雙頻環形洩漏波及單一導體高階模洩漏波天線

研究生 ： 鄭貴元　　指導教授 ： 林育德 博士

國立交通大學　電信工程學系

摘要

在本論文中，我們分別提出微帶線洩漏波第一高階模及單一導體洩漏波第二高階模兩種天線結構，一般的洩漏波天線具有高增益、高輻射效率、低成本等優點。

在微帶線洩漏波天線，我們利用槽孔耦合的方式來激發第一高階模，因為一般傳統微帶線洩漏波天線為了使波的能量充分洩漏完，所以需要用較長的天線長度來達成，為了縮小尺寸，我們將我們的天線折繞成環形來縮小尺寸，且又可得到跟未折繞前相同的效果。

單一導體洩漏波天線比微帶天線具有較寬的頻寬，在本論文中，我們使用共平面波導的饋入結構來激發第二高階模，由於單一導體的特性，使得它的天線場型朝向 end fire 的方向。

Dual band Annular Ring Leaky-wave and Single-conductor High Order Mode Leaky-wave Antennas

Student: Guei -Yuan Chang Advisor: Dr. Yu-De Lin

Department of Communication Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

In this thesis, we propose two kinds of antenna structure: microstrip first higher order mode and single conductor second higher order mode. Generally, leaky wave antennas have the advantages: high gain, high radiation efficiency, low cost.

In microstrip leaky wave antenna, we use aperture coupling with slot exciting first higher order mode. Because we want to leak the energy at our leaky wave antenna, we must use longer length at our antenna. For reducing the size, we let our antenna become ring, we can the same effect with original antenna.

The single conductor leaky wave antenna has more bandwidth than the microstrip leaky wave antenna. In this thesis, we use coplanar waveguide(CPW) exciting second higher order mode, because of the characteristics in single conductor, the antenna pattern is end-fire.

謝　誌

首先要謝謝我的指導教授林育德博士，在我研究求學過程中，在專業領域上給我的許多指導，讓我在無線天線的研究中學到許多寶貴的知識。同時也要謝謝洪萬鑄學長在我的研究方面給我的寶貴意見，在我研究上遇到困難時提供給我解決的方法。

還要謝謝實驗室的同學偉宏、烈全在這兩年中跟我一起度過，一同在學問的道路上互相扶持，也要謝謝我的學弟們宏霖、哲維、旭昇、仲啟一起陪我在實驗室共同求學。最後謝謝我的父母給我的支持與鼓勵，讓我在求學的道路上無後顧之慮，才能更專注在我的學問上。

