



(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 I513092 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：102133022

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 12 日

(51)Int. Cl. : H01P1/36 (2006.01) H04W88/00 (2009.01)

(71)申請人：國立臺灣大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY (TW)
臺北市大安區羅斯福路 4 段 1 號

(72)發明人：陳柏文 CHEN, PO WEN (TW) ; 曹恆偉 TSAO, HEN WAI (TW) ; 吳靜雄 WU, JINGSHOWN (TW)

(74)代理人：馬靜如

(56)參考文獻：

TW 201212552 US 2009/0296790A1

US 2011/0299431A1 US 2012/0188917A1

S. He, N. Akel, C.E. Saavedra, "Active quasi-circulator with high port-to-port isolation and small area", Electronics Letters, vol. 48, no. 14, pp. 848-850, July 2012.

Y. Zheng and C.-E. Saavedra, "Active quasi-circulator MMIC using OTAs", IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 19, no. 4, pp. 218-220, April 2009.

S. W. Y. Mung and W. S. Chan, "Novel active quasi-circulator with phase compensation technique," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 18, no. 12, pp. 800-802, December 2008.

C.-E. Saavedra and Y. Zheng, "Active quasi-circulator realization with gain elements and slow-wave couplers," IEEE Trans. Microw. Antennas Propag, vol. 1, no. 5, pp. 1020-1023, October 2007.

