

Design of A Hybrid Ring Coupler and Ring Antennas

吳明庭、何明華；許崇宜

E-mail: 9315088@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

ABSTRACT In this thesis, a novel 180° hybrid ring coupler and three newly designed circularly polarized slot-ring antennas are presented. A 180° hybrid ring coupler consisting of a coplanar waveguide (CPW) ring, three CPW feeds, and a slotline feed is first proposed. The 180° phase reversal is achieved by crossly connecting the signal strip's cutting terminals with the slotline edges. Since the phase reversal mechanism is relatively independent of frequency, the coupler has the advantage of a wider bandwidth. A wideband hybrid ring coupler with 4.6 GHz (about 65.78 %) bandwidth has been achieved. In addition, a new design rule for circularly polarized slot-ring antennas is also proposed. We retain the symmetrical structure of the slot ring, and utilize the single-feed microstrip line behind the substrate to achieve the purpose of double feed, which results in circularly polarized operation. Two different single-feed circularly polarized antennas have been implemented and measured. The measured 3 dB axial-ratio bandwidths are up to 5.73 % and 14.58 %, which are wider compared to those reported in the literature. Finally, the antenna feed by transitting from CPW to slotline with hairpin-slot coupling structure is proposed. By forward biasing either one of those mounted pin-diodes, a right-hand circular polarization (RHCP) or left-hand circular polarization (LHCP) radiation pattern can be excited. The measured 3 dB axial-ratio bandwidths of this antenna operated in LHCP and RHCP are 2.53 % and 2.5 %, respectively. Key words : hybrid ring coupler, circularly polarized antenna

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	iv
.....		v 誌謝.....		vi 目錄.....	
.....		vii 圖目錄.....		ix 表目錄.....	
.....		xii 第一章 簡介.....		1 1.1 概述.....	
.....		1 1.2 論文內容綱要.....		4 第二章	
.....		寬頻共面波導環形耦合器之研究.....		8 2.1 基本理論.....	
.....		8 2.2 寬頻共面波導環形magic-T電路之設計.....		12 2.3 結果分析與討論.....	
.....		14 2.4 結論.....		15 第三章 單一微帶線饋入之圓極化槽環天線...	
.....		21 3.1 圓極化天線與原理.....		21 3.2 設計概念.....	
.....		28 3.3 倒L形微帶線饋入之圓極化槽環天線.....		29 3.3.1 設計方法.....	
.....		29 3.3.2 實驗結果與討論.....		30 3.4 微帶線饋入寬	
.....		頻圓極化天線.....		31 3.4.1 設計方法.....	
.....		31 3.4.2 實		33 第四章 可切換左右手圓極化之環形槽孔天線.....	
.....		驗結果與討論.....		45 4.1 可切換極化天線.....	
.....		45 4.2 設計概念與方法.....		49 4.2.1 切換左右手圓極化方法.....	
.....		50 4.3 實驗結果與討論.....		51 4.3.1 天線B量測結果與討論.....	
.....		52 第五章 結論與未來展望.....		60 參考文獻.....	
.....		63 圖目錄 圖1.1 利用平		63 圖目錄 圖1.1 利用平	
.....		行耦合的短路線取代傳統的寬頻環形 耦合器.....		6 圖1.2 利用槽線	
.....		6 圖1.3 利用將共		7 圖1.4 利用180	
.....		面帶線環之訊號線和接地線交叉連接所造 成相位反轉效果的環形耦合器.....		7 圖2.1 微帶線環	
.....		7 圖2.1 微帶線環		16 圖2.2 (a)奇波模等效電路(b)偶波模等效電路.....	
.....		形耦合器結構圖.....		16 圖2.3 共	
.....		16 圖2.2 (a)奇波模等效電路(b)偶波模等效電路.....		17 圖2.4 共面波導到槽線的轉換結構及其尺寸.....	
.....		17 圖2.3 共		17 圖2.5 共面波導環形Magic-T電路結構及尺寸.....	
.....		面波導到槽線的轉換結構及其尺寸.....		18 圖2.6 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之E	
.....		17 圖2.5 共面波導環形Magic-T電路結構及尺寸.....		18 圖2.7 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得	
.....		18 圖2.6 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之E		19 圖2.8 量測共面波導環形Magic-T電路差模操	
.....		18 圖2.7 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得		19 圖2.9 量測共面波導環形Magic-T電路差模操	
.....		19 圖2.8 量測共面波導環形Magic-T電路差模操		20 圖2.10 模擬與量測之E arm與H arm端之隔離	
.....		19 圖2.9 量測共面波導環形Magic-T電路差模操		20 圖3.1 圓極化天線之正交模態的大小和相角	
.....		20 圖2.10 模擬與量測之E arm與H arm端之隔離		25 圖3.2 (a)、(b)使用對稱截角或凹槽造成結構上不對稱的 擾動方式之圓極化槽孔天線結構圖 (c)利用不	
.....		20 圖3.1 圓極化天線之正交模態的大小和相角		25 圖3.2 (a)、(b)使用對稱截角或凹槽造成結構上不對稱的 擾動方式之圓極化槽孔天線結構圖 (c)利用不	
.....		25 圖3.2 (a)、(b)使用對稱截角或凹槽造成結構上不對稱的 擾動方式之圓極化槽孔天線結構圖 (c)利用不		26 圖3.3 電場向量變化情形 (a) 右旋圓極化 (RHCP) ; (b) 左旋圓極	
.....		26 圖3.3 電場向量變化情形 (a) 右旋圓極化 (RHCP) ; (b) 左旋圓極			

