



(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 I407692B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 01 日

(21) 申請案號：099106709

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 09 日

(51) Int. Cl. : **H03H7/46 (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 CHIANG (TW)

(74) 代理人：劉紀盛；謝金原

(56) 參考文獻：

TW M339158

TW 200520410A

US 4174506

US 5101179A

US 5223805A

US 5608361A

US 6236285B1

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：8 共 0 頁

(54) 名稱

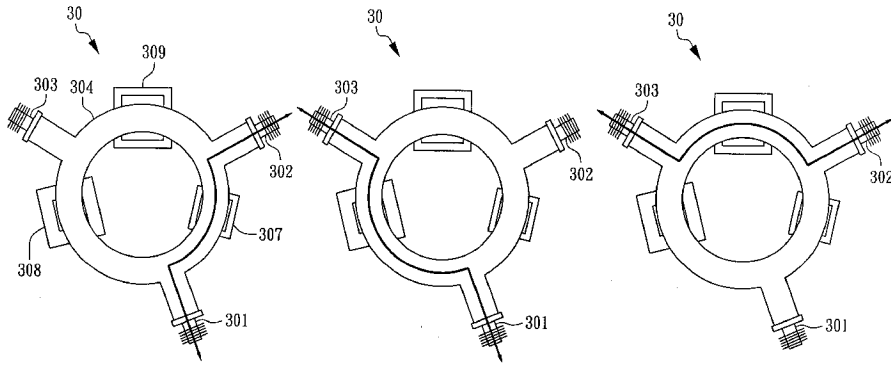
多頻雙工環路器

MULTIPLEX BI-DIRECTIONAL CIRCULATOR

(57) 摘要

本發明為一種新型微波電路之設計，此微波電路稱為三頻雙工環路器，其亦基於後設材料之電磁帶隙性質所建構出。首先，將傳統單層蕈狀結構結合懸置微帶線之理論，推廣至多層結構，使其擁有多頻電磁帶隙特性，達到電路縮小化效果。接著將三組所設計的雙頻電磁帶隙電路作環形串聯，並經過妥善的阻抗匹配，進而完成三頻雙工環路器之設計，它結合了雙工器與環路器之功能，其可使 GSM 1800MHz、WiFi 2.45GHz 和 WiMAX 3.5GHz 系統之間，作多頻段與多通道的資料整合。

In the present invention, a novel multi-port microwave circuit, also known as multiple bi-directional circulator, is designed based upon the basis of the electromagnetic band-gap (EBG) characteristic of the meta-materials. Firstly, the concept of the traditional single-layered mushroom structure is extended with the suspending microstrip line to the multi-layered structure. In this way, the multi-layered structure can reveal multi-band EBG characteristic and achieve miniaturization. Moreover, we use three sets of proposed dual-band EBG circuit to be series-connected in a ring-type structure. By using proper impedance matching, the design of the multiple bi-directional circulator is accomplished. It combines the capabilities of the diplexer, the duplexer and the circulator. The triplex bi-directional circulator can integrate three kinds of communication systems with each other, which operates at frequencies comprising GSM 1800MHz, WiFi 2.45GHz, and WiMAX 3.5GHz, respectively. It is suitable for the information integration of multi-band and multi-system communication applications.



30 . . . 三埠環型微波電路

301 . . . 第一埠

302 . . . 第二埠

303 . . . 第三埠

304 . . . 傳輸線

307~309 . . . 電磁帶隙電路

圖三

# 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： 99106709

※ 申請日： 99.3.9

※IPC 分類：H03H 7/46 (2001.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

多頻雙工環路器

MULTIPLEX BI-DIRECTIONAL CIRCULATOR

## 二、中文發明摘要：

本發明為一種新型微波電路之設計，此微波電路稱為三頻雙工環路器，其亦基於後設材料之電磁帶隙性質所建構出。首先，將傳統單層蕈狀結構結合懸置微帶線之理論，推廣至多層結構，使其擁有多頻電磁帶隙特性，達到電路縮小化效果。接著將三組所設計的雙頻電磁帶隙電路作環形串聯，並經過妥善的阻抗匹配，進而完成三頻雙工環路器之設計，它結合了雙工器與環路器之功能，其可使 GSM 1800MHz、WiFi 2.45GHz 和 WiMAX 3.5GHz 系統之間，作多頻段與多通道的資料整合。

