

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號端分請勿填寫)

※申請案號：97119657

※申請日期：97.5.28

※IPC分類：G01R 31/00 (2006.01)

G06K 19/00 (2006.01)

G06K 5/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

超高頻射頻識別標籤平面式測試系統及方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立勤益科技大學

NATIONAL CHIN-YI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

代表人(Representative)：陳坤盛/Chen, Kuen Suan (中文/英文)(簽章)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台中縣太平市中山路一段215巷35號/No. 35, Lane 215, Sec. 1, Chung-Shan Rd., Tai-Pin City, Taichung County, Taiwan

國籍：(中文/英文) 中華民國(TW)

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

(1)曾振東

(2)鄭偉國

(3)游上賢

國籍：(中文/英文) 中華民國(TW)

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格公式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格公式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格公式請依：寄存系統、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格公式請依：寄存國家、系統、日期、號碼 順序

註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種超高頻射頻識別標籤平面式測試系統及方法，尤指一種包括一平面式耦合線測試器及一量測手段，俾能於一中心頻率附近產生諧振，以將該諧振之特性進行分析及運算，藉以模擬該射頻識別標籤的電路特性以及判斷是否為良品者。

【先前技術】

近年來隨著各種無線通訊技術的蓬勃發展，其中無線射頻識別(RFID)系統已為近年來工、商業發展的重要趨勢。隨電子產品紛紛趨向無線化後，目前無線通訊系統廣泛地使用超高頻段(UHF) 915MHz 及 2.45GHz。目前一般運用於超高頻段(UHF)的系統有：數位電視系統、全球定位系統、GSM 手機系統、無線藍牙系統、無線射頻標籤(RFID)系統等。

按，無線射頻識別(RFID)系統技術最早使用在第二次世界大戰時之戰機的敵我辨識，近年來無線射頻識別(RFID)系統的應用非常廣泛，目前典型應用有門禁管制、動物晶片、汽車防盜器、生產線自動化與倉儲盤點等方面。無線射頻識別(RFID)系統主要由標籤(Tag)、讀取器(Reader)和天線(Antenna)所組成的非接觸式自動識別技術。無線射頻識別(RFID)系統係利用電磁波傳遞來存放與辨識資料，具有耐環境變化、可重複讀寫、非接觸式、可同時讀取範圍內多個無線射頻識別(RFID)

系統標籤等特性。

隨著無線射頻識別(RFID)系統應用普及以及政府的推動，從商業到日常生活中皆可發現 RFID 應用的技術存在，相對標籤(Tag)的需求量也越來越大。標籤的種類非常多，在設計跟製造上的過程都會有所不同，有效的標籤性能分檢，可提升標籤的良率與品質，且降低成本及售價。

然而，市面上標籤測試方式多以量測標籤上之晶片(Chip)和天線之間的線路是否導通來做為判斷標籤良好與否的依據，該習用標籤之測試方式雖然具有檢測快速的優點，惟，其僅能判斷晶片(Chip)和天線之間線路的通斷而已，而且必須依靠人力進行測試，因而無法進一步量測出受檢標籤之實際性能（如電感值、電容值、電阻值以及頻率響應特性等）。

另外，一種先前技藝係同領域業者以讀取器來讀取標籤的資料，再以電腦模擬及估算受檢標籤之實際性能，由於該習用標籤於測試時，必須以一對一的方式與讀取器進行感應，因此，該先前技藝較不適合於大量產製的生產線上進行檢測。

另有一種係由本發明人之一所研發的先前技藝，如中華民國發明專利公報第 I265456 號『射頻平面式耦合線測試器』，其包含一用以產生一測試電波信號的測試電波信號產生器、一中空導管，該測試電波信號係由一第一端送入該中空導管、一槽孔設置於該中空導管之壁上，其係供該待測射頻標籤通過而由外側置入該中空導管中，而經過該待測射頻標籤作用後之該測

試電波信號由該中空導管之一第二端送出、一偵測器，用以偵測該中空導管之第二端送出之經過該待測射頻標籤作用後之該測試電波信號，及一信號處理器，信號連接於該測試電波信號產生器與該偵測器之間，其係根據該測試電波信號與經過該待測射頻標籤作用後之該測試電波信號之差異，進而運算出該待測射頻標籤的一射頻電氣特性。

上述本發明人先前技藝具有一用以阻隔外界干擾的中空導管，惟，射頻標籤於測試時需由槽孔插入中空導管內方能進行測試，如此將會增加測試作業的工時，並造成測試作業的不便與困擾，加上其組成構件較為複多而且複雜，因而增加成本的支出。

有鑑於此，本發明主要係針對市面上標籤測試所產生缺失進行改善，由於先前技藝所需測試時間較長且準確度較差，無法滿足大量產製上的需求，或測試裝置之成本較高，而有再改良的必要，本發明人等經不斷地努力研發下，終於研發出改善先前技藝之缺失的本發明。

【發明內容】

本發明之主要目的，在於提供一種可以模擬射頻識別標籤之電路特性的超高頻射頻識別標籤平面式測試系統及方法，不僅模擬準確度與量測結果具有相當高的一致性，而且可以應用於大量產製的生產線上，因此，可以有效地將射頻識別標籤予以性能分檢，以提升射頻識別標籤的良率與品質，並可大幅降

低成本以及售價。

為達成上述功效，本發明所採用之技術手段包括一平面式耦合線測試器及一量測手段，該平面式耦合線測試器其包含一呈平面延伸的基板、二平行間隔對稱並置於該基體上的面狀耦合線、一設置於該基板上的輸入埠及一設置於該基板上的輸出埠，該量測手段包含一可供與該輸入埠插接連通的輸出埠，及一可供與該輸出埠插接連通的輸入埠，並可藉由該輸出埠將該量測手段所產生的一RF信號源輸出至該輸入埠，用以於一中心頻率附近產生諧振，並將該諧振之特性進行分析及運算，藉以模擬該射頻識別標籤的電路特性以及判斷是否為良品者。

【實施方公式】

I. 本發明之基本技術特徵

本發明在研發一種可運用在超高頻段(UHF)無線射頻識別(RFID)標籤(Tag)之平面測試系統及方法的技術。本發明之平面式耦合線測試器(10)係由單一耦合線(12a)(12b)所構成，並於平面式耦合線測試器(10)內加入二分一波長之射頻識別標籤所形成之共振腔(30)進行模擬，使中心頻率附近產生諧振特性，其等效電路以兩段耦合線並聯與串接一開路端傳輸線。電路分析以耦合線阻抗矩陣與奇偶模分析進行，求取電路之散射參數以做為電路特性了解與運用之依據。以下詳細說明耦合線測試器結構之分析與設計，其中心頻率均設計在915MHz，以做為UHF頻段射頻標籤測試系統之用。經實際電路量測與模擬結果顯

示，模擬值與量測值相當吻合。

i. 本發明之系統

請參看圖 1 所示，本發明之測試系統係模擬射頻識別標籤之電路特性並進行分析與判斷，其包括：

一平面式耦合線測試器(10)，其包括：

一呈平面延伸的基板(11)；

二平行間隔並置於該基板(11)上的耦合線(12a)(12b) (其中，該二耦合線(12a)(12b)可以印刷或蝕刻成型於該基板(11)上)，每一該耦合線(12a)(12b)之一端為開路端，另端各延伸一彎折的連接部(120a)(120b)，該二耦合線(12a)(12b)之間供一射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)介置；

一設置於該基板(11)上的輸入埠(14)，其與其一該耦合線(12a)之連接部(120a)電性連接；及

一設置於該基板(11)上的輸出埠(15)，其與另一該耦合線(12b)之連接部(120b)電性連接；及

一量測手段(20)，其包含一可供與該平面式耦合線測試器(10)之該輸入埠(14)插接連通的輸出端(21)，及一可供與該平面式耦合線測試器(10)之該輸出埠(15)插接連通的輸入端(22)，並可藉由該輸出端(21)將該量測手段(20)所提供之一RF信號源輸出至該輸入埠(14)，用以於一中心頻率附近產生諧振，並將該諧振之特性進行分析及運算，以模擬該射頻識別標籤的電路特性，藉以判斷該射頻識別標籤是否為良品。

本發明於測試系統之具體實施例中，該中心頻率係設定在915MHz範圍內。

請參看圖1所示，本發明測試系統之具體實施例，該量測手段(20)可為一向量網路分析儀(20a)，該向量網路分析儀(20a)具有輸出RF信號源，及接收由該射頻識別標籤之反射訊號的功能。另外，亦可藉由一電腦(圖中未示)來進行電路特性的分析與運算，以求得該射頻識別標籤反射係數與穿透係數。

ii. 本發明之方法

請參看圖1所示，本發明主要係模擬射頻識別標籤之電路特性並進行分析與判斷，為達上述功效，本發明所採用之測試方法包括：

提供一平面式耦合線測試器(10)及一量測手段(20)，其中，該平面式耦合線測試器(10)包含一呈平面延伸的基板(11)、二平行間隔並置於該基板(11)上的耦合線(12a)(12b)、一設置於該基板(11)上的輸入埠(14)及一設置於該基板(11)上的輸出埠(15)；

將各該耦合線(12a)(12b)之一端開路端；

將該平面式耦合線測試器(10)之該輸入埠(14)與其一該耦合線(12a)之連接部(120a)電性連接導通；

將該平面式耦合線測試器(10)之該輸出埠(15)與另一該耦合線(12b)之連接部(120b)電性連接導通；及

將量測手段(20)之一輸入端(22)插接連通於該輸出埠(15)