化 (LHCP)	27	圖3.4 圓極化天線之圓極化率 (Axial-ratio)	27
圖3.5 倒L形微帶線饋入之圓極化天線結構圖.....	37	圖3.6 圓極化天線S參數頻率響應圖.....	37
.....	37	圖3.7 極化軸比頻率響應圖.....	38
圖3.8 其餘參數固定時，圓極化軸比頻率響應		圖3.9 極化天線操作於 $f=2.27\text{GHz}$ 時之圓極化	
隨微帶線延伸長度P之變化比較圖.....	38	場型圖.....	39
圖3.10 線性極化天線之結構圖.....	39	圖3.11 寬頻圓極化環形槽孔天線之	
結構圖.....	40	圖3.12 當天線尺寸固定在 $d=4\text{mm}$ 、 $L=5.3\text{mm}$ 時，S11隨著微帶線寬度Wf變動之曲線圖.....	40
.....	40	圖3.13 當天線尺寸固定在 $d=4\text{mm}$ 、 $Wf=6\text{mm}$ 時，S11隨著微帶線饋入長度L變動之曲線	
圖.....	41	圖3.14 當天線尺寸固定在 $L=14\text{mm}$ 、 $Wf=6\text{mm}$ 時，S11隨著槽線長度d變動之曲線	
圖.....	41	圖3.15 圓極化天線之S11模擬與量測曲線圖.....	42
圖3.16 量測所得之圓極化軸比頻率響應圖.....	42	圖3.17 天線尺寸Ws固定在 2.9mm 時，圓極化軸比頻率響應隨	
隨微帶線延伸長度P之變化比較圖.....	43	圖3.18 天線尺寸P固定在 11.2mm 時圓極化軸比頻率響應	
隨微帶線寬度Ws之變化比較圖.....	43	圖3.19 寬頻圓極化天線增益頻率響應圖.....	44
.....	44	圖3.20 圓極化天線操作於 2.4GHz 時量測場形圖.....	44
圖4.1 probe饋入可切換左手及右手圓		圖4.2 微帶線饋入，使用槽孔耦合至表面金屬輻射，可切換左手及右手圓極化的微帶天線.....	48
極化的微帶天線.....	48	圖4.3 天線A:右手圓極化天線結構圖.....	54
.....	48	圖4.4 天線B:可切換	
圖4.5 天線A之S參數頻率響應圖模擬與量測比較.....	56	圖4.6 量	
圖.....	56	圖4.7 量測所得天線A之增益頻率響應圖.....	57
圖4.8 (a)量測所得天線A於 2.5GHz 時之遠場輻射場形圖.....	57	圖4.8 (b)量測所得天線A於 2.51GHz 時之遠場輻射場形圖	
.....	58	圖4.9 量測所得天線A之S參數頻率響應圖，分別是左手圓極化操作及右手圓極化操作。.....	58
.....	58	圖4.10 天線B量測所得之圓極化軸比頻率響應圖.....	59
表目錄 表3.1 XPL (Cross polarization		表目錄 表3.1 XPL (Cross polarization	
level) 與圓極化率的關係.....	28	表5.1 本論文中所設計之電路結構一覽表.....	62

