

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫四：共面波導之轉接(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2219-E-002-017-

執行期間：91 年 08 月 01 日至 92 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學電信工程學研究所

計畫主持人：吳瑞北

計畫參與人員：王蒼容、洪承甫、王士瑋、簡志宏

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 27 日

共面波導之轉接(2/3)

Coplanar Waveguide Transition(2/3)

計劃編號: NSC 91-2219-E002-017

執行期限: 91 年 8 月 1 日至 92 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

本研究計畫的重點共分為兩部分，第一部份在於共面波導至矩形波導的模向轉接，第二部分則是有關共面波導的覆晶轉接。第一年我們模擬了一些 Ka 及 Q 頻段的轉接，於第二年的進程中，我們將這些模擬的結果，實際製作電路並量測，得到吻合度不錯的模擬和量測結果。其一，在共面波導至矩形波導的轉接方面，其反射損耗在 15dB 以下的頻寬約有 40% 左右，可謂相當的寬頻；除此之外，我們也嘗試在 V 頻段設計此轉接，其反射損耗在 15dB 以下的頻寬約有 16% 左右，所得頻寬並不如前者優異，此乃受限於高介電係數的板材之緣故。其二，在改良式共面波導的覆晶轉接方面，反射損耗在 20dB 以下的頻寬，可從 DC 延伸至 35GHz，也可謂相當不錯。

英文摘要

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

The project emphasizes at two parts: one is the transition from the Coplanar Waveguide (CPW) to the rectangular waveguide (RWG) and the other is the flip-chip transition. The transitions designed in the first year are realized in the Ka- and Q-bands in the second year. The measurement results show reasonable agreement with the simulation results. For the CPW to RWG transition, the transition realized in the Q-band has a bandwidth of 40% in which the return loss is better than 15dB. Compared with the traditional CPW to RWG transition, the bandwidth is very large and the size is small. Also, the idea is extended to the V-band and a bandwidth of 16% in which the return loss is better than 15dB is obtained. The smaller bandwidth is limited by the Al_2O_3 substrate of high dielectric constant. For the improved flip-chip transition, the return loss is larger than 20 dB in the frequency range from DC to 35

GHz, demonstrative of really a wideband design.

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 Q 頻段和 V 頻段的轉接，結果將詳述於下：

1. Q 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-22 的波導，其尺寸為 224x112 mil；而平面電路的封裝尺寸為 112x112 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 Rogers RT/Duroid 5880 的板子上。轉接的平面電路之上視圖如圖二所示，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。為了驗證結果的準確性，我們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，量測和模擬雖然有些差異，但是仍保持著相同的趨勢。

2. V 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-15 波導，其尺寸為 148x74 mil；而平面電路的封裝尺寸為 74x74 mil；另外，平面電路則製作在介電係數 $\epsilon_r=9.8$ 、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 16% 左右；頻寬不高的原因，主要是天線在高介電係數的基板上，因為高 Q 值的緣故使得阻抗隨頻率變動幅度較大，因此，匹配的頻寬

就此受限。

四、共面波導覆晶轉接

1. Ka 頻段轉接

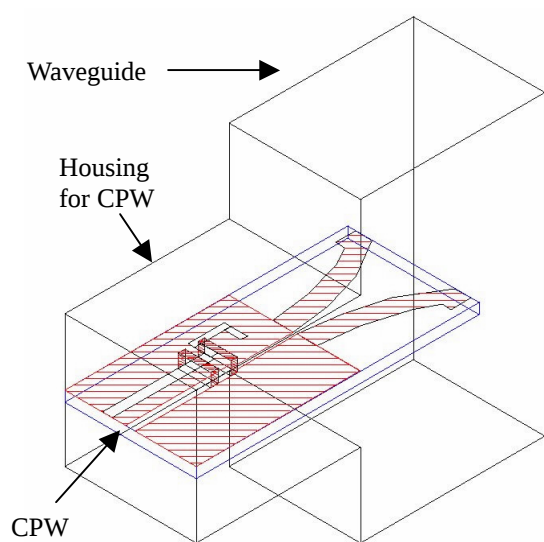
改良式覆晶轉接的結構如圖七所示[2]，所採用的基板為氧化鋁基板(Al_2O_3 substrate)，板材的厚度為 $H_M=381\mu\text{m}$ ，介電係數為 $\epsilon_r=9.9$ ，其上的傳輸線型式為 GCPW (Grounded Coplanar Waveguide)。晶片上所採用的板材為砷化鎵(GaAs)，其厚度為 $H_C=635\mu\text{m}$ ，介電係數為 $\epsilon_r=12.9$ ，其上的傳輸線型式為共面波導。關於凸塊(bump)方面，其直徑為 $D_B=80\mu\text{m}$ ，高度為 $H_B=35\mu\text{m}$ 。此外，氧化鋁基板和砷化鎵晶片上的傳輸線和凸塊都是由金所構成的；再者，就轉接部分的金屬撤退 Δ 而言，基板和晶片則分別為 $\Delta_M=75$ 和 $\Delta_C=50\mu\text{m}$ 。氧化鋁基板上的傳輸線尺寸為 $W_M=100\mu\text{m}$ 、 $S_M=55\mu\text{m}$ 、 $G_M=295\mu\text{m}$ ，而砷化鎵晶片上的傳輸線尺寸則為 $W_C=100\mu\text{m}$ 、 $S_C=80\mu\text{m}$ 、 $G_C=270\mu\text{m}$ 。

