

適用於 3G 行動通訊之低姿態多頻手機微帶天線設計

陳建男

樹德科技大學電腦
與通訊所 研究生
s95637116@mail.stu.
ent.stu.edu.tw

施順鵬

樹德科技大學電腦
與通訊所 指導教授
spshih@mail.stu.edu.tw

黃佑綜

樹德科技大學電腦
與通訊所 研究生
ian740123@hotmail.
com

洪偉智

樹德科技大學電腦
與通訊所 研究生
s95637109@mail.stu.
dent.stu.edu.tw

摘要

本文提出一個符合新一代 3G 行動通訊技術的手機平面天線，此天線分別由三個不同長度的彎曲路徑所構成，並在 FR4 板上採用 50Ω 金屬微帶線饋入。較短的路徑以近似四分之一波長結構共振於 1664MHz ~ 2171MHz，而長路徑分別以近似二分之一與四分之一波長結構共振出 GSM900/1800。此設計在相關期刊雖已有許多發表[1]~[3]，但本文章保有其低姿態特性（天線突出高度低於操作頻率波長的 0.04 倍），且適用於操作手機多頻帶（GSM/DCS/PCS/UMTS）。

關鍵詞：低姿態，微帶天線，多重頻帶。

1. 簡介

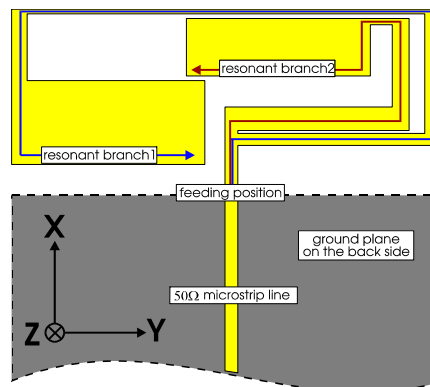
天線為無線通訊設備必具之組件，是空間中電波進出通訊收發裝置之唯一門戶。所以無線通訊發展迄今，無論技術如何更新，零組件如何整合，外觀因產品設計如何改變，天線仍是不可或缺之一部份。

無線通訊在國內近年來的蓬勃發展下，已由外露式長型天線，逐漸演變成為輕薄短小的內嵌式天線，由於應用範圍逐漸廣泛，且商品設計也趨於小型化為了符合此需求，一些內嵌式的天線也對體積有相當的要求，目前較普遍所使用的微小天線有晶片天線（chip antenna）與平面型天線（planar antenna），因為這類型的天線容易達到低突出高度與體積小的緣故，其中晶片天線較熱門的屬於低溫共燒陶瓷技術（LTCC）的陶瓷晶片天線（ceramic chip antenna）；而平面型天線的設計有很多，例如微帶天線（microstrip antenna）[1]~[3]、印刷式天線（printed antenna）與 PIFA[4]~[5]等等，這些天線被廣泛地應用於 GSM、DCS、PCS、UMTS、WLAN、DVB 與藍芽等無線終端設備等等。

目前廣泛使用的行動通訊頻段為全球行動通訊系統（Global System for Mobile communication, GSM）880 MHz 至 960 MHz，以及數位通訊系統（Digital Communication System, DCS）1710 MHz 至 1880 MHz，個人通訊系統（Personal Communication System, PCS）1850 MHz 至 1990 MHz，通用行動通訊系統（Universal Mobile Telecommunication System, UMTS）1920 MHz 至 2170 MHz。

自行動通訊普及以來，手機使用之高頻天線設計由單頻、雙頻，發展至三頻，並由外露式天線漸漸轉為隱藏式及低輻射天線。此外，手機因功能增加已由純通訊產品轉型成為消費性電子產品，不少消費者購買手機之動機主要受其功能與產品設計造型所吸引。但功能與造型設計的多樣化，不能導致改變或降低無線通訊的效能。手機天線之研發設計便需在不同的外型要求下，仍然具備高效能、低輻射、低成本、小尺寸、適合搭配等特性。其他消費電子產品如 DVB，需接收大量視訊、音訊、多媒體資料，天線更要求超寬的頻寬設計。因此如何設計出具有高效能、體積小、低成本、高度整合頻帶等優勢的天線，值得加以探討。