Keywords : Hybrid ring coupler ; Circularly polarized antenna

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iii
.....	iv	英文摘要.....	v
.....	vi	目錄.....	vi
.....	ix	圖目錄.....	vii
.....	x	表目錄.....	xii
第一章 簡		第二章 寬頻共面波導環形耦合器之研究.....	4
介.....	1	2.1 基本理論.....	8
1.1 概述.....	1	2.2 寬頻共面波導環形magic-T電路之設計.....	8
1.2		2.3 結果分析與討論.....	12
論文內容綱要.....	4	2.4 結論.....	14
.....	8	第三章 單一微帶線饋入之圓極化槽環天線.....	21
2.1 基本理論.....	8	3.1 圓形極化天線與原理.....	21
2.2 寬頻共面波導環形magic-T電路之設計.....	8	3.2 設計概念.....	28
2.3 結果分析與討論.....	12	3.3 倒L形微帶線饋入之圓	
2.4 結論.....	14	極化槽環天線.....	29
.....	15	3.3.1 設計方法.....	29
3.1 圓形極化天線與原理.....	21	3.3.2 實驗結果與	
3.2 設計概念.....	28	討論.....	30
3.3 倒L形微帶線饋入之圓		3.4 微帶線饋入寬頻圓極化天線.....	31
極化槽環天線.....	29	3.4.1 設	
3.3.1 設計方法.....	29	計方法.....	31
3.3.2 實驗結果與		3.4.2 實驗結果與討論.....	33
討論.....	30	第四章 可切換左右手圓極化之環形槽孔天線.....	45
3.4 微帶線饋入寬頻圓極化天線.....	31	4.1 可切換極化天線.....	45
3.4.1 設		4.2 設計概念與方法.....	49
計方法.....	31	4.2.1 切	
3.4.2 實驗結果與討論.....	33	換左右手圓極化方法.....	49
第四章 可切換左右手圓極化之環形槽孔天線.....	45	4.3 實	
4.1 可切換極化天線.....	45	驗結果與討論.....	51
4.2 設計概念與方法.....	49	4.3.1 天	
4.2.1 切		線B量測結果與討論.....	51
換左右手圓極化方法.....	49	.....	52
4.3 實		第五章 結論與未來展望.....	60
驗結果與討論.....	51	60 參考文獻.....	60
4.3.1 天		.....	63
線B量測結果與討論.....	51	圖目錄 圖1.1 利用平行耦合的短路線取代傳統的寬頻環形耦合器.....	6
.....	52	.....	6
第五章 結論與未來展望.....	60	圖1.2 利用槽線的T形轉換端來造成相位反轉效果的環形耦合器.....	6
60 參考文獻.....	60	.....	6
.....	63	圖1.3 利用將共面帶線環之訊號線和接地線交叉連接所造成相位反轉效果的	
圖目錄 圖1.1 利用平行耦合的短路線取代傳統的寬頻環形耦合器.....	6	環形耦合器.....	7
.....	6	圖1.4 利用180度反相之共面波導到槽線的T形轉換端造成相位反轉效果的	
圖1.2 利用槽線的T形轉換端來造成相位反轉效果的環形耦合器.....	6	環形耦合器.....	7
.....	6	圖2.1 微帶線環形耦合器結構圖.....	16
圖1.3 利用將共面帶線環之訊號線和接地線交叉連接所造成相位反轉效果的		圖2.2 (a)奇	
環形耦合器.....	7	波模等效電路(b)偶波模等效電路.....	16
圖1.4 利用180度反相之共面波導到槽線的T形轉換端造成相位反轉效果的		圖2.3 共面波導到槽線的轉換結構及其尺寸.....	17
環形耦合器.....	7	.....	17
圖2.1 微帶線環形耦合器結構圖.....	16	圖2.4 共面波導到槽線的轉換結構模擬結果.....	17
圖2.2 (a)奇		.....	18
波模等效電路(b)偶波模等效電路.....	16	圖2.5 共面波導環形Magic-T電路結構及尺寸.....	18
圖2.3 共面波導到槽線的轉換結構及其尺寸.....	17	.....	18
.....	17	圖2.6 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之E arm端對埠1及埠2端功率分配的穿透量損失比較圖.....	18
圖2.4 共面波導到槽線的轉換結構模擬結果.....	17	.....	18
.....	18	圖2.7 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之H arm端對埠1及埠2端功率分配的穿透量損失比較圖.....	19
圖2.5 共面波導環形Magic-T電路結構及尺寸.....	18	.....	19
.....	18	圖2.8 量測共面波導環形Magic-T電路差模操作(E arm 端饋入)與共模操作(H arm 端饋入)時的大小差異.....	19
圖2.6 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之E arm端對埠1及埠2端功率分配的穿透量損失比較圖.....	18	.....	19
.....	18		
圖2.7 模擬及量測共面波導環形magic-T電路所得之H arm端對埠1及埠2端功率分配的穿透量損失比較圖.....	19		
.....	19		
圖2.8 量測共面波導環形Magic-T電路差模操作(E arm 端饋入)與共模操作(H arm 端饋入)時的大小差異.....	19		

