

第一章 緒論

1.1 前言

近年來，隨著電子產業的發展以及無線通訊市場快速成長，消費者對於輕、薄、短、小及可攜性 (Portable) 的需求日切，因為如此的趨勢，在相關的無線電通訊產品的設計趨勢也逐漸朝著輕、薄、短、小及可攜性的方向來發展。目前 3C 無線通訊之消費電子產品如手機、無線耳機、車用免持聽筒等設備愈趨向清輕薄短小，由於上述產品之麥克風 (Microphone)、喇叭 (Speaker) 單體在同一機殼內 (即通訊產業界所謂 One Piece)，而其中的車用免持聽筒因為需要較大的喇叭揚聲音量 (85db~120db)，使得喇叭聲音音波容易經由機殼外之空氣介質及機殼內部的傳導共振等原因傳到接收聲音之麥克風內，因而使得遠方發話使用者會聽到自己的聲音而產生所謂的回音 (Echo) 現象，而此回音之作用會嚴重影響雙方通話的品質，嚴重者甚至無法使用，而要消除回音現象，目前一般主要是透過回音消除處理晶片所提供之軟硬體來進行回音現象的消除或改善，但是由於 Speaker 發聲之聲波及振動而容易造成機殼共振而使得 Speaker 發聲之聲波隨著相關路徑共振傳遞至收音之麥克風或負責處理回音訊號的麥克風內，或是有內部漏音等現象時，便會造成回音消除晶片無法處理或辨識進而產生回音現象，而目前一般回音消除等軟體系統業者所提供之 IC 參考電路及調整軟體在配合機構等機殼後一般只能消除部份

百分比之回音等 NOISE，而無法發揮其原有設計回音消除 IC 線路及相關軟體所預期之功用，其造成之原因最主要來自於當相關機構設計不良，如防振橡膠、機殼無法有效避免或抑制來自於喇叭發音產生之共振，而使得相關不當之噪音(Noise)進入麥克風時，造成回音消除晶片無法處理或辨識進而產生回音現象。

目前國內外廠商在發展上述產品如車用藍芽無線免持聽筒擴音裝置(Bluetooth hands-free Car kit)，為避免上述回音現象產生，大都使用麥克風與喇叭分離方式，即採用外接或沿伸式麥克風，來避免喇叭等振動產生之 Noise 直接進入麥克風而產生回音，一般皆有點煙頭之設計且體積過大缺點(圖 1.1)(圖 1.2)，並不符合前面所言輕、薄、短、小及可攜性 (Portable) 的設計趨勢及消費需求，目前市面上實際較符合該設計需求之量產產品只有美國的 Motorola 所開發出來之 HF-800 藍芽無線免持受話機(圖 1.2)，其亦有體積及重量稍嫌過大之缺點，且其充電器 Motorola 只提供點煙頭車充，所以基本上亦較不符合可攜性之設計需求，不過因為 HF-800 的喇叭及麥克風屬於所謂 One Piece 設計類型，所以在本文中仍將其定義為成功案例。



Microphone & Speaker
Detached Sample

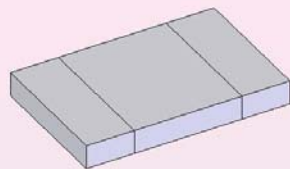


Microphone & Speaker
One Piece Sample

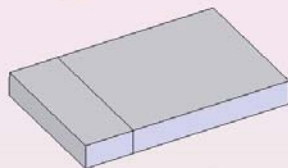


Motorola HF-800

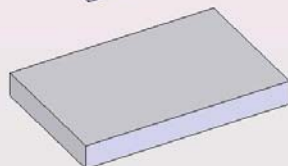
圖 1.1 目前市面上的藍芽無線 Hands-free Car Kit



Mic & Speaker Detached



Mic detached



Mic & Speaker One Piece

圖 1.2 可攜式 Hands-free Car Kit 麥克風喇叭擺放設計類型

目前國內外積極發展之 MP4/3G 等相關產業，在喇叭收音部份，大都採傳統之 PHON JACK/PLUG 外接耳機或外接喇叭方式(圖 1.3)。



圖 1.3 市面一般常見 MP3/MP4

隨著該相關產品設計往輕薄短小發展，若進一步加入行動無線通訊通訊的需求，上述所作 3C 無線通訊消費電子機殼之相關設計研究亦可沿伸作為 MP4 與 3G 等相關產品之機構設計參考及依據，所以如何有效利用機構設計(例如喇叭防振墊、外殼，麥克風收音防振墊等設計)來達到減振、避振及避免無形之噪音(Noise)聲波放大來有效地配合回音消除 IC 參考電路及軟體以避免產生如回音等雜音，進而影響雙方通話品質，為目前相關通訊產業機構設計人員所必須具備之設計能力，本論文將針對上述相關產品中之超薄型可攜式的車用藍芽無線免持聽筒擴音裝置機構設計方式作較深入的研究與探討，希望可以在符合輕、薄、短、小及可攜性(Portable)的設計需求下找出該機構設計在解決回音問題方面較佳之機

構設計方式，以便有效地配合軟體系統業者所提供之 IC 參考電路及調整軟體來做為該產品之回音消除解決方案，並作為未來相關消費通訊電子產品在回音消除方面等之機構設計參考依據。

1.2 文獻回顧

文獻[1]為美國 Forte-media 公司針對 One Piece Hands-free Car kit 所提供藍芽無線通訊專用之回音消除處理晶片模組之設計參考之技術支援文件，其中包含參考電路、調整軟體、麥克風及喇叭等機構件相關擺設之機構相關設計參考數據及其原理說明，而該晶片模組正是本論文之主題超薄型行動無線免持聽筒擴音機殼裝置所預定使用之回音消除核心晶片 (Chip)。



其回音消除原理是利用雙工單晶片模組及其參考電路、軟體，並利用 2 顆所謂陣列型麥克風，其中一顆指向性(Uni-directional)麥克風，主要負責處理接收對方接聽所需要聲音訊號(接收本設備使用者發聲訊號而不希望接收到其他會造成對方回音等之干擾雜)，雖然 Forte-media 公司技術文件上定義該顆麥克風為指向性麥克風，本論文將於稍後章節內進行驗證本指向性麥克風能否以一般全向性麥克風替代，因指向性麥克風在機殼、麥克風防振墊等設計上皆有特殊要求及困難度，在超薄型機殼中並不易設計，加上指向性麥克風因其特殊性使得元件費用高於全向性麥克風，

而 2 顆陣列型麥克風中的另外一顆全向性(Omni-directional)麥克風，主要負責接收對方來聲之喇叭發音訊號，但不希望接收到因喇叭振動而引起的機殼等共振產生之噪音，並利用矩陣數學運算加以處理判斷，抑制不當聲音或干擾進入第一顆麥克風造成對方講話時回音之產生，但其處理前提是 2 顆麥克風之間之 dB 值差異必須大到讓軟體能夠進行處理及調整，二顆陣列麥克風的收音聲壓 db 值大小需有相當之差異值(8 到 15db)，收近端人聲之主要麥克風聲壓值要小，希望只收到近端人聲，收喇叭等周圍噪音之參考麥克風聲壓值要大，所以因喇叭振動而引起的機殼等共振產生之噪音必須以機構設計方式降到最低，否則將無法達到回音消除效果，其參考電路、調整軟體、麥克風及喇叭等機構件相關擺設之機構相關設計參考數據，請參考(圖 1.4)(圖 1.5)(圖 1.6)。

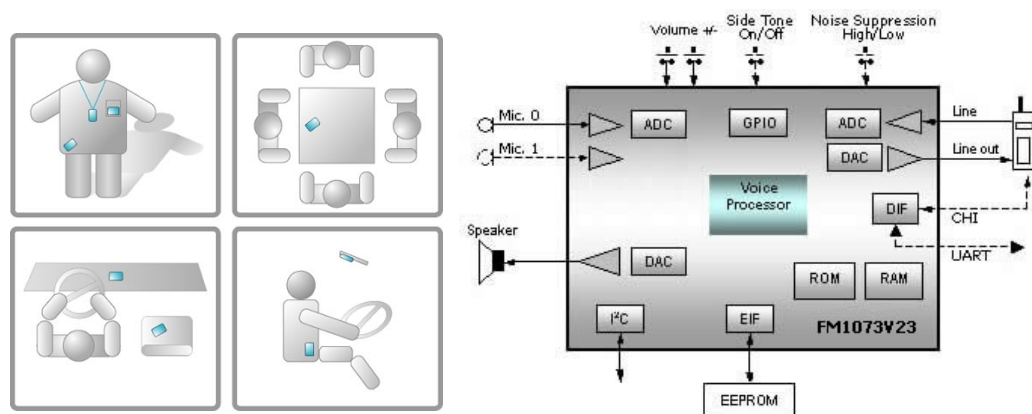


圖 1.4 Portable One Piece Hands-free Car Kit 功能方塊圖

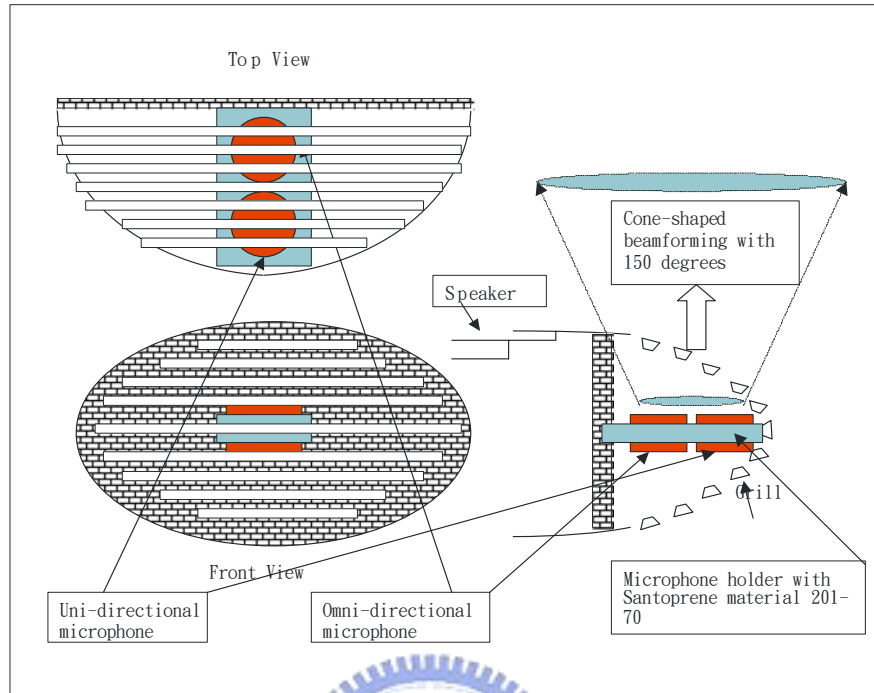


圖 1.5 麥克風與喇叭擺放位置說明圖

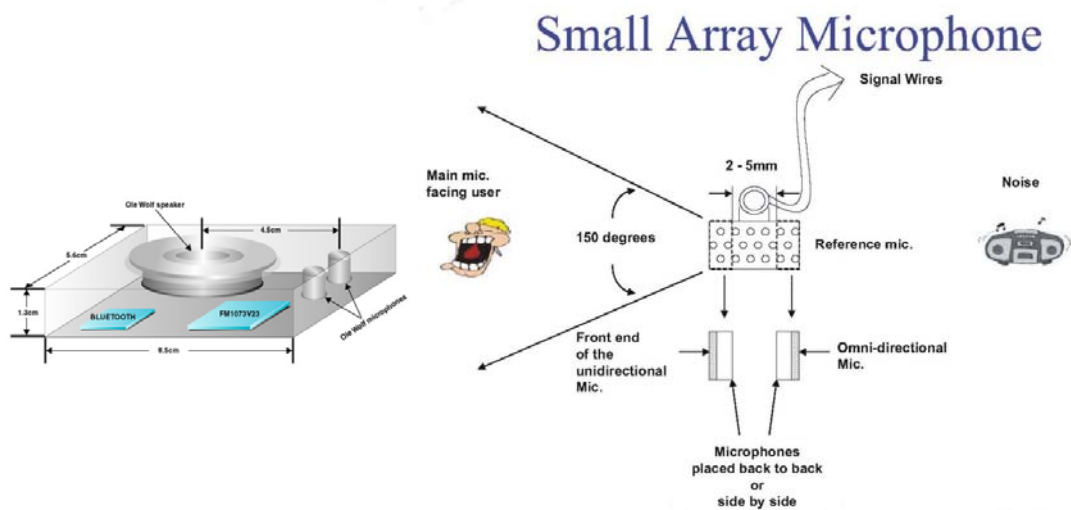


圖 1.6 麥克風建議擺放位置圖

依照 Forte-media 公司對於 One Piece Hands-free Car kit 有其相關規定與功能上之要求如下：

1. 不需要延伸的麥克風
2. 喇叭聲音頻率響應值應達到(最佳 125dB/最小 85dB)
3. 語音訊號處理全雙工
4. 噪音及回音抑制需達到 8 到 15dB
5. 不需要專業的安裝
6. 使用 2 顆陣列麥克風(2 array microphones)
7. 麥克風與喇叭間距為 4.5 公分
8. 聲音處理能力需大於 5 米




根據文獻[2]蔡國隆等共同編著之聲學原理與噪音量測控制，聲波(Sound Wave)的產生是因為傳遞介質受到聲音能量的擾動後，介質的彈性特質產生聲音能量傳遞的波動現象，在真空或完全的剛性介質中，聲波無法傳遞，而聲音在空氣中傳遞時，其剪力非常小，可視為只有縱波(Longitudinal wave)型式，即介質受到壓力應變後擾動所產生的波動，方向與空氣粒子運動方向平行，當聲波傳遞的介質為固體結構時，還會產生振動(Vibration)，而振動波也會經由結構的傳遞與放大而成為聲波，單一頻率的聲音波動現象，在一固定位置點觀察介質振盪的位移量隨時間

變化關係，一般波形為正弦或餘弦函數。

表示聲音的基本參數，最常利用聲壓(Sound Pressure)、聲功率(Sound Power)及聲強(Sound Intensity)三個參數表示，聲音的物物理量以聲壓作為表示，大小為聲壓值或聲壓準位(Sound Pressure Level)，以 L_p 表示。聲功率定義為每單位時間內音源所產生的能量，相當於音源輸出的功率，大小為聲功率值或聲功率準位(Sound Power Level)，以 L_w 表示。聲強的定義為每單位時間內通過單位面積的能量，大小為聲強值或聲強準位(Sound Intensity Level)，以 L_i 表示。聲壓、聲功率及聲強單位都是以分貝表示(decibel, db)，人耳對聲壓感覺並非絕對物理量，而是像對數值的變化，例如聲壓以 $L_p = 20 \log(p/p_0)$ 表示，頻率為單位時間內反覆運動的次數，單位是 Hertz(Hz)，人耳可以聽到的聲波頻率範圍是 20Hz 到 20KHz。麥克風(Microphone)主要功能是將聲音(物理量)轉換為電，而麥克風敏感度(Sensitivity)是指量測聲壓值與電壓值的比值，一般又稱為開迴路敏感度，理想的麥克風必須在量測頻率範圍上有平坦的響應(Response)，也就是可使用範圍，當僅針對單一方向射入音具有最佳的響應，而對其他方向射入音則加以抑制，此類麥克風稱為指向性麥克風(Unidirectional Microphone)，其作用一般是為了收集單方向的聲音，反之無方向性的麥克風稱全向性麥克風(Omnidirectional Microphone)。


1.3 研究動機

近年來，隨著電子產業的發展以及無線通訊市場快速成長，消費者對於輕、薄、短、小及可攜性 (Portable) 的產品需求日切，因此相關的無線電通訊產品的設計趨勢也逐漸朝著輕、薄、短、小及可攜性的方向來發展，但也因此使得該上述相關產品之機構設計亦更具挑戰性，因為其相關限制、設計條件、生產條件等皆更為嚴苛，關於本論文討論之超薄型行動無線免持聽筒擴音機殼之設計分析，由於非常輕薄短小，能夠利用與設計之空間相對非常有限，以至於一些看似簡單的理論實際具有相當實務上的困難與複雜性。



由於一般公司將其視為研發機密，加上國內外相關研究相當缺乏，以至於相關之設計資料取得困難，亦使得國內外相關產業在此部份的開發雖耗費相當大的財力、物力確不得其門而入，本文作者公司之前即因上述種種原因設計出有問題之產品機構(先定義為原失敗案例 PH-1)，Portable One Piece Hands-free Car kit(圖 1.7)，不但耗費金錢時間製作出無法量產之樣品(Mockup)，又無法立即找出解決的對策，所以希望能藉由本文的討論加以釐清各設計疑點，建立正確之設計理論與方向，以加速產品之開發時效與正確性，並利用聲音等量測方法，建立正確之比較參考數據，再利用上述理論分析，加以模擬試驗，找出最有效、經濟的解決方向、概念及數據，並建立相關圖表及模型作為正確設計之參考依據，原則上會以

如(圖 1.7)(圖 1.8)有問題產品之數據作為失敗案例比較參考數據，並以 Motorola HF-800 之語音通話品質等數據作為較成功案例之比較參考數據 (圖 1.9)。基本上上述討論主題，已含蓋大部份超薄型無線通訊機殼之機構設計理念與實際需求，相信只要能夠有系統、有效的理論分析，模擬，實驗找出最有效的解決方向、數據及概念並建立相關模型，再配合適當的 ID 外觀設計，便能快速反應無線通訊產品企業界之設計需求，並朝更輕薄短小而音質更佳之設計方向前進，進而創造國內相關產品在國際上之競爭能力。



Test method:

1. Practical test by normal telephone
And test sample connect with
Bluetooth Mobile phone
2. Sound level meter: Speaker 85 dB Test result: Fail(Echo too large)

圖 1.7 原失敗案例 PH-1 回音功能測試



圖 1.8 原失敗案例 PH-1 拆解及組裝相片



Left:Fail test sample PH-1(A) Right:Motorola HF-800(B)
Size compare:(A)85mmX55mmX10mm (B)88mmX53mmX25mm
Weight compare:(A)45.5g (B)63.5g
Speaker output(dB): (A)85 dB (B)120 dB

圖 1.9 成功與原失敗案例比較

1.4 研究方向

由於成功案例 Motorola HF-800 與原失敗案例 PH-1 皆同樣使用美國 Forte-media 公司所提供之相同回音消除之晶片模組及軟，且硬體設計方式相似，所以先定義 Forte-media 公司所提供之回音消除晶片模組是確實可行的解決方案。

由圖 1.4 及相關技術文件可知，二顆陣列麥克風的收音波形與訊號數據大小是決定 Forte-media 公司所提供之回音消除之晶片模組是否有處理能力的重要關鍵，在 1.2 節文獻回顧中有提及二顆陣列麥克風的收音聲壓 db 值大小需有相當之差異值(8 到 15db)，收近端人聲之主要麥克風聲壓值要小，希望只收到近端人聲，收喇叭等周圍噪音之參考麥克風聲壓值要大，所以首先必須利用聲音量測之相關軟硬體進行相關的量測實驗，設法找出成功案例與失敗案例在二顆陣列麥克風的收音波形與訊號數據

大小上有何差異，進而才有辦法能繼續後面相關的研究與實驗。

由於之前在回音等聲音相關測試上，都是以實際通話狀態並以人聲及人耳來進行測試，基本上並不客觀，且無法從中了解基礎聲學原理及 Forte-media 公司所提供之回音消除晶片模組運作情形，更無法建立一套標準且具公信力之量測標準，反之若能借由上述相關正確的實驗與量測方法，不但能從中了解基礎聲學原理及相關量測方法，更能經由此設法找出原失敗案例的解決方法及提升日後相關產品的設計能力。所以本文的基本研究方向如下：

1. 建立一套標準實用的聲音量測方式
2. 找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性
3. 設法由二者差異性找出相關重點及推論
4. 建立基礎實驗模型加以驗證
5. 分析 PH-1 機構對回音作用的影響
6. 產品機構改善方案
7. 對最後產品進行人聲回音測試

