

國立交通大學

電信工程學系

碩士論文

60 GHz 寬頻高增益背腔式天線與
收發機系統量測



60 GHz Broadband High Gain Cavity-Backed Antenna
and Transceiver System Measurement

研究生：池冠儀

指導教授：鍾世忠 教授

中華民國九十九年五月

60 GHz 寬頻高增益背腔式天線與

收發機系統量測

60 GHz Broadband High Gain Cavity-Backed Antenna
and Transceiver System Measurement

研究生：池冠儀

Student : Kuan-Yi, Chih

指導教授：鍾世忠

Advisor: Dr. Shyh-Jong Chung



A Thesis

Submitted to Institute of Communication
College of Electrical Engineering and Computer Science
National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

In communication Engineering

May 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年五月

60 GHz 寬頻高增益背腔式天線與 收發機系統量測

學生：池冠儀

指導教授：鍾世忠

國立交通大學 電信工程研究所



本論文設計一隻可應用於 60 GHz 高速傳輸收發機天線，透過微帶天線激發出在共振頻率在 60GHz 的背腔式共振腔模態，不僅能達到頻寬上的需求，並且對於微帶天線本體的輻射也能提升增益，其參數的分析與探討於內文中。

另外在 60GHz 毫米波收發機電路作系統驗證，分別針對接收端模組及發射端模組量測電路特性，驗證結果皆達成寬頻的要求。

上述寬頻高增益天線以及 60GHz 收發機電路，都已實際驗證出良好特性，可應用於 60GHz 無線個人區域網路。

60 GHz Broadband High Gain Cavity-Backed Antenna and Transceiver System Measurement

Student: Kuan-Yi, Chih

Adivisor: Dr. Shyh-Jong Chung

Institute of Communication Engineering

National Chia Tung University



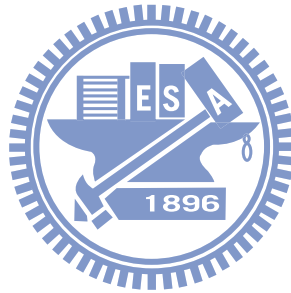
In this thesis, a broadband high-gain cavity-backed antenna for 60 GHz Wireless Personal Area Network(WPAN) has been developed. Because the function of the cavity-backed structure is different from other antennas', which is used to act as a shielding wall , it provides another resonant frequency to achieve wider bandwidth requirement. As a result, the proposed cavity-backed patch antenna remains high gain because of the utilization of cavity-backed structure.

The 60GHz microwave transceiver system measurement has been done in the last chapter. To validate the circuit performance of each transmitter module and receiver module, we have measured conversion gain, bandwidth, P1dB, output power...etc. All of the measurement results have met with the 60GHz wideband and high transmission quality requirement.

The broadband high-gain cavity-backed antenna and 60GHz microwave transceiver mentioned above have been verified with good identities which are capable of 60GHz wireless personal area network application.

誌謝

在三年的研究所學習中，非常感謝指導教授鍾世忠老師的諄諄教誨，研究上給我豐富的指導，912實驗室是個很好的學習環境，910更是有很多寶貴的高頻器材。謝謝實驗室裡的大學長小隻信跟大學姐菁媽，總是耐心十足的為我解惑；謝謝不太像學長的肥凱跟手藝很好的單堂給我的幫助跟建議，特別是緊急時都可以隨時救火；謝謝實驗室的所有成員：帥氣少華、憨厚浩宇、搞笑冷肥、宅神財溢、912之花子嫻、剛脫團的BB、柏翔、煥彬、志謙、阿甘、小豪，讓實驗室氣氛總是歡樂滿堂，和樂融融。最後感謝我的家人，有你們的支持、包容與鼓勵，才讓我的研究所生活能順利完成。



