

利用輻射狀步階阻抗諧振腔 設計超寬上截止頻帶之微帶線帶通濾波器

研究生：蔡明澤

指導教授：郭仁財 博士

國立交通大學電信工程學系

電信工程研究所

摘要



本文提出新的輻射狀步階阻抗諧振腔，並使用其設計超寬上截止頻帶的微帶線帶通濾波器，已知步階阻抗諧振腔的諧振頻率會隨高低阻抗線段的阻抗和電氣長度比而改變，爲了讓上截止頻帶變寬，第一高階諧波(f_1)和基頻(f_0)的比例必須盡量增大，要達到這個目標，需縮小低阻抗對高阻抗之比值，並找出最佳的電氣長度比；而本文提出的輻射狀步階阻抗諧振腔可以有效縮小低阻抗部分之特性阻抗。本文並利用輻射狀步階阻抗諧振腔的特點，合成並實作出數個帶通濾波器的電路，以實現超寬的上截止頻帶，其模擬與量測結果相當一致。

Design of Radial SIR Bandpass Filters with an Ultra-Wide Upper Stopband

Student: Ming-Ze Tsai

Advisor: Dr. Jen-Tsai Kuo

Institute of Communication Engineering

National Chiao Tung University

Hsinchu, Taiwan



Abstract

Microstrip bandpass filters with an ultra-wide upper rejection bandwidth are designed using stepped-impedance resonators (SIRs). The resonant frequencies of the SIR vary with impedance and length ratios of the low-impedance and high-impedance line sections. In order to widen the upper rejection bandwidth, the ratio between the first higher order harmonic and fundamental frequencies (f_1/f_0) should be maximized. Decreasing impedance ratio at a specific length ratio can reach this goal. The radial SIRs are proposed to effectively diminish the low-Z section. Several bandpass filters composed of radial SIRs are synthesized and fabricated to realize an ultra-wide upper stopband. The measured results show a good agreement with the simulations.

Acknowledgement

致謝

首先很高興我的碩士論文順利完成了，最要感謝的就是指導老師郭仁財教授，帶領我進入微波領域，給與我在微波以及微帶線濾波器理論方面的指導，讓我在這些方面有深入的了解，郭老師對於學問的執著和要求也讓我學習到許多專業知識以外的東西。也謝謝徐敬文教授、黃瑞彬教授、施延宜學長在百忙之中還抽空給予學生論文指教以及提供許多寶貴的意見。



在908實驗室的兩年時光，感謝一起在908生活及為研究努力的學長、同學和學弟們，如博士班的國生學長、芻穎學長、孟駿學長、逸群學長和慶陸學長，碩士班的萬信學長、俊誠學長和鴻森學長，跟我同甘共苦的同学致遠、自強和啓興，還有學弟孟桓、富傑、得佑和森豪。除了在學問上適時地砥礪，對於日常生活的待人處事上，也給了我很多啓發，讓我的碩士班的生活變得更多采多姿。此外還要感謝這兩年來不斷的給我鼓勵和支持的家人還有許多朋友，因為有你們讓我求學的路更平順，謝謝大家！

目錄

中文摘要		I
英文摘要		II
致謝		III
目錄		IV
圖目錄		V
第一章	簡介.....	1
第二章	步階阻抗諧振腔與帶通濾波器.....	5
	2-1 步階阻抗諧振腔基本特性.....	5
	2-2 輻射狀步階阻抗諧振腔.....	8
	2-3 可將寄生響應推移至更遠的一種方法.....	11
	2-4 帶通濾波器的設計.....	12
	2-4-1 輸入與輸出饋入點位置與負載阻抗的定.....	13
	2-4-2 決定耦合長度.....	16
	2-5 饋入點對電路響應造成的影響.....	17
	2-6 濾波器電路設計上的限制.....	18
第三章	電路模擬與實作量測.....	23
	3-1 電路板規格與常用的設計參數.....	23
	3-2 電路模擬與量測.....	23
	3-3 輸入和輸出端改用四分之波長型諧振腔之模擬.....	27
	3-4 電路性能之討論.....	29
第四章	結論.....	38
參考文獻		39

圖目錄

圖 1.1 溝槽式諧振腔之結構.....	4
圖 1.2 溝槽式諧振腔之等效電路.....	4
圖 2-1.1 使用饋入耦合輸入的步階阻抗諧振腔.....	19
圖 2-1.2 使用奇模與偶模激發的步階阻抗諧振腔 (a) 奇模激發 (b) 偶模激發..	19
圖 2-1.3 步階阻抗諧振腔的各諧振頻率與結構參數間的關係圖.....	20
圖 2-2.1 輻射狀步階阻抗諧振腔 (a) 諧振腔幾何結構 (b) 諧振腔等效電路.....	20
圖 2-2.2 步階阻抗諧振腔之 f_1/f_0 對 u 值的關係圖，其中 R 的範圍從 3 到 21.....	21
圖 2-2.3 輻射狀步階阻抗諧振腔之耦合方式.....	21
圖 2-3.1 輻射狀步階阻抗諧振腔之四分之波長型式.....	22
圖 2-3.2 步階阻抗諧振腔之 f_2/f_0 對 u 值的關係圖，其中 R 的範圍從 3 到 21.....	22
圖 3-2.1 f_1/f_0 模擬值與預側值對 R 值之趨勢變化.....	31
圖 3-2.2(a) $R = 13$ ， $f_0 = 2.45$ GHz，0.1 dB 漣波， $\Delta = 15\%$ 之三階輻射狀步階阻抗 諧振腔帶通濾波器之電路量測與模擬結果.....	32
圖 3-2.2(b) 電路實作之照片.....	32
圖 3-2.3(a) $R = 17$ ， $f_0 = 2.45$ GHz，0.1 dB 漣波， $\Delta = 6\%$ 之三階輻射狀步階阻抗 諧振腔帶通濾波器之電路量測與模擬結果.....	33
圖 3-2.3(b) 電路實作之照片.....	33
圖 3-2.4(a) $R = 21$ ， $f_0 = 2$ GHz，0.1 dB 漣波， $\Delta = 5\%$ 之三階輻射狀步階阻抗諧振 腔帶通濾波器之電路量測與模擬結果.....	34
圖 3-2.4(b) 電路實作之照片.....	34
圖 3-2.5(a) $R = 21$ ， $f_0 = 2$ GHz，0.1 dB 漣波， $\Delta = 4\%$ 之二階輻射狀步階阻抗諧振 腔帶通濾波器之電路量測與模擬結果.....	35
圖 3-2.5(b) 電路實作之照片.....	35
圖 3-3.1(a) $R = 13$ ， $f_0 = 2.45$ GHz，0.1 dB 漣波， $\Delta = 11\%$ 之二階帶通濾波器模擬 結果.....	36

圖 3-3.1(b) 電路的幾何結構.....	36
圖 3-3.2(a) $R = 21$, $f_0 = 1.8$ GHz , 0.1 dB漣波 , $\Delta = 6$ %之二階帶通濾波器模擬結果.....	37
圖 3-3.1(b) 電路的幾何結構.....	37

