



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I678024 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：107129656

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 24 日

(51) Int. Cl. : **H01Q1/36 (2006.01)**

(71) 申請人：啓碁科技股份有限公司 (中華民國) WISTRON NEWEB CORP. (TW)

新竹市新竹科學園區園區二路 20 號

(72) 發明人：黃鈞麟 HUANG, CHUN LIN (TW)

(74) 代理人：洪澄文

審查人員：謝裕民

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 45 頁

(54) 名稱

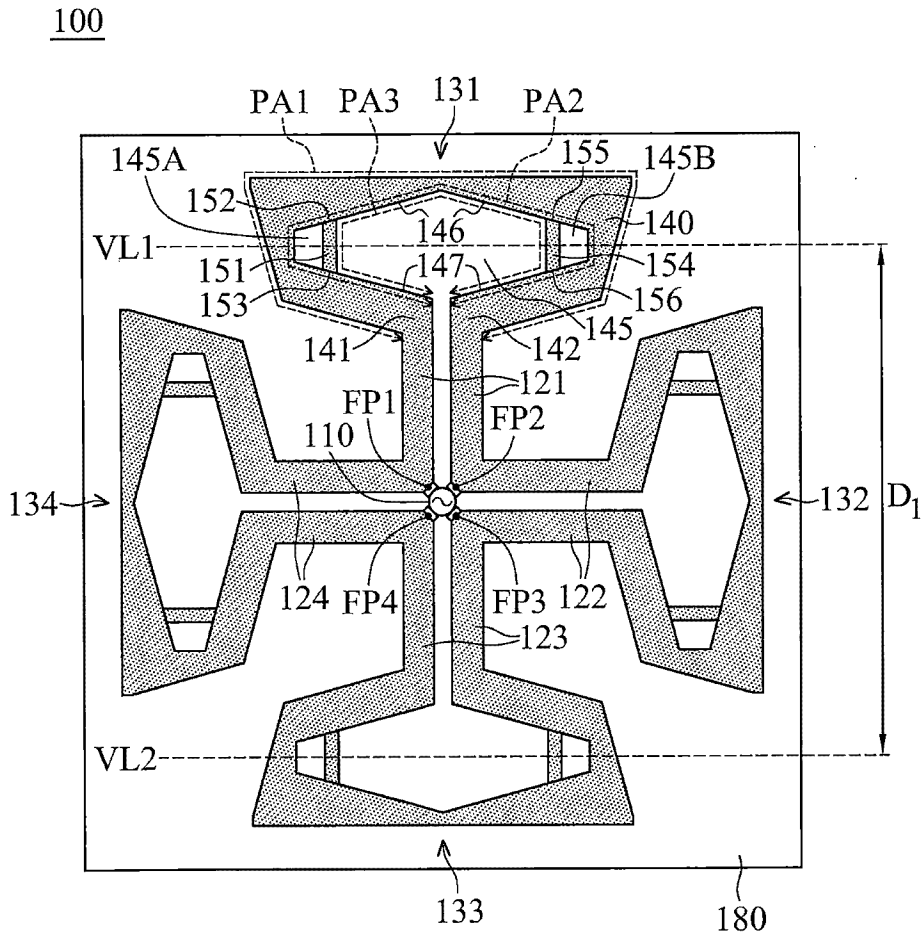
天線結構和電子裝置

(57) 摘要

一種天線結構，包括一信號源、四條傳輸線，以及四個輻射部。該等輻射部係分別經由該等傳輸線耦接至該信號源。該等輻射部之每一者皆包括：一環形結構、一第一連接部，以及一第二連接部。該環形結構具有相對之一第一內緣和一第二內緣，其中一中空區域係形成於該第一內緣和該第二內緣之間。該中空區域具有相對之一第一側和一第二側。該第一連接部係延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間。該第二連接部係延伸跨越該中空區域之該第二側並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間。

An antenna structure includes a signal source, four transmission lines, and four radiation elements. The radiation elements are coupled through the transmission lines to the signal source, respectively. Each of the radiation elements includes a loop structure, a first connection element, and a second connection element. The loop structure has a first inner edge and a second inner edge which are opposite to each other. A hollow region is formed between the first inner edge and the second inner edge. The hollow region has a first side and a second side which are opposite to each other. The first connection element extends across the first side of the hollow region. The first connection element is coupled between the first inner edge and the second inner edge. The second connection element extends across the second side of the hollow region. The second connection element is coupled between the first inner edge and the second inner edge.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 100 . . . 天線結構
- 110 . . . 信號源
- 121 . . . 第一傳輸線
- 122 . . . 第二傳輸線
- 123 . . . 第三傳輸線
- 124 . . . 第四傳輸線
- 131 . . . 第一輻射部
- 132 . . . 第二輻射部
- 133 . . . 第三輻射部
- 134 . . . 第四輻射部
- 140 . . . 環形結構
- 141 . . . 環形結構之第一端
- 142 . . . 環形結構之第二端
- 145 . . . 中空區域
- 145A . . . 中空區域之第一側
- 145B . . . 中空區域之第二側
- 146 . . . 環形結構之第一內緣
- 147 . . . 環形結構之第二內緣
- 151 . . . 第一連接部
- 152 . . . 第一連接部之第一端
- 153 . . . 第一連接部之第二端
- 154 . . . 第二連接部
- 155 . . . 第二連接部之第一端
- 156 . . . 第二連接部之第二端
- 180 . . . 介質基板
- D_1 . . . 間距
- FP1 . . . 第一饋入點

FP2 . . . 第二饋入點

FP3 . . . 第三饋入點

FP4 . . . 第四饋入點

PA1 . . . 第一共振
路徑

PA2 . . . 第二共振
路徑

PA3 . . . 第三共振
路徑

VL1 . . . 第一虛擬
延伸線

VL2 . . . 第二虛擬
延伸線

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 天線結構和電子裝置

Antenna Structure and Electronic Device

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種天線結構(Antenna Structure)，特別係關於一種寬頻(Wideband)天線結構。

【先前技術】

【0002】 隨著行動通訊技術的發達，行動裝置在近年日益普遍，常見的例如：手提式電腦、行動電話、多媒體播放器以及其他混合功能的攜帶型電子裝置。為了滿足人們的需求，行動裝置通常具有無線通訊的功能。有些涵蓋長距離的無線通訊範圍，例如：行動電話使用2G、3G、LTE(Long Term Evolution)系統及其所使用700MHz、850 MHz、900MHz、1800MHz、1900MHz、2100MHz、2300MHz以及2500MHz的頻帶進行通訊，而有些則涵蓋短距離的無線通訊範圍，例如：Wi-Fi、Bluetooth系統使用2.4GHz、5.2GHz和5.8GHz的頻帶進行通訊。

【0003】 天線(Antenna)為無線通訊領域中不可或缺之元件。為了能有效提升行動裝置之資料傳輸速度，如何設計出一種寬頻帶(Wideband)、高增益(High-Gain)之全新天線結構，已成為現今設計者之一大挑戰。

【發明內容】

【0004】 在較佳實施例中，本發明提供一種天線結構，包括：一信號源；一第一傳輸線；一第二傳輸線；一第三傳輸線；

一第四傳輸線；一第一輻射部，經由該第一傳輸線耦接至該信號源；一第二輻射部，經由該第二傳輸線耦接至該信號源；一第三輻射部，經由該第三傳輸線耦接至該信號源；以及一第四輻射部，經由該第四傳輸線耦接至該信號源；其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者皆包括：一環形結構，具有相對之一第一內緣和一第二內緣，其中一中空區域係形成於該第一內緣和該第二內緣之間；一第一連接部，延伸跨越該中空區域之一第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及一第二連接部，延伸跨越該中空區域之相對於該第一側之一第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第一連接部與該第二連接部係呈對稱設置。

【0005】 在一些實施例中，該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部、該第四輻射部、該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線，以及該第四傳輸線皆相對於該天線結構之中心點而呈現對稱分佈。

【0006】 在一些實施例中，該天線結構更包括：一介質基板，用於承載該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線、該第四傳輸線、該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部。

【0007】 在一些實施例中，該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者更包括：一第三連接部，延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及一第四連接部，延伸跨越該中空區域

之該第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第三連接部與該第四連接部係呈對稱設置。

【0008】 在一些實施例中，該第三連接部和該第四連接部皆介於該第一連接部和該第二連接部之間。

【0009】 在一些實施例中，該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者更包括：一第五連接部，延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及一第六連接部，延伸跨越該中空區域之該第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第五連接部與該第六連接部係呈對稱設置。

【0010】 在一些實施例中，該第五連接部和該第六連接部皆介於該第三連接部和該第四連接部之間。

【0011】 在一些實施例中，該第一連接部、該第二連接部、該第三連接部、該第四連接部、該第五連接部，以及該第六連接部各自皆呈現一直條形。

【0012】 在一些實施例中，該第一連接部、該第二連接部、該第三連接部、該第四連接部、該第五連接部，以及該第六連接部彼此皆分離且互相平行。

【0013】 在一些實施例中，該天線結構涵蓋一操作頻帶，而該操作頻帶包括由低至高之一第一共振頻率、一第二共振頻率、一第三共振頻率、一第四共振頻率，以及一第五共振頻率。

【0014】 在一些實施例中，該操作頻帶係介於1700MHz至2700MHz之間，或介於700MHz至960MHz之間。

【0015】 在一些實施例中，沿該環形結構之外圍形成一第

一共振路徑，而該第一共振路徑之長度如下所述：

$$L_1 = \frac{c \cdot k}{f_1 \cdot \sqrt{\epsilon_r}}$$

其中「 L_1 」代表該第一共振路徑之該長度，「 c 」代表光速，「 f_1 」代表該第一共振頻率，「 ϵ_r 」代表該介質基板之介電常數，而「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數。

【0016】 在一些實施例中，沿該環形結構之內圍形成一第二共振路徑，而該第二共振路徑之長度係如下所述：

$$L_2 = \frac{c \cdot k}{f_2 \cdot \sqrt{\epsilon_r}}$$

其中「 L_2 」代表該第二共振路徑之該長度，「 c 」代表光速，「 f_2 」代表該第二共振頻率，「 ϵ_r 」代表該介質基板之介電常數，而「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數。