目錄

中文摘要	-----	i
英文摘要	-----	ii
致謝	-----	iii
目錄	-----	iv
圖表目錄	-----	v
第一章	緒論-----	1
1.1	60 GHz 收發機系統架構 -----	2
1.2	相關文獻探討 -----	3
第二章	微帶天線簡介 -----	5
2.1	微帶天線 -----	5
2.2	微帶天線理論 -----	6
2.3	微帶天線阻抗匹配 -----	7
2.4	微帶天線的輻射場型 -----	8
2.5	微帶天線的表面波 -----	9
第三章	轉接濾波器 -----	11
3.1	共平面波導到微帶線轉接電路設計與實作 -----	11
3.2	共平面波導到微帶線的轉接濾波器設計與實作 -----	13
第四章	寬頻高增益背腔式天線 -----	15
4.1	設計概念 -----	15
4.2	天線結構介紹 -----	16
4.3	背腔式共振腔 -----	17
4.4	嵌入式微帶天線 -----	18
4.5	背腔式微帶天線 -----	18
4.6	U型縫隙寬頻高增益背腔式天線 -----	19
4.7	參數探討 -----	20
4.8	實作與量測 -----	26
第五章	60GHz收發機系統量測 -----	31

5.1	60GHz發射/接收模組測試 -----	32
5.2	60GHz接收模組搭配電源模組測試 -----	33
5.3	60GHz發射模組搭配電源模組測試 -----	35
5.4	60 GHz 毫米波系統對傳測試 -----	37
第六章	結論 -----	40



圖表目錄

圖 1.1 各國WPAN頻寬	1
圖 1.2 室內無線傳輸多媒體應用示意圖	1
圖 1.3 大氣中每公里波傳播損耗率相對頻譜	1
圖 1.1.1 60GHz毫米波收發機架構圖	2
圖 1.2.1 縫隙天線在YZ平面輻射場型	3
圖 1.2.2 背腔式應用於縫隙天線示意圖	3
圖 1.2.3 使用背腔式在各個天線元件之間	4
圖 2.1.1 邊緣饋入微帶天線示意圖	5
圖 2.1.2 同軸接頭饋入微帶天線示意圖	5
圖 2.1.3 縫隙耦合饋入微帶天線示意圖	5
圖 2.2.1 矩形微帶天線電場側面分布圖	6
圖 2.2.2 矩形微帶天線電場俯視分佈圖	6
圖 2.2.3 微帶天線	7
圖 2.3.1 電壓、電流以及阻抗在貼片金屬上不同位置的變化	7
圖 2.4.1 微帶天線在 TM_{10} 模態電流分佈	8
圖 2.4.2 微帶天線在 TM_{10} 模態磁流分佈	8
圖 2.4.3 微帶天線在 TM_{10} 模態輻射場型	8
圖 2.5.1 基板有接地面結構示意圖	8
圖 2.5.2 當板材介電常數2.25時，板材厚度相對應會出現表面波的模態	9
圖 2.2.3 表面波在介質裡傳播路線	10
圖 3.1.1 共平面波導(CPW)到微帶線轉接電路	11
圖 3.1.2 實際量測轉接電路所有用平台	12
圖 3.1.3 模擬轉接電路反射損失及介入損失	12
圖 3.1.4 共平面波導到微帶線轉接量測結果	12
圖 3.2.1 共平面波導到微帶線的轉接濾波器模擬圖	13
圖 3.2.2 轉接濾波器俯視與側面圖	13
圖 3.2.3 轉接濾波器模擬結果	13
圖 3.2.4 轉接濾波器在49.6 GHz和70.5GHz電流密度圖	14

