

Εύρηκα

自製2.4GHz微帶天線

建構訊號收發系統

P7 關子維

指導老師 賴奕帆

指導教授 陳士元



Εύρηκα

簡介

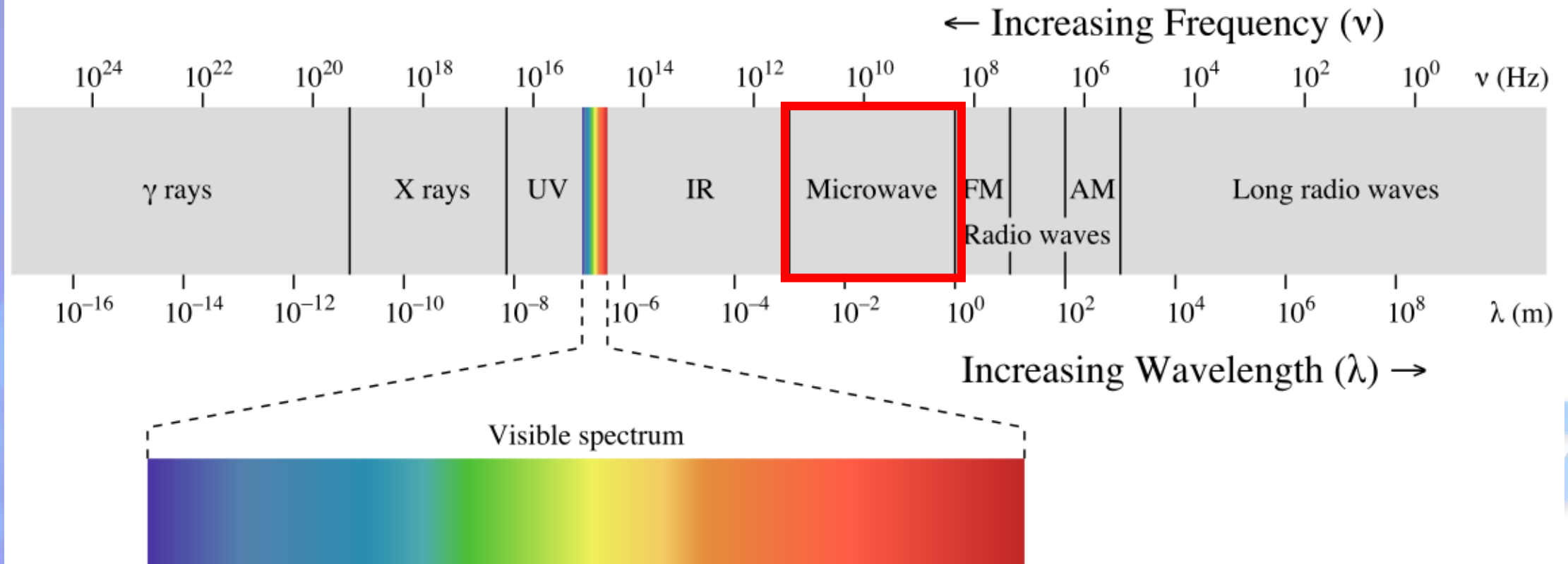


甚麼是天線(Antenna)?

- 被動電磁波電子元件
- 簡單來說就是一個發射訊號跟接收訊號的東西

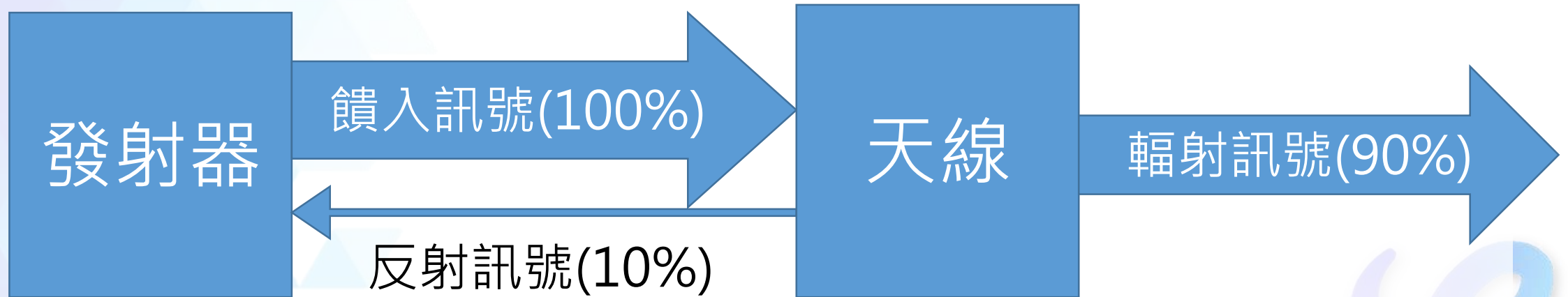


天線的規格/參數：頻率



天線的規格/參數：反射係數 $S(1,1)$

- 簡單定義應該是...發射器給天線的訊號有多少不能被輻射
- 也就是損失的能量，通常單位用分貝(dB)

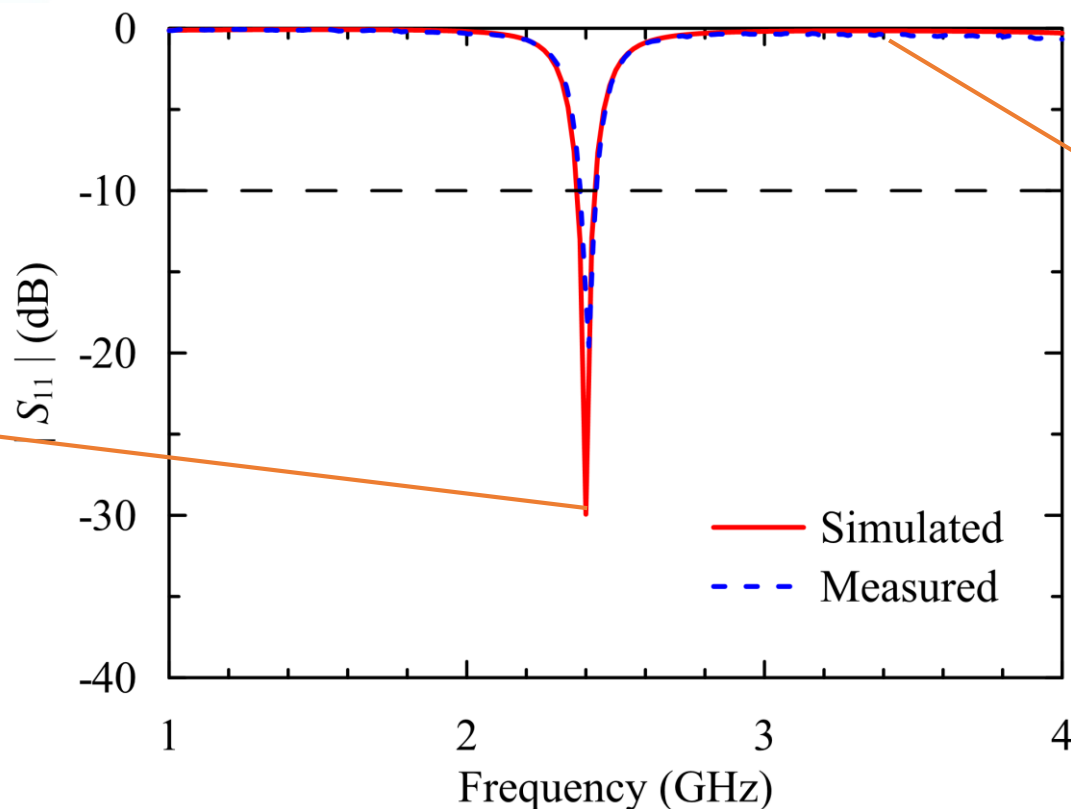


$$\text{反射訊號} 10\% = 0.1 = 10^{(-10/10)} = -10\text{dB}$$

天線的規格/參數：反射係數 $S(1,1)$

- 生成數據的時候，理想的情況大概長這個樣子...

