

UHF RFID 接地面輻射標籤天線之設計

曾英智¹ 廖彥鳴² 廖家德³ 林憶芳¹

¹ 國立高雄科技大學光電與通訊研究所

² 空軍航空工業發展中心

³ 空軍航空技術學院航電系

摘要

一般使用於UHF頻段之RFID標籤天線大多採用偶極天線的方式設計，為了能減少體積又以蜿蜒式[1]或是摺疊式[2]的偶極天線最為常見；近年來使用接地面輻射的天線越來越廣泛的被應用[3]，本文提出的使用接地面輻射之標籤天線使用一個開槽孔的饋入方式來激發接地面，能使接地面產生與偶極天線相似的特性，整體實測頻寬為870 ~ 960 MHz，符合台灣UHF頻段922~928 MHz的要求，並於頻段內功率傳輸係數達80 %以上，在實測讀取距離也都能達到接近10公尺的水準，模擬的增益平均2.1 dBi，此種設計可應用於倉儲管理之金屬吊牌。

關鍵詞：標籤天線，RFID，接地面輻射。

1. 前言

無線射頻辨識技術已成為日常生活中密不可分的一部分，利用讀取器透過無線電波讀取貼附在物體上的電子標籤，可進行資料的存取、人員與動物的追蹤、商品的查核，以及原物料的運輸、庫存等產品的供應鏈管理，以上都是常見的應用範圍，在加入了無線射頻辨識技術後使整個流程能夠更加的快速以及節省人力。一般所使用的Barcode標籤在使用上有讀取方向、距離、資訊容量上都有其限制，在物流業裡，搬運的過程中常會因為碰撞而造成標籤的損毀，體型較大與重量較重的物品在讀取時也會造成麻煩，因此越來越多物流業者使用RFID來取代Barcode，為了因應不同的需求，設置化的需求也越來越高；而高結構強度的金屬吊牌式Tag能適用於較嚴苛的環境，像是在行李上或是貨物管理都非常適用。本論文提出由接地面輻射之吊牌標籤天線，可操作於台灣頻段922~928 MHz，之後的段落會介紹天線設計原理與特性探討。

2. 天線原理與結構設計

本節提出一種使用接地面輻射之無線射頻標籤天線設計，此種機制通常會將天線分成激發源以及輻射面來討論；在激發源的部分，首先要令饋入機制能夠激發整個接地面來輻射出電磁波，使用槽孔是一種常見的方式，以單純的槽孔天線來說，天線的頻段由孔隙之周長決定，共振路徑通常約為二分之一波長，為了能減少整體的天線體積，在這裡是採用開槽孔的方式來當作激

發源，開槽孔又稱為單極槽孔 (Monopole slot)，和一般封閉式的槽孔不同，使用開槽孔只需要四分之一波長就能共振[4]，而在輻射面的部分由沿著槽孔周圍流動的迴圈電流可產生出磁通量耦合至接地面後輻射出電磁波，從接地面的電流來看是呈現偶極天線的電流流向，所以將整體接地面大小設計在二分之一波長使其能有偶極天線之特性。

天線整體結構如圖 1 所示，其設計在厚度 0.4mm 的 FR4 基板其介電常數 (ϵ_r) 為 4.4，損耗正切 (Loss Tangent) 為 0.02，使用的 RFID Chip 是 Alien Higgs-4，晶片本身是呈現電容性，所以在天線的設計上串聯了一個電感元件 (Chip Inductor) 來達到共軛匹配，此機制在對應不同的 RFID Chip 能夠在不改變天線的結構下達到共軛匹配，將開槽孔的饋

	中心頻率 (MHz)	操作頻率 (MHz)	頻寬 (MHz / %)
實測值	925	870 ~ 960	90 / 9.7
模擬值	920	880 ~ 970	90 / 9.8