上；

將量測手段(20)之一輸出端(21)插接連通於該輸入埠(14)上；

將一射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)介置於該二耦合線(12a)(12b)之間；及

以該量測手段(20)提供一RF信號源輸出至該輸入埠(14)，並於一中心頻率附近產生諧振，以將該諧振之特性進行分析及運算，以模擬該射頻識別標籤的電路特性，藉以判斷該射頻識別標籤是否為良品。

本發明之測試方法，該量測手段(20)係以該耦合線(12a)(12b)之阻抗矩陣與奇偶模分析來求取該平面式耦合線測試器(10)之散射參數，並藉由散射參數來算出該射頻識別標籤的電路特性，且該量測手段(20)係以 Matlab 與 Microwave Office 模擬軟體驗證公式，再將加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)的平面式耦合線測試器(10)所產生之該散射參數以 Matlab 程式運算，以求得響應之頻寬，以及外部品質因素。

貳．本發明之電路理論分析

2.1 平面式耦合線測試器結構分析

請參看圖 2 及圖 2a 圖所示，其中，圖 2a 係為平面式耦合線測試器(10)之等效電路，耦合線(12a)(12b)埠 1、埠 2 分別為輸入埠(14)與輸出埠(15)，耦合線(12a)(12b)之埠 3、埠 4 為開路端，其中 Z_{oe} 、 Z_{oo} 代表耦合線段偶模及奇模特性阻抗， θ

θ_{oe} 、 θ_{oo} 則代表偶模及奇模之等效電氣長度。由於耦合線 (12a)(12b) 為四埠網路，各埠的電壓和電流可以定義以下之阻抗矩陣。

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M & N & P & O \\ N & M & O & P \\ P & O & M & N \\ O & P & N & M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} \quad (1)$$

由公式(1)所示， V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 及 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 分別代表耦合線各埠電壓與電流，阻抗矩陣中的係數由於耦合線 (12a)(12b) 為平行且對稱，因此僅有四個獨立之變數，分別以 M 、 N 、 O 、 P 表示，而這四項係數與耦合傳輸線(12a)(12b)之特性阻抗與電氣長度有如下之關係：

$$M = -\frac{j}{2}(Z_{oe} \cot \theta_e + Z_{oo} \cot \theta_o) \quad (2)$$

$$N = -\frac{j}{2}(Z_{oe} \cot \theta_e - Z_{oo} \cot \theta_o) \quad (3)$$

$$P = -\frac{j}{2}(Z_{oe} \csc \theta_e - Z_{oo} \csc \theta_o) \quad (4)$$

$$O = -\frac{j}{2}(Z_{oe} \csc \theta_e + Z_{oo} \csc \theta_o) \quad (5)$$

再由圖 2 a 得知，耦合線埠 3 與埠 4 開路端，因此其邊界條件如下：

$$I_3 = 0, I_4 = 0 \quad (6)$$

將邊界條件(6)代入阻抗矩陣(1)公式中，經過運算可以得到輸入至輸出之雙埠阻抗參數(Z parameter)如下：

$$\begin{bmatrix} V_{in} \\ V_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M & N \\ N & M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{in} \\ I_{out} \end{bmatrix} \quad (7)$$

以阻抗參數(7)轉換成散射參數(*S parameter*) (參考文獻 [3])，以用於瞭解本電路的反射及穿透特性。由於電路具有對稱特性， $Z_{11} = Z_{22}$ 、 $Z_{12} = Z_{21}$ 可得到精簡的散射參數表示公式(8)、(9)。

$$S_{11} = \frac{M^2 - N^2 - Z_o^2}{(M + Z_o)^2 - N^2} \quad (8)$$

$$S_{21} = \frac{2NZ_o}{(M + Z_o)^2 - N^2} \quad (9)$$

此外，在忽略奇、偶模相速度差異的條件下，將電氣長度以四分之一波長($\theta = \theta_e = \theta_o = 90^\circ$)代入(2-5)，化簡四個變數如下：

$$M = N = 0 \quad (11)$$

$$P = -\frac{j}{2}(Z_{oe} - Z_{oo}) \quad (12)$$

$$O = -\frac{j}{2}(Z_{oe} + Z_{oo}) \quad (13)$$

將式(11-13)代入式(8)、(9)運算後可以得到雙埠散射參數 $|S_{11}|$ 、 $|S_{21}|$ 之表示公式如下：

$$S_{11} = \frac{Z_{oe}Z_{oo}\cot^2\theta + Z_o^2}{Z_{oe}Z_{oo}\cot^2\theta + j(Z_{oe} + Z_{oo})\cot\theta Z_o - Z_o^2} \quad (14)$$

$$S_{21} = \frac{j(Z_{oe} - Z_{oo})\cot\theta Z_o}{Z_{oe}Z_{oo}\cot^2\theta + j(Z_{oe} + Z_{oo})\cot\theta Z_o - Z_o^2} \quad (15)$$

2.2 加入射頻識別標籤上所形成之共振腔之平面式耦合線測試器分析

請參看圖 3 及圖 3 a 所示，其中，圖 3 a 係為加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)之平面式耦合線測試器(10)之等效

電路，其係由兩對耦合線(12a)(12b)以左右方公式排列並聯，同時中間接上一端開路端的傳輸線(Z_l, θ_l)，其中第一對耦合線埠 1 與第二對耦合線埠 2 開路端，第一對耦合線埠 2 與第二對耦合線埠 1 連接，且連接點連接開路端傳輸線，第一對耦合線埠 3 與第二對耦合線埠 4 連接，輸入埠(14)與輸出埠(15)分別為第一對耦合線埠 4 及第二對耦合線埠 3，輸入與輸出特性阻抗皆設為 Z_o 。

請參看圖 3 b 圖所示，該等效電路採用奇偶模對稱分析，其係由耦合線(12a)(12b)與一條開路端傳輸線($2Z_l, \theta_l$)連接，其中耦合線的埠 1 與埠 3 開路端，耦合線埠 2 連接開路端傳輸線($2Z_l, \theta_l$)，耦合線埠 4 為輸入埠。設定 Z_{inl}^e 為耦合線埠 2 看進去開路端傳輸線之輸入電阻，其中 Z_{oe}^e 、 Z_{oo}^e 代表耦合線段偶模及奇模之特性阻抗， θ_{oe}^e 、 θ_{oo}^e 則代表偶模及奇模之等效電氣長度。由於耦合線為四埠網路，各埠的電壓和電流可以定義以下之阻抗矩陣（參考文獻[1-2]）。

$$\begin{bmatrix} V_1^e \\ V_2^e \\ V_3^e \\ V_4^e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_e & N_e & P_e & O_e \\ N_e & M_e & O_e & P_e \\ P_e & O_e & M_e & N_e \\ O_e & P_e & N_e & M_e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1^e \\ I_2^e \\ I_3^e \\ I_4^e \end{bmatrix} \quad (16)$$

由公式(16)所示， V_1^e 、 V_2^e 、 V_3^e 、 V_4^e 及 I_1^e 、 I_2^e 、 I_3^e 、 I_4^e 分別代表耦合線各埠電壓與電流，阻抗矩陣中的係數由於耦合線(12a)(12b)為平行且對稱，因此僅有四個獨立之變數，分別以 M_e 、 N_e 、 O_e 、 P_e 表示，而這四項係數與耦合傳輸線之特性阻抗

與電氣長度有如下之關係：

$$M_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e \cot \theta_e^e + Z_{oo}^e \cot \theta_o^e) \quad (17)$$

$$N_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e \cot \theta_e^e - Z_{oo}^e \cot \theta_o^e) \quad (18)$$

$$P_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e \csc \theta_e^e - Z_{oo}^e \csc \theta_o^e) \quad (19)$$

$$O_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e \csc \theta_e^e + Z_{oo}^e \csc \theta_o^e) \quad (20)$$

再由圖 3 b 圖中得知，耦合線埠 1 與埠 3 開路端，耦合線埠 2 連接開路端傳輸線，因此其邊界條件如下：

$$I_1^e = I_3^e = 0 \quad (21)$$

$$V_2^e = V_{inl}^e, I_2^e = -I_{inl}^e \quad (22)$$

再利用單一傳輸線之輸入阻抗公式可知耦合線埠 2 看進去開路端傳輸線之輸入電阻為：

$$Z_{inl}^e = Z_{TL} \frac{Z_L + jZ_{TL} \tan \theta}{Z_{TL} + jZ_L \tan \theta} = -j2Z_1 \cot \theta_1 \quad (23)$$

將邊界條件(21-22)與開路端傳輸線之輸入電阻(23)代入阻抗矩陣(16)公式中，經過運算可以得到偶模之輸入阻抗如下：

$$Z_{in}^e = \frac{V_{in}^e}{I_{in}^e} = \frac{-P^2 + M^2 + MZ_{inl}^e}{Z_{inl}^e + M} \quad (24)$$

在奇模分析方面，奇模等效電路如圖 3 c 圖所示，電路分成左右對稱的兩部分，中間的對稱面為短路，因此可將開路端傳輸線($2Z_1, \theta_1$)忽略，其中耦合線的埠 1 開路端，耦合線埠 2 與埠 3 短路，耦合線埠 4 為輸入埠。電路之 Z_{oe}^o 、 Z_{oo}^o 代表耦合線段偶模及奇模之特性阻抗， θ_{oe}^o 、 θ_{oo}^o 則代表偶模及奇模之

