



(21)申請案號：101107848

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 08 日

(51)Int. Cl. : **H01Q3/00 (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：黃瑞彬 HWANG, RUEY BING (TW)；楊肅哲 YANG, SU CHE (TW)；黃獻東  
HUANG, HSIEN TUNG (TW)

(74)代理人：陳昭誠

(56)參考文獻：

「Cylindrical EBG surfaces for omni-directional wireless LAN antennas」Antennas and Propagation Society International Symposium, 2005 IEEE Volume: 4B Publication Year: 2005 , Page(s): 339 - 342 vol. 4B

「Analysis and design of a cylindrical EBG-based directive antenna」Antennas and Propagation, IEEE Transactions on Volume: 54 , Issue: 1 Publication Year: 2006 , Page(s): 211 - 219

「Beam forming dielectric cylindrical EBG antenna」Antennas & Propagation Conference, 2009. Publication Year: 2009 , Page(s): 425 - 428

審查人員：謝裕民

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：5 共 21 頁

(54)名稱

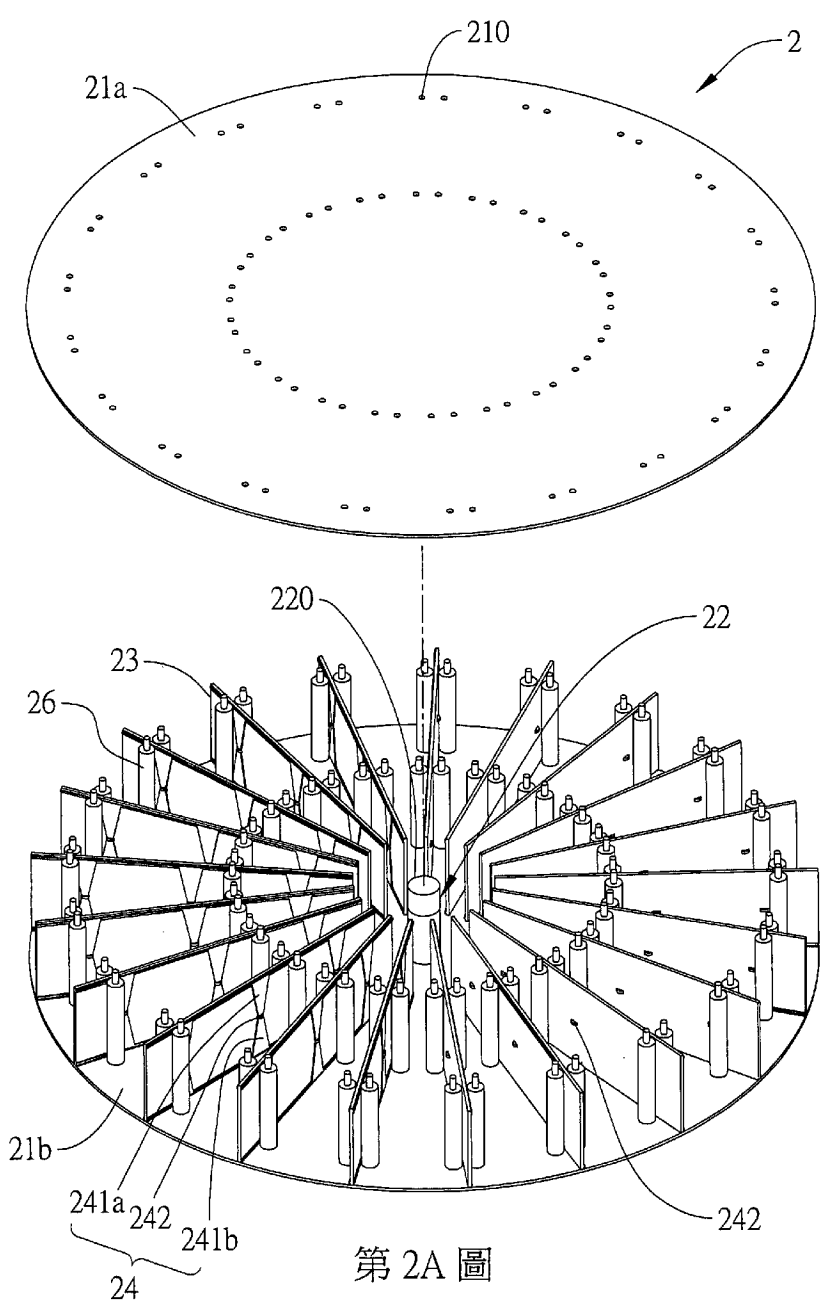
波束控制天線結構

A BEAM STEERING ANTENNA STRUCTURE

(57)摘要

一種波束控制天線結構，包括：兩個相互平行的金屬板、垂直設置於該兩個金屬板之間的天線、垂直設置於該兩個金屬板之間且輻射狀配置於天線周圍的複數個基板、以及偏壓電路。各基板上具有週期性排列的複數個金屬單元，而各金屬單元包括兩個相對設置而不相互接觸的金屬區及設置於該兩個金屬區之間用以耦接該兩個金屬區的電晶體，且各電晶體係電性連接至該偏壓電路。本發明可藉由調整基板上的電晶體的開/關來控制所述的天線結構的波束方向。

Disclosed is a beam steering antenna structure, comprising two parallel metallic boards, an antenna structure perpendicularly disposed between the two metallic boards, multiple substrates perpendicularly disposed between the two metallic boards and radially disposed around the antenna structure, and a bias voltage circuit. Each of the substrates has a plurality of metal units periodically aligned thereon and each metal unit includes two metallic regions disposed opposite to and not in contact with one another, wherein a transistor is disposed between the two metallic regions for coupling the two regions, wherein each of the transistors is electrically connected to the bias voltage circuit to thereby control the direction of beam steering of the antenna structure by switching the transistors.



