

Development of High Efficiency Multi-beam Reflector Antenna and Feed Source Antenna for Various Antenna Test Ranges

蔡宗穎、張道治

E-mail: 9511021@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Multiple beam reflector antenna is composed of array feed antennas. It is an available approach for increasing the capacity of the satellite communications. The development of high efficiency multiple beam antenna for direct broadcasting satellite (DBS) is presented in this thesis. By a high-level language with Fortran program, a CAD simulator is designed for commercial applications. The feed of reflector antenna is constructed by utilizing the corrugated horn in company with circular polarizer to receive the circular polarization (CP) signals. The CP corrugated horn antenna exhibits good axial ratio and symmetrical radiation pattern. The antenna test ranges included compact range, near field range, far field range and outdoor far field range are in applications. Generally, the transmitting antennas are with the characteristics of narrow band. For wide band measurements, several transmitting antennas with various narrow bands are required. In practice, the uncertain factors occur usually. In this paper, two comb slot antennas with low directivity are designed for UWB (ultra wideband) applications. The operating bandwidths of these antennas are from 3GHz to 20GHz and 20GHz to 40GHz respectively. These antennas are extensively applied in the probe of the antenna test ranges. Instead of the properties of ultra wideband, it exhibits the symmetrical radiation pattern, low directivity. In addition, the phase center has large tolerance to the operating frequency modulation. The commercial 180cm DBS reflector combined with the designed UWB comb slot antenna are proposed as the feed to design a compact test range. Cooperating with ITDAMS (Impulse Time Domain Antenna Measurement System) techniques, an available and multi-function antenna measurement system is achieved. Due to the edge diffraction fields of reflector can be gated out by the ITDAMS, it can be applied for compact range antenna measurement system.

Keywords : Multi-beam reflector antenna ; antenna measurement system ; compact antenna test range ; UWB antenna

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v
要.....	vi	誌謝.....	viii	目錄.....	ix
錄.....	ix	圖目錄.....	xi	表目錄.....	xviii
錄.....	xviii	第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1
言.....	1	1.2 研究動機與目的.....	1	1.3 論文架構.....	2
構.....	2	第二章 高效率多波束形變反射面天線之模擬軟體設計.....	4	2.1 多波束反射面天線之簡介.....	4
面天線之簡介.....	4	2.2 多波束形變反射面天線之最佳化設計.....	6	2.3 多波束反射面天線之模擬分析及量測結果比較.....	9
天線之模擬分析及量測結果比較.....	9	第三章 圓極化波紋喇叭天線之設計.....	20	3.1 極化波理論分析.....	20
理理論分析.....	20	3.1.1 各種極化簡介.....	20	3.1.2 圓形極化波產生條件.....	21
件.....	21	3.1.3 線性極化與圓形極化之關係.....	21	3.1.4 探討電場強度與相位變化對軸比的影響.....	22
對軸比的影響.....	22	3.2 兩種不同結構的圓極化器之設計.....	24	3.3 圓極化波紋喇叭天線之模擬與量測結果比較.....	25
模擬與量測結果比較.....	25	第四章 反向線性梳型槽孔天線設計.....	35	4.1 漸窄式天線簡介.....	35
介.....	35	4.2 梳型槽孔天線設計.....	37	4.3 模擬與量測結果.....	38
果.....	38	第五章 梳型槽孔天線在各種天線量測場之應用.....	61	5.1 縮距天線量測場之簡介.....	61
之簡介.....	61	5.2 縮距天線量測場之靜態區探討.....	62	5.3 梳型槽孔天線應用於縮距天線量測場之饋入源.....	64
饋入源.....	64	5.4 梳型槽孔天線應用於近場天線量測場之饋入源.....	64	第六章 結論.....	95
論.....	95	圖目錄 圖 2.1 傳統低軌道同步衛星直播系統.....	10	圖 2.2 多波束低軌道同步衛星直播系統.....	10
圖 2.1 傳統低軌道同步衛星直播系統.....	10	圖 2.3 多波束形變反射面天線軟體設計原始流程圖.....	11	圖 2.4 尋找正焦與偏焦最大掃描角度程式流程圖.....	12
圖 2.3 多波束形變反射面天線軟體設計原始流程圖.....	11	圖 2.5 多波束形變反射面天線程式設計流程圖.....	12	圖 2.6 二分搜尋演算法流程圖.....	13
圖 2.5 多波束形變反射面天線程式設計流程圖.....	12	圖 2.7 多個饋入源的拋物面反射面天線(形變前).....	13	圖 2.8 形變前之大小分佈.....	14
圖 2.6 二分搜尋演算法流程圖.....	13	圖 2.8 形變前之大小分佈.....	14	圖 2.9 形變前的相位變化.....	14
圖 2.7 多個饋入源的拋物面反射面天線(形變前).....	13	圖 2.9 形變前的相位變化.....	14	圖 2.10 形變前之反射面天線場型.....	15
圖 2.8 形變前之大小分佈.....	14	圖 2.10 形變前之反射面天線場型.....	15	圖 2.11 形變後的多個饋入源拋物面反射面天線.....	15
圖 2.9 形變前的相位變化.....	14	圖 2.11 形變後的多個饋入源拋物面反射面天線.....	15	圖 2.12 形變後之大小分佈.....	16
圖 2.10 形變前之反射面天線場型.....	15	圖 2.12 形變後之大小分佈.....	16	圖 2.13 形變後的相位變化.....	16
圖 2.11 形變後的多個饋入源拋物面反射面天線.....	15	圖 2.13 形變後的相位變化.....	16		

