

# 橢圓形激震器之應用與製造研究

研究生：許加融

指導教授：金大仁

## 國立交通大學工學院精密與自動化工程學程

### 中文摘要

本文主要探討電磁動圈式平面橢圓形激震器的製造與應用研究。傳統圓形平面激震器受限於空間大小，無法使用較大之磁體以增加磁通密度(B)大小與增加揚聲器之出力，進而提昇聲壓整體感度。橢圓形揚聲器可改善上述之問題，且對於細長形振動板之變形有助於改善第一彎曲模態之發生，也就是中音谷的問題，中音谷的發生與振動板的長、寬比與橢圓形音圈的長軸、短軸比有明顯關係，找出其關係式並藉由實際製作三組不同尺寸大小之揚聲器，驗證理論分析之準確性與實用性。

本文中將討論如何製作出橢圓形揚聲器之各部位零件與組裝，但橢圓形音圈較圓形音圈不易定位且易有摩擦問題，將研究與設計適合於平面橢圓形揚聲器使用之平面條狀彈波。在理論分析上，利用有限元素軟體 ANSYS 建構不同設計的平面條狀彈波分析模型，將由實驗測得參數，與分析運算所得到之結果作為驗證與比較後，在進行不同設計之平面條狀彈波之聲壓曲線量測與分析，藉此改善摩擦問題，最後使用分析之方式，以達到節省實驗次數與簡化設計流程之目的，可得到一激震器搭配平面條狀彈波的較佳設計。

# **Manufacture and Application of an Elliptic Electrodynamic Exciter**

Student : Chia-Jung Hsu

Advisor : Professor

Tai-Yan Kam

Automation and Precision Engineering  
National Chial-Tung University, Hsinchu, Taiwan

## **ABSTRACT**

This paper is focused on the manufacture and application of an elliptic electrodynamic exciter. Traditional flat loudspeaker is limited by the space so that we can not use the bigger electrodynamic exciters to improve the flux density and force, then to improve the SPL(Sound Pressure Level). But the above problem can be overcome if an elliptic exciter is used because we can increase the magnetic size. When we use it on a flat loudspeaker, it also can improve the SPL drop induced by the first bending mode of the radiating plate effectively. Then putting into practice, we compare and discuss the differences between the results of experiment and simulation.

The electrodynamic exciter using flat damper can improve the low frequency response of the flat speaker. When designing a thin and long flat loudspeaker, we may suffer the loss of bass sound for the speaker, due to the increase in stiffness of the conventional corrugated circular damper. To overcome this difficulty, in this paper a flat strip-type damper is developed. We will study the shape, materials and suspension of the strip-type damper. The finite element method is used to investigate the deformation and flexibility of the damper. To verify the feasibility of the design of the damper, a flat speaker is fabricated and tested. The experimental results have shown that the strip-type can work properly and provide sufficient flexibility to the flat speaker.

## 誌 謝

本文承蒙指導教授金大仁博士的熱心指導與教誨方能順利完成，在此致上無限的感激與敬意。

在這學習與研究過程中，還要感謝偉芬學姐、清榮學長、志明學長、昌毅學長、于昇學長在學習上的協助與指導；同學建郎、崧任、維成在同窗的歲月中一起奮鬥與勉勵，還有實驗室其他學弟的友情幫忙於進修期間的支持與鼓勵，才使得研究工作得以順利進行。

最後要感謝我的家人給我的支持與鼓勵，讓我能在工作之餘心無旁騖的完成學業並取得學位，僅以此文獻給所有關心我與我關心的人。



# 目 錄

頁 次

中文摘要	i
英文摘要	ii
致謝	iii
目錄	iv
表目錄	vii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1-1 前言	1
1-2 文獻回顧	2
1-3 研究方向	3
第二章 平面揚聲器之發聲原理	5
2-1 揚聲器之基本磁場理論	5
2-2 單一自由度振動響應公式	6
2-3 單一自由度聲壓公式	7
2-4 平面條狀彈波之有限元素分析模型建立	8
2-5 中音谷的形成及討論	9
第三章 具橢圓激震器平板揚聲器之製作過程與方法	11

3-1 橢圓形音圈之製作方法探討 .....	11
3-1-1 內撐式橢圓音圈薄管研製 .....	12
3-1-2 外縮式橢圓音圈薄管研製 .....	13
3-1-3 內撐式、外縮式橢圓音圈薄管製程優缺點比較 .....	14
3-1-4 橢圓形音圈薄管成形之製程改善方法討論 .....	15
3-2 橢圓音圈繞線方法探討 .....	15
3-3 音圈尺寸量測 .....	16
3-4 平面條狀彈波之使用與製造探討 .....	16
3-5 橢圓形之磁氣迴路製作與組裝 .....	18
第四章 平面橢圓揚聲器實驗 .....	22
4-1 揚聲器之組裝 .....	22
4-2 實驗設備 .....	22
4-3 實驗程序 .....	23
4-4 橢圓音圈大小對聲壓影響 .....	25
4-5 橢圓音圈捲線對聲壓的影響 .....	26
4-5-1 音圈捲線高對聲壓的影響 .....	26
4-5-2 音圈阻抗對聲壓的影響 .....	27
4-5-3 音圈強度比較與對聲壓影響 .....	28
4-6 平面條狀彈波對聲壓影響 .....	29
4-6-1 有、無彈波之比較 .....	29
4-6-2 彈波之角度與模態之關係 .....	29
4-6-3 彈波幾何效應 .....	30

