

國立勤益科技大學

機械工程系

碩士論文

輔助治療良性陣發性頭位眩暈症的
自動化設備之設計與實現

Design and Implementation
of the Automatic Equipment
for Curing Benign Paroxysmal Positional Vertigo



指導教授：楊善國

研究生：鍾効璟

中華民國一百零一年六月

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 機械工程系 碩士班 鍾効璟 君

所提論文 輔助治療良性陣發性頭位眩暈症的

自動化設備之設計與實現

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：張國華

鄭紹宇

楊善國

指導教授：楊善國

系（所）主管：機械工程系主任蔡明義

中華民國 101 年 6 月

誌謝

本文之完成承蒙指導教授楊善國老師殷切指導，學期間不論在學業或生活上，時時解答疑難及排除困惑，對於論文內容更是逐字斧正、克臻完美、熱忱關切，浩瀚師恩，銘記在心。在此由衷致上最高的感謝與敬意。

研究期間，感謝同師門的家榮、俊宇、侑珊、柏仰及演鎮學長給予諸多的協助，對各項資料蒐集外，尤其在實驗上經常一同奮戰至深夜，以及同窗同學志俞、凱翔、昀廷、柏嚴、昌育、政傑、立凱、勝凱、政勳、聖哲、譽瑋、建綸、奕辰、震欣、仁豪以及學弟育賢、宗正互相的勉勵與幫助，也感謝系上所有老師對我的照顧與愛護，在此致上無限的謝意。

感謝家人支持與鼓勵我追求碩士學位之理想，並讓我無後顧之憂，全心投入研究之中，此心此情，銘記在心。

最後僅以此文獻給我最敬愛的家人，及永遠在我背後鼓勵我支持我的師長、朋友、家人們。

輔助治療良性陣發性頭位眩暈症的 自動化設備之設計與實現

學生：鍾効璟

指導教授：楊善國

國立勤益科技大學機械工程系碩士班

摘要

幾乎每個人都有因眩暈而引起的頭暈眼花、天旋地轉，甚至嘔吐的經驗。良性陣發性頭位眩暈症係由耳石脫落至半規管中所引起，症狀有冒冷汗、心悸、噁心、嘔吐及身體不平衡而跌倒受傷等。據估計全台灣的眩暈族約三百萬人，年紀最小為四歲，其可能誘發因素非常多。本研究以自動化醫療設備取代人力資源，仿製出伊普萊操作法或耳石復位法的動作，使耳石復位以達到治療的目的。

本研究以單晶片微電腦做為自動化設備之控制單元，並以氣壓為動力。本研究設計了回饋電路系統以確保設備機構不會出現誤動作，本裝置亦提供緊急停止功能於患者感到不適時使用。此外，本文以非固定式設計來解決人體由平躺轉為側躺時頭部位置改變之問題。由於頭部位置之水平座標與垂直座標均發生位移，固定式設計將會受到機構本身長度之限制；而非固定式並無此限制，但患者須自主保持頭部位置不任意改變。實驗過程中搭配視覺輔助裝置，成果顯示若依循本文注意事項進行治療，將可達到耳石復位之效果。

關鍵字:良性陣發性頭位眩暈症、耳石、伊普萊操作法、耳石復位法。

Design and Implementation of the Automatic Equipment for Curing Benign Paroxysmal Positional Vertigo

Student: Hsiao-Ching Chung

Advisor: Shang-Kuo Yang Ph.D.

**Department of Mechanical Engineering
National Chin-Yi University of Technology**

ABSTRACT

Almost everyone has the experience of whirl or even vomit induced by vertigo. Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) is caused by the canalith that fell into a semicircular canal. Symptoms of BPPV are cold sweat, palpitations, nausea, vomit, loosing balance and falling down, etc. According to the estimate, about three million people have this kind of problem in Taiwan, and the youngest patient is only four years old. There are many possibilities that induce BPPV. This research used an automatic medical equipment to replace human resources, which imitates the Epley Maneuver or Canalith Repositioning Procedure so as to achieve the purpose of therapy.

This research uses the single chip microcomputer as the control unit of the equipment, and the pneumatic system as the power of the equipment. The working state of the equipment was mastered by using feedback circuit. The device is also equipped with an Emergency Off for the patients to use when they are not feeling well.

The study used degree of freedom design to be changed head position of the equipment. The non-degree of freedom design will be restricted by horizontal position and vertical position. The degree of freedom design is available, but users' head have to be freeze. According to the actual test results, the treatment will succeed by using the equipment on the notice in this study.

Keywords: Benign Paroxysmal Positional Vertigo, Canalith 、 Epley Maneuver, Canalith Repositioning Procedure.



目錄

誌謝	I
中文摘要	II
Abstract.....	III
目錄	V
圖目錄	IX
表目錄	XIII
第一章 緒論	1
1-1 前言	1
1-2 文獻回顧	2
1-3 研究動機	2
1-4 研究方法	3
第二章 良性陣發性頭位眩暈症	4
2-1 良性陣發性頭位眩暈症之簡介	4
2-1-1 眩暈	4
2-1-2 內耳	5
2-1-2-1 聽覺與平衡覺	5
2-1-2-2 內耳前庭器	6
2-1-3 良性陣發性頭位眩暈症	9
2-2 誘發良性陣發性頭位眩暈症之原因	10
2-3 良性陣發性頭位眩暈症之診斷	11
2-3-1 Dix–Hallpike Test	11
2-3-2 徐緩相、急速相	11
2-3-3 偏斜現象與修正反射	12

2-4	良性陣發性頭位眩暈症之治療	13
2-4-1	Epley Maneuver.....	13
第三章	本研究各系統之介紹與應用	17
3-1	各系統之介紹	17
3-1-1	本研究之控制系統	17
3-1-1-1	微電腦的基本結構	18
3-1-1-2	MCS-51 系列單晶片微電腦	21
3-1-1-3	MCS-51 系列的接腳圖	23
3-1-2	本研究之電子開關系統	38
3-1-2-1	電晶體構造	38
3-1-2-2	動作原理	39
3-1-2-3	電晶體的用途	43
3-1-3	本研究之氣壓系統	44
3-1-3-1	氣壓概要	44
3-1-3-1.1	氣壓特點	44
3-1-3-1.2	氣壓的優點	44
3-1-3-1.3	氣壓的缺點	45
3-1-3-2	氣壓系統之基本構成	46
3-1-3-2.1	空氣壓縮機	46
3-1-3-2.2	氣壓調質機構	48
3-1-3-2.3	氣壓控制元件	53
3-1-3-2.4	氣壓致動元件	57
3-1-4	本研究之回饋系統	59
3-1-4-1	極限開關	59
3-1-4-2	數位邏輯閘	59
3-2	各系統之應用	62
3-2-1	本研究之控制系統	62
3-2-2	本研究之電子開關系統	63
3-2-3	本研究之氣壓系統	64

3-2-4	本研究之回饋系統	68
第四章	醫療輔助設備	71
4-1	DizzyFIX	71
第五章	自動化設備與電路之設計	75
5-1	治療流程中翻身動作解析	75
5-2	設備之設計	77
5-2-1	機構設計圖	77
5-2-2	機構之滑槽設計	82
5-2-3	椅背與屈膝之機構設計	83
5-2-4	仿製 Epley Maneuver 之機構設計	85
5-2-5	患者翻為側躺之機構設計	88
5-2-6	氣壓系統之零件列表	90
5-3	電路與氣壓迴路圖	91
5-3-1	電路圖	91
5-3-2	氣壓迴路圖	91
第六章	實驗結果之討論	103
6-1	非固定式設計	103
6-2	椅背升起之高度	109
6-3	實驗結果完成之討論	111
6-4	實驗結果誤動作之討論	118
6-5	實驗結果緊急停止之討論	122
6-6	結果之討論	123
第七章	結論與未來展望	124
7-1	結論	124

7-2	未來展望.....	125
	參考文獻.....	126



圖目錄

圖 1.1	控制、回授系統示意圖	3
圖 2.1	耳部構造圖	5
圖 2.2	內耳前庭器	6
圖 2.3	橢圓囊及球囊囊壁示意圖	7
圖 2.4	半規管示意圖	8
圖 2.5	Dix-Hallpike Test.....	11
圖 2.6	徐緩相，急速相示意圖	12
圖 2.7	Epley Maneuver.....	13
圖 2.8	正面	14
圖 2.9	患者頭部轉向患側 45 度	14
圖 2.10	患者頭部轉向健側 90 度	15
圖 2.11	患者身體轉向健側 90 度，呈側躺姿勢	15
圖 2.12	患者由側躺回復為坐姿	16
圖 3.1	微電腦的基本結構	18
圖 3.2	MCS-51 系列單晶片微電腦之方塊圖	21
圖 3.3	MCS-51 系列常用編號之接腳圖	23
圖 3.4	震盪電路	24
圖 3.5	開機重置電路	25
圖 3.6	電晶體的結構	38
圖 3.7	電晶體的符號	39
圖 3.8	電晶體的偏壓接法	39
圖 3.9	電晶體動作原理的模型	40
圖 3.10	電晶體的電流方向	41
圖 3.11	電晶體三態的偏壓設定	42
圖 3.12	電晶體當作開關使用的電路	43
圖 3.13	基本氣壓系統方塊圖	46
圖 3.14	壓縮機種類	47
圖 3.15	三點組合	48
圖 3.16	空氣濾清器構造圖	49
圖 3.17	調壓閥構造圖	50
圖 3.18	文氏管原理	51
圖 3.19	潤滑器原理	52

圖 3.20	氣壓閥符號代表與名稱	54
圖 3.21	雙向流量控制閥	56
圖 3.22	單向流量控制閥	57
圖 3.23	氣壓缸理論輸出示意圖	58
圖 3.24	極限開關示意圖	59
圖 3.25	NOT gate 與真值表	60
圖 3.26	AND gate 與真值表	61
圖 3.27	單晶片微電腦實體圖	62
圖 3.28	2SD1189 實體圖	63
圖 3.29	往復式空氣壓縮機實體圖	64
圖 3.30	調質器實體圖	65
圖 3.31	五口兩位單線圈電磁方向控制閥	66
圖 3.32	五口三位中間關閉電磁方向控制閥	66
圖 3.33	電磁方向控制閥實體圖	67
圖 3.34	微動開關實體圖與電路圖	68
圖 3.35	反閉實體圖與符號圖	69
圖 3.36	及閉實體圖與符號圖	70
圖 4.1	DizzyFIX 實體圖	71
圖 4.2	DizzyFIX 之尾端	72
圖 4.3	DizzyFIX 之結果 (頭部姿勢呈 45 度角)	73
圖 4.4	小圓珠之位置 (頭部姿勢呈 45 度角)	73
圖 4.5	小圓珠之位置 (患者姿勢呈側躺)	74
圖 4.6	小圓珠之位置 (患者姿勢恢復坐姿)	74
圖 5.1	Epley Maneuver	75
圖 5.2	屈膝翻身示意圖	76
圖 5.3	機構設計圖 (等角圖)	77
圖 5.4	機構設計圖 (上視圖)	78
圖 5.5	機構設計圖 (前視圖)	79
圖 5.6	機構設計圖 (右視圖)	80
圖 5.7	機構設計圖三視圖	81
圖 5.8	滑槽設計示意圖	82
圖 5.9	椅背升起之機構示意圖	83
圖 5.10	屈膝機構之機構示意圖	84
圖 5.11	患者就位	85

圖 5.12	患者平躺並頭部進行轉向	86
圖 5.13	患者平躺並頭部進行轉向	86
圖 5.14	患者側躺	87
圖 5.15	患者恢復坐姿	87
圖 5.16	機構隨著箭頭方向移動，驅使患者呈屈膝動作。	88
圖 5.17	機構隨著箭頭方向移動，驅使患者翻動下半身。	89
圖 5.18	機構隨著箭頭方向移動，驅使患者翻動上半身。	89
圖 5.19	電路圖	92
圖 5.20	氣壓迴路圖	93
圖 5.21	控制面板實體圖	94
圖 5.22	緊急停止之氣壓迴路圖	95
圖 5.23	a 氣壓缸時間動作圖	96
圖 5.24	b 氣壓缸時間動作圖	97
圖 5.25	c 氣壓缸時間動作圖	98
圖 5.26	d 氣壓缸時間動作圖	99
圖 5.27	e 氣壓缸時間動作圖	100
圖 5.28	f 氣壓缸時間動作圖	101
圖 6.1	非固定式設計示意圖 [人體平躺正視圖]	103
圖 6.2	患者頭部呈約 45 度角	104
圖 6.3	患者頭部呈約 90 度角	104
圖 6.4	固定式機構設計圖	105
圖 6.5	固定式設計示意圖 [患者平躺正視圖]	105
圖 6.6	患者頭部呈約 45 度角	106
圖 6.7	患者頭部呈約 90 度角	106
圖 6.8	固定式轉動機構示意圖 [患者側躺正視圖]	107
圖 6.9	非固定式轉動機構示意圖 [患者側躺正視圖]	108
圖 6.10	椅背升降之機構實體圖	109
圖 6.11	設備恢復坐姿實體圖	110
圖 6.12	坐姿圖	111
圖 6.13	平躺圖	112
圖 6.14	頭部轉向患部約 45 度角圖	113
圖 6.15	頭部轉向健部約 45 度角圖	114
圖 6.16	頭部再轉向健部約 45 度角圖	115
圖 6.17	側躺圖	116

圖 6.18	恢復坐姿圖	117
圖 6.19	微動開關安裝位置圖與示意圖	118
圖 6.20	椅背部分微動開關與屈膝機構微動開關實體圖	119
圖 6.21	左右之肩膀抬起機構微動開關實體圖	120
圖 6.22	左右之推膝機構微動開關實體圖	121
圖 6.23	外部中斷開關實體圖	122



表目錄

表 3.1	特殊功能暫存器重置後之預設值	26
表 3.2	P1.0、P1.1 接腳之特殊功能	28
表 3.3	Port 3 接腳之特殊功能	29
表 3.4	MCS-51 指令索引 (依英文字母順序排列)	31
表 5.1	氣壓系統零件列表	90
表 5.2	設備零件列表	90
表 5.3	系統動作順序表	102



第一章 緒論

1-1 前言

隨著社會經濟的成長、平均壽命的延長與工作壓力的增加，門診眩暈症的病人越來越多。眩暈症病人中，約有五分之一是良性陣發性頭位眩暈症；而造成良性陣發性頭位眩暈症的原因大多數是不明的，醫學上稱為自發性。在良性陣發性頭位眩暈症的病例中約 80% 是發生於後半規管。所謂良性陣發性頭位眩暈症又稱為耳石症，臨床資料上病人主訴某個頭部姿勢會造成短暫數秒鐘的眩暈，可能伴隨著冒冷汗、心悸、噁心、嘔吐及身體不平衡而跌倒受傷；特別的是病人主訴睡覺時身體往後仰而頭擺一邊時，症狀就可能出現。造成耳石症的原因目前少數已知的是頭部外傷後、耳部手術後等；但大多數的病人是原因不明的。用於治療耳石症之耳石復位法可在門診進行，過程簡單，成功率高，只需進行一次耳石復位法（Canalith Repositioning Procedure, CRP）即有近 80% 治癒機率，且不受病患年齡、性別的影響。隨著科技的進步，醫界已逐漸利用自動化設備取代人力資源。為因應目前先進國家人力費用高昂的趨勢，本研究以自動化醫療儀器取代人力進行耳石復位治療。設計出具有控制面板的自動化醫療儀器，使一般人也能輕易操作，將可減少人力資源，節省治療時間與縮短病人等候時間。

1-2 文獻回顧

對於良性陣發性頭位眩暈症之治療，藥物治療的效果目前一般認為尚難滿意，1992 年 Epley 提出報告顯示以耳石復位法（CRP）治療 [1]，結果 30 名病人均獲得明顯改善。之後，國內外陸續有文獻報告顯示以耳石復位法治療之結果[2-8]，實驗方法均為以數十名患者為案例；最多案例為四十四名患者，施以耳石復位法治療，術後再進行後續追蹤，最長時間達半年。文獻結果顯示有一至二成患者有復發情形，需再一次進行耳石復位治療，二次治療後，均明顯改善情況。實施耳石復位法治療，成功率從 80% 至 100% 不等，目前耳鼻喉科醫師對於此病症均以耳石復位法治療為主。

1-3 研究動機

可以肯定的是，眩暈比頭暈難受幾十倍，甚至有人說上百倍不止。歷史上有君王「不愛江山愛美人」，但也有人因為難忍眩暈之苦而寧可讓出王位或官職，歷史記載，上元二年春，四十八歲的唐高宗苦於終年眩暈，因此將國政完全委由「天后」武則天處理，並授予「攝政」的名義，當時人稱「二聖」。清朝中興名臣曾國藩晚年因眩暈而辭官，有人說是為了逃避處理天津教案；後來他的弟子李鴻章在簽訂馬關條約時，也因被日本刺客槍擊頭部而常患眩暈，死前一週「已不能起坐，坐即頭暈」。雖然其中可能有逃避的成分，但都拿眩暈發作當作託詞，可見此病折磨人之一斑。由許多文獻紀載就可以發現，不論古今中外都早有眩暈之疾，而且其共同現象都是一發作就令人痛不欲生，所以須多加重視。

1-4 研究方法

應用單晶片微電腦 89S51，控制氣壓系統之各電磁控制閥，使氣壓系統之氣壓缸作動以推動本研究所設計之輔助醫療設備，仿製出耳石復位法以達到輔助治療良性陣發性頭位眩暈症之目的。擷取配置於機構上微動開關所產生之訊號，當作給予單晶片微電腦之回授訊號（如圖 1.1 所示），使單晶片微電腦得知醫療設備之動作是否正確無誤，應繼續執行下一步動作或停止該錯誤動作，並告知使用者或醫療人員。

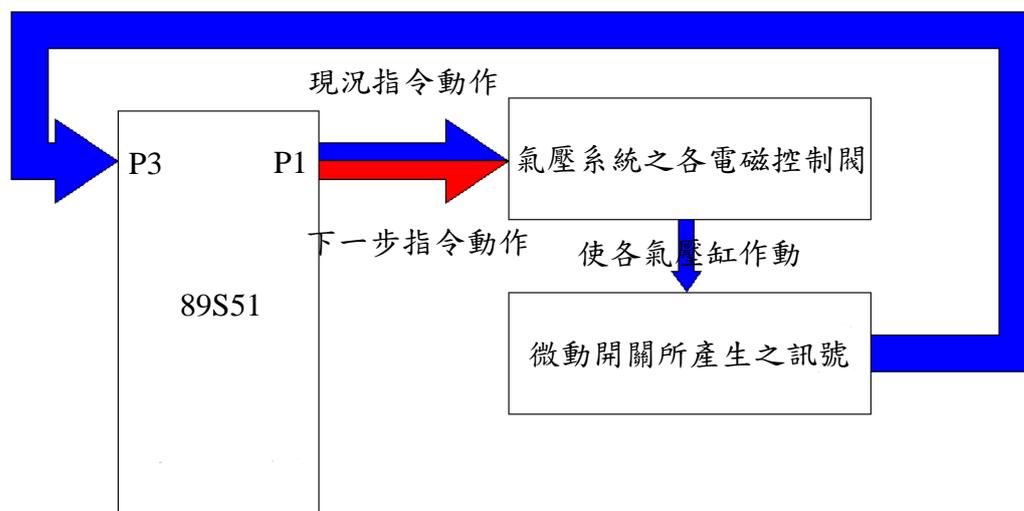


圖 1.1 控制、回授系統示意圖

第二章 良性陣發性頭位眩暈症

2-1 良性陣發性頭位眩暈症之簡介

2-1-1 眩暈

一般日常所說的「頭暈」，指的是「視物有光暈或眼前昏黑感」，即希臘語所說的 skotos，英文叫 dizzy；這是一種走路漂浮、踏地不實在的感覺。「眩暈」與「頭暈」症狀有很大的差異。頭暈後出現明顯「不快感」才算眩暈。簡單說，「眩暈」就是：在靜止或運動狀態中，己身對空間的定位感發生錯誤，且伴有不快感。也就是說這是一種「位置性幻覺」，乃人體對空間的定向感或平衡感發生錯誤，以致覺得自身或外界環境在晃動，而且因此感覺不快之意；其中的關鍵在於「不快感」。舉例而言，己身搭火車時若正好遇到上下行列車在月台會合，當對向列車開動而我方所搭乘的列車不動時，忽然間會以為我方的車已經開動；此時雖然「定向感發生錯誤（以為自身或外界環境晃動）」，但因為不會產生「不快感」，所以不算是眩暈[9]。

2-1-2 內耳

耳部在解剖學上分為外耳、中耳與內耳三部份如圖 2.1 所示，外耳指的是耳膜之外，一般日常掏耳朵或洗澡容易進水的地方。中耳為耳膜以內，中耳再進去就是內耳，通常又稱為「迷路 (Labyrinth)」，源自拉丁語，本意為「小徑」，其主要的生理機能為聽覺與平衡覺。

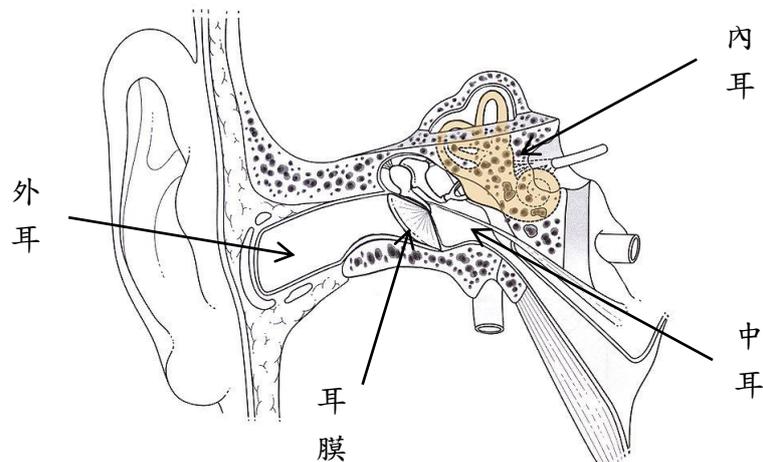


圖 2.1 耳部構造圖

2-1-2-1 聽覺與平衡覺

聽覺由耳蝸主司，平衡覺則由三半規管及前庭器（橢圓囊及球囊）負責；橢圓囊與球囊的感覺細胞叫「平衡斑」，上面覆蓋著一層膠質，膠質內有許多細小的碳酸鈣結晶，就是一般人熟知的「耳石」，所以前庭器又稱為「耳石器」。內耳（迷路）中還有內淋巴液，會隨著頭部轉動而流動、衝擊三半規管的感覺細胞及耳石器之耳石，而誘發前庭神經電位，使人感知身體的運動方向。現今的研究發現，魚類及鳥類的耳石器除了橢圓囊及球囊之外，還多了一個瓶狀囊 (Lagena)；這個器官如果遭到破壞，鳥類如鴿子就無法越野返回巢穴，可見瓶狀囊有如 GPS 導航

系統。人類因為不具備此種器官，所以發明了羅盤、GPS 導航系統、一樣可以能千里返航而不會迷路。為什麼內耳會被稱為「迷路」呢？可能是因為內耳太過複雜，有如迷宮，初學者往往會迷了路。

2-1-2-2 內耳前庭器

內耳前庭器如圖 2.2 所示，內耳前庭器深埋於頭顱顱骨中，由兩個耳石器及三個半規管組成。司職兩種刺激的偵測：一、重力（地心引力），二、頭部運動。於存在重力的空間裏活動，必須能夠隨時得知頭部與重力之相對關係以及瞬間的運動變化，才能隨時調整身體各部位之肌肉張力與調整身體之姿勢，以維持平衡，保持直立的狀態。

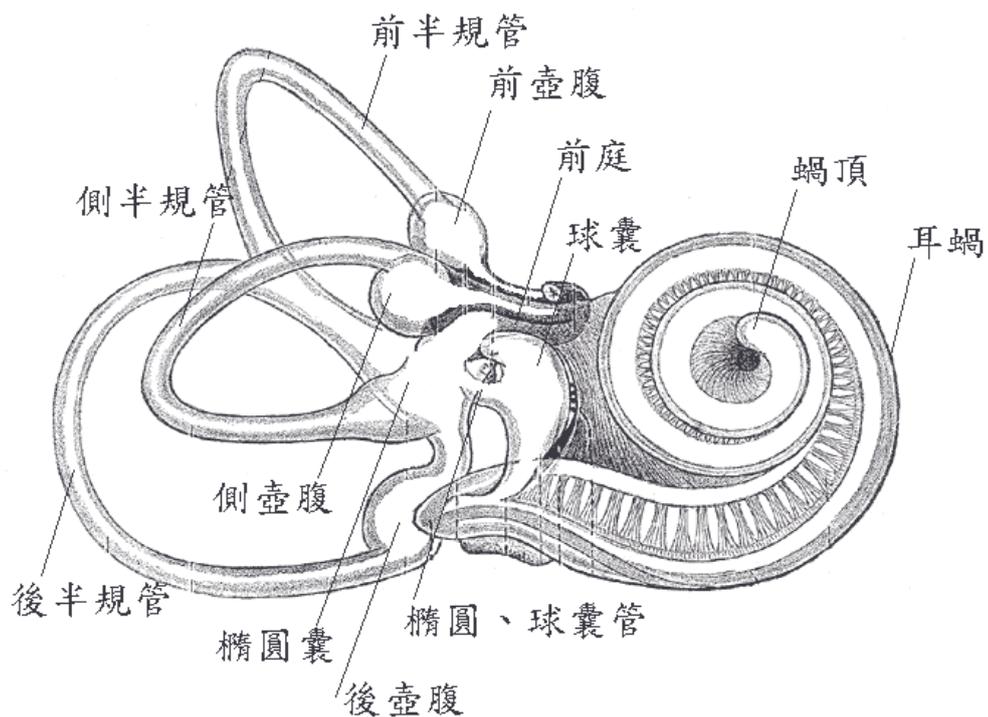


圖 2.2 內耳前庭器

兩個耳石器均呈囊狀構造，分別稱為橢圓囊與球囊。囊內含有平衡斑，是感覺毛細胞所在之處，毛細胞上覆蓋膠狀物質，膠狀物質內有許多碳酸鈣結晶，這些結晶，稱為耳石。毛細胞下接有神經細胞如圖 2.3 所示。耳石的比重為二點七，較內淋巴液的比重（一點零二至一點零六）大，故人體只要移動，耳石就會隨之傾斜，同時在地心引力協助下感知人體的緩慢移動情況，或在靜止的內淋巴液發生位移，再把訊息傳給其下的神經纖維。耳石器的主要功能在測知直線加速度，例如：電梯上下的感覺由球囊感知，遊樂場海盜船的前後搖擺由橢圓囊感知。耳石器可感受地心引力，是頭部直線加速度與頭部傾斜度的感應器，因此若搭乘電梯感到頭暈，或乘坐海盜船覺得不適，都是耳石器受到刺激所引起；若因旋轉而造成頭暈，則是三半規管所受到刺激而引起。

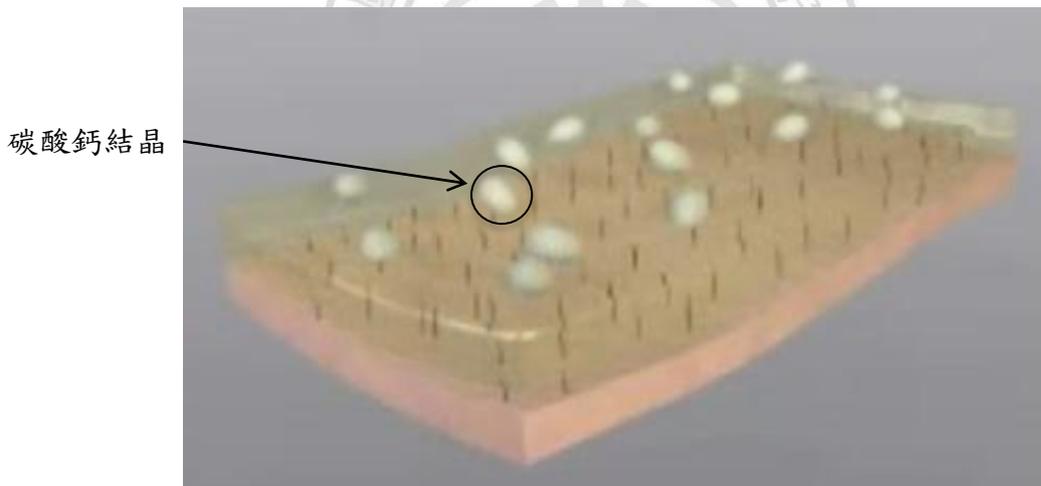


圖 2.3 橢圓囊及球囊囊壁示意圖

半規管分為前半規管、後半規管及側半規管，彼此相互垂直如圖 2.4 所示。管內有內淋巴液。每個半規管，都有一段較為膨大，膨大處稱為壺腹。壺腹內有脊狀突起，為感覺毛細胞所在之處，毛細胞上覆蓋有膠狀物，毛細胞下接有神經細胞，膠狀物的比重與內淋巴液的比重相同，故不會受地心引力牽引的影響，但會因內淋巴液流動而偏斜。當頭部轉動時，半規管內之內淋巴液會因慣性而做反方向流動，液體的流動使膠狀物與埋於其中之毛細胞纖毛跟著偏斜，進而引起神經細胞之衝動改變（刺激或抑制），半規管的功能是測知角加速度之變化，也就是旋轉、俯仰及側滾這種非直線運動的感覺。

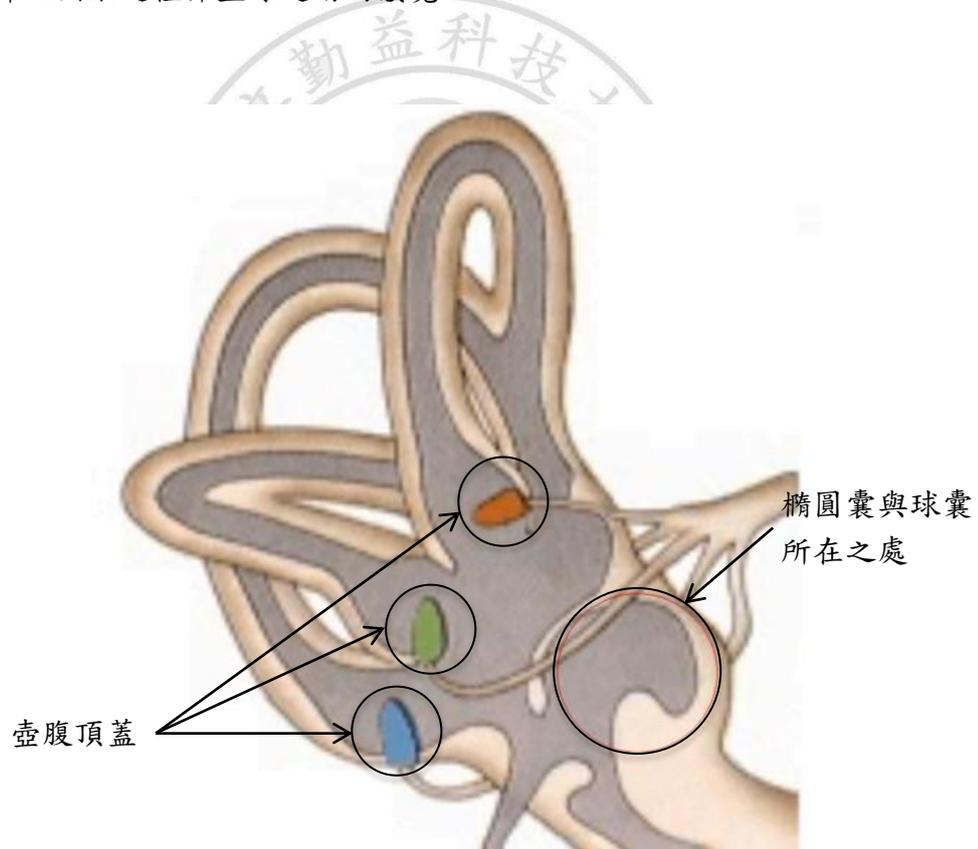


圖 2.4 半規管示意圖

2-1-3 良性陣發性頭位眩暈症

眩暈是指個人感覺自己或周遭物體天旋地轉的一種錯覺。有時候感覺不是旋轉，而是上下跳動或是左右晃動，就如地震般，廣義而言，這種感覺也是眩暈，很多人都曾有過眩暈的經驗。會產生眩暈的原因很多，而一個很常碰到的疾病就是「良性陣發性頭位眩暈症」[10]。

良性陣發性頭位眩暈症，只有病人於改變頭部位置或快速轉動頭部時才會引發眩暈，例如由仰臥起坐或由坐姿躺下之瞬間、在床上翻身、仰頭看天花板、逛街時轉頭看櫥窗及倒車時轉頭向後看等情況。有時只在某種特定姿勢才會誘使症狀發作。眩暈持續的時間相當短暫，通常以秒計，很少超過一分鐘。發生眩暈同時，會有明顯的平衡失調，無法站立或行走，嚴重時甚至連坐臥都無法維持穩定。除了眩暈和平衡失調，亦常伴隨噁心、嘔吐、冒冷汗等自律神經症狀。有些病患，在眩暈過後，不特定的昏沉頭暈感，可能持續數小時，甚至更久。

半規管只會感應頭部轉動，並不會感應地心引力。但有些原因，例如耳石器之耳石剝落並隨內淋巴液漂流至半規管內，最常發生的是沉降在「後半規管」的管底。耳石亦可能直接卡在壺腹內脊狀突起之膠狀物。在這種情況，當頭部改變位置，半規管內之耳石會受重力牽引而下沉，進而導致內淋巴液流動而使壺腹內脊狀突起之膠狀物偏斜，這會使兩側前庭神經衝動不平衡。大腦得到這些不平衡的訊息，會解讀成頭在轉動，這就是眩暈的錯覺，這也是良性陣發性頭位眩暈症的發病機制。良性陣發性頭位眩暈症發生於年齡大於 50 歲者占 67% 左右，且發生以女性居多 (68.3%) [11]。

2-2 誘發良性陣發性頭位眩暈症之原因

目前已知，良性陣發性頭位眩暈症的病理機轉為內耳耳石器中的耳石脫落，漂流於半規管的內淋巴液中，刺激半規管神經接受器「壺腹頂帽」，產生異常前庭神經衝動；一旦耳石卡在「壺腹頂帽」上，就會引起瞬間眩暈感，但頭部一轉到對側，耳石自動脫離壺腹頂帽後，暈眩感即消失。醫界目前無法確切掌握導致固定在橢圓囊或球囊中的耳石脫落之原因，只提出幾種說法：

1. 頭部受到撞擊，耳石器因為震盪而使耳石脫落。
2. 耳石器自發性退化。
3. 藥物中毒（如鏈黴素、康黴素等）引起。
4. 噪音傷害以致球囊受損。
5. 慢性中耳炎侵入耳石器，以致耳石移位。
6. 施行中耳炎鐙骨手術，結果傷到其下之球囊而引起。
7. 供養橢圓囊之前庭動脈阻塞而引起。
8. 老化。

2-3 良性陣發性頭位眩暈症之診斷

2-3-1 Dix–Hallpike Test

係由英國耳鼻喉科醫師 Hallpike 於 1938 年所提出的診斷方式如圖 2.5 所示，使患者快速躺下之動作，誘發產生姿勢性眼振 (Positional Nystagmus) [12]，再藉由觀察患者眼睛跳動情形 (俗稱：眼振)，來診斷患者患部側。進行誘發眼振使患者快速躺下之動作時，要注意有些患者檢查時要別小心，例如頸椎狹窄、頸神經根病變、嚴重脊椎側彎後彎、唐氏症、嚴重類風濕性關節炎、僵直性脊椎炎、脊髓受傷的患者等等。



圖 2.5 Dix–Hallpike Test

2-3-2 徐緩相、急速相

事實上，眼振 (Nystagmus) 源自希臘語，意思是思睡打盹；因為我們愛睏時頭部都會緩慢往下移，到一定程度後再出現反射性修正而向上頂起，原理剛好和眩暈病人的眼振現象極為相像。通常眼振都會先出現「徐緩相」，即眼球偏向一側，到一定角度後，又出現向對側的快速彈跳，此稱「急速相」；具有診斷意義的大多指急速相。

2-3-3 偏斜現象與修正反射

人體以窄小的腳底抵抗地心引力、保持直立姿勢，實際上是很不穩定的；人體之所以還能輕易的「頂天立地」，是因為有正常的前庭平衡機能。如果一側內耳障礙，即使努力站好或做好立正姿勢，也會搖搖擺擺、站不好。再仔細觀察就可以發現，患者往往先向一側緩慢傾斜，稱為「偏斜現象」；傾斜至一定程度時才又急速回復到原來的姿勢，稱為「修正反射」。同樣的情形也會發生在眼球，也就是說眼球會隨著姿勢偏斜時出現「徐緩相」，回正時出現「急速相」，而且偏斜的方向多為病變側，而修正的方向多為正常側如圖 2.6 所示。

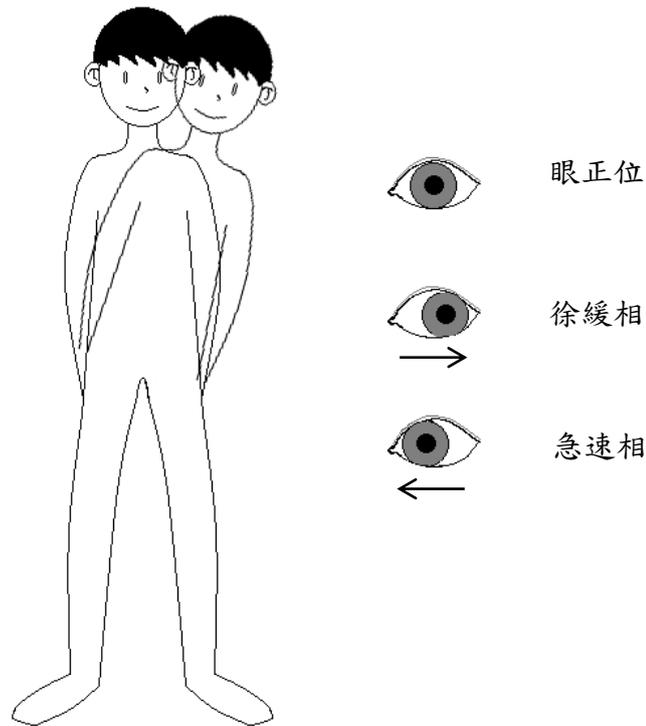


圖 2.6 徐緩相，急速相示意圖

[左側內耳障礙時，閉眼立正身體會向左偏斜，此時眼球亦向左偏倚（徐緩相），身體回正時眼球亦會回正（急速相）]。

2-4 良性陣發性頭位眩暈症之治療

藥物治療目前結果一般認為尚難滿意，其主要為促進血液循環、改善神經、放鬆與緩解自律神經、抑制內耳前庭功能止暈等。於 1992 年 Epley 經由科學研究後提出 Epley Maneuver (伊普萊操作法)，施行一次的成功率可達八成。

