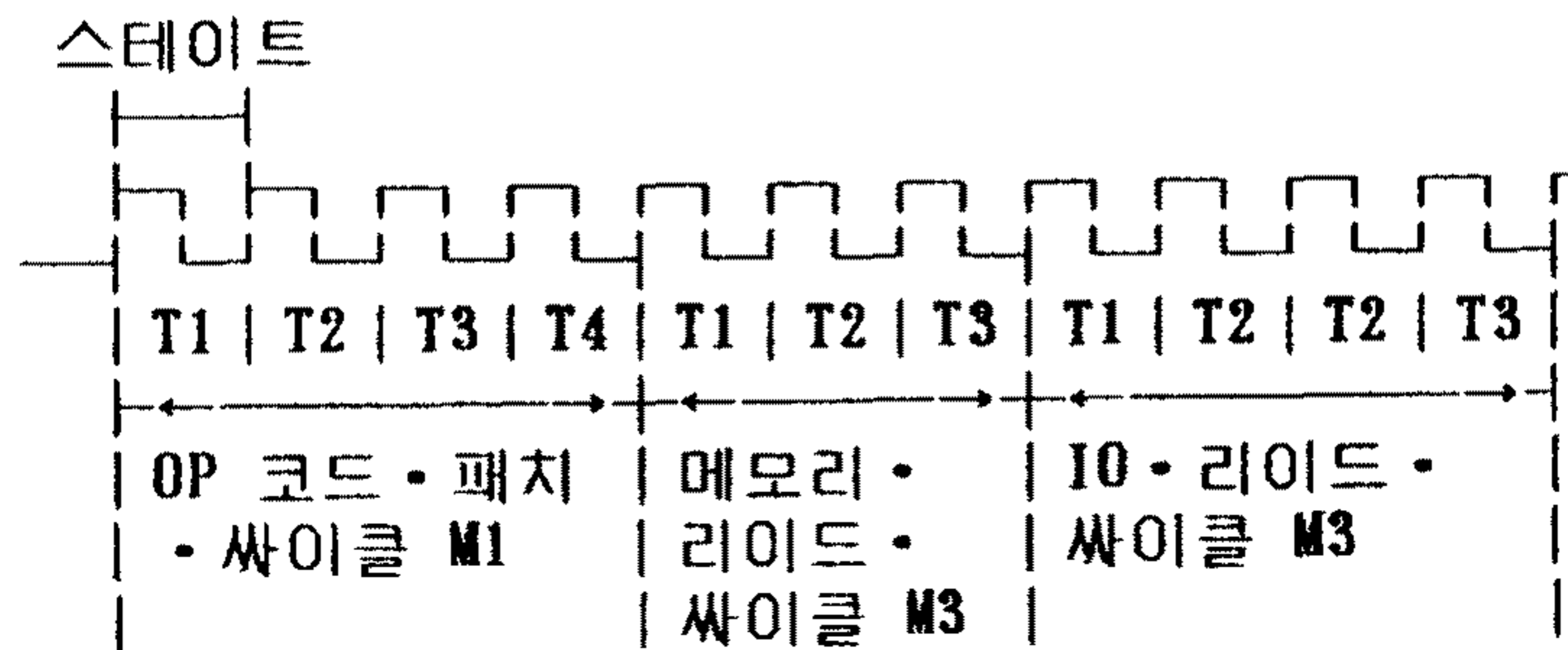
여 백

나. 싱글 머신스텝

Z80 CPU 머신 싸이클



(a) LD (nn), A 명령의 머신싸이클



(b) IN A, (n) 명령의 머신싸이클

마이크로 프로세서가 한 명령문을 수행하는 데에는 1~6 개의 머신 싸이클이 필요하다. C.C.I.D-80은 이 머신싸이클을 제어하므로서 마이크로프로세서에서 주변장치로 흐르는 데이터를 일일이 확인할 수 있어서 하드웨어 및 소프트웨어 추적이 쉽다.

다. 프로그램 수행을 Control 한다.

표시제어 토글 스위치

버스에 있는 내용을 16 진수로 표시하거나 CPU의 명령에 따라 표시 제어용칩 8279를 통해 어떤 문자를 표시할 것인가를 선택한다.

수행제어 토글 스위치

CPU를 정지시키거나 리얼 타임으로 움직이게 한다.

STEP

CPU가 정지 되었을때 한 머신싸이클씩 전진할 수 있도록 한다.

SLOW

머신시스템을 연속적으로 발생하게 하는 키나 프로그램을 사람이 인식 할 수 있을 정도로 천천히 수행시킨다.

라. 입출력 Port 설계

단일기관 Computer에는 3개의 8255를 사용하여 I/O를 구성하는데 이들의 Base Address는 다음과 같다.

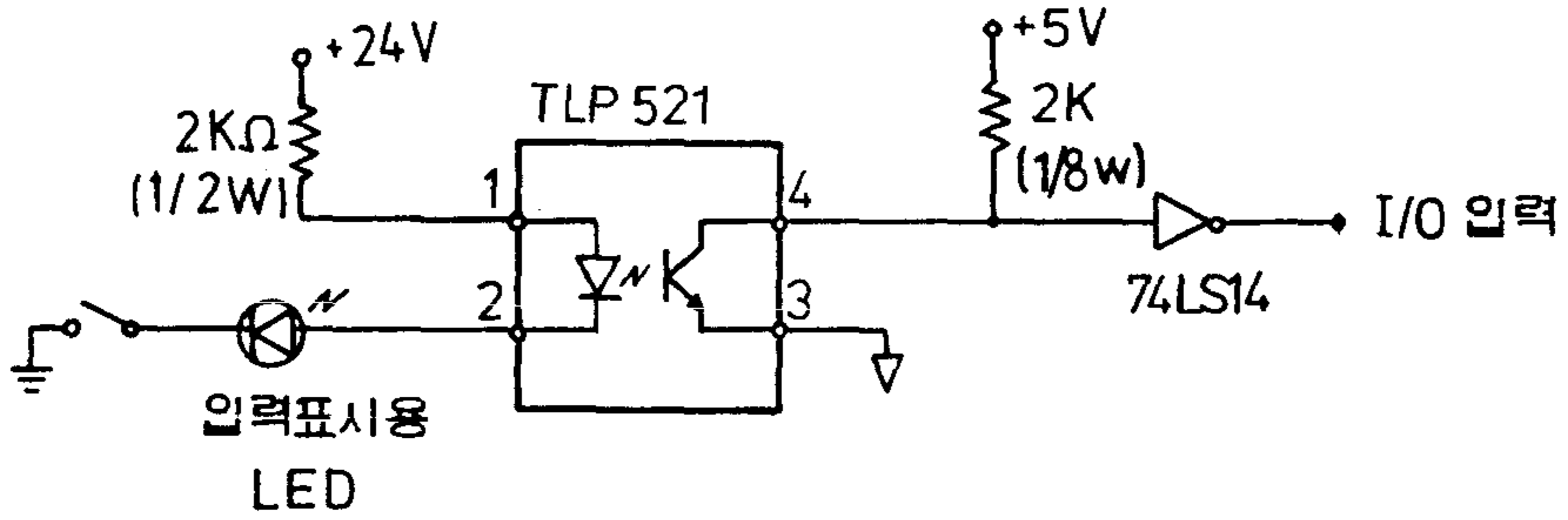
포트 \ 칩	Q12	Q14	Q15
A Port	10 H	20 H	30 H
B Port	11 H	21 H	31 H
C Port	12 H	22 H	32 H
제어 Port	13 H	23 H	33 H

8255의 사용은 제어 Port에 제어문을 입력함으로 부터 시작된다. 여기서서는 기본 입출력 모드 0에 대해서 설명하고, 정보가 더 필요한 경우에는 8255에 대한 Manual을 참조하기 바란다. 제어모드 0에 대한 8255의 입출력 모드 설정 제어문은 표와 같다.

8255 A의 입출력 Mode 설정 제어(Mode 0)

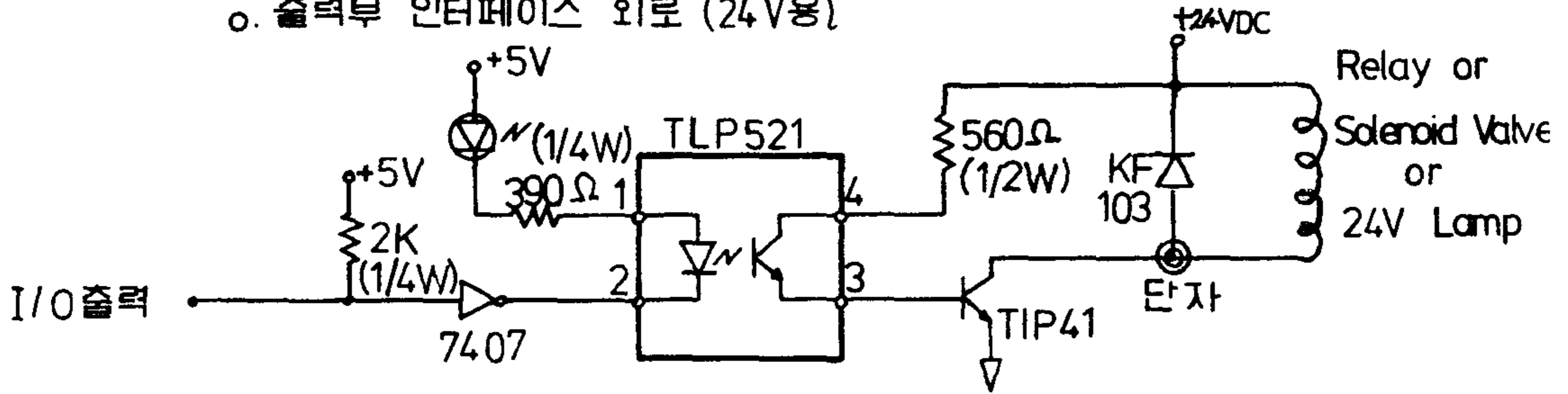
명령문	A Port	B Port	C Port 상반부 (C7 ~ C4)	C Port 하반부 (C3 ~ C0)
80 H	출력	출력	출력	출력
81 H	출력	출력	출력	입력
88 H	출력	출력	입력	출력
89 H	출력	출력	입력	입력
82 H	출력	입력	출력	출력
83 H	출력	입력	출력	입력
8AH	출력	입력	입력	출력
8BH	출력	입력	입력	입력
90 H	입력	출력	출력	출력
91 H	입력	출력	출력	입력
98 H	입력	출력	입력	출력
99 H	입력	출력	입력	입력
92 H	입력	입력	출력	출력
93 H	입력	입력	출력	입력
9AH	입력	입력	입력	출력
9BH	입력	입력	입력	입력

○. 입력부 인터페이스 회로



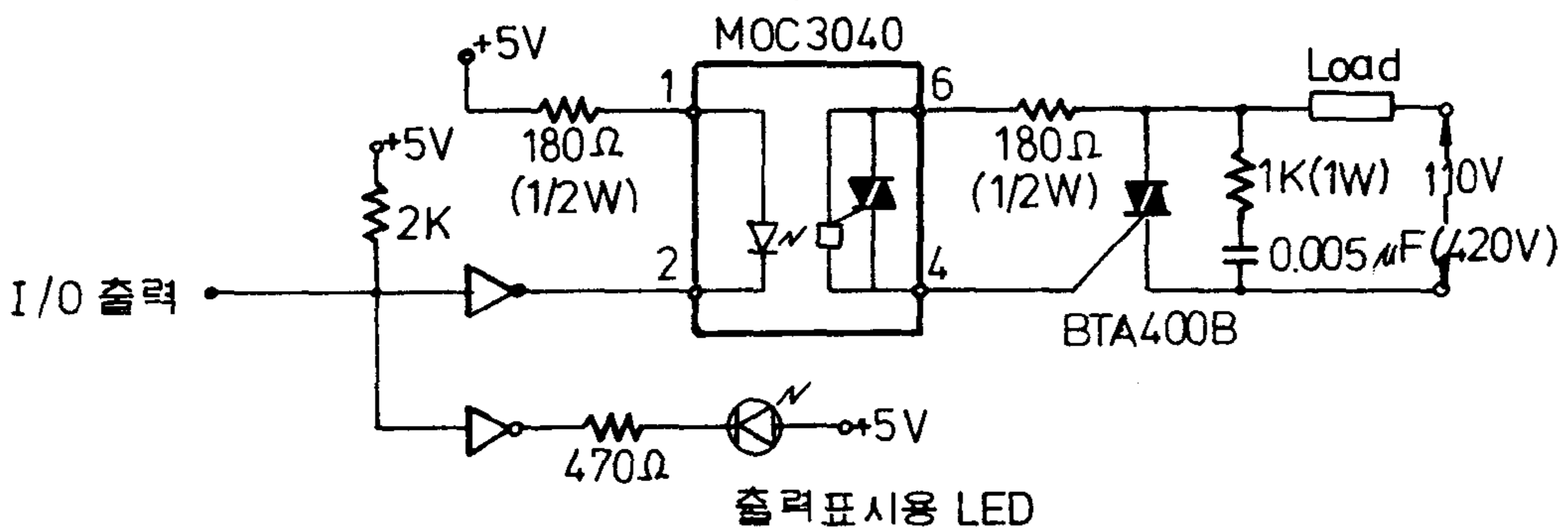
Limit SW 또는 Open Collector 입력회로

○. 출력부 인터페이스 회로 (24V용)



24V용 방향제어밸브 또는 릴레이용 출력제어 회로

○. 출력부 인터페이스 회로 (110V용)



입출력 인터페이스 회로도

Pneumatic Manipulator Motion Study

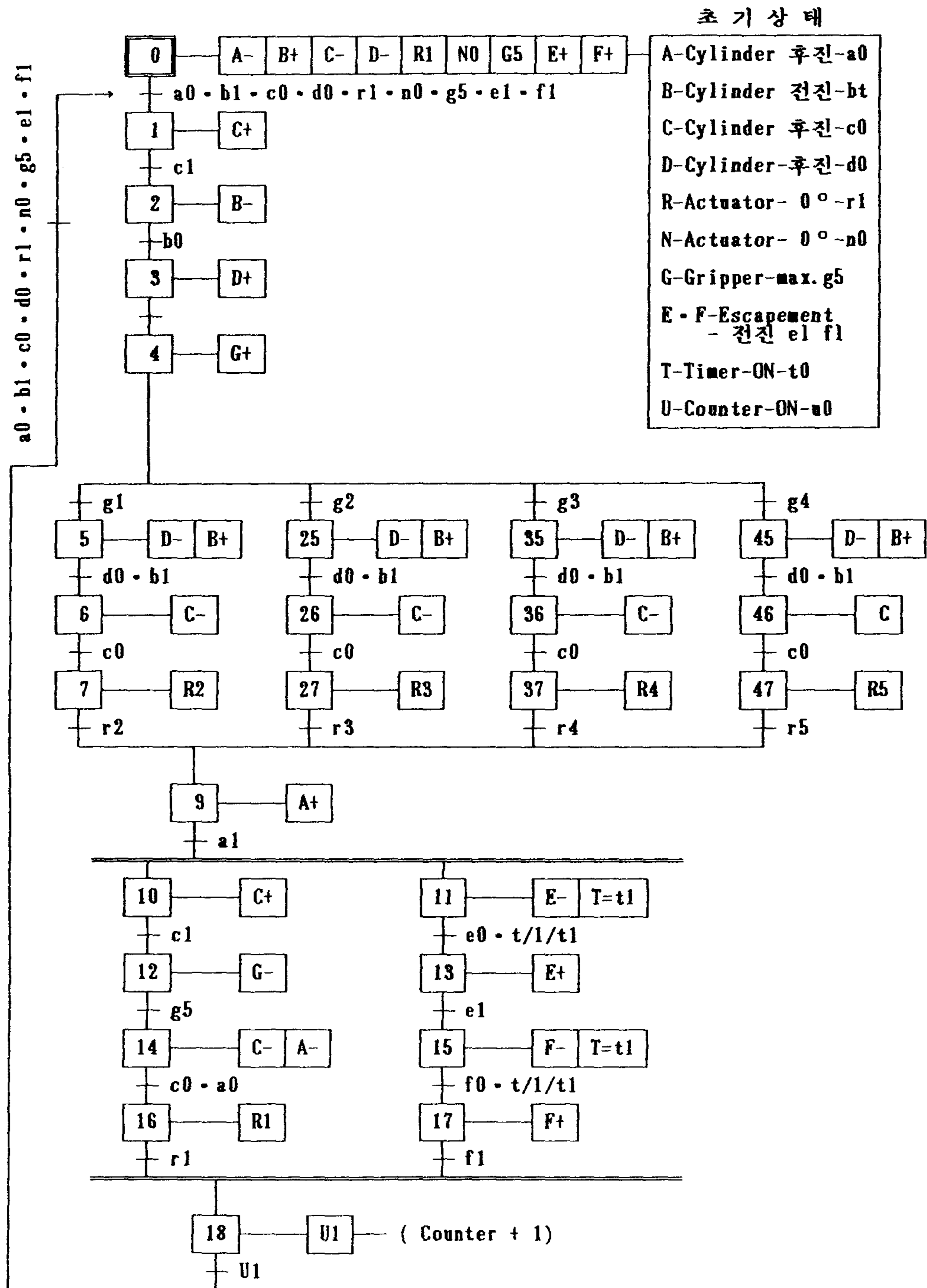
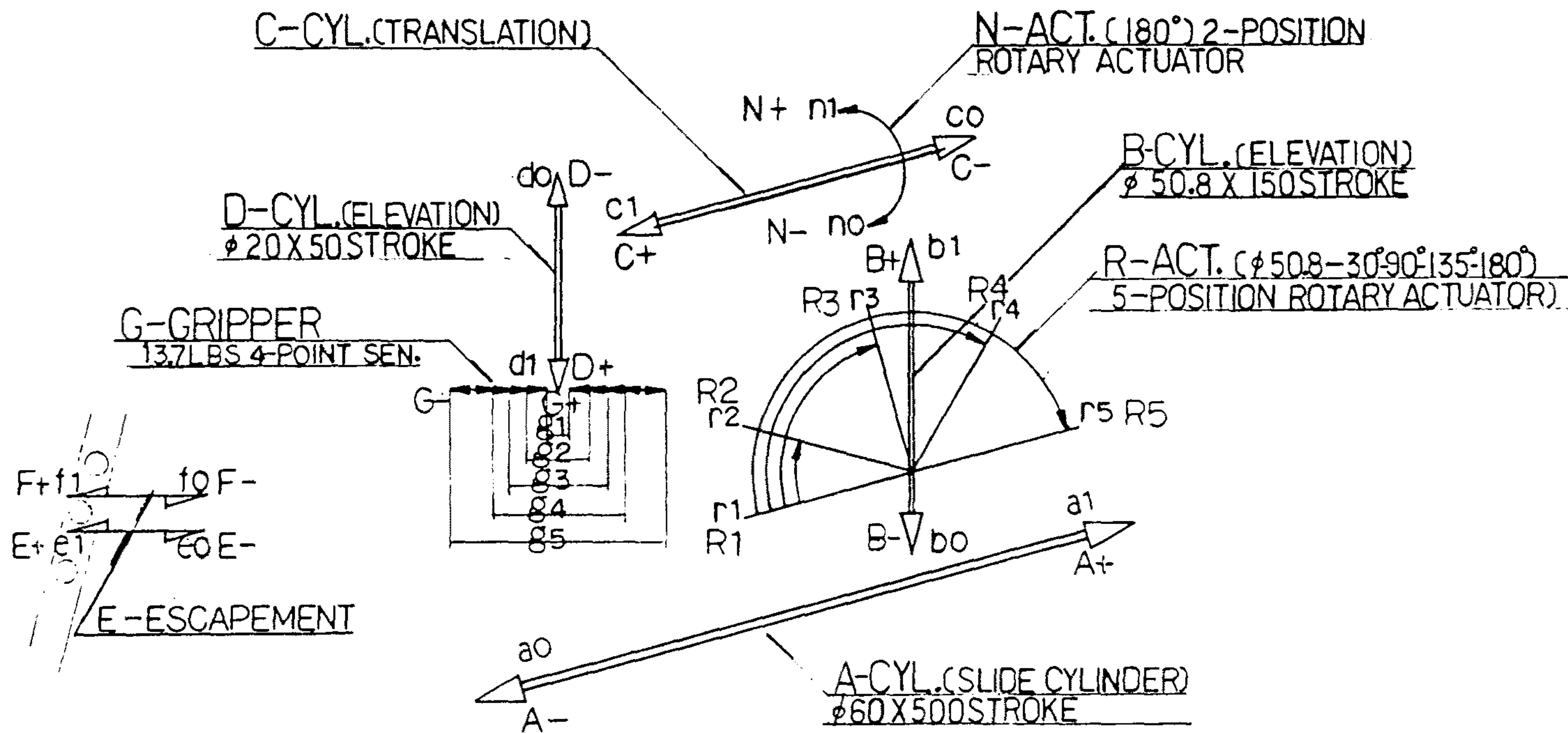


표 7-1-2

여 백

45

수 정 내 용				
부호	내 용	수 정 자	승 인 자	년 월 일



조각사항	일반 치수 공차			수량
	구분	정밀	표통/거칠기	
호칭치수	정밀	표통	거칠기	수량
0.5 - 6	0.05	0.1	0.2	
6 - 30	0.1	0.2	0.5	
30 - 120	0.15	0.3	0.8	
120 - 315	0.2	0.5	1.2	
315 - 1200	0.3	0.8	2.0	

종류	명	수입	재질	비고
부 품 명 롋				
1989년 7월 26일	도명 PNEUMATIC MANIPULATOR MOTION-STUDY			
제도	검도	A3		도면
실제	도면	3각법		장중
승인		한국기계연구소		

그림 7-1-3

여 백

(2) 입출력 Interface

외부 Limit Switch, Push Button 등이나, Solenoid Valve 등의 구동을 위해 입출력 8255로 부터 내기 위하여 다음과 같은 I/O Interface 회로를 제작하여 Control 할 수 있다.

