

# 新世代揚聲器開發之 先進鍍膜技術應用

明志科技大學

國立臺灣科技大學

作者：蔡佩真  
洪聖栢

指導教授：李志偉(明志科技大學)

## 簡介

一般揚聲器紙喇叭材質的振膜(Diaphragm)會因為強度不足，使得高頻區段的聲音發生顯著的分割運動，使聲壓下降，造成破音，或是音質變差。改善以上問題的常見做法是使用(1)**鋁質振膜**，或(2)**紙質振膜**表面**黏貼鋁膜**使其變為複合材料、或(3)用電路訊號補償。**鋁質振膜**會因內阻尼過低，其高頻區段聲壓太高，使得聲音刺耳不舒服。**紙振膜黏貼鋁膜**的複合材料則因為質量增加，造成效率降低與聲壓降低問題。**用電路訊號補償**則容易使得音質表現生冷，不夠人性化。本團隊發展鍍膜技術，在揚聲器紙振膜表面鍍製新穎的**金屬玻璃薄膜(Thin Film Metallic Glass, TFMG)**，由於具有**高彈性係數**與**高剛性**等性質，可提升揚聲器的高頻音質。

## 實驗內容

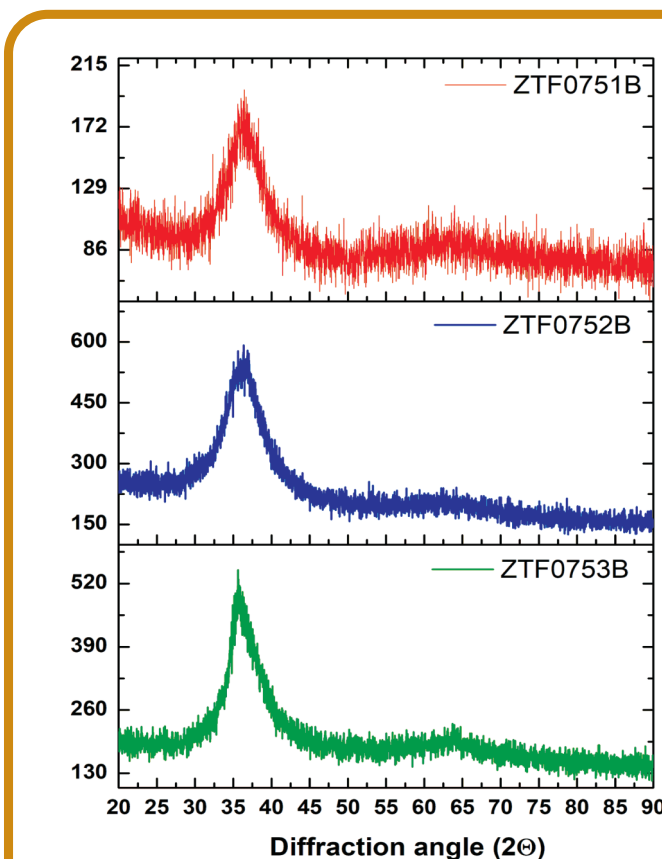
- ✿ 本團隊使用明志科大電漿與薄膜科技中心的鍍膜設備，採用一個合金靶，或是多個純金屬靶共濺鍍方式鍍膜，其技術特點是必須維持低鍍膜溫度，以免高溫造成紙振膜變形損壞。
- ✿ 本團隊之創新性為使用新穎的**金屬玻璃薄膜(Thin Film Metallic Glass)**，成分與現有專利都不相同。
- ✿ 本團隊擁有自行研發的鍍膜技術與全新金屬玻璃薄膜材料，是從未被揭露的新穎與創新性技術，且已獲得中華民國發明專利(I633194)。