等效電氣長度。由於耦合線為四埠網路，各埠的電壓和電流可以定義以下之導納矩陣（參考文獻[3]）。

$$\begin{bmatrix} I_1^o \\ I_2^o \\ I_3^o \\ I_4^o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_o & N_o & P_o & O_o \\ N_o & M_o & O_o & P_o \\ P_o & O_o & M_o & N_o \\ O_o & P_o & N_o & M_o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^o \\ V_2^o \\ V_3^o \\ V_4^o \end{bmatrix} \quad (25)$$

由公式(25)所示， V_1^o 、 V_2^o 、 V_3^o 、 V_4^o 及 I_1^o 、 I_2^o 、 I_3^o 、 I_4^o 分別代表耦合線各埠電壓與電流，導納矩陣中的係數由於耦合線為平行且對稱，因此僅有四個獨立之變數，分別以 M_o 、 N_o 、 O_o 、 P_o 表示，而這四項係數與耦合傳輸線之特性阻抗與電氣長度有如下之關係：

$$M_o = -\frac{j}{2}(Y_{oe}^o \cot \theta_e^o + Y_{oo}^o \cot \theta_o^o) \quad (26)$$

$$N_o = -\frac{j}{2}(Y_{oe}^o \cot \theta_e^o - Y_{oo}^o \cot \theta_o^o) \quad (27)$$

$$P_o = \frac{j}{2}(Y_{oe}^o \csc \theta_e^o - Y_{oo}^o \csc \theta_o^o) \quad (28)$$

$$O_o = \frac{j}{2}(Y_{oe}^o \csc \theta_e^o + Y_{oo}^o \csc \theta_o^o) \quad (29)$$

由圖 3 c 圖中得知，耦合線埠 1 開路端，耦合線埠 2 與埠 3 短路，因此其邊界條件如下：

$$I_1^o = 0 \quad (30)$$

$$V_2^o = V_3^o = 0 \quad (31)$$

將邊界條件(30)、(31)代入導納矩陣公式(25)中，經過運算可以得到奇模之輸入導納如(32)公式

$$Y_{in}^o = \frac{M^2 + O^2}{M} \quad (32)$$

以式(24)、(32)分別代入反射係數(Γ)與負載阻抗(Z_L)或負載導納(Y_L)公式，如式(33)，分別得到偶模與奇模的反射係數如式(34)、(35)所示：

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} = \frac{Y_o - Y_L}{Y_o + Y_L} \quad (33)$$

$$\Gamma_{\text{even}} = \frac{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e - Z_o(Z_{in1}^e + M_e)}{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e + Z_o(Z_{in1}^e + M_e)} \quad (34)$$

$$\Gamma_{\text{odd}} = \frac{M_o Y_o - (M_o^2 - O_o^2)}{M_o Y_o + (M_o^2 - O_o^2)} \quad (35)$$

運用 Γ 反射係數與 S 參數轉換公式得到 S_{11} 、 S_{21} 的表示公式如式(36)、(37)所示：

$$S_{11} = \frac{1}{2} \left[\frac{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e - Z_o(Z_{in1}^e + M_e)}{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e + Z_o(Z_{in1}^e + M_e)} + \frac{M_o Y_o - (M_o^2 - O_o^2)}{M_o Y_o + (M_o^2 - O_o^2)} \right] \quad (36)$$

$$S_{21} = \frac{1}{2} \left[\frac{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e - Z_o(Z_{in1}^e + M_e)}{-P_e^2 + M_e^2 + M_e Z_{in1}^e + Z_o(Z_{in1}^e + M_e)} - \frac{M_o Y_o - (M_o^2 - O_o^2)}{M_o Y_o + (M_o^2 - O_o^2)} \right] \quad (37)$$

在忽略奇、偶模相速度差異的條件下，將電氣長度以四分之一波長($\theta = \theta_e = \theta_o = 90^\circ$)代入式(17)~(20)、式(26)~(29)，化簡耦合線之變數如下：

$$M_e = N_e = M_o = N_o = 0 \quad (38)$$

$$P_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e - Z_{oo}^e) \quad (39)$$

$$O_e = -\frac{j}{2}(Z_{oe}^e + Z_{oo}^e) \quad (40)$$

$$P_o = \frac{j}{2}(Y_{oe}^o - Y_{oo}^o) \quad (41)$$

$$O_o = \frac{j}{2}(Y_{oe}^o + Y_{oo}^o) \quad (42)$$

將式(38)~(42)代入公式(36)、(37)運算後可以得到雙埠散

射參數 $|S_{11}| = 0$ 、 $|S_{21}| = 1$ ，表示平面式耦合線測試器(10)加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)在中心頻率具有帶通特性。

請參看第四、五圖所示，由上述分析結果，將平面式耦合線測試器(10)與加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)的平面式耦合線測試器(10)之散射參數，以 Matlab 與 Microwave Office 模擬軟體驗證公式之正確性，兩結構模擬結果顯示，皆具有相當高的一致性。

將加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)之平面式耦合線測試器(10)所產生之散射參數以 Matlab 程式運算，求得結構之 3dB 頻寬，計算出結構之外部品質因素，其中定義中心頻率為 f_0 ， f_1 及 f_2 為相對於 f_0 低 3dB 的頻率點，由(43)公式可計算得知測試器的外部品質因素。電路之中心頻率設為 915MHz，兩 3dB 頻率點以 Matlab 程公式求得，分別為 876MHz 與 954MHz，再以公式(43)求得結構之外部品質因素 $Q=23.462$ 。

$$Q_{ext} = 2 \times \frac{f_0}{\Delta f_{3dB}} = 2 \times \frac{f_0}{|f_2 - f_1|} \quad (43)$$

參. 本發明電路實驗例

請參看圖 2、3 所示，由上述分析結果來設計平面式耦合線測試器(10)與加入射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)之平面式耦合線測試器(10)，用以驗證結構之正確性與適用性。本發明之平面式耦合線測試器(10)以四分之一波長進行設計的話，其偶模與奇模阻抗設為 100 歐姆與 50 歐姆，所加入射頻識

別標籤上所形成之共振腔(30)的結構設為二分一波長，其阻抗設為 53.86 歐姆，且輸入埠(14)與輸出埠(15)特性阻抗皆設為 50 歐姆。

該電路之中心頻率均設計在 915MHz，電路實作使用 FR-4 雙面板進行，該基板(11)厚度為 1.6mm，相對介電常數為 4.3。並以向量網路分析儀(20a)Anritsu-37269D 進行量測，再由電磁模擬軟體 IE3D 內含之 LineGauge，將平面式耦合線測試器(10)之各項阻抗及電氣長度進行微帶線結構尺寸計算，可得耦合線(12a)(12b)寬度 $w_1=w_4=1.37\text{mm}$ 、連接部(120a)(120b)寬度 $w_2=w_5=3.1\text{mm}$ 、共振腔(30)寬度 $w_3=2.74\text{mm}$ 、耦合線(12a)(12b)長度 $L_1=L_4=44.38\text{mm}$ 、連接部(120a)(120b)長度 $L_2=L_6=7.37\text{mm}$ 、共振腔(30)突出耦合線(12a)(12b)的長度 $L_3=45.61\text{mm}$ 、二耦合線(12a)(12b)之間隔距離為 $g_1=L_5=4.74\text{mm}$ 、耦合線(12a)(12b)與共振腔(30)之間隔距離 $g_2=1\text{mm}$ ，其中輸入埠(14)與輸出埠(15)之特性阻抗均為 50 歐姆，其線寬為 3.1mm。

3.1 平面式耦合線測試器結構

請參看圖 6 及圖 6 a 所示，其係為平面式耦合線測試器(10)之電路實體圖，該平面式耦合線測試器(10)結構以四分之一波長之耦合線(12a)(12b)來設計，其尺寸為 $1.948\text{cm} \times 4.748\text{cm}$ 。其中，圖 5 a 係為頻率響應圖，實線代表量測值，虛線代表模擬值。 $|S_{21}|$ 模擬與量測值從直流至 2.8GHz 皆在 -10dB 以下。模擬值與量測值具有相當高的一致性。

3.2 加入共振腔之耦合線測試器結構

請參看圖 7 及圖 7 a 所示，本發明於加入共振腔(13)之平面式耦合線測試器(10)，倘若其共振腔(30)以二分一波長傳輸線進行設計，且以另一種不同位置之共振腔(30)模擬實作其結構特性，其尺寸為 $1.948\text{cm} \times 9.309\text{cm}$ ，如圖 7 a 圖所示，實線代表量測值，虛線代表模擬值，再由模擬與量測結果得知，以 10dB 點為基準，量測值之通帶為 870 至 890MHz，模擬值之通帶為 830 至 870MHz，其量測與模擬之介入損耗分別約為 -2.5dB 與 -1.1dB，模擬值與量測值具有相當的一致性。模擬與量測之頻率皆偏低頻，有些微的誤差，誤差在中心頻率之 $\pm 5\%$ ，為可接受範圍。

再請參看圖 8 及圖 8 a 所示，其係為加入另一種不同位置射頻識別標籤上所形成之共振腔(30)之平面式耦合線測試器(10)的電路實體圖，將共振腔(30)位置上移八分一波長，其頻率響應如圖 8 a 所示，顯示在中心頻率也有諧振出現，其量測值之頻帶約在 870 至 880MHz，介入損耗約為 -5.5dB。表示共振腔位置在平面式耦合線測試器(10)內，其中心頻率附近均有明顯的諧振特性。

由以上平面式耦合線測試器(10)結構實作結果顯示，在加入不同位置之二分一波長共振腔(30)，由頻率響應圖顯示(如圖 4、5 所示)，在中心頻率有明顯的諧振響應，表示平面式耦合線測試器(10)在加入不同位置以及相同中心頻率之共振腔