2-4-1 Epley Maneuver

改變患者頭部的動作與身體姿勢，藉由地心引力的牽引，將脫落的耳石引導回復至正確的位置，稱為伊普萊操作法或耳石復位法[13]，如圖 2.7 所示。

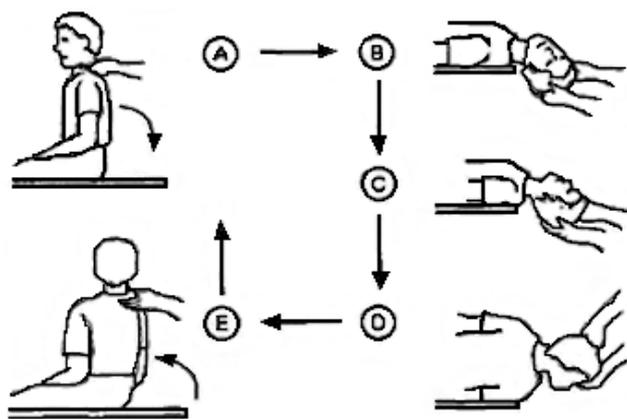


圖 2.7 Epley Maneuver

步驟如下 (每個動作間格時間約 15 分鐘長)：

- A. 患者呈坐姿，頭部轉向患側 45 度。
- B. 患者躺下，頭部保持轉向患側 45 度並且呈後仰 105 度。
- C. 患者頭部轉向健側 90 度。
- D. 患者頭部保持不動，身體轉向健側 90 度呈側躺姿勢。
- E. 患者由側躺回復為坐姿。

本研究利用 SolidWorks 軟體繪製出內耳前庭器，並搭配伊普萊操作法流程，呈現出耳石的動向，假設患部為右耳如圖 2.8、2.9、2.10、2.11、2.12 所示。

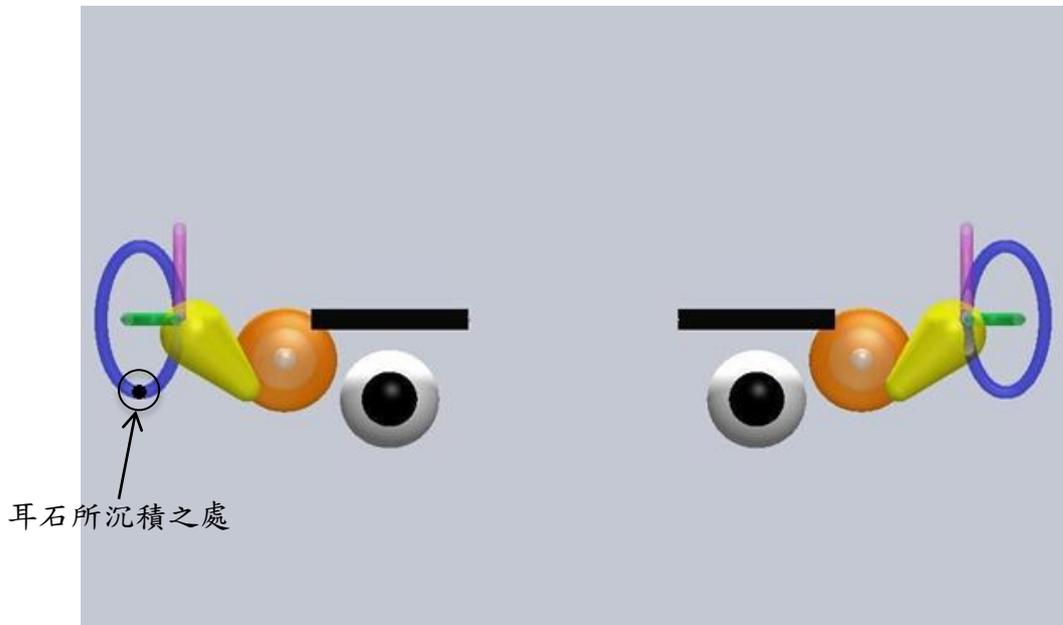


圖 2.8 正面

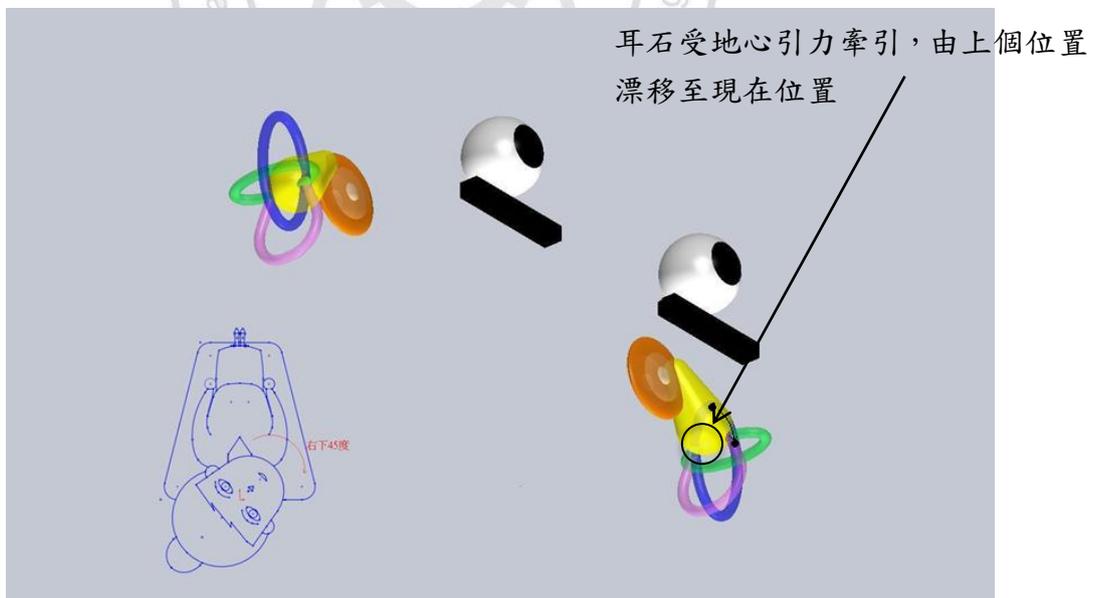


圖 2.9 患者頭部轉向患側 45 度

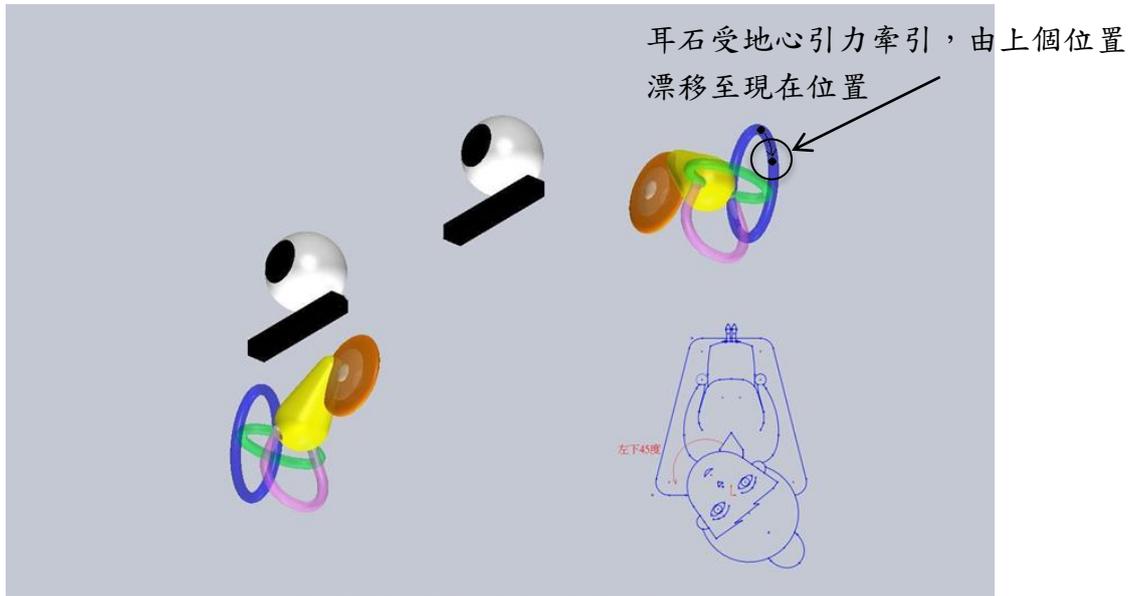


圖 2.10 患者頭部轉向健側 90 度

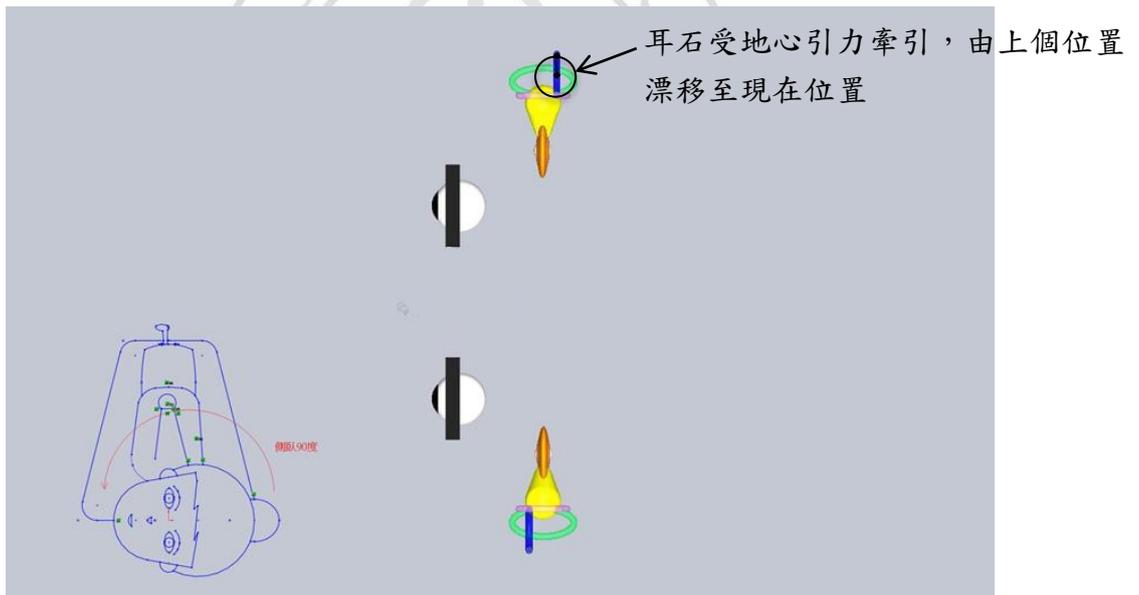


圖 2.11 患者身體轉向健側 90 度，呈側躺姿勢

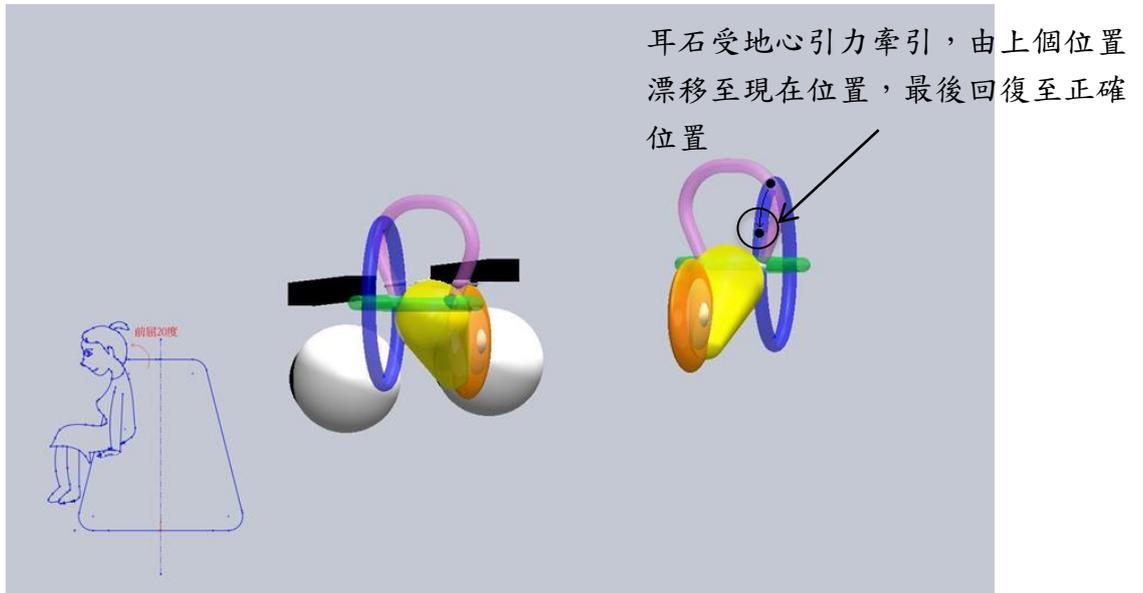


圖 2.12 患者由側躺回復為坐姿



第三章 本研究各系統之介紹與應用

3-1 各系統之介紹

3-1-1 本研究之控制系統

單晶片微電腦 (single chip microcomputer) 主要用於控制方面，所以亦被稱為微控制器 (microcontroller)。單晶片微電腦就是將微電腦的結構安置於同一個晶片而成的微電腦，換句話說，單晶片微電腦就是把微電腦結構製造在同一個 IC 內而形成的微電腦[14]。



3-1-1-1 微電腦的基本結構

目前的微電腦 (microcomputer) 雖有 4 位元、8 位元、16 位元、32 位元等多種，但基本結構都如圖 3.1 所示，包含有下述三大部分：

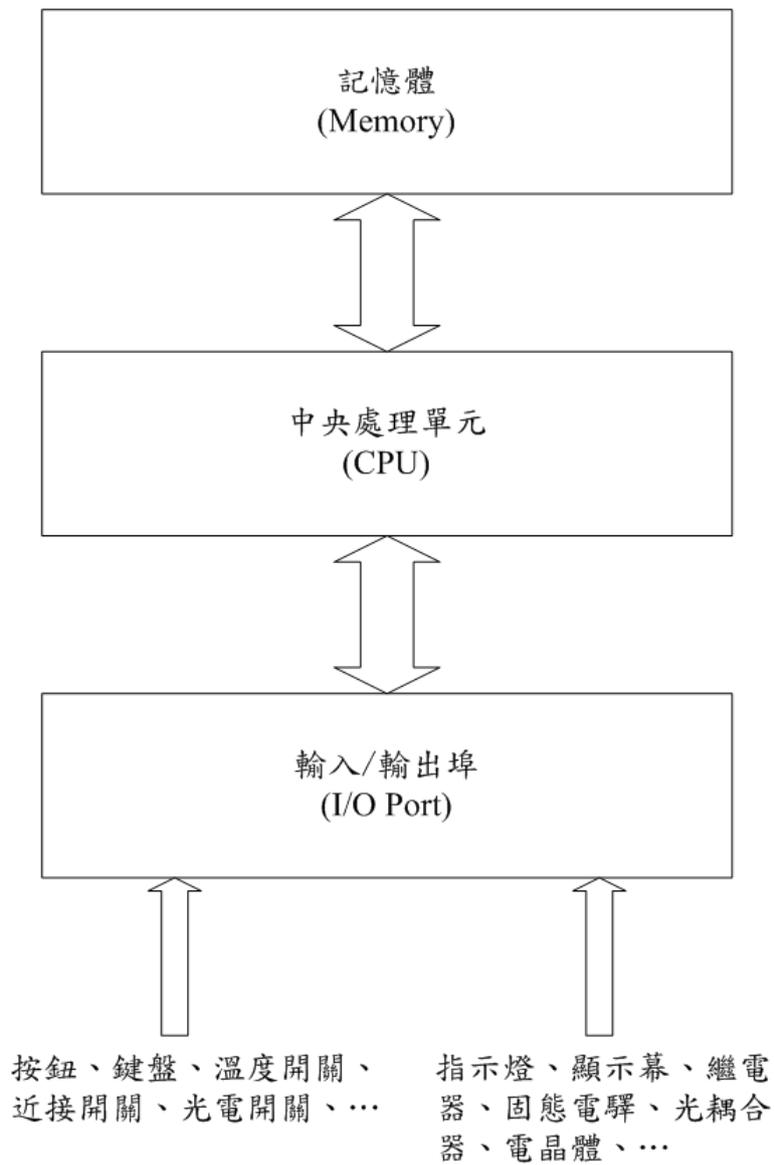


圖 3.1 微電腦的基本結構

1. 中央處理單元 (CPU)

中央處理單元 central processing unit 簡稱為 CPU，負責從記憶體讀入指令，加以分析，並執行指令。負責整個微電腦的運作。CPU 依其每次處理資料的位元數(bit)而有 4 位元、8 位元、16 位元、32 位元等不同的規格可供選用。

2. 記憶體 (Memory)

記憶體是用來儲存程式及資料。常用的記憶體有：

- (1). ROM (read only memory；唯讀記憶體)。ROM 的內容是記憶體的製造廠在生產過程中製造進去的。適宜大量生產。缺點是我們無法自己變更其內容。ROM 又稱為 Mask ROM 或 MROM。
- (2). EPROM (erasable programmable read noly memory；可清除再重新燒錄的 ROM)。EPROM 的內容是我們自己用燒錄器燒錄進去的，必要時可用紫外線燈照射將內容清除掉(俗稱“洗掉”)，並可再重新用燒錄器燒錄新的內容。
- (3). Flash Memory (快閃記憶體)。Flash Memory 的內容是我們自己用燒錄器燒錄進去的，必要時可用燒錄器立即將其內容清除掉並燒錄新的內容。
- (4). RAM (random access memory；隨意存取記憶體)。RAM 的內容可由 CPU 隨時存取，因此常被用來儲存需要變更的資料。

儲存在 ROM、EPROM 及 Flash Memory 的內容並不會因電源切斷而消失，因此常被用來儲存程式及固定不變的資料。RAM 的內容會隨電源的切斷而消失，所以一般只用來存放異動的資料。

3. 輸入/輸出埠 (I/O Port)

輸入埠 (input port) 負責將外界的命令、資料取入微電腦中。一般微電腦的輸入埠只能夠輸入 0 與 1 兩種狀態，但有些微電腦的輸入埠具有類比輸入端 (即內含類比/數位轉換器, A/D converter) 因此可輸入類比電壓。

輸出埠 (out port) 負責將 CPU 處理之結果送至外界。一般微電腦的輸出埠只能夠輸出 0 與 1 兩種狀態，但有些微電腦的輸出埠具有類比輸出端 (即內含類比/數位轉換器, A/D converter) 因此可輸出類比電壓。

由於很多微電腦所用之元件既可當輸入埠用亦可當輸出埠用，因此人們常將輸入埠與輸出埠和稱為 I/O Port。



3-1-1-2 MCS-51 系列單晶片微電腦

MCS-51 系列單晶片微電腦內部之方塊圖如圖 3.2 所示。茲說明如下：

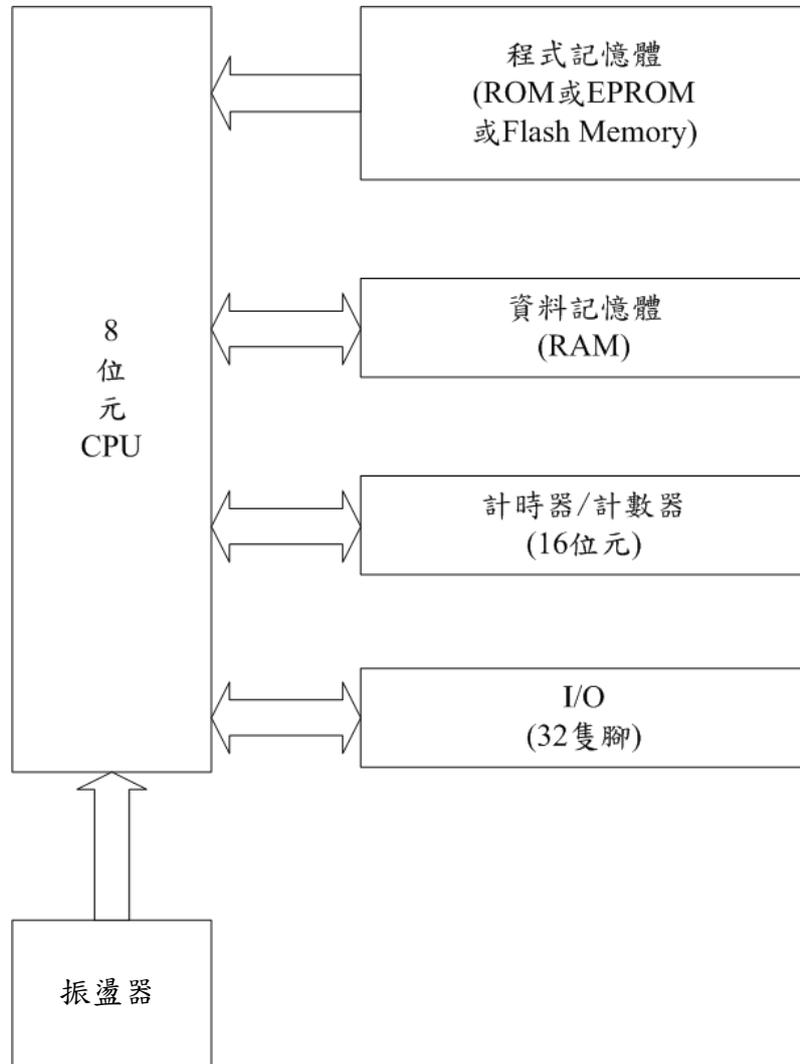


圖 3.2 MCS-51 系列單晶片微電腦之方塊圖

1. 振盪器

MCS-51 系列單晶片微電腦的內部有一個振盪器，只要外接一個石英晶體 (crystal) 即可產生整個系統所需之時序脈波 (clock)。

2. CPU

這是一個特別適於從事自動控制的高性能 8 位元 CPU，用來執行指令、控制整個微電腦的運作。

3. 程式記憶體

ROM 或 EPROM 或 Flash Memory，用來儲存程式及固定不變的常數。

4. 資料記憶體

RAM，用來儲存程式執行中需要加以改變的資料。容量隨編號而異。

5. 計時器/計數器

可用指令設定為 16 位元的計時器或作為 16 位元的計數器用。

6. I/O 接腳

一共有 32 隻輸入/輸出接腳可供應用。

3-1-1-3 MCS-51 系列的接腳圖

MCS-51 系列之單晶片微電腦是一個 40 隻腳的超大型積體電路 (VLSI)，接腳的排列如圖 3.3 所示。茲詳細說明於下：

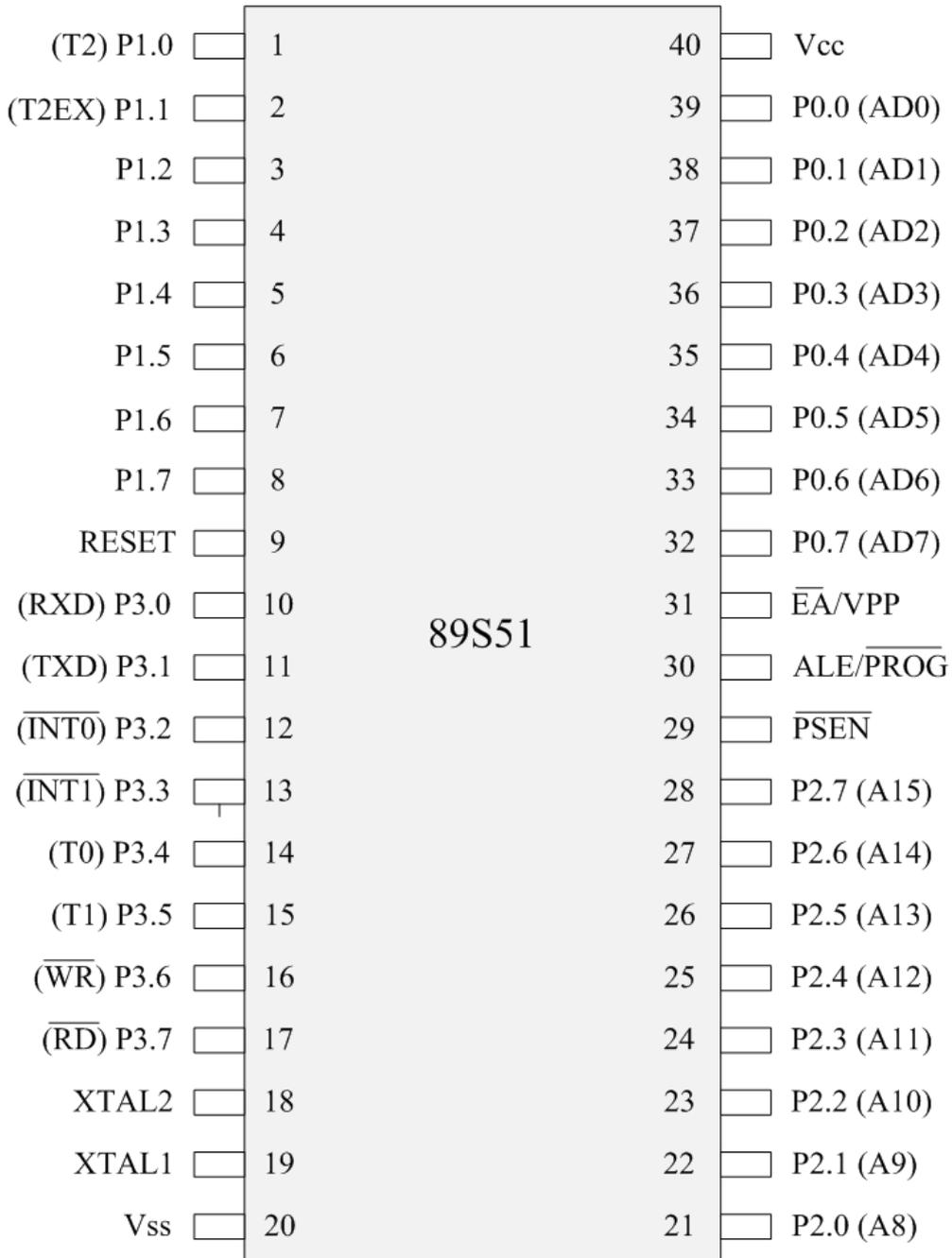


圖 3.3 MCS-51 系列常用編號之接腳圖

Vss :

- (1). 第 20 腳。
- (2). 電路之地電位。

Vcc :

- (1). 第 40 腳。
- (2). 電源接腳，必需接+5V 電源。

XTAL1 及 XTAL2 :

- (1). 第 19 腳及第 18 腳。
- (2). 兩腳之間需接一個 3.5MHz 之石英晶體 (crystal)。
- (3). 如圖 3.4 所示。
- (4). 常用之石英晶體有 3.5MHz、6MHz、11.059MHz、12MHz。

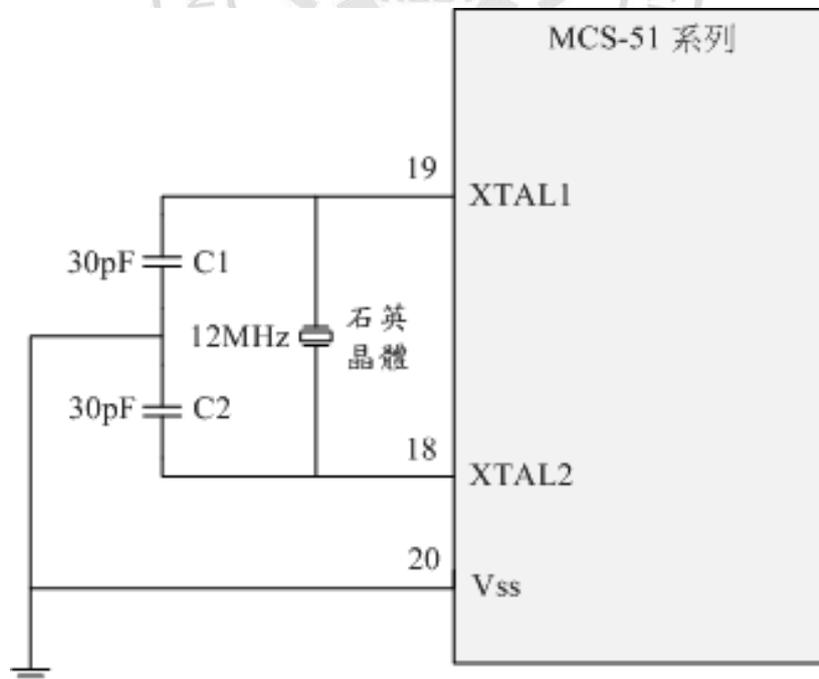


圖 3.4 震盪電路

RESET :

- (1). 第 9 腳。重置輸入腳。
- (2). 此腳內部已有一個 $50\text{k}\Omega\sim 300\text{k}\Omega$ 的電阻器接地，所以只需接一個電容器至 +Vcc 即可在電源 ON 時產生開機重置的功能。但是，我們常會在 RESET 腳用一個 $8.2\text{k}\Omega$ 至 $10\text{k}\Omega$ 的電阻器接地，以縮短開機重置的時間。
- (3). 若有需要，亦可在電容器兩端並聯一個常開按鈕，以便壓此按鈕時可強迫系統重置。
- (4). 如圖 3.5 所示。
- (5). 當重置信號發生後會產生下列作用：
 - I. 重置特殊功能暫存器的值。如表 3.1 所示。
 - II. 在 Port0~Port3 的每一隻接腳都寫入 1。
 - III. 令 CPU 從位址 0000H 開始執行程式。

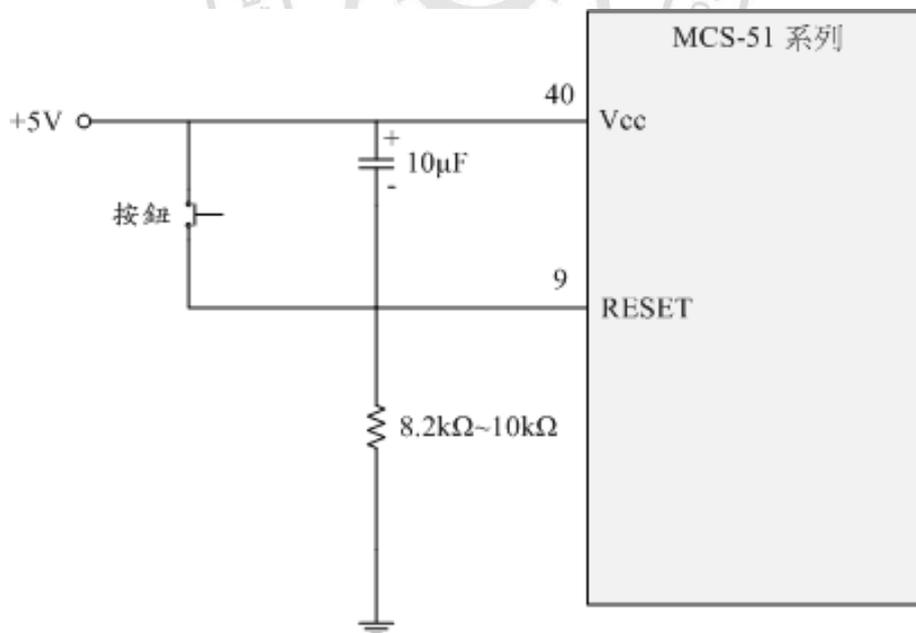


圖 3.5 開機重置電路

表 3.1 特殊功能暫存器重置後之預設值

暫存器名稱	重置值
PC	0000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	07H
DRTR	0000H
P0~P3	FFH
IP (8051)	XXX00000B
IP (8052)	XX000000B
IE (8051)	0XX00000B
IE (8052)	0X000000B
TMOD	00H
TCON	00H
T2CON (8052)	00H
TH0	00H
TH1	00H
TL1	00H
TH2 (8052)	00H
TL2 (8052)	00H
RCAP2H (8052)	00H

(續前表)

RCAP2L (8052)	00H
SCON	00H
SBUF	不一定
PCON (HMOS)	0XXXXXXXXB
PCON (CMOS)	0XXX0000B

註：(8051) 代表 80C31、8051、80C51、87C51、89C51 等編號

(8052) 代表 80C32、80C52、87C52、89C52、87C54、89C55 等編號

(HMOS) 代表 HMOS 版本

(CMOS) 代表 CMOS 版本

\overline{EA} ：

- (1). 第 31 腳。輸入腳。
- (2). 當 \overline{EA} 腳接地時，內部程式記憶體失效，CPU 被迫只讀外部的程式記憶體 (external access enable)。
- (3). 80C51、80C52、87C51、87C52、89C51、89C52、87C54、89C55 等編號，此腳必需接至+Vcc。
- (4). 80C31、80C32 等編號，此腳必需接地。

P0.0~P0.7：

- (1). 第 32~39 腳。
- (2). 8 位元之輸入/輸出埠。稱為 Port 0，簡稱為 P0。
- (3). 每隻腳均可當成輸入腳或輸出腳用。
- (4). 接腳 P0.0~P0.7 均為開汲極 (open drain) 結構，沒有內部提升電阻器。

若欲輸出 Hi 或 Low 之電壓，需自己在接腳接上外部提升電阻器(external pullup)。

- (5). 當外接記憶體或外接 I/O 時，必需利用 P0.0~P0.7 作為位址匯流排及資料匯流排。
- (6). Port 0 做輸出埠用時，每隻接腳均可沉入 (sink) 8 個 LS TTL 負載。
- (7). 若某接腳欲當作輸入腳用，則需先將 1 寫入這隻接腳。

P1.0~P1.7 :

- (1). 第 1~第 8 腳。
- (2). 8 位元之輸入/輸出埠。稱為 Port 1，簡稱為 P1。
- (3). Port 1 為具有內部提升電阻器 (約 30kΩ) 的雙向輸入/輸出埠。可以驅動 4 個 LS TTL 負載。
- (4). 每隻腳均可當成輸入腳或輸出腳用。
- (5). 若某接腳欲當作輸入腳用，則需先將 1 寫入這隻腳。
- (6). 在 80C32、80C52、87C52、89C52、87C54、89C55 等編號中，P1.0 及 P1.1 這兩隻接腳同時具有下列特殊功能如表 3.2 所示：

表 3.2 P1.0、P1.1 接腳之特殊功能

接腳名稱	特殊功能
P1.0	T2 (計時/計數器 2 的外部輸入腳)
P1.1	T2EX (計時/計數器 2 處於補取或再載入模式下的觸發輸入腳)

P2.0~P2.7 :

- (1). 第 21~28 腳。
- (2). 8 位元之輸入/輸出埠。稱為 Port 2，簡稱為 P2。

- (3). Port 2 是具有內部提升電阻器（約 30kΩ）的雙向輸入/輸出埠。可以驅動 4 個 LS TTL 負載。
- (4). 每隻腳均可當成輸入腳或輸出腳用。
- (5). 若某接腳欲當作輸入腳用，則需先將 1 寫入這隻接腳。
- (6). 當 CPU 使用 16 位元的位址對外部記憶體進行存取時，Port 2 被用來輸出位址的高位元組。

P3.0~P3.7：

- (1). 第 10~第 17 腳。
- (2). 8 位元之輸入/輸出埠。稱為 Port 3，簡稱為 P3。
- (3). Port 3 也是具有內部提升電阻器的雙向輸入/輸出埠。可以驅動 4 個 LS TTL 負載。
- (4). 每隻腳都可當成輸入腳或輸出腳用。
- (5). 若某接腳欲當作輸入腳用，則需先將 1 寫入這隻接腳。
- (6). Port 3 的接腳可以作為下列特殊用途如表 3.3 所示：

表 3.3 Port 3 接腳之特殊功能

接腳名稱	特殊功能
P3.0	RXD（串列部的輸入腳）
P3.1	TXD（串列部的輸出腳）
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ （外部中斷 0 的輸入腳）
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ （外部中斷 1 的輸入腳）
P3.4	T0（計數器 0 的輸入腳）

(續前表)

P3.5	T1 (計數器 1 的輸入腳)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (當 CPU 欲將資料送至外部 RAM 或外部 I/O 裝置時, 此腳會產生負脈波。稱為寫入脈波輸出腳。)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (當 CPU 欲從外部 RAM 或外部 I/O 讀取資料時, 此腳會產生負脈波。稱為讀取脈波輸出腳。)

ALE :

- (1). 第 30 腳。位址閃鎖致能 (address latch enable) 輸出腳。
- (2). 當 CPU 對外部裝置存取資料時, 此腳輸出脈波之負緣可用來鎖住(latch)由 Port 0 送出之低位元組位址。

$\overline{\text{PSEN}}$:

- (1). 第 29 腳。外部程式記憶體致能 (program store enable) 輸出腳。
- (2). 當 CPU 欲讀取外部程式記憶體的內容時, 此腳會自動產生負脈波。

3-1-1-4 MCS-51 指令集

人類叫電腦做事的每一個命令就稱為指令 (instruction), 若將指令依合理的順序加以安排使電腦為我們完成一件特定的工作, 就是程式 (program)。

先將表 3.4 中使用到的符號定義於下, 以方便指令的了解:

A : 累積器。

C : 進位旗標。

DPTR : 資料指標暫存器。

Rn : 目前所選用的暫存器庫中的暫存器 R0~R7。

- data** : 1 byte (即 8 位元) 之常數。00H~FFH。
- data16** : 2 byte (即 16 位元) 之常數。0000H~FFFFH。
- direct** : 可直接定址的位元組位址，包含：
- (1). 內部 RAM 的位址 00H~7FH。
 - (2). 特殊功能暫存器之位址 80H~FFH。
- bit** : 可位元定址的位元位址。
- @Rm** : 以暫存器 R0 或 R1 的內容當位址，可定址到 RAM 位元組位址 00H~FFH。
- address** : 目的位址。使用在跳越或呼叫指令中。
- x** : x 的內容。
- (x)** : 以 x 的內容為位址所間接定址之內容。
- ←** : 以右邊的資料取代左邊的資料。
- ↔** : 把左邊的資料和右邊的資料互換。

表 3.4 MCS-51 指令索引 (依英文字母順序排列)

指令	功能
ACALL address	呼叫在 2k byte 範圍內之副程式
ADD A,Rn	把暫存器的內容加入累積器內
ADD A,#data	把常數加入累積器內
ADD A,direct	把直接定址位元組的內容加入累積器內
ADD A,@Rm	把內部資料記憶體的內容加入累積器內
ADDC A,Rn	把進位旗標及暫存器的內容加入累積器內
ADDC A,#data	把進位旗標的內容及常數加入累積器內

(續前表)

ADDC A,direct	把進位旗標及直接定址位元組的內容加入累積器內
ADDC A,@Rm	把進位旗標及內部資料記憶體的內容加入累積器內
AJMP address	在 2k byte 的範圍內直接跳躍
ANL A,Rn	把暫存器的內容 AND 入累積器內
ANL A,#data	把常數 AND 入累積器內
ANL A,direct	把直接定址位元組的內容 AND 入累積器內
ANL A,@Rm	把內部資料記憶體的內容 AND 入累積器內
ANL C,bit	把直接定址位元的內容 AND 入進位旗標內
ANL C,/bit	把直接定址位元內容的補數 AND 入進位旗標內
ANL direct,A	把累積器的內容 AND 入直接定址位元組內
ANL direct,#data	把常數 AND 入直接定址位元組內
CJNE A,direct,address	若 A≠direct 則跳
CJNE A,#data,address	若 A≠data 則跳
CJNE Rn,#data,address	若 Rn≠data 則跳
CJNE @Rm,#data,address	若 (Rm) ≠data 則跳
CLR A	把累積器的內容清除為 0
CLR bit	把直接定址位元的內容清除為 0
CLR C	把進位旗標的內容清除為 0
CPL A	把累積器的內容反相

(續前表)

CPL bit	把直接定址位元的內容反相
CPL C	把進位旗標的內容反相
DA A	把累積器的內容調整為十進位的型式
DEC A	把累積器的內容減 1
DEC direct	把直接定址位元組的內容減 1
DEC Rn	把暫存器的內容減 1
DEC @Rm	把內部的資料記憶體的內容減 1
DIV AB	把 A 的內容除以 B 的內容
DJNZ direct,address	把直接定址位元組的內容減 1，若結果不等於零則跳
DJNZ Rn,address	把暫存器的內容減 1，若結果不等於零則跳
INC A	把累積器的內容加 1
INC direct	把直接定址位元組的內容加 1
INC DPTR	把資料指標暫存器的內容加 1
INC Rn	把暫存器的內容加 1
INC @Rm	把內部資料記憶體的內容加 1
JB bit,address	若 bit=1 則跳
JBC bit,address	若 bit=1 則跳，並令 bit=0
JC address	若 C=1 則跳

(續前表)

JMP @A+DPTR	跳至位址 A+DPTR 處執行程式
JNB bit,address	若 bit=0 則跳
JNC address	若 C=0 則跳
JNZ address	若 A≠0 則跳
JZ address	若 A=0 則跳
LCALL address	呼叫在 64k byte 範圍內之副程式
LJMP address	在 64k byte 的範圍內直接跳越
MOV A,Rn	把暫存器的內容複製至累積器內
MOV A,direct	把直接定址位元組的內容複製至累積器內
MOV A,#data	把常數複製至累積器內
MOV A,@Rm	把內部資料記憶體的內容複製至累積器內
MOV bit,C	把進位旗標的內容複製至直接定址位元內
MOV C,bit	把直接定址位元的內容複製至進位旗標內
MOV direct,A	把累積器的內容複製至直接定址位元組內
MOV direct,direct	把直接定址位元組的內容複製至直接定址位元組內
MOV direct,#data	把常數複製至直接定址位元組內
MOV direct,Rn	把暫存器的內容複製至直接定址位元組內
MOV direct,@Rm	把內部資料記憶體的內容複製至直接定址位元組內
MOV DPTR,#data16	把 16 位元的常數複製至資料指標暫存器內

(續前表)

MOV Rn,A	把累積器的內容複製至暫存器內
MOV Rn,direct	把直接定址位元組的內容複製至暫存器內
MOV Rn,#data	把常數複製至暫存器內
MOV @Rm,A	把累積器的內容複製至內部資料記憶體內
MOV @Rm,direct	把直接定址位元組的內容複製至內部資料記憶體內
MOV @Rm,#data	把常數複製至內部資料記憶體內
MOVC A,@A+DPTR	將程式記憶體位址 A+DPTR 的內容複製至累積器內
MOVX A,@Rm	把外部資料記憶體的內容複製至累積器內
MOVX A,@DPTR	把外部資料記憶體的內容複製至累積器內
MOVX @DPTR,A	把累積器的內容複製至外部資料記憶體內
MOVX @Rm,A	把累積器的內容複製至外部資料記憶體內
MUL AB	把 A 的內容乘以 B 的內容
NOP	不做任何事情
ORL A,Rn	把暫存器的內容 OR 入累積器內
ORL A,direct	把直接定址位元組的內容 OR 入累積器內
ORL A,#Rm	把常數 OR 入累積器內
ORL A,@Rm	把內部資料記憶體的內容 OR 入累積器內
ORL C,bit	把直接定址位元的內容 OR 入進位旗標內
ORL C,/bit	把直接定址位元內容的補數 OR 入進位旗標內

(續前表)

ORL direct,A	把累積器的內容 OR 入直接定址位元組內
ORL direct,#data	把常數 OR 入直接定址位元組內
POP direct	將堆疊器之內容取回直接定址位元組內
PUSH direct	把直接定址位元組的內容存入堆疊器內
RET	從副程式返回主程式
RET1	從中斷副程式返回主程式
RL A	不含進位旗標左旋轉
RLC A	包含進位旗標左旋轉
RR A	不含進位旗標右旋轉
RRC A	包含進位旗標右旋轉
SETB bit	把直接定址位元的內容設定為 1
SETB C	把進位旗標的內容設定為 1
SJMP address	在同頁內之相對跳越
SUBB A,Rn	把累積器的內容減去進位旗標的內容再減去暫存器的內容
SUBB A,direct	把累積器的內容減去進位旗標的內容再減去直接定址位元組的內容
SUBB A,#data	把累積器的內容減去進位旗標內容再減去常數

(續前表)

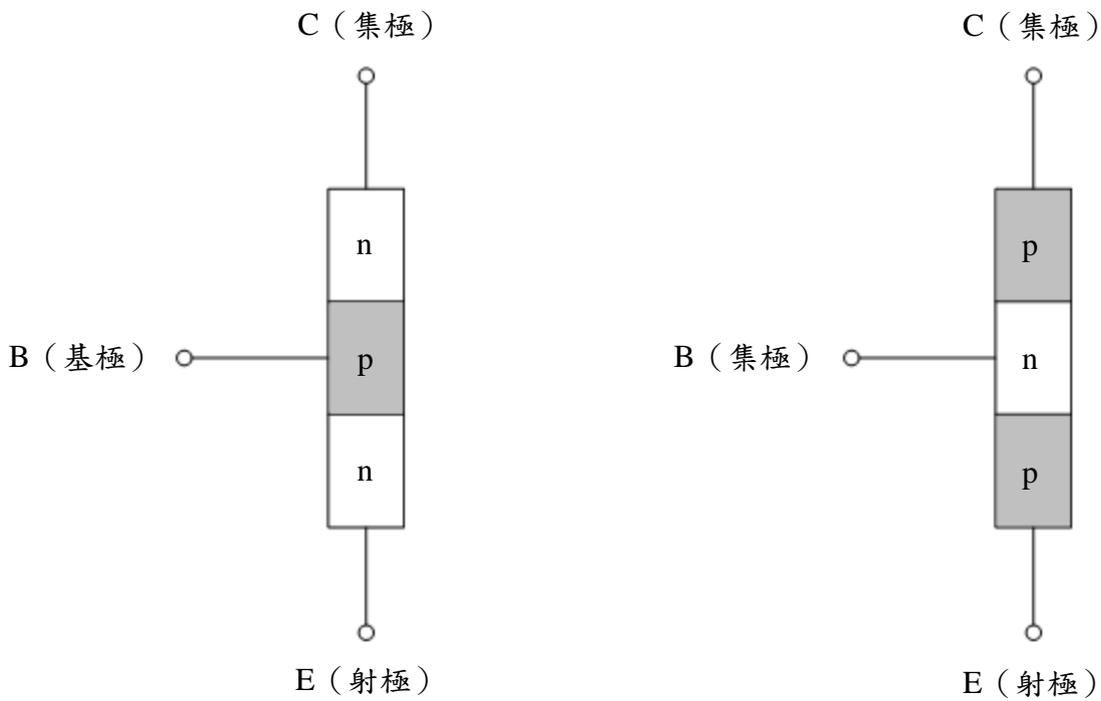
SUBB A,@Rm	把累積器的內容減去進位旗標的內容再減去內部資料記憶體的內容
SWAP A	把累積器內容兩個「半位元組」
XCH A,Rn	把累積器的暫存器的內容互換
XCH A,direct	把累積器和直接定址位元組的內容互換
XCH A,@Rm	把累積器和內部資料記憶體的內容互換
XCHD A,@Rm	把累積器和內部資料記憶體內容的「低四位元」互換
XRL A,Rn	把暫存器的內容 XOR 入累積器內
XRL A,#data	把常數 XOR 入累積器內
XRL A,direct	把直接定址位元組的內容 XOR 入累積器內
XRL A,@Rm	把內部資料記憶體的內容 XOR 入累積器內
XRL direct,A	把累積器的內容 XOR 入直接定址位元組內
XRL direct,#data	把常數 XOR 入直接定址位元組內

3-1-2 本研究之電子開關系統

電晶體 (transistor) 是一種固態半導體元件，可以用於放大、開關、穩壓、信號調製和許多其他功能的電路之中[15]。

3-1-2-1 電晶體構造

1. 結構:



C: Collector 集極

B: Base 基極 (較薄)

E: Emitter 射極

(a) npn

(b) pnp

圖 3.6 電晶體的結構

2. 符號:

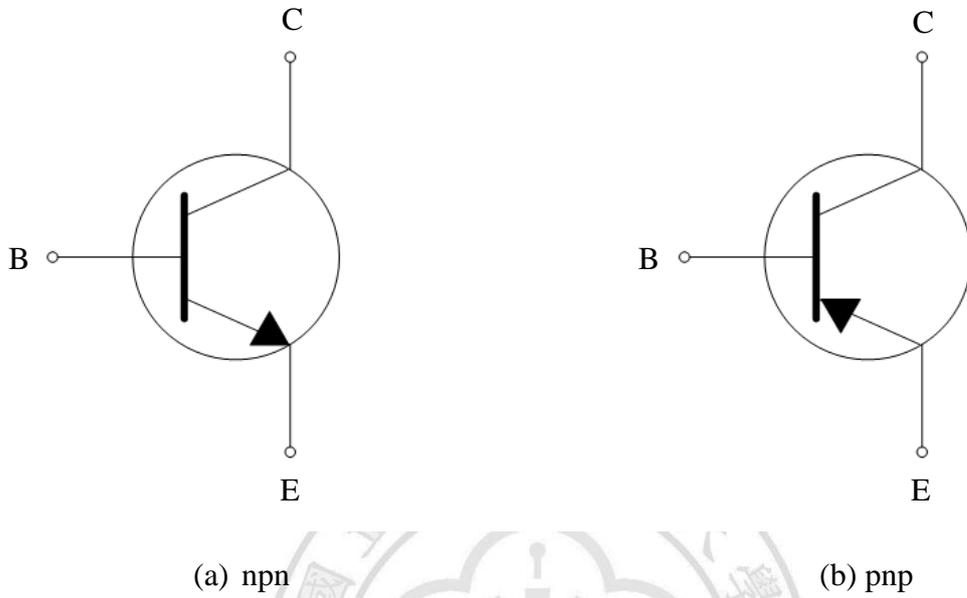


圖 3.7 電晶體的符號

3-1-2-2 動作原理

1. 偏壓接法: BE 間為順偏, BC 間為逆偏。

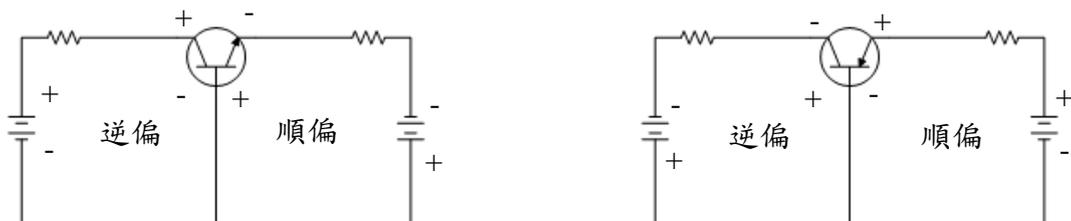


圖 3.8 電晶體的偏壓接法

2. 動作原理（以 npn 為例）：

(1). BE 順偏，BC 逆偏 ($V_{BB} > 0$ 、 $V_{CC} > 0$)

(A). BC 間為逆偏，故空乏區較寬，所以 $R_{CB} > R_{BE}$ 。

(B). BE 間為順偏，故電子越過 BE 接面由 E 流向 B，大部分電子會再受 V_{CC} 之正極及 C 區之正離子所吸引而越過 BC 接面流向 C，少部分則由 B 流出，流向 V_{BB} 正極。

(C). V_{CC} 吸引電子係由 E 區供應而非 C 區之電子，故 BC 接面之空乏區不會持續擴寬。

(D). $I_C + I_B = I_E$ ，而 I_B 很小，所以 $I_E \approx I_C$ 。

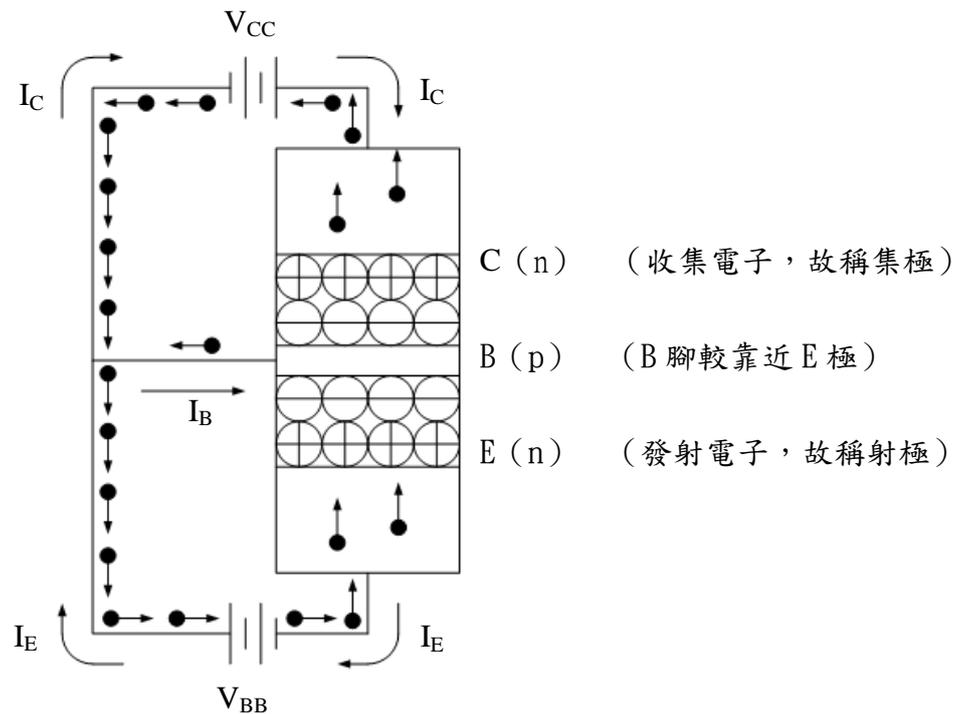
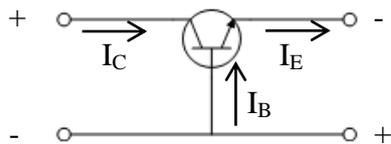


圖 3.9 電晶體動作原理的模型

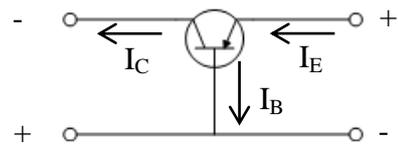
(E). 電流方向

nnp: $I_C + I_B = I_E$

pnnp: $I_E = I_C + I_B$ (Transistor View)



(a) npn



(b) pnp

圖 3.10 電晶體的電流方向

- (2). BE 逆偏，BC 逆偏:兩接面均截止（不通）。
- (3). BE 逆偏，BC 順偏:因 BE 間逆偏，空乏區擴寬，使 B 腳處均為負離子層，無載子，故無電流，C 極之電子無法越過 BE 接面，故電晶體截止。
- (4). BE 順偏，BC 順偏:C、E 均發射電子至 B 區，B 區因較薄，電洞全部被中和掉後即因無載子而截止。

3. 電晶體三態 (Three states of a transistor)

(1). $V_{BB} > 0.7$ 、 $V_{CC} > 0$

(壹). 電晶體正常動作，稱電晶體「工作 (Active)」。

(貳). 此時 $I_C + I_B = I_E$ ， $I_B \neq 0 \rightarrow I_C \neq I_E$ 。

(2). $V_{BB} \leq 0.7$ 、 $V_{CC} > 0$

(壹). 兩接面均逆偏，此時除漏電流外，無電流流動。

(貳). 此時稱電晶體「截止 (Cut-off)」。

(3). V_{BB} 甚大、 $V_{CC} > 0$

- (壹). 當 V_{BB} 增加，E 區射出之電子亦增加，即 I_E 變大， I_C 跟著變大。
- (貳). 因 B 區較薄，由 E 區來的電子將 B 區之電洞全部佔用後，E 區再增加電子 (i.e. V_{BB} 再加大)，則電子均由 B 區流出 (i.e. I_B 無法再變大)，不會再被 V_{CC} 吸引而由 C 區流出 (i.e. I_C 無法再變大)，亦即達到 V_{CC} 所能吸引之極限 (除非再加大 V_{CC})。
- (參). 此時稱電晶體「飽和 (Saturation)」。

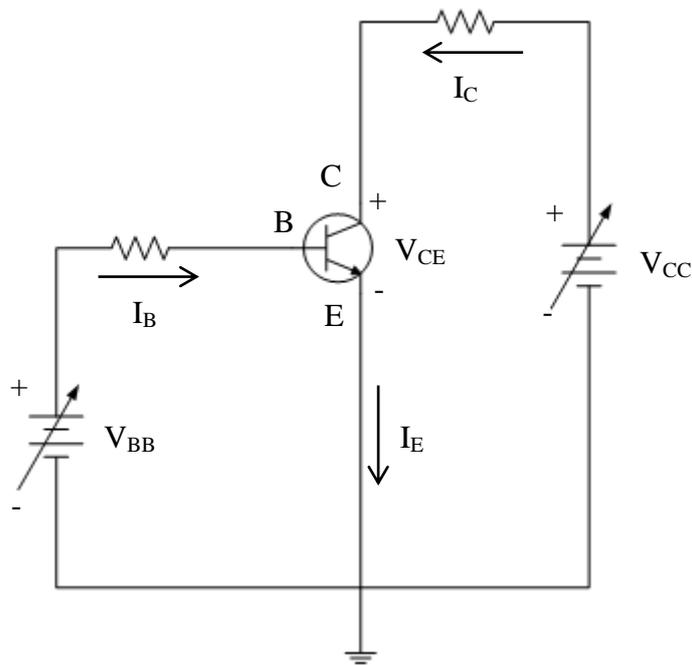


圖 3.11 電晶體三態的偏壓設定

3-1-2-3 電晶體的用途

電晶體作為一種可變開關如圖 3.12 所示，基於輸入的電壓，控制流出的電流，因此電晶體可做為電流的開關，和一般機械開關（如 Relay、switch）不同處在於電晶體是利用電訊號來控制，而且開關速度可以非常之快。

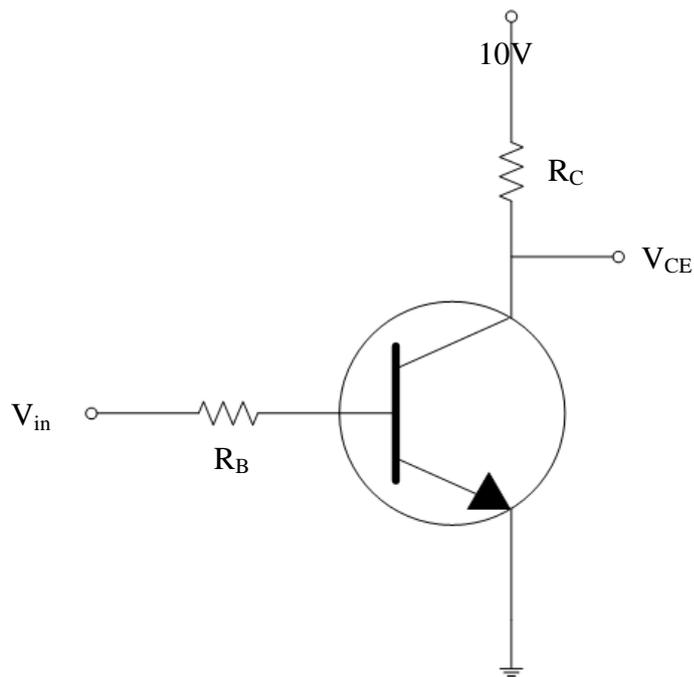


圖 3.12 電晶體當作開關使用的電路

1. V_{in} 信號出現 ($V_{in} > 0.7$) :
電晶體導通 (Switch closed), $V_{Rc} \neq 0$
2. V_{in} 停止 ($V_{in} < 0.7$) :
電晶體不通 (Switch opened)
 $V_{Rc} = 0$, $V_{CE} = 10V$

3-1-3 本研究之氣壓系統

3-1-3-1 氣壓概要

氣壓 (pneumatic) 一詞係源自希臘文 (Pneuma)，其含義為研究空氣運動及空氣現象的一門學問。氣壓實為目前工業之靈魂，與我們日常生活已有密切的關係，由於其經濟與方便性的特性，未來的發展將無遠弗屆[16-17]。

3-1-3-1.1 氣壓特點

氣壓究竟有何特點：

- (A). 在任何地方都可無限的獲得空氣能源。
- (B). 在地球上任何地點只要設有空氣壓縮機，空氣就會產生壓力。
- (C). 氣體的空氣沒有污染性，因此對人體、機器、材料不會有安全的顧慮，當然更沒有公害問題發生。
- (D). 氣壓方式的自動化系統，除了清潔、安全及能源便宜之優點外，還有機器之構造簡單、小型，可做遠距離的操作、直線及迴轉運動容易、維護簡單、最適合使用於微妙的操作等等特點。
- (E). 使用周圍環境不必特殊選擇，任何地方都可使用。
- (F). 能與油壓、電氣、電子機械之能源配合使用，為自動化最有利的條件。

3-1-3-1.2 氣壓的優點

氣壓除了上節所示特點外尚有如下之優點：

- (A). 輸出調整容易：“力” $F = P \times A$ (壓力 \times 面積) 所以調整輸出，僅須調整調壓閥的壓力即可。
- (B). 速度調整容易，可無段變速：氣壓流量 $Q = A \times v$ (面積 \times 速度) 要調整氣壓缸的速度只要加裝一流速調整閥，以調整其進氣量或排氣

量即可使速度變化。

- (C). 能安全而勝任衝擊過負載：空氣本身是可以被壓縮的氣體，衝擊的過負載力量可在氣壓缸內由空氣壓縮來吸收衝擊力，而不造成損壞。
- (D). 能高速作動：空氣的黏性較小，在配管過程中壓力降小，而且流速快，所以能高速作動。
- (E). 能源可以儲存：只要有一個儲氣槽，即能簡單而又方便儲存能源。
- (F). 對溫度的影響較小無爆發或者火的顧慮：氣體對溫度影響比較小，不會有爆炸及著火的顧慮，所以比較安全。
- (G). 只要基礎學識：不必具備高深的學識，就可以使用氣壓機器。

3-1-3-1.3 氣壓的缺點

當然氣壓並不是只有優點而已，它也有以下幾點缺點：

- (A). 精確速度控制有困難：由於氣體之可壓縮性，對於速度及任意點定位精確度較差，但近年來已發展出定位的單元可克服上述困難。
- (B). 信號傳遞較電氣慢：長距離的傳送宜用電氣控制（10公尺以上）。
- (C). 慢速不穩定：慢速時會震動不宜做車、銼、磨之機械加工，但若與油壓混合使用，利用壓縮空氣做動力，推油前進即可達到油壓穩定的效果。
- (D). 動力小：一般氣壓只可在一定輸出條件下使用方為經濟，約 7 kg/cm^2 ，其可產生的力量約在 2.5 噸到 3 噸左右，當然超過此力量之氣壓缸也可以做，但由於使用壓縮空氣量大，成本較高，所以超過 3 噸以上之力量一般以油壓為主。
- (E). 排氣有噪音：氣壓由於其流速快所以其排氣時會有聲音。

(F). 作動效率較低：其作動過程是由機械能或電能帶動空氣壓縮機產生壓力能，然後再轉換成機械能，所以其間能量轉換所造成的損失較大，所以作動效率較低。

3-1-3-2 氣壓系統之基本構成

氣壓系統依其機器性能及操作之不同可分為下列四大類，在此用一簡單方塊圖如圖 3.13 所示。

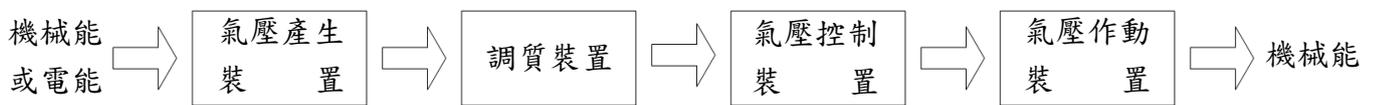


圖 3.13 基本氣壓系統方塊圖

3-1-3-2.1 空氣壓縮機

空氣壓縮機是氣壓系統的動力來源，將大氣壓力壓縮到系統所需的壓力，以供給氣壓系統所需的壓力源，由於各系統的要求條件、工作壓力、及空氣量的要求不同，所以必須選用各種不同的壓縮機，依其構造及動作原理可分為兩大類，如圖 3.14 所示。

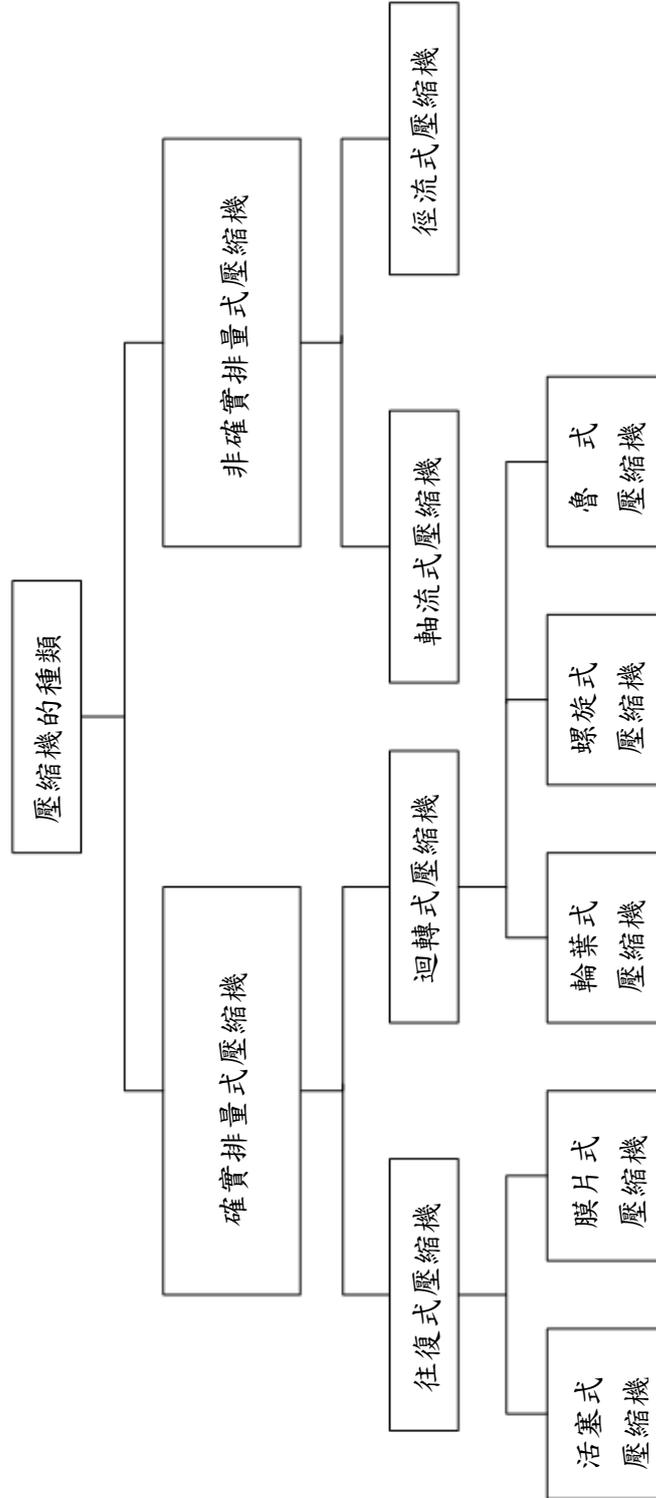


圖 3.14 壓縮機種類

3-1-3-2.2 氣壓調質機構

自然界中，完全不含水份的乾燥空氣，是不存在的。只是含在空氣中的水份，多半呈水汽狀態，混合在空氣中，而不易被察覺罷了。儲存於儲氣筒的壓縮空氣，經由配管而輸送至氣壓機器之前，必須將壓縮空氣予以調整，基於此理由，通常使用空氣濾清器、調壓閥、附壓力表及潤滑器，此三項氣壓元件的組合稱為氣壓調質單元，又稱之為三點組合，簡稱為 FRL[18]，如圖 3.15 所示。

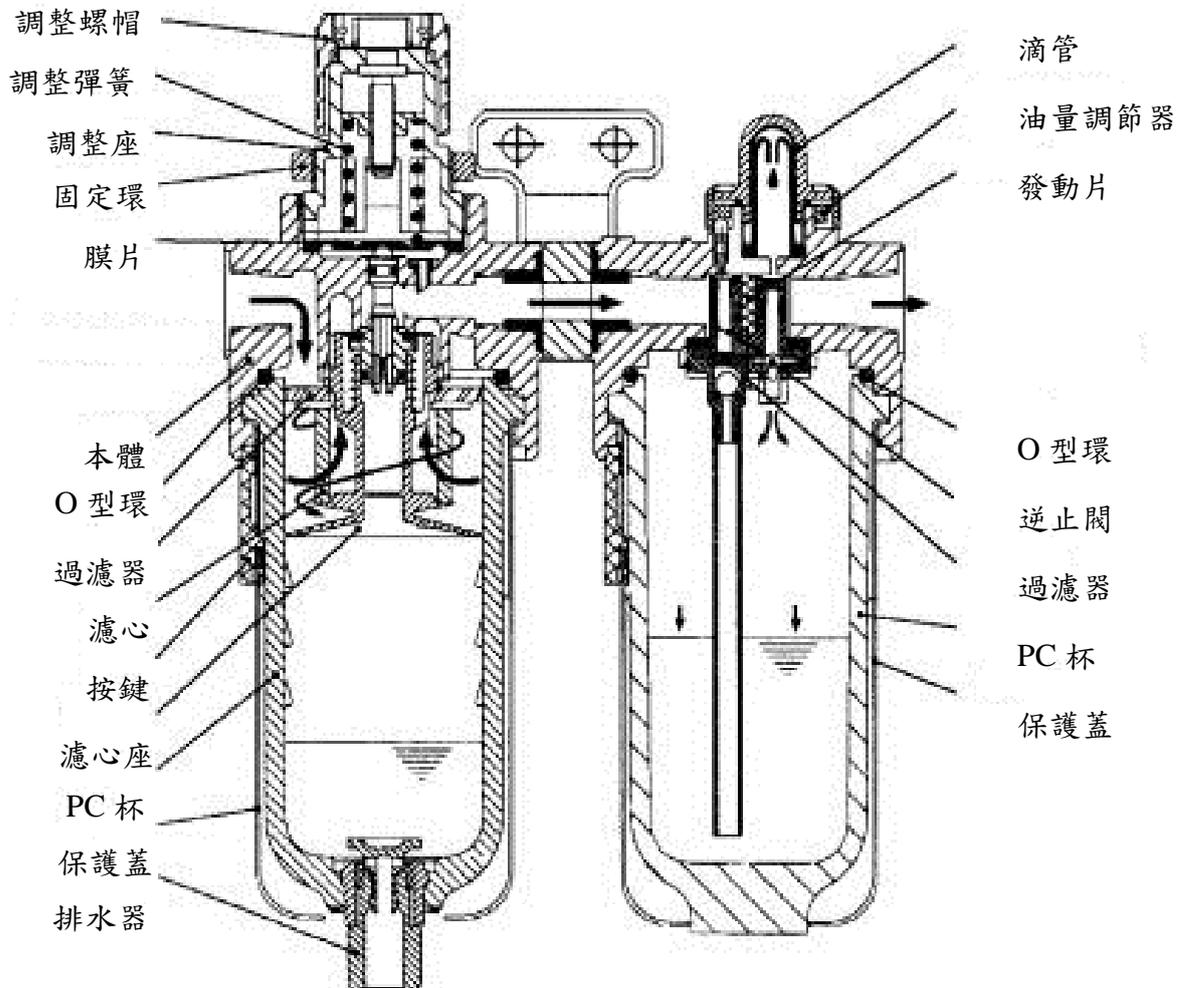


圖 3.15 三點組合

1. 空氣濾清器

空氣濾清器的構造如圖 3.16 所示。由 IN 入口進入之壓縮空氣流過渦旋葉，使之產生旋轉作用，利用該離心力將灰塵與水分甩向濾清杯的內壁，然後聚集於杯底，壓縮空氣則通過濾清器而將小灰塵與雜物分離乾淨的壓縮空氣由 OUT 出口流出。

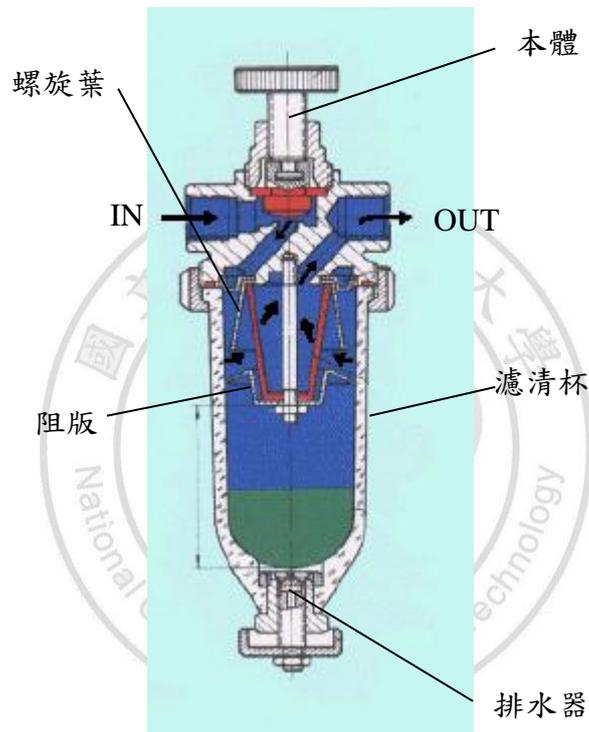


圖 3.16 空氣濾清器構造圖

2. 調壓閥

氣壓機器係利用空氣壓力使之產生工作，所以保持一定的工作壓力是非常重要的，而調壓閥是要達成此任務為目的。而為了指示其正確的壓力數值，所以一般均與壓力表組合在一起。

調壓閥的構造如圖 3.17 所示。壓力的調節係由膜片所控制，膜片一邊受輸出壓力控制，另一邊受彈簧所抵擋，彈簧力可由調整螺絲加以調整。當輸出壓力大於彈簧設定壓力時，膜片向彈簧施加壓力並下降，連帶使閥座也下降，低於彈簧設定壓力時，彈簧力頂開閥座，如此閥座的連續開啟與關閉，即可控制輸出壓力於預先設定的數值。

