

(21) 申請案號：098110566

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 31 日

(51) Int. Cl. : *H01Q13/10 (2006.01)*(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：鍾世忠 CHUNG, SHYH JONG (TW)；王侑信 WANG, YU SHIN (TW)

(74) 代理人：何金塗；丁國隆

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 23 頁

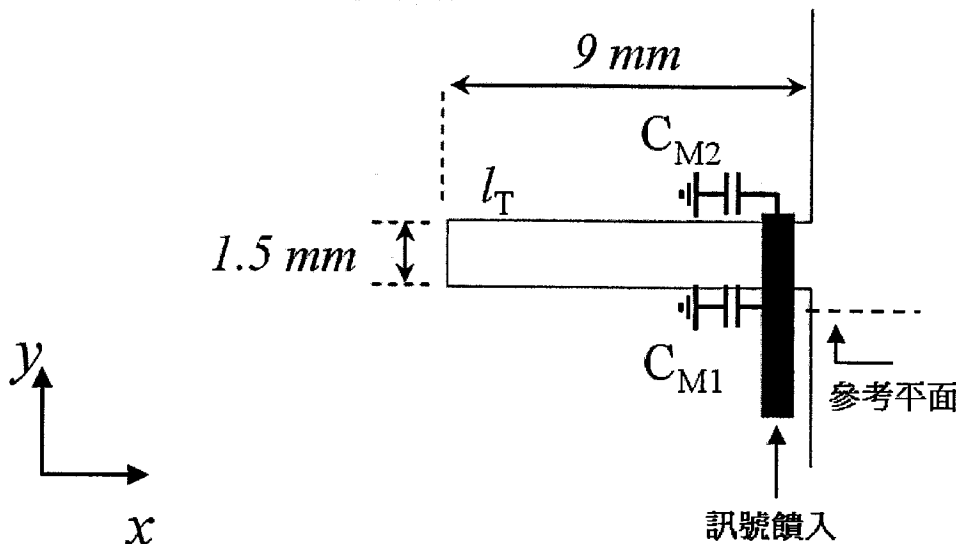
(54) 名稱

八分之一波長短開路槽孔天線

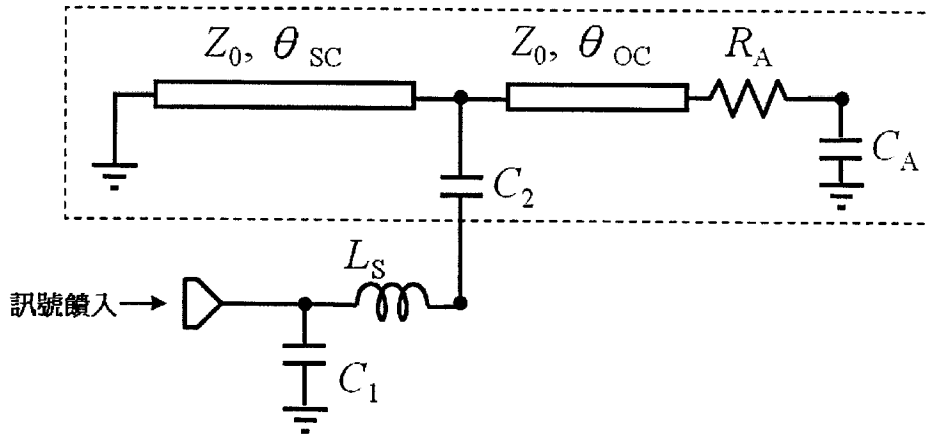
A ONE-EIGHTH WAVELENGTH OPEN-END SLOT ANTENNA

(57) 摘要

本發明提出一種縮小化的八分之一波長短開路槽孔天線架構。藉由在傳統四分之一波長共振的開路槽孔天線中加入兩個負載電容，可達成縮小化的功效。此負載電容可以晶片電容或是印刷式電容方式實現。利用等效電路的設計方法，能夠利用此已建立的等效電路模型，針對所欲操作的共振頻率以及阻抗匹配，取代全波模擬以微調所需要的元件值。電路等效模擬結果、全波模擬軟體模擬結果以及量測結果均相吻合。並且，可用變容器取代原本的負載電容，並能達成頻率可調的功能。本發明具有小尺寸、結構簡單、容易與電路整合的優點，適用於無線通訊產品。



第 2a 圖



第 2b 圖

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：098110566

※申請日：98.3.31 ※IPC分類：H01Q 13/10 (2006.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

八分之一波長短開路槽孔天線

A ONE-EIGHTH WAVELENGTH OPEN-END SLOT ANTENNA

### 二、中文發明摘要：

本發明提出一種縮小化的八分之一波長短開路槽孔天線架構。藉由在傳統四分之一波長共振的開路槽孔天線中加入兩個負載電容，可達成縮小化的功效。此負載電容可以晶片電容或是印刷式電容方式實現。利用等效電路的設計方法，能夠利用此已建立的等效電路模型，針對所欲操作的共振頻率以及阻抗匹配，取代全波模擬以微調所需要的元件值。電路等效模擬結果、全波模擬軟體模擬結果以及量測結果均相吻合。並且，可用變容器取代原本的負載電容，並能達成頻率可調的功能。本發明具有小尺寸、結構簡單、容易與電路整合的優點，適用於無線通訊產品。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a compact one-eighth wavelength open-end slot antenna. Size reduction is achieved by properly using two loading capacitors with a short open-end slot of the conventional quarter wavelength open-end slot antenna. The loading capacitors can be implemented by chip capacitor or printed capacitor. The antenna is synthesized from the pre-build equivalent circuit instead of using full wave simulation to tune the structure for resonant frequency and impedance matching. The results from the circuit model calculation, the full-wave simulation, and the measurement agree well with each other. The antenna can operate at any frequency by using varactors instead of loading capacitors. The small size and simple structure are easy for circuit integration and suitable for wireless mobile devices.

201036254

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 2a、2b ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種開路槽孔天線 (open-end slot antenna)，尤指一種利用短槽孔接近開路端的兩側各連接一負載電容到饋入線所完成之小於或等於八分之一波長的短開路槽孔天線。

### 【先前技術】

隨著無線通訊的蓬勃發展，現今通訊產品趨向輕薄短小的發展趨勢，當單一無線通訊產品只有一個系統時，其內部的電路密度相當的高，相對而言天線所佔用的空間也就被嚴格地侷限住。此外，倘若數個通訊系統存在於同一產品中，例如：數位電視 (Digital Television, DTV)、無線區域網路 (WLAN)、全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 等；或是多輸入多輸出 (Multiple Input Multiple Output, MIMO) 系統與分集天線 (Antenna Diversity) 的應用上，此時便需要複數個操作，因此天線可使用的空間也相對越來越小。故如何在有限的空間下，完成天線的設計，縮小化與模組化便成為現今重要的設計重點。