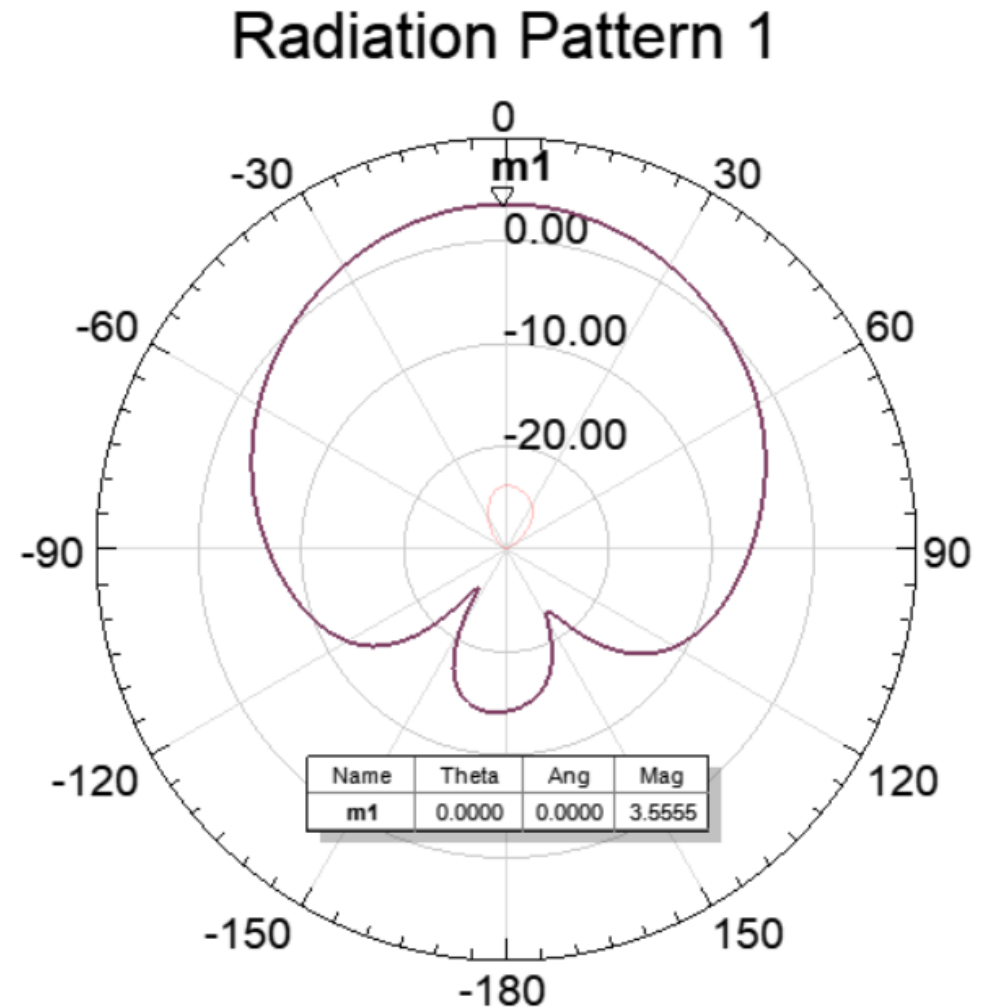
在需要(有效)的頻率反射係數很小，表示大部分接收



在不需要(無效)的頻段反射係數很大，表示不吸收雜訊

天線的規格/參數：輻射場型圖

- 右圖可看出在 0° 的方向輻射最強，強度是 3.6 dB
- 主要是處理指向性問題



Εύρηκα

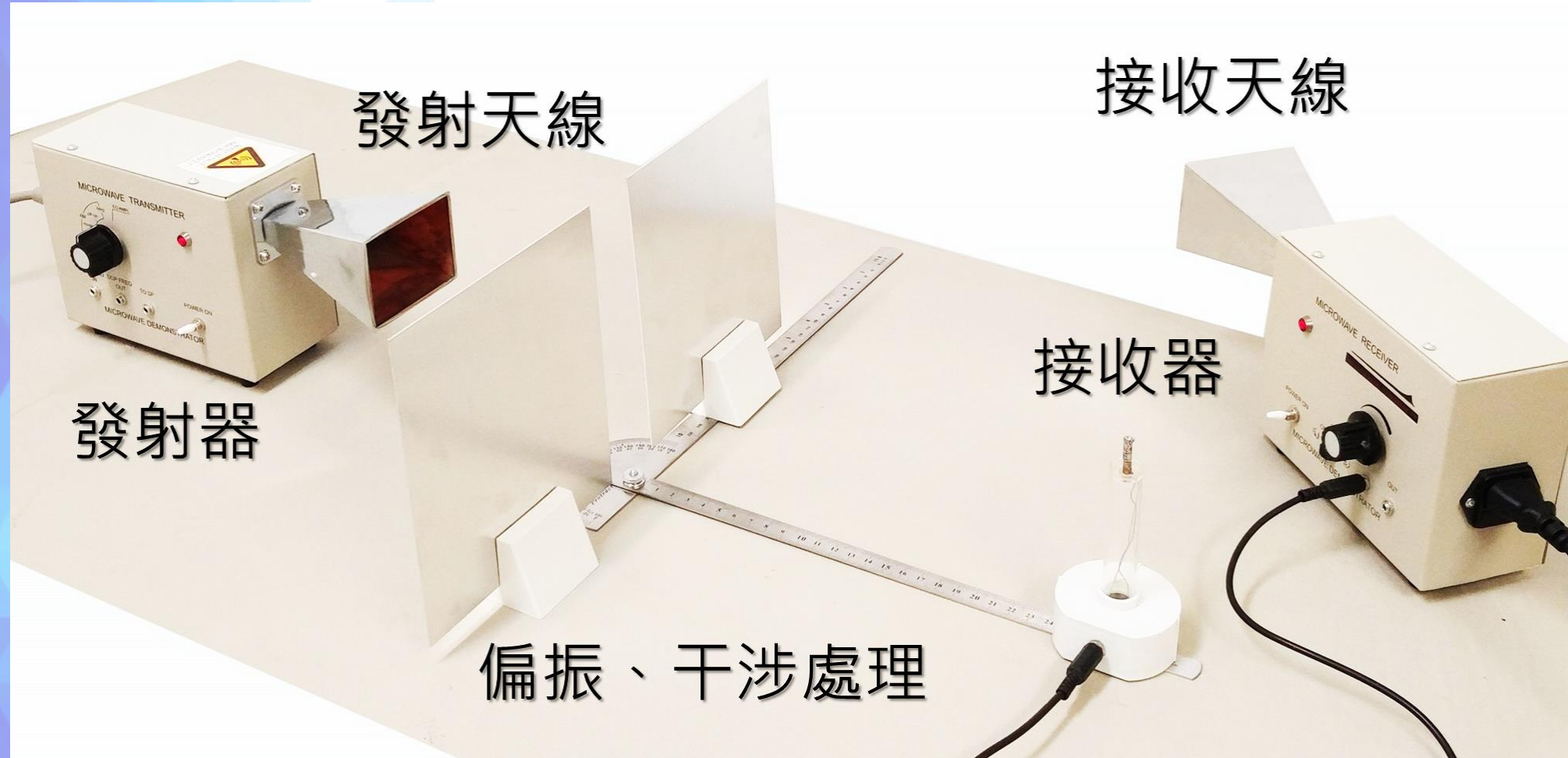
研究動機與目標



研究動機

- 高中物理有光學的實驗吧？算折射、反射那些的
- 教育部：光波是電磁波的一種形式，那為甚麼不用用看電磁波來做實驗呢？
- 108課綱電磁波實驗：實驗裝置要價7萬多？哪間學校付得起這筆錢啊QQ
- 所以希望能用比較低的經費自己設計出同樣效果的系統

