

國 立 交 通 大 學

電信工程學系碩士班

碩士論文

印刷式寬頻數位電視天線

Printed Broadband Antenna for Digital TV



研 究 生：呂旻翰

(Min-Han Liu)

指 導 教 授：林育德 博士

(Dr. Yu-De Lin)

中 華 民 國 九 十 六 年 七 月

印刷式寬頻數位電視天線

Printed Broadband Antenna for Digital TV

研究生：呂旻翰

Student : Min-Han Liu

指導教授：林育德博士

Advisor : Dr. Yu-De Lin

國立交通大學

電信工程學系碩士班



A Thesis

Submitted to Department of Communication Engineering

College of Electrical and Computer Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Communication Engineering

July 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年七月

# 印刷式寬頻數位電視天線

研究生：呂旻翰

指導教授：林育德 博士

國立交通大學 電信工程學系

## 摘要

數位廣播系統是一種比現在的類比廣播系統更能傳送較多的頻道以及較佳的影像、聲音品質的新技術。數位電視將會愈來愈流行而類比訊號的電視將會被逐漸淘汰。本論文中，我們將研究適用時 DVB 廣播系統(470MHz~862MHz)的可攜的印刷式寬頻天線且它們滿足對 DVB 天線的增益規範。

我們選擇了折繞式金屬線作為天線的饋入結構以減小面積，使用梳形架構改善阻抗頻寬，然後放置了一些寄生元件來提高輻射效率。並且使用了一種梯形架構作為寬頻負載來進一步得減小面積。

本論文中是使用 Ansoft 公司所出版的 HFSS 模擬軟體來模擬與設計各種天線架構。而由於量測儀器上的限制，本論文中在 800MHz 以下的輻射場型只有模擬的結果。

# Printed Broadband Antenna for Digital TV

Student: Min-Han Liu

Advisor: Dr. Yu-De Lin

Department of Communication Engineering  
National Chiao Tung University

## Abstract

The Digital broadcasting system is a new method of transmitting television signals that gives access to more channels, better quality of image and sound over the current analogue broadcasting system. The digital TV will be more popular and the analogue TV will be phased out soon. In this thesis, we study portable printed broadband antennas which are suitable for DVB broadcasting system (470MHz~862MHz) and meet the specification of the antenna gain for DVB broadcasting system.

We choose the meandered line as the feeding structure of the antennas to reduce the size, use the comb structure to improve the impedance bandwidth, and then put some parasitic elements to enhance the radiation efficiency. We also use trapeziform structure as the broadband loading to reduce the size further.

In this thesis, Ansoft HFSS is used to simulate and design every kind of antenna structure. Because of the restrictions of the measurement equipments, we only present the simulated pattern below 800MHz in this thesis.

## 謝 誌

本論文得以有點小成，首先要感謝指導教授林育德老師兩年來悉心的照顧及教誨，使學生學到了許多關於天線的實務與理論的基礎，著實受益良多，在此學生致上深深的敬意。

也感謝洪萬鑄教授、陳泰利教授及黃瑞彬教授在口試期間給予的寶貴指導與建議，在此亦獻上謝意。

感謝就學期間一同陪伴研究之路的同學—智聰、士彥、宏德，和教我許多天線理論與天線實做及量測儀器操作使用的學長們—烈全、沈鵬、林翰、宗遠、約廷及向均學長，以及雖只共處一年而能互相討論學有不足之處，琢磨砥礪彼此的上進心的學弟們—陳鈺、建宏、家綱、奕翔及志豪。

同時一定要對我的父親表達最深的感謝之意，自幼對我的悉心栽培呵護至今而讓我能毫無後顧之憂得專心於學業研究之上。最後感謝扶輪社在研究所兩年內給予我的獎學金資助讓我能更順利得進行研究。



學生 呂旻翰 謹誌於

國立交通大學

中華民國九十六年七月

# 目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
謝誌.....	iii
目錄.....	iv
圖錄.....	v
表錄.....	vii
第一章 導論.....	1
1.1 工程背景與動機.....	1
1.2 章節介紹.....	2
第二章 數位電視系統簡介.....	3
2.1 數位電視廣播系統概論.....	3
2.2 美規 ATSC 系統.....	4
2.3 歐規 DVB 系統.....	5
2.4 日規 ISDB 系統.....	6
第三章 折繞饋入式 DVB 天線.....	7
3.1 折繞饋入式梳形天線.....	7
3.1.1 折繞式的饋入結構.....	8
3.1.2 折繞饋入式梳形天線.....	10
3.1.3 模擬與量測結果.....	12
3.2 輻射效率的改善.....	18
3.2.1 利用寄生元件改善輻射效率.....	18
3.2.2 模擬與量測結果.....	22
3.3 另一種寬頻負載形式的 DVB 天線.....	27
3.3.1 利用超寬頻天線的寬頻原理設計的折繞式饋入 DVB 天線.....	27
3.3.2 模擬與量測結果.....	30
第四章 結論.....	35
參考文獻.....	36

## 圖 錄

圖 3-1：4 個不同長度的折繞式單極天線.....	8
圖 3-2：圖 3-1(a)~(d)所對應的 Return Loss.....	9
圖 3-3：折繞饋入式梳形天線的結構圖及其各項參數.....	11
圖 3-4：折繞饋入式梳形天線的實作圖.....	12
圖 3-5：折繞饋入式梳形天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖.....	13
圖 3-6：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	14
圖 3-7：YZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	14
圖 3-8：XZ 與 YZ Plane@660MHz 的模擬場型.....	15
圖 3-9：XZ 與 YZ Plane@500MHz 的模擬場型.....	15
圖 3-10：DVB-H 天線增益的規範.....	16
圖 3-11：設計的天線與對 DVB 天線規範的增益比較.....	16
圖 3-12：設計天線的輻射效率與頻率之關係圖.....	17
圖 3-13：設計的天線在 660MHz 下的電流分佈.....	18
圖 3-14：改良天線的結構圖.....	19
圖 3-15：改良天線的結構參數.....	20
圖 3-16：改良天線的實作圖.....	22
圖 3-17：改良天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖.....	23
圖 3-18：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	23
圖 3-19：YZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	24
圖 3-20：XZ 與 YZ Plane@660MHz 的模擬場型.....	24
圖 3-21：XZ 與 YZ Plane@500MHz 的模擬場型.....	25
圖 3-22：改良天線與對 DVB 天線規範的增益比較.....	25
圖 3-23：改良天線的輻射效率與頻率之關係圖.....	26
圖 3-24：運用超寬頻天線原理的天線結構圖.....	27

圖 3-25：天線的結構參數.....	28
圖 3-26：天線的實作圖.....	29
圖 3-27：天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖.....	31
圖 3-28：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	31
圖 3-29：YZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較.....	32
圖 3-30：XZ 與 YZ Plane@660MHz 的模擬場型.....	32
圖 3-31：XZ 與 YZ Plane@500MHz 的模擬場型.....	33
圖 3-32：設計的天線與對 DVB 天線規範之增益比較.....	33
圖 3-33：設計天線的輻射效率與同架構下無 vias 的比較圖.....	34



## 表 錄

表 3-1：所設計之折繞饋入式梳形天線的參數值.....	11
表 3-2：改良天線的尺寸參數表.....	21
表 3-3：天線的尺寸參數表.....	30



# 第一章 導論

## (Introduction)

### 1.1 工程背景與動機

近年來隨著積體電路技術的進步，使得無線通訊裝置更形輕、薄、短、小，其中利用印刷電路方法製作的平面天線，由於具有高積集度以及易與週邊元件整合等諸多優點，因此已逐漸成為目前通訊產業的主流。然而，習知的天線在小型化之後，無法避免得會使天線的增益與輻射效率降低，並相對得限制了信號的傳送與接收，進而影響通訊的品質。而寬頻成為了目前優良天線所欲追求的目標，而如何使天線的操作頻寬增加或提出更有利於天線小型化的結構，乃成為當今此類天線在設計上的主要課題。

且近年來數位技術的提升與積體電路的高度應用造成以數位方式處理訊號已成為一種普遍的方法，所以數位電視除了擁有高畫質影音表現之外，其不同於傳統的類比電視訊號，具有多元的應用性，可讓觀眾享有更多的附加功能。但一般接收數位電視訊號用之天線，因為傳送數位電視訊號所使用的頻段偏低 (470MHz to 862MHz)，往往造成天線的體積過大，可攜性不高，與目前通訊產品所要求的輕、薄、小的趨勢不符。所以在本論文中，提出一種符合輕、薄、小且具有寬頻特性的低成本的印刷式天線。

## 1.2 章節介紹

本論文第二章會簡單介紹目前世界上主要的數位電視系統。第三章提出一種創新的架構，其符合目前天線的輕、薄、小的設計趨勢的印刷式天線，在此章會詳述設計過程及模擬與量測結果。第四章則對此數位電視天線在設計時所遇到的困難以及未來可以改善的方向與方法做為總結。



## 第二章 數位電視系統簡介

### (Brief Introduction of Digital TV System)

#### 2.1 數位電視廣播系統概論

隨著數位化時代來臨，電視廣播也逐漸從傳統的類比式系統轉換成數位式系統。類比系統往往受地形地物等因素影響而有接收不良或訊號忽強忽弱的現象，數位視訊廣播系統則可以克服此類干擾，提供更高畫質與更佳音質的節目。同時，頻譜的使用可以更有效率，使用與類比電視相同的頻寬可以傳送更多的節目。更重要的一點是，數位視訊廣播還可以提供數據廣播(data broadcasting)所衍生的各種增值服務。

數位電視廣播媒介包括：有線、衛星、微波、地面等方式。現有的數位電視地面廣播標準包括有美規的ATSC(Advanced Television Systems Committee)、歐規的DVB-T(Digital Video Broadcasting - Terrestrial)，以及日本的ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial)。

ATSC標準是在1996年12月被美國FCC(Federal Communications Commission)認可，成為美國數位電視地面廣播標準，並於1998年11月開始在都會區播放數位電視節目。除了美國以外，採用ATSC標準的國家有加拿大和南韓。

DVB-T標準是在1997年2月獲得歐洲電信標準協會(European Telecommunication Standard Institute; ETSI)認可，成為歐洲數位電視地面廣播標準。英國British Digital Broadcasting亦於1998年11月開始提供數位電視地面廣播服務。除了歐洲國家外，採用DVB-T標準的國家還有澳洲、紐西蘭、新加坡以及台灣。

日本則於 1997 年 10 月公佈數位電視地面廣播暫定的相關規格，於 2002 年年底在東京、大阪、名古屋等地區正式開播。至目前，僅有日本採用 ISDB-T 標準。

以下將簡單介紹美規的 ATSC 系統、歐規的 DVB-T 系統以及日規的 ISDB-T 系統[1]。

## 2.2 美規 ATSC 系統

先進電視委員會 (Advanced Television Systems Committee; ATSC) 成立於 1993 年 5 月，由 200 個以上跨產業代表組成，成員包括電視廣播業者、電子業、消費電子、半導體業等，從事制定數位電視之標準。美規 ATSC 已獲得 FCC 下之先進電視服務諮詢委員會 (ACATS) 之認可，且 FCC 於 1996 年 12 月發佈的第四號報告與命令中正式採用為美國國家地面廣播電視之標準。

美規 ATSC 的編碼方式，視訊方面採 MPEG-2 技術、音訊則採 Dolby AC-3 標準，而調變方式則採 8-VSB，可傳輸頻寬為 6MHz (19.44Mbps)。美規 ATSC (8-VSB) 具有以下幾個特色：

### 1. 高畫質的顯示

ATSC 著重在 HDTV 的發展，因此有利 HDTV 信號之傳輸。

### 2. 發射功率較低

採 VSB 調變要比歐規的 COFDM 少二分之一的發射功率，因此在相同發射功率下，ATSC 所涵蓋的廣播覆蓋範圍較廣，進而可減少發射基地之設置成本與營運成本。

### 3. Dolby AC-3 音效

Dolby Digital 音效標準目前已廣為 DVD、電影、CATV 等採用，為相當受歡迎之音效標準。

## 2.3 歐規 DVB 系統

DVB(Digital Video Broadcasting)組織成立於 1993 年，由超過 300 個相關廣播業者、製造廠商、網路營運業者與研究機構共同組成，並共同制定歐規數位電視與資料服務傳送之標準。歐規 DVB 為歐洲廣播聯盟(European Broadcast Union；EBU)所統籌制定之標準，且獲得歐洲電信標準協會(European Telecommunications Standard Institute；ETSI)的認可，為目前歐洲地區主要的數位廣播標準，而其 DVB 相關標準包含直播衛星的 DVB-S、有線電視的 DVB-C 與地面廣播的 DVB-T。

