壓電式陣列揚聲器之指向性研究

Advisee：Shun-Hui Huang 黃舜暉
Assistant Prof. Cheng-Hsin Chuang 莊承鑫
Department of Mechanical Engineering &
Institute of Nanotechnology
Southern Taiwan University

outline

一、動機

二、數值模擬

三、實驗量測

3-1 元件設計與製作

3-2 實驗架構

3-3 實驗結果

四、結論

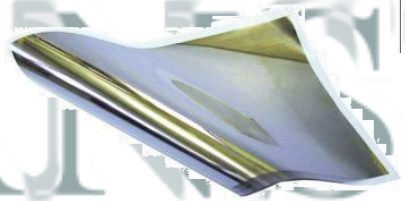
一、動機

市面上之揚聲器區分為

- 傳統動圈式揚聲器
- 壓電式揚聲器

→ 無方向性(Ommi-directional)

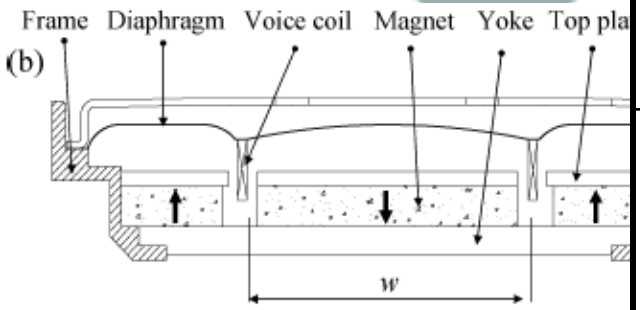
種類	動圈式
優點	易製造、構造牢固
缺點	體積與線圈無法微小化

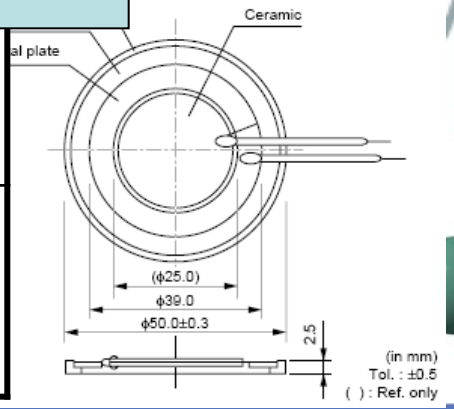


PVDF薄膜

利用Huygens一維陣列揚聲器理論，加強壓電式揚聲器之指向性效果

優點	可達成薄型化
缺點	內阻抗較大、失真率高