## 三、英文發明摘要：

In the present invention, a novel multi-port microwave circuit, also known as multiple bi-directional circulator, is designed based upon the basis of the electromagnetic band-gap (EBG) characteristic of the meta-materials. Firstly, the concept of the traditional single-layered mushroom structure is extended with the suspending microstrip line to the multi-layered structure. In this way, the multi-layered structure can reveal multi-band EBG characteristic and achieve miniaturization. Moreover, we use three sets of proposed dual-band EBG circuit to be series-connected in a ring-type structure. By using proper impedance matching, the design of the multiple bi-directional circulator is accomplished. It combines the capabilities of the diplexer, the duplexer and the circulator. The triplex bi-directional circulator can integrate three kinds of communication systems with each other, which

operates at frequencies comprising GSM 1800MHz, WiFi 2.45GHz, and WiMAX 3.5GHz, respectively. It is suitable for the information integration of multi-band and multi-system communication applications.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(三)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

30            三埠環型微波電路

301          第一埠

302          第二埠

303          第三埠

304          傳輸線

307~309     電磁帶隙電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係為一種環路器，尤其是有關於一種具有凹口(notch)濾波器的多頻雙工環路器。

### 【先前技術】

系統整合技術對於無線系統的發展有著重要的貢獻，而一個能整合各種通信頻率規範的無線通信系統更是近年來熱門的研究項目。因此，靠著在系統整合端部份的電路設計，讓電路能展現出可以整合不同通信規範的功能，便是此類熱門應用的最佳技術之一。最常見的電路設計有下列幾種：

圖一 A 揭示一種收發雙工器 10a(Duplexer)，其具有第一埠 101a，第二埠 102a 及第三埠 103a；第一埠 101a 接收一第一頻率  $f_{1a}$  並輸出一第二頻率  $f_{2a}$ ，第二埠 102a 輸出一第一頻率  $f_{1a}$  而第三埠 103a 接收一第二頻率  $f_{2a}$ 。也就是說，收發雙工器 10a 有雙向通訊而無分頻的功能。

圖一 B 揭示一種同向雙工器 10b(Diplexer)，其具有第一埠 101b，第二埠 102b 及第三埠 103b；第一埠 101a 接收一第一頻率  $f_{1b}$  及一第二頻率  $f_{2b}$ ，第二埠 102b 輸出一第一頻率  $f_{1b}$  而第三埠 103b 輸出一第二頻率  $f_{2b}$ 。也就是說，同向雙工器 10b 有分頻而無雙向通訊的功能。

圖一 A 及圖一 B 所揭示之收發雙工器 10a 及同向雙工器 10b 只能達成雙通或分頻其中一種功能。也就是說，雙

向通訊的電路無法同時有分頻功能，而有分頻功能的電路也不能同時達成雙向通訊的功能。這是因為這些微波電路局限於傳統的設計和使用無法全面性的匹配網路所導致的。

圖一 C 揭示一種三個輸出入埠的環路器(circulator) 10c，以逆時針方向而言(順時針方向在此不再贅述)，其輸出入的矩陣[S]如圖一 D 所揭示，其輸入為矩陣[S]之縱軸而其輸出為矩陣[S]之橫軸，是現今通訊系統中常見電路，其具有使訊號於封閉式系統作傳遞，但僅容許單頻操作，已無法滿足現今通訊系統之需求。

#### 【發明內容】

本發明之目的係關於同時達成雙通和分頻的功能，並同時結合環路器之迴路傳輸功能，可以用來整合三種通訊系統訊號的接收和傳送，包括 GSM1800MHz、WiFi2.45GHz，和 WiMAX3.5GHz，使得三個系統擁有相互之間的資料傳輸功能。