大概就是像這樣的系統



Εύρηκα

研究目標

模擬

實作

量測

優化

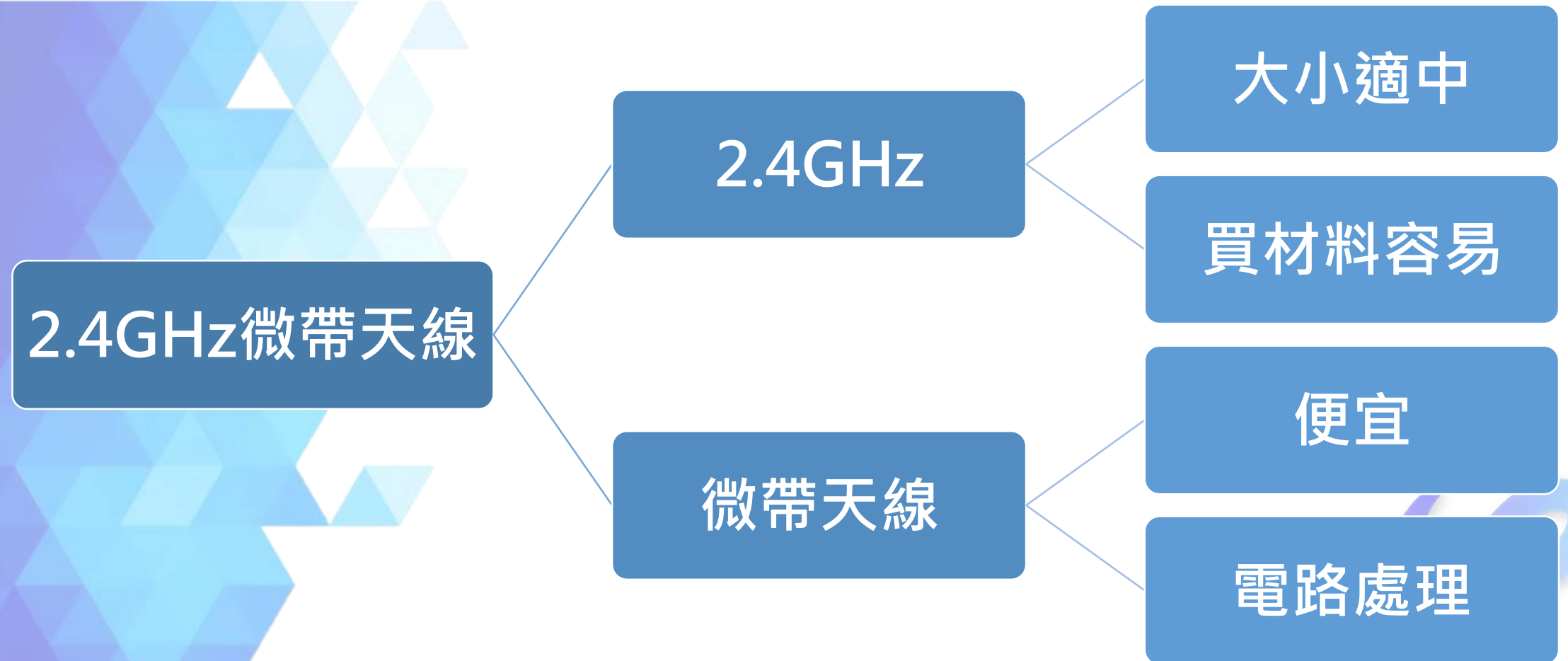


Εύρηκα

研究設計



構思與設計所需



Εύρηκα

模擬：HFSS

畫外觀



設定參數



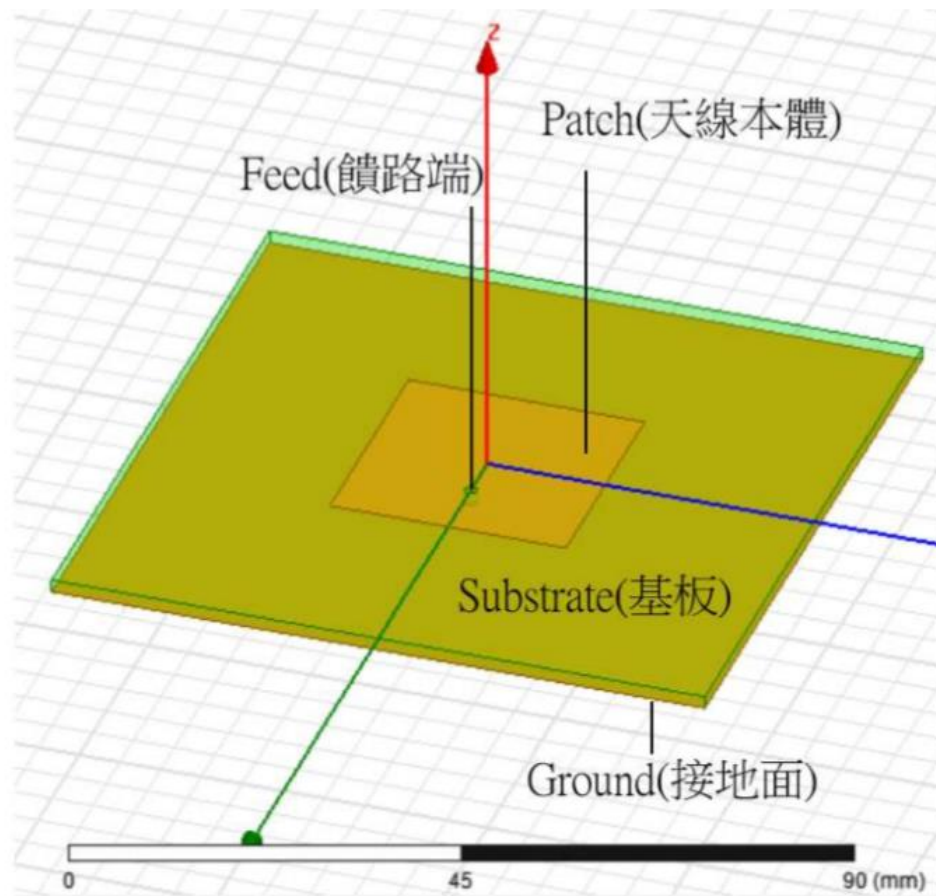
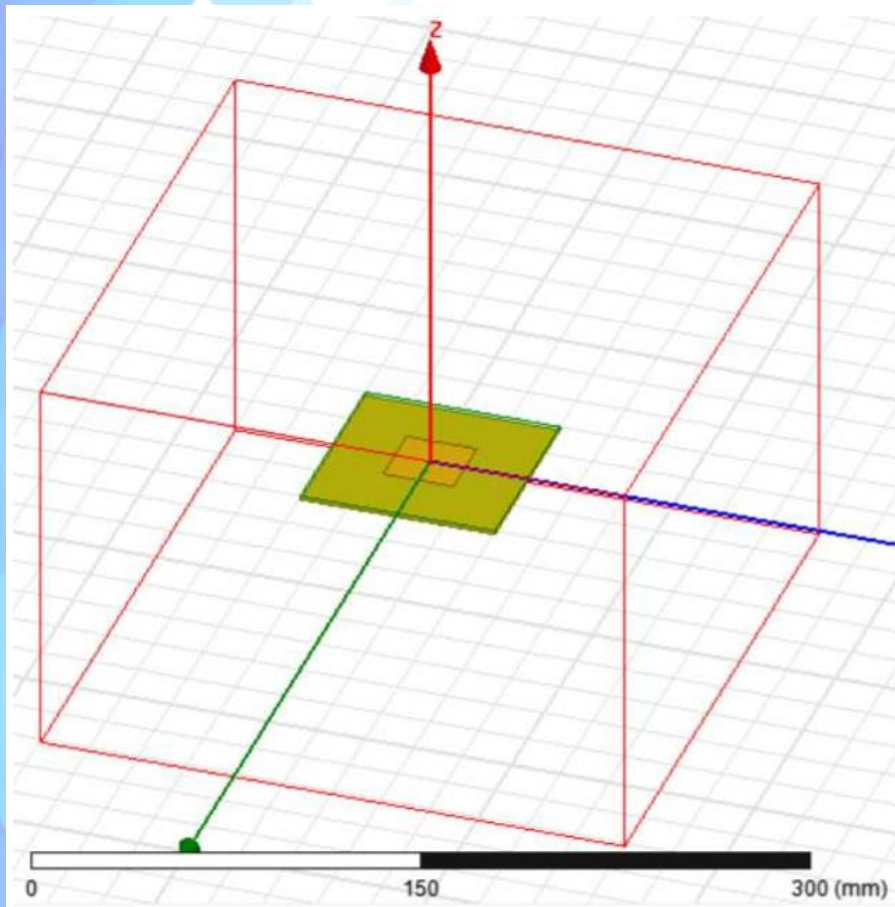
結果分析

- 分析的結果包含：S(1,1)反射係數、輻射場型圖等



模擬

Εύρηκα



實作

- 蝕刻感光電路板(FR4 epoxy)