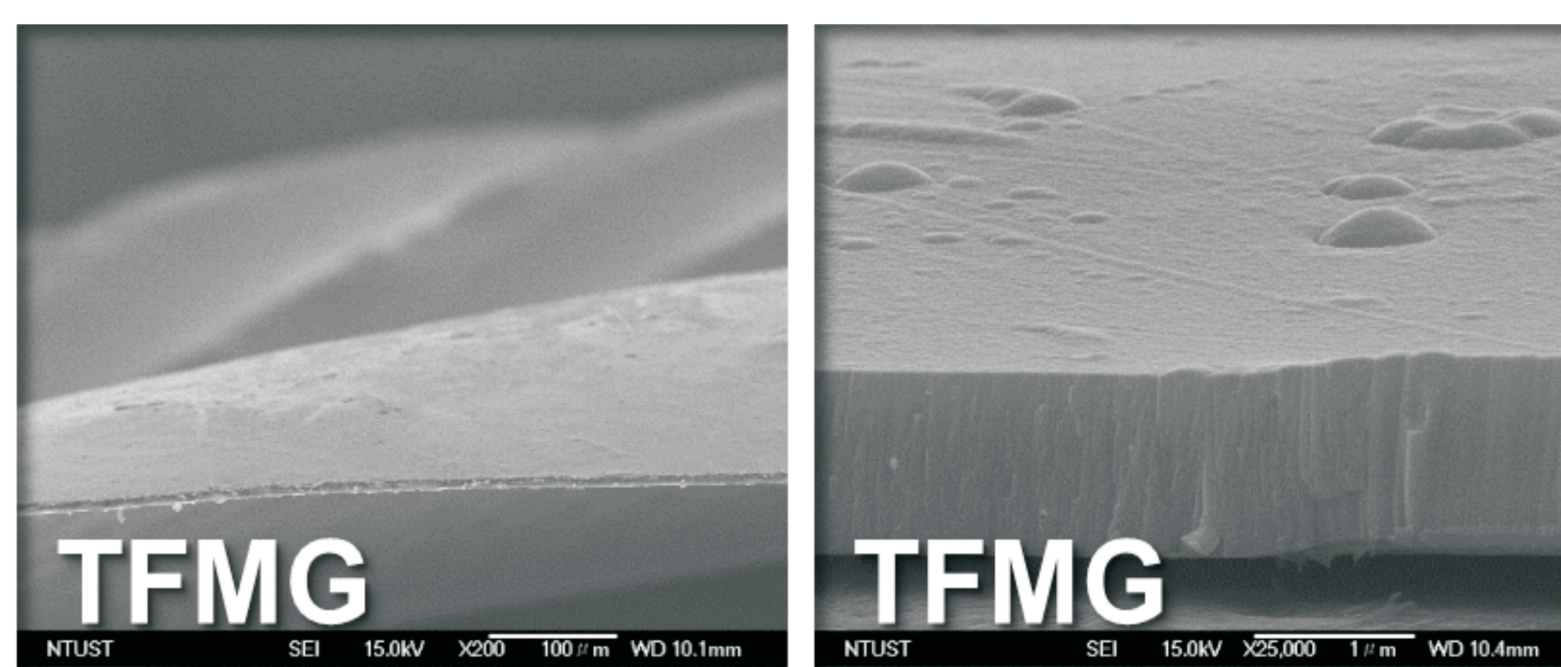
批次式-物理氣相沉積系統



連續式-物理氣相沉積系統



TFMG薄膜皆為非晶結構



披覆在揚聲器振膜上之TFMG薄膜，外觀非常緻密，附著性良好並且表面非常光滑。



## 結果

$$C_0 = \frac{1}{K} \propto \frac{1}{E}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{m_0 C_0}}$$

$$\eta_E = \frac{f_{02}}{f_{01}} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}}$$

$f_0$ : 共振頻率 (Hz)