本發明係關於一種雙向雙通的多頻雙工環路器，其至少包含：一第一輸出入埠；一第二輸出入埠；一第三輸出入埠；一第一濾波器；一第二濾波器；一第三濾波器；以及一傳輸線，係使該第一輸出入埠、第二輸出入埠以及第三輸出入埠為閉迴路連結。

為使 貴審查委員對於本發明之結構目的和功效有更進一步之了解與認同，茲配合圖示範例詳細說明如後。

### 【實施方式】

圖二揭示本發明之一較佳實施例，以輸入信號由 1800MHz、2.45GHz 以及 3.5GHz 中選擇為例(但不限於此，熟悉該項技藝者亦可自行變化)，其揭示三埠環型微波電路 20，第一埠 201 同時為 GSM1800MHz 和 WiFi2.45GHz 的輸出輸入埠，第二埠 202 為 GSM1800MHz 與 WiMAX3.5GHz 的輸出輸入埠，第三埠 203 則為 WiFi2.45GHz 與 WiMAX3.5GHz 的輸出輸入埠。如圖二所示，我們在第一埠 201 與第二埠 202 之間的閉迴路傳輸線 204 支幹路徑上，設計一第一濾波器 207 做為 WiFi2.45GHz 和 WiMAX3.5GHz 的凹口(notch)電路。同樣的，我們在第一埠 201 與第三埠 203 之間的傳輸線 205 支幹路徑上，設計一第二濾波器 208 做為 GSM1800MHz 和 WiMAX3.5GHz 的凹口(notch)電路。最後，我們在第二埠 202 與第三埠 203 的傳輸線 206 支幹路徑上，亦設計一組第三濾波器 209 即 GSM1800MHz 和 WiFi2.45GHz 的凹口(notch)電路。

較佳的，所述的凹口(notch)電路亦可由一雙層蕈狀(mushroom)架構所組成。

如圖三所揭示之三埠環型微波電路 30，第一埠 301 同時為 GSM1800MHz 和 WiFi2.45GHz 的輸出輸入埠，而第二埠 302 為 GSM1800MHz 與 WiMAX3.5GHz 的輸出輸入埠，第三埠 303 則為 WiFi2.45GHz 與 WiMAX3.5GHz 的輸出輸入埠。

如圖三所示，我們在第一埠 301 與第二埠 302 之間的閉迴路傳輸線 304 支幹路徑上，設計一組雙層蕈狀結構做



為 WiFi2.45GHz 和 WiMAX3.5GHz 的電磁帶隙 (electromagnetic band-gap, EBG) 電路 307，並找出葦狀結構合適的位置作為整體電路的阻抗匹配。同樣的，在第一埠 301 與第三埠 303 之間的傳輸線支幹路徑上，設計一組 GSM1800MHz 和 WiMAX3.5GHz 的雙頻電磁帶隙電路 308，也找出其合適的位置作為整體電路的阻抗匹配。最後，在第二埠 302 與第三埠 303 間的傳輸線支幹路徑上，亦設計一組 GSM1800MHz 和 WiFi2.45GHz 的電磁帶隙電路 309，亦找出其合適的位置作為整體電路的阻抗匹配。

較佳的，合適的位置為電磁帶隙電路 307、308、309 所鄰近的輸出入埠所接收信號的四分之一波長的正整數倍中選擇。

較佳的，該閉迴路傳輸線 304 及該雙層葦狀架構分別設置於三塊基板上，且三塊基板間具有一空氣層。

較佳的，該閉迴路傳輸線 304 為微帶 (micro-strip) 結構。

較佳的，該閉迴路傳輸線 304 之形狀由方形、三角形、圓形等幾何形狀中選擇一種。

較佳的，該葦狀架構由金屬所組成。

較佳的，該金屬的尺寸係可決定該環路器 30 之阻抗匹配。

整體三頻雙工環路器 40 之電路圖如圖四所示，第一埠 401 與第二埠 402 之間為 2.45GHz 和 3.5GHz 之雙頻電磁帶隙電路 407，故僅能允許 GSM 1800MHz 之訊號流通，代表第一埠 401 與第二埠 402 之間為 GSM 1800MHz 之訊號通