傳統開路槽孔天線，其架構圖如第 1a 圖所示，其係顯示習知四分之一波長的開路槽孔天線架構圖，圖中黑色細線為一 50 歐姆的微帶線 (microstrip line) 作為訊號饋入，此微帶線製作於電路板的某一面，而灰色區塊則為接地平面，製作於電路板的另一面，並於接地平面邊緣處挖空某一導體區域以形成一開路槽孔，並使其與微帶線垂直配

置。其中槽孔右側為開路端，而左側則為短路端，利用微帶線末端一小段開路株 (Open Stub) 長度  $l_r$ ，以及此微帶饋入線與槽孔右側開路端的距離  $l_m$ ，來達成良好的天線阻抗匹配。此種類型槽孔天線的操作頻率，是由橫向的槽孔長度決定，而所需長度一般為共振頻率的四分之一波長。以 9mm 長度的槽孔天線為例，其模擬與量測的反射損失 (Return Loss) 與頻率響應，如第 1b 圖所示，其係顯示習知四分之一波長的開路槽孔天線的反射損失與頻率響應圖。

其中實線為量測結果，而方形標記虛線則為 Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS) 之全波模擬結果。如第 1b 圖中所示，天線的操作頻率為 4.8GHz，此時所選擇的槽孔長度約為共振頻率的四分之一波長。

此外，2000 年 3 月 7 日公告之第 6,034,644 號美國專利係提出以微帶線饋入之 U 形槽孔天線，並使用電容性耦合之島狀金屬導體 (island conductor) 來改變槽孔共振頻率，達成頻率可調之目的。然而此種架構所能縮小的能力有限，相對於本發明所能縮小 50% 以上的能力來說 (稍後敘明)，其於現今通訊產品中欠缺實用性。

另一習知技術，為 E. J. Kim 等人於 2007 年 11 月在 *Microwave Conference Korea-Japan* 中所揭露之「Compact meander slot antenna with open-ends」之架構，此習知技術所提出之天線架構為一具有兩開路端之蜿蜒槽孔天線，且此槽孔天線為傳統的四分之一波長之開路槽孔天線，其係利用蜿蜒 (meander) 的方式來縮小所佔面積。然而此種架構下，該槽孔之總長度仍為操作頻率的四分之一波長，故其

縮小的幅度有限，且所佔面積仍然很大。因此就實際應用上而言，此習知技術所帶來的實用性並不高。

此外，Maximilian C. Scardelletti 等人於 2008 年 1 月在在 *IEEE Radio Wireless Symp.* 中所揭露之「Electrically small folded slot antenna utilizing capacitive loaded slot lines」之架構，此習知技術提出在彎折槽孔天線 (folded slot antenna) 的兩端加入晶片電容負載的方式來實現槽孔天線縮小化的成效。然其所提出的架構，僅將未加入晶片電容負載槽孔天線的面積縮小 22%，相較於本發明所能縮小 50% 面積來說 (稍後敘明)，其所佔面積仍然過大，故此習知技術在縮小元件尺寸方面並無太大的貢獻。

有鑑於上述習知槽孔天線架構能縮小之幅度有限，致使所佔面積相對過大等缺失，故本發明在此提出一種具有複數負載電容結構之短開路槽孔天線，藉由改變該等負載電容值，達成頻率可調的功能，並可大幅縮小天線尺寸 (小於八分之一波長共振或是等於八分之一波長共振之槽孔天線)。

### 【發明內容】

本發明之主要目的係提供一種短開路槽孔天線，藉由負載電容的加入，可使得原本操作於四分之一波長共振之槽孔天線，降低為低於八分之一波長共振的槽孔天線，以完成天線縮小化的具體功效，進而增加實際應用的範圍。

本發明之再一目的係提供一種短開路槽孔天線，藉由變容器的加入，完成小於八分之一波長的短槽孔天線設



計，並能達成頻率可調之功能。

本發明之另一目的係提供一種不會因為接地面尺寸改變而影響天線特性之八分之一波長短開路槽孔天線，其具有相當穩定的特性。

為達到上述目的，本發明提供一種八分之一波長短開路槽孔天線，其包含：一饋入線；一接地平面，與該饋入線分別印製於電路之兩面；一短槽孔，藉由將該接地平面之一邊緣向內挖空一導體區域而形成；以及兩負載電容，各自連接該饋入線至該短槽孔接近一開路端之兩側。

如所述之短開路槽孔天線，其中該饋入線其中該饋入線為微帶線或同軸纜線。

如所述之短開路槽孔天線，其中該短槽孔係於一片金屬片之邊緣處製作。

如所述之短開路槽孔天線，其中藉由改變該等負載電容之電容值，可實現小於或等於八分之一波長共振的槽孔天線。

如所述之短開路槽孔天線，其中該負載電容可為晶片電容或印刷式電容。

如所述之短開路槽孔天線，其中該等負載電容可以變容器來取代。

如所述之短開路槽孔天線，其中當以變容器作為該等負載電容時，藉由改變其輸入偏壓值來改變該八分之一波長短開路槽孔天線之操作頻率。

如所述之負載電容降低槽孔天線操作頻率之技術，可適用於半波長共振之槽孔天線。

如所述之短開路槽孔天線可應用於 USB dongle、

PCMCIA 卡、WLAN 卡、WiMAX 產品、筆記型電腦之內藏式天線以及手機天線。

本發明之目的以及所達成的效果，可經由下列實施方式得到更深入的了解。

### 【實施方式】

以下關於本發明之說明僅是舉例，目的在使熟知本領域之人士充分瞭解，而非用於限制本發明。

以下結合實施例對本發明之具體實施方案進行詳細之說明。

首先，請參考第 2a 及 2b 圖，其係顯示本發明第一實施例之短開路槽孔天線結構圖及其等效電路模型，其中該短開路槽孔天線之槽孔長度與寬度分別為 9mm 與 1.5mm、接地平面大小為 65mm×42mm，且槽孔配置於該接地平面之長邊邊緣中心處。此短開路槽孔天線係以第 1a 圖中所示之習知四分之一波長的開路槽孔天線為基礎，進而在短槽孔接近開路端的兩側，各連接一負載電容(亦即  $C_{M1}$ 、 $C_{M2}$ )到饋入線，使其能在不改變習知四分之一波長槽孔長度的條件下，降低天線操作頻率，達成縮小化之成效。

如第 2b 圖所示，此等效電路模型與天線結構的對應關係為：一段長度  $\theta_{oc}$  的傳輸線代表從饋入點到槽孔開路端的距離，而長度  $\theta_{sc}$  的傳輸線代表從饋入點到槽孔短路端的距離， $R_A$  與  $C_A$  則是為了滿足寬頻段等效天線輸入阻抗實部的部份，可對應到天線的輻射電阻。 $C_1=C_{M1}$ 、 $C_2=C_{M2}$ ， $L_s$  則為對應到微帶饋入線跨過槽孔的寄生電感效應。在此須注意的是，所加入之該等負載電容可以晶片電容或是印刷式電