【0017】 在一些實施例中，沿該第一內緣、該第一連接部、該第二內緣，以及該第二連接部形成一第三共振路徑，而該第三共振路徑之長度係如下所述：

$$L_3 = L_2 \cdot [1 - \left(\frac{f_3}{f_2} - 1\right) \cdot 2] \cdot k$$

其中「 L_3 」代表該第三共振路徑之該長度，而「 f_3 」代表該第三共振頻率。

【0018】 在一些實施例中，沿該第一內緣、該第三連接部、該第二內緣，以及該第四連接部形成一第四共振路徑，而該第四共振路徑之長度係如下所述：

$$L_4 = L_3 \cdot [1 - \left(\frac{f_4}{f_3} - 1\right) \cdot 4] \cdot k$$

其中「 L_4 」代表該第四共振路徑之該長度，而「 f_4 」代表該第四共振頻率。

【0019】 在一些實施例中，沿該第一內緣、該第五連接部、該第二內緣，以及該第六連接部形成一第五共振路徑，而該第五共振路徑之長度係如下所述：

$$L_5 = L_4 \cdot [1 - (\frac{f_5}{f_4} - 1) \cdot 8] \cdot k$$

其中「 L_5 」代表該第五共振路徑之該長度，而「 f_5 」代表該第五共振頻率。

【0020】 在一些實施例中，該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之任相對二者之一間距係如下所述：

$$D_1 = \frac{c \cdot k}{2 \cdot f_c}$$

其中「 D_1 」代表該間距，「 c 」代表光速，「 f_c 」代表該操作頻帶之中心頻率，而「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數。

【0021】 在一些實施例中，該環形結構係呈現一五邊形、一矩形、一三角形，或是一橢圓形。

【0022】 在一些實施例中，該中空區域係呈現一鑽石形。

【0023】 在另一較佳實施例中，本發明提供一電子裝置，包括：一殼體；以及一天線結構，設置於該殼體內，其中該天線結構包括：一信號源；一第一傳輸線；一第二傳輸線；一第三傳輸線；一第四傳輸線；一第一輻射部，經由該第一傳輸線耦接至該信號源；一第二輻射部，經由該第二傳輸線耦接至該

信號源；一第三輻射部，經由該第三傳輸線耦接至該信號源；以及一第四輻射部，經由該第四傳輸線耦接至該信號源；其中該第一輻射部包括：一環形結構，具有一第一內緣和一第二內緣，其中該第一內緣及該第二內緣係相對一虛擬延伸線設置，該虛擬延伸線垂直於該第一傳輸線的一中心延伸軸，且該第一內緣和該第二內緣之間形成一中空區域；一第一連接部，延伸跨越該中空區域之一第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及一第二連接部，延伸跨越該中空區域之相對於該第一側之一第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第一連接部與該第二連接部係相對該第一傳輸線的該中心延伸軸對稱設置。

【圖式簡單說明】

【0024】

第1圖係顯示根據本發明一實施例所述之天線結構之示意圖。

第2圖係顯示根據本發明一實施例所述之天線結構之電壓駐波比圖。

第3圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之示意圖。

第4圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之電壓駐波比圖。

第5圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之示意圖。

第6圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之電

壓駐波比圖。

第7圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之輻射增益圖。

第8A圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之示意圖。

第8B圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之示意圖。

第8C圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構之示意圖。

第9圖係顯示根據本發明一實施例所述之電子裝置之示意圖。

【實施方式】

【0025】 為讓本發明之目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉出本發明之具體實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【0026】 在說明書及申請專利範圍當中使用了某些詞彙來指稱特定的元件。本領域技術人員應可理解，硬體製造商可能會用不同的名詞來稱呼同一個元件。本說明書及申請專利範圍並不以名稱的差異來作為區分元件的方式，而是以元件在功能上的差異來作為區分的準則。在通篇說明書及申請專利範圍當中所提及的「包含」及「包括」一詞為開放式的用語，故應解釋成「包含但不僅限定於」。「大致」一詞則是指在可接受的誤差範圍內，本領域技術人員能夠在一定誤差範圍內解決所述技術問題，達到所述基本之技術效果。此外，「耦接」一詞在本

說明書中包含任何直接及間接的電性連接手段。因此，若文中描述一第一裝置耦接至一第二裝置，則代表該第一裝置可直接電性連接至該第二裝置，或經由其它裝置或連接手段而間接地電性連接至該第二裝置。

【0027】 第1圖係顯示根據本發明一實施例所述之天線結構(Antenna Structure)100之示意圖。例如，天線結構100可作為一行動裝置(Mobile Device)或一桌上型電腦(Desktop Computer)之一外接式天線(External Antenna)。如第1圖所示，天線結構100至少包括一信號源(Signal Source)110、一第一傳輸線(Transmission Line)121、一第二傳輸線122、一第三傳輸線123、一第四傳輸線124、一第一輻射部(Radiation Element)131、一第二輻射部132、一第三輻射部133，以及一第四輻射部134。信號源110可為一射頻(Radio Frequency, RF)模組，其可用於產生一發射信號或是處理一接收信號。第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123、第四傳輸線124、第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133，以及第四輻射部134皆可用金屬材質製成，例如：銅、銀、鋁、鐵，或是其合金。

【0028】 在一些實施例中，天線結構100更包括一介質基板(Dielectric Substrate)180，其可用於承載第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123、第四傳輸線124、第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133，以及第四輻射部134。例如，介質基板180可為一印刷電路板(Printed Circuit Board, PCB)、一FR4(Flame Retardant 4)基板，或是一軟性電路板(Flexible

Circuit Board)。介質基板180之存在可微縮天線結構100之整體尺寸。在另一些實施例中，介質基板180亦可由天線結構100中移除。

【0029】 第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133，以及第四輻射部134之每一者可分別經由第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123，以及第四傳輸線124之對應一者耦接至信號源110。必須注意的是，第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123，以及第四傳輸線124之形狀和種類於本發明中並不特別限制。舉例而言，第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123，以及第四傳輸線124之每一者皆可由一微帶線(Microstrip Line)、一帶狀線(Stripline)，或是一共平面波導(Coplanar Waveguide)來實施，但亦不僅限於此。

【0030】 在一些實施例中，第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123，以及第四傳輸線124之每一者皆包括一對(Pair)導線(Conductive Line)，其中此二條導線係彼此鄰近且大致互相平行。第一輻射部131係經由第一傳輸線121之一對導線分別耦接至一第一饋入點(Feeding Point)FP1和一第二饋入點FP2。第二輻射部132係經由第二傳輸線122之一對導線分別耦接至第二饋入點FP2和一第三饋入點FP3。第三輻射部133係經由第三傳輸線123之一對導線分別耦接至第三饋入點FP3和一第四饋入點FP4。第四輻射部134係經由第四傳輸線124之一對導線分別耦接至第一饋入點FP1和第四饋入點FP4。詳細而言，信號源110可具有一第一正極(Positive Electrode)、一第二正極、一第一負極(Negative Electrode)，以及一第二負極，其中第一正

極可耦接至第一饋入點FP1，第二正極可耦接至第四饋入點FP4，第一負極可耦接至第二饋入點FP2，而第二負極可耦接至第三饋入點FP3。根據實際量測結果，此種饋入配置之天線結構100可提供雙極化(Dual-Polarization)之輻射場型(例如，同時具有±度之極化方向)。在另一些實施例中，信號源110與前述四個饋入點之連接關係亦可根據不同極化需求來進行調整。

【0031】 在一些實施例中，第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133、第四輻射部134、第一傳輸線121、第二傳輸線122、第三傳輸線123，以及第四傳輸線124皆相對天線結構100之中心點(其位於信號源110處)而呈現對稱分佈，使得天線結構100可具有近似全向性(Omnidirectional)之輻射場型。換言之，第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133，以及第四輻射部134皆具有完全相同之結構，其差異僅在於它們朝不同方向而配置。以下實施例和圖式將以第一輻射部131為範例說明各個輻射部之細部結構。

【0032】 第一輻射部131、第二輻射部132、第三輻射部133，以及第四輻射部134之每一者皆包括一環形結構(Loop Structure)140、一第一連接部(Connection Element)151，以及一第二連接部154。例如，第一輻射部131之環形結構140之一第一端141和一第二端142可分別耦接至第一傳輸線121之一對導線，使得信號源110可用於激發第一輻射部131。另外，第一輻射部131之環形結構140、第一連接部151，以及第二連接部154皆可相對第一傳輸線121之中心延伸軸呈對稱分佈。環形結構140具有相對之一第一內緣(Inner Edge)146和一第二內緣147，

其中一中空區域(Hollow Region)145係形成於第一內緣146和
第二內緣147之間。亦即，第一內緣146和第二內緣147可視為
中空區域145之一第一外緣(Outer Edge)和一第二外緣，其係彼
此相對。第一連接部151和第二連接部154可各自大致呈現一直
條形，其中第一連接部151和第二連接部154可以彼此分離且大
致互相對稱平行。第一連接部151和第二連接部154可具有相同
之長度。中空區域145具有相對之一第一側145A和一第二側
145B。第一連接部151係延伸跨越中空區域145之第一側145A，
並耦接於第一內緣146和第二內緣147之間。第二連接部154係
延伸跨越中空區域145之第二側145B，並耦接於第一內緣146
和第二內緣147之間。詳細而言，第一連接部151之一第一端152
和第二連接部154之一第一端155係耦接至第一內緣146上之不
同位置，而第一連接部151之一第二端153和第二連接部154之
一第二端156係耦接至第二內緣147上之不同位置。

【0033】 第2圖係顯示根據本發明一實施例所述之天線結
構100之電壓駐波比(Voltage Standing Wave Ratio, VSWR)圖。
根據第2圖之量測結果，天線結構100可涵蓋一操作頻帶
(Operation Frequency Band)FB1，其中此操作頻帶FB1至少包括
由低至高之一第一共振頻率(Resonant Frequency) f_1 、一第二共
振頻率 f_2 ，以及一第三共振頻率 f_3 。例如，前述之操作頻帶FB1
可介於1700MHz至2600MHz之間，其中第一共振頻率 f_1 可約為
1800MHz，第二共振頻率 f_2 可約為2300MHz，而第三共振頻率
 f_3 可約為2500MHz，但亦不僅限於此。