化.....	16	圖 2.14 形變後的反射面天線場型.....	17	圖 2.15 大小尺寸為52乘46公分
之多波束反射面天線.....	17	圖 2.16 實際量測之多波束反射面天線場型.....	18	圖 3.1 階梯型圓極化
器結構圖.....	27	圖 3.2 斜坡型圓極化器結構圖.....	27	圖 3.3 模擬兩極化器軸比比
較圖.....	28	圖 3.4 波紋喇叭天線與圓極化片結構圖.....	28	圖 3.5 模擬與量測反射係數比
較圖.....	29	圖 3.6 近場量測環境圖.....	29	圖 3.7 實驗量測XZ、YZ-plane
在12.2GHz輻射場型圖.....	30	圖 3.8 模擬XZ、YZ-plane在12.2GHz輻射場型圖.....	30	圖 3.9 實驗量
測XZ、YZ-plane在12.45GHz輻射場型圖.....	31	圖 3.10 模擬XZ、YZ-plane在12.45GHz輻射場型	31	圖 3.11 實驗量測XZ、YZ-plane在12.7GHz輻射場型圖.....
圖.....	31	圖 3.11 實驗量測XZ、YZ-plane在12.7GHz輻射場型圖.....	32	圖 3.12 模擬XZ、YZ-plane
在12.7GHz輻射場型圖.....	32	圖 3.13 模擬與量測圓極化軸比比比較圖.....	33	圖 3.14 實際量測指
向性.....	33	圖 3.15 實際量測半功率波束寬.....	34	圖 4.1 不同槽線樣式的TSA天
線.....	41	圖 4.2 LTSA基本圖形.....	42	圖 4.3 由Ehud Gazit發展出來的對稱
型TSA天線.....	42	圖 4.4 梳型槽孔天線結構圖3GHz~20GHz.....	43	圖 4.5 模擬的天線返回損失
比較圖.....	43	圖 4.6 模擬E-plane(X-Y)在18GHz輻射場型比較圖.....	44	圖 4.7 模
擬H-plane(Y-Z)在18GHz輻射場型比較圖.....	44	圖 4.8 模擬與實驗量測的天線返回損失圖.....	45	圖 4.9 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在3GHz的輻射場型圖.....
圖.....	45	圖 4.10 模擬與實驗量測E-plane(Red),	46	圖 4.11 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在5GHz的輻射場型圖.....
圖.....	46	圖 4.11 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在5GHz的輻射場型圖.....	46	圖 4.12 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在6GHz的輻射場型圖.....
圖.....	47	圖 4.13 模擬與實驗量測E-plane(Red),	47	圖 4.14 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在8GHz的輻射場型圖.....
圖.....	47	圖 4.14 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在8GHz的輻射場型圖.....	48	圖 4.15 模擬與實驗量測E-plane(Red), H-plane(Blue)在9GHz的輻射場型圖.....
圖.....	48	圖 4.16 模擬與實驗量測E-plane(Red),	49	圖 4.17 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	49	圖 4.17 模擬與實驗量測E-plane(Red),	49	圖 4.18 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	49	圖 4.18 模擬與實驗量測E-plane(Red),	50	圖 4.19 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	50	圖 4.19 模擬與實驗量測E-plane(Red),	50	圖 4.20 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	50	圖 4.20 模擬與實驗量測E-plane(Red),	51	圖 4.21 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	51	圖 4.21 模擬與實驗量測E-plane(Red),	51	圖 4.22 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	51	圖 4.22 模擬與實驗量測E-plane(Red),	52	圖 4.23 模擬與實驗量測E-plane(Red),
圖.....	52	圖 4.23 模擬與實驗量測E-plane(Red),	52	圖 4.24 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)
圖.....	52	圖 4.24 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)	53	圖 4.25 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在6GHz相位變化.....
圖.....	53	圖 4.25 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在6GHz相位變化.....	53	圖 4.26 實驗量
圖.....	53	圖 4.26 實驗量	54	圖 4.27 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在12GHz相位變
圖.....	54	圖 4.27 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在12GHz相位變	54	圖 4.28 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在15GHz相位變化.....