道，而第一埠 401 與第三埠 403 之間為 1.8GHz 和 3.5GHz 之雙頻電磁帶隙電路 408，所以之間只容許 WiFi 2.45GHz 之訊號於其上傳遞，即第一埠 401 與第三埠 403 之間為 WiFi 2.45GHz 之訊號通道。此外，與第一埠 401 相接的兩組雙頻電磁帶隙電路 407/408 皆包括 3.5GHz 之頻段，故 WiMAX 3.5GHz 的訊號將被阻隔，無法由第一埠 401 傳至第二埠 402 和第三埠 403，而第二埠 402 和第三埠 403 亦無法傳遞 WiMAX 3.5GHz 之訊號至第一埠 401，第一埠 401 亦可稱為 WiMAX 3.5GHz 之隔離埠(isolated port)。

同理，操作於第二埠 402 和第三埠 403 亦然，因其皆連接兩組雙頻電磁帶隙電路，第二埠 402 僅能將 GSM 1800MHz 與 WiMAX 3.5GHz 的訊號分別傳遞至第一埠 401 與第三埠 403，而第三埠 403 亦只能將 WiFi 2.45GHz 與 WiMAX 3.5GHz 的訊號分別傳遞至第一埠 401 與第二埠 402，另外，第二埠 402 和第三埠 403 分別無法收發 WiFi 2.45GHz 與 GSM 1800MHz 之訊號，故分別為 WiFi 2.45GHz 與 GSM 1800MHz 的隔離埠。

因阻抗匹配的緣故，三頻雙工環路器 40 之元件間隙由電磁帶隙電路 407、408、409 與所鄰近的輸出入埠所接收信號的四分之一波長的正整數倍中選擇，例如當閉迴路傳輸線 404 支幹路徑為一 2.3(公分)半徑的圓形時，電磁帶隙電路 407、408、409 與所鄰近的輸出入埠其距離分別是 2.639、1.955、4.203、2.1、3.91、2.786(公分，但不以此為限)。

最後將三頻雙工環路器之所有散射參數作匯整，並採用三個散射參數矩陣來描述此微波電路之特性，如圖五所

示，透過圖五中的散射參數矩陣，熟悉該項技藝者即可以清楚知道 GSM 1800MHz、WiFi 2.45GHz 及 WiMAX 3.5GHz 之三種操作頻帶下的電路特性，有利於使用者作不同模式下的操作。三埠環型微波電路可放置在三種不同頻段電信規範而我們欲整合的系統交匯處，作為整合的匹配電路使用。三埠環型微波電路可設計在 GSM1800MHz、WiFi2.45GHz，和 WiMAX3.5GHz 的三種系統，我們可在第一埠接上 GSM1800MH 與 WiFi2.45GHz 系統，而第二埠接上 GSM1800MHz 與 WiMAX3.5GHz 的系統、第三埠接上 WiFi2.45GHz 與 WiMAX3.5GHz 的系統，如此我們可以成功的讓這三個系統擁有相互之間的資料傳輸功能。而同樣的電路概念可設計在其他不同的電信規範，甚至把此概念推廣至更多頻。

唯以上所述者，僅為本發明之範例實施態樣爾，當不能以之限定本發明所實施之範圍。即大凡依本發明申請專利範圍所作之均等變化與修飾，皆應仍屬於本發明專利涵蓋之範圍內，謹請 貴審查委員明鑑，並祈惠准，是所至禱。