歐規的編碼方式，視訊採 MPEG-2 技術、音訊亦是採 MPEG-2 技術，而調變方式以編碼正交頻分調變方式(Coded orthogonal Frequency Division Multiplexing；COFDM)，可傳輸頻寬為 8MHz(23.5Mbps)。

DVB-T 在數位化與網路化發展下，特別具有以下幾個特色：

#### 1. 單頻網(Single Frequency Network；SFN)

單頻網指的是在單一網路頻帶傳送訊號，即不需因所處的傳輸基地台不同，而使用不同頻帶收訊，解決了基地台臨界點訊號相互重疊干擾與更換頻道之問題，且可增加可用之頻譜資源。

#### 2. 行動接收能力強

歐規標準具有 Guard Band 設計，對於抗回波及多路徑干擾的性能極佳，因此在行動接收能力相當強。

### 3. 具回傳功能

具 DVB-RCT 雙向傳輸技術，可建構在加裝置 DVB-RCT 相關模組與天線，並利用類似於行動電話 GSM 之蜂巢式架構與射回傳頻技術，在未來互動電視等相關服務發展上具優勢。

## 2.4 日規 ISDB 系統

日規 ISDB 系統主要是由歐規的 DVB 系統改善而來。DiBEG(Digital Broadcasting Experts Group)組織成立於 1997 年 9 月，有 32 個成員，成員包括相關廣播業者、廣播設備廠商及消費電子廠商，主要目的是將 ISDB-T 與 ISDB-TSB 標準推向全世界。ISDB 的編碼方式，採 MPEG-2 壓縮技術，而調變方式有 DQPSK、QPSK、16QAM、64QAM、OFDM 等，可傳輸頻寬為 6MHz (3.7~23.2Mbps)。



## 第三章 折繞饋入式 DVB 天線

### (Meandered Line Fedded\_DVB Antenna)

#### 3.1 折繞饋入式梳形天線

根據參考文獻，在設計小型、可攜式的數位電視天線時，往往會遇到二個困難的問題：

1. 在極為有限的面積或體積上，要設計出涵蓋從 470MHz 至 862MHz 整個頻段的寬頻天線(頻寬約 60%)。傳統的對數-週期天線(log-periodic antenna)、螺旋天線(spiral antenna)或阿基米德天線(Archimedean Antenna)[2]雖然都可達到 60%以上頻寬的要求，但因為面積或體積上的限制，它們都不適用於可攜式的小型天線的設計。
2. 小型天線雖有面積小的優點，但它所犧牲的卻是天線的輻射效率(Radiation Efficiency)與天線增益(Antenna Gain)，所以小型天線的輻射效率與增益往往不好。



在此章將呈現新穎架構的數位電視天線，它們符合了小面積且低成本的特性，且由於是採用了印刷式天線的製作方式，與其它電路的整合性也高，亦克服上述的二個問題。

### 3.1.1 折繞式的饋入結構

由於饋入結構是歸納於天線的一部份，所以首先要選擇省面積的饋入方式。而眾多天線架構中，折繞式天線具有高積集度的省面積的特性，所以饋入結構採用了折繞式的方式。

折繞式天線具有一個很明顯的特性：由於折繞式天線是屬於共振型天線 (Resonant Antenna)，折繞的總長度愈長，發生共振的頻率點愈低。圖 3-1(a)~(d) 分別為 4 個具有不同折繞總長度的折繞式單極天線 (Meandered Line Monopole Antenna)，由圖 3-2 的 return loss 圖即可發現上述的現象。另外由於其折繞結構的關係，金屬線段彼此之間有互相耦合的效應。而折繞式的結構在相鄰或附近的折繞金屬線段上的電流流向常是反向而成抵消的效果，以致於其產生的共振頻率點較低於同等長度的直線型金屬線的單極天線，而更有效得縮減面積[3][4]。

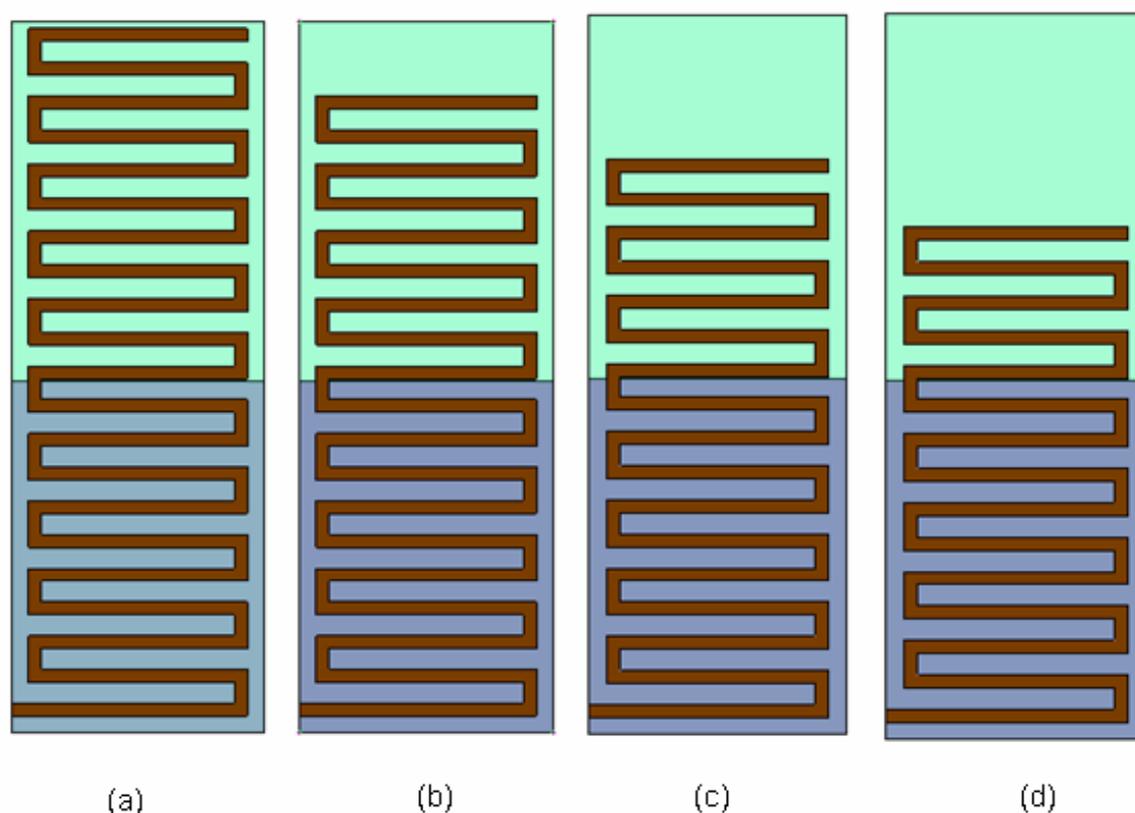


圖 3-1(a)~(d)：4 個不同長度的折繞式單極天線

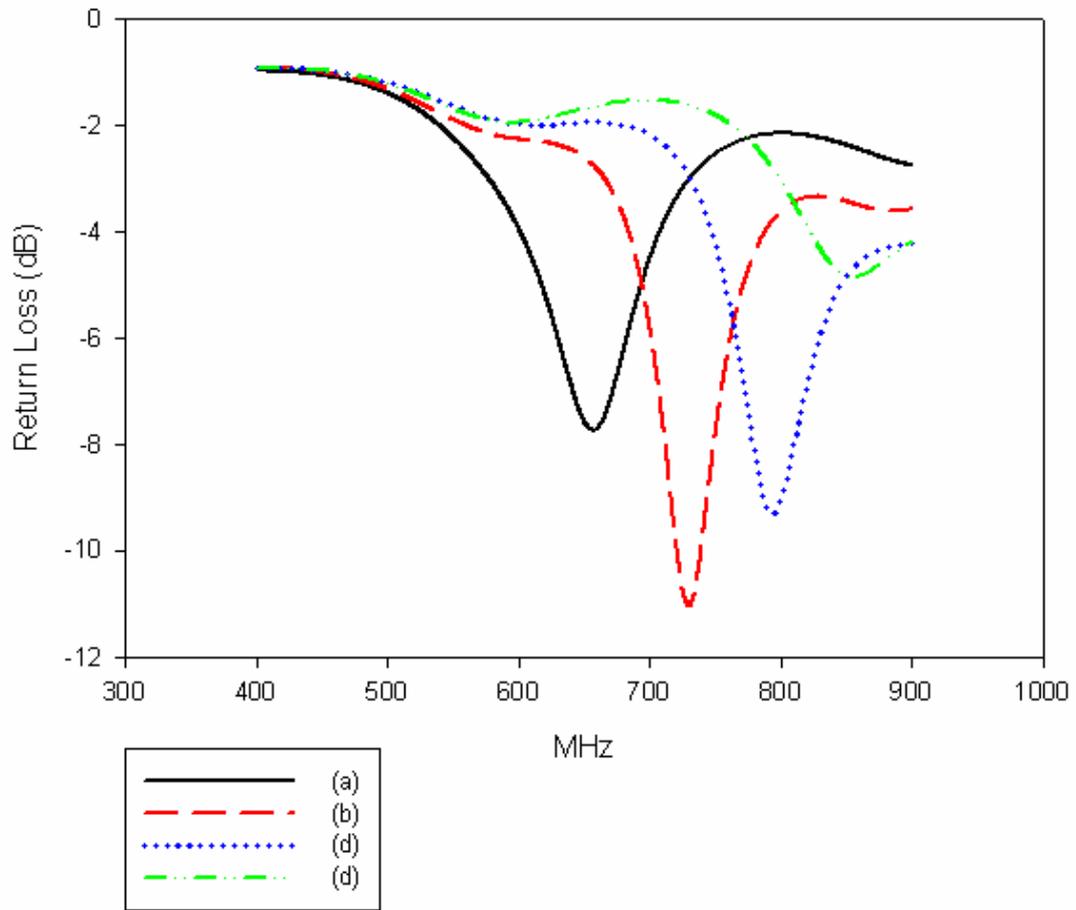


圖 3-2：圖 3-1(a)~(d)所對應的 Return Loss

但也因為折繞式天線是屬於共振型天線，它的頻寬一般而言都很窄，如圖 3-2 所示，所以我們需要在架構上再做一些改變才能達到所需的寬頻。

### 3.1.2 折繞饋入式梳形天線

本小節所呈現的天線是上一小節的折繞式傳輸線饋入架構結合梳型天線[5]而成的折繞饋入式梳形天線。圖 3-3 為其架構圖及設計時所需的參數，而圖 3-4 為其實作圖。表 3-1 為設計折繞饋入式梳形天線之參數值。

本論文中所使用的基板為 FR4 板，其規格如下：介電常數( $\epsilon_r$ ): 4.4 ; 損耗正切( $\tan\delta$ ): 0.02 ; 導體金屬: 銅(copper),  $5.88 \times 10^7$  S/m ; 板材厚度: 0.8mm。

其架構是由複數個長條導電帶所形成之梳型結構。訊號經由折繞式金屬線 (Meandered Line) 傳送輸入梳型導電結構，其振盪方式是因電流路徑不同產生電磁耦合效應之下，產生多頻或寬頻之偶極振盪而產生輻射效應。此梳型結構中之複數個長條導電帶間有強烈電磁耦合與相位配合現象，因不同的長條導電帶於此強烈耦合下產生不同的電流路徑而使此架構具有多頻或寬頻的輻射效應，另外因相位配合使得在不同頻段有類似輻射場形的結果。我們亦可調整梳型結構中之長條導電帶之長度、形狀以達所需操作頻段及組抗匹配之目的。