接下來將針對上述研究方向進一步加以說明：

1. 建立一套標準實用的聲音量測方式

本文相關實驗中，需要量測到喇叭的聲壓-時間波形圖、頻率響應圖，麥克風的聲壓-時間波形圖、頻率響應圖，上述波形主要是作為成

功與失敗案例的差異點比較及各改善方案的波形辨識與數據量測，當最後進行實際的人聲回音消除作用測試時需要用到頻譜圖進行驗證，所以需要依上述圖形所需找到一套適用本文相關實驗的測試軟體及測試方法，並進行測試環境架設。

2. 找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性

借由分析成功案例麥克風收音波形，可以驗證 Forte-media 晶片模組處理時所需的波形或範圍，並可將其定義為機構在解決回音消除時的波形比較參考基準，本文先假設原失敗案例的麥克風收音波形應當與成功案例波形會有所不同，所以導致 Forte-media 晶片模組無法辨別及處理，進而發生無法接受的回音現象產生，所以只要能找出原失敗案例麥克風收音波形，再與上述成功案例波形進行比較，才能驗證上述的假設與推論是否正確。

3. 設法由二者差異性找出相關重點及推論

若能經由上述實驗分析，找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性，不只可以驗證第 2 項研究方向的假設與推論是否正確，更可由此分析找出成功案例與原失敗案例在機構上造成回音作用的差異處，進而找出影響回音作用的機構相關重點及各機構重點對於回音作用程度的影響性評估，然後針對機構影響回音作用程度的先後順序設法找出相關機構的改善方案。

4. 建立基礎實驗模型加以驗證

在第 3 項研究方向中所得到的重點與推論，希望能經由本研究方向中所建立的基礎實驗模型來加以驗證。

5. 分析 PH-1 機構對回音作用的影響

對於 PH-1 會影響回音作用的機構，若依聲波的傳遞路徑可大體區分為喇叭防振系統、機殼的影響、內部零件的防振、麥克風防振系統等四大項，希望能經由前面相關的結論及本項相關實驗項目，找出 PH-1 相關機構對於回音作用影響程度。

6. 產品機構改善方案

希望能夠綜合上述各項實驗結果，找出能夠確實有效改善原失敗案例 PH-1 在影響回音的機構改善方案，並作為日後相關產品在解決回音問題的機構設計參考。

7. 對最後產品進行人聲回音測試

由於本文最終目的在為使用回音消除模組之超薄型無線行動免持聽筒機構之設計提供有效的解決方案，所以經由上述所有相關實驗結果及改善方案所得到的產品模型最終必須通過實際人聲的回音測試，但是目前業界對於相關產品在人聲回音測試一般仍採用以人聲及人耳方式進行實際測試，並不夠客觀，所以本文希望能經由本次研究找出具量化且客觀實用的實際人聲回音測試方法及標準，並以此驗證本次實驗最終的產品模型是否能夠達到回音消除的要求，以決定為該產品模型是否可以真正完成研發階段並進而導入實際的量產。

1.5 論文大綱

第一章 緒論:介紹本論文研究的前言，文獻的回顧、研究的方向、研究的動機與目的及論文大綱。

第二章 研究方法與步驟：本章節對於本論文的研究方法與步驟做詳細的介紹及實驗的規劃。

第三章 實驗結果與討論：本章節針對研究所得到的結果，做一系列的討論並分析其結果。

第四章 結論與未來展望：本章節將研究的結果做最後的結論，並規劃未來的展望。



第二章 研究方法與步驟

2.1 研究對象

本論文最主要在研究探討超薄型可攜式車用藍芽無線免持聽筒擴音裝置機構在回音消除的設計方式，在第一章節中提到的 One Piece Hands-free Car Kit Motorola HF-800 在本文中將定義為成功案例，並將 Portable One Piece Hands-free Car Kit PH-1 先定義為失敗案例，由於二者都可歸類為 Portable One Piece Hands-free Car Kit 型式，加上二者皆使用美國 Forte-media 所提供藍芽無線通訊專用之回音消除處理晶片模組，使用二顆陣列麥克風，所以可以當成相對應之比較參考模型，本文中將利用相關儀器設備及軟體針對二者進行必要的實驗與量測，希望能找出二者的差異點，並建立其相關圖形與數據，作為後續研究基礎，希望能為原失敗案例 PH-1 機構找到改善回音現象的方法或依據。

2.2 實驗分析工具

本實驗選用 Adobe Audition 1.5 版為主要的測試軟體，其操作測試界面請參考(圖 2.1)，並利用該軟體來量喇叭及麥克風的聲壓/聲功率波形、頻率響應及頻譜圖。TES-1350A 噪音計，主要作為量測喇叭出聲的聲壓值總量之用。數字型三用電，主要用來量測喇叭、麥克風、PCB 及各測試連接線之正負極量測，一般使用其二極體功能測量。Vectech-967 銲接設備，主要作為喇叭、麥克風、PCB 等待測物體銲線或解銲之用。改裝

後音響測試連接線，主要作為電腦之音效卡、電話答錄機、喇叭、麥克風、PCB 等待測物體之間的連接。Panasonic KX-TM100B 電話答錄機，主要作為需要人音測試時的雙向錄音。Nokia6260 藍芽手機及一般電話機，主要作為需要無線人音測試及 PCB 回音消除功能驗證之用。量測分析所需硬體設備為 Intel x86 P4 的 PC 工作平台，CPU 為 P4 2.4G Hz，RAM 為 1024 MB，音效卡為內建式 PCI Audio Device，作業系統為 Windows XP Professional，上述部份試驗設備實際相片請參考(圖 2.2)。

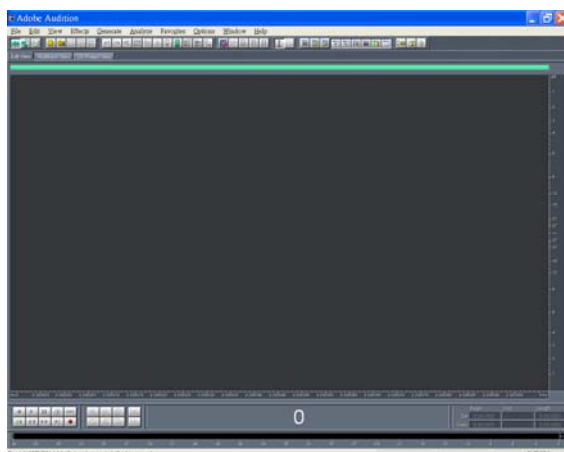


圖 2.1 量測軟體 Adobe Audition 1.5 電腦操作界面



圖 2.2 實驗的部分設備

2.3 實驗環境

由於本實驗主要針對成功案例HF-800及失敗案例PH-1進行量測聲壓值、頻率分析，以求得分析用之波形、頻率響應、頻譜等圖形，照理若能在無響室(Anechoic Chamber)進行相關量測過程，因其不受氣候、地面或其他反射音干擾，加上足夠低的背景噪音等條件，其所得圖形及數據將更為正確，但是因為本文主要是針對 Portable One Piece Hands-free Car Kit 機構來進行分析，該設備雖是可攜式，但是其最主要功能仍是以車上使用環境為主，而車上由於有風切聲、引擎聲、輪胎與地面磨擦振動等噪音源，所以車內環境一般屬於較大的背景噪音環境，且 Forte-media 所提供藍芽無線通訊專用之回音消除處理晶片模組亦有處理適度背景噪音的能力，但是由於本實驗一開始是在做成功與失敗案例的聲音波形等基礎量測，為求其分析用之波形、頻率響應、頻譜等圖形正確性及適度反應車內環境，所以在本文所進行之相關實驗環境，將不在無響室內進行，而是選擇在一般無對外開窗、具空調等條件下之實驗室作為實驗量測的環境，在進行部份實驗將會關閉空調來將背景噪音儘量降低，以求得較正確的圖形及數據。

2.4 實驗流程與步驟

本文之實驗流程與步驟，請參考流程圖(圖 2.3)。

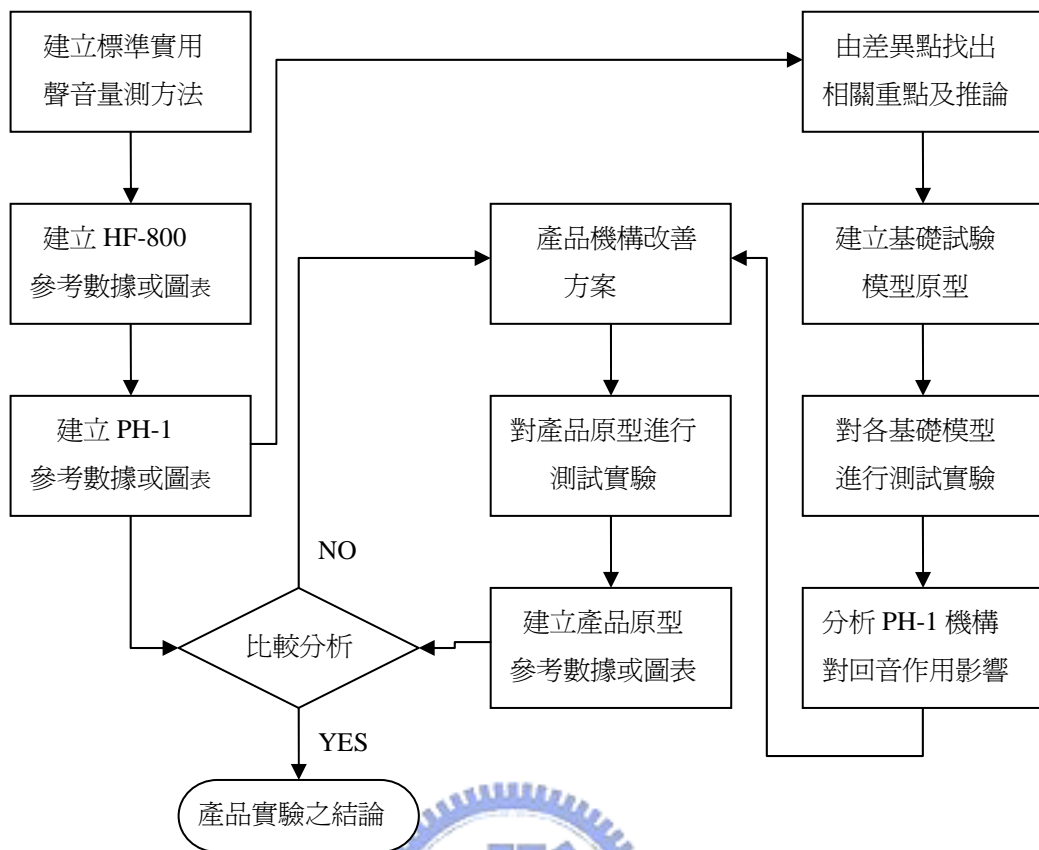


圖 2.3 實驗流程圖

而實驗流程的方法及詳細內容將在稍後敘述與討論，在此僅先介紹

實驗流程的概略步驟如下：

1. 建立一套標準實用的聲音量測方法

(1)喇叭、麥克風的聲壓-時間波形圖及頻率響應圖

(2)實際人聲回音消除測試的頻譜圖

2. 找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性

(1)建立成功案例 HF-800 相關數據及圖表

(2)建立失敗案例 PH-1 相關數據及圖表

(3)比較 HF-800 與 PH-1 麥克風收音波形的差異性

3. 由二者差異性找出相關重點及推論

(1)PH-1 機構加 HF-800 麥克風橡膠座實驗

(2)泡棉筒長度實驗

(3)PH-1 整機加吸管實驗

4. 建立基礎實驗模型加以驗證

(1)PH-1 麥克風收音空間與收音能量量測實驗

(2)PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗

(3)再次比較分析 HF-800 與 PH-1 之測試結果

5. 分析 PH-1 機構對回音作用的影響

(1)PH-1 喇叭防振橡膠墊影響實驗

(2)PH-1 機殼影響實驗

(3)PH-1 內部零件振動噪音實驗

(4) PH-1 機構影響回音作用的評估

6. 產品機構改善方案

7. 對最後產品進行人聲回音測試

2.4.1 建立一套標準實用的聲音量測方法

1. 喇叭、麥克風的聲壓-時間波形圖及頻率響應圖

本文希望能分析找出 Forte-media 回音消除之晶片模組所需的麥克風波形及數據，所以先假設經由分析成功案例 HF-800 的麥克風波形可

以對應出 Forte-media 回音消除之晶片模組所需波形及數據，並設法利用聲音量測之相關軟硬體進行相關的量測實驗，找出成功案例與失敗案例在二顆振列麥克風的收音波形與訊號數據大小上有何差異，才有辦法能繼續後面相關的改善方案研究與實驗，而上述相關實驗的波形及數據都必須依靠量測喇叭、麥克風的聲壓-時間波形圖及頻率響應圖才能分析得到，相關實驗結果所需的喇叭、麥克風的聲壓-時間波形圖及頻率響應圖，其實驗過程的量測方法基本上是相同的，只在於被測物改變不同，其量測及設備間訊號接線方法示意圖請參考(圖 2.4)。

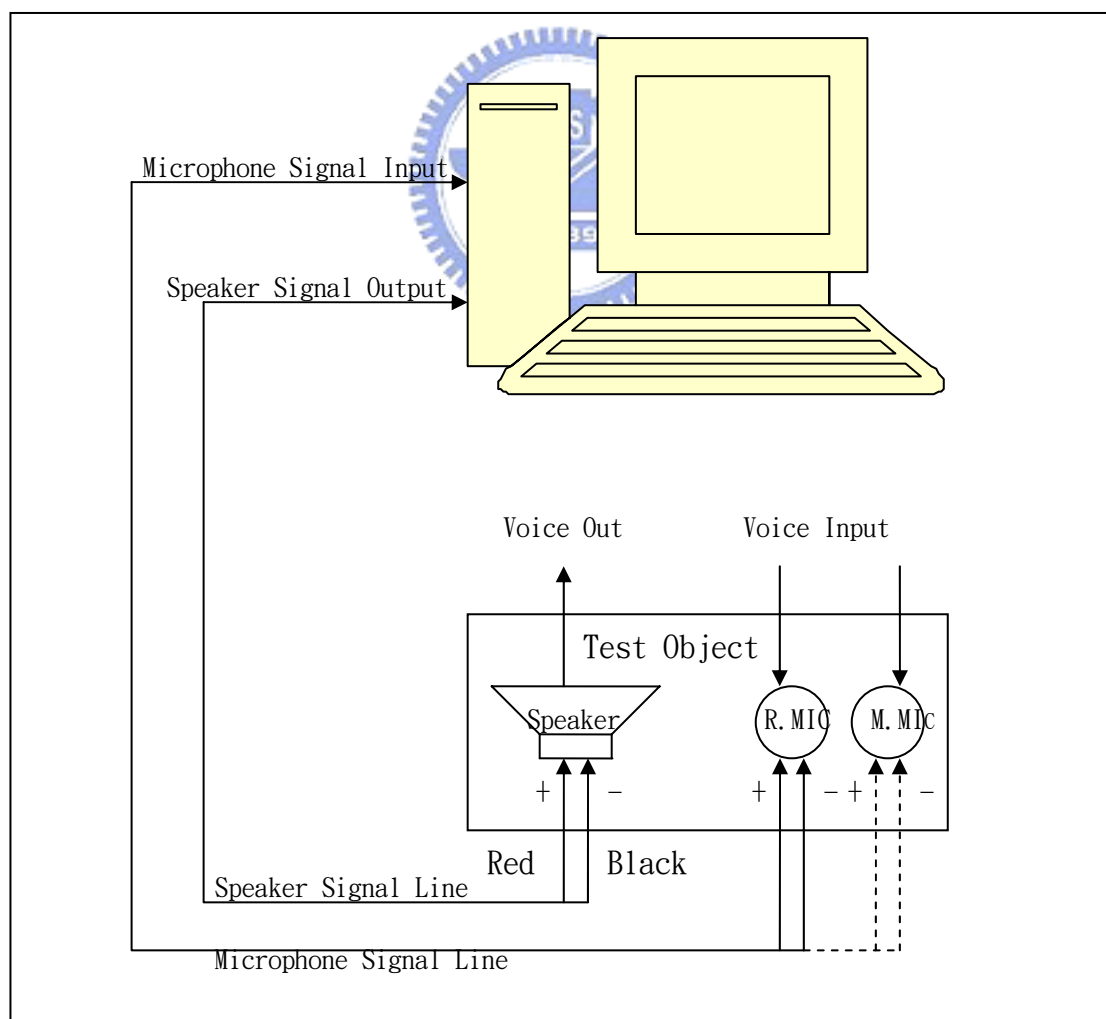


圖 2.4 量測及設備間訊號接線方法示意圖

如圖所示，麥克風二條訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之麥克風訊號輸入孔，然後開啟 PC 上 Adobe Audition 語音測試軟體二個視窗，一個視窗負責訊號音源的發音作業及讀取相關波形數據，另一個視窗負責收音麥克風的錄音作業及讀取相關波形數據，分別以固定的噪音雜訊(White Noise)及固定純音量(Tone)為訊號音源透過喇叭出聲，量測喇叭、麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，實驗過程中根據需要變換音源訊號及量測目標物，如視實驗需要切換雜訊(Noise)或固定純音量(Tone)，或是改變量測目標物如成功案例 HF-800 或原失敗案例 PH-1 機殼或其相關機構如參考、主要麥克風等。

2. 實際人聲回音消除測試的頻譜圖

因為回音一般係由人聲尾音產生，具模擬與複製效果，而固定大小之雜訊及音調並無法產生能夠清楚辨別的回音作用，因此麥克風亦無法透過軟體進行可辨別之回音記錄，加上聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖亦無法判讀回音作用，所以判斷實驗結果所需的圖形必須改變使用所謂的頻譜圖(頻率-時間)，並且使用人聲作為量測音訊訊號源。測試軟體仍然以 Adobe Audition 1.5 為準，並以該軟體之錄音功能配合麥克風錄下測試基準實際人聲中文數字由一到十，紀錄下此測試基準實際人聲頻譜圖(頻率-時間)，並以此實際人聲測試基準作為本文中回音消除人聲測試的發聲音源訊號標準，其量測及設備間訊號接線方法示意圖請參考(圖 2.5)。

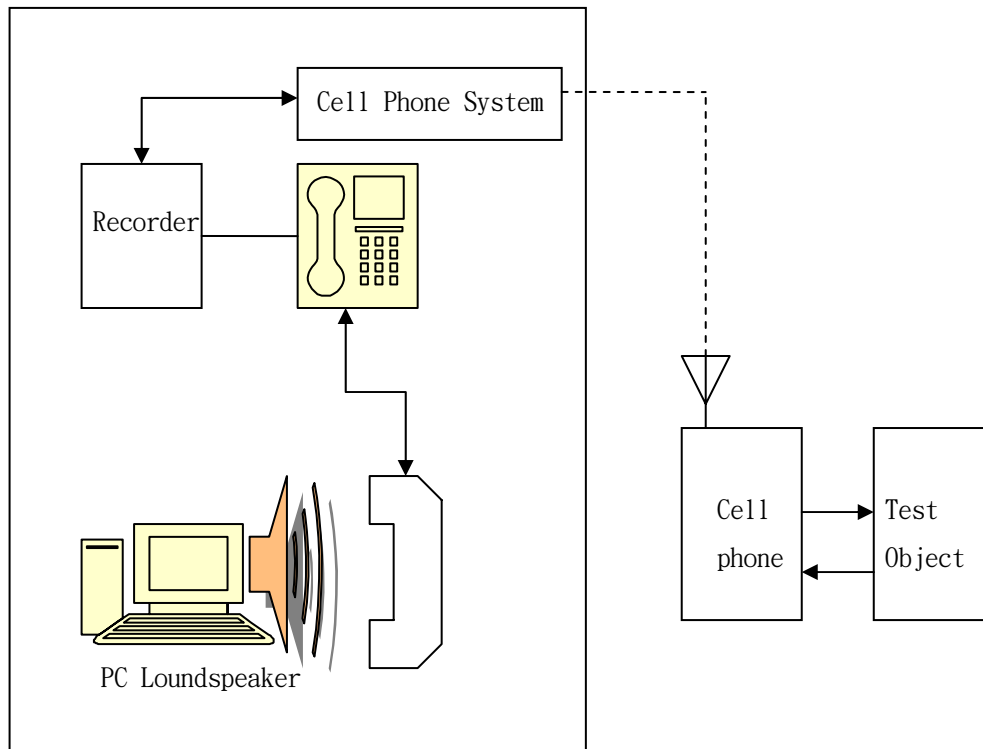


圖 2.5 人聲回音測試之量測及設備間訊號接線方法示意圖

如圖所示當室內電話及行動電話系統連通之後，將預先錄製在電腦中的實際人聲測試基準音源透過電腦喇叭放音，並經由電話系統將人聲傳到位於另一實驗室內與行動電話相配對接通之測試目標物，如 HF-800 或 PH-1 等，並經由測試目標物的喇叭放音，再經由麥克風接收聲音訊號，將有無經回音消除晶片處理的聲音訊號傳回電話答錄機內並錄下聲音，接下來需將剛剛以電話答錄機錄下之聲音設法轉錄到 PC 中，將人聲轉為電聲訊號，最後再轉成可以 Adobe Audition 測試軟體辨別人聲回音軌跡的頻譜圖。

