

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩士論文

液晶投影機之反射式平順圖像法裡樞鈕
形狀之振動分析研究



Vibration Analysis for Hinge in Reflective Smooth Picture
Module of LCD Projector

研究生：陳建逸

指導教授：呂宗熙教授

中華民國 九十五年 六月

液晶投影機之反射式平順圖像法裡樞鈕
之振動分析研究

Vibration Analysis for Hinge in Reflective Smooth
Picture Module of LCD Projector

研究生：陳建逸

Student : Chien-Yi Chen

指導教授：呂宗熙

Advisor : Tzong-Shi Liu

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of Automation and Precision Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Automation and Precision Engineering

Jun. 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十五年 六月

國立交通大學

論文口試委員會審定書


本校 工學院精密與自動化工程 學程碩士班 陳建逸 君

所提論文：

液晶投影機之反射式平順圖像法裡樞鈕形狀之
振動分析研究

合於碩士資格水準、業經本委員會評審認可。

口試委員：



鄭曉雲
李慶中

指導教授：

呂宗遜

班主任：

李淑滿

中華民國 95 年 06 月 23 日

液晶投影機之反射式平順圖像法裡樞鈕 之振動分析研究

研究生：陳建逸

指導教授：呂宗熙

國立交通大學

工學院精密與自動化工程專班

摘 要

本論文旨在探討數位液晶投影機之反射式平順圖像系統 (Reflective Smooth Picture) 在振動過程中，樞鈕(Hinge)的型式和材料上的變化對輸出波型漣波 (Ripple) 的影響。並利用有限元素法 ANSYS 軟體，模擬反射式平順圖像系統在振動過程之各種物理現象，以決定樞鈕之型式及參數設定，使平順圖像系統不會因質量及共振頻率等因素，而影響其預期之品質。

本實驗將先行假設反射式平順圖像系統是採用鍛造複合技術製造，並在研究過程中進行實驗各種不同材料，以釐清材料阻尼比及樞鈕形狀各對漣波的影響。本文首先介紹反射式平順圖像系統發展的歷史及介紹，亦對於反射式平順圖的生產製造方法、使用材料特性做大略的說明。其次建立本研究於學理上的理論基礎。接下來針對材料進行實驗，以了解材料對輸出漣波的影響，亦將依理論基礎來建立各形式之樞鈕並製作樣品，且利用雷射振動儀進行量測。再來利用有限元素法來分析其樣品的應力分佈狀況，能於此些實驗及理論中，以決定反射式平順圖像系統之樞鈕最佳化之參數。

Vibration Analysis for Hinge in Reflective Smooth Picture Module of LCD Projector

Student : Chien-Yi Chen

Advisors : Dr. Tzong-Shi Liu

Automation and Precision Engineering
College of Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

This paper aims to study the impact of hinges types and materials toward output ripple for reflective smooth picture systems of digital crystal projectors. Using ANSYS to simulate potential phenomenon of reflective smooth picture system during vibration process, hinge type and parameter setting can be defined so that quality of system will not be affected by factors such as mass and resonance frequency.

Assuming that system is built with die casting process, this experiment first studies how damping rate and hinge types of different materials will influence ripples. This paper starts with introduction of RSP system and its development history, then briefs manufacturing methods and characteristics of materials used to build the system. Based on assumption of this study, conduct experiments on various materials to reveal how materials shape ripples. Then samples of different types of hinges are built and measured with a laser vibrometer. Finally, distribution of stress is analyzed by the finite element method. With these experiments and assumptions, parameters given optimal hinge of RSP can be identified.

誌 謝

對我來說，在這研究所生涯中，能夠完成研究論文，是需要感謝許多人的。首先我要感謝我太太正芬，感謝她能夠體諒我在研究工作忙錄時，經常無法分擔家務工作與不經意忽略了她。另外我亦需要由衷感謝呂宗熙教授給我機會加入他的研究團隊，以及他在我研究過程中對我的信任與指導。也感謝百忙之中撥冗擔任口試委員的交通大學鄭璧瑩教授、尹慶中教授，於論文內容上的指導，使得本論文更臻圓滿。

其次謝謝機械工程研究所產品及製程發展實驗室的小布，提供有限元素分析上的教導與協助；謝謝揚明光學邱顯光經理在論文研究期間，給予我的指導與方向。沒有他們的協助，我的研究工作不可能如此順利。同學泰勳、國忠、育昌、東峻、文浩，也謝謝您們帶給我在研究所這段時間多姿多采的生活，與我一起經歷這段歲月。

最後還要感謝我的兒子資云及女兒儀庭，感謝他們在我研究的最後階段，沒有纏著我，要我組裝彈珠超人及陪著玩遊戲，且犧牲許多踏青郊遊，讓我能無後顧之憂專心研究工作。

謹以此論文獻給我的家人及朋友，謝謝你們。

建逸 中華民國九十五年七月

於國立交通大學 工五館

目 錄

| | |
|-----------------------|-----------|
| 摘要 | I |
| 目錄 | III |
| 第一章、諸論 | 1 |
| 1.1 前言 | <u>1</u> |
| 1.2 文獻回顧 | <u>2</u> |
| 1.3 研究動機 | <u>3</u> |
| 1.4 研究方法 | <u>4</u> |
| 第二章、平順圖像系統的介紹 | <u>5</u> |
| 2.1 平順圖像系統的分類 | <u>5</u> |
| 2.2 反射式平順圖像系統的操作 | <u>6</u> |
| 2.3 壓鑄成型及 AZ91D 的物理特性 | <u>13</u> |
| 2.4 音圈馬達之簡介 | <u>18</u> |
| 第三章、實驗基礎 | <u>23</u> |
| 3.1 振動力學理論基礎 | <u>23</u> |
| 3.2 材料力學理論基礎 | <u>27</u> |
| 第四章、實驗分析 | <u>30</u> |
| 4.1 實驗對照樣本之量測 | <u>30</u> |
| 4.2 材料實驗 | <u>33</u> |
| 4.3 材料實驗結果 | <u>35</u> |
| 4.4 樞鈕斷面模型之建立 | <u>36</u> |
| 4.5 應力分析模擬 | <u>36</u> |
| 4.6 應力分析 | <u>43</u> |
| 4.7 實體模型量測與結果 | <u>45</u> |

第五章、結果與討論

47

參考文獻

48



表 目 錄

| | | |
|------|---|----|
| 表 1 | 反射式平順圖像系統規格表 | 10 |
| 表 2 | 目前市場各種鎂合金成型方法比較分析表 | 14 |
| 表 3 | 目前市場各種鎂合金成型方法比較分析表 | 16 |
| 表 4 | AZ91D 材料參數 | 16 |
| 表 5 | 矩形截面桿扭轉時的 α β 及 ν 係數比值 | 28 |
| 表 6 | 靜態傾斜角量測結果 | 31 |
| 表 7 | 自然頻率量測結果 | 32 |
| 表 8 | 平坦度量測結果 | 32 |
| 表 9 | 靜態傾斜角量測結果 | 35 |
| 表 10 | 自然頻率量測結果 | 35 |
| 表 11 | AZ91D 之材料參數 | 37 |
| 表 12 | 靜態傾斜角量測結果 | 46 |
| 表 13 | 自然頻率量測結果 | 46 |



圖 目 錄

| | | |
|------|--|----|
| 圖 1 | 反射式平順圖像系統在對摺式鏡頭使用示意圖 | 5 |
| 圖 2 | 穿透式平順圖像系統在對摺式鏡頭使用示意圖 | 6 |
| 圖 3 | DMD 晶片表面之 micro mirror 排列狀況 | 7 |
| 圖 4 | RSP 上下二極限在劃面上所呈現之狀況 | 7 |
| 圖 5 | 影像經過 RSP 振動所產生移動 1/2 Pixel 的距離 | 7 |
| 圖 6 | RSP 作用後，其畫面所呈現的狀況 | 8 |
| 圖 7 | 訊號由色輪藍色下輸入過程 | 9 |
| 圖 8 | 音圈馬達所輸入的訊號狀況 | 9 |
| 圖 9 | 轉換時間及漣波的定義 | 11 |
| 圖 10 | RSP 模組之樞鈕型式基本架構 | 12 |
| 圖 11 | RSP 模組之樞鈕型式剖面示意圖 | 12 |
| 圖 12 | 音圈馬達側視圖 | 12 |
| 圖 13 | 音圈馬達正視圖 | 12 |
| 圖 14 | 音圈馬達示意圖 | 12 |
| 圖 15 | 熱室壓鑄法及冷室壓鑄法解說示意圖 | 13 |
| 圖 16 | 喇叭結構示意圖 | 18 |
| 圖 17 | A 型磁路設計圖 | 21 |
| 圖 18 | B 型磁路設計圖 | 21 |
| 圖 19 | C 型磁路設計圖 | 22 |
| 圖 20 | D 型磁路設計圖 | 22 |
| 圖 21 | E 型磁路設計圖 | 22 |
| 圖 22 | 阻尼振盪子的三種解 | 25 |
| 圖 23 | 欠阻尼振盪圖型 | 25 |
| 圖 24 | 對於不同的 γ ，振幅 c 對驅動頻率 ω 的圖 | 26 |
| 圖 25 | 波型量測結果 | 32 |
| 圖 26 | 反射率量測結果 | 33 |
| 圖 27 | 材料分析實驗步驟流程圖 | 34 |
| 圖 28 | 材料實驗波型量測結果 | 35 |
| 圖 29 | H 型樞鈕示意圖 | 36 |
| 圖 30 | 凹型樞鈕示意圖 | 36 |
| 圖 31 | ANSYS 分析處理流程圖 | 37 |
| 圖 32 | 凹型樞鈕之有限元素分析模型 | 38 |
| 圖 33 | H 形樞鈕之有限元素分析模型 | 38 |
| 圖 34 | Solid92 幾何圖型 | 38 |
| 圖 35 | 凹型樞鈕之有限元素分析模型 | 39 |
| 圖 36 | H 形樞鈕之有限元素分析模型 | 39 |
| 圖 37 | 邊界條件及負載荷重之設定狀況 | 40 |
| 圖 38 | 邊界條件及負載荷重之設定狀況 | 40 |
| 圖 39 | H 型輸扭位移分析結果圖 | 41 |
| 圖 40 | H 型 G 樞鈕應力分布分析結果圖 | 41 |



| | | |
|------|---------------|----|
| 圖 41 | 凹型樞鈕位移分析結果圖 | 42 |
| 圖 42 | 凹型樞鈕應力分布分析結果圖 | 42 |
| 圖 43 | H型樞鈕最大應力分析圖 | 44 |
| 圖 44 | 凹型樞鈕最大應力分析圖 | 44 |
| 圖 45 | H型樞鈕模型樣品圖 | 45 |
| 圖 46 | 凹型樞鈕模型樣品圖 | 45 |
| 圖 47 | 實體樣品量測波型圖 | 46 |



第一章

緒論

1.1 前言

隨著液晶技術與個人電腦技術快速發展，加上關鍵元件性能大幅提昇，使得投影機市場呈現欣欣向榮的景象，而各家廠商激烈競爭也帶動投影機價格快速下滑。根據 Pacific Media Associates 的調查統計顯示，投影機的市場量已由 1998 年的 46 萬台，增加到 1999 年的 55 萬台。預估 2001 年將會超過 80 萬台的市場規模。其中超攜帶型產品的市廠需求比重，明顯大幅增加。由最近廠商所推出的眾多新機種來看，重量少於 6 磅的單片 DLP(Digital Light Processing) 投影機特別受到重視，如此超輕薄小型化的優勢，勢必將成為市場的新寵主流，相對地投入的廠商也會越來越多。

DLP 市場的開發關鍵在於 TI(Texas Instruments) 如何增加微顯鏡晶片 (Digital Micromirror Device-DMD) 產能且降低元件價格。TI 也了解到 DLP 產品，將會在輕型產品市場上佔有一席之地，為了提高產能解決目前產量不足的窘狀，99 年初另行投資 1000 萬美元建構新的整合晶片結構產線。此外，為了適應高圖像的顯示要求，TI 採用了平順圖像(Smooth Picture) 技術來提昇分辨率，使用平順圖像技術的畫質是不錯的，而且大大降低了生產成本及提昇了 DMD 晶片之良率。

目前市場上正式進行反射式平順圖像系統生產的公司，大約包括六家。其中有韓國的 HYSONIC、SAMSUNG、日本的 HITACHI、德國的 ELLIPTEC、台灣的 YoungOptics 及 AELTA。其中 SAMSUNG、HITACHI 及 AELTA 所製造之 RSP，基本上皆遵循著 TI 所建議採用之彈片架構，而 HYSONIC、YOUNGOPTICS 及 ELLIPTEC 則採用樞鈕之架構。本研究針對樞鈕架構之斷面形狀，對反射式平順圖像系統(RSP)輸出波型漣波所產生的影響，進行研討。

1.2 文獻回顧

DLP 技術是在西元 1987 年由 TI 的 Hornbeck 開發出來的，西元 1996 年 nVIEW 製作出第一台光機引擎於市場上銷售，它是以 TI 設計製造的完整「光學引擎」為基礎，西元 2001 年已有一百萬台的市場銷售，西元 2003 年市場需求已超過二百萬台。

單晶片 DLP 系統除主要用於商用資料投影機，絕大多數的家庭娛樂投影機以及大螢幕背投電視，DLP 投影技術是應用了微顯鏡晶片來做主要關鍵元件，以實現數字光學處理過程。它先利用一組聚光燈鏡將燈泡發出的光線聚焦在穿透性色輪 (Transfer Color Wheel)，再利用第二組鏡片將通過色輪的光線均勻聚焦在微顯鏡晶片元件表面。隨著反射鏡旋轉狀態的不同 (+12 度或 -12 度)，光線可能會反射進入投影鏡頭的透光孔 (ON) 或是離開投影鏡頭的透光孔 (OFF)，最後再經過鏡頭投影成像。

投影機上的反射平順圖像系統是允許影像暫存的一種技術，在我們了解反射平順圖像系統之前，需先了解微顯鏡晶片上微鏡片 (Micro-Mirror) 的結構。在微顯鏡晶片上面有 720x640 之數量的微鏡片，而每一晶片所在影像上所代表是一個 pixel，要注意的是在水平及垂直部份，微鏡片它們並沒有重疊。當啟動了反射式平順圖像系統，平順圖像系統將利用振動的方式，讓 pixel 平移 1/2 pixel，也因此，所有在微鏡片中間的空隙也因此被填滿，最終產生出 1280x720 解析度的影像品質。而平順圖像系統所動作的週期，必須在 1/60sec 內完成。

確切的說，反射式平順圖像系統並沒有提升面板的物理分辨率，而只是讓一幅圖像分兩次顯示，然後通過在光路上設置抖動鏡面將兩幅畫面交錯並分時迭加到一起，好比 CRT (Cathode Ray Tube) 成像其實是一個點高速移動的結果，以實際的效果來看，使用反射式平順圖像系統的畫質是不錯的，而且大大降低了生產成本及提昇了微顯鏡晶片的生產量率。因此 HD3 以後的面板全部即將使用這項技術。

