

由 E 型諧振器組成之平面式無元件帶阻濾波器設計與實作



組別：晶片系統組 專題生：劉至軒 林佑丞 指導教授：張盛富 特聘教授

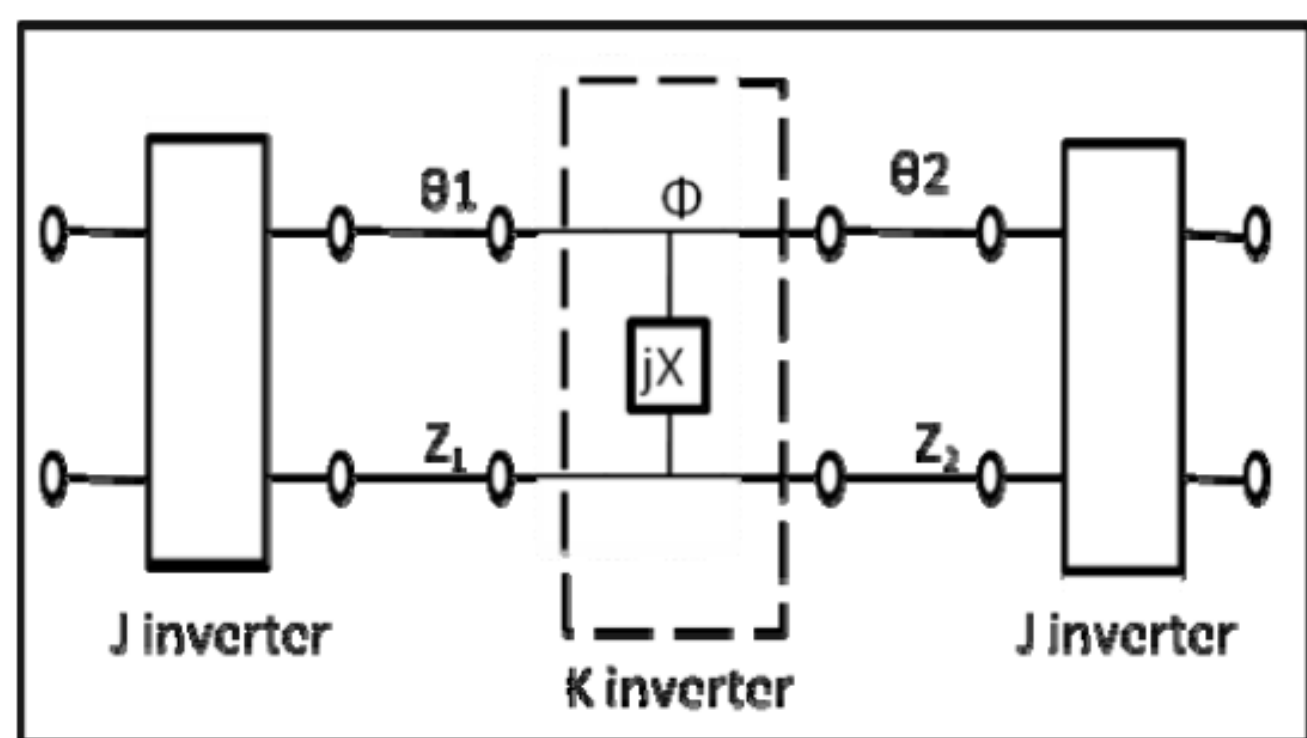
摘要

本次專題以一種 E 型諧振器 (E-shaped resonator) 為基礎之平面式無元件帶阻濾波器設計方法。該結構僅利用微帶線與基板即可實現，不需額外元件，具備低成本、易於製作及高度整合之優點。