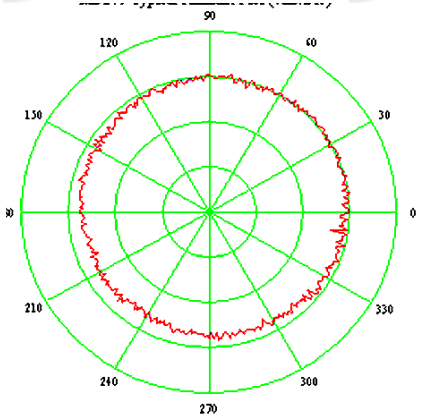




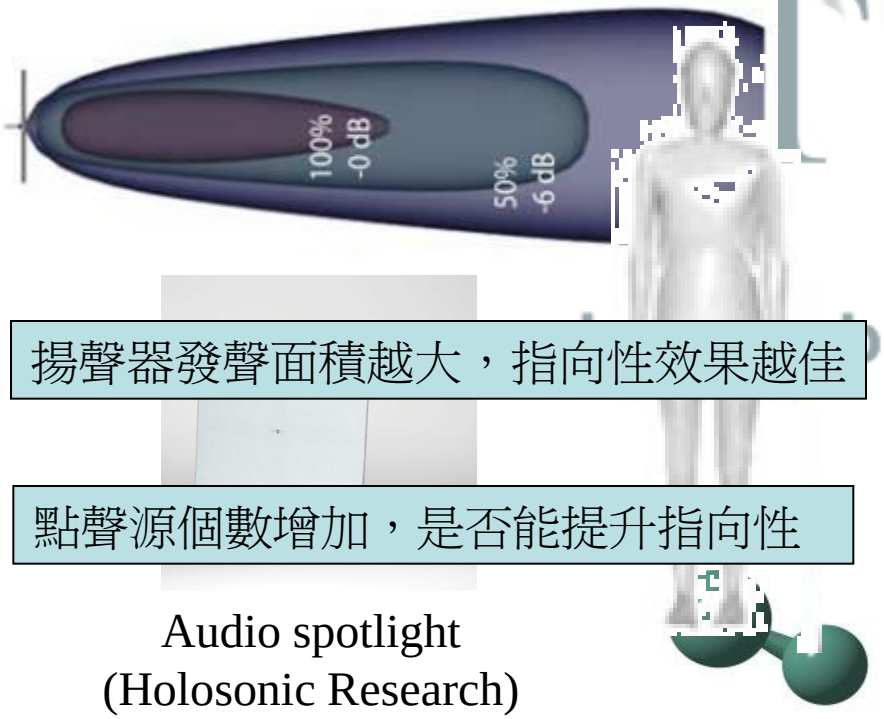
揚聲器之音場

- 無方向性(Ommi-directional)聲場
- 指向性聲場

無方向性(Ommi-directional)聲場



指向性聲場



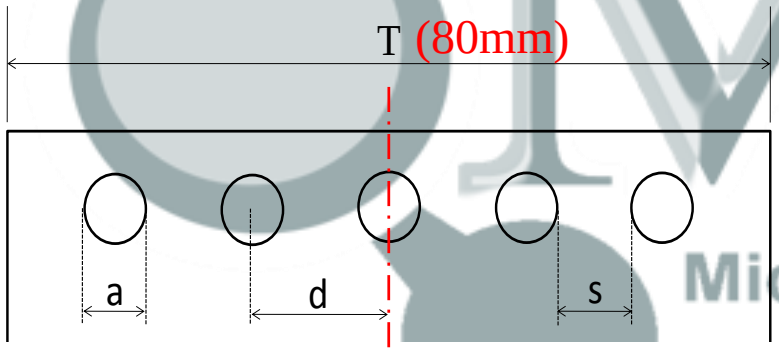
揚聲器發聲面積越大，指向性效果越佳

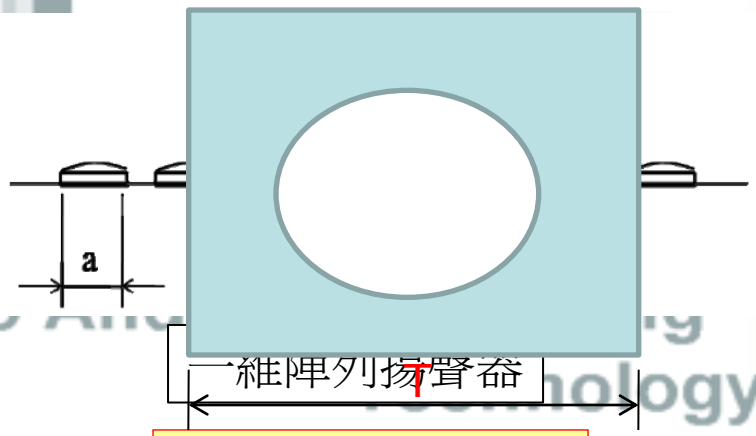
點聲源個數增加，是否能提升指向性

Audio spotlight
(Holosonic Research)

二、數值模擬

1. 利用自訂義之揚聲器總長度T，建立適當點聲源個數(n)與間距(d)
2. 根據λ=C/f之定義，求出各操作頻率下聲波之波長(λ)，C為空氣聲速344m/s
3. 利用MATLAB模擬工具，針對Huygens定理來驗證指向性程式(Rθ)





$$a = 2 \times \sqrt{\frac{1}{\pi} \times \frac{A}{n^2}} \qquad s = \frac{[T-(a \times n)]}{(n+1)} \qquad d = a + s$$