第 2A 圖

- 2 . . . 波束控制天線結構
- 21a、21b . . . 金屬板
- 210 . . . 固定部
- 22 . . . 天線
- 220 . . . 金屬部
- 23 . . . 基板
- 24 . . . 金屬單元
- 241a、241b . . . 金屬區
- 242 . . . 電晶體
- 26 . . . 固定件

# 發明專利說明書

**公告本**

(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：101107848

※申請日：101. 3. -8

※IPC分類：H01Q 7/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

波束控制天線結構

A BEAM STEERING ANTENNA STRUCTURE

二、中文發明摘要：

一種波束控制天線結構，包括：兩個相互平行的金屬板、垂直設置於該兩個金屬板之間的天線、垂直設置於該兩個金屬板之間且輻射狀配置於天線周圍的複數個基板、以及偏壓電路。各基板上具有週期性排列的複數個金屬單元，而各金屬單元包括兩個相對設置而不相互接觸的金屬區及設置於該兩個金屬區之間用以耦接該兩個金屬區的電晶體，且各電晶體係電性連接至該偏壓電路。本發明可藉由調整基板上的電晶體的開/關來控制所述的天線結構的波束方向。

### 三、英文發明摘要：

Disclosed is a beam steering antenna structure, comprising two parallel metallic boards, an antenna structure perpendicularly disposed between the two metallic boards, multiple substrates perpendicularly disposed between the two metallic boards and radially disposed around the antenna structure, and a bias voltage circuit. Each of the substrates has a plurality of metal units periodically aligned thereon and each metal unit includes two metallic regions disposed opposite to and not in contact with one another, wherein a transistor is disposed between the two metallic regions for coupling the two regions, wherein each of the transistors is electrically connected to the bias voltage circuit to thereby control the direction of beam steering of the antenna structure by switching the transistors.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2	波束控制天線結構
21a、21b	金屬板
210	固定部
22	天線
220	金屬部
23	基板
24	金屬單元
241a、241b	金屬區
242	電晶體
26	固定件

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種天線結構，尤指一種波束控制天線結構。

### 【先前技術】

在都市中，電磁波的傳遞常因其傳播路徑上有建築物阻擋而造成多重路徑傳播衰減，對此，目前已提出不少改善的技術手段，其中又以智慧型天線(Smart Antenna)為主要趨勢。

智慧型天線係應用空間分集(Spatial Diversity)的特性來區分不同方位的使用者與訊號以獲得分集增益(Diversity Gain)，亦即，智慧型天線使用較窄的波束對使用者收發訊號以獲得較大功率來提供通訊，而處於非窄波束範圍內的訊號會被該窄波束所抑制，進而降低環境中雜訊強度以獲得較大的訊號增益。為了改變智慧型天線的波束方向，智慧型天線通常利用主動元件來改變電磁波的輻射場型，以達到空間分集的功能並實現空間分隔多重進階存取機制，具有降低時間延遲(time delay spread)和多重路徑衰落(multipath fading)的影響，以增加發射效率(transmission efficiency)和涵蓋範圍，進而改善通訊品質容量等功效。

一般而言，使天線的波束改變之作法有利用機械式掃描技術或相位控制陣列天線技術來切換波束方向，然而，前者速度過慢，而後者需設計複雜的饋入結構並利用相移

器(phase shifter)去控制每個天線元件的相位，結構複雜且成本頗高。再者，現有技術提出一種適應性天線(adaptive antenna)，其係利用數位訊號處理及陣列天線的觀念，在訊號方向調高權重而在雜訊方向調低權重，使波束在訊號方向最強，並能降低雜訊所造成的影響，惟必須在基頻以數位訊號處理的方式完成波束場型的控制，故對於硬體及技術的需求較高。

另外，H. Boutayeb 等人發表於IEEE Transactions on Antennas Propagation 期刊上的文獻“Analysis and design of a cylindrical EBG-based directive antenna”中提出一種利用圓柱型電磁能隙結構(Cylindrical Electromagnetic bandgap)形成的指向性天線結構1，如第1圖所示，其由一天線12及以該天線12為圓心環繞一圈一圈的金屬線14所組成，該些金屬線14之間設置有二極體13，控制二極體13導通等效成連續金屬線能讓電磁波無法傳遞出去，或控制二極體13無偏壓等效成不連續金屬線讓波傳遞出去，藉此控制波束輻射的方向。惟，對於金屬線的加工相當困難，且需較多電耗來阻擋電磁波傳遞出去。

### 【發明內容】

鑒於先前技術所述的問題，本發明提供一種波束控制天線結構。

本發明所提供之波束控制天線結構，包括：兩個相互平行的金屬板；天線，係垂直設置於該兩個金屬板之間；複數個基板，係垂直設置於該兩個金屬板之間，且輻射狀

配置於該天線的周圍而朝該天線的徑向方向延伸，其中，各該基板上具有週期性排列的複數個金屬單元，而各該金屬單元係包括兩個相對設置而不相互接觸的金屬區及設置於該兩個金屬區之間用以耦接該兩個金屬區的電晶體；以及偏壓電路，係電性連接至各該電晶體，以提供偏壓至各該電晶體而導通各該金屬單元。

上述之波束控制天線結構係操作於特定頻率下，當該偏壓電路未提供偏壓至該金屬單元的電晶體時，入射至該金屬單元的特定頻率電磁波係被該金屬單元反射；反之，當該偏壓電路提供偏壓至該金屬單元的電晶體時，入射至該金屬單元的特定頻率電磁波係穿透該金屬單元。

此外，上述之波束控制天線結構復可包括複數個固定件，且各該金屬板上設有複數個固定部，以由該複數個固定件藉由與該複數個固定部結合而將該複數個基板固定於該兩個金屬板之間。

相較於先前技術，本發明之波束控制天線結構無須逐一控制每個天線元件的相位，對於硬體的需求亦較低，且主要優勢在於，習知指向性天線結構是以電磁能隙的概念，讓電磁波從含有未被提供偏壓的二極體的金屬線的方向輻射，而其餘含有被提供偏壓的二極體的金屬線則形成反射面而可阻擋電磁波，因而相對耗能，反觀本發明係在欲傳送或接收電磁波的方向才提供偏壓至電晶體而使金屬單元連續，藉此有效節省電量。