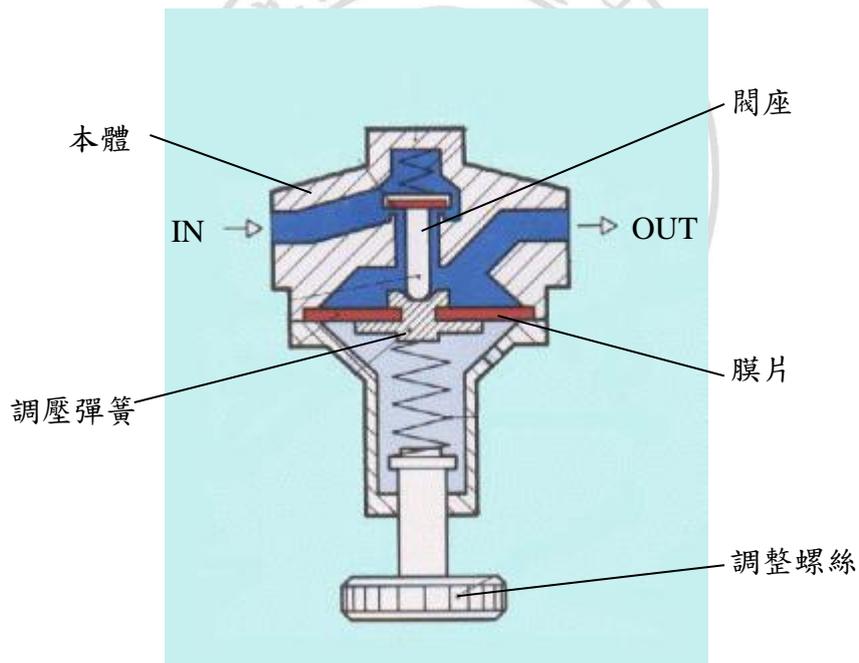


圖 3.17 調壓閥構造圖

3. 壓力表

壓力表，係用以指示流過調壓閥（二次壓力）的壓縮空氣動力，一般都與調壓閥組合，也有與調壓閥及空氣濾清器三者組成一體的。

4. 潤滑器

為了氣壓作動機構之空氣流動順利，在氣壓機器，應加潤滑器。潤滑器是為達成氣壓機器潤滑效果為目的。

大部份的潤滑器操作原理，係根據文氏管原理，如圖 3.18 所示。利用噴口前的壓力差 ΔP 將油杯中的油吸入至空氣出口處，被通過空氣噴成霧狀混合流出。

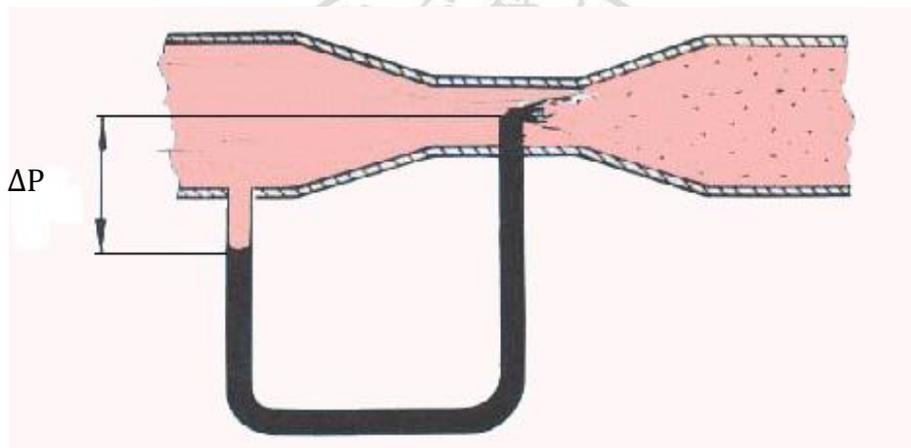


圖 3.18 文氏管原理

潤滑器的構造如圖 3.19 所示。由入口處進入之空氣流經潤滑器內的小通道，此時流動速度會增快，速度增快後壓力會降低，潤滑器入口側與其小通路部份之間產生壓力差，利用此壓力差，將油杯內之油經過管路往上吸，吸上的油由噴嘴滴下，與壓縮空氣的流動混合成霧狀，然後由出口送出。

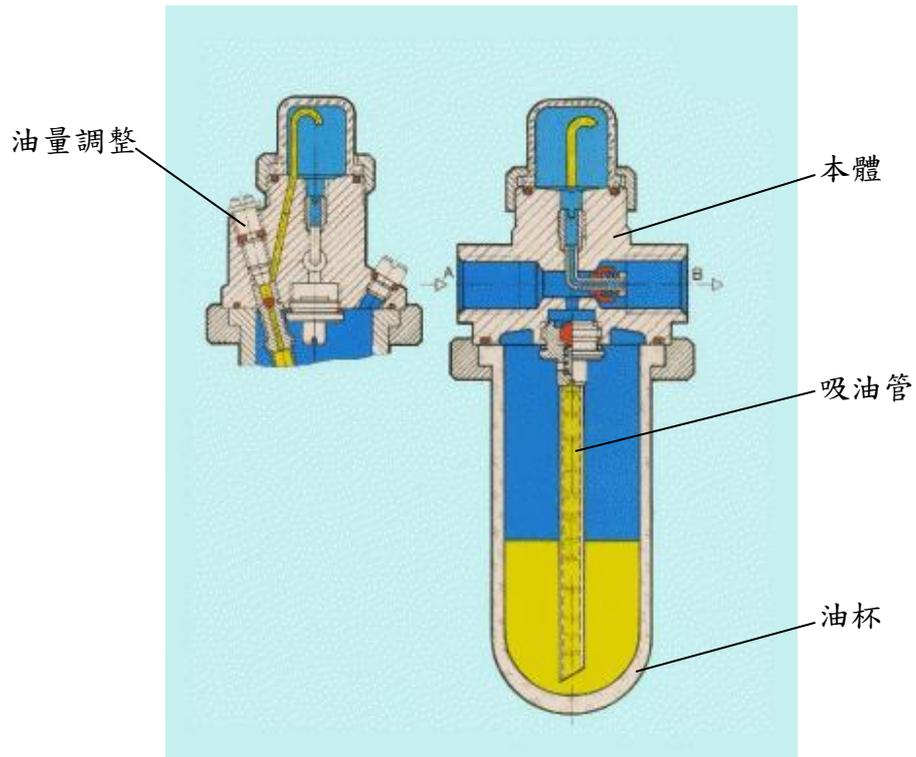


圖 3.19 潤滑器原理

3-1-3-2.3 氣壓控制元件

閥瓣是控制及調節工作媒介的元件，閥瓣能控制壓縮空氣的啟動、停止、及流動方向，同時也可節壓縮空氣的流量及壓力。一般可分為：方向控制閥、壓力控制閥、流量控制閥、其他如梭動閥、雙壓閥、快速排氣閥、定時閥等。

(壹).方向控制閥

為變更氣壓缸或氣壓馬達之進行方向，須改變其氣壓流動方向，為達此目的所用的閥，稱為方向控制閥，又可稱為方向切換閥，其種類很多，為辨認方便起見，依照其特性分列如下：

- 主閥的構造。
- 出入口與位置。
- 作動方式。
- 控制方式。

1. 主閥的構造

主閥的構造大別可分為三種：滑軸式；滑座式；球座式三種。

2. 出入口與位置

在氣壓設計迴路中，每一氣壓閥都用符號來表示該氣壓閥的功能，以圖 3.20 來說明之。

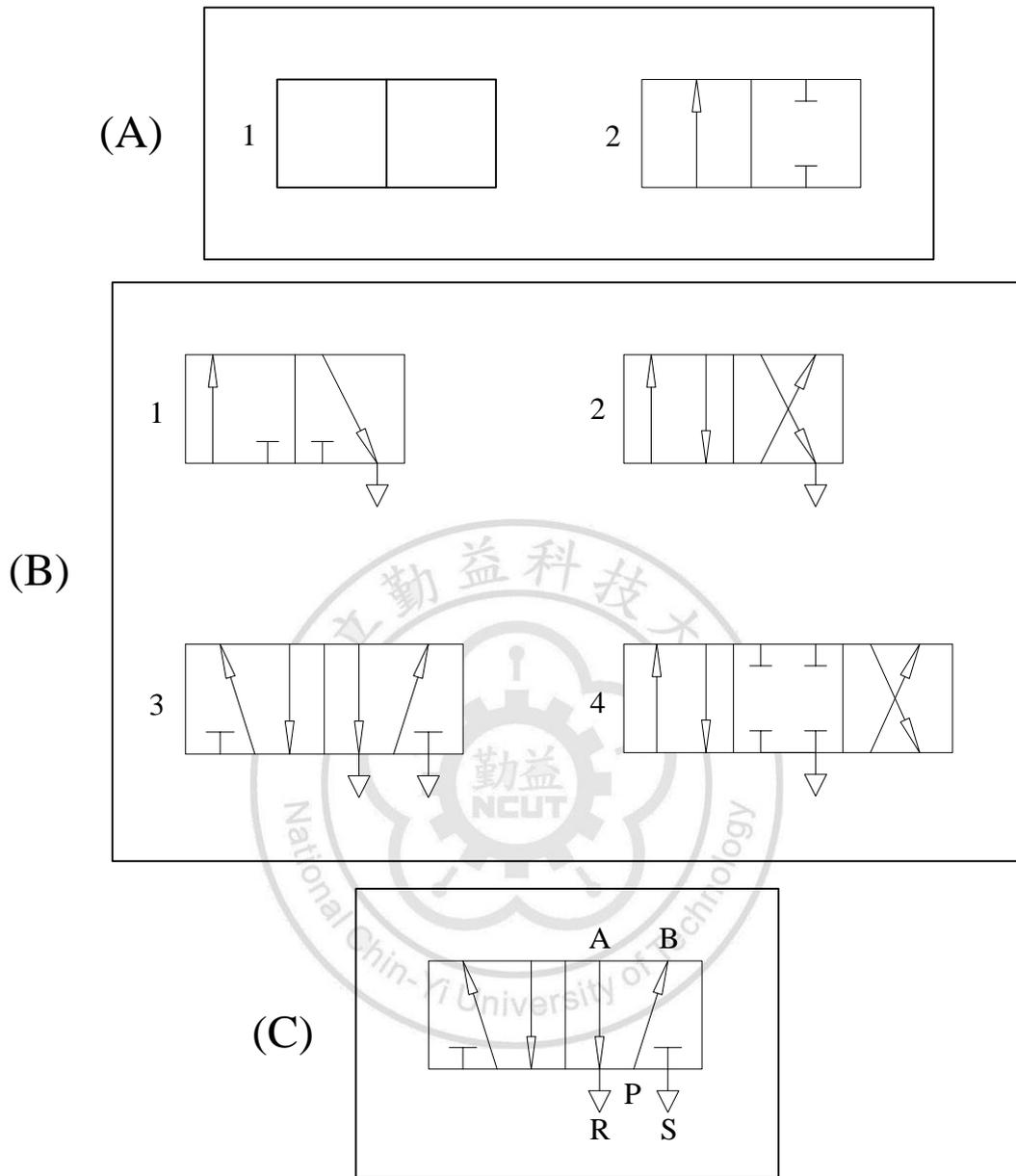


圖 3.20 氣壓閥符號代表與名稱

(A). 1.符號中的方塊叫做“位”，方塊的數目表示“閥位”數目。如圖 1 有 2 個方塊所以讀為二位。

2.方塊內的線表示空氣在閥內流動的路徑，箭頭表示流動的方向。

(B). 1.為 3 口 2 位

2.為 4 口 2 位

3.為 5 口 2 位

4.為 4 口 3 位

(C). 接口上的英文字母

A,B,C：表示工作管路的接口，一般接往氣壓缸。

P：表示氣壓供應接口。

R,S,T：表示排放接口。

3. 作動方式（電磁閥）

作動方式可分為：直接作動、間接作動，直接作動型在氣壓 0bar 時仍可使用，而間接作動型最少必須在有限作動壓力下來操作。

4. 控制方式

方向控制閥的控制方式分類如下：

甲、機械控制方式

利用凸輪之機械性動作以開關閥件，相當於電氣設施的微動開關或極限開關。

乙、氣壓控制方式

以氣壓之壓力操作閥之開關。不必使用電氣，僅使用氣壓來操作自動控制。

丙、電磁控制方式

電磁控制方式係利用電磁鐵的吸引力來帶動閥的開閉。

丁、手動控制方式

利用人手操作閥之開閉。

(貳). 流量控制閥

流量控制閥又名速度控制閥，其目的在於控制氣體的流量，因而用來調節系統中流體流動速度，及作動機構速度的控制。

(1). 雙向流量控制閥

係流體在正反兩面（即 $A \rightarrow B$ 或 $B \rightarrow A$ ）都可達到控制氣體流量之目的，其符號如圖 3.21 所示。

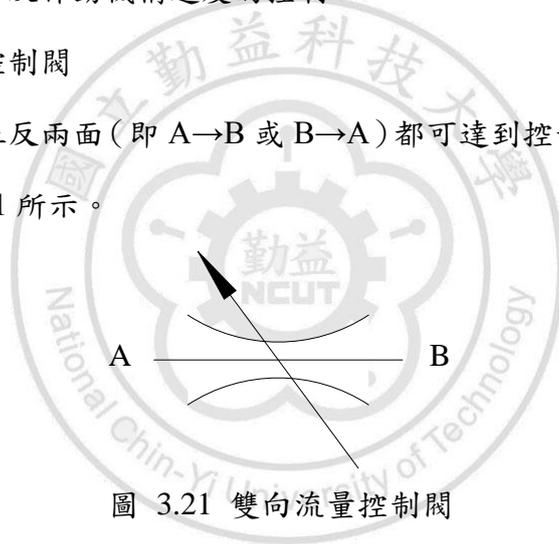


圖 3.21 雙向流量控制閥

(2). 單向流量控制閥

係將雙向流量控制閥及止回閥並聯的一種組合裝置，此閥僅在單一方向產生節流，而在另一個方向不產生節流，亦即自由流，其符號如圖 3.22 所示。

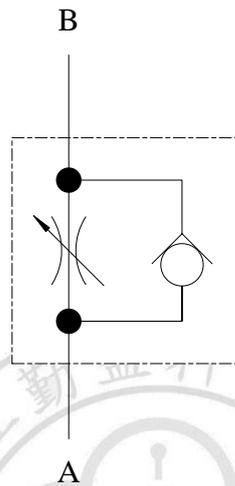


圖 3.22 單向流量控制閥

3-1-3-2.4 氣壓致動元件

氣壓作動機構，一般可分為四大類：

- (1). 氣壓缸：將氣體的壓力能轉變成直線運動機械能。
- (2). 氣壓馬達：將氣體的壓力能轉變成迴轉運動的機械能。
- (3). 擺動馬達：將氣體的壓力能轉變成有限度迴轉運動的機械能。
- (4). 真空吸盤

甲、由真空泵浦抽成真空，產生吸力。

乙、由真空產生器利用文氏管原理，產生吸力。

理論輸出：

氣壓缸內徑是決定輸出之一因素，如圖 3.23 所示。

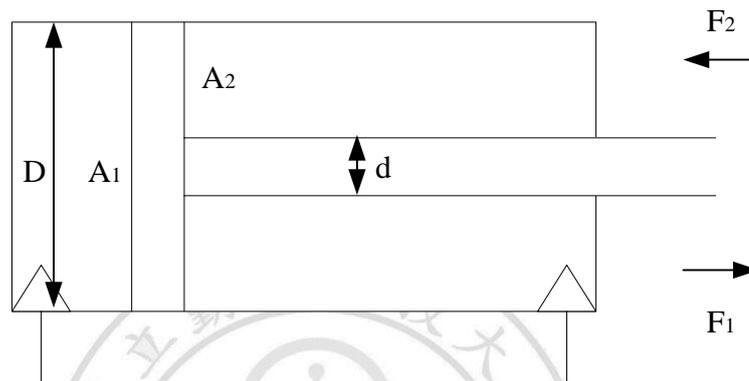


圖 3.23 氣壓缸理論輸出示意圖

$$\text{推側面積：} A_1 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$\text{拉側面積：} A_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$\text{理論輸出：} F_i = \frac{P\pi D^2}{4}$$

$$\text{推側理論輸出：} F_1 = PA_1$$

$$\text{拉側理論輸出：} F_2 = PA_2$$

3-1-4 本研究之回饋系統

為避免醫療設備之機構與機構間的碰撞意外發生，本研究運用了極限開關與數位邏輯閘，隨時回饋訊號給予單晶片微電腦，使單晶片微電腦掌握醫療設備機構動作情況，並判斷是否進行下一步或告知醫護人員此設備誤動作故障中。

3-1-4-1 極限開關

極限開關的原理與按鈕開關的原理大致相同，唯一不同的是極限開關的體積較小，且其靈敏度較高，故一般將其歸類於感測元件中。

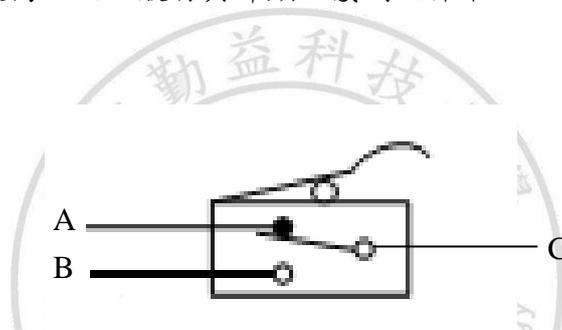


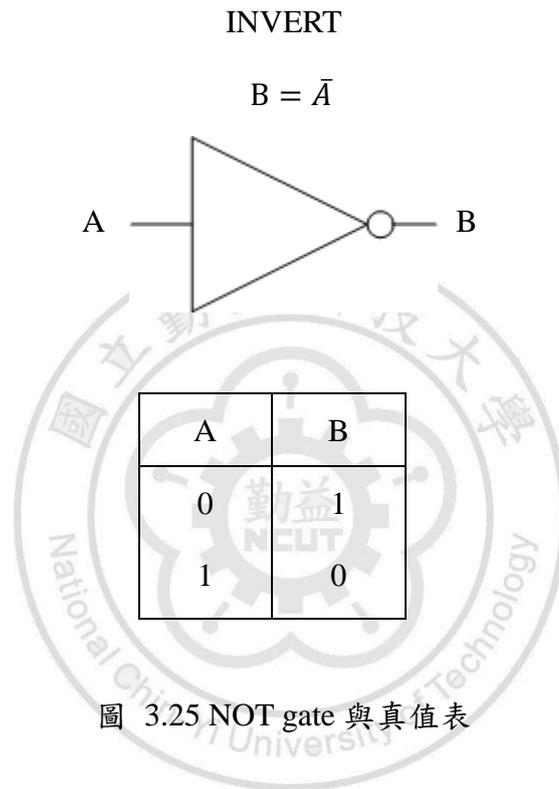
圖 3.24 極限開關示意圖

3-1-4-2 數位邏輯閘

邏輯的意義是對一切有條理有秩序的事件而謂之。因此在這種限制之下凡事都祇有兩種可能，不是對便是錯。就如開或關電燈一樣，沒有半開半關的事情。而在專業術語上就是用“真和假”（truth or false）來代表正反兩面，而在電路上則用“0 和 1”來代表電路通或不通，就因通與不通是電壓準位的變化而已，所以大抵用“1”來表示高電位而“0”代表低電位[19]。

(A). 反開 (NOT gate)

NOT gate 各有一個輸入和輸出，它被設計得剛好使輸入是輸出的反態，執行此動作的電路稱為反相器 (inverter)，如圖 3.25 所示。



(B). 及閘 (AND gate)

兩個或兩個以上的輸入，一個輸出。AND gate 的電路是設計為祇有當輸入同時為“1”態時，才有“1”態之輸出，是用來擔任所有輸入信號是否同時都是“1”態之邏輯決定。及閘的加能似串聯開關，數個串聯開關只有同時閉合才會使電路成為通路，若有任一開關電路，則電路成為開路狀態。如圖 3.26 所示。

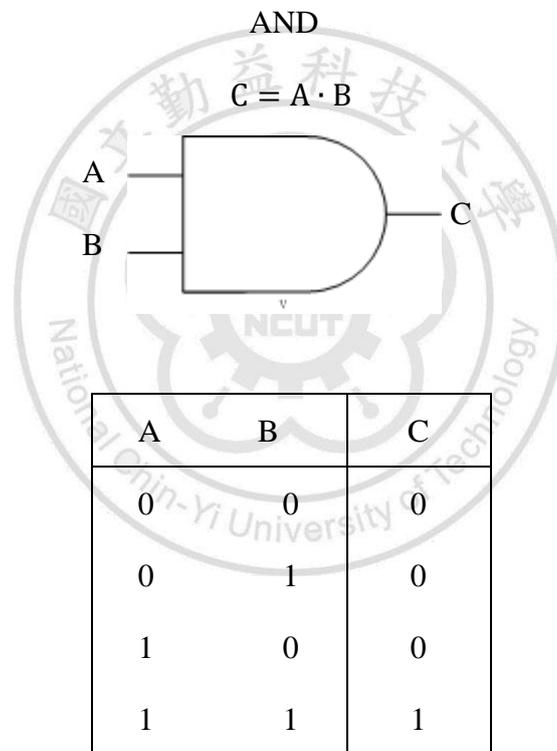


圖 3.26 AND gate 與真值表

3-2 各系統之應用

3-2-1 本研究之控制系統

應用單晶片微電腦做為系統控制核心，依序程式流程輸出之訊號，並輸入回饋訊號用以辨別設備動作正確無誤。



圖 3.27 單晶片微電腦實體圖

3-2-2 本研究之電子開關系統

功率電晶體 2SD1189 如圖 3.28 所示，電磁方向控制閥工作電壓為直流 24 伏特，單晶片微電腦輸出之訊號為 5 伏特，無法直接驅使電磁方向控制閥作動。本研究以功率電晶體作為兩者之間的電子開關如圖 3.12 所示， V_{in} 為單晶片微電腦輸出之訊號輸入端， V_{RC} 為電磁方向控制閥之電壓，若 V_{in} 輸入之電壓大於 0.7，則功率電晶體導通， V_{RC} 為 24 伏特。

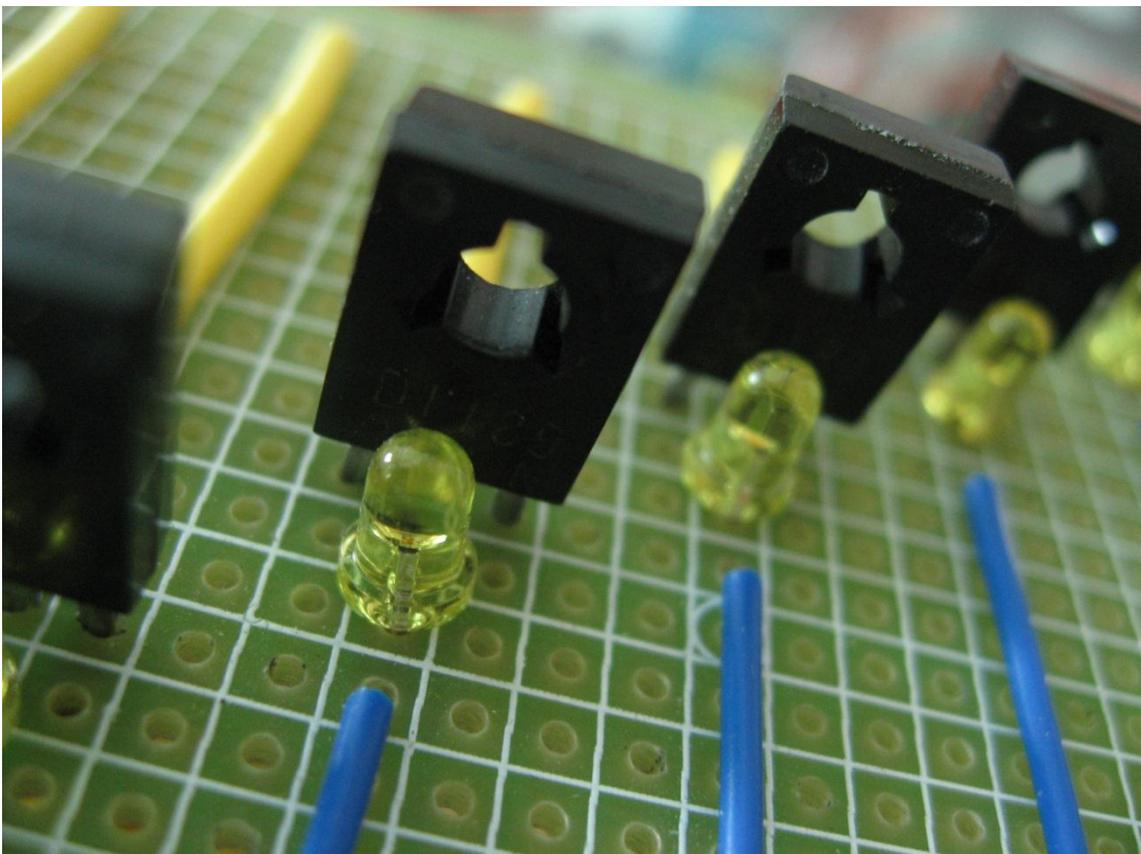


圖 3.28 2SD1189 實體圖

3-2-3 本研究之氣壓系統

1. 空氣壓縮機

本研究所使用之空氣壓縮機為往復式如圖 3.29 所示：

型號：SWU-307CN-1

馬達：7.5 HP

排氣量：829 L/min

機台尺寸：950×810×1380 mm

機台重量：318 kgs

輸出壓力：8 kg/cm²



圖 3.29 往復式空氣壓縮機實體圖

2. 調質器

由空氣濾清器、調壓閥與潤滑器所組成如圖 3.31 所示，將存在空氣中的水分剷除後，再經由潤滑器將乾燥之空氣注入些許潤滑油以保護氣壓元件。



圖 3.30 調質器實體圖

3. 電磁方向控制閥

五口兩位單線圈電磁方向控制閥如圖 3.31 所示，線圈發生激磁時，電磁閥换位則 A 為進氣、B 為排氣，若線圈停止激磁時，彈簧力使電磁閥换位則 A 為排氣、B 為進氣。

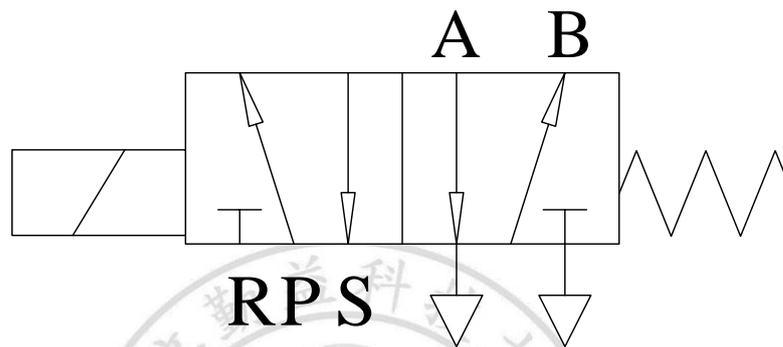


圖 3.31 五口兩位單線圈電磁方向控制閥

五口三位中間關閉電磁方向控制閥如圖 3.32 所示，線圈 1 發生激磁時，電磁閥换位則 A 為進氣、B 為排氣，若線圈 2 發生激磁時，電磁閥换位則 A 為排氣、B 為進氣，若雙線圈均無法生激磁時，電磁閥回到中位則全部關閉。

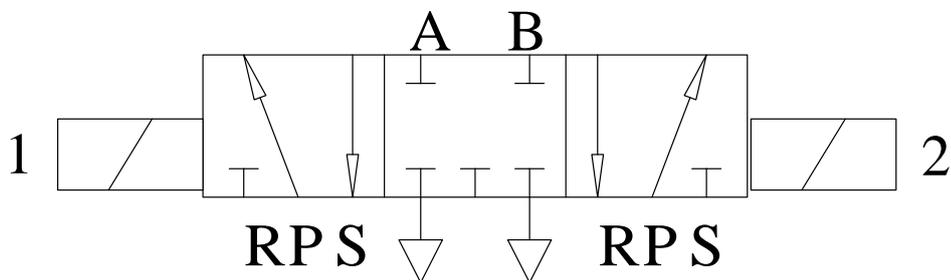


圖 3.32 五口三位中間關閉電磁方向控制閥

選擇兩種不同電磁閥來操作在於避免設備工作途中遭遇緊急停電狀況，設備機構回復時對患者造成傷害，在較特殊姿勢上使用五口三位中間關閉電磁方向控制閥來操作，如頭部轉動姿勢、患者保持躺或坐之姿勢。在於其餘姿勢上才使用五口兩位單線圈電磁方向控制閥來操作，設備機構動作回復時對於患者較無大礙。

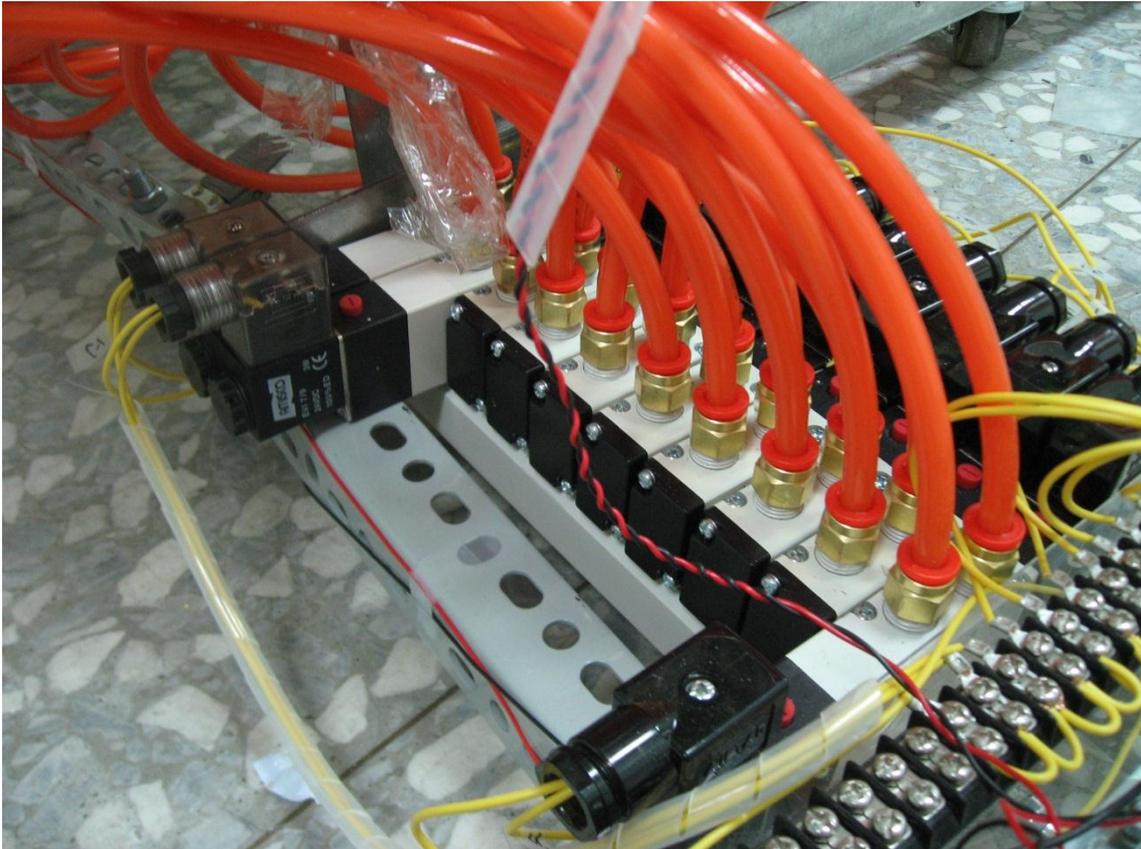


圖 3.33 電磁方向控制閥實體圖

3-2-4 本研究之回饋系統

應用微動開關做為設備動作狀況之感測器如圖 3.34 所示，輸出之高態低態之訊號，用以回饋訊號予單晶片微電腦做為辨別設備動作正確無誤之功能。

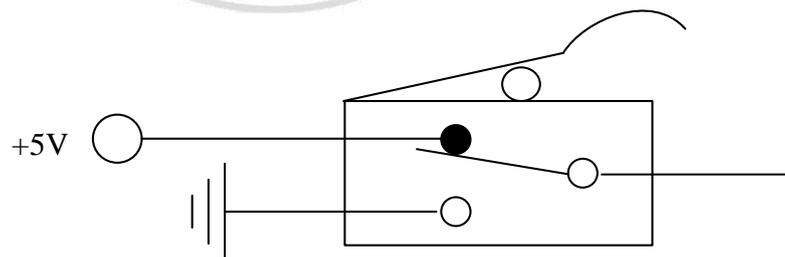
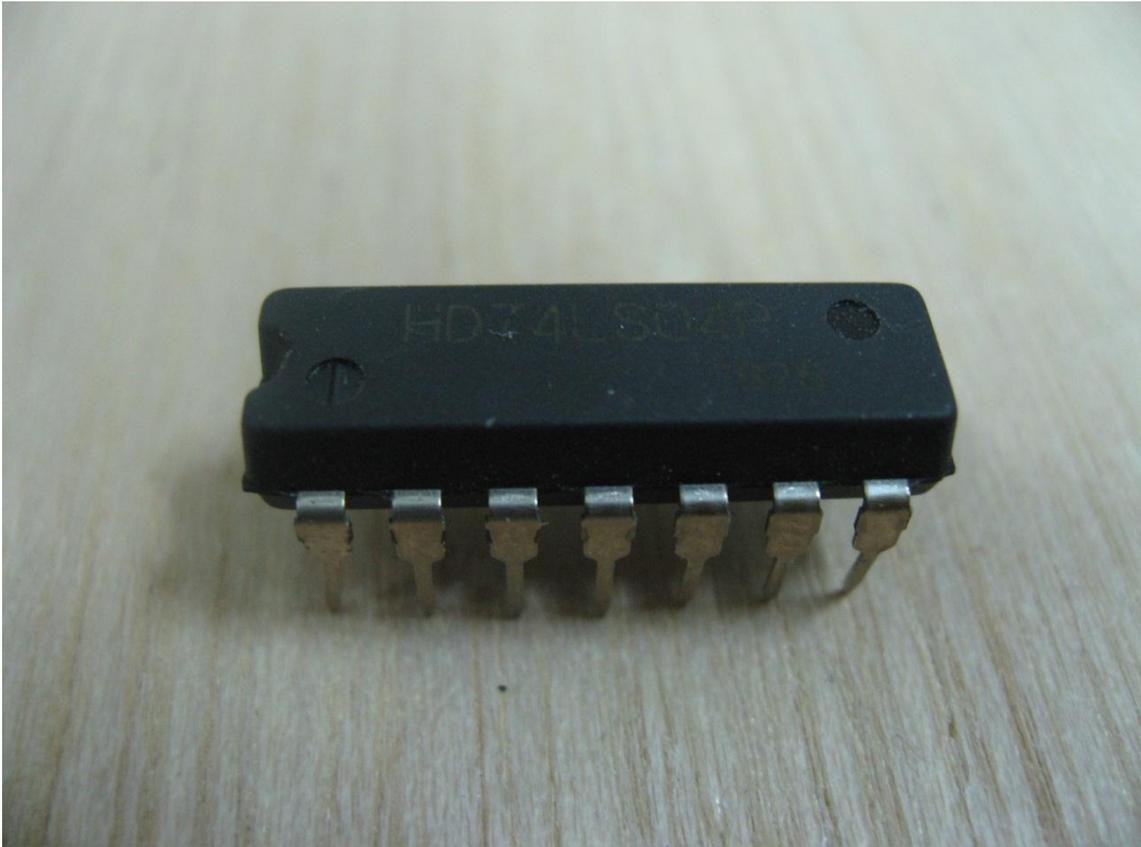


圖 3.34 微動開關實體圖與電路圖

本研究之單晶片微電腦設計為低態輸出，因單晶片微電腦輸出之訊號為一個信號而不是做為驅動電力，若以高態輸出，將只有較小之電流量，故以低態輸出再透過邏輯閘之反閘如圖 3.35 所示，將低態訊號轉為高態訊號，74 系列 IC 可提供較大之電流量，可做為驅動電力，使功率電晶體導通。



INVERT

$$B = \bar{A}$$

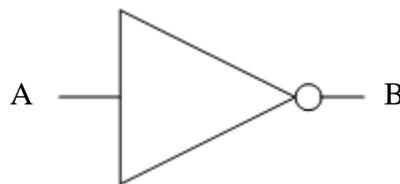


圖 3.35 反閘實體圖與符號圖

應用數位邏輯閘之及閘如圖 3.36 所示，將數個回饋訊號做邏輯運算，並依本研究需求組合輸出之訊號，輸出之訊號至單晶片微電腦內，做為回饋訊號。

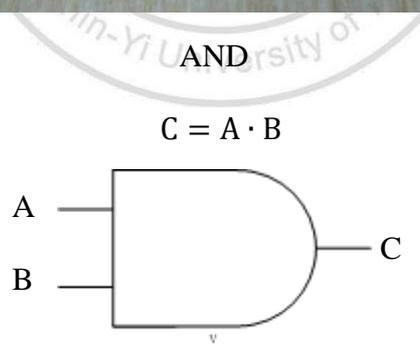
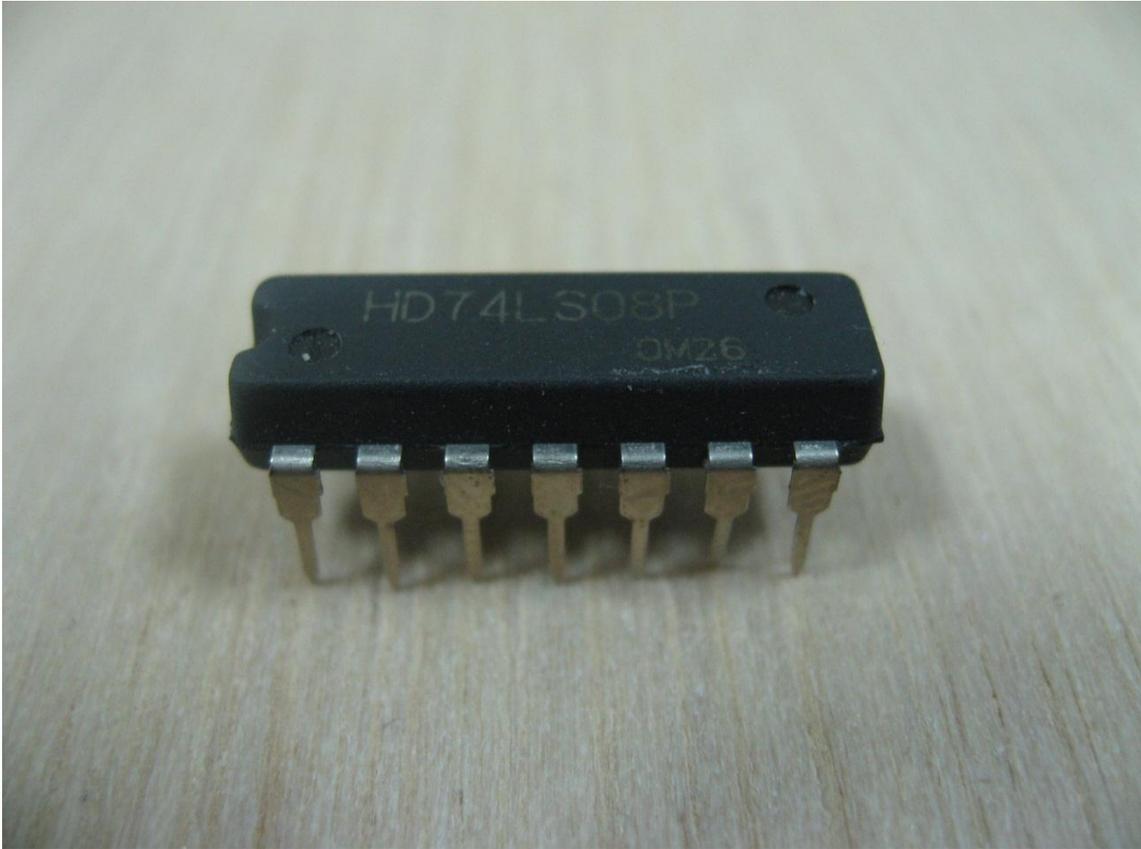