(30)，可在中心頻率產生諧振，顯示共振腔之頻率響應特性。

肆、結論

本發明耦合線結構之平面測試器設計於 915MHz 頻段，並以兩種不同位置之共振腔進行標籤模擬，使中心頻率附近產生諧振特性，由頻率響應判斷此共振腔之特性。模擬與測量結果皆顯示，加入共振腔之測試器在中心頻率附近具有良好的頻率響應。本發明確實可以準確模擬射頻識別標籤之電路特性，不僅模擬準確度與量測結果具有相當高的一致性，而且可以應用於大量產製的生產線上，有效地將射頻識別標籤予以性能分檢。

因此，藉由上述本發明系統與方法的建置，本發明之平面式測試器不僅可有效提昇無線射頻標籤(Tag)在製造上的品質與良率的判斷，大幅降低成本以及售價，而且其發展潛力也必定能為無線射頻標籤(Tag)技術開發更多更廣的應用領域。

以上所述，僅為本發明之一可行實施例，並非用以限定本發明之專利範圍，凡舉依據下列申請專利範圍所述之內容、特徵以及其精神而為之其他變化的等效實施，皆應包含於本發明之專利範圍內。本發明所具體界定於申請專利範圍之結構特徵，未見於同類物品，且具實用性與進步性，已符合發明專利要件，爰依法具文提出申請，謹請 鈞局依法核予專利，以維護本申請人合法之權益。

伍. 參考文獻

[1] G. I. Zysman and A. K. Johnson, "Coupled transmission line networks in an

- inhomogeneous dielectric medium," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, Vol. MTT-17, pp. 753-759, Oct. 1969.
- [2] E. M. T. Jones and J. T. Bolljahn, "Coupled-Strip-Transmission-Line Filters and Directional Couplers," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, Vol. 4, pp. 75-81, April 1956.
- [3] D. A. Frickey, "Conversions between S, Z, Y, H, ABCD, and T parameters which are valid for complex source and load impedances," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, Vol. 42, pp. 205-211, Feb. 1994.

【圖式簡單說明】

圖 1 係本發明基本架構之示意圖。

圖 2 係本發明平面式耦合線測試器之示意圖。

圖 2 a 係第二圖之等效電路示意圖。

圖 3 係本發明加入共振腔之平面式耦合線測試器示意圖。

圖 3 a 係第三圖之等效電路示意圖。

圖 3 b 係第三圖之偶模等效電路示意圖。

圖 3 c 係第三圖之奇模等效電路示意圖。

圖 4 係本發明平面式耦合線測試器之頻率響應示意圖。

圖 5 係本發明加入共振腔平面式耦合線測試器之頻率響應示意圖。

圖 6 係本發明平面式耦合線測試器之外觀示意圖。

圖 6 a 係圖 6 之頻率響應示意圖。

圖 7 係本發明加入共振腔平面式耦合線測試器之示意圖。

圖 7 a 係圖 7 之頻率響應示意圖。

圖 8 係本發明加入另一共振腔平面式耦合線測試器之示意圖。

圖 8 a 係圖 8 之頻率響應示意圖。

【主要元件符號說明】

(10)平面式耦合線測試器 (11)基板

(12a)(12b)耦合線 (120a)(120b)連接部

(14)輸入埠 (15)輸出埠

(20)量測手段 (20a)向量網路分析儀

(21)輸出端 (22)輸入端

(30)共振腔

五、中文發明摘要

本發明係有關一種超高頻射頻識別標籤平面式測試系統及方法，其包括一平面式耦合線測試器及一量測手段，該平面式耦合線測試器包含一呈平面延伸的基板、二平行間隔並置於該基體上的耦合線、一長度延伸且介置於該二耦合線之間的共振腔、一設置於該基板上的輸入埠及一設置於該基板上的輸出埠，該量測手段包含一可供與該輸入埠插接連通的輸出埠，及一可供與該輸出埠插接連通的輸入埠，並可藉由該輸出埠將該量測手段所產生的一RF信號源輸出至該輸入埠，用以於一中心頻率附近產生諧振，並將該諧振之特性進行分析及運算，藉以模擬該射頻識別標籤的電路特性者。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

