

# 行動電話倒F型微帶天線與頻率選擇面整合模組設計分析

張瑋仁、林漢年；吳俊德

E-mail: 9606881@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究主要是設計可實用於手機的內藏式平面倒F型（PIFA）天線，其中天線的結構主要是利用鋁箔與低價位的現有基板FR4來進行設計，此結構的天線具有價位低、尺寸小、重量輕、製作簡單、低姿勢（Low profile）等優點。天線尺寸是採用  $\lambda/4$  共振長度，並利用微帶線（Microstrip）饋送方式來設計50歐姆匹配阻抗，並利用有限積分法(Finite Integration Technique) (FIT)法計算表面電流分佈、輻射效率、輻射場型及增益。此外，在設計上引用了兩個概念來改善天線的特性，首先是利用了將部份輻射體增長的技術，來增加天線的輻射效率與天線的阻抗匹配頻寬，再來是利用寄生共振的觀念，來增加天線的阻抗匹配頻寬。最後，為針對行動電話在使用時必須透過貼近人體頭部的天線來發射電磁波，本研究也利用頻率選擇表面（Frequency selective surface）具有帶通（Bandpass）與帶斥（Bandstop）之特性，設計出應用在手機中的FSS和天線結合的天線模組，使得背向輻射可以減少，有助於提升天線增益與輻射效率，同時也能有效降低手機天線產生之輻射電磁場對於人體頭部之比吸收率（SAR），並維持天線本身應有之效能和特性。

關鍵詞：平面倒F型天線，週期性結構，屏蔽，頻率選擇表面；行動電話；選擇面；吸收率；低價位

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . . iv 英文摘要 . . . . .	iv	v 誌謝 . . . . .	v
. . . . . vi 目錄 . . . . .	vi	vii 圖目錄 . . . . .	vii
. . . . . x 表目錄 . . . . .	x	xvii 第一章 緒論 . . . . .	xvii
. . . . . 1 1.1 前言 . . . . .	1	1 1.2 研究動機及方法 . . . . .	1
. . . . . 2 1.3 論文架構 . . . . .	2	3 第二章 平面倒F型天線的演進與基本理論 . . . . .	3
. . . . . 4 2.1 平面倒F型天線 . . . . .	4	4 2.1.1 原理 . . . . .	4
2.1.2 倒L型天線 . . . . .	5	4 2.1.3 倒F型天線 . . . . .	5
平面倒F型天線 . . . . .	6	2.2 平面倒F型天線等效電路模型 . . . . .	10
天線與銅箔天線之比較 . . . . .	12	2.3 沖壓天線 . . . . .	12
. . . . . 13 2.4 饋入方式 . . . . .	13	12 2.3.1 沖壓天線 . . . . .	12
. . . . . 14 2.4.1 同軸饋入 . . . . .	14	12 2.3.2 銅箔天線 . . . . .	12
. . . . . 14 2.4.2 微帶線饋入 . . . . .	14	14 2.4.1 同軸饋入 . . . . .	14
. . . . . 15 2.4.3 固定式天線與端子介面 . . . . .	15	15 第三章 平面倒F型天線設計 . . . . .	18
. . . . . 18 3.1 平面倒F型天線設計 . . . . .	18	18 3.1 平面倒F型天線設計 . . . . .	18
. . . . . 18 3.1.1 適用頻段 . . . . .	18	18 3.1.2 天線設計 . . . . .	18
. . . . . 18 3.1.3 模擬分析與實測結果 . . . . .	18	20 3.2 部份天線輻射體增長之平面倒F型	20
天線設計 . . . . .	29	3.2.1 適用頻段 . . . . .	29
. . . . . 29 3.2.2 天線設計 . . . . .	29	29 3.2.2 天線設計 . . . . .	29
. . . . . 29 3.2.3 模擬分析與實測結果 . . . . .	29	35 3.3 部份天線輻射體增長與寄生之平面倒F型	35
天線設計 . . . . .	40	3.3.1 適用頻段 . . . . .	40
. . . . . 40 3.3.2 天線設計 . . . . .	40	40 3.3.2 天線設計 . . . . .	40
. . . . . 40 3.3.3 模擬分析與實測結果 . . . . .	40	42 3.4 平面倒F型天線設計之探討 . . . . .	42
. . . . . 51 第四章 頻率選擇平面在平面倒F型天線上的模擬與應用 . . . . .	55	55 4.1 概述 . . . . .	55
. . . . . 55 4.2 利用時域有限差分方法分析頻率選擇平面特性 . . . . .	57	57 4.3 頻率選擇平面在平面倒F型天線上的應用 . . . . .	57
61 4.3.1 偶極形式頻率選擇平面 . . . . .	61	61 4.3.2 槽孔形式頻率選擇平面 . . . . .	74
51 第五章 利用 Wheeler Cap 方法量測天線效率 . . . . .	91	91 5.1 簡介 . . . . .	91
. . . . . 91 5.2 電磁理論與電路模型分析 . . . . .	94	94 5.2.1 電磁理論分析 . . . . .	94
. . . . . 94 5.2.2 傳輸線模型 . . . . .	96	96 5.3 量測配置與方法 . . . . .	98
. . . . . 98 5.4 平面倒F型天線之量測 . . . . .	102	106 第六章 手機加裝FSS對SAR量測結果之影響 . . . . .	106
能量吸收率（SAR）簡介 . . . . .	106	6.1 人體電磁波 . . . . .	106
. . . . . 106 6.2 SAR量測系統簡介 . . . . .	109	6.3 SAR量測要求 . . . . .	109
. . . . . 110 6.4 量測結果 . . . . .	113	113 第七章 結論 . . . . .	113
. . . . . 119 7.1 總結 . . . . .	119	119 7.2 未來研究方向 . . . . .	119
. . . . . 119 參考文獻 . . . . .	120	120	120