【0034】 在一些實施例中，天線結構100之操作原理和元件

尺寸可如下列所述。首先，沿環形結構 140 之外圍形成一第一共振路徑 PA1，其中第一共振頻率 f_1 係由第一共振路徑 PA1 所激發產生，而第一共振路徑 PA1 之長度可根據方程式 (1) 進行計算：

$$\text{【0035】 } L_1 = \frac{c \cdot k}{f_1 \cdot \sqrt[6]{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(1)$$

其中「 L_1 」代表第一共振路徑 PA1 之長度，「 c 」代表光速，「 f_1 」代表第一共振頻率 f_1 ，「 ϵ_r 」代表介質基板 180 之介電常數 (Dielectric Constant)，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數 (Compensation Constant)。

【0036】 再者，沿環形結構 140 之內圍 (亦即，中空區域 145 之外圍，其包括但不僅限於第一內緣 146、第二內緣 147) 形成一第二共振路徑 PA2，其中第二共振頻率 f_2 係由第二共振路徑 PA2 所激發產生，而第二共振路徑 PA2 之長度可根據方程式 (2) 進行計算：

$$\text{【0037】 } L_2 = \frac{c \cdot k}{f_2 \cdot \sqrt[6]{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(2)$$

其中「 L_2 」代表第二共振路徑 PA2 之長度，「 c 」代表光速，「 f_2 」代表第二共振頻率 f_2 ，「 ϵ_r 」代表介質基板 180 之介電常數，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。

【0038】 其三，沿第一內緣 146、第一連接部 151、第二內緣 147，以及第二連接部 154 形成一第三共振路徑 PA3，其中第三共振頻率 f_3 係由第三共振路徑 PA3 所激發產生，而第三共振路徑 PA3 之長度可根據方程式 (3) 進行計算：

$$\text{【0039】 } L_3 = L_2 \cdot [1 - (\frac{f_3}{f_2} - 1) \cdot 2] \cdot k \dots\dots\dots(3)$$

其中「 L_3 」代表第三共振路徑 PA3 之長度，「 L_2 」代表第二共振

路徑 PA2 之長度，「 f_3 」代表第三共振頻率 f_3 ，「 f_2 」代表第二共振頻率 f_2 ，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。

【0040】 由上可知，第三共振路徑 PA3 之長度係由前述之第二共振路徑 PA2 之長度和前述之第二共振頻率 f_2 推導得出。詳細而言，第三共振路徑 PA3 之長度可為下列元件之總長度：第一連接部 151、第二連接部 154、第一內緣 146 介於第一連接部 151 之第一端 152 和第二連接部 154 之第一端 155 之間之部份，以及第二內緣 147 介於第一連接部 151 之第二端 153 和第二連接部 154 之第二端 156 之間之部份。必須注意的是，環形結構 140 之第一端 141 和第二端 142 之間之空隙長度可忽略不計。

【0041】 另外，第一輻射部 131、第二輻射部 132、第三輻射部 133，以及第四輻射部 134 之任相對二者之間距 D_1 (例如：第一輻射部 131 之中心點至第三輻射部 133 之中心點兩者之間距) 可根據方程式 (4) 進行計算：

$$\text{【0042】 } D_1 = \frac{c \cdot k}{2 \cdot f_c} \dots\dots\dots (4)$$

其中「 D_1 」代表間距 D_1 ，「 c 」代表光速，「 f_c 」代表天線結構 100 之操作頻帶 FB1 之中心頻率，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。在一些實施例中，前述之間距 D_1 係指一輻射部 (前述輻射部 131、132、133、134 其中之一者，例如：第一輻射部 131) 之第一連接部 151 之中心點與第二連接部 154 之中心點兩者之一第一虛擬延伸線 (例如：第一虛擬延伸線 VL1)，與相對此輻射部之另一輻射部 (前述輻射部 131、132、133、134 其中之一者，例如：第三輻射部 133) 之第一連接部 151 之中心點與第二連接部 154 之中心點兩者之一第二虛擬延伸線 (例如：第

二虛擬延伸線VL2)之間之距離。

【0043】 例如，若操作頻帶FB1之下限為1700MHz且上限為2600MHz，則其中心頻率 f_c 即為1700MHz和2600MHz兩者之平均值2150MHz。此中心頻率 f_c 可根據天線結構100之操作頻帶FB1之範圍進行調整。必須注意的是，以上元件尺寸之範圍係根據多次實驗結果而得出，其有助於最佳化天線結構100之操作頻寬(Operation Bandwidth)、阻抗匹配(Impedance Matching)，以及輻射增益(Radiation Gain)。

【0044】 第3圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構300之示意圖。第3圖和第1圖相似。在第3圖之實施例中，天線結構300之一第一輻射部331、一第二輻射部332、一第三輻射部333，以及一第四輻射部334之每一者皆更包括一第三連接部361和一第四連接部364。例如，第一輻射部331之第三連接部361和第四連接部364皆介於第一輻射部331之第一連接部151和第二連接部154之間，而第一輻射部331之環形結構140、第三連接部361，以及第四連接部364皆可相對第一傳輸線121之中心延伸軸呈對稱分佈。第三連接部361和第四連接部364可各自大致呈現一直條形，其中第三連接部361和第四連接部364可以彼此分離且大致互相平行。第三連接部361和第四連接部364可具有相同之長度。第三連接部361係延伸跨越中空區域145之第一側145A，並耦接於第一內緣146和第二內緣147之間。第四連接部364係延伸跨越中空區域145之第二側145B，並耦接於第一內緣146和第二內緣147之間。詳細而言，第三連接部361之一第一端362和第四連接部364之一第一端365係耦接至第一

內緣 146 上之不同位置，而第三連接部 361 之一第二端 363 和第四連接部 364 之一第二端 366 係耦接至第二內緣 147 上之不同位置。在一些實施例中，第三連接部 361 之長度係大於或等於第一連接部 151 之長度，而第四連接部 364 之長度係大於或等於第二連接部 154 之長度。

【0045】 第 4 圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構 300 之電壓駐波比圖。根據第 4 圖之量測結果，天線結構 300 可涵蓋一操作頻帶 FB2，其中此操作頻帶 FB2 更包括一第四共振頻率 f_4 。例如，前述之操作頻帶 FB2 可介於 1700MHz 至 2800MHz 之間，其中第四共振頻率 f_4 可約為 2700MHz，但亦不僅限於此。在天線結構 300 之操作原理方面，沿第一內緣 146、第三連接部 361、第二內緣 147，以及第四連接部 364 更可形成一第四共振路徑 PA4，其中第四共振頻率 f_4 係由第四共振路徑 PA4 所激發產生，而第四共振路徑 PA4 之長度可根據方程式 (5) 進行計算：

$$\text{【0046】 } L_4 = L_3 \cdot [1 - (\frac{f_4}{f_3} - 1) \cdot 4] \cdot k \dots\dots\dots (5)$$

其中「 L_4 」代表第四共振路徑 PA4 之長度，「 L_3 」代表第三共振路徑 PA3 之長度，「 f_4 」代表第四共振頻率 f_4 ，「 f_3 」代表第三共振頻率 f_3 ，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。

【0047】 由上可知，第四共振路徑 PA4 之長度係由前述之第三共振路徑 PA3 之長度和前述之第三共振頻率 f_3 推導得出。詳細而言，第四共振路徑 PA4 之長度可為下列元件之總長度：第三連接部 361、第四連接部 364、第一內緣 146 介於第三連接部 361 之第一端 362 和第四連接部 364 之第一端 365 之間之部份，以

及第二內緣147介於第三連接部361之第二端363和第四連接部364之第二端366之間之部份。環形結構140之第一端141和第二端142之間之空隙長度可忽略不計。根據第4圖之量測結果，若將第三連接部361和第四連接部364加入至天線結構300，則額外產生之第四共振頻率 f_4 將可有效地增加天線結構300之操作頻帶FB2之頻寬。第3圖之天線結構300之其餘特徵皆與第1圖之天線結構100類似，故此二實施例均可達成相似之操作效果。

【0048】 第5圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構500之示意圖。第5圖和第3圖相似。在第5圖之實施例中，天線結構500之一第一輻射部531、一第二輻射部532、一第三輻射部533，以及一第四輻射部534之每一者皆更包括一第五連接部571和一第六連接部574。例如，第一輻射部531之第五連接部571和第六連接部574皆介於第一輻射部531之第三連接部361和第四連接部364之間，而第一輻射部531之環形結構140、第五連接部571，以及第六連接部574皆可沿第一傳輸線121之中心延伸軸呈對稱分佈。第五連接部571和第六連接部574可各自大致呈現一直條形，其中第五連接部571和第六連接部574可以彼此分離且大致互相平行。第五連接部571和第六連接部574可具有相同之長度。第五連接部571係延伸跨越中空區域145之第一側145A，並耦接於第一內緣146和第二內緣147之間。第六連接部574亦延伸跨越中空區域145之第二側145B，並耦接於第一內緣146和第二內緣147之間。詳細而言，第五連接部571之一第一端572和第六連接部574之一第一端575係耦接至第一內緣146上之不同位置，而第五連接部571之一第二端573和第六

連接部 574 之一第二端 576 係耦接至第二內緣 147 上之不同位置。在一些實施例中，第五連接部 571 之長度係大於或等於第三連接部 361 之長度，而第六連接部 574 之長度係大於或等於第四連接部 364 之長度。

【0049】 第 6 圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構 500 之電壓駐波比圖。根據第 6 圖之量測結果，天線結構 500 可涵蓋一操作頻帶 FB3，其中此操作頻帶 FB3 更包括一第五共振頻率 f_5 。例如，前述之操作頻帶 FB3 可介於 1700MHz 至 2900MHz 之間，其中第五共振頻率 f_5 可約為 2800MHz，但亦不僅限於此。在天線結構 500 之操作原理方面，沿第一內緣 146、第五連接部 571、第二內緣 147，以及第六連接部 574 更可形成一第五共振路徑 PA5，其中第五共振頻率 f_5 係由第五共振路徑 PA5 所激發產生，而第五共振路徑 PA5 之長度可根據方程式 (6) 進行計算：

$$\text{【0050】 } L_5 = L_4 \cdot [1 - (\frac{f_5}{f_4} - 1) \cdot 8] \cdot k \dots\dots\dots(6)$$