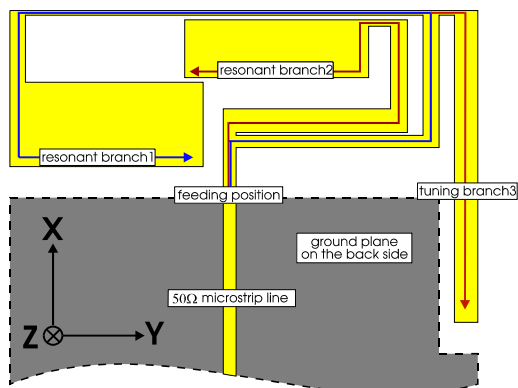
2. 天線設計



圖一 參考天線

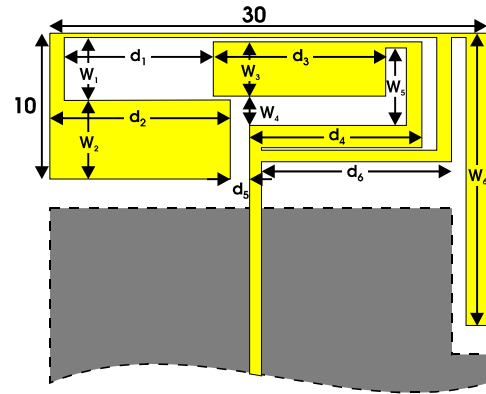
本文中所設計的低姿態平面單極天線結構如圖二所示，設計的詳細尺寸如圖三。此天線突出高度為 12 mm，主要輻射體面積為 $30 \times 20 \text{ mm}^2$ ，並設計製作在一雙層玻璃纖維介質基板 (FR4) 上，板材厚度為 0.4 mm、相對介電常數 ϵ_r (Relative Permittivity) 為 4.4、正切損耗常數 (Loss Tangent) 為 0.0245，在此以微帶線的方式饋入。天線基板的寬度為 30 mm，長度為 72 mm，已經把現行手機電路板設計尺寸以及機殼大小考慮在內，可符合業界的需求。上層金屬面包含：50 Ω 金屬微帶線 (microstrip line) 饋入傳輸線及輻射主體，其中微帶線長 62 mm，寬 0.76 mm。再者，天線接地面的大小會直接影響操作的阻抗頻寬，因此，經由調整後接地面的尺寸為 $30 \times 60 \text{ mm}^2$ 。

一開始的設計如圖一所示只有兩個共振金屬面 branch1 和 branch2，分別以不同長度的電流路徑共振在兩個頻帶 GSM900 / 1800，GSM900 由較長的路徑 (branch1) 以接近四分之一波長共振；GSM1800 分別由長路徑 (branch1) 以接近二分之一波長共振和短路徑 (branch2) 以接近四分之一波長共振所得。經由實驗發現，所參考的天線具有一項特性，即在 branch1 右側或上方加入金屬路徑 (branch3) 不會影響原始的操作中心頻率、頻寬，並且可以產生一個較寬的新頻帶。此頻帶可以經由調整金屬路徑 (branch3) 長度移動中心頻率，在調整的過程中原始的頻帶幾乎沒有改變，因此用途大為增加，更具有探討的意義。



圖二 低姿態多頻手機微帶天線設計結構圖

由於上述的原因，本文提出一個如圖二所示改良後的新型天線，由圖可知天線輻射主體經由三條粗細不一的彎曲金屬路徑構成，饋入點位置距天線主體下方左側約 13.74mm 處。細部參數如圖三所示。



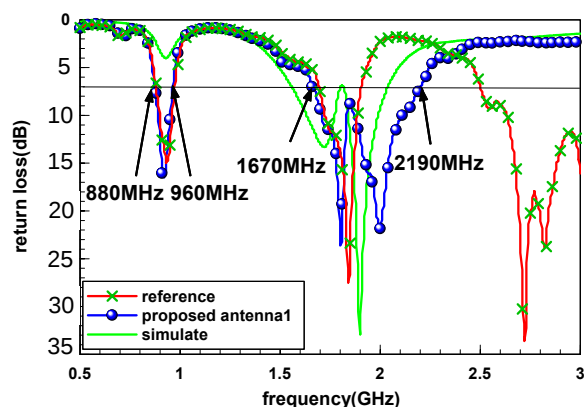
圖三 低姿態多頻手機微帶天線設計細部參數圖

$w_1 = 4.2 \text{ mm}$ 、 $w_2 = 5.5 \text{ mm}$ 、 $w_3 = 3.5 \text{ mm}$ 、 $w_4 = 2 \text{ mm}$ 、 $w_5 = 5.1 \text{ mm}$ 、 $w_6 = 19.5 \text{ mm}$ 、 $d_1 = 10.1 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 10.5 \text{ mm}$ 、 $d_3 = 11.8 \text{ mm}$ 、 $d_4 = 11.58 \text{ mm}$ 、 $d_5 = 3.24 \text{ mm}$ 、 $d_6 = 13 \text{ mm}$ 。