1.3 研究動機

因目前市場各大廠所製作反射式平順圖像系統，於製作及功能上皆不甚理想。例如韓國 SAMSUNG、日本 HITACHI 及台灣台達電子，皆依 TI 所建議採用彈片式設計，然而彈片式的設計，除了鏡面角度(Tilt Angle)無法確切控制外，其自然頻率(Natural Frequency)也會有偏低之狀況，故此當 RSP 模組裝置於電視系統中，會因為自身過低的自然頻率被系統頻率所干擾，而產生共振現象(Resonance Issue)，影響畫面品質。

也因如此，韓國廠商 HYSONIC 採用了樞鈕架構設計，其樞鈕架構提昇了自然頻率且改善傾斜角(Tilt Angle)之問題，但亦因需要每模組皆需調整傾斜角，造成生產成本無形的增加。除此之外，自然頻率的提昇代表必需輸入更大的力來推動系統，也因輸入更大的力造成輸出波型越加難以控制。然而輸出波型，攸關系統整體之表現。若波型漣波(Ripple)過大或過小，都將無法使畫面正確且快速的移動到 $1/2$ pixel 的位置，將影響畫面品質。不過整體而言，樞鈕架構還是未來反射式平順圖像系統發展之趨勢，它在整體表現上較彈片設計更為穩定。

本研究旨在探討出樞鈕形狀對平順圖像系統輸出波型之漣波之影響關係，進而尋求平順圖像系統之樞鈕結構最佳化之設計。

1.4 研究方法

本研究將以 Hysonic 所生產之樞鈕型反射式平順圖像系統做為研究對象，並進而尋找出其樞鈕形狀對平順圖像系統輸出波型漣波來進行最佳化之分析。

在研究方式上，第一步重點在介紹與了解反射式平順圖像系統的作用原理與功能，亦對於反射式平順圖的生產製造方法、使用材料特性做大略性的說明。第二步則是本研究的理論基礎，接下來開始建立合理且不同型式之樞鈕。第四步則針對各型式之樞鈕斷面及進行應力及自然頻率之分析，當然其斷面積之決定必將會依目前市場對 RSP 之自然頻率所要求為參考依據，目前市場對 RSP 的自然頻率要求為 550Hz~650Hz 之間。第五步將依所建各樞鈕模型進行波形漣波上的量測，比較各樞鈕表現出來的波型漣波。

在軟體模擬上，將利用有限元素分析法並套用 ANSYS 分析軟體進行模擬。並依其不同樞鈕之型式、尺寸來預估並模擬樞鈕及 RSP 整體之應力受力狀況。

在實驗上，將依據有限元素分析之結果來製作模型，並利用波形產生器 (Function Generator) 來確認有限元素分析結果之可靠性，亦再將依此模型利用雷射振動量測儀 (Laser Vibrometer) 來量測對波型漣波之電子訊號，以求實驗與模擬的一致性。

最後，求得最佳的模擬模式(model)後，便可利用模擬後之結果，對日後的反射式平順圖像系統之樞鈕進行設計上的評估，增加其成功率。

第二章

平順圖像系統的介紹

2.1 平順圖像系統的分類

在平順圖像系統中，大至可區分為兩類，一為反射式平順圖像系統，另一為穿透式平順圖像系統。雖其功能與目的相同，且都可以達到期望改善畫面品質的效果，但所應用的場合及系統皆個別有異。

反射式平順圖像系統大都應用於背投式光學引擎中，因此類引擎大都使用對摺式(Folded Projection)鏡頭且搭配反射式平順圖像系統，使光路影像可以反射到畫面上。而穿透式(Transmissive)平順圖像系統，大都應用於前投式光學引擎，其光路透過一透明玻璃所產生的射角差，來達到改善畫面品質的效果。

以下初步介紹此兩種之不同之處。反射式的平順圖像系統的技術中是需要反射鏡(Mirror)在光路(Optical Path)中移動一微小的角度來達動 1/2 pixel 的目的，且通常反射式都是與對摺式鏡頭搭配使用。圖 1 為反射式平順圖像系統在對摺式鏡頭使用的示意圖。

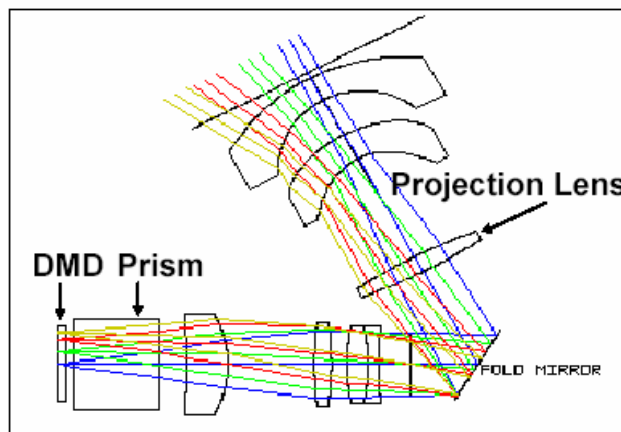


圖 1、反射式平順圖像系統在對摺式鏡頭使用示意圖

在穿透式的技術需要使用一片乾淨的平面玻璃，經過玻璃對某一特定軸向的小幅旋轉，來達到移動 1/2 pixel 的目的，進而改善畫面的品質，然而穿透式平順圖像系統大都應用在直桶型鏡頭上。圖 2 為穿透式平順圖像系統在直桶式鏡頭作業的示意圖。

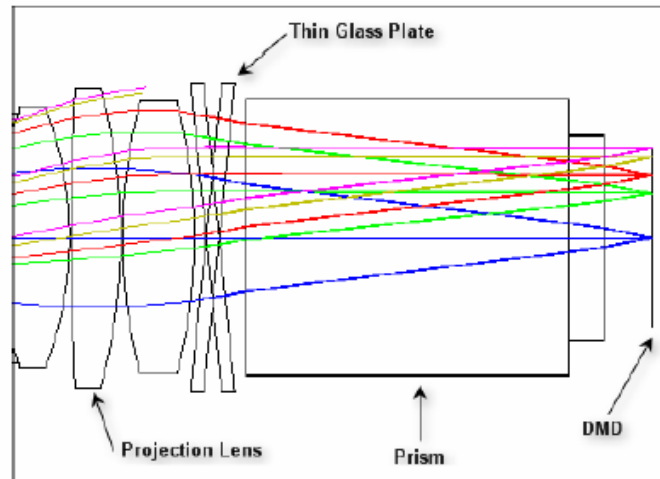


圖 2、穿透式平順圖像系統在直桶式鏡頭作業示意圖

2.2 反射式平順圖像系統的操作

反射式平順圖像系統的功能主要是移動 $1/2$ pixels 距離，來連續不斷的儲存及顯示 DMD 晶片上所產生的訊號。

於 HD3 之前 DMD 晶片設計，其 micro-mirror 排列是以方形方式緊密結合，而每一 micro-mirror 所投影到畫面上的訊號，我們視為單一解析度。但自 HD3 產品階段之後，德州儀器將 micro-mirror 旋轉了 45 度，成為菱形排列。

圖 3 說明了 DMD 晶片上 micro-mirror 菱形排列的狀況，其 micro-mirror 的排列數量分別為 720×640 。圖 4 說明了 DMD 晶片上的訊號在經過反射式平順圖像系統後，兩極限位置的畫面狀況。當反射式平順圖像系統動作時，會將此兩訊號的影像於 $1/60$ 秒內的時間內，上下平移 $1/2$ pixel 的距離，圖 5 為經過我們視覺整合過所看到的畫面。

圖 6 將說明經由 DMD 晶片所傳輸出來的訊號，在經過反射式平順圖像系統的作用後，最終所產生出來二倍的畫面品質的結果。

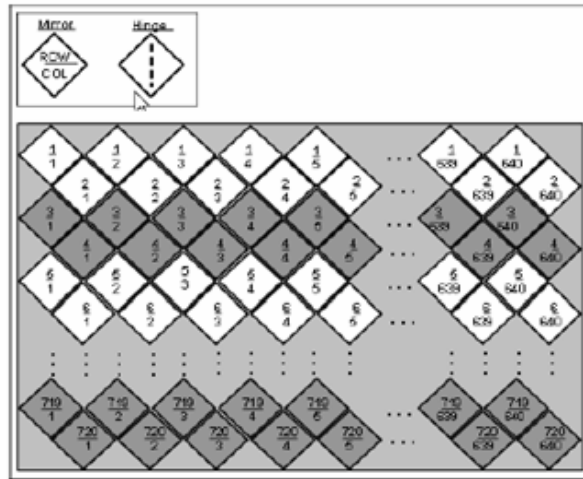


圖 3、在 HD3 產品階段後，DMD 晶片上 micro-mirror 排列的狀況

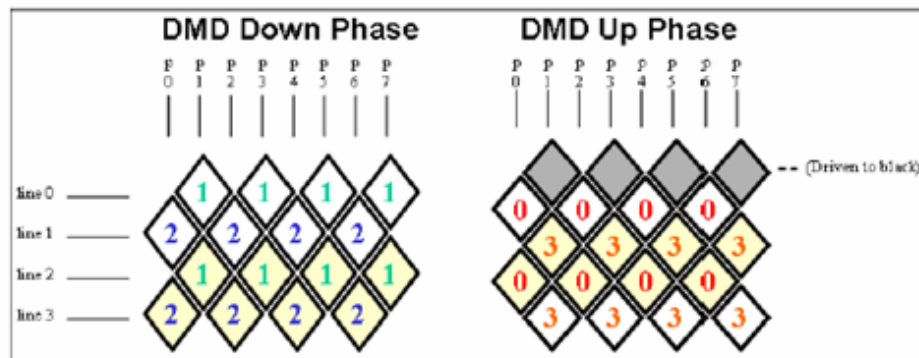


圖 4、RSP 上下二極限階段在畫面上所呈現的狀況

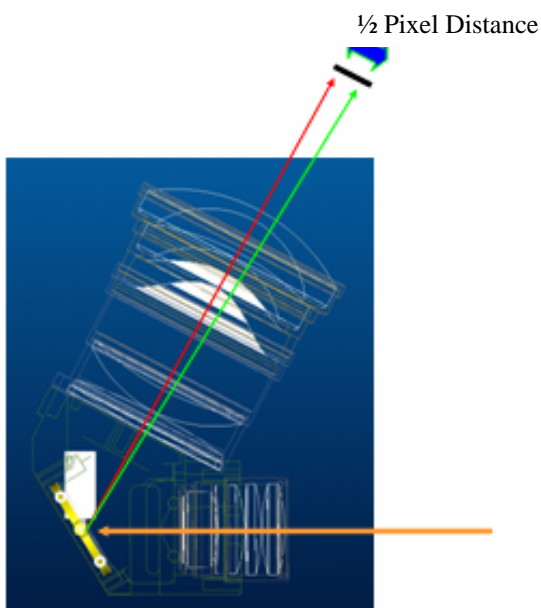


圖 5、影像在經過 RSP 振動反射後，移動 1/2 Pixel 的距離

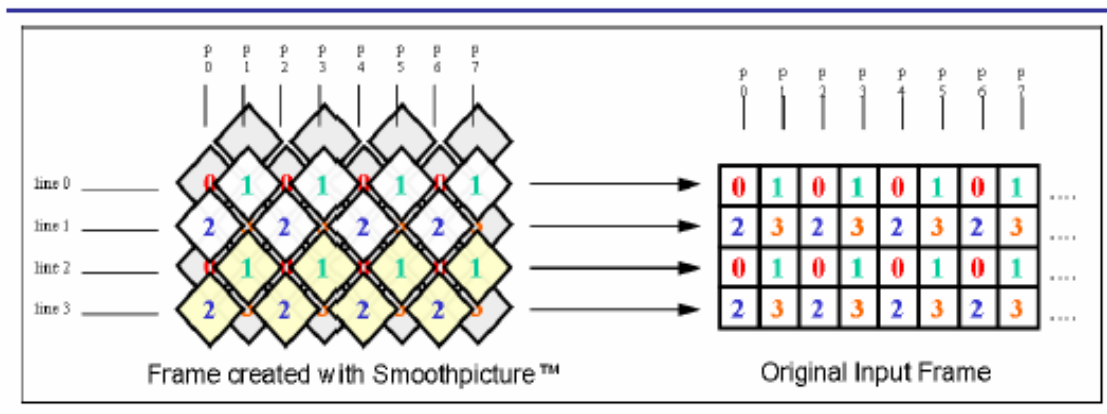


圖 6、在經過 RSP 的作用後，其在畫面上所呈現的狀況

這個結果所展示出來的畫面品質與原先在水平及垂直方向的訊號相同，在 DMD 晶片上只使用原先一半的 Micro-Mirror，並將彼此 Micro-Mirror 間の間隙改為菱形，如此所產生的影像結果，最終所產生影像的解析度品質，將不再只是與 Mirror 的數量，並且也沒有在兩個 Pixel 之間出現菱形間隙的陰影。

圖 7 說明了在一般情狀下輸入訊號將在色輪(Color Wheel)藍色下輸入所產生的過程，當訊號進來的同時，被分成兩個 RSP 的分支驅動訊號，此兩分支驅動訊號將提供產生兩畫面的分支影像訊號，如果這電視畫面所呈現為 50Hz 或 60Hz，那此兩分支影響到訊號將是 120Hz 或是 100Hz，並且在看電視的期間，連續不斷的輪流呈現，通常是應用音圈馬達(Voice Coil Motor)來帶動 Mirror 或其它元件的位移來產生此分支畫面，在整個元件移動的周期我們稱作轉換時間，在整個連續不斷的轉換與色輪間的配合，於螢幕上產生持續且快速的平移結果，最終將被人的視覺予以整合為單一影像，因此我們可以說反射式平順圖像系統將會在螢幕上創造出 1280x740 pixel 的解析度影像品質，但是實際上於 DMD 晶片上的 micro-mirror 的數量並沒有增加。

2.2.1 反射式平順圖像系統的規格要求

表 1 所列為反射式平順圖像系統的規格要求，並針對系統上，各主要的重點規格進行解釋，因為此些需求將會影響到反射式平順圖像系統的最終表現。

表 1、反射式平順圖像系統的規格表

| Parameter | Value | Units | Other |
|---------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Movement type | 2 position square wave | | |
| Mirror movement angle | 0.0065~0.015 | degrees | p-p Refer to P-Lens |
| Mirror movement angle tolerance | +/- 10% (TBC) | degrees | |
| Static tilt angle | +/- 0.05 (TBC) | degrees to interface | |
| Mirror plane translation | 0+/- 0.05 (TBC) | mm | Mirror surface to datum plane |
| Mirror x-y position tolerance | +/- 1.0 | mm | Max |
| Transition time | <1.0 | ms | Depends on amplitude |
| Frequency | 60 | Hz | |
| Lifetime | 30000 | Hours | |
| Operational temperature | 0 to 70 | degree C | |
| Non-operational temperature | - 20 to 70 | degree C | Storage |
| Audible noise | 55 | dBA | 40 millimeter distance |

a、反射鏡的平坦度：

反射鏡是系統中重要之元件，它主要的目的是反射投影光路並透過鏡片(Lens)，最後呈像螢幕上，也因此它的反射鏡的平坦度(Mirror Flatness)影響到畫面的焦距(Focus)品質，在的反射鏡平坦度的好壞將直接影響到呈像的品質，在反射鏡平坦度上的要求，於邊緣處是定為 3.0，在反射鏡中央部分是定為 0.5。

b、反射鏡的平面度：

反射鏡的平面度(Mirror Planarity)主要定意為鏡面的最高點至最低點的最大距離，其要求在 50 微米(Micros)之內，平面度的好壞主要會影響到投影光路失真度，反射鏡表面高度必須與投影光路互相搭配，以達到最佳化呈像品質的環境。

c、轉換時間：

快速的轉換時間可以提供清晰的畫面，並且可以把 Micro Mirror 間の間隙隱藏起來，並且轉換的周期要配合色輪的訊號，當色輪轉至藍色的切片時，反射式平順圖像系統將於此階段進行轉換，其原因主要是因為人類的視覺對藍色的感應度最低，如此儘可能避免在轉換的過程中，使視覺察覺。

d、漣波(Ripple)：

在反射式平順圖像系統中對漣波的要求為其漣波不可大於振幅的 10%，因為漣波的大小將會影響到反射式平順圖像系統移動 1/2 Pixel 的正確位置。若大於 10% 以上時，其畫面也許將會移動到 3/4 Pixel，此將使畫面反岔，喪失系統的預期功能。圖 9 說明了漣波大小的定義。

