



(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 I423523 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 11 日

(21) 申請案號：098144536

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 23 日

(51) Int. Cl. : **H01Q13/20 (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：張榮原 CHANG, RONG YUAN (TW) ; 陳富強 CHENG, FU CHIARNG (TW)

(74) 代理人：詹銘文；蕭錫清

(56) 參考文獻：

TW 465140

EP 150691A3

US 6317095B1

US 2005/0012667A1

審查人員：謝裕民

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：10 共 0 頁

(54) 名稱

多平面掃描洩漏波天線

LEAKY-WAVE ANTENNA CAPABLE OF MULTI-PLANE SCANNING

(57) 摘要

一種多平面掃描洩漏波天線，包括基板、第一天線串列、第二天線串列與多個控制單元。第一天線串列與第二天線串列相互交叉設置，以共用多個天線單元中的一預設天線單元。部分天線單元從預設天線單元的一第一與一第二傳輸線向外串接而形成第一天線串列，其餘的天線單元從預設天線單元的一第三與一第四傳輸線向外串接而形成第二天線串列。控制單元用以控制第一至第四傳輸線與這些天線單元之間的傳輸路徑，並致使洩漏波束切換至不同的掃描平面，且洩漏波束透過這些天線單元而隨著頻率的變化來進行掃描。

A leaky-wave antenna capable of multi-plane scanning is provided. The leaky-wave antenna includes a substrate, a first antenna series, a second antenna series and a plurality of control units. The first antenna series intersect the second antenna series to share a predetermined antenna unit among many antenna units. A part of the antenna units are connected in series from a first and a second transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the first antenna series, and the other antenna units are connected in series from a third and a fourth transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the second antenna series. The control units control the transmission paths between the first to the fourth transmission lines and the antenna units, and switch a leaky beam to different scanning plane, wherein the leaky beam scans with the frequency by the control units.

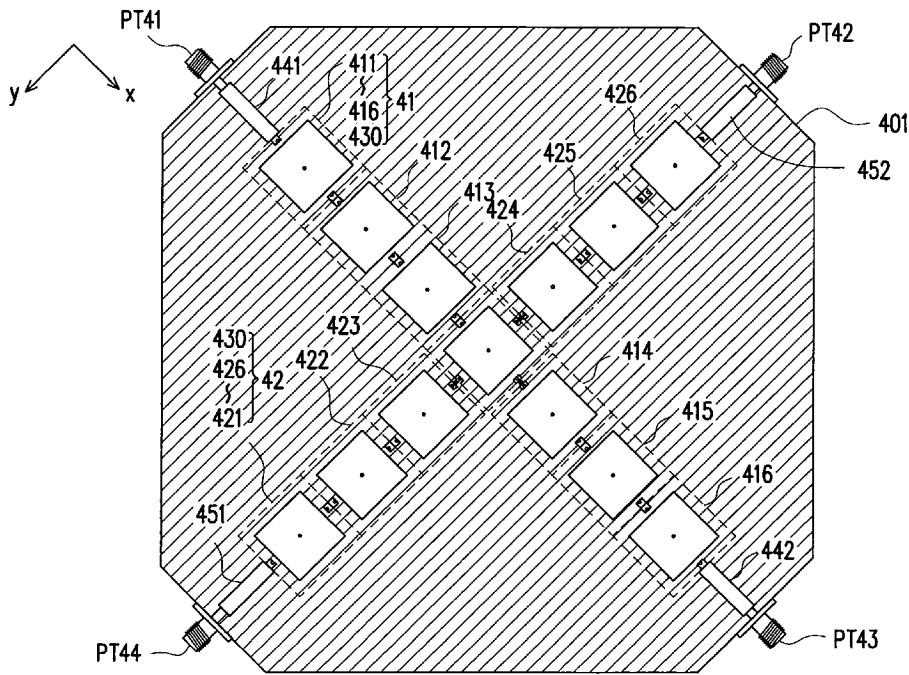
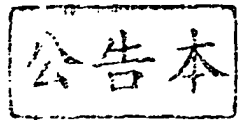


圖 4

- 400 . . . 多平面掃描
洩漏波天線
- 401 . . . 基板
- 41 . . . 第一天線串
列
- 42 . . . 第二天線串
列
- 411~416、421~426、
430 . . . 天線單元
- 441、442、451、
452 . . . 匹配走線
- 400 PT41~PT44 . . . 饋
入埠

發明專利說明書



(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：98144536

※ 申請日：98.12.23

※ IPC 分類：H01g 13/00 (2006.01)

一、發明名稱：

多平面掃描洩漏波天線 / LEAKY-WAVE ANTENNA
CAPABLE OF MULTI-PLANE SCANNING

二、中文發明摘要：

一種多平面掃描洩漏波天線，包括基板、第一天線串列、第二天線串列與多個控制單元。第一天線串列與第二天線串列相互交叉設置，以共用多個天線單元中的一預設天線單元。部分天線單元從預設天線單元的一第一與一第二傳輸線向外串接而形成第一天線串列，其餘的天線單元從預設天線單元的一第三與一第四傳輸線向外串接而形成第二天線串列。控制單元用以控制第一至第四傳輸線與這些天線單元之間的傳輸路徑，並致使洩漏波束切換至不同的掃描平面，且洩漏波束透過這些天線單元而隨著頻率的變化來進行掃描。

三、英文發明摘要：

A leaky-wave antenna capable of multi-plane scanning is provided. The leaky-wave antenna includes a substrate, a first antenna series, a second antenna series and a plurality of

control units. The first antenna series intersect the second antenna series to share a predetermined antenna unit among many antenna units. A part of the antenna units are connected in series from a first and a second transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the first antenna series, and the other antenna units are connected in series from a third and a fourth transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the second antenna series. The control units control the transmission paths between the first to the fourth transmission lines and the antenna units, and switch a leaky beam to different scanning plane, wherein the leaky beam scans with the frequency by the control units.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 4

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

400：多平面掃描洩漏波天線

401：基板

41：第一天線串列

42：第二天線串列

411~416、421~426、430：天線單元

441、442、451、452：匹配走線

PT41~PT44：饋入埠

control units. The first antenna series intersect the second antenna series to share a predetermined antenna unit among many antenna units. A part of the antenna units are connected in series from a first and a second transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the first antenna series, and the other antenna units are connected in series from a third and a fourth transmission lines of the predetermined antenna unit to compose the second antenna series. The control units control the transmission paths between the first to the fourth transmission lines and the antenna units, and switch a leaky beam to different scanning plane, wherein the leaky beam scans with the frequency by the control units.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 4

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

400：多平面掃描洩漏波天線

401：基板

41：第一天線串列

42：第二天線串列

411~416、421~426、430：天線單元

441、442、451、452：匹配走線

PT41~PT44：饋入埠

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】

本發明是有關於一種天線，且特別是有關於一種多平面掃描洩漏波天線。

【先前技術】

隨著無線通訊技術的蓬勃發展和電信的自由化，許多不同的通訊協定規格與技術相繼而生，以在有效的頻寬中創造更好的通訊品質。此外，天線是無線通訊系統不可或缺的必要構件之一，因此如何提升系統特性與效能的天線也日益重要。

在現今的通訊系統中，天線通常都具有較寬波束場型的特性，例如：全向性、單一波束。一般來說，全向性天線與定向性天線所傳送的訊號易受到多重路徑衰減(multi-path fading)和同類信號的干擾，進而影響通訊品質。為了解決上述問題，智慧型天線(smart antenna)的發展是最具前景的技術之一。一般而言，智慧型天線可劃分為切換波束天線與掃描波束天線。其中，切換波束天線是透過改變天線的波束形狀與方向，來增加天線增益與減小其他雜訊干擾。掃描波束天線則需藉由著主動元件輔助或是洩漏波天線而達成。