圖.....	54	圖 4.28 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)在15GHz相位變化.....	54	圖 4.29 線性度量測環境
圖.....	55	圖 4.30 實驗量測相位線性度.....	55	圖 4.31 實驗量測頻域傳輸係數分
圖.....	55	圖 4.31 實驗量測頻域傳輸係數分	56	圖 4.32 實驗量測截取時域主要訊號.....
圖.....	56	圖 4.32 實驗量測截取時域主要訊號.....	56	圖 4.33 實驗量測的增益
圖.....	57	圖 4.33 實驗量測的增益	57	圖 4.34 Ka band梳型槽孔天線結構圖20GHz~40GHz.....
圖.....	57	圖 4.34 Ka band梳型槽孔天線結構圖20GHz~40GHz.....	57	圖 4.35 模擬與實驗量
圖.....	58	圖 4.35 模擬與實驗量	58	圖 4.36 Ka band梳型槽孔天線量測環境圖.....
圖.....	58	圖 4.36 Ka band梳型槽孔天線量測環境圖.....	58	圖 4.37 模擬
圖.....	59	圖 4.37 模擬	59	圖 4.38 模擬與實驗量測H-plane(Y-Z)在18, 22, 35GHz輻射場
圖.....	59	圖 4.38 模擬與實驗量測H-plane(Y-Z)在18, 22, 35GHz輻射場	59	圖 5.1 第一代縮距時域脈衝量測系統.....
圖.....	66	圖 5.1 第一代縮距時域脈衝量測系統.....	66	圖 5.2 第二代縮距時域脈衝量測系
圖.....	66	圖 5.2 第二代縮距時域脈衝量測系	67	圖 5.3 梳型槽孔天線當作饋入源.....
圖.....	67	圖 5.3 梳型槽孔天線當作饋入源.....	67	圖 5.4 XY掃描器進行場強調
圖.....	67	圖 5.4 XY掃描器進行場強調	68	圖 5.5 垂直極化水平面相位平坦度.....
圖.....	68	圖 5.5 垂直極化水平面相位平坦度.....	68	圖 5.6 垂直極化垂直面相位平坦
圖.....	68	圖 5.6 垂直極化垂直面相位平坦	69	圖 5.7 場強分佈(3GHz).....
圖.....	69	圖 5.7 場強分佈(3GHz).....	69	圖 5.8 場強分
圖.....	69	圖 5.8 場強分	70	圖 5.9 場強分佈(12GHz).....
圖.....	70	圖 5.9 場強分佈(12GHz).....	70	圖 5.10 場強分
圖.....	70	圖 5.10 場強分	71	圖 5.11 DRH於近場量測環境圖.....
圖.....	71	圖 5.11 DRH於近場量測環境圖.....	71	圖 5.12 DRH於縮距反
圖.....	71	圖 5.12 DRH於縮距反	72	圖 5.13 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(3GHz).....
圖.....	72	圖 5.13 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(3GHz).....	72	圖 5.14
圖.....	72	圖 5.14	73	圖 5.15 DRH於兩個量測場輻射場型比較
圖.....	73	圖 5.15 DRH於兩個量測場輻射場型比較	73	圖 5.16 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(6GHz).....
圖.....	73	圖 5.16 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(6GHz).....	73	圖 5.17 DRH於兩個量測
圖.....	74	圖 5.17 DRH於兩個量測	74	圖 5.18 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(8GHz).....
圖.....	74	圖 5.18 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(8GHz).....	74	圖 5.19
圖.....	75	圖 5.19	75	圖 5.20 DRH於兩個量測場輻射場型比較
圖.....	75	圖 5.20 DRH於兩個量測場輻射場型比較	76	圖 5.21 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(11GHz).....
圖.....	76	圖 5.21 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(11GHz).....	76	圖 5.22 DRH於兩個量測
圖.....	76	圖 5.22 DRH於兩個量測	77	圖 5.23 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(13GHz).....
圖.....	77	圖 5.23 DRH於兩個量測場輻射場型比較圖(13GHz).....	77	圖 5.24
圖.....	77	圖 5.24	77	圖 5.25 梳型槽孔天線當近場量測系統之發射天
圖.....	77	圖 5.25 梳型槽孔天線當近場量測系統之發射天	78	圖 5.26 TEM horn天線當近場量測系統之發射天線.....
圖.....	78	圖 5.26 TEM horn天線當近場量測系統之發射天線.....	78	圖 5.27 E-plane天線輻射場型比
圖.....	79	圖 5.27 E-plane天線輻射場型比	79	圖 5.28 H-plane天線輻射場型比較圖(3GHz).....
圖.....	79	圖 5.28 H-plane天線輻射場型比較圖(3GHz).....	79	圖 5.29 E-plane天線輻
圖.....	80	圖 5.29 E-plane天線輻	80	圖 5.30 H-plane天線輻射場型比較圖(4GHz).....
圖.....	80	圖 5.30 H-plane天線輻射場型比較圖(4GHz).....	80	圖 5.31
圖.....	81	圖 5.31	81	圖 5.32 H-plane天線輻射場型比較圖(5GHz)
圖.....	81	圖 5.32 H-plane天線輻射場型比較圖(5GHz)	81	