각각의 입출력을 위한 Interface 회로는 다음과 같다.

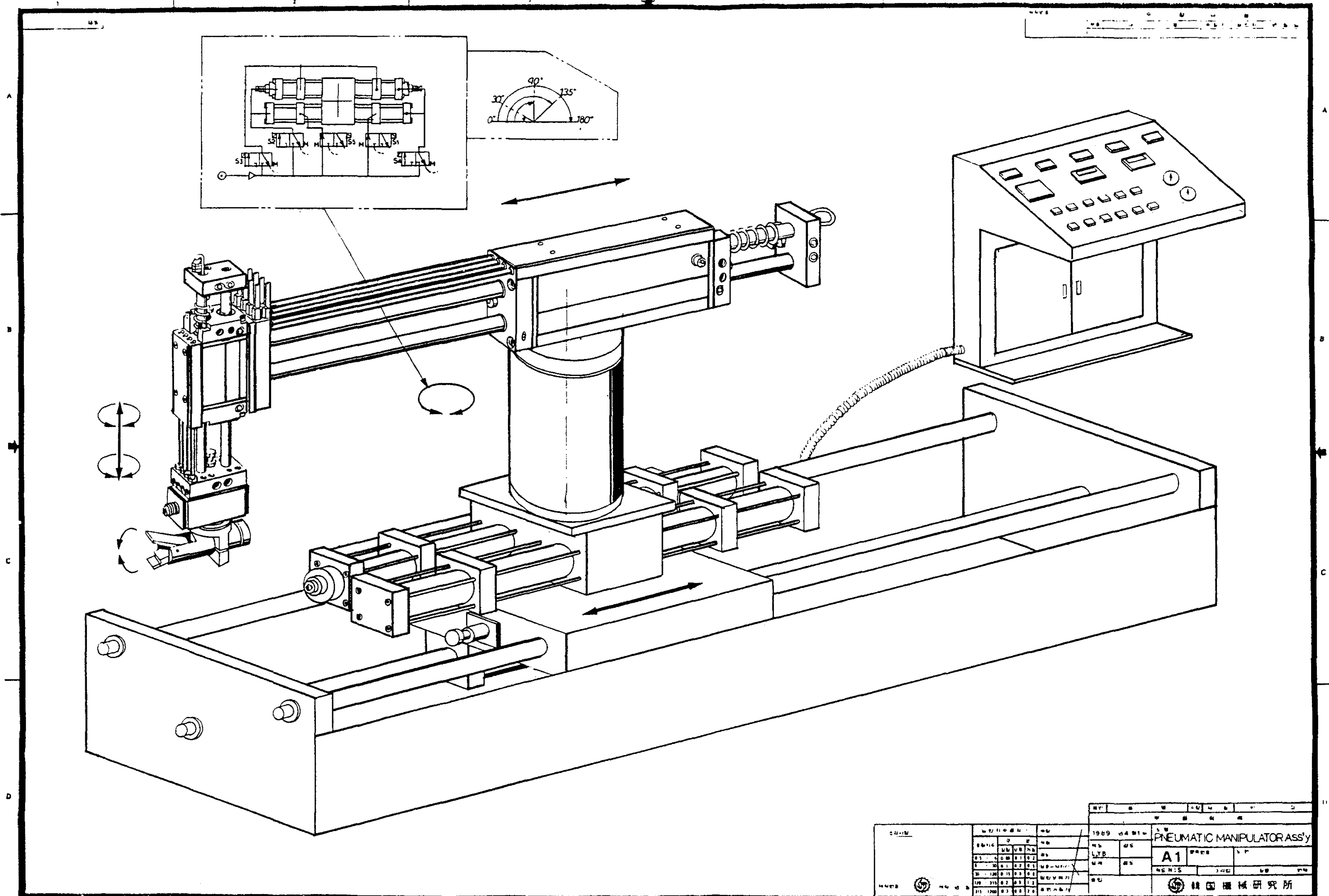
7-2) Linear Module을 사용한 공기압 매니플레이터 설계

Linear Module을 사용한 공기압 매니플레이터 (Fig.7.2.1)는 작업 공간이 작게 제한된 장소나 돌기부분이 많은 곳에 사용을 목적으로 설계되었으며, 그 특성을 분석하면, 행정이 긴 Slide Cylinder가 있고 그 위에 회전이 가능한 액츄에이터 (Rotary Actuator)를 장착하고, Rotary Actuator 상단에 Linear Module을 부착하여 수평운동을 한다.

Linear Module은 전기·전자 신호를 공급하는 전선이 Cylinder Rod 내부에 있는 구멍을 통하여 다음 액츄에이터에 연결되며, 압축 공기 라인도 Telescopic Air Supply Unit의 사용으로 외부의 돌기로부터 걸림을 최소화 하였다. 또한 전기·공기 라인들이 반복운동에 따른 피로한도가 증가되어 절손 및 파손되는 문제가 없으므로 신뢰성 또한 증가된다.

여 백

7-2-1) Linear Module Type Pneumatic Manipulator



여 백

7-3) Multi-Position Multi-Motion 형 공기압 매니플레이터 설계

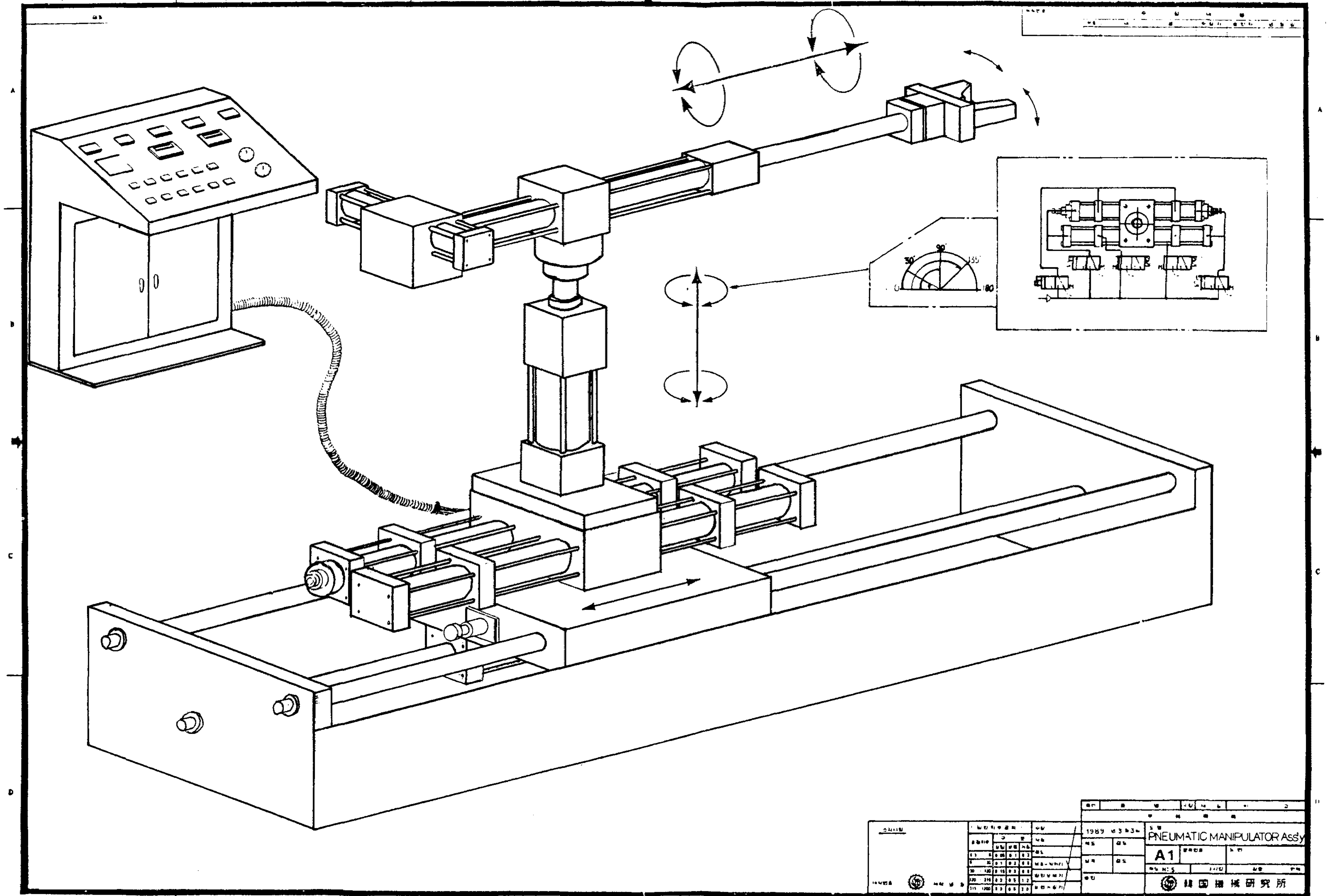
Multi-Position Multi-Motion 형 공기압 매니플레이터 (Fig.7.3.1)는 비교적 넓은 작업 공간에서 유연성이 풍부한 동작을 얻을 수 있도록 설계되었으며, 이 Manipulator의 특성을 분석하면, 하단부에 Slide Cylinder가 있어 긴 행정을 이송하도록 되어있으며 그위에 Multi-Position Rotary Actuator를 설치하여 임의의 위치로 회전하도록 한다.

또한 Rotary Actuator의 Pinion Shaft에 설치되어 있는 Coupling 사용하여 수직운동을 하는 Cylinder의 내부에 있는 Spline 축에 회전력을 전달한다.

이 Spline 축은 단순 수직운동을 할때는 Cylinder Rod의 회전을 억제하는 구조이므로 Non-Rotating Rod Cylinder라 할 수 있다. 이 수직운동을 하는 Cylinder의 상단에 Adaptor를 설치하고 수평이송과 회전운동이 가능한 Multi-Motion Actuator를 부착하고, Multi-Motion Actuator의 선단에 Gripper가 부착된 구조로 설계 하였다.

여 백

7-3-1) Multi-Position Multi-Motion Type Pneumatic Manipulator



1989 03 23		PNEUMATIC MANIPULATOR Assy	
A1		A1	
韓國機械研究所		韓國機械研究所	

여 백

제 8장 에너지 절약형 공기압시스템 설계의 CAD화

8-1) 공기압 시스템 설계의 CAD화를 위한 알고리즘

공기압 시스템의 설계에 있어서 필요한 결과는 작업부하가 작용하는 실린더의 적정선정과 에너지 비용을 지배하는 공급압력의 결정, 선정된 실린더의 작업 안전성과 신뢰성 판정 및 보강 설계, 행정시간 (Strok Time)을 결정하는 압축공기 라인으로부터 실린더까지의 유출능력을 고려한 시스템 주변기기의 적정 선정등이다.

Fig. 3.1에서 Fig. 3.5까지는 액츄에이터로서 실린더를 채택한 공기압 시스템에 대해 일반적인 부하조건과 행정시간이 주어지고 기타 네트워크 (Network) 공급압력, 실린더 장착조건, 부하-질량 체결형태 등의 제한조건하에서 공기압 시스템의 구성을 최적화하기 위한 알고리즘이다.

<p>Fig.3.1</p>	<p>부하유형, 공기압회로의 유형, 피스톤 운동속도등으로부터 실험적으로 결정되는 설계계수 (Design Fcator)의 개념을 채택하여, 네트워크의 공급압력에 준해서 표준형의 공기압 실린더 (가능하면 ISO 규격의 표준형 실린더) 제원을 선정하며 에너지 이용에 효율적인 공기압 회로 유형을 결정하는 반복과정</p>
<p>Fig.8.2</p>	<p>실린더 장착조건, 행정크기 등의 제한조건과 앞서 과정에서 선정된 실린더의 제원을 고려하여 취약상태 (양행정 종료시)에서의 정적좌굴 가능성과 처짐영향에 의한 파손등을 검사하여 시스템의 안전성 여부를 검증하고 그에 따르는 보강설계를 수행하는 과정.</p>

Fig8.3	<p>실린더 운동시 갖게되는 관성으로 인하여 각 행정종료시에는 충격 압이 발생하는데 이는 실린더의 안전운전에 장애가 된다. 따라서 적절한 쿠션기구를 통해 수반되어지는 충격압을 효과적으로 제거함으로써 시스템의 안전성을 도모할 수 있게 된다.</p>
Fig8.4	<p>작업조건으로서 주어지는 행정시간은 압축공기 라인으로부터 액츄에이터에 이르는 공급계통의 유출능력에 지배된다. 따라서 압축공기 공급계통의 조합 유출능력을 고려하여 작업 조건을 만족하도록 하는 것이 필요하며 Data Base에 수록되어 있는 각종 공기압 시스템 기기를 검색해서 적절한 선정이 이루어지도록 하는 과정</p>
Fig8.5	<p>공기압 시스템 설계의 CAD 화에 관한 지금까지의 고찰로부터 Fig 8.5와 같은 공기압시스템 전체 설계 알고리즘으로 요약.</p>

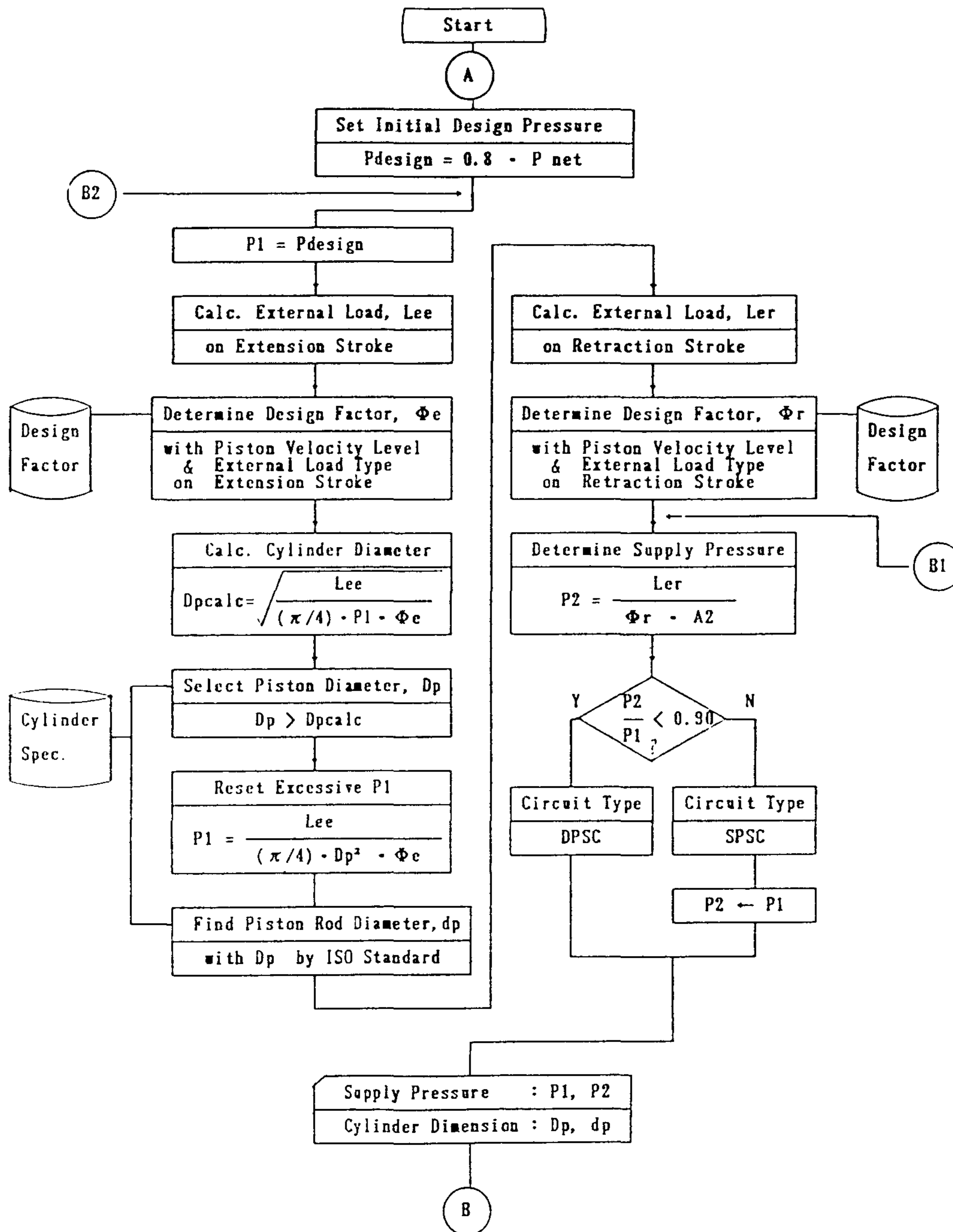


Fig. 8.1 Flow Chart for Determining Supply Pressure & Cylinder Dimension.