## 參考文獻

- [1] R.W.P.King, J.C.W. Harrison, and D.H.Denton, "Transmission-Line Missile Antennas", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.8, pp.88-90, Jan.1960 [2] Z.Liu, P.Hall, and D.wake, "Dual-frequency planar inverted-F antenna" IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol.45, pp.1451-1458, Oct.1997.
- [3] K.Hirasawa and M.Haneishi, "Analysis, Design and Measurement of Small and Low Profile Antennas. Norwood", MA:Artech House, 1992.
- [4] Young-Min Jo, Ph.D. Sun-Kyung Kim Frank Caimi, Ph.D. Ki-Chul Kim, "Development of a Compact Internal Antenna for Commercial CDMA/GPS Folder Type Handsets" January 2005.
- [5] Sievenpiper, D., R. F. Zhang, F. J. Broas, N. G. Alexopoulos, and E. Yablonovich, "High-impedance electromagnetic surfaces with a forbidden frequency band," IEEE Trans. Microw. Theory Techniques, Vol. 47, 2059 – 2074, 1999.
- [6] Sievenpiper, D., "High-impedance electromagnetic surfaces," Ph.D. Dissertation, UCLA, 1999. Available at [www.ee.ucla.edu/labs/photon/thesis/ThesisDan.pdf](http://www.ee.ucla.edu/labs/photon/thesis/ThesisDan.pdf).
- [7] David M. Pozar, Barry Kaufman, Comparison of Three Methods for the Measurement of Printed Antenna Efficiency, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 36, No. 1, January 1988.
- [8] J. Ashkenazy, E. Levine, and D. Treves, Radiometric Measurement of Antenna Efficiency, Electron. Lett., Vol. 21, no. 3, pp. 111 – 112, Jan. 1985.
- [9] Edward H. Newman, Peter Bohley, C. H. Walter, Two Methods for the Measurement of Antenna Efficiency, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP-23, No.4 July, 1975 [10] Quiterio Garcia-Garcia, Patch-antenna Efficiency Based on Wheeler Cap and Measured Q Factor, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 40, No. 2, January 20 2004 [11] H.A. Wheeler, The Radiansphere Around a Small Antenna, Proceedings of the IRE, Vol. 47, August 1959 [12] Yeqin Huang, Ram M. Narayanan, and Govind R. Kadambi, Electromagnetic Coupling Effects on the Cavity Measurement of Antenna Efficiency, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 51, No. 11, November 2003 [13] P. M. Morse and H. Feshbach, Methods of Theoretical Physics. New York: McGraw-Hill, 1953, pt. II, pp. 1762 – 1777.
- [14] 林漢年, 天線工程導論。
- [15] 呂易聰, "SAR電場探棒於可調整式開放波導內之耦合校正研究"。
- [16] Zhi Ning Chen and Michael Y.W.Chia, "Broadband Planar Antennas Design and Applications," 2006 John Wiley & Sons, Ltd [17] P. Kabacik, "Investigations into advanced concepts of terminal and base station antennas," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 43, No. 4, pp. 160-169, August 2001.
- [18] Y. Jo, et., "Dual Band Spiral Shaped Antenna", US Patent Application Publication, Pub. No.: US2003/0117325 A1, Jun.26, 2003 [19] Y. Jo and F. Caimi, "Independently tunable multi-band meander line loaded antenna", US Patent Application Publication, Pub. No.: US2004/0125031 A1, Jul.1, 2004 [20] Rowell C.R., Murch R.D., "A capacitively loaded PIFA for compact mobile telephone handsets," Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, 1997 [21] V. R. K.L. Rahmat-Samii Y., "Low-profile enhanced-bandwidth PIFA antennas for wireless communications packaging," Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on, 1997 [22] Karmakar N.C., "Shorting strap tunable single feed dual-band stacked patch PIFA," Antennas and Wireless Propagation Letters, 2003 [23] J. D. Joannopoulos, R. D. Meade, and J. N. Winn, Photonic Crystals. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1995.
- [24] IEEE Trans. Microwave Theory Tech. (Special Issue), vol. 47, Nov.1999.
- [25] Y. Rahmat-Samii and H. Mosallaei, "Electromagnetic band-gap structures: Classification, characterization and applications," in Proc. Inst. Elect. Eng.-ICAP Symp., Apr. 2001, pp. 560 – 564.
- [26] V. G. Veselago, "The electrodynamics of substances with simultaneous negative values of  $\epsilon$  and  $\mu$ ," Sov. Phys. Usp., vol. 10, no. 4, pp. 509 – 514, 1966.
- [27] I. Andersson, "On the theory of self-resonant grids," The Bell Syst. Tech. J., vol. 55, no. 10, pp. 1721 – 1731, 1975.