.....19	圖2.9 量測共面波導環形Magic-T電路差模操作(E arm 端饋入與共模操作(H arm端饋入)時的相位差異.....	
.....20	圖2.10模擬與量測之E arm與H arm端之隔離度以及埠1 及埠2端之隔離度.....	
.....20	圖3.1 圓極化天線之正交模態的大小和相角圖.....	25
.....	圖3.2 (a)、(b)使用對稱截角或凹槽造成結構上不對稱的擾動方式之圓極化槽孔天線結構圖 (c)利用不等長 共面波導槽線連接於正方形寬槽孔的兩個相鄰垂直 邊緣造成圓極化之天線結構圖。(d)使用特殊槽孔 造成圓極化之天線結構圖.....	26
.....	圖3.3 電場向量變化情形 (a) 右旋圓極化 (RHCP) ; (b) 左旋圓極化 (LHCP)	27
.....	圖3.4 圓極化天線之圓極化率 (Axial-ratio)	27
.....	圖3.5 倒L形微帶線饋入之圓極化天線結構圖.....	37
.....	圖3.6 圓極化天線S參數頻率響應圖.....	37
.....	圖3.7 極化軸比頻率響應圖.....	38
.....	圖3.8 其餘參數固定時, 圓極化軸比頻率響應隨微帶線延伸長度P之變化比較圖.....	38
.....	圖3.9 極化天線操作於f=2.27GHz時之圓極化場型圖.....	39
.....	圖3.10線性極化天線之結構圖.....	39
.....	圖3.11寬頻圓極化環形槽孔天線之結構圖.....	40
.....	圖3.12當天線尺寸固定 在d=4mm、L=5.3mm時,S11隨著微帶線寬Wf變動之曲線圖.....	40
.....	圖3.13當天線尺寸 固定在d=4mm、Wf=6mm時,S11隨著微帶線饋入長度L變動之曲線圖.....	41
.....	圖3.14當天線 尺寸固定在L=14mm、Wf=6mm時,S11隨著槽線 長度d變動之曲線圖.....	41
.....	圖3.15 圓極化天線之S11模擬與量測曲線圖.....	42
.....	圖3.16量測所得之圓極化軸比頻率響應圖.....	42
.....	圖3.17天線尺寸Ws固定在2.9mm時, 圓極化軸比頻率響應 隨微帶線延伸長度P之變化比較圖.....	43
.....	圖3.18天線尺寸P固定在11.2mm時圓極化軸比頻率響應隨 微帶線寬度Ws之變化比較圖.....	43
.....	圖3.19寬頻圓極化天線增益頻率響應圖.....	44
.....	圖3.20圓極化天線操作於2.4GHz時量測場形圖.....	44
.....	圖4.1 probe饋入可切換左手及右手圓極化的微帶天線.....	48
.....	圖4.2 微帶線饋入, 使用槽孔 耦合至表面金屬輻射, 可切換 左手及右手圓極化的微帶天線.....	48
.....	圖4.3 天線A:右手圓極化 天線結構圖.....	54
.....	圖4.4 天線B: 可切換左右手圓極化之天線結構圖.....	55
.....	圖4.5 天線A 之S參數頻率響應圖模擬與量測比較.....	56
.....	圖4.6 量測所得天線A之圓極化軸比頻率響應圖.....	56
.....	圖4.7 量測所得天線A之增益頻率響應圖.....	57
.....	圖4.8 (a)量測所得天線A於2.5 GHz時之遠場輻射場形圖	57
.....	(b)量測所得天線A於2.51 GHz時之遠場輻射場形圖.....	58
.....	圖4.9 量測所得天線A之S參數頻率響應圖, 分別是左手 圓極化操作及右手圓極化操作。	58
.....	圖4.10天線B量測所得之圓極化軸比頻率響應圖.....	59
.....	表目錄 表3.1 XPL (Cross polarization level) 與圓極化率的關係.....	28
.....	表5.1 本論文中所設計之電路結構一覽表.....	62