揚聲器總長度(T)：80mm

揚聲器發聲面積(A)：1963.5mm2

頻率(f)與波長(λ)之關係

頻率(KHz)	10	20	30	40
波長(λ)	34.4	17.2	11.5	8.6

單位：mm

固定頻率，點聲源個數增加

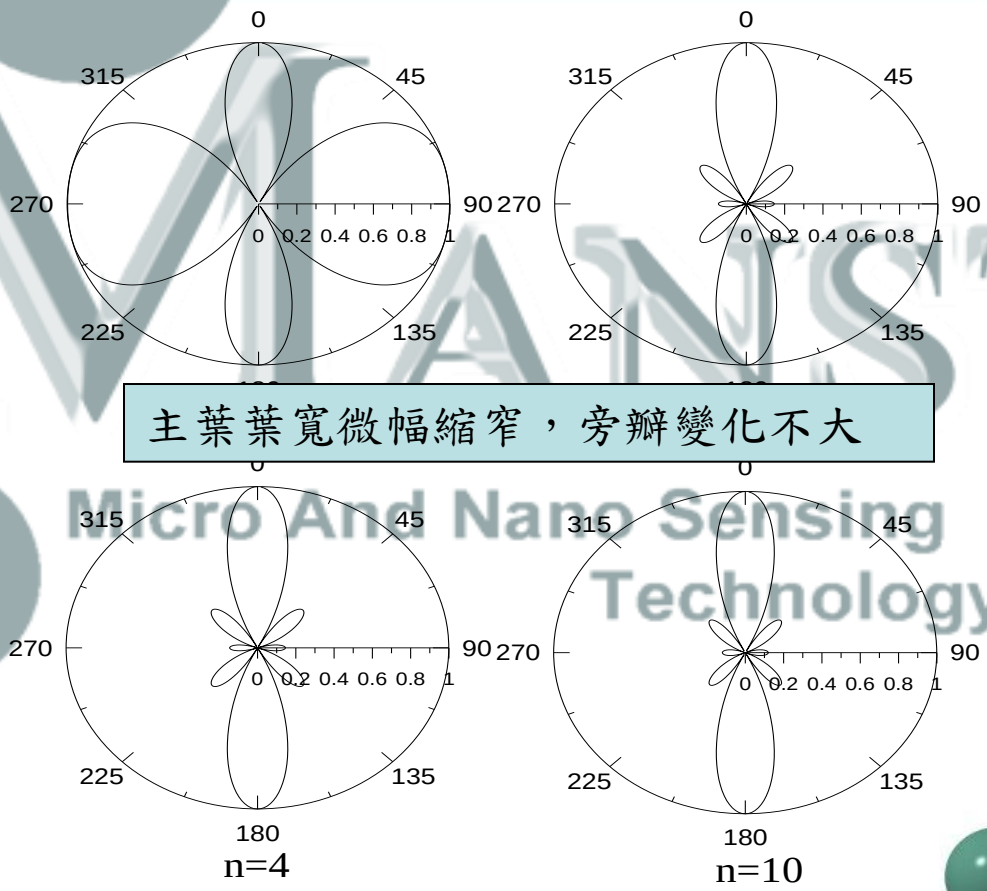
n=2	波長(λ)	間距(d)
單位(mm)	34.4	35.08

點聲源個數增加，間距縮小

n	間距
3	24.2
4	18.58
10	7.7

≦ 34.4

單位(mm)