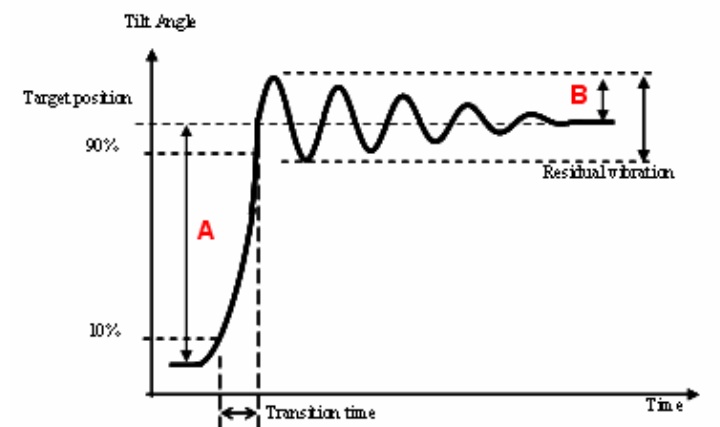


圖 9、轉換時間及漣波之定義

e、噪音值：

這主要考量在應用反射平順圖像系統的過程中，避免噪音值超過色輪所產生的噪音，其要求標準在 55dB 以下，其量測的方式是在無響室內，利用接收器置於六方向，且接收器與反射平順圖像系統間的距離為 4CM 處進行量測。

目前市場上使用樞鈕型式之 RSP，如圖 10、圖 11 所示，其主要架構有本體、反射鏡、音圈馬達，本體主要功能除固定反射鏡外，亦必需以樞鈕軸心為中心，進行微小的扭轉(Twist)，此扭轉角(Twist Angle)將產生影像 1/2 Pixel 的位移量，依目前產品規格要求此扭轉角大都在 0.015° 左右，但又會因所搭配之鏡頭而各有所異。音圈馬達如圖 12~圖 14 主要提供 RSP 模組之動力，其出力之大小，將按其 RSP 模組所設計之共振頻率及樞鈕抗扭剛度決定之。

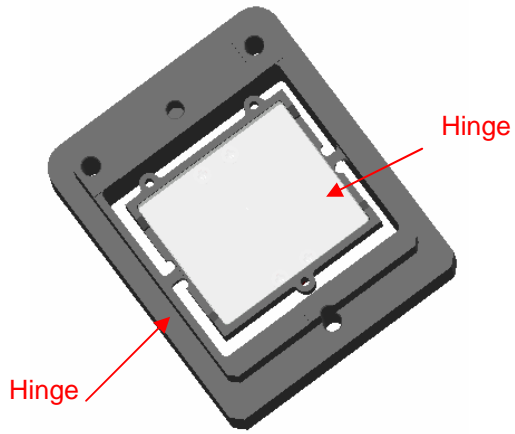


圖 10、RSP 模組之樞鈕形式基本架構

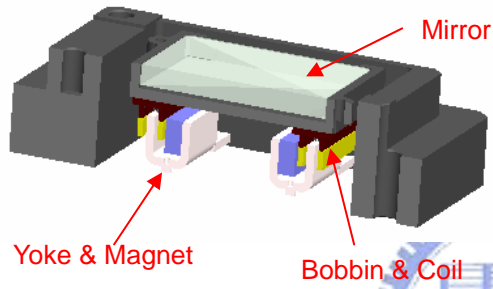


圖 11、RSP 模組之樞鈕形式剖面示意圖

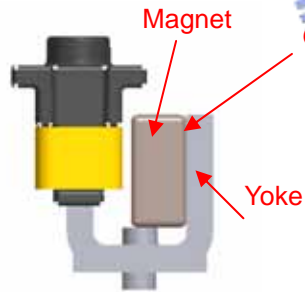


圖 12、音圈馬達之側視圖

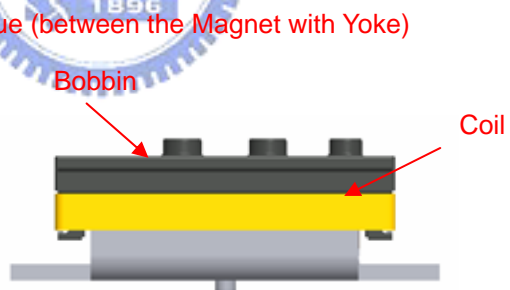


圖 13、音圈馬達之正視圖



圖 14、音圈馬達示意圖

2.3 壓鑄成形及 AZ91D 物理特性

因本研究之主題與其系統本身所用之材料、成型方式皆有直接之影響，且因反射平順圖像系統是置於光機內，其所安裝之環境除了熱場以外，尚有燈源所散發出來的紫外光，此些對反射平順圖像系統所用材料及表現影響甚巨。而今於市場上所通用之材料大都以 AZ91D 製造，故在研究之前先行了解及介紹 AZ91D 的成型方式及材料特性。

2.3.1 壓鑄成形

壓鑄法是高溫下將熔融的合金熔液以高壓高速壓入精密壓鑄模具內，在短時間內大量生產高精度而鑄造面優良的鑄造方式，在美國稱壓鑄法為 Die Casting，英國則稱為 Pressure Die Casting。雖然生產工具十分昂貴，製作費時，但其生產效率高、壽命長、品質佳、精度高，使得壓鑄成為大量生產金屬零件最經濟的方法，諸如汽車、機車、船舶、飛機等所需的零件，多以此法製作。

而就壓鑄法而言，又可區分為熱室(Hot Chamber)壓鑄，如圖 15 (a)所示，及冷室(Cold Chamber)壓鑄，如圖 15 (b)兩類。熱室壓鑄法主要用於低溫壓鑄合金，如鋅、鉛、錫等合金，而冷室壓鑄法大多用於高溫壓鑄合金，如鋁、銅、鎂等合金。

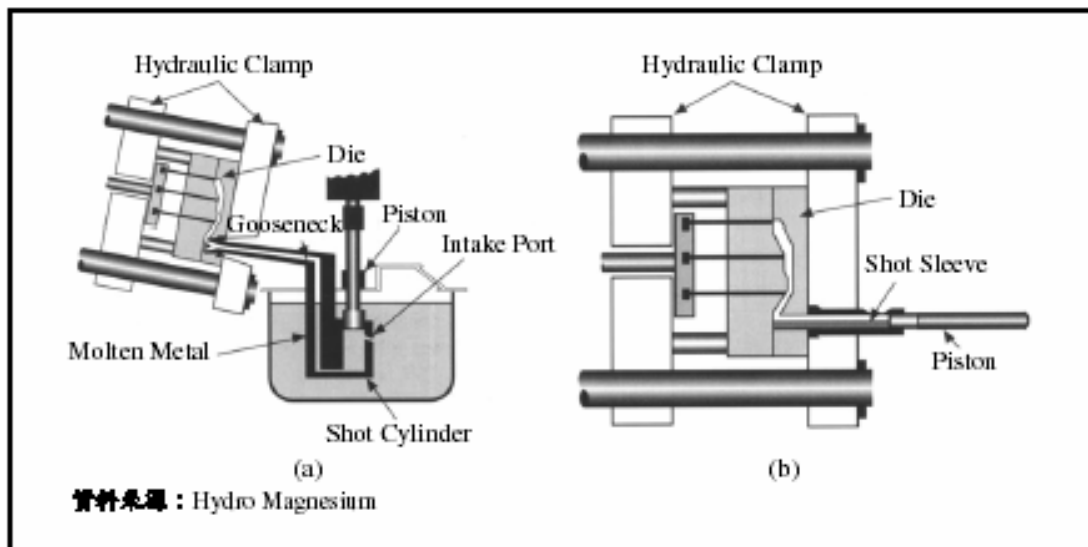


圖 15、熱室壓鑄法(a)及冷室壓鑄法(b)

而這兩大類壓鑄製程間最主要的差異，在於壓鑄製程中加壓機械設備是直接或間接施壓使材料射入於模具上。由於熱室法採用間接施壓，所以氣捲效果較小，但相對因為間接施壓可施壓壓力也小，因此適合生產肉薄輕巧產品。相對於冷室法，由於直接施壓將材料推擠至模具端，因此容許較大型機台，生產較大型之產品。[表 2]為目前市場各種鎂合金成型方法之比較分析。

表 2、目前市場各種鎂合金成型方法之比較分析表

| | 熱室壓鑄 Hot Chamber Die Casting | 冷室壓鑄 Cold Chamber Die Casting | 觸變壓鑄 Thixocasting | 觸變射出成型 Thixomolding | 流變射出成型 Rheomolding | 鍛壓成型 Press Forming |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 成型厚度(mm) | 0.8~1 | 0.8~1 | 1~1.2 | 0.7~1.2 | 0.7~1.2 | 0.6~0.8 |
| 空孔率(%) | 3~5 | 3~5 | <1 | 1~2 | 0~1 | <1 |
| 生產週期(s) | 30 | 40 | 40 | 60 | 30 | 180 |
| 適用產品 | 肉薄複雜零件 | 肉厚複雜零件 | 肉厚複雜零件 | 肉薄複雜零件 | 肉薄複雜零件 | 肉薄複雜零件 |
| 製造成本 | 低 | 低 | 中 | 高 | 中 | 高 |
| 技術成熟度 | 高 | 高 | 研發中 | 中 | 研發中 | 研發中 |

2.3.2 熱室壓鑄法

熱室壓鑄法的熔化爐裝於壓鑄機本體內，合金熔液以浸漬於爐內合金熔液的注射缸(Injection Cylinder)以高約 $90\sim 500\text{kg}/\text{cm}^2$ (相當 $8.825\sim 49\text{MPa}$)的壓力，經鵝頸管送入模穴內，於合金凝固後頂出。

2.3.3 冷室壓鑄法

冷室壓鑄法的熔化爐與壓鑄機分離，合金熔液以杓子或其它進料裝置送入射料套筒內，再以柱塞約 $170\sim 2000\text{kg}/\text{cm}^2$ (相當 $16.67\sim 196.1\text{MPa}$)的高壓力壓入模穴內，待合金凝固後予以頂出。

2.3.4 壓鑄法的特性

高速充填：當熔融的金屬(稱之為熔湯，Molten Metal)通過澆口(Gate)時，其速度通常在 $30\text{m}/\text{s}$ 到 $60\text{m}/\text{s}$ 之間。由於速度很刀，造成金屬成霧狀噴出，當這些微粒與金屬模具表面接觸時便立即固化，形成一層緻密的表面，使得壓鑄件的表面平滑。

- a、充填時間很短：由於熔湯是以高速射入模具，所以通常只要幾毫秒 (millisecond)到幾十毫秒的時間，就可以將模具充滿，加上熔湯的冷卻速度快，使得壓鑄成為鑄造方式中最適合大量生產的製程。
- b、高壓：在熔湯充滿整個模穴後，通常壓鑄機會繼續施予一定的壓力，在熱室機通常在 $90\sim 500\text{kg/cm}^2$ (相當 $8.825\sim 49\text{MPa}$)，而冷室機則在 $170\sim 2000\text{kg/cm}^2$ (相當 $16.67\sim 196.1\text{MPa}$)。由於高壓，使鑄件的尺寸精度良好。
- c、熔湯的冷卻速度快：由於壓鑄使用金屬模，因此冷卻速度快。加上高壓使鑄件與模壁接觸良好，亦使傳熱良好，有助冷卻。冷卻速度快的結果是使鑄件的結晶組織細化，使得機械性質良好。

實際生產過程中，並不是每台壓鑄機都能滿足壓鑄各種產品的需要，而必需根據具體情形選用，一般應從以下述兩方面進行考慮。在組織多品種，小批量生產時，一般要選用液壓系統簡單，適應性強，能快速進行調整的壓鑄機。在組織少品種，大量生產時，要選用配備各種機械化和自動化控制機購的高效率壓鑄機。對單一品種大量生產的鑄件，可以選用專用壓鑄機台。

另外鑄件外形尺寸、重量、壁厚等參數對選用壓鑄機亦會有重要之影響，在鑄件重量不應超過壓鑄機定的額定容量，但也不能過小，以免造成壓鑄機功能的浪費。壓鑄機都有一定最大及最小型距離，所以壓型厚度和鑄件高度要有一定限度，如果壓鑄型厚度或鑄件高度太大，就可能取不出鑄件。

在壓鑄生產中，壓鑄機、壓鑄合金和壓鑄形狀是三大要素。壓鑄技術則是將三大要素作有效的組合，並加以適用的過程。使各種技術參數滿足壓鑄生產產品的需要。[表 3]為常用壓鑄合金的比壓；

表 3、目前市場各種鎂合金成型方法之比較分析表

| 合金 | 铸件壁厚<3mm | | 铸件壁厚>3mm | |
|------|----------|-------|----------|-------|
| | 结构简单 | 结构复杂 | 结构简单 | 结构复杂 |
| 鋅合金 | 30000 | 40000 | 50000 | 60000 |
| 鋁合金 | 30000 | 35000 | 45000 | 60000 |
| 鋁鎂合金 | 30000 | 40000 | 50000 | 65000 |
| 鎂合金 | 30000 | 40000 | 50000 | 60000 |
| 銅合金 | 50000 | 70000 | 80000 | 90000 |

對充填速度的選擇，一般對於厚壁或內部品質要求較高的鑄件，應選擇較低的充填速度和高的增壓壓力。對於薄壁或表面品質要求高的鑄件，應選擇較高的比壓和高的充填速度。

2.3.5 壓鑄件常見之缺陷及成因

壓鑄件發生缺陷的原因，與壓鑄件的設計、壓鑄機的性能、壓鑄模具的設計、以及壓鑄條件的設定，作業條件如射出速度、壓力、溫度等等，都有可能引起缺陷的發生，因此了解問題發生的原因，才能提昇產品的良率。

