

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

A decorative horizontal border at the bottom of the page, featuring a repeating pattern of black and white crosses.

※ 微機電微波元件之研究總計畫 ※

A decorative horizontal border consisting of a repeating pattern of stylized floral or geometric motifs, possibly a traditional or folk art design.

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89-2218-E-002-045

執行期間：89年08月01日-90年07月31日

計畫主持人：張培仁 國立台灣大學應用力學研究所教授

共同主持人：呂學士 國立台灣大學電機研究所教授

黃榮堂 國立台北科技大學機電研究所副教授

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
 - 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
 - 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
 - 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學應用力學研究所

中華民國 90 年 10 月 2 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

微機電微波元件之研究總計畫

計畫編號：NSC89-2218-E-002-045

執行期限：89/8/01-90/7/31

主持人：張培仁 國立台灣大學應用力學研究所教授

共同主持人：呂學士 國立台灣大學電機研究所教授

黃榮堂 國立台北科技大學機電研究所副教授

一 中文摘要

(關鍵詞：微機電、砷化鎵、微帶天線、微波通訊、可調式微波衰減器、固定相位)

本研究計畫之研究目標為利用微機電技術設計、製作微波通訊的元件。在三五族方面，我們以饋入方式為迴路式的共面波導製作微帶天線，其特性在於可改善一般微帶天線的頻寬不夠的缺點，利用微機電技術將天線下方的介電質掏空使其有較低的有效介電質常數，使輻射效率變高。在天線部份則利用背面蝕刻，使成孔狀，添加或不添加其它介電材料於孔中，使天線效率提升，頻寬增加，或是利用微機電開關減少干擾並降低造價。在微波衰減器方面則是利用 90 度的耦合器、電阻與微波開關組合成可調式微波衰減器，以達固定相位之目的，開關方面則是利用金屬接觸式的方式制動衰減器，而使用共平面波導主要的考量是其製程簡單。

Abstrate (Keywords: MEMS、AsGa、Microstrip Antenna、Microwave Communication、Tunable Microwave Attenuator、Constant Phase)

The research purposes is using MEMS technologies to design and fabricate microwave communication devices. In III-V group, we fabricate the looped feed CPW microstrip antenna, and improve its bandwidth, compared to common antenna. We can obtain lower

dielectric constant and higher radiation efficiency by etching dielectric layer below antenna. As to the patch antennas, we use back-etching technology to produce cavities and add other dielectric materials among them, changing the dielectric constant around the microstrip patch antennas to increase efficiency of antennas, or use MEMS technology to produce the MEMS switch which has good power handing capacity and low interference. As to tunable microwave attenuator, we use 90° coupler、resist and switches to compose attenuator with constant phase. Its major idea is process simplicity by using CPW.

二 計劃緣起與目的

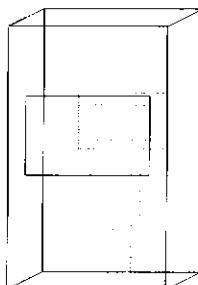
近幾年來由於微機電系統如火如荼的發展，加上市場上對於手機的需求也越來越多，因此也促使微波通訊的發展，由於其中有相當多的被動元件能以微機電技術製做出性能更好的元件，因此結合微機電技術與微波通訊的研究領域也有越來越多的人投入。故若我們能把握此一良機投入高頻微波、毫米波通訊重要元件的研製，則二十一世紀蓬勃發展的無線通訊市場，我們將可佔一席之地。

三 研究成果

3.1 三五族微機電技術研發及應用

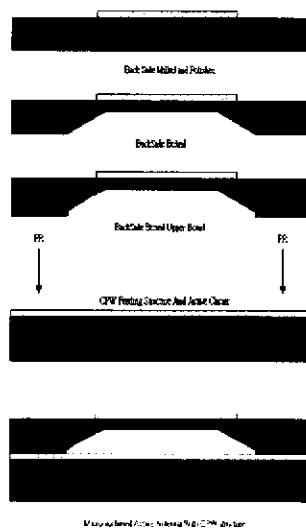
本計畫使用迴路式的共面波導饋入式微帶天線製做天線如圖一所示，

其特性在於下層開槽結構等效於另一開槽式天線，會在微帶天線共振腔的共振頻率之外再產生一共振頻率，適當的調整這兩個頻率，可使天線的操作頻寬變大。



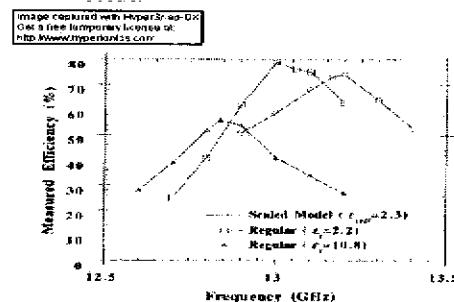
[圖一]

其製作流程為首先在砷化鎵上以分子束磊晶法成長磷化銻鎵，接著蒸鍍並 pattern 2 微米的金，而後將基板背面打磨拋光並蝕刻出微帶天線下方之 cavity，最後將另一片完成之 CPW 饋線基板，對準饋入點，將上下板接合以完成迴路式微帶天線，其示意如圖二所示。