曝光

感光顯
像劑

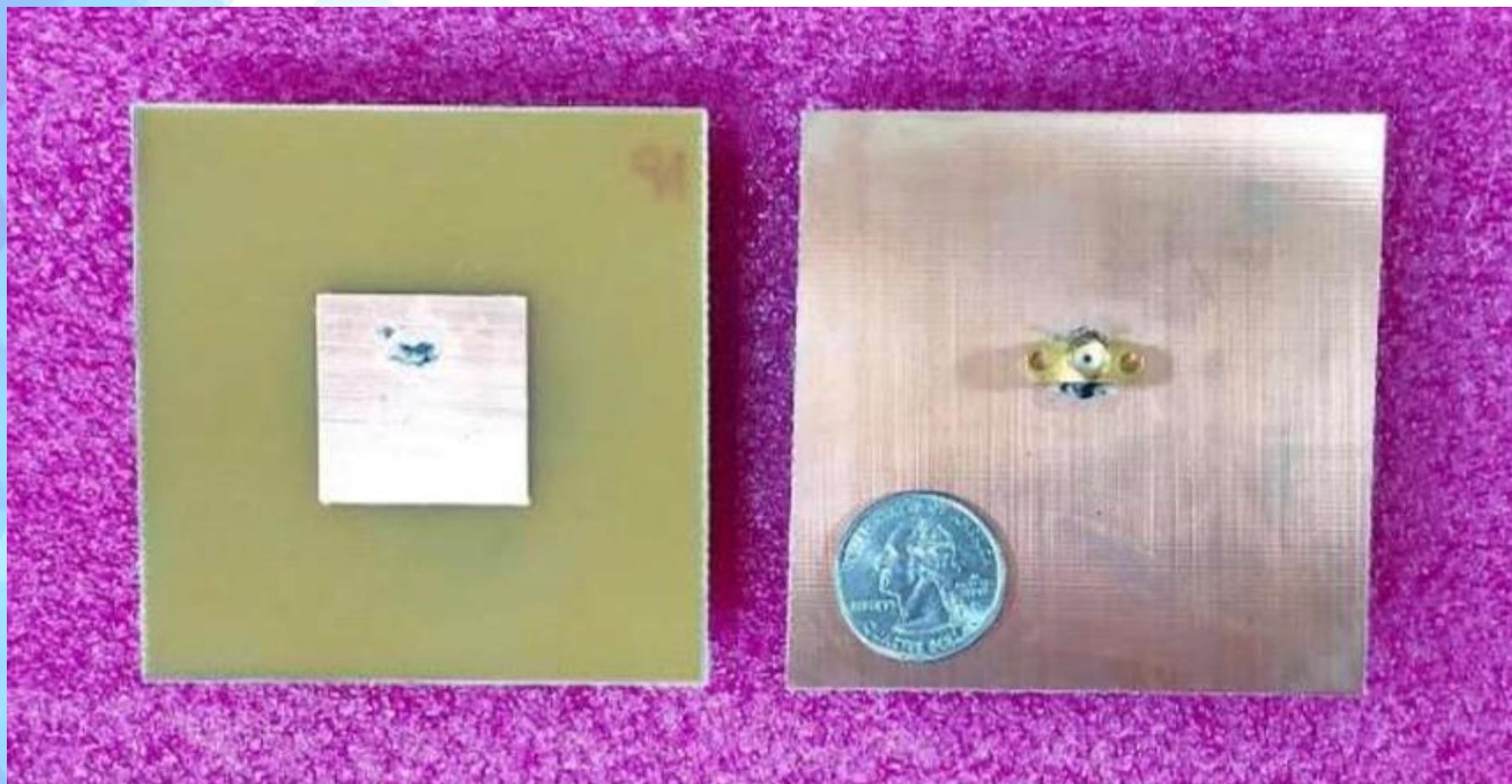
蝕刻儀

焊接與
裁切

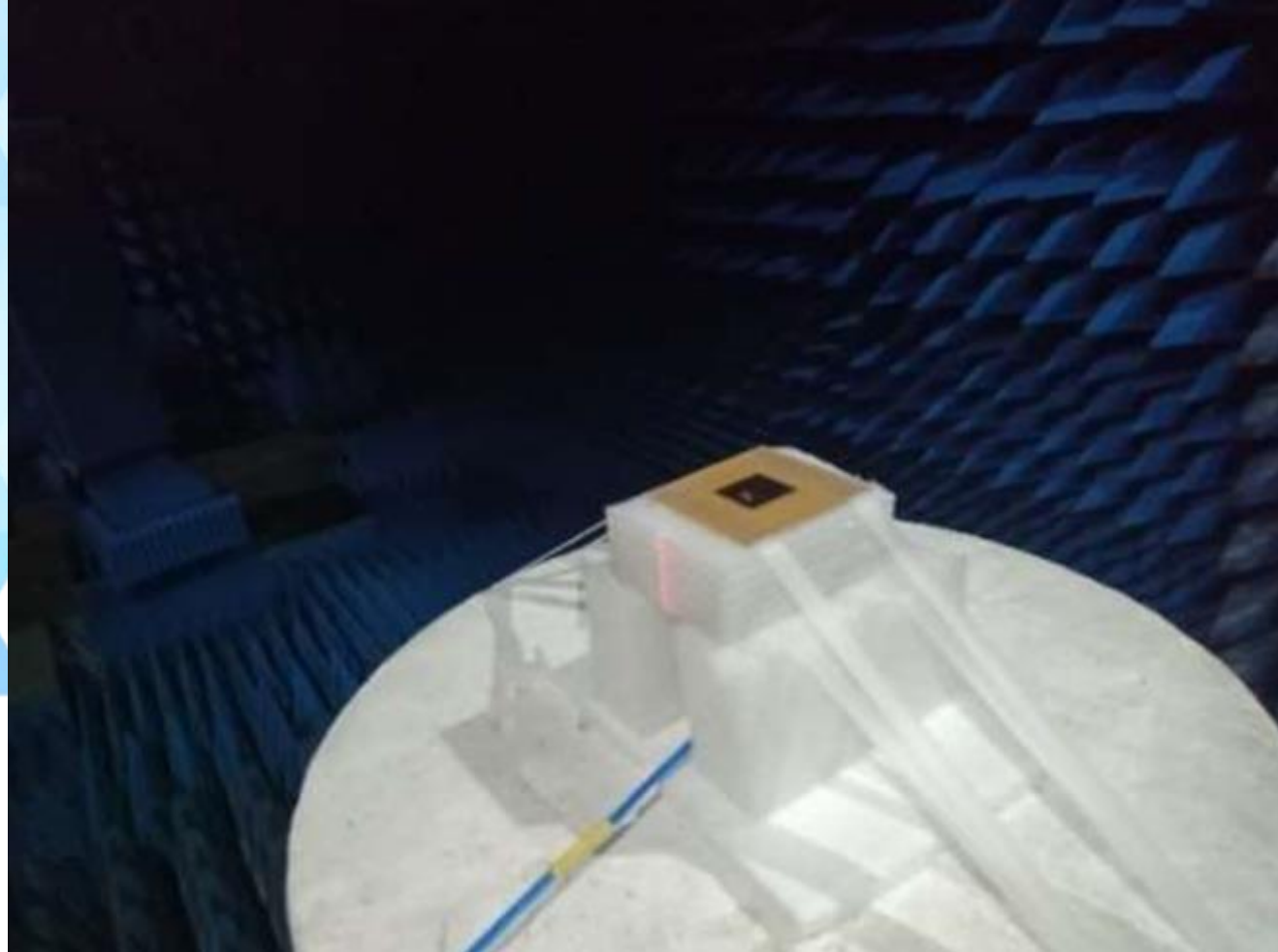


實作成品外觀

Εύρηκα



量測：無反射實驗室量測輻射場型

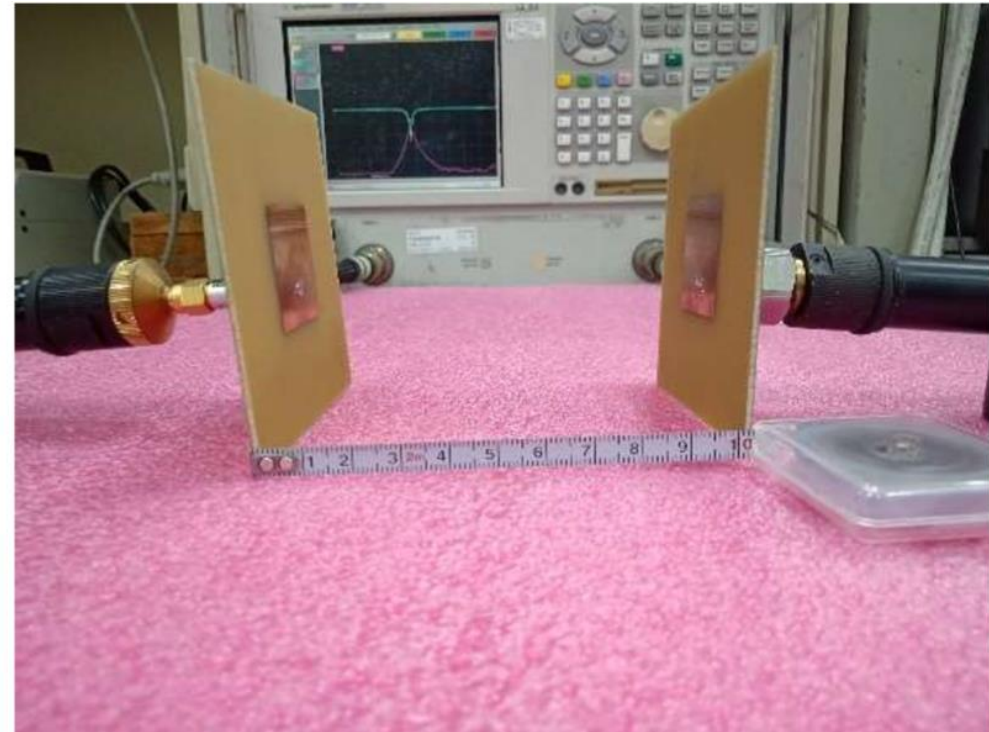
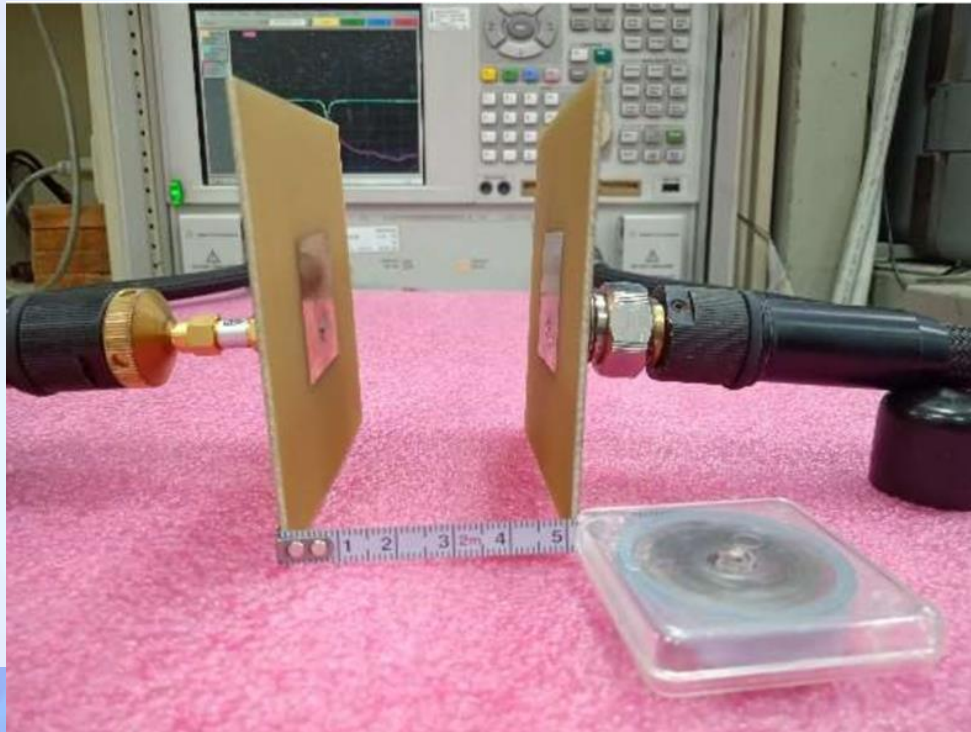