圖 3.2.5 轉接濾波器實作圖	14
圖 3.2.6 轉接濾波器量測結果	14
圖 4.1.2 本篇論文U型縫隙寬頻高增益背腔式天線設計流程	15
圖 4.1.1 嵌入式微帶天線	16
圖 4.2.1 寬頻背腔式天線	16
圖 4.2.2 U型縫隙背腔式共振腔天線	16
圖 4.3.1 微帶天線共振時電場分佈	17
圖 4.3.2 用Eigen Mode解共振腔的電場分佈	17
圖 4.3.3 模擬激發共振腔	17
圖 4.3.4 共振腔的S參數	17
圖 4.3.5 模擬激發共振腔時YZ平面和XZ平面電場分佈	17
圖 4.4.1 嵌入式微帶天線S參數	18
圖 4.4.2 嵌入式微帶天線場型圖	18
圖 4.5.1 背腔式微帶天線場型圖	18
圖 4.6.1 U型縫隙寬頻背腔式天線的S參數	19
圖 4.6.2 U型縫隙寬頻背腔式天線在微帶天線模態與共振腔模態的場型圖	20
圖 4.6.3 電場大小在60GHz與63GHz共振時分佈圖	20
圖 4.7.1 使用探針激發共振腔在不同gapx的實部和虛部阻抗	20
圖 4.7.2 寬頻背腔式天線用Smith Chart看阻抗變化	21
圖 4.7.3 gapx對S參數影響	21
圖 4.7.4 Gapx對天線增益的影響	22
圖 4.7.5 Feedgap對S參數影響	23
圖 4.7.6 Gapy對S參數影響	23
圖 4.7.7 使用探針饋入共振腔，探討不同寬度對S參數的變化	24
圖 4.7.8 共振腔寬度對S參數影響	24
圖 4.7.9 共振腔長度對S參數影響	24
圖 4.7.10 寬頻背腔式微帶天線共振長度對S參數的影響	25
圖 4.7.11 U型縫隙長度Sloty對S參數的影響	26
圖 4.7.12 U型縫隙嵌入式微帶天線共振在60GHz場型	26
圖 4.8.1 待測天線量測俯視圖	26

圖 4.8.2 待測天線量測側面圖	26
圖 4.8.3 場型量測環境示意圖	27
圖 4.8.4 左圖是量測H-Plane製具現場，右圖是量測E-Plane製具現場	27
圖 4.8.5 接地面共平面波導饋入微帶天線	28
圖 4.8.6 接地共平面波導饋入U型縫隙背腔式共振天線	28
圖 4.8.7 U型縫隙背腔式共振天線與中華民國一元硬幣大小相對圖	28
圖 4.8.8 嵌入式微帶天線量測場型圖	29
圖 4.8.9 U型縫隙背腔式共振腔天線實做與模擬圖	29
圖 4.8.10 U型縫隙背腔式共振腔天線場型圖	30
圖 5.1 60GHz 收發機系統架構	31
圖 5.2 60GHz 收發機系統量測步驟	31
圖 5.3 60 GHz 收發機內/外部電路實體圖	32
圖 5.4 60 GHz 收發機內部電路放大圖(左圖接收端電路、右發射端電路)	32
圖 5.5 60GHz 發射/接收模組測試環境	32
圖 5.6 16 排針直流電源供應對應圖	33
圖 5.7 60GHz 收發模組搭配電源模組	33
圖 5.8 接收器之轉換增益	33
圖 5.9 接收器之雜訊指數	33
圖 5.10 接收器之 Isolation 特性	34
圖 5.11 接收器之 P1dB 特性	34
圖 5.12 接收器之中頻訊號對轉換增益特性	34
圖 5.13 接收器在中頻輸出端頻譜顯示	35
圖 5.14 發射器之 P1dB 特性	35
圖 5.15 發射器之中頻訊號對轉換增益特性	36
圖 5.16 發射器在射頻輸出端頻譜顯示	36
圖 5.17 發射器之 Isolation 特性	36
圖 5.18 60 GHz 毫米波系統對傳測試示意圖	37
圖 5.19 60GHz 毫米波系統對傳實測照片	38
圖 5.20 60GHz 毫米波系統對傳近照	38
圖 5.21 60GHz 毫米波系統對傳測試結果	38
圖 5.22 接收端電腦遠端影片播放	38