容來實現。

接著參照第 3a 與 3b 圖，其係顯示全波軟體與等效電路模擬之比較結果，其中第 3a 圖為一天線輸入阻抗與頻率響應圖，實線與虛線分別表示全波軟體的模擬結果，而三角形與方形標記線則為等效電路模型的模擬結果；第 3b 圖為藉由反射損失與頻率響應顯示全波軟體與等效電路之模擬結果，實線為量測結果，虛線則為全波軟體模擬結果。由第 3a 圖模擬結果可知，該天線在 2.45GHz 時確實有一共振產生。相較於第 1b 圖可清楚發現到，藉由加入兩個負載電容所呈現之第 3b 圖確實可在不改變槽孔長度下，將原本共振於 4.8 GHz 之操作頻率的天線，降低為 2.45GHz，進而達成縮小化之成效，且槽孔長度小於共振頻率（2.45GHz）的八分之一波長，其中此等效電路之元件值為： $\theta_{oc}=0^\circ$ 、 $\theta_{sc}=39^\circ$ 、 $R_A=650\Omega$ 、 $C_A=0.12\text{pF}$ 、 $L_s=0.5\text{nH}$ 、 $C_1=2.35\text{pF}$  以及  $C_2=0.63\text{pF}$ 。此外，在此採用 Murata 公司所生產的表面粘著元件 (Surface-Mount Device, SMD) 晶片電容的集總電容方式來實現，其中  $C_{M1}=2.2\text{pF}$  且  $C_{M2}=0.6\text{pF}$ ，並利用一 50 歐姆同軸電纜線 (Coaxial Cable) 饋入以便量測。量測所得的 10dB 阻抗頻寬有 109MHz 滿足無線區域網路 (WLAN) 或是藍芽 (Blue Tooth) 通訊應用所需的頻寬 (83MHz, 2.4~2.4853GHz)。

第 4 圖為本發明第一實施例所測得之天線輻射場型，其中實線為 E-phi，虛線為 E-theta。由第 4 圖之量測結果可知，在 x-z 平面上，天線為一全向性的輻射場型，最大天線增益為 1.89dBi，故其顯示良好的輻射特性。

第 5a 圖為本發明第二實施例之短開路槽孔天線分別應用於一般 USB Dongle (A 類)、PCMCIA 卡 (B 類) 以及筆記型電腦 (C 類) 三種不同尺寸的接地面之示意圖，其中，槽孔長

度與晶片電容值皆相同；第 5b 圖則為第 5a 圖中之三種應用的量測結果，其中，點線為 A 類，實線為 B 類且虛線為 C 類。由量測結果可知，本發明所提出的短開路槽孔天線不會因為接地面尺寸改變而影響天線特性，故本發明具有相當穩定的特性。

第 6a 圖為本發明第三實施例之短開路槽孔天線，其中，將晶片電容以變容器來代替，故透過不同偏壓將可改變該變容器之電容值，進而達成頻率可調的功效；第 6b 圖係顯示不同的電容值的反射損失，從圖中可知，當電容值增加時，則操作頻率降低，因此只要適度地改變電容值，便可在相同槽孔長度情形下，讓天線能操作於 1.64GHz~3.5GHz 之間，達成頻率可調的功用。此外，當天線操作於 1.64GHz 時，其槽孔長度僅為空氣中波長的 5%。

最後參照第 7 圖，其係顯示本發明第三實施例中使用不同電容值所測得之天線輻射場型，其中實線為天線操作於 3.5GHz，中心線為 2.45GHz，虛線為 1.9GHz 以及點線為 1.64GHz 的輻射場型。由第 7 圖之量測結果可知，在 x-z 平面上，電容值不同而共振在不同頻率下，其輻射場型之形狀相似，顯示此天線具有穩定的輻射特性。

綜上所述，本發明提供了一種八分之一短槽孔天線，其尺寸小於傳統四分之一波長開路槽孔天線的 50% 以上，除能大幅縮小天線尺寸之外，並具有簡單架構的特色，容易與電路整合，進而提高其應用範圍，如：USB dongle、PCMCIA 卡、WLAN 卡、WiMAX 產品、筆記型電腦之內藏式天線以及手機天線等，具有實用性及創造性，因此本發明能有效改善習知技藝之缺失，進而達成發展本發明之目