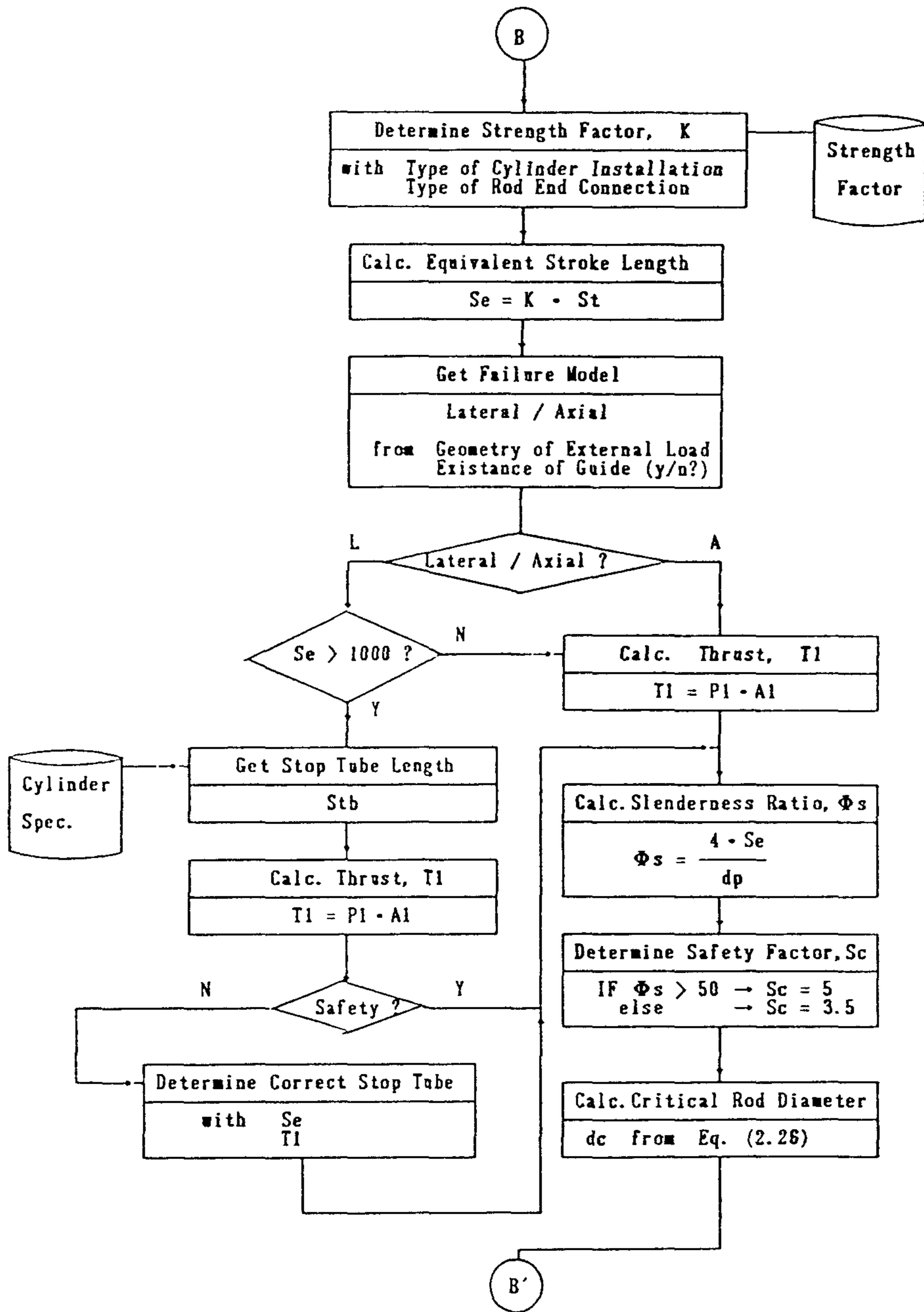
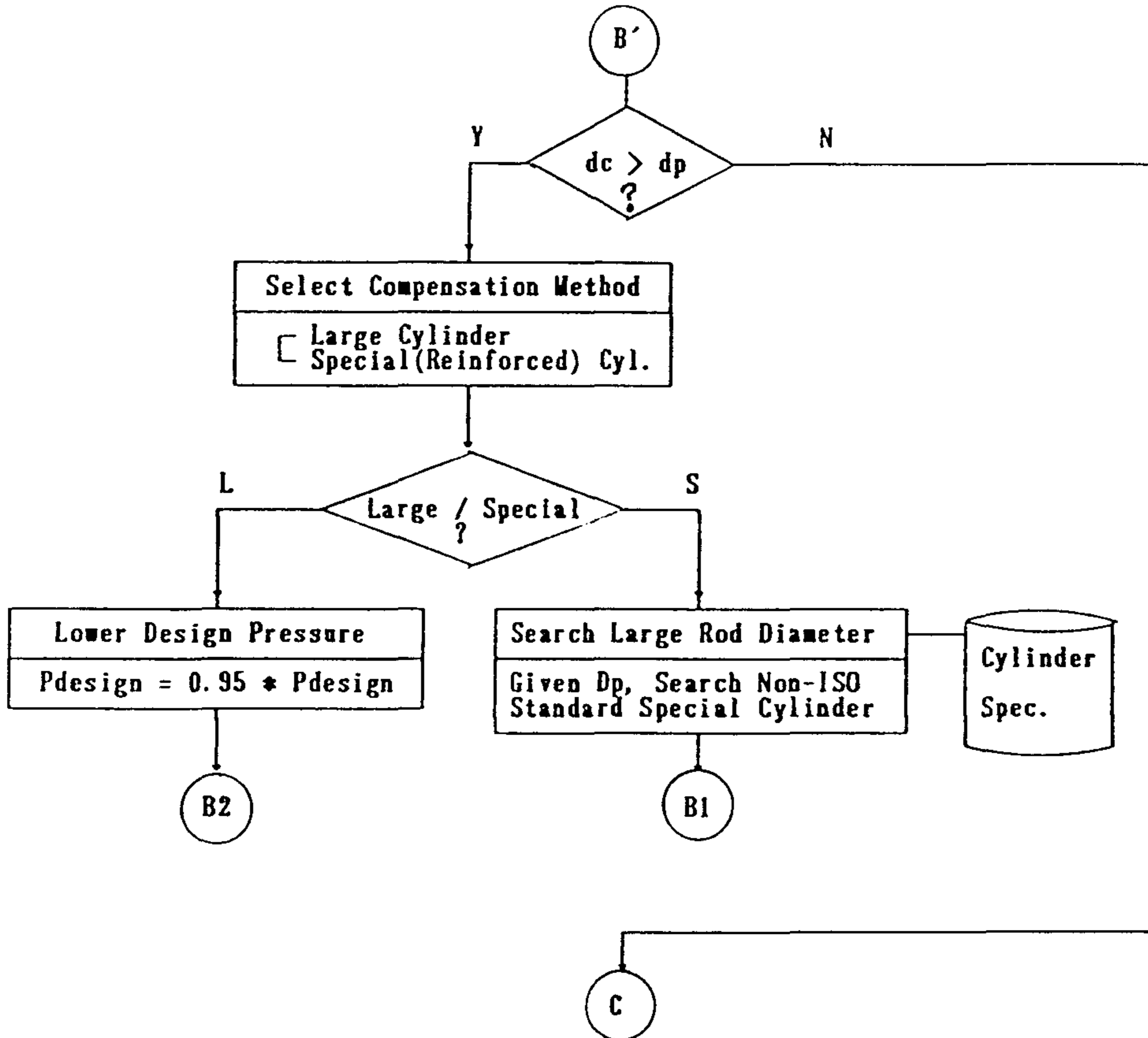


Fig. 8.2 Flow Chart for Testing Lateral & Axial Safety of Cylinder.

Fig. 8.3 Continued ...



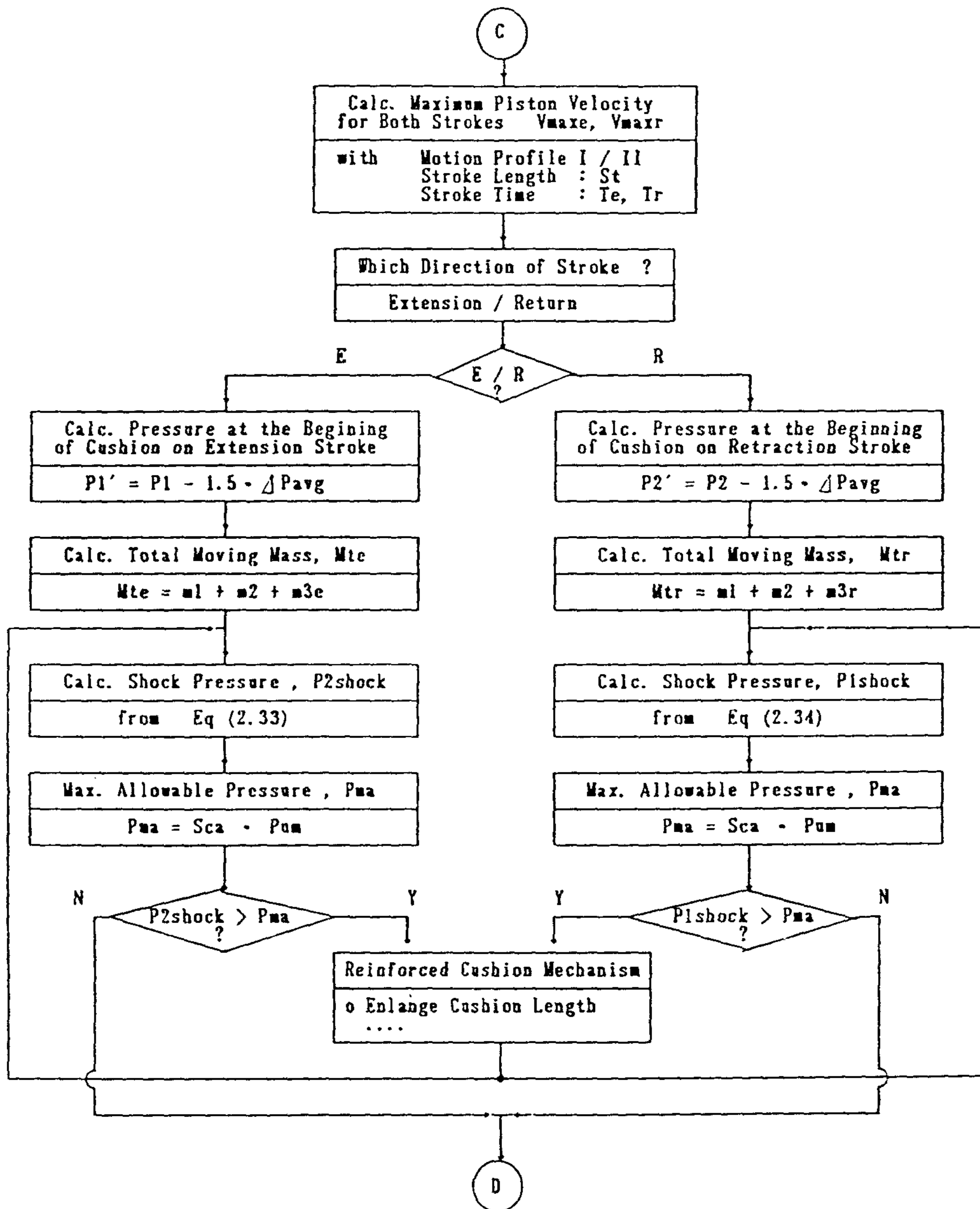


Fig. 8.3 Flow Chart for Testing Safety of Cushion Mechanism.

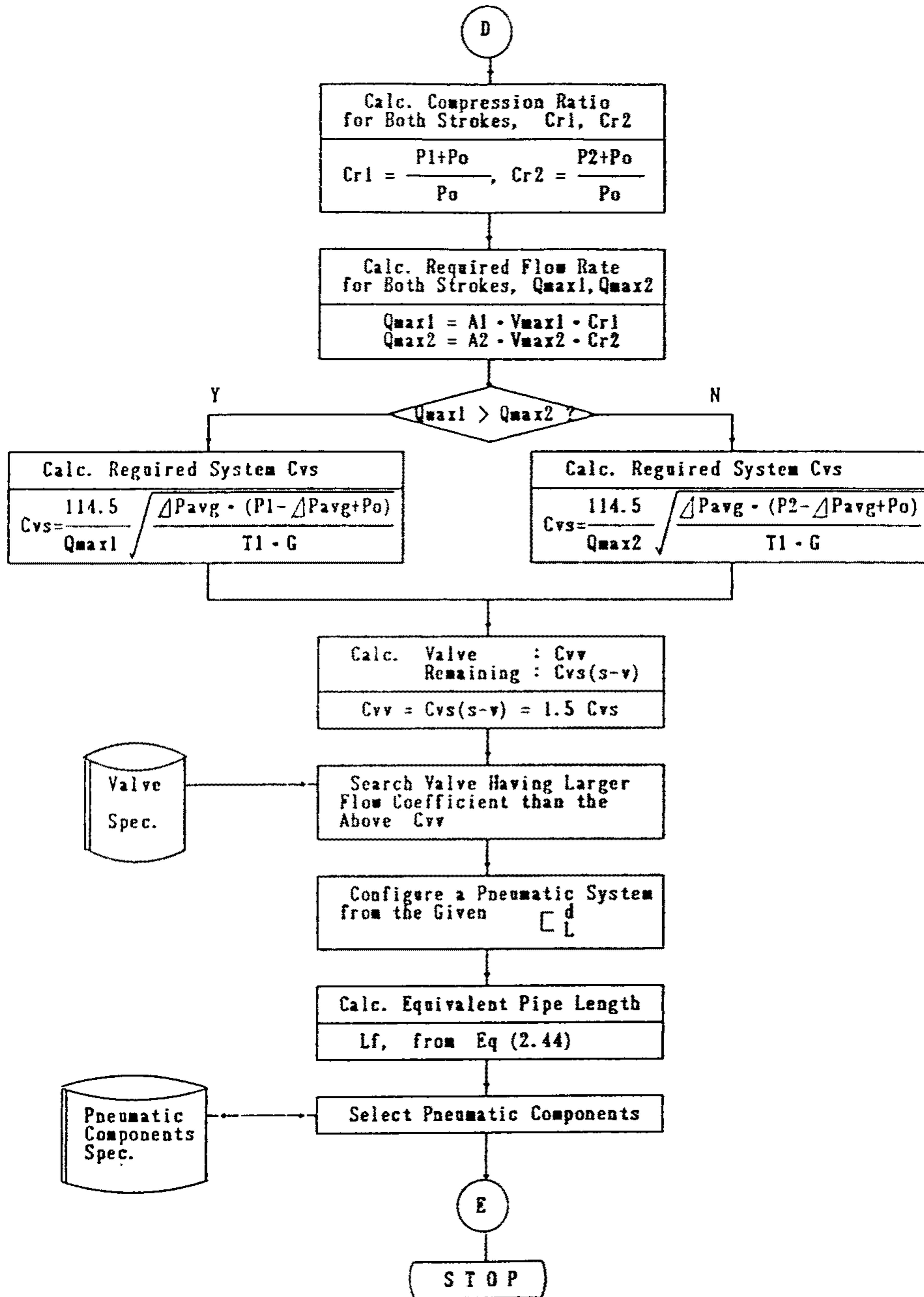


Fig. 8.4 Flow Chart for Selecting Directional Control Valve & Pneumatic Components.

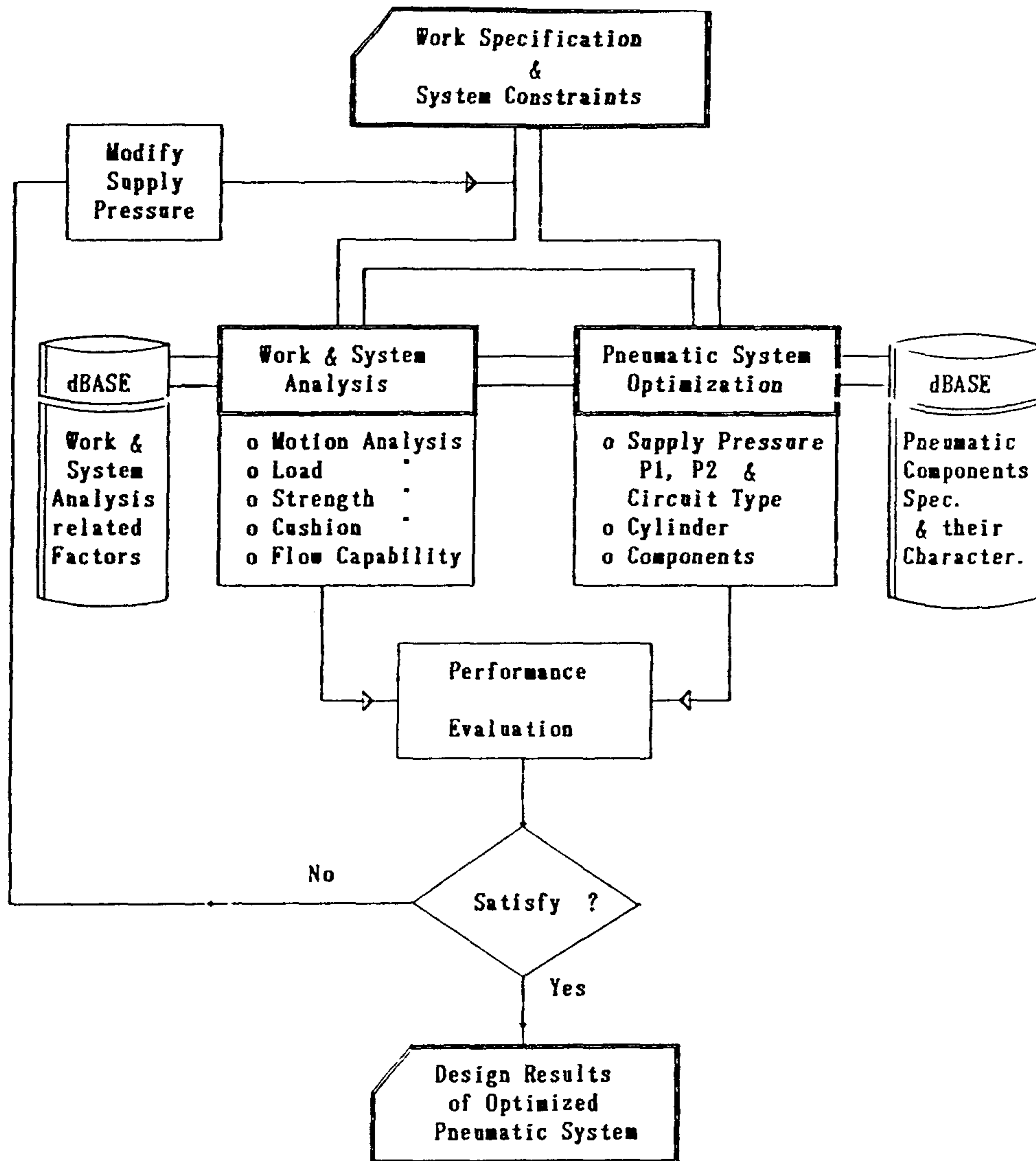


Fig. 8.5 Overall Design Procedure for the Pneumatic Systems.

8-2) 공기압 시스템 설계의 CAD 화

일반적으로 CAD 시스템은 설계의 생산성을 높이고 설계 수준을 향상시키며, 방대한 설계 자료를 바탕으로 표준화된 설계 환경을 제공하는 등의 이유로 채택 되어진다. 설계의 영역은 보통 다음과 같이 설정되는데 설계자와 컴퓨터간에 잘 설정된 역할 분담과 효율적인 S/W 구조에 의해 CAD의 가치를 극대화할 수 있다.

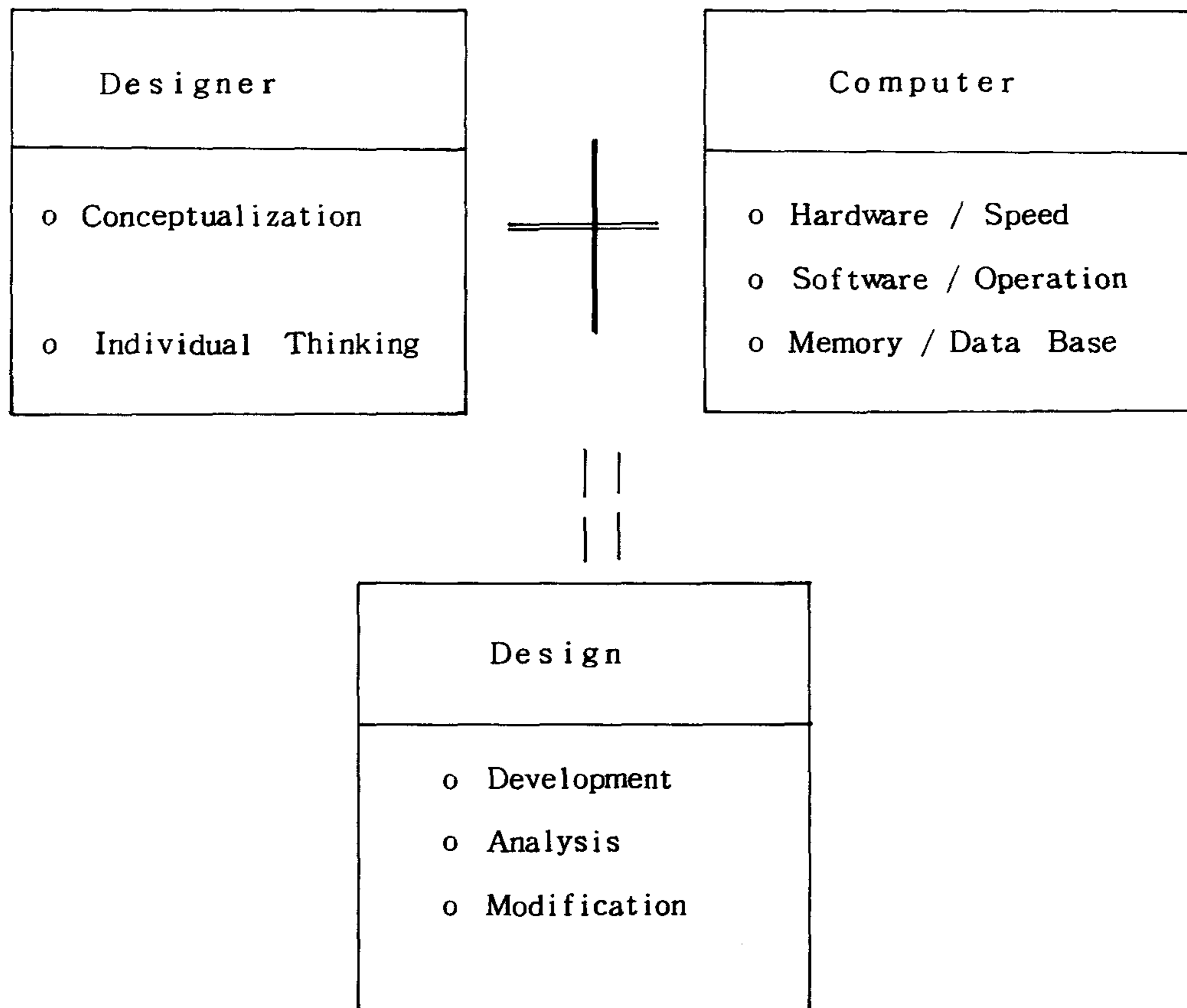


Fig 3.6 Design Environment of a CAD System

본 연구에서는 주어진 작업 조건에서 공기압 시스템의 공기압 공급선에서 실린더에 이르는 범위를 수용하는 CAD S/W의 개발의 과제화하여 경험적, 실험적으로 구해지는 관계자료의 정리와 유형화, 시스템 설계에 참고되는 공기압기기 및 각 해석작업에 필요한 설계자료의 베이스 구축, 사용자와 컴퓨터간의 효과적인 운용을 도모하는 S/W의 개발등의 과정이 진행되었다.