E 型諧振器透過其對稱結構與多支線耦合特性，可在特定頻率產生強烈的諧振效應，形成明顯的帶阻響應。

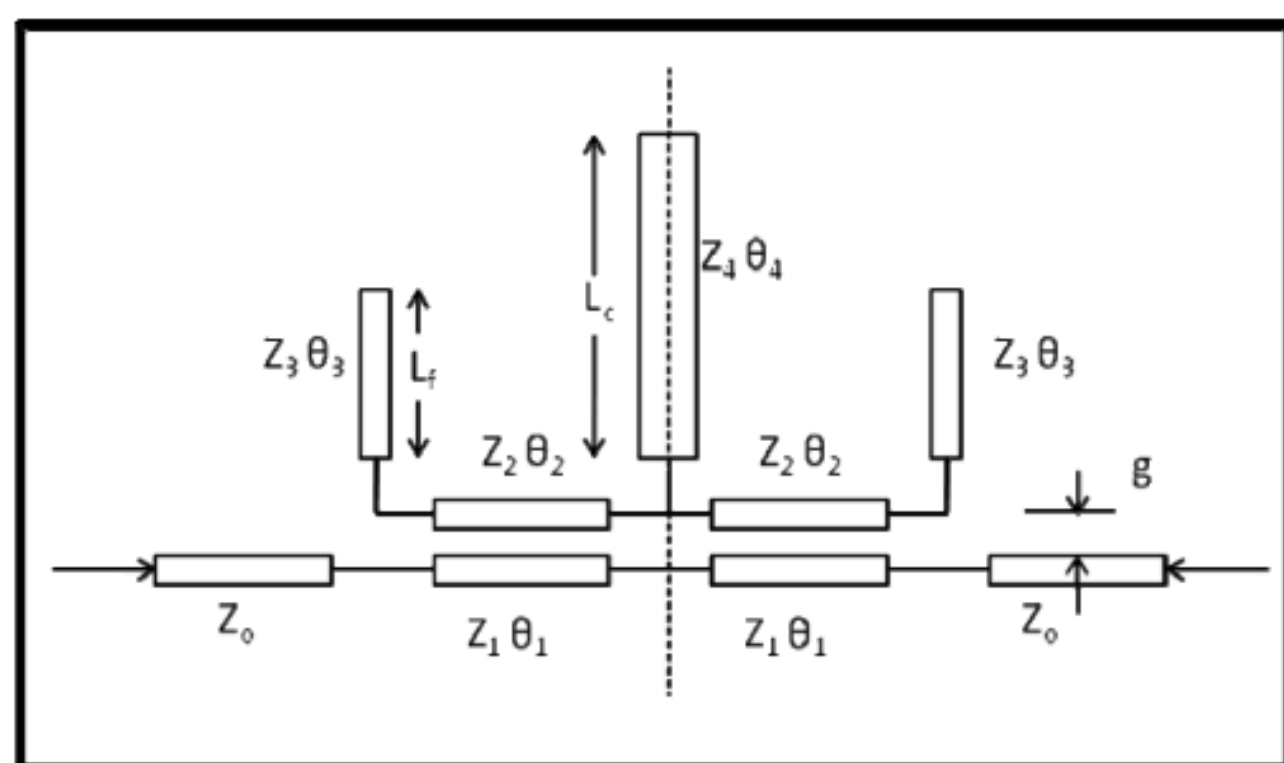
本濾波器可在中心頻率附近提供高達 -10dB 以上之抑制，且通帶插入損耗低於 -3 dB，驗證了設計方法的可行性與優越性。此研究成果可應用於無線通訊系統中，用以有效抑制干擾訊號或雜散頻率，並兼具小型化與低成本的優點。

設計思路



在進行電路設計時須將上述的標準化元件值轉化為平面微帶結構。我們使用了 J/K inverter 進行交替耦合(圖2.2)， J -inverter(Admittance Inverter)可以等效成並聯開路 $\lambda/4$ stub，在 $\lambda/4$ 的頻率點呈現等效短路； K -inverter(Impedance Inverter)則是可以等效成 $\lambda/4$ 邊耦合的微帶線段，兩條相鄰的微帶線透過耦合間隙 g 交換能量。