的。

本發明得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。

### 【圖式簡單說明】

第 1a 圖係顯示習知四分之一波長的開路槽孔天線架構圖；

第 1b 圖係顯示習知四分之一波長的開路槽孔天線的反射損失與頻率響應圖；

第 2a 圖係根據本發明第一較佳實施例顯示短開路槽孔天線之結構圖；

第 2b 圖係顯示本發明第一較佳實施例之短開路槽孔天線之等效電路模型；

第 3a 圖係根據本發明第一較佳實施例藉由天線輸入阻抗與頻率響應顯示全波軟體與等效電路之模擬結果；

第 3b 圖係根據本發明第一較佳實施例藉由反射損失與頻率響應顯示全波軟體與等效電路之模擬結果；

第 4 圖係根據本發明第一較佳實施例顯示所量測之天線輻射場型；

第 5a 圖係根據本發明第二較佳實施例顯示三種短開路槽孔天線之示意圖；

第 5b 圖係根據本發明第二較佳實施例藉由反射損失與頻率響應顯示量測第 5a 圖中之短開路槽孔天線之比較結果；

第 6a 圖係根據本發明第三較佳實施例顯示短開路槽孔

天線之示意圖；

第 6b 圖係根據本發明第三較佳實施例藉由反射損失與頻率響應顯示量測第 6a 圖中之短開路槽孔天線之比較結果；以及

第 7 圖係根據本發明第三較佳實施例顯示使用不同電容值量測所得到之天線輻射場型。

## 【主要元件符號說明】

無。

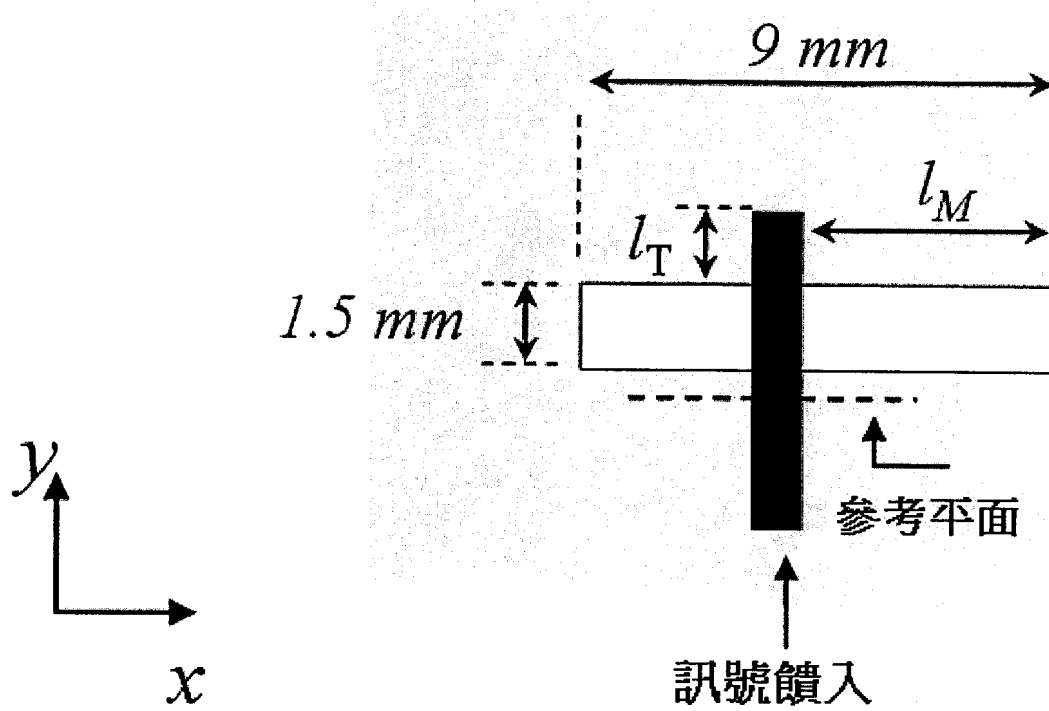
七、申請專利範圍：

1. 一種八分之一波長短開路槽孔天線，其包含：
  - 一饋入線；
  - 一接地平面，與該饋入線分別印製於電路之兩面；
  - 一短槽孔，藉由將該接地平面之一邊緣向內挖空一導體區域而形成；以及
  - 兩負載電容，各自連接該饋入線至該短槽孔接近一開路端之兩側。
2. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中該饋入線為微帶線或同軸纜線。
3. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中該短槽孔係於一片金屬片之邊緣處製作。
4. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中藉由改變該等負載電容之電容值，可實現小於或等於八分之一波長共振的槽孔天線。
5. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中該等負載電容可為晶片電容或印刷式電容。
6. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中該等負載電容可以變容器來取代。
7. 如申請專利範圍第 6 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中當以變容器作為該等負載電容時，藉由改變其輸入偏壓值來改變該八分之一波長短開路槽孔天線之操作頻率。
8. 如申請專利範圍第 1 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中該等負載電容可用來降低該短開路槽孔天線之操作頻率。

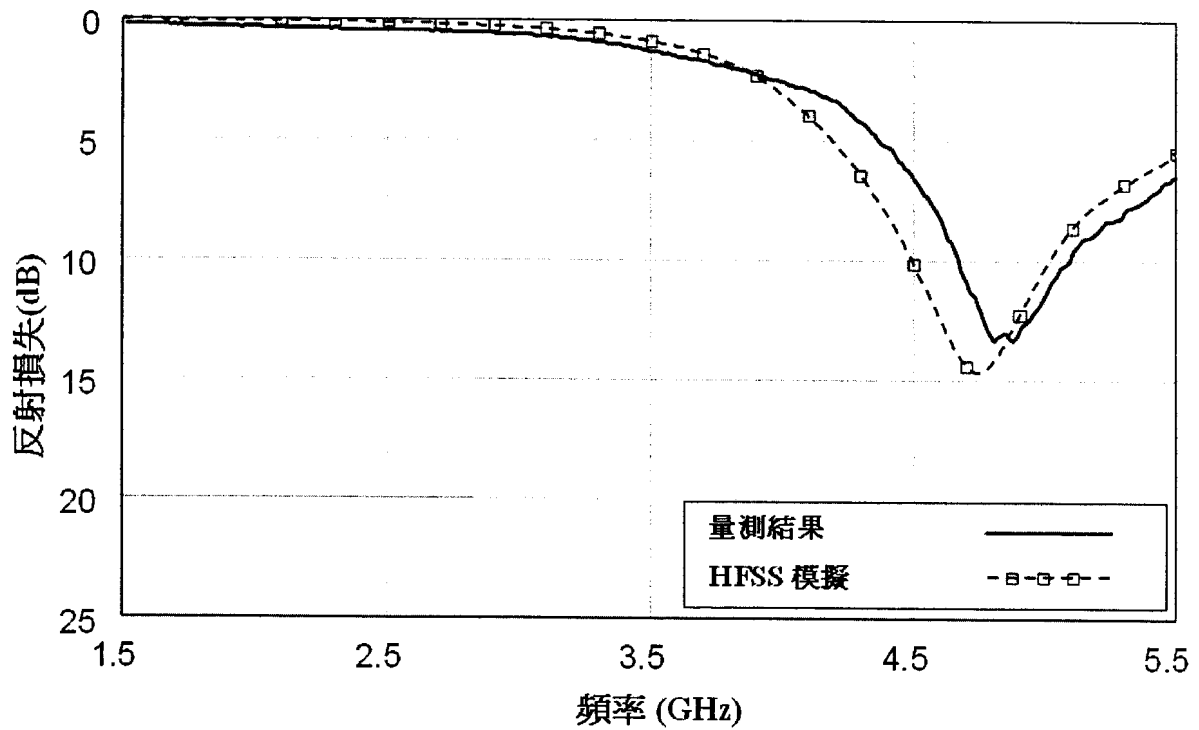
- 9.如申請專利範圍第 8 項之八分之一波長短開路槽孔天線，其中藉由該等負載電容以降低該短開路槽孔天線之操作頻率的技術，可適用於半波長共振之槽孔天線。