**【圖式簡單說明】**

圖一A係為先前技藝之收發雙工器示意圖；

圖一B係為先前技藝之同向雙工器示意圖；

圖一C係為先前技藝之環路器示意圖；

圖一D係為先前技藝圖一C之輸出入矩陣示意圖；

圖二係為本發明之一較佳實施例之環路器示意圖；

圖三係為本發明之另一較佳實施例之環路器示意圖；

圖四係為用於本發明之三頻雙工環路器之示意圖；以及

圖五係為用於本發明之三個散射參數矩陣之示意圖。

**【主要元件符號說明】**

10a	收發雙工器
101a	第一埠
102a	第二埠
103a	第三埠
10b	同向雙工器
101b	第一埠
102b	第二埠
103b	第三埠
[S]	矩陣
20	三埠環型微波電路
201	第一埠

- 202 第二埠
- 203 第三埠
- 204~206 傳輸線
- 30 三埠環型微波電路
- 301 第一埠
- 302 第二埠
- 303 第三埠
- 304 傳輸線
- 307~309 電磁帶隙電路
- 40 三頻雙工環路器
- 401 第一埠
- 402 第二埠
- 403 第三埠
- 404 傳輸線
- 407~409 電磁帶隙電路

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種雙向雙通的多頻雙工環路器，其至少包含：

一第一輸出入埠；

一第二輸出入埠；

一第三輸出入埠；

一第一濾波器；

一第二濾波器；

一第三濾波器；以及

一傳輸線，係使該第一輸出入埠、第二輸出入埠以及第三輸出入埠為閉迴路連結；

其中，該第二輸出入埠與該第二濾波器之間，具有一第一距離，該第一輸出入埠與該第三濾波器之間，具有一第二距離，當第一訊號於該第一輸出入埠及該第二輸出入埠之間被允許接收、導通，且第一訊號於該第三輸出入埠不被允許接收、不被允許導通時，該第一距離及第二距離為接收該第一訊號四分之一波長的奇數倍；

其中，該第一輸出入埠與該第一濾波器之間，具有一第三距離，該第三輸出入埠與該第二濾波器之間，具有一第四距離，當第二訊號於該第一輸出入埠及該第三輸出入埠之間被允許接收、導通，且第二訊號於該第二輸出入埠不被允許接收、不被允許導通時，該第三距離及第四距離為接收該第二訊號四分之一波長的奇數倍；

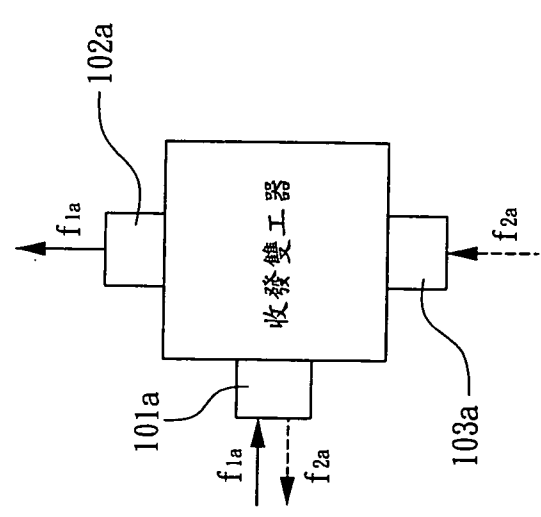
其中，該第三輸出入埠與該第三濾波器之間，具有一第五距離，該第二輸出入埠與該第一濾波器之間，具有一第六距離，當第三訊號於該第二輸出入埠及該第三輸出入埠之間被允許接收、導通，且第三訊號於該第一輸出入端口不被允許接收、不被允許導通時，該第五距離及第六距離為接收該第三訊號四分之一波長的奇數倍。

2. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中該第一濾波器、該第二濾波器以及該第三濾波器為雙層葦狀架構。
3. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中該第一濾波器、該第二濾波器以及該第三濾波器為電磁帶隙架構。
4. 如申請專利範圍第 2 項之多頻雙工環路器，其中該閉迴路傳輸線及該雙層葦狀架構分別設置於三塊基板上。
5. 如申請專利範圍第 4 項之多頻雙工環路器，其中該閉迴路傳輸線及該雙層葦狀架構所分別設置於三塊基板間進一步隔有一空氣層。
6. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其進一步包含有一第  $N$  輸出入埠及一第  $N$  濾波器；其中，該第一濾波器、該第二濾波器、該第三濾波器以及該第  $N$  濾波器為  $N-1$  層葦狀架構， $N$  為大於 3 的整數。
7. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中該閉迴路傳輸線為微帶結構。