本設計主要改善了參考天線操作頻帶的不足，參考天線只涵蓋了 GSM900/1800 已經不敷現行 3G 手機的頻帶操作規格 UMTS。改善的方式為增加 branch3 新路徑，經由調整 branch3 長度，可以將新的頻帶與原始頻帶做適當的結合形成一個在高頻較寬廣的頻帶。再經細部參數調整，本文所提出的天線即可操作於包含 GSM900/1800/PCS/UMTS 等 3G 行動通訊應用頻帶。

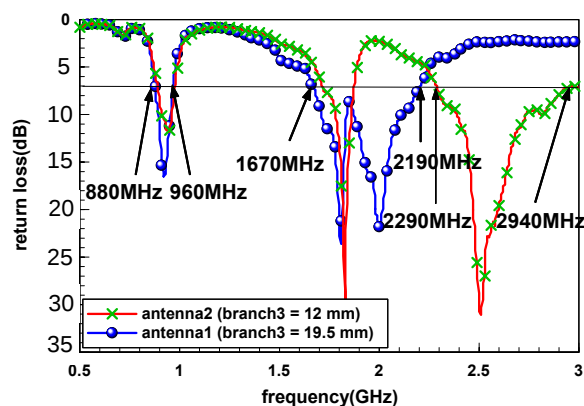
3. 實驗結果與討論

圖四為參考天線與本文提出天線的模擬與量測之返回損失圖，從圖可以清楚的看出模擬與實際量測結果相當的接近，且本文所提出的天線不但包含原參考天線操作頻帶 (880MHz~960MHz, 1710MHz~1880MHz)，更增加了一新的頻段 (1880MHz~2190MHz)。因此，本文提出的天線共有三個共振頻率點 (920MHz, 1800 MHz, 2000 MHz)，在 920 MHz 操作頻寬為 80 MHz (880 MHz 至 960 MHz) 包含 GSM900 頻帶在內；在 1800 MHz 操作頻寬為 180 MHz (1670 MHz 至 1850 MHz) 則包含 GSM1800 頻帶；在 2000 MHz 操作頻寬為 340 MHz (1850MHz 至 2190 MHz) 包含了 PCS/UMTS 手機天線應用頻帶在內。在此我們將阻抗頻寬定義在 2.5:1 的電壓駐波比 (VSWR)。



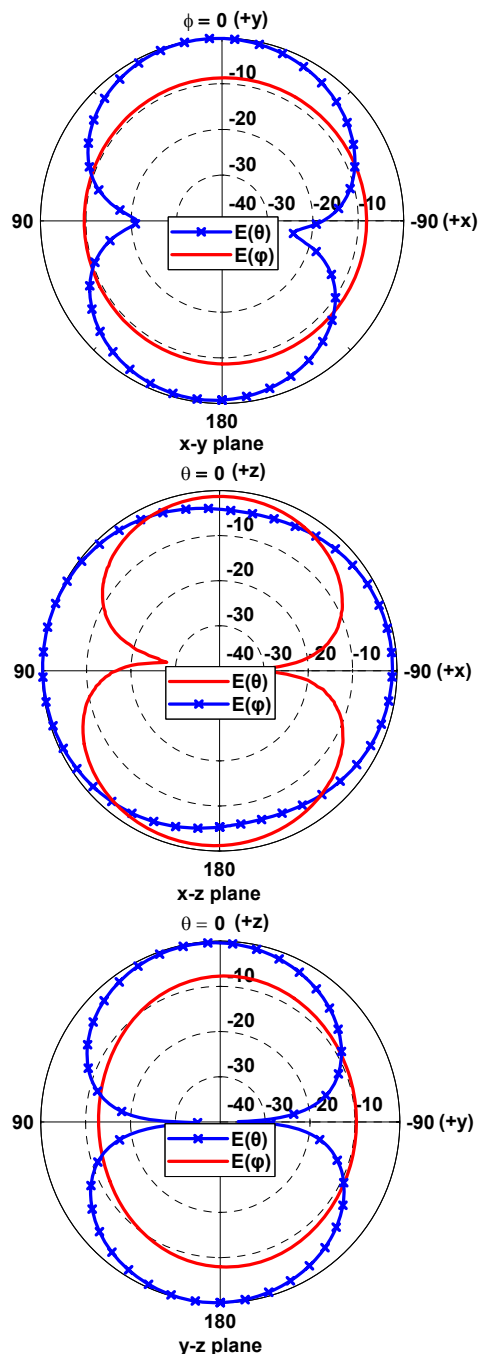
圖四 原參考天線與本文提出天線之模擬與量測的返回損失 (Return Loss)