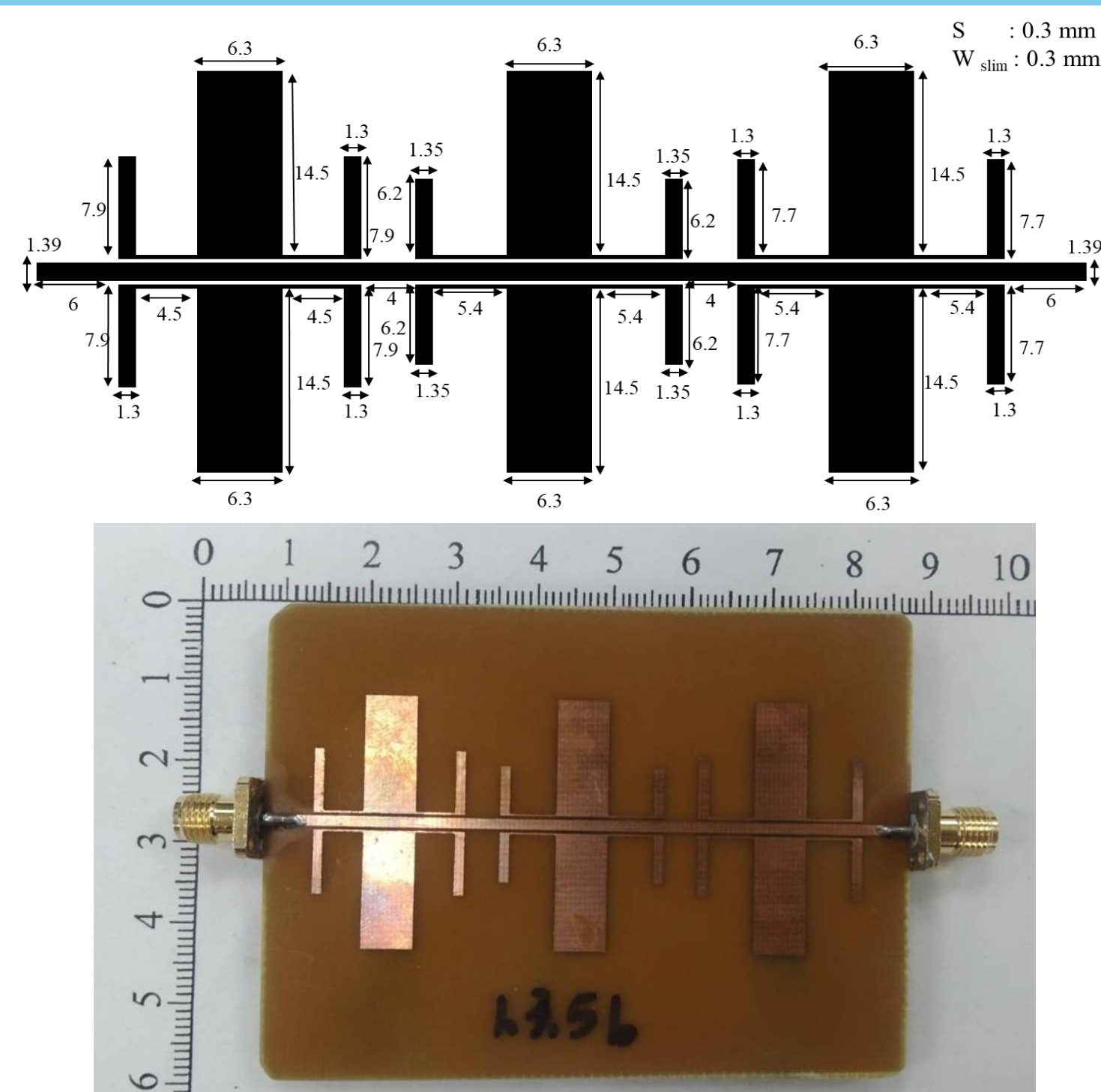
$$\frac{J_{j,j+1}}{Y_0} = \frac{K_{j,j+1}}{Z_0} = \frac{\pi W}{4\omega'_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{g_j g_{j+1}}} \quad Z_{\text{stub}} \approx \frac{4J}{\pi} \quad C \approx \frac{\pi}{4Z_0 K}$$