其中「 L_5 」代表第五共振路徑 PA5 之長度，「 L_4 」代表第四共振路徑 PA4 之長度，「 f_5 」代表第五共振頻率 f_5 ，「 f_4 」代表第四共振頻率 f_4 ，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。

【0051】 由上可知，第五共振路徑 PA5 之長度係由前述之第四共振路徑 PA4 之長度和前述之第四共振頻率 f_4 推導得出。詳細而言，第五共振路徑 PA5 之長度可為下列元件之總長度：第五連接部 571、第六連接部 574、第一內緣 146 介於第五連接部 571 之第一端 572 和第六連接部 574 之第一端 575 之間之部份，以及第二內緣 147 介於第五連接部 571 之第二端 573 和第六連接部

574之第二端576之間之部份。環形結構140之第一端141和第二端142之間之空隙長度可忽略不計。根據第6圖之量測結果，若將第五連接部571和第六連接部574加入至天線結構500，則額外產生之第五共振頻率 f_5 將可有效地增加天線結構500之操作頻帶FB3之頻寬。第5圖之天線結構500之其餘特徵皆與第3圖之天線結構300類似，故此二實施例均可達成相似之操作效果。

【0052】 在另一些實施例中，天線結構500可包括更多對連接部以形成第一至第N共振路徑(未顯示)。大致而言，第N共振頻率 f_N 係由第N共振路徑所激發產生，而第N共振路徑之長度可根據方程式(7)進行計算：

$$\text{【0053】 } L_N = L_{N-1} \cdot [1 - (\frac{f_N}{f_{N-1}} - 1) \cdot 2^{(N-2)}] \cdot k \dots\dots\dots(7)$$

其中「 L_N 」代表第N共振路徑之長度，「 L_{N-1} 」代表第N-1共振路徑之長度，「 f_N 」代表第N共振頻率 f_N ，「 f_{N-1} 」代表第N-1共振頻率 f_{N-1} ，「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數，而「 N 」為大於或等於3之正整數。

【0054】 第7圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構500之輻射增益圖。根據第7圖之量測結果，天線結構500於操作頻帶FB3內(介於1700MHz至2900MHz之間)之輻射增益幾乎都在9dBi以上，此已可滿足一般行動通訊裝置之實際應用需求。

【0055】 在第1至7圖之實施例中，每一環形結構140皆大致呈現一五邊形(外寬內窄)，而每一中空區域145皆大致呈現一鑽石形，惟本發明並不僅限於此。第8A圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構810之示意圖。在第8A圖之實施例中，

天線結構810之每一環形結構皆大致呈現一較大矩形，而天線結構810之每一中空區域皆大致呈現一較小矩形。第8B圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構820之示意圖。在第8B圖之實施例中，天線結構820之每一環形結構皆大致呈現一較大三角形，而天線結構820之每一中空區域皆大致呈現一較小三角形。第8C圖係顯示根據本發明另一實施例所述之天線結構830之示意圖。在第8C圖之實施例中，天線結構830之每一環形結構皆大致呈現一較大橢圓形，而天線結構830之每一中空區域皆大致呈現一較小橢圓形。根據實際量測結果，以上組態調整均不致影響本發明之效果。在另一些實施例中，前述任一天線結構亦可調整以涵蓋不同操作頻帶，例如：此操作頻帶可介於700MHz至960MHz之間。

【0056】 第9圖係顯示根據本發明一實施例所述之電子裝置(Electronic Device)900之示意圖。在第9圖之實施例中，電子裝置900包括一殼體910和一天線結構920，其中天線結構920係設置於殼體910內。殼體910可以用導體材質或非導體材質所製成。殼體910之形狀和種類於本發明中均不特別限制。天線結構920可以是第1-8圖之任一實施例所述之天線結構，故在此不再重複說明。

【0057】 本發明提出一種新穎之天線結構，其可支援多輸入多輸出(Multi-Input and Multi-Output, MIMO)之功能。與傳統設計相比，本發明之天線結構至少具有寬頻帶、高增益、雙極化、全向性、平面化，以及低製造成本等優勢，故其很適合應用於各種各式之高速通訊裝置當中。

【0058】 值得注意的是，以上所述之元件尺寸、元件形狀，以及頻率範圍皆非為本發明之限制條件。天線設計者可以根據不同需要調整這些設定值。本發明之天線結構和電子裝置並不僅限於第1-9圖所圖示之狀態。本發明可以僅包括第1-9圖之任何一或複數個實施例之任何一或複數項特徵。換言之，並非所有圖示之特徵均須同時實施於本發明之天線結構和電子裝置當中。

【0059】 在本說明書以及申請專利範圍中的序數，例如「第一」、「第二」、「第三」等等，彼此之間並沒有順序上的先後關係，其僅用於標示區分兩個具有相同名字之不同元件。

【0060】 本發明雖以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明的範圍，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可做些許的更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0061】

100、300、500、810、820、830～天線結構；

110～信號源；

121～第一傳輸線；

122～第二傳輸線；

123～第三傳輸線；

124～第四傳輸線；

131、331、531～第一輻射部；

132、332、532～第二輻射部；

- 133、333、533～第三輻射部；
- 134、334、534～第四輻射部；
- 140～環形結構；
- 141～環形結構之第一端；
- 142～環形結構之第二端；
- 145～中空區域；
- 145A～中空區域之第一側；
- 145B～中空區域之第二側；
- 146～環形結構之第一內緣；
- 147～環形結構之第二內緣；
- 151～第一連接部；
- 152～第一連接部之第一端；
- 153～第一連接部之第二端；
- 154～第二連接部；
- 155～第二連接部之第一端；
- 156～第二連接部之第二端；
- 180～介質基板；
- 361～第三連接部；
- 362～第三連接部之第一端；
- 363～第三連接部之第二端；
- 364～第四連接部；
- 365～第四連接部之第一端；
- 366～第四連接部之第二端；
- 571～第五連接部；

- 572～第五連接部之第一端；
- 573～第五連接部之第二端；
- 574～第六連接部；
- 575～第六連接部之第一端；
- 576～第六連接部之第二端；
- 900～電子裝置；
- 910～殼體；
- 920～天線結構；
- D_1 ～間距；
- f_1 ～第一共振頻率；
- f_2 ～第二共振頻率；
- f_3 ～第三共振頻率；
- f_4 ～第四共振頻率；
- f_5 ～第五共振頻率；
- FB1、FB2、FB3～操作頻帶；
- FP1～第一饋入點；
- FP2～第二饋入點；
- FP3～第三饋入點；
- FP4～第四饋入點；
- PA1～第一共振路徑；
- PA2～第二共振路徑；
- PA3～第三共振路徑；
- PA4～第四共振路徑；
- PA5～第五共振路徑；

VL1～第一虛擬延伸線；

VL2～第二虛擬延伸線。

【發明名稱】 天線結構和電子裝置

Antenna Structure and Electronic Device

【中文】

一種天線結構，包括一信號源、四條傳輸線，以及四個輻射部。該等輻射部係分別經由該等傳輸線耦接至該信號源。該等輻射部之每一者皆包括：一環形結構、一第一連接部，以及一第二連接部。該環形結構具有相對之一第一內緣和一第二內緣，其中一中空區域係形成於該第一內緣和該第二內緣之間。該中空區域具有相對之一第一側和一第二側。該第一連接部係延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間。該第二連接部係延伸跨越該中空區域之該第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間。

【英文】

An antenna structure includes a signal source, four transmission lines, and four radiation elements. The radiation elements are coupled through the transmission lines to the signal source, respectively. Each of the radiation elements includes a loop structure, a first connection element, and a second connection element. The loop structure has a first inner edge and a second inner edge which are opposite to each other. A hollow region is formed between the first inner edge and the second inner edge. The hollow region has a first side and a

second side which are opposite to each other. The first connection element extends across the first side of the hollow region. The first connection element is coupled between the first inner edge and the second inner edge. The second connection element extends across the second side of the hollow region. The second connection element is coupled between the first inner edge and the second inner edge.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 100～天線結構；
- 110～信號源；
- 121～第一傳輸線；
- 122～第二傳輸線；
- 123～第三傳輸線；
- 124～第四傳輸線；
- 131～第一輻射部；
- 132～第二輻射部；
- 133～第三輻射部；
- 134～第四輻射部；
- 140～環形結構；
- 141～環形結構之第一端；
- 142～環形結構之第二端；
- 145～中空區域；
- 145A～中空區域之第一側；
- 145B～中空區域之第二側；
- 146～環形結構之第一內緣；
- 147～環形結構之第二內緣；
- 151～第一連接部；
- 152～第一連接部之第一端；
- 153～第一連接部之第二端；