.....81 圖 5.33 E-plane天線輻射場型比較圖 (6GHz)	82 圖 5.34 H-plane天線輻射場型比較圖 (6GHz)
.....82 圖 5.35 E-plane天線輻射場型比較圖 (7GHz)	83 圖 5.36 H-plane天線輻射場型比較圖 (7GHz)
.....83 圖 5.37 E-plane天線輻射場型比較圖 (8GHz)	84 圖 5.38 H-plane天線輻射場型比較圖 (8GHz)
.....84 圖 5.39 E-plane天線輻射場型比較圖 (9GHz)	85 圖 5.40 H-plane天線輻射場型比較圖 (9GHz)
.....85 圖 5.41 E-plane天線輻射場型比較圖 (10GHz)	86 圖 5.42 H-plane天線輻射場型比較圖 (10GHz)
.....86 圖 5.43 E-plane天線輻射場型比較圖 (11GHz)	87 圖 5.44 H-plane天線輻射場型比較圖 (11GHz)
.....87 圖 5.45 E-plane天線輻射場型比較圖 (12GHz)	88 圖 5.46 H-plane天線輻射場型比較圖 (12GHz)
.....88 圖 5.47 E-plane天線輻射場型比較圖 (13GHz)	89 圖 5.48 H-plane天線輻射場型比較圖 (13GHz)
.....89 圖 5.49 E-plane天線輻射場型比較圖 (14GHz)	90 圖 5.50 H-plane天線輻射場型比較圖 (14GHz)
.....90 圖 5.51 E-plane天線輻射場型比較圖 (15GHz)	91 圖 5.52 H-plane天線輻射場型比較圖 (15GHz)
.....91 圖 5.53 E-plane天線輻射場型比較圖 (16GHz)	92 圖 5.54 H-plane天線輻射場型比較圖 (16GHz)
.....92 圖 5.55 E-plane天線輻射場型比較圖 (17GHz)	93 圖 5.56 H-plane天線輻射場型比較圖 (17GHz)
.....93 圖 5.57 E-plane天線輻射場型比較圖 (18GHz)	94 圖 5.58 H-plane天線輻射場型比較圖 (18GHz)
.....18 表 2.1 形變前之反射面天線增益.....	18 表 2.2 形變後之反射面天線增益.....
.....19 表 2.3 多波束天線之分析及實際量測之比較.....	19 表 4.1 模擬的主要平面HPBW、SLL、BLL比較表.....
.....60 表 4.2 實驗量測的主要平面HPBW、SLL、BLL比較表.....	60 表 4.3 實驗量測E-plane(X-Y), H-plane(Y-Z)相位變化.....
.....61	