2.4.2 找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性

1. 建立成功案例 HF-800 相關數據及圖表

首先進行 HF-800 整機喇叭及麥克風測試，先將 HF-800 上蓋打開取下，將內部電池接頭取下，利用鉸槍將喇叭及二顆麥克風解鉸與電路板 (PCB) 解鉸分離，再將喇叭及二顆麥克風分別鉸上適度長度之訊號線材(圖 2.6)，在蓋回上蓋前應設法將喇叭及二顆麥克風訊號線拉出機殼外，將外露於機殼外的喇叭訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之喇叭訊號輸出孔，在本文中距離喇叭較近的一顆麥克風定義為參考麥克風 (Reference Microphone)，距離較遠的麥克風定義為主要麥克風(Main Microphone)，首先先將主要麥克風二條外露於機殼外的訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之麥克風訊號輸入孔，連接方式請參考(圖 2.4)，然後開啟 PC 上 Adobe Audition 語音測試軟體二個視窗，一個視窗負責訊號音源的發音作業及讀取相關波形數據，另一個視窗負責收音麥克風的錄音作業及讀取相關波形數據，在此部份先以 Sample Rate 為 44100、Channels 為 Mono、Resolution 為 16 bit、固定大小音量的噪音雜訊(White Noise)為訊號音源透過喇叭出聲，量測喇叭、麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，參考麥克風測完後接著再依相同方法量測主要麥克風(圖 2.7)，得到主要麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖。

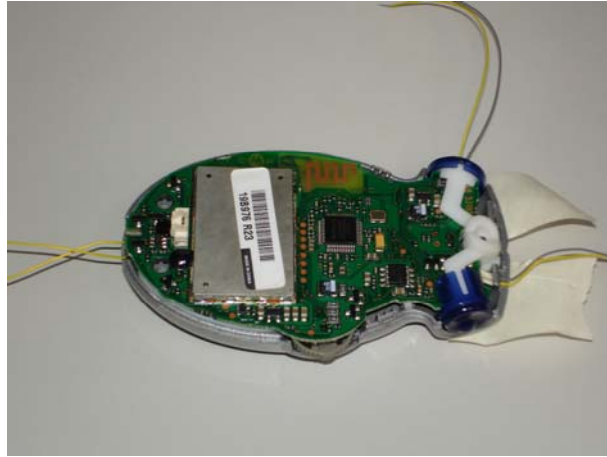


圖 2.6 HF-800 喇叭、麥克風訊號線內部連接圖

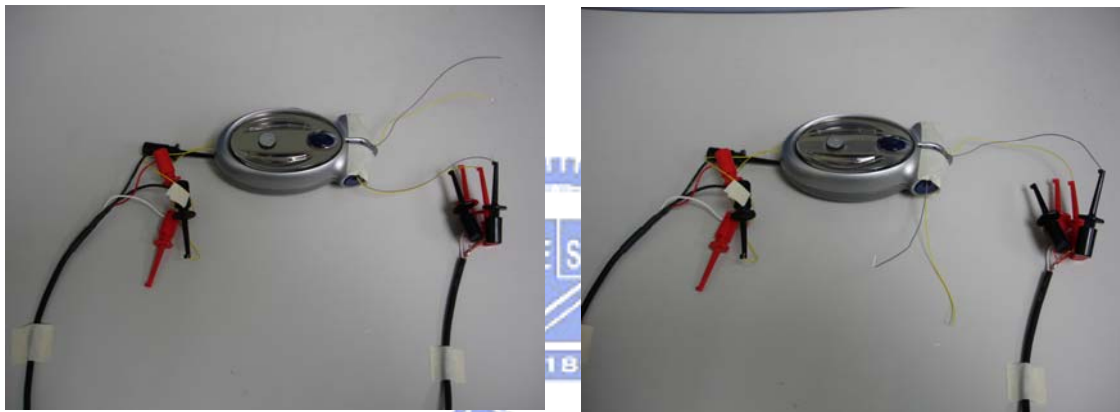


圖 2.7 HF-800 喇叭、麥克風訊號線外部連接圖

當訊號音源為固定大小的噪音雜訊時，其量測到的聲壓-時間準位波形圖中的波形只適合看其大小趨勢，無法作較精準的波形及數據比對，所以接下來將上述實驗步驟中的固定的噪音雜訊(Noise)訊號音源，改為固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源，其餘接線及量測方式皆相同，得到二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖。

3. 建立失敗案例 PH-1 相關數據及圖表

進行原定義失敗案例 PH-1 整機喇叭及麥克風測試，先將 PH-1 上蓋

打開取下，將內部電池接頭取下，利用銲槍將喇叭及二顆麥克風解銲與電路板(PCB)解銲分離，再將喇叭及二顆麥克風分別銲上適度長度之訊號線材(圖 2.8)，為求與成功案例量測基準儘量相同，在以下 PH-1 的相關測試中，二顆麥克風皆使用 HF-800 的麥克風，即將 HF-800 麥克風及線材直接移植到 PH-1 機構上，在蓋回上蓋前應設法將喇叭及二顆麥克風訊號線拉出機殼外，其餘接線及量測方式皆相同於 HF-800 整機量測方式，在此部份先以固定的噪音雜訊(Noise)為訊號音源，量測喇叭及二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖(圖 2.9)。



圖 2.8 PH-1 喇叭、麥克風訊號線內部連接圖

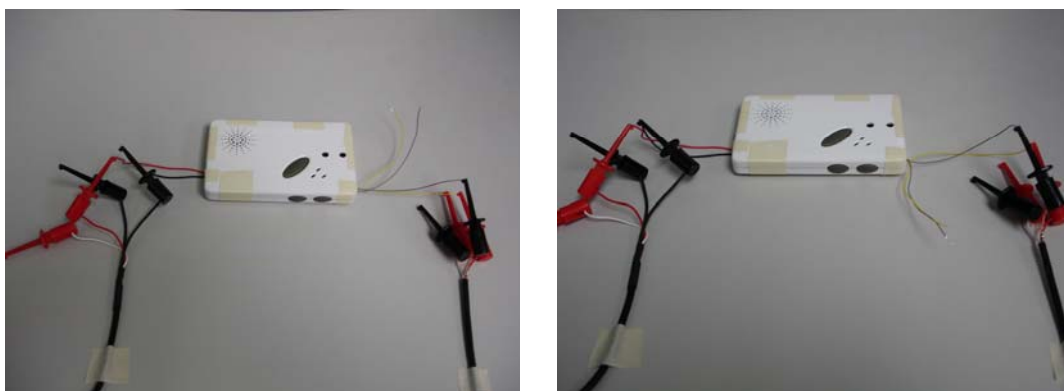


圖 2.9 PH-1 喇叭、麥克風訊號線外部連接圖

接下來將上述實驗步驟中的固定噪音雜訊(Noise)訊號音源，改為固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源，其餘接線及量測方式皆相同，得到二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖。

3. 比較 HF-800 與 PH-1 麥克風收音波形的差異性

將上述 HF-800 整機(含完整機構、硬體件)測試與 PH-1 整機(含完整機構、硬體件)測試中，將 PC 之麥克風 Gain 值分成較大及較小方式，並以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源進行測試所得主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖進行比較，並將波型圖中之聲壓 db 值記錄下來，繪製成 HF-800 與 PH-1 之麥克風測試聲壓 db 值比較圖。



2.4.3 由二者差異性找出相關重點及推論

本節較詳細內容將於第三章加以說明，在此僅作簡單的敘述，由上述相關實驗可知，若能掌握到進入麥克風收音波形之正確與否將是決定是否能讓 Forte-media 晶片軟體能正常有效發揮作用的最重要關鍵，而經由上述實驗結果，發現影響麥克風收音波形最重要因素有可能是麥克風收音防振橡膠墊的設計，為了證明這樣的懷疑與推論，所以增加下列與麥克風收音防振橡膠墊有關的實驗項目。

1. PH-1 機構加 HF-800 麥克風橡膠座實驗

先將 PH-1 機構內二顆麥克風及其收音防振橡膠墊取出，並將二顆

麥克風裝入 HF-800 麥克風收音防振橡膠墊，由於 HF-800 麥克風收音防振橡膠墊外型與 PH-1 機殼內之防振橡膠墊槽座並不相伏合，所以一次只能放進一顆麥克風，先量測參考麥克風，再量測主要麥克風(圖 2.10)，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，得到麥克風的聲壓-時間準位波形圖。

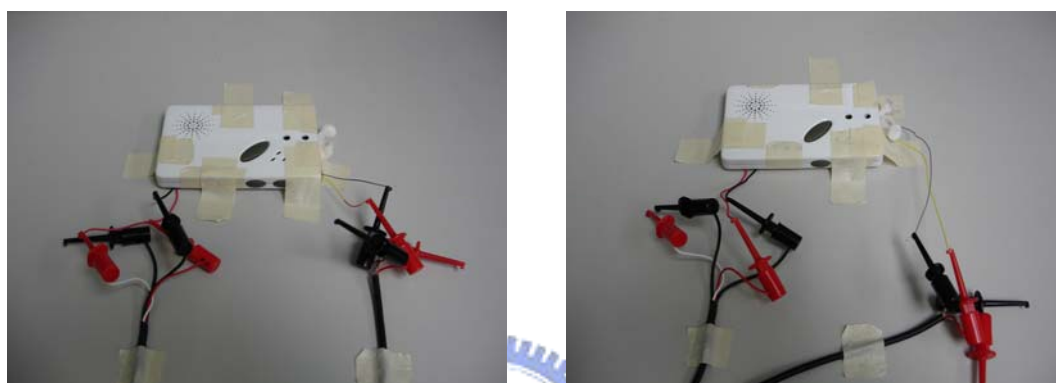


圖 2.10 PH-1 機構加 HF-800 麥克風收音防振橡膠墊測試

2. 泡棉筒長度實驗

選擇參考麥克風以裸露在外的方式與原機殼等機構按原本於同一機殼內喇叭與麥克風的中心距固定於實驗桌面上，再按照圖 2.6 的接線方式，以固定的噪音雜訊(White Noise)訊號音源來進行量測作業，剪下第一段長度(約 24 MM)泡棉雙面膠，將泡棉雙面膠包覆麥克風後捲成筒狀，然後依麥克風裸露分離實驗相同方法進行量測(圖 2.11)，得到麥克風包覆 24MM 長度泡棉筒的聲壓-時間準位波形圖，接著將包覆麥克風的 24MM 長度泡棉筒更換為 12MM 長度泡棉筒(圖 2.12)，依上述量測方法再次進行量測。

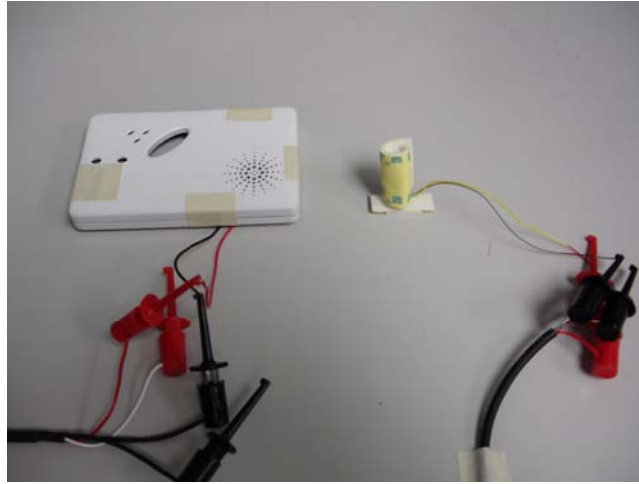


圖 2.11 PH-1 24MM 長泡棉筒分離測試

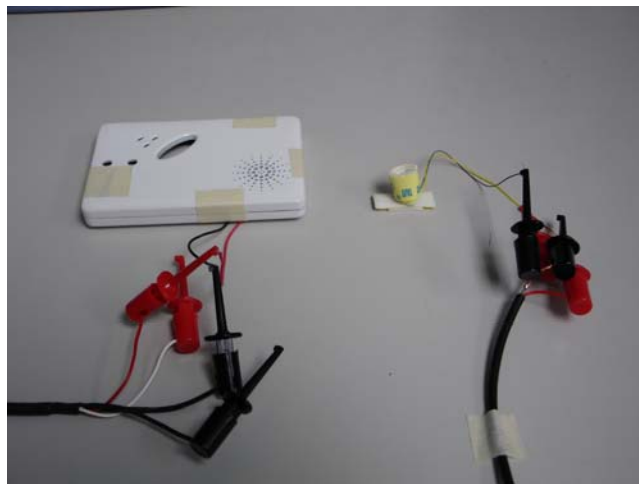


圖 2.12 PH-1 12MM 短泡棉筒測試

3. PH-1 整機加吸管實驗

將 PH-1 成為整機狀態，同樣在蓋回上蓋前應設法將喇叭及麥克風訊號線拉出機殼外，剪下一段 7MM 長度的吸管，黏貼在 PH-1 機殼參考麥克風收音圓孔上(圖 2.13)，其餘接線及量測方式皆相同於 PH-1 整機測試方式，得到麥克風的聲壓-時間準位波形圖。

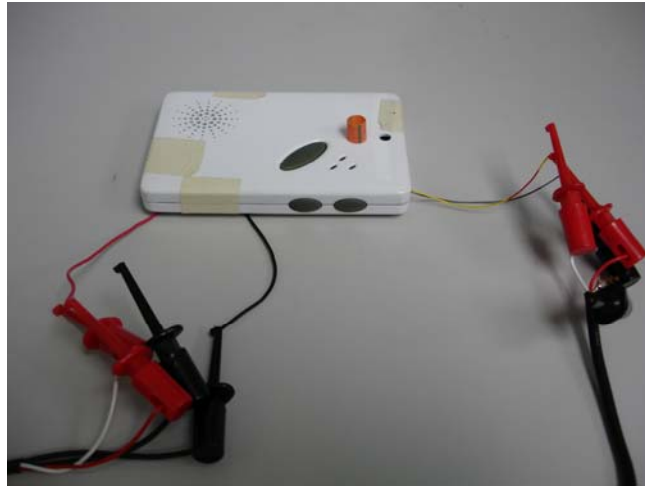


圖 2.13 PH-1 整機加 7MM 長吸管測試

2.4.4 建立基礎實驗模型加以驗證

在前面相關實驗結果中發現麥克風前面收音空間的體積大小的確會影響麥克風收音波形的改變，且空間越大其波形放大的倍率越大，反之則越小，本節實驗主要目的就是在找出麥克風前面收音空間的體積大小與麥克風收音能量聲壓 db 值之間的詳細關係，並利用相關實驗模型驗證如何利用改善麥克風收音防振橡膠墊控制所需的麥克風收音波形曲線，至於更詳細內容將於第三章相關段落介紹，在此不另加敘述。

1. PH-1 麥克風收音空間與收音能量量測實驗

本實驗是利用類似 2.3.1 節中 PH-1 整機加吸管實驗方法，但是將原 7MM 長的吸管換成一支 45CM 長的吸管，吸管上並每隔 0.5CM 作一記號，並將該吸管設法固定在參考麥克風的收音圓孔內，以固定頻率 1KHz、固

定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，並記錄下其參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖，利用剪刀每隔 0.5CM 剪斷吸管(圖 2.14)，並進行每一段不同吸管長度時的麥克風錄音及存取其聲壓-時間準位波形圖，紀錄吸管長度由 4.5CM 到 0.5CM 改變時其相對應的 db 值變化，並依據上述數據製成聲壓-長度變化關係圖。

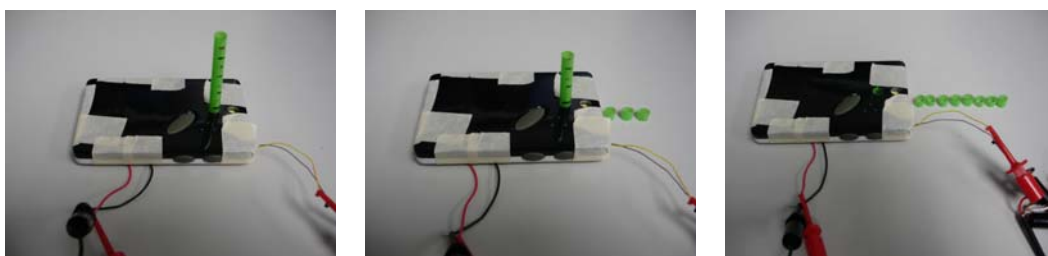


圖 2.14 PH-1 麥克風收音空間與收音能量量測實驗

2. PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗

(1)PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一

將 PH-1 機構內二顆麥克風及其收音防振橡膠墊取出，並剪下三條泡棉雙面膠，黏貼於防振橡膠墊上，再將二顆麥克風及其貼有泡棉之收音防振橡膠墊安裝回 PH-1 機殼內，再按照上一節的接線方式及以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業(圖 2.15)，同樣先量測參考麥克風，測完後接著再依相同方法量測主要麥克風，得到主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖。



圖 2.15 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一

(2)PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗二

完全相同於上一小節的實驗方法，只是將原本固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源改為固定頻率 1KHz、固定音量 Volume -8db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，同樣先量測參考麥克風，測完後接著再依相同方法量測主要麥克風，得到麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖。

(3)PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗三

首先將 PH-1 機構內二顆麥克風及其收音防振橡膠墊取出，只先留下主要麥克風，參考麥克風及原舊有收音防振橡膠墊在本實驗中不需使用，再將主要麥克風裝上由麥克風廠商提供之標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊(圖 2.16)，首先將麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間空間完全緊密如(圖 2.18)，以一般雙面膠固定於機殼上蓋右側麥克風收音圓孔內，蓋回上蓋後按固定的接線方式，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0

db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，得到方向朝上的主要麥克風聲壓-時間準位波形圖。

接下來實驗將麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間預留較大空間(圖 2.17)，裝回 PH-1 機殼內，方向垂直朝右，並在多餘之空間置入適當泡面雙面膠進行麥克風固定，按固定的接線方式，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，測完後接著將上述麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊再次取出，將麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間預留較大空間取消(圖 2.18)，然後再裝回 PH-1 機殼內，並在多餘之空間置入適當泡面雙面膠進行麥克風固定，蓋回上蓋，再依相同方法接線及量測，得到麥克風的聲壓-時間準位波形圖。