一般而言，鑄件厚度 1.5mm 以下即為薄壁鑄件。鎂合金薄壁壓鑄件的缺陷總類甚多，其中最常見的缺陷有以下幾種；

- a、壓鑄後產品變形：由於冷卻過程中，溫度分佈不平均及冷縮引起殘留應力，造成產品變形或翹曲。
- b、冷縮變形或斷裂：由於冷卻不平均及冷縮現象引起的內應力，使得鑄件嚴重變形翹曲甚至斷裂。
- c、溫度梯度降低較大，充填不足：因截面積過小，表面積大，所傳導的熱量必然比一般為快，模穴之表面溫度必相對減低，因此溫度梯度會比一般鑄件為大，容易造成模具表面處理過早凝固，而阻隔流道斷面，導致充填不足。
- d、流紋(Flower)：由於薄壁鑄件的澆口速度比一般鑄件更快，因此相當容易引起亂流，造成流紋的發生，使得外觀不良。

e、縮孔：因為熔湯補充的不足，在熱點產生縮孔。

f、氣孔：充填過程中，由於流動紊亂造成空氣及氣體包覆於鑄件內部。

2.3.6 AZ91D物理特性簡介目錄

一個工程問題的解決，需要先決定對這問題所要分析的項目，再對此問題收集相關資料。對本論文而言，要分析的項目即是樞鈕形狀對漣波的影響，然而樞鈕的材料阻尼特性及材料特性，皆會對漣波產生重要之影響，所以要先了解材料性質後，以累積足夠的資訊做為後章軟體分析與模擬。

Mg 於 1808 年由 H. Davy 發現，係銀白色之非鐵金屬。Mg 在地球含量排名第八位，在地球表層存在的重量比約佔 1.93%。鎂為所有實用構造用材料中最輕的金屬，因其特性優異，使其成為鋼鋁與塑膠材料製品之替代材料。簡單來說，鎂合金之主要特性有以下幾點：

1. 重量較鋁合金輕、高比強度。
2. 具高衝擊能量與抗震性。
3. 尺寸穩定性高、機械加工性優異。
4. 屬 HCP 六面密結構，室溫成型性不佳，常需高溫成形。
5. 活性極高，易與氧反應，操作與儲存需小心。

另外鎂合金在電磁遮蔽性、散熱性、耐衝擊性、耐高溫性、成型加工性、耐蝕性、回收性等都十分優異，因應近幾年電子產業之蓬勃發展、鎂提煉技術進步及環保意識高漲，鎂合金更成為炙手可熱之材料。

AZ91D 是最常用的壓鑄鎂合金，根據 ASTM-B257 所訂的鎂合金命名標準，以 AZ91D 為例，AZ 代表主要合金元素為鋁及鋅，且鋁含量較鋅為高，9 代表鋁含量約從 8.6wt%~9.4wt%，1 代表鋅含量約為 0.6wt%~1.4wt%，D 表示此合金為高純度，鐵、鎳、銅等雜質的含量極低，且鐵與錳的比例亦嚴格控制，以獲取最佳的抗腐蝕性。也因為它具有極佳的鑄造性與優良的機械與物理性質，故目前已大量應用在 3C 產業、航太工業及運輸工具業等。表 4 為 AZ91D 各材料參數值。

表 4、AZ91D 材料參數

材料AZ91D

| | |
|---------|---|
| 熱傳導係數 | 72 W/m · K at 100~300°C |
| 比熱 | 1.05 KJ/Kg · K at 20°C |
| 比重 | 1.81 g/cm ³ |
| 熱放射率 | 採用鋁在440~1070°F高溫拋光值0.039~0.057做高溫外差)0.04349 |
| 彈性模數 | 45GPa at 20~100°C |
| 線性熱膨脹係數 | 26 μ m/m · K at 20~100°C |
| 蒲松氏比 | 0.35 |
| 熔點 | 421°C |
| 流應力 | 因缺AZ91D之Flow Stress，因此採用鋁6061之database替代 |
| 界面熱傳係數 | 7.5KW/m ² K |
| 界面磨擦係數 | (熱鍛有潤滑0.15~0.3)選0.2 |

2.4 音圈馬達之簡介

2.4.1 基本原理

音圈馬達屬於線性直流馬達(Linear Direct Current Motor)的一種，是利用永久磁鐵與場磁鐵繞線所構成之具有直接驅動、固定行程(stroke)特性的致動器。音圈馬達的名稱由來是因為其結構與喇叭相似如圖 16 所示，原本被應用在收音機的喇叭中，現已在要求嚴格的伺服控制器上廣受歡迎。主要應用是作為磁碟機讀寫頭的驅動馬達，用來移動磁頭到碟片上之各資料軌讀寫資料。音圈馬達所產生之推力與流經場磁鐵繞線的電流成正比，並具有線性控制、零磁滯(Zero Hysteresis)、超高位置敏感度、低電器及機械時間常數。

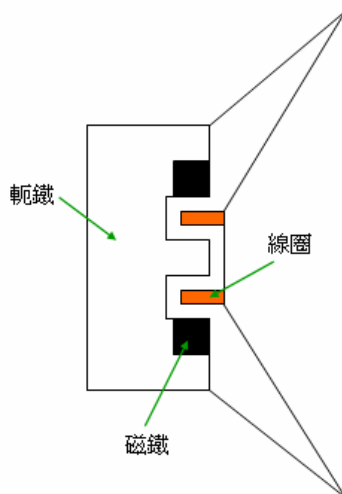


圖 16、喇叭結構示意圖

當音圈馬達之線圈位於磁場中，當施加電壓於線圈以產生電流時，依據勞倫斯定律(Lorentz Law)，會有力量 Lorentz Force 作用於線圈上。其力量大小可由下列方程式中計算得出；其中

F 為作用於線圈上之力

I 為線圈上之電流

L 為導線之總長度，其方向為電流之方向

B 為磁通密度

r 為線圈在磁場中之長度與總長度之比

若磁通密度、導線方向及作用力方向三者互相垂直時，可改用純量式來表示；

$$F = rILB = rIK_f \quad (2-1)$$

其中 $K_f = LB$ ，為力量常數。對一音圈馬達而言 B 及 L 已被固定，唯一可控制的參數是電流 I，由(2-1)式可知電流與力量成正比，只要適當地控制電流即可控制其運動。



2.4.2 音圈馬達之簡介

音圈馬達之運動可區分為直線式與旋轉式兩種，其原理、數學模式和控制方式都相同，由使用者依應用場合作選擇。其組成原件包括永久磁鐵(Magnet)、軛鐵(Yoke)與線圈(Coil)三部份，它是利用永久磁鐵與軛鐵所構成之具有直接趨動、固定行程特性的致動器。音圈馬達與所產生的推力與流經線圈電流成正比，主要被使用於需要線性推力、扭力、高加速度、高頻致動的線性或旋轉性運動上，由於音圈馬達具有精度高、反應快的特性，配合閉路(Closed Loop)的控制系統，可以提高磁碟機的軌道密度(Track Density)，增加容量，並降低資料擷取時間(Access Time)，故主要應用是作為磁碟機讀寫頭的驅動馬達，用來移動磁頭到磁碟片上的各資料軌道去讀寫資料。音圈馬達的優點有：線性控制的特性、零停滯、超高位置敏感度、低電氣及機械時間常數(Time Constant)，而現今應用在要求嚴格(Tight)的伺服控制器上，亦廣受歡迎。

當所應用之場合需要驅動負載做直線往覆式運動時，使用一般旋轉式馬達必需使用傳動機構將旋轉式運動轉換成直線式運動，但連桿機構及齒輪齒條都有背隙，定位精度不高，若使用直線式音圈馬達則無上述缺點，唯其行程無法太長；旋轉式之音圈馬達可視為一種單相直流馬達，唯其旋轉角度受限，一般小於 90 度。音圈馬達磁路之設計是以最少的永磁磁鐵及導磁材料(Soft Magnetic Material)來產生具有高磁通密度的均勻磁場；此外為了提高力量常數並降低功率消耗，所以必需具有高磁通密度。在線圈移動的整個過程中，磁通密度必需盡量均勻，使力量常數保持定值，以利控制系統之設計。

2.4.3 音圈馬達之磁路型式

簡單音圈馬達的構造，是由一種筒狀的繞線線圈置於一徑向方向的磁場中，而磁場由位在定部鐵磁性圓柱內徑中的永久磁鐵所構成，磁鐵面向線圈者皆具同一極性筒狀的繞線線圈套入一鐵磁性的柱狀軸心此軸心與永久磁鐵構成一完整的磁迴路。磁迴路之設計主要是要以最少的永久磁鐵及導磁材料(Soft Magnetic Material)來產生具有高磁通密度的均勻磁場。為了提高力量常數並降低功率消耗，所以永久磁鐵需要具有高磁通密度，在線圈移動的整個行程中，磁通密度儘量保持均勻，以使力量常數保持在固定常數值，以利控制系統的設計。

音圈打馬達的設計可以分為直線式與旋轉式兩種型式。所示為直線式音圈馬達的幾種點型磁路設計。在 1960~1970 年所使用的永久磁鐵主要是鋁鎳鈷(Alnico)及陶鐵(Ceramic)磁鐵。鋁鎳鈷系磁鐵具有很高的殘留磁通密度 B_r (Residual Flux Density)，但矯頑磁力 H_c (Corecicity)則較低，其減磁曲線(Demagnetization Curve)下降的很快，以至於操作點(Operation Point)很容易漂移。而陶磁曲線則具有較高的矯頑磁力，但其殘留密度較低，為了要提高氣隙(Air Gap)中的磁通密度，同時避免發生減磁效應，舊式的音圈馬達多使用 a 型如圖 17 及 b 型如圖 18 兩種磁路。

當釹鐵硼磁鐵(Neodymium)在 1980 年左右推出後，使用 c 型圖 19、d 型圖 20 及 e 型圖 21 磁路設計之音圈馬達越來越多，因為硼磁鐵磁鐵具有很高的殘留磁通密度及矯頑磁力，才能使用這三種設計。A 型的磁路設計，由於磁鐵外露其磁露

(Leakage)較多，可能需要有遮蔽(Shielding)，以避免干擾，此設計其音圈馬達尺寸較長、磁組較大，但現圈之電感較小。b型磁路設計之磁鐵包覆在導磁材料內，以具有遮蔽之效果，其磁漏較小而磁組與a型相近。c型磁路必須使用殘留磁通密度較高且矯頑磁力較大的磁鐵，才能提供較高的磁通密度，而不致產生減磁效應。d型磁路型式為效率較高的設計，若設計良好則不必有遮蔽，其磁阻亦較c型為低，整個行程中的磁通密度也較為平均，但其缺點為線圈電感值較高。e型的磁路設計通常是使用在旋轉式音圈馬達上。

直線式音圈馬達之典型磁路：

- (a)、 a型磁路設計：磁鐵外露，磁漏較多，需要有遮蔽以避免產生干擾，此種設計之音圈馬達尺寸較長，磁阻較大，但線圈之電感較小。如圖 17。

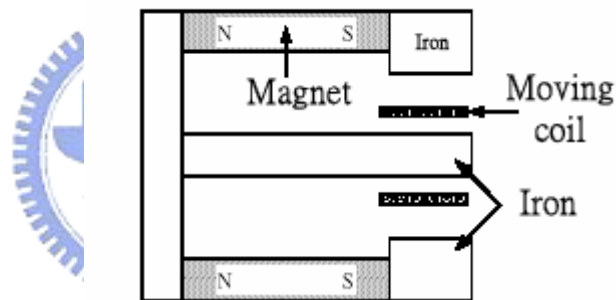


圖 17、a 型磁路設計

- (b)、 b型磁路設計：磁鐵包覆在導磁材料內已具有遮蔽效果，故磁漏較少，磁阻則與a型磁路差不多，如圖 18。

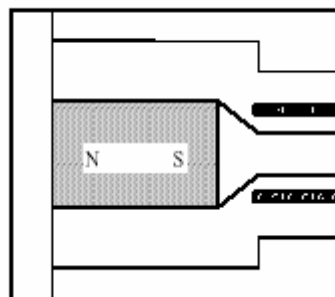


圖 18、b 型磁路設計

- (c)、 c 型磁路設計：必需使用殘留磁通密度較高且矯頑磁力較大的磁鐵，才能提供較高的磁通密度又不致於產生減磁效應，此磁路之線圈電感較 d 型磁路低，但開口端之磁漏較高，需要有遮蔽。

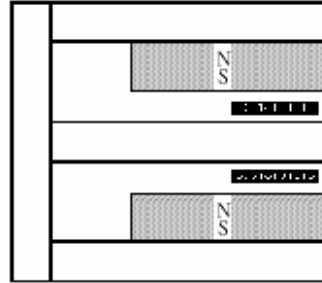


圖 19、c 型磁路設計

- (d)、 d 型磁路設計：是效率較高的設計，若設計良好則不必有遮蔽，磁阻較 c 型磁路低，整個行程中的磁通密度也比較均勻，不過其缺點是線圈電感值較高，如圖 20。

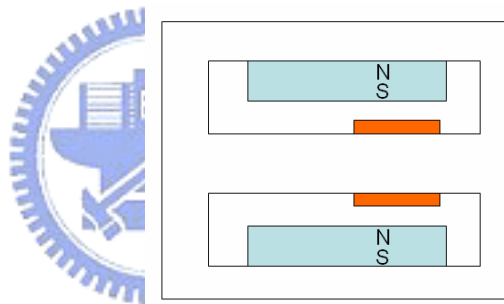


圖 20、d 型磁路設計

- (e)、 e 型磁路設計：通常使用在旋轉式的音圈馬達，其磁漏比 d 型磁路大，但由於其磁通路徑較短，故磁阻較小，此磁路之缺點是線圈的使用率較低，且磁通密度較不均勻，如圖 21。

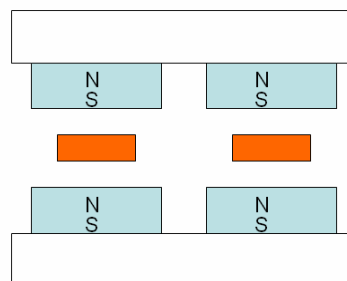


圖 21、e 型磁路設計

第三章 實驗基礎

3.1 振動力學理論基礎

在振動力學中之和諧強迫振動狀況下，h 射鏡所呈現之運動方程式為；

$$M \ddot{x} = -kx + p \quad (3-1)$$

$$M \ddot{x} + kx = P_0 \sin \omega f t \quad (3-2)$$

$$x = x_a + x_b \quad (3-3)$$

其中

x_a = 補助函數

$$= A \sin \omega t + B \cos \omega t \quad (3-4)$$

x_b = 特殊解答

該補助函數係為自由振動之部份，而特殊解答則代表運動之強迫振動部份。該完整運動故應包括上述二部份之總和。經過簡化後，我們可以假定特殊解答為；

$$x_b = C \sin \omega f t \quad (3-5)$$

當找出 C 值使能滿足完整微分方程式時。將此值代入式(2-2)中，將整理為；

$$-m\omega^2_f C \sin \omega f t + kC \sin \omega f t = P_0 \sin \omega f t \quad (3-6)$$

因此需對各種時間之值，均認為符合，次將 $\sin \omega f t$ 消除，經整理後可得；

$$C = \frac{P_0}{k - m\omega^2_f} \quad (3-7)$$

如此

$$\begin{aligned} x_b &= \frac{P_0}{k - m\omega^2_f} \sin \omega f t \\ &= X \sin \omega f t \end{aligned} \quad (3-8)$$