主葉葉寬微幅縮窄，旁瓣變化不大

10KHz之聲束型式(beam pattern)圖

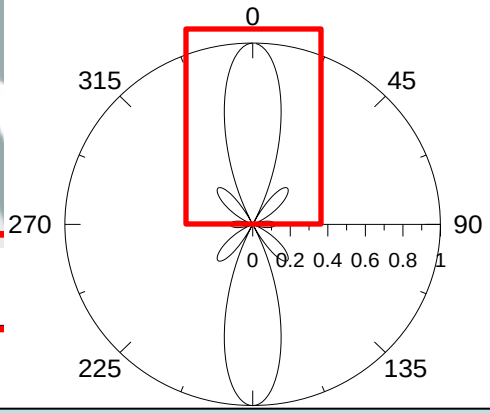
頻率(f)與間距(d)之關係

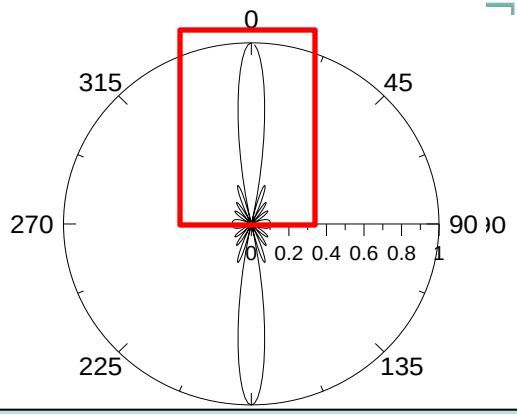
頻率(f)提高，波長(λ)縮小

頻率(KHz)	20	30	40
波長(λ)	17.2	11.5	8.6

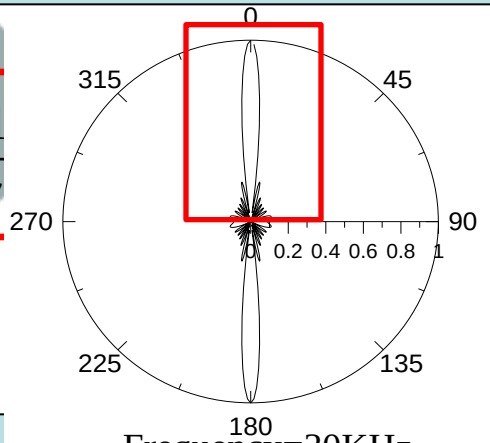
n(點聲源個數)	3	4	1
d(點聲源間距)	24.2	18.5	7

波長(λ) ≧間距(d)，旁瓣被抑制

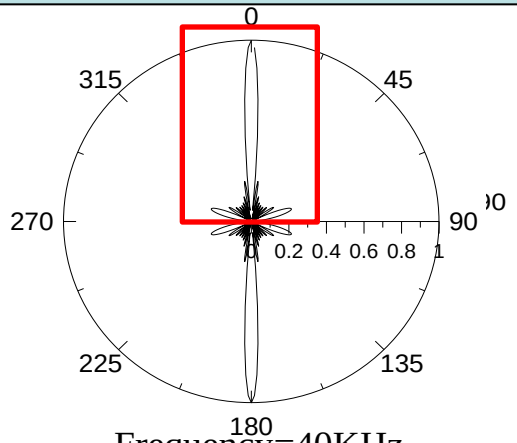




比較各頻率主葉寬度變化，頻率越高主葉角度逐漸縮窄



Frequency=30KHz



Frequency=40KHz

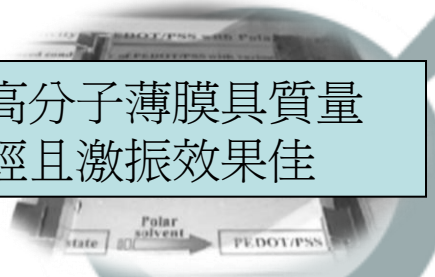