圖 2.16 PH-1 主要麥克風方向垂直 90 度標準防振橡膠墊實驗

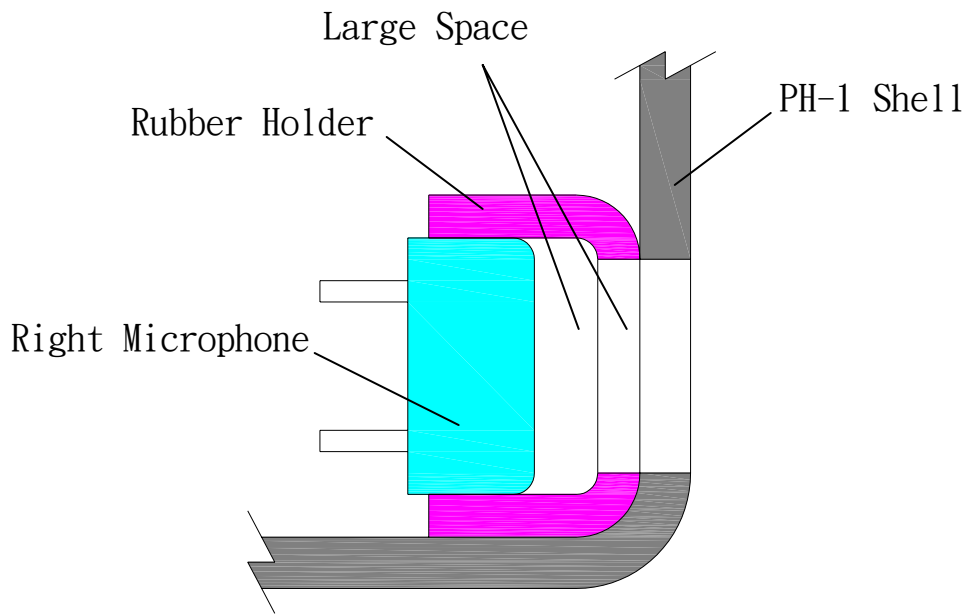


圖 2.17 較大空間 PH-1 主要麥克風收音防振橡膠墊示意圖

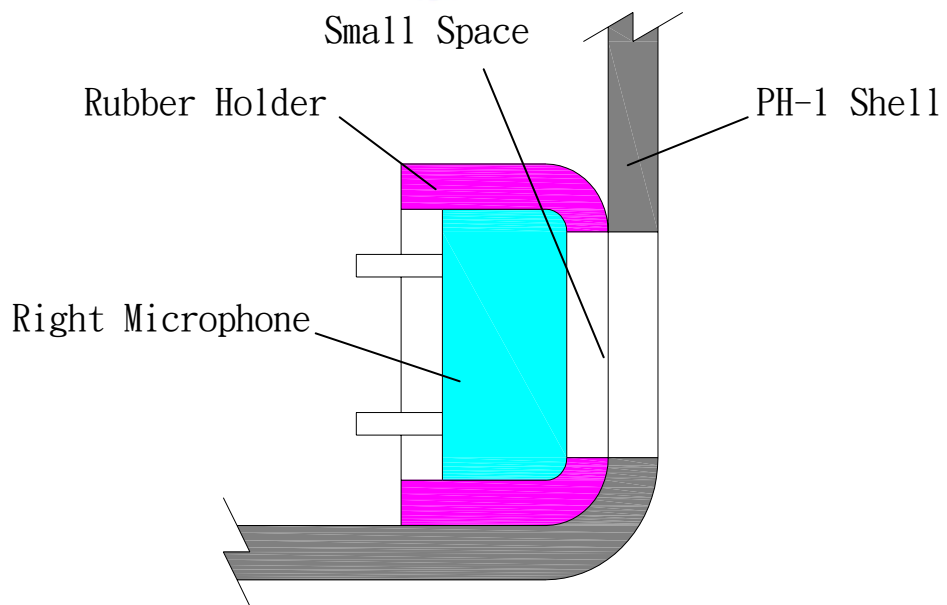


圖 2.18 較小空間 PH-1 主要麥克風收音防振橡膠墊示意圖

(4)PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗四

將 PH-1 機構內二顆麥克風及其收音防振橡膠墊取出，將收音防振橡膠墊切對半，只留下參考麥克風在該防振橡膠墊內，另外主要麥克風按照上一小節內容中的麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間無預留空間方式(圖 2.18)，裝回 PH-1 機殼內，並在二橡膠墊間多餘之空間置入適當泡面雙面膠進行固定(圖 2.19)，再按照相同的接線方式及以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，先量測參考麥克風後再量測主要麥克風，得到二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖。



圖 2.19 PH-1 主要與參考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗

(5)指向性麥克風測試

由文獻[1]Forte-media 公司針對 One Piece Hands-free Car kit 所提供藍芽無線通訊專用之回音消除處理晶片模組之設計參考之技術支援文件中有提到，建議主要麥克風可以使用指向性麥克風，而本章節前面所有的相關實驗中的主要麥克風，都是使用與 HF-800 右側同一顆麥克風為測試標準，而 HF-800 右側麥克風為一般全向性麥克風，所以可以推論指向性麥克風可以用全向性麥克風替代，基本上本文內容中的 PH-1 屬於超薄型機構，若以指向性麥克風的相關配合機構設計規範及要求限制來看，要使用指向性麥克風相當困難，因指向性麥克風後面需有適當大小的反射空間且機殼上必需開通音孔，所以基本上若能以全向性麥克風替代指向性麥克風，又能保證通話品質的話，對於簡化機構設計及實驗成本是最好不過的，但是本節實驗內容仍將上述已改善完成的主要全向性麥克風在相同改善機構下以指向性麥克風替代測試，希望能證明上述的推論

實驗主要按照 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗四的相同實驗步驟，只是把主要麥克風使用的標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊內的全向性麥克風改成以指向性麥克風取代，分別以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume -18 db 及 -30db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，得到主要指向麥克風的聲壓-時間準位波形圖，並將其聲壓 db 值記錄下來並與全向性麥克風之 db 值進行比較。

3. 再次比較分析 HF-800 與 PH-1 之測試結果

將 PH-1 參考與主要麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖與 2.4.2 節實驗所得到的 HF-800 整機以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調 (Tone) 訊號音源所量測出之二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖進行比較，再以喇叭音量-10db 量測，並將圖中之聲壓 db 值記錄下來進行 HF-800 與 PH-1 改善前後的 db 值比較。

2.4.5 分析 PH-1 機構對回音作用的影響

在前面段落所進行的實驗，主要都是針對成功案例 HF-800 及原失敗案例 PH-1 在改變麥克風收音防振橡膠墊後，對於麥克風收音波形影響的相關實驗，雖然由前面的推論與實驗結果知道影響麥克風收音波形最重要的應是麥克風收音防振橡膠墊，而由第一章文獻回顧[2]中所提聲波會經由結構的傳遞改變其波形，而在原失敗案例 PH-1 機構中會影響麥克風收音波形的項目，除了麥克風收音防振橡膠墊外還有喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件振動噪音等三大項，所以本文也將藉由下列實驗來分析除麥克風收音防振橡膠墊外的喇叭防振橡膠墊、機殼及內部零件振動噪音對於麥克風收音波形的影響重要性大小程度，並找出影響的先後順序為求實驗有一參考標準值，在 PH-1 的麥克風收音防振橡膠墊將使用 PH-1 主要與參

考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗中的改善機構作為參考標準。

1. PH-1 喇叭防振橡膠墊影響實驗

首先先設法將圖 2.19 中右上角的喇叭防振橡膠墊螺絲、塑膠固定架及黑色的喇叭防振橡膠墊自 PH-1 機構中移除，並將喇叭以泡棉雙面膠固定在下蓋，在蓋回上蓋前應設法將喇叭及二顆麥克風訊號線拉出機殼外，如圖 2.4 訊號線連接方法將外露於機殼外的喇叭、麥克風訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之喇叭訊號輸出孔及麥克風訊號輸入孔，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源所量測出之二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，再與 PH-1 主要與參考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖進行比較。

2. PH-1 機殼影響實驗

首先將固定 PH-1 機殼上下蓋的固定螺絲取下，並將原本實驗過程中一直使用來固定上下蓋的紙膠帶全數移除，使上下蓋機殼保持為鬆動狀態，按圖 2.4 訊號線連接方法將外露於機殼外的喇叭、麥克風訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之喇叭訊號輸出孔及麥克風訊號輸入孔，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源所量測出之二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，再與圖 2.23 中 PH-1 主要與參考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖進行比較。

3. PH-1 內部零件振動噪音實驗

首先設法將圖 1.7 與圖 2.19 中 PCB 下方之 PCB 固定防振橡膠墊自 PH-1 機構內移除，使 PCB 保持為鬆動狀態，然後蓋回上蓋後按圖 2.4 訊號線連接方法將外露於機殼外的喇叭、麥克風訊號線夾上改裝過之訊號線材連接到 PC 端之喇叭訊號輸出孔及麥克風訊號輸入孔，以固定頻率 1KHz、固定音量 Volume 0 db 的固定純音調(Tone)訊號音源所量測出之二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，再與圖 2.19 中 PH-1 主要與參考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖進行比較。

4. PH-1 機構影響回音作用的評估

將上述 PH-1 機構影響回音作用的相關實驗結果進行綜合評估，比較實驗所得的主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖，希望能找出影響麥克風收音波形最大及最小機構項目，並獲得綜合性的結論。

2.4.6 產品機構改善方案

由 2.4.1 到 2.4.5 節的所有最後相關實驗結果，可以確定原失敗案例 PH-1 產品機構在部分機構進行改善後對於消除回音作用是否可行，即 PH-1 原機構外型等在改善後可繼續使用，所以希望能在本節中確定最後整機產品的機構改善方案。

2.4.7 對最後產品進行人聲回音測試

當確定了產品機構的改善方案後，除了前面實驗結果所用來分析進入麥克風收音波形曲線的主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，最後也是最重要的實驗項目，就在於對最後產品進行實際人聲的回音測試，由前面 2.4.1 節中所提由於本章節中前面所述所有相關實驗，皆以 PC 中 Adobe Audition 測試軟體所產生之固定頻率 1KHz、固定音量 db 的固定雜訊(Noise)或純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，所得到的喇叭、主要麥克風、參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖，若要進行實際回音消除測試，會發現其實並無法判斷回音項目，因為回音一般係由人聲尾音產生，具模擬與複製效果，而固定大小之雜訊及音調並無法產生能夠清楚辨別的回音作用，因此麥克風亦無法透過軟體進行可辨別之回音紀錄，加上聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖亦無法判讀回音作用，所以在此必須改變原本的實驗方式，針對回音消除功能進行實際人聲測試，但若只是以一般電話、行動電話作為測試工具，然後利用人員透過人耳以近端及遠端方式相連通來進行回音消除測試，其實並不客觀，且無可以證明之數據或圖表，所以有必要找出較佳且具說服力之測試方法，經過多次實驗，找到適何此類相關產品的實際人聲回音消除測試方法，將在接下來的內容中作詳細的敘述。

首先測試軟體仍然以 Adobe Audition 1.5 為準，並以該軟體之錄音功能配合麥克風錄下測試基準實際人聲中文數字由一到十，

記錄下此測試基準實際人聲的聲壓-時間準位波形圖及頻譜圖(時間-頻率)，並以此實際人聲測試基準作為本文中回音消除人聲測試的發聲音源訊號標準。

1. 回音消除人聲測試實驗一

以原失敗案例 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗五的機構配合 HF-800 PCB 作為測試，相關實驗設備請參考(圖 2.20)，其相關測試裝備間的界面及訊號線連接方式請參考(圖 2.5)，首先將電話話機與電話答錄機進行連接，並確認電話線路通話正常，然後將電話話筒另外固定在電腦喇叭前，本次實驗是將話筒固定在電腦螢幕內建喇叭前，注意確保此時電話仍維持正常，將 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗五的 PH-1 整機機構的喇叭、二顆麥克風的外露訊號線與 HF-800 的 PCB 相關連接，目的是為了利用成功案例 HF-800 PCB 來加以驗證改善後 PH-1 機構的實際人音回音消除功能是否達到要求，將 PC、一般電話及電話答錄機等設備定義為遠端發話使用者，維持在原本實驗室，而將 HF-800 PCB 配合 PH-1 機構及行動電話 Nokia 6260 等設備定義為近端收話使用者，所以必須放置在另外一間距離較遠的密閉實驗室中，HF-800 PCB 此時已與其原本電池相連接，且必須與行動電話進行藍芽無線系統配對完畢。

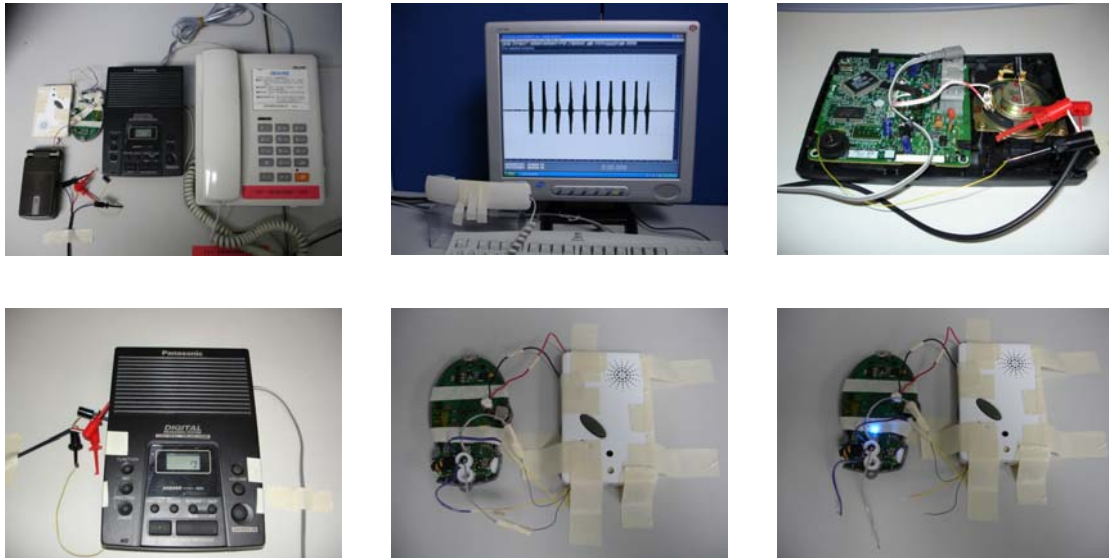


圖 2.20 PH-1 機構回音消除人聲測試相關設備

實驗一開始先將遠端使用者一般電話與近端使用者行動電話保持通話狀態，按下另一實驗室內的 HF-800 PCB 上的啟動接聽鍵，啟動 HF-800 的免持聽筒擴音功能，接著在原來實驗室內開始播放一開始錄下的基準音源實際人聲中文數字一到十，並同時以電話答錄機進行雙向同步錄音，基準人聲訊號音源此時透過行動電話系統傳到 HF-800 PCB 並透過 PH-1 喇叭放音，再透過 PH-1 麥克風進行收音後回傳到遠端發話的電話機及電話答錄機，並以電話答錄機錄下 PH-1 傳回的聲音，此時電話系統仍舊保持連線狀態，立即設法將 HF-800 及 PH-1 負責回音消除的參考麥克風訊號線改為中斷狀態，使 HF-800 PCB 的回音消除功能停止運作，再次以相同方法播放基準音源實際人聲中文數字一到十，此時電話答錄機仍舊持續進行雙向同步錄音，等基準音源播放停止後結束本次錄音，本段錄音稱為第一段人聲回音測試錄音，接著依相同方法單獨錄下 HF-800 PCB 有啟動回音功能及無啟動回音功能時的測試錄音，本段所謂有無啟動 HF-800 PCB 回音

功能是指 PH-1 參考麥克風有無連接到 HF-800 PCB，無回音功能的錄音為第二段錄音，有回音功能的錄音為第三段錄音。

接下來需將剛剛以電話答錄機錄下之聲音設法轉錄到 PC 中，將人聲轉為電聲訊號，才能以 Adobe Audition 測試軟體讀取可以辨別回音軌跡的頻譜圖，在連接訊號線材前需注意，由於電話答錄機內阻值、電流等電子等因素，需在答錄機內的擴音喇叭正極銲點上串接電容正極，然後將電容負極夾上連接到 PC 之訊號線，請參考(圖 2.21)，設備完成連接後開始進行轉錄作業，最後再以 Adobe Audition 存成 WAV 聲音檔及 MP3 播放檔，並得到實驗所需之頻譜圖。



圖 2.21 電話答錄機電容及訊號線連接方法

2. 回音消除人聲測試實驗二

本實驗相關步驟及訊號線連接等相同於回音消除人聲測試實驗一，只是將原本以原失敗案例 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗五的機構配合 HF-800 PCB 作為測試的實驗對象中的 HF-800 PCB 替換成原失敗案例 PCB，並接上 PH-1 原有電池成為改善完成後的 PH-1 整機產品(圖

2.22), 實驗目的是為了驗證 PH-1 產品(含所有相關軟硬體)的機構在改善後整體回音消除功能是否能發揮應有的作用, 測試及量測方法同回音消除人聲測試實驗一, 最後得到本次實驗所需的第四段錄音及頻譜圖。



圖 2.22 PH-1 實際人聲回音消除測試

3. 回音消除人聲測試實驗結果比較

將上述相關回音消除人聲測試實驗結果所得到之頻譜圖中之回音產生之次數及頻率值(KHz)記錄下來, 並進行比較。

第三章 實驗結果與討論

本論文主要在研究探討使用回音消除模組之超薄型藍芽無線免持聽筒機構之設計，本章節將針對在第二章中所進行實驗與量測的相關圖形及數據結果進行討論，希望能夠找到改善 PH-1 回音現象方法。

3.1 找出成功案例與失敗案例在麥克風收音波形的差異性

3.1.1 建立成功案例 HF-800 相關數據及圖表

由 2.4.2 節所進行 HF-800 整機喇叭及麥克風測試，量測後得到喇叭及二顆麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.1)，將二顆麥克風波形與喇叭訊號音源波形進行比較，可以明顯看出參考麥克風訊號波形被放大而主要麥克風較不明顯，在前面章節中有提到當訊號音源為固定大小的噪音雜訊時，其量測到的聲功率/聲壓-時間準位波形圖只適合看其大小趨勢，無法作較精準的波形及數據比對，所以為了得到較精準的波形，將上述實驗步驟中的固定的噪音雜訊(Noise)訊號音源，改為固定大小的固定純音調(Tone)訊號音源，得到喇叭及二顆麥克風的喇叭聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.2)及頻率響應圖(圖 3.3)，由於喇叭是量測純電氣訊號，加上為固定頻率所以由該聲功率/聲壓-時間準位波形圖中可更明顯看出喇叭呈現為固定 SIN 波(在本文相關實驗中將之定義為標準 SIN 波)，而其頻率響應圖的波形 PEAK 亦在頻率 1KHz 時特別突出，比較左測喇叭的聲壓-時間準位圖可明顯看出參考麥克風訊號波形呈現上下被截斷的波形，

其仍舊屬於 SIN 波，但是因為訊號強度已大於麥克風本身所設定之感度值，即 Gain 值大於零，所以訊號在 Audition 軟體上所呈現出來是上下被截掉的波形，而其頻率響應圖形所呈現的是很均勻分佈的諧波。

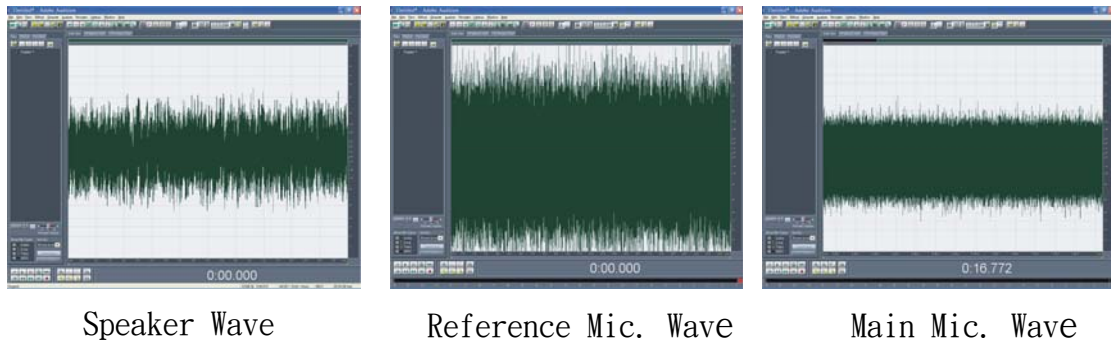


圖 3.1 HF-800 整機喇叭、麥克風聲壓-時間波形曲線圖(Noise)

