

# Optimal design and manufacturing of flat-panel speakers and sound box for LCD tv

范凱涵、賴?民

E-mail: 346400@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

The main purpose of this study is developed new composite materials flat-panel speaker on the mainstream of LCD TV speakers market, the main specifications for the  $L58 \times W25 \times H15$  mm and  $L116 \times W25 \times H15$  mm of flat-panel speaker. By designing flat-panel of speaker of stiffening composite pattern and transforming coefficient of the spring edge material, made the sound pressure curve to achieve the best smooth, can reproduce the frequency of the signal integrity and get the best sound quality flat-panel speakers, extend high frequency in sound pressure to increase the frequency range, enhance high frequency clarity. The two flat-panel speakers are to combine to form one double flat-panel speaker. This application could be make vocal range more broad. At the same time, closed enclosure and bass-reflex enclosure developed flat-panel speaker sound box enhances sound in the flat-panel speaker of the low frequency, sound pressure curve variance reduced by 14%. This study is used ANSYS finite element analysis software to create speaker models and frequency response analysis with the experimental measurements of sound pressure curves for comparison, verify the accuracy of the model predictions and effective characteristics of flat-panel speaker. Finally, the use the PSO in Fortran software calculate the best LCD TV manufacturing parameters, the  $L116 \times W25 \times H15$  mm of the best flat-panel speaker diaphragm manufacturing parameters is pattern 1 and single carbon fiber stiffening, edge material used PU synthetic leather ; the  $L58 \times W25 \times H15$  mm of the best flat-panel speaker diaphragm manufacturing parameters is pattern 1 and single carbon fiber stiffening, edge material used PET, double flat-panel spacing of 35mm, expect to provide a new LCD TV speaker in the majority consumer market.

Keywords : LCD TV、flat-panel speaker、composite materials、pattern stiffening、optimal design、double flat-panel

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要 v ABSTRACT vi 誌謝 vii 目錄 viii 圖目錄 xi 表目錄 xvi 第一章 緒論 1 1.1 前言 1 1.2 研究背景與動機 3 1.3 研究目的 5 1.4 文獻回顧 7 1.5 研究流程 9 第二章 基本理論 11 2.1 磁場理論 11 2.2 聲壓公式 13 2.3 量測障板設計理論 18 第三章 研究方法 21 3.1 電腦輔助工程ANSYS有限元素分析 22 3.1.1 有限元素模型建立與元素選用 24 3.1.2 模型網格化處理 26 3.1.3 設定邊界條件與求解 29 3.2 振膜加勁花樣設計 30 3.2.1 振膜加勁花樣面積與質量分析 31 3.2.2  $L116 \times W25 \times H15$ mm揚聲器振膜加勁花樣分析 33 3.2.3  $L58 \times W25 \times H15$ mm揚聲器振膜加勁花樣分析 34 3.3 揚聲器量測方法 35 3.3.1 量測障板之設計製作及實驗比較 35 3.3.2 聲壓曲線與失真、阻抗曲線量測 38 3.4 揚聲器音箱之結構設計與製作 40 3.5 雙振膜平板揚聲器之粒子群演算法最佳化設計 43 第四章 平板揚聲器製作與量測 47 4.1 平板揚聲器之零件製作 47 4.1.1 框架之製作 47 4.1.2 複合材料三明治結構振膜製作 48 4.1.3 懸邊系統之製作 51 4.1.4 激振器之製作 55 4.1.5 磁鐵與華司 59 4.2 複合材料三明治結構平板揚聲器組裝 60 4.3 音圈推力的量測 62 第五章 結果與討論 65 5.1 有限元素模型參數 65 5.2 單振膜模型之平板揚聲器聲壓曲線驗證 67 5.2.1 純珍珠板振膜之平板揚聲器聲壓曲線驗證 67 5.2.2 整面加勁振膜之平板揚聲器聲壓曲線驗證 68 5.2.3 花樣加勁振膜之平板揚聲器聲壓曲線驗證 73 5.2.3.1  $L116 \times W25 \times H15$  mm揚聲器花樣驗證 73 5.2.3.2  $L58 \times W25 \times H15$  mm揚聲器花樣驗證 79 5.3 不同懸邊模型之平板揚聲器聲壓曲線驗證 84 5.3.1  $L116 \times W25 \times H15$  mm揚聲器之懸邊驗證 85 5.3.2  $L58 \times W25 \times H15$  mm揚聲器之懸邊驗證 86 5.4 雙振膜模型之平板揚聲器聲壓曲線驗證 87 5.4.1 雙振膜間距之聲壓曲線分析與驗證 88 5.4.2 雙振膜平板揚聲器之聲壓曲線驗證 92 5.5 雙振膜平板揚聲器之最佳化分析與模型驗證 94 5.6 雙振膜平板揚聲器之音箱量測 97 5.6.1 雙振膜平板揚聲器之密閉式音箱開發 97 5.6.2 雙振膜平板揚聲器之倒相式音箱開發 98 5.6.2.1 倒相式箱體不同容積大小之聲壓量測 99 5.6.2.2 倒相式聲導管不同長度之聲壓量測 100 5.6.3 雙振膜平板揚聲器單體與不同音箱之聲壓量測 101 第六章 結論與未來研究建議 102 6.1 結論 103 6.2 未來研究建議 105 參考文獻 107

