

共面波導之轉接(1/3)

Coplanar Waveguide Transition(1/3)

計劃編號: NSC 90-2219-E-002-005

執行期限: 90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主 持 人: 吳瑞北 台灣大學電機系教授

一、中文摘要

關鍵詞: 共面波導、金屬波導、覆晶轉接、收發模組

本研究計畫第一年的重點共分為兩部分，第一部份在於研究共面波導至矩形波導的模向轉接，第二部分則是有關基本的共面波導覆晶轉接。在第一部份中，首先，我們將共面波導至矩形波導的轉接設計在 X 頻段，並以實作驗證我們的理論，得到反射損耗在 15dB 以下的頻寬約有 40% 左右，和傳統的轉接架構比較起來，此轉接是個極為寬頻的轉接；接著我們將這個轉接設計在 Ka 頻段，也得到相同的寬頻轉接。在第二部分中，我們探討了共面波導覆晶轉接的等效電路，並且萃取其等效電路參數；基於這些萃取的參數，使我們瞭解轉接的特性，進而設計出極為寬頻的覆晶轉接。

英文摘要

Keywords: coplanar waveguide, metallic waveguide, flip-chip interconnect, transceiver

In the first year, the project emphasize at two parts. One is the transition from the Coplanar Waveguide (CPW) to the rectangular waveguide (RWG) and the other is the transition of flip-chip. For the CPW to RWG transition, the transition

realized in the X-band has a bandwidth of 40% in which the insertion is better than 15dB. Compared with the traditional CPW to RWG transition, the bandwidth is very large and the size of transition is small. Also, the idea is extended to the Ka-band and a good performance of CPW to RWG transition is obtained. For the flip-chip transition, we proposed an equivalent circuit for the transition and extracted the equivalent circuit parameters in it. Based on the extracted parameters, a wideband flip-chip transition is designed and verified.

二、計畫緣由與目的

由於共面波導在電路設計上有多項的優點，因此近年來大量地被使用在高頻電路的設計上，有很多高頻的電路模組因而產生；因此，對於如何整合這些電路模組，共面波導的轉接便成為一個重要的議題。本計畫的重點在於探討其中的兩項轉接結構：其一為共面波導至矩形波導的轉接，其二為共面波導的覆晶轉接。對於如何將這些轉接結構，設計成體積小、頻寬大、成本低，著實實地進行一連串的研究，以達成學術上及工業上的需求。

三、共面波導至矩形波導轉接

共面波導至矩形波導的轉接如圖一所示，這個結構是從微帶線至矩形波導的寬頻轉接[1]，改良之後所得的結構；其具有體積小、成本低、頻寬大的優點。對於這個結構，我們分別設計了 X 頻段及 Ka 頻段的轉接，結果將詳述於下：

1. X 頻段轉接

對於這個頻段的轉接，圖一中所使用的矩形波導為標準的 WR-90 的波導，其尺寸為 900x400 mil；而平面電路的封裝尺寸為 400x400 mil；另外，平面電路則製作在介電係數 $\epsilon_r=2.2$ 厚度 $h=31$ mil 的 Rogers RT/Duroid 5880 的板子上。轉接的平面電路上視圖如圖二所示，其中平面電路的尺寸也標於其上。我們使用商用軟體 Ansoft HFSS 來進行模擬，模擬的結果如圖三所示，由此圖我們可以觀察到，和傳統的轉接相比較，這個轉接的頻寬相當的寬，反射損耗在 15dB 以上的頻寬大約有 40% 左右。為了要驗證結果的準確性，我們也實地製作了一個背對背的架構，其量測和模擬的比較如圖四所示；由這結果看來，量測和模擬有著相同的趨勢，只是共振尖點的位置有些微的差異。