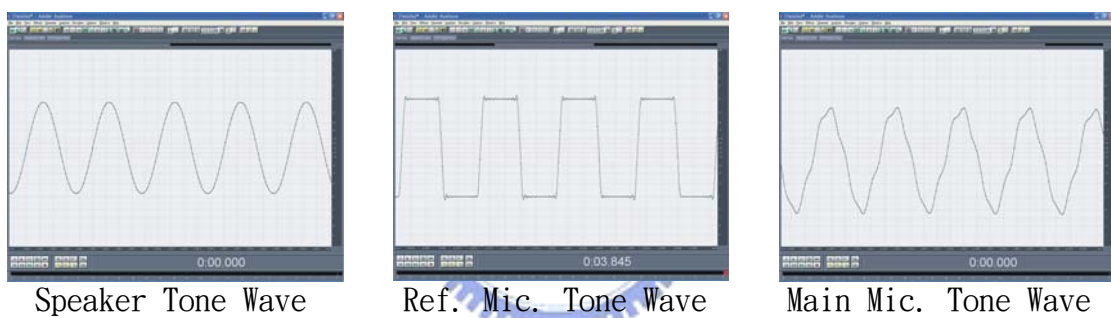


圖 3.2 HF-800 整機喇叭、麥克風聲壓-時間波形曲線圖(Tone)

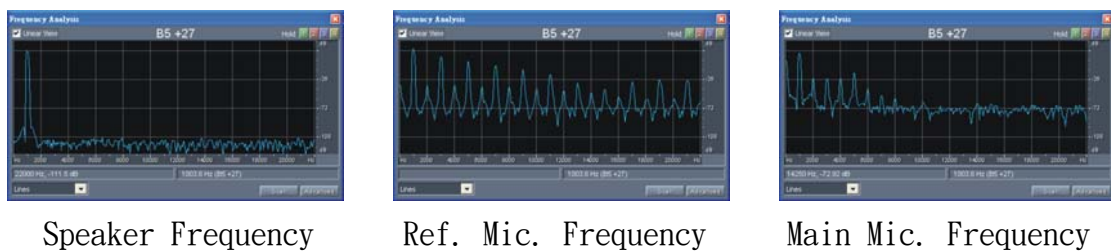


圖 3.3 HF-800 整機喇叭、麥克風頻率響應圖(Tone)

再來比較主要麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖，可以看出其訊號大小相似於喇叭的 SIN 波，並無放大效果，而其頻率響應圖在前面部份頻率呈現較突出狀態，由二顆麥克風圖形可看出聲音透過空氣、喇叭、

機殼等機構的影響，會導致聲音音波有失真或衰減的情況出現，由於 HF-800 是屬於成功案例，這也表示出麥克風所接收的波形若屬於合理範圍內的失真，則 Forte-media 所提供藍芽無線通訊專用之回音消除處理晶片模組有處理的能力，當然波形若能儘量不失真與衰減，其處理效果理應更佳，而上述實驗所得到的圖形將作為下來其他實驗結果的比較參考基準。

3.1.2 建立失敗案例 PH-1 相關數據及圖表

在 2.4.2 節進行 PH-1 整機測試實驗中，量測之後得到二顆麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.4)，由圖面中可以看出參考麥克風波形不但沒有放大且衰減，而主要麥克風波形與喇叭訊號音源波形相當，若將圖 3.1 與圖 3.4 放在一起進行比較(圖 3.5)可發現，HF-800 與 PH-1 參考麥克風的波形差異很大，基本上 HF-800 二顆麥克風波形有達到 Forte-media 所要求的二顆麥克風 db 值差異要大的要求，反之 PH-1 二顆麥克風 db 值差異明顯地並無達到 Forte-media 的要求，所以 Forte-media 晶片軟體並無法正常發揮其作用，因此造成無法達到回音消除的預期功能，因此如何使得 PH-1 能夠儘量趨近 HF-800 左右二顆麥克風的波形及 Forte-media 所要求之波形及大小為接下來所要探討的內容。



圖 3.4 PH-1 整機喇叭、麥克風聲壓-時間波形曲線圖(Noise)

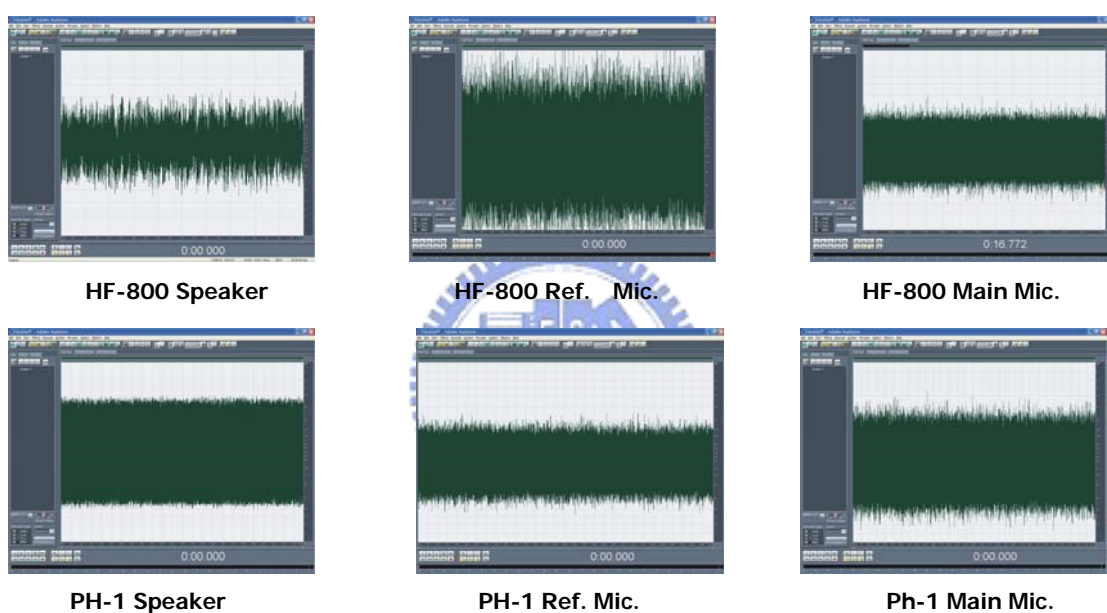


圖 3.5 HF-800 & PH-1 喇叭、麥克風聲壓-時間波形曲線比較圖

3.1.3 比較 HF-800 與 PH-1 麥克風收音波形的差異性

將 HF-800 及 PH-1 整機測試中所得二顆側麥克風的聲壓-時間準位波形圖進行比較，分別得到在不同麥克風 Gain 值下之二者之波形比較圖(圖 3.6)(圖 3.7)，並依據圖中聲壓 db 值記錄下來，繪製成在不同麥克風 Gain 值下之 HF-800 與 PH-1 之麥克風測試聲壓 db 值比較圖(圖

3.8)(圖 3.9)。

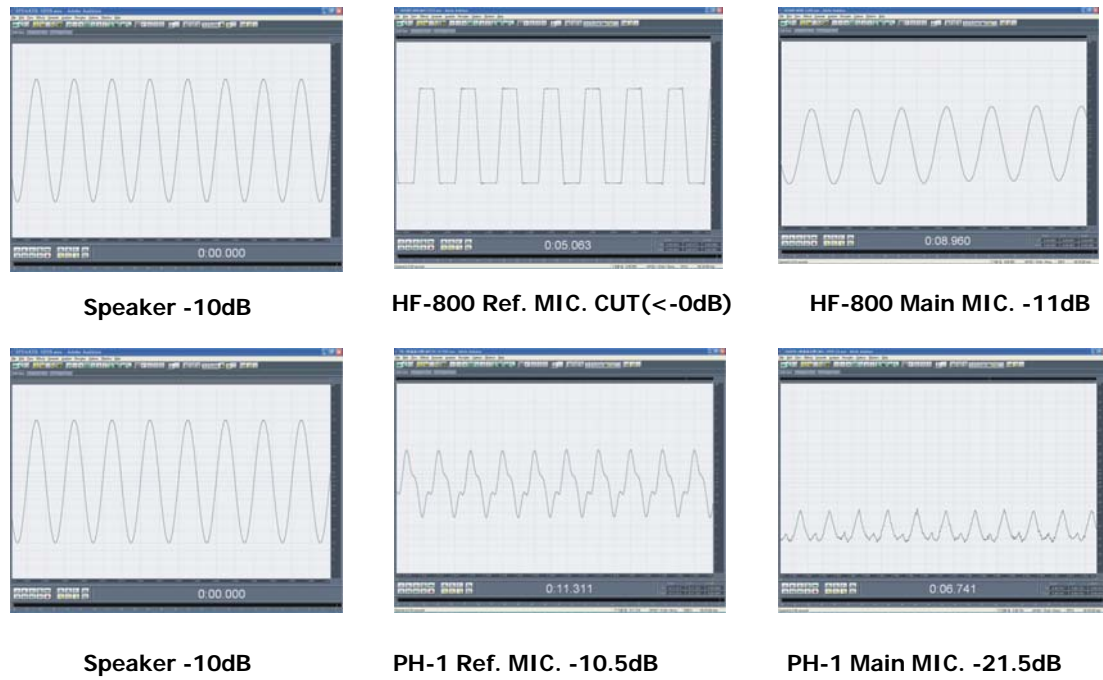


圖 3.6 HF-800 與 PH-1 麥克風聲壓-時間波形比較圖(Gain 值較大)

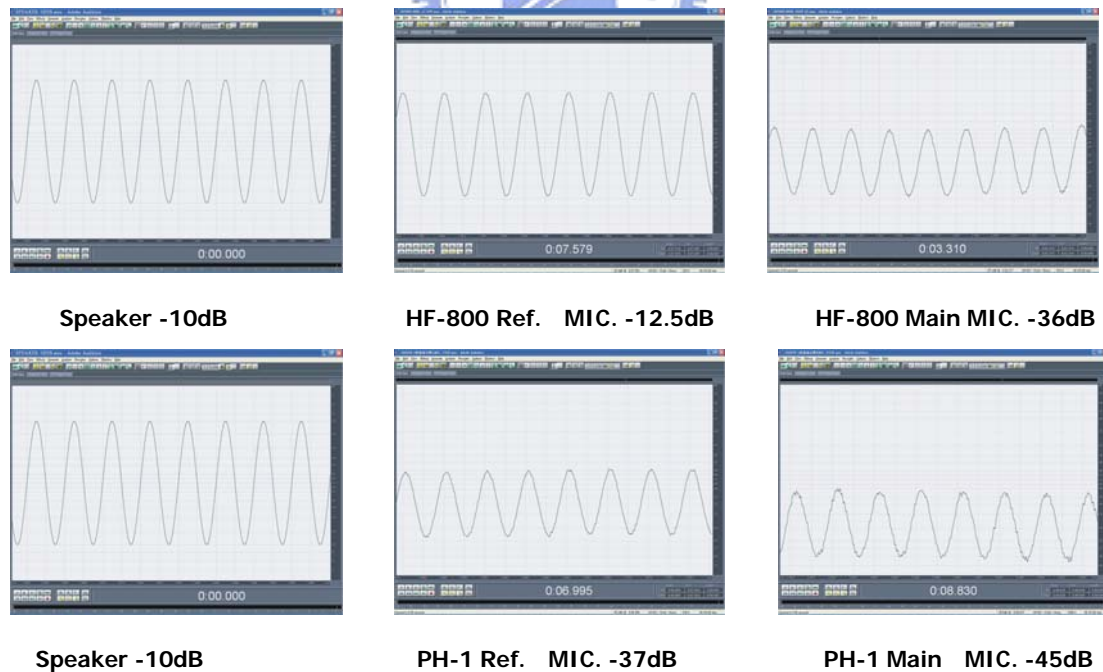


圖 3.7 HF-800 與 PH-1 麥克風聲壓-時間波形比較圖(Gain 值較小)

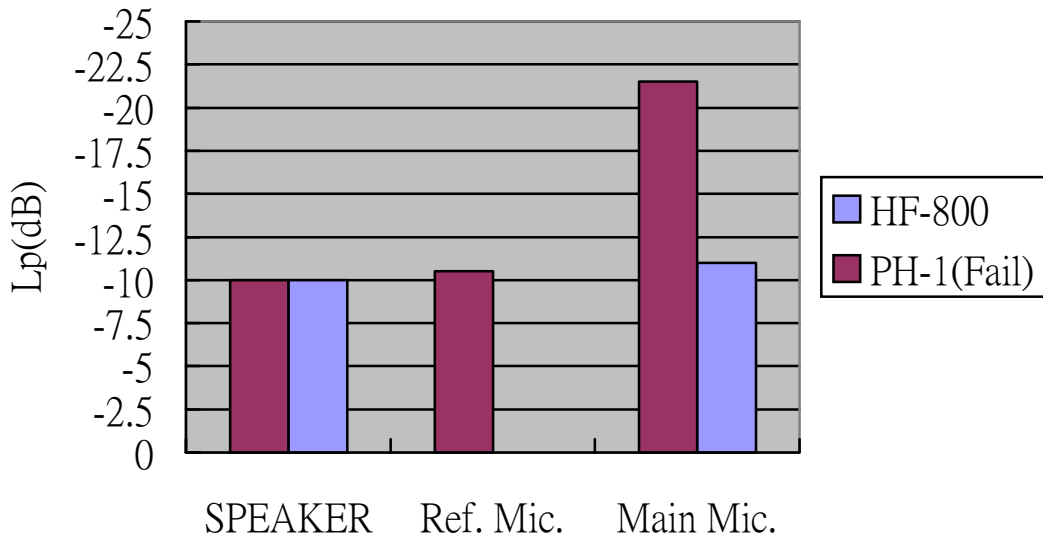


圖 3.8 HF-800 與 PH-1 麥克風聲壓 db 值比較圖(Gain 值較大)

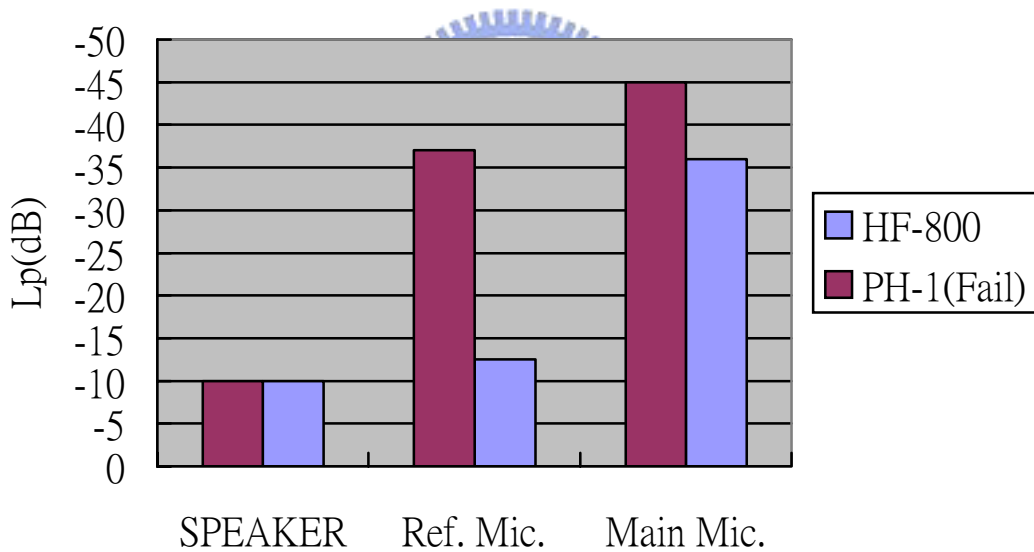


圖 3.9 HF-800 與 PH-1 麥克風聲壓 db 值比較圖(Gain 值較小)

由圖 3.6 與圖 3.7 中可看出，當 PC 麥克風 Gain 值較大時，所收進來的 PH-1 聲音波形會比 Gain 值較小時的大，且波形更容易失真，而因車上環境及晶片軟體處理所需，實際麥克風 Gain 值無法過小，所以可看出原失敗案例 PH-1 在麥克風收音波形嚴重失真下導致回音消除的功能無法

有效作用或啟動，由圖 3.8 與圖 3.9 圖中得知雖然 PH-1 麥克風波形與 HF-800 比較並無為違反參考麥克風聲壓需大於主要麥克風聲壓值，但 PH-1 聲壓值比例明顯不同，衰減過大，這可能也是造成回音消除的功能無法有效作用或啟動的原因，但應以波形嚴重失真為最大原因，因數值比例最後還可以利用晶片處理軟體的調整參數進行調整，但波形一旦嚴重失真將導致軟體無法辨別。

3.2 由二者差異性找出相關重點及推論

由上述相關實驗可知，若能掌握到進入麥克風收音波形之正確與否將是決定是否能讓 Forte-media 晶片軟體能正常有效發揮作用的最重要關鍵，接下來就是要找出能符合或趨近於 HF-800 左右麥克風波形的關鍵點，而經由上述實驗結果，發現影響麥克風收音波形最重要因素有可能是麥克風收音防振橡膠墊的設計，也可以假設推論說若是沒有作好麥克風收音防振橡膠墊的設計來獲得可以處理接受的聲音波形，則其餘機構設計如喇叭防振系統、機殼、內部零件防振系統等作得再好都無法使得 Forte-media 晶片軟體能正常發揮作用，也就是說，只有正確作好麥克風收音防振橡膠墊的設計前提下，則其餘影響回音的機構設計會發揮其原有回音消除的作用，但是由第一章文憲回顧中知道，除麥克風收音防振橡膠墊外的機構設計會影響波形正確與標準性，所以接下來的實驗重點即在驗證上述的假設推論是否正確。

3.2.1 PH-1 機構加 HF-800 麥克風橡膠座實驗結果

本實驗是以 HF-800 麥克風收音防振橡膠墊取代原有 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊，進行量測作業，得到二顆麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.10)，由圖中比較喇叭與二顆麥克風波形可以發現左右二顆麥克風波形雖因失真等因素而有些不同，不過整體上來說皆可視為因訊號被放大而導致上下波形被截掉的 SIN 波，波形屬可接受範圍，由本實驗可以得到以下證明，影響麥克風收音波形最重要因素是麥克風收音防振橡膠墊的設計。

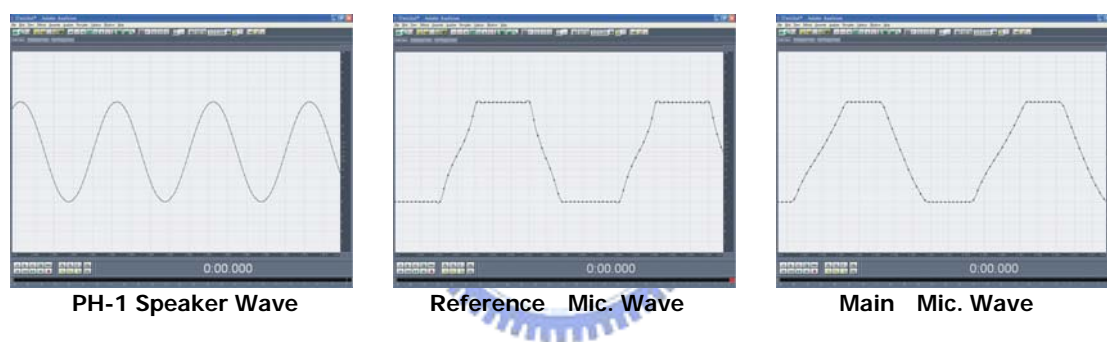


圖 3.10 PH-1 機構加 HF-800 麥克風橡膠座實驗聲壓-時間波形曲線圖

3.2.2 PH-1 泡棉筒長度實驗結果

由 2.4.3 節的泡棉筒長度實驗中，分別得到麥克風包覆 24MM、12MM 長度泡棉筒時的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.11)，由圖中比較喇叭與包覆長短不同泡棉筒時的麥克風收音波形可以發現長度越長其波形放大的倍率越大，反之則越小，由此實驗結果可以假設麥克風前面收音空間的體積大小會影響麥克風收音波形的改變，且空間越大其波形放大的倍率越大，反之則越小，至於麥克風前面收音空間的體積大小與麥克風收音聲