由於藍芽傳輸與無線網路是現在主流手機系統中不可或缺的一項，並且本文所設計的天線具有頻帶可移動性，所以改變 branch3 的長度 (19.5 mm 縮短為 12 mm)，將第三個頻帶移動到所需的位置 (2.4GHz)，如此一來，本文所提出的天線更具有實用性。圖五為適用於 3G 行動通訊系統天線與可操作於 WLAN/bluetooth 天線的返回損失比較。由圖可知，當我們改變 branch3 (w_6) 長度時第一共振頻率點的中心位置與頻寬並沒有太大影響，第二共振頻率點有些許頻率漂移的現象，頻寬也產生變化，但依然保持涵蓋 GSM1800 在內，第三共振頻率點位置明顯的移動，再經調整細部參數第三頻率點可操作於 2190 MHz 至 2940 MHz，涵蓋了 WLAN / bluetooth、S-DMB 應用頻帶。

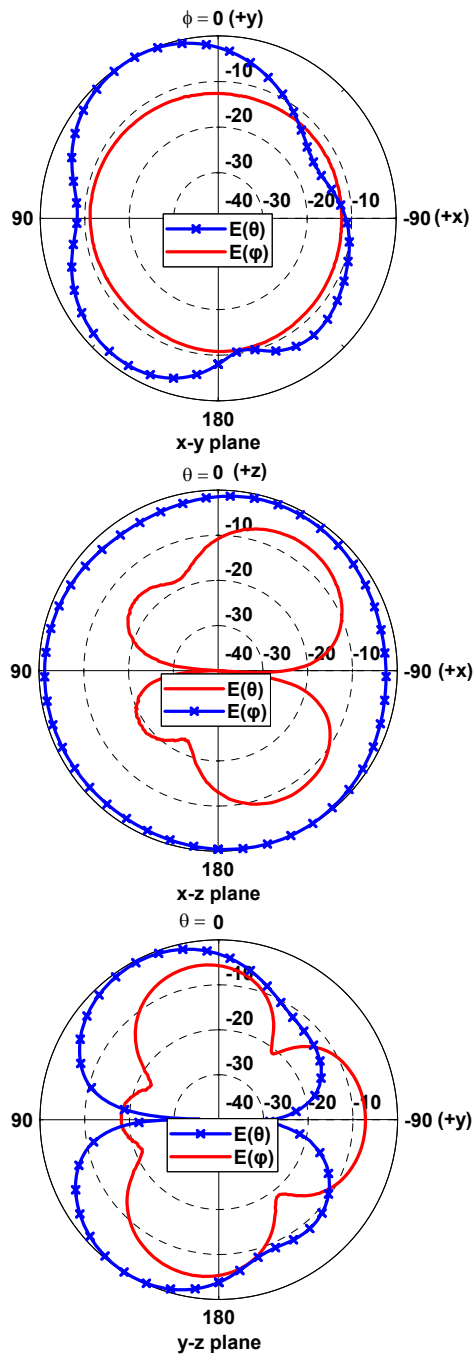


圖五 量測antenna1與 antenna2的返回損失 (Return Loss)