2. Ka 頻段轉接

對於這個頻段的轉接，圖一中所使用的矩形波導為標準的 WR-28 波導，其尺寸為 280x140 mil；而平面電路的封裝尺寸為 140x140 mil；另外，平面電路則製作在介電係數 $\epsilon_r=2.2$ 厚度 $h=10$ mil 的板子上。轉接的平面電路上視圖如圖五所示，其中平面電路的尺寸也標於其上。相同地，我們也使用商用軟體 Ansoft HFSS 來進行模擬，模擬的結果如圖六所示，由此圖我們可以看出，反射損耗在 15dB 以上的頻寬大約也有 40% 左右，和 X 頻段的轉

接有著類似的結果。

四、共面波導覆晶轉接

傳統的共面波導覆晶轉接參考自[2]，其結構圖如圖七所示，圖中的尺寸參數為： $W_C=W_M=200\mu\text{m}$ 、 $S_C=S_M=70\mu\text{m}$ 、 $G_C=G_M=600\mu\text{m}$ 、 $H_C=H_B=H_M=127\mu\text{m}$ ，板子的介電常數 $\epsilon_r=10.2$ 。其上視圖和等效電路如圖八所示，其中 $D_B=160\mu\text{m}$ 、 $L_P=200\mu\text{m}$ ；我們使用 Sonnet 來模擬這個結構，並萃取其等效電路，所得的串接電感 $L_S=68.67\text{pH}$ 、並接電容 $C_C=C_M=34.91\text{fF}$ 。由這些萃取的等效電路參數，我們得知整個轉接為一電容性，因此我們提出了一個降低電容效應的結構，如圖九中的小插圖所示，其模擬結果就如圖九所示；由這個圖我們可以看出當我們適當地調整 Δ 的大小，我們就可以得到一個滿寬頻的轉接結果。

為了解釋這個現象，針對每一個 Δ 值，我們分別萃取出其等效電路的電感、電容值，如圖十所示；從這張圖我們可以清楚地看到，當 Δ 增加的時候，電感值也會隨之增大而電容值卻因此而變小。為了驗證這套理論，我們降頻 10 倍做了一組背對背的結構作量測，其模擬和實驗的結果如圖十一所示；觀察此圖，我們可以看出模擬和量測的反射損有著相同的趨勢，只是在共振頻率上有些許的差異；比較 $\Delta=0\mu\text{m}$ 和 $\Delta=100\mu\text{m}$ 的結果，我們可以看出反射損耗獲得很大的改善。

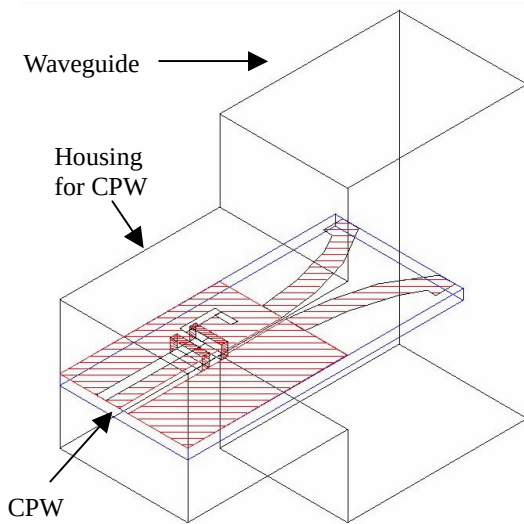
五、參考文獻

- [1]. T. H. Lin and R. B. Wu, "A Broadband Microstrip-to-Waveguide Transition with Tapered Slotline Probe," submitted to *IEEE*

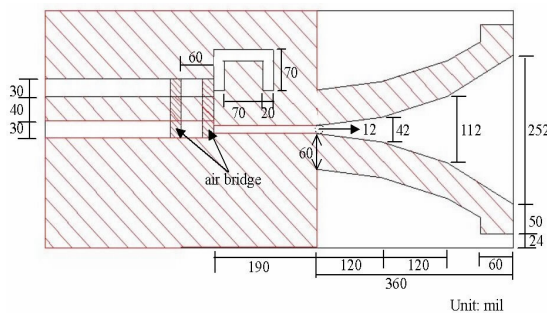
Microwave and Wireless Components Lett.