壓 db 值的詳細關係，將在後續的實驗中討論。

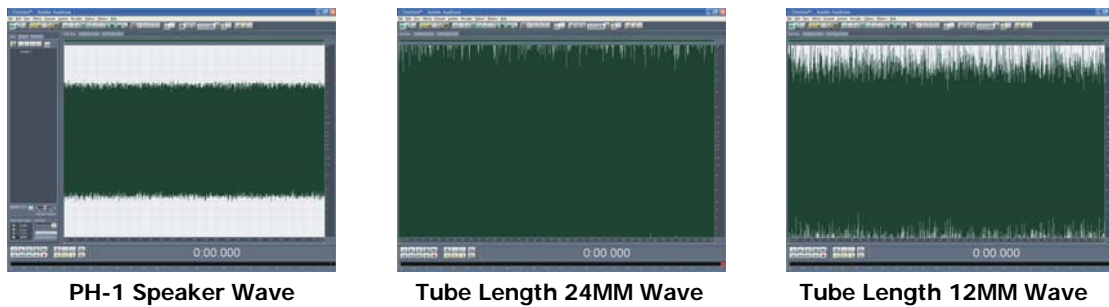


圖 3.11 PH-1 麥克風包覆泡棉筒長度變化實驗聲壓-時間波形曲線圖

3.2.3 PH-1 機構加吸管實驗結果

由 2.4.3 節 PH-1 機構加吸管實驗中，得到以 7MM 長度的吸管黏貼在 PH-1 機殼左側麥克風收音圓孔上時的麥克風的聲壓-時間準位波形圖（圖 3.12）。

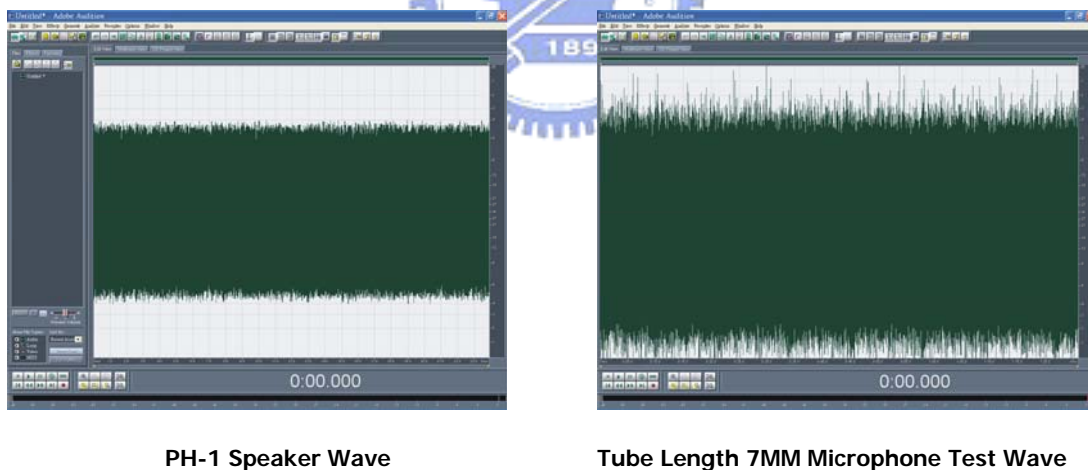


圖 3.12 PH-1 整機加 7MM 長吸管實驗聲壓-時間波形曲線圖

由圖中比較喇叭與麥克風收音波形可以發現波形明顯的被放大，所以由此實驗結果可以再次確認原失敗案例 PH-1 中麥克風被衰減的波形，經過將麥克風收音防振橡膠墊機構作適度的修改確實可以達到如成功案例

HF-800 中被放大的麥克風波形，請參考圖 3.1，所以接下來的實驗即針對 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊進行改善，使得 PH-1 的二顆麥克風收音波形儘量趨近於 HF-800 的二顆麥克風收音波形。

3.3 建立基礎實驗模型加以驗證

本節實驗主要目的在找出麥克風前面收音空間的體積大小與麥克風收音能量聲壓 db 值之間的詳細關係，並利用實驗來了解實際麥克風收音防振橡膠墊與麥克風收音能量聲壓 db 值之間的關係，唯有充分了解其二者之間相對關係及變化，才有可能有效利用麥克風收音防振橡膠墊設計達到 Forte-media 晶片軟體處理所需聲音波形，並利用相關實驗模型驗證如何利用改善麥克風收音防振橡膠墊控制所需的麥克風收音波形曲線。

3.3.1 麥克風收音空間體積與收音能量大小實驗結果

本實驗得到吸管長度由 4.5CM 到 0.5CM 每隔 0.5CM 長度改變時的麥克風聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.13)，例如圖 3.13 中所示為吸管長度 4.5MM、3MM、0.5MM 時的波形，並由該圖較大解析度波形讀取其相對應的 db 值，雖然本實驗希望找出聲壓與體積的關係圖，但是在實驗模型中麥克風與吸管的面積為固定值，所以將關係式簡化為聲壓與長度的變化關係，並依據所得數據製成聲壓-長度變化關係圖(圖 3.14)，由圖中可看出麥克風前方收音空間加大會有如共振腔波形放大現象。



圖 3.13 麥克風收音空間與收音能量實驗聲壓-時間波形曲線圖

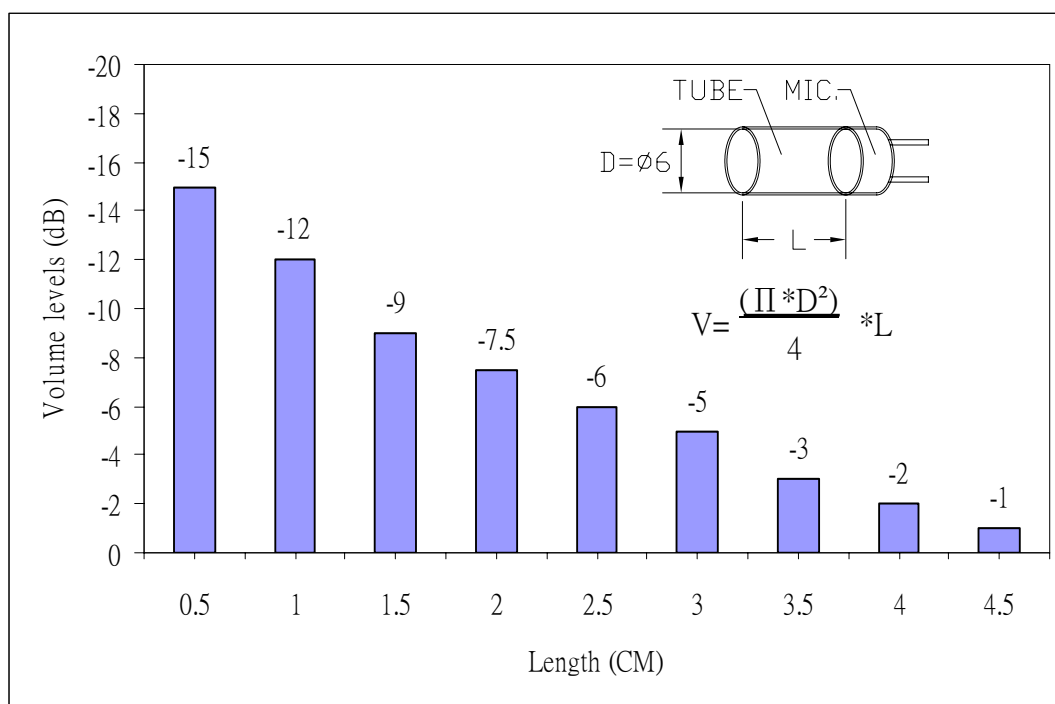


圖 3.14 麥克風收音能量聲壓與收音空間長度變化關係圖

3.3.2 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗

1. PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一結果

麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一中，最主要是針對當 PH-1 之收音防振橡膠墊上方黏貼三條泡棉後的波形改變進行研究，得到二顆麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.15)及頻率響應圖(圖 3.16)，由圖 3.15 中可以發現二顆麥克風收音波形呈現為訊號被放大而導致上下被截

斷的波形，經與 HF-800 圖 3.2 的參考麥克風波形進行比較發現與 HF-800 的參考麥克風波形類似，所以可以確定本改善方案對於麥克風來說相當於增加了收音空間的體積，也再次驗證麥克風收音空間體積改變會影響波形的改變(共振腔現象)。

再來比較圖 3.3 參考麥克風頻率響應波形及圖 3.16 波形可發現皆屬於均勻分佈之諧波，所以經本實驗模型所得到結果確定可以有效控制參考麥克風波形(訊號被放大而上下被截斷的 SIN 波)的方法，但要如何使得 PH-1 主要麥克風波形亦能趨近於圖 3.2 中 HF-800 主要麥克風波形則為接下來的實驗所要達成的重點。

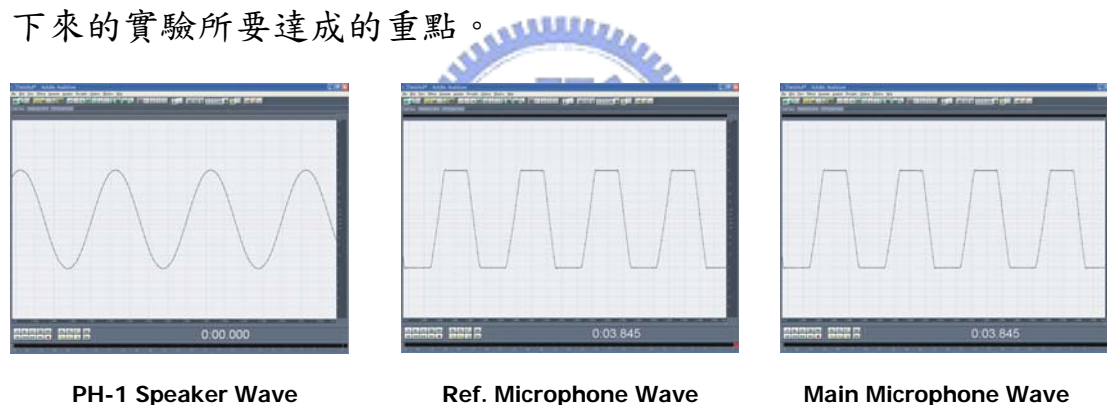


圖 3.15 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一聲壓-時間波形圖



圖 3.16 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗一頻率響應圖

2. PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗二結果

本實驗的目的主要在確認上一小節中麥克風的波形是否為真正 SIN 波，因為由前面討論知道波形越能趨近標準 SIN 波則 Forte-media 晶片處理效果越好，因在麥克風收音防振橡膠墊改善實驗二所得到的波形為訊號放大上下被截斷波形，所以本實驗嘗試將訊號音源音量降低，看是否能將波形縮小到不被截斷，訊號音源改為-8db 的固定純音調(Tone)訊號音源來進行量測作業，得到二顆麥克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.17)，由圖中可以看出二顆麥克風收音波形確是標準 SIN 波。

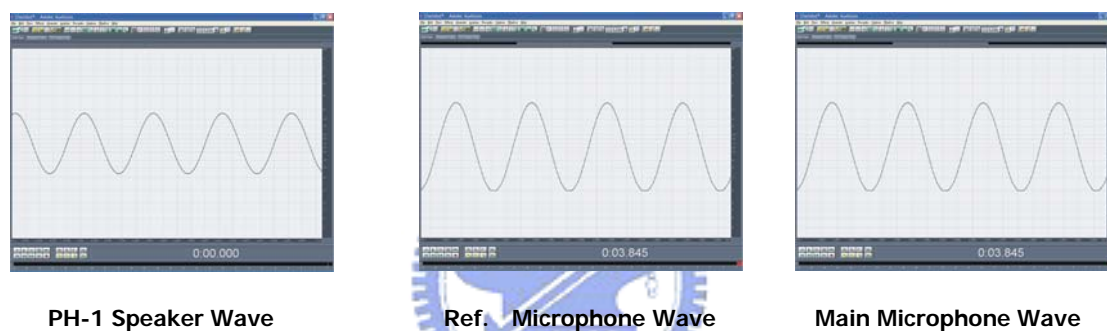
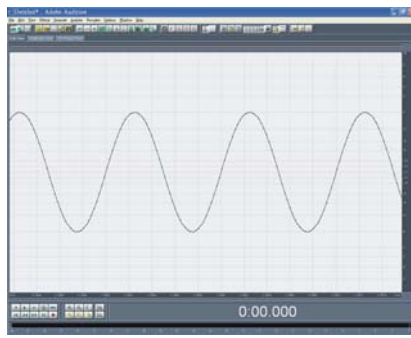


圖 3.17 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗二聲壓-時間波形圖

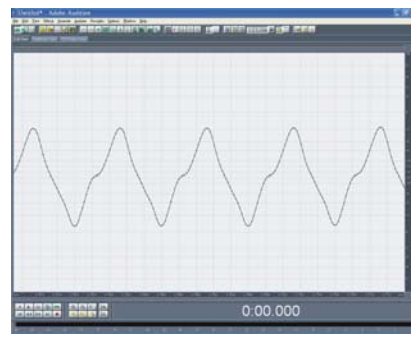
3. PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗三結果

由上述相關麥克風收音防振橡膠墊改善實驗結果可知，基本上都是在控制麥克風收音波形趨近於圖 3.2 中 HF-800 參考麥克風波形，而 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗三，最主要目的是為了使得 PH-1 主要麥克風波形趨近於圖 3.2 中 HF-800 主要麥克風波形。

本實驗得到加裝標準 6MM 直徑收音防振橡膠方向朝上的主要麥克風聲壓-時間準位波形圖(圖 3.18)。



PH-1 Speaker Wave



Main Microphone Wave

圖 3.18 主要麥克風朝上防振橡膠墊改善實驗聲壓-時間波形圖

由上圖中可以發現，當使用標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間空間保持緊密測試所得到的主要麥克風波形，雖無明顯訊號放大但確有失真現象，波形為 Forte-media 晶片無法處理之複合波形，分析其原因，可能是因麥克風朝上並直接貼於機殼內壁，而 PH-1 機殼基本斷面外形屬於平板薄殼型機構，本來就容易導致共振噪音等現象產生，加上標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊肉厚很薄，因此造成主要麥克風收音波形明顯的失真。

為求能在不改變 PH-1 機殼外形原則下改善主要麥克風收音波形失真現象，接下來實驗嘗試將朝上的麥克風角度改為垂直 90 度向右，目的是因麥克風朝右時所接觸的內壁剛性較好，較不會產生共振現象，並分成麥克風與標準 6MM 直徑收音防振橡膠墊中間預留較大空間及較小空間二組，得到 2 組不同麥克風收音空間的主要麥克風聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.19)。

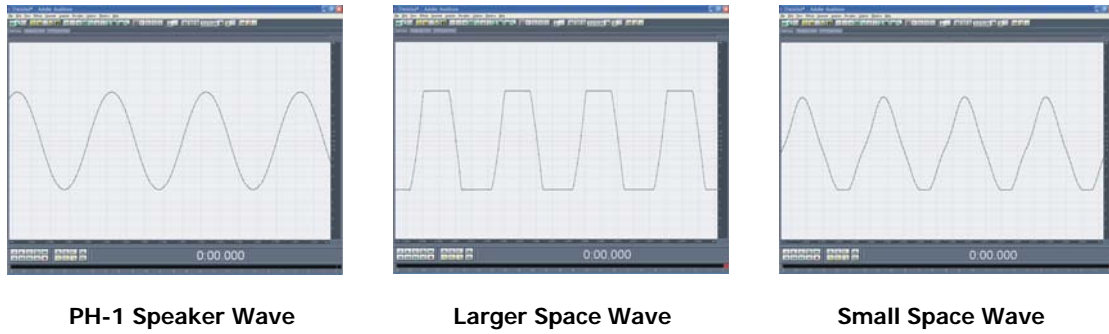


圖 3.19 主要麥克風朝右防振橡膠墊改善實驗聲壓-時間波形圖

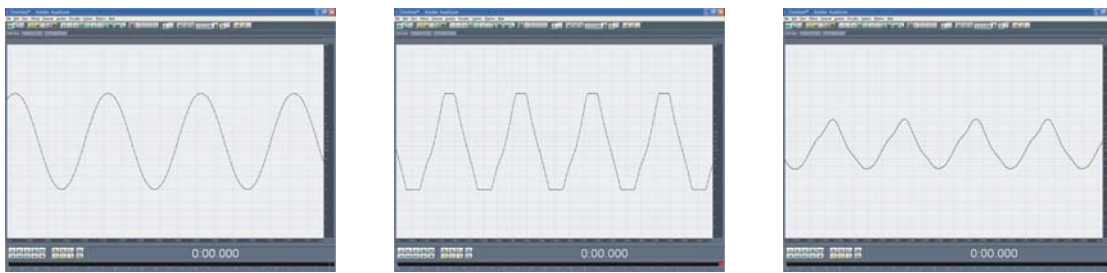
由圖 3.19 中可以發現只要麥克風與收音防振橡膠墊中間預留有較大空間時，便會造成訊號被放大而上下被截斷的波形出現，當空間越小時則訊號放大及上下被截斷的情形越不明顯，亦越趨向於正常的 SIN 波波形，而此種波形正是主要麥克風所必需的波形，所以經本實驗模型所得結果，確定可以有效控制主要麥克風波形。



4. PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗四結果

由上述 2 及 3 小節的實驗結果證明該二組實驗模型確實可以有效控制二顆麥克風收音必要波形的產生，即原失敗案例 PH-1 二顆麥克風收音防振橡膠墊經過改善之後可使得收音波形趨近成功案例 HF-800 二顆麥克風的波形，但是上述二組實驗是分開進行，為確保 PH-1 最後產品的二顆麥克風收音波形仍能夠同時符合 Forte-media 晶片處理軟體的要求，所以本實驗 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗五，最主要的目的即是將上述的實驗模型進行合併，成為一組實驗模型，也就是要驗證本組模型是真正能夠發揮回音消除作用的麥克風收音防振橡膠墊設計，實驗得到二顆麥

克風的聲功率/聲壓-時間準位波形圖(圖 3.20)及頻率響應圖(圖 3.21)。

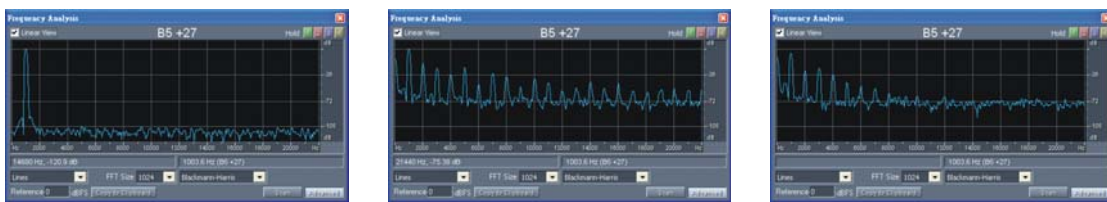


PH-1 Speaker Wave

Ref. Microphone Wave

Main Microphone Wave

圖 3.20 PH-1 主要與參考麥克風防振橡膠墊合併改善實驗聲壓-時間波形



PH-1 Speaker Frequency

Ref. Microphone Frequency

Main Microphone Frequency

圖 3.21 PH-1 主要與參考麥克風防振橡膠墊合併改善實驗頻率響應圖

由圖 3.20 中可看出經改善後的 PH-1 二顆麥克風波形確實有趨近 HF-800 的二顆麥克風波形，也由此證明由上述實驗得到的麥克風收音防振橡膠墊改善設計組合模型實驗結果確實可以達到 Forte-media 晶片處理軟體的要求，且具波形的再現性，雖然波形會有些許差異，但整體來說算是符合實驗的目的與初衷。

5. 指向性麥克風測試結果

由 2.4.4 節的指向性麥克風測試內容可知希望能用全向性麥克風替代指向性麥克風，實驗得到音源為-18db 及-30db 的主要指向性麥克風的聲壓-時間準位波形圖(圖 3.22)，並將其聲壓 db 值記錄下來並與全向性