4-6-4 彈波使用之材料 .....	31
4-6-5 彈波位置與 Y 軸夾角對應之不同橢圓比 .....	32
4-6-6 平面橢圓揚聲器搭配平面彈波之聲壓探討 .....	32
4-7 橢圓形激震器之工作功率 .....	33
4-7-1 平面橢圓揚聲器之功率 .....	33
4-7-2 阻尼比對聲壓之影響 .....	34
4-7-3 如何提高平面橢圓揚聲器之功率 .....	35
第五章 結論與未來研究方向 .....	36
5-1 結論 .....	36
5-2 未來改善與研究方向 .....	37
參考文獻 .....	39



## 表目錄

表 2-1 喇叭振動系統參數	40
表 2-2 振幅計算	40
表 2-3 材料常數	40
表 2-4 收斂模型尺寸表	41
表 2-5 彈波勁度實驗與分析	41
表 3-1 音圈之尺寸	42
表 3-2 磁氣迴路相關尺寸	43
表 3-3a 大橢圓形激震器尺寸表-磁隙 1mm	43
表 3-3b 大橢圓形激震器尺寸表-磁隙 2mm	44
表 3-3c 大橢圓形激震器尺寸表-磁隙 3mm	44
表 3-3d 小橢圓形激震器尺寸表-磁隙 1mm	44
表 3-3e 小橢圓形激震器尺寸表-磁隙 2mm	45
表 3-4a 大橢圓形激震器磁通強度-磁隙 1mm	45
表 3-4b 大橢圓形激震器磁通強度-磁隙 2mm	45
表 3-4c 大橢圓形激震器磁通強度-磁隙 3mm	46
表 3-4d 小橢圓形激震器磁通強度-磁隙 1mm	46

表 3-4e 小橢圓形激震器磁通強度-磁隙 1mm.....	46
表 4-1 MLSSA 的 T-S 參數對照表.....	47
表 4-2 中音谷落差之實驗與分析比較 .....	47
表 4-3 中音谷頻率之實驗與分析比較 .....	48
表 4-4 圓形與橢圓形音圈強度比較表.....	48
表 5-1 喇叭參數對聲壓的影響.....	49





## 圖目錄

圖 1-1 振動板推動空氣揚聲	50
圖 1-2 第一個共振頻率	50
圖 1-3 中音谷現象	51
圖 1-4 傳統與平面揚聲器	51
圖 1-5 傳統彈波與平面條狀彈波	52
圖 1-6 內磁式動圈式激震器之前剖視圖	52
圖 2-1 內磁式激震器工作原理	53
圖 2-2 佛萊明左手定則	53
圖 2-3 內磁式磁力線分佈	54
圖 2-4 單一自由度振動響應	54
圖 2-5 有限元素法之模型建立	55
圖 2-6 ANSYS 模型之正確性與收斂性	56
圖 2-7 平面條狀彈波與振動板之 ANSYS 模型	56
圖 2-8 不同種類之彈波	57
圖 3-1 揚聲器之組件	58
圖 3-2 熱壓機	59
圖 3-3 複合材料之加熱加壓硬化成型製程圖	59
圖 3-4 內模具音圈成形法	60

圖 3-5 音圈線圈之纏繞	61
圖 3-6 不同捲幅之聲壓曲線	62
圖 3-7 磁隙大小	62
圖 3-8 磁氣迴路之重要零組件	63
圖 3-9 橢圓形置具	63
圖 3-10 高司計量測	64
圖 4-1 雷射測速儀	64
圖 4-2 頻率-響應圖	65
圖 4-3 弘達 HT-9102 電腦伺服控制材料試驗機	65
圖 4-4 改善中音谷	66
圖 4-5 音圈長軸與自然頻率之驗證	66
圖 4-6 捲線高與導磁板厚度關係	67
圖 4-7 a、b、c 曲線	67
圖 4-8 音圈強度實驗比較圖	68
圖 4-9 角度之定義	68
圖 4-10 45 度平面條狀彈波	69
圖 4-11 不同角度之前三個模態頻率	70
圖 4-12 45 度與 17 之音圈變形	71
圖 4-13 有無 45 度夾角彈波之聲壓比較	71

圖 4-14 45 度夾角與設計二之聲壓	72
圖 4-15 角度之變形比較	72
圖 4-16 不同彈波之設計	73
圖 4-17 分析結果與誤差	73
圖 4-18 偏移角度	74
圖 4-19 45 度與 V 型彈波之聲壓比較	75
圖 4-20 橢圓長短軸比對應之角度	76
圖 4-21 橢圓長短軸比對應之最佳角度	76
圖 4-22 阻尼比量測與計算	77
圖 4-23 不同阻尼比使用相同之彈波設計之聲壓表現	77
圖 4-24 板之變形振動模態頻率	78
圖 5-1 橢圓形揚聲器加彈波之聲壓	78