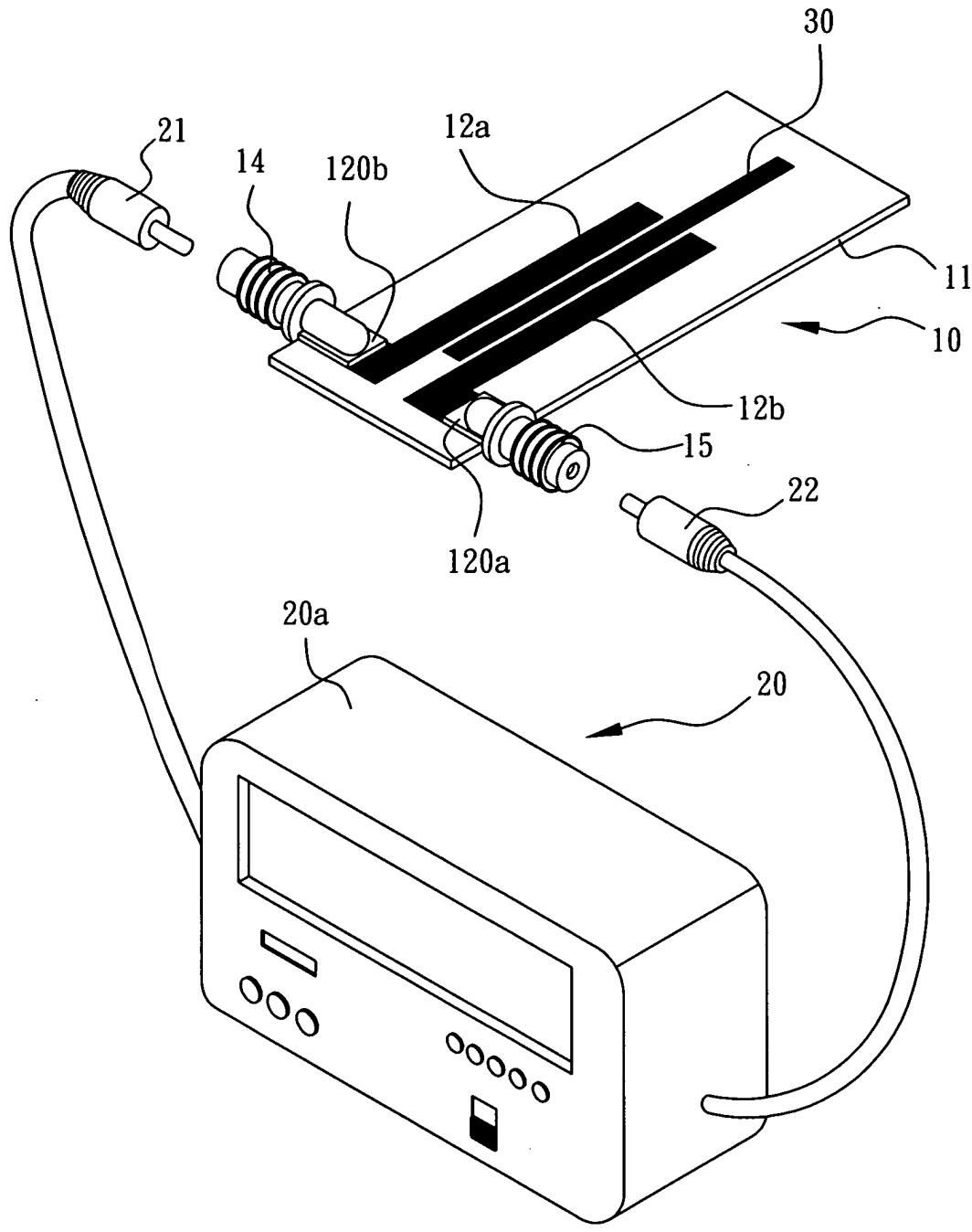


圖1

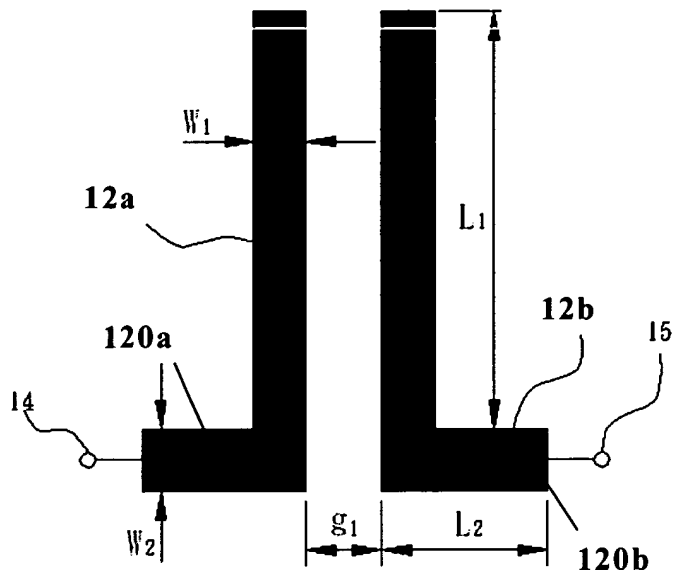


圖 2

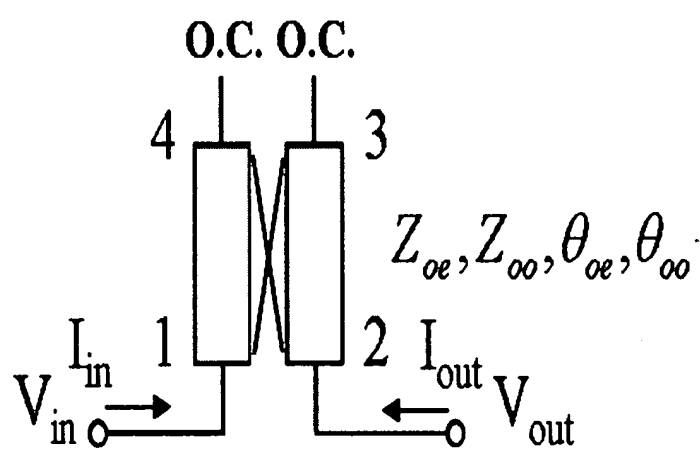


圖 2 a

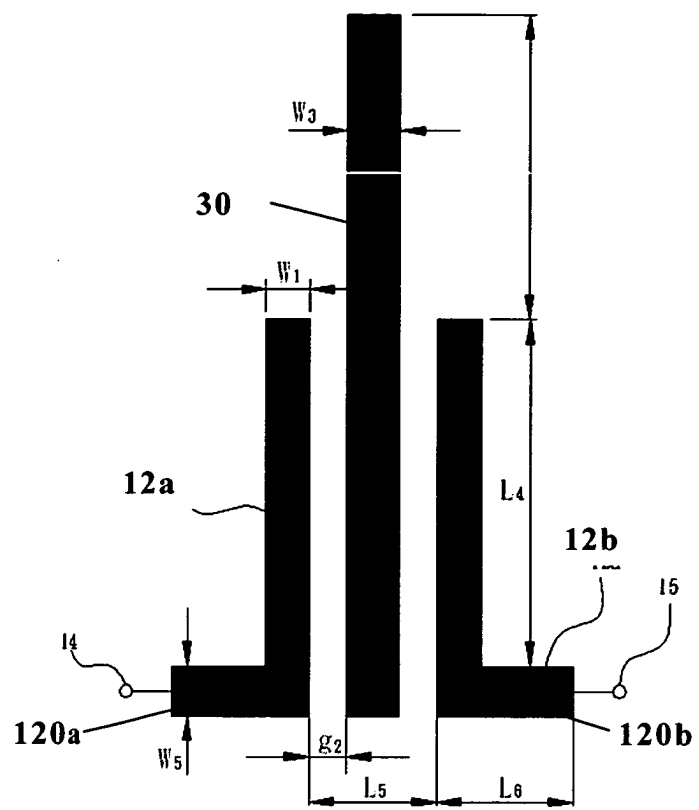


圖 3

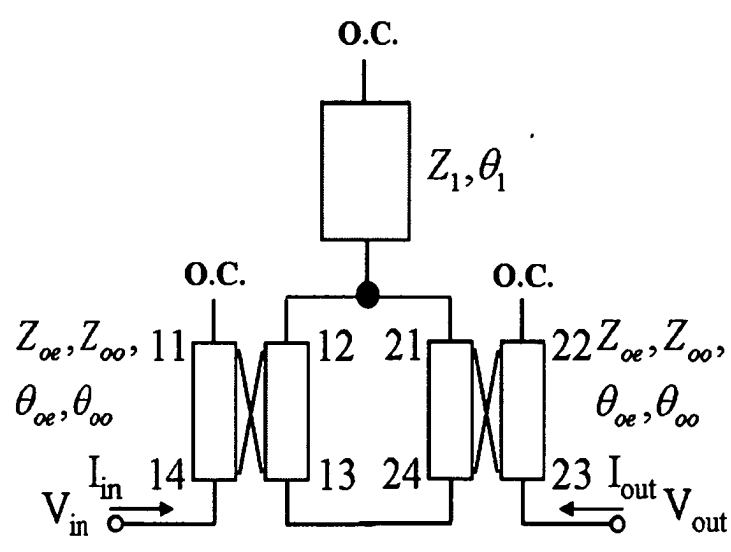


圖 3 a

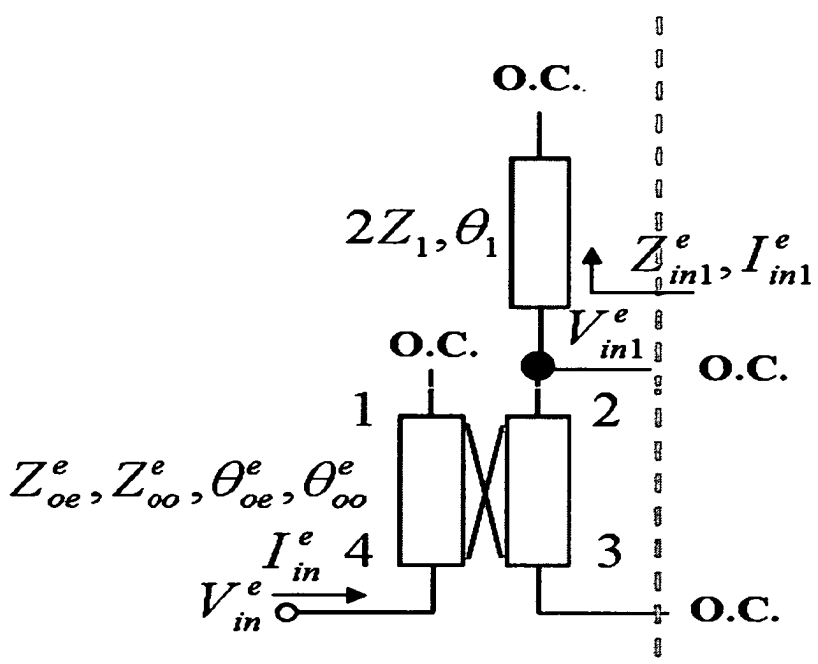


圖 3 b

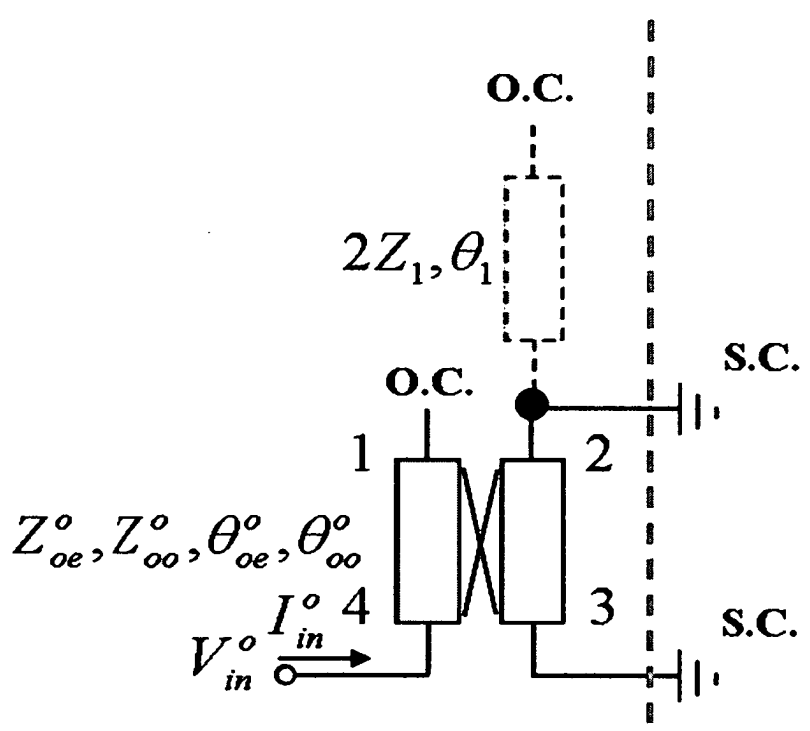


圖 3 c

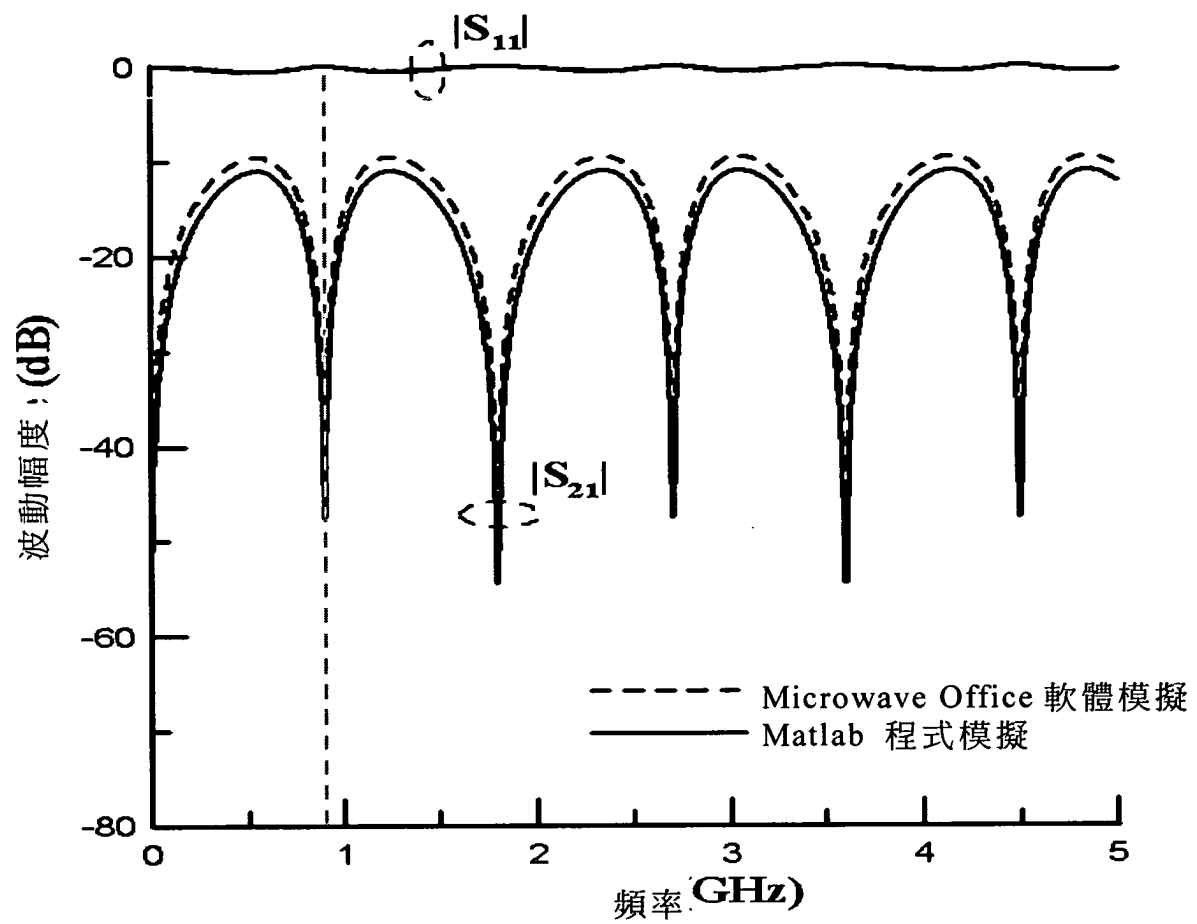


圖 4

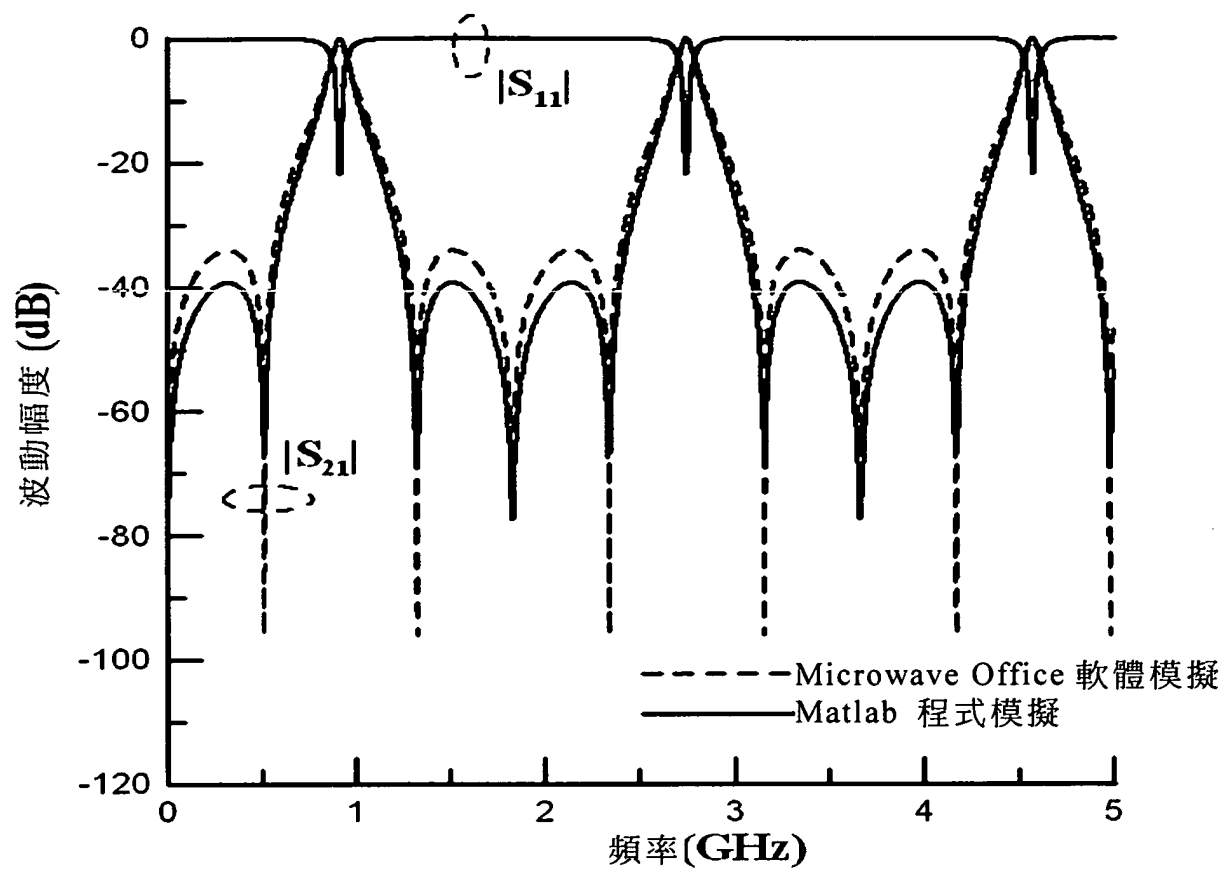


圖 5

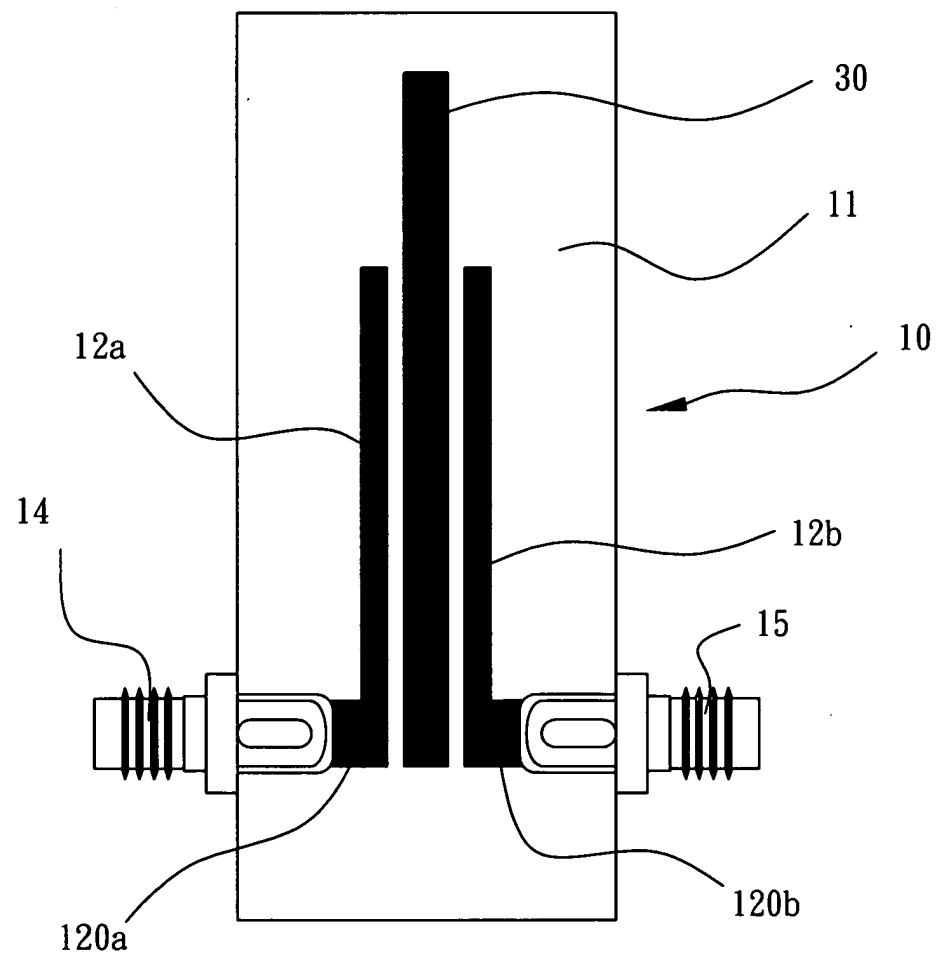


圖6

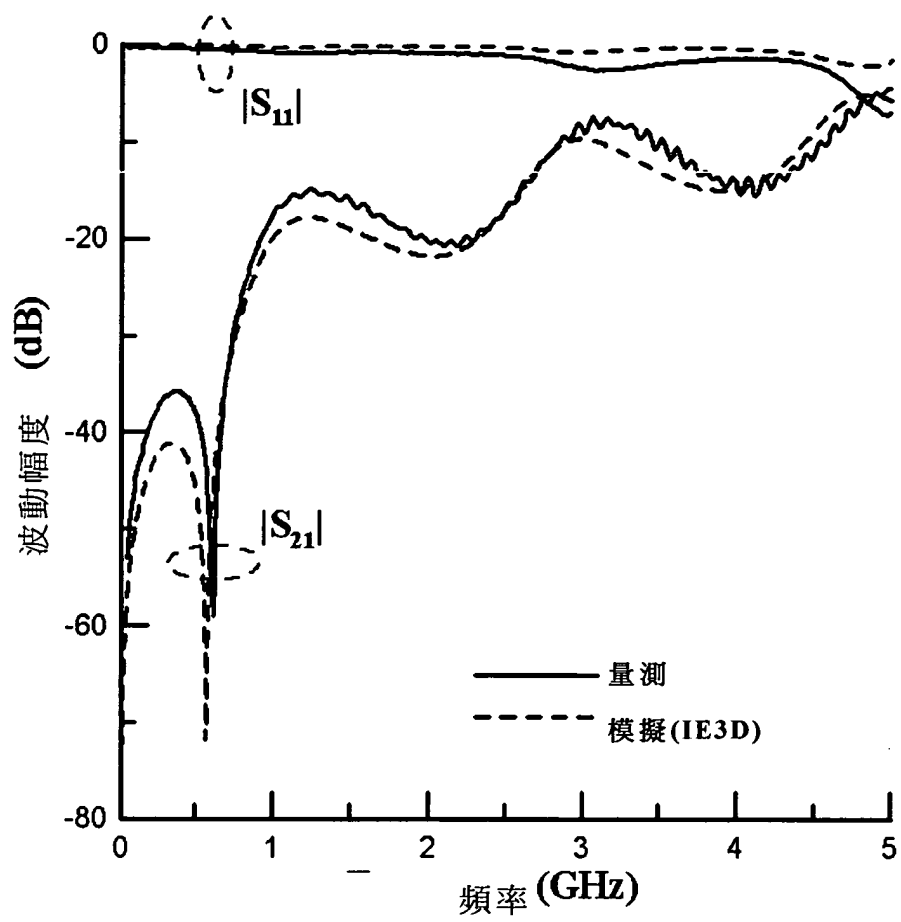


圖 6 a

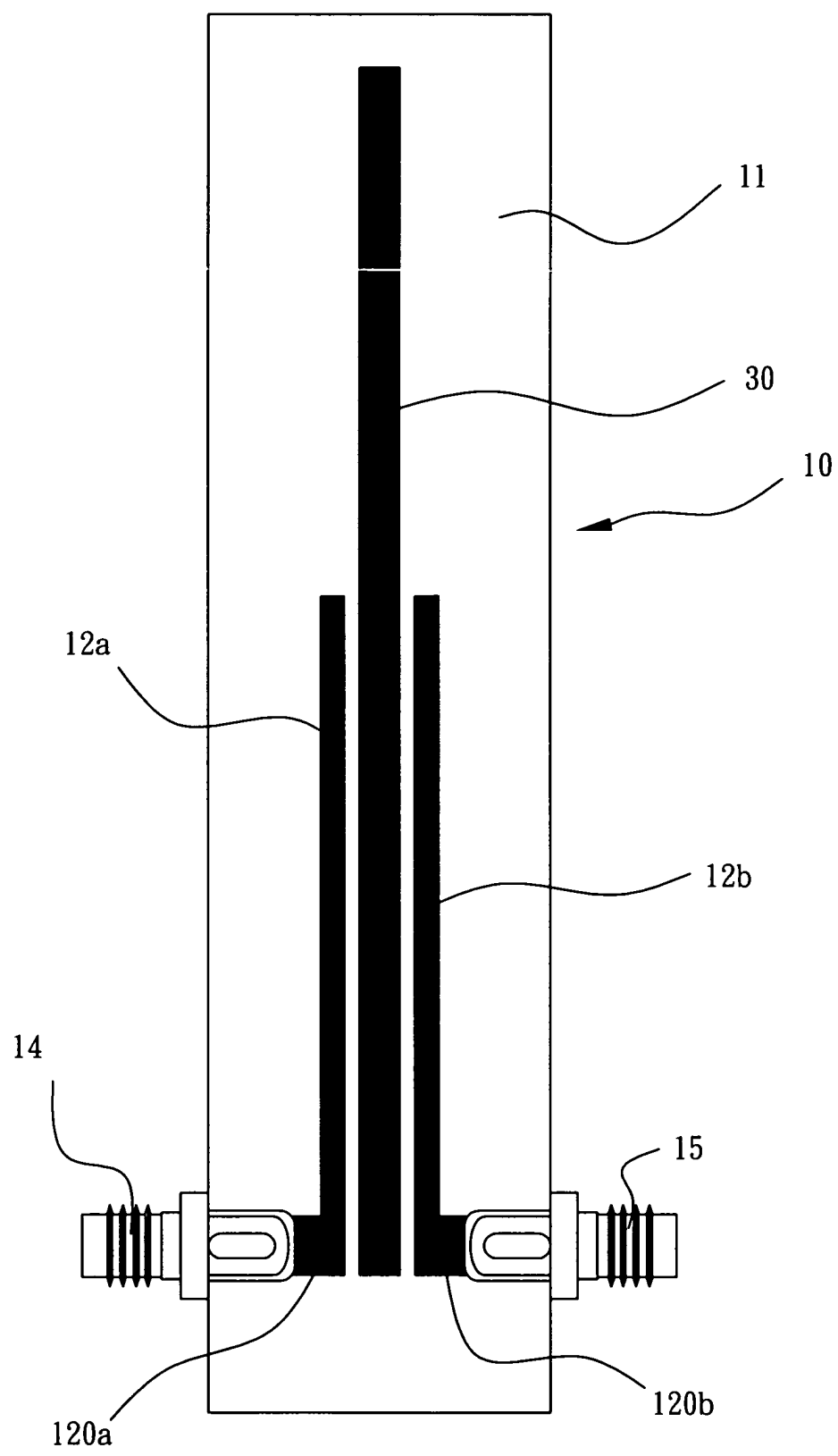


圖7