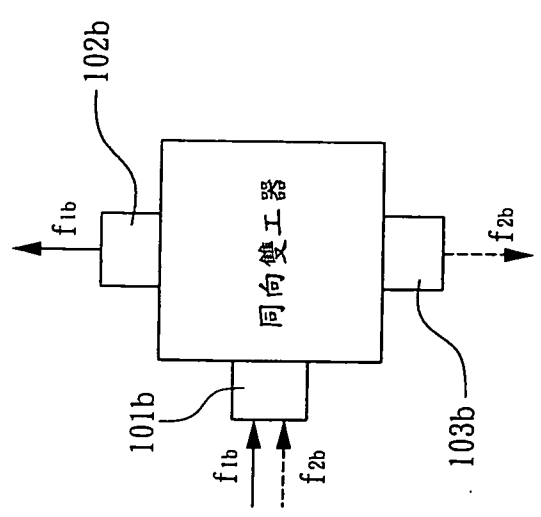
8. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中該閉迴路傳輸線之形狀由方形、三角形、圓形等幾何形狀中選擇一種。
9. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中該第一輸出埠、該第二輸出埠以及該第三輸出埠之輸入信號由 1800MHz、2.45GHz 以及 3.5GHz 中選擇。
10. 如申請專利範圍第 2 項之多頻雙工環路器，其中該葦狀架構由金屬所組成。
11. 如申請專利範圍第 10 項之多頻雙工環路器，其中該金屬的尺寸係可決定該環路器之阻抗匹配。
12. 如申請專利範圍第 1 項之多頻雙工環路器，其中，該第一濾波器、該第二濾波器以及該第三濾波器為凹口(notch)濾波器。



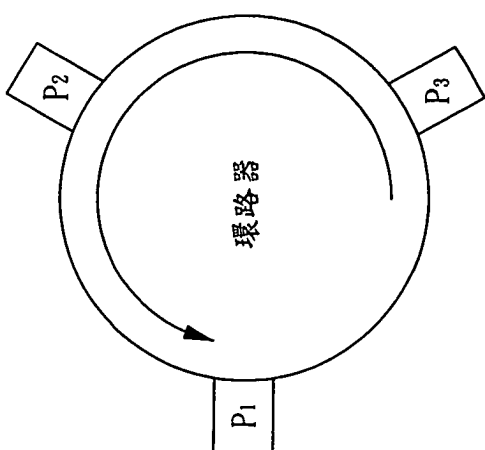
八、圖式：



圖一 A  
(先前技術)