운용 S/W는 앞 8.3절에서 제안되어진 시스템 설계 알고리즘을 바탕으로 인터프리터형 베이직 (Interpreted BASIC)의 운영법과 같이 기능키 (Function Key)에 필요한 기능을 부여하여 구조적인 프로그램을 구성하였다.

Table 8.1 Function Key Allocation of Developed S/W.

KEY	Symbol	Function
F1	INFO	User Input of the work Specification & Constraints
F2	FILE	File Handling (Input/Output)
F3	CADR	Execution of this CAD S/W
F4	RSLT	Display of the Design Results
F5	SIML	Simulation for the Given Results
F6	EXPR	Execution of Experiments for the Real Pneumatic System, Constructed by the Results
F7	HELP	Help for User Request, Graphic & Text
F8	QUIT	Stop

개발된 S/W 의 운영을 위해 사용자가 제시해야 할 일력을 다음의 Table 8.2와 같다.

Table 8.2 Required User for the Developed S/W.

		ITEM	*	Refer to
LOAD Condition	1-1	Available Network Pressure		
	1-2	Mass to Overcome		
	1-3	//	E	
	1-4	Applied External Load	R	
	1-5	//	E	
	1-6	Mass Inclined Angle	R	
	1-7	Applied Load Angle		
	1-8	Material of Mass		
	1-9	Material of Contact Surface		
External Condition	2-1	External Load Type	E	
	2-2	//	R	
	2-3	Cylinder Mounting Method	/	
	2-4	Rod End Connection Method	E	
	2-5	//	R	
	2-6	Cushioning Method	E	
	2-7	//	R	
Motion Specification	3-1	Stroke Time	E	
	3-2	//	R	
	3-3	Required Stroks	/	
	3-4	Velocity Level	E	
	3-5	//	R	
	3-6	Velocity Profile	E	
	3-7	//	R	
Conductor Specification	4-1	Material of Conductor		
	4-2	Conductor Length / Leg		
	4-3	Number of Angle Fitting		
	4-4	Duct Elements		

* Direction of Stroke E : Extension
R : Retraction

데이터 베이스로 운영되는 것은 Table 8.3 과 같다.

Table 8.3 Required Data Base for the Pneumatic System CAD S/W.

	Required Data Base	Refer to
Pneumatic Components	<ul style="list-style-type: none"> ○ Industry Existing Cylinder <ul style="list-style-type: none"> └ Standard └ Special - Piston Diameter - Piston Rod Diameter - Cushion Length - Stop Tube Length - Port Size - Basic Weight : m1 , m2 - Maximum Available Pressure ○ Pneumatic Directional Control Valve <ul style="list-style-type: none"> - Port Size - Flow Capability - Type <ul style="list-style-type: none"> └ Position └ Way └ Number of Port - Electrical Specification <ul style="list-style-type: none"> └ Voltage └ Powder ○ Pneumatic Components <ul style="list-style-type: none"> └ Duct └ Fitting └ Elbow └ Bend └ Filter └ Regulator └ Lubricator └ Various Valve └ Manifold └ Fluid Logic Device └ Adaptor └ Other Constant Orifice Pneumatic Devices - Internal Diameter - Pressure Drop ~ Flow Rate Characteristics - Internal Friction Coefficient - Material - Flow Capability 	

	Required Data Base	Refer to
Analysis	<ul style="list-style-type: none"> ○ Friction Coefficient <ul style="list-style-type: none"> └ Static └ Dynamic └ Sliding └ Rolling 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Material → E : Young's Modulus of Elasticity (Piston Rod) ○ Design Factor : ϕ ○ Strength Factor : K ○ Friction Correction Factor : f_c 	

사용자에 의해 주어진 작업조건을 바탕으로 CAD S/W 수행으로부터 얻어지는 공기압 시스템의 설계 결과는 다음의 Table 8.4와 같다.

Table 8.4 Obtained Design Results of the Pneumatic System CAD S/W

	Design Result	
Circuit	<ul style="list-style-type: none"> ○ Type of Circuit <ul style="list-style-type: none"> └ DPSC └ SPSC <ul style="list-style-type: none"> └ with Meter-Out Control └ without " ○ Magnitude of Supply Pressure <ul style="list-style-type: none"> └ Head End └ Rod End 	P1 P2
Cylinder	<ul style="list-style-type: none"> ○ Piston Diameter ○ Piston Rod Diameter ○ Cushion Length ○ Stop Tube Length ○ Port Size 	Dp dp Sa, Sb St
Pneumatic Components	<ul style="list-style-type: none"> ○ Directional Control Valve <ul style="list-style-type: none"> └ Flow Capability └ Port Size └ Type of Valve ○ etc, Fixed Orifice Pneumatic Component <ul style="list-style-type: none"> └ Flow Capability └ Internal Diameter 	Cvv
Motion	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimated Maximum Velocity of Piston ○ Required Flow Rate 	V _{max} Q _{max}

여 백

-첨 부-

1. Energy Saving Type Pneumatic Expert System Computer Software

의 Program.