REFERENCES

- 參考文獻 [1]C. Y. Pon, " Hybrid-ring directional coupler for arbitrary power division, " IRE Trans. Microwave Theory Tech.,vol.9, pp.529-535, Nov.1961 .
- [2]S. March, " A wideband stripline hybrid ring, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 16, pp.361, jun. 1968.
- [3]C.-G. HO, L. Fan, and K. Chang, " Broad-Band Uniplanar-Ring and Branch-line Couplers, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.41 , No. 12, pp. 2116-2125, Dec. 1993.
- [4]M.-H. Murgulescu, E.Moisan,p.Legaud,E.Penard,and I. Zaquine, " New Wideband,067 Circumference 180 ° Hybrid Ring Coupler, " Electron Lett., Vol. 30,No.4, pp.299-300, Feb.1994.
- [5]M.-H. Murgulescu, E. Penard, and I. Zaquine, " Design Formulas for Generalised 180 ° Hybird Ring Couplers " , Electron Lett., Vol.30,No.7, pp.573-574, Mar.1994.
- [6]C. G. HO, L. Fan, and K. Chang, " New Uniplanar Coplanar Waveguide Hybrid-Ring Couplers and Magic-Ts, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.MTT42 , No. 12, pp. 2440-2448, Dec.1994.
- [7]L.Fan,C.-H.Ho,S.Kanamaluru and K.Chang, " Wide-Band Reduced-Size Uniplanar Magic-T,Hybrid-Ring ,and deRonde's CPW-Slot Couplers, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.43 , No. 12, pp. 2749-2758, Dec. 1995.
- [8]R. Waterhouse, " Small microstrip path antenna " Electron.Lett., vol.31, pp.604-605, April 13,1995.
- [9]K.L. Wong,and S.C. pan, " Compact triangular microstrip patch antenna " Electrin. Lett., vol.33, No.6, pp.433-434,1997.
- [10]S. Dey and R. Mittra, " Compact broadband microstrip antenna " Microwave Opt.Technol.Lett., vol.11, pp.295-297, April 20 1996.
- [11]F.Yang and X.X.Zhang, " A broadband dual frequency microstrip antenna " IEEE AP-S int. Symp Dig., pp.960-963, Montreal, Canada, July 1997.
- [12]T. Huynh and K.F. Lee, " Single-layer single-patch wideband microstrip antenna " , Electron. Lett., vol.31, pp.1310-1312, 1995.
- [13]陳文山, " 雙頻及寬頻槽孔天線的研究 " 博士論文, 中山大學電機系, 2001年1月.
- [14]S.-T Fang, " A novel polarization diversity antenna for WLAN applications, " in 2000 IEEE AP-S Dig., July 2000, pp.282-285.
- [15]張勝富,戴明鳳, " 無線通信之射頻被動電路設計 " 全華,民國83年.
- [16]Werner Wiesbeck and Jurgen v.Hagen,Lecture notes to Introduction to Microstrip Antenna,Edition Summer 2000.