目前已知切換波束或是掃描波束天線的設計方法大致可分為下列幾種：其一是利用 90 度的耦合器作饋入到天線陣列，並透過改變耦合器的不同埠來當作輸入埠，以達

到切換波束的效果；其二是設計出八木天線，並在寄生元件中加入 PIN 二極體，以透過改變 PIN 二極體的導通與否來改變寄生元件的長度來當作反射元件與導波元件，因而達到切換波束方向的特性；其三是利用巴特勒矩陣配合天線陣列，並利用波束合成(beam-forming)技術來實現之。

目前已知的技術雖然可以達到切換波束的目的，但卻還存在著很多的缺點。例如：針對利用改變耦合器的不同埠來當作輸入埠的技術來說，未使用的埠需接上匹配的阻抗才能正常工作，因而導致操作上的不便；針對利用單極天線等技術所設計的八木天線來說，天線並不具有低姿態的特性，且存有無法實現薄型化的問題；此外，針對波束合成技術來說，其必須透過複雜且面積龐大的饋入網路與天線陣列來實現多個波束方向的切換，因而存有難以實現小型化的問題。再者，上述方法皆無波束掃描的功能。

【發明內容】

本發明提供一種多平面掃描洩漏波天線，具有波束掃描與波束切換的功能，且採用平板式的設計架構而具有微型化的優勢。

本發明提出一種多平面掃描洩漏波天線，包括一基板、一第一天線串列、一第二天線串列與多個控制單元。第一天線串列與第二天線串列設置在基板上，並包括多個天線單元。此外，第一天線串列與第二天線串列相互交叉設置以共用這些天線單元中的一預設天線單元，且部分天

線單元從預設天線單元的一第一與一第二傳輸線向外串接而形成第一天線串列，其餘的天線單元從預設天線單元的一第三與一第四傳輸線向外串接而形成第二天線串列。所述多個控制單元設置在預設天線單元的周圍，以控制第一至第四傳輸線與這些天線單元之間的傳輸路徑，並致使一洩漏波束於多個掃描平面擇一切換，且洩漏波束透過這些天線單元而隨著頻率的變化來進行掃描。

在本發明之一實施例中，上述之這些天線單元各自包括一金屬接地層、一金屬片、一第一導孔、一第五傳輸線、一第二導孔、一第六傳輸線、以及一第三導孔。金屬接地層設置在基板的第一表面，並具有多個槽體以劃分出於電性上互不相連的多個金屬區塊。金屬片設置在基板的第二表面，並分別與這些金屬區塊於垂直投影面上部分重疊。第一導孔貫穿金屬接地層、基板與金屬片，且金屬片透過第一導孔內的第一導電柱電性連接至金屬接地層。

此外，第五傳輸線設置在基板的第二表面，並位在金屬片的一側邊，且第五傳輸線於垂直投影面上與這些金屬區塊中的第一金屬區塊部分重疊。第二導孔貫穿第五傳輸線、基板與第一金屬區塊，且第五傳輸線透過第二導孔內的第二導電柱電性連接至第一金屬區塊。第六傳輸線設置在基板的第二表面，並位在金屬片的另一側邊，且第六傳輸線於垂直投影面上與這些金屬區塊中的一第二金屬區塊部分重疊。第三導孔貫穿第六傳輸線、基板與第二金屬區塊，且第六傳輸線透過第三導孔內的第三導電柱電性連接

至第二金屬區塊。

在本發明之一實施例中，上述之天線單元分別等效為一複合左右手傳輸線，且複合左右手傳輸線的平衡頻率點相關於金屬片、第一導電柱、第二導電柱與這些金屬區塊的大小。此外，金屬片、第一導電柱與金屬接地層等效為複合左右手傳輸線的左手電感，且第五傳輸線、第一金屬區塊與第二導電柱等效為複合左右手傳輸線的左手電容。

基於上述，本發明是將具有波束掃描功能的天線串列作交叉擺設，並藉由控制單元操控傳輸路徑的導通與否。藉此，本發明之多平面掃描洩漏波天線所幅射出的洩漏波束於多個掃描平面擇一切換，並保有天線串列原有之掃頻特性。此外，本發明之多平面掃描洩漏波天線為平板式的設計架構，故具有微型化的優勢，且其天線串列的交叉擺設可致使天線之洩漏路徑的電路特性相近，故無需複雜的匹配電路。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

本發明是利用相互交叉擺設的天線串列來形成多平面掃描洩漏波天線，且每一串天線串列分別由多個天線單元串接而成。此外，天線串列的交叉處旁設控制單元，進而致使多平面掃描洩漏波天線所幅射出的洩漏波束可於多個掃描平面擇一切換。再者，每一串天線單元皆是以複合左右

手 (composite right/left-hand, CRLH) 傳輸線的架構進行設置，故洩漏波束可透過天線單元而實現掃頻的機制。為了致使本領域具有通常知識者能夠了解本發明，以下將先就天線單元的架構進行說明，並依序帶出由天線單元串接而成的天線串列、以及由天線串列與控制單元建構而成的多平面掃描洩漏波天線。

圖 1 繪示為依據本發明一實施例之天線單元的結構示意圖。參照圖 1，天線單元 100 為一平板式(planar)的設計架構，故設置在一基板 101 上。其中，基板 101 包括一第一表面與一第二表面。此外，天線單元 100 包括一金屬接地層 110、一金屬片 120、一傳輸線 130、一傳輸線 140、以及導孔 151~153。

更進一步來看，金屬接地層 110 設置在 101 基板的第一表面，並具有多個槽體 161~164。其中，槽體 161~164 曝露出基板的第一表面，並各自形成一封閉的迴路。藉此，槽體 161~164 將可於金屬接地層 110 劃分出於電性上互不相連的多個金屬區塊 171~174。此外，金屬片 120、傳輸線 130 與傳輸線 140 皆設置在基板的第二表面。為了說明方便起見，圖 1 中更以虛線標示出金屬片 120、傳輸線 130 與傳輸線 140 分別投射在基板之第一表面的相對位置。

如圖 1 所示，倘若將基板的第一表面視為一垂直投影面來看的話，在實體配置上，金屬片 120 分別與金屬區塊 171~174 於垂直投影面上部分重疊。此外，金屬區塊 171~174 以金屬片 120 的幾何中心為基準相互對稱，且導

孔 151 於垂直投影面上與金屬片 120 的幾何中心相互重疊。另一方面，傳輸線 130 位在金屬片 120 的一側邊，且傳輸線 130 於垂直投影面上與金屬區塊 161 部分重疊。再者，傳輸線 140 位在金屬片 120 的另一側邊，且傳輸線於垂直投影面上與金屬區塊 163 部分重疊。

圖 2 為天線單元 100 沿著 A-A' 線段的剖面示意圖。請同時參照圖 1 與圖 2，導孔 151 貫穿金屬接地層 110、基板 101 與金屬片 120。藉此，金屬片 120 將可透過導孔 151 內的一導電柱 210 電性連接至金屬接地層 110。此外，導孔 152 貫穿傳輸線 130、基板 101 與金屬區塊 171。藉此，傳輸線 130 將可透過導孔 152 內的一導電柱 220 電性連接至金屬區塊 171。再者，導孔 153 貫穿傳輸線 140、基板 101 與金屬區塊 173。藉此，傳輸線 140 將可透過導孔 153 內的一導電柱 230 電性連接至金屬區塊 173。