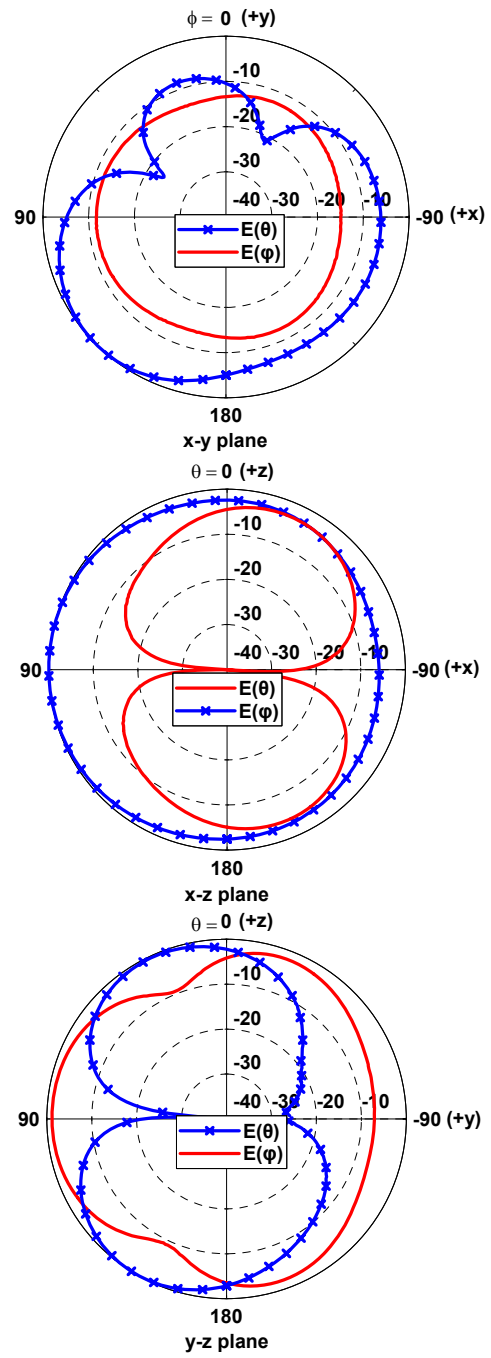
圖六、圖七、圖八、圖九為量測輻射場形圖，分別針對 925 MHz、1795MHz、1920 MHz、2045 MHz 量測其 X-Y plane、X-Z plane、Y-Z plane。由圖中可知此天線與一般單極天線的輻射場型類似。於考慮到實際應用於都市，複雜的環境會產生折射、反射、繞射等不確定因素，因此本文所提出的天線在垂直與水平上有近似等強度的分量。



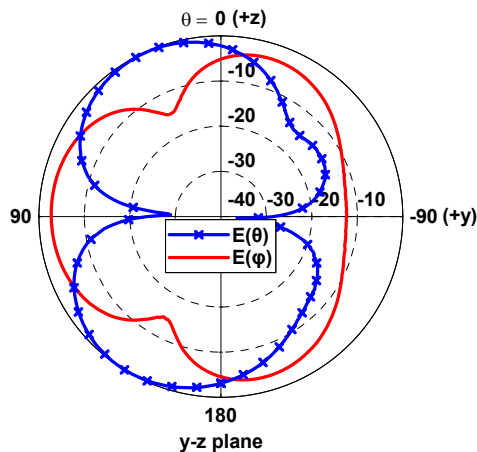
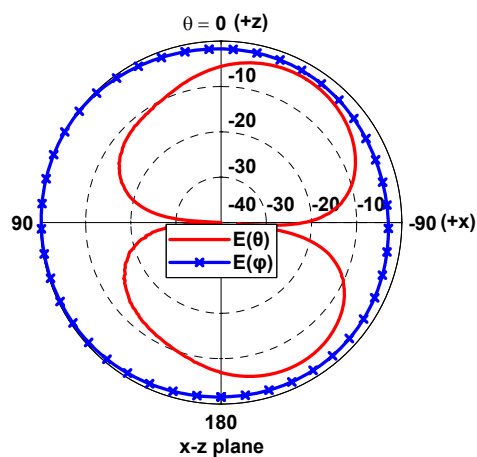
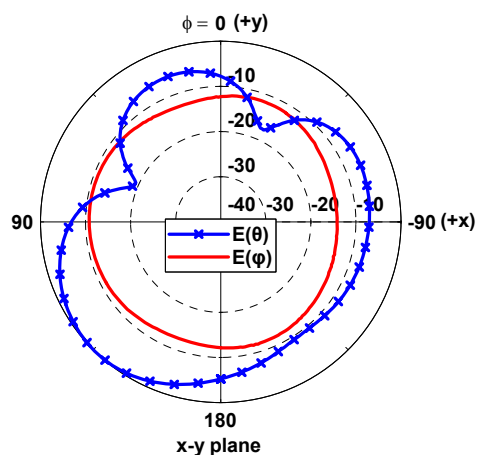
圖六 925 MHz 量測輻射場形圖