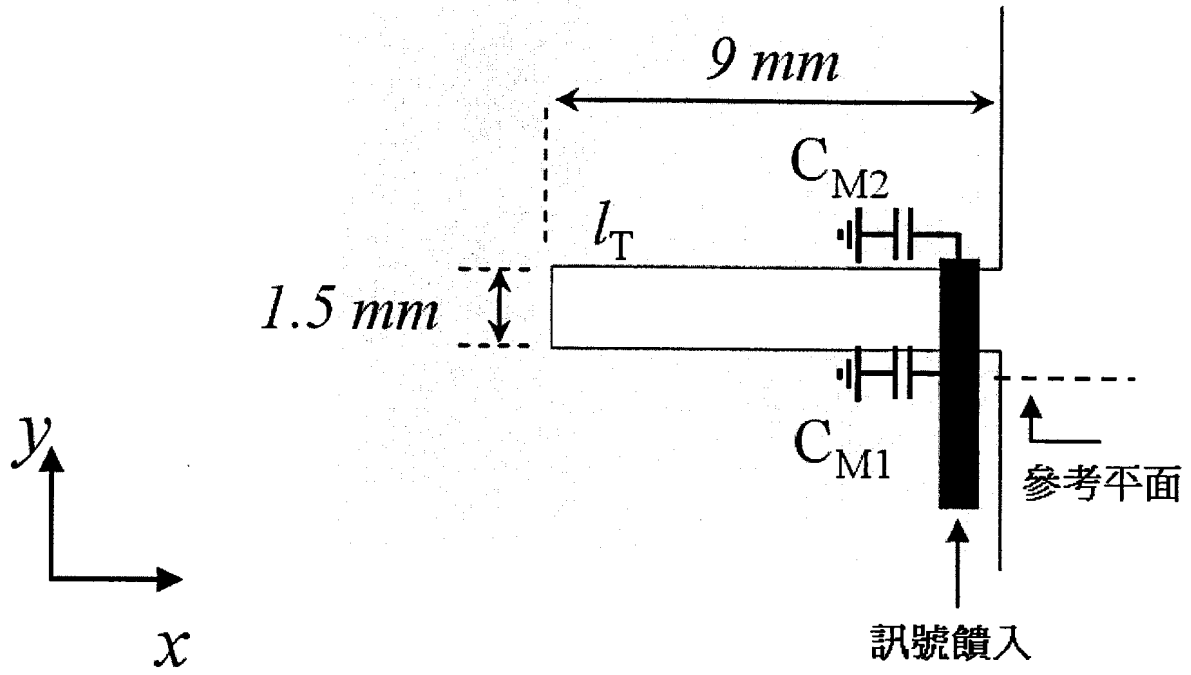
八、圖式：



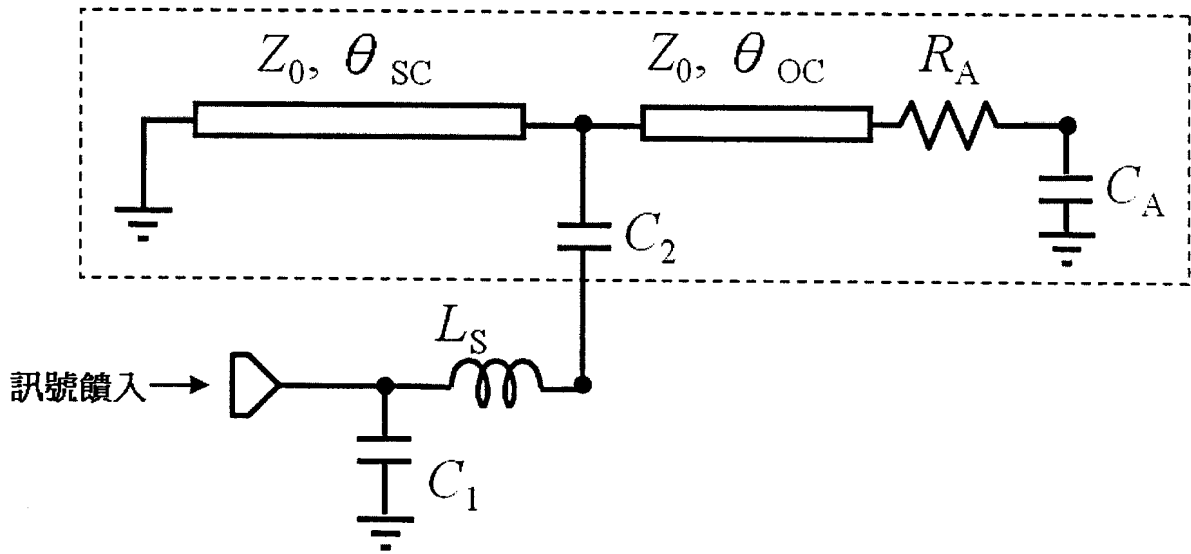
第 1a 圖



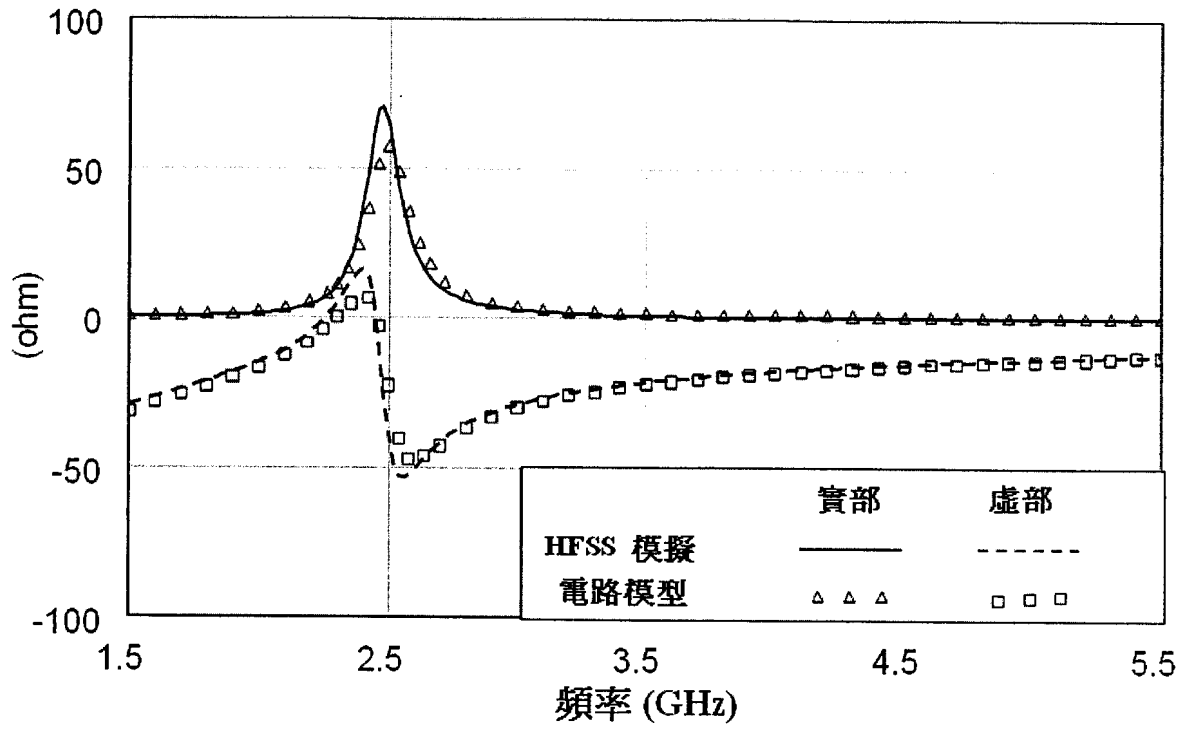
第 1b 圖