其中

$$X = \frac{x_0}{1 - r^2} = x_b \text{ 之振幅} \quad (3-9)$$

$$X_0 = \frac{P_0}{k} = \text{由 } P_0 \text{ 之恒定力所產生之彈簧的靜位移}$$

$$r = \frac{\omega_f}{\omega} = \text{頻率比} = \text{強迫頻率與自由頻率之比率}$$

3.1.1 阻尼振盪子目錄

在實際的振盪系統中常常有消耗的現象，如摩擦力、空氣阻力等的存在，一般常見到最簡單狀況為阻力正比於運動速度，而阻力方向和速度方向相反。

由牛頓運動定律可得

$$\sum F = -kx - bv = ma \Rightarrow -kx - b \frac{dx}{dt} = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3-10)$$

其中 $-kx$ 為恢復力， $R = -bv$ 為阻力，將上式整理一下可得；

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0 \quad (3-11)$$

其中 $2\gamma = \frac{b}{m}$ 、 $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ，均為正數，此特徵方程式的兩個解為；

$$\lambda_{1,2} = -\gamma \pm \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} \quad (3-12)$$

微分方程式的解寫為 $x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$ ，根據解的形式，可分為幾個情況；

(一)、過阻尼情況(Over damped Oscillator) $\gamma^2 > \omega_0^2$

此時特徵方程的兩個解為不相等之負實數。然而系統的振幅為

$$x(t) = A_1 e^{-|\lambda_1|t} + A_2 e^{-|\lambda_2|t} \quad (3-13)$$

其中之 A_1 及 A_2 可由起始條件(在時間為零時之振幅及速度)求得。振幅隨時間的變化如圖 22 中(c)曲線。

(二)、臨界阻尼情況(Critical damped Oscillator) $\gamma^2 = \omega_0^2$

此時特徵方程式的兩個解相等 $\lambda_1 = \lambda_2 = -\gamma$ ，振幅可以寫為

$$x = Ae^{-\gamma t} \quad (3-14)$$

振幅隨時間作指數衰減，如圖 22 中之(b)曲線。

(三)、欠阻尼情況(Under Damped Oscillator) $\gamma^2 < \omega_0^2$

此時特徵方程式的兩個解為共軛複數，振幅可以寫為

$$x = e^{-\gamma t} (C_1 e^{i\omega' t} + C_2 e^{-i\omega' t}) \quad (3-15)$$

最後解可以寫成

$$x = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega' t + \theta) \quad (3-16)$$

A_0 和 θ 由起始條件決定。在欠阻尼的情況下，振子的振動幅度隨時間呈指數衰減，如圖 22 中之(a)曲線，或圖 23 所示。

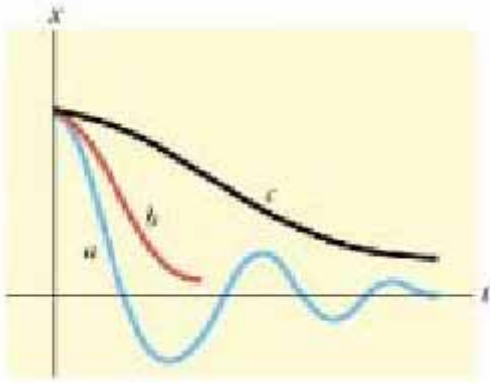


圖 22、阻尼振盪子的三種解

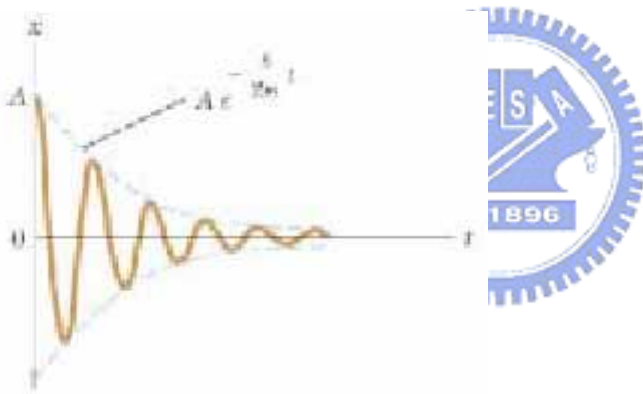


圖 23、欠阻尼振盪

3.1.2 受迫阻尼振盪子(Forced Damping Oscillator)

受迫阻尼振盪子為受到一週期函數型式的外力驅動，例如 $F = F_0 \cos \omega t$ 時的情況，其中 ω 為外力週期之角頻率，而 F_0 為常數。所以受迫諧振子的運動方程式為；

$$\sum F = ma = m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - b \frac{dx}{dt} + F_0 \cos \omega t \quad (3-17)$$

我們可以把它寫成

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t \quad (3-18)$$

其中 $2\gamma \equiv \frac{b}{m}$ 、 $\omega_0^2 \equiv \frac{k}{m}$ ，而受迫阻尼振盪子是不隨時間而衰減的解。這裡穩定狀態的解也與系統的起始條件無關。因此我們可以獲得振幅穩定狀態的解為；

$$x = c \cos(\omega t + \phi) \quad (3-19)$$

其中振幅為

$$c = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}} = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (\frac{b\omega}{m})^2}} \quad (3-20)$$

可整理為

$$c = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2 + 2\gamma^2)^2 + 4\gamma^2(\omega_0^2 - \gamma^2)}} \quad (3-21)$$

則 $\omega_{\max} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\gamma^2}$ 時， c 有最大值 $c_{\max} = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}}$ 。如果沒有外力作

用時，則系統將是在欠阻尼的情況，而且 $2\gamma^2 < \omega_0^2$ 。這裡我們稱 ω_{\max} 為共振頻率(Resonance Frequency)，而此時系統處於共振的狀態。共振頻率與響應振幅大小與阻尼有關。阻尼越小時，共振頻率將越接近自然頻率，而響應振幅將越大。

相對的，當阻尼變大時，共振頻率與響應振幅皆隨之減小，而當 $\gamma \rightarrow \frac{\omega_0}{\sqrt{2}} = \gamma_c$ 時

$\omega_r \rightarrow 0$ 。圖 24 為對於不同的 γ 之振幅 c 對驅動頻率 ω 的圖， γ 越小，圖形就越尖。

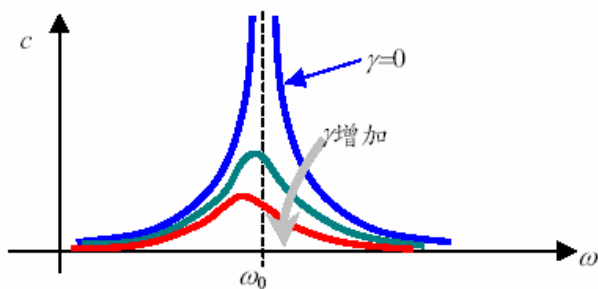


圖 24、對於不同的 γ ，振幅 c 對驅動頻率 ω 的圖

3.2 材料力學理論基礎

3.2.1 圓截面扭轉時的應力與強度

根據變形後橫截面仍為平面，半徑仍為直線之假設，可以獲知在距離圓心任一點 ρ 處的剪應變是

$$\gamma_{\rho} = \rho \frac{d\varphi}{dx} \quad (3-22)$$

其中 $\frac{d\varphi}{dx}$ 為扭轉角 φ 沿軸的變化率。另外根據虎克定律，橫截面上距圓心為 ρ 的任意點處的剪應力 τ_{ρ} ，與該點處的剪應變 γ_{ρ} 成正比，經整理後可得；

$$\tau_{\rho} = G \rho \frac{d\varphi}{dx} \quad (3-23)$$

G 為材料剪切彈性模量

然而我們針對截面來進行積分可得

$$Mn = \int_A \rho \tau_{\rho} dA = \int_A \rho \cdot G \rho \frac{d\varphi}{dx} dA = G \frac{d\varphi}{dx} \int_A \rho^2 dA \quad (3-24)$$

用 I_P 表示上式中的積分，即

$$I_P = \int_A \rho^2 dA \quad (3-25)$$

I_P 稱為橫截面對 O 點的極慣性矩

把(2-12)代入(2-11)式中則可得

$$Mn = GI_p \frac{d\varphi}{dx} \quad (3-26)$$

再消去 $\frac{d\varphi}{dx}$ 即可求得

$$\tau_{\max} = \frac{MnR}{I_p} \quad (3-27)$$

把上式寫成

$$\tau_{\max} = \frac{Mn}{\frac{I_p}{R}} \quad (3-28)$$

並引用記號

$$W_n = \frac{I_p}{R} \quad (3-29)$$

W_n 稱為抗扭截面模數

3.2.2 非圓截面扭轉時的應力與強度

非圓截面桿件的扭轉可分為自由扭轉及約束扭轉，等直桿在兩端受扭轉力偶矩作用，且其翹曲不受任何限制的情況，屬於自由扭轉。在這種情況下桿件各橫截面的翹曲程度相同，縱向纖維的長度無變化，故橫截面上沒有正應力而只有剪應力。

在矩形橫截面上的大剪應力是發生在矩形的長邊的中點，且用以下公式計算

$$\tau_{\max} = \frac{Mn}{\alpha hb^2} \quad (3-30)$$

式中 α 是一個與比值 h/b 有關的係數， h 和 b 分別是其數值列入表 2-4 中，短邊中點的剪應力 τ_1 是短邊上的最大剪應力，並按公式計算可得

$$\tau_1 = \nu \tau_{\max} \quad (3-31)$$

式中的 τ_{\max} 表長邊中點的最大剪應力。係數 ν 與比值 h/b 有關，亦列入表 5 中。

表 5、矩形截面桿扭轉時的係數 α β 和 ν

| h/b | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 | ∞ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| α | 0.208 | 0.219 | 0.231 | 0.246 | 0.258 | 0.267 | 0.282 | 0.299 | 0.307 | 0.313 | 0.333 |
| β | 0.141 | 0.166 | 0.196 | 0.229 | 0.249 | 0.263 | 0.281 | 0.299 | 0.307 | 0.313 | 0.333 |
| ν | 1.000 | 0.930 | 0.858 | 0.796 | 0.767 | 0.753 | 0.745 | 0.743 | 0.743 | 0.743 | 0.743 |

桿件兩端相對扭轉角 φ 的計算公式為

$$\varphi = \frac{M_{nl}}{G\beta hb^3} = \frac{M_{nl}}{GI_n} \quad (3-32)$$

式中 $GI_n = G\beta hb^3$ 也稱為桿件的抗扭鋼度。 β 也是與 h/b 有關的係數，並已列入表 2-4 中。當 $h/b > 10$ 時，截面成為狹長矩形。這時 $\alpha = \beta \approx \frac{1}{3}$ 。如果以 δ 表示狹長矩形的短邊長度，則我們可以從(2-17)及(2-19)得到；

$$\tau_{\max} = \frac{Mn}{\frac{1}{3}h\delta^2} \quad (3-33)$$

$$\varphi = \frac{M_{nl}}{G\frac{1}{3}h\delta^3} \quad (3-34)$$

當其橫截面為如槽鐵、工字鋼等，橫截面可以看作是若干個狹長矩形組成的，自由扭轉時假設橫截面在其本身平面內形狀不變，即在變形過程中，橫截面在其本身平面內的投影只作剛性平面運動。因此整個橫截面和組成截面的各部份的扭轉角相同，而整個截面上的扭矩應力等於各組成部份上扭矩的總和。

第四章

實驗分析

4.1 實驗對照樣本量測

依其上內容要點所述並針對本研究之對照樣本進行量測，其結果將供日後實驗對照之依據；

取樣數量：10 pcs (Hysonic 公司生產之反射式平順圖像系統)

量測項目：

- 1、 靜態之傾斜角(Static Tilt Angle)
- 2、 振動波型(Vibration Waveform)
- 3、 共振頻率(Resonance Frequency)
- 4、 反射鏡之平坦度(Mirror Surface Flatness)
- 5、 反射鏡面之反射率(Mirror Reflectivity)

量測設備：

- 1、 干涉儀(Interferometer -- Fujinon F601))
- 2、 雷射振動儀(Laser Vibrometer - SIOS SP120)
- 3、 波型產生器(Function Generator)
- 4、 分光光度計(Spectrophotometer - Hitachi U-4100)

規格說明：

- 1、 靜態之傾斜角：X 及 Y 軸分別小於 ± 180 秒之內。

2、振動波型：

- a. 方波波型：輸入波型與輸出波型之比較。
- b. 振動微波：在 10%~90%的範圍比例中，不得大於 10%。
- c、 振幅(Displacements)：依驅板別所決定。
- d、 轉換時間：小於 1.0ms(10%~90%)

3、 共振頻率：要求大於 500 以上。


4、 反射鏡之平坦度：要求在 3(1)以上

5、 反射鏡面之反射率：Rave>94%、Rabs>93%

量測結果：

1、 靜態之傾斜角：X 及 Y 軸皆小於+/- 180 秒之內。結果如表 6 所示；

表 6、靜態傾斜角量測結果



| Hysonic R-SP No. | #001 | #002 | #003 | #004 | #005 | #006 | #007 | #008 | #009 | #010 |
|---------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X-axis (sec.) | -19.4 | -15.2 | -27.2 | -47.2 | -57.6 | -59.0 | -43.4 | -30.4 | -85.0 | -37.8 |
| Y-axis (sec.) | -52.6 | -36.6 | -20.0 | -50.2 | -41.4 | -30.0 | -45.4 | -21.2 | -2.4 | -40.4 |
| Remark | All of the RSP modules are qualified by tilt angle inspection | | | | | | | | | |

2、振動波型：漣波(Ripple)有 2pcs 超過 10%(10%~90%)，反應時間皆小於 1.0ms。結果如圖 25 所示；

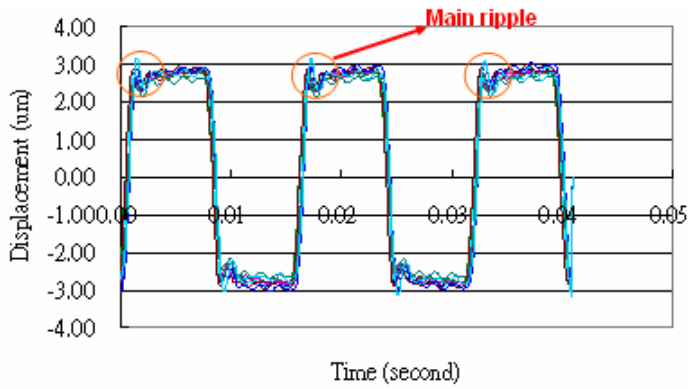


圖 25、波型量測結果

3、自然頻率：介於 650Hz~720Hz 之間。結果如表 7 所示；

表 7、自然頻率量測結果

| Hysonic R-SP No. | #001 | #002 | #003 | #004 | #005 | #006 | #007 | #008 | #009 | #010 |
|-------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Resonant Frequency (Hz) | 650-660 | 660-670 | 660-670 | 650-660 | 660-670 | 660-670 | 650-660 | 640-650 | 710-720 | 640-650 |
| Remark | All resonant frequencies of these 10 pcs RSP modules are higher than 500 Hz. | | | | | | | | | |

4、反射鏡之平坦度：符合規格要求。結果如表 8 所示；

表 8、平坦度量測結果

| Hysonic R-SP No. | #001 | #002 | #003 | #004 | #005 | #006 | #007 | #008 | #009 | #010 |
|------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Surface Flatness | 0.6 (0.3) | 1.5 (0.5) | 1.2 (0.9) | 1.0 (0.3) | 1.5 (0.5) | 0.7 (0.2) | 0.9 (0.3) | 1.5 (0.5) | 1.0 (0.8) | 1.0 (0.5) |
| Remark | All surface flatness are qualified by the specification 3(1) | | | | | | | | | |