審查人員：賴恩賞

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 19 頁

(54)名稱

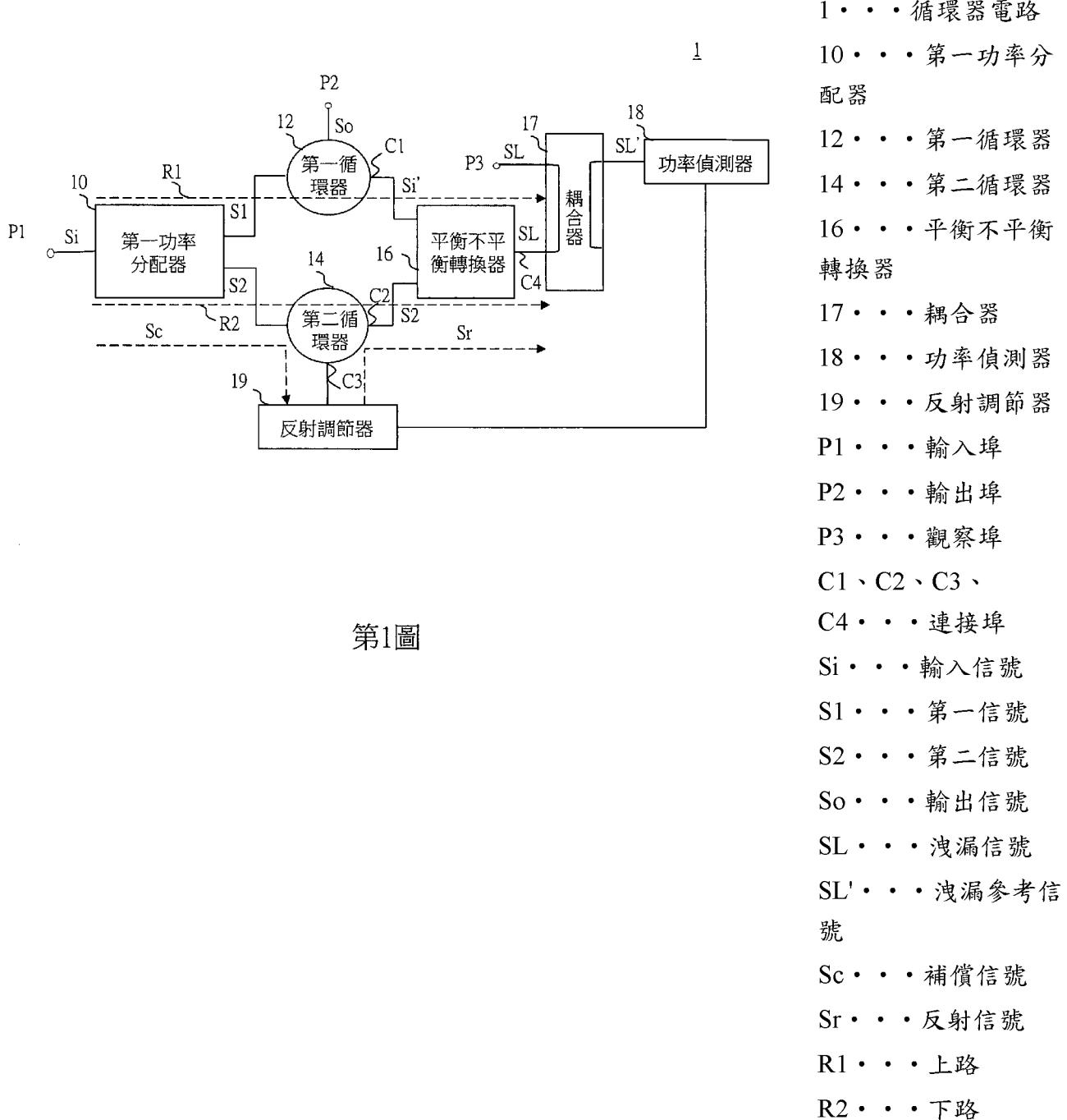
循環器電路及提升循環器電路隔離度的方法

A CIRCULATION CIRCUIT AND A METHOD FOR IMPROVING THE ISOLATION OF THE CIRCULATION CIRCUIT

(57)摘要

一種循環器電路，包括一第一功率分配器、一第一循環器、一第二循環器、一平衡不平衡轉換器、一耦合器、一功率偵測器以及一反射調節器，其中該第一功率分配器將一輸入信號分配為第一信號及一第二信號，該第一循環器將該第一信號導至輸出埠，並將進入輸出埠的另一輸入信號導至第一連接埠，該第二循環器將該第二信號導至第二連接埠，該平衡不平衡轉換器將該另一輸入信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信號，該耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號，反射調節器連接於該功率偵測器與該第二循環器之間，該功率偵測器根據該洩漏參考信號調整該反射調節器的一反射信號，透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配。

A circulation circuit is disclosed. The circulation circuit includes a first power divider, a first circulator, a second circulator, a balun, a coupler, a power detector, and a reflection tuner. The first power divider divides an input signal into a first signal and a second signal. The first circulator transmits the first signal to an output port and transmits another input signal from the output port to a first connection port. The second circulator transmits the second signal to a second connection port. The balun takes the difference of the balanced port for the other input signal and the second signal and outputs a leakage signal. The coupler outputs the leakage signal to a observed port and couples the leakage signal to be a leakage reference signal. The reflection tuner is connected between the power detector and the second circulator. The power detector adjusts a reflection signal of the reflection tuner according to the leakage reference signal. The reflection tuner compensates unmatch of the first circulator and the second circulator by outputting the reflection signal to the second circulator.



第1圖

發明摘要

H04P 1/36 (2006.01)

※ 申請案號：102133022

※ 申請日：102. 9. 12

※IPC 分類：H04W 88/00 (2009. 01)

【發明名稱】 循環器電路及提升循環器電路隔離度的方法/ACIRCULATION CIRCUIT AND A METHOD FOR IMPROVING THE
ISOLATION OF THE CIRCULATION CIRCUIT**【中文】**

一種循環器電路，包括一第一功率分配器、一第一循環器、一第二循環器、一平衡不平衡轉換器、一耦合器、一功率偵測器以及一反射調節器，其中該第一功率分配器將一輸入信號分配為一第一信號及一第二信號，該第一循環器將該第一信號導至輸出埠，並將進入輸出埠的另一輸入信號導至第一連接埠，該第二循環器將該第二信號導至第二連接埠，該平衡不平衡轉換器將該另一輸入信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信號，該耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號，反射調節器連接於該功率偵測器與該第二循環器之間，該功率偵測器根據該洩漏參考信號調整該反射調節器的一反射信號，透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配。

【英文】

A circulation circuit is disclosed. The circulation circuit includes a first power divider, a first circulator, a second circulator, a balun, a coupler, a power detector, and a reflection tuner. The first power divider divides an input signal into a first signal and a second signal. The first circulator transmits the first signal to an output port and transmits another input signal from the output port to a first connection port. The second circulator transmits the second signal to a second connection port. The balun takes the difference of the balanced port for the other input signal and the second signal and outputs a leakage signal. The coupler outputs the leakage signal to a observed port and couples the leakage signal to be a leakage reference signal. The reflection tuner is connected between the power detector and the second circulator. The power detector adjusts a reflection signal of the reflection tuner according to the leakage reference signal. The reflection tuner compensates unmatch of the first circulator and the second circulator by outputting the reflection signal to the second circulator.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：循環器電路