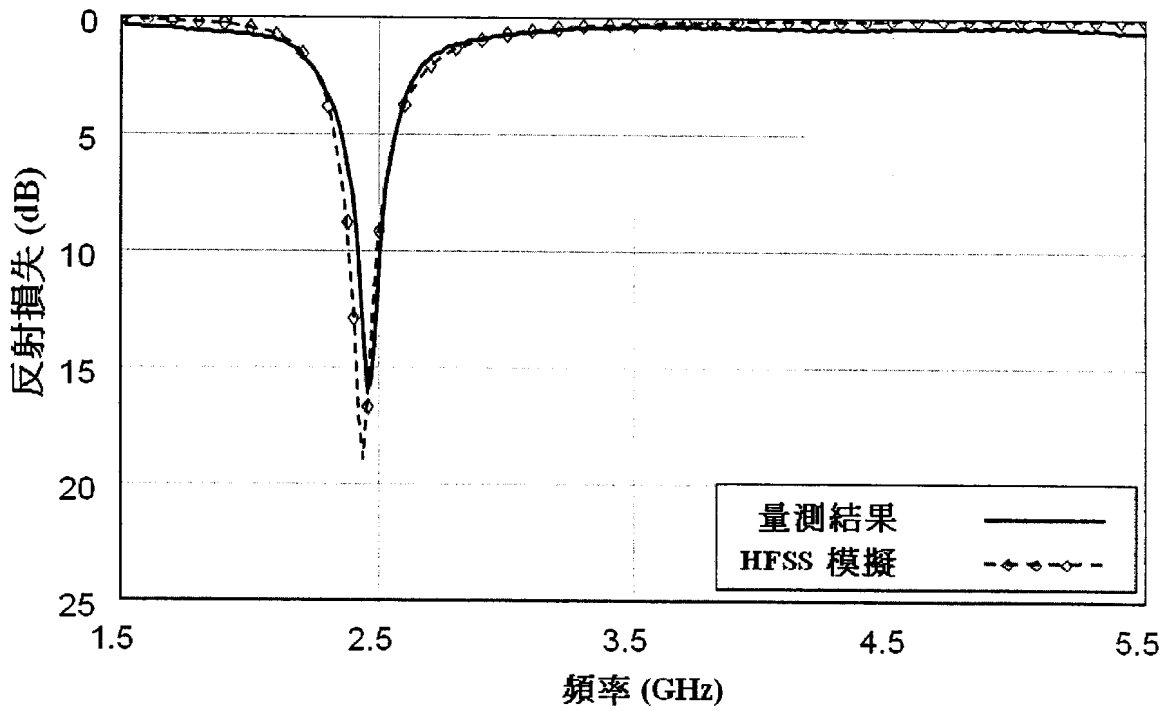
第 2a 圖



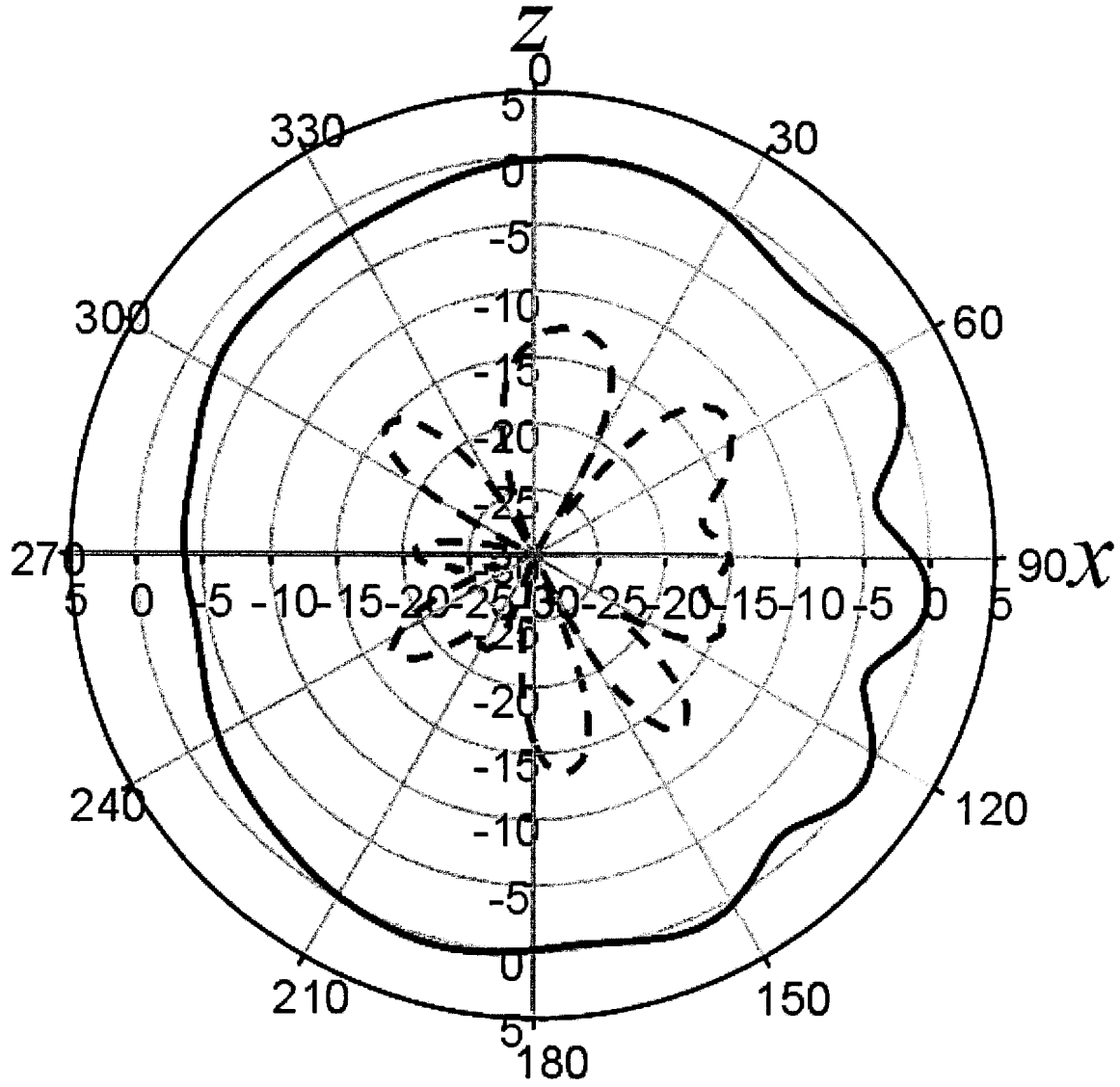
第 2b 圖



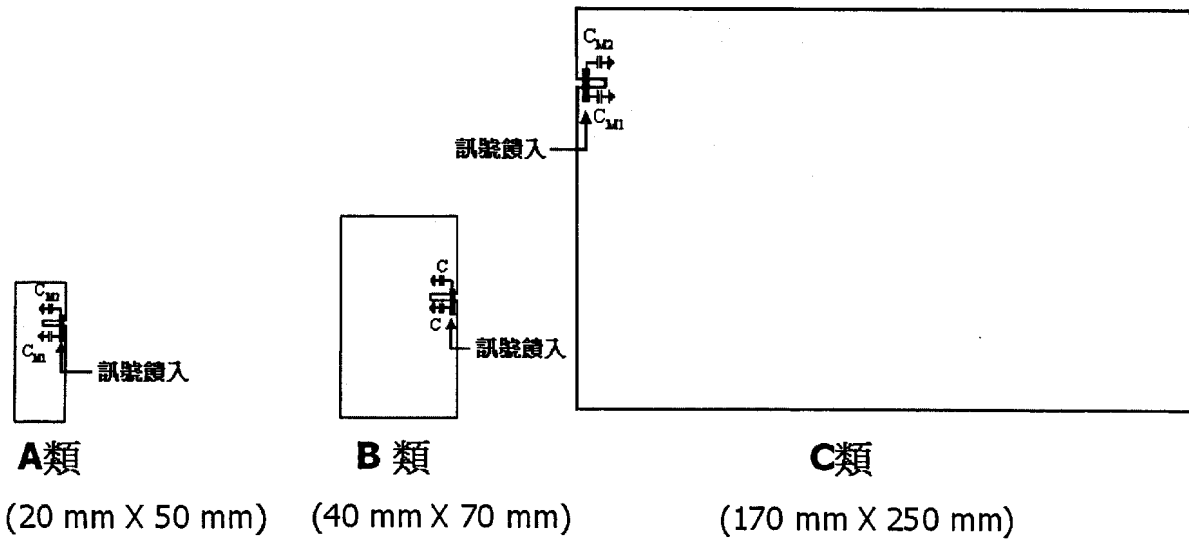
第 3a 圖



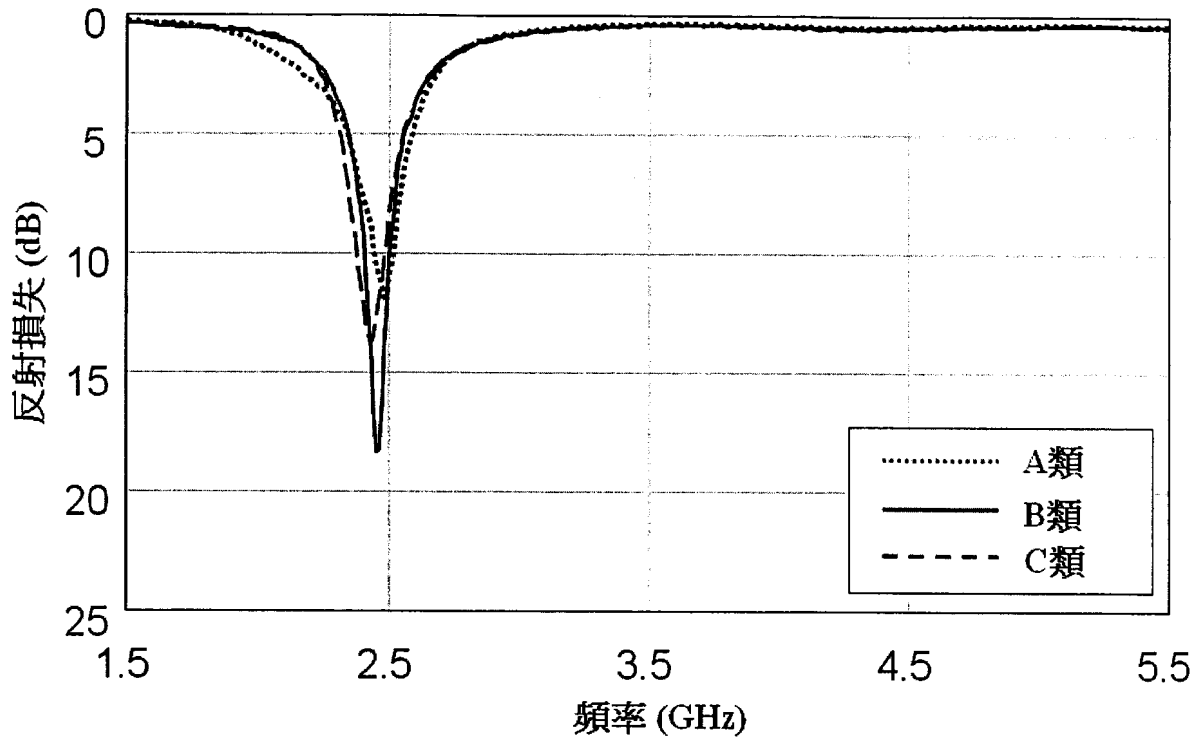