5、反射鏡面之反射率：其依量測結果判定 Rave>94%，Rabs>93%。結果如

圖 26 所示；

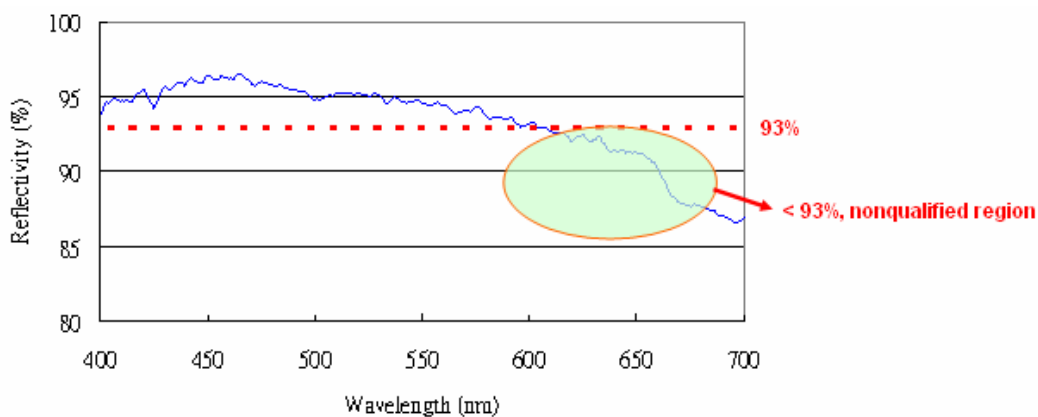


圖 26、反射率量測結果

4.2 材料實驗

本分析目的在予了解其材料阻尼比對反射式平順影像系統輸出漣波之影響。

4.2.1 材料取樣

本實驗所取樣之材料分別為 Mg、AZ91D、AM60B、ADC12 四種材料，之所以選擇此四材料之原因，其主要為除 Mg 外，另三種材料皆為目前主要應用在壓鑄成形方式中所通用之材料。而在未經過任何熱處理加工狀況下，其阻尼比之大小分別以 AZ91D 為最優，次之為 AM60B，再次之為 ADC12。然而 Mg 為所有金屬材料中，具有最高阻尼性能的材料，並希望可藉由實體樣品模型之量測其輸出漣波狀況，來反應材料阻尼與輸出漣波之間之關係。

另本實驗之實體模型其樞鈕型式按圖 30 及圖 31 之方型樞鈕進行製作及量測。

4.2.2 實驗步驟

本實驗之步驟如圖 27 流程圖所示；

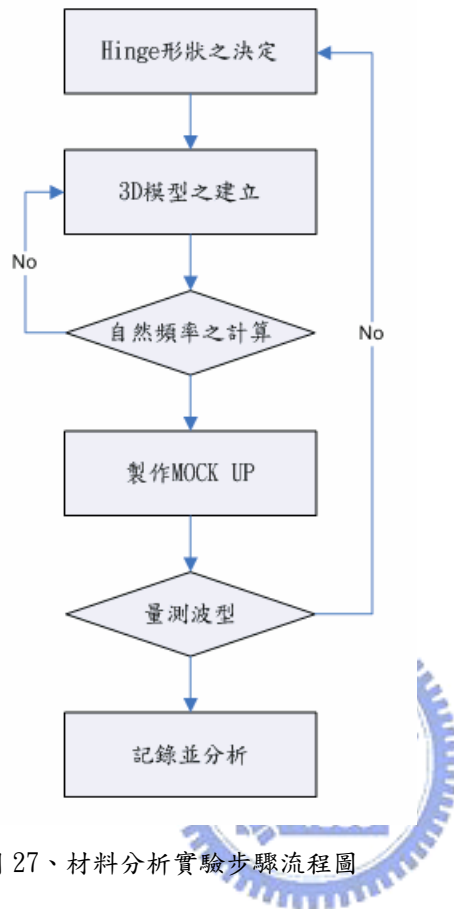


圖 27、材料分析實驗步驟流程圖

4.2.3 實驗設備

- 1、干涉儀(Interferometer -- Fujinon F601))
- 2、雷射振動儀(Laser Vibrometer - SIOS SP120)
- 3、波型產生器(Function Generator - Agilent 33220A)

4.2.4 實驗量測

量測項目：

- 1、靜態之傾斜角 (Static Tilt Angle)
- 2、自然頻率 (Natural Frequency)
- 3、振動波型 (Vibration Waveform)

4.2.5 量測結果

1、靜態之傾斜角 (Static Tilt Angle)

表 9、靜態之傾斜角量測結果

| | Mg | AZ91D | AM60B | ADC12 |
|------------------|-----|-------|-------|-------|
| X-axis(arc sec.) | -65 | -21 | 34 | 18 |
| Y-axis(arc sec.) | -47 | 60 | 75 | -39 |

2、自然頻率 (Natural Frequency)

表 10、自然頻率量測結果

| | Mg | AZ91D | AM60B | ADC12 |
|---------------|-----------|-------|-------|-------|
| Frequency(Hz) | 570~580Hz | | | |

3、 振動波形 (Vibration Waveform)

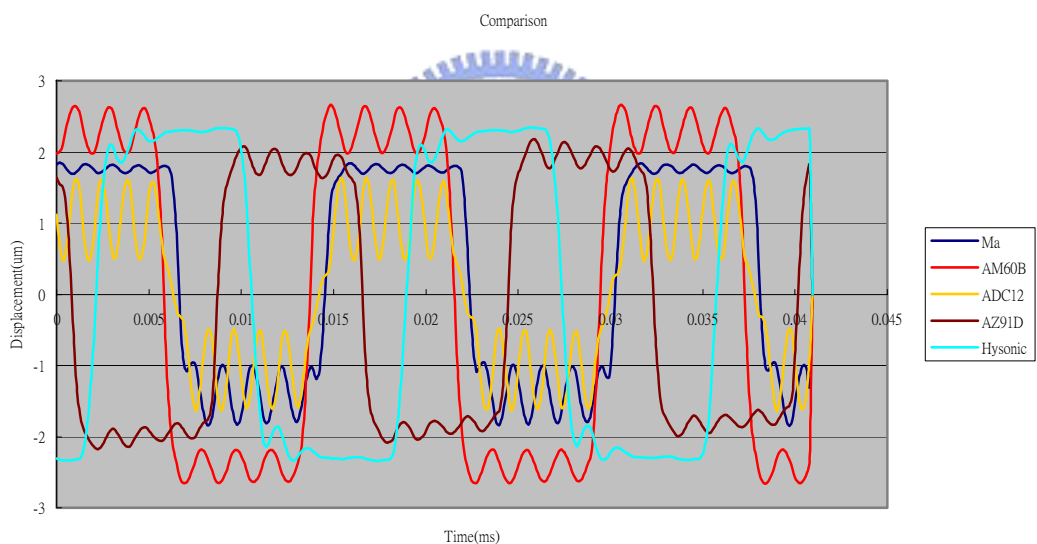


圖 28、材料實驗波型量測結果

4.3 材料實驗結果

依上列實驗結果，在靜態傾斜角部份，其實驗樣品均符合 RSP 系統之要求，表示樣品在加工製造上，達到一定之品質。在自然頻率部份與所估算接近，其表在樞鈕尺寸在設計規劃公差要求內。依波型漣波結果判斷，其反射式平順圖像模組所輸出訊號之漣波，的確會因為材料本身之阻尼比而有所改善。但改善程度並無法完全達到 Hysonic 所生產之比對樣本之漣波狀況。

4.4 樞鈕斷面模型之建立

針對實驗樣品之十方型樞鈕進行重新設計，其新設計共計二種型式，一斷截面改為H方形，如圖 29。另一斷面改為凹字形，如圖 30。

爾后本研究將針對所新設計之截面進行實驗，並依上列所述規格要求進行探討，以尋求最佳化之反射平順圖像系統樞鈕外形。

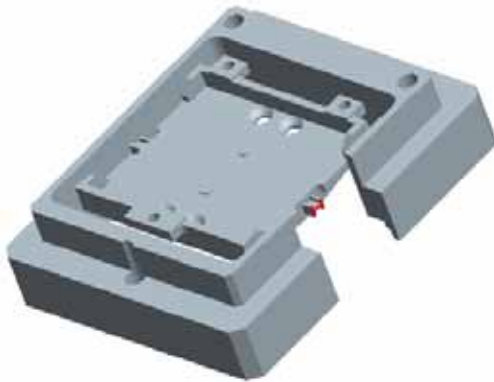


圖 29、H 型樞鈕示意圖



圖 30、凹字型樞鈕示意圖

4.5 應力分析模擬

本研究採用有限元素法分析之最根本之目的，除了欲重新建立系統之樞鈕的數學行為外，並在樞鈕建構完成後利用 ANSYS 了解最大應力分佈狀況。

本研究中採用 ANSYS 10.0 泛用型有限元素套裝分析程式做為分析軟體，其主要因為 ANSYS 是目前在工業上常使用的電腦輔助分析套裝軟體，它能同時分析結構物受到靜力、動力、熱傳及流力等多重物理現象影響時的變化。因此常被用來應用在電子封裝、微機電、汽車、航太及醫學等多種產業領域。其運算所根據的原理，乃是根據有限元素法而來的。因此當結構物的模型在軟體中被建立好並被網格化後，只要附加適當的條件，就可以直接利用有限元素法來計算，進而了解到所建立的模型或產品的特性。在架構上 ANSYS 主要分為前處理器、分析器、後處理器三個基本模組，圖 31 為 ANSYS 分析軟體分析處理流程圖。

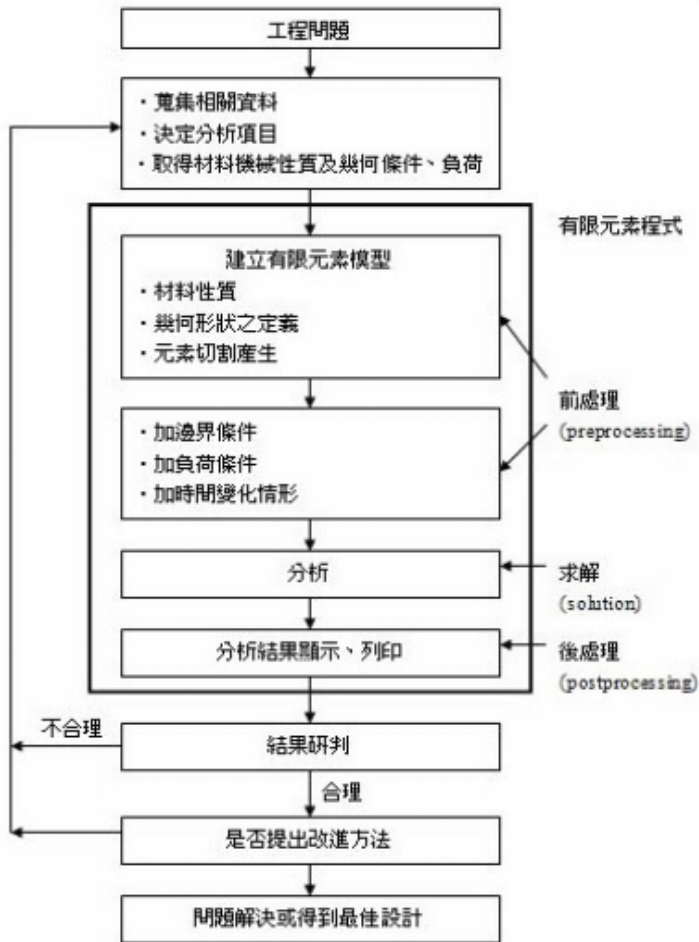


圖 31、ANSYS 分析處理流程圖

4.5.1 邊界條件及載重

在 ANSYS 整個分析過程中，是需具有精確的數學模型，以一廣泛的觀念來描述這個模型，即模型本身應包括節點、元素、材料性質、實體常數、邊界條件和其它具有可以重現欲分析之物理系統之特徵。亦即，在描述整個物理問題時，可以將其特徵完全的敘述清楚。

4.5.2 模型之建立

在有限元素模型建立方面，其主要是以 Pro-E Wildfire 1.0 予以建立其實體模型。但應考慮其軟體模擬計算之效率，故在模型製作上有稍加修改，除刪除不必要之倒角及穿孔外，亦將模型外型上儘可能簡化。但簡化皆以在不影響模型分析結果為原則。在建立完成實體模型後，在予以轉換為 iges 檔案版本，並於 ANSYS 軟體中，應用 Import 功能予以匯入進行分析之用。圖 32 及圖 33 分別為利用 Pro-E 所建立之分析模型。

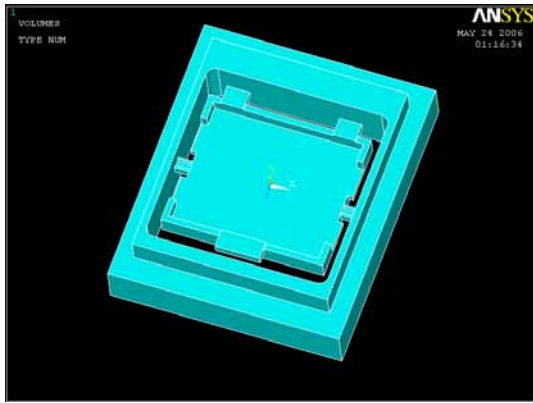


圖 32、凹形樞鈕之有限元素分析模型

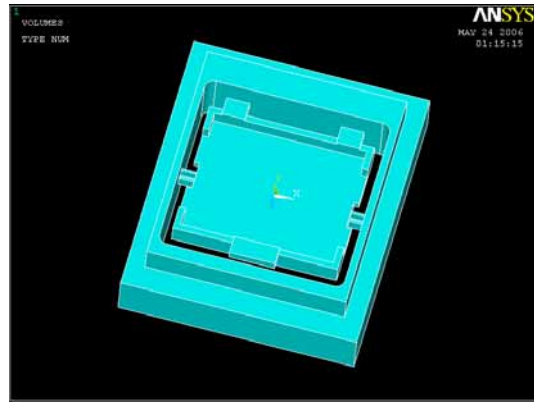


圖 33、H 形樞鈕之有限元素分析模型

4.5.3 前置處理器 PREP7

在本部份主要設定模型之基本參數，以供 ANSYS 軟體分析之用其分述如下；

(1) 元素型式及選項(Element Type)

元素型式之定義，主要是在 ANSYS 軟體中定義分析問題的元素型態。元素型態包括 0-D 的質點及空隙元素、1-D 的樑及柱等元素、2-D 的板及殼等元素、3-D 的四面體、角錐體及六面體元素。