## REFERENCES

- [1]Kam, T. Y., U.S. Patent No. US006681026B2, 2004.
- [2]Bell, A. G., U.S. Patent No.174465, 1876.
- [3]Baldwin, N., U.S. Patent No. 905781, 1908.
- [4]Meyer, D. G., " Computer Simulation of Loudspeaker Directivity ", Journal of the Audio Engineering Society, Vol.32, pp.294-315, 1984.
- [5]Morse, P. M., and Ingard, K. U., " Theoretical Acoustics ", McGraw-Hill, NY, 1968.

- [6]Takeo, S., Osamu, Y., and Hideo, S., " Effect of Voice-Coil and Surround on Vibration and Sound Pressure Response of Loudspeaker Cones ", Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 28, No. 7-8, pp. 490-499, 1980.
- [7]吳家宏, " 有限元素法在Rayleigh 一次積分聲壓方程式之應用 ", 台灣虛擬產品研發技術論壇論文集, 2005。
- [8]Kennedy, J. and Eberhart, R.C., " Particle Swarm Optimization ", In proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, Vol. 4, pp.1942-1948, 1995.
- [9]Mingsign, R. and Bowen, L., " Determination of Optimal Exciter Deployment for Panel Speakers Using the Genetic Algorithm ", Journal of Sound and Vibration, Vol. 269, pp.727-743, 2004.
- [10]徐才維, " 微型喇叭之研製 ", 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 2002。
- [11]彭國晉, " 具加勁複合材料結構板之聲傳研究 ", 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 2004。
- [12]蘇鎮隆, " 複合材料板的聲傳平滑研究 ", 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 2004。
- [13]李士豐, " 微小型奈米碳管加勁複合材料平板揚聲器之最佳化設計與製造 ", 大葉大學工業工程與科技管理研究所碩士論文, 2007。
- [14]王怡婷, " 奈米碳管加勁複合材料雙振膜平板揚聲器最佳化設計與研製 ", 大葉大學工業工程與科技管理研究所碩士論文, 2010。
- [15]施志鴻, " 具彈性支撐複合材料圓板之振動急聲傳研究 ", 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 2004。
- [16]陳裕偉, " 振動板與平面揚聲器之研發 ", 大葉大學工業工程與科技管理研究所碩士論文, 2011。
- [17]Fredrick, H. A., " Acoustic Device ", U.S. Patent No.1955800, 1934.
- [18]Thuras, A. L., " Sound Translating Device ", U.S. Patent No. 1869178, 1932.
- [19]張志傑, " 複合材料板在不同密閉空間之揚聲行為研究 ", 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 2008。
- [20]中國電聲專業情報網, " 電聲詞典 ", 中國國防機械電子工業部出版社, 2007。
- [21]鄭厚錡, " 真空管擴音器設計原理 ", 五洲出版社, 2008。
- [22]International Electrotechnical Commission, " Sound system equipment Part 5:Loudspeakers ", IEC 60268-5 Third Edition, pp.39, 2003.
- [23]Audio Engineering Society, " AES Recommended Practice Specification of Loudspeaker Components Used in Professional Audio and Sound Reinforcement ", AES-1984 (r2003) Second Edition, pp.11-12, 2003.
- [24]Christopher, J. Struck, " Conversion of Frequency Data to the ISO R Preferred Frequencies ", CJS Labs, San Francisco CA USA, 2007.