

# Grating Lobe Reduction Technologies IN Phase Array Antenna

江明廣、張道治

E-mail: 9419792@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

This thesis discusses the Phase Linear Array Antenna (PAA) in the radio frequency / microwave (RF/microwave) wave band. Switch over with the beam.shaping network by 8x8 Butler Matrix that changes a main petal angle in the space. Introduce the PAA change component aerial distance and phase shift force down the grating lobes.

Keywords : linear antenna, grating lobes, directivity

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	vii
. . . . .	v	英文摘要 . . . . .	vii
. . . . .	viii	目錄 . . . . .	ix
. . . . .	x	圖目錄 . . . . .	ix
. . . . .	x	第一章簡介 . . . . .	1
1.1研究目標 . . . . .	1	1.2論文架構 . . . . .	1
. . . . .	2	第二章 基本原理 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1線性行列天線場型原理 . . . . .	4
. . . . .	4	2.2線性行列天線主波束操控 . . . . .	7
2.4隨機排列之旁波瓣壓抑 . . . . .	13	2.3波束操控與相移器 . . . . .	10
波束成型網路 . . . . .	21	2.5半功率波束寬 . . . . .	19
Matrix波束成型網路量測結果分析 . . . . .	30	第三章	
線介紹 . . . . .	35	3.1 Butler Matrix波束成型網路之簡介 . . . . .	21
多波束天線量測結果 . . . . .	41	3.2 Butler Matrix波束成型網路量測結果 . . . . .	35
. . . . .	50	4.1元件天線介紹 . . . . .	35
結論 . . . . .	62	4.2雅克天線製作、分析模擬與量測結果 . . . . .	36
. . . . .	62	4.3等間隔線性行列多波束天線量測結果 . . . . .	41
圖目錄 圖2.1線性陣列天線幾何圖 . . . . .	5	4.4 Random線性行列多波束天線模擬與量測量測結果 . . . . .	50
場型之主波瓣發生在 . . . . .	6	4.5 Phase shift線性行列多波束天線模擬與量測量測結果 . . . . .	54
圖2.3線性行列天線基本型態 . . . . .	7	第五章	
圖2.4線性行列天線使用相移器作為波束操控概念圖 . . . . .	9	參考資料 . . . . .	56
. . . . .	10	. . . . .	56
. . . . .	12	圖2.2元件天線間隔均勻排列	
. . . . .	12	場型圖 . . . . .	5
. . . . .	16	圖2.3線性行列天線基本型態 . . . . .	7
. . . . .	16	圖2.4線性行列天線使用相移器作為波束操控概念圖 . . . . .	9
. . . . .	17	圖2.5線性行列天線相移計算幾何結構圖 . . . . .	10
. . . . .	17	圖2.6主波束掃描33.3度模擬圖 . . . . .	12
. . . . .	20	圖2.7主波束掃描33.3度模擬圖 . . . . .	12
. . . . .	20	圖2.8光柵波瓣發生範圍 . . . . .	15
. . . . .	20	圖2.9極座標與光柵波瓣關係圖 . . . . .	15
. . . . .	20	圖2.10天線排列間隔2 之模擬輻射場型圖 . . . . .	17
. . . . .	20	圖2.11天線排列間隔 之模擬輻射	
. . . . .	20	場型圖 . . . . .	17
. . . . .	20	圖2.12天線排列間隔0.5 之模擬輻射場型圖 . . . . .	18
. . . . .	20	圖2.13天線幅射功率場型圖 . . . . .	20
. . . . .	20	圖3.1單節枝幹耦合器結構 . . . . .	22
. . . . .	20	圖3.2 8 8的Butler Matrix	
. . . . .	20	波束成型網路結構圖 . . . . .	23
. . . . .	20	圖3.3 8 8 Butler Matrix波束成型網路成品圖 . . . . .	24
. . . . .	20	圖3.4由1L及 1R輸入時	
. . . . .	20	主波束瓣指向.6及 6度 . . . . .	28
. . . . .	20	圖3.5由2L及 2R輸入時主波束瓣指向.19及 19度 . . . . .	28
. . . . .	20	圖3.6由3L及 3R輸入時	
. . . . .	20	主波束瓣指向.33及 33度 . . . . .	29
. . . . .	20	圖3.7由4L及 4R輸入時主波束瓣指向.50.26及 50.26度 . . . . .	29
. . . . .	20	圖3.8 1.7GHZ輸出相位	
. . . . .	20	曲線圖 . . . . .	33
. . . . .	20	圖3.9 1.95GHZ輸出相位曲線圖 . . . . .	33
. . . . .	20	圖3.10	
. . . . .	20	2.2GHZ輸出相位曲線圖 . . . . .	34
. . . . .	20	圖4.1 1.95GHZ 雅克天線結構圖 . . . . .	34
. . . . .	20	圖4.2摺疊偶極天線結構圖 . . . . .	39
. . . . .	20	圖4.3 1.95GHZ 雅克天線模擬場型圖 . . . . .	39
. . . . .	20	圖4.4為中心頻率1.95GHZ摺疊偶極天線史密斯實際量測圖 . . . . .	40
. . . . .	20	圖4.5中心頻率1.95GHZ摺疊偶極天	
. . . . .	20	線S11量測圖 . . . . .	40
. . . . .	20	圖4.6 1.95GHz間隔線性行列雅克天線結構 . . . . .	43
. . . . .	20	圖4.7 PCAAD模擬場型圖 . . . . .	43
. . . . .	20	圖4.8實際量測安裝圖 . . . . .	44
. . . . .	20	圖4.9主波束掃描	
. . . . .	20	角度8 ° 之模擬輻射場型圖 . . . . .	45
. . . . .	20	圖4.10主波束掃描角度8 ° 之量測輻射場型圖 . . . . .	45
. . . . .	20	圖4.11	
. . . . .	20	主波束掃描角度17 ° 之模擬輻射場型圖 . . . . .	46
. . . . .	20	圖4.12主波束掃描角度17 ° 之量測輻射場型圖 . . . . .	46
. . . . .	20	圖4.13主波束掃描角度26 ° 之模擬輻射場型圖 . . . . .	47
. . . . .	20	圖4.14主波束掃描角度26 ° 之量測輻射場型圖 . . . . .	47
. . . . .	20	圖4.15主波束掃描角度38 ° 之模擬輻射場型圖 . . . . .	48
. . . . .	20	圖4.16主波束掃描角度38 ° 之量測 . . . . .	48
. . . . .	20	. . . . .	42
. . . . .	20	圖4.17改變距離 " d " 0.6 、 1.02 、 0.41 、 0.47 、 1.06 、 、 0.34 matlab模擬圖 . . . . .	52
. . . . .	20	圖4.18改變距離 " d " 0.6 、 1.02 、 0.41 、 0.47 、 1.06 、 、 0.34 之量測圖 . . . . .	52