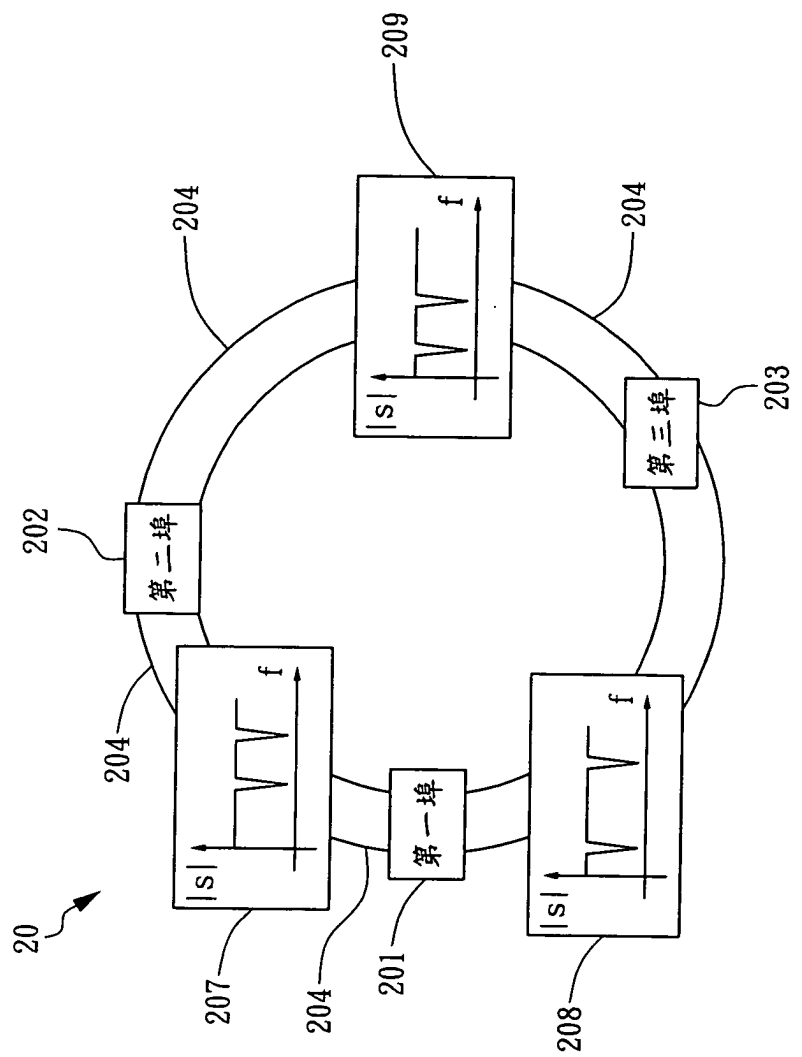
圖一 B  
(先前技術)



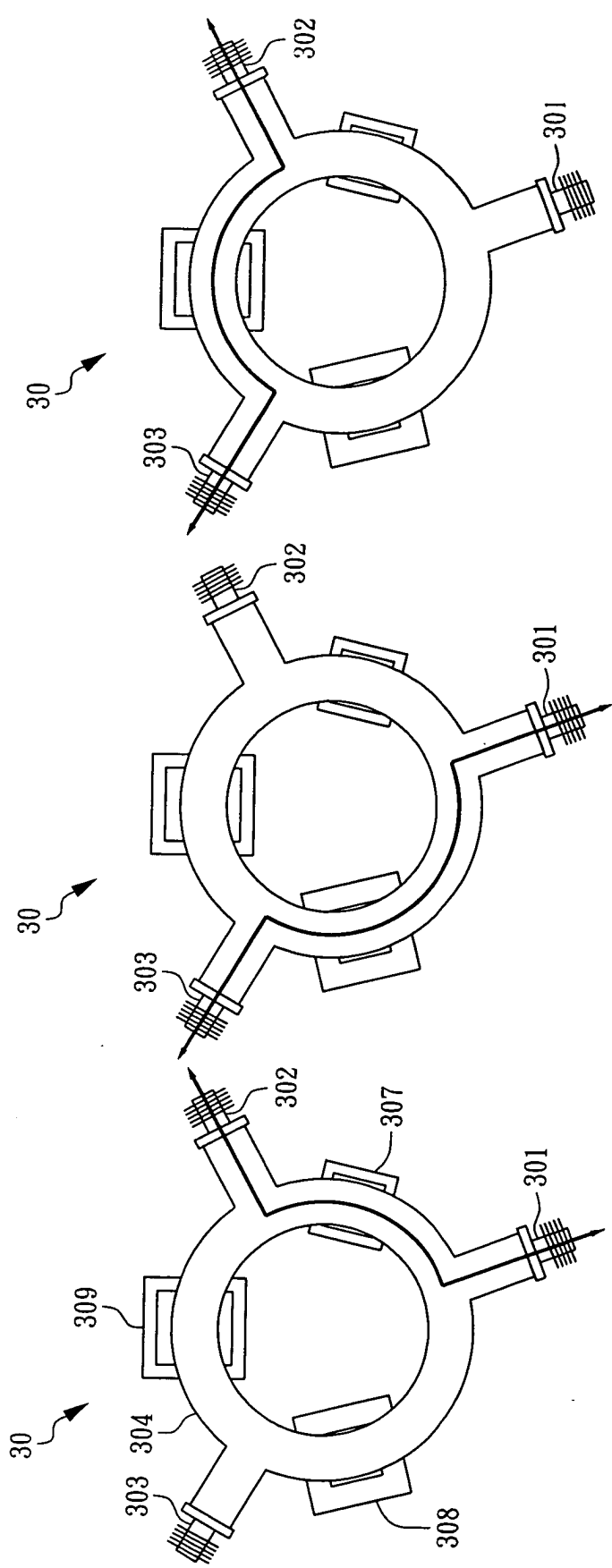
圖一C  
(先前技術)