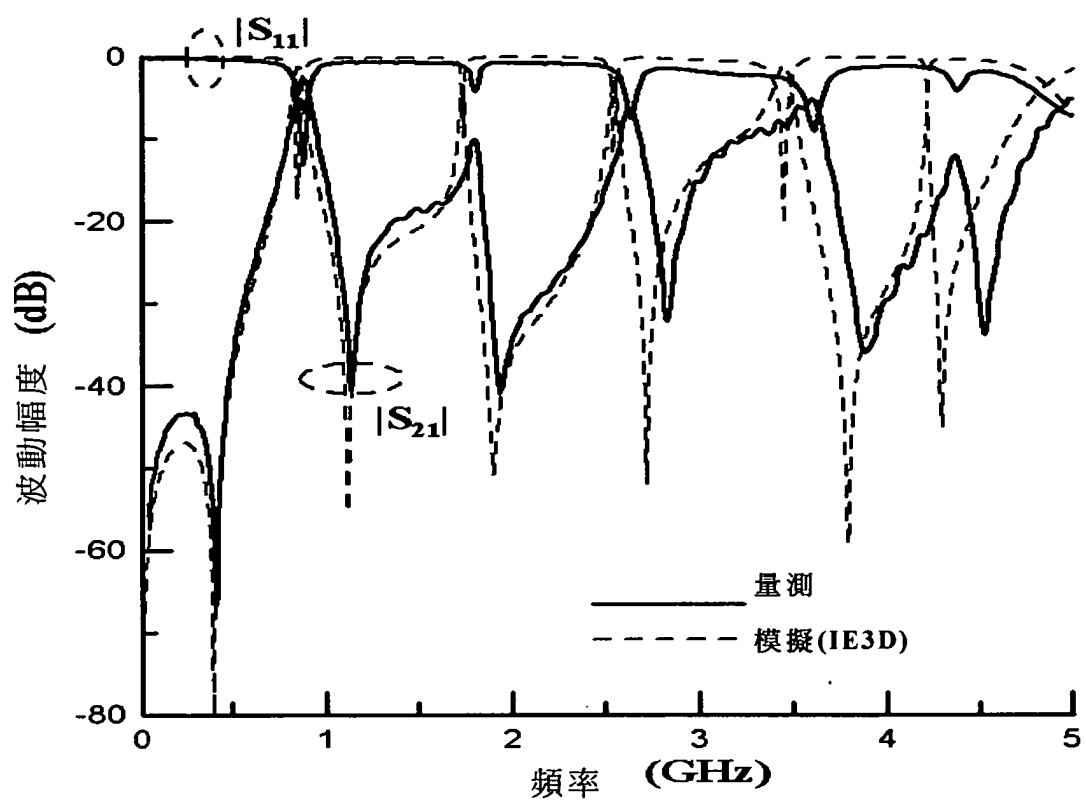


圖 7 a

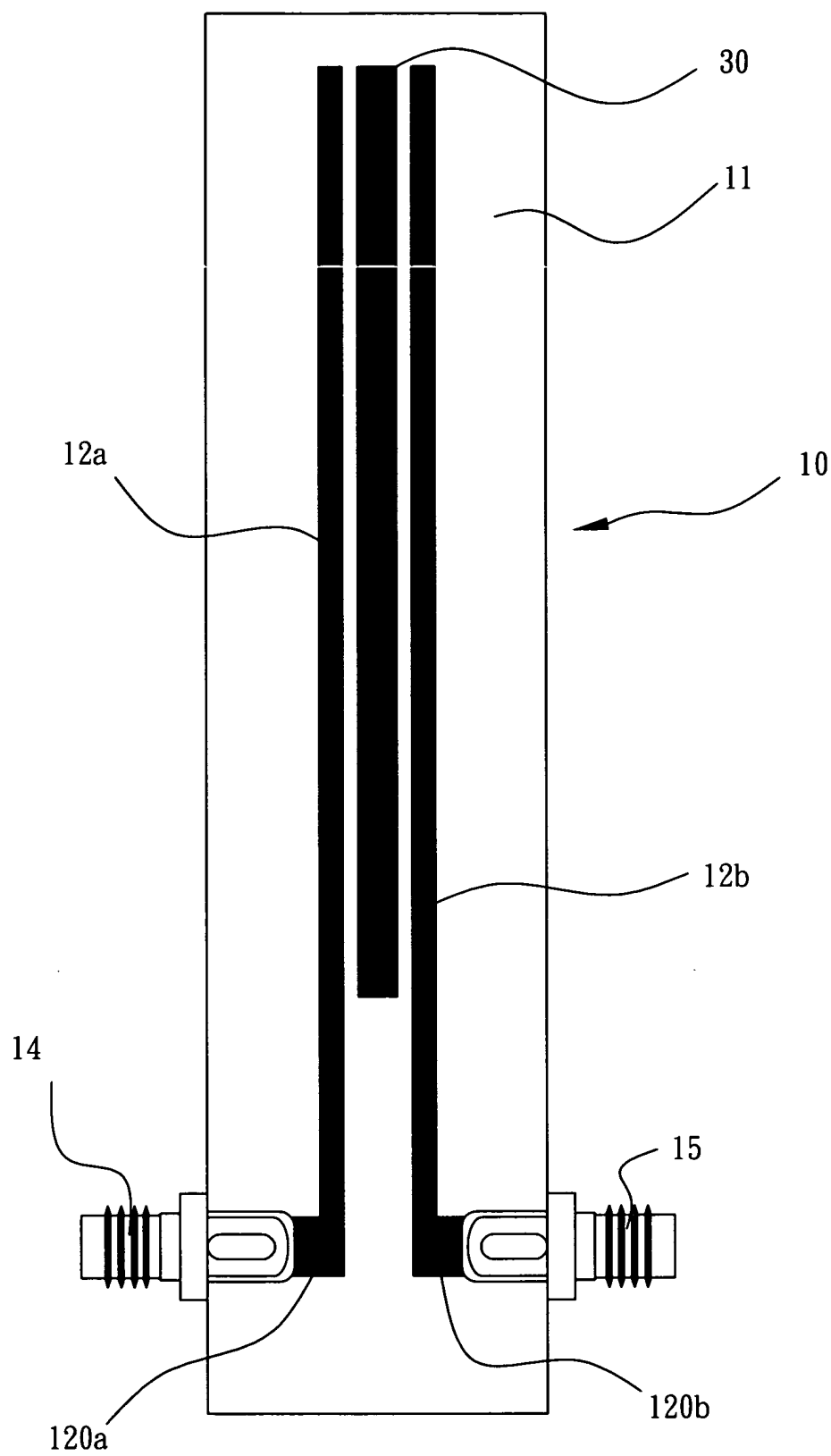


圖8

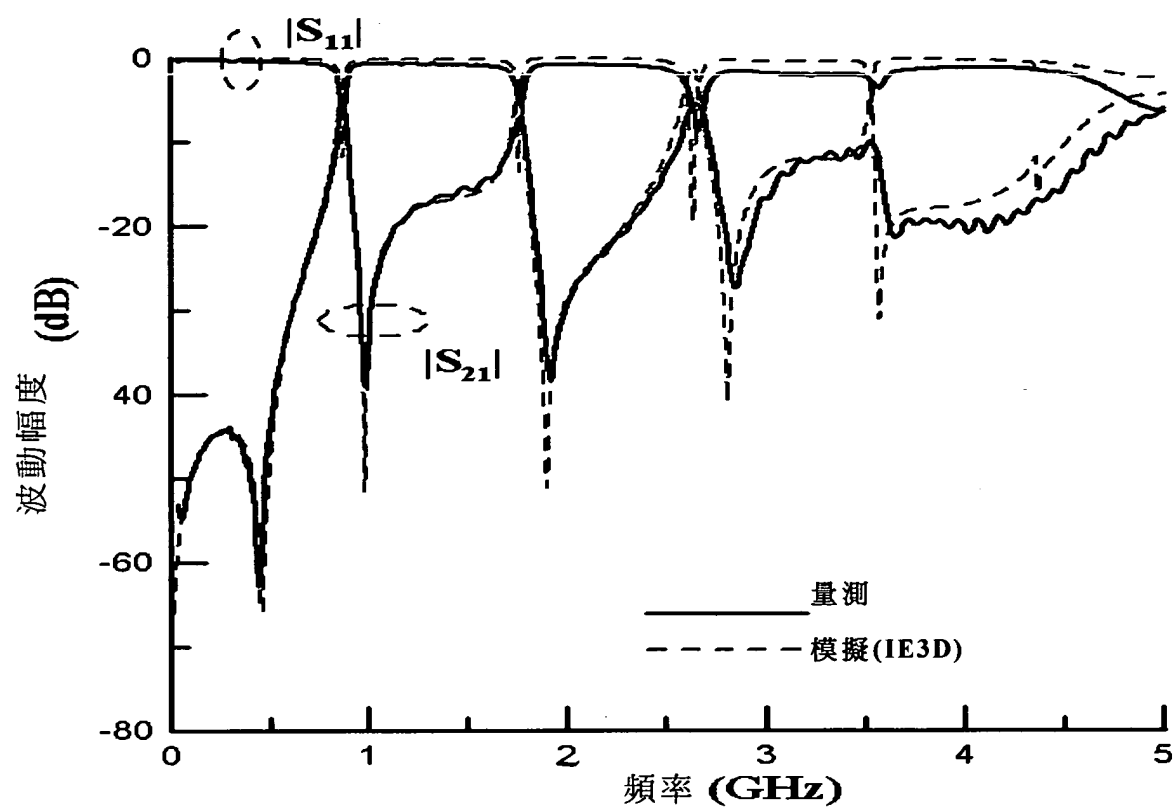


圖 8 a

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第一圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|---------------|-----------------|
| (10)平面式耦合線測試器 | (11)基板 |
| (12a)(12b)耦合線 | (120a)(120b)連接部 |
| (14)輸入埠 | (15)輸出埠 |
| (20)量測手段 | (20a)向量網路分析儀 |
| (21)輸出端 | (22)輸入端 |
| ● (30)共振腔 | |

八、本案若有化學公式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學公式：

十、專利範圍

101年7月5日修正本

1. 一種超高頻射頻識別標籤平面式測試系統，其包括：

一平面式耦合線測試器；

一設置於該基板上的輸入埠；及

一設置於該基板上的輸出埠；及