就量測方面，為了去除下探針處的不連續效應及參考平面校正，首先，我們使用圖八的TRL(Through Reflect Line)校準件做校準；接著，我們再進行圖九電路之量測。圖九為實際電路的上視圖，其上共有四對背對背的轉接，而晶片上的傳輸線長度為 $700\mu\text{m}$ ，其所對應到的共振頻率為 82.35GHz 。量測的結果如圖十所示，其中我們量測了三組不同的晶片，以驗證製程的重複性。由此圖我們可以看出，反射損耗的趨勢滿一致的，只是在共振點的附近有些許的差異，一般而言，其值都大於 17dB ；就插入損耗而言，其值也都小於 0.2dB 。如此便驗證了這種改良型的覆晶轉接，在工業界上的可用性。

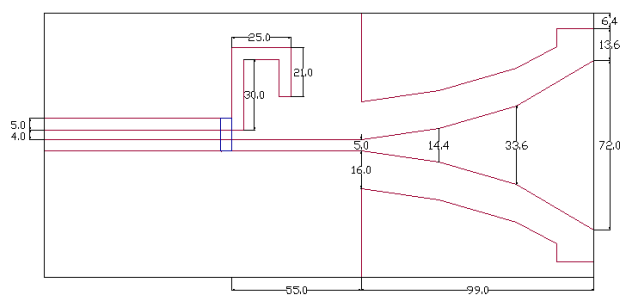
五、參考文獻

- [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]. C. L. Wang, and R. B. Wu, "A locally matching technique for broadband flip-chip transition design," *IEEE MTT-Symp. Dig.*, 2002, pp.1397 –1400.

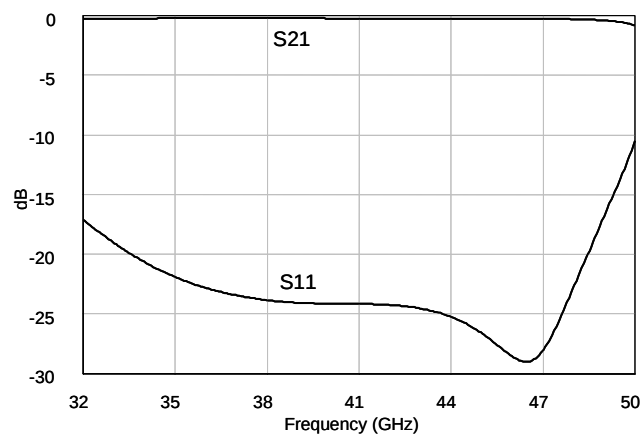
六、附圖



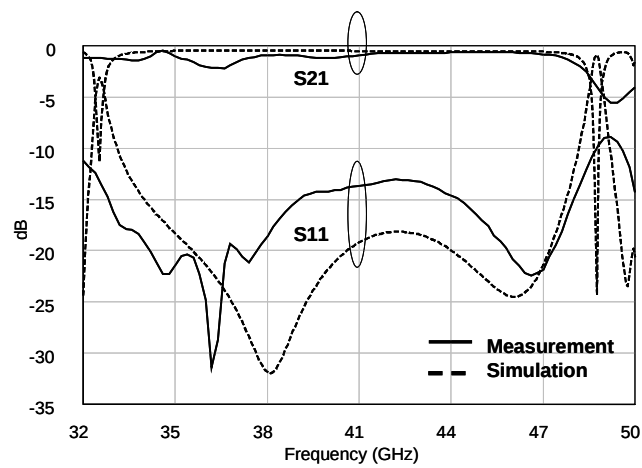
圖一、共面波導至矩形波導的轉接圖



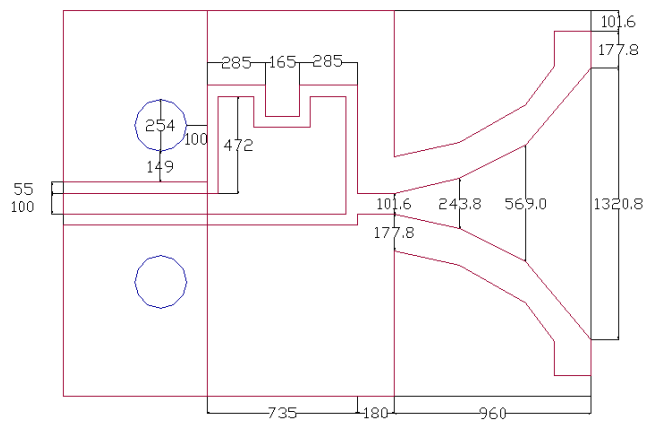
圖二、Q 頻段—共面波導至矩形波導轉接的上視圖及尺寸。(Unit:mil)



