

相控行列天線之光柵波瓣壓制

江明廣、張道治

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

摘要

本文係研討線性行列天線(Linear Array Antenna)於射頻/微波 (RF/microwave) 波段 (band) 內藉由8 8Butler Matrix波束成型網路相位切換 (phase shift) 改變主波瓣空間掃描的位置(Array Pattern)再運用隨機(Random)方式改變元件天線間的距離(Space)造成光柵波瓣(Grating Lobe)壓低的現象。首先以電磁波觀念介紹線性行列天線及隨機 (Random) 改變元件天線間距離造成壓低光柵波瓣場型變化之基本原理及組成之方法,接下來為續介紹8 8Butler Matrix波束成型網路(Butler Matrix Beam Forming Network)經由枝幹耦合器及相移器等組合,使得在每個輸出埠會產生相同的振幅大小,並且在輸出埠的天線單元間產生相等的相位差,造成天線波束分別指向 $\pm 6^\circ$, $\pm 67.5^\circ$, $\pm 112.5^\circ$, $\pm 157.5^\circ$ 等八個不同掃描角度並實際完成量測作業,最後為研製線性行列天線光柵波瓣之壓制,運用雅克天線(YAGI.Antenna),製作以中心頻率1.95GHz之雅克天線八付為元件天線,以(0.7)為元件天線之間距製作線性行列天線,再將元件天線間距改變為(0.32、0.975、0.325、0.845、0.26、0.975、0.325)且將電腦模擬分析與量測結果作比較,觀察光柵波瓣壓制情形作進一步的分析與討論,實際驗證此理論運用之可行性,使其具有降低光柵波瓣、更尖銳之指向性、靈活掃描之主波束、拒斥干擾、測向(direction finding)等,對於爾後能在特殊通訊業務系統或平面陣天線(planar array phase shifters antenna)、圓型陣列天線(circular array phase shifters antenna)研製之基礎。

關鍵詞：線性行列天線、光柵波瓣、指向性

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii
中文摘要	iii
英文摘要	v
誌謝	vii
目錄	viii
圖目錄	ix
第一章簡介	x
1.1研究目標	1
1.2論文架構	1
第二章 基本原理	2
2.1線性行列天線場型原理	4
2.2線性行列天線主波束操控	7
2.3波束操控與相移器	10
2.4隨機排列之旁波瓣壓抑	13
2.5半功率波束寬	19
第三章 波束成型網路	21
3.1 Butler Matrix波束成型網路之簡介	21
3.2 Butler Matrix波束成型網路量測結果分析	30
第四章 線性行列天線製作與量測	35
4.1元件天線介紹	35
4.2雅克天線製作、分析模擬與量測結果	36
4.3等間隔線性行列多波束天線量測結果	41
4.4 Random線性行列多波束天線模擬與量測量測結果	50
4.5 Phase shift線性行列多波束天線模擬與量測量測結果	54
第五章 結論	56
參考資料	62
圖目錄 圖2.1線性陣列天線幾何圖	5
圖2.2元件天線間隔均勻排列場型之主波瓣發生在	6
圖2.3線性行列天線基本型態	7
圖2.4線性行列天線使用相移器作為波束操控概念圖	9
圖2.5線性行列天線相移計算幾何結構圖	10
圖2.6主波瓣掃描33.3度模擬圖	12
圖2.7主波瓣掃描33.3度模擬圖	12
圖2.8光柵波瓣發生範圍	15
圖2.9極座標與光柵波瓣關係圖	16
圖2.10天線排列間隔2 之模擬輻射場型圖	17
圖2.11天線排列間隔 之模擬輻射場型圖	17
圖2.12天線排列間隔0.5 之模擬輻射場型圖	18
圖2.13天線輻射功率場型圖	20
圖3.1單節枝幹耦合器結構	22
圖3.2 8 8的Butler Matrix波束成型網路結構圖	23
圖3.3 8 8 Butler Matrix波束成型網路成品圖	24
圖3.4由1L及 1R輸入時主波束瓣指向.6及 6度	28
圖3.5由2L及 2R輸入時主波束瓣指向.19及 19度	28
圖3.6由3L及 3R輸入時主波束瓣指向.33及 33度	29
圖3.7由4L及 4R輸入時主波束瓣指向.50.26及 50.26度	29
圖3.8 1.7GHZ輸出相位曲線圖	33
圖3.9 1.95GHZ輸出相位曲線圖	33
圖3.10 2.2GHZ輸出相位曲線圖	34
圖4.1 1.95GHZ 雅克天線結構圖	38
圖4.2摺疊偶極天線結構圖	39
圖4.3 1.95GHZ 雅克天線模擬場型圖	

39	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	圖4.5中心頻率1.95GHZ摺疊偶極天線S11量測圖
40	圖4.6 1.95GHz間隔線性行列雅克天線結構	43	圖4.7 PCAAD模擬場型圖
43	圖4.8實際量測安裝圖	44	圖4.9主波束掃描角度8°之模擬輻射場型圖
45	圖4.10主波束掃描角度8°之量測輻射場型圖	45	圖4.11主波束掃描角度17°之模擬輻射場型圖
46	圖4.12主波束掃描角度17°之量測輻射場型圖	46	圖4.13主波束掃描角度26°之模擬輻射場型圖
47	圖4.14主波束掃描角度26°之量測輻射場型圖	47	圖4.15主波束掃描角度38°之模擬輻射場型圖
48	圖4.16主波束掃描角度38°之量測	42	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	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	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
14	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

參考文獻

- [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)