#### 【實施方法】



以下藉由舉例之具體實施形態說明本發明之實施方法，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他優點與功效。當然，本發明亦可藉由其他不同的具體實施形態加以施行或應用。

須知，本說明書所附圖式所繪示之結構、比例、大小等，均僅用以配合說明書所揭示之內容，以供熟悉此技藝之人士之瞭解與閱讀，並非用以限定本發明可實施之限定條件，故不具技術上之實質意義，任何結構之修飾、比例關係之改變或大小之調整，在不影響本發明所能產生之功效及所能達成之目的下，均應仍落在本發明所揭示之技術內容得能涵蓋之範圍內。同時，本說明書中所引用之如「長度」、「寬度」、「厚度」及「角度」等之用語，亦僅為便於敘述之明瞭，而非用以限定本發明可實施之範圍，其相對關係之改變或調整，在無實質變更技術內容下，當亦視為本發明可實施之範疇。

請參閱第 2A 及 2B 圖，波束控制天線結構 2 主要包括金屬板 21a 和 21b、天線 22、複數個基板 23 以及偏壓電路 25。

金屬板 21a 和 21b 相互平行，皆為圓形平板，具體實施時為鋁製圓形平板。

天線 22 垂直設置於金屬板 21a 和 21b 之間。此外，如第 2A 圖所示，天線 22 係設置於金屬板 21a 和 21b 的圓心上。再者，天線 22 為單極天線，其上可接置一金屬部 220，例如銅柱，其直徑和高度之改變可調整天線 22 的阻抗匹配。

複數個基板 23，可例如為介電質基板，係輻射狀配置於天線 22 的周圍且朝天線 22 的徑向方向延伸，並垂直設置於兩個金屬板 21a 和 21b 之間。各個基板 23 上具有週期性排列的複數個金屬單元 24，而各個金屬單元 24 包括兩個相對設置而不相互接觸的金屬區 241a 和 241b 及設置於此兩個金屬區 241a 和 241b 之間用以耦接該兩個金屬區 241a 和 241b 的電晶體 242。如第 2A 圖所示，金屬區 241a 和 241b 可為梯形，並以其梯形短邊相對設置，一般而言，該梯形的金屬區 241a 和 241b 可透過電鍍而形成在基板 23 上，並在金屬區 241a 和 241b 之間焊接電晶體 242，例如 PIN(P-intrinsic-N)二極體，因而這樣的金屬單元又可稱為領結形(bowtie)單元。

偏壓電路 25 係電性連接至各個電晶體 242，以提供偏壓至各個電晶體 242 而導通各個金屬單元 24。

再者，可利用複數個固定件 26，如第 2A 圖所示為 4 個塑膠柱，將一基板 23 固定於兩個金屬板 21a 和 21b 之間，又，各金屬板 21a 和 21b 上設有複數個固定部 210，如固定孔，以供固定件 26 鎖入該固定孔而固定基板 23。因此，金屬板 21a 和 21b 係將天線 22 及以天線 22 為圓心輻射狀配置的複數個基板 23 夾置於其中，而形成圓柱狀，如 2B 圖所示。

於波束控制天線結構 2 中，該些金屬單元 24 可視為諧振器，而具有該些諧振器的基板 23 可視為切換波導牆 (switched waveguide wall)，用以切換波束控制天線結構

2 阻擋波束或使之穿透。若偏壓電路 25 未提供偏壓至金屬單元 24 的兩金屬區 241a 和 241b 之間的電晶體 242，此時該金屬單元 24 為不導通(不連續)的，則側向入射至該金屬單元 24 的電磁波會被反射；反之，若偏壓電路 25 提供偏壓至金屬單元 24 的兩金屬區 241a 和 241b 之間的電晶體 242，此時該金屬單元 24 為導通(連續)的，則側向入射至該金屬單元 24 的電磁波可穿透。

接著以第 3A 及 3B 圖表示連續和不連續的金屬單元對於側向入射的特定頻段電磁波的穿透與反射特性。

如第 3A 圖所示，基板 23 上的金屬單元 24' 或 24'' 具有週期  $W$ 、長度  $L$  及張開角度  $\theta$ 。如第 3B 圖所示，當金屬單元為不連續金屬單元 24' 時，特定頻段(例如 2.4GHz)的電磁波無法穿透該不連續金屬單元 24'，其介入損失為 -31dB，近似於全反射特性；當該金屬單元為連續金屬單元 24'' 時，該特定頻段的電磁波能穿透該連續金屬單元 24''，其介入損失為 -1.5dB，近似於全透射特性。再者，經實驗發現，當金屬單元為不連續時，基板 23 上複數個金屬單元的週期  $W$  或長度  $L$  越大，則無法穿透的電磁波的頻段係越往低頻移動；金屬單元的金屬區的張開角度  $\theta$  越大，則無法穿透的電磁波的頻段係越往高頻移動。其次，當金屬單元為連續時，基板上複數個金屬單元的週期  $W$  越大，則穿透的電磁波的頻段係越往低頻移動，而長度  $L$  對於電磁波的不大；金屬單元的金屬區的張開角度  $\theta$  越大，則穿透的電磁波的頻段係越往高頻移動。

因此，藉由改變基板 23 上金屬單元 24' 或 24" 的週期  $W$ 、長度  $L$  及張開角度  $\theta$ ，可設計出對側向入射的特定頻段電磁波有透射或反射特性的基板。

再者，對於波束天線結構而言，其反射係數亦受到基板的寬度、長度、厚度和數量、波束控制天線結構和單極天線上金屬部的直徑、波束控制天線結構和單極天線上金屬部的高度、以及天線中心至包含不連續金屬單元的基板的邊緣之距離等參數之影響。