2. Pneumatic Cylinder Optimal Selection

여 백

```
DECLARE SUB ANYKEY (x!, y!)
DECLARE SUB textline ()
DECLARE SUB space ()
DECLARE SUB DCIR (x!, y!, R1!, R2!, C!)
  'EGA board option update 7/1/1987
  nsrn = 9
  GOSUB 500 'initial setting
  GOSUB 700 'thema printing
  SCREEN nsrn
5  WINDOW (-10, -10)-(500, 300)
  VIEW
  GOSUB 1000 'draw window I
  GOSUB 2000 'draw window II
  GOSUB 3000 'find friction coefficient
  GOSUB 4000 'Optimal routine
  GOSUB 5000 'select cylinder size
6  GOSUB 5500
  GOSUB 6000 'print output
  GOSUB 8000
  GOSUB 11000
  GOSUB 12000
  GOSUB 12500
  IF ind3 = 1 THEN GOTO 6
  GOSUB 13500
  INPUT "Do you want draw the cylinder ? [y/n] :"; n$
  IF n$ = "y" OR a$ = "Y" THEN GOSUB 7000
  INPUT ">Do you want to restart [y/n] : "; a$
  IF a$ <> "y" OR a$ <> "Y" THEN 5
  END
500  '----- initial setting
  nd = 87
  DIM cy(2400), fr(4, 4), pi(1, 4, 2), di(87, 104), er(87), amin(100), T(400), B(400)
  DIM KK(5, 3)
  ps = 8!'bar
  pp = 3.141592
  c1 = 2: c2 = 14
  c3 = 5: c4 = 2
  C5 = 4: C6 = 3
  C7 = 1
  doo = 1
  RETURN
END
700  '----- thema printing
  CLS 0
  SCREEN nsrn
  WINDOW (0, 0)-(1500, 1000)
  FOR J = 0 TO 12
  IF J > 6 THEN k = J - 6 ELSE k = J
  c1 = k: c2 = k + 1
  IF c1 = 0 OR c1 = 6 THEN c1 = 14
  IF c2 = 0 OR c2 = 6 THEN c2 = 14
  GOSUB 10000
```

```
FOR I = 10 TO 1400 STEP 80
PUT (I, 900 - 70 * J), cy
NEXT I: NEXT J: c1 = 2: c2 = 14
LOCATE 8, 18: PRINT "
LOCATE 9, 18: PRINT " PNEUMATIC CYLINDER OPTIMAL SELECTION
LOCATE 10, 18: PRINT "
LOCATE 19, 21: PRINT "
LOCATE 20, 21: PRINT " (C) Copy right Reserved..
BEEP
x = 21: y = 30: CALL ANYKEY(x, y)
RETURN
1000 '----- draw window I
CLS 0
GOSUB 10000
LOCATE 9, 7: PRINT "[1] Single          [2] Dual          [3] Single          [4] Can't
LOCATE 10, 7: PRINT " Supply          Supply          with Meterout      Identify
LOCATE 20, 7: PRINT "[1] Positive      [2] Negative     [3] Lateral         [4] Zero";
LOCATE 21, 7: PRINT " Load          Load          Load          Load"
LOCATE 2, 6: PRINT " TYPE OF SUPPLY PRESSURE "
LOCATE 13, 6: PRINT " DIRECTION OF LOAD "
FOR I = 38 TO 420 STEP 125: PUT (I, 215), cy: LINE (I + 87, 169)-(I + 87, 270), c3
NEXT I
FOR I = 20 TO 420 STEP 125: PUT (I, 80), cy: LINE (I + 105, 36)-(I + 105, 135), c3
NEXT I
'----- draw table
LINE (0, 0)-(500, 295), c3, B
LINE (0, 270)-(500, 270), c3
LINE (0, 205)-(500, 205), c3
LINE (0, 169)-(500, 169), c3
LINE (0, 36)-(500, 36), c3
LINE (0, 70)-(500, 70), c3
LINE (0, 158)-(500, 158), c3
LINE (0, 135)-(500, 135), c3
'----- draw detail
LINE (38, 215)-(78, 215), c4
CIRCLE (58, 215), 8, c4
CIRCLE (163, 215), 8, c4
CIRCLE (203, 215), 8, c4
LINE (288, 215)-(328, 215), c4
CIRCLE (308, 215), 8, c4
LINE (323, 220)-(333, 230), c4
LINE (323, 230)-(333, 220), c4
LINE (90, 110)-(115, 110), 6
LINE (97, 113)-(90, 110), 6: LINE -(97, 107), 6
LINE (215, 110)-(240, 110), 6
LINE (233, 113)-(240, 110), 6: LINE -(233, 107), 6
LINE (340, 100)-(340, 125), 6
LINE (337, 107)-(340, 100), 6: LINE -(343, 107), 6
10 LOCATE 2, 50: INPUT "Choose one <1..3> ": st
IF st > 4 OR st < 1 THEN 10
20 LOCATE 13, 50: INPUT "Choose one <1..": ld
IF ld > 4 OR ld < 1 THEN 10
```



```
RETURN
2000 '----- draw window II
CLS 0
LOCATE 9, 7
PRINT "[1] Rolling      [2] Sliding      [3] Mechanical      [4] Variable"
LOCATE 10, 7
PRINT "      Load              Load              Load              Load"
LOCATE 2, 6: PRINT " TYPE OF THE LOAD"
FOR I = 20 TO 480 STEP 125: PUT (I, 215), cy: LINE (I + 105, 169)-(I + 105, 270), c3
NEXT I
'----- draw table
LINE (0, 0)-(500, 295), c3, B
LINE (0, 270)-(500, 270), c3
LINE (0, 205)-(500, 205), c3
LINE (0, 169)-(500, 169), c3
'----- draw detail
LINE (81, 240)-(110, 250), C5, B
CIRCLE (85, 235), 5, C5
CIRCLE (105, 235), 5, C5
LINE (75, 231)-(115, 231), c2
LINE (206, 236)-(236, 256), C5, B
LINE (200, 235)-(241, 235), c2
CIRCLE (333, 245), 5, c2
CIRCLE (353, 260), 3, c2
LINE (338, 244)-(352, 257), c2
LINE (333, 249)-(350, 261), c2
CIRCLE (350, 245), 22, C6
CIRCLE (350, 245), 5, C6
LINE (450, 235)-(490, 235), c2
LINE (470, 236)-(485, 251), C5, B
30 LOCATE 2, 50: INPUT "Choose one <1..4>:" : lt
IF lt > 4 OR lt < 1 THEN 30
for i= 0 to 500 step 10:for j=0 to 300 step 10:pset(i,j),c2:next j:next i
IF lt = 3 OR lt = 4 THEN
LOCATE 2, 50: PRINT " Incompleted load type!!"
BEEP
END IF
'----- inclined model
LOCATE 13, 6: PRINT " INSTALLATION METHOD"
LINE (0, 158)-(500, 158), c3
LINE (0, 135)-(500, 135), c3
LINE (345, 0)-(345, 135), c3
LINE (320, 80)-(20, 20), c2: LINE -(320, 20), c2: LINE -(320, 80), c2
PAINT (100, 25), c2, c2
CIRCLE (20, 20), 70, C5, 0, .25
LINE (100, 40)-(95, 65), c1: LINE -(170, 80), c1
LINE -(175, 55), c1: LINE -(100, 40), c1
LINE (130, 45)-(125, 70), c1: LINE (127, 58)-(197, 73), c1
LINE (200, 60)-(195, 85), C5: LINE -(270, 100), C5: LINE -(275, 75), C5
LINE -(200, 60), C5: PAINT (205, 65), C5, C5
LINE (200, 50)-(275, 65), C7: LINE -(265, 60), C7
LINE (325, 100)-(275, 90), C6: LINE -(285, 95), C6
```

```
LINE (230, 135)-(235, 95), C6: LINE -(230, 105), C6
LOCATE 16, 40: PRINT "Fy"
LOCATE 18, 48: PRINT "Fx"
LOCATE 18, 38: PRINT " Mass "
LOCATE 21, 38: PRINT "Friction"
LOCATE 22, 10: PRINT "Theta"
LOCATE 15, 57: PRINT ">Inclination angle"
LOCATE 16, 57: INPUT " Theta <deg.>:"; th: th = th * pp / 180!
LOCATE 17, 57: PRINT ">Mass of the Load"
LOCATE 18, 57: INPUT " Mass < kg >:"; m
LOCATE 19, 57: PRINT ">External Axial force "
LOCATE 20, 57: INPUT " Fx < N >:"; fx
LOCATE 21, 57: PRINT ">External Lateral force"
LOCATE 22, 57: INPUT " Fy < N >:"; fy
100 CLS 0
RETURN
3000 '---- find friction coef.
CALL textline
IF lt = 1 THEN meu = .0001
IF lt = 2 THEN
11 INPUT ">Lubrication level: [1] Good [2] not Good :"; ll
IF ll = 1 THEN
CALL textline
CALL space
PRINT ">Contact state: [1] Metal to Metal"
PRINT "> [2] Metal to Plastic "
INPUT "Choose one :"; cc
IF cc = 1 THEN meu = .075 ELSE meu = .15
CALL textline
ELSEIF ll = 2 THEN
CALL textline
CALL space
PRINT ">Material of Load : [1] Steel "
PRINT " [2] Aluminum "
PRINT " [3] Cast iron "
PRINT " [4] Brass "
PRINT " [5] Other "
CALL textline
12 INPUT "Choose one :"; m1
IF m1 < 1 OR m1 > 5 THEN 12
IF m1 = 5 THEN
CALL textline
INPUT ">Type Friction coefficient between Guide and Mass:"; meu
CALL textline
GOTO 14
END IF
CALL textline
CALL space
PRINT ">Material of Guide : [1] Steel "
PRINT " [2] Aluminum "
PRINT " [3] Cast iron "
PRINT " [4] Brass "
```

```
CALL textline
13 INPUT "Choose one :": m2
CALL textline
  IF m2 < 1 OR m2 > 4 THEN 13
  OPEN "friction.dat" FOR INPUT AS #1
  FOR I = 1 TO 4: FOR J = 1 TO 4: INPUT #1, fr(I, J): NEXT J: NEXT I
  mu = fr(m1, m2): CLOSE
  ELSE
    GOTO 11
  END IF
END IF
CALL textline
14 RETURN
4000 '----- obtain phi
CLS 0
CALL textline
CALL space
PRINT ">Piston Speed level [1] Slow
PRINT " [2] Medium
PRINT " [3] Rapid"
CALL textline
PRINT " {Notice} In general | Slow | Medium | Rapid |"
PRINT " Stroke time {sec} | ~ 0.6 | 0.6 ~ 1.0 | 1.0~ |"
CALL textline
INPUT "Choose one :": s2: s2 = s2 - 1
CALL textline
  lr = mu * (fy + m * 9.81 * COS(th)) - m * 9.81 * SIN(th)
  lp = mu * (fy + m * 9.81 * COS(th)) + fx + m * 9.81 * SIN(th)
  IF st = 2 OR st = 4 THEN s1 = 1 ELSE s1 = 0
  IF ld = 1 THEN
    IF lt < 3 THEN s3 = 0 ELSE s3 = 1
  ELSE
    s3 = ld
  END IF
  OPEN "phi.dat" FOR INPUT AS #1
  FOR I = 0 TO 1
    FOR J = 0 TO 4
      FOR k = 0 TO 2
        INPUT #1, pi(I, J, k)
      NEXT k
    NEXT J
  NEXT I: CLOSE
  IF lp < 0 THEN
    phi1 = pi(s1, 2, s2)
  ELSE
    phi1 = pi(s1, s3, s2)
  END IF
  IF lr <= 0 THEN
    phi2 = pi(s1, 2, s2)
  ELSE
    phi2 = pi(s1, 0, s2)
  END IF
```

```
        IF phi1 = 999 OR phi2 = 999 THEN
        CALL textline
        PRINT " Impossible to compute !! ": STOP
        CALL textline
        END IF
        PRINT "> Design factor = ": phi1
        RETURN
5000 '----- choose piston size
        CALL textline
        INPUT "> Factory Network Pressure { bar } : ": ps
        CALL textline
        pa = .8 * ps
        INPUT "> Stoke Size      { mm } : ": ss
        CALL textline
        INPUT "> Will you specify STROKE TIME.(When time is important) [y/n] ": a$
        CALL textline
        IF a$ = "y" OR a$ = "Y" THEN
        CALL space
        INPUT "> Push Stroke time      {sec} : ": t1
        INPUT "> Retract Stroke time {sec} : ": t2
        ELSE
        t1 = .5 * (3 - s2)
        t2 = .5 * (3 - s2)
        END IF
        CALL textline
        tp = lp / phi1
        tr = lr / phi2
        IF a$ = "y" OR a$ = "Y" THEN
        tp = (2 * ss * m / (t1 * t1 * 1000) + lp) / phi1
        tr = (2 * ss * m / (t2 * t2 * 1000) + lp) / phi2
        END IF
        PRINT "> Friction coefficient : ": meu
        PRINT "> Pushing Load      : ": lp; " {N}"
        PRINT "> Retracting Load : ": lr; " {N}"
        CALL textline
        OPEN "spec.dat" FOR INPUT AS #1
        FOR I = 0 TO nd
        FOR J = 0 TO 4
        INPUT #1, di(I, J)
        NEXT J
        NEXT I: CLOSE
        GOSUB 5500
        RETURN
5500 '----- find d
        ind3 = 0
        co = pp / 4 * pa * .0981
        min = 1E+09
        IF st = 1 THEN mx = 100 ELSE mx = 2
111  FOR k = 100 TO mx STEP -1
        ra = k / 100
        amin(k) = 1E+10
112  FOR I = 0 TO nd
```

```

e1 = co * di(I, 0) ^ 2 - tp
e2 = co * ra * (di(I, 0) ^ 2 - di(I, 1) ^ 2) - tr
er(I) = e1 * e1 + e2 * e2
IF er(I) < amin(k) AND e1 > 0 AND e2 > 0 THEN
    amin(k) = er(I)
    ai = I
ELSEIF er(I) < .0001 THEN
    min = er(I)
    bi = I
    br = k / 100
    GOTO 777
END IF
NEXT I
IF amin(k) < min THEN
    min = amin(k)
    br = k / 100
    bi = ai
END IF
NEXT k
d1 = di(bi, 0): d2 = di(bi, 1)
CLOSE
777 RETURN
6000 '----- print output
d1 = di(bi, 0): d2 = di(bi, 1)
pb = br * pa
fp = co * d1 ^ 2
fr = co * br * (d1 * d1 - d2 * d2)
e1 = (fp - tp) / tp * 100
e2 = (fr - tr) / tr * 100
aap = (phil * fp - lp) / m: aar = (phi2 * fr - lr) / m
IF aap < 0 THEN t1 = 9.999 ELSE t1 = SQR(2 / aap * ss / 1000)
IF aar < 0 THEN t2 = 9.999 ELSE t2 = SQR(2 / aar * ss / 1000)
15 CLS 0: BEEP
CALL textline
PRINT ">> Selected Piston dimensions <<"
CALL space
PRINT " Piston Diameter : "; d1: " (mm)"
PRINT " Rod Diameter : "; d2: " (mm)"
PRINT " Stroke : "; ss: " (mm)"
PRINT " Stop tube length: "; lst: " (mm)"
IF di(bi, 2) = 3 THEN
PRINT " < ISO , CETOP , CNOMO Standard >"
ELSEIF di(bi, 2) = 2 THEN
PRINT " < CETOP , CNOMO Standard >"
ELSEIF di(bi, 2) = 1 THEN
PRINT " < ISO Standard >"
ELSE
PRINT " < No Standard >"
END IF
CALL textline
IF st = 1 THEN
PRINT "> Single supply pressure circuit "
```



```
ELSEIF st = 4 THEN
PRINT "> Dual supply pressure circuit is recomanded "
ELSE
PRINT "> Dual supply pressre circuit"
END IF
PRINT "> Pressure of each chamber"
PRINT " Pressure in left chamber (Pa) : "; pa: " {bar}"
PRINT " Pressure in right chamber (Pb) : "; pb: " {bar}"
CALL textline
PRINT "> Minimum Thrust to be required (PUSH) : "; tp: " (N)"
PRINT "> Maximum Thrust can be obtained : "; fp: " (N)"
PRINT " Thrust error : "; : PRINT USING "###.#"; e1: : PRINT "{%}"
PRINT " Stroke time : "; : PRINT USING "#.###"; t1: : PRINT " {sec}"
PRINT "> Minimum Thrust to be required (RETRACT): "; tr: " (N)"
PRINT "> Maximum Thrust can be obtained : "; fr: " (N)"
PRINT " Thrust error : "; : PRINT USING "###.#"; e2: : PRINT "{%}"
PRINT " Stroke time : "; : PRINT USING "#.###"; t2: : PRINT " {sec}"
CALL textline
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)
RETURN
```

```
7000 / ----- draw cylinder
SCREEN nscrn
CLS 0: sc = 2
LOCATE 2, 13: PRINT "[ SELECRTED PNEUMATIC CYLINDER ] UNIT : 10 mm X 10"
WINDOW (-10, -10)-(500, 300)
bb = .25 * d1 + d2 * .25
l1 = ss + bb: l3 = l1 + l2 / 2: d3 = d1 * 1.1
LOCATE 18, 50: PRINT ">Dimensions of cylinder : "
LOCATE 19, 50: PRINT ">Piston Diameter: "; d1: " mm"
LOCATE 20, 50: PRINT ">Piston Land : "; bb: " mm"
LOCATE 21, 50: PRINT ">Rod Diameter : "; d2: " mm"
LOCATE 22, 50: PRINT ">Rod Length : "; l2: " mm"
LOCATE 23, 50: PRINT ">Stop Tube : "; l3: " mm"
LINE (0, 0)-(500, 295), c1, B
LINE (0, 270)-(500, 270), c1
LINE (300, 0)-(500, 90), c1, B

WINDOW (0, 0)-(500, 300)
VIEW
sc1 = 200 / l2: sc2 = 75 / d3
IF sc1 < sc2 THEN sc = sc1 ELSE sc = sc2
wx = 500 / sc: wy = 300 / sc
WINDOW (0, 0)-(wx, wy)

ox = (wx - l3 - 20) / 2: oy = (wy - b1 - 20) / 2
CIRCLE (wx - ox / 2, oy + d3 / 2), d3 / 2 * 1.4, c4
CIRCLE (wx - ox / 2, oy + d3 / 2), d2 / 2 * 1.4, c2
LINE (ox, oy)-(ox + l1, oy + d3), c4, B
px = ox + (l1 - bb) / 2: py = oy + (d3 - d1) / 2
LINE (px, py)-(px + bb, py + d1), c2, B
PAINT (px + 1, py + 1), c2, c2
```

```
PAINT (wx - ox / 2, oy + d3 / 2), c2, c2
rx = px + bb: ry = py + (d1 - d2) / 2
LINE (rx, ry)-(rx + 12, ry + d2), c2, B
FOR I = 0 TO 100 STEP 10
LINE (px - 50 + I, ox / 2)-(px - 50 + I + 10, ox / 2 + 3), C5, B
NEXT I
FOR I = 2 TO 102 STEP 20
PAINT (px - 50 + I, ox / 2 + 1), C6, C5
NEXT I
x = 22: y = 2: CALL ANYKEY(x, y)
RETURN
8000 '----- Mounting method slection
s = -1
29 IF s THEN GOSUB 9000 ELSE GOSUB 9500
DEF SEG = 0: POKE 1050, PEEK(1052)
31 FOR del = 0 TO 3000: NEXT del: PAINT (480, 282), 0, c2
LOCATE 2, 40: PRINT "Press one key ! {C}hoose {M}ore"
a$ = INKEY$
PAINT (480, 282), c1, c2
IF a$ = "" THEN 31
IF a$ = "C" OR a$ = "c" THEN
LOCATE 2, 40: INPUT " Choose one <1..6> :": mg
IF mg > 6 OR mg < 1 THEN 31
ELSEIF a$ = "M" OR a$ = "m" THEN
s = NOT s
GOTO 29
ELSE
GOTO 31
END IF
CLOSE
RETURN
9000 '----- window iii
CLS 0
GOSUB 20000
LOCATE 9, 5: PRINT "[1] Front [2] Rear "
LOCATE 10, 5: PRINT " Flange Flange "
LOCATE 20, 5: PRINT "[3] Side rug [3] Bottom rug "
LOCATE 21, 5: PRINT " Type Type "
LOCATE 2, 6: PRINT " FRONT AND REAR FLANGE MOUNTING"
LOCATE 13, 6: PRINT " CENTERLINE MOUNTING"
FOR I = 0 TO 100 STEP 100: PUT (I + 20, 215), cy: LINE (I + 100, 169)-(I + 100, 270), c3
NEXT I
FOR I = 0 TO 100 STEP 100: PUT (I + 20, 80), cy: LINE (I + 100, 36)-(I + 100, 135), c3
NEXT I
'----- draw table
LINE (0, 0)-(500, 295), c3, B
LINE (0, 270)-(500, 270), c3
line (200, 270)-(200, 295), c3
CIRCLE (480, 282), 10, c2
LINE (0, 205)-(200, 205), c3
LINE (0, 169)-(500, 169), c3
```

```
LINE (0, 36)-(500, 36), c3
LINE (0, 70)-(200, 70), c3
LINE (0, 158)-(500, 158), c3
LINE (0, 135)-(500, 135), c3
----- draw detail
LINE (34, 219)-(40, 251), C5, BF
LINE (180, 219)-(186, 251), C5, BF
LINE (40, 98)-(50, 102), C5, BF
LINE (70, 98)-(80, 102), C5, BF
LINE (136, 86)-(150, 90), C5, BF
LINE (170, 86)-(184, 90), C5, BF
----- text
OPEN "mount.txt" FOR INPUT AS #1
FOR J = 0 TO 1
FOR I = 4 TO 9
  l$ = ""
  WHILE NOT EOF(1)
    s$ = INPUT$(1, #1): C = ASC(s$)
    IF (C = 10) THEN 32
    l$ = l$ + s$
  WEND
32  LOCATE I + 11 * J, 35: PRINT l$
    NEXT I
    NEXT J
33  RETURN
9500 -----draw window IV
      CLS 0
LOCATE 9, 5: PRINT "[4] Midway      [5] Head end      [6] Cap end      [6] Cap end"
LOCATE 10, 5: PRINT "      trunnion      trunnion      trunnion      clevis"
LOCATE 2, 6: PRINT " PIVOT MOUNTING"
FOR I = 0 TO 400 STEP 125: PUT (I + 30, 215), cy: LINE (I + 125, 169)-(I + 125, 270), c3
NEXT I
----- draw table
LINE (0, 0)-(500, 295), c3, B
LINE (0, 270)-(500, 270), c3
LINE (0, 205)-(500, 205), c3
LINE (0, 169)-(500, 169), c3
LINE (0, 36)-(500, 36), c3
LINE (0, 158)-(500, 158), c3
CIRCLE (480, 282), 10, c2
----- draw detail
x = 70: y = 235: R1 = 2: R2 = 4: C = C5
CALL DCIR(x, y, R1, R2, C)
x = 178: y = 235
CALL DCIR(x, y, R1, R2, C)
x = 337: y = 235
CALL DCIR(x, y, R1, R2, C)
x = 469: y = 235
CALL DCIR(x, y, R1, R2, C)
LINE (465, 245)-(475, 239), c2
LINE -(475, 231), c2: LINE -(465, 225), c2
----- text
```

```
FOR I = 15 TO 21
  I$ = ""
  WHILE NOT EOF(1)
    S$ = INPUT$(1, #1): C = ASC(S$)
    IF (C = 10) THEN 42
    I$ = I$ + S$
  WEND
42  LOCATE I, 20: PRINT I$
    NEXT I
    CLOSE
    RETURN
10000 '---cylinder I
    LINE (0, 0)-(0, 40), c1
    LINE -(40, 40), c1
    LINE -(40, 34), c1
    LINE -(44, 34), c1
    LINE (0, 20)-(40, 20), c1
    LINE (40, 0)-(40, 26), c1
    LINE -(44, 26), c1
    LINE (20, 22)-(24, 38), c2, B
    LINE (24, 28)-(60, 32), c2, B
    GET (0, 0)-(60, 40), cy
    PUT (0, 0), cy, XOR
    RETURN
11000 '----- Rod end connection method.
    CLS 0
    GOSUB 30000
    LOCATE 9, 5: PRINT "[1] Guided and      [2] Guided and      [3] Simply      [4] No guide"
    LOCATE 10, 5: PRINT "rigid connection    pivoted          supported      no connection"
    LOCATE 2, 6: PRINT "ROD END CONNECTION METODE"
    FOR I = 0 TO 390 STEP 125: PUT (I + 30, 215), cy: LINE (I + 125, 169)-(I + 125, 270), c3
    NEXT I
    '----- draw table
    LINE (0, 0)-(500, 295), c3, B
    LINE (0, 270)-(500, 270), c3
    LINE (0, 205)-(500, 205), c3
    LINE (0, 169)-(500, 169), c3
    LINE (0, 36)-(500, 36), c3
    LINE (0, 158)-(500, 158), c3
    '----- draw detail
    PUT (50, 215), B
    PUT (50, 245), T
    PUT (175, 215), B
    PUT (175, 245), T
    X = 177: Y = 235: R1 = 2: R2 = 4: C = C6
    CALL DCIR(X, Y, R1, R2, C)
    PUT (300, 215), B
    LINE (50, 231)-(56, 239), c1, BF
    LINE (300, 231)-(306, 239), c1, BF
51  LOCATE 2, 40: INPUT " Choose one      <1..3> :": CM
    IF CM > 4 OR CM < 1 THEN 51
    RETURN
```



```
12000 '----- FIND K FACTOR
      CLS 0
      mg = mg - 1: CM = CM - 1
      OPEN "K.DAT" FOR INPUT AS #1
      FOR I = 0 TO 5
      FOR J = 0 TO 3
      INPUT #1, KK(I, J)
      NEXT J: NEXT I: CLOSE
      kkk = KK(mg, CM)
      CALL textline
      PRINT ">> BUCKLING TEST"
      CALL space
      PRINT "> K factor : "; kkk
      l2 = ss + .3 * d2
      l22 = l2
      l1f = l2 * kkk * doo

      '-----
      ind1 = 0
      IF l1f > 1016 AND lp >= 0 AND th <> 90 AND th <> -90 THEN
      ind1 = 1
      CALL textline
      PRINT "> Piston rod should be reinforced by one of the following method
      CALL space
      PRINT "          (1) Use Singl stop tube"
      PRINT "          (2) Use Extenal guide"
      CALL space
91    INPUT "> type <1..2> "; aa: IF aa > 2 OR aa < 0 THEN 91
      CALL textline
      IF aa = 1 THEN
      l1st = (INT(l2 / 254) - 3) * 25.4
      l22 = l2 + l1st
      lfa = l1f / 2
      ELSE
      CALL textline
      GOSUB 14300
      CALL textline
      lfa = l1f
      END IF
      ELSE
      lfa = l1f
      END IF
      phiC = 4 * lfa / d2
      IF phiC > 50 THEN safe = 5 ELSE safe = 3.5
      db = .0304 * (pa * d1 * d1 * l1f * l1f * safe) ^ .25
      RETURN
12500 '----- decision
      CALL textline
      IF (db <= d2) THEN
      PRINT "> Candidate piston rod is strong enough !!"
      ind2 = 1
      CALL textline
```



```
x = 20: y = 2: CALL ANYKEY(x, y)
l2 = 122
ELSE
PRINT "> "
PRINT "> Candidate piston rod is't admissible !!"
PRINT "> Piston rod must be reinforced upto ": db: "mm !!"
CALL textline
ind2 = 0
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)
GOSUB 13000
END IF
RETURN
13000 '----- Reinforce
CLS 0
CALL textline
IF ind1 = 1 THEN PRINT "> Singl stop tube dosen't solve the problem !"
CALL space
PRINT "> Choose one of the following method "
PRINT ""
PRINT " [1] Select bigger diameter of rod."
PRINT " [2] Select specially reinforced cylinder."
PRINT " [3] Use external guide"
PRINT " [4] Use economizer (reduce supply pressure)"
IF ind1 = 0 THEN
PRINT " [5] Use stop tube."
ELSE
PRINT " [5] Use double stop tube."
doo = .5
END IF
CALL textline
71 INPUT ch: IF ch > 5 OR ch < 0 THEN 71
IF ch = 1 THEN
FOR bi = 0 TO nd
IF (di(bi, 0) >= d1 AND di(bi, 1) >= db) THEN 77
NEXT bi
77 GOSUB 6000
ELSEIF ch = 4 THEN
pa = (db / .034) ^ 4 / (11f * 11f * d1 * d1 * safe)
pb = pa * br
78 ind3 = 1: RETURN
ELSEIF ch = 5 THEN
GOSUB 12000
ELSE
GOSUB 14300
END IF
RETURN
13500 ' Cushioning method
141 CLS 0
ct = 0
CALL textline
PRINT ">> Shock compensation method "
CALL space
```

```
PRINT " .... Internal cushioning method ....."
CALL space
PRINT "      [1] Use standard cylinder with air cushioning "
PRINT "      [2] Use specialized high cushion cylinder "
PRINT "      [3] Use heavy duty cylinder with extended"
PRINT "           cushion length "
PRINT "      [4] Use 2nd stage cushioning cylinder "
CALL space
PRINT " .... External cushioning method ....."
CALL space
PRINT "      [5] Use speed controller "
PRINT "      [6] Use Hydraulic shock absorber "
PRINT "      [7] Use Deceleration circuit "
CALL space
CALL textline
142 INPUT " choose one [1..7]"; ccc
    IF ccc < 1 OR ccc > 7 THEN 142
    ON ccc GOSUB 14000, 14100, 14100, 14100, 14100, 14100, 14200
    IF ct = 0 THEN 141
    RETURN
    END
14000 '--- cushion capacity test
    CLS 0
    CALL textline
    PRINT ">> CUSHION CAPACITY TEST "
    CALL textline
    PRINT "> Which type of cylinder will you choose ?"
    CALL space
    PRINT "      [1] Standard cylinder "
    PRINT "      [2] Heavy duty cylinder "
    CALL textline
113 INPUT " Choose one [1/2] "; nh
    CALL textline
    IF nh < 1 OR nh > 2 THEN 113
    nh = nh + 2
    cdt = di(b1, nh)
    m3 = m
    m1 = .0006 * (d1 * d1 + .5 * d1 - 7.61)
    m2 = .000156 * d2 * d2
    mt = m1 + m2 * ss + m3
    IF s2 = 1 THEN
        dpm = .14
    ELSEIF s2 = 2 THEN
        dpm = .34
    ELSE
        dpm = .69
    END IF
    ' print "mt":mt:"dpm":dpm:" cdt" :cdt
    '---push
    plp = pa - 1.5 * dpm
    plr = pb - 1.5 * dpm
    IF plr < 0 THEN plr = .1
```

```
IF t1 <= .2 THEN t1 = .3
IF t2 <= .2 THEN t2 = .3
a1 = pp * d1 * d1 / 400: a2 = a1 - pp * d2 * d2 / 400' [cm2]
vmp = (ss + 2 * cdt) / (t1 - .2) / 1000' [ m/sec ]
vmr = (ss + 2 * cdt) / (t2 - .2) / 1000
'----- find forces

ap = vmp * vmp * 1000 / cdt / 9.81
ar = vmr * vmr * 1000 / cdt / 9.81' [ kgf  ]
dfp = ap * mt '[ kgf  ]
dfr = ar * mt '[ kgf  ]
sp = -(SIN(th) + mew * COS(th))
sr = (SIN(th) - mew * COS(th))
sfp = m3 * sp: sfr = m3 * sr
PRINT "vmp "; vmp: " vmr "; vmr
p2p = (a1 * plp + dfp + sfp) / a2
p2r = (a2 * plr + dfr + sfr) / a1
mr = m1 + m2' [ kg mass]
IF st = 3 THEN
  p2i = 2.5
ELSE
  p2i = 1! [ bar ]
END IF
m3p = (a1 * plp - a2 * p2i - ap * mr) / (sp + ap)
m3r = (a2 * plr - a1 * p2i - ar * mr) / (sr + ar)
IF nh = 3 THEN pu = 17 ELSE pu = 20
pma = 2 * pu
PRINT " p2p"; p2p: " p2r"; p2r: " Pu"; pu
PRINT " maximum external mas "; m3p
call textline
IF p2p < pma THEN
a$ = "enough !!"
PRINT "> Cushion capacity is "; a$
ct = 1
ELSE
a$ = "not enough !!"
PRINT "> Cushion capacity is "; a$
PRINT "> Cushion capacity must be compensated !!"
END IF
CALL textline
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)
RETURN
END
14100 'another method
CALL textline
PRINT " Confer reference manual !!"
CALL textline
ct = 1
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)
RETURN
END
14200 '-----Deceleration circuit
```

```
CLS 0
CALL textline
PRINT ">> Deceleration circuit"
PRINT "  1) Mechanical cam type "
PRINT "  2) Hydro-pneumatic type "
PRINT "  3) Tandem cylinder type "
PRINT "  4) Multiple restriction type "
GOSUB 14300
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)
ct = 1
RETURN
14300 '
CLS 0
CALL textline
CALL space
PRINT " Consult with manufacturer."
CALL space
CALL textline
x = 22: y = 52: CALL ANYKEY(x, y)

RETURN
END
20000 '---cylinder II
LINE (0, 18)-(20, 22), c1, B
LINE (20, 10)-(26, 30), c2, B
LINE (26, 12)-(54, 28), c2, B
LINE (54, 10)-(60, 30), c2, B
GET (0, 0)-(60, 40), cy
PUT (0, 0), cy, XOR
RETURN
30000 '---cylinder III
LINE (0, 18)-(26, 22), c1, B
LINE (26, 10)-(54, 30), c2, BF
LINE (70, 0)-(120, 0), C7
FOR I = 70 TO 110 STEP 5
LINE (I, 0)-(I + 5, 10), C7
NEXT I
LINE (70, 30)-(110, 30), C7
FOR I = 70 TO 110 STEP 5
LINE (I, 20)-(I + 5, 30), C7
NEXT I
GET (70, 0)-(110, 10), T
PUT (70, 0), T, XOR
GET (70, 20)-(110, 30), B
PUT (70, 20), B, XOR
GET (0, 0)-(60, 40), cy
PUT (0, 0), cy, XOR
RETURN

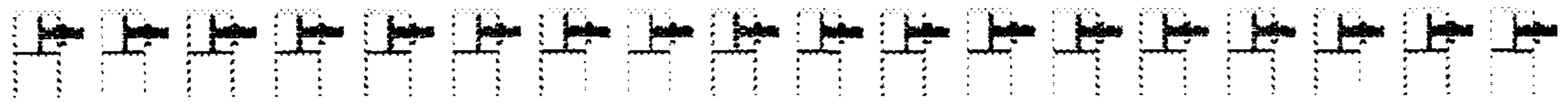
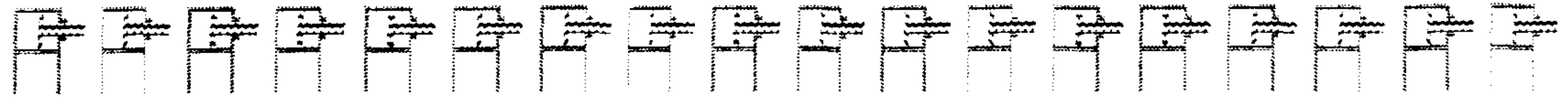
SUB ANYKEY (x, y) STATIC
DEF SEG = 0: POKE 1050, PEEK(1052)
LOCATE x, y: PRINT "Press any key !"
```

```
81     IF INKEY$ = "" THEN 81
      END SUB
```

```
      SUB DCIR (x, y, R1, R2, C) STATIC
          CIRCLE (x, y), R1, C
          CIRCLE (x, y), R2, C
      END SUB
```

```
      SUB space STATIC
          PRINT ""
      END SUB
```