點聲源個數n=10時各頻率聲束型式圖

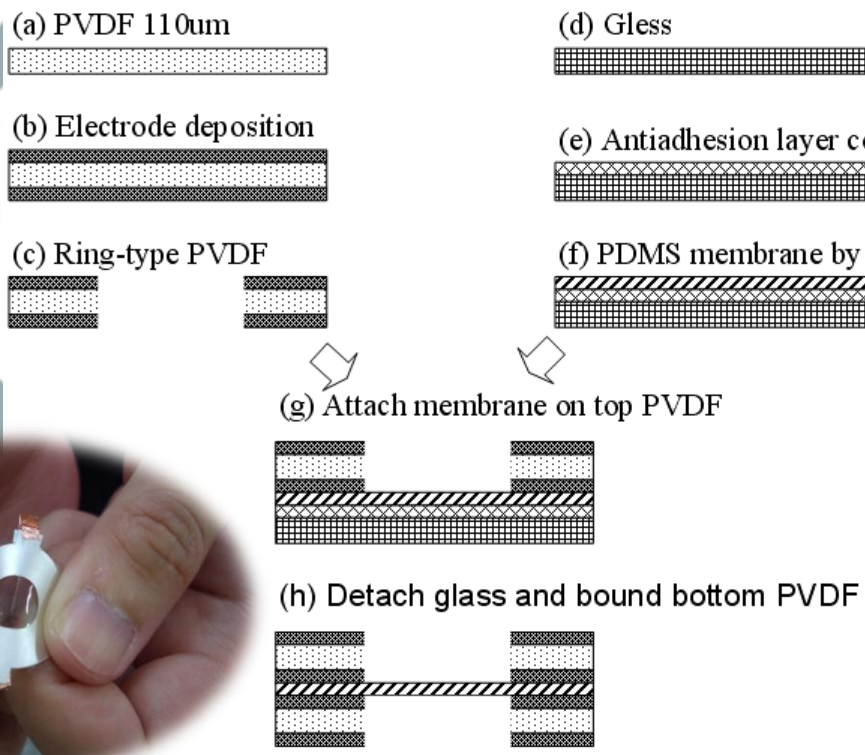
三、實驗結果

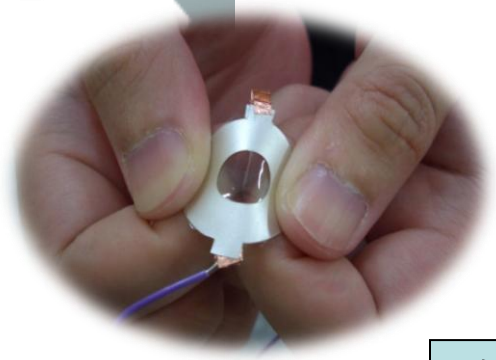
元件設計與製作

本研究建立Bimorph結構之軟性揚聲器原型，其製作流程如下圖。

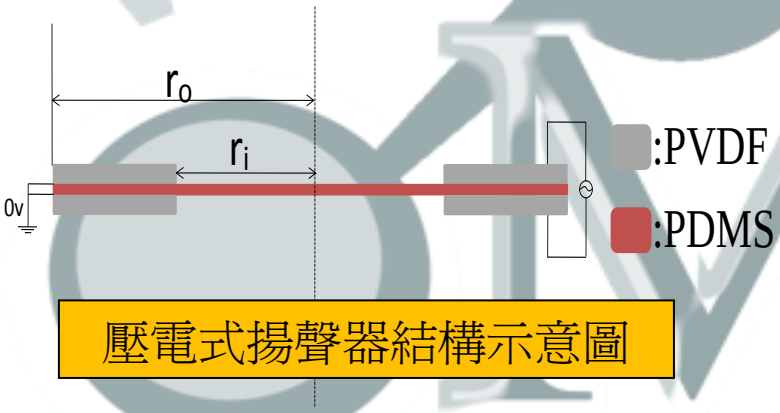
高分子薄膜具質量
輕且激振效果佳





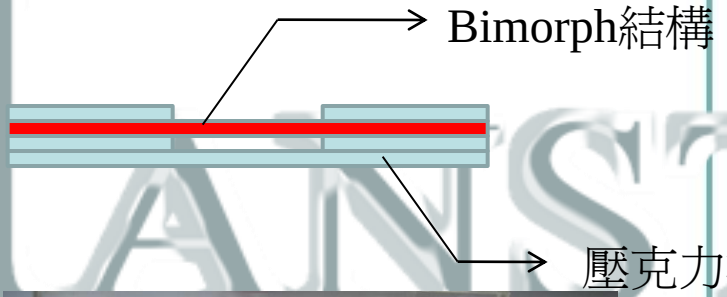


軟性揚聲器之製作流程



壓電式揚聲器結構示意圖

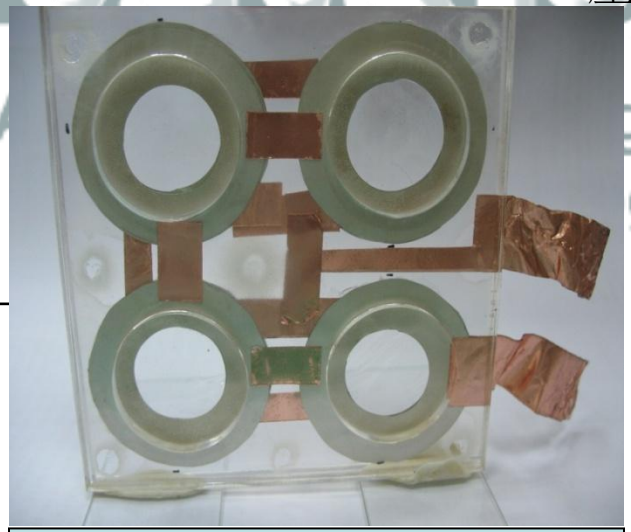
壓電式揚聲器剖面圖



尺寸示意圖

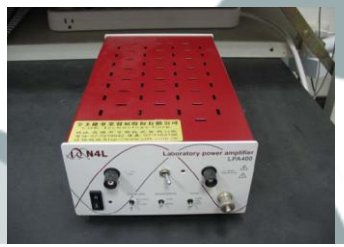
	內徑(r_i)	外徑(r_o)	厚度(t)
Bimorph結構	0.7	1.7	0.204