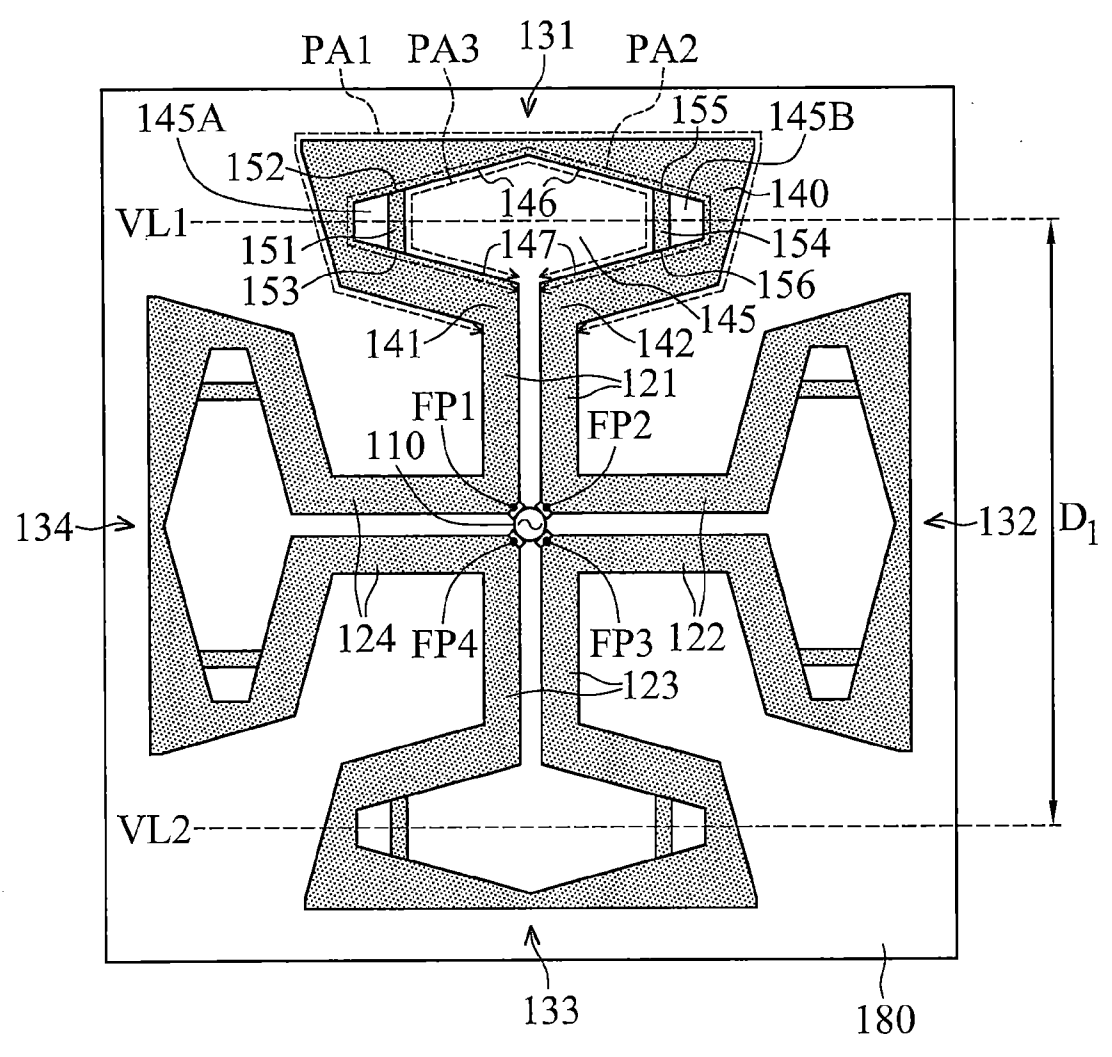
- 154～第二連接部；
- 155～第二連接部之第一端；
- 156～第二連接部之第二端；
- 180～介質基板；
- D_1 ～間距；
- FP1～第一饋入點；
- FP2～第二饋入點；
- FP3～第三饋入點；
- FP4～第四饋入點；
- PA1～第一共振路徑；
- PA2～第二共振路徑；
- PA3～第三共振路徑；
- VL1～第一虛擬延伸線；
- VL2～第二虛擬延伸線。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