例如，第 4A 圖係顯示部份的基板 33 上電晶體被偏壓而導通之波束控制天線結構 3，如扇形區域 30 即為電晶體有偏壓的區域，則該扇形區域 30 為電磁波可穿透之區域，而天線 32 中心和未偏壓電晶體的基板邊緣之距離為  $S$ 。經實驗發現，當距離  $S$  越大時，波束控制天線結構 3 的反射係數有往低頻移動之趨勢。接著，第 4B 圖係顯示導通不同數量個基板的波束控制天線結構之反射係數，如圖所示，當基板全無偏壓，即電晶體關閉的狀態，反射係數在頻率 2.57GHz 為 -2.5dB 最小；當偏壓越多個基板，反射係數的中心頻率會逐漸往低頻移動，且在 -6dB 之下頻寬幾乎維持在 80MHz 左右。第 4C 圖係顯示頻率在 2.5GHz 的輻射場型圖，發現當偏壓的基板個數越多時，其半功率波束寬度將越寬。

由上可知，於波束控制天線結構中，基板的寬度、長度、厚度和數量、基板上複數個金屬單元的週期、長度和張開角度、波束控制天線結構和單極天線上金屬部的直徑、波束控制天線結構和單極天線上金屬部的高度、以及

天線中心至含不連續金屬單元的基板的邊緣之距離等參數，皆會影響波束控制天線結構的操作頻段。

接著，將本發明之波束控制天線與習知指向性天線的輻射場型進行比較，參閱第 5A 至 5D 圖。第 5A 圖所示之指向性天線結構 1，其是以電磁能隙的概念，讓電磁波從無偏壓的二極體的金屬線方向輻射，其餘有經偏壓的二極體的金屬線則形成反射面而可阻擋電磁波，如第 5A 圖所示，僅部分的金屬線 14 之間的二極體沒有偏壓，即扇形區域 10，電磁波即從此區域被發送或接收，因而此指向性天線結構 1 需耗較多能量來控制輻射方向，如第 5B 圖顯示第 5A 圖所示之指向性天線結構 1 之輻射場型。再者，第 5C 圖所示之本發明之波束控制天線結構 4，僅部分的基板 43 的電晶體有提供偏壓，即扇形區域 40，電磁波此區域被發送或接收，而第 5D 圖顯示第 5C 圖所示之本發明之波束控制天線結構 4 之輻射場型，因此，本發明較先前技術節省能耗。

此外，本發明之波束控制天線結構乃是讓電磁波側向入射各切換波導牆(即上述之基板)，故天線結構所使用的基板和電晶體接較習知技術來的少，且天線結構本體亦較小，並同樣能達到控制波束方向的效果。

綜上所述，本發明之波束控制天線結構係在單極天線周圍放置複數個作為切換波導牆之基板，且基板上具有週期性排列之可視為諧振器的金屬單元，藉由控制該切換波導牆上諧振器的電晶體被偏壓於否，改變該切換波導牆對

於特定頻率電磁波全反射或全透射之特性，使得側向入射的電磁波被阻擋或穿透而使波束轉向在同一特定平面上，藉由控制天線結構的輻射場型，讓波束在欲發射或接收訊號的方向輻射出去。相對於習知技術的陣列天線或指向性天線，具有大幅簡化複雜度及省能等功效，更適用於無線通訊產業。

惟，上述實施形態僅例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施形態進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示習知指向性天線結構的立體圖；

第 2A 及 2B 圖分別繪示本發明之波束控制天線結構的分解圖及組合圖；

第 3A 圖為本發明之波束控制天線結構之連續和不連續的金屬單元之示意圖；

第 3B 圖繪示本發明之波束控制天線結構之連續和不連續的金屬單元對於特定頻段電磁波之穿透與反射特性；

第 4A 圖繪示一實施形態，本發明之波束控制天線結構之部份的基板上電晶體被偏壓而導通；

第 4B 圖繪示一實施形態，導通本發明之波束控制天線結構之不同數量個基板之反射係數；

第 4C 圖繪示第 4A 圖所示之天線結構的輻射場型圖；

第 5A 及 5B 圖繪示習知指向性天線結構及其輻射場型；以及

第 5C 及 5D 圖繪示本發明之波束控制天線結構及其輻射場型。

【主要元件符號說明】

1	指向性天線結構
10、30、40	扇形區域
13	二極體
14	金屬線
2、3、4	波束控制天線結構
21a、21b	金屬板
210	固定部
12、22、32、42	天線
220	金屬部
23、33、43	基板
24、24'、24"	金屬單元
241a、241b	金屬區
242	電晶體
25	偏壓電路
26	固定件
W	週期
L	長度
$\theta$	角度
S	距離

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種波束控制天線結構，包括：

兩個相互平行的金屬板；

天線，係垂直設置於該兩個金屬板之間；

複數個基板，係垂直設置於該兩個金屬板之間，且輻射狀配置於該天線的周圍而朝該天線的徑向方向延伸，其中，各該基板上具有週期性排列的複數個金屬單元，而各該金屬單元係包括兩個相對設置而不相互接觸的金屬區及設置於該兩個金屬區之間用以耦接該兩個金屬區的電晶體；以及