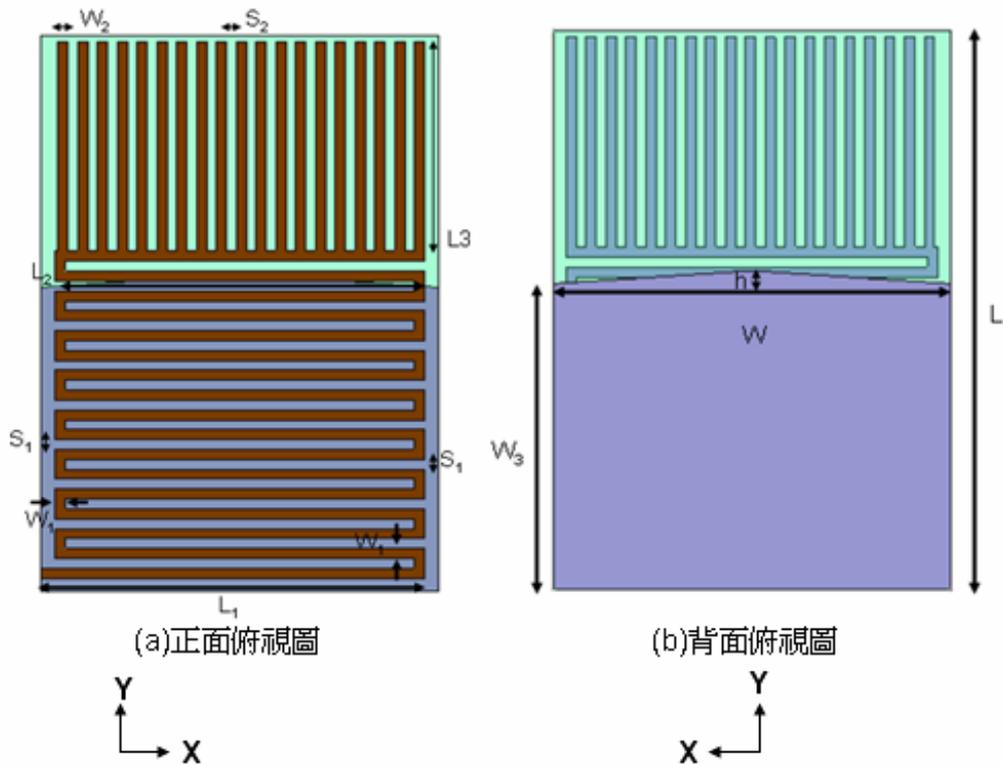
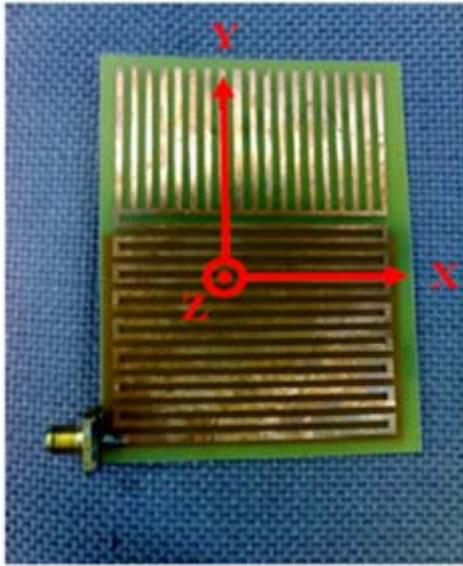


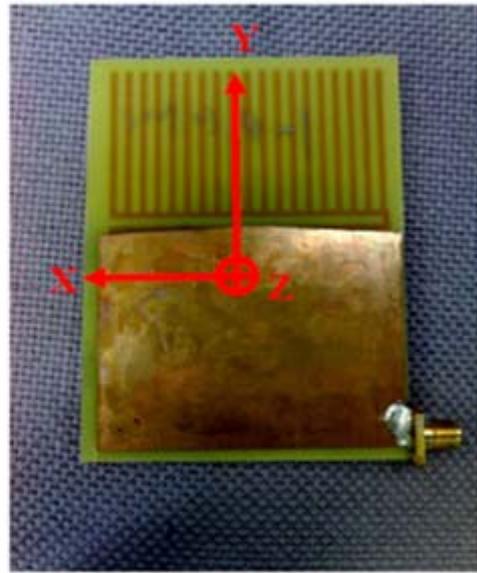
圖 3-3：折繞饋入式梳形天線的結構圖及其各項參數

參數名稱	參數值 (mm)
L	85
W	60
L1	58
L2	56
L3	32
W1	1.53
W2	1.53
W3	46.5
S1	1.53
S2	1.53
h	2