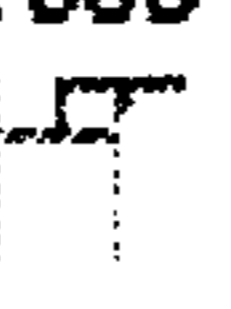

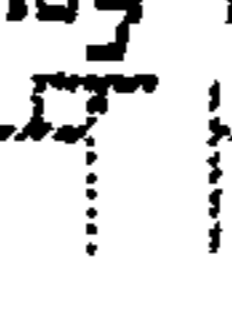
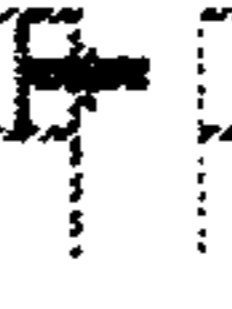




```
      SUB textline STATIC
          print "=====."
          PRINT "-----."
      END SUB
```

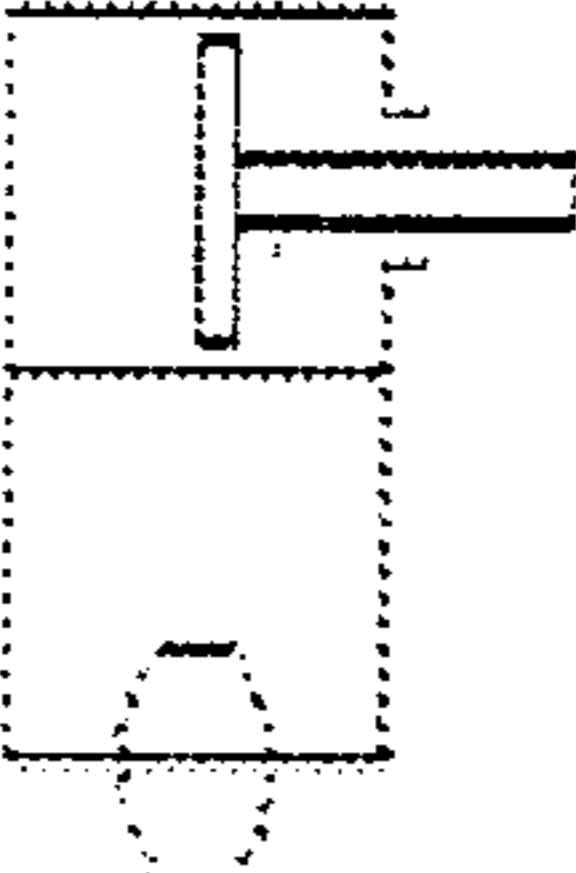
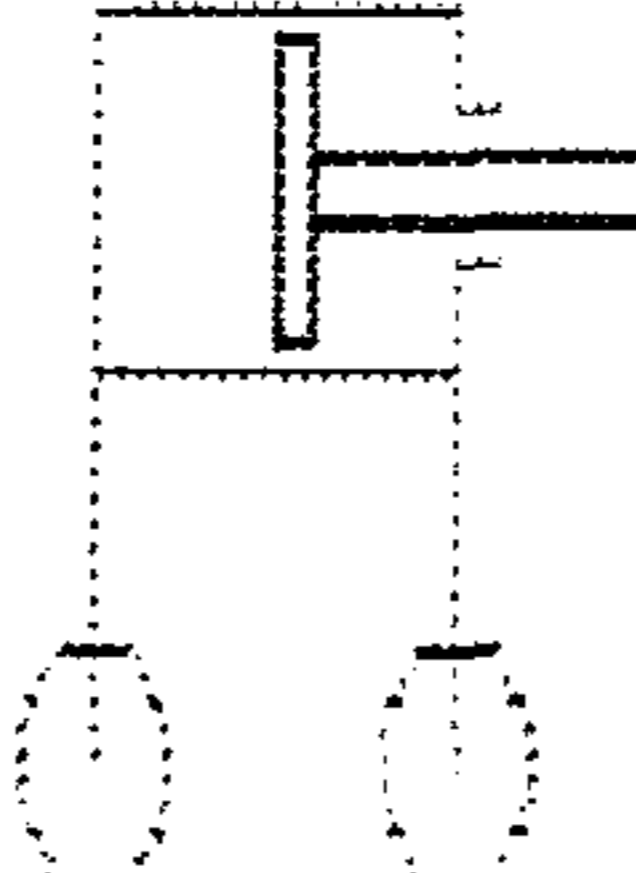
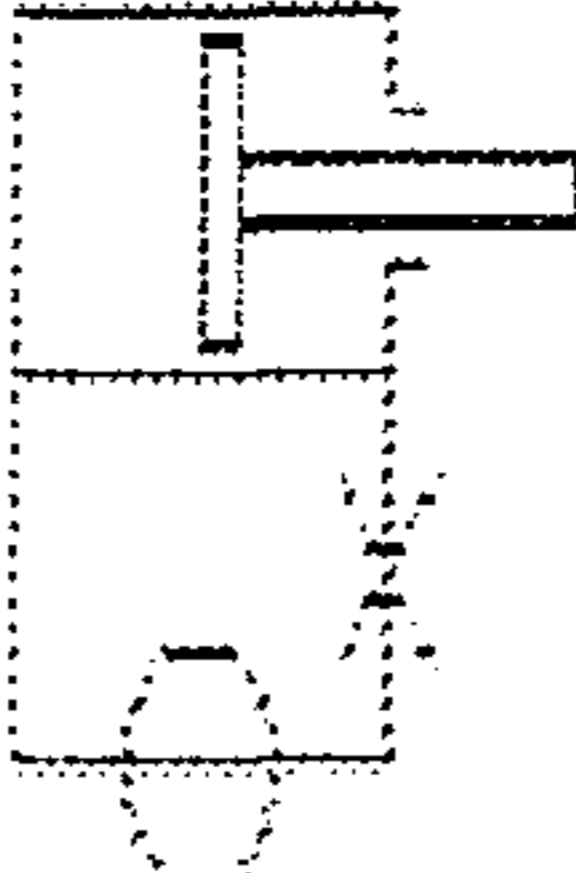
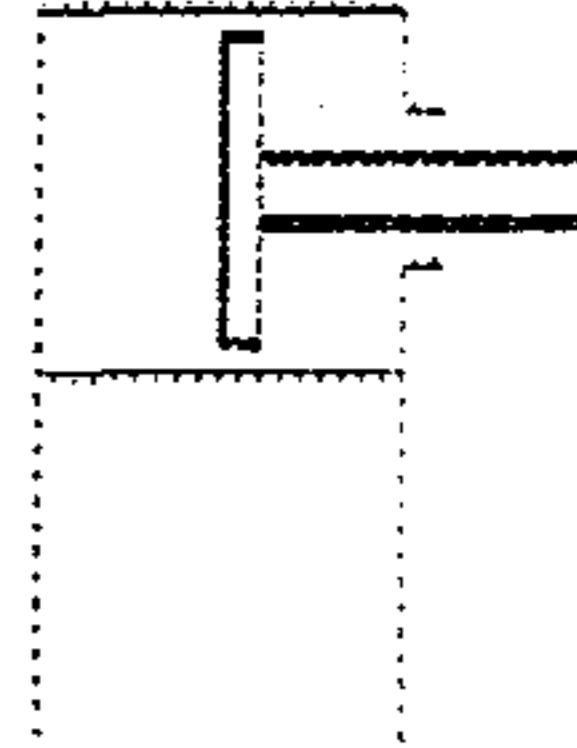
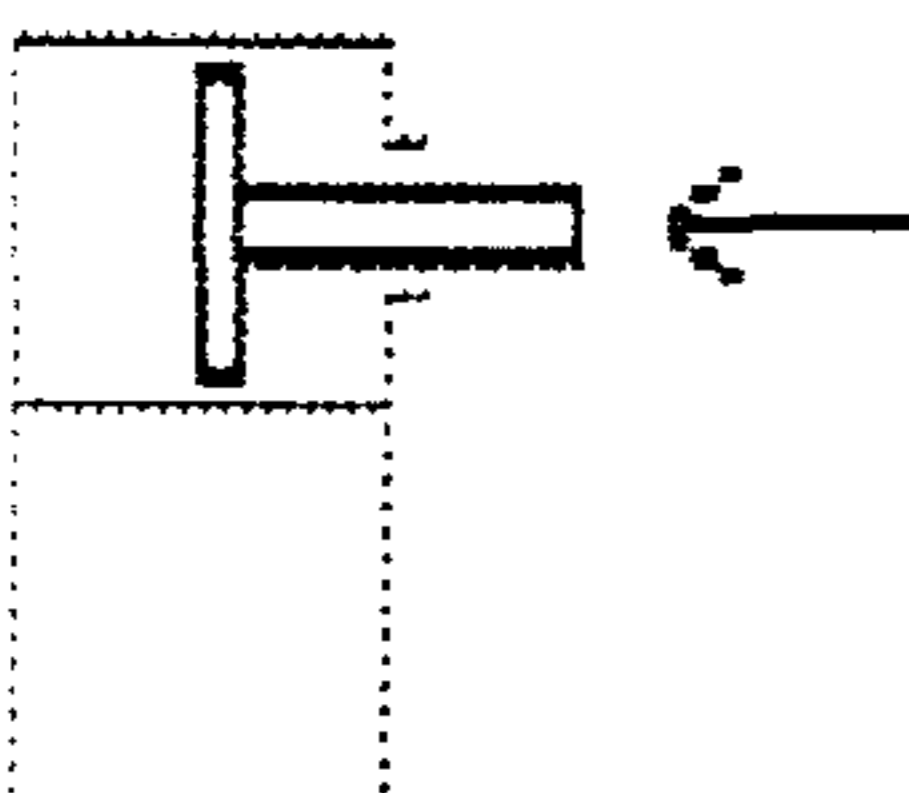
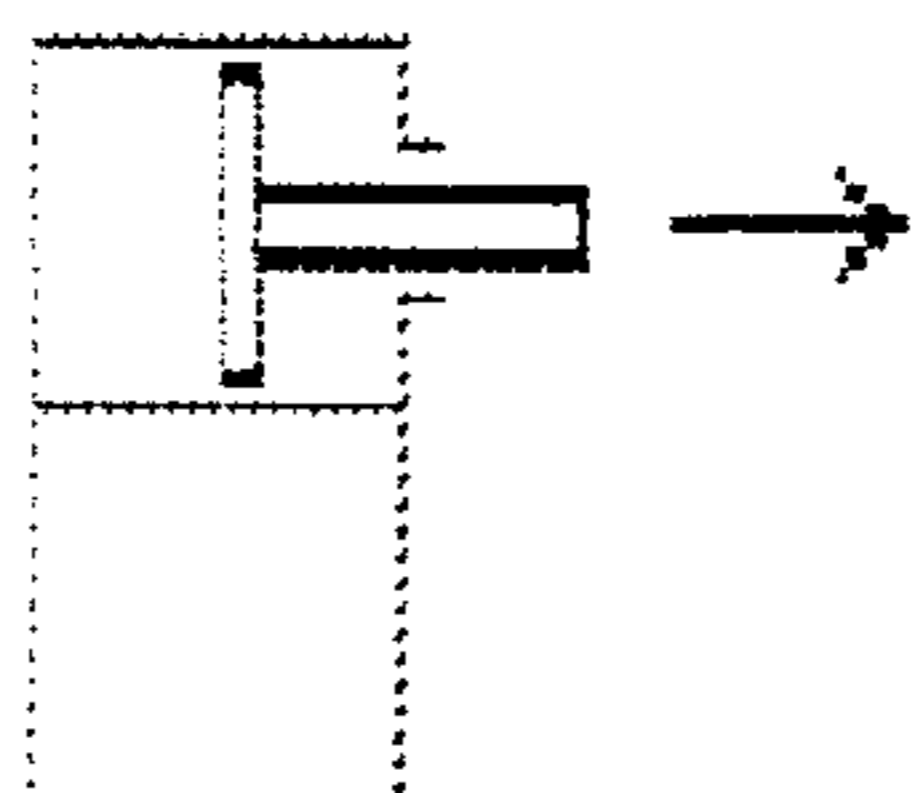
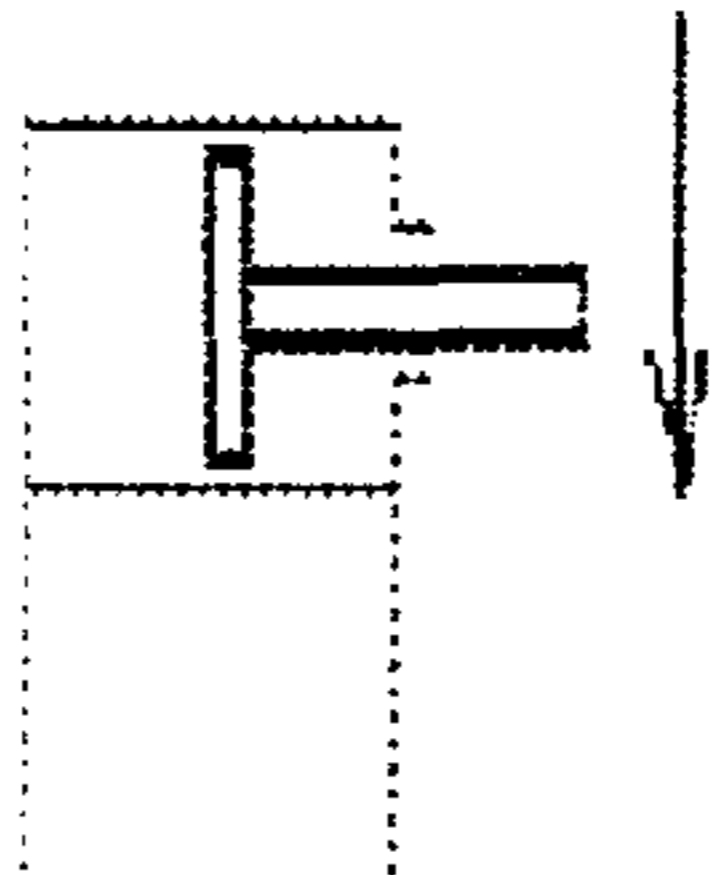
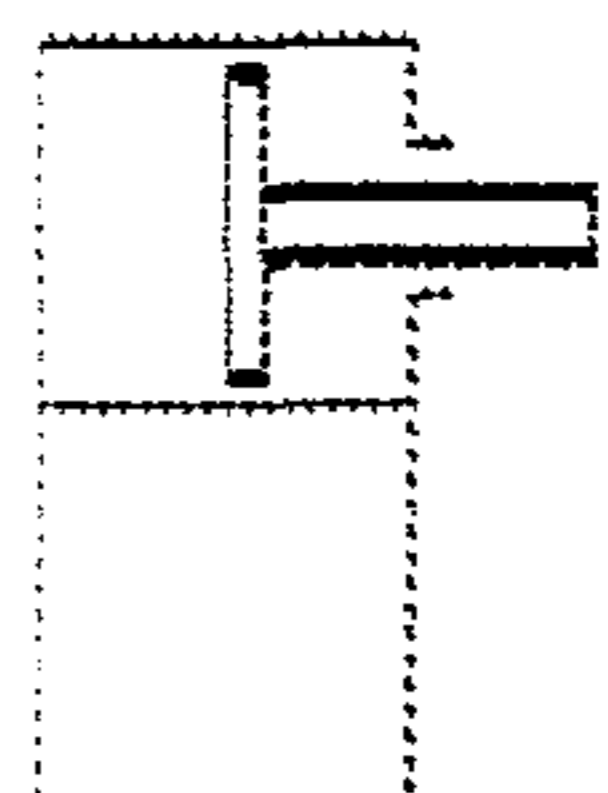
    **PNEUMATIC CYLINDER OPTINAL SELECTION**     