- [2]. H. H. M. Ghouz and E. El-Aharawy, "An accurate equivalent circuit model of flip chip and via interconnects," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 44, no. 12, pp. 2543-2554, Dec. 1996.

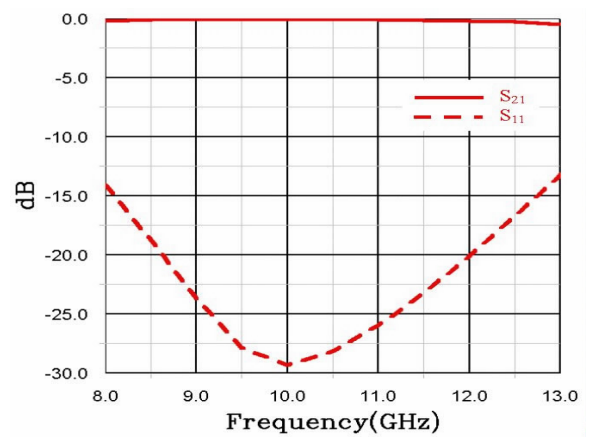
六、附圖



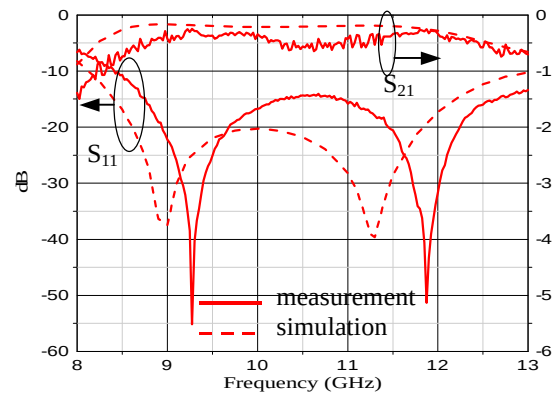
圖一、共面波導至矩形波導的轉接圖



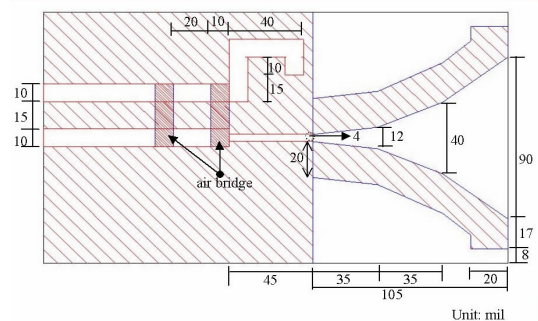
圖二、X 頻段—共面波導至矩形波導轉接的上視圖及尺寸。



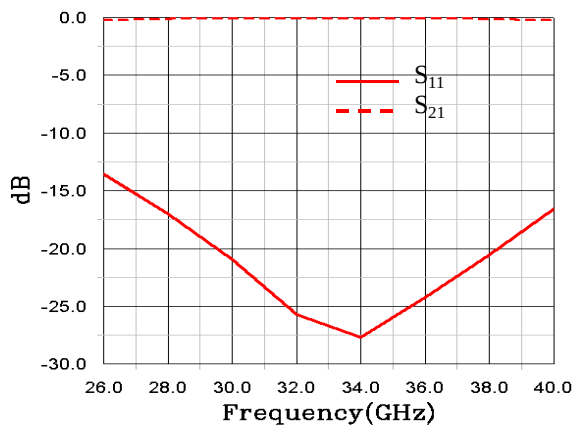
圖三、X 頻段—共面波導至矩形波導轉接的模擬結果。