量測：網路分析儀量測反射係數



量測：網路分析儀量測兩天線功率轉移比

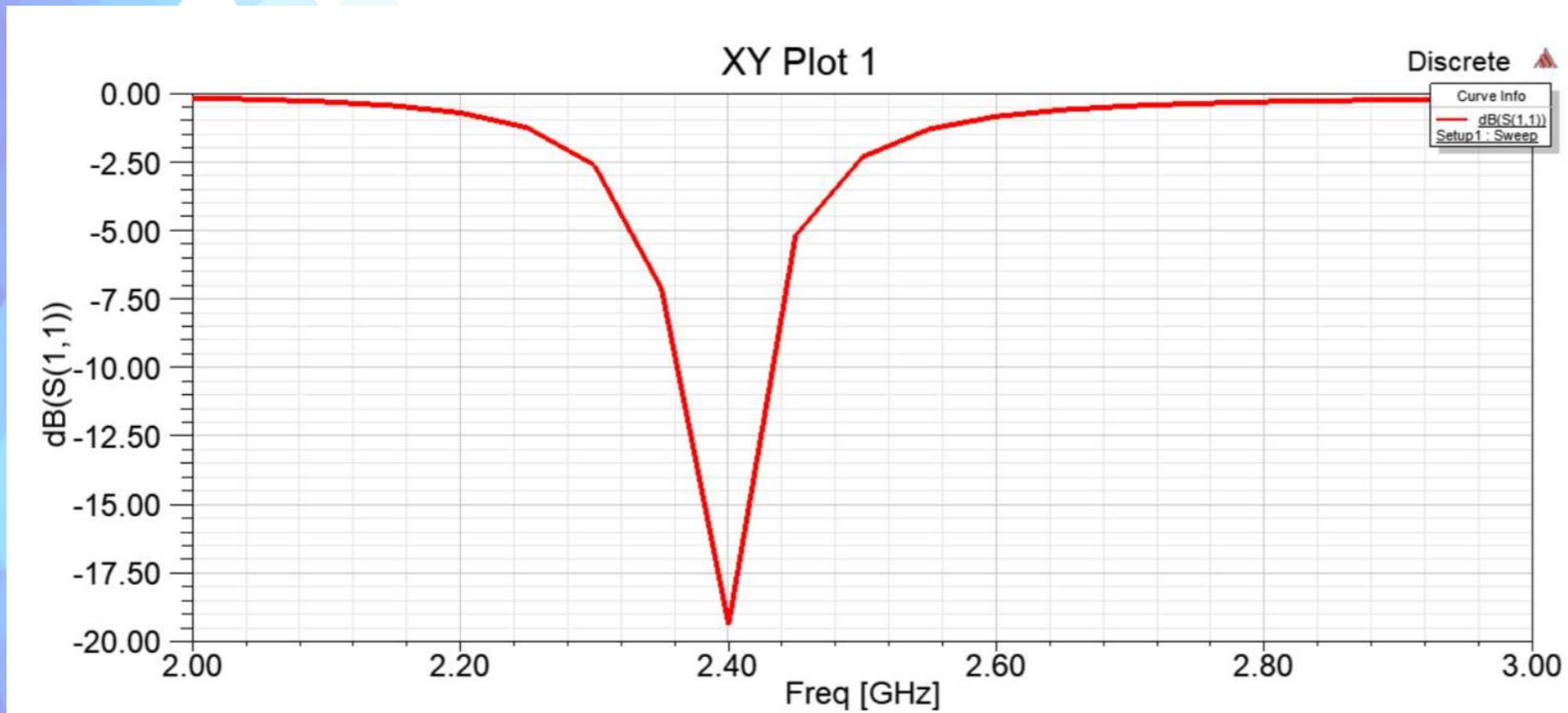
- 操縱變因：距離(5、10、15、20cm)
- 應變變因：功率轉移比



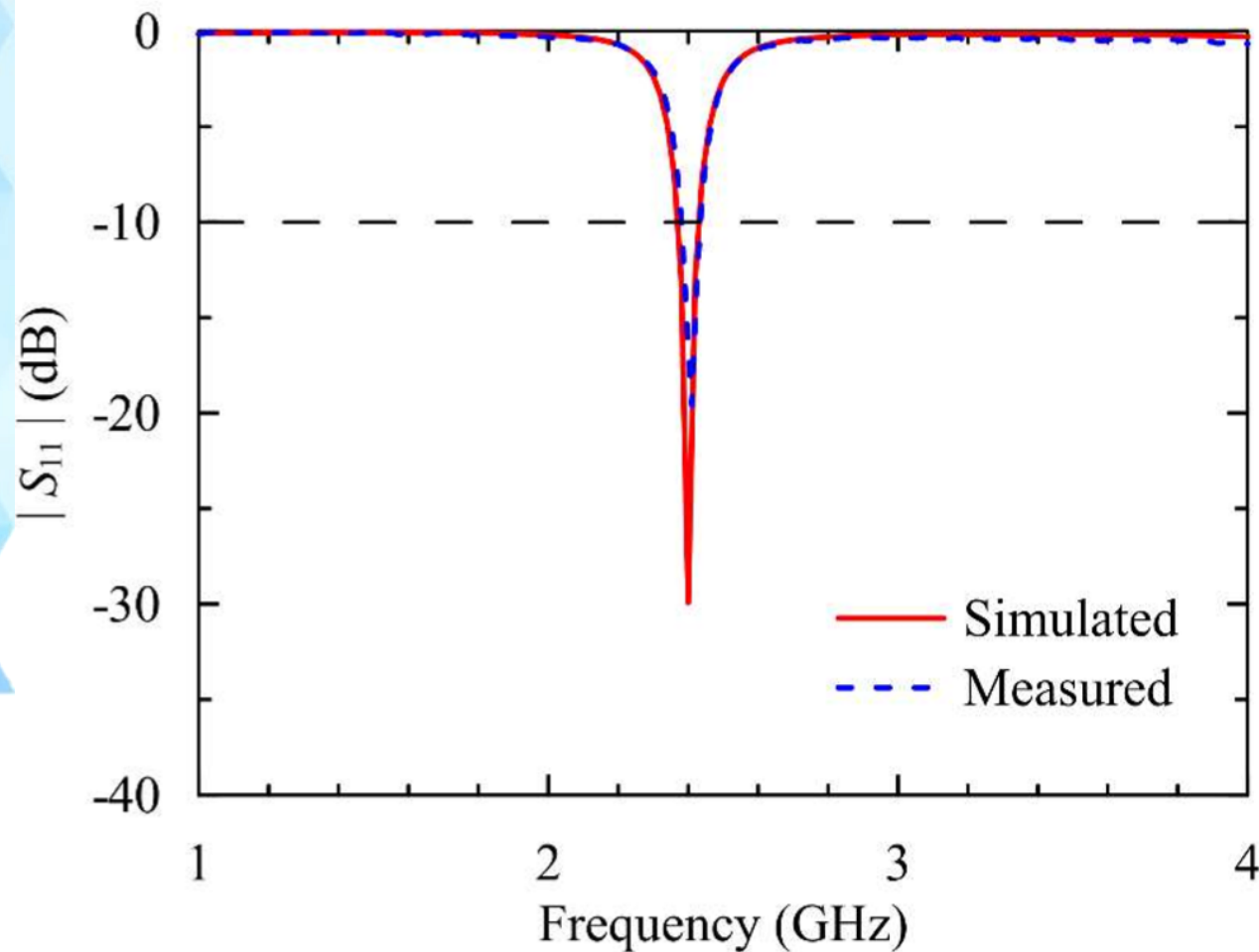
Εύρηκα

結果數據

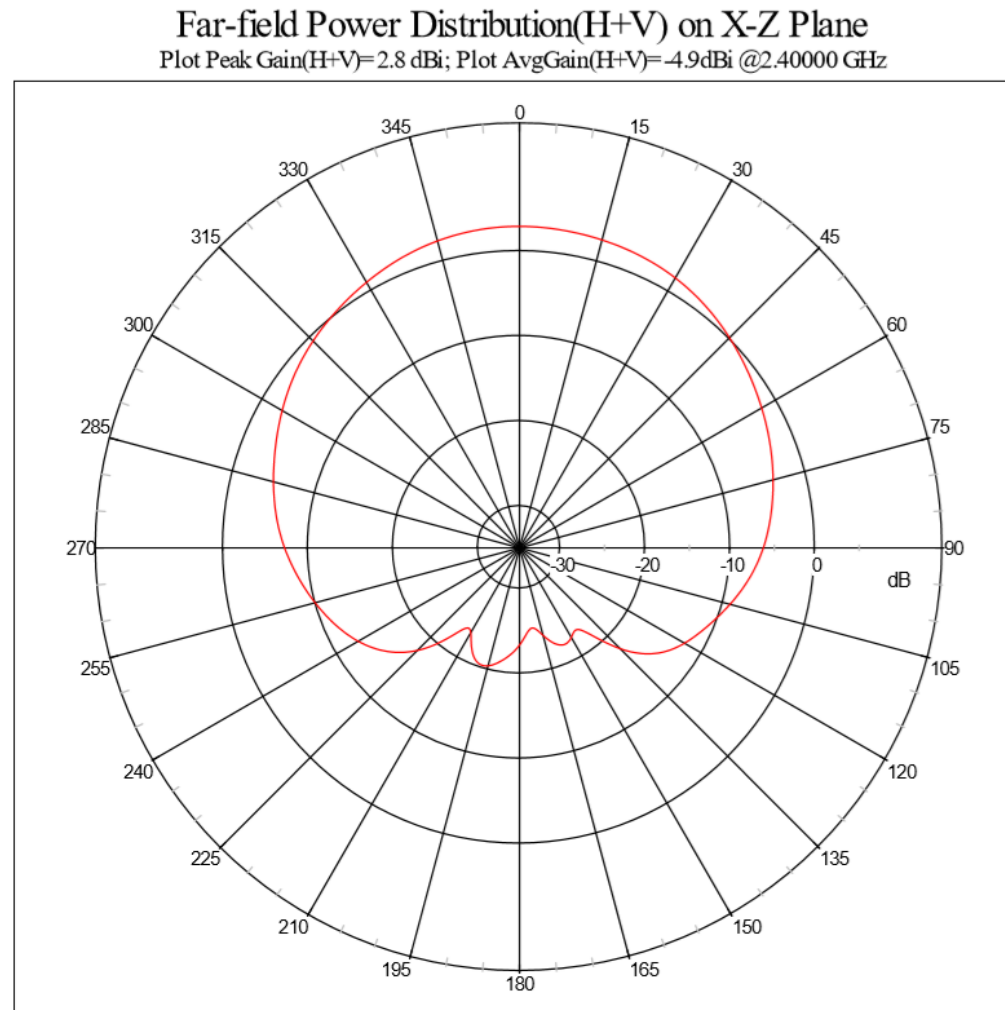


反射係數 $S(1,1)$ ：模擬

反射係數 $S(1,1)$ ：模擬與實作疊圖分析



量測：無反射實驗室輻射場型圖



量測：兩天線功率轉移比(與理論比較)

$$\frac{P_{rec}}{P_t} = \frac{\xi_t \xi_r A_t A_r}{\lambda^2 