單位：mm



壓電式揚聲器2x2示意圖

實驗架構

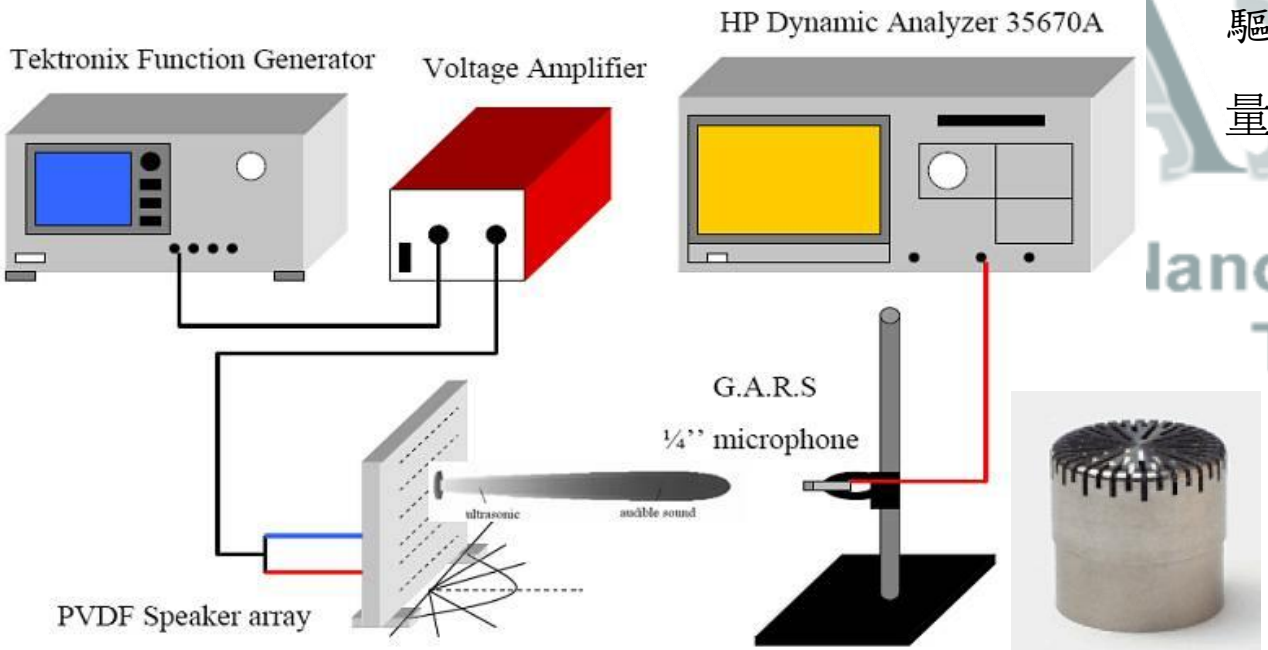


實驗環境

環境噪音：30db

驅動電壓：30vpp

量測距離：20cm



實驗架構示意圖

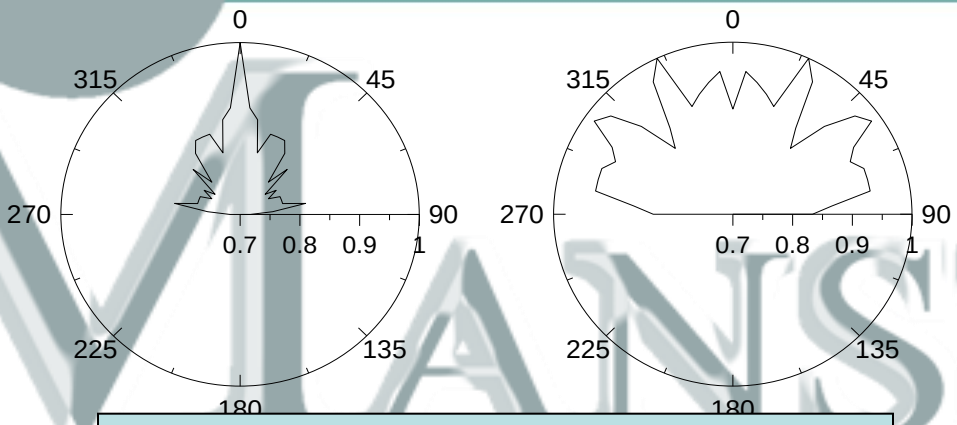
實驗結果

揚聲器之製程為Bimorph結構

平整度

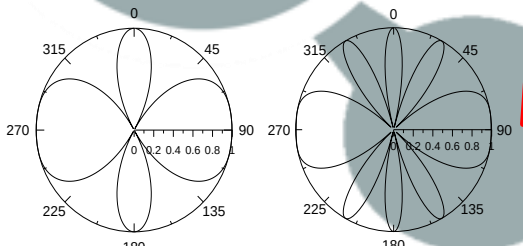
黏著劑

厚度不均與硬化問題



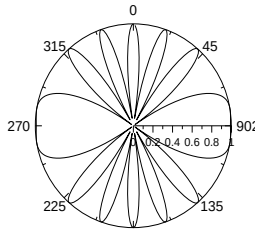
Fr Hz

每個點聲源之音壓值無法達到一致

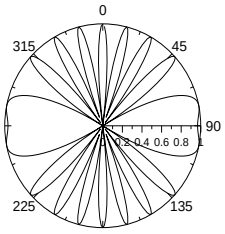


Frequency=10KHz