一量測手段，其包含一可供與該輸入埠插接連通的輸出端，及一可供與該輸出埠插接連通的輸入端，並可藉由該輸出端將該量測手段所產生的一RF信號源輸出至該輸入埠，用以於一中心頻率附近產生諧振，該輸出埠將諧振訊號傳輸至該輸入端，並進行該耦合線之阻抗矩陣與奇偶模分析，以求取該平面式耦合線測試器之散射參數，再由該散射參數運算求出該射頻識別標籤之頻率響應特性，並將該頻率響應特性進行分析及運算，藉以模擬該射頻識別標籤的電路特性，並由該頻率響應特性求出外部品質因素，以作為判斷該射頻識別標籤是否為良品，其特徵在於：

該平面式耦合線測試器包括一呈平面延伸的基板；二平行間隔且對稱並置固定於該基體上的面狀耦合線，每一該耦合線之一端為開路端，另一端為彎折延伸的連接部，該二耦合線之間供一射頻識別標籤所形成的共振腔介置，該輸入埠與其一該耦合線之該連接部電性連接，該輸出埠與另一該耦合線之該連接部電性連接。

2．如申請專利範圍第1項所述之超高頻射頻識別標籤平面式測試系統，其中，每一該耦合線之寬度為四分之一波長，其偶模與奇模阻抗分別為100歐姆及50歐姆，且輸入與輸出埠特性阻抗皆為50歐姆。

3．如申請專利範圍第1項所述之超高頻射頻識別標籤平面式測試系統，其中，每一該耦合線寬度為1.37mm及長度為44.38mm，該連接部寬度為3.1mm及長度為7.37mm，該二耦合線之間隔距離為4.74mm。