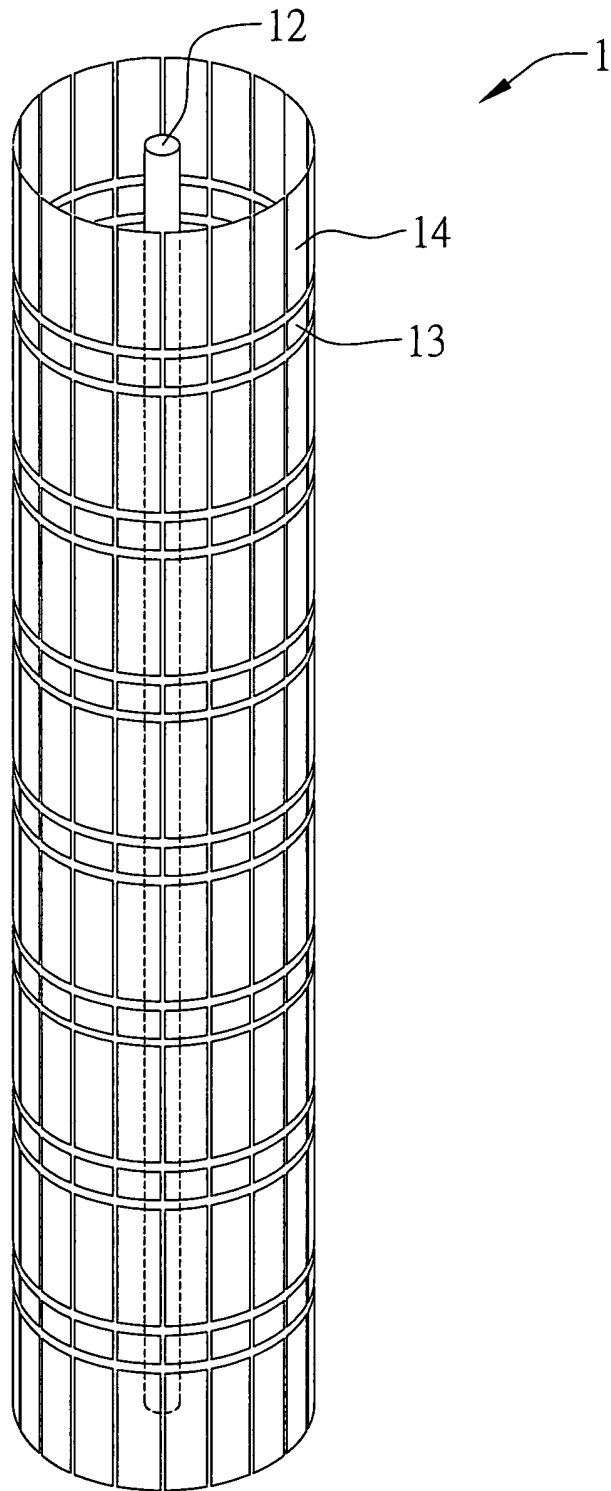
偏壓電路，係電性連接至各該電晶體，以提供偏壓至各該電晶體而導通各該金屬單元。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，當該偏壓電路未提供偏壓至該金屬單元的電晶體時，入射至該金屬單元的電磁波係被該金屬單元反射。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，當該偏壓電路提供偏壓至該金屬單元的電晶體時，入射至該金屬單元的電磁波係穿透該金屬單元。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該天線為單極天線，係具有金屬部。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之波束控制天線結構，其中，該單極天線的金屬部為銅柱。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該基板為介電質基板。