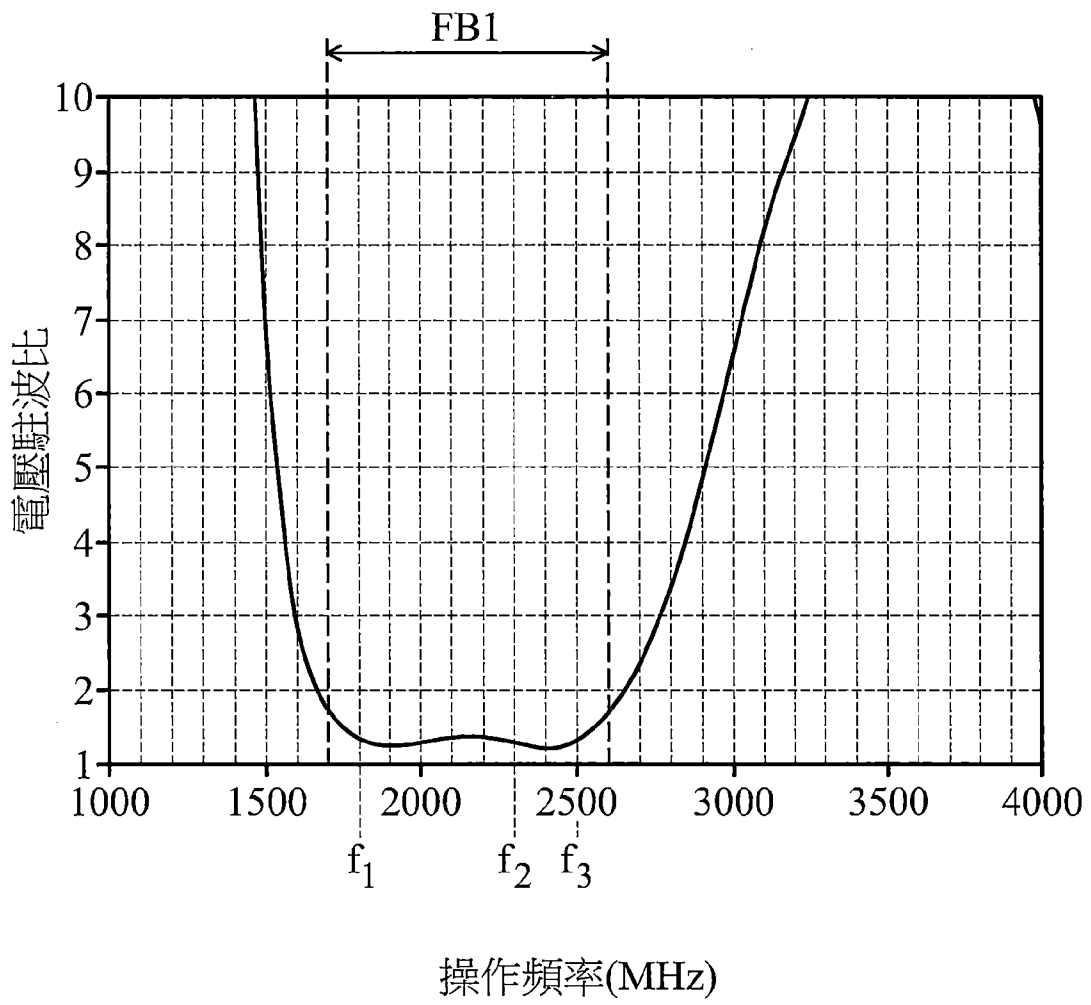
無。

圖式

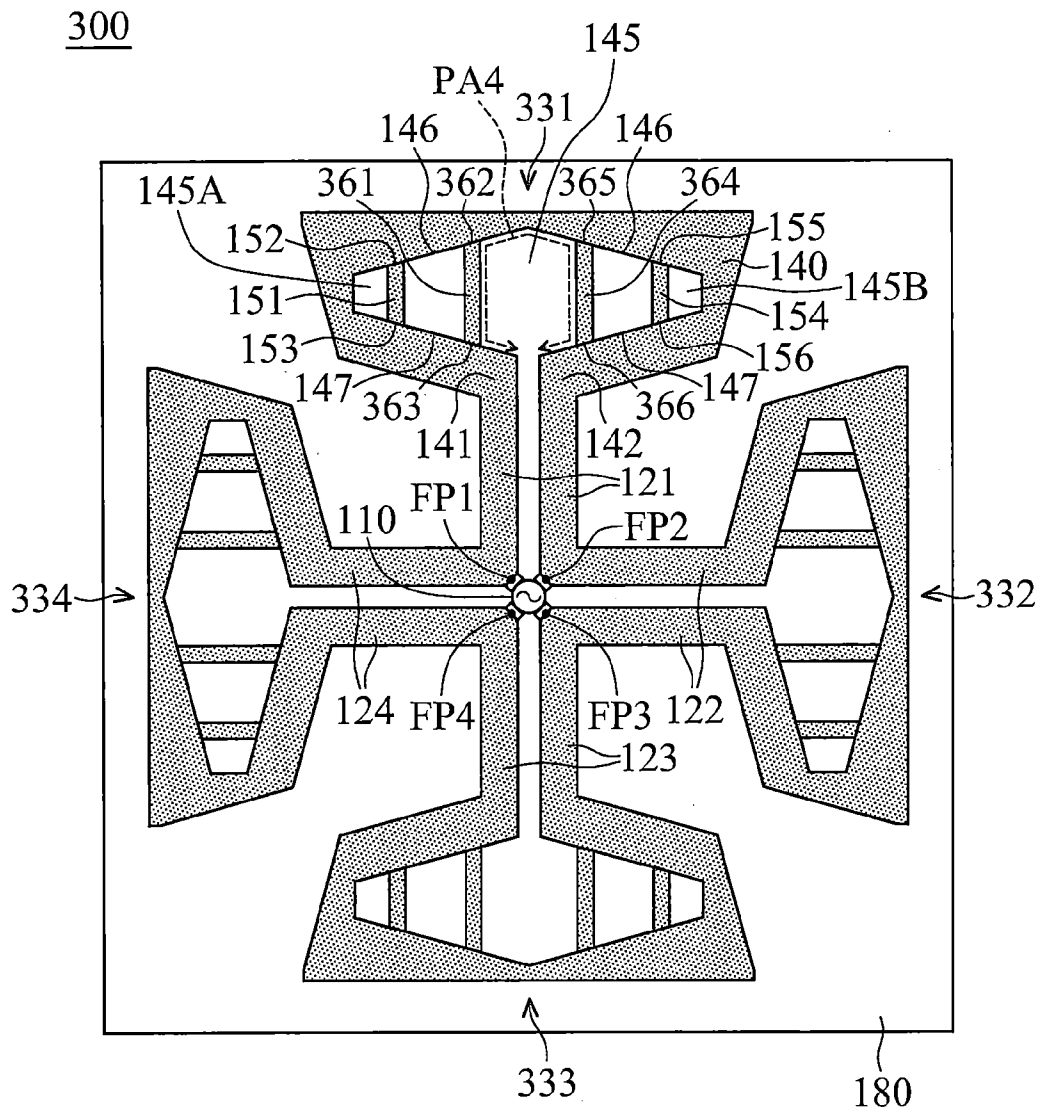
100



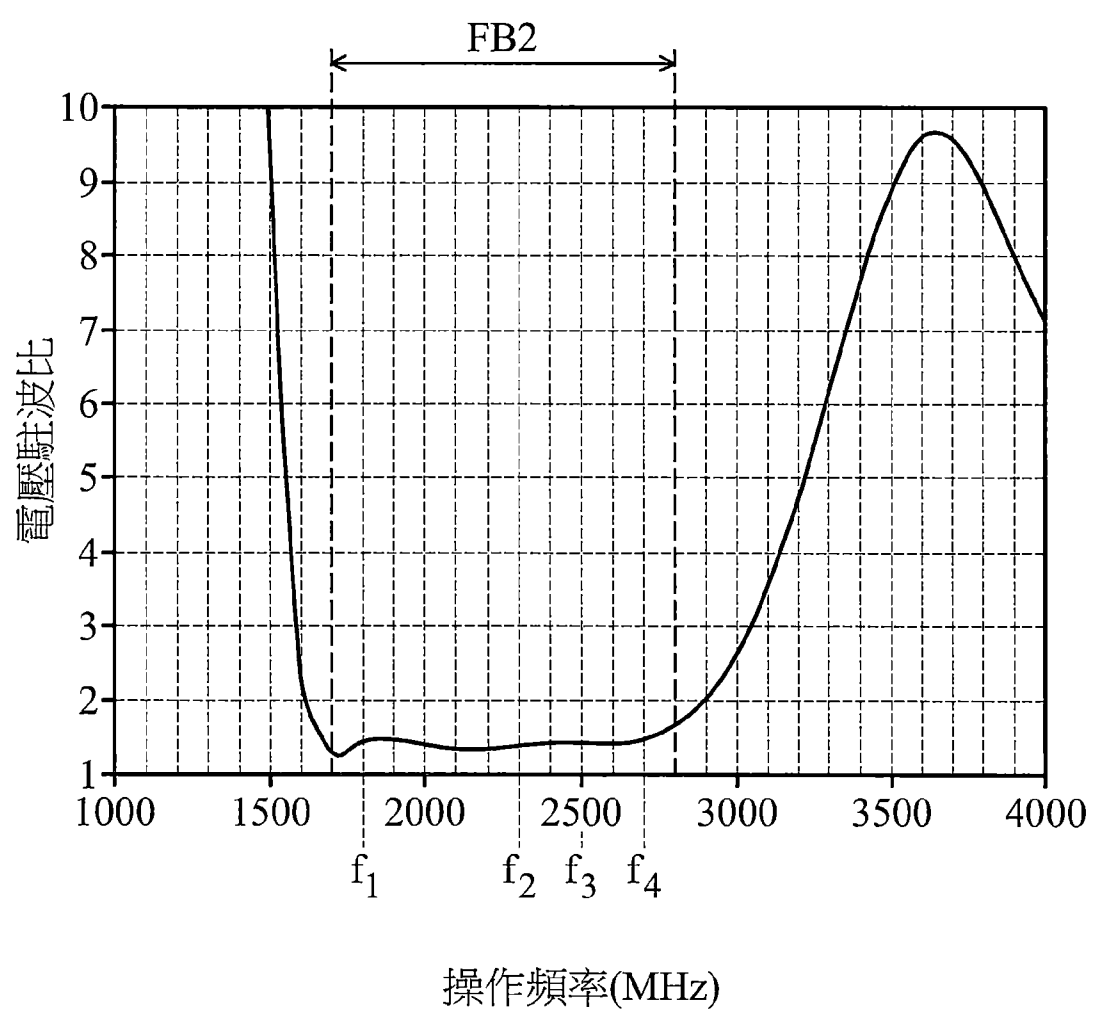
第 1 圖



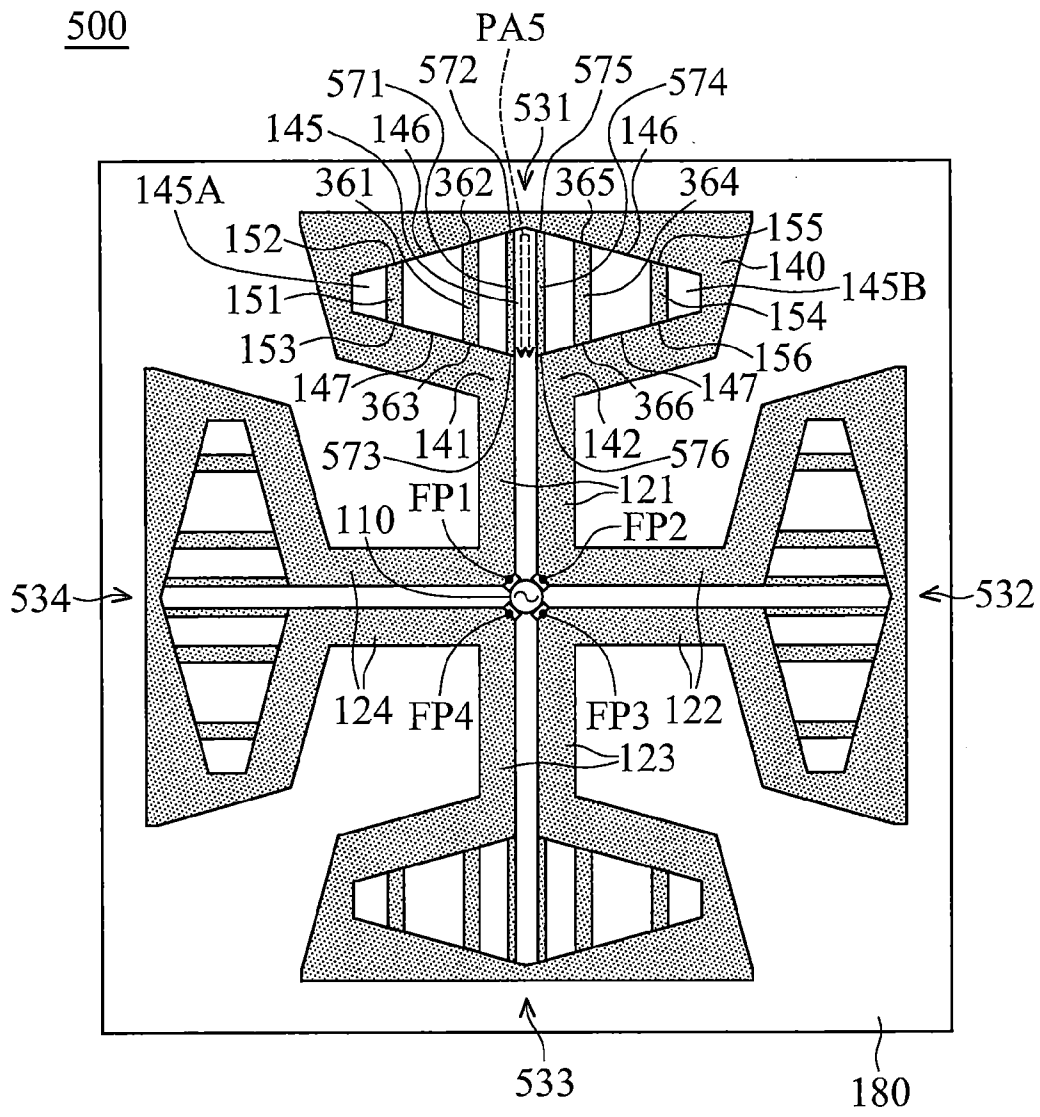
第 2 圖



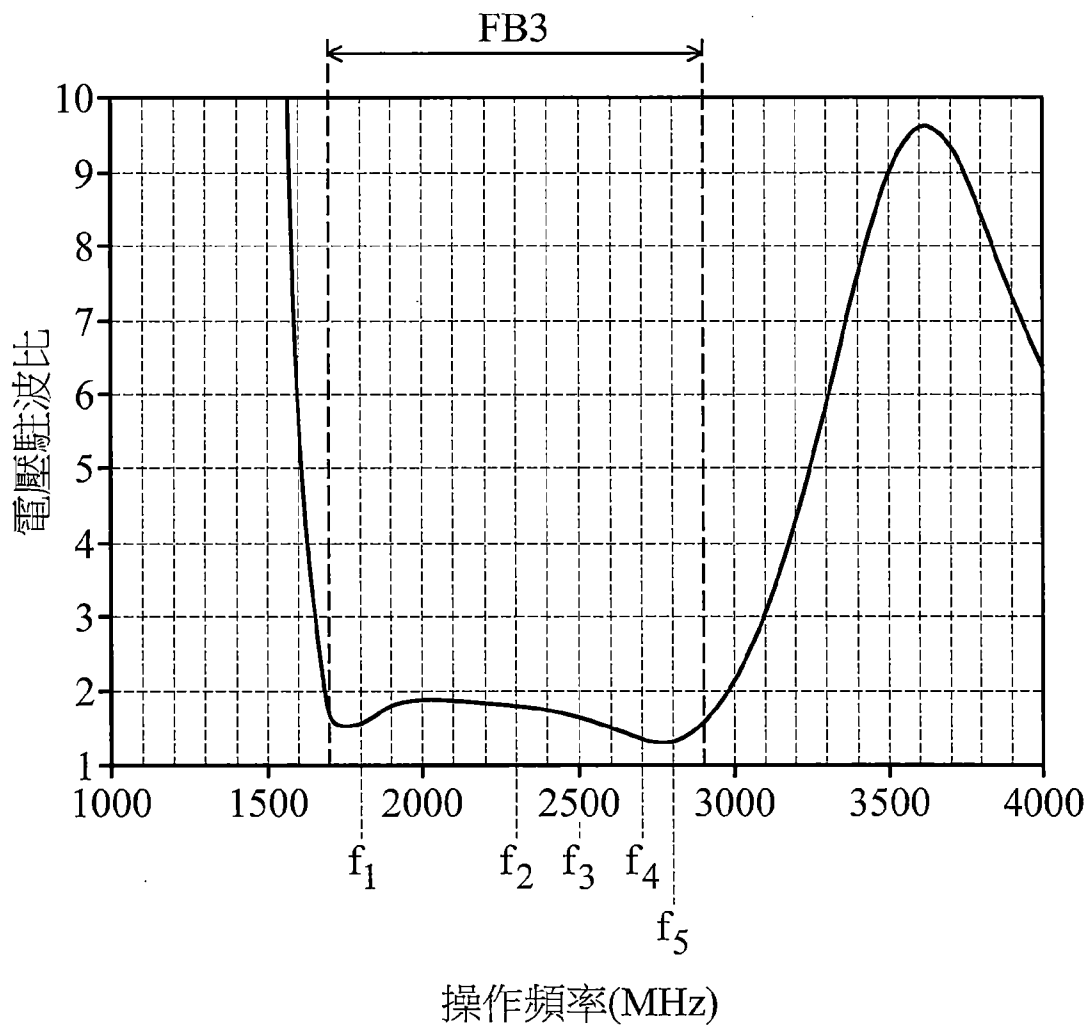
第 3 圖



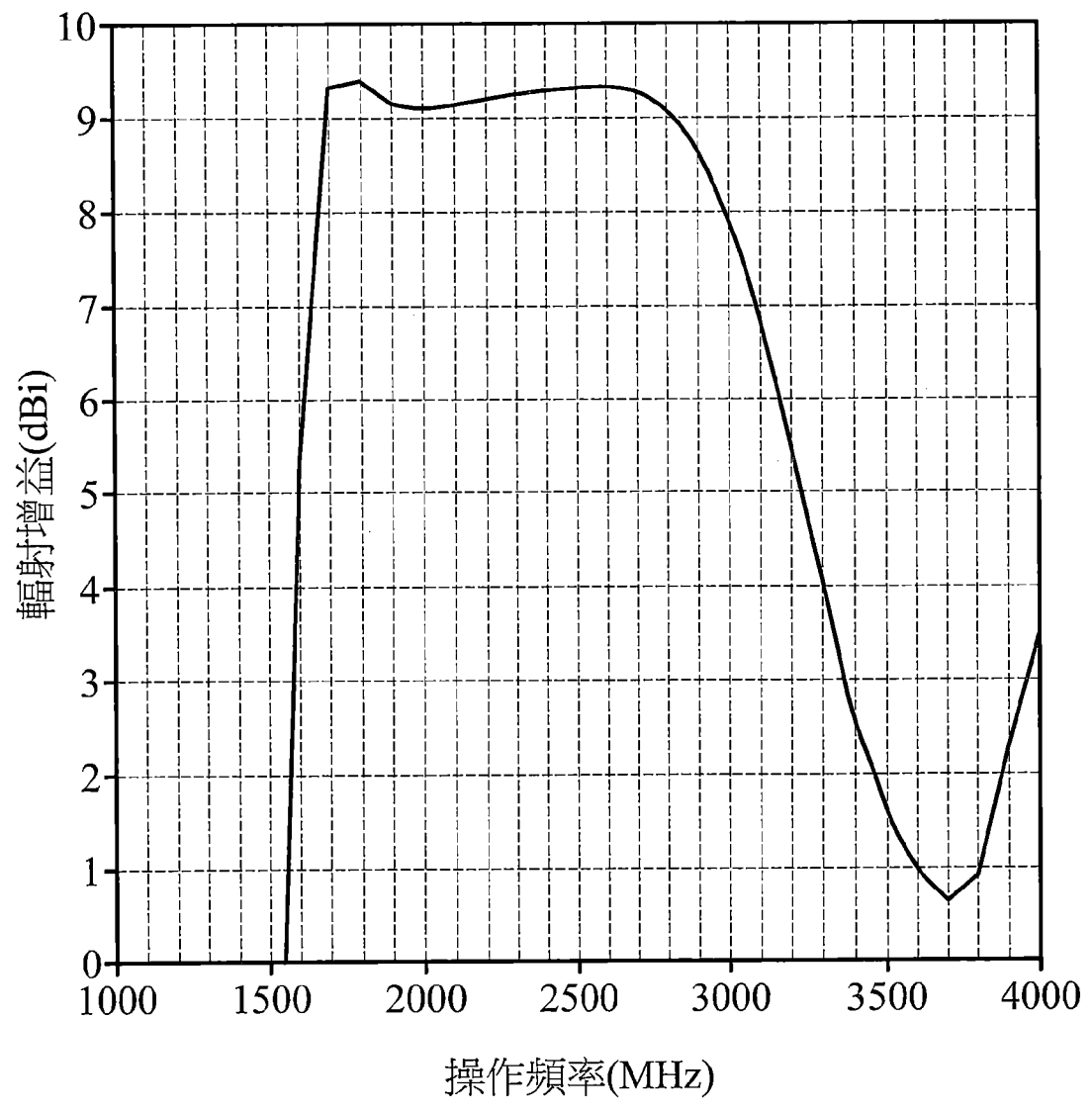
第 4 圖



第 5 圖

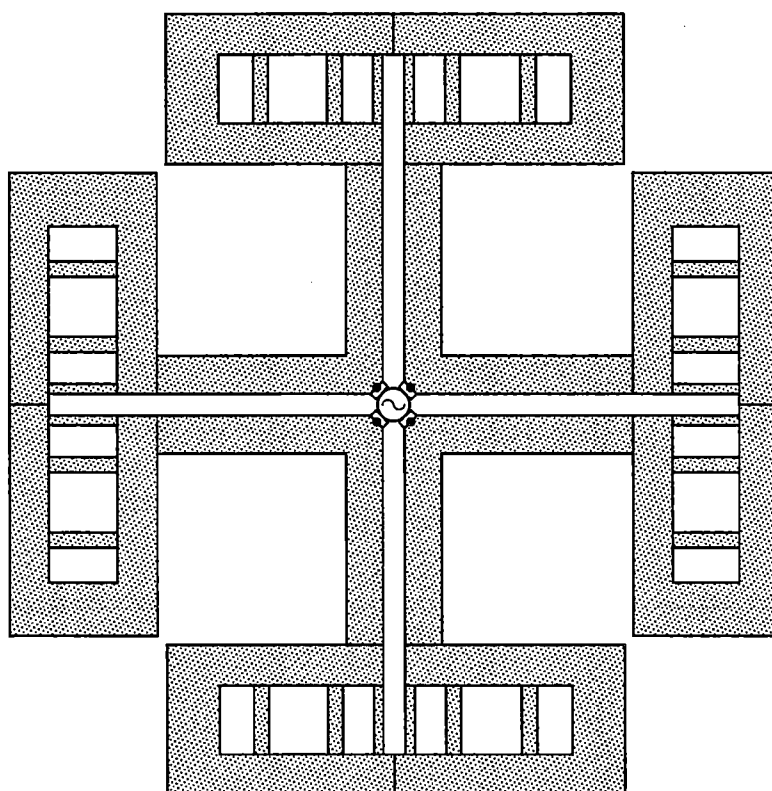


第 6 圖

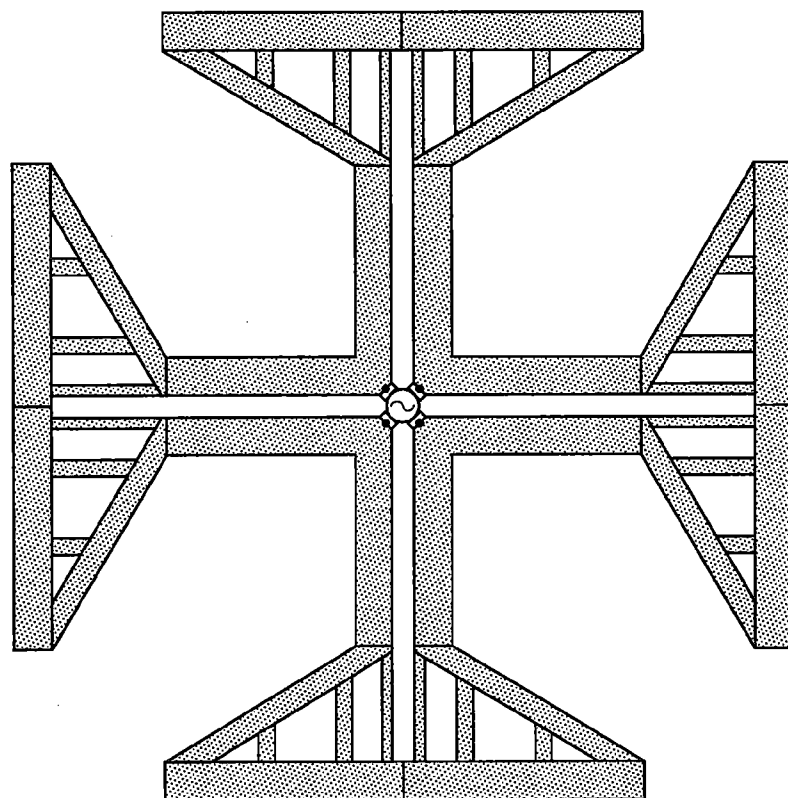


第 7 圖

810

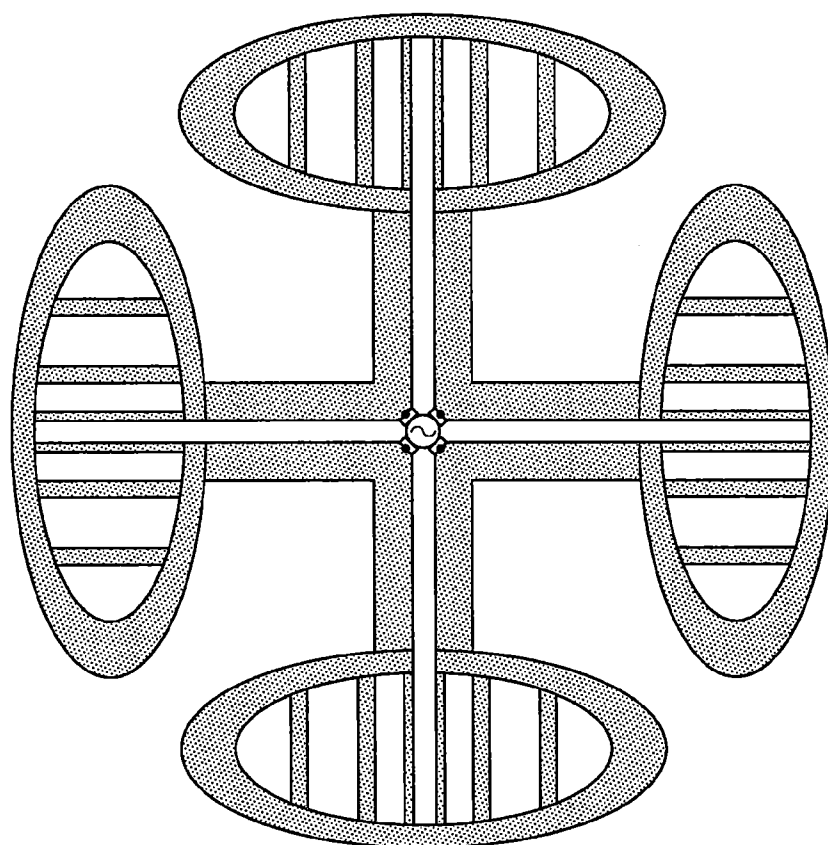


第 8A 圖



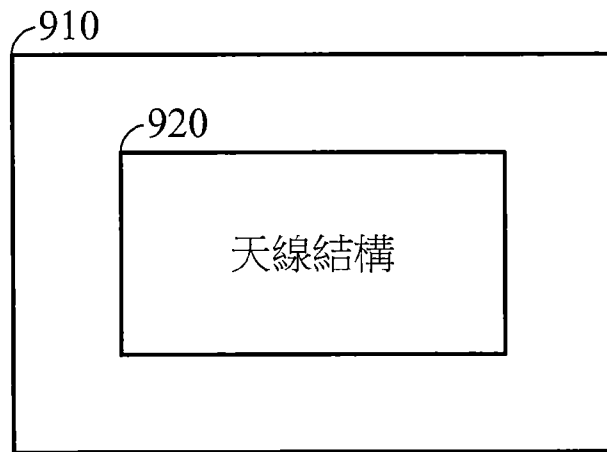
第 8B 圖

830



第 8C 圖

900



第 9 圖

申請專利範圍

1. 一種天線結構，包括：

一信號源；

一第一傳輸線；

一第二傳輸線；

一第三傳輸線；

一第四傳輸線；

一第一輻射部，經由該第一傳輸線耦接至該信號源；

一第二輻射部，經由該第二傳輸線耦接至該信號源；

一第三輻射部，經由該第三傳輸線耦接至該信號源；以及

一第四輻射部，經由該第四傳輸線耦接至該信號源；

其中該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線，以及該第四傳輸線之每一者皆包括一對導線；

其中該第一傳輸線之該等導線係分別耦接至一第一饋入點和一第二饋入點，該第二傳輸線之該等導線係分別耦接至該第二饋入點和一第三饋入點，該第三傳輸線之該等導線係分別耦接至該第三饋入點和一第四饋入點，而該第四傳輸線之該等導線係分別耦接至該第一饋入點和該第四饋入點；

其中該信號源具有一第一正極、一第二正極、一第一負極，以及一第二負極，該第一正極係耦接至該第一饋入點，該第二正極係耦接至該第四饋入點，該第一負極係耦接至該第二饋入點，而該第二負極係耦接至該第三饋入點；

其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者皆包括：

- 一環形結構，具有相對之一第一內緣和一第二內緣，其中一中空區域係形成於該第一內緣和該第二內緣之間；
- 一第一連接部，延伸跨越該中空區域之一第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及
- 一第二連接部，延伸跨越該中空區域之相對於該第一側之一第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第一連接部與該第二連接部係呈對稱設置。
- 2.如申請專利範圍第1項所述之天線結構，其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部、該第四輻射部、該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線，以及該第四傳輸線皆相對該天線結構之中心點而呈現對稱分佈。
- 3.如申請專利範圍第1項所述之天線結構，其中該天線結構更包括：
- 一介質基板，用於承載該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線、該第四傳輸線、該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部。