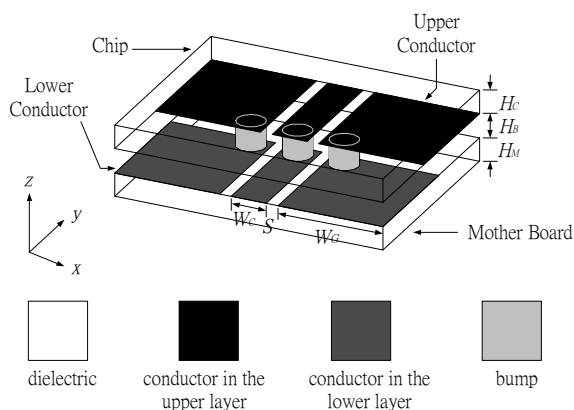
圖四、X 頻段—共面波導至矩形波導轉接的背對背結構之模擬和量測比較。。



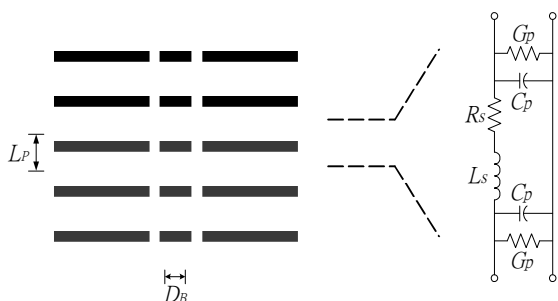
圖五、Ka 頻段—共面波導至矩形波導轉接的上視圖及尺寸。



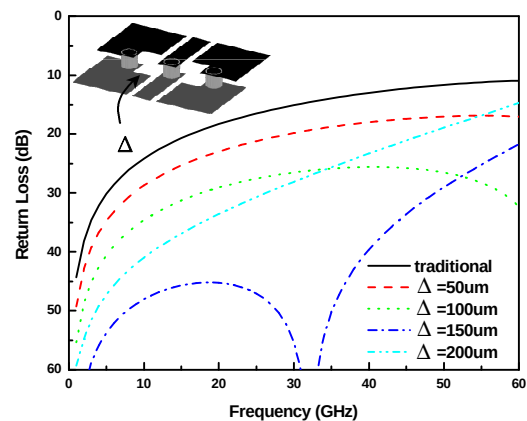
圖六、Ka 頻段—共面波導至矩形波導轉接的模擬結果。



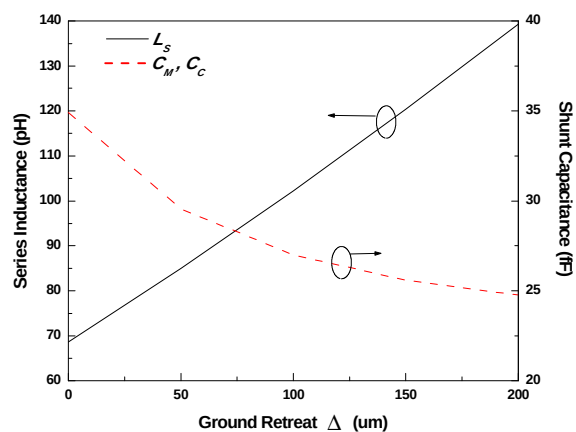
圖七、傳統的共面波導覆晶轉接之結構。



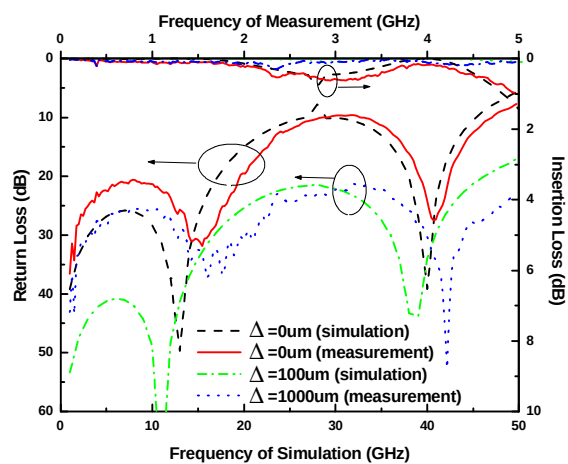
圖八、傳統的共面波導覆晶轉接的上視圖及其等效電路。



圖九、改良型共面波導覆晶轉接之模擬結果。



圖十、改良型共面波導覆晶轉接之等效電感及電容。



圖十一、共面波導覆晶轉接的背對背結構之模擬和降頻量測結果。