圖七 1795 MHz量測輻射場形圖

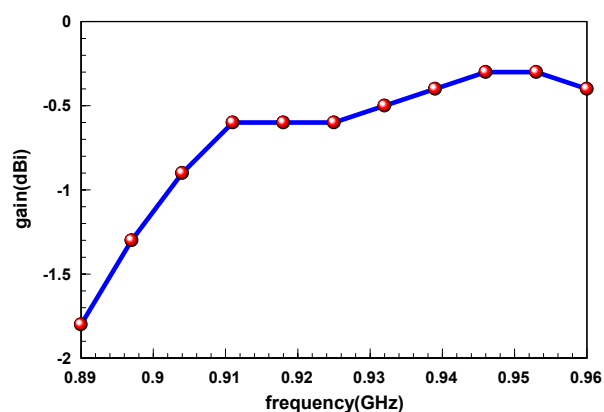


圖八 1920 MHz 量測輻射場形圖

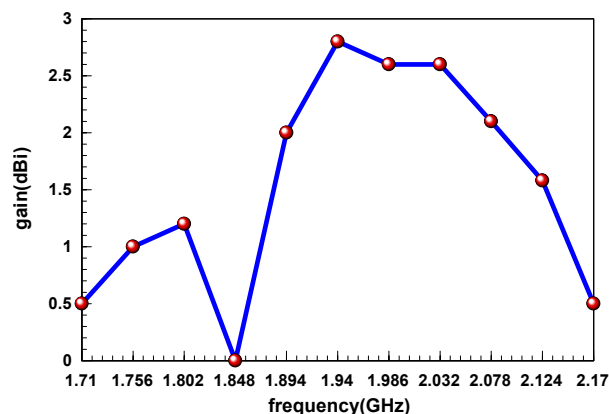


圖九 2045MHz量測輻射場形圖

圖十、十一為實際量測二維增益曲線圖，分別針對低頻與高頻做測量，低頻的最佳增益為-0.3dBi，高頻的最佳增益為2.7dBi。



圖十 二維增益曲線圖 890MHz - 960MHz



圖十一 二維增益曲線圖 1710MHz - 2170MHz

4. 結論

本文提出了一個小型的單極微帶天線，可以成功的操作於 3G 行動通訊系統，其阻抗頻寬涵蓋 GSM-900 (880-960 MHz)、DCS-1800 (1710-1880 MHz)、PCS-1900 (1850-1990 MHz) 和 UMTS (1920-2170 MHz) 等四個頻帶。在參考天線的結構基礎上完成了這項設計，並且維持原設計的低姿態優點，天線突出高度只有 12 mm，輻射主體面積為 20 X 30 mm²，其中平面的設計更方便製作。本設計更有一項注目的優點，因應不同的需求可以調整其操作的頻帶，可調範圍從 1850MHz 至 3000MHz，頻帶的可移動性可以增加此天線的實用價值。但是，本文尚未能將 WLAN 與 UMTS 兩個 3G 行動通訊系統上重要的頻帶作結合，因此，整合頻帶在高頻形成更廣的頻寬是未來重要的改善目標。

參考文獻

- [1] X. Jing, Z. Du, K. Gong, “Compact planar monopole antenna for multi-band mobile phones” ***.Microwave Conference Proceedings, 2005. APMC 2005. Asia-Pacific Conference Proceedings*** Vol 4. PP.4-7 Dec. 2005
- [2] Kin. L. Wong, G. Y. Lee, T. W. Chiou, “A low-profile planar monopole antenna for multiband operation of mobile handsets” ***.IEEE Trans. Antennas Propagat.*** Vol 51. pp.121 – 125. Jan. 2003
- [3] 黃佑綜、施順鵬、鐘忠霖、江朝朗，2007，「適用於手機頻帶的低剖面單極微帶天線設計」，**萬能科技大學第二屆電資科技應用與發展學術研討會**
- [4] Sung Min Kim “Multi-band internal monopole antenna for mobile station” ***Microwave and Optical Technology Letters*** / Vol. 50, No. 1, January 2008
- [5] P. Ciaï, C. Luxey, A. Diallo, R. Staraj, and G. Kossiava “ Pentaband internal antenna for handset communication device ” ***Microwave and Optical Technology Letters*** / Vol. 48, No. 8, August 2006