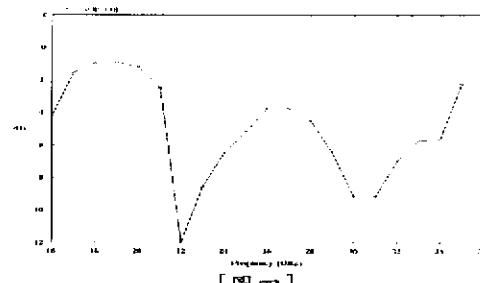
[圖二]

根據等效的介電常數以 IE3D 與 Sonnet 進行模擬結果如圖三所示



[圖三]

利用 cavity 的模型分析以(1, 0)模態操作，則天線之操作頻率經由電腦模擬結果如圖四所示

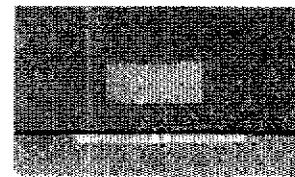


[圖四]

由上圖可發現利用這種結構，會造成在 22GHz 和 30GHz 左右產生共振頻率，其分別為下方開槽迴路天線與上方微帶天線的共振頻率，若能再利用匹配電路便可使頻寬再次提高。

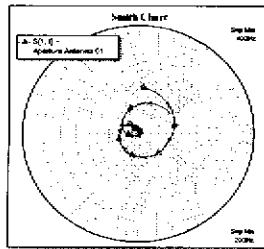
3.2 微機電技術製作智慧型微波天線

本文提出以微機電製作寬頻開槽耦合微帶天線其實做示意如圖五所示。



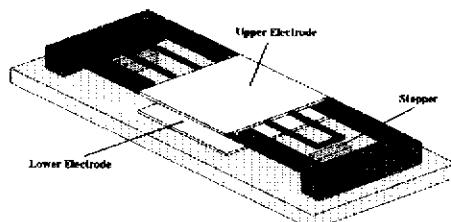
[圖五]

若以 $VSWR < 2$ ，亦即反射系數的大小低於-10dB，此微機電寬頻開槽耦合微帶天線的阻抗頻寬為 58~60%，操作頻率為 22.1GHz 至 39.5GHz，由圖六可看出其阻抗匹配良好。

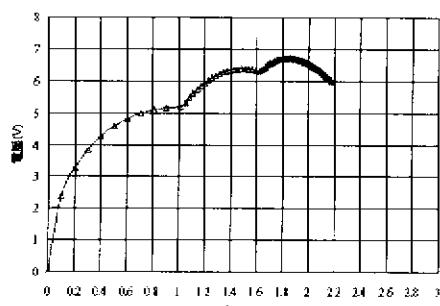


[圖六]

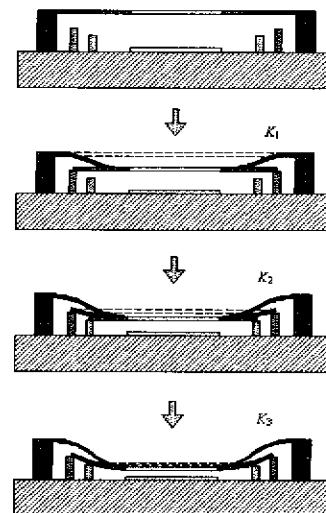
變彈性係數微波開關結構如圖七所示，在開關結構中加入變彈性結構與檔塊則可於開關作動過程中改變其彈性係數，其中曲折的支撐結構設計可有效的降低開關之臨界電壓。若施加電壓於上下電極時，會使微型開關上電極受到靜電力的影響而產生位移，當上電極移動到檔塊的高度時，會使開關的彈性係數改變。因為開關彈性係數的改變，所以可控行程可以有更大的操作範圍，約可至起始高度的一半以上。相同的，若是加入兩組檔塊和變彈性結構則可使其有三段式的變化，其可操控的範圍將可變的更大，如圖九所示在結構上採用兩種高度不同的變彈性結構及檔塊的設計。其三段式的變彈性係數設計模擬結果如圖八所示。



[圖七]



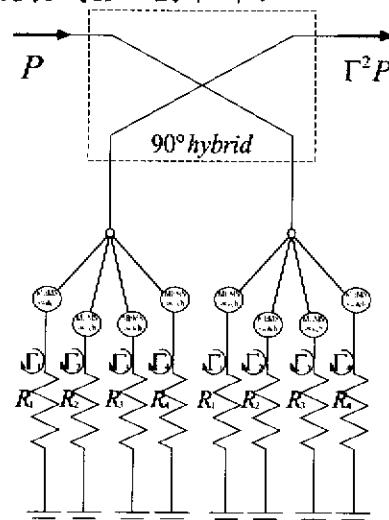
[圖八]



[圖九]