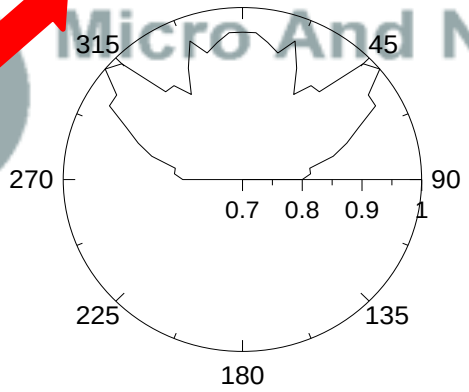
Frequency=20KHz



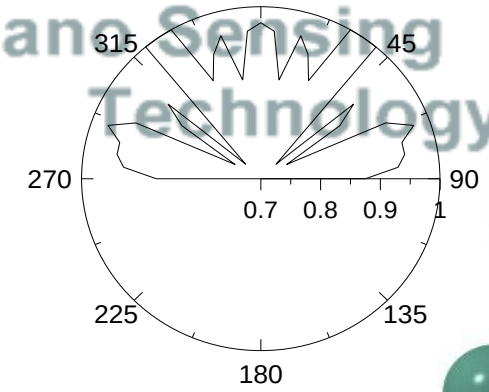
Frequency=30KHz



Frequency=40KHz



Frequency=30KHz



Frequency=40KHz

2X2Bimorph揚聲器之實驗量測圖

四、結論

1. 由數值分析的結果顯示，指向性決定於音訊波長與點聲源的間距的比值，當陣列數增加時，聲源間距減小，旁瓣將受到抑制且主葉的寬度也縮小，可有效增加其指向性，但陣列數目大過一臨界值時，再持續增加陣列數目也無助於指向性的增加。
2. 當操作頻率增加時，旁瓣的數目也隨之增加，但主葉的寬度卻能有效的縮減，因此高頻音訊則需要更多的陣列個數達到更佳的指向性。

Thank you for your attention!!