- [17]T. N. Chang and C. P. Wu, "Microstripline-fed circularly- polarized aperture antenna,"1999 IEEE AP-S Int. Symp. Dig., pp. 1473-1475.
- [18]M. Haneishi, S. Saito, A. Matsui and Y. hakura, "A construction of triplate-type circularly polarized planar antenna," Trans. IEICE, J71-B, 11, pp.1383-1385, 1988.
- [19]E. A. Soliman, S. Brebels, E. Byne and G. A. E. Vandenbosch, "Circularly polarized aperture antenna fed by CPW and built in MCD-D technology," Electron. Lett., vol. 35, pp. 250-251, 1999.
- [20]T. N. Chang and A. Lin, "An L-shaped circularly polarized slot antenna," 1999 IEEE AP-S Int. Symp. Dig., pp. 2786-2789.
- [21]李春生, " 平面式主動天線研究 " 碩士論文, 私立大葉大學電信工程所, 2002年 [22]X. Qing and Y. W. M. Chia, "A novel single-fed circular polarized slotted loop antenna," 1999 IEEE AP-S Int. Symp. Dig., pp. 248-251.
- [23]B.Schuppert, " Microstrip/slotline transitions-Modeling and experimental investigation, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.36, pp. 1272-1282, Aug.1988.
- [24]Yong-Hui Shu, Julio A.Navarro and K. Chang, " Electronically Switchable and Tunable Coplanar Waveguide-Slotline Band-Pass Filters, " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.39, No. 3, pp. 548-554, March.1991.
- [25]F. Yang and Y. Rahmat-Samii, " A reconfigurable patch antenna using switchable slots for circular polarization diversity, " IEEE Microwave Guided Wave Lett., vol. 12, no. 3, pp. 96—98, March 2002.
- [26]M. Boti, L. Dussopt, and J.-M. Laheurte, " Circularly polarized antenna with switchable polarization sense, " Electron. Lett., vol. 36, no. 18, pp. 1518—19, August 2000.
- [27]Matthias K. Fries, Mischa Grani, and Rudiger Vahldieck, " A Reconfigurable Slot Antenna With Switchable Polarization " IEEE Microwave and Wireless Components Letters, VOL. 13, NO. 11, NOVEMBER 2003.
- [28]M.-H. Ho and C.-C. Chuang, " The uniplanar slotline-fed slot-ring dual-mode bandpass filter using hairpin-slot coupling, " Journal of the Chinese Institute of Electrical Engineering, vol. 10, no. 4, pp. 407-412, Nov. 2003.