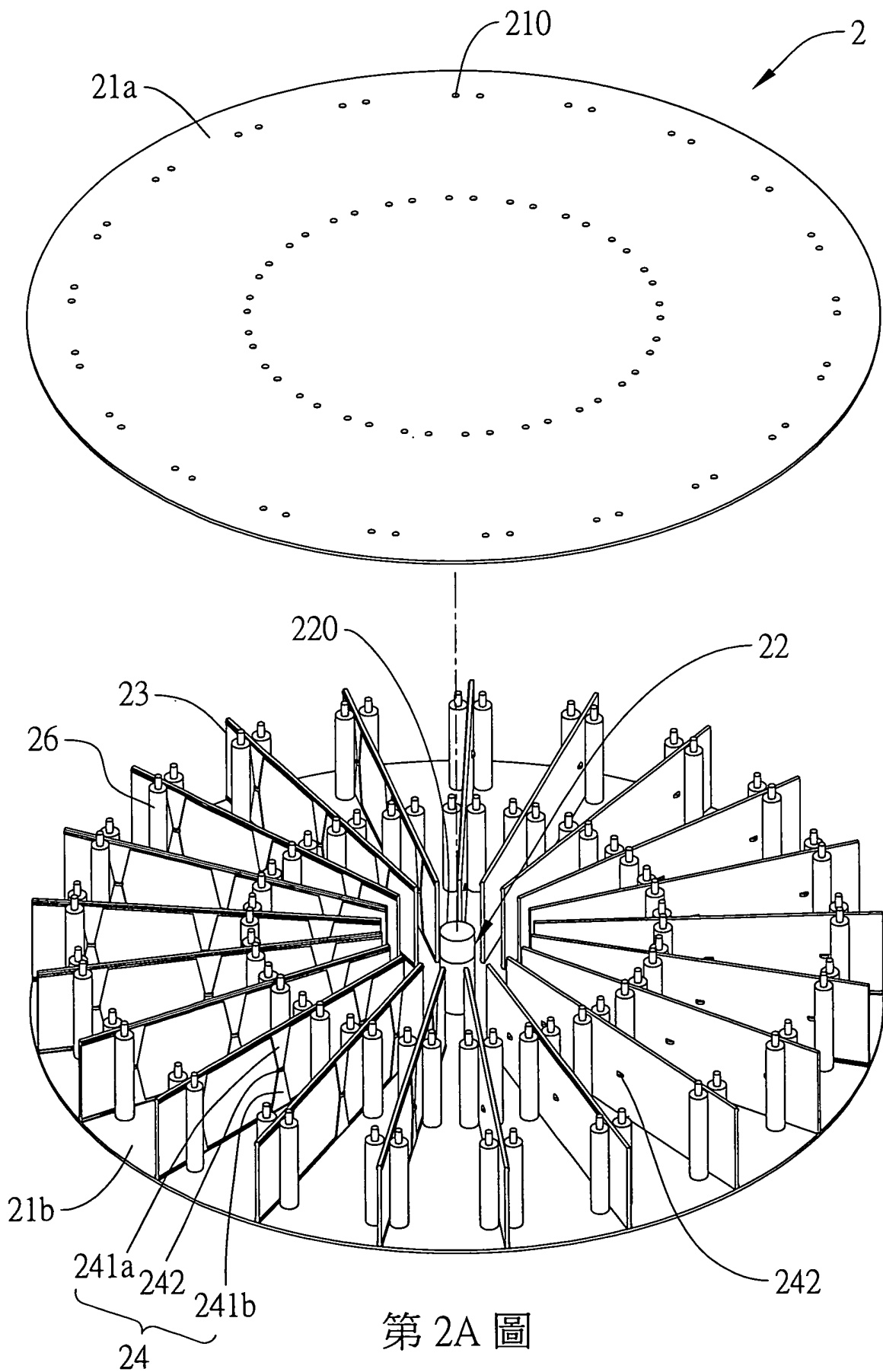


7. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該金屬單元之金屬區的形狀為梯形，且兩個金屬區以其梯形短邊相對設置。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該金屬板為圓形平板，且該天線係設置於該兩個金屬板的圓心。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該金屬板為鋁板。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，復包括複數個固定件，且各該金屬板上設有複數個固定部，以由該複數個固定件藉由與該複數個固定部結合而將該複數個基板固定於該兩個金屬板之間。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之波束控制天線結構，其中，該固定件為塑膠柱。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之波束控制天線結構，其中，該基板的尺寸和數量以及該基板上金屬單元的形狀、尺寸和排列週期性係影響該波束控制天線結構的操作頻段。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之波束控制天線結構，其中，該波束控制天線結構的操作頻段為 2.4GHz。