本模型在元素型式上之設定主要採用 Solid 92 元素，故在此初步介紹 Solid92 元素之特性。圖 34 為 Solid 92 的幾何圖型；

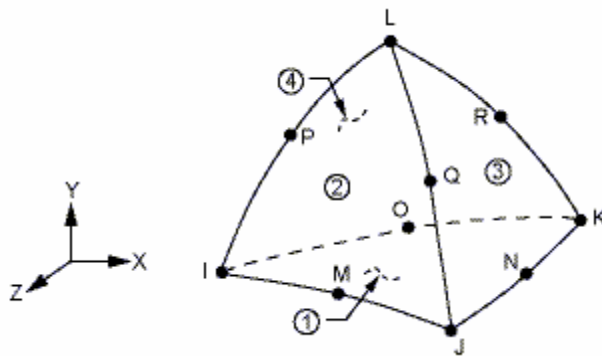


圖 34、Solid92 幾何圖型

Structural Solid 92 元素為使用於等向性固體力學問題的三維立方體元素。它共具有十個節點，每個節點具有 x、y 及 z 三方向之位移自由度。本元素可用於描述固體力學之實體模型諸多性質及特性，亦即，可模擬出物體的塑性 (Plasticity)、潛變 (Creep)、膨脹 (Swelling)、應力勁度 (Stress Stiffening)、大撓曲 (Deflection) 以及很大的張力 (Strain) 能力。

(2) 材料性質 (Material Properties)

材料性質部份，本模型材料設定為等向性 (Isotropic) 材料，對等向性材料而

言，必需定義的參數包括材料的楊氏係數 E 值及泊松比 ν 等。另外值的注意的是在彈性分析中，泊松比不可設定為 0.5，因為這會使得結構體之剛性係數(Bulk Modulus)變的無限大，程式將無法執行。表 11 所列為 AZ91D 之材料參數

表 11、AZ91D 之材料參數

| 材料 | 比重 | 楊氏模數Mpa | 比強度 | 彈性模數 | 熱容量 | 熱放射率 | 蒲松比 |
|-------|------|---------|-----|--------|--------------------------|------|-----|
| AZ91D | 1.81 | 44700 | 88 | 210000 | 3.588N/mm ² K | 0.3 | 0.3 |

(3) 建立網格(Meshing)

在無誤差累積的狀況下，其網格分的越細所計算出來的結果誤差越小，但所需要的分析時間則越長。在線性分析時，運算時間並不是一個很嚴重的問題，但在分線性分析時，如塑性力學分析中，時間將是一個很重要的問題。

網格化的分析分為兩種，一種是由電腦自動產生，稱為 Free Mesh，另一種透過人工方式產生規則的網格，稱為 Mapped Mesh。在網格化前還需先設定網格元素的大小，ANSYS 中有一種稱為 Smart Size 的技術，將元素的大小簡單的分成 10 個等級。本模型於網格化的過程設定，主要是採用 Free Mesh 的方式，且網格元素的大小設定為 6，來進行網格化切割。圖 35 及圖 36 為凹型樞鈕及 H 型樞鈕模型網格話後的狀況；

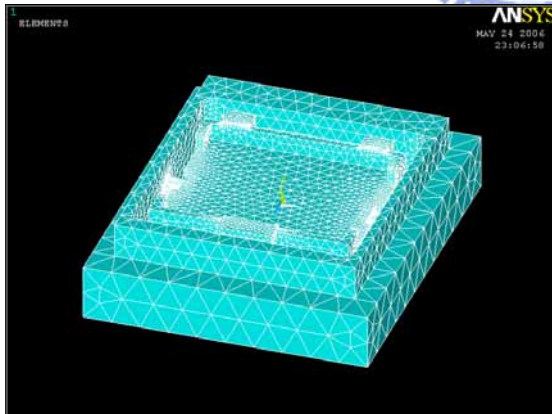


圖 35、凹型樞鈕之有限元素分析模型

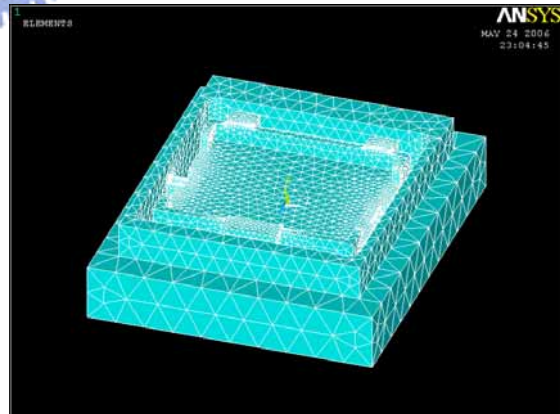


圖 36、H 形樞鈕之有限元素分析模型

4.5.4 求解處理器 SOLUTION

此部份包含了大量的電腦運算，是前置處理後所進行之求解程序，其中包括施加束制(Constraints)或稱為邊界條件(Boundary Condition)及負載荷重(Load)之設定。然而，束制是定義一個結構體之固定條件，荷重包含集中力、分布力、加速度以及預存應變(Pre-Strain)等。例如，結構問題可定義位移邊界條件及受

力，並於後置處理程序中以計算並輸出其結果。

在欲進行分析模擬之模型上，其邊界條件及負載荷重之設定，分別依目前實際模組狀況進行設定。在邊界條件上，主要約束為樞鈕外側之鎖固邊，在實體上也確實是利用三只螺絲，來將反射式平滑圖像系統鎖固於鏡頭上。另外在負載荷重部份，則是依 2-1 式來計算其音圈馬達實際出力之大小為 0.11Kg 後，且另由實驗確認其計算無誤後，始將值予以代入進行分析。圖 37 中紅色部份主要表示為設定邊界條件之表面。圖 38 主要顯示利用 ANSYS 有限元素法軟體進行分析時，其於模型上所設定之邊界條件及負載荷重之狀況。

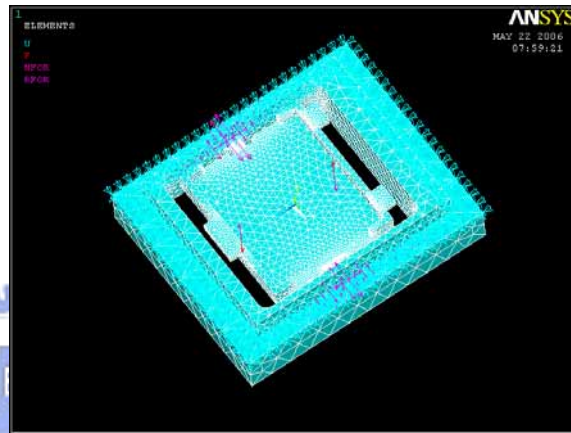
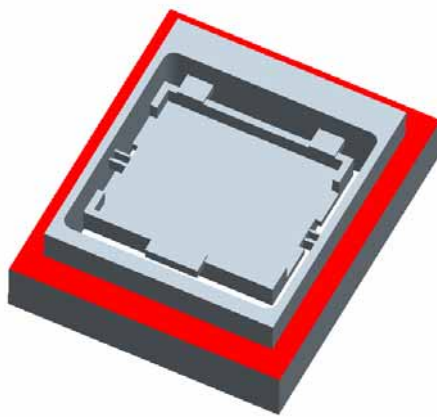


圖 37、邊界條件及負載荷重之設定狀況

圖 38、邊界條件及負載荷重之設定狀況

4.5.5 一般後置處理器 POST1

有限元素法的求解就是在解一個龐大的矩陣，而矩陣的計算則是求解器 (Solver) 的工作，線性靜態的問題只要解一次矩陣，而非線性的或是大變形的問題，求解的次數則可能高達上百或上千次。

圖 39、圖 40、圖 41、圖 42 所示為利用 ANSYS 分析之 H 形及凹型模型位移結果及應力分布結果。

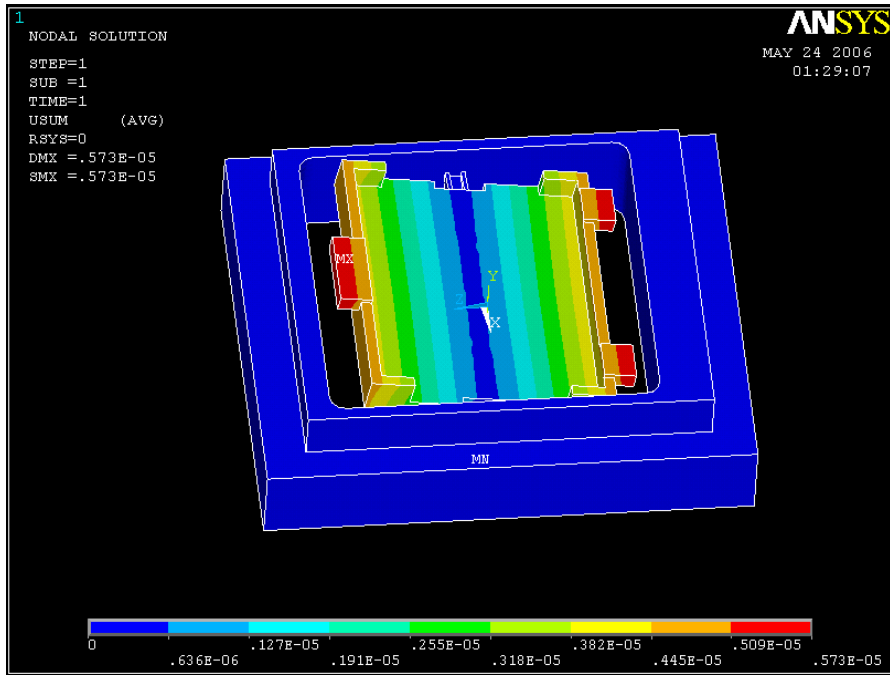


圖 39、H 型樞鈕位移分析結果圖

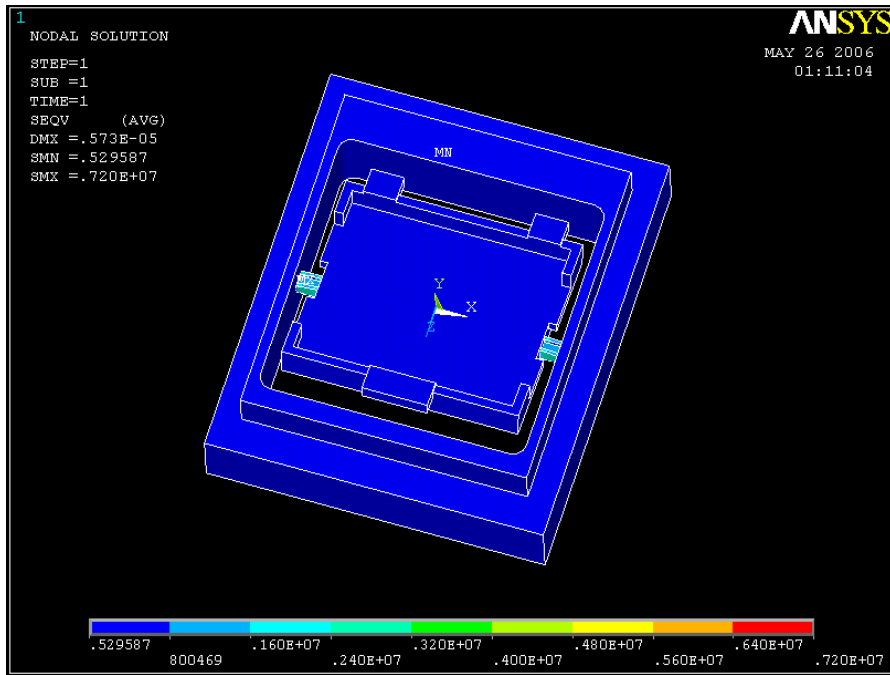


圖 40、H 型樞鈕應力分布分析結果圖

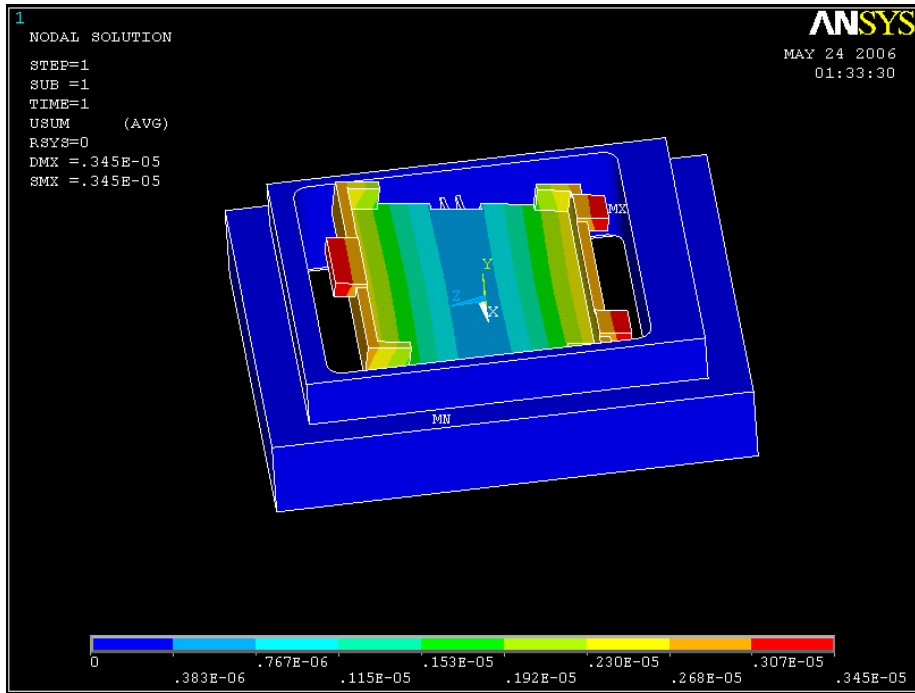


圖 41、凹型樞鈕位移分析結果圖

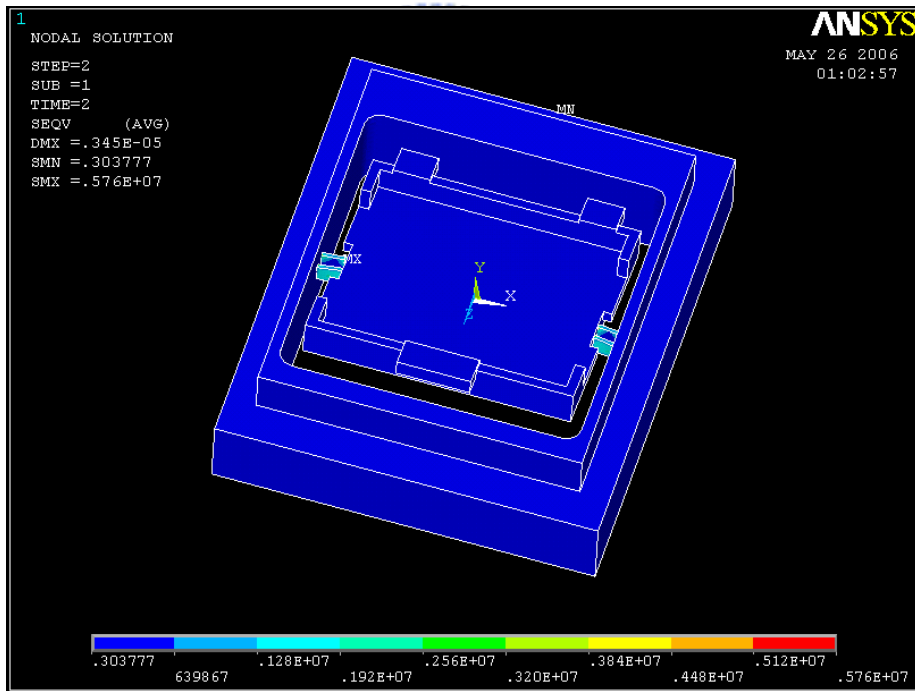


圖 42、凹型樞鈕應力分布分析結果圖

4.6 應力分析

本章節中，將對前面有限元素分析結果，進行討論並區隔與確定其應力強度之狀況，以進一步了解此樞鈕結構之力學特性及設計準則，然後提出分析或設計建議。

對同一模型而言即使總外力及平衡條件相同，如果加載邊界條件的型式不同，ANSYS 所計算出來的最大及最小應力及應變值，是會有所改變的。尤其是在靠近樞鈕的區域，所以在進行分析結果之前，必需要先驗證結果，以確保分析結果的正確性。以使分析結果更為合理，亦更接近實際情形。