3.3 微機電微波衰減器之研究

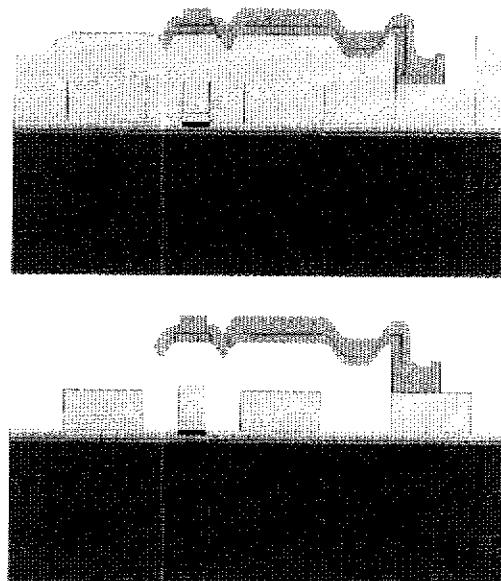
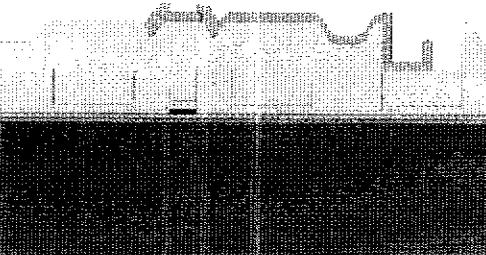
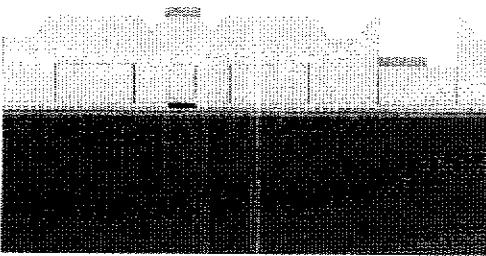
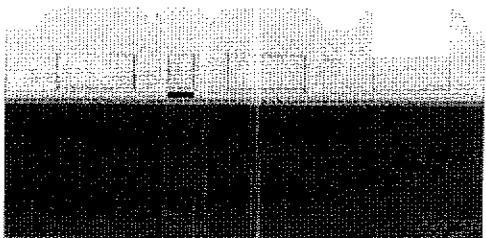
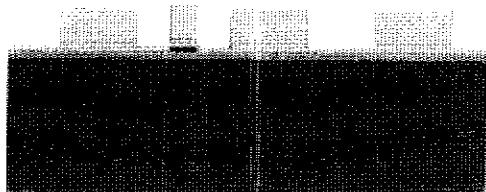
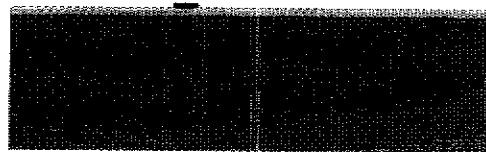
在傳輸線的選擇上採用共面波導，基板則是用高阻值的矽基板，利用電阻、九十度耦合器與微波開關組成微波衰減器如圖十所示。



[圖十]

在製程方面，其流程如圖十一所示，我們首先蒸鍍 500Å 鎳鉻合金(80/20)為電阻材料，接著以電鍍的方式電鍍約 $1.5 \mu\text{m}$ 的鎳當作共面波導(CPW)的材料，再來則以電鍍鎳的方式電鍍 $2.5 \mu\text{m}$ 當作固定阜(anchor)，接著以蒸鍍 $3 \mu\text{m}$ 的銅當做犧牲層，犧牲層的目的主要是用來將開關擡高以達到高阻絕

(isolation)的效果，完成後再蒸鍍 2000Å 的 Au 當做開關接觸點，再來則鍍上 2000Å 的二氧化矽並以乾蝕刻的方式製作絕緣層，接著以熱蒸鍍機分別沉積 150Å 的鉻 4000Å 的金 2000Å 的鉻 150Å 的金，然後分別以 Cr-7 與金的蝕刻液分別將其蝕刻之，最後再以銅的蝕刻液將其犧牲層掏掉完成微波衰減器的製作。



[圖十一]

四 結論與展望

在完成第二年計畫後我們已著手進行製程的研發，由於研發製程礦時費日，所須時間甚長但我們已經在第二年完成了大部份的製程相信在未來的一年我們將可完成所有製程的研發並以量測驗證經由模擬所設計的衰減器和天線，並將其所完成的技術申請國外專利以在高寬頻天線中取得部份優勢。

五 參考文獻

- [1] Clark T.-C. Nguyen, "Micromachined Technologies for Miniaturized Communication Devices," SPIE Conf. On Micromachined Devices, Vol. 3514, pp. 24-38, 1998.
- [2] J. R. James and P. S. Hall, Handbook of Microstrip Antennas, Perter Peregrinus, London, 1989.
- [3] A. Ando. et al., "A Novel Electromagnetically Coupled Microstrip Antenna with a Rotable Patch for Personal Handy-Phone System Units," IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. 46, No. 6, pp.794-797., 1998
- [4] J. R. James and P. S. Hall, Handbook of Microstrip Antennas, Perter Peregrinus, London, 1989