值得注意的是，透過上述的配置結構，天線單元 100 等效為一複合左右手傳輸線。其中，金屬片 120、導電柱 210 與金屬接地層 110 等效為複合左右手傳輸線的左手電感，且傳輸線 130、金屬區塊 171 與導電柱 220 等效為複合左右手傳輸線的左手電容。相對地，藉由金屬片 120、導電柱 210、導電柱 220 與金屬區塊 171~174 之尺寸大小的調整，將可決定複合左右手傳輸線的平衡頻率點。

換言之，本實施例是透過槽體 161~164 挖空金屬接地層 110 的部分面積，以利用由槽體 161~164 所劃分出的金屬區塊 171~174 來形成金屬-絕緣體-金屬(MIM)電容的其

中一塊金屬片。也就是說，本實施例是利用後設材料(meta-material)中的葦狀結構與 MIM 電容作結合，以設計出複合左右手傳輸線額外所必備的左手電感與左手電容。藉此，相較於傳統 MIM 電容需額外利用一基板來支撐其金屬片的架構，本實施例僅透過一基板就可實現複合左右手傳輸線之電路單元結構，故具有低剖面(low profile)的特點，並易與平面印刷電路做整合。

更進一步來看，利用上述之天線單元 100 做串聯將可形成一天線串列。舉例來說，圖 3 繪示為依據本發明一實施例之天線串列的結構示意圖，參照圖 3，天線串列 300 包括多個天線單元 310~370，其中天線單元 310~370 的配置架構皆與圖 1 所示之天線單元 100 的配置架構相同。在此，天線單元 310~370 分別藉由其內部的傳輸線與前後級的天線單元相互串接，以形成天線串列 300。此外，由於複合左右手傳輸線的布洛赫阻抗(bloch impedance)約為 20 歐姆左右，故天線串列 300 的兩端可電性連接四分之一波長的匹配走線 381 與 382，以與饋入埠 PT31 與 PT32 的阻抗相互匹配。

在實際操作上，當能量從饋入埠 PT31 傳送至天線串列 300 的一端時，天線串列 300 的另一端將透過饋入埠 PT32 電性連接一 50 歐姆終端器(terminator)，以形成洩漏波天線的結構。此外，天線串列 300 所幅射出的洩漏波束將隨頻率作連續性的掃描，即從低頻的左手洩漏區所形成的後向(backward)輻射，掃描至高頻的右手洩漏區所形成

的前向輻射，其中包括掃描至平衡頻率點時的垂向(broadside)輻射。也就是說，當天線串列 300 的操作頻率小於平衡頻率點時，天線串列 300 將工作於左手洩漏區並產生後向輻射；當天線串列 300 的操作頻率為平衡頻率點時，天線串列 300 將產生垂向輻射；以及，當天線串列 300 的操作頻率大於平衡頻率點時，天線串列 300 將工作於右手洩漏區並產生前向輻射。

值得注意的是，天線串列 300 的洩漏區是操作在基模(fundamental mode)而非高階模(high-order mode)，故其掃描角度與輻射特性皆優於傳統洩漏波天線。此外，雖然圖 3 實施例所列舉之天線串列 300 是由 7 個天線單元所組成，但本發明用以構成天線串列之天線單元的個數並不以此為限。本領域具通常知識者可依設計所需任意更改天線單元的個數，且天線串列的輻射增益與指向性將隨著天線單元之個數的增加而相對地提升。

更進一步來看，將兩組上述天線串列相互交叉設置，並於天線串列的交叉處旁設控制單元，將可形成多平面掃描洩漏波天線。舉例來說，圖 4 與圖 5 分別繪示為依據本發明一實施例之多平面掃描洩漏波天線的俯視與仰視示意圖，圖 6 繪示為圖 5 之多平面掃描洩漏波天線的局部放大圖。請同時參照圖 4-6，多平面掃描洩漏波天線 400 包括一基板 401、一第一天線串列 41、一第二天線串列 42 與多個控制單元 610~630。

第一天線串列 41、第二天線串列 42 與控制單元

610~630 皆設置在基板 401 上，且第一天線串列 41 與第二天線串列 42 是由多個天線單元 411~416、421~426 與 430 所構成。其中，第一天線串列 41 與第二天線串列 42 是相互交叉設置，以共用天線單元 430。在實際架構上，天線單元 411~416 與 421~426 的配置架構皆與圖 1 所示之天線單元 100 的配置架構相同。天線單元 430 的配置架構也與圖 1 所示之天線單元 100 的配置架構相似，僅多加設置相應的傳輸線與導孔來串接不同的天線串列。

如圖 6 所示的，天線單元 430 包括傳輸線 601~604 以及與傳輸線 601~604 相應的導孔 641~644。其中，天線單元 411~416 是從天線單元 430 的傳輸線 601 與 602 向外串接而形成第一天線串列 41，而天線單元 421~426 則是從天線單元 430 的傳輸線 603 與 604 向外串接而形成第二天線串列 42。換言之，第一天線串列 41 是由天線單元 411~416 與天線單元 430 所構成，而第二天線串列 42 則是由天線單元 421~426 與天線單元 430 所構成。此外，第一天線串列 41 的兩端更電性連接四分之一波長的匹配走線 441 與 442，以與饋入埠 PT41 與 PT43 的阻抗相互匹配。相對地，第二天線串列 412 兩端更電性連接四分之一波長的匹配走線 451 與 452，以與饋入埠 PT42 與 PT44 的阻抗相互匹配。

再者，如圖 6 所示的，天線單元 430 的傳輸線 602~604 是分別透過控制單元 610~630 電性連接至天線單元 414、423 與 424。據此，多平面掃描洩漏波天線 400 將可透過控制單元 610~630，來控制傳輸線 602~604 導通至天線單元

414、423 與 424 的傳輸路徑。其中，圖 7 繪示為依據本發明一實施例之控制單元的電路示意圖，參照圖 7，以控制單元 610 為例來看的話，控制單元 610 包括一二極體串 710、一電感 L71、一電容 C7 以及一電感 L72。在此，二極體串 710 由二極體 D71~D72 串接而成，且二極體串 710 的陽極端電性連接至控制單元 430 的傳輸線 604，二極體串 710 的陰極端電性連接至控制單元 424 的傳輸線 605。電感 L71 的第一端電性連接至二極體串 710 的陽極端，且電感 L71 的第二端用以接收一直流電壓 DC7。

電容 C7 的第一端電性連接至電感 L71 的第二端，且電容 C7 的第二端電性連接至一地端。電感 L72 的第一端電性連接至二極體串 710 的陰極端，且電感 L72 的第二端電性連接至地端。在實際操作上，當直流電壓 DC7 切換至正電壓位準時，二極體串 710 將導通，進而致使傳輸線 604 與傳輸線 605 之間的傳輸路徑導通。相對地，當直流電壓 DC7 切換至負電壓位準時，二極體串 710 將不導通，進而致使傳輸線 604 與傳輸線 605 之間的傳輸路徑不導通。其中，為了避免直流電壓 DC7 影響天線的操作，直流電壓 DC7 透過電容 C7 與地端相隔，並透過電感 L71 傳送至二極體串 710。此外，電感 L72 用以將直流電壓 DC7 導通至地端。

如此一來，透過直流電壓之位準的切換，控制單元 610~630 將可操控傳輸線 602~604 至天線單元 414、423 與 424 之傳輸路徑的導通與否，進而致使多平面掃描洩漏波