第 3b 圖



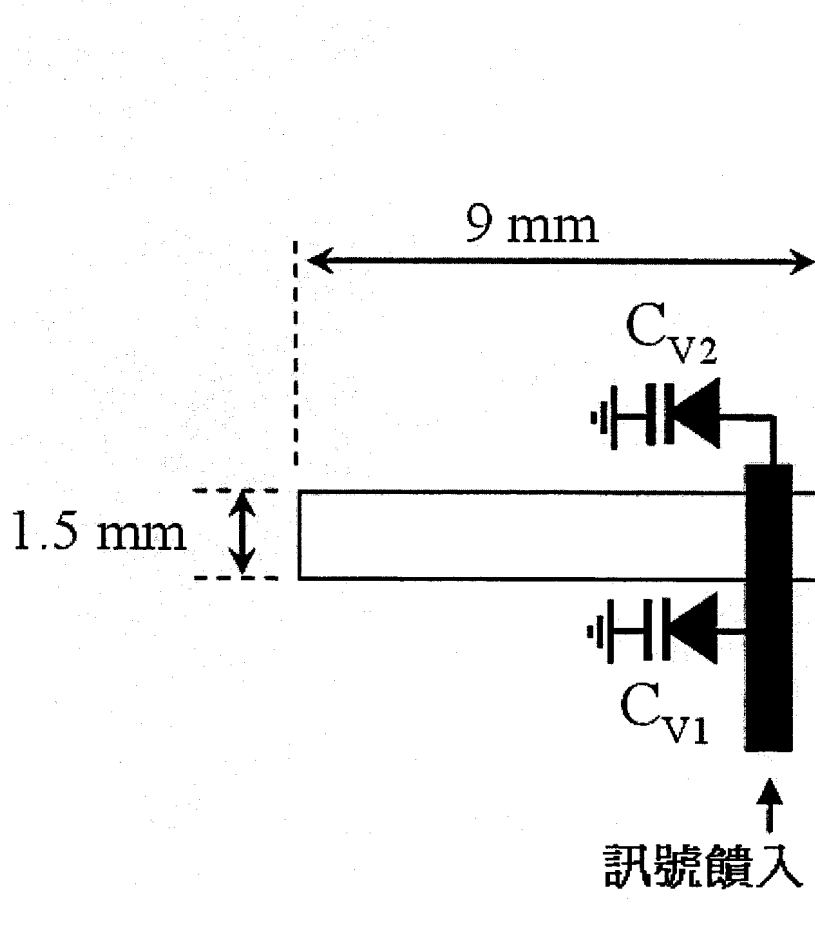
第 4 圖



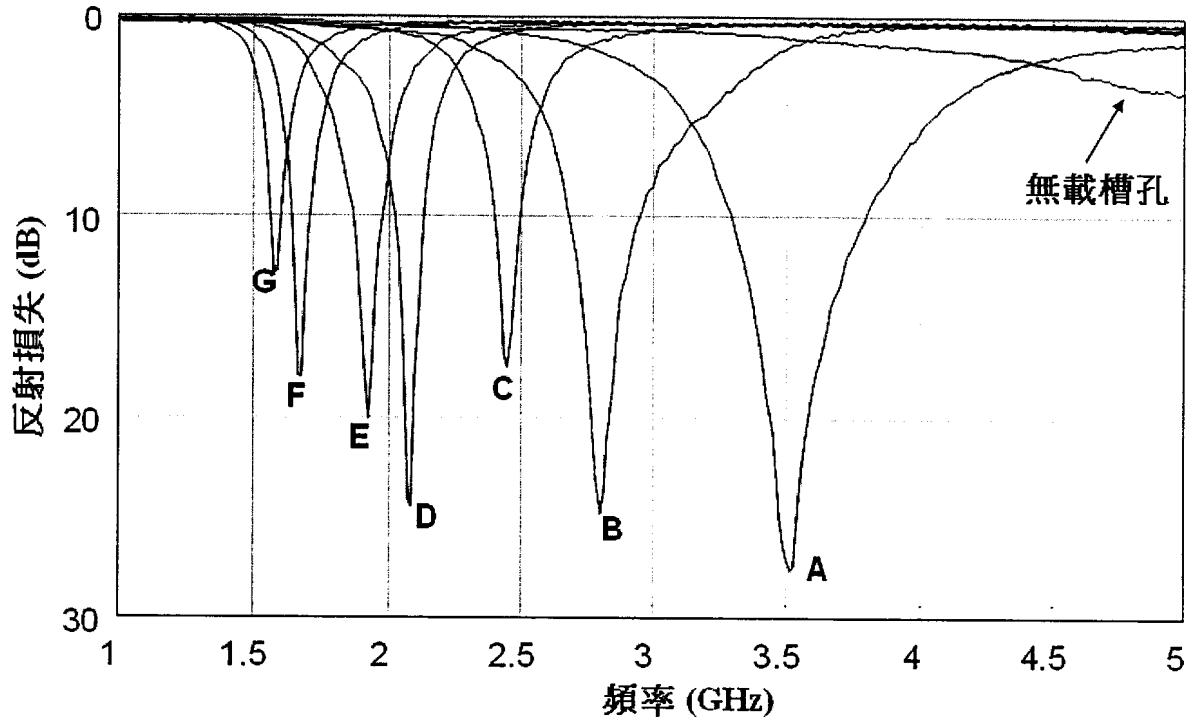
第 5a 圖



第 5b 圖

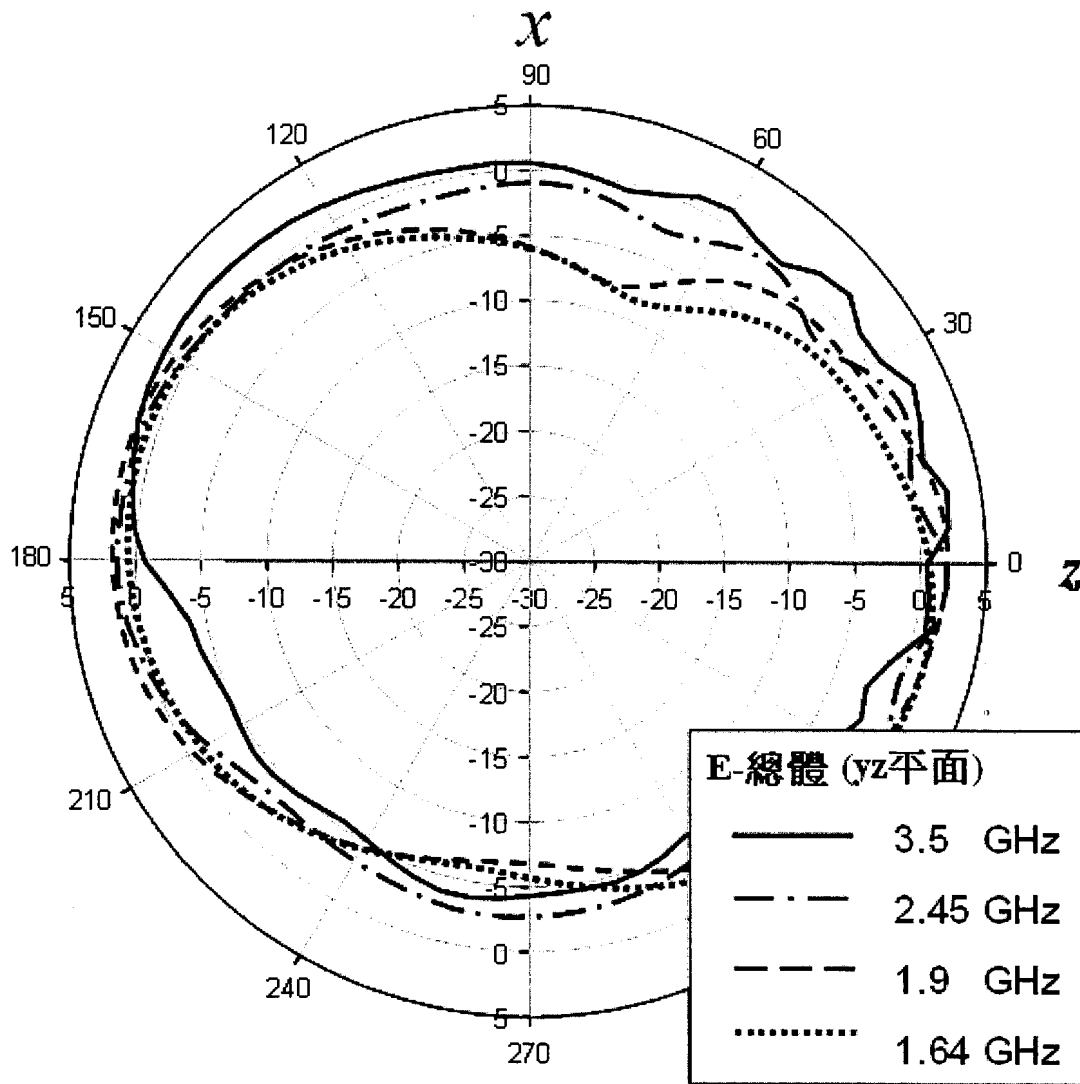


第 6a 圖



	A	B	C	D	E	F	G
$C_{M2}$ (pF)	0.2	0.4	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8
$C_{M1}$ (pF)	0.4	1.0	2.2	2.5	2.7	3.9	4.7

第 6b 圖



第 7 圖