圖 3.36 及閘實體圖與符號圖

第四章 醫療輔助設備

4-1 DizzyFIX

DizzyFIX[20-22]為市面上一種醫療輔助設備如圖4.1所示，由透明管所製成，可透過視覺觀察輔助，彎曲之管道為仿製人體之半規管而成，兩邊對稱，管內充滿液體，兩端膨大，內漂浮一顆小圓珠，用以模擬在半規管內漂流之耳石。



圖 4.1 DizzyFIX 實體圖

使用者戴上帽子後，DizzyFIX 尾端設有夾子可夾於帽緣上如圖 4.2a 所示。使用者即進行耳石復位法如圖 4.2、4.3、4.4、4.5、4.6 所示，DizzyFIX 設備中小圓珠藉由改變頭部姿勢而受到地心引力牽引開始漂動，依照耳石復位法完成治療流程後，可發現小圓珠從原先一端膨大處移動至另一端膨大處。



圖 4.2 DizzyFIX 之尾端

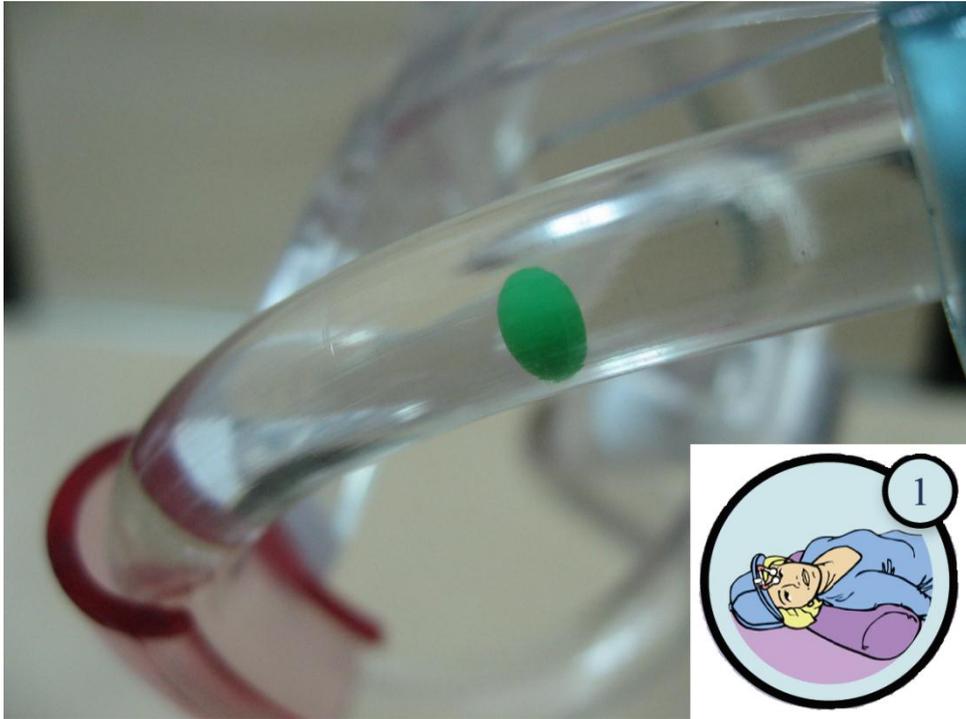


圖 4.3 DizzyFIX 之結果 (頭部姿勢呈 45 度角)

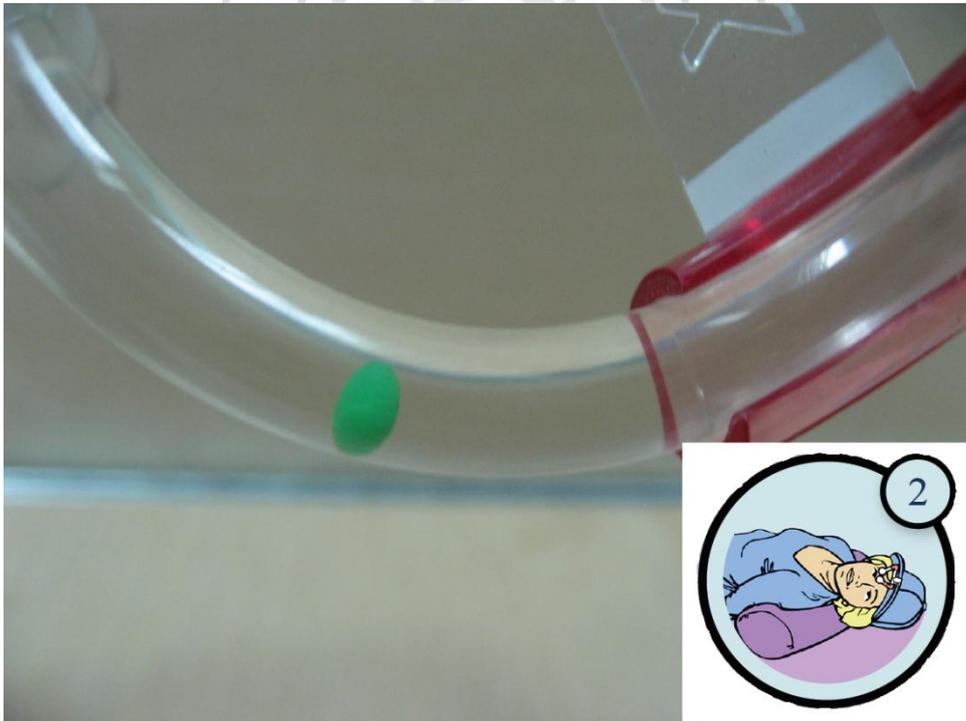


圖 4.4 小圓珠之位置 (頭部姿勢呈 45 度角)

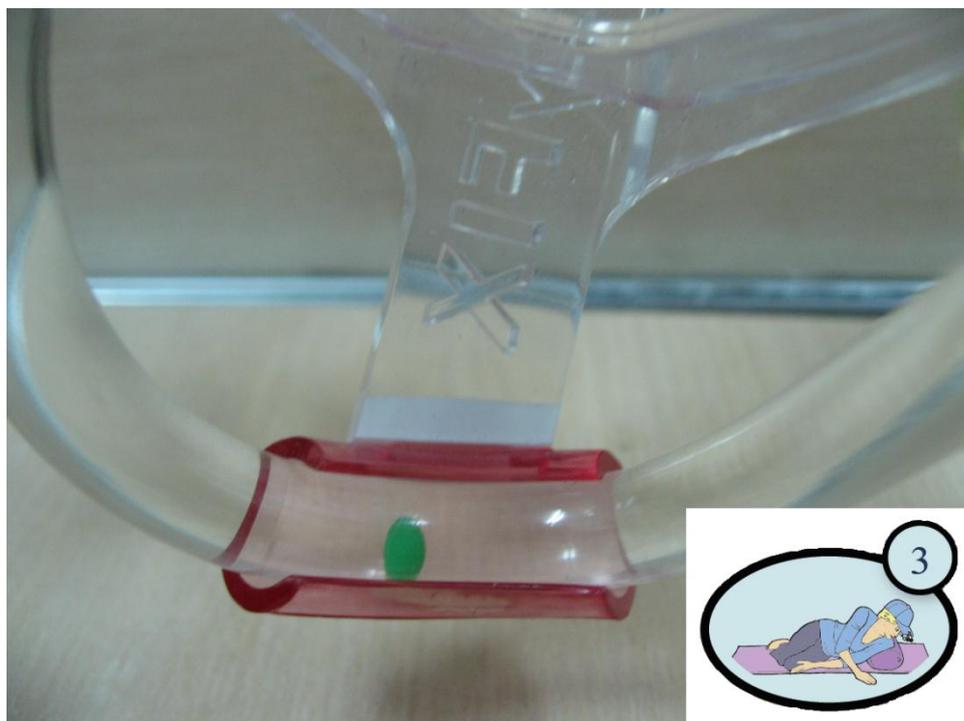


圖 4.5 小圓珠之位置 (患者姿勢呈側躺)

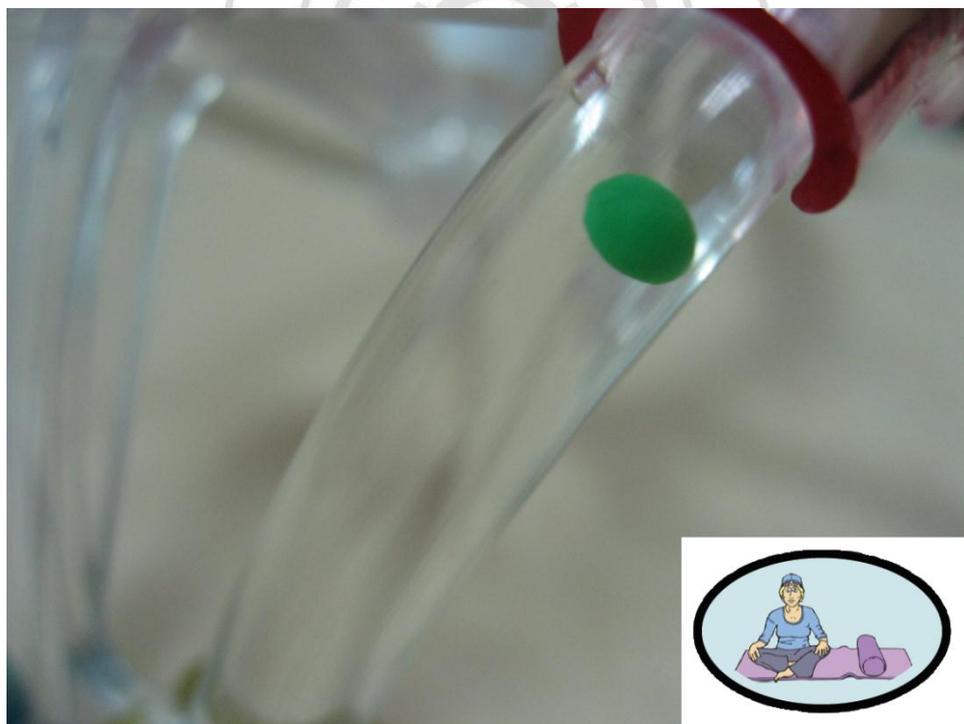


圖 4.6 小圓珠之位置 (患者姿勢恢復坐姿)

第五章 自動化設備與電路之設計

5-1 治療流程中翻身動作解析

病患翻為側躺動作為 Epley maneuver 治療過程之其中一項動作流程如圖 5.1 (第四步驟) 所示，一般人若有照護過肢體不便的受護者生活起居之經驗，或是從事長期專業看護之人士，應對於受護者在床上進行翻身動作時感到非常棘手，需使上全身力量才可完成翻身動作。

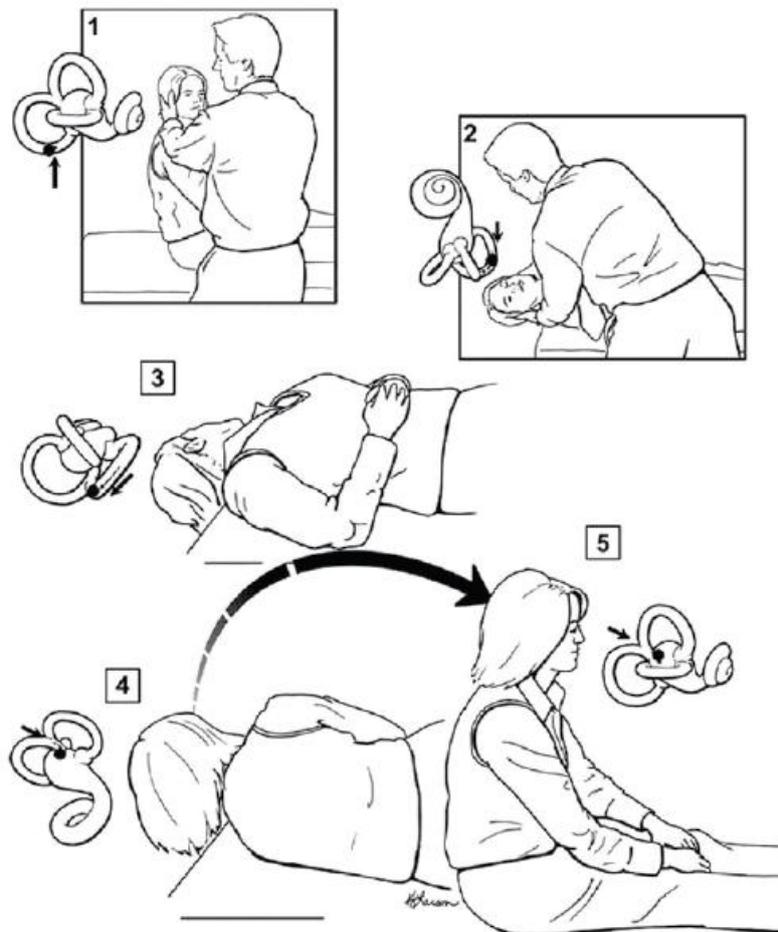


圖 5.1 Epley Maneuver

長期照護方法中為避免遇上棘手的翻身問題[23]，需讓受護者先進行屈膝等動作如圖 5.2 所示，首先將受護者膝蓋彎曲，盡量讓腳跟靠近臀部至受護者感到不適為止，雙手交叉抱胸，完成此動作後，再由膝蓋處與肩膀處施力進行翻身動作，實施這些動作主要為減少身體與床面的接觸面積，運用此流程進行翻身動作將大幅節省照護者力量並讓受護者更加舒適翻為側身。

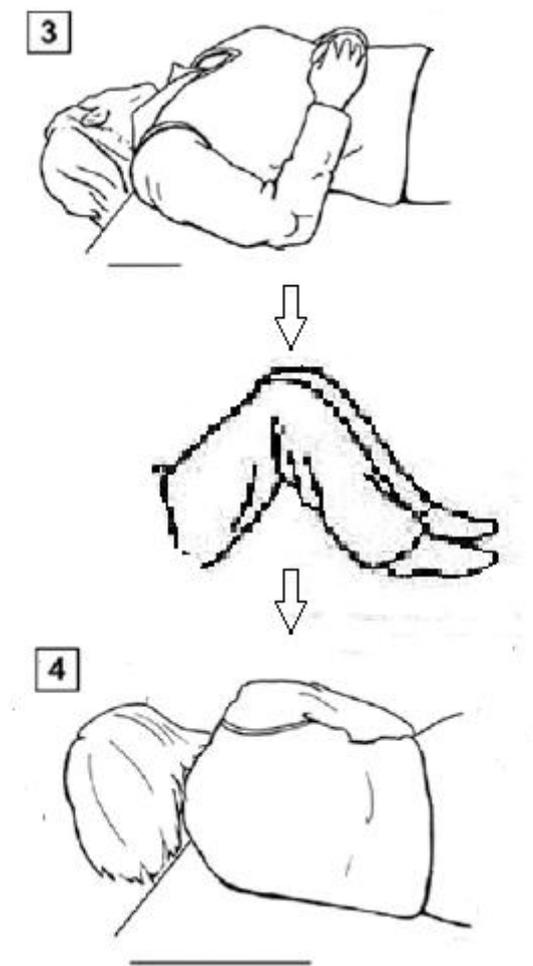


圖 5.2 屈膝翻身示意圖

5-2 設備之設計

5-2-1 機構設計圖

本研究使用 Solid Works 軟體繪製機構設計圖，如圖 5.3 所示。

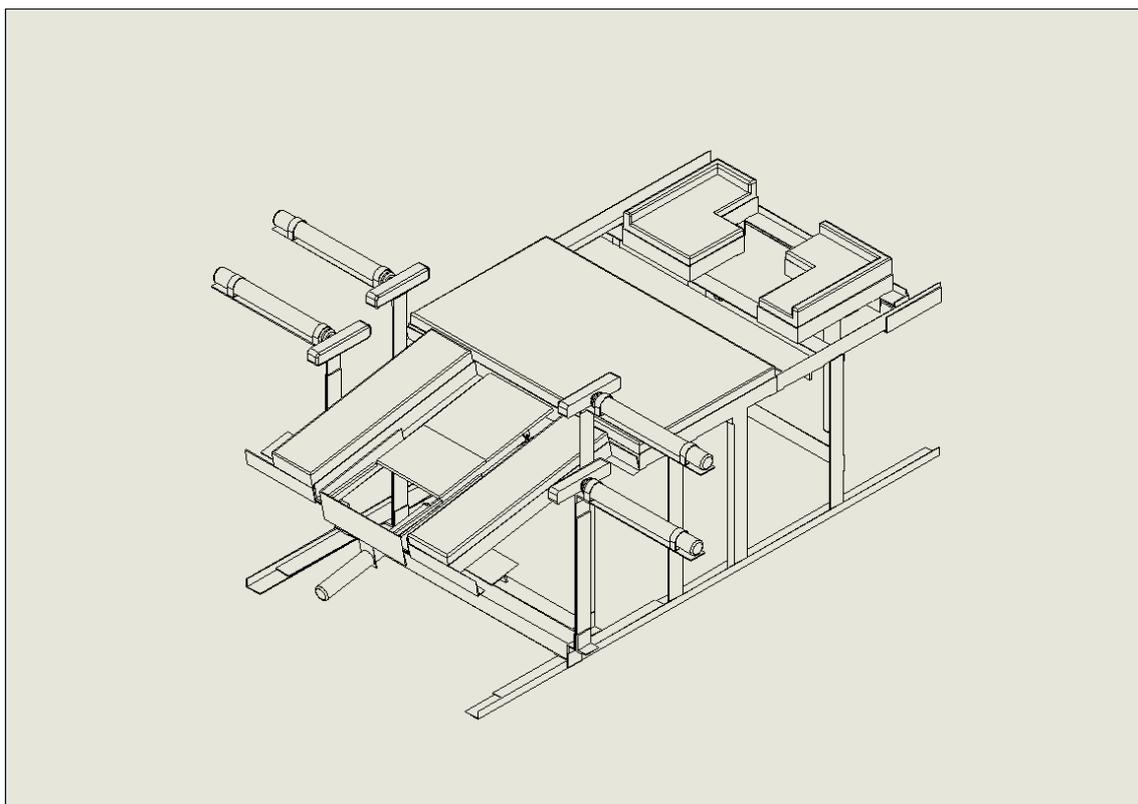


圖 5.3 機構設計圖（等角圖）

機構設計圖之三視圖並標示尺寸，尺寸單位為毫米 mm，如圖 5.4、5.5、5.6 所示，分別為上視圖、前視圖及右視圖。

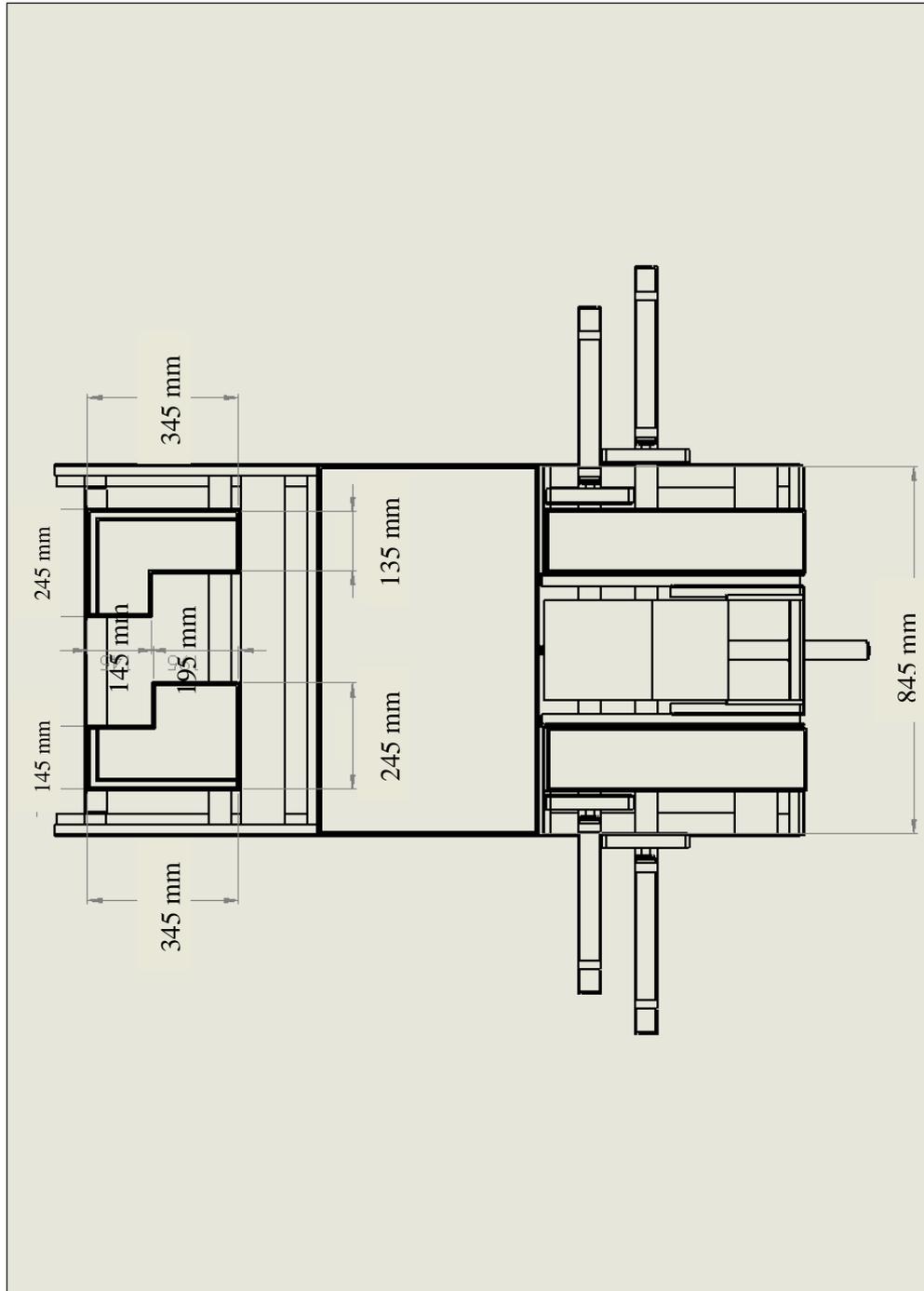


圖 5.4 機構設計圖（上視圖）

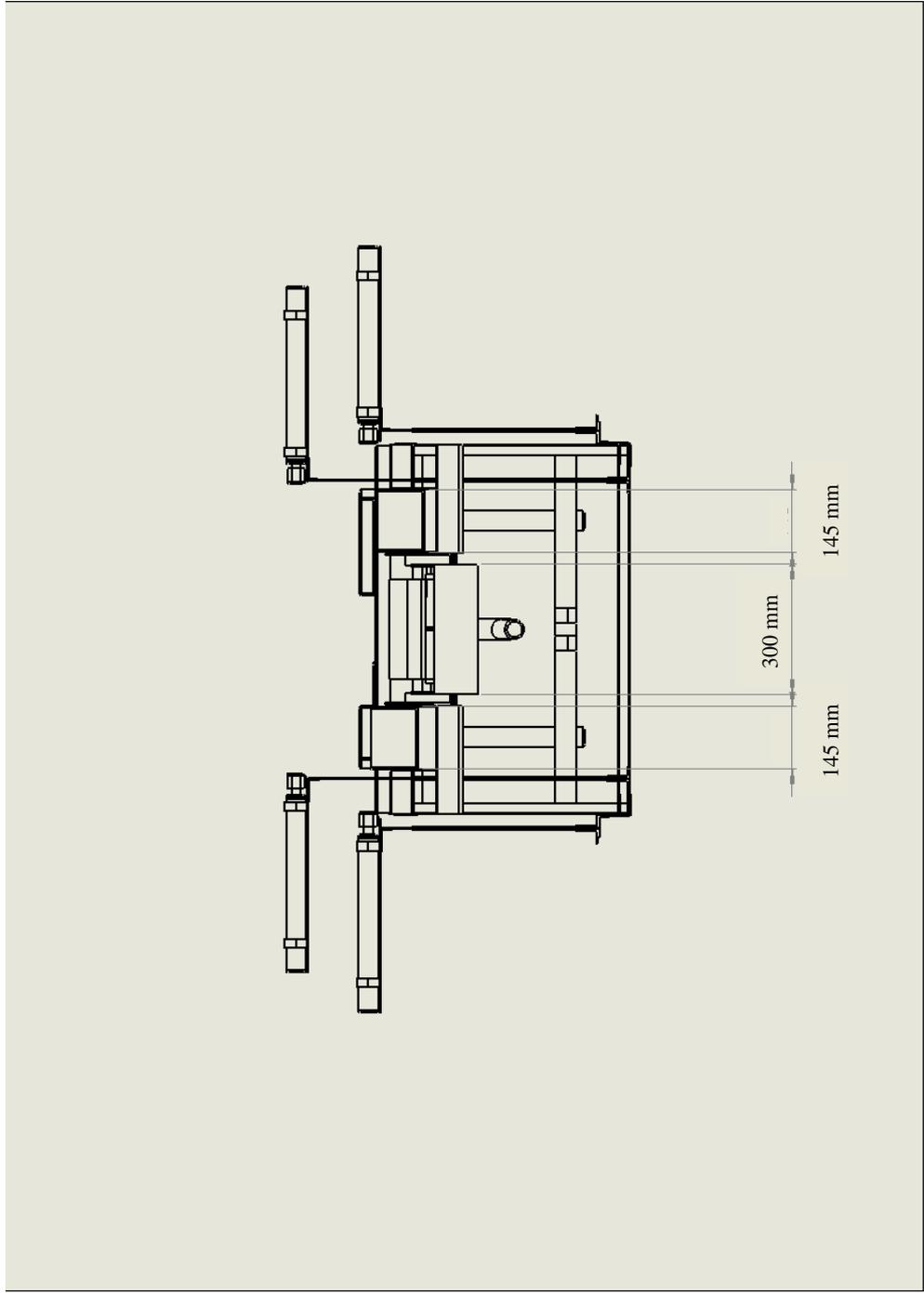


圖 5.5 機構設計圖 (前視圖)

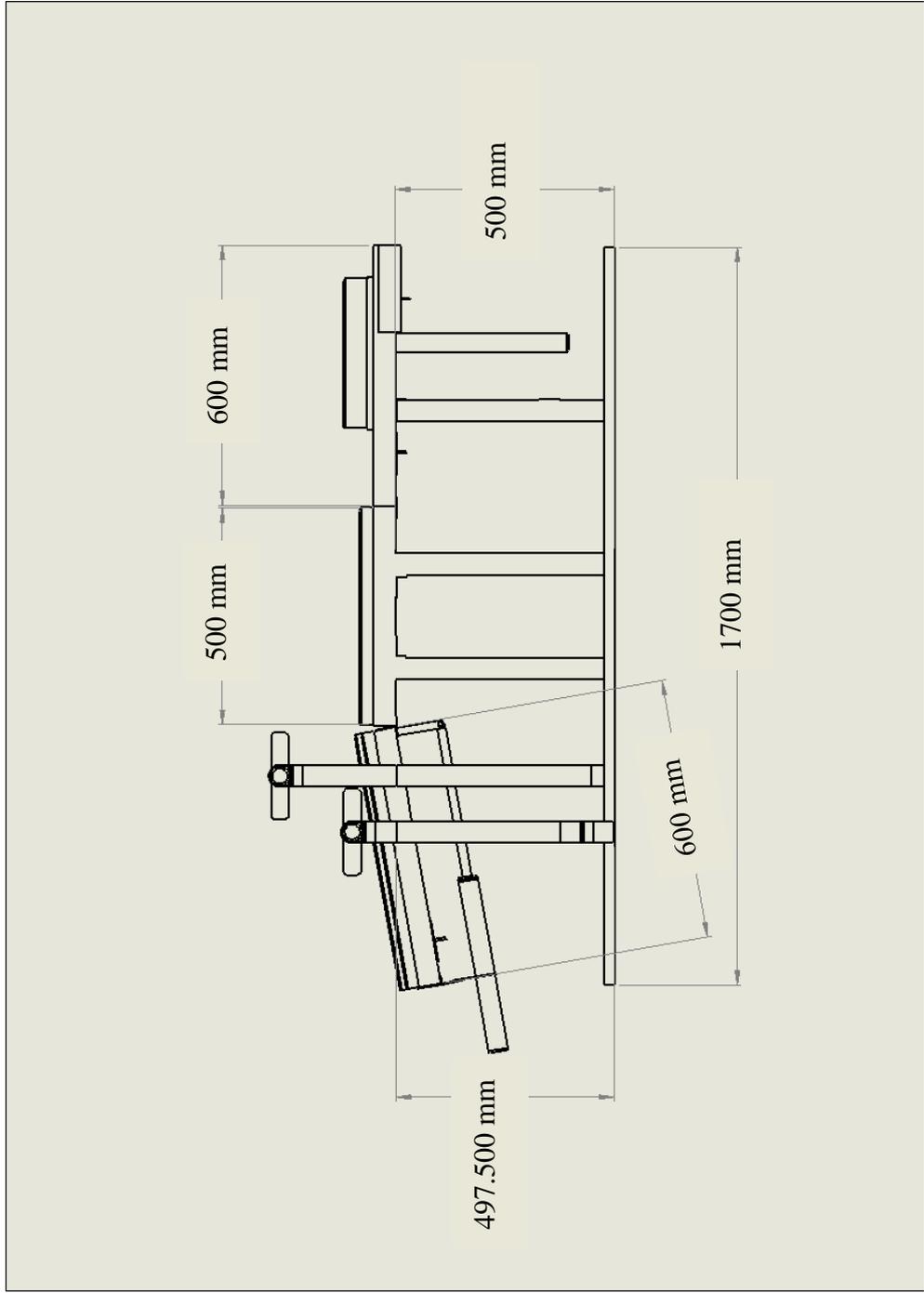


圖 5.6 機構設計圖 (右視圖)

機構設計圖三視圖如下：

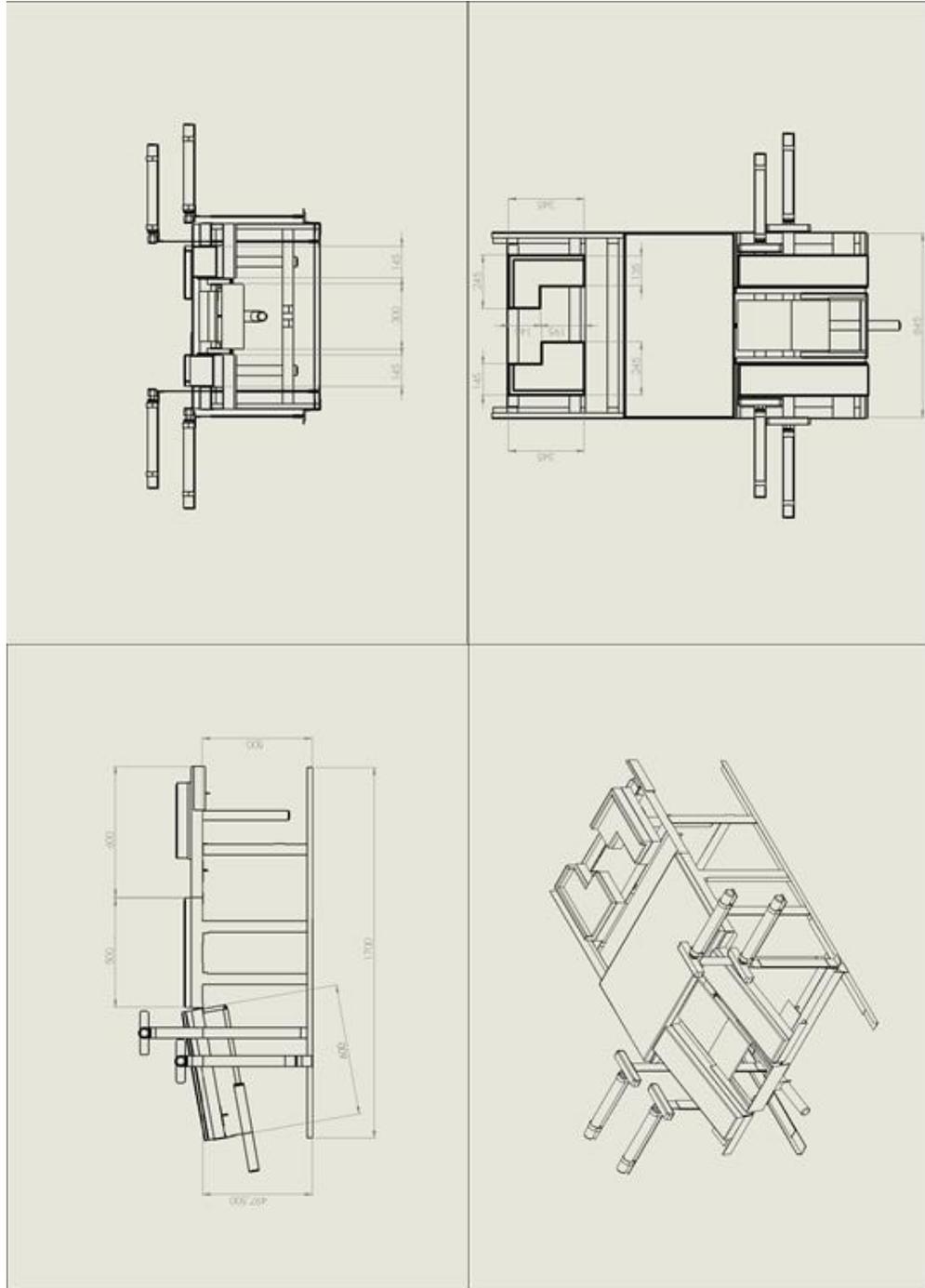


圖 5.7 機構設計圖三視圖

5-2-2 機構之滑槽設計

因眾病患身形之大小各有所異，為使不同身形之病患均可使用本研究之設備，則機構製作成擁有滑槽之設計，使各部分可依造各尺寸而有所更動，如身高、肩寬、腿部之長度、上半身之長度等，如圖 5.8 所示，箭頭方向表示為可更動之方向；1.頭部位置、2.肩膀高度、3.肩膀寬度、4.屈膝之膝蓋位置與高度、5.腿部長度。



圖 5.8 滑槽設計示意圖

5-2-3 椅背與屈膝之機構設計

椅背升起之機構，如圖 5.9 所示，氣壓缸採水平放置，氣壓缸作動時，機構伸出使中間以栓聯結之支柱推動椅背，椅背受力而開始緩慢向上升起。

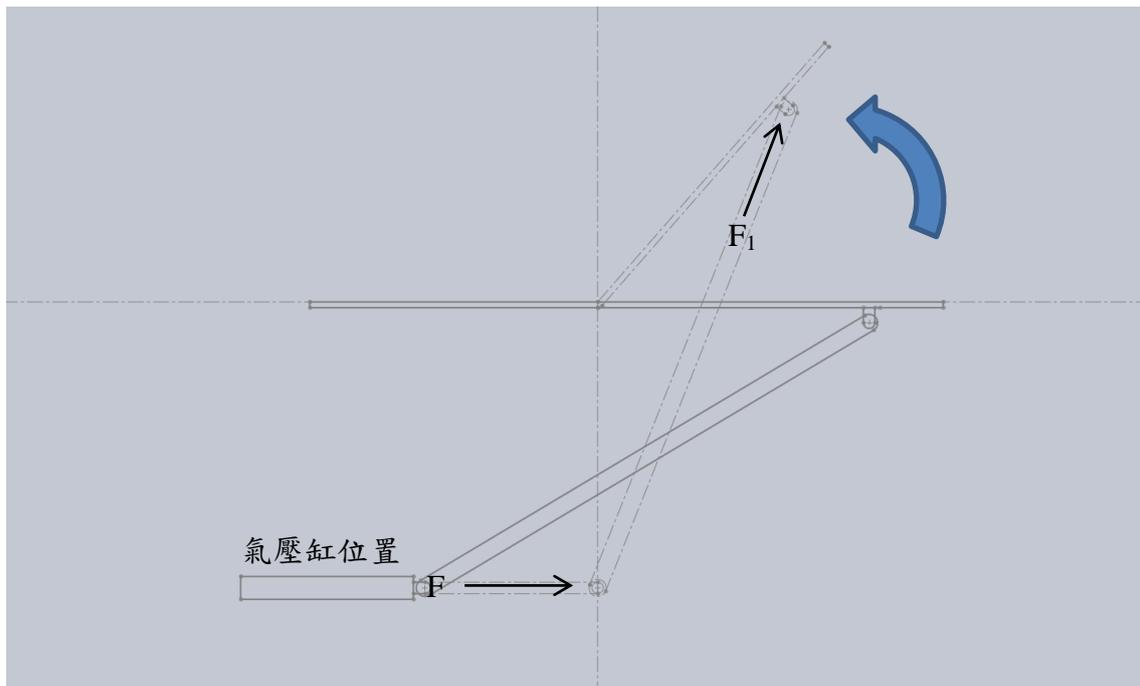


圖 5.9 椅背升起之機構示意圖

屈膝之機構，如圖 5.10 所示，屈膝機構與氣壓缸之間以繩索聯結，氣壓缸作動時，機構伸出至一定長度後繩索將拉動屈膝機構，使屈膝機構開始移動，機構全部伸出時，將抵住屈膝機構令屈膝機構為不可移動之狀態，機構縮回時，至一定長度後繩索將拉動屈膝機構，使屈膝機構開始移動，機構全部縮回時，繩索呈緊繃狀態令屈膝機構為不可移動之狀態。