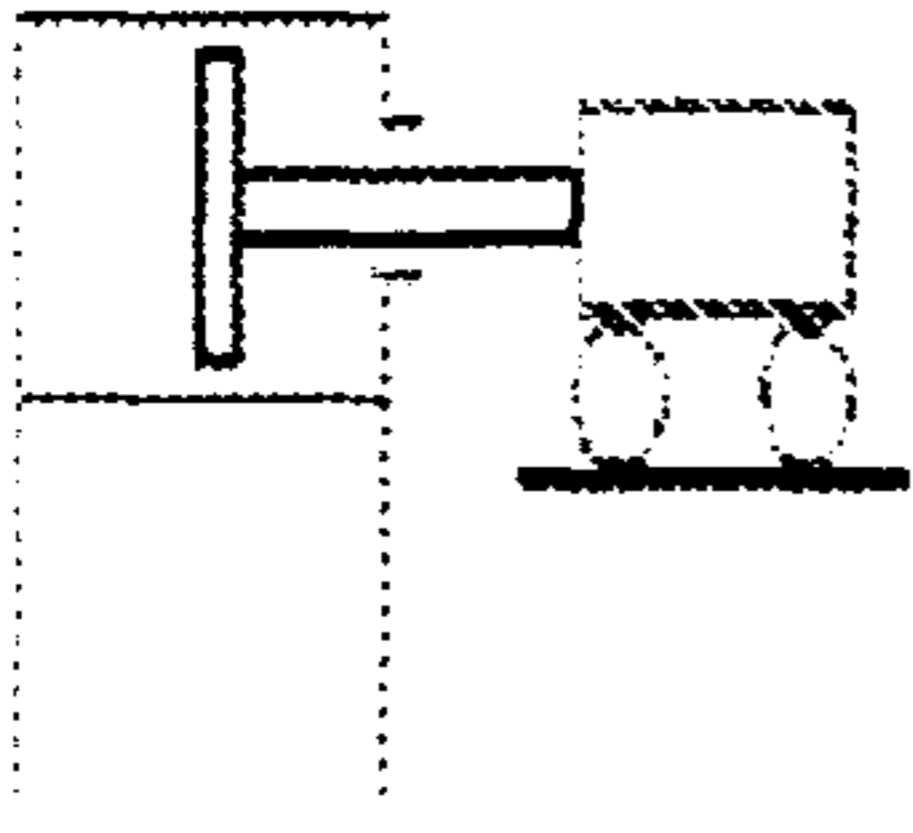
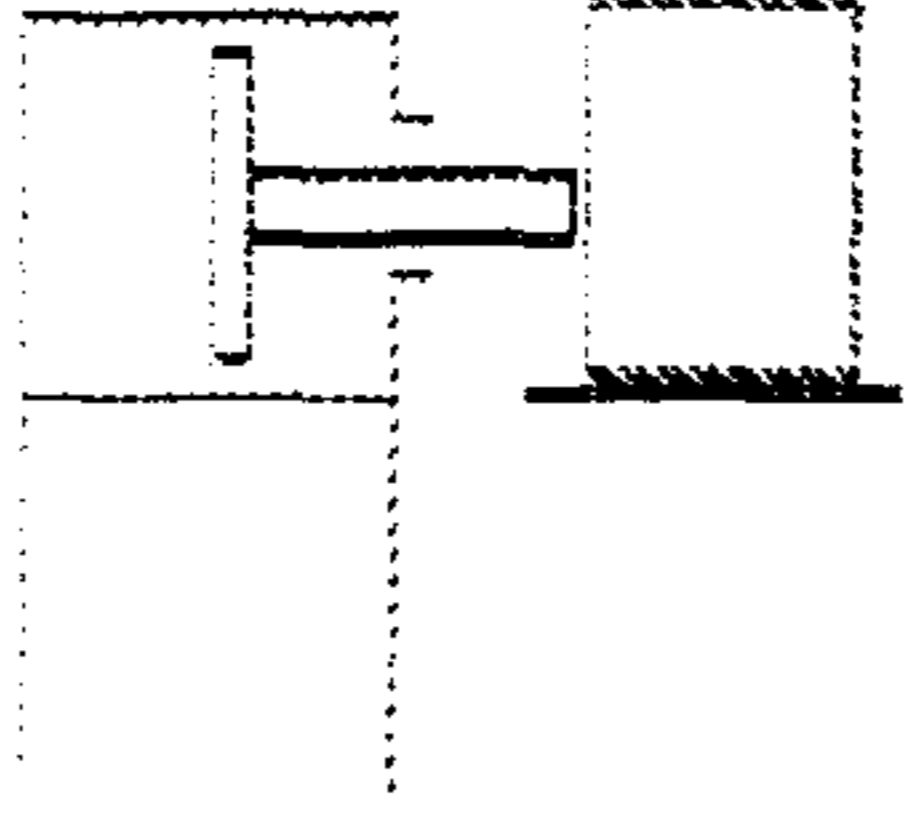
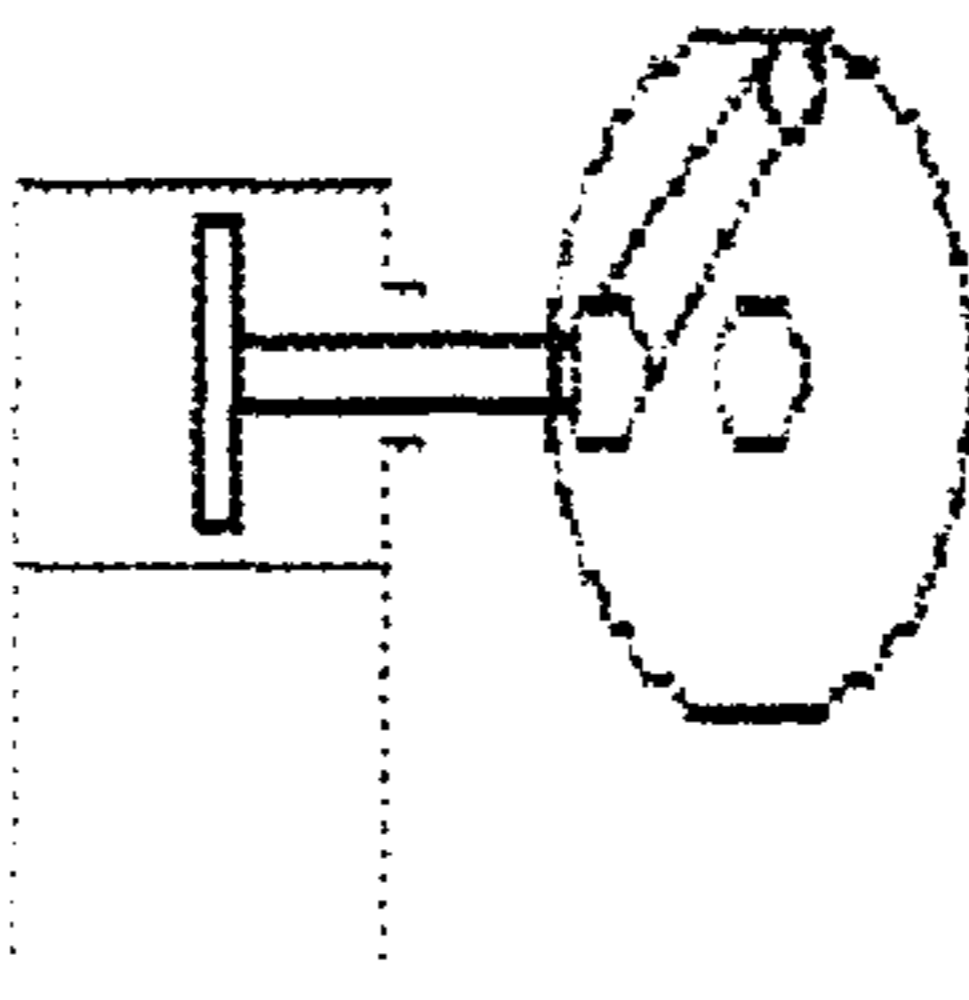
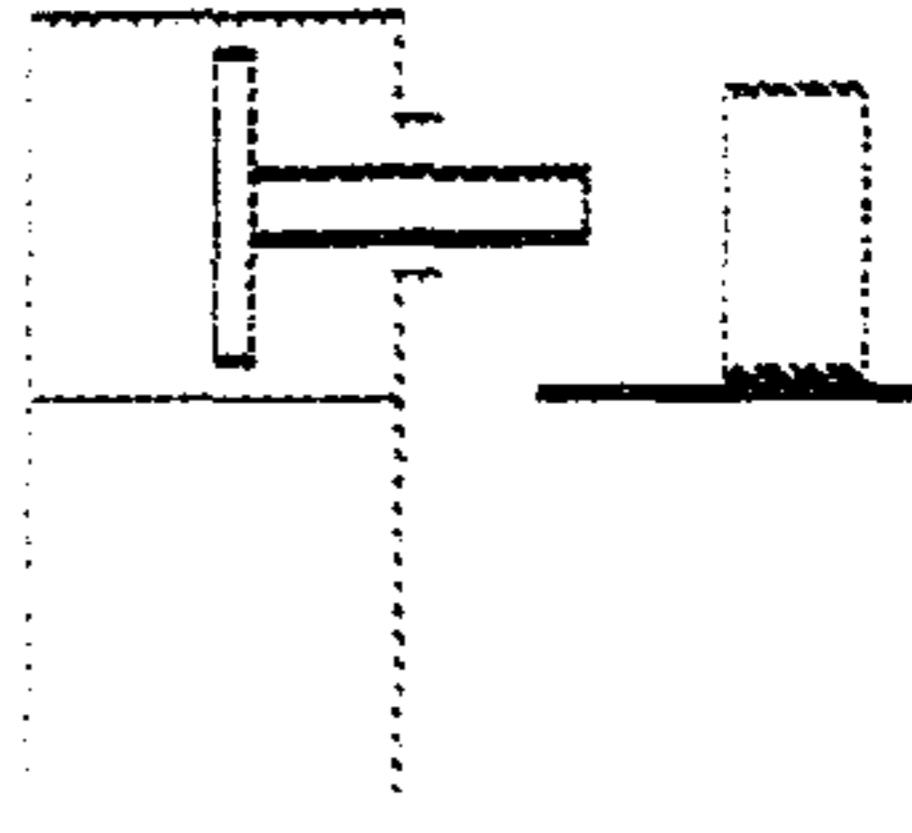


     **(C) Copy right Reserved..**      

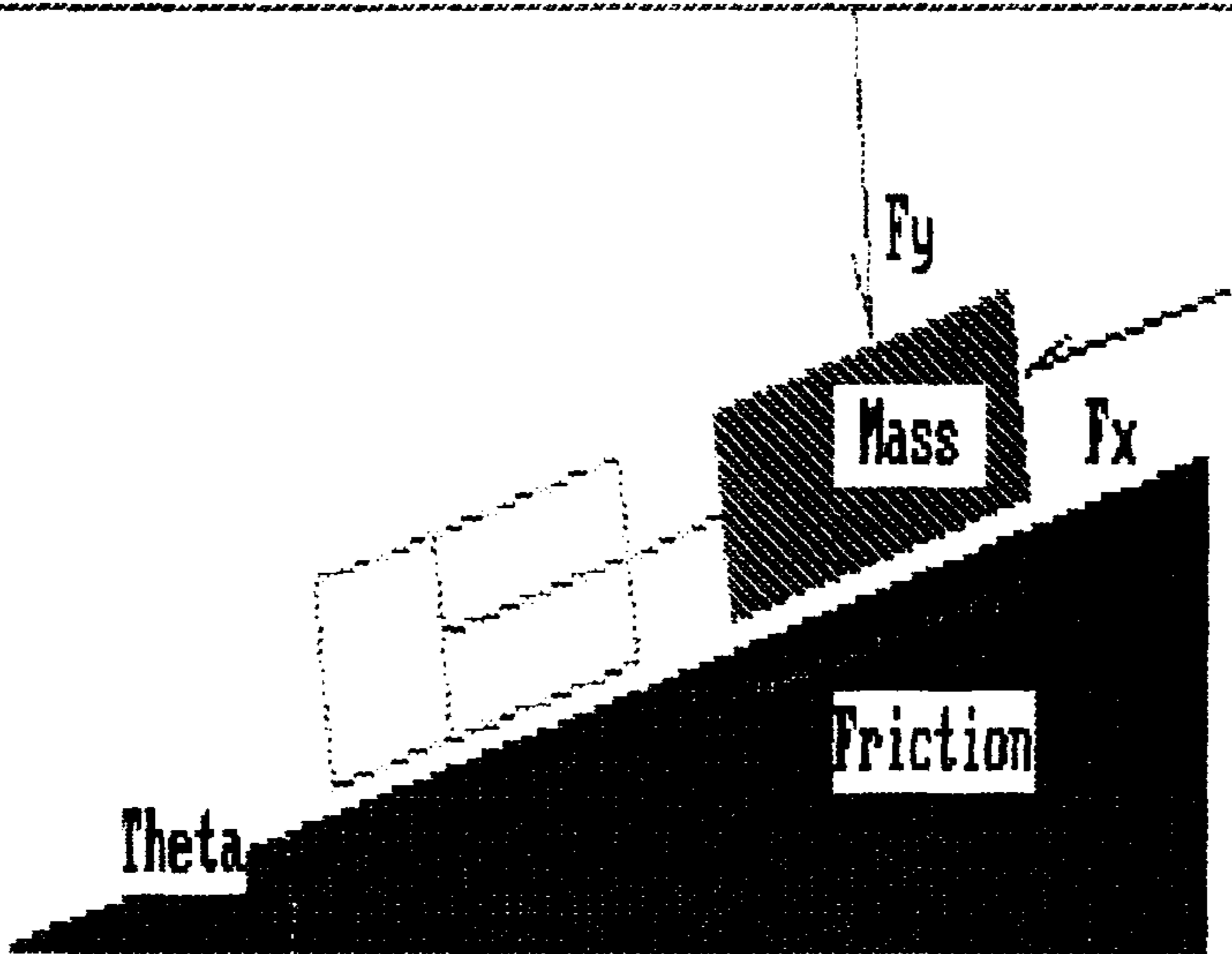
                  **Press any key !**



TYPE OF SUPPLY PRESSURE		Choose one <1..3> :? 2	
			
[1] Single Supply	[2] Dual Supply	[3] Single with Meterout	[4] Can't identify
DIRECTION OF LOAD		Choose one <1..4> :? 2	
			
[1] Positive Load	[2] Negative Load	[3] Lateral Load	[4] Zero Load

TYPE OF THE LOAD		Choose one (1..4):? 2	
			
[1] Rolling Load	[2] Sliding Load	[3] Mechanical Load	[4] Variable Load

INSTALLATION METHOD



>Inclination angle
 Theta (deg.):? 30
 >Mass of the Load
 Mass (kg):? 100
 >External Axial force
 Fx (N):? 50
 >External Lateral force
 Fy (N):? 60

>Lubrication level: [1] Good [2] not Good :? 2

>Material of Load : [1] Steel
[2] Aluminum
[3] Cast iron
[4] Brass
[5] Other

Choose one :? 1

>Material of Guide : [1] Steel
[2] Aluminum
[3] Cast iron
[4] Brass

Choose one :? 1

>Piston Speed level [1] Slow
 [2] Medium
 [3] Rapid

{Notice} In general | Slow | Medium | Rapid |
 Stroke time {sec} | ~ 0.6 | 0.6 ~ 1.0 | 1.0~ |

Choose one :? 2

> Design factor = 1

> Factory Network Pressure { bar } : ? 6

> Stroke Size { mm } : ? 1000

> Will you specify STROKE TIME. (When time is important) [y/n] ? y

> Push Stroke time {sec} : ? .2

> Retract Stroke time {sec} : ? .15

[3] Rapid

{Notice} In general | Slow | Medium | Rapid |
Stroke time {sec} | ~ 0.6 | 0.6 ~ 1.0 | 1.0~ |

Choose one :? 2

> Design factor = 1

> Factory Network Pressure { bar } : ? 6

> Stroke Size { mm } : ? 1000

> Will you specify STROKE TIME. (When time is important) [y/n] ? y

> Push Stroke time {sec} : ? .2

> Retract Stroke time {sec} : ? .15

> Friction coefficient : .42

> Pushing Load : 922.5197 {N}

> Retracting Load : -108.4801 {N}

>> Selected Piston dimensions <<

Piston Diameter : 173 {mm}
Rod Diameter : 35 {mm}
Stroke : 1000 {mm}
Stop tube length: 0 {mm}
 < No Standard >

> Dual supply pressure circuit

> Pressure of each chamber

Pressure in left chamber (Pa) : 4.8 {bar}

Pressure in right chamber (Pb) : 4.464 {bar}

> Minimum Thrust to be required (PUSH) : 5922.52 {N}

> Maximum Thrust can be obtained : 11068.59 {N}

Thrust error : 86.9{%

Stroke time : 0.140 {sec}

> Minimum Thrust to be required (RETRACT): 9811.408 {N}

> Maximum Thrust can be obtained : 9872.461 {N}

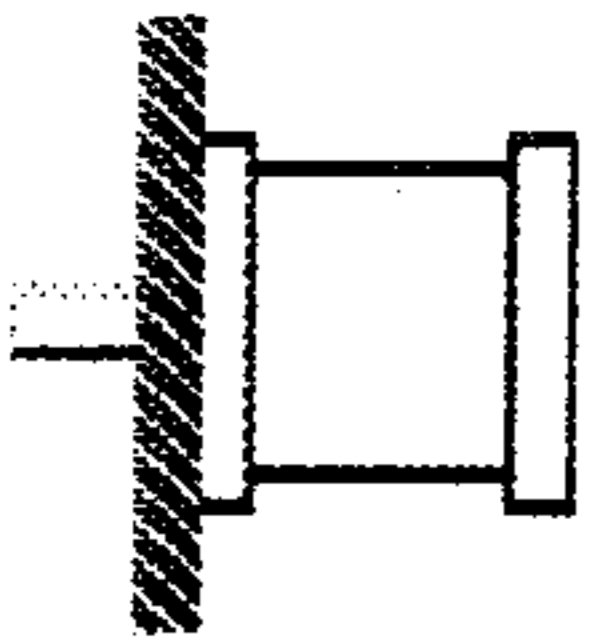
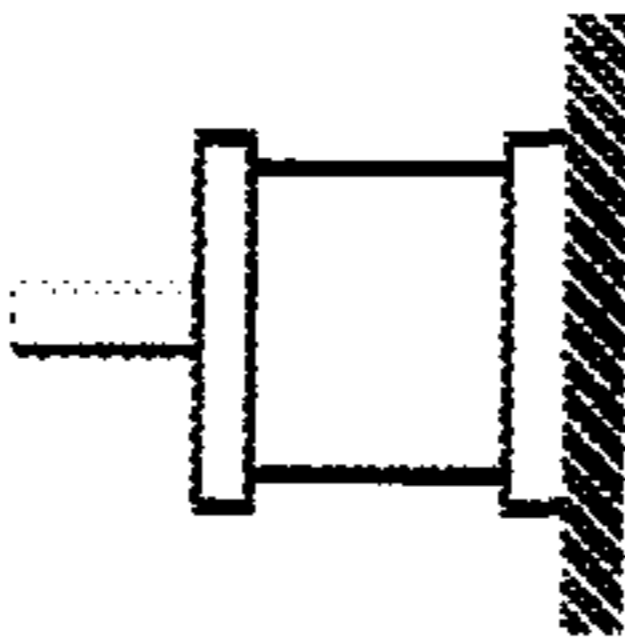
Thrust error : 0.6{%

Stroke time : 0.142 {sec}

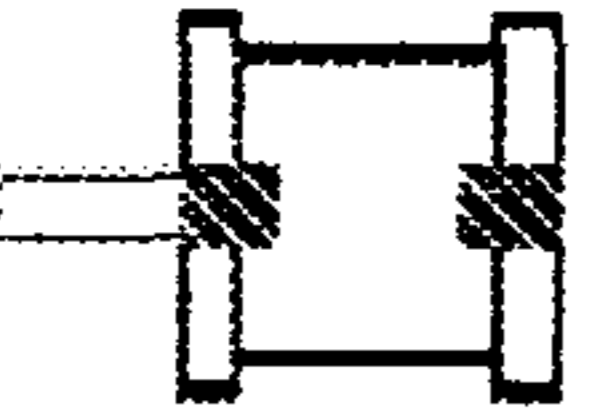
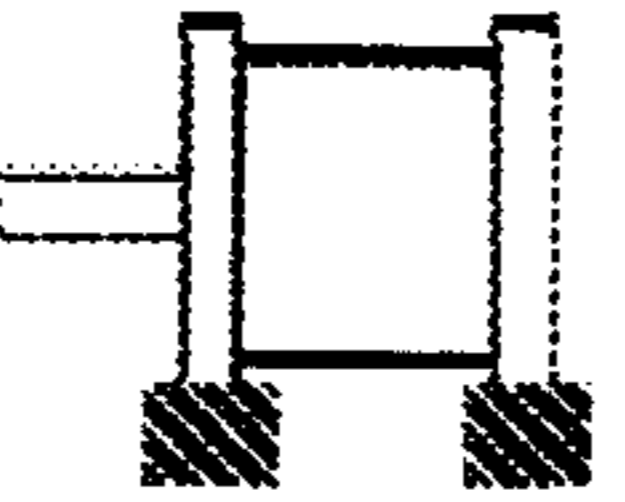
Press any key !