- 4.如申請專利範圍第3項所述之天線結構，其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者更包括：
- 一第三連接部，延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及
- 一第四連接部，延伸跨越該中空區域之該第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第三連接部與該第四連接部係呈對稱設置。

- 5.如申請專利範圍第4項所述之天線結構，其中該第三連接部和該第四連接部皆介於該第一連接部和該第二連接部之間。
- 6.如申請專利範圍第4項所述之天線結構，其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之每一者更包括：
 - 一第五連接部，延伸跨越該中空區域之該第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及
 - 一第六連接部，延伸跨越該中空區域之該第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第五連接部與該第六連接部係呈對稱設置。
- 7.如申請專利範圍第6項所述之天線結構，其中該第五連接部和該第六連接部皆介於該第三連接部和該第四連接部之間。
- 8.如申請專利範圍第6項所述之天線結構，其中該第一連接部、該第二連接部、該第三連接部、該第四連接部、該第五連接部，以及該第六連接部各自皆呈現一直條形。
- 9.如申請專利範圍第6項所述之天線結構，其中該第一連接部、該第二連接部、該第三連接部、該第四連接部、該第五連接部，以及該第六連接部彼此皆分離且互相平行。
- 10.如申請專利範圍第6項所述之天線結構，其中該天線結構涵蓋一操作頻帶，而該操作頻帶包括由低至高之一第一共振頻率、一第二共振頻率、一第三共振頻率、一第四共振頻率，以及一第五共振頻率。

11.如申請專利範圍第10項所述之天線結構，其中該操作頻帶係介於1700MHz至2700MHz之間，或介於700MHz至960MHz之間。

12.如申請專利範圍第10項所述之天線結構，其中沿該環形結構之外圍形成一第一共振路徑，而該第一共振路徑之長度如下所述：

$$L_1 = \frac{c \cdot k}{f_1 \cdot \sqrt[6]{\epsilon_r}}$$

其中「 L_1 」代表該第一共振路徑之該長度，「 c 」代表光速，「 f_1 」代表該第一共振頻率，「 ϵ_r 」代表該介質基板之介電常數，而「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數。

13.如申請專利範圍第10項所述之天線結構，其中沿該環形結構之內圍形成一第二共振路徑，而該第二共振路徑之長度係如下所述：

$$L_2 = \frac{c \cdot k}{f_2 \cdot \sqrt[6]{\epsilon_r}}$$

其中「 L_2 」代表該第二共振路徑之該長度，「 c 」代表光速，「 f_2 」代表該第二共振頻率，「 ϵ_r 」代表該介質基板之介電常數，而「 k 」代表介於0.8至1.2之間之補償常數。

14.如申請專利範圍第13項所述之天線結構，其中沿該第一內緣、該第一連接部、該第二內緣，以及該第二連接部形成一第三共振路徑，而該第三共振路徑之長度係如下所述：

$$L_3 = L_2 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_3}{f_2} - 1\right) \cdot 2\right] \cdot k$$