這邊我們使用奇偶模分析來計算零點位置及中心頻率，E型諧振器是左右對稱，可以分成奇偶模產生兩個零點來拓寬阻帶

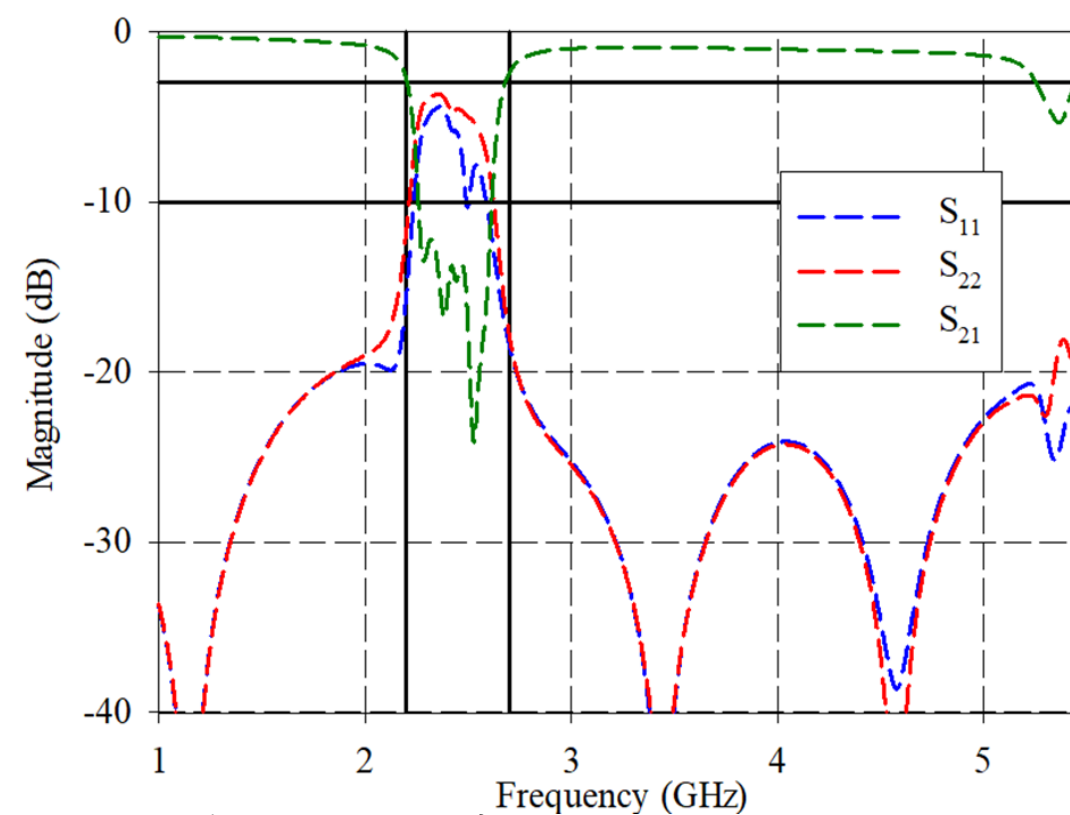
$$Z_{\text{odd}} = jZ_3 \tan \theta_3 + \frac{jZ_2 \tan \theta_2}{1 - \frac{Z_2}{Z_3} \tan \theta_2 \tan \theta_3} \quad Z_{\text{even}} = jZ_4 \tan \theta_4 + \frac{jZ_3 \tan \theta_3}{1 - \frac{Z_3}{Z_2} \tan \theta_2 \tan \theta_3}$$