天線 400 所幅射出的洩漏波束於多個掃描平面擇一切換。舉例來說，當控制單元 610 導通傳輸線 604 與天線單元 424 之間的傳輸路徑，且控制單元 620 與 630 是將傳輸路徑維持在不導通狀態時，天線的能量將由饋入埠 PT41 傳送至饋入埠 PT42。此時，多平面掃描洩漏波天線 400 的電路特性將可視為直角型洩漏波天線。因此，洩漏波束將由兩正交子洩漏波束所合成，且掃描平面的角度 Φ 約為 45 度。

當控制單元 620 導通傳輸線 602 與天線單元 414 之間的傳輸路徑，且控制單元 610 與 630 是將傳輸路徑維持在不導通狀態時，天線的能量將由饋入埠 PT41 傳送至饋入埠 PT43。此時，多平面掃描洩漏波天線 400 的電路特性將可視為一維的洩漏波天線，且掃描平面的角度 Φ 約為 0 度。另一方面，當控制單元 630 導通傳輸線 603 與天線單元 423 之間的傳輸路徑，且控制單元 610 與 620 是將傳輸路徑維持在不導通狀態時，天線的能量將由饋入埠 PT41 傳送至饋入埠 PT44，且掃描平面的角度 Φ 約為 -45 度。

換言之，多平面掃描洩漏波天線 400 可透過控制單元 610~630 的操控而將洩漏波束切換至三個掃描平面之其一。另一方面，透過控制單元 411~416、421~426 與 430 所具備的掃頻特性，洩漏波束將於任一掃描平面而隨著頻率的變化作連續性的掃描。舉例來說，圖 8A 為天線於 45 度掃描平面之遠場輻射場型的量測圖，其中曲線 811~813 分別為天線 400 的操作頻率 f 為 2.26GHz、2.48GHz 與 2.88GHz 時的場型。此外，圖 8B 為天線於 0 度掃描平面

之遠場輻射場型的量測圖，其中曲線 821~823 分別為天線 400 的操作頻率 f 為 2.26GHz、2.48GHz 與 2.88GHz 時的場型。再者，圖 8C 為天線於 -45 度掃描平面之遠場輻射場型的量測圖，其中曲線 831~833 分別為天線 400 的操作頻率 f 為 2.26GHz、2.48GHz 與 2.88GHz 時的場型。

	45 度掃描平面		0 度掃描平面		-45 度掃描平面	
	波束方向	天線增益	波束方向	天線增益	波束方向	天線增益
$f=2.26\text{GHz}$	-39 度	3.99dBi	-45 度	5.3dBi	-29 度	3.97dBi
$f=2.48\text{GHz}$	5 度	4.1dBi	1 度	4.96dBi	5 度	4.02dBi
$f=2.88\text{GHz}$	26 度	4.2dBi	38 度	3.89dBi	43 度	4.1dBi

表一

綜觀圖 8A 至圖 8C，多平面掃描洩漏波天線 400 的特性可統整成如表一所示。其中，當天線 400 的操作頻率 f 為 2.26GHz 時，天線 400 工作於左手洩漏波區並產生後向輻射。此外，此時天線 400 於三個掃描平面所量測到的主波束方向分別在 -39 度、-45 度及 -29 度，所量測到的最大天線增益值分別為 3.99dBi、5.3dBi 與 3.97dBi，而所量測到的半功率波束寬(half power beam-width)分別為 58 度、37 度和 61 度。當天線 400 的操作頻率 f 為 2.48GHz 時，天線 400 工作在平衡頻率點並產生垂向輻射。此外，此時天線 400 於三個掃描平面所量測到的主波束方向分別在 5 度、1 度及 5 度，所量測到的最大天線增益值分別為

4.1dBi、4.96dBi 與 4.02dBi，而所量測到的半功率波束寬分別為 44 度、30 度和 59 度。

再者，當天線 400 的操作頻率 f 為 2.88GHz 時，天線 400 工作在右手洩漏區並產生前向輻射。此外，此時天線 400 於三個掃描平面所量測到的主波束方向分別在 26 度、38 度及 34 度，所量測到的最大天線增益值分別為 4.2dBi、3.89dBi 與 4.1dBi，而所量測到的半功率波束寬分別為 41 度、26 度和 43 度。從另一角度來看，天線 400 於 45 度掃描平面可隨頻率的變化連續掃描 65 度，並於 0 度掃描平面可隨頻率的變化連續掃描 83 度，而於 -45 度掃描平面可隨頻率的變化連續掃描 63 度。

值得注意的是，在圖 4 與圖 5 中，天線單元 411~416、421~426 與 430 中的金屬片為正方形，且位在中間的天線單元 430 是分別在金屬片的四個側邊配置傳輸線 601~604。藉此，第一天線串列 41 中的天線單元 411~416 是以中間的天線單元 430 為中心沿著第一預設方向相互串接，且第二天線串列 42 中的天線單元 421~426 是以中間的天線單元 430 為中心沿著第二預設方向相互串接。其中，第一預設方向與第二預設方向相互垂直，以致使第一天線串列 41 與第二天線串列 42 以十字交叉的結構相交，並產生三種掃描平面。

然而，在實際應用上，天線單元 411~416、421~426 與 430 中的金屬片的形狀也可為圓形、六角形、或是八角形。其中，當金屬片的形狀為八角形時，多平面掃描洩漏

波天線 400 更包括另外兩組天線串列來與天線串列 41 與 42 作交叉設置，以形成米字型的擺設。此外，多平面掃描洩漏波天線 400 更包括另外四組控制單元，以控制新增之天線串列於交叉處所形成的傳輸路徑。藉此，多平面掃描洩漏波天線 400 將可產生七種掃描平面。以此類推，多平面掃描洩漏波天線 400 可隨著天線串列與控制單元的增加而衍生出更全方位的掃描功能。

綜上所述，本發明是將具有波束掃描功能的天線串列作交叉擺設，並於天線串列的交叉處旁設控制單元。藉此，透過直流電壓之位準的切換，將可操控控制單元所提供之傳輸路徑的導通與否，進而致使多平面掃描洩漏波天線所幅射出的洩漏波束於多個掃描平面擇一切換。如此一來，本發明之多平面掃描洩漏波天線將同時具備波束掃描與波束切換的功能。此外，本發明之多平面掃描洩漏波天線為平板式的設計架構故具有微型化的優勢，且其天線串列的交叉擺設可致使天線之洩漏路徑的電路特性相近故無需複雜的匹配電路。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故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。

【圖式簡單說明】

圖 1 繪示為依據本發明一實施例之天線單元的結構示

意圖。

圖 2 為天線單元 100 沿著 A-A' 線段的剖面示意圖。

圖 3 繪示為依據本發明一實施例之天線串列的結構示意圖。

圖 4 與圖 5 分別繪示為依據本發明一實施例之多平面掃描洩漏波天線的俯視與仰視示意圖。

圖 6 繪示為圖 5 之多平面掃描洩漏波天線的局部放大圖。

圖 7 繪示為依據本發明一實施例之控制單元的電路示意圖。

圖 8A 為天線於 45 度掃描平面之遠場輻射場型的量測圖。

圖 8B 為天線於 0 度掃描平面之遠場輻射場型的量測圖。

圖 8C 為天線於-45 度掃描平面之遠場輻射場型的量測圖。

【主要元件符號說明】

100、310~370、411~416、421~426、430：天線單元

101、401：基板

110：金屬接地層

120：金屬片

130、140、601~605：傳輸線

151~153、641~644：導孔

- 161~164：槽體
- 171~174：金屬區塊
- 210~230：導電柱
- 300：天線串列
- 381、382、441、442、451、452：匹配走線
- PT31~PT34、PT41~PT44：饋入埠
- 400：多平面掃描洩漏波天線
- 41：第一天線串列
- 42：第二天線串列
- 610~630：控制單元
- 710：二極體串
- D71、D72：二極體
- L71、L72：電感
- C7：電容
- DC7：直流電壓
- 811~813、821~823、831~833：用以說明天線場型之