麥克風之 db 值進行比較得到聲壓 db 值比較圖(圖 3.23)。

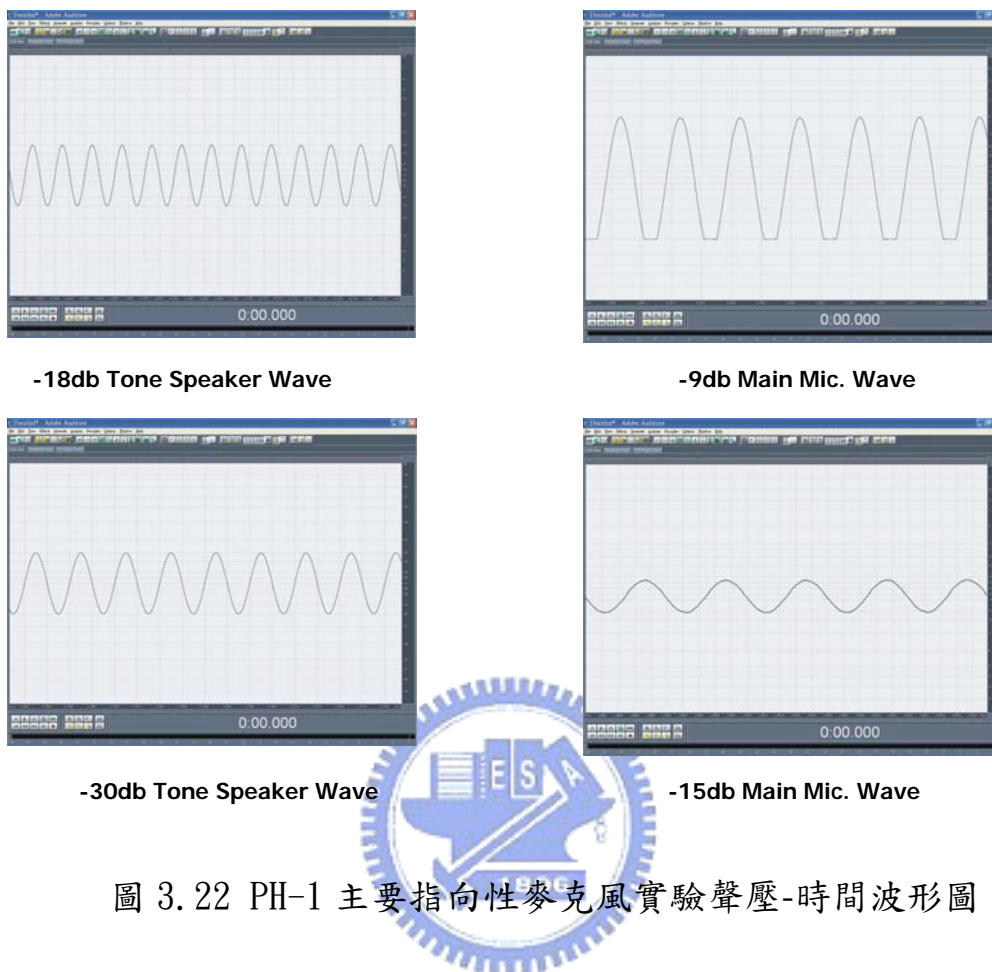


圖 3.22 PH-1 主要指向性麥克風實驗聲壓-時間波形圖

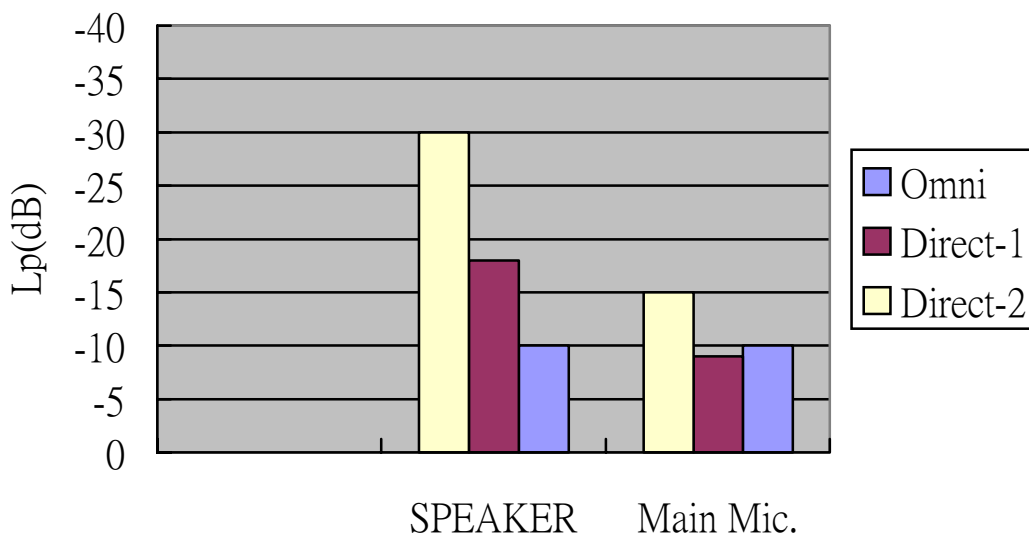


圖 3.23 PH-1 主要指向性與全向性麥克風聲壓 db 值比較圖

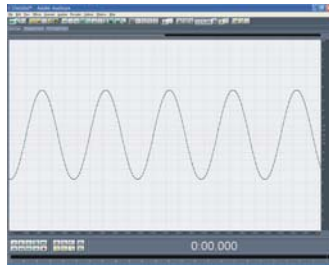
由圖中可發現當主要指向性麥克風使用改善過之主要麥克風標準

橡膠防振墊方式(即麥克風角度朝右)時，當使用-18db 喇叭音源訊號測試，得到的主要麥克風聲壓值約為-9db，而當使用-30db 喇叭音源訊號測試，得到的主要麥克風聲壓值約為-15db，所以可知進入主要指向性麥克風訊號波形被放大，明顯無法達到晶片所需的波形，而經由上述相關實驗已證明主要麥克風進入處理晶片的聲音訊號聲壓波形不能被放大及大於參考麥克風，加上指向性麥克風的配合機構設計具困難度及單價較高等因素，為避免不必要的設計時間浪費，在此定義以 PH-1 機構來說，主要麥克風確定可以全向性麥克風取代指向性麥克風。

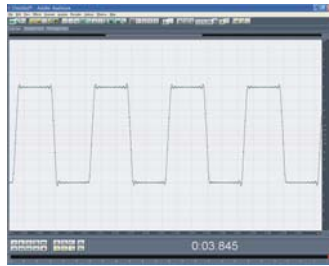


3.3.3 再次比較分析 HF-800 與 PH-1 之測試結果

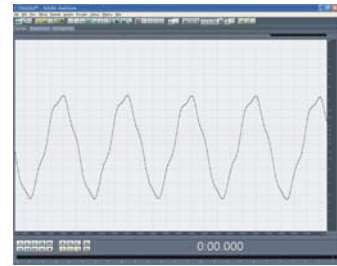
將上一小節 PH-1 主要與參考麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的改善後 PH-1 主要與參考麥克風的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖與 3.1.1 節實驗得到的 HF-800 的基準圖形(圖 3.2)擺放在一起進行比較，得到比較參考圖(圖 3.24)(圖 3.25)。最後再將 PH-1 改善前後的麥克風波形與 HF-800 以喇叭音量-10db 進行量測比較，得到波形比較圖(圖 3.26)，將圖中之聲壓 db 值記錄下來進行 HF-800 與 PH-1 改善前後的 db 值比，得到聲壓 db 值比較圖(圖 3.27)。



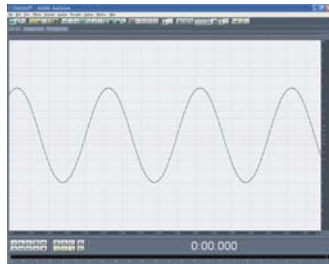
HF-800 Speaker Wave



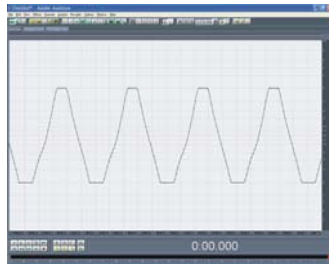
HF-800 Ref. Mic. Wave



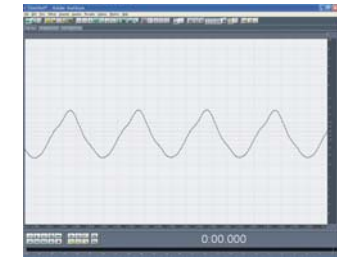
HF-800 Main Mic. Wave



PH-1 Speaker Wave

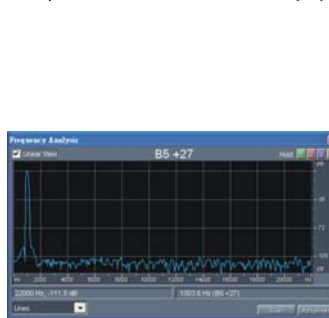


PH-1 Ref. Microphone Wave



PH-1 Main Microphone Wave

圖 3.24 HF-800 與 改善後 PH-1 麥克風聲壓-時間波形曲線圖比較



HF-800 Speaker Frequency



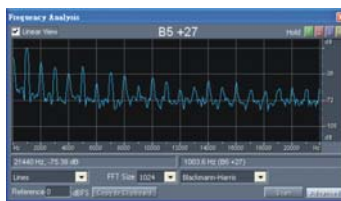
HF-800 Ref. Mic. Frequency



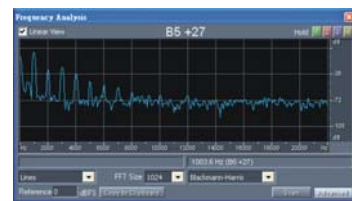
HF-800 Main Mic. Frequency



PH-1 Speaker Frequency



PH-1 Ref. Mic. Frequency



PH-1 Main Mic. Frequency

圖 3.25 HF-800 與 改善後 PH-1 喇叭、麥克風頻率響應圖比較

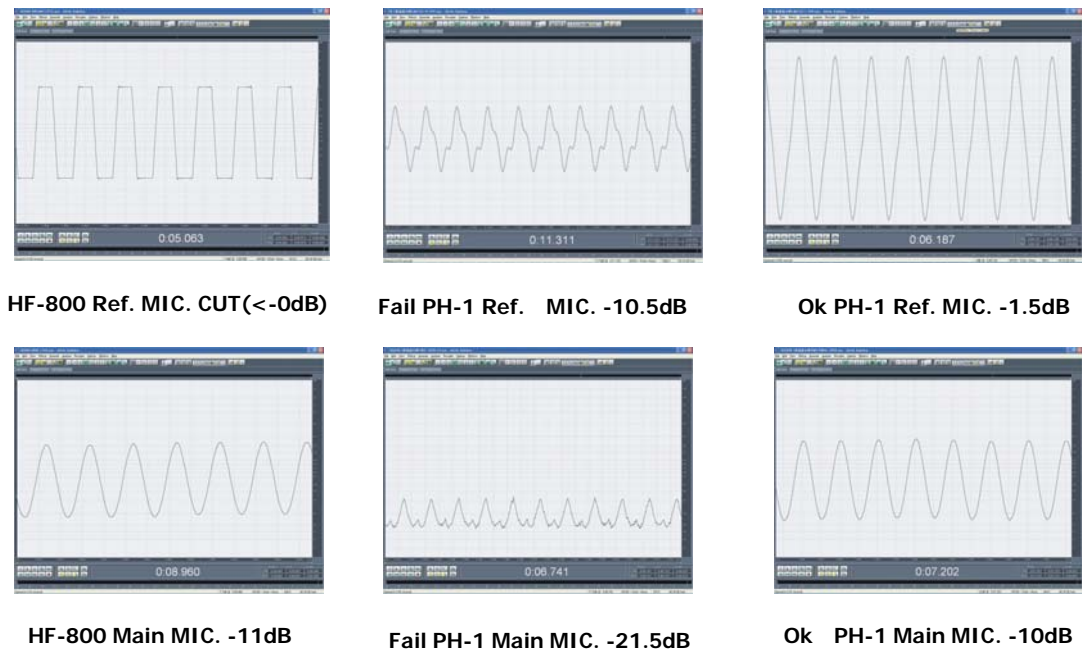


圖 3.26 HF-800 與 改善前後 PH-1 麥克風聲壓-時間波形曲線比較圖

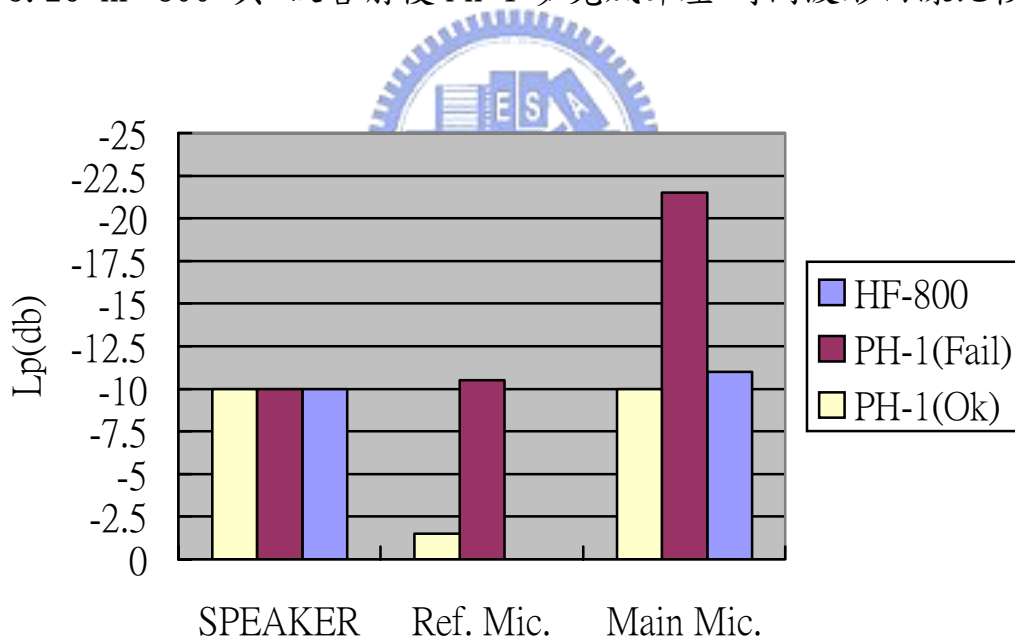


圖 3.27 HF-800 與 改善前後 PH-1 麥克風聲壓 db 值比較圖

由圖 3.25 與 3.26 中的聲壓-時間準位波形圖及頻率響應圖比較後可再次清楚發現 HF-800 二類的麥克風收音波形與改善麥克風收音防振橡

膠墊設計後的波形，大體上來說趨勢與波形已算是相當接近，圖形比較雖然波形有些許差異，但整體來說已算是符合 Forte-media 晶片要求及 HF-800 麥克風波型，且為了實驗更具正確性，上述所有實驗皆使用相同敏感度麥克風，即 HF-800 所解鐸下來的麥克風，所以經由上述實驗結果可以推論假設改善後的 PH-1 整體機構在配合 Forte-media 晶片處理軟體後確實可以發揮有效的回音消除作用。而由圖 3.26 與圖 3.27 中可更清楚看出 PH-1 改善前後的波形及聲壓值的差異，由圖中可知造成 PH-1 改善前回音功能無法正常作用的主要原因為麥克風波形嚴重失真及衰減現象所造成。

3.4 分析 PH-1 機構對回音作用的影響

在 2.4.5 節所提內容與本章前面所進行的實驗結果可知，影響麥克風波形最重要的應是麥克風收音防振橡膠墊，但是除了麥克風收音防振橡膠墊外還有喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件振動噪音等機構項目也會影響到麥克風的收音波形，藉由下列實驗來分析喇叭防振橡膠墊、機殼及內部零件振動噪音對於麥克風收音波形的影響程度。

1. PH-1 喇叭防振橡膠墊影響實驗

取消使用原喇叭防振橡膠墊，量測出二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖，再與 PH-1 二顆麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的麥克風的聲壓-時間準位波形圖進行比較，得到比較圖(圖 3.28)。

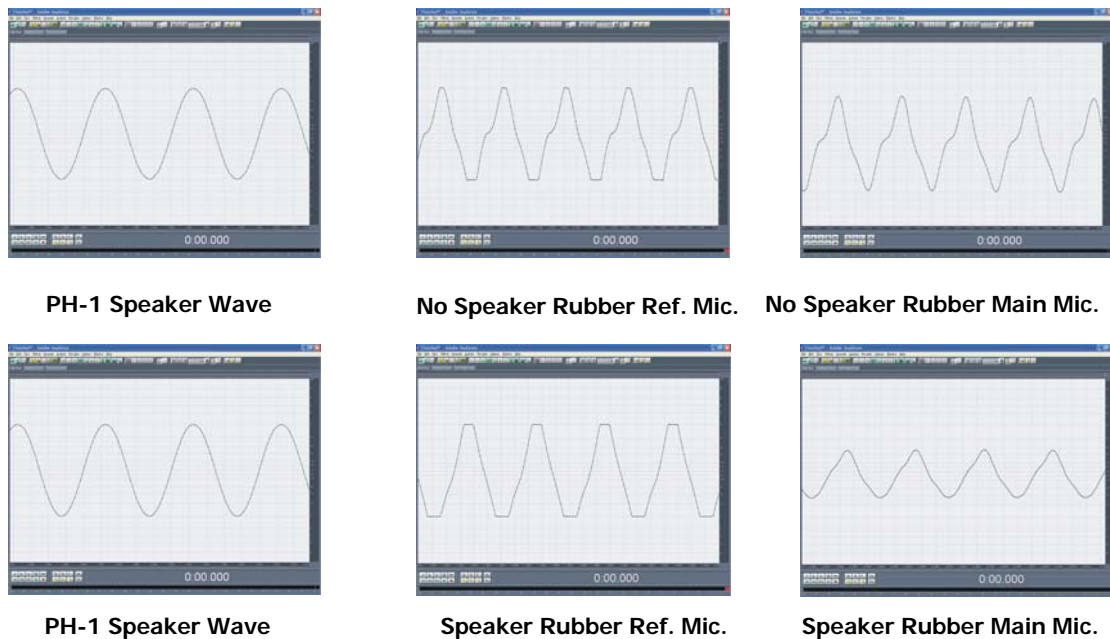


圖 3.28 PH-1 喇叭防振橡膠墊影響實驗聲壓-時間波形圖比較

由圖中上方可看出當喇叭沒有喇叭防振橡膠墊固定時，主要與參考麥克風收音波形都有明顯失真的現象，呈現 Forte-media 晶片無法處理的複合波形，而由圖中下方可看出當喇叭有喇叭防振橡膠墊固定時，其因喇叭漏音及共振等噪音造成的失真現象較不明顯，也因此可以知道原失敗案例中的喇叭防振橡膠墊設計對於回音作用的消除確實有發揮了應有的設計目的要求。

2. PH-1 機殼影響實驗

使上下蓋機殼保持為鬆動狀態，量測出二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖，再與 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的麥克風的聲壓-時間準位波形圖進行比較，得到比較圖(圖 3.29)。