電路圖



模擬與實測數據

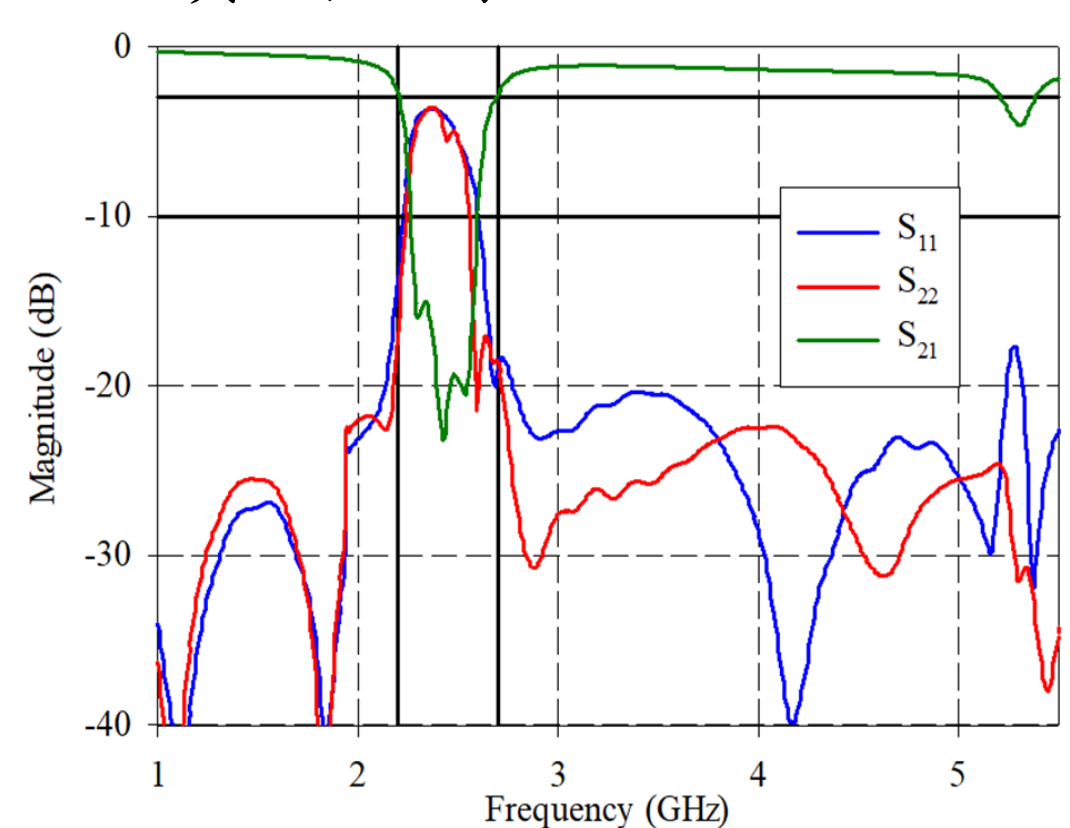
模擬數據



	2.26 GHz	2.609 GHz
S_{21}	-10.280 dB	-11.177 dB

BW = 0.349 GHz
Fmax = 5.252 GHz
FOM = 1.833

實測數據



	2.265 GHz	2.595 GHz
S_{21}	-10.200 dB	-10.824 dB

BW = 0.33 GHz
Fmax = 5.205 GHz
FOM = 1.718

結論

從實測數據可見，在頻率 2.2 及 2.7 GHz 時， S_{21} 皆在 -3 dB 之上，意旨在通帶時，至少會有一半以上的能量通過，與我們的預期目標相符。而 S_{11} 及 S_{22} 在 2.2 GHz 及 2.7 GHz 時皆會小於 -10 dB，代表在通帶時反射能量極小，在通帶的部分，通帶最高可到約 5.2 GHz，而阻帶的頻寬，也可達到約 0.33 GHz 左右，FOM 由兩者相乘可得約 1.72，達到預期目標 1.5 以上。