曲線

七、申請專利範圍：

1. 一種多平面掃描洩漏波天線，包括：

一基板；

一第一天線串列與一第二天線串列，設置在該基板上，並包括多個天線單元，其中該第一天線串列與該第二天線串列相互交叉設置以共用該些天線單元中的一預設天線單元，且部分該些天線單元從該預設天線單元的一第一與一第二傳輸線向外串接而形成該第一天線串列，其餘的該些天線單元從該預設天線單元的一第三與一第四傳輸線向外串接而形成該第二天線串列；以及

多個控制單元，設置在該預設天線單元的周圍，以控制該第一至該第四傳輸線與該些天線單元之間的傳輸路徑，並致使一洩漏波束於多個掃描平面擇一切換，且該洩漏波束透過該些天線單元而隨著頻率的變化來進行掃描。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該第一天線串列中的該些天線單元以該預設天線單元為中心沿著一第一預設方向相互串接，且該第二天線串列中的該些天線單元以該預設天線單元為中心沿著一第二預設方向相互串接。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該第一預設方向與該第二預設方向相互垂直，以致使該第一天線串列與該第二天線串列以十字交叉的結構相交。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之多平面掃描洩漏波

天線，其中該些天線單元各自包括：

一金屬接地層，設置在該基板的一第一表面，並具有多個槽體以劃分出於電性上互不相連的多個金屬區塊；

一金屬片，設置在該基板的一第二表面，並分別與該些金屬區塊於一垂直投影面上部分重疊；

一第一導孔，貫穿該金屬接地層、該基板與該金屬片，其中該金屬片透過該第一導孔內的一第一導電柱電性連接至該金屬接地層；

一第五傳輸線，設置在該基板的該第二表面，並位在該金屬片的一側邊，其中該第五傳輸線於該垂直投影面上與該些金屬區塊中的一第一金屬區塊部分重疊；

一第二導孔，貫穿該第五傳輸線、該基板與該第一金屬區塊，其中該第五傳輸線透過該第二導孔內的一第二導電柱電性連接至該第一金屬區塊；

一第六傳輸線，設置在該基板的該第二表面，並位在該金屬片的另一側邊，其中該第六傳輸線於該垂直投影面上與該些金屬區塊中的一第二金屬區塊部分重疊；以及

一第三導孔，貫穿該第六傳輸線、該基板與該第二金屬區塊，其中該第六傳輸線透過該第三導孔內的一第三導電柱電性連接至該第二金屬區塊。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該些金屬區塊以該金屬片的幾何中心為基準相互對稱。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之多平面掃描洩漏波

天線，其中該第一導孔於垂直投影面上與該金屬片的幾何中心相互重疊。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該金屬片的形狀為矩形、圓形、六角形、或是八角形。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該些天線單元分別等效為一複合左右手傳輸線，且該複合左右手傳輸線的平衡頻率點相關於該金屬片、該第一導電柱、該第二導電柱與該些金屬區塊的大小。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該金屬片、該第一導電柱與該金屬接地層等效為該複合左右手傳輸線的左手電感。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該第五傳輸線、該第一金屬區塊與該第二導電柱等效為該複合左右手傳輸線的左手電容。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該些控制單元各自包括：

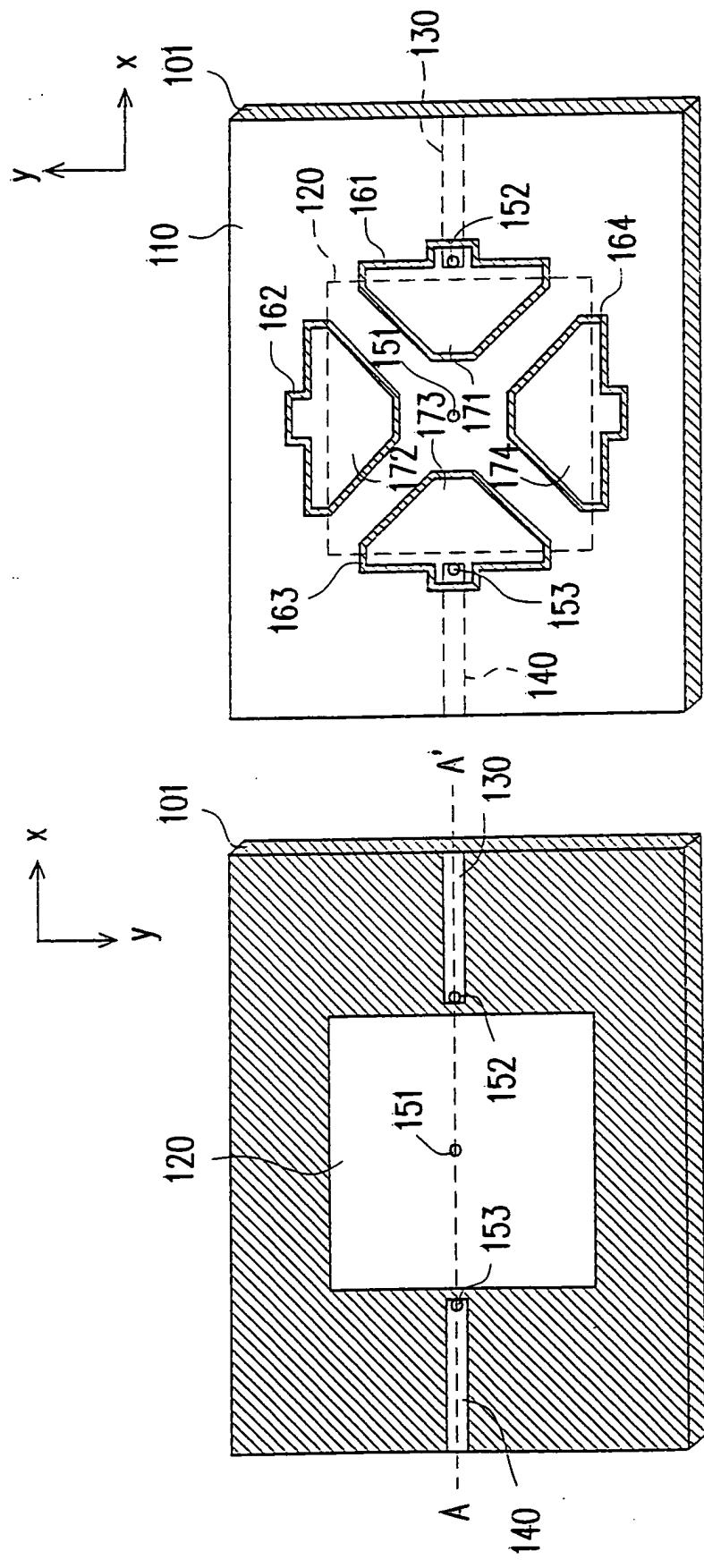
一二極體串，其中該二極體串的陽極端電性連接至該第一至該第四傳輸線之其一，該二極體串的陰極端電性連接至該些天線單元之其一；