R^2} = G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

功率轉移比	理論值	實驗值	實驗/理論
5cm	0.218	-11.45272 dB = 0.075	24.2%
10cm	0.021	0.021	27.3%
15cm	0.005	0.005	14.7%
20cm	0.019	-25.26050 dB = 0.003	15.8%

實驗與理論誤差大：
推測原因為指向性不足

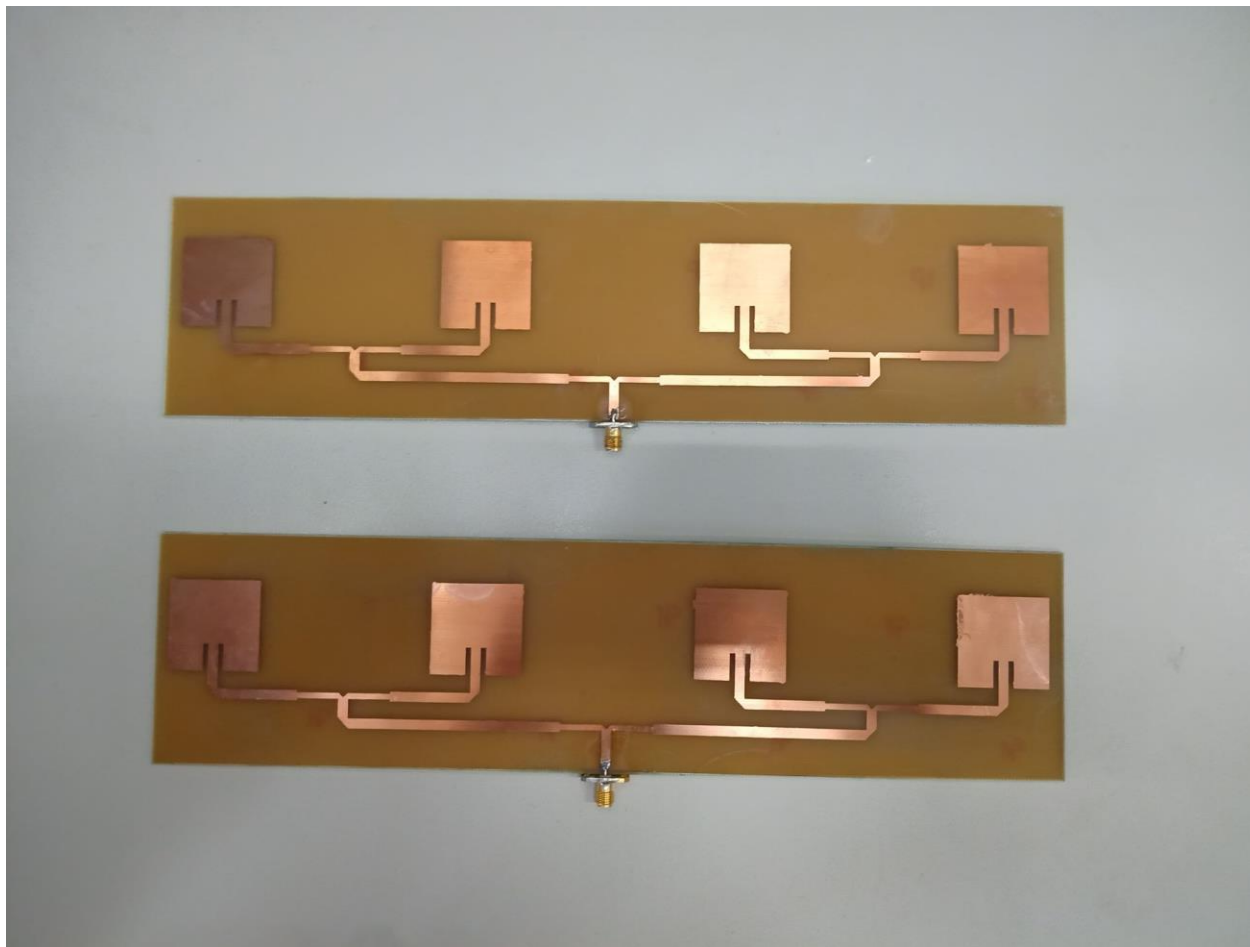
Εύρηκα

結果優化



優化：陣列結構製作

- 製成4*1陣列結構
- 提升指向性
- 成品外觀



量測：優化後兩陣列天線功率轉移比(20cm)