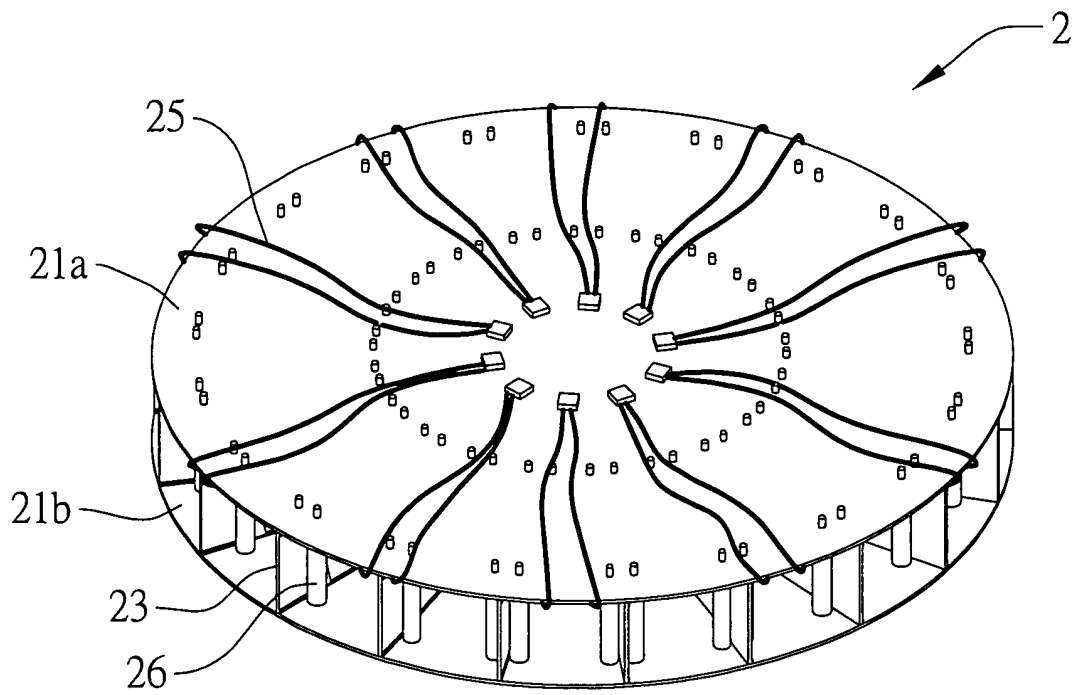
八、圖式：



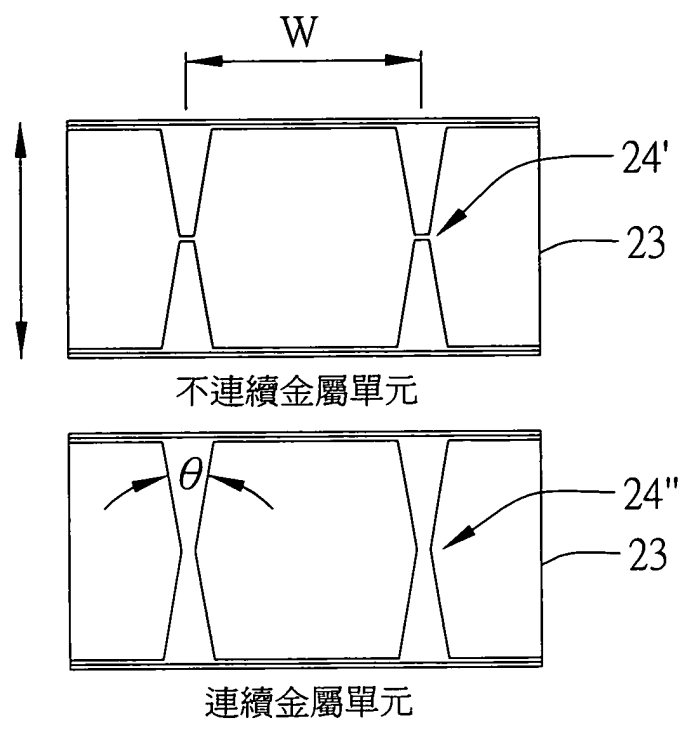
第 1 圖



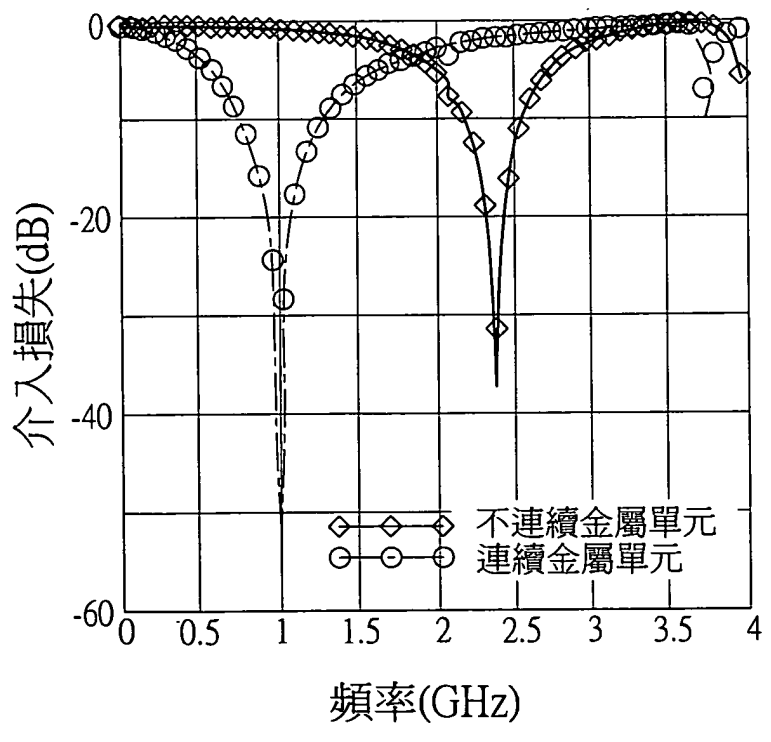
第 2A 圖



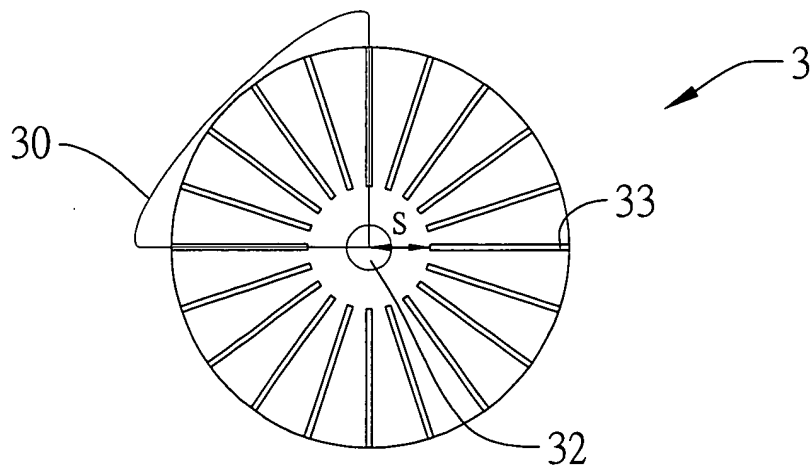
第 2B 圖



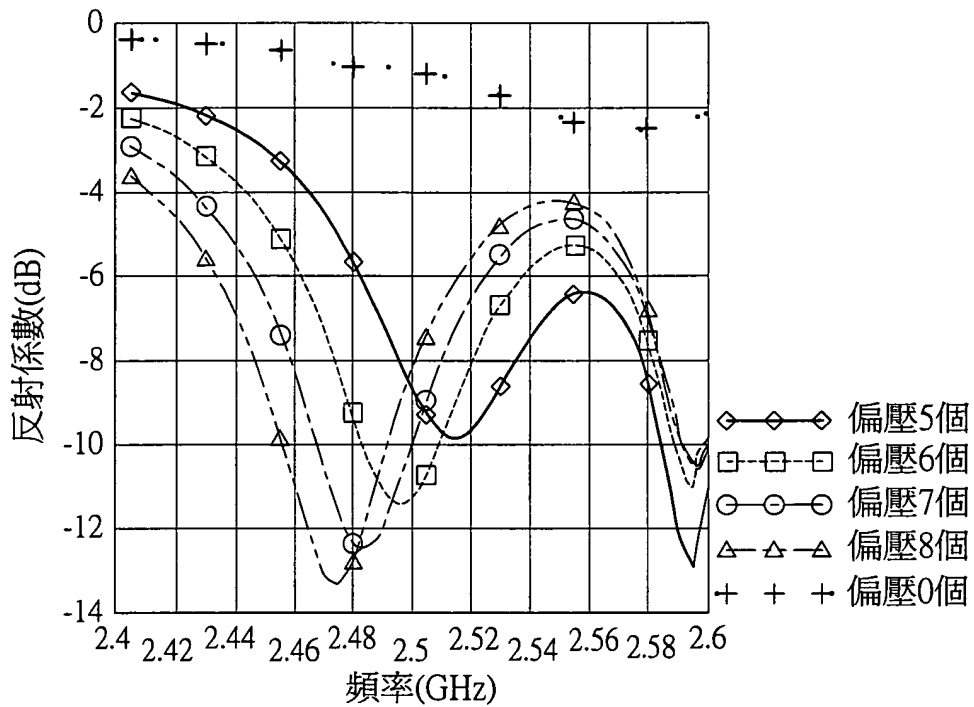
第 3A 圖