入機制置於接地面的正中央也就是磁場強度最大之區域能夠讓天線整體效能有效的提升。表 1 為標籤天線的尺寸表。

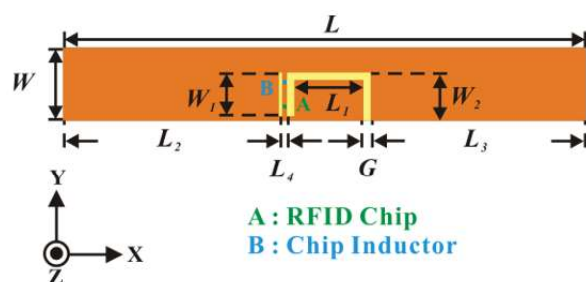


圖 1 接地面輻射標籤天線幾何結構圖

表 1. 標籤天線的尺寸表

參數 ^o	數值 ^o	參數 ^o	數值 ^o	參數 ^o	數值 ^o
W_0	18 mm ^o	L_0	130 mm ^o	L_3	53.5 mm ^o
W_1	11 mm ^o	L_1	17 mm ^o	L_4	1 mm ^o
W_2	12 mm ^o	L_2	53.5 mm ^o	G	2 mm ^o

3. 天線實驗結果與討論

天線模擬的部份使用 HFSS (High Frequency Structure Simulator) 來完成，實作後使用網路分析儀量測出天線之阻抗經由轉換後得到與晶片匹配之反射損失，並使用 RFID 的量測系統量測出天線的讀取距離以及靈敏度，圖 2 為天線模擬與實測之反射損失圖，一般標籤天線以反射損失大於 3 dB 為操作頻段範圍及頻寬之標準，相關數據列於表 2，不管是模擬以及實測均包含台灣所使用的頻段 922 ~ 928 MHz，且從趨勢來看也都相當吻合，代表此結構之模擬數據具備高度的參考價值，在圖 3 可看見天線之輸入阻抗與晶片阻抗分布圖，在中心頻率 925 MHz 附近的天線與晶片阻抗值都相當接近，圖 4 為模擬與實測功率傳輸係數圖，可得知在實測以及模擬上天線與晶片之間的匹配程度都有在 80% 以上。

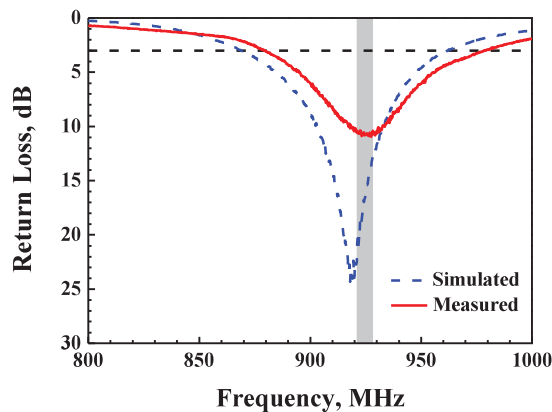


圖 2. 天線模擬與實測之反射損失圖

表 2 反射損失實測與模擬之比較表

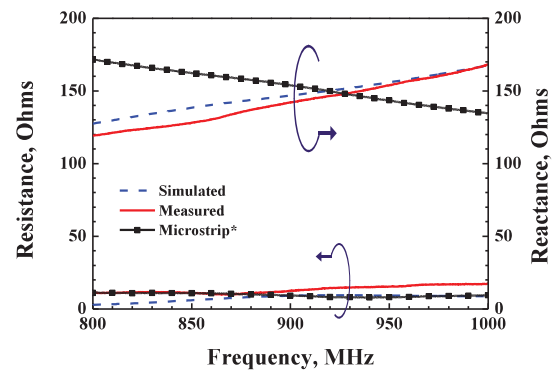


圖 3 天線實測與模擬阻抗分佈圖

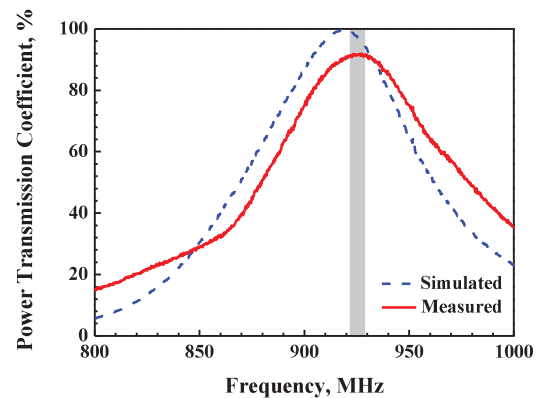


圖 4. 天線實測與模擬功率傳輸係數圖

接下來要討論的是本次提出的天線實測的數據結果，整個實測過程均在 Chamber 內進行，使用的讀取器為晶彩公司(Favite)所生產之 GM-201，最大輸出功率為 30 dBm，讀取器天線為圓極化讀取器天線，平均增益為 6 dBi，圖 5 為天線於 925 MHz 之實測各方向靈敏度，在特性上和一般偶極天線一樣，在 YZ 面有一個良好的全向性場型，XZ 面則是一個 8 字形的場型；在台灣 UHF 頻段，輻射功率 4W EIRP 時，其最大讀取距離可達 9.8 公尺；圖 6 為天線之模擬 3D 場型圖，在 X 方向分別有兩個