其中「 L_3 」代表該第三共振路徑之該長度，而「 f_3 」代表該

第三共振頻率。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之天線結構，其中沿該第一內緣、該第三連接部、該第二內緣，以及該第四連接部形成一第四共振路徑，而該第四共振路徑之長度係如下所述：

$$L_4 = L_3 \cdot [1 - (\frac{f_4}{f_3} - 1) \cdot 4] \cdot k$$

其中「 L_4 」代表該第四共振路徑之該長度，而「 f_4 」代表該第四共振頻率。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之天線結構，其中沿該第一內緣、該第五連接部、該第二內緣，以及該第六連接部形成一第五共振路徑，而該第五共振路徑之長度係如下所述：

$$L_5 = L_4 \cdot [1 - (\frac{f_5}{f_4} - 1) \cdot 8] \cdot k$$

其中「 L_5 」代表該第五共振路徑之該長度，而「 f_5 」代表該第五共振頻率。

17. 如申請專利範圍第 10 項所述之天線結構，其中該第一輻射部、該第二輻射部、該第三輻射部，以及該第四輻射部之任相對二者之一間距係如下所述：

$$D_1 = \frac{c \cdot k}{2 \cdot f_c}$$

其中「 D_1 」代表該間距，「 c 」代表光速，「 f_c 」代表該操作頻帶之中心頻率，而「 k 」代表介於 0.8 至 1.2 之間之補償常數。

18. 如申請專利範圍第 1 項所述之天線結構，其中該環形結構係呈現一五邊形、一矩形、一三角形，或是一橢圓形。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之天線結構，其中該中空區域

係呈現一鑽石形。

20. 一種電子裝置，包括：

一殼體；以及

一天線結構，設置於該殼體內，其中該天線結構包括：

一信號源；

一第一傳輸線；

一第二傳輸線；

一第三傳輸線；

一第四傳輸線；

一第一輻射部，經由該第一傳輸線耦接至該信號源；

一第二輻射部，經由該第二傳輸線耦接至該信號源；

一第三輻射部，經由該第三傳輸線耦接至該信號源；以及

一第四輻射部，經由該第四傳輸線耦接至該信號源；

其中該第一傳輸線、該第二傳輸線、該第三傳輸線，以及該第四傳輸線之每一者皆包括一對導線；

其中該第一傳輸線之該等導線係分別耦接至一第一饋入點和一第二饋入點，該第二傳輸線之該等導線係分別耦接至該第二饋入點和一第三饋入點，該第三傳輸線之該等導線係分別耦接至該第三饋入點和一第四饋入點，而該第四傳輸線之該等導線係分別耦接至該第一饋入點和該第四饋入點；

其中該信號源具有一第一正極、一第二正極、一第一負極，以及一第二負極，該第一正極係耦接至該第一饋入點，該第二正極係耦接至該第四饋入點，該第一負極係耦接至該第二饋入點，而該第二負極係耦接至該第三饋入點；

其中該第一輻射部包括：

一環形結構，具有一第一內緣和一第二內緣，其中該第一內緣及該第二內緣係相對一虛擬延伸線設置，該虛擬延伸線垂直於該第一傳輸線的一中心延伸軸，且該第一內緣和該第二內緣之間形成一中空區域；

一第一連接部，延伸跨越該中空區域之一第一側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間；以及

一第二連接部，延伸跨越該中空區域之相對於該第一側之一第二側，並耦接於該第一內緣和該第二內緣之間，其中該第一連接部與該第二連接部係相對該第一傳輸線的該中心延伸軸對稱設置。