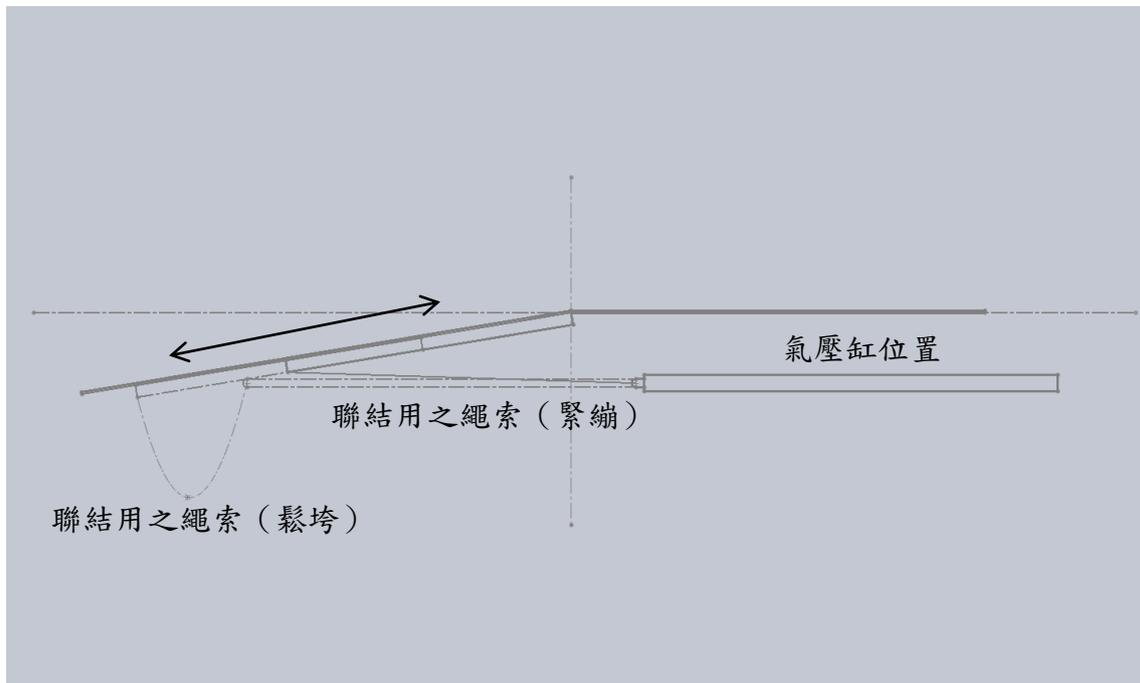


圖 5.10 屈膝機構之機構示意圖

5-2-4 仿製 Epley Maneuver 之機構設計

伊普萊操作法流程為如圖 5.11、5.12、5.13、5.14、5.15 所示，若患部為右邊，患者採平躺姿勢，頭部轉向患側約 45 度，頭部轉向健側約 45 度，頭部再轉向健側約 45 度，患者採側躺姿勢，患者恢復為坐姿。

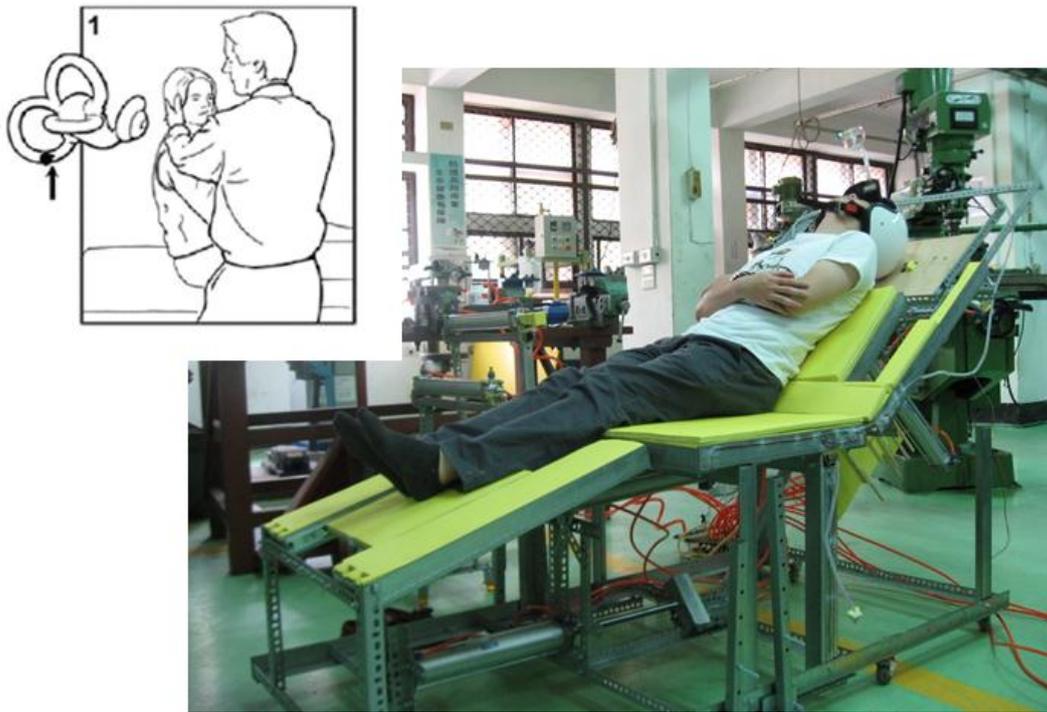


圖 5.11 患者就位

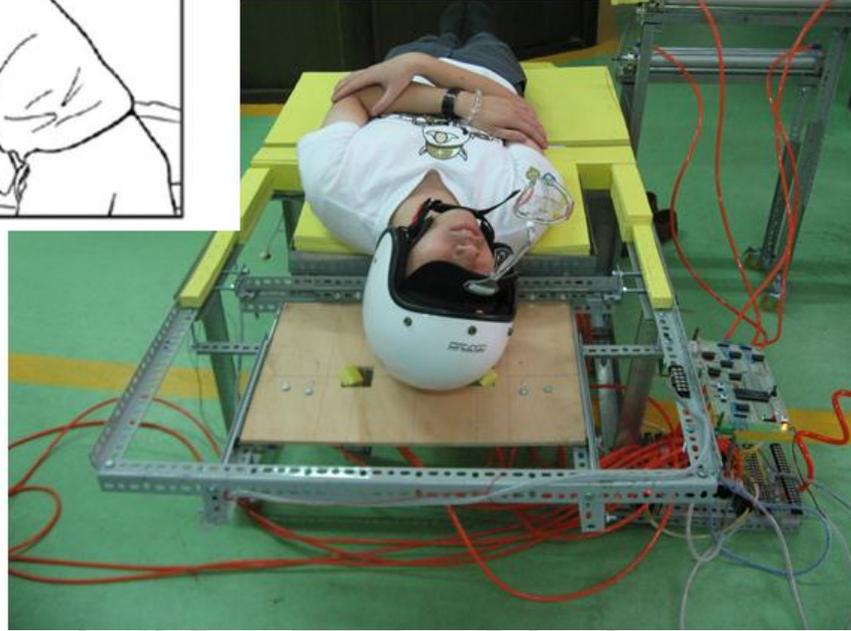
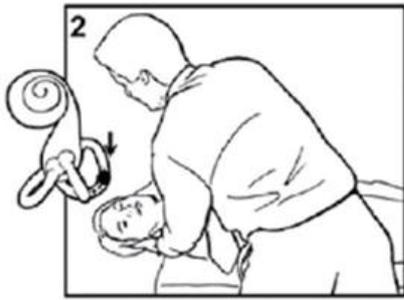


圖 5.12 患者平躺並頭部進行轉向

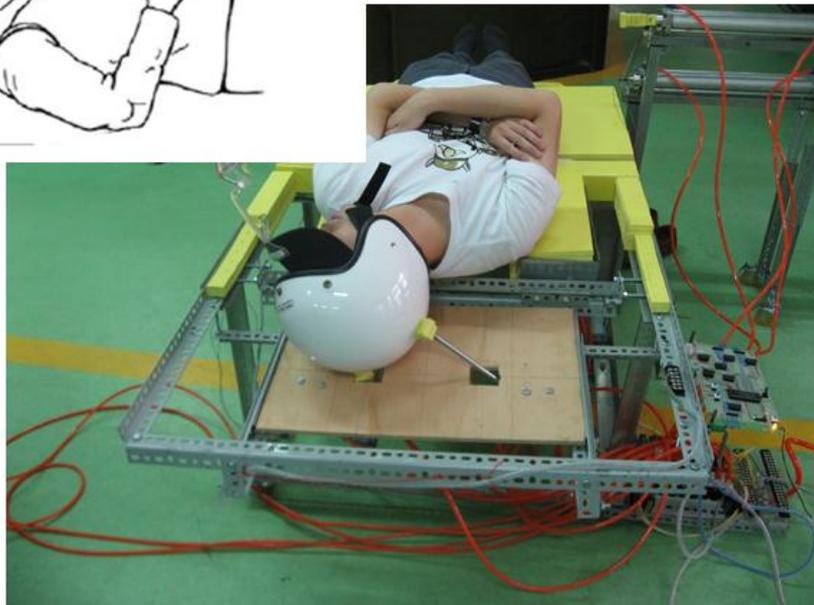


圖 5.13 患者平躺並頭部進行轉向

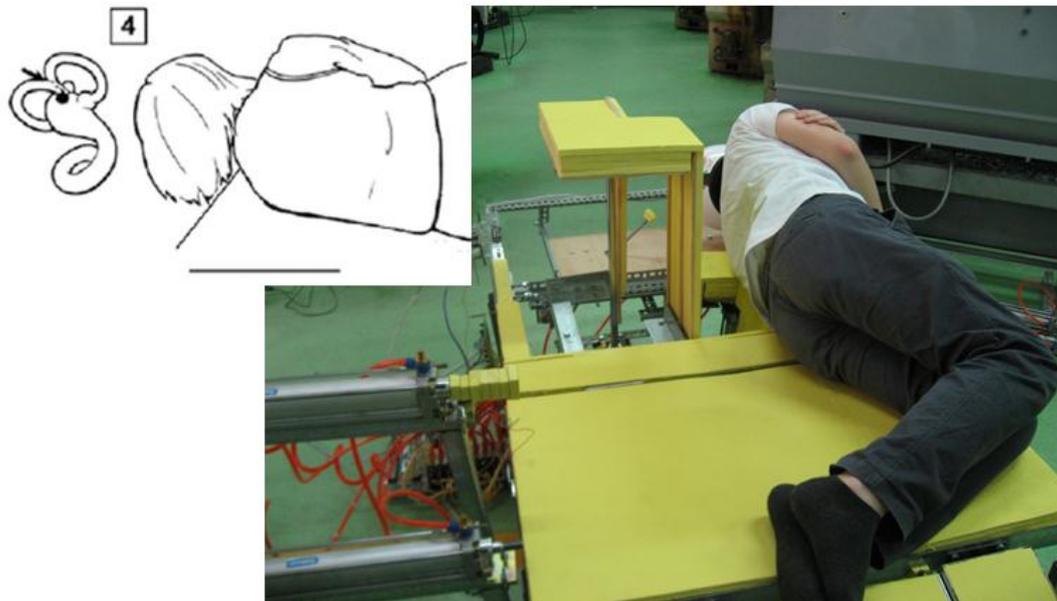


圖 5.14 患者側躺

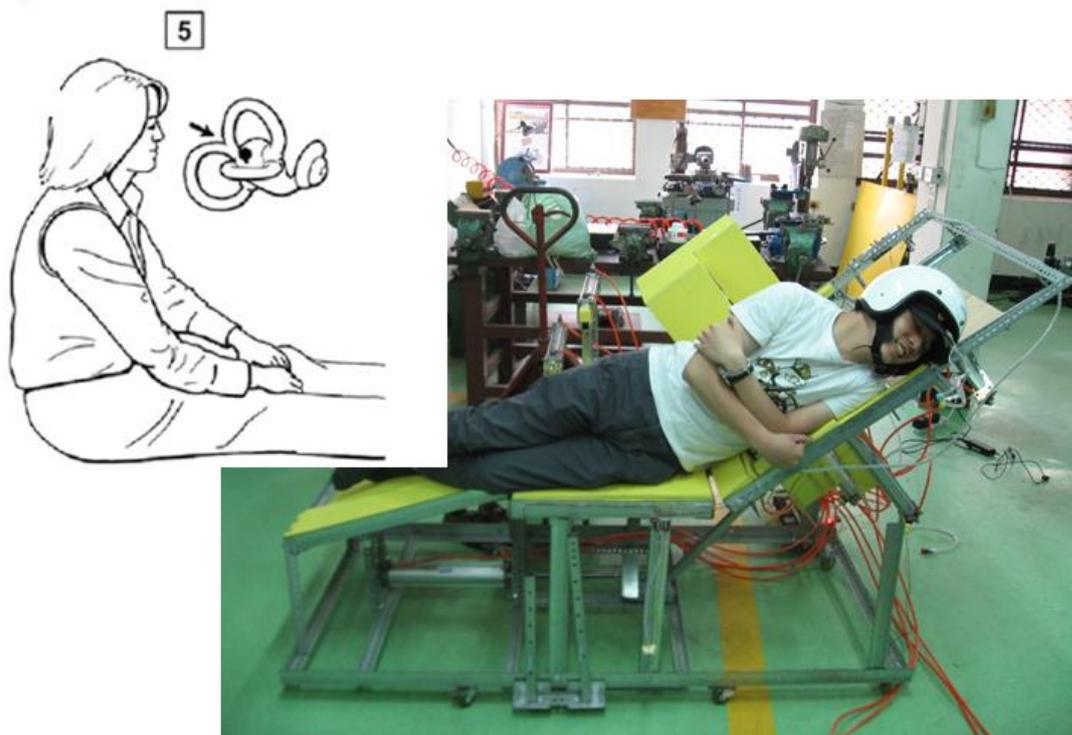


圖 5.15 患者恢復坐姿

5-2-5 患者翻為側躺之機構設計

需讓受護者先進行屈膝等動作如圖 5.16、5.17、5.18 所示，首先將受護者膝蓋彎曲，盡量讓腳跟靠近臀部至受護者感到不適為止，雙手交叉抱胸，完成此動作後，再由膝蓋處與肩膀處施力進行翻身動作。



圖 5.16 機構隨著箭頭方向移動，驅使患者呈屈膝動作。



圖 5.17 機構隨著箭頭方向移動，驅使患者翻動下半身。

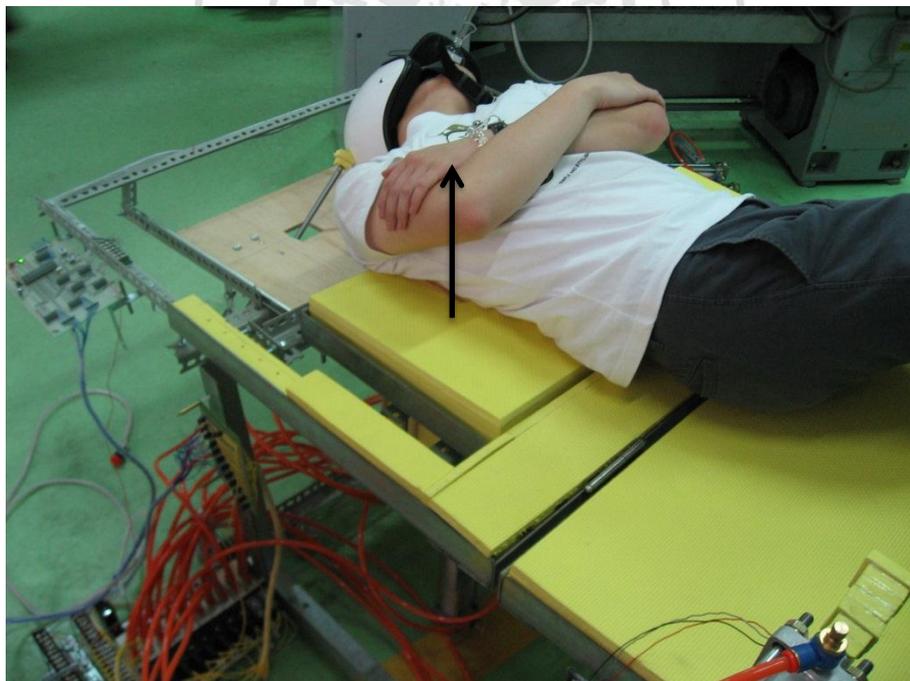


圖 5.18 機構隨著箭頭方向移動，驅使患者翻動上半身。

5-2-6 設備之零件列表

設備所使用之零件如下表所示：

表 5.1 氣壓系統零件列表

品項	規格	數量
雙動氣壓缸	10mm × 150mm 1~10kg	2
雙動氣壓缸	40mm × 400mm 1~10kg	4
雙動氣壓缸	40mm × 500mm 1~10kg	1
雙動氣壓缸	50mm × 300mm 1~10kg	1
電磁方向控制閥	五口兩位單線圈	5
電磁方向控制閥	五口三位中間關閉雙線圈	3
流量控制閥	雙向	16
風板	十孔	1

表 5.2 設備零件列表

品項	規格
L 型角鐵	50mm×50mm (無孔)
L 型角鐵	35mm×35mm (有孔)
三合板木材	厚 3 分
素面組合墊	60cm×60cm
電腦桌抽屜滑軌	行程 25cm
方管材	寬一吋 6 公尺
方管材	寬一吋半 6 公尺
螺母	2 分半
螺絲	2 分半

5-3 電路與氣壓迴路圖

5-3-1 電路圖

應用單晶片微電腦做為控制系統核心如圖 5.19 所示，port 0 輸出之訊號使發光二極體導通，顯示目前設備狀態如待機、完成治療、故障和緊急停止。port 1 和 port 2 依照程式輸出之訊號至數位邏輯閘之反閘，透過反閘功能將單晶片所輸出之低態訊號轉為高態訊號，再輸出至作為電子開關之電晶體，電晶體 $V_{in} > 0.7$ 伏特，電晶體導通 24 伏特直流電，電磁方向控制閥線圈激磁，電磁方向控制閥换位，使氣壓缸作動，推動設備機構，依循撰寫之程式動作流程使醫療設備仿製出耳石復位法動作。port 3 做為輸入埠，由極限開關作為醫療設備現況動作之感測器，各個極限開關輸出之訊號經過數位邏輯閘之及閘、或閘及反閘整合，再輸出至單晶片微電腦之輸入埠，使單晶片微電腦掌握目前設備動態，不產生設備機構間碰撞意外。

5-3-2 氣壓迴路圖

單晶片微電腦輸出低態訊號至反閘，反閘輸出高態訊號至電晶體 V_{in} ，電晶體導通使電磁方向控制閥導通，線圈激磁使電磁方向控制閥换位，令其氣壓缸作動以達到本研究之目的。如圖 5.20 所示，在於較危險之部位，如頭部姿勢、患者躺坐姿上，使用五口三位中間關閉雙線圈電磁方向控制閥作控制，而較無危險之部位，如腿部姿勢，使用五口兩位單線圈電磁方向控制閥作控制，用意為若設備因外在因素受到緊急斷電時，較危險部分之電磁方向控制閥會回歸至中間關閉位，則機構保持住原狀態，而其他較無危險部份之電磁方向控制閥因失去激磁，受彈簧力而换位，氣壓缸縮回並較無影響病患大礙。

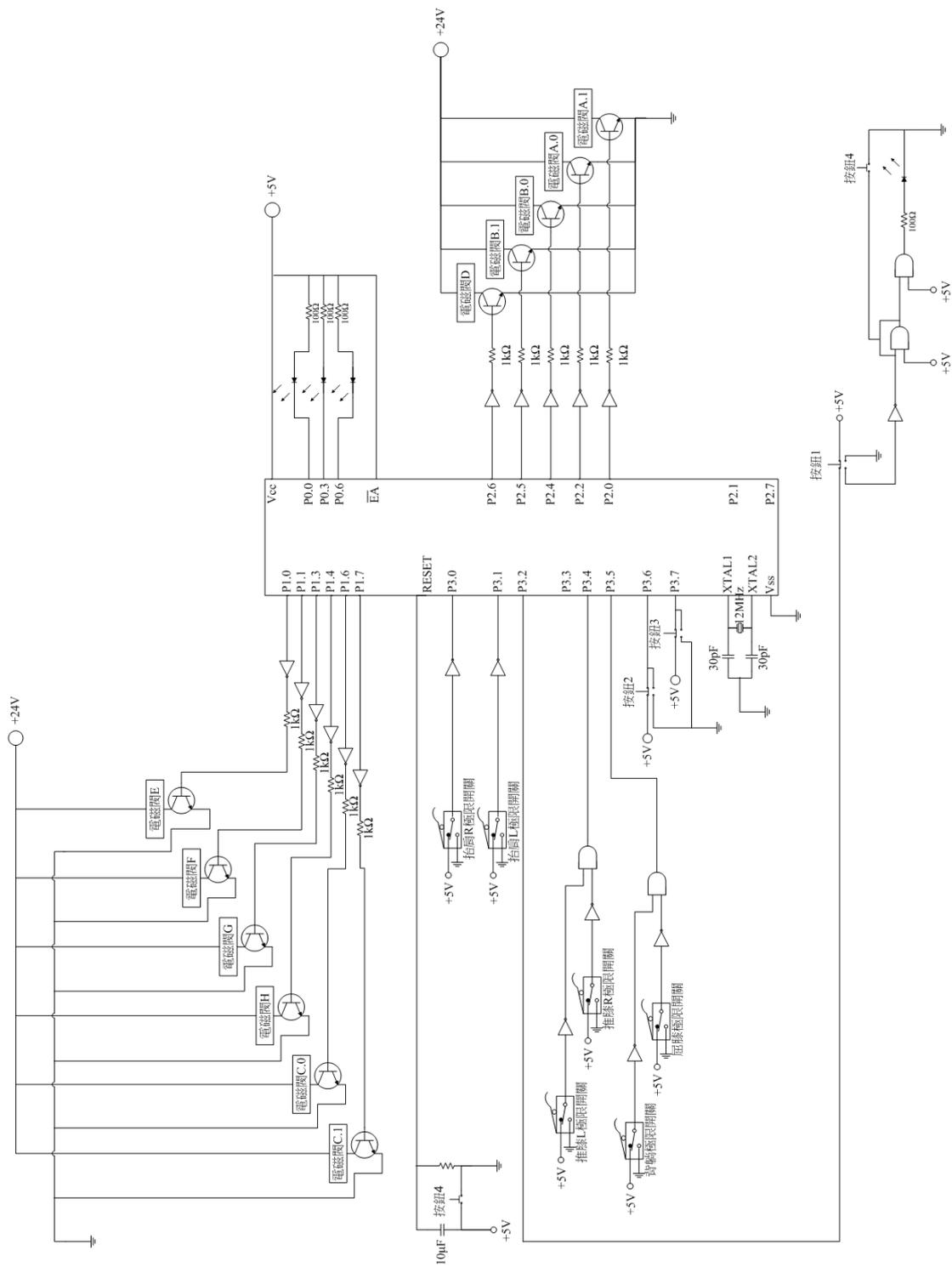


圖 5.19 電路圖

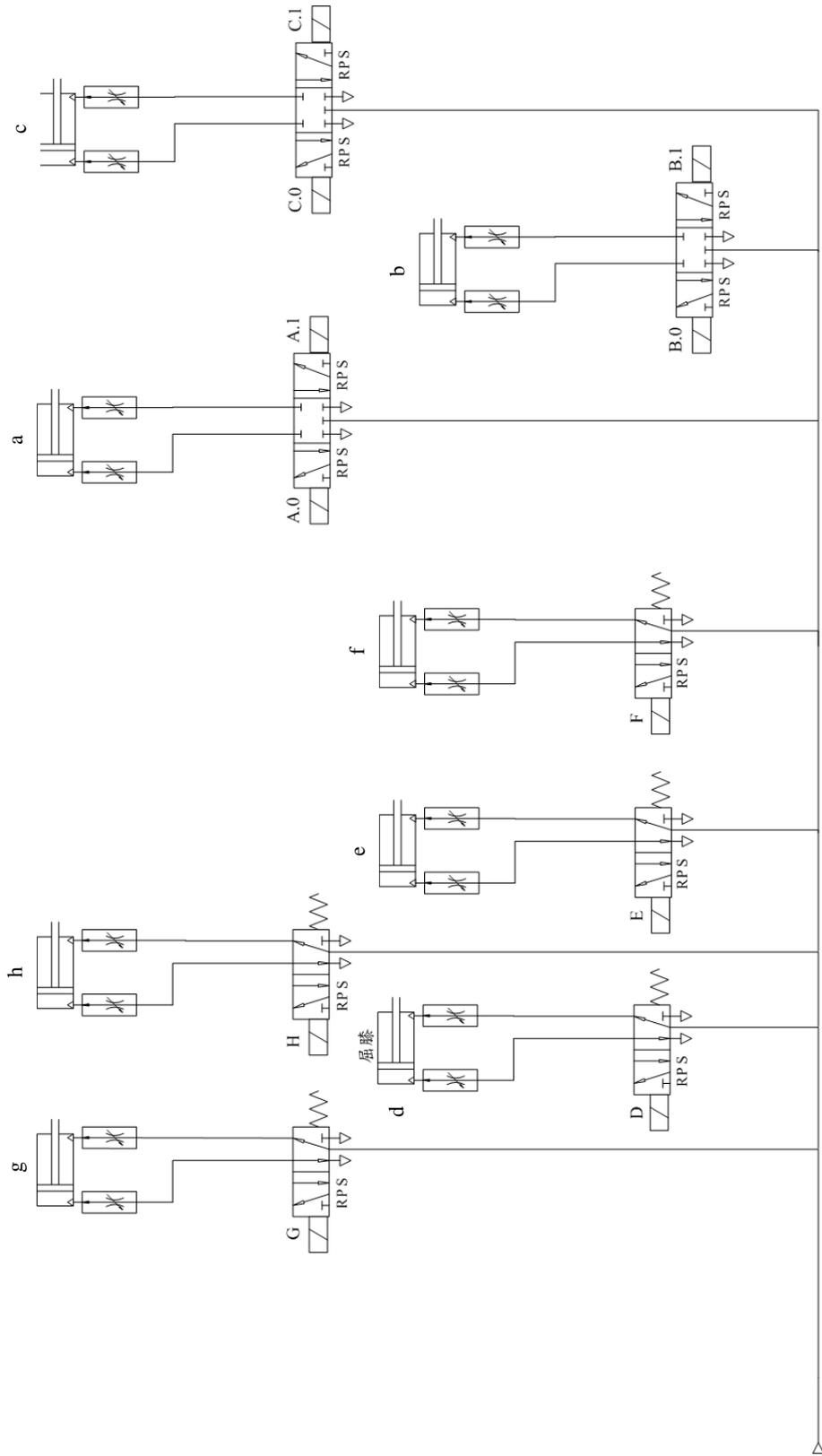


圖 5.20 氣壓迴路圖

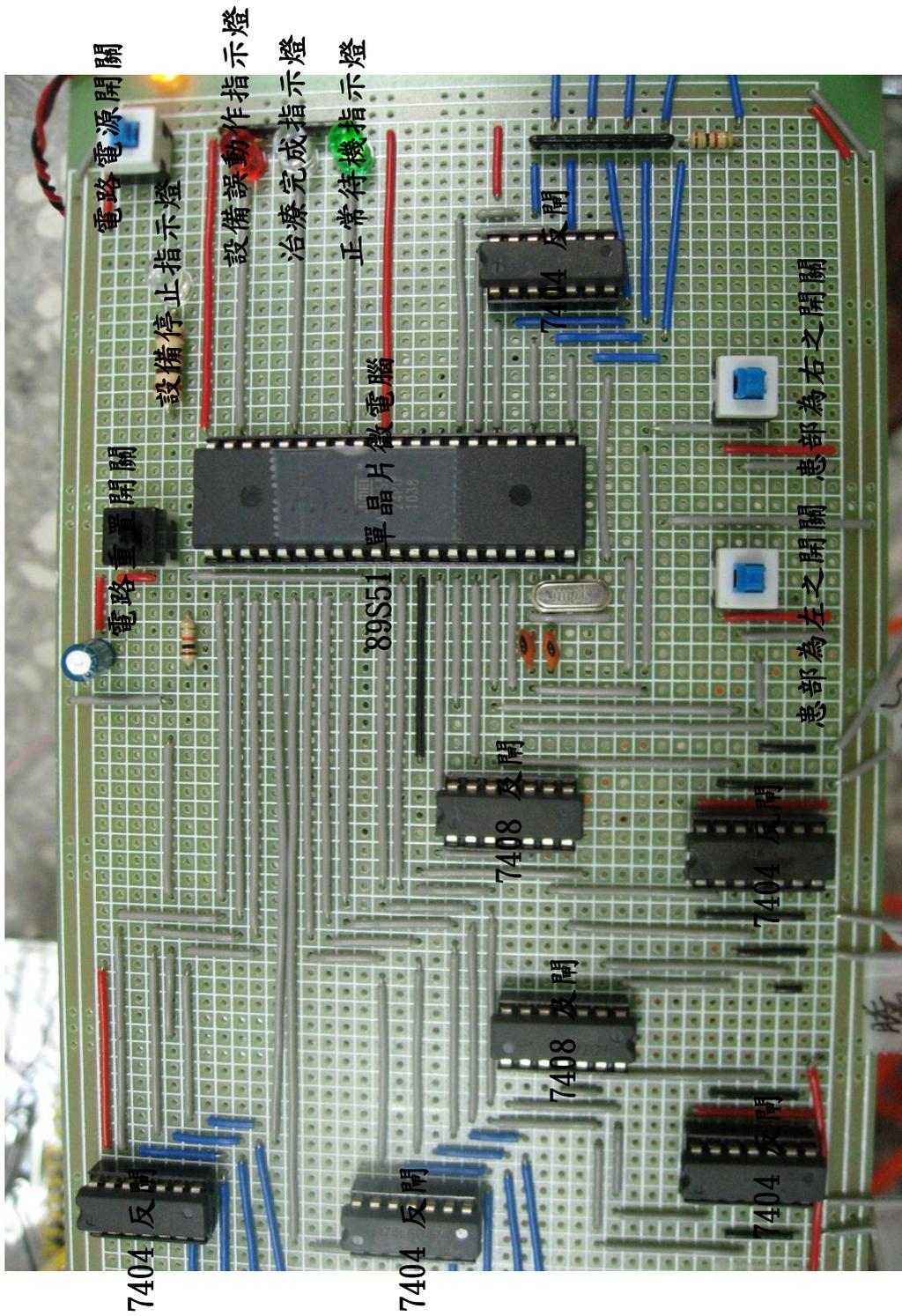


圖 5.21 控制面板實體圖

若患者使用緊急停止按鈕，此時單晶片微電腦收到外部中斷請求，將優先處理緊急停止要求，進入中斷副程式，此時單晶片微電腦無任何指令訊號輸出，氣壓系統之電磁方向控制閥即無激磁狀態，如圖 5.22 所示，無激磁之單線圈電磁方向控制閥，因彈簧力方向控制閥而換位，氣壓缸縮回，用意為病患在此動作下感到不適時，若按下緊急停止按鈕，氣壓缸縮回使患者擁有更多自由度，使患者非保持在不適之動作下，而五口三位中間關閉電磁方向控制閥則為回復至中間關閉位，機構保持住原狀態，因頭部機構為非固定式則無影響患者頭部姿勢，也不影響患者的躺坐姿。

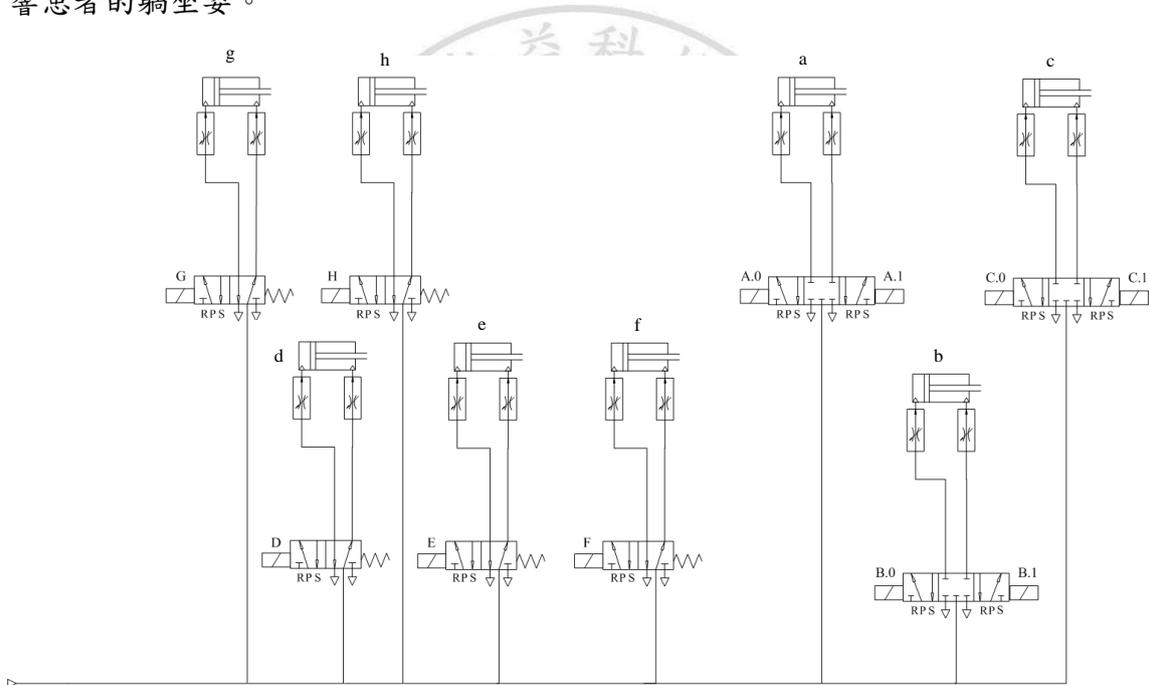
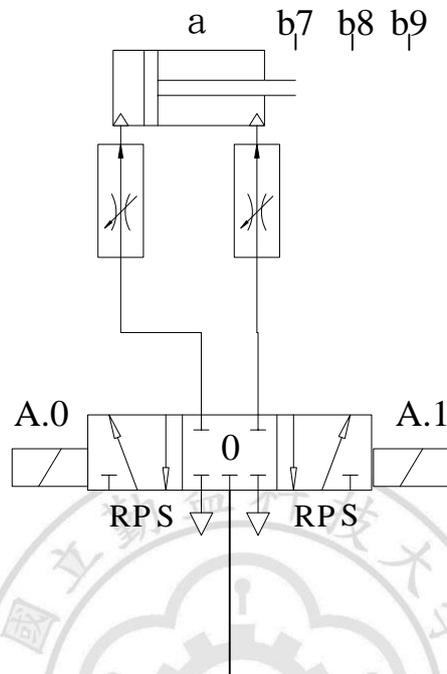


圖 5.22 緊急停止之氣壓迴路圖

若患部為右邊之療程，各氣壓缸時間動作圖如下：



元件	位置	時間(sec)					
		00'00	00'05	00'10	00'15	04'14	04'29
空氣壓縮機	On	[Solid line from 00'00 to 04'29]					
	Off	[Blank]					
5/3方向控制閥 A	A.0	[Blank]				[Solid line from 04'14 to 04'29]	
	0	[Solid line from 00'00 to 00'10]		[Solid line from 00'15 to 04'14]		[Blank]	
	A.1	[Solid line from 00'00 to 00'15]				[Blank]	
氣壓缸 a	伸出	[Curve from b9 at 00'00 to b7 at 00'15, then back to b9 at 04'29]					
	後退	[Curve from b9 at 00'00 to b8 at 00'05, then to b7 at 00'15, then back to b9 at 04'29]					

圖 5.23 a 氣壓缸時間動作圖

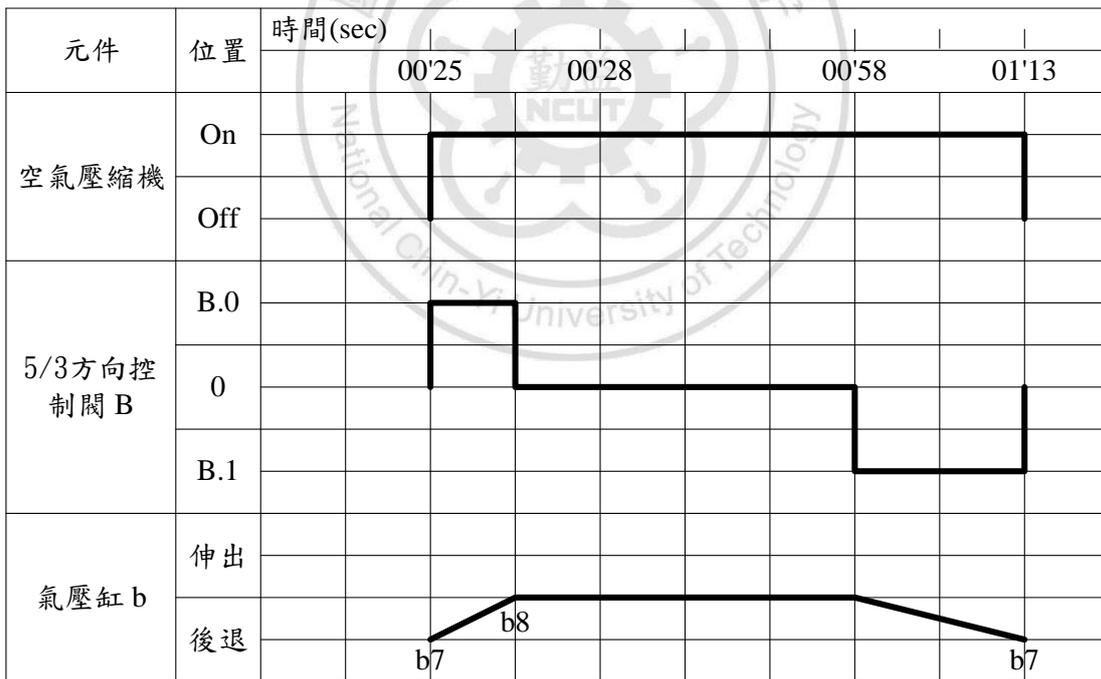
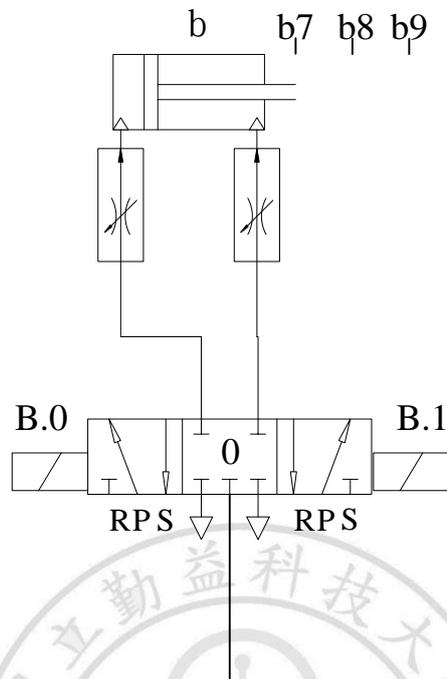