零點，YZ 面為一個全向性的場型，與實際量測的靈敏度趨勢一致，模擬的標籤天線增益如圖 7，在模擬的增益平均有 2.1 dBi，與一般採用偶極天線方式設計的標籤天線相當。

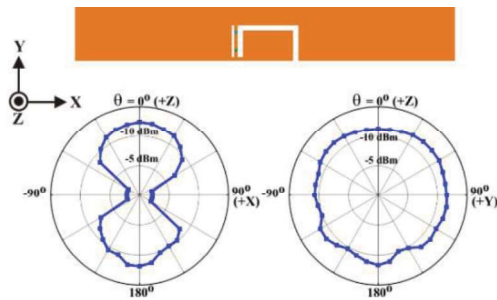


圖 5 天線於 925MHz 實測之各角度靈敏度

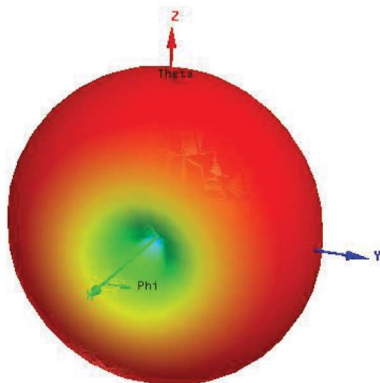


圖 6.天線模擬 3D 場型圖

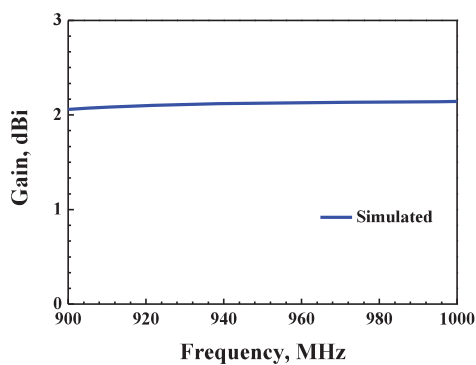


圖 7.天線模擬增益變化圖

4.結論

本節所提出的使用接地面輻射之標籤天線使用一個開槽孔的饋入方式來激發接地面，能使接地面產生與偶極天線相似的特性，整體實測頻寬為 870 ~ 960 MHz，符合台灣 UHF 頻段的要求，並於頻段內功率傳輸係數達 80 % 以上，在實測讀取距離也都能達到接近 10 公尺的水準，此種設計可應用於倉儲管理之金屬吊牌。

5.參考文獻

- [1] J. Ni, S. Yan, and M. Zhang, "A triple-band meandered dipole antenna with bandwidth improved for RFID tag," in *Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on*, pp. 1857-1859, 2011.
- [2] B. Yang and Q. Feng, "A folded dipole antenna for RFID tag," in *Microwave and Millimeter Wave Technology, 2008. ICMMT 2008. International Conference on*, pp. 1047-1049, 2008.
- [3] Y. Liu, J. Lee, H. Kim, and H. Kim, "Ground radiation method using slot with coupling capacitors," *Electron. Lett.*, vol. 49, pp. 447-448, 2013.
- [4] Y.-S. Wang and S.-J. Chung, "A short open-end slot antenna with equivalent circuit analysis," *IEEE Trans. Antenna Propag.*, vol. 58, pp. 1771-1775, 2010.

Design of ground Radiation Antenna for RFID application

Gino K. Yang¹ Wayne T. Chouhuang²

¹ **Department of Management Sciences, Chinese Military Academy, Taiwan**

² **Department of Industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan**

ABSTRACT

It uses an open slot structure to excite the ground to radiate energy. Ground radiation antenna is like dipole. The antenna have operating bands at 870 ~ 960 MHz. It can used for UHF band 922~928MHz. The band PTC is about 80% . The measured distance about 10m. Simlated Gain is about 2.1 dBi. This design can used for metel tag in warehouse management.

Key words: Tag antennas , RFID , Ground radiation