$$[S] = \begin{matrix} & \begin{matrix} P_1 & P_2 & P_3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{(輸入)} \\ \text{(輸出)} \end{matrix} \\ \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \end{matrix}$$

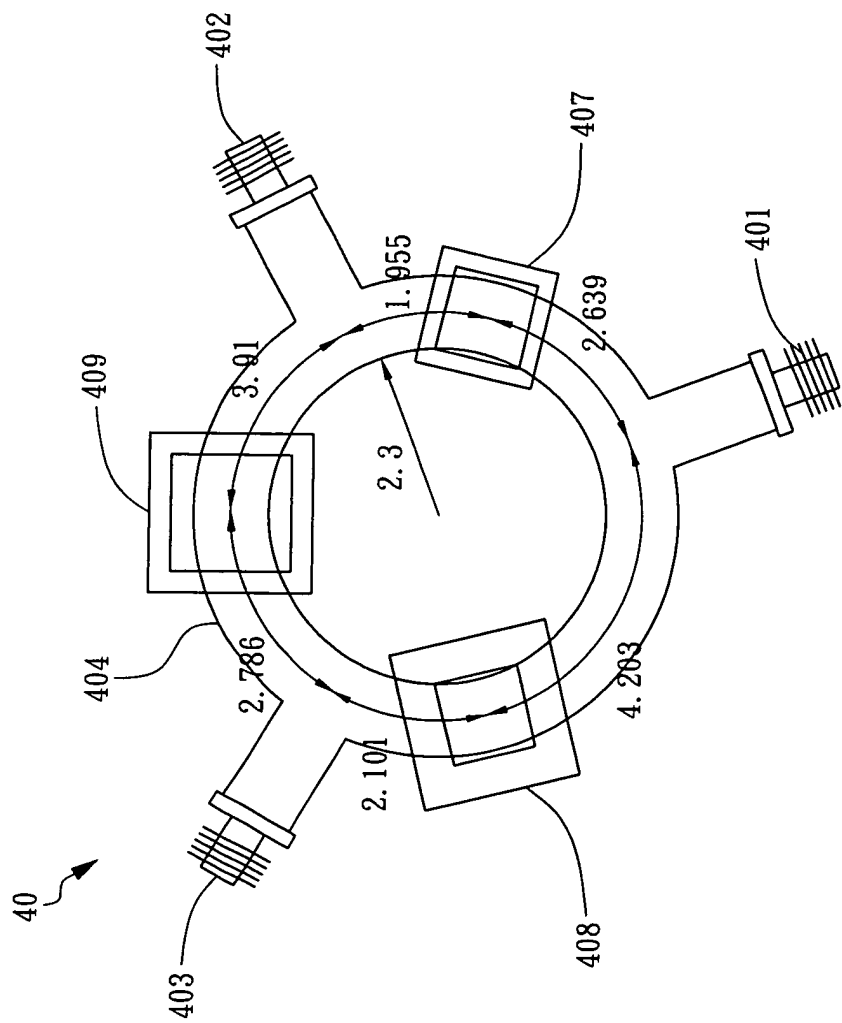
圖一D  
(先前技術)



圖二



圖三



圖四

$$[S] = \left\{ \begin{array}{l} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{1. 8GHz} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{2. 45GHz} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{3. 5GHz} \end{array} \right.$$

圖五