52 圖4.19改變距離 "d" 0.48 、 0.35 、 1.07 、 、 0.42 、 1.03 、 0.55 之matlab模擬圖 .

53 圖4.20改變距離 "d" 0.48 、 0.35 、 1.07 、 、 0.42 、 1.03 、 0.55 之量測圖 . . . . .

53 圖4.21 Phase shift線性行列多波束天線模擬圖 . . . . . 55 圖4.22 Phase shift線性行列多波束天線量測圖 . . . . .

55 圖4.23延遲線安裝圖 . . . . . 56 圖5.1 uniform及random spacing模擬及量測比較圖 . . . . .

58 圖5.2 uniform及phase shift模擬及量測比較圖 . . . . . 58 圖5.3 phase shift量測圖 . . . . .

59 表目錄 表2.1元件天線距離與光柵波瓣發生位置表 . . . . . 14 表2.2天線排列間隔模擬比較表 . . . . .

18 表3.1 Butler Matrix在不同輸入端時造成不同主波束掃描角度 . . . . . 31 表3.2 Butler Matrix波束成型網路量測結果 . . . . .

10 表4.1 PCAAD模擬參數表 . . . . . 49 表4.2模擬場型圖及實際量測圖光柵波瓣比較表 . . . . .

49 表4.3第一、二組隨機改變元件天線間距模擬及量測比較表 . . . . .

55 表4.4 Phase shift模擬與量測量測比較

REFERENCES

[1] Oliner, A. A. and Malech, R. G., " Mutual Coupling in Infinite Scanning Arrays, " in Microwave Scanning Antennas, Vol. , R. C. Hansen, Ed., Academic Press, 1966 [Peninsula Publishing, 1985], Chapter 3. ---Equ. (2.4.6) [2] Schelkunoff, S. A. and Friis, H. T., Antenna Theory and Practice, Wiley, 1952, pp. 368, 401. ---Equ. (3.3.1)~ Equ. (3.3.2)r Martix BFN for Four Beams Antenna System. " 2003 IEEE AP-S International Symposium and USNC /CNC/ URSI National Radio Science Meeting [4]何世豪 " 適應線陣列天線相位調變旁波瓣之壓制 " , 碩士論文 , 中正理工學院 , 民國七十六年六月九日。

[5] Wheeler, H. A., " The Grating-Lobe Series for the Impedance Variation in a Planar Phased-Array Antenna, " Trans. IEEE, Vol. AP-14, Nov. 1966, pp. 707-714. ---Equ. (3.2.1)~ Equ. (3.2.2) [6] Mailloux, R. J., Phased Array Antenna Handbook, Artech House, 1994. ---Equ. (2.1.4.1)~ Equ. (2.2.1.5) [7] Hansen, R. C., " Linear Arrays, " in Handbook of Antenna ' design, A. W. Rudge et al., Eds., IEEE/Peregrinus, 1983, Chapter 9. ---Equ. (2.1.2.1)~ Equ. (2.1.2.6)