功率轉移比	理論值	實驗值	實驗/理論
單一天線	0.019	- 25.26050 dB = 0.003	15.8%
陣列結構	0.0187	- 20.95558 dB = 0.008	42.8%

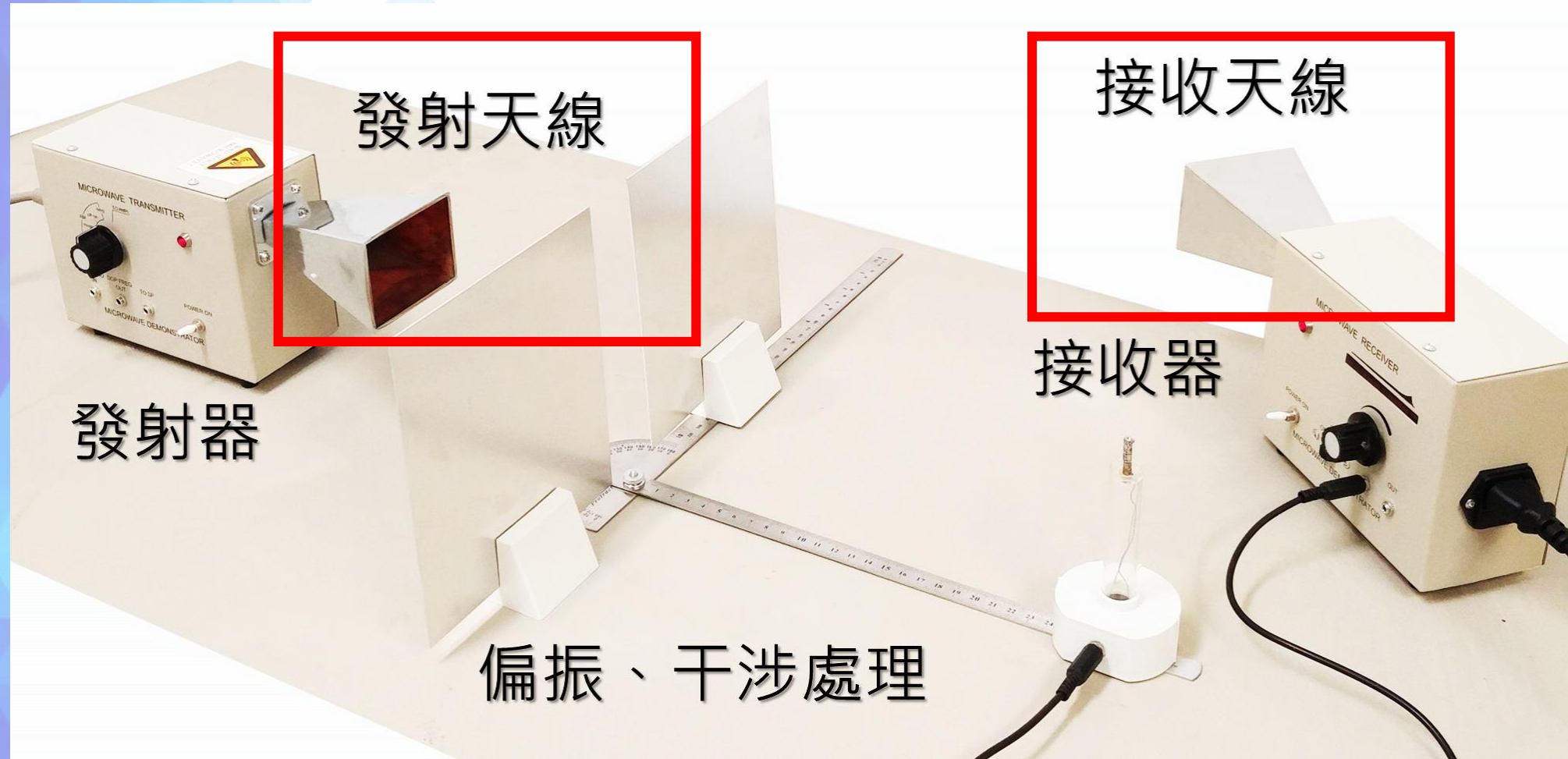
Εύρηκα

過去與未來

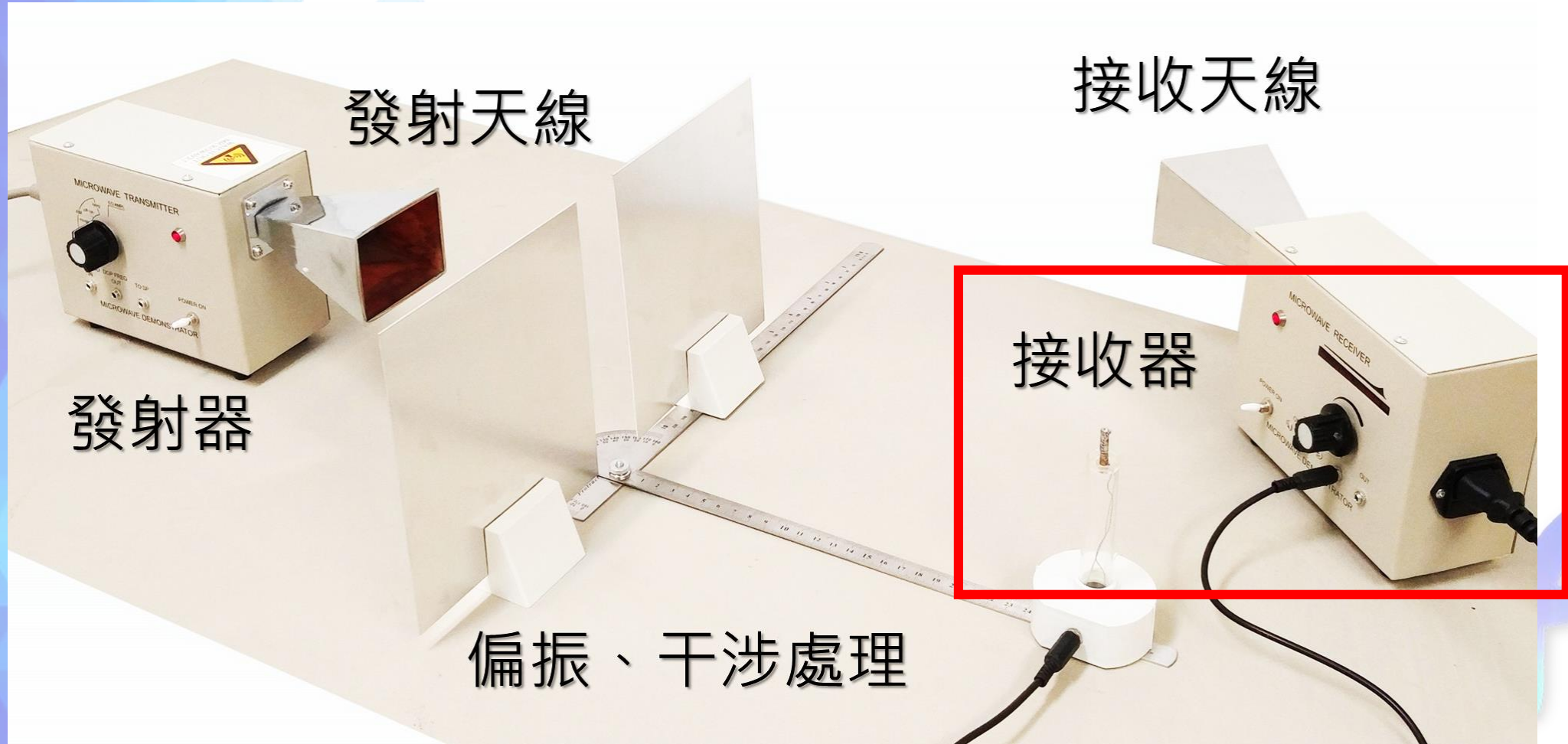


已完成內容

Εύρηκα

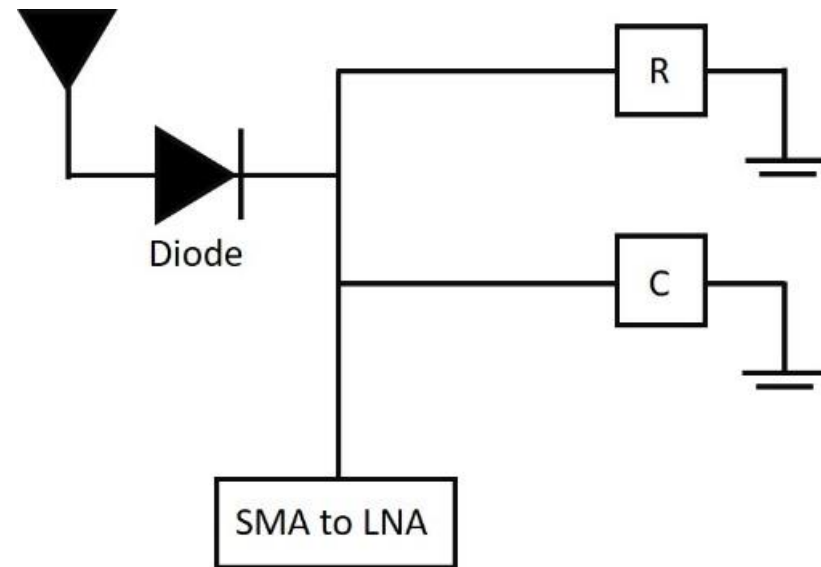
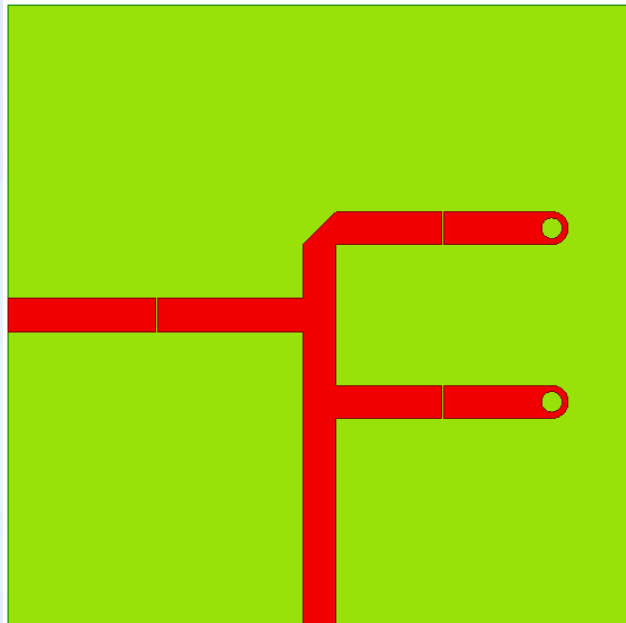


目前進度

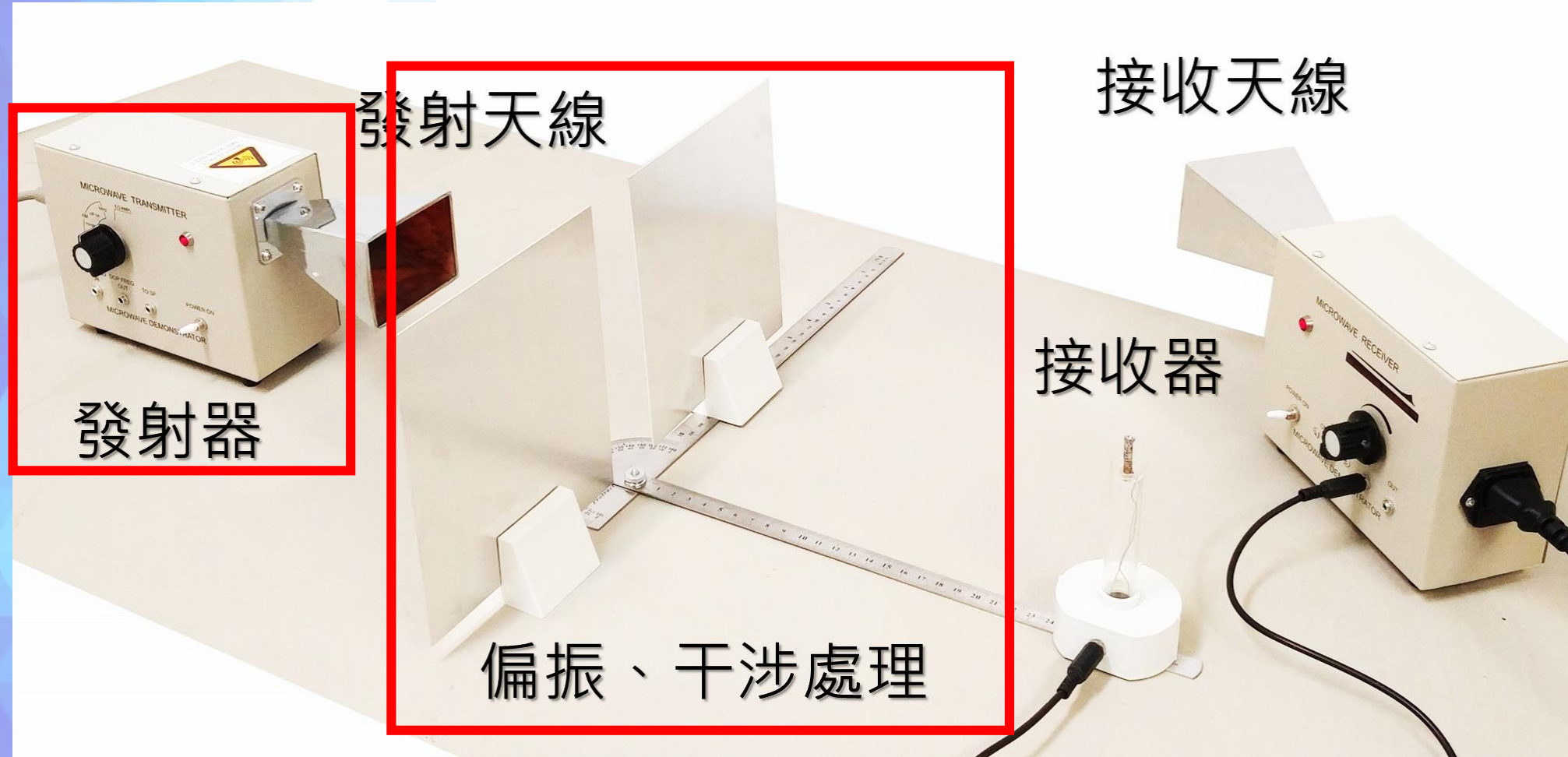


目前進度

- 利用Diode、RC整流系統完成接收器製作
- 發射器以訊號產生器完成電波實驗



預定完成內容



Εύρηκα

結論



結論

1. 實作量測結果與模擬吻合
2. 兩天線功率轉移比與距離二次方反比
3. 單一天線有指向性過差，訊號大幅散失的問題
4. 陣列結構助於提高指向性



參考資料

Εύρηκα

- 一、David Halliday, Robert Resnick, & Jearl Walker (1985) 物理。臺北：全華。
- 二、Fawwaz T. Ulaby. & Umberto Ravaioli. (2017). Fundamentals of Applied Electromagnetics. 臺中：滄海。
- 三、David M Pozar. (1990). Microwave Engineering. NJ: Wiley.
- 四、David M Pozar. (2000). Microwave and RF Design of Wireless Systems. NJ: Wiley.
- 五、Constantine A. Balanis. (1982). Antenna Theory: Analysis and Design. NJ: Wiley.



Εύρηκα

致謝



感謝

Εύρηκα

1. 感謝陳士元教授、廖修平學長、專題指導老師賴奕帆老師帶我完成研究，為我解決專題途中遇到的難題
2. 感謝授課老師、同學包容我因為實驗室而請公假不在班上
3. 感謝父母一直以來的鼓勵與支持
4. 感謝物專的好夥伴時常成為我“關心”的對象
5. 感謝所有建中數資36屆的59位同學



Εύρηκα

報告結束