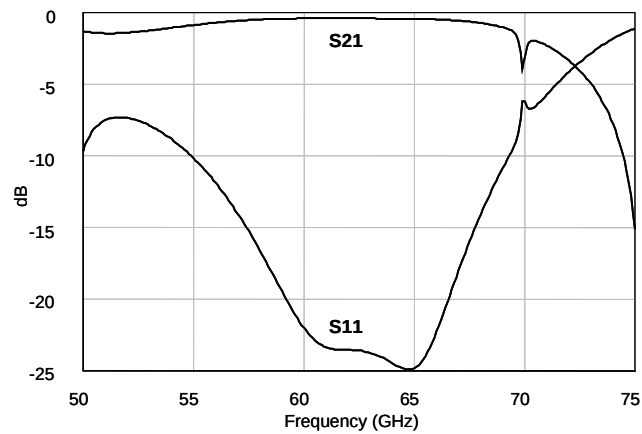
圖三、Q 頻段—共面波導至矩形波導轉接的模擬結果。



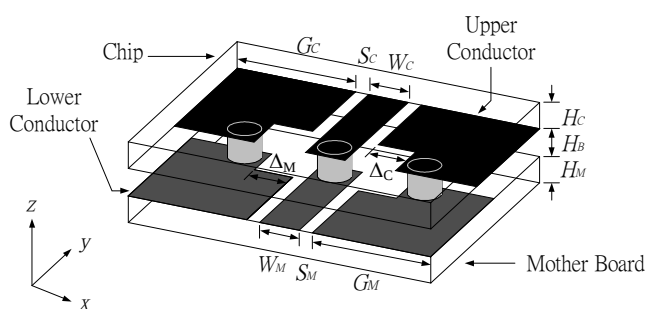
圖四、Q 頻段—共面波導至矩形波導轉接的背對背結構之模擬和量測比較。



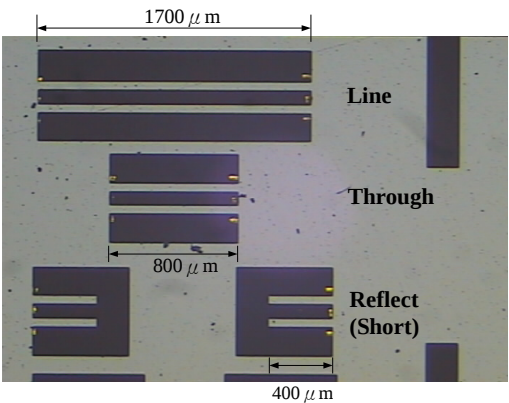
圖五、V 頻段—有背板共面波導至矩形波導轉接的上視圖及尺寸。(Unit:micron)



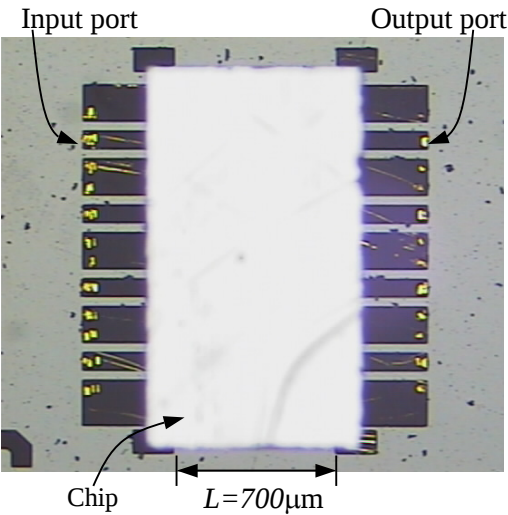
圖六、V 頻段—有背板共面波導至矩形波導轉接的模擬結果。



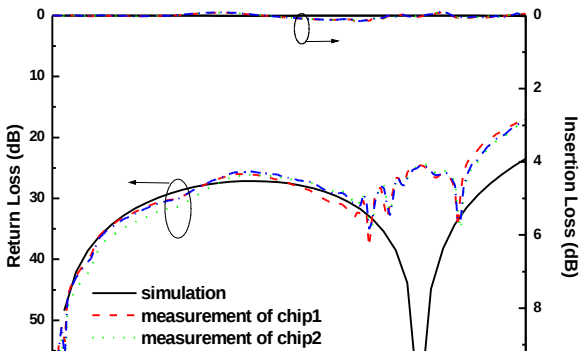
圖七、改良式共面波導覆晶轉接之結構。



圖八、TRL 校準件的上視圖。



圖九、高頻覆晶轉接的背對背結構之上視圖。



圖十、Ka 頻段—以 54Ω 作為饋入線阻抗並做 TRL 校準後的量測結果。