目　錄

中文摘要……..i

英文摘要……..ii

謝誌……iii

目錄……..iv

圖錄……v

第一章　序論……1

1.1　動機與目的……...1

1.2　章節介紹……...2

第二章　基本原理及特性……3

2.1　洩漏波天線的原理及其特性……3

2.2　槽孔耦合饋入的原理……5

第三章　環形第一高階模洩漏波天線

3.1　前言……7

3.2　設計流程……9

3.2.1　未折繞平面洩漏波天線……..10

3.3　環形第一高階模洩漏波天線……13

3.4　串聯同心環第一高階模洩漏波天線……20

第四章　單一導體第二高階模洩漏波天線

4.1　前言……24

4.2　積分方程計算……27

4.3　設計流程……30

4.4　量測結果……36

第五章　結論……45

參考文獻……46

圖　錄

圖 2-1　微帶線上第一高階模之電流分布與時間關係圖(T=周期)……3

圖 2-2　微帶線上第一高階模正規化之傳播常數特性曲線圖……...4

圖 2-3　洩漏波天線於微帶線上的空間波分布(斜線箭頭部分)……5

圖 2-4　中央饋入槽孔耦合天線結構(左圖)及等效電路(右圖)……..6

圖 3-1　邊緣饋入第一高階模洩漏波天線……..8

圖 3-2　中央饋入環形第一高階模洩漏波天線(R-r =W，$2\pi R = L$)……8

圖 3-3　寬度 8.5mm 微帶線第一高階模正規化特性曲線圖……9

圖 3-4　寬度 7mm 微帶線第一高階模正規化特性曲線圖……9

圖 3-5　未折繞微帶線洩漏波天線 W=8.5mm……10

圖 3-6　較低頻段未折繞長條形洩漏波天線S_{11}……..10

圖 3-7　不同頻率 xz plane (H plane)的遠場場型……11

圖 3-8　10.5GHz 長條形洩漏波天線電流分佈……11

圖 3-9　較高頻段未折繞長條形洩漏波天線S_{11}……..12

圖 3-10 不同頻率 xz plane (H plane)的遠場場型……12

圖 3-11　12.8GHz 長條形洩漏波天線電流分佈……12

圖 3-12　R=26.5mm，r=18mm，Ls=10mm 環形洩漏波天線……13

圖 3-13 較低頻段環形洩漏波天線 S 參數圖……13

圖 3-14　R=26.5mm，r=18mm，Ls=10mm 環形洩漏波天線實體照相圖……14

圖 3-15　10GHz 環形洩漏波天線電流分佈……14

圖 3-16　11.2GHz 環形洩漏波天線電流分佈……15

圖 3-17　7.3GHz 一般諧振模的電流分佈……..15

圖 3-18　模擬及量測環形洩漏波天線場型圖……16

圖 3-19　10.5GHz 和 11.6GHz 的最大主波束……16

圖 3-20　R=16mm，r=9mm，Ls=8mm 環形洩漏波天線……17

圖 3-21 較高頻段環形洩漏波天線 S 參數圖……18

圖 3-22 R=16mm，r=9mm，Ls=8mm 環形洩漏波天線實體照相圖……..18

圖 3-23 12.5GHz 環形洩漏波天線電流分佈……..18

圖 3-24 模擬及量測環形洩漏波天線場型圖……19

圖 3-25 13.2GHz 最大主波束……..19

圖 3-26 W_1=8.5mm，W_2=7mm 串聯同心環洩漏波天線……..20

圖 3-27 串聯同心環洩漏波天線S_{11}……20

圖 3-28 11.8GHz 串聯兩同心環之電流分佈……..……21

圖 3-29 串聯同心環，外環寬度=8.5mm，內環寬度=7mm 實體照相圖……..22

圖 3-30 串聯環形洩漏波天線模擬及量測場型比較……..22-23

圖 3-31 13.2GHz 最大主波束……..23

圖 4-1 單一導體帶狀天線結構圖……24

圖 4-2 第一高階模的饋入電路……25

圖 4-3 共平面波導饋入結構，W_1=6.05mm，W_2=5.5mm，g=1.2mm……26

圖 4-4 在k_y平面逆傅葉轉換積分路徑……..28

圖 4-5 單一導體第二高階模正規化傳播特性曲線圖

ε_r=2.2, h=0.508mm……..……30

圖 4-6 天線寬度 20mm，β/k_0 及 α/k_0 對頻率放大圖……31

圖 4-7 單一導體洩漏波第三及第四高階模傳播特性曲線圖

ε_r=2.2, h=0.508mm，W=20mm……32

圖 4-8 17GHz 第二高階模電流分佈(a)縱向 x 方向電流(b)橫向 y

方向電流(W=20mm，h=0.508mm，ε_r=2.2)……33

圖 4-9 25GHz 第二高階模電流分佈(a)縱向 x 方向電流(b)橫向 y

方向電流(W=20mm，h=0.508mm，ε_r=2.2)……34

圖 4-10 36GHz 第二高階模電流分佈(a)縱向 x 方向電流(b)橫向 y

方向電流(W=20mm，h=0.508mm，ε_r=2.2)……35

圖 4-11 W=20mm，天線長度L=100mm，h=0.508mm，ε_r=2.2……36

圖 4-12 量測第二高階模天線的S_{11}，基板厚h=0.508mm

ε_r=2.2, W=20mm……36

圖 4-13 不同頻率量測的 xy 平面(E 平面)……..37

圖 4-14 不同頻率量測 xz 平面(H 平面)……...38

圖 4-15 17GHz 不同角度 xy 平面場型……39

圖 4-16 17GHz 不同角度 xz 平面場型……40

圖 4-17 25GHz 不同角度 xy 平面場型……41

圖 4-18 25GHz 不同角度 xz 平面場型……42

圖 4-19 36GHz 不同角度 xy 平面場型……43

圖 4-20 36GHz 不同角度 xz 平面場型……..44