FRONT AND REAR FLANGE MOUNTING Press one key ! {C}hoose {M}ore



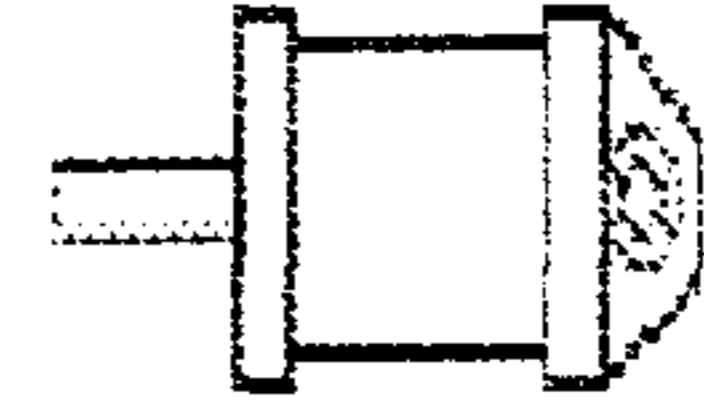
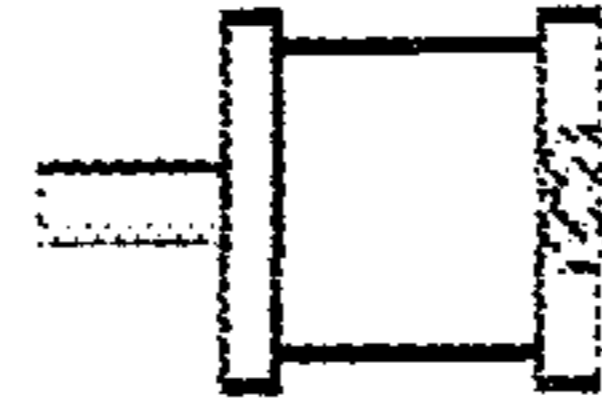
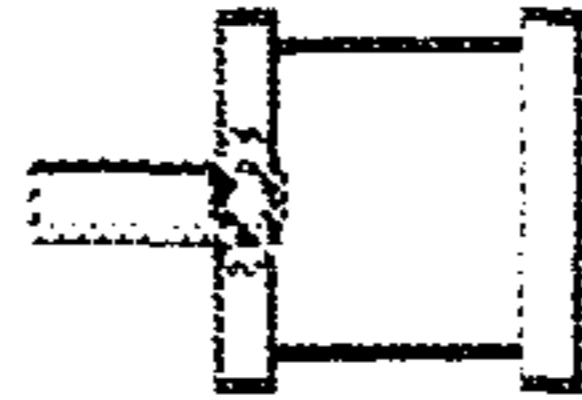
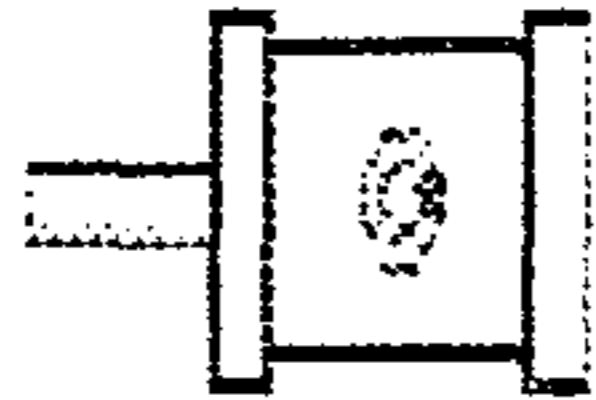
		<ul style="list-style-type: none"> @ Front or rear mount @ Stress incylinder is higher than MS type @ Better tolerance against some mis-alignment > Rear flange : NF1,NF2 (NFPA standard) > Front flange : NF5,NF6 " > Extended bolt : NX1 "
<p>[1] Front Flange</p>	<p>[2] Rear Flange</p>	

CENTERLINE MOUNTING

		<ul style="list-style-type: none"> @ Mounting surface is though center line @ Strong mounting style @ not tolerate against mis-alignment > Rug type : MS2,MS3,MS7 (NFPA standard) > Bolted angle type: MS1 " > Flush type : MS4 "
<p>[3] Side rug Type</p>	<p>[3] Botton rug Type</p>	

PIVOT MOUNTING

Press one key ! {C}hoose {N}ore



[4] Midway
trunnion

[5] Head end
trunnion

[6] Cap end
trunnion

[6] Cap end
clevis

@ Cylinder rotates as it reciprocates

@ Trunnion or fixed/universal clevis type

> Cap end trunnion or clevis : MT2,MP1,MU3

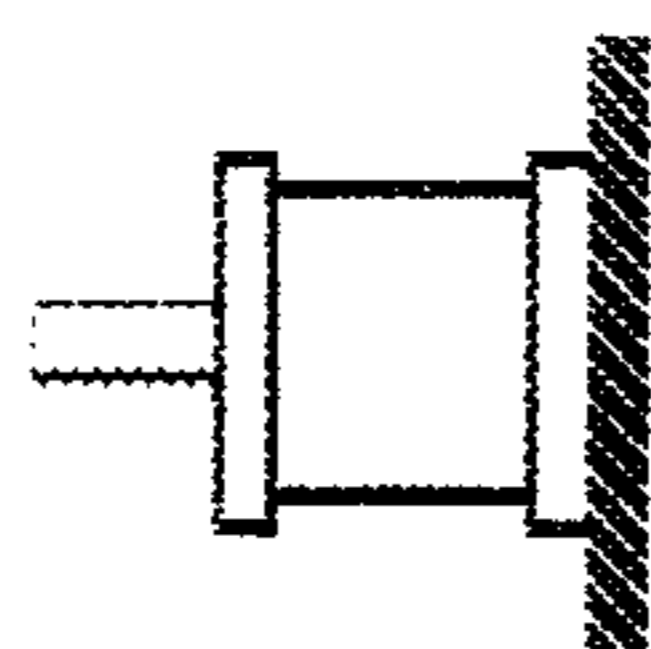
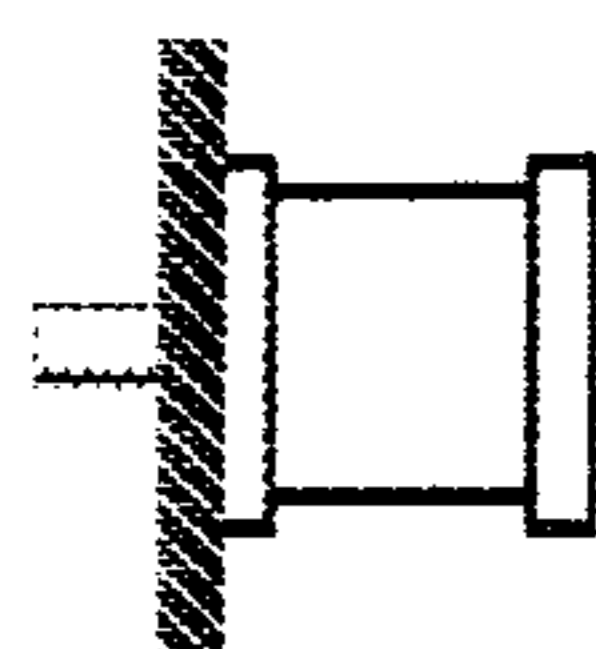
> Midway Trunnion : MT4

> Head end trunnion : MT1

FRONT AND REAR FLANGE MOUNTING

Choose one

<1.6> :? 3

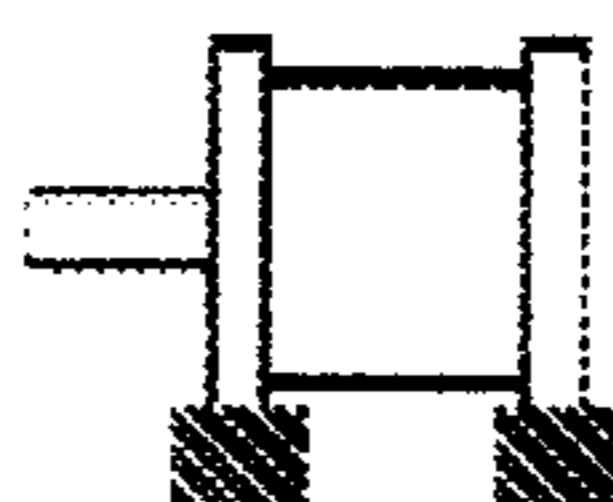
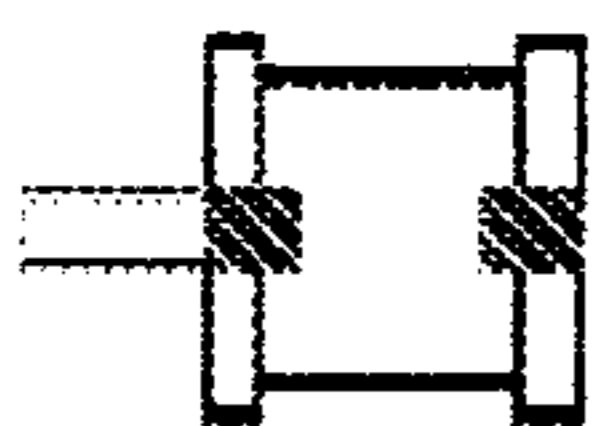


[1] Front Flange

[2] Rear Flange

- @ Front or rear mount
- @ Stress incylinder is higher than MS type
- @ Better tolerance against some mis-alignment
- > Rear flange : MF1, MF2 (NFPA standard)
- > Front flange : MF5, MF6 "
- > Extended bolt : MX1 "

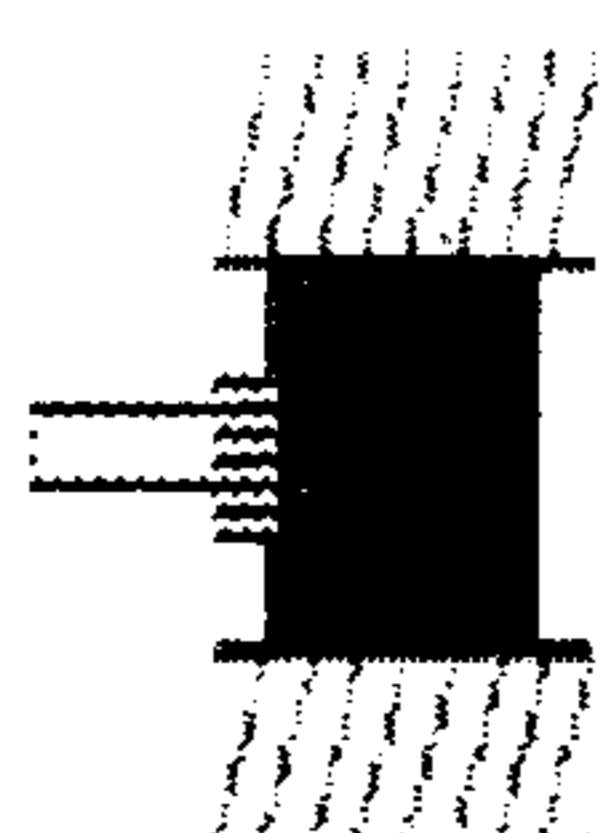
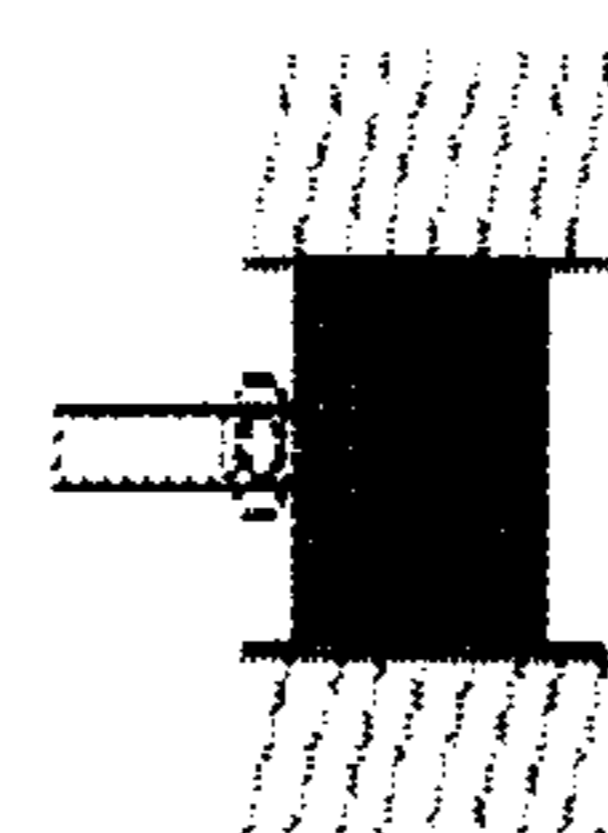
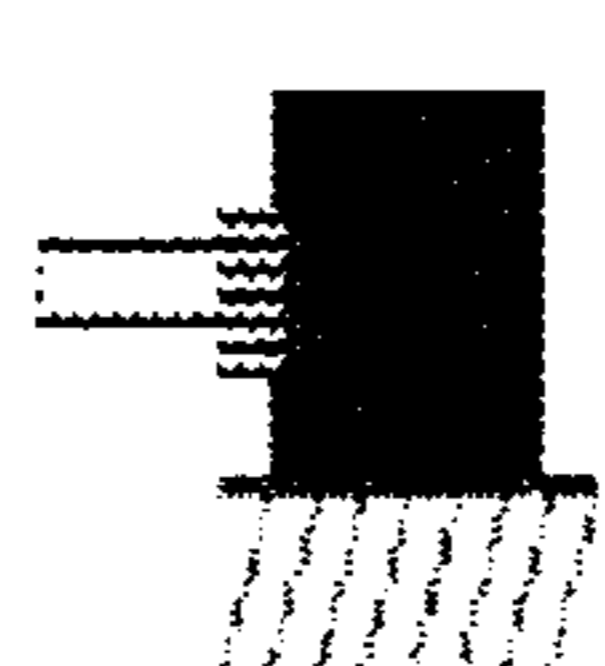
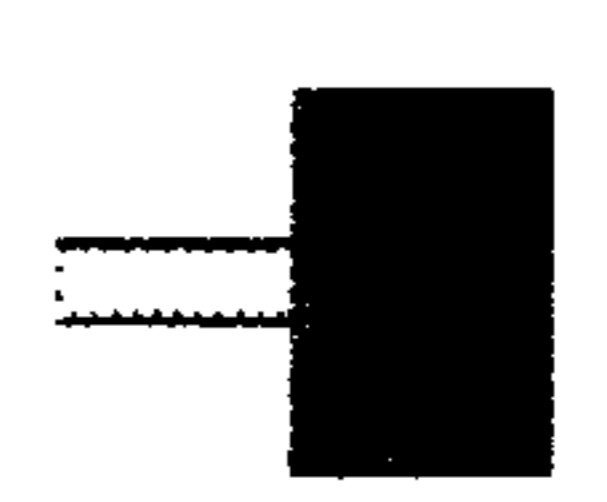
CENTERLINE MOUNTING



[3] Side rug Type

[3] Botton rug Type

- @ Mounting surface is though center line
- @ Strong mounting style
- @ not tolerate against mis-alignment
- > Rug type : MS2, MS3, MS7 (NFPA standard)
- > Bolted angle type: MS1 "
- > Flush type : MS4 "

ROD END CONNECTION METODE		Choose one	<1..3> :? 2
			
[1] Guided and rigid connection	[2] Guided and pivoted	[3] Simply supported	[4] No guide no connection

>> BUCKLING TEST

> K factor : .7

> Candidate piston rod is strong enough !!

Press any key !

>> Shock compensation method

.... Internal cushioning method

- [1] Use standard cylinder with air cushioning
- [2] Use specialized high cushion cylinder
- [3] Use heavy duty cylinder with extended cushion length
- [4] Use 2nd stage cushioning cylinder

.... External cushioning method

- [5] Use speed controller
- [6] Use Hydraulic shock absorber
- [7] Use Deceleration circuit

choose one [1..7]? 1

>> CUSHION CAPACITY TEST

> Which type of cylinder will you choose ?

- [1] Standard cylinder
- [2] Heavy duty cylinder

Choose one [1/2] :? 1

vmp 10.64 vnr 10.64

p2p 499.8313 p2r 478.8958 Pu 17

maximum external mas :-15.85115

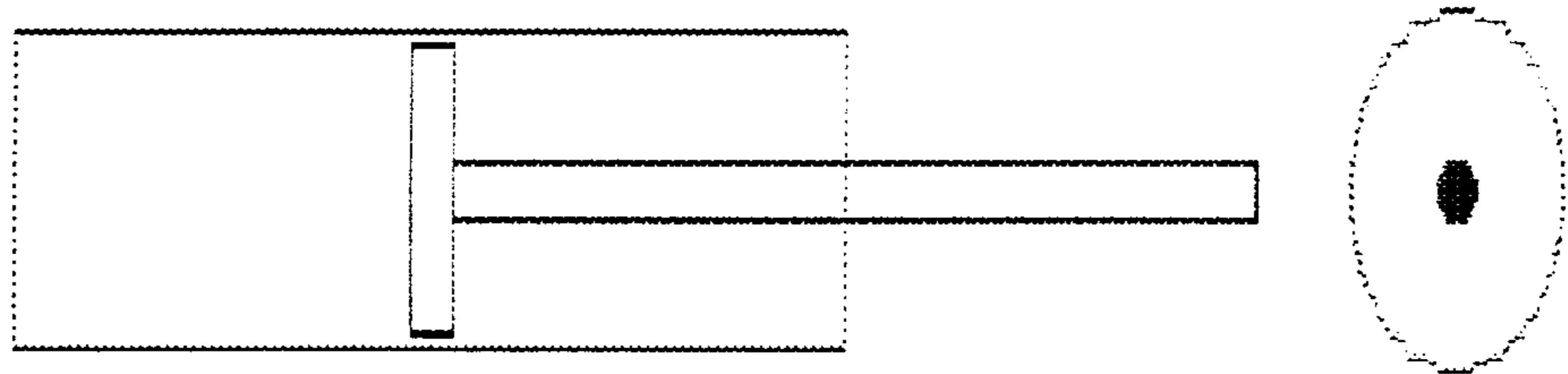
> Cushion capacity is not enough !!

> Cushion capacity must be compensated !!

Press any key !

Do you want draw the cylinder ? [y/n] :? █

[SELECRTED PNEUMATIC CYLINDER] UNIT : 10 mm X 10



>Dimensions of cylinder :
>Piston Diameter: 173 mm
>Piston Land : 52 mm
>Rod Diameter : 35 mm
>Rod Length : 1010.5 mm
>Stop Tube : 0 mm

Press any key !

제10장 결 론

본 연구 “간이자동화요소 기술 개발” 과제를 수행함으로써 국내외 자동화현황 분석과 특히 국내 기업에서 자동화를 열망하는 정도를 파악할 수 있었다.

조사 대상 540 기업중 성의있는 회신을 한 334개사의 내용을 집약하면 저투자성 공장자동화 (Low Cost Factory Automation)를 원하였으며 이를 실현시키는데는 모듈라형 공기압 매니플레이터 (Modular Type Pneumatic Manipulator)가 가장 적합한 것으로 조사되었다.

따라서 국내 실정에 맞는 Modular Type Pneumatic Manipulator의 사양을 결정하기 위한 Seminar 3회 (1차 : 70개업체, 2차 : 38개업체, 3차 : 20개업체)를 개최하여 사양을 결정하고 시제품 설계 및 시제품 제작을 하였다. 제작된 시제품은 7장에서 언급하였듯이 반복하여 실험을 마쳤으며, 부분적인 문제점 또한 보완하였다.

본 연구 수행으로 얻은 성과는 국내 기업체들의 폭넓은 의견을 수렴할 수 있었다는 것과 국내 실정에 적합한 Manipulator를 제작하였다는 것이며, 또한 국내에서는 제작 경험이 없는 Set Point Module (Multi Position Gripper에 사용) 개발과 Multi-Position Multi-Motion Rotary Actuator 개발, Non-Rotating Rod Cylinder 개발 등도 있다.

특히 Energy Saving Type Pneumatic System Design Software (9장부록1) 개발과 공기압 핵심 Actuator C A D Software화로 지속적인 연구를 할 수 있는 여력을 확보하였다는 것도 큰 성과로 생각된다.

본 연구를 마무리하면서 이제부터 출발이라는 각오로 좀더 관심을 갖고 연구 내용을 다듬어서 연구결과를 국내 기업에 기술 이전하여 활발히 활용될수 있도록 노력하겠다.

[연구 보고서]

1989년 6월 일 인쇄

1989년 6월 일 발행

발행소 : 한국기계연구소

경남 창원시 상남동 66

인쇄소 : 새경남종합인쇄사

경남 창원시 중앙동 69-1

☎ 83-7 2 7 2, 85-7 7 2 2