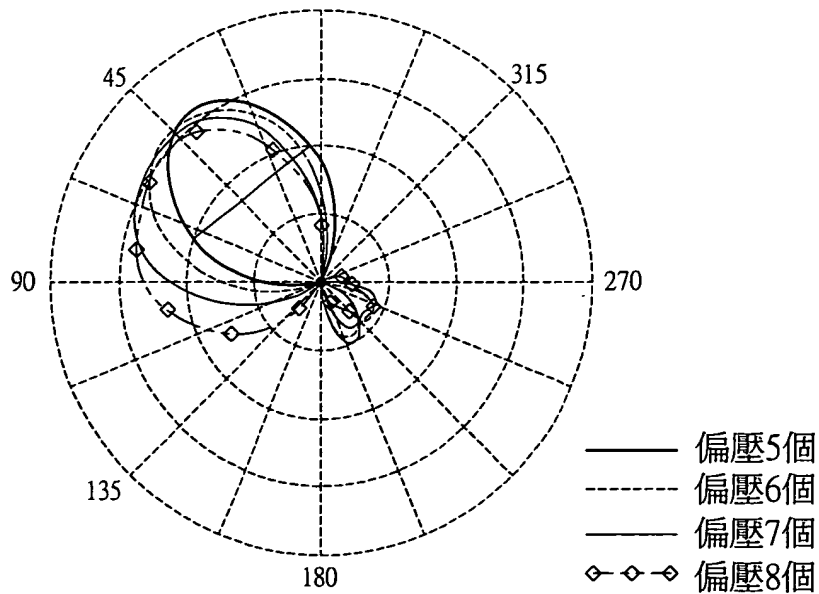
第 3B 圖



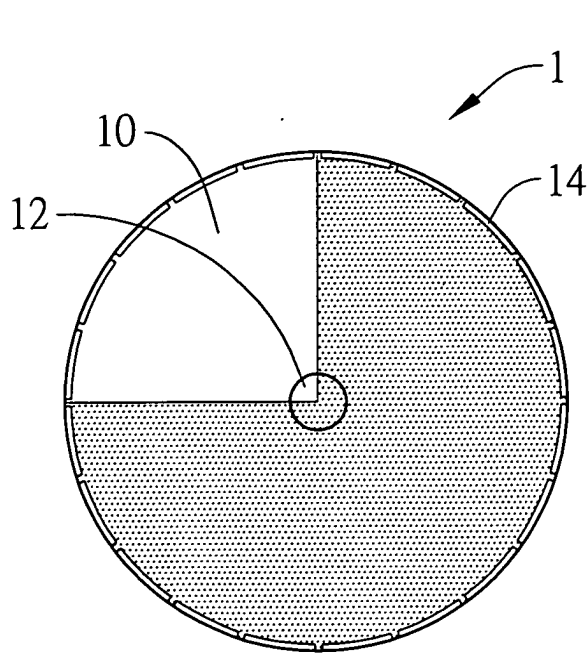
第4A圖



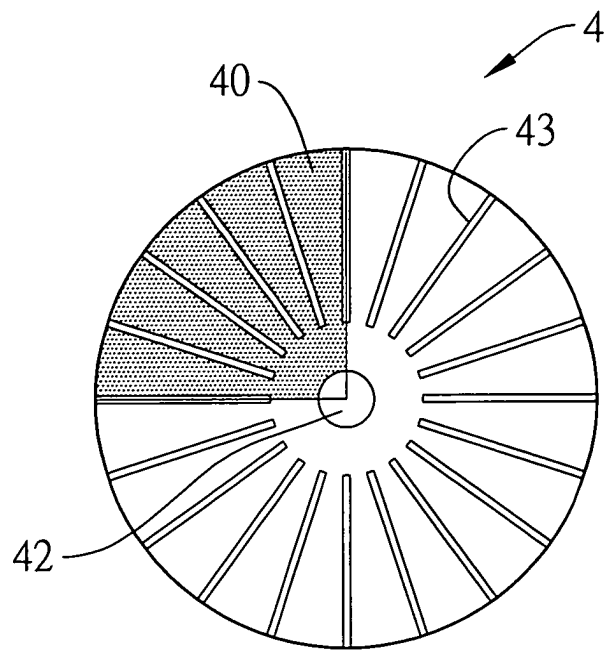
第4B圖



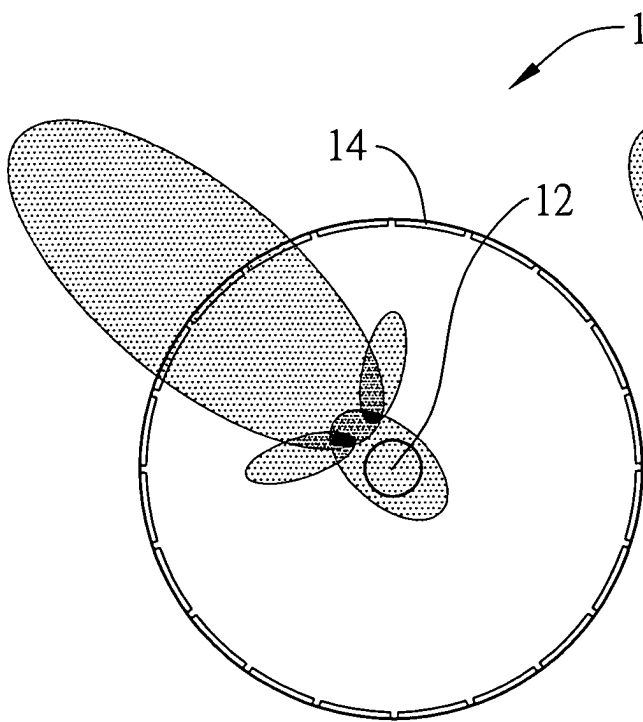
第4C圖



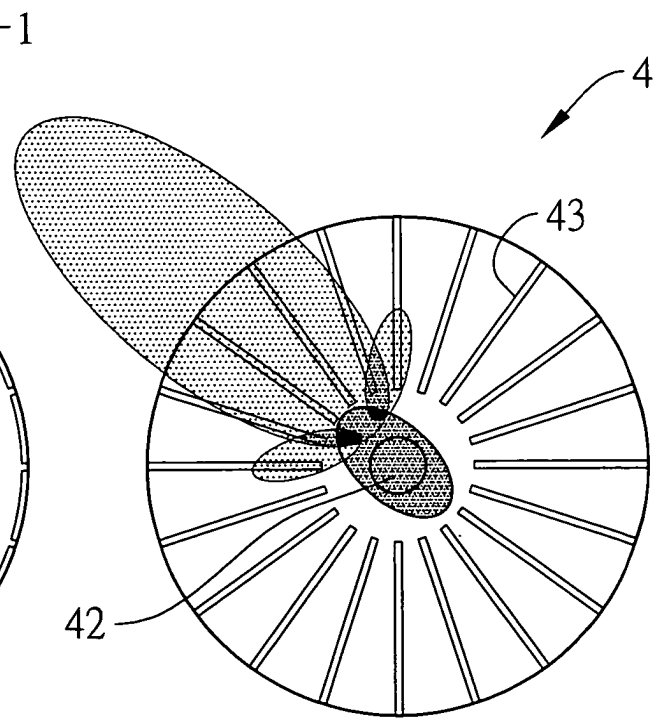
第 5A 圖



第 5C 圖



第 5B 圖



第 5D 圖