表 3-1：所設計之折繞饋入式梳形天線的參數值



(a)正面俯視圖



(b)背面俯視圖

圖 3-4：折繞饋入式梳形天線的實作圖



### 3.1.3 模擬與量測結果

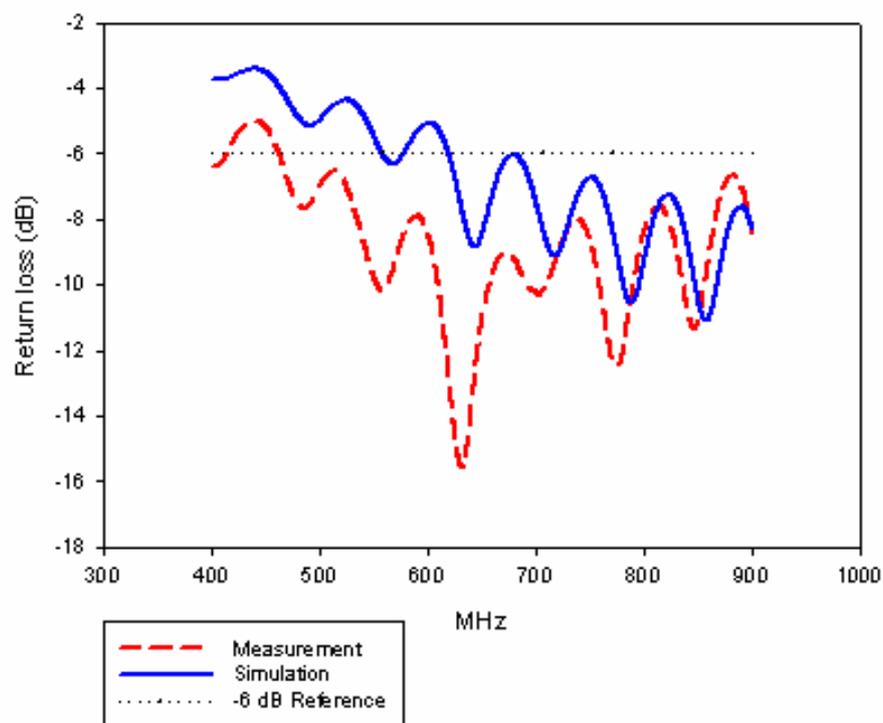


圖 3-5：折繞饋入式梳形天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖

本論文中，使用 Agilent E5071A 量測頻率響應，HP 8530A 量測天線的場型。

由圖 3-5 可看出量測結果在整個要求的頻段(470~862MHz)都在-6dB 以下。而圖 3-6 到圖 3-9 為此天線的輻射場型。

由於 HP 8530A 量測設備上的限制，最低的頻率點只能量測到 800MHz，所以本論文中在 800MHz 以下所示的場型為模擬結果。

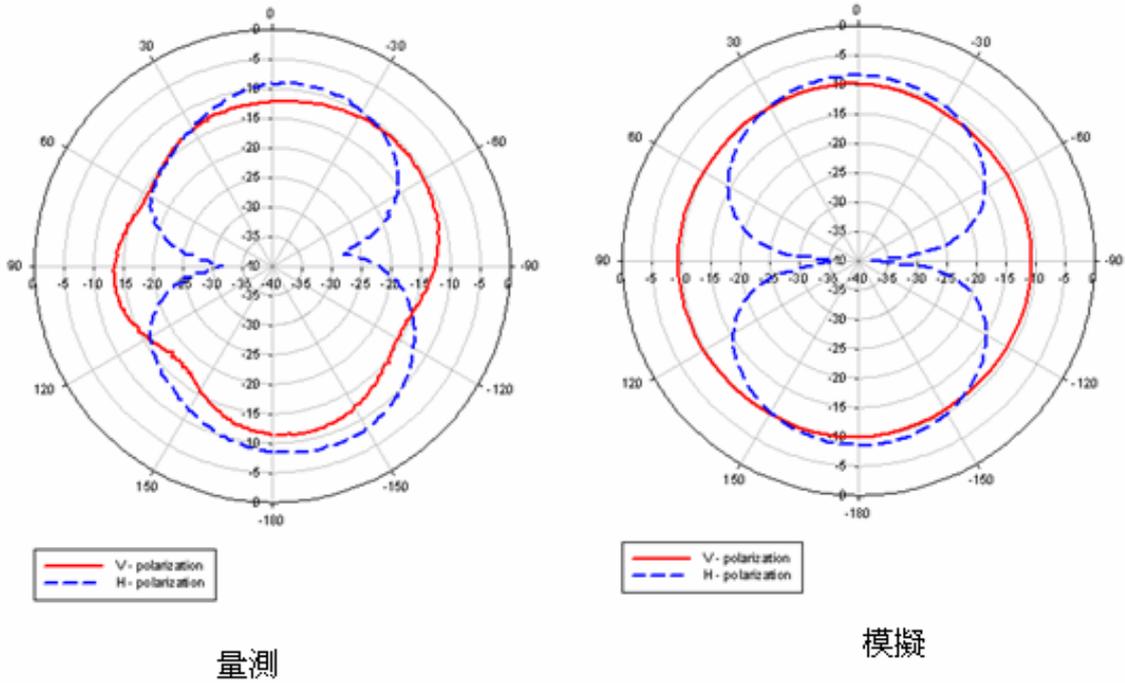


圖 3-6：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較

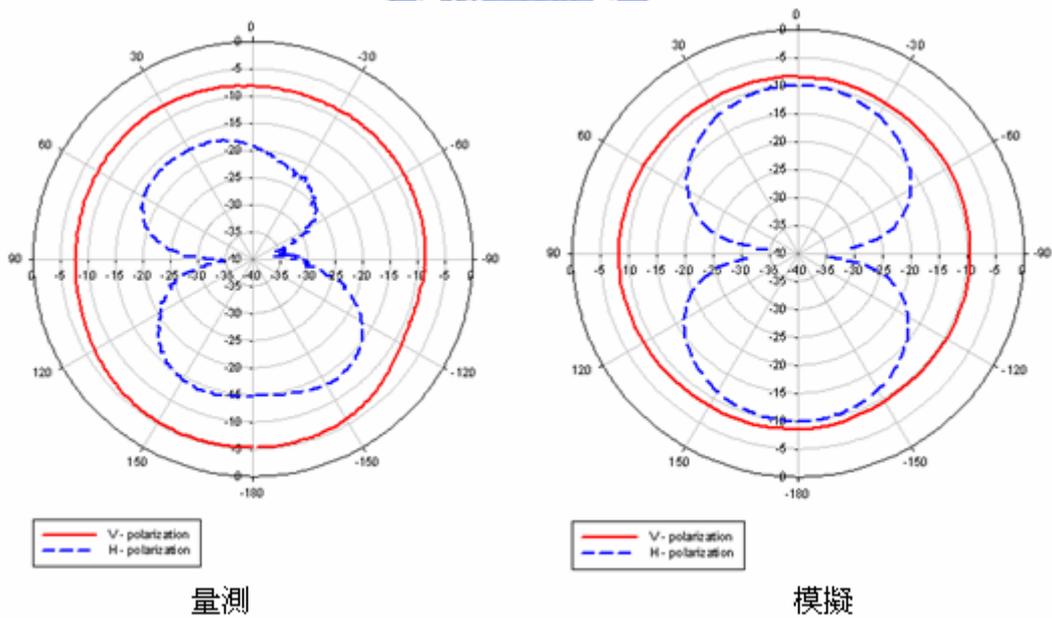


圖 3-7：YZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較

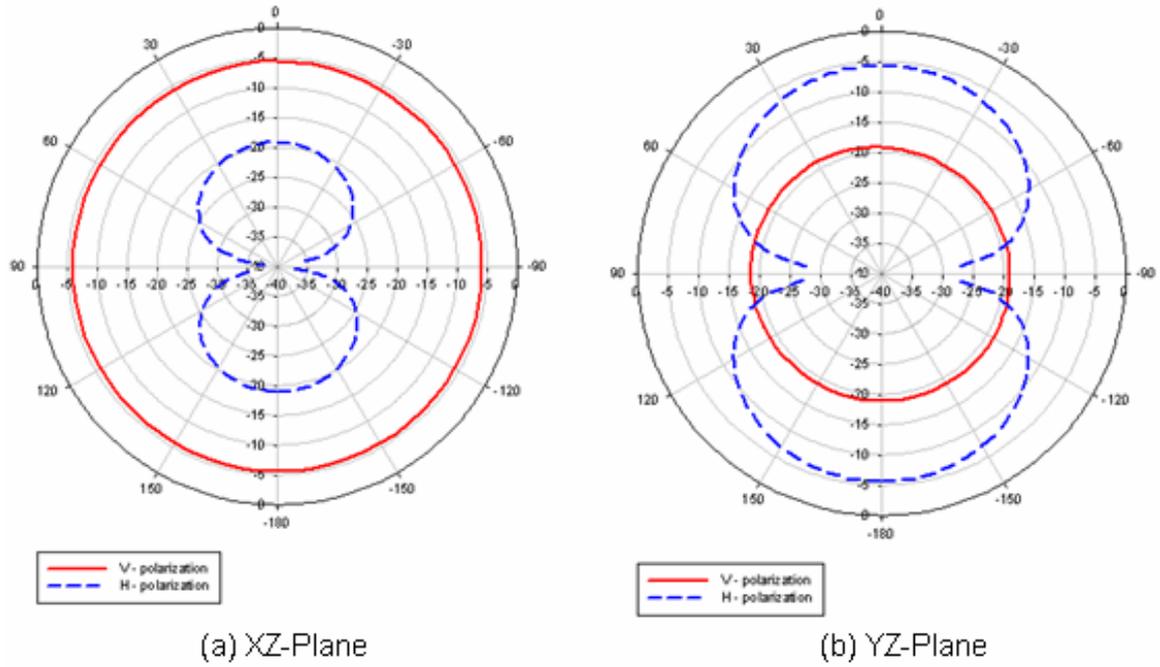


圖 3-8：XZ 與 YZ Plane@660MHz 的模擬場型

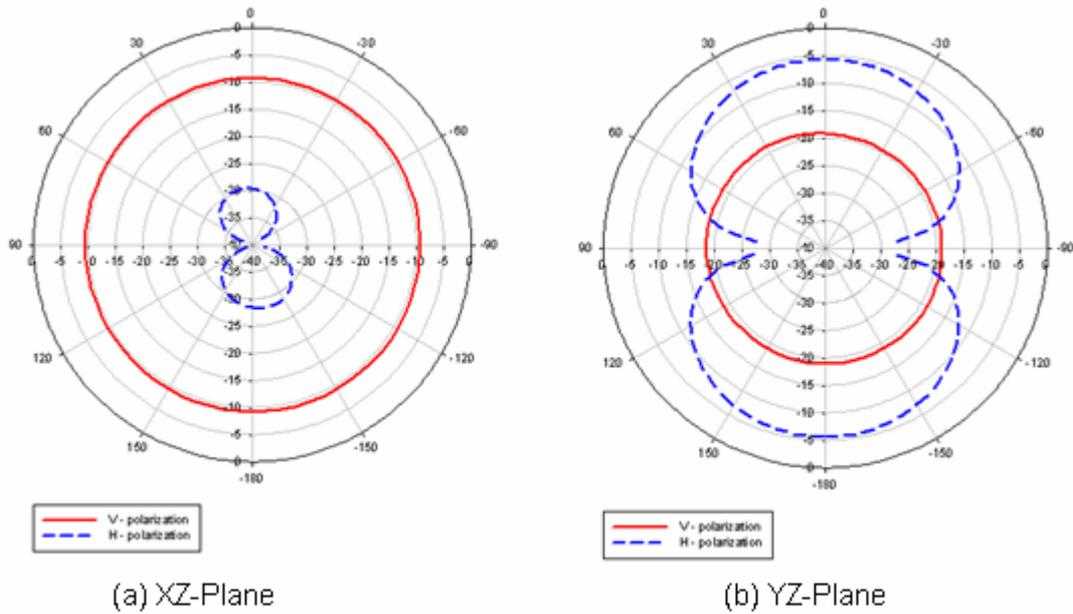


圖 3-9：XZ 與 YZ Plane@500MHz 的模擬場型

### Antenna power gain specification

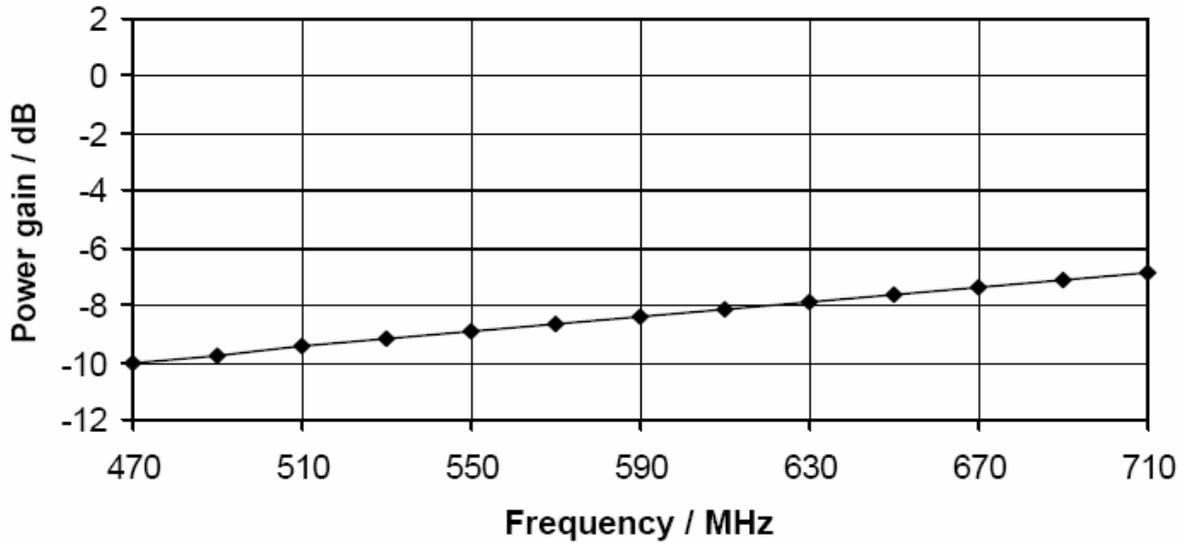


圖 3-10：DVB-H 天線增益的規範

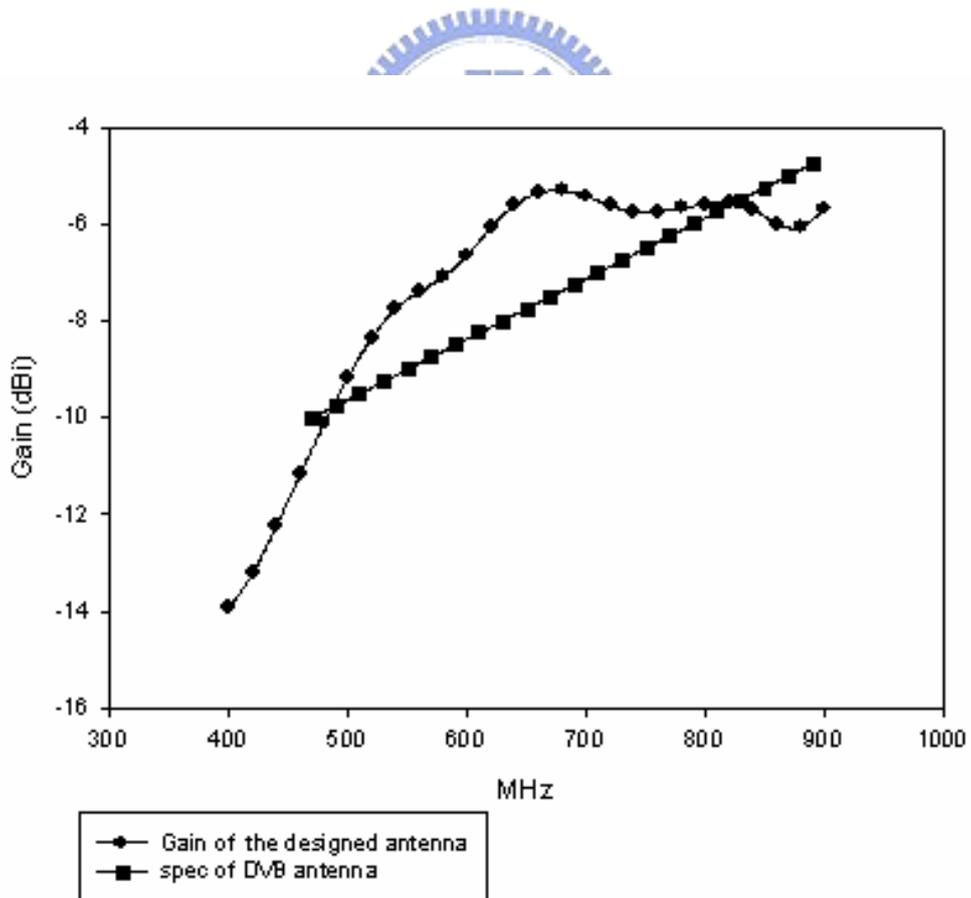


圖 3-11：設計的天線與對 DVB 天線規範的增益比較

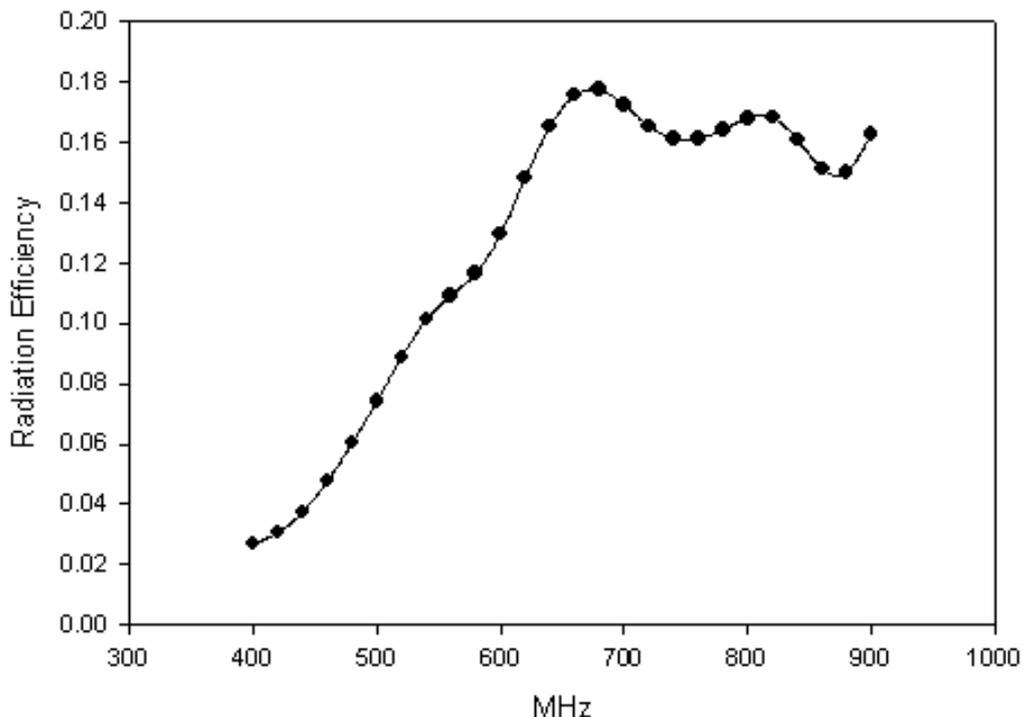


圖 3-12：設計天線的輻射效率與頻率之關係圖

圖 3-10 為對 DVB-H 天線增益的規範[6]。由圖 3-11 可知，此天線在大部份的頻段的增益值都有達到圖 3-10 中對 DVB 天線的增益規範的要求，但其輻射效率卻不甚理想，如圖 3-12 所示。雖然如參考文獻中所說的，小型天線 (electrical small antenna) 的增益與輻射效率往往不好，但造成此天線的輻射效率不好的主因是由於饋入部份的折繞式金屬線所致。從圖 3-13 的電流分佈可看出有局部的相鄰或附近的折繞金屬線段上的電流流向是相反的，以致於其輻射出的電磁場呈現抵銷的效果而造成了低輻射效率。