$C_0$ : 振動系統的柔度

$m_0$ : 振動系統的質量

$K$ : 振動系統的勁度

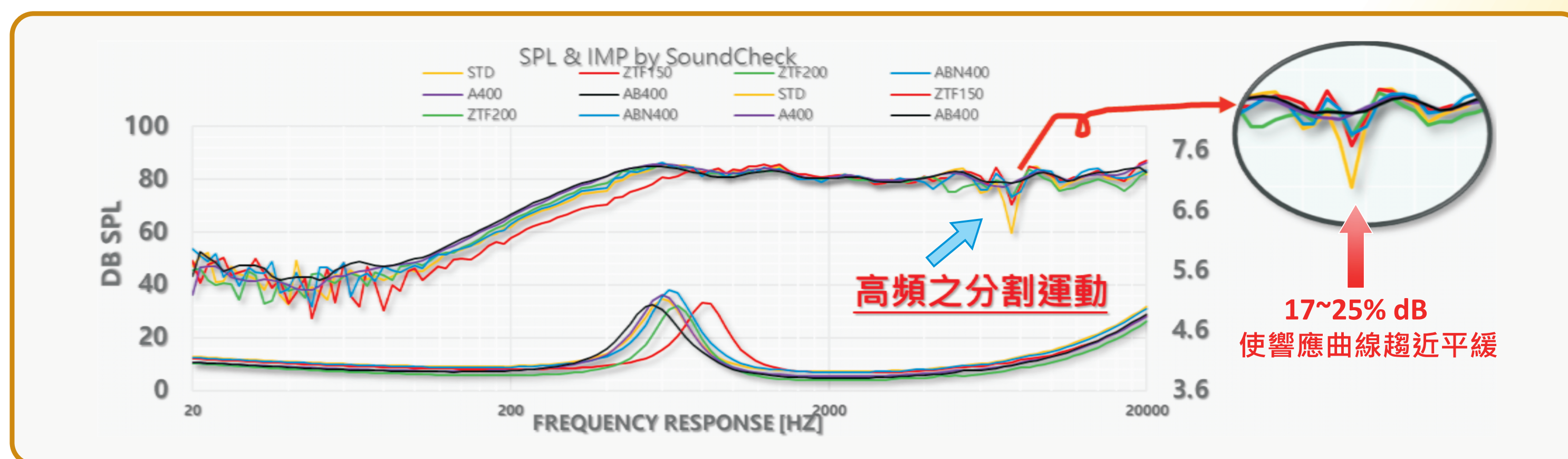
$E$ : 振動系統的彈性係數

$\eta_E$ : 不同彈性係數振膜的共振頻率比

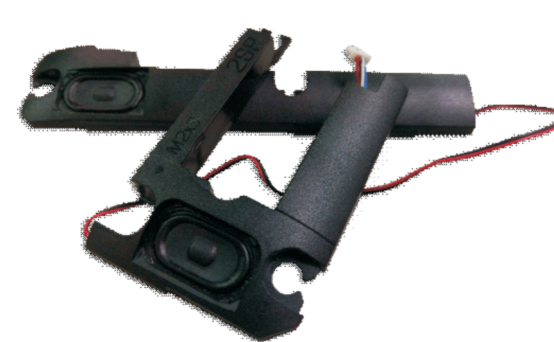
$f_{01}, f_{02}$ : 振動系統濺鍍前後的共振頻率 (Hz)

$C_1, C_2$ : 振動系統濺鍍前後的柔度

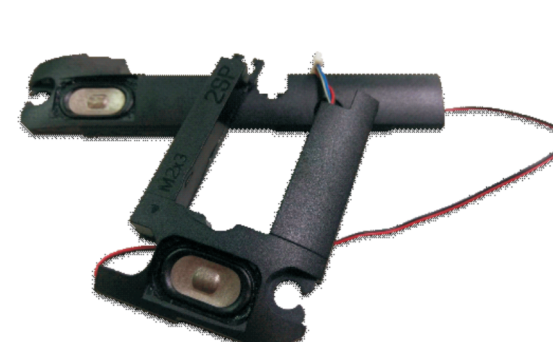
$E_1, E_2$ : 振動系統濺鍍前後的彈性係數



- ✿ 本技術藉著薄膜材料成分設計與鍍膜製程技術的最佳化，製造**高彈性係數**與**高剛性之金屬玻璃薄膜**，可以抑制揚聲器於高頻率與高音往復振動造成的音質失真問題，能吸收高頻振動的劇烈分割震動、降低聲音失真等效果。
- ✿ 此技術可以應用於高品質與高端揚聲器振膜，尤其是對於提升**智慧音箱**的**高音音質**有極大的潛力。
- ✿ 金屬玻璃薄膜鍍層使得紙振膜的高頻率波段的語音與音樂的清晰度獲得提升，且對於音膜質量的增加微乎其微，因此不會影響發音效率。



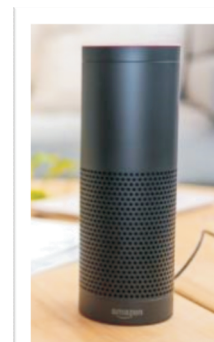
未鍍膜之標準喇叭



鍍製TFMG之喇叭



筆記型電腦喇叭



智慧音箱