REFERENCES

- [1]F. Kira; N. Honma; K. Cho; H. Mizuno; " Modified multi-focal paraboloid design for high aperture efficiency multibeam reflector antenna " , Antennas and Propagation Society International Symposium, 2002. IEEE, Volume: 1, 2002 pp.662~665 vol.1 [2]M. Fujimoto; D.M. Harrison; A. Louzir; C. Howson; C. Guo;J.P. Grimm; G. Tabor; G.M. Maier; " A DBS antenna-receiver system for simultaneous multi-satellite reception " Consumer Electronics, IEEE Transaction on, Volume: 38 Issue: 3, Aug 1992 pp.394~397.
- [3]B. Saka; E. Yazgan; " Pattern optimization of a reflector antenna with planar-array feeds and cluster feeds " , Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, Volume: 45 [4]W.R Dong; Jing Yang; X.F. Lu; " Analysis and improvement of performances of a multibeam antenna with large displaced feed " , Microwave Conference Proceedings, 1997. APMC '97, 1997 Asia-Pacific, 2-5 Dec 1997 pp. 633~636 vol.2 [5]廖兆祥, 最佳化反射面天線設計及其應用, 碩士論文, 大葉大學電機所, 2004年6月 [6]吳榮泰, 利用新型的透鏡天線應用於多波束天線系統, 碩士論文, 大葉大學電機所, 2004年6月 [7]蔡錦堡, 1.8 GHz 圓形極化基地台天線設計, 碩士論文, 大葉大學電機所, 2001年6月 [8]陳志銘, 平板式Lunegerg Lens及圓形極化器設計及製作, 碩士論文, 大葉大學電機所, 2003年6月 [9]Microwave Engineering Online Europe Magazine, http://www.mwee.com/magazine/2000/cad_benchmark.html [10]Pranay R. Acharya, Hans Ekstrom, and Steven S. Gearhart, et al., " Tapered Slot Antennas at 802 GHz " IEEE Trans. On Microwave Theory and Techniques, October 1993, vol. 41, No. 10.
- [11]K. S. Yngvesson et al., " The Tapered Slot Antenna-A New Integrated Element for Millimeter-Wave Applications, " IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 37, No. 2, Feb. 1989, pp. 365-374.
- [12]Chen Wu, Linping Shen, Gang-Yi Deng, Ying Shen and John Litva, " Experimental Study of a Wide Band LTSA Which is Fed by an Inverted Microstrip Line(IML), " IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, vol. 4, 1998, pp. 2328-2331.
- [13]E.Gazit, " Improved Design of the Vivaldi Antenna, " IEEE Proceeding, Part H vol. 135, No2, 1988, pp. 89-92.
- [14]Satoru Sugawara, " Characteristics of a mm-wave tapered slot antenna with corrugated edges " IEEE MTT-S Digest, 1998, pp. 533-436.
- [15]薛立群, 高頻天線巴倫之設計與應用, 碩士論文, 大葉大學電信所, 2004年2月 [16]E.S. Gillespie, D.W. Hess, and C.F. Stubenrauch, " Antenna measurements: a comparison of far-field, compact range and near-field techniques, " Proceeding of 1994 Conference in Precision Electromagnetic Measurements, June 1994, pp.375.
- [17]M.S.A. Sanda and L. Shafal, " Dual parabolic cylindrical reflectors employed as a compact range, " IEEE Trans. on Antenna and Propagation, Vol. 38, No. 8, August 1996, pp.812~814.
- [18]D.C. Chang, C.C. Yang, and S.Y. Yang, " Dual-reflector system with a spherical main reflector and shaped subreflector for compact range, " IEE Proceedings - Microwave, Antennas, and Propagation, Vol. 144, No. 2, April 1997, pp.97~102.
- [19]J.P. McKay and Y. Rahmat-Samii, " Quiet zone evaluation of serrated compact range reflectors, " Proceedings of 1990 IEEE International Symposium on APS/URSI, Vol. 4, May 1990, pp. 232~235.
- [20]I.J. Gupta, K.P. Erickson, and W.D. Burnside, " A method to design blended rolled edges for compact range reflectors, " IEEE Trans. on Antenna and Propagation, January 1990, pp.853~861.
- [21]M.S.A. Mahmoud, T.H Lee, and W.D. Burnside, " Enhanced compact range reflector concept using an R-card fence: two-dimensional case, " IEEE Trans. on Antenna and Propagation, March 2001, pp.419~428.

[22]R. V. De Jongh, M. Hajian, and L. P. Ligthart, " Antenna time domain measurement techniques, " IEEE Trans. on Antenna and Propagation, October 1997, pp.7~11.