而在末端的梳型架構上的電流已經相對的微弱許多，但其對 Return Loss 的確有改善的效果，所以末端的梳型架構可視為是寬頻負載 (broadband loading)。

順帶一提，一般天線的增益與其輻射效率之間是成正向關係，比較圖 3-11 與 3-12 的曲線即可得知。

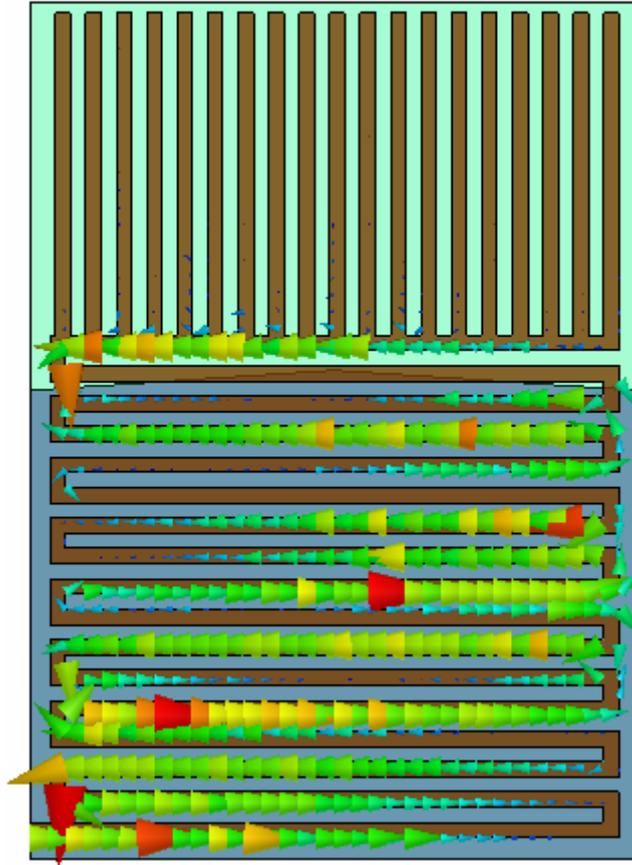


圖 3-13：設計的天線在 660MHz 下的電流分佈

### 3.2 輻射效率的改善

在 3.1.2 節中提出的折繞式饋入梳形天線，由於分佈於折繞式金屬線上的電流呈現抵銷的效應，導致了不佳的輻射效率，所以我們必須想辦法提升其輻射效率才能實際應用於數位電視訊號的接收。由圖 3-13 的電流分佈可知，在前端的折繞式金屬線的電流分佈是較強的，所以也是主要的輻射來源。故直觀性的想法就是在前端的折繞式金屬線段做一些局部性架構上的改變來改善其輻射效率。

#### 3.2.1 利用寄生元件改善輻射效率

在本小節中提出的改良方法是在折繞式金屬線段之間的空間放入一些寄生元件(parasitic elements)，如圖 3-14 所示，圖 3-15 為其細部的尺寸參數(L 與 W 附在圖 3-14 下)，圖 3-16 為其實作圖，而表 3-2 為設計此天線所需的參數

值。

這些寄生元件非常靠近折繞式金屬線段，之間的空隙只有 0.5mm，且也是位於電流分佈最強的位置，所以這些寄生元件與折繞式金屬線段之間的具有強烈的耦合效應，使的這些寄生元件也成了輻射體而達到了改善輻射效率的目的。另外在折繞式金屬線段的後端有幾段是較密集的，其目的是彌補為了放置寄生元件而拉大空隙造成的總折繞長度不夠導致整個頻段的偏高。雖然較密集的折繞式金屬線段對電流分佈有較強的抵銷效應，但是其位於接近末端的位置，電流強度已經沒有前端接近 SMA 接頭的部份來的強，所以其造成的輻射抵銷效應也就相對的沒有那麼強烈了。

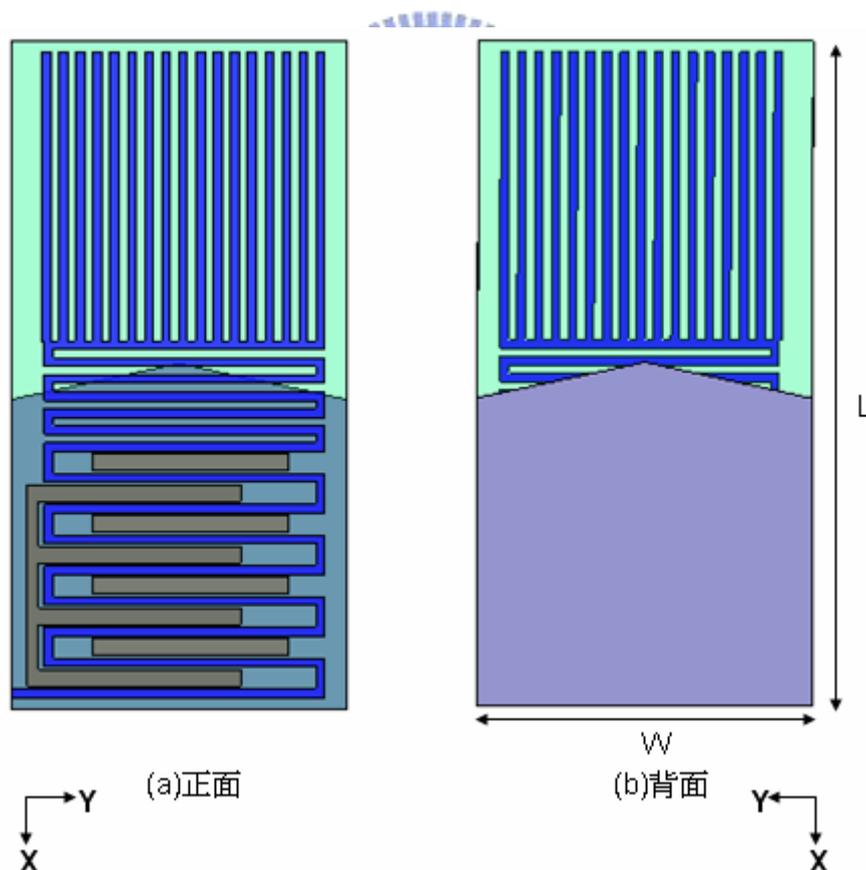
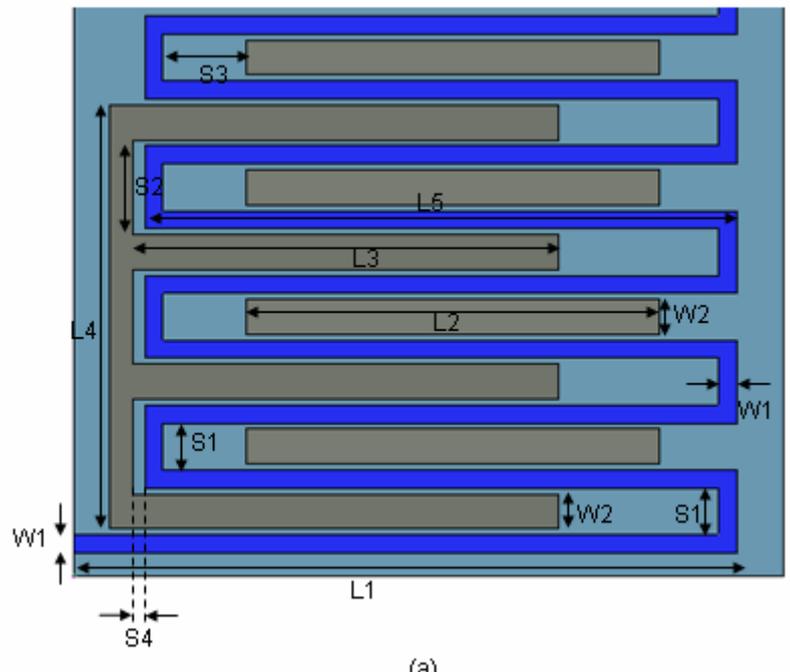
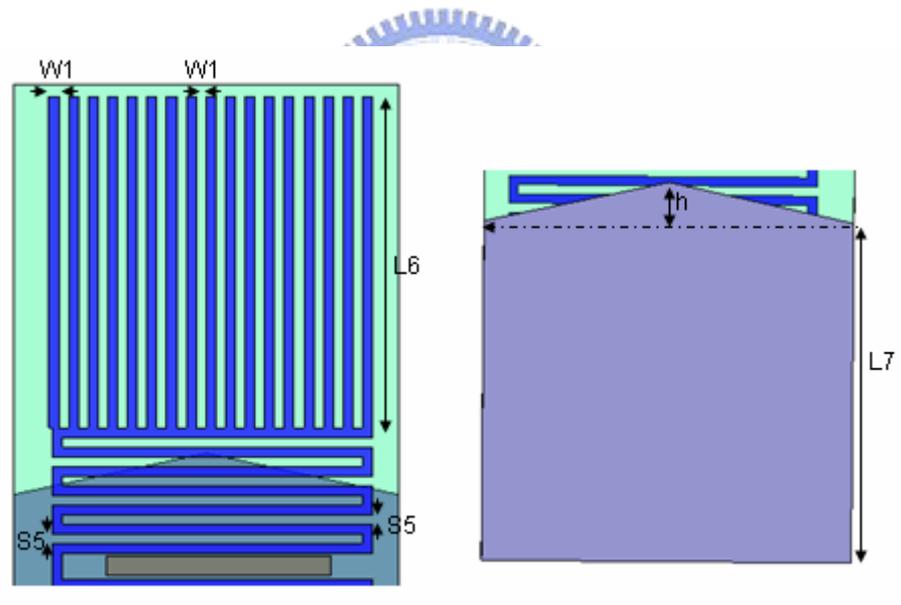


圖 3-14：改良天線的結構圖



(a)



(b)

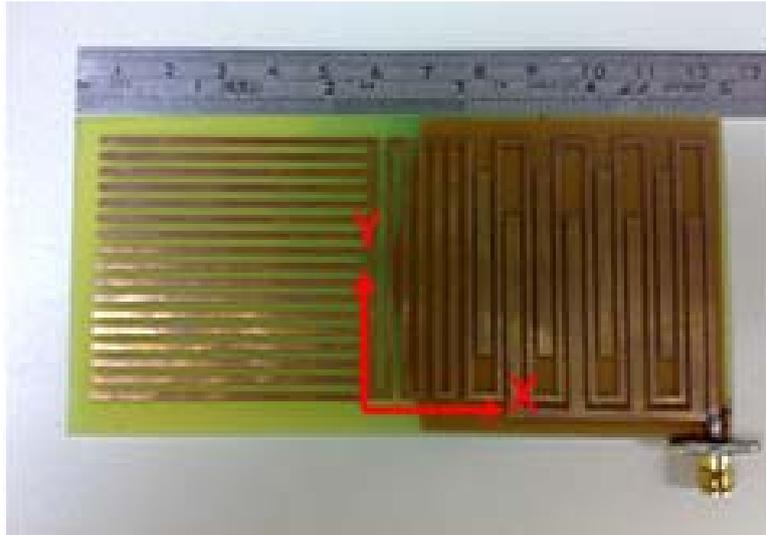
(c)

圖 3-15：改良天線的結構參數

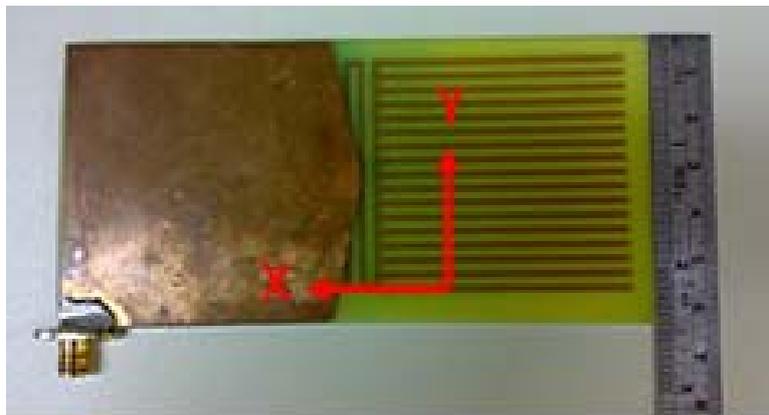
L1	56mm	S3	6.97mm
L2	35mm	S4	1.03mm
L3	36mm	S5	1.5mm
L4	36.18mm	W1	1.53mm
L5	50mm	W2	3mm
L6	52.02mm	h	6.5mm
L7	55.5mm	W	60mm
S1	4mm	L	120mm
S2	8.06mm		