一第一電感，其第一端電性連接至該二極體串的陽極端；

一電容，其第一端電性連接至該第一電感的第二端，該電容的第二端電性連接至一地端；以及

一第二電感，其第一端電性連接至該二極體串的陰極端，且該第二電感的第二端電性連接至該地端。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之多平面掃描洩漏波天線，其中該第一天線串列與該第二天線串列各自更包括一第一匹配走線與一第二匹配走線，且該第一匹配走線與該第二匹配走線電性連接該第一天線串列與該第二天線串列的兩端。



100

圖 1

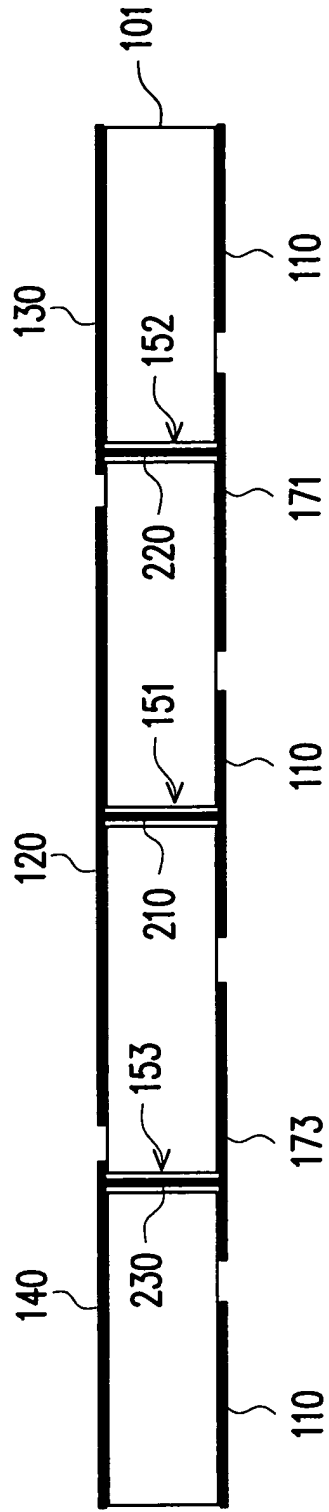


圖 2

32951TW_1

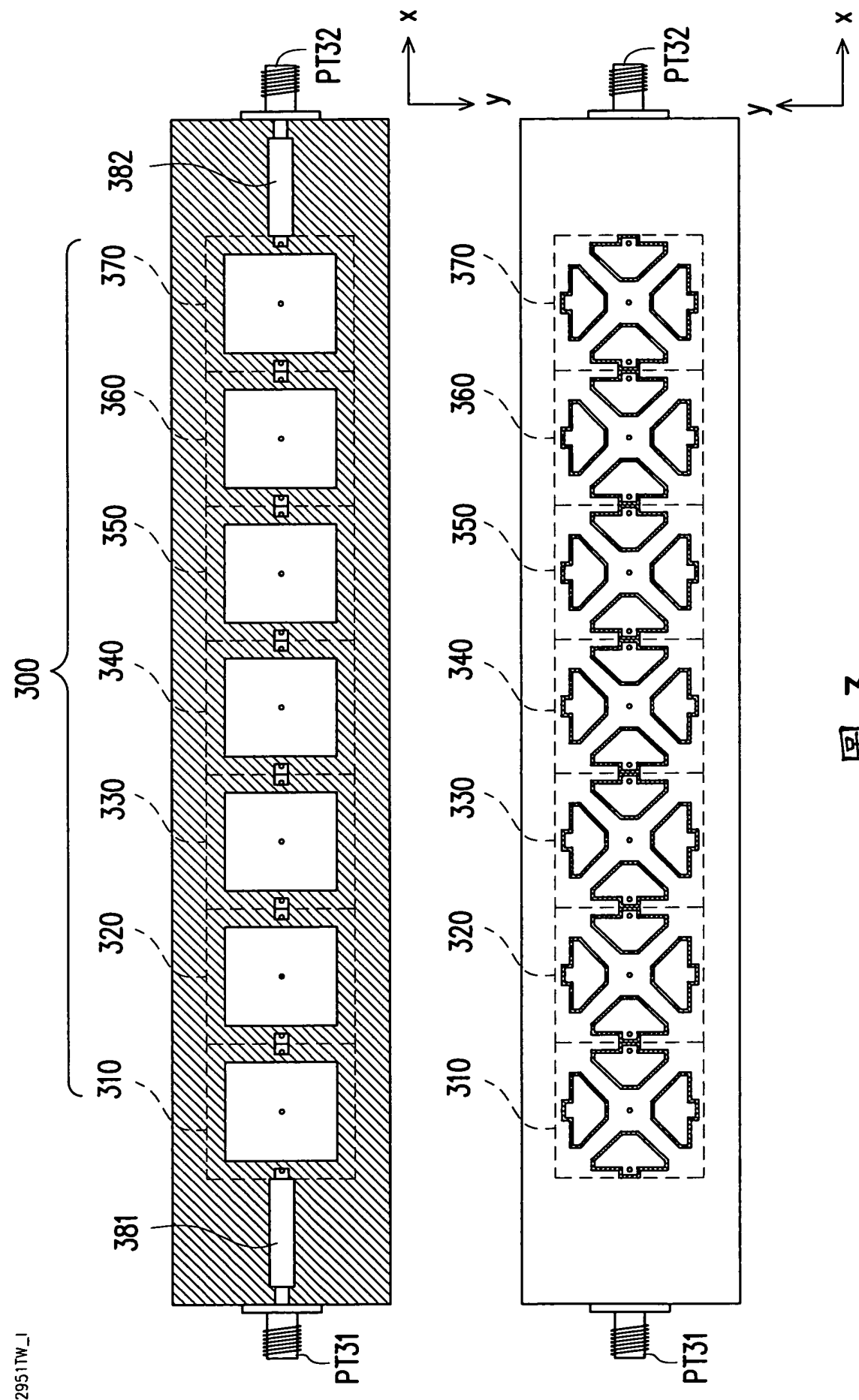


圖 3

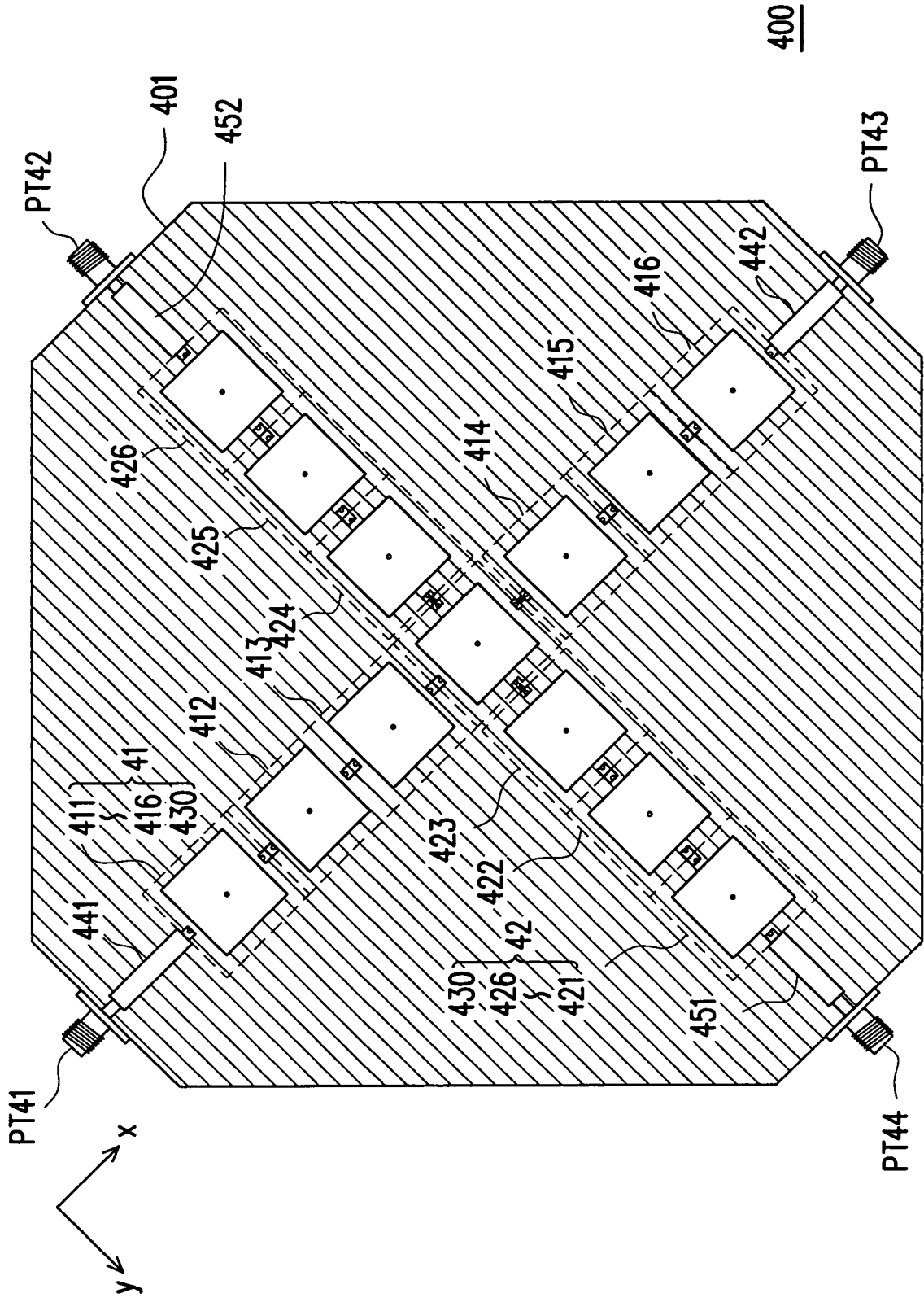


圖 4

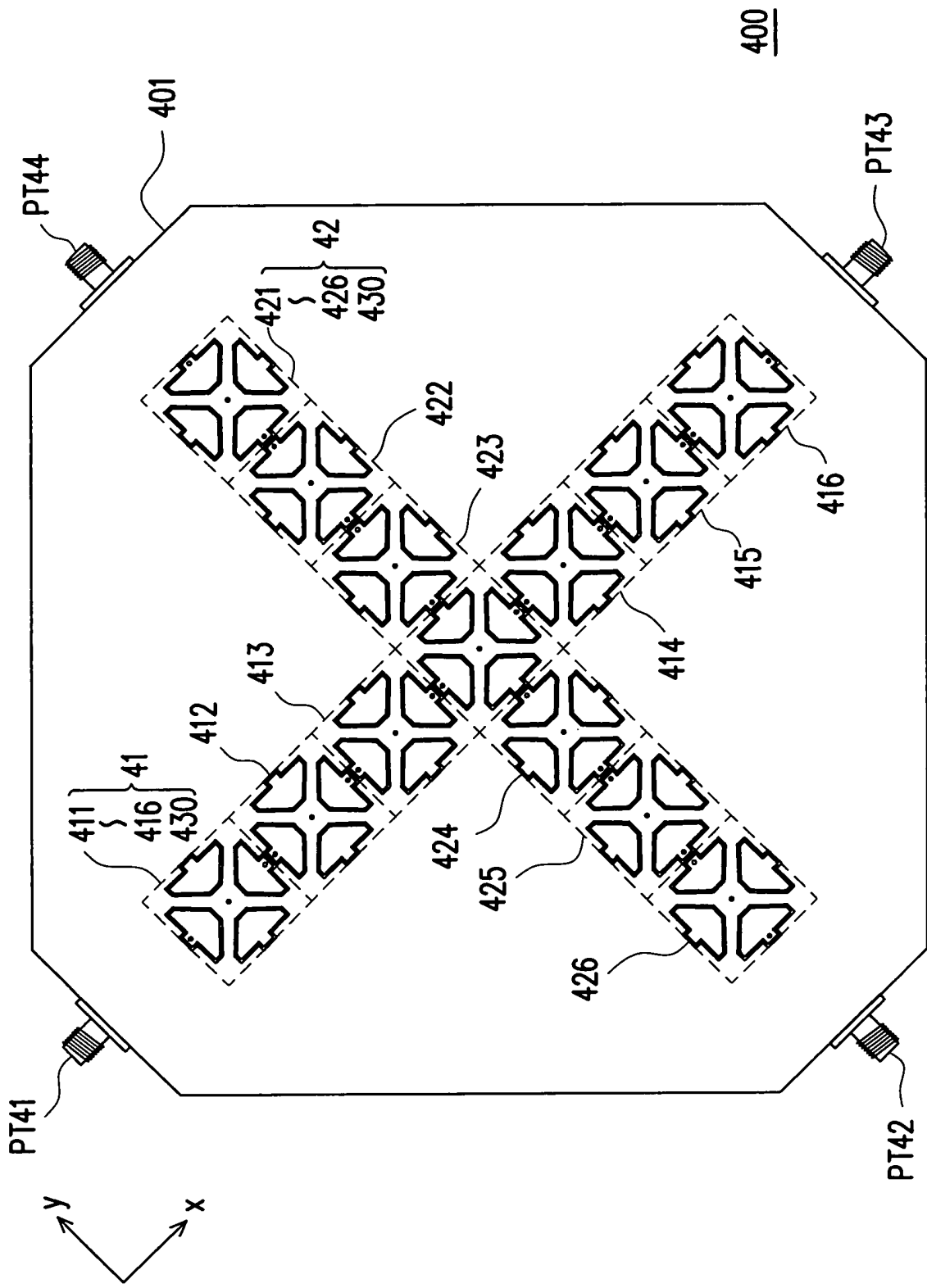


圖 5

400

