



# 2011 中技社科技研究獎學金

## CTCI Science and Technology Research Scholarship

### 利用超材料傳輸線合成一耦合線及其在共模濾波器及平衡非平衡轉換器應用

An artificial coupled line based on metamaterial transmission line and its application on common mode chokes and baluns

台灣大學 電信工程學研究所 博士班五年級 蔡仲豪

指導教授：吳宗霖 教授

#### 研究重點

- 共模濾波器：利用非鐵磁性材料物質及超材料傳輸線的概念，實現可以操作在千兆赫茲以上之一寬頻且微小的共模扼流線圈。
- 平衡非平衡轉換器：利用人工傳輸線具有純虛部偶模態阻抗的特性，設計出一寬頻且可以在系統封裝層級實現的平衡非平衡轉換器(Balun)。

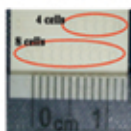
#### 研究成果

##### ■共模濾波器：

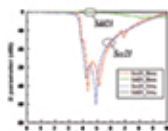
在此研究中，依據所學的電磁理論及傳輸線概念，提出了一新穎的共模扼流線圈的等效電路架構，如圖一所示，此電路架構在差模操作時，仍然維持理想傳輸線固定特性阻抗及球形傳播相位的特性，也就是說可以有效地傳送差模訊號；相對地，在共模操作時，此電路架構在某一頻率範圍出現等效負介電常數的超材料特性，對於產生電磁輻射的共模雜訊有一寬頻的抑制，有別於之前使用鐵磁性材料實現抑制共模雜訊所需的大電感，利用此概念我們在低溫共燒陶瓷基板上實現出一電性尺寸為 $0.16 \times 0.26 \text{ g2}$ ，從3.8 到7.1千兆赫茲可以有超過10dB共模抑制(分式頻寬為73 %)的共模雜訊濾波器，如圖二及圖三所示，除此，基於此新穎電路架構，我們也設計出贴片式的共模扼流線圈，其物理尺寸為 $1.6 \text{ mm} \times 1.6 \text{ mm}$ ，超過10dB抑制頻寬可以從2.2至6.5千兆赫茲，其實驗結果，如圖四所示。



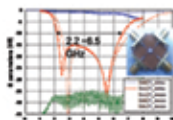
圖一



圖二



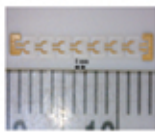
圖三



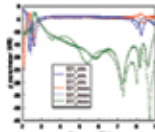
圖四

##### ■平衡非平衡轉換器：

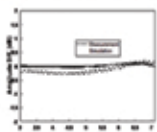
利用具有純虛部偶模態阻抗之人工差動傳輸線，設計一個具有寬頻操作的縮小化平面式平衡非平衡轉換器，利用奇偶對稱分析，我們可以設計奇模態的特性符合轉換器的阻抗匹配要求，再利用偶模態具有一寬頻抑制帶的特性達到轉換器所需要的幅度及相位平衡的特性。此結構被實際實現於系統封裝層級的電路板上，如圖五所示，其從3.3到7.1 千兆赫茲具有良好的0.3 dB幅度不平衡和3° 相位不平衡(如圖六所示)且反射損耗大於 10 dB，具有73 %的頻寬，如圖七及圖八所示。其電氣尺寸只有 $0.063 \times 0.44 \lambda \text{g2}$ ，其物理尺寸為 $1.6 \times 11.2 \text{ mm2}$ 。



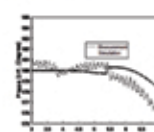
圖五



圖六



圖七



圖八

#### 研究生活及心得

記得剛進入研究所時，渾然不知如何著手做一份研究，能做的事情就只有讀論文與修課，讀了很多論文，修習了幾堂的課程，期間也嘗試很多研究題目，都沒有顯著的成果呈現。然而在第二年，老師給了一個研究題目，利用之前所學的知識(論文及課程)，想出一個可以解決問題的方法，並進行模擬分析、實作及量測，完成一份研究成果，並獲得老師的贊同及國際期刊接受的肯定，才感受到作研究原來是這麼一回事，體會到沒有成果及想法的階段，也是屬於研究的一部分，端看自己如何去處理及應對。我就是把每次的失敗嘗試都當作一次難得的經驗，才能靠自己後來的研究成果。

非常感謝吳宗霖老師亦師亦友地指導，提供給學生豐富的研究資源、溫馨的實驗室環境，並將實驗室營造出一個大家庭的氣氛，讓每個人感覺到自己不只是一個人在做研究，而是大家分工合作，互相幫忙的完成許多研究成果。在實驗室裡得到的不只是專業上的知識，更讓我學到待人處世的態度、人際關係的維持、國際觀的提升及人生觀的改變，這些都是我博士生涯中得到的珍貴寶藏，希望自己能轉換這些寶藏的價值，應用到科技的發展及社會的關懷上，能替台灣盡點心力。