圖 5.24 b 氣壓缸時間動作圖

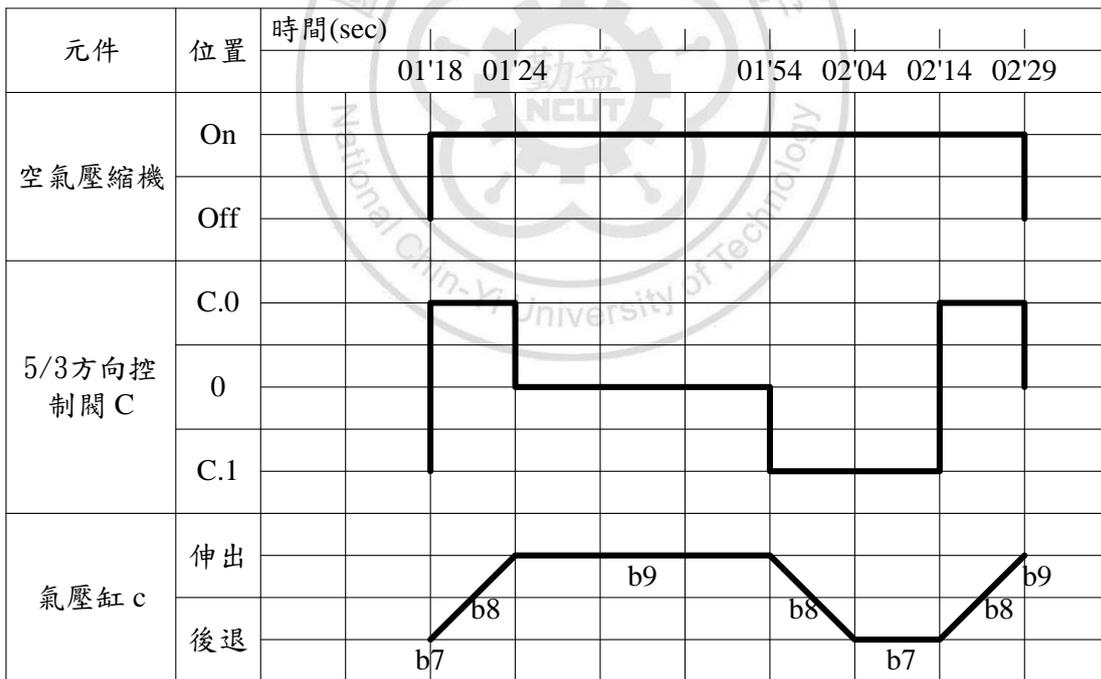
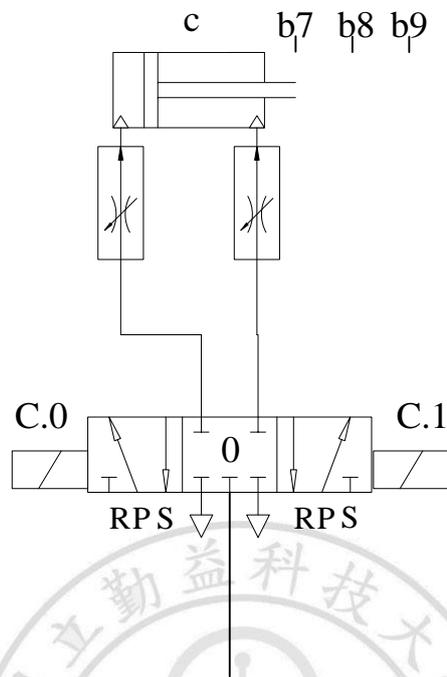
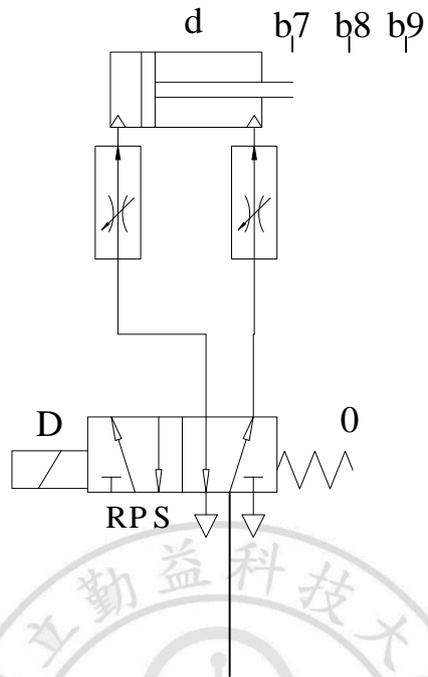


圖 5.25 c 氣壓缸時間動作圖



元件	位置	時間(sec)							
			02'59	03'14		04'14		04'29	
空氣壓縮機	On		[Solid line]						
	Off		[Solid line]						
5/2方向控制閥 D	D		[Solid line]				[Solid line]		
	0		[Solid line]				[Solid line]		
氣壓缸 d	伸出		b9	[Solid line]		b9			
	後退		b8		b7			b8	

圖 5.26 d 氣壓缸時間動作圖

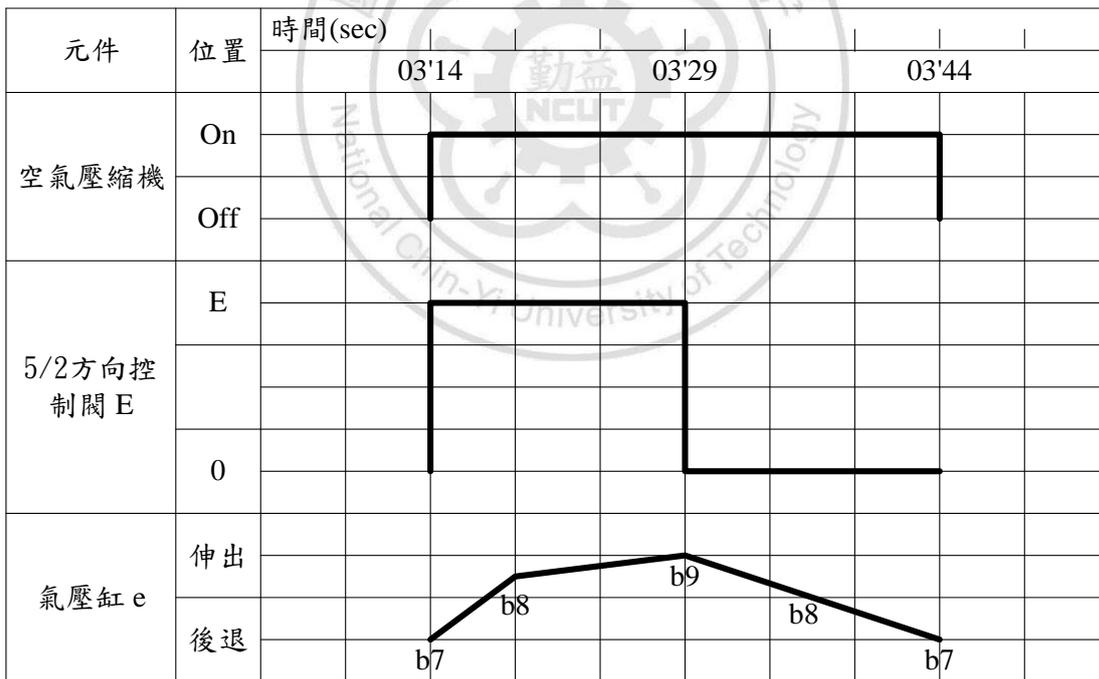
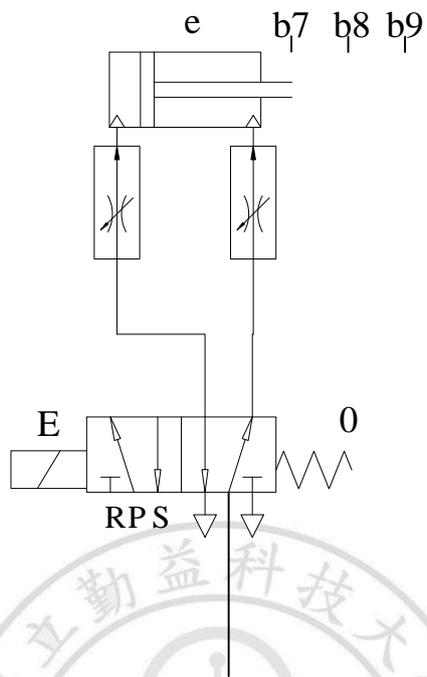
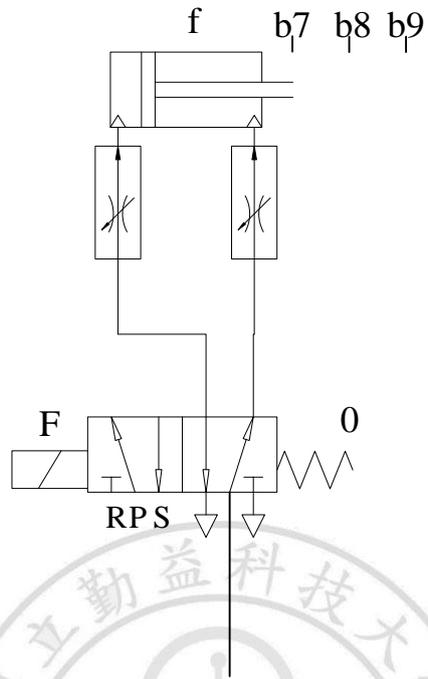


圖 5.27 e 氣壓缸時間動作圖



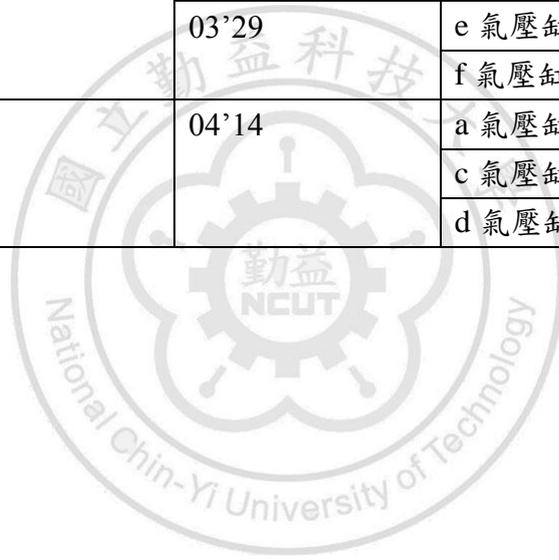
元件	位置	時間(sec)							
		03'29		03'44		04'29			
空氣壓縮機	On	[Active from 03:29 to 04:29]							
	Off	[Inactive]							
5/2方向控制閥 F	F	[Active from 03:29 to 04:29]							
	0	[Inactive]							
氣壓缸 f	伸出	[Active from 03:29 to 03:44]		[Active from 03:44 to 04:29]					
	後退	[Active from 03:29 to 03:44]		[Active from 03:44 to 04:29]					

圖 5.28 f 氣壓缸時間動作圖

若患部為右邊之系統動作順序如下表：

表 5.3 系統動作順序表

耳石復位法流程	時間(分'秒)	氣壓缸編號	氣壓缸狀態
呈平躺姿勢	00'00	a 氣壓缸	縮回
頭部轉向患部呈 45°	00'25	b 氣壓缸	伸出
	00'58	b 氣壓缸	縮回
頭部轉向健部呈 45°	01'18	c 氣壓缸	伸出
	01'54	c 氣壓缸	縮回
頭部轉向健部呈 90°	02'24	c 氣壓缸	伸出
由平躺轉為側躺姿勢	02'59	d 氣壓缸	縮回
	03'14	e 氣壓缸	伸出
	03'29	e 氣壓缸	縮回
		f 氣壓缸	伸出
恢復坐姿	04'14	a 氣壓缸	伸出
		c 氣壓缸	縮回
		d 氣壓缸	伸出



第六章 實驗結果之討論

6-1 非固定式設計

本研究在轉動頭部之動作下，使用非固定式設計來達成頭部之轉動動作，如圖 6.1 所示，藉由患者頭戴安全帽呈球形之頭部機構設計，利用安全帽幾何造型為球形外加外觀圓滑，似為球軸，由頭部本身與球形機構受到地心引力影響而靜置於球形與平台接觸點上，動者恆動靜止恆靜，若其中一旁受力，則球形將移動並轉動，用此原理達到使患者頭部轉動之動作。

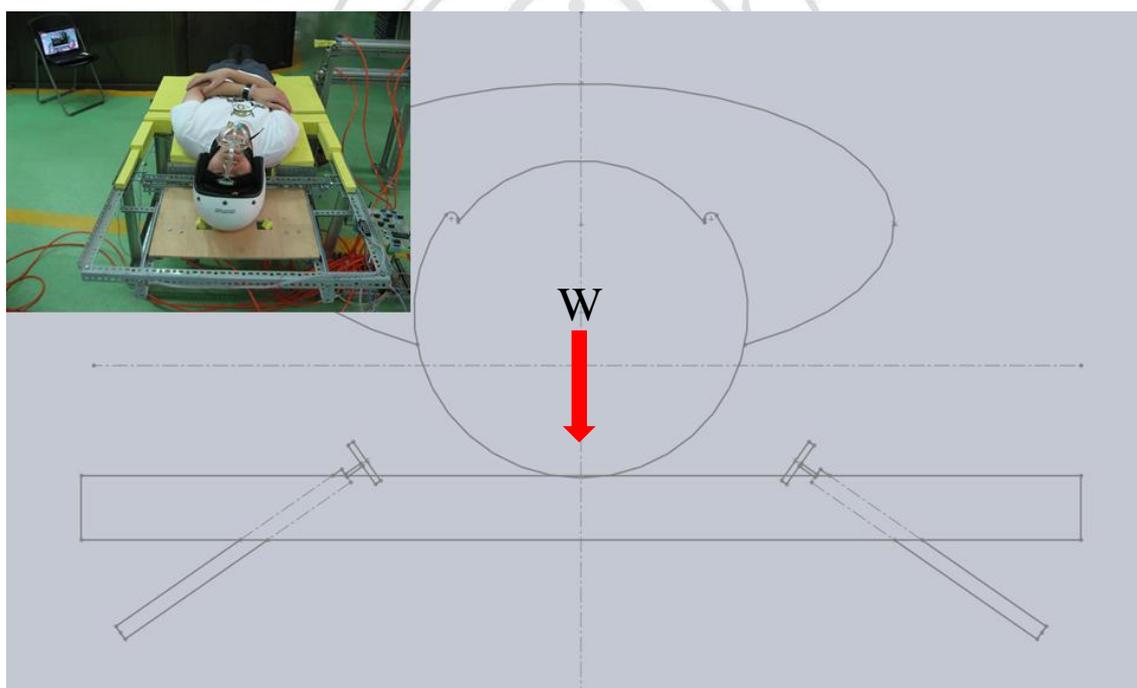


圖 6.1 非固定式設計示意圖 [人體平躺正視圖]

若其中一旁受到外力作用時，如圖 6.2、6.3 所示，左邊氣壓缸作動，機構伸出對球形機構施力，此時靜置於平台上之球形機構開始轉動並移動，球形機構使患者頭部開始轉動。

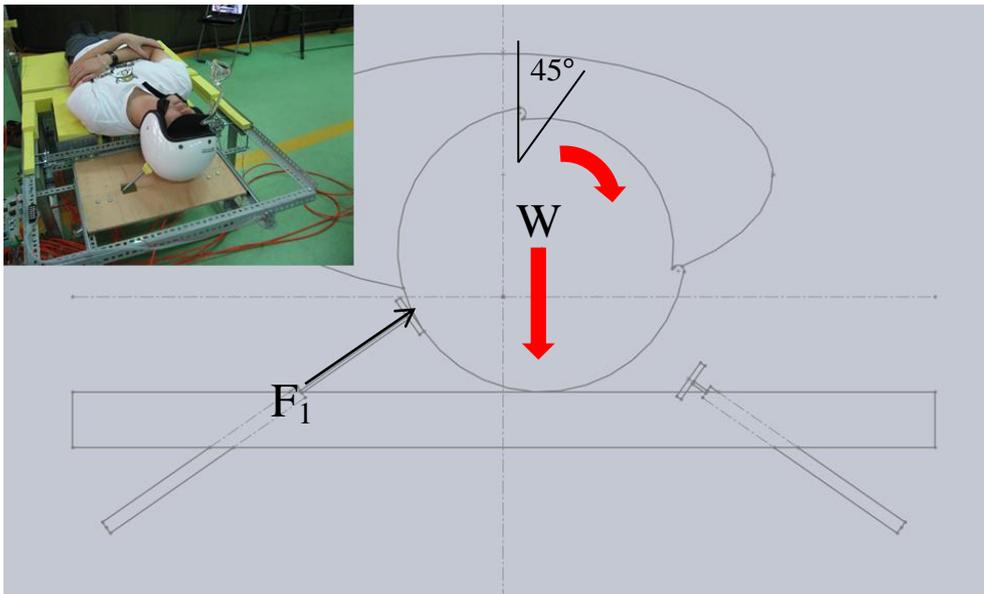


圖 6.2 患者頭部呈約 45 度角

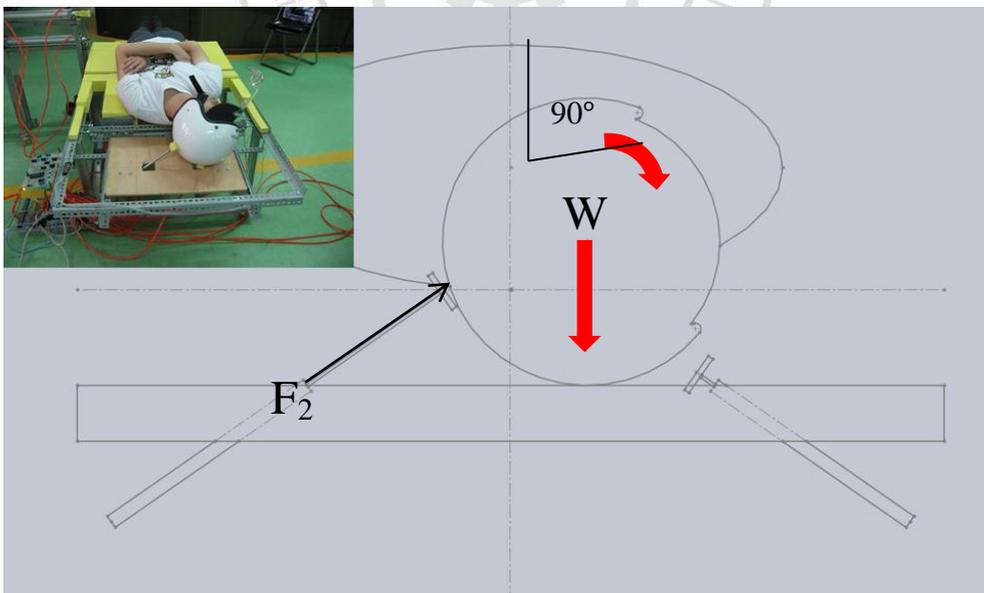


圖 6.3 患者頭部呈約 90 度角

若為固定式設計來達成頭部之轉動動作，如圖 6.4 所示，患者從坐姿轉為躺姿時，固定式轉動機構設計需與患者頭部同步從坐姿轉為躺姿，故需固定於設備椅背上。

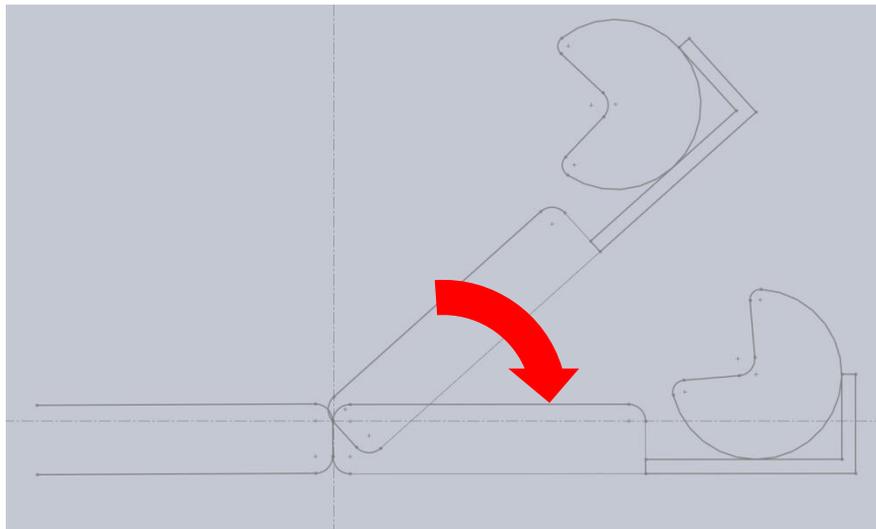


圖 6.4 固定式機構設計圖

若固定式轉動機構進行使患者頭部轉動之動作，如圖 6.5、6.6、6.7 所示，利用直流馬達或其他元件轉動患者頭部。

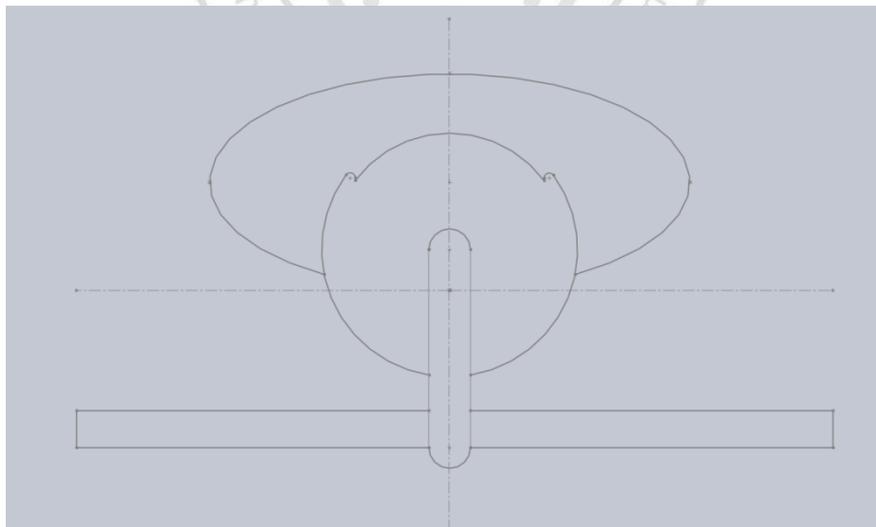


圖 6.5 固定式設計示意圖 [患者平躺正視圖]

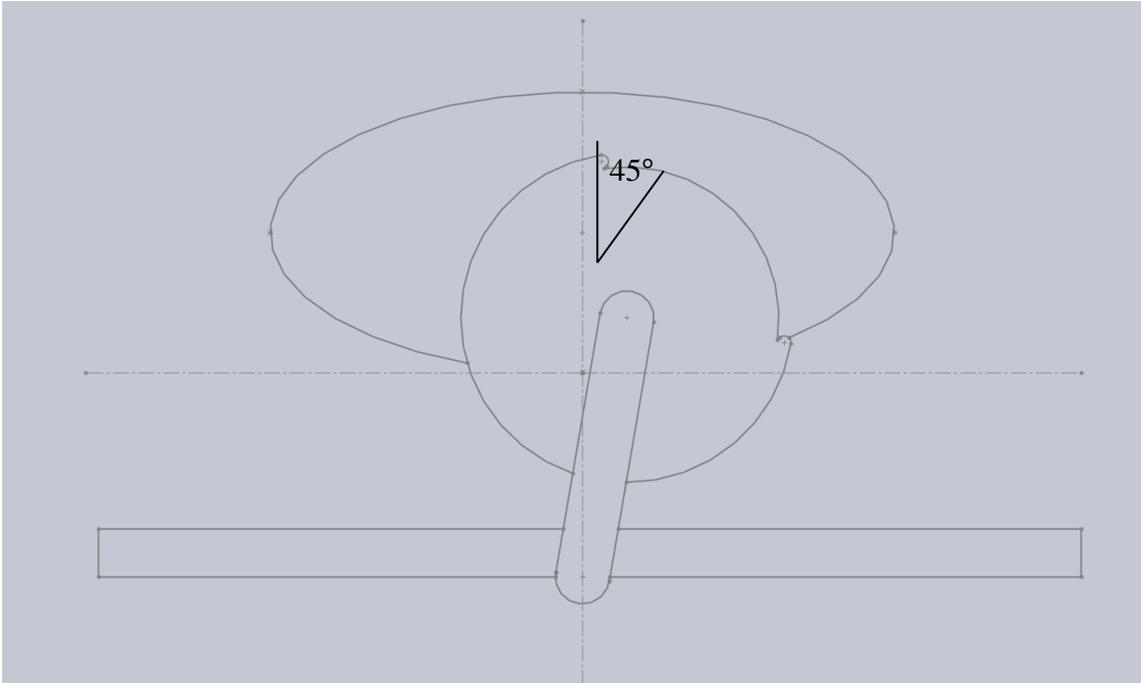


圖 6.6 患者頭部呈約 45 度角

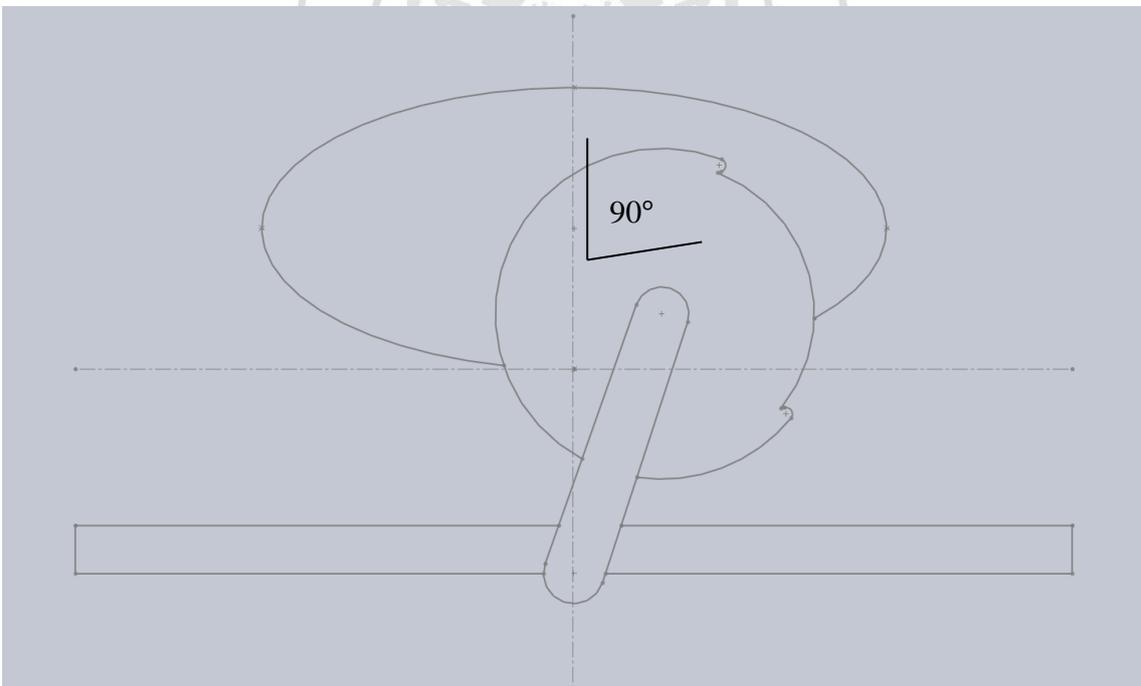


圖 6.7 患者頭部呈約 90 度角

耳石復位法步驟中其一之動作為使患者成側躺姿勢，如圖 6.8、6.9 所示，患者從平躺姿勢轉變為側躺姿勢時，頭部位置不僅水平左右變化外尚有垂直高度變化，若為固定式轉動機構，水平左右位置尚無困難，但垂直高度改變之問題，因固定式轉動機構已固定於椅背上，機構長度已受限，已無法再改變固定式轉動機構之垂直高度問題，故使用非固定式轉動機構設計來克服垂直高度變化之問題，但非固定式轉動機構設計受限於患者須自我保持頭部姿勢而不任意改變，若擅自改變頭部姿勢，將失去耳石復位法療程中之頭部角度，若要使用本研究設計之機構，將預先告知患者此事項，使患者保持頭部姿勢不任意改變，此情況下利用本研究之自動化設備進行治療，將可達到仿製耳石復位法之療效。

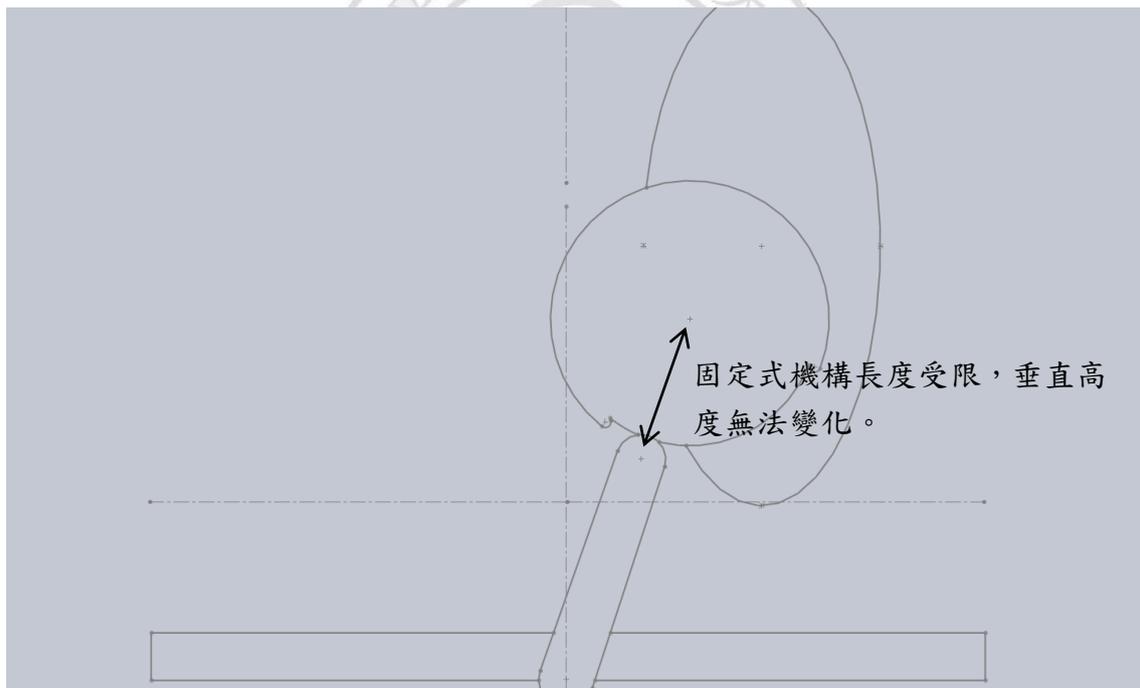


圖 6.8 固定式轉動機構示意圖 [患者側躺正視圖]

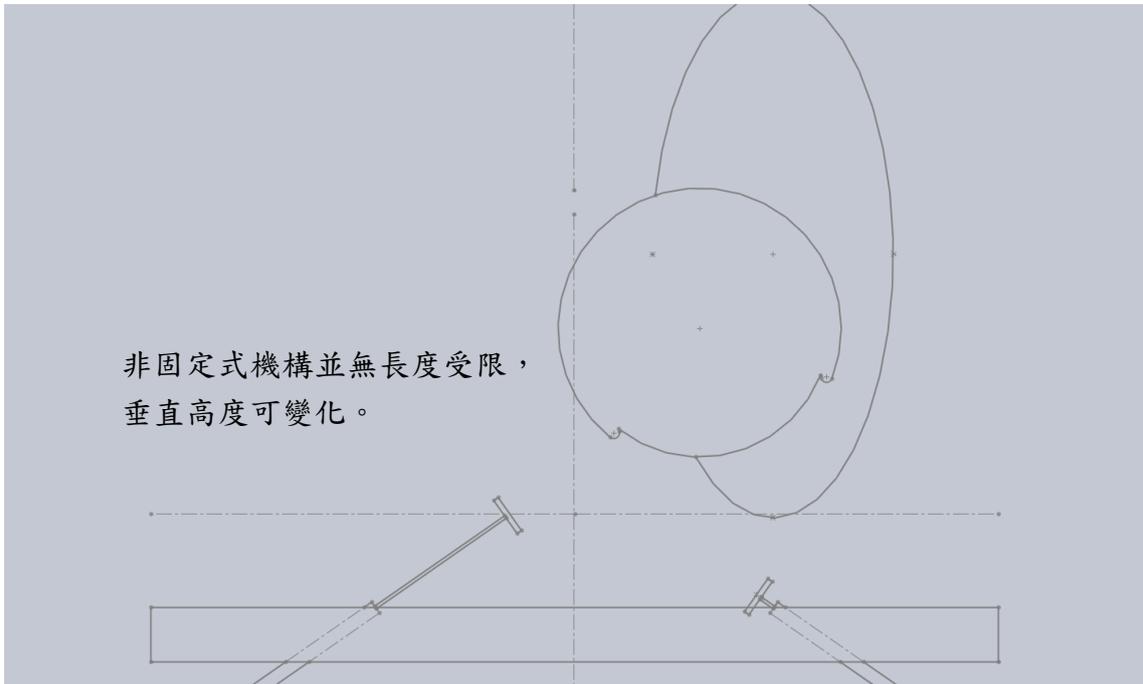


圖 6.9 非固定式轉動機構示意圖 [患者側躺正視圖]



6-2 椅背升起之高度

本研究設計之自動化醫療設備，如圖 6.10 所示，椅背升降之機構因氣壓缸行程受限，故無法提升椅背升起之角度。



圖 6.10 椅背升降之機構實體圖

耳石復位法流程步驟中最後一動作為使患者呈坐姿動作，頭部並保持微微低頭姿勢，靜置數分鐘使耳石恢復至正確位置，而本研究之設備椅背升起之角度無法使患者呈坐姿並保持微微低頭之動作，如圖 6.11 所示，需藉由患者自己事後先靜坐休息一會兒，或醫護人員將其扶正身體採坐姿姿勢靜置數分鐘，故使用本研究設計之醫療設備，須預先告知病患，完成治療流程時請先靜坐一會兒，再起立動身移動，此情況下利用本研究之自動化設備進行治療，將可達到仿製耳石復位法之療效。

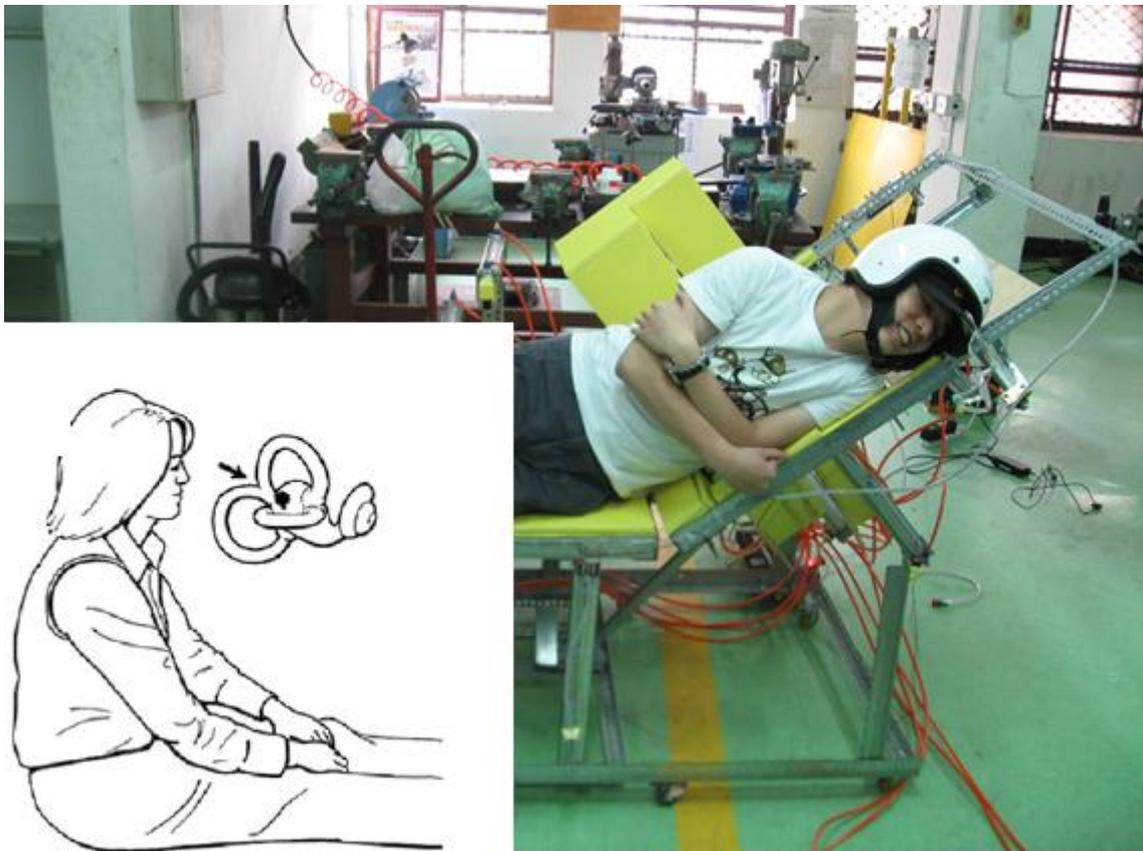


圖 6.11 設備恢復坐姿實體圖

6-3 實驗結果完成之討論

1. 設備機構測試結果與人體實際測試結果，並配戴國外 Dizzy Fix 視覺輔助醫療產品來顯示本研究實驗結果，假設患部為右邊之狀況如圖 6.12 所示，患者採為坐姿，並見到視覺輔助醫療產品內仿製耳石之懸浮顆粒，位置在於藍色區域內。