表 3-2：改良天線的尺寸參數表





(a)正面



(b)背面

圖 3-16：改良天線的實作圖

### 3.2.2 模擬與量測結果

圖 3-17 為模擬與量測的 Return Loss 比較圖，實測的結果是約在 480MHz 開始低於-6dB。圖 3-18 至圖 3-21 為其模擬與量測的場型。由圖 3-22 可知整個頻段(470MHz 至 862MHz)都滿足 DVB 天線的增益規範且增益平坦度(Gain flatness)在 3dBi 的變化以內。圖 3-23 為其輻射效率與頻率的關係圖，與圖 3-12 比較可看出輻射效率明顯得改善許多。

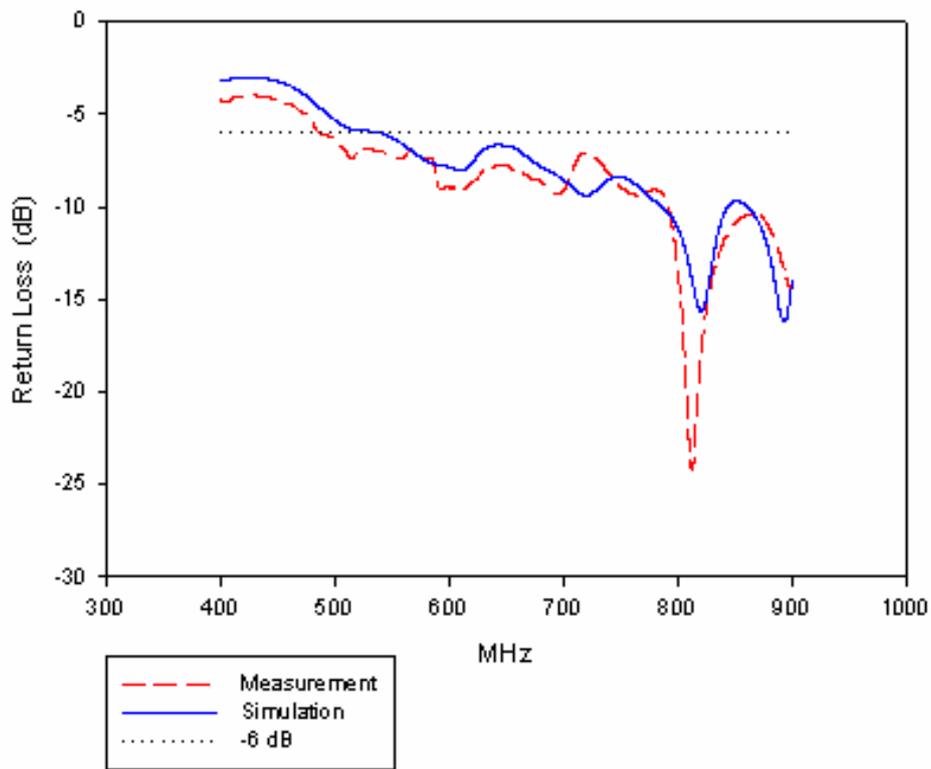


圖 3-17：改良天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖

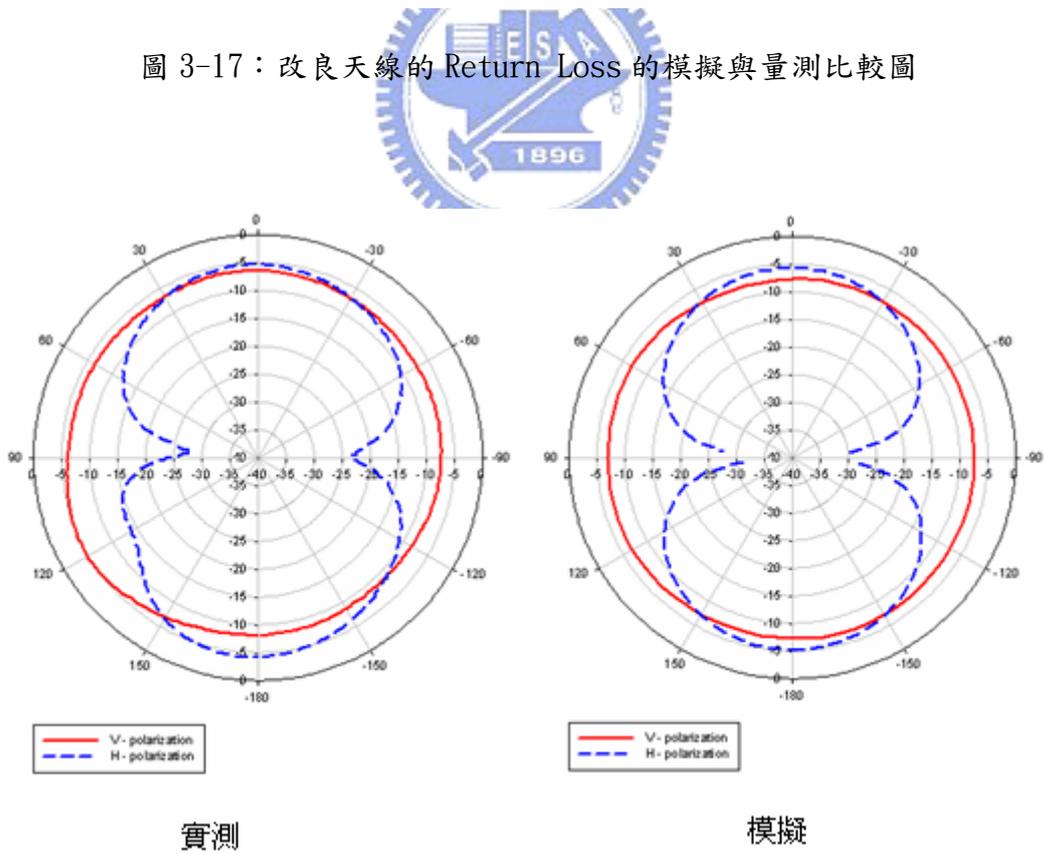
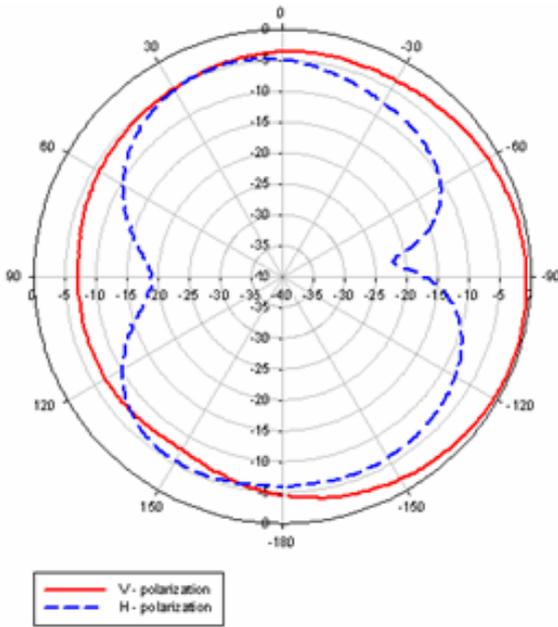
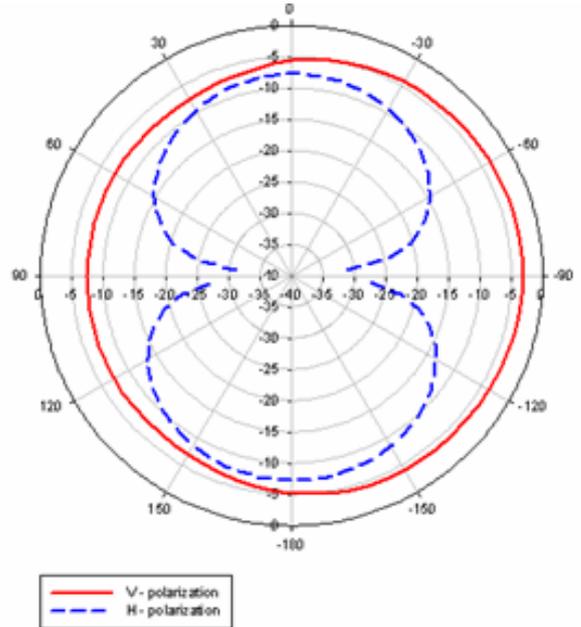