檢驗結果的方法有許多種，除了針對模型不同部份應用平衡條件來進行檢測外，最好的方法是對模型實際進行量測。經由圖 25 可知其 Hysonic 位移量為 $3\mu\text{m}$ ，並進而比對其 ANSYS 軟體分析結果，其在 H 型樞鈕位移量為 $5\mu\text{m}$ ，其在凹型樞鈕位移量為 $3.07\mu\text{m}$ ，此分析結果尚屬合理。在 H 型樞鈕及凹型樞鈕應力分析上，其最大應力分別如圖 43 及圖 44 所示。我們並可藉由此二圖中發現，主要應力產生在樞鈕端面處，此亦屬合理。另不論其 H 型樞鈕或凹型樞鈕並非為單純扭轉，亦會在 Y 軸向及 Z 軸向受力，造成微小之位移，以位移量對系統之影響是值的再觀察與探討的。

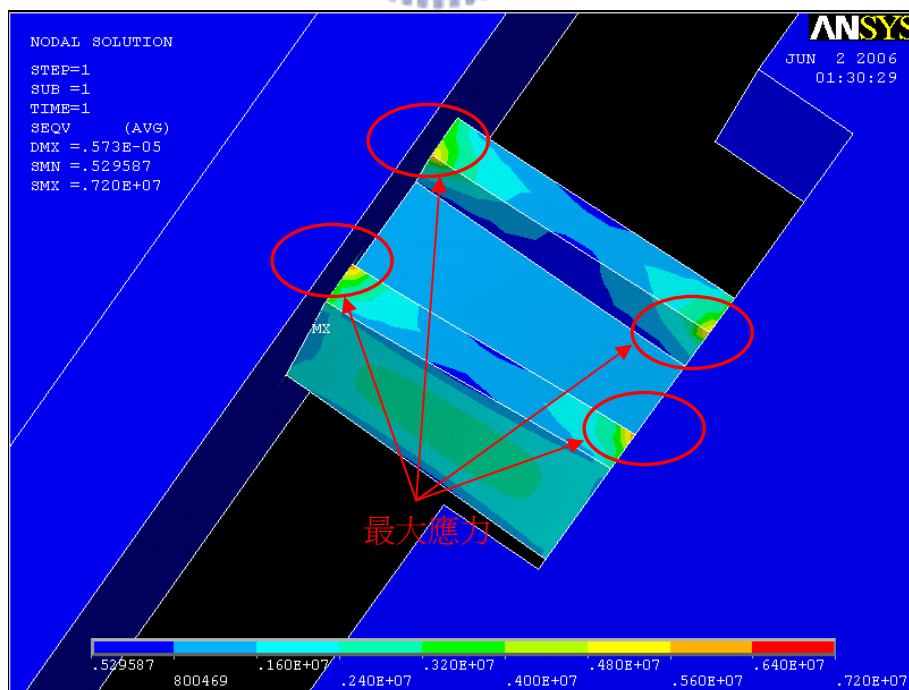


圖 43、H 型樞鈕應力分布分析結果圖

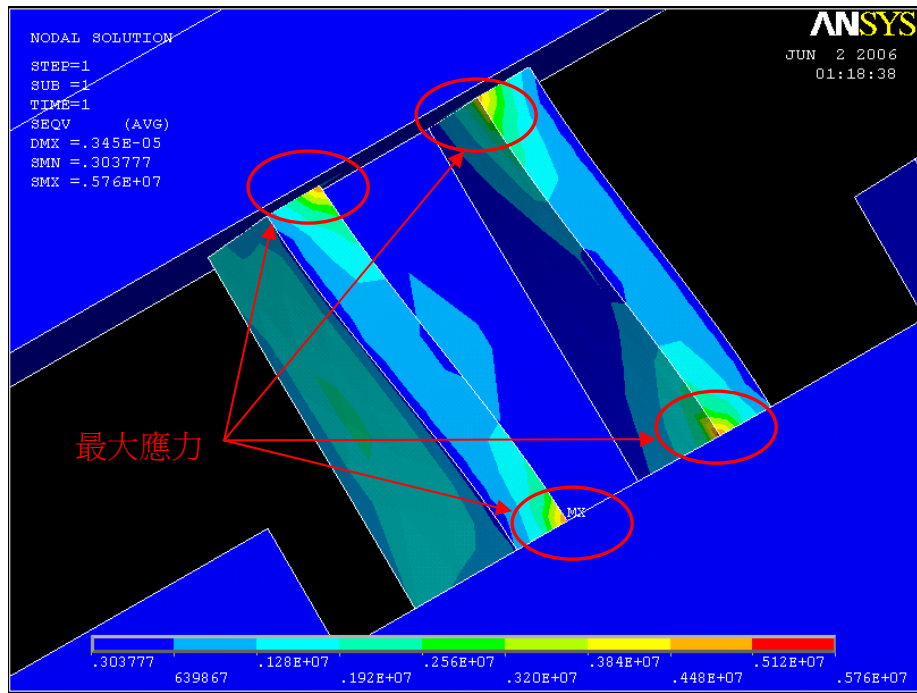


圖 44、凹型樞鈕應力分布分析結果圖



4.7 實體模型量測與結果

依前分析結過進行實體加工製作，其成品如圖 46、圖 47 所示，並將依此二模型樣品進行量測。

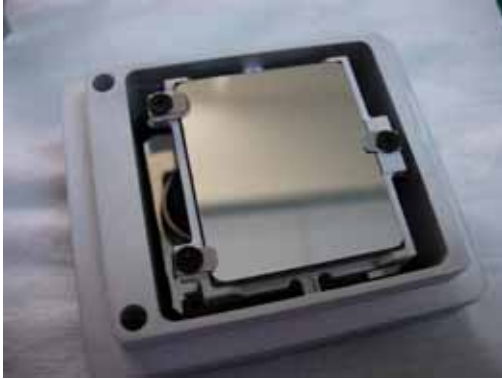


圖 45、H 型框鈕模型樣品圖

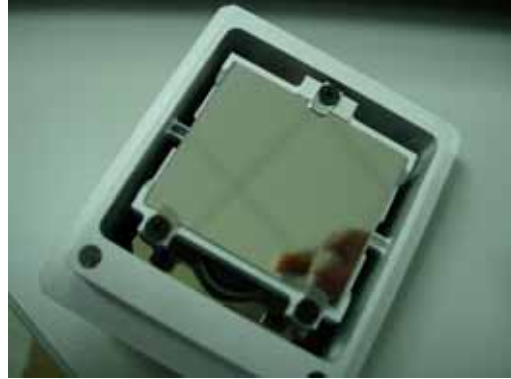


圖 46、凹型框鈕模型樣品圖

4.7.1 量測設備

- 1、干涉儀(Interferometer -- Fujinon F601)
- 2、雷射振動儀(Laser Vibrometer - SIOS SP120)
- 3、波型產生器(Function Generator - Agilent 33220A)

4.7.2 量測項目

- 1、靜態之傾斜角 (Static Tilt Angle)
- 2、自然頻率 (Natural Frequency)
- 3、振動波型 (Vibration Waveform)

4.7.3 量測步驟

- 1、靜態之傾斜角：首先確認設備及環境是否清理乾淨，並利用氣槍將各工件吹(擦)拭乾淨，確保沒有任何的灰塵存在儀器設備及治具上。將樣品自包材拿出，再用氣槍噴洗反射鏡座表面，以確保沒有任何的灰塵存在樣品承靠面上。然後將樣品依承靠面依指定方向放入治具中，並從顯示器判讀 X、Y 值，並予以記錄量測值。

- 2、自然頻率：首先清潔樣品及治具表面，接下來將樣品鎖固於雷射振動儀專用治具上，並將趨動板電路與波型產生器相連接。利用波型產生器輸入 250mv~500mv 之電壓，爾后調整頻率範圍。觀察最大振幅所對應之頻率，並予以記錄。
- 3、振動波型：首先清潔樣品及治具表面，接下來將樣品鎖固於雷射振動儀專用治具上，並將趨動板電路接上測試板，並由電源供應器供應所需電流。開啟雷射振動儀並確認反射光點已反射回入射光源點後，執行程式。待雷射振動儀上之 sensor 感應到正確波型後，將予以儲存並記錄。

4.7.4 量測結果

1、靜態之傾斜角 (Static Tilt Angle)

表 12、靜態之傾斜角量測結果

| | H 型樞鈕 | 凹型樞鈕 |
|-------------------------|-------|------|
| X-axis(arc sec.) | 61 | 32 |
| Y-axis(arc sec.) | 17.4 | 41.3 |

2、自然頻率 (Natural Frequency)

表 13、自然頻率量測結果

| | H 型樞鈕 | 凹型樞鈕 |
|----------------------|-------|----------|
| Frequency(Hz) | 512Hz | 610.5 Hz |

3、振動波形 (Vibration Waveform)

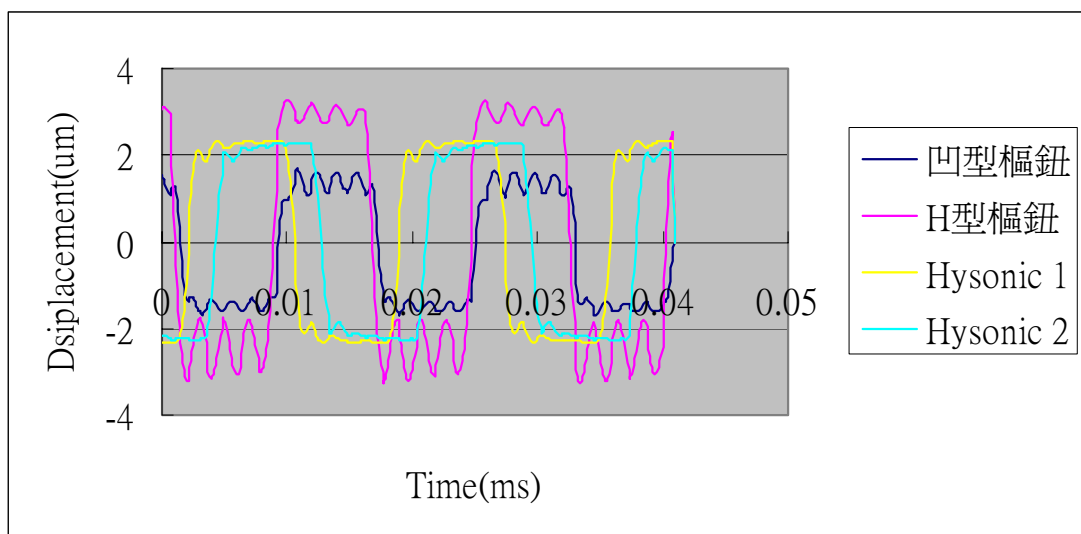


圖 47、實體樣品量測波型圖

第五章

結果與討論

反射式平順圖像系統之樞鈕對漣波的影響，經過實驗後可以得到二點結論：

- 1、針對樞鈕材質：於本研究中曾利用 ADC12、AM60B、AZ91D 及 Mg 四種材料進行實驗，雖此四種金屬之阻尼比各有所異，但依實驗結果可知，其金屬材料之差異，對所輸出之漣波影響，並沒有明顯收斂驅勢。故可了解材料對反射式平順圖像系統在漣波收斂上改善有限，但若基於生產製造之觀點考慮，使用材料 AZ91D 將較其它材料更適合，主要是因為 AZ91D 較 ADC12 為輕，且具有較高的強度與尺寸穩定度，然而雖 AM60B 與 AZ91D 皆為鎂合金材料，但 AM60B 之特性較適合製造大型物件，例如汽車鋼圈、汽車底盤。
- 2、在樞鈕形狀上：於實驗中亦有針對方形、凹形及 H 形之不同形狀樞鈕進行實驗，以釐清樞鈕對輸出漣波的影響，依實驗結果得知，其不同形狀樞鈕對漣波亦沒有明顯收斂驅勢。故可了解不同的樞鈕形狀對反射式平順圖像系統在漣波收斂上改善有限。但在模具成型上，其方型會較凹形及 H 型來的方便與簡單，在尺寸的控制上亦較為容易。依實驗結果來看，其樞鈕型式對漣波改善有限之結論下，採用圓形樞鈕又較方形樞鈕來的更為適合。除尺寸控制上亦同樣穩定外，亦可避免最大應力產生在尖角處。

本論文實驗分析過程中，曾努力從材料及力學觀點來研究樞鈕架構之反射式平順圖像系統輸出漣波之收斂狀況，並積極的尋求影響之原因。然而，卻無法得到預期之結果。不過於系統內部加置阻尼材料或阻尼膠，均可改善漣波之收斂，但會增加製造上之成本，但若系統漣波已影響到畫面品質之狀況下，利用橡膠墊片或阻尼膠仍為一良好對策。

參考文獻：

- [01] 魚明杰，「DLP 投影技術的分析與展望」 pp. 2~3.，中達電子視訊研發中心，2001.
- [02] Mary Carol，「TI-Smooth Picture Development」，Taiwan Suppliers，2005.
- [03] 錢偉長，「彈性力學」，亞東出版社 pp. 147~150.，1989.
- [04] 黎俊和，「液晶投影機發展介紹與對數位光源處理投影機之光機研究」，2003.
- [05] 邱垂泓、楊智超，「鎂合金成型技術之發展趨勢」，工業材料雜誌 第 174 期 pp. 85~86.，2001.
- [06] 黃春穎，「鎂合金手機外殼壓鑄鍛胚之設計方案」，台灣鍛造金屬協會 pp. 2~3.，2005.
- [07] 成大 碩士論文 李忠翰，「AZ91D 鎂合金鑄鍛合一製程及其機械性質」，2004.
- [08] 劉鴻文編著，「材料力學-上冊」 pp. 129~131.，台灣高等教育出版社，1992.
- [09] 盧堅編著，「實用動力基礎分析與設計」，台灣商務印書館 pp. 68~71.，1984.
- [10] 陳仁智著，「音圈馬達簡介」，Motor Express 41 期， pp. 1~3.
- [11] 馮榮豐著，「音圈馬達之原理與應用」，Motor Express 28 期，pp. 1~3.
- [12] 陳信吉著，「ANSYS 入門」，2004.，pp. 1~15.
- [13] 趙志燁 林崇佑 鄭為仁 王栢村著，「固溶處理對 AZ91D 鎂合金鑄件結構與振動特性分析」，2001.，pp. 34.
- [14] 張小農、張 荻、吳人潔、朱震剛、王 燦、劉長松著，「增強物的加入對純鎂阻尼性能的影響」，2000.，pp. 7.
- [15] Saeed Moaveni 著，「Finite Element Analysis Theory and Application with ANSYS」，2003.，pp. 7.
- [16] 中興 碩士論文 卓玉娟，「有限元素法在汽車碟式剎車制動器之分析與應用」，2003.，pp. 43.