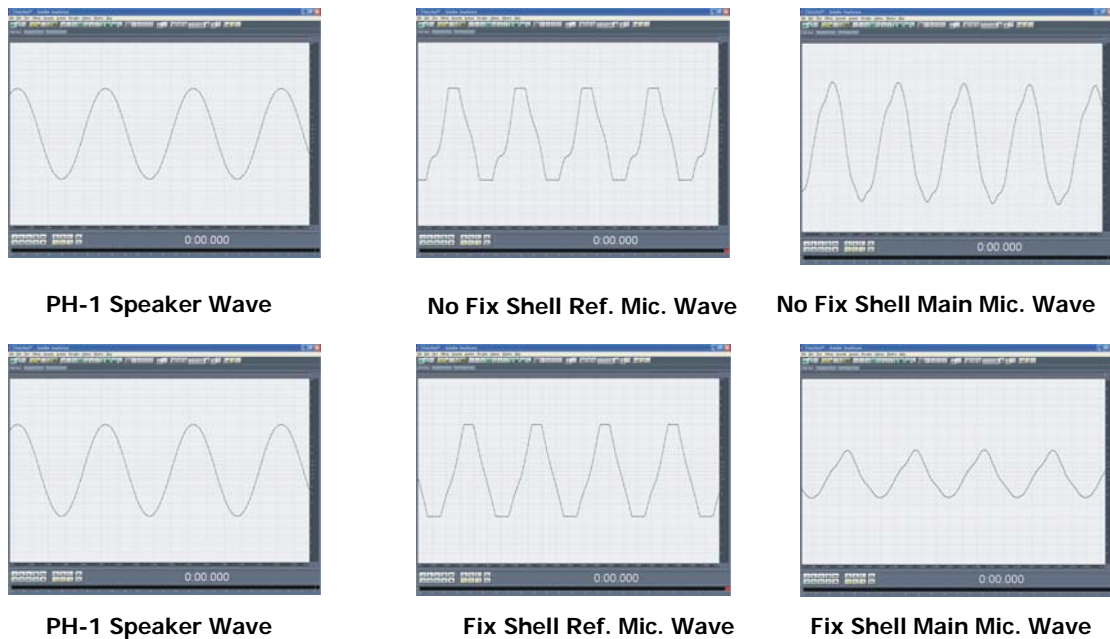


圖 3.29 PH-1 機殼影響實驗聲壓-時間波形圖比較

由圖中上方可看出當機殼上下蓋無確實固定住時，二顆麥克風收音波形都有失真的現象，尤其是參考麥克風呈現晶片無法處理的複合波形的失真現象最為嚴重，由實驗可知，只要二顆麥克風任何一顆波形未達 Forte-media 晶片處理要求則軟硬體輔助回音消除的作用就無法正常發揮作用，而由圖中下方可看出當機殼上下蓋有確實固定時，其因共振放大等噪音造成的失真現象較不明顯，也因此可以知道原失敗案例中的機殼結構與固定設計方式對於回音作用的消除確實有發揮了應有的設計目的要求，而由圖中上方二顆麥克風波形失真的差異程度亦驗證在平板薄殼的大平面機構，就容易導致共振噪音等現象產生，而四周內壁剛性較好，較不會產生共振現象。

3. PH-1 內部零件振動噪音實驗

設法使 PCB 保持為鬆動狀態，量測出二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖，再與 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊合併改善實驗所得到的聲壓-時間準位波形圖進行比較，得到(圖 3.30)。

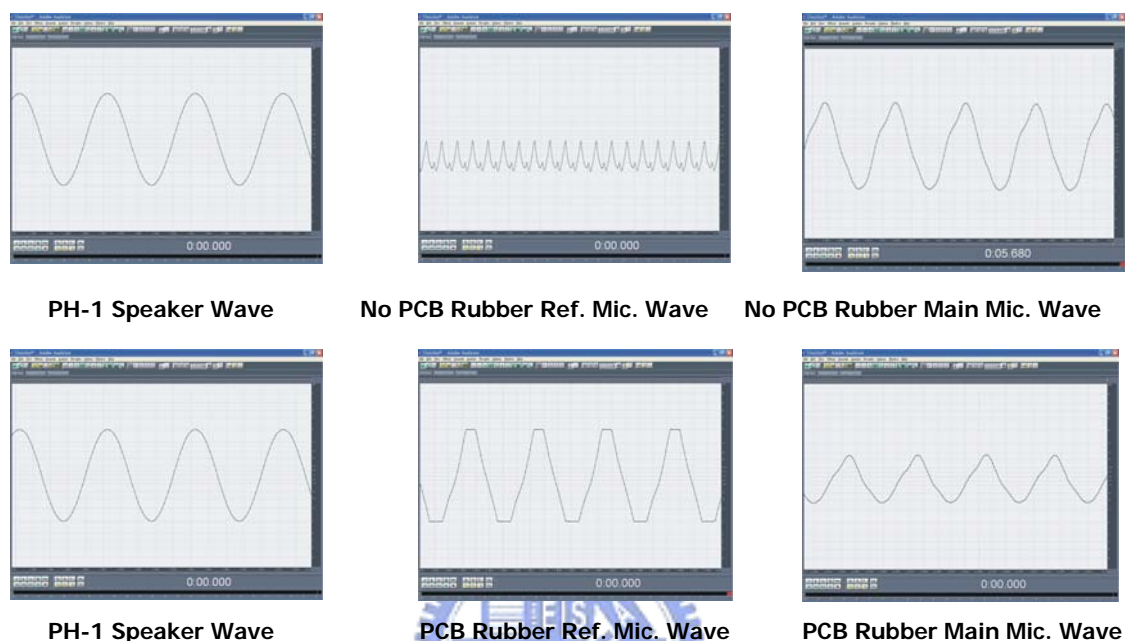


圖 3.30 PH-1PCB 固定防振橡膠墊影響實驗聲壓-時間波形圖比較

由圖中上方可看出當 PCB 沒有以防振橡膠墊固定防振為鬆動狀態時，參考麥克風收音波形有非常嚴重失真及訊號衰減的現象，呈現 Forte-media 晶片無法處理的複合波形的嚴重失真現象，如上一實驗結果可知，只要二顆麥克風任何一顆波形未達 Forte-media 晶片處理要求則軟硬體輔助回音消除的作用就無法正常發揮作用，而由圖中下方可看出當 PCB 確實有以防振橡膠墊固定時，其因共振放大等噪音造成的失真現象較不明顯，也因此可以知道原失敗案例中的 PCB 防振橡膠座及其它內部零件的固定防振機構對於回音作用的消除確實有發揮了應有的設計目的要

求，而由圖中上方二顆麥克風波形失真的差異程度亦再次驗證平板薄殼的大平面機構，容易導致共振噪音等現象產生，而四周內壁剛性較好，較不會產生共振現象。

4. PH-1 機構影響回音作用的評估結果

將上述 PH-1 機構影響回音作用的相關實驗結果進行綜合性評估，並將實驗所得二顆麥克風的聲壓-時間準位波形圖進行比較，可以發現雖然麥克風收音防振橡膠墊的設計對於 Forte-media 晶片處理所需的麥克風波形具有最大的影響程度，因為需透過麥克風收音防振橡膠墊的設計才能控制麥克風所需波形的產生，但是其它機構如喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件防止振動系統若無法相對設計出符合防止共振、漏音、噪音等負面因素產生的機構設計時，亦會因失真及衰減等現象嚴重影響到所需的麥克風收音波形的產生，反過來說，若是喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件防止振動系統設計若能符合防止共振、漏音、噪音等的機構設計時要求，但是麥克風收音防振橡膠墊的設計無法控制產生二顆麥克風所需波形時，則前三者的機構設計再好還是無法達到要求，所以基本上以 PH-1 的麥克風收音防振橡膠墊、喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件防止振動系統四大機構設計因素是相輔相成，但仍舊以麥克風收音防振橡膠墊設計最為重要，這也就是為何原失敗案例 PH-1 為何在喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件防止振動系統的機構設計有達到設計要求確無法達到回音消除的最重要原因。

3.5 產品機構改善方案

由上述的所有相關實驗結果，可以確定原失敗案例 PH-1 產品機構在麥克風收音防振橡膠墊機構設計進行改善後，在不需修改如 ID 整體外型、喇叭防振橡膠墊、機殼、內部零件防止振動系統的機構設計原則下對於消除回音作用確定可行，即 PH-1 原機構在改善部份關鍵性機構後可繼續使用，所以經由上述分析，可以確定最後整機產品的機構改善方案為沿用原失敗案例 PH-1 的機構設計，但是必需改善麥克風收音防振橡膠墊的設計，使其達到 Forte-media 晶片處理所需的麥克風波形要求，左側麥克風仍維持向上，而主要麥克風朝右的設計方式，但是本產品機構改善方案是針對原失敗案例 PH-1 的機構設計，並不完全適用於所有的相關機構，但是上述相關的實驗量測方法、結果與結論仍適合大多數的相關產品在回音消除作用的機構設計參考，所以接下來的相關實驗目的就是要證明經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 機構可以繼續使用，而且可以通過實際人聲回音消除的考驗，且只要修正麥克風收音防振橡膠墊設計，而無需更改到其它機構設計。

3.6 對最後產品進行人聲回音測試

本節實驗目的最主要有二點，一是證明經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 機構可以通過實際人聲回音消除的考驗，二是建立正確

具說服力的實際人聲回音消除辨識量測方式，以改善過去此類通訊產品以人耳來判定是否正常的不可觀量測方式。

3.6.1 回音消除人聲測試實驗一結果

本實驗以原失敗案例 PH-1 麥克風收音防振橡膠墊改善實驗五的機構配合 HF-800 PCB 作為測試，實驗目的是為了利用成功案例 HF-800 PCB 來加以驗證改善後 PH-1 機構的實際人音回音消除功能是否達到要求。實驗完全模擬實際啟動無線藍芽通訊免持聽筒擴音系統，即將 HF-800 PCB 上的 Forte-media 晶片處理軟硬體正式與改善麥克風收音防振橡膠墊後的 PH-1 喇叭、麥克風作電氣訊號連接，作實際人聲回音消除功能的測試。

實驗時將電話連通並經電話答錄機進行雙向同步錄音，再經轉錄聲音檔到 PC 後，最後得有連通負責回音消除的左側麥克風時的有啟動回音功能的頻譜圖，以及中斷負責回音消除的左側麥克風狀態下無啟動回音功能時的頻譜圖，相關頻譜圖形請參考(圖 3.31)。

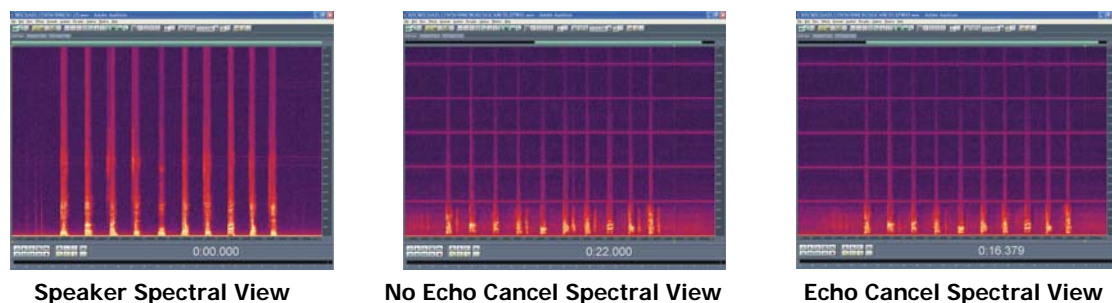


圖 3.31 HF-800 PCB 配合 PH-1 機構實際人聲回音消除功能的測試頻譜圖

由圖 3.31 中比較喇叭與有無啟動回音消除作用的頻譜圖，可以在無

啟動回音消除作用的頻譜圖中明顯的可以看出有回音現象的發生，再配合實際人聲的比對，更可經由該圖清楚辨別出回音作用的時間長短及頻率大小，亦即可以看出回音作用的位置與大小或強弱，而在有啟動回音消除作用的頻譜圖中則相對較無回音作用的產生，所以經由以上證明經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 機構的確可以通過實際人聲回音消除的考驗，而本次實際的人聲回音消除實驗量測方法的確可以作為未來相關產品的標準量測方法。

3.6.2. 回音消除人聲測試實驗二結果

本實驗最主要目的是要驗證改善後的 PH-1 機構在配合自身原有 PCB 是否仍然能夠達到回音消除作用，且是否能夠通過實際人聲回音消除的考驗。經過相關實驗量測步驟後，最後得到改善麥克風收音防振橡膠墊設計後，PH-1 最後產品模型有連通負責回音消除的左側麥克風時有啟動回音功能的頻譜圖，以及中斷負責回音消除的左側麥克風狀態下無啟動回音功能時的頻譜圖，相關頻譜圖形請參考(圖 3.32)。

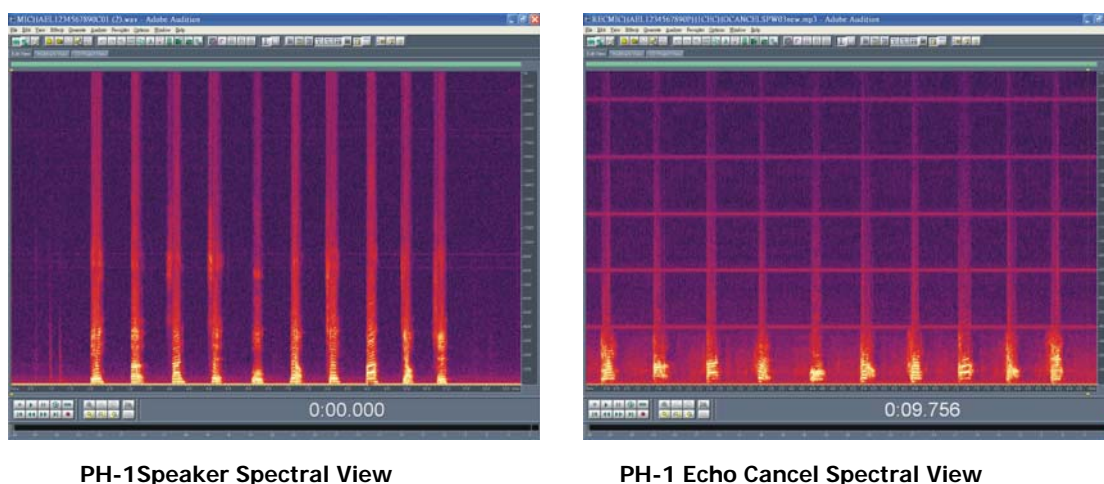


圖 3.32 改善後 PH-1 產品機構實際人聲回音消除功能的測試頻譜圖

由圖 3.32 中有啟動回音消除作用的頻譜圖，配合實際人聲的比對後，可以發現幾乎無回音作用的產生，為了更清楚分辨上述實驗所得到的頻譜圖中回音產生次數的多寡數量及回音的頻率大小，將圖中回音產生次數的多寡數量及回音的頻率大小記錄下來，依所得數據繪製成回音消除實驗結果比較圖(圖 3.33)，所以經上述相關圖形可以證明經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 機構在配合自身的 PCB 後，的確可以通過實際人聲回音消除的考驗，表示經改善後的 PH-1 產品機構確實可以達到 Forte-media 晶片處理軟硬體所要求，也可以說經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 產品可以在修正最少的狀況下繼續使用與導入量產產品的開發。

Test1:HF-800 PCB+PH-1 Mechanism(No Ref. Mic)

Test2:HF-800 PCB+PH-1 Mechanism(Ref. Mic)

Test3:PH-1 Final

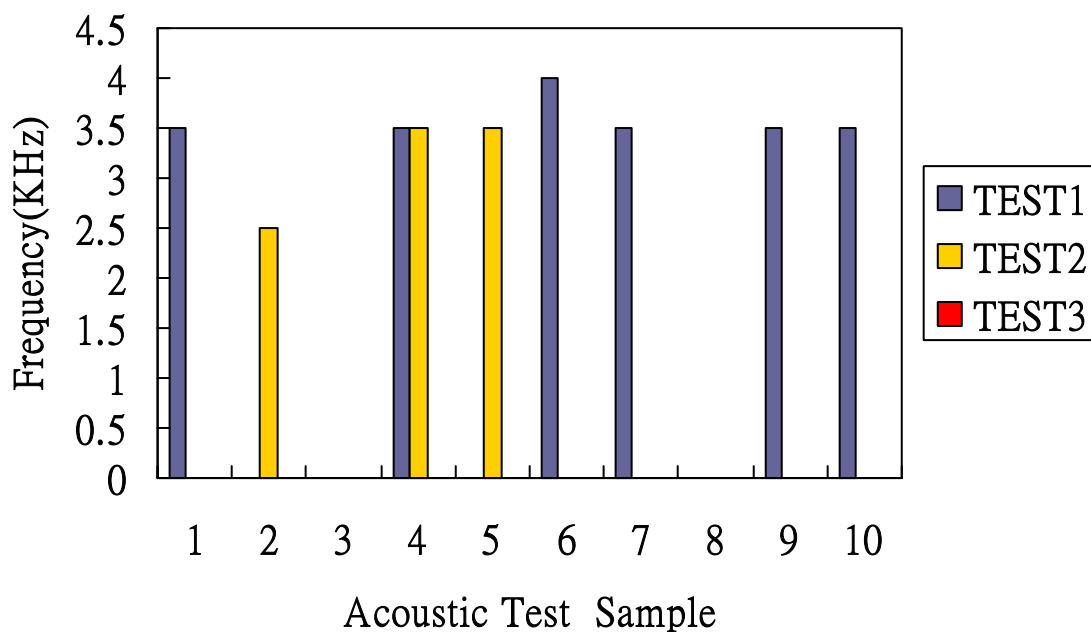


圖 3.33 回音消除結果比較圖

第四章 結論與未來展望

4.1 結論

本論文最主要在研究探討使用回音消除模組之超薄型可攜式無線免持聽筒機構在回音消除方面的設計方式，經由本文相關的研究實驗，確實找出成功案例與原失敗案例二者的差異點，並經由此差異點找出影響回音作用最敏感項目及最其它相關重要結論，最後也完成當初實驗最初的目的，即經由上述相關實驗過程對於聲學理論及回音等聲音量測有更佳的了解與掌握，當然最重要即是為原失敗案例 PH-1 機構找到改善回音現象的方法及依據，當然上述實驗成果除可改善目前市面上相關無線免持聽筒擴音裝置的缺失外亦可運用在未來需要加入通訊功能的 MP4 等相關產業，經由本文相關實驗的結果討論後，可整理出如下結論。

1. 麥克風之收音能量曲線值大小可由前端收音空間體積決定。
2. 麥克風前端收音空間體積越大則能量曲線值愈大(聲壓值越大)。
3. 二顆麥克風之收音聲壓值需達到參考麥克風大於主要麥克風的要求。
4. 二顆麥克風之收音波形應避免失真。
5. 在 PH-1 機構中最重要者為麥克風防振導音密封座的設計。
6. 其餘機構設計會影響麥克風收音波形標準性，仍需達到基本設計要求。
7. 在 PH-1 機構中 Forte-media 建議之指向性麥克風可以用全向性麥克風取代。

8. 經改善麥克風收音防振橡膠墊設計後的 PH-1 產品機構可以繼續使用與導入量產。
9. 本試驗量測方法可作為未來相關產品機構在回音消除設計之量測標準與方法。

4.2 未來展望

1. 本次實驗雖有達成喇叭頻率響應值 90db 的預設目標，希望未來能到達 120db 並同時達到回音消除的最佳化設計。
2. 希望對於除麥克風收音防振橡膠墊外的相關機構設計日後能作更深入研究。
3. 希望本次實驗結果可以改善目前業界在 Hands-Free Car kit 設計上的部份缺失，以達到最佳化設計目標。



參考文獻

- [1] Forte-media Corp. FM10732V23 Data Sheet REV.1.4
- [2] 蔡國隆、王光賢、涂聰賢，聲學原理與噪音量測控制，全華，台北，民國九十三年。
- [3] 白明憲，聲學理論與應用，二版，全華，台北，民國八十九年。
- [4] 許新添，音響工程，全華，台北，民國八十三年。
- [5] 鄭群星，音響工程，全華，台北，民國八十二年。
- [6] 鄭群星、蔡澄雄，音響工程，全華，台北，民國九十一年。
- [7] 王柏村，振動學，一版，全華，台北，民國八十二年。
- [8] 郭起祥，「轉動機械之線上監測診斷系統研發」，國立交通大學，碩士論文，民國八十七年
- [9] 徐文翰，「自發性對話語音辨識之初步研究」，國立交通大學，碩士論文，民國九十二年
- [10] 曹明俊，「利用輻射模態之聲場輻射分析」，國立交通大學，碩士論文，民國八十九年
- [11] Apache Corp. Hands-Free Data Sheet
- [12] www.fortemedia.com