圖 3-18：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較

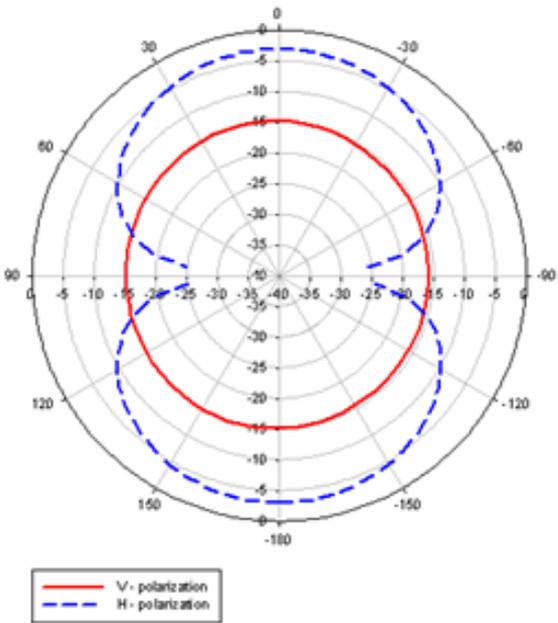


實測

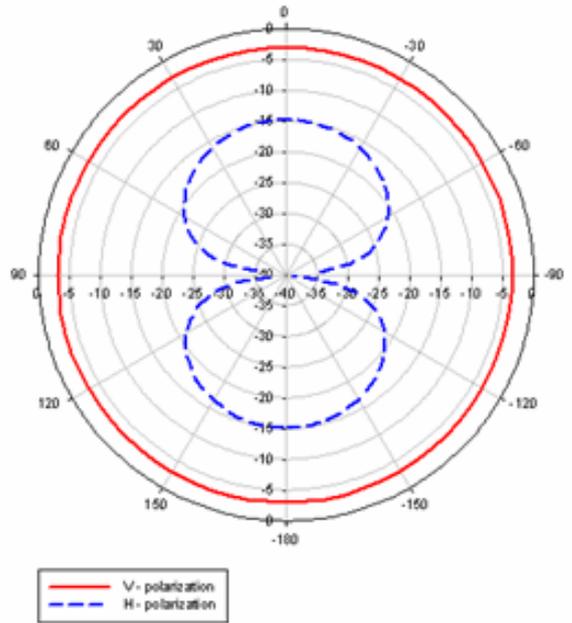


模擬

圖 3-19：YZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較

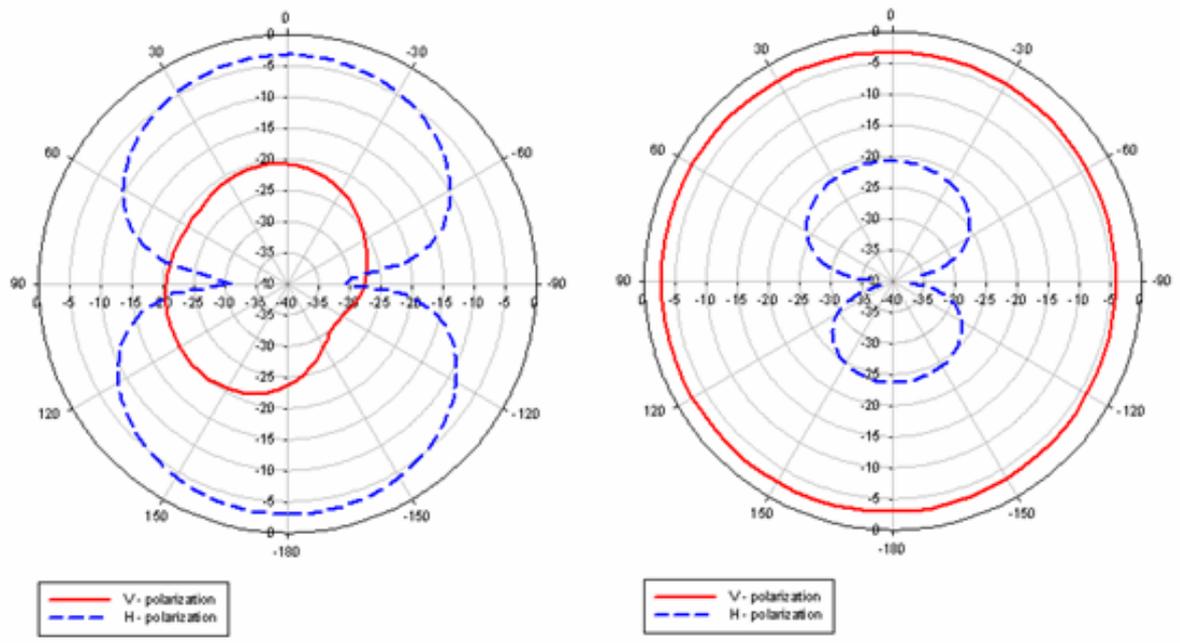


(a) XZ - plane



(b) YZ - plane

圖 3-20：XZ 與 YZ Plane@660MHz 的模擬場型



(a) XZ - plane

(b) YZ - plane

圖 3-21：XZ 與 YZ Plane@500MHz 的模擬場型

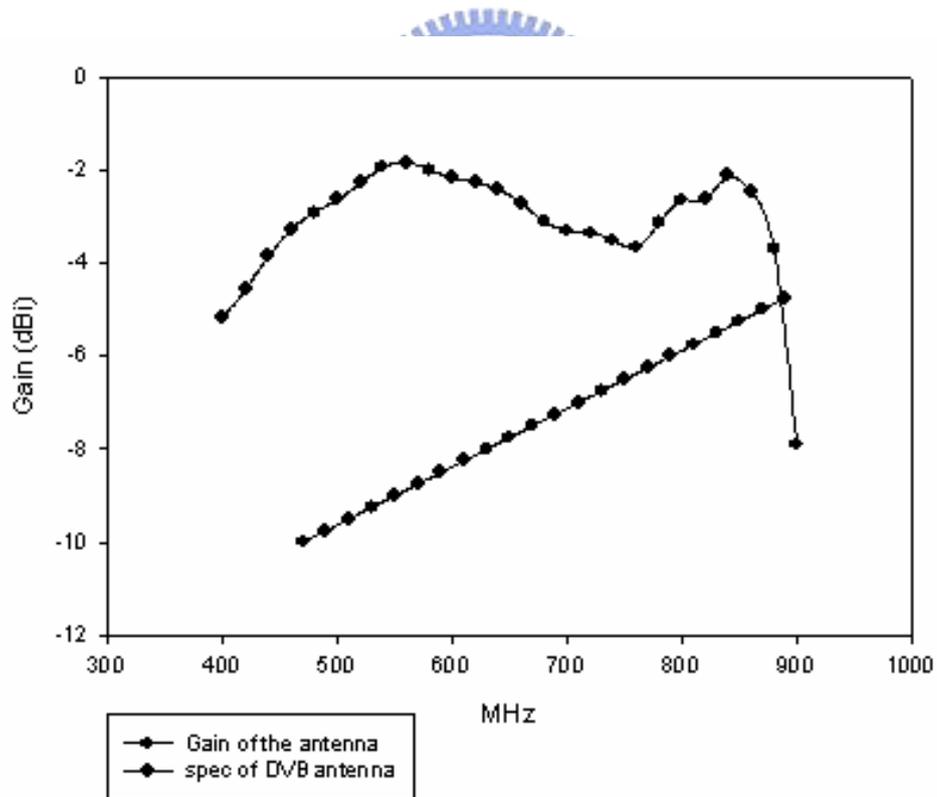


圖 3-22：改良天線與對 DVB 天線規範的增益比較

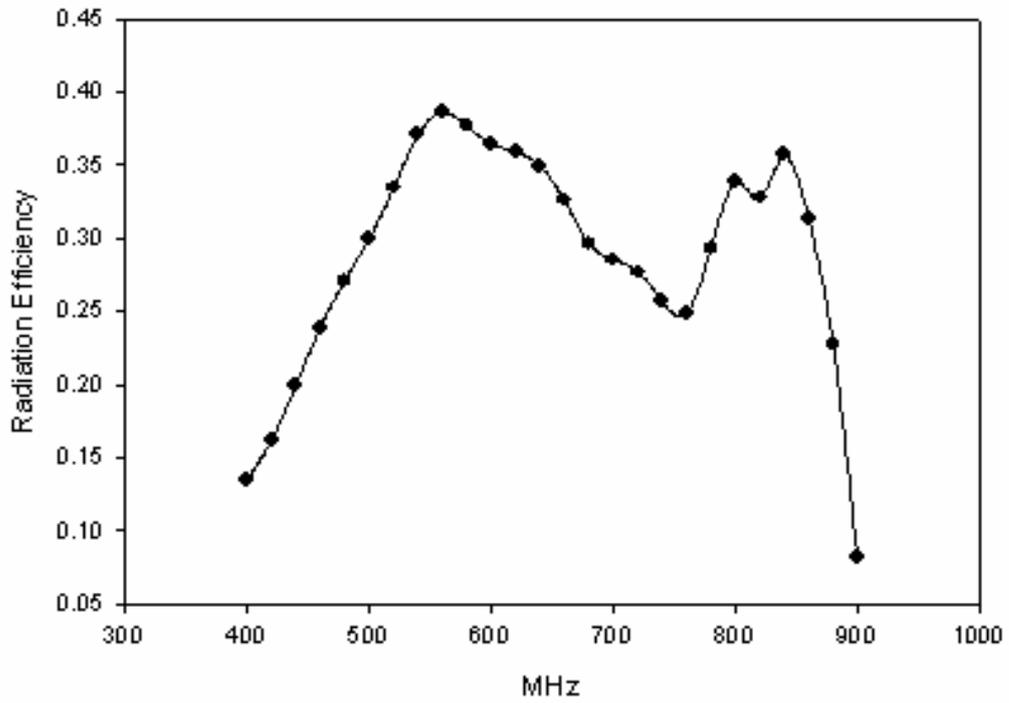


圖 3-23：改良天線的輻射效率與頻率之關係圖



### 3.3 另一種寬頻負載形式的 DVB 天線

在 3.2 節中提到了運用寄生元件來達到提升輻射效率的設計方法，但是為了有足夠的空間來放置這些寄生元件，所犧牲的是天線的面積尺寸，而這樣的尺寸較不適宜於可攜式裝置的應用上。所以本小節提出了一種運用超寬頻天線 (Ultra-Wideband Antenna) 的寬頻技巧來設計另一種小面積的數位電視天線。

#### 3.3.1 利用超寬頻天線的寬頻原理設計的折繞式饋入 DVB 天線

如圖 3-24 所示，此天線是把之前末端的梳形架構改換成一個梯形架構[7]，其寬頻的原理主要是因為電流在此梯形上會產生許多電流路徑來迴繞，相較於之前的梳形結構電流在其上是直線形的行進路徑而靠之間的耦合效應，也同樣得達到寬頻的效果。另外亦沿用了 3-2 節提到的寄生元件來維持其輻射效率，並在寄生元件上加上與 ground 相連的鉚釘(Vias)來進一步改善低頻部份的輻射效率。圖 3-25 為其細部的尺寸參數(L 和 W 附在圖 3-24 下)，圖 3-26 為其實作圖，而表 3-3 為設計此天線所需的參數值。

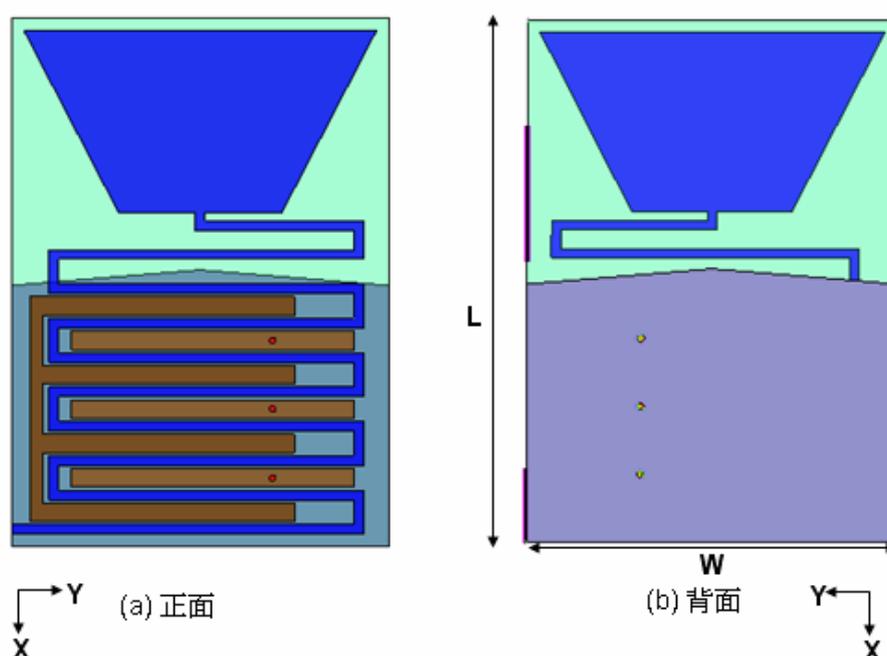
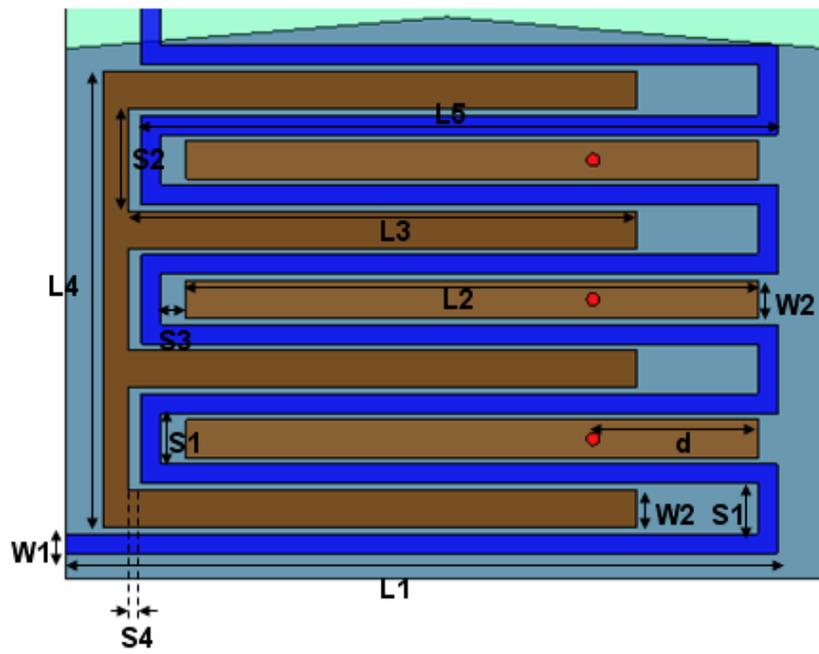
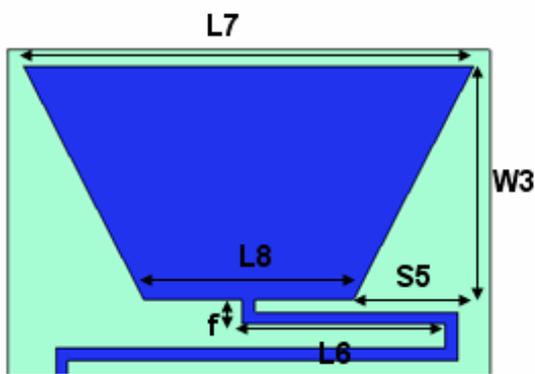