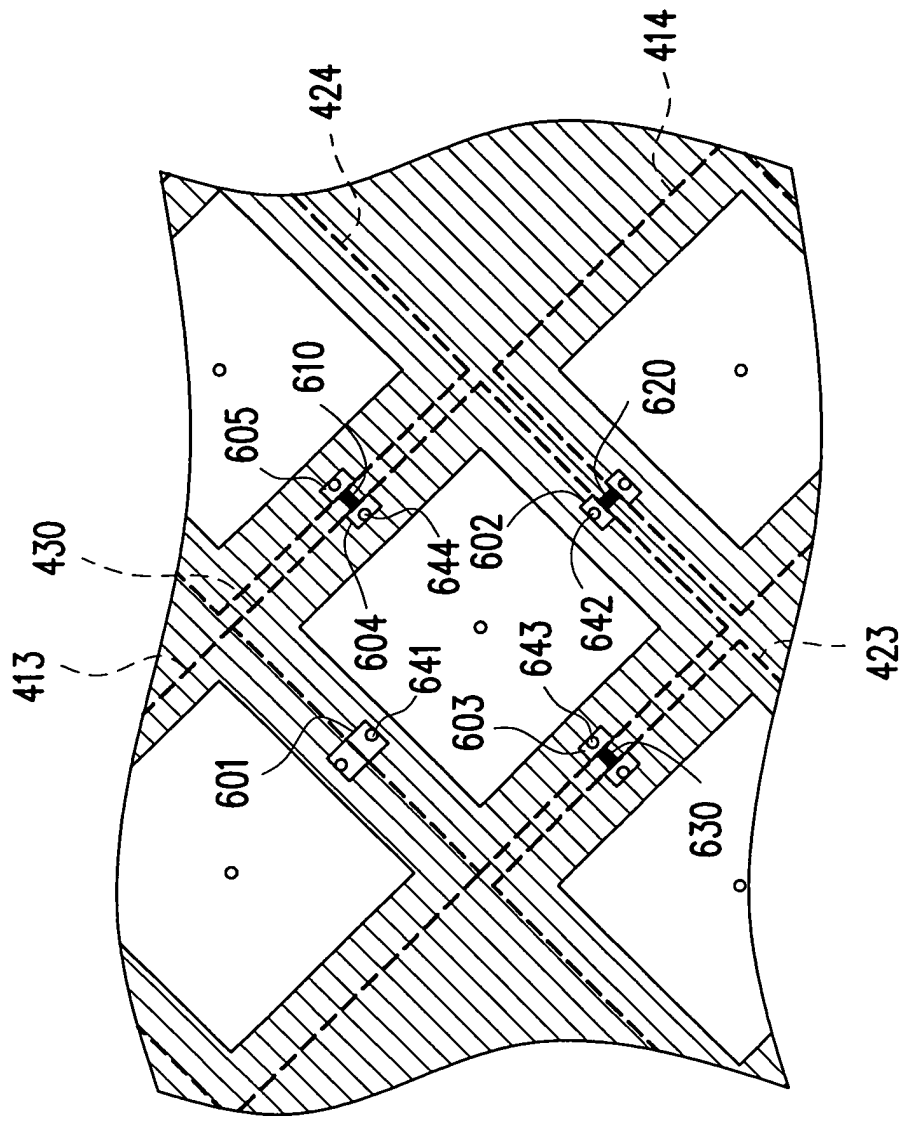


圖 6

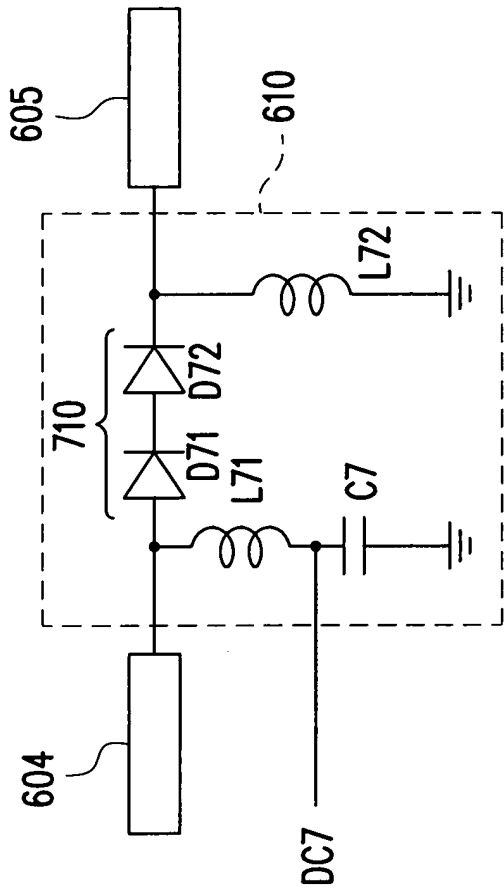


圖 7

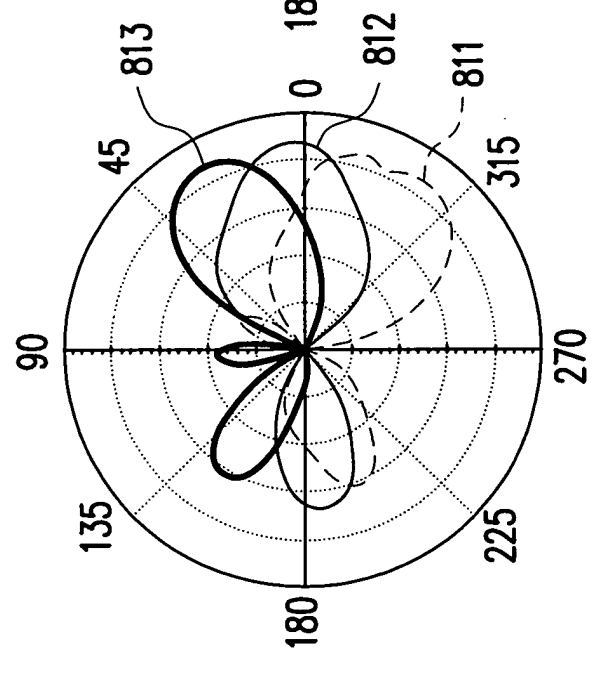


圖 8A

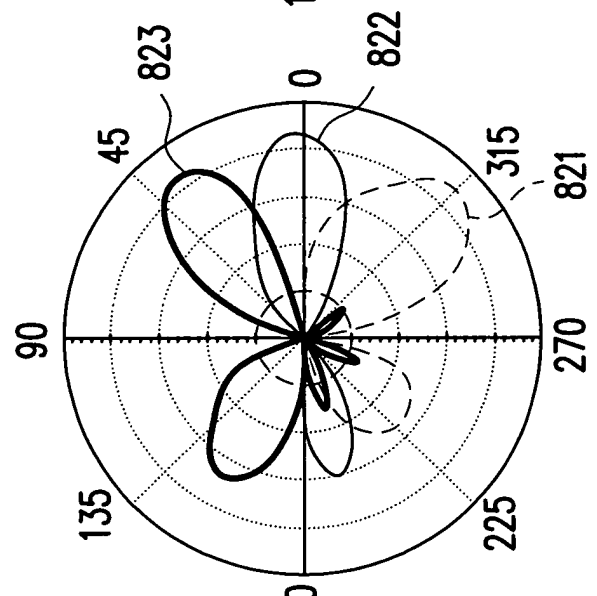


圖 8B

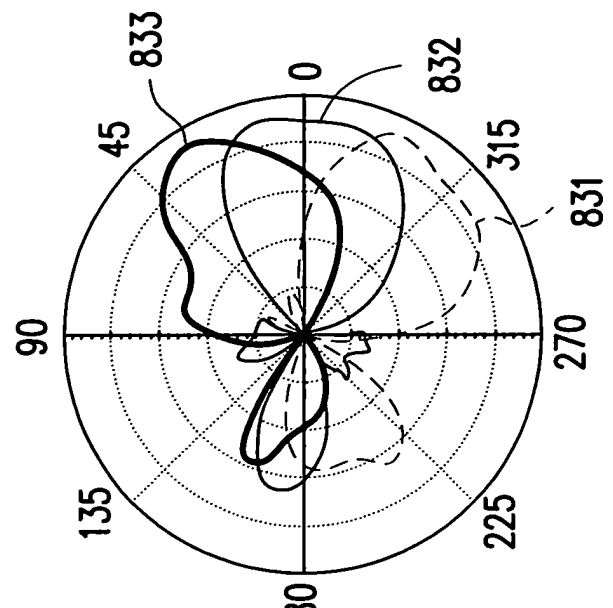


圖 8C