圖 6.12 坐姿圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

2. 使患者採平躺姿勢如圖 6.13 所示，圖中紅圈處之氣壓缸作動，機構縮回使設備椅背部分落下，則患者姿勢由坐姿緩慢轉變為躺姿。



圖 6.13 平躺圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

3. 使患者頭部轉向患部約 45 度角如圖 6.14 所示，圖中紅圈處之氣壓缸作動，機構伸出使患者頭部緩慢轉向患部約 45 度角並保持此動作靜置數分鐘，等待藉由地心引力牽引之懸浮顆粒移至治療流程中之期望區域。

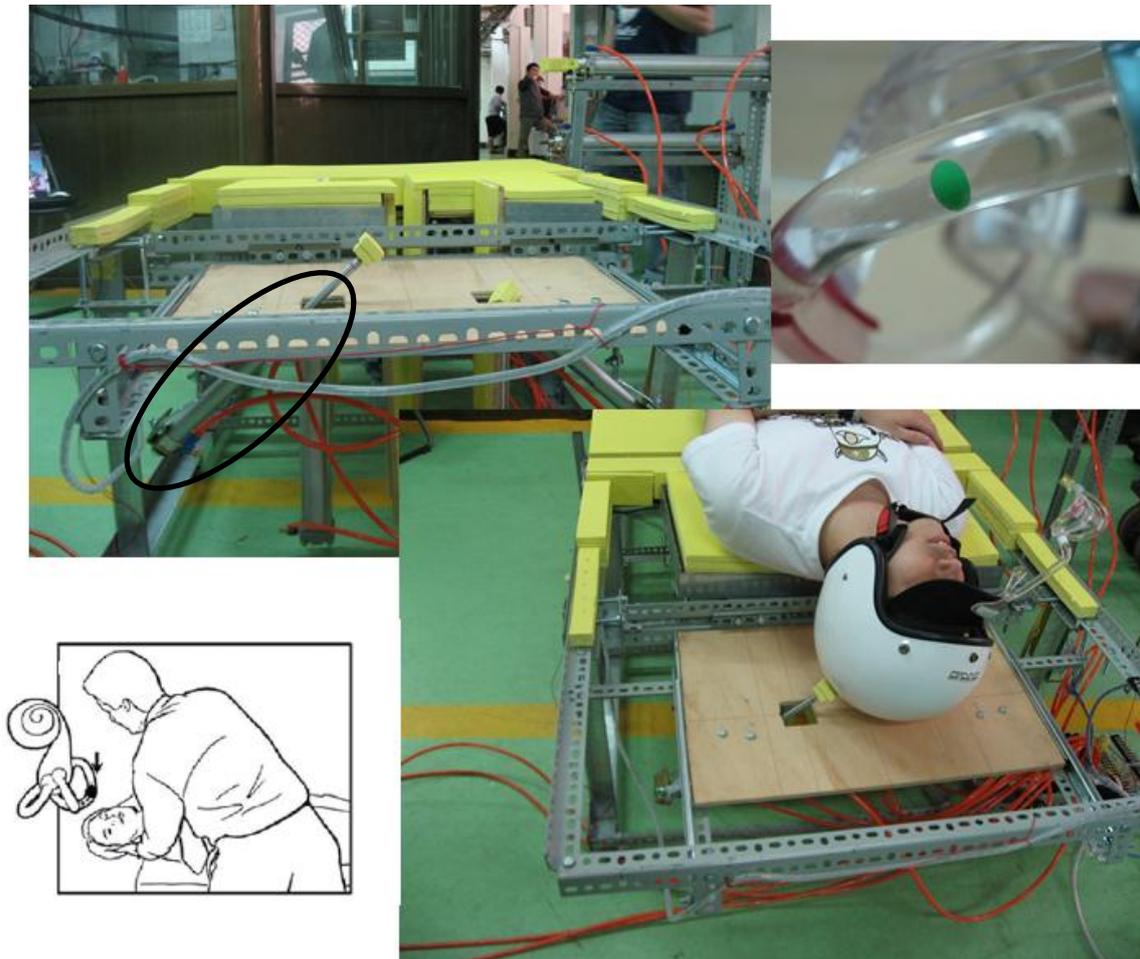


圖 6.14 頭部轉向患部約 45 度角圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

4. 使患者頭部轉向健部約 45 度角如圖 6.15 所示，圖中紅圈處之氣壓缸作動，機構伸出使患者頭部由轉向患部約 45 度角緩慢轉向健部約 45 度角並保持此動作靜置數分鐘，等待藉由地心引力牽引之懸浮顆粒移至治療流程中之期望區域。

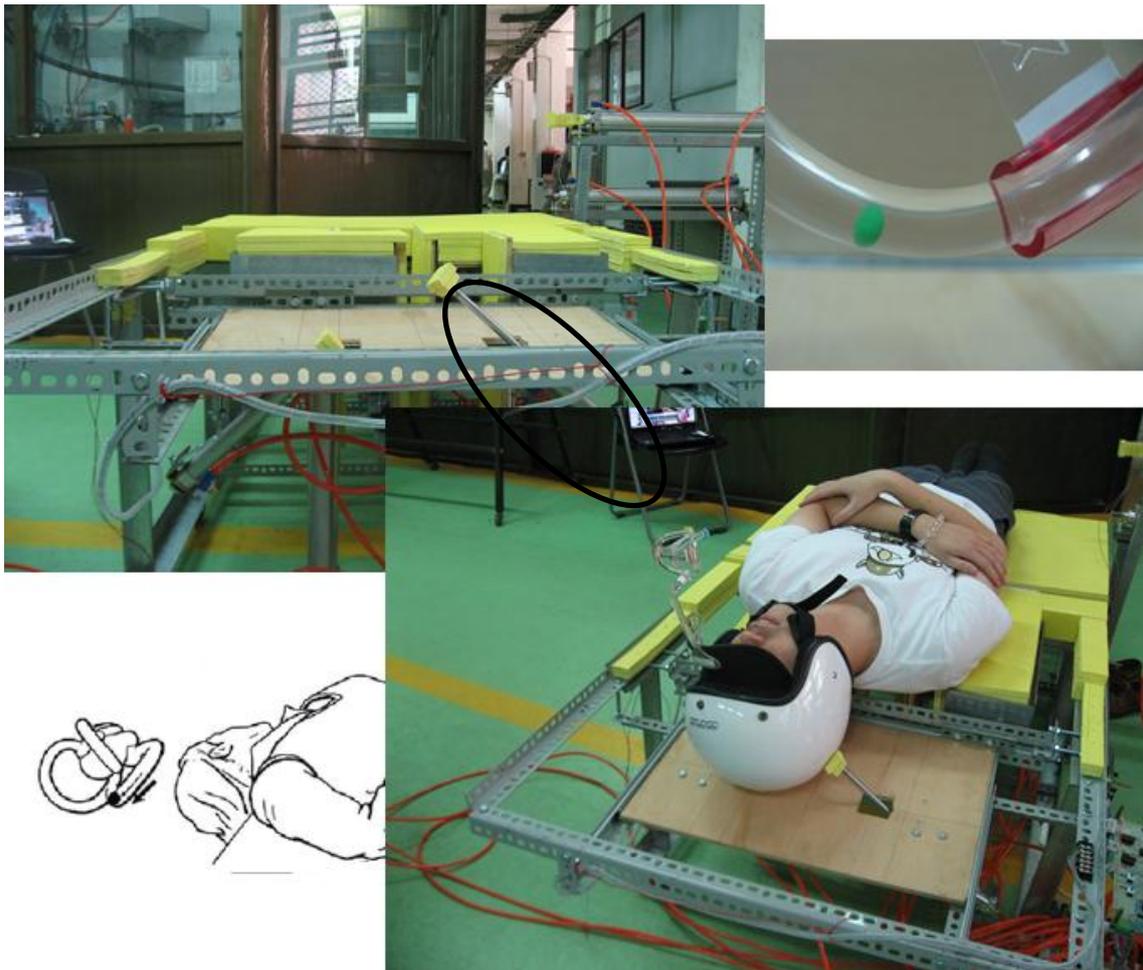


圖 6.15 頭部轉向健部約 45 度角圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

5. 使患者頭部轉向健部約 90 度角如圖 6.16 所示，圖中紅圈處之氣壓缸作動，機構伸出使患者頭部由轉向健部約 45 度角緩慢轉向健部約 90 度角並保持此動作靜置數分鐘，等待藉由地心引力牽引之懸浮顆粒移至治療流程中之期望區域。

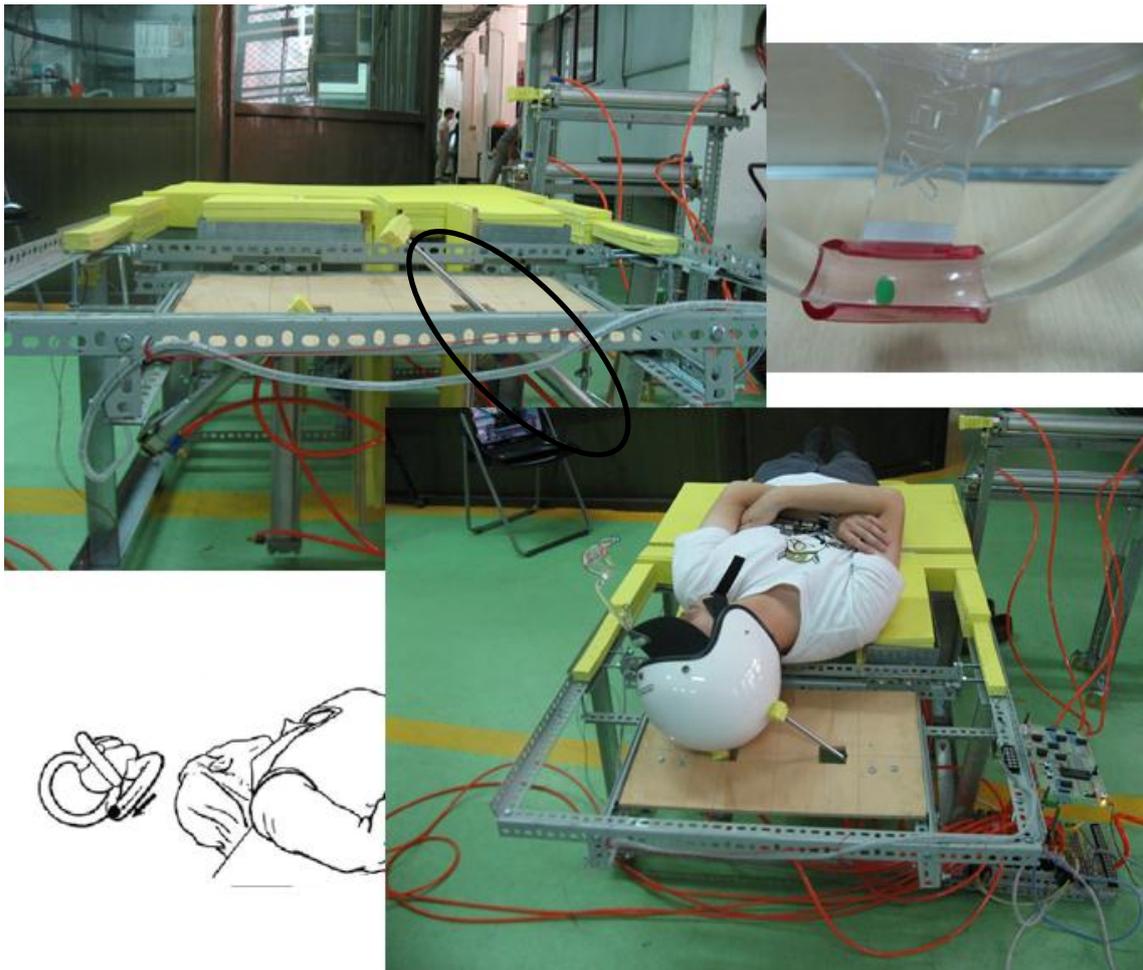


圖 6.16 頭部轉向健部約 45 度角圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

6. 使患者採側躺姿勢如圖 6.17 所示，圖中紅圈處之氣壓缸依序作動，機構 1 縮回使患者呈屈膝動作，再藉由機構 2 使患者翻動下半身，最後由機構 3 抬起右肩使患者進行翻身轉為側躺姿勢，並保持此動作靜置數分鐘，等待藉由地心引力牽引之懸浮顆粒移至治療流程中之期望區域。

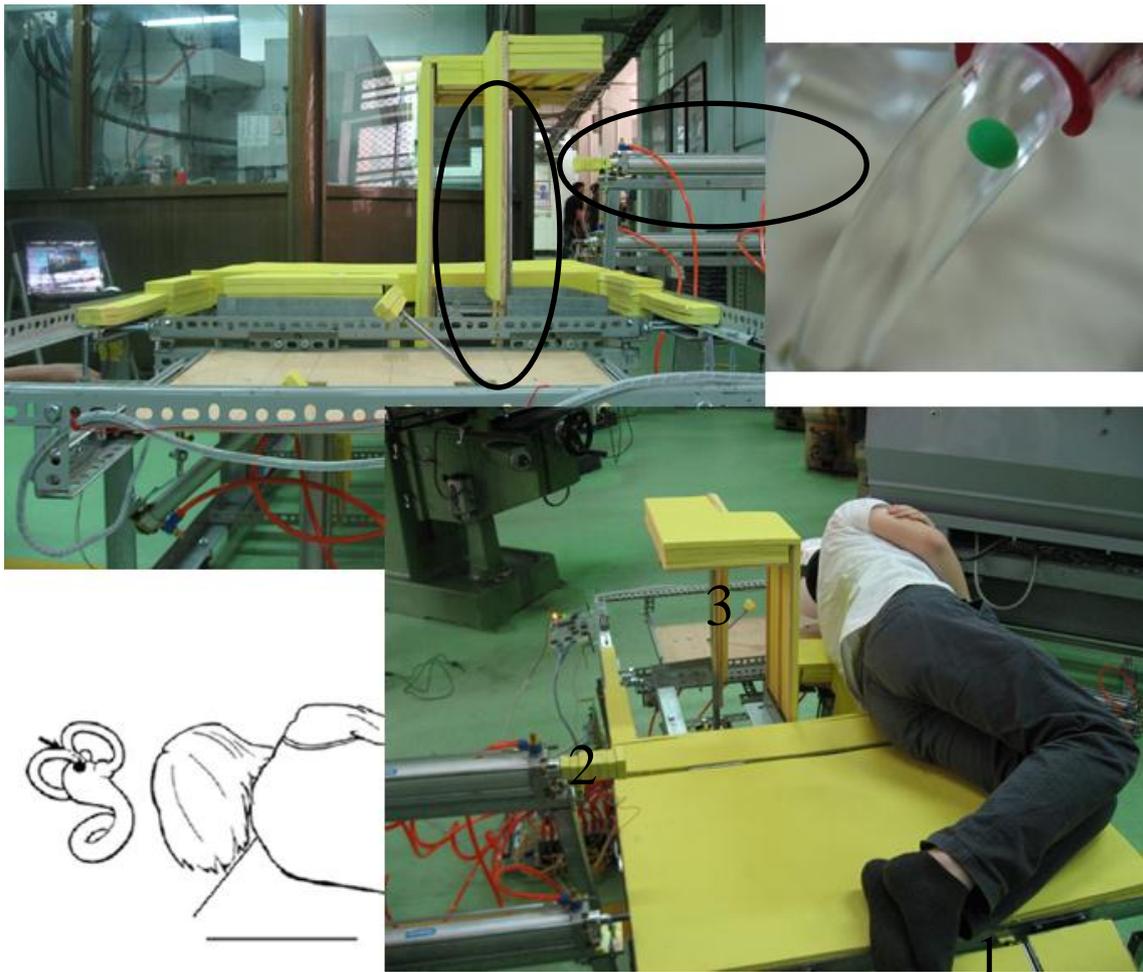


圖 6.17 側躺圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

7. 使患者恢復為坐姿如圖 6.18 所示，圖中紅圈處之氣壓缸作動，機構伸出使設備椅背部分升起，則患者姿勢由側躺緩慢轉變為坐姿，並保持此動作靜置數分鐘，等待藉由地心引力牽引之懸浮顆粒移至視覺輔助治療產品中另一頭黃色區域內。



圖 6.18 恢復坐姿圖

[左上：設備機構、左下：耳石復位法之動作，右上：視覺輔助醫療產品、右下：人體測試]

6-4 實驗結果誤動作之討論

藉由在設備機構間安裝微動開關如圖 6.19 所示，安裝之位置於紅圈處內，尚未觸發按鈕之微動開關輸出之訊號為 5 伏特高態訊號，若觸發按鈕之微動開關輸出之訊號則為 0 伏特低態訊號，依微動開關按鈕是否觸發而輸出各訊號，輸出各訊號輸入至單晶片微電腦做為回饋訊號，再藉由程式判斷目前設備機構上有無誤動作之產生，產生誤動作時停止治療流程並告知使用者與醫護人員有誤動作之狀況。

JNB bit,address

功能：若直接定址位元之內容等於 0，則跳至 address 處執行程式。

若直接定址位元之內容等於 1，則不跳，繼續往下執行程式。

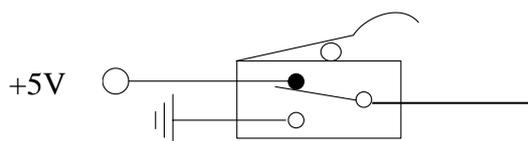


圖 6.19 微動開關安裝位置圖與示意圖

1. 設備翻身流程作動前：

回饋椅背部分與屈膝機構之狀況予單晶片微電腦如圖 6.20 所示，透過數位邏輯閘之反閘及及閘將椅背部分微動開關訊號與屈膝機構微動開關訊號做結合應用，若設備為完成平躺與屈膝，此時微動開關輸出之訊號為低態訊號，透過反閘轉為高態訊號，再使用及閘 AND 椅背微動開關訊號與屈膝微動開關訊號，訊號均為高態時，則輸出高態訊號，直接定址位元之內容等於 1，繼續往下執行程式。若其一訊號不為高態訊號，則及閘輸出低態訊號，直接定址位元之內容等於 0，此時停下設備動作並告知使用者與醫護人員設備有誤動作產生。

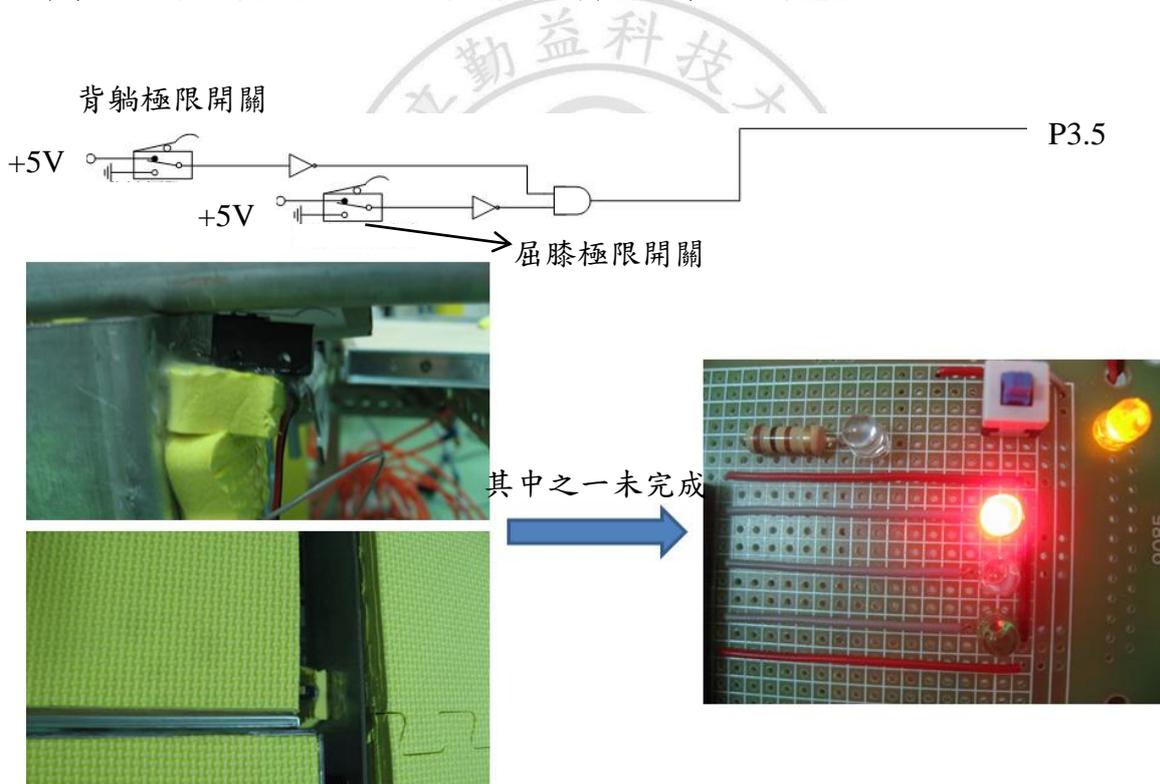


圖 6.20 椅背部分微動開關與屈膝機構微動開關實體圖

2. 設備抬肩機構作動前：

回饋右肩抬起機構與左肩抬起機構之狀況予單晶片微電腦如圖 6.21 所示，透過數位邏輯閘之反閘將回饋訊號做反向處理，若設備進行抬起其中一肩時，另一邊抬肩機構未伸起，此時微動開關輸出之訊號為低態訊號，透過反閘轉為高態訊號，直接定址位元之內容等於 1，繼續往下執行程式。若另一邊抬肩機構有伸起，微動開關將輸出高態訊號，訊號透過反閘輸出低態訊號，直接定址位元之內容等於 0，此時停下設備動作並告知使用者與醫護人員設備有誤動作產生。

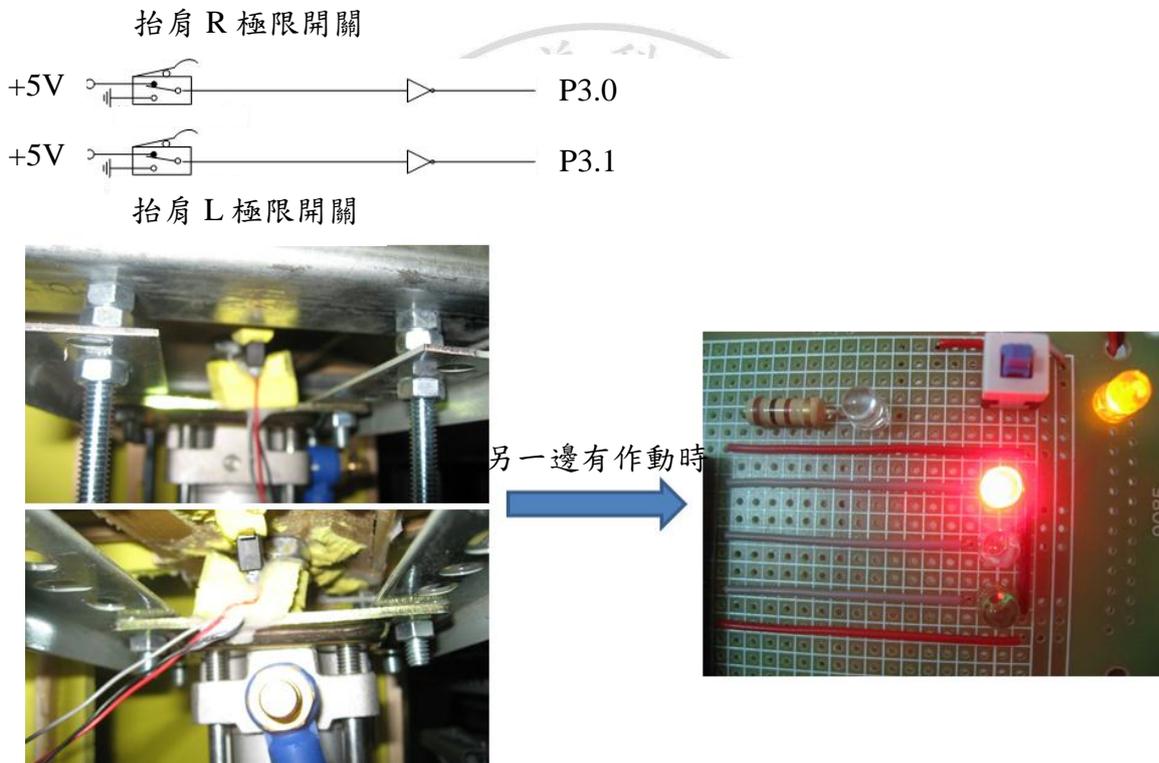


圖 6.21 左右之肩膀抬起機構微動開關實體圖

3. 設備椅背伸起前：

回饋右邊推膝機構與左邊推膝機構之狀況予單晶片微電腦如圖 6.22 所示，透過數位邏輯閘之反閘及及閘將右邊推膝機構微動開關訊號與左邊推膝機構微動開關訊號做結合應用，若兩旁之推膝機構均有縮回，此時微動開關輸出之訊號為低態訊號，透過反閘轉為高態訊號，再使用及閘 AND 左右兩推膝機構微動開關訊號，訊號均為高態時，則輸出高態訊號，直接定址位元之內容等於 1，繼續往下執行程式。若其一訊號不為高態訊號，則及閘輸出低態訊號，直接定址位元之內容等於 0，此時停下設備動作並告知使用者與醫護人員設備有誤動作產生。

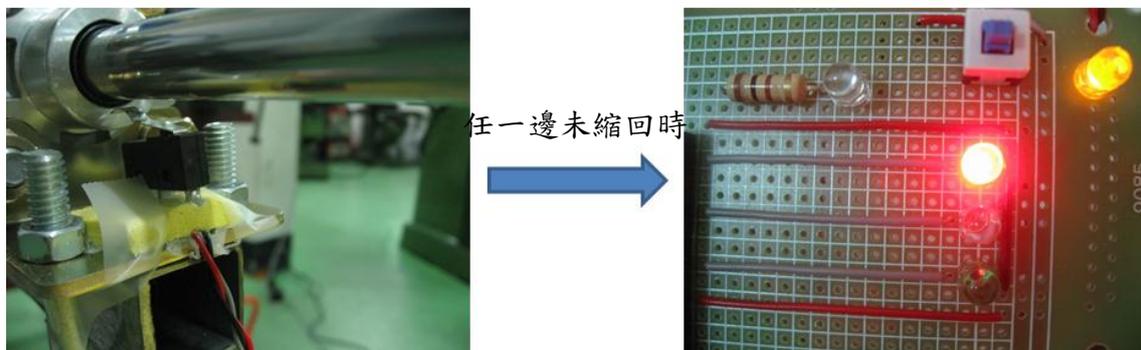
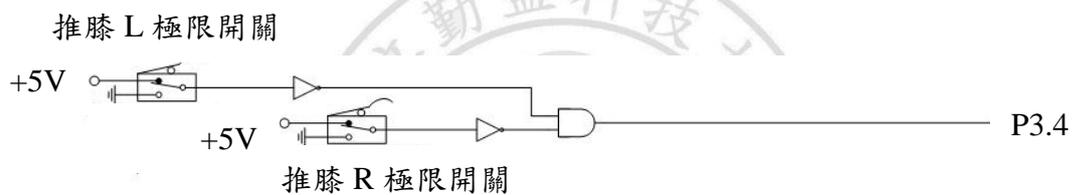


圖 6.22 左右之推膝機構微動開關實體圖

6-5 實驗結果緊急停止之討論

本研究設計一按鈕供患者握在手上，功能在於患者若因設備動作感到極度不適時，可按下此案扭停下設備目前動作，此時LED將亮起告知使用者與醫護人員，患者感到不適而停下設備之狀況發生，如圖 6.23 所示，單晶片微電腦本身具備中斷之致能功能，當中斷請求發生時，若該中斷被致能，則 CPU 會跳到相對應的地址去執行中斷副程式。本研究應用之中斷為外部中斷模式，外部中斷模式於中斷程式中最高優先權，觸發外部中斷時程式將最優先處理此訊號，直接跳至執行中斷程式，停下設備動作並亮起 LED 警示燈告知使用者與醫護人員。

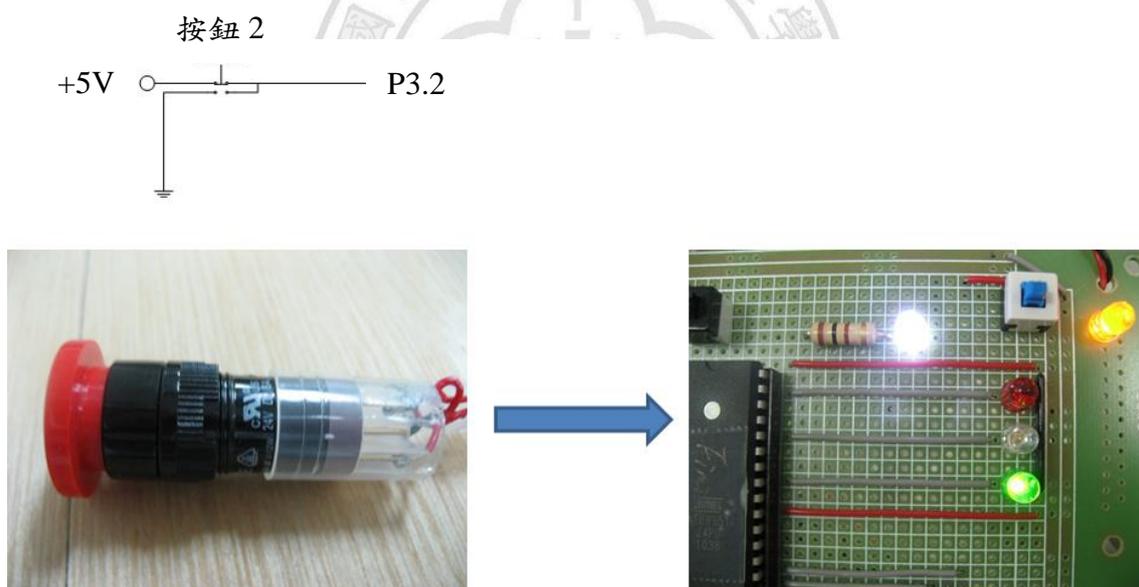


圖 6.23 外部中斷開關實體圖

6-6 結果之討論

- I. 本研究之設備使用上並無危險性，因設備令患者做出之動作，如屈膝、側躺、平躺等，均為自然體態之現象，並無較大危險性之動作，若遭外界因素停電影響，也將有五口三位中間關閉電磁方向控制閥保持住機構之狀態，並無立即影響患者。
- II. 若使用本研究之機構，由討論第一點可知，因非固定式機構設計，患者需自主保持頭部姿勢不擅自變換頭部姿勢，使頭部姿勢依造耳石復位法之動作流程變換，以至達到治療效果。
若使用本研究之機構，由討論第二點可知，因設備機構行程限制，椅背升起之高度問題，無法使患者達到耳石復位法之最後步驟呈坐姿外加微微低頭，需告知患者術後須靜坐一會兒，再起身行走。
- III. 本研究之設備使患者平躺、坐於設備上，對於患者與設備之間並無任何束縛，完全呈自主性躺、坐於設備上，若已無自主性之患者與身體機能不正常者則無法使用本研究之設備，避免跌落設備而造成二次傷害。

第七章 結論與未來展望

7-1 結論

本研究主要目的，是以現今工業上普遍應用之自動化設備來取代人力資源仿製出耳石復位法。由於先進國家人力費用高昂的趨勢，醫護人員人力吃緊之問題，本文則以現有成熟的自動化工程進行設計。以下為成果與結論：

1. 單晶片微電腦體積小、價格低廉，由於所需的外部零件甚少，因此初學者只需花費極少時間學習硬體電路的設計，可縮短學會微電腦應用所需之時間。
2. 若需修改動作流程或間隔時間等問題，內部程式撰寫完成後，直接用燒錄器立即將內部之程式清除並重新燒錄新程式即可，使用上非常便利與快速。
3. 由討論二、三點可知，患者若擅自更動頭部姿勢，無靜坐一會兒並立即下床，將可能導致設備治療無效之結果。所以，欲達到耳石復位法之療效，需依造本文所提之注意事項與避免事項。

7-2 未來展望

- (1). 若使用非固定式設計之轉動機構，需患者自己不擅自改變頭部姿勢才可獲得耳石復位法之療效，故需增加其他設計克服水平左右位置改變與垂直高度位置改變之問題，或者建立在非固定式轉動機構原理上，設計可限制患者擅自改變頭部姿勢之元件，將可不必擔心因患者擅自改變頭部姿勢而使本研究之設備治療無效之問題。
- (2). 使用本研究之設備時，在耳石復位法流程步驟中最後一個動作，恢復坐姿時設備無法提供更高之椅背伸起角度，使患者無法保持坐姿動作與微微低頭動作，故需對於椅背伸起角度之機構作些許更改與變化，使椅背可得到更趨近於垂直之角度，將可不需靠病患自己靜坐一會兒或醫護人員扶正呈坐姿動作靜置數分鐘等待治療完成。
- (3). 更多元化之裝置，製作擁有顯示目前治療流程中即時步驟之面板，並可顯示治療時間與剩餘時間，除了LED視覺警示外，也具備聲響之聽覺警示功能，與配合無線傳輸功能，連結醫護人員之電腦，配合視訊之元件，達到即時監控病患使用之狀況與設備狀態。
- (4). 設備安全性之智慧化，除了有主動性緊急停止功能外，亦有被動性監測患者狀態之緊急停止功能，設備配置感測元件，監控患者生理反應之狀態。各治療步驟完成後，於患者靜置動作等候耳石受重力牽引漂流時，監控患者是否有因治療動作而引起眩暈而發生嘔吐之現象，若有嘔吐之現象發生，可停下設備之動作並使患者採取側臥姿勢，避免患者發生氣管阻塞之意外。
- (5). 設備技術更加成熟後，與專業醫護人員合作，進行臨床實驗，獲得臨床數據。

參考文獻

1. Epley, JM., ‘The canalith repositioning procedure for treatment of benign paroxysmal positional vertigo’, *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, **107** : 399–404,1992.
2. Herdman SJ, Tusa RJ, Zee DS, Proctor LR and Mattox DE., ‘Single treatment approaches to benign paroxysmal positional vertigo’, *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, **119** : 450–454,1993.
3. Blakley BW., ‘A randomized, controlled assessment of the canalith repositioning maneuver’, *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, **110** : 391–396,1994.
4. Weider DJ, Ryder CJ and Stram JR., ‘Benign paroxysmal positional vertigo : analysis of 44 cases treated by the canalith repositioning procedure of Epley’, *Am J Otol*, **15** : 321–326,1994.
5. Welling DB and Barnes DE., ‘Particle repositioning maneuver for benign paroxysmal positional vertigo’, *Laryngoscope*, **104** : 946–949,1994.
6. Li JC., ‘Mastoid oscillation : a critical factor for success in the canalith repositioning maneuver’, *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, **112** : 670–675,1995.
7. 傅華國、蕭君毅、鍾從得、許振益, ‘耳石復位法對良性陣發性位置性之療效’, *中耳醫誌*, **31** : 501–506, 1996, 台灣。
8. 林鴻清、徐銘燦、施水木、張克昌, ‘以耳石復位法治療良性陣發性位置性眩暈’, *耳鼻喉科醫學雜誌*, 第 34 卷, 第五號, 379–383, 1999, 台灣。
9. 楊怡祥編著, *揮別頭暈目眩*, 元氣齋出版社有限公司, 2008。

10. 蔡子同，‘良性陣發性頭位眩暈症’，國立成功大學醫學院附設醫院第722次記者會，台南，台灣，2003。
11. G Chiarella and E Cassandro., ‘Balance in elderly : overview and personal experience in Paroxysmal Positional Vertigo’, *BioMed Central Geriatrics*, **10**:A100, 2010.
12. 沈咏萱、林至欣，‘老年人眩暈的鑑別診斷與治療’，*家庭醫學與基礎醫療*，第二十五卷，第六期，212–217，台灣。
13. 何坤瑤，‘自發性良性陣發性姿勢性眩暈症（耳石症，BPPV）’，*高雄醫學院附設醫院研究報告*，高雄，台灣，2009。
14. 蔡朝洋編著，*單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用*，全華科技圖書股份有限公司，2003。
15. 楊善國編著，*電子學*，全華科技圖書股份有限公司，2010。
16. 郭興家、蘇慶源、劉金亭編著，*氣液壓學*，復文書局，台南，台灣，1987。
17. 許宗銘、賴士峯編著，*空油壓控制*，全華科技圖書股份有限公司，2000。
18. 碧威股份有限公司，‘氣壓系統三點組合之簡介’，*技術資訊*，碧威股份有限公司。
19. 陳本源、陳新一編著，*數位邏輯電路實習*，全華科技圖書股份有限公司，2003。
20. DizzyFIX Website <http://www.DizzyFIX.com>。
21. Bromwich M, Parnes L., *The DizzyFIX Initial results of a new dynamic visual device for the home treatment of Benign Paroxysmal Positional Vertigo*. Pending publication.
22. Bromwich M, Parnes L., *The DizzyFIX A new dynamic visual device for the home treatment of Benign Paroxysmal Positional Vertigo*. In Press. *Canadian Journal of*

Otolaryngology.

23. 老師沒教的事，‘長期照護方法大公開’，國興衛視網站

<http://www.goldsuntv.com.tw/>。