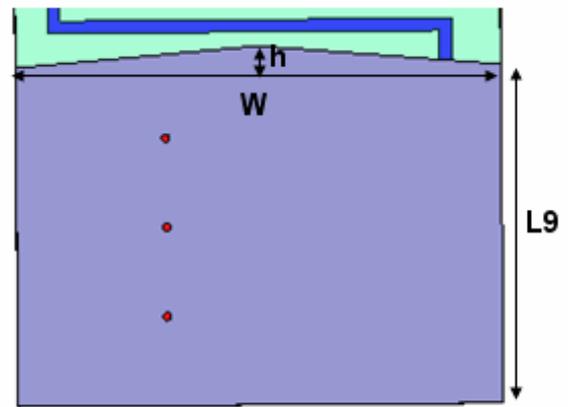
圖 3-24：運用超寬頻天線原理的天線結構圖



(a)



(b)

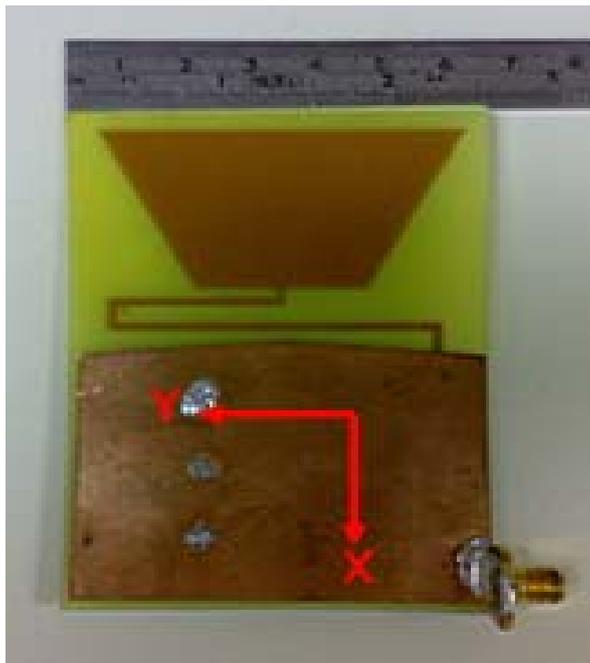


(c)

圖 3-25：天線的結構參數



(a)正面



(b)背面

圖 3-26：天線的實作圖

W1	1.53mm	L9	42mm
W2	3mm	S1	4mm
W3	29.2mm	S2	8mm
L1	56mm	S3	1.97mm
L2	45mm	S4	1.03mm
L3	40mm	S5	15mm
L4	36.18mm	d	13mm
L5	50mm	f	3mm
L6	25.235mm	h	2.5mm
L7	56mm	L	90mm
L8	26mm	W	60mm

表 3-3：天線的尺寸參數表

### 3.3.2 模擬與量測結果

圖 3-27 為模擬與量測的 Return Loss 比較圖，實測的結果是約在 485MHz 開始低於-6dB，而在約 720MHz~780MHz 稍微高至-5.5dB。圖 3-28 至圖 3-31 為其模擬與量測的場型。由圖 3-32 可知整個頻段(470MHz 至 862MHz)都滿足 DVB 天線的增益規範且增益平坦度(Gain flatness)在 4dBi 的變化以內。圖 3-33 為其有無 vias 的輻射效率比較圖，比較可知加入 vias 後的輻射效率在 400MHz~530MHz 約是沒有加鉚釘的 2 倍，對較低頻段的輻射效率有明顯的改善。

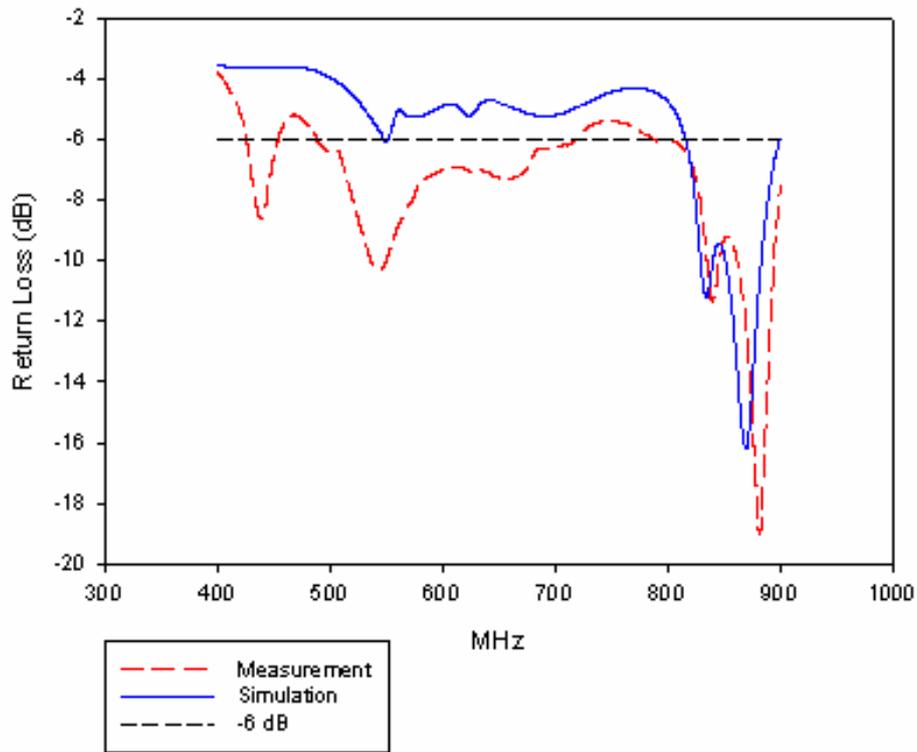


圖 3-27：天線的 Return Loss 的模擬與量測比較圖

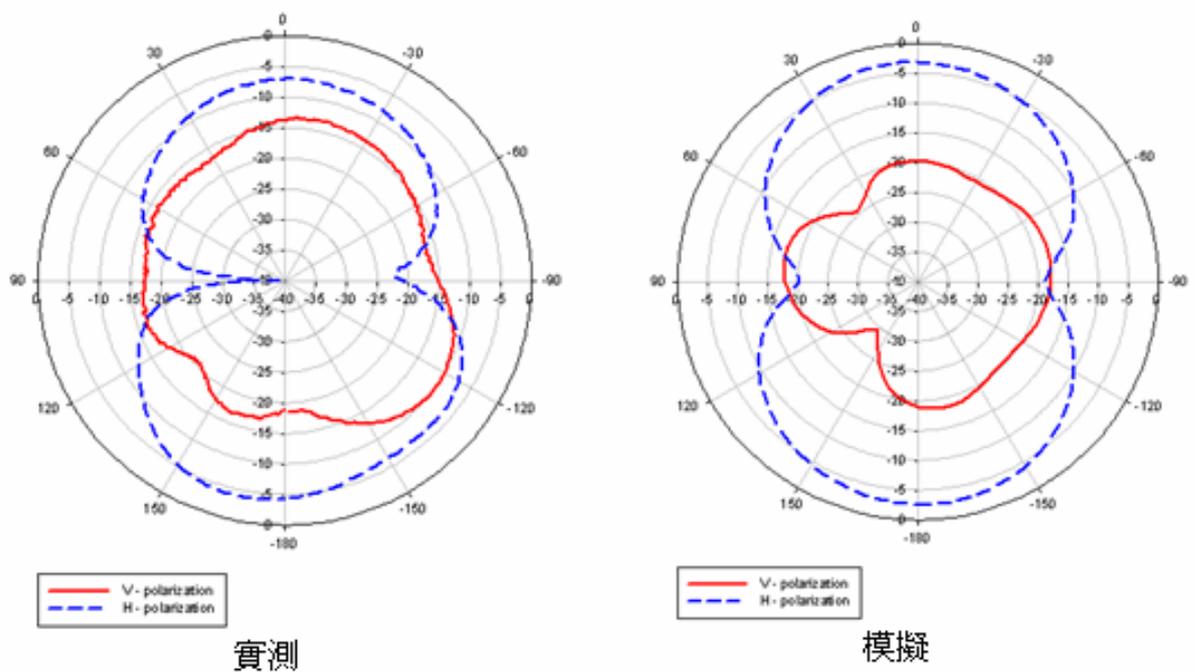


圖 3-28：XZ-Plane@860MHz 的量測與模擬場型的比較





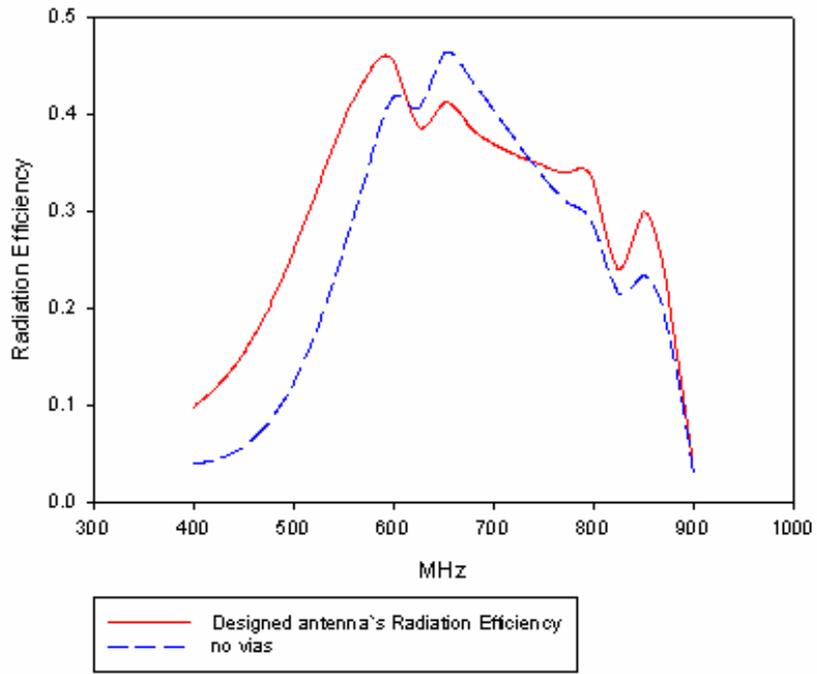


圖 3-33：設計天線的輻射效率與同架構下無 vias 的比較圖



## 第四章 結論

### (Conclusion)

本論文中提出的寬頻的數位電視天線，主要目標是使設計出來的天線同時具有 DVB-H 系統(470MHz~702MHz)的小尺寸的可攜式特性並可使用於涵蓋較大頻段的 DVB-T 系統(470MHz~862MHz)，且由於採用印刷板式的設計方式，具有輕薄、低成本及易與其它電路整合的優點。

本論文中提出的架構都是採用較節省面積的折繞式金屬線的饋入方式，但其缺點會導致不佳的輻射效率，所以在折繞式金屬線段的週遭放置寄生元件靠耦合的效果使其作為另外的輻射體來改善輻射效率，本論文中對輻射效率的要求是至少要達到 30%，因為所設計的天線是希望具有可攜性，而太低的輻射效率會使整體電路的耗電量提高，所以未來可以朝面積更縮小化的情況下，還可提高輻射效率來作為研究的方向。



## 參考文獻

- [1] Y. Wu, E. Pliszka, B. Caron, P. Bouchard and K. Nishikawa, "Comparison of Terrestrial DTV Transmission Systems: The ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM," *IEEE Trans Antennas Propagat.*, vol. 53, pp. 2542-2548, Aug. 2005
- [2] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, 2<sup>nd</sup> ed. New York: Wiley, 1998.
- [3] M. Ali, S. S. Stuchly, and M. Okoniewski, "Characterization of planar printed meander line antennas using the finite difference time domain technique," *IEEE AP-S Dig.*, pp. 1546-1549, 1997.
- [4] T. J. Warnagiris and T. J. Minardo, "Performance of a meandered line as electrically small transmitting antenna," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 46, pp. 1797-1876, Dec. 1998.
- [5] Tai-Lee Chen, Chi-Wen Hsieh, "Comb-shaped dipole antenna on transparent substrate" *Antennas and Propagation Society International Symposium, 2005 IEEE Vol. 3A*, pp. 610-612, July 2005
- [6] <http://www.es.lth.se/teore1/Publications/TEAT-5000-series/TEAT-5079.pdf>, "Design of Antennas for Handheld DVB-H Terminals".
- [7] J.A. Evans, M.J. Ammann, "Planar trapezoidal and pentagonal monopoles with impedance bandwidths in excess of 10:1", *Antennas and Propagation Society, 1999. IEEE International Symposium 1999, Volume: 3*, 11-16 July 1999 Page(s): 1558\_1561.