4．如申請專利範圍第1項所述之超高頻射頻識別標籤平面式測試系統，其中，該中心頻率設定在915MHz範圍內。

5．如申請專利範圍第1項所述之超高頻射頻識別標籤平面式測試系統，其中，該二耦合線係以印刷或蝕刻成型於該基板上。

6．一種超高頻射頻識別標籤平面式測試方法，其包括提供一平面式耦合線測試器及一量測手段，該量測手段包含一可供與該輸入埠插接連通的輸出端，及一可供與該輸出埠插接連通的輸入端；

將各該耦合線之一端為開路端；

將該量測手段之該輸入端及該輸出端分別對應連接該輸出埠及該輸入埠；

將一射頻識別標籤所形成的共振腔介置於該二耦合線之間；及

以該量測手段產生一RF信號源並輸出至該輸入埠，以於一

中心頻率附近產生諧振，該輸出埠將諧振訊號傳輸至該輸入端，並進行阻抗矩陣與奇偶模分析，以求取該平面式耦合線測試器之散射參數，再由該散射參數運算求出該射頻識別標籤之頻率響應特性，再將該頻率響應特性進行分析及運算，藉以模擬該射頻識別標籤的電路特性並由該頻率響應特性求出外部品質因素，以作為判斷該射頻識別標籤是否為良品，其特徵在於：

該平面式耦合線測試器包含一呈平面延伸的基板、二平行間隔並置於該基板上的耦合線、一設置於該基板上的輸入埠及一設置於該基板上的輸出埠，每一該耦合線一端各彎折延伸一連接部，該輸入埠及該輸出埠分別連接一該連接部，該輸入埠與其一該耦合線之該連接部電性連接，該輸出埠與另一該耦合線之該連接部電性連接。