10：第一功率分配器

12：第一循環器

14：第二循環器

16：平衡不平衡轉換器

17：耦合器

18：功率偵測器

19：反射調節器

P1：輸入埠

P2：輸出埠

P3：觀察埠

C1、C2、C3、C4：連接埠

Si：輸入信號

S1：第一信號

S2：第二信號

So：輸出信號

SL：洩漏信號

SL'：洩漏參考信號

Sc：補償信號

Sr：反射信號

R1：上路

R2：下路：

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

【發明名稱】 循環器電路及提升循環器電路隔離度的方法/ A CIRCULATION CIRCUIT AND A METHOD FOR IMPROVING THE ISOLATION OF THE CIRCULATION CIRCUIT

【技術領域】

【0001】 本發明系關於一種作為雙工器的循環器電路，特別關於一種具有高隔離度的循環器電路。

● 【先前技術】

【0002】 關於無線通訊的研究中，有許多人欲將循環器作為雙工器使用。而其中最關鍵的問題即是在於雙工器的發射端之信號強度較接收端之接收信號高上許多，且一般循環器之隔離度較低，故發射信號會干擾甚至覆蓋接收信號。

【0003】 因此，提出一種具有高隔離度的循環器是有其必要的，以減少在接收端出現之發射信號。

● 【發明內容】

【0004】 有鑑於先前技術之缺點，因此，需要發展一種具有高隔離度的循環器電路，可將洩漏電流降至極小值。

【0005】 根據本發明循環器電路之一實施例，包括一第一功率分配器、一第一循環器、一第二循環器、一平衡不平衡轉換器、一耦合器、一功率偵測器以及一反射調節器，其中該第一功率分配器將該輸入信號分配為一第一信號及一第二信號後分別輸出，該第一循環器將該第一信號導至輸出埠，並將進入輸出埠的另一輸入信號導至第一連接埠，該第二循環器將該第二信號導至第二連接埠，該平衡不平衡轉換器將該另一輸入信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信

號，該耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號，反射調節器連接於該功率偵測器與該第二循環器之間，該功率偵測器根據該洩漏參考信號的大小調整該反射調節器的一反射信號，透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配，藉此降低該觀察埠輸出之該洩漏信號。

【0006】根據本發明提升循環器電路隔離度的方法之一實施例，包括由一第一功率分配器將一輸入信號分配為一第一信號及一第二信號後分別從兩個分路埠輸出；由一第一循環器將該第一信號導至該第一循環器的一輸出埠，再將進入該輸出埠的另一輸入信號導至該第一循環器的一第一連接埠，由一第二循環器將該第二信號導至該第二循環器的一第二連接埠；由一平衡不平衡轉換器將該另一輸入信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信號；由一耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號；由一功率偵測器根據該洩漏參考信號的大小調整一反射調節器的一反射信號的大小及相位；以及透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配，藉此降低該觀察埠輸出之該洩漏信號。

【0007】本發明之循環器電路使用了兩個一般的循環器，藉由信號消除及微調反射諧調器之反射係數，使循環器電路之隔離度和可應用頻寬相較於一般循環器有大幅的改善。

【圖式簡單說明】

【0008】第 1 圖係根據本發明之循環器電路的一實施例的示意圖。

【0009】第 2 圖係根據本發明之提升循環器電路隔離度的方法的一實施例的流程圖。

【0010】第 3A 圖係根據本案之循環器電路的反射調節器

的一實施例之示意圖。

【0011】 第 3B 圖係根據本案之循環器電路的反射調節器的電容反射係數在複數平面的示意圖。

【0012】 第 4 圖係根據本案之循環器電路的隔離度的特性曲線圖。

【實施方式】

【0013】 為進一步說明各實施例，本發明乃提供有圖式。這些圖式乃為本發明揭露內容之一部分，其主要係用以說明實施例，並可配合說明書之相關描述來解釋實施例的運作原理。配合參考這些內容，本領域具有通常知識者應能理解其他可能的實施方式以及本發明之優點。圖中的元件並未按比例繪製，而類似的元件符號通常用來表示類似的元件。

【0014】 請參考第 1 圖，第 1 圖係根據本發明之循環器電路的一實施例的示意圖。如第 1 圖所示，循環器電路 1 包括一第一功率分配器 10、一第一循環器 12、一第二循環器 14、一平衡不平衡轉換器 16、一耦合器 17、一功率偵測器 18 以及一反射調節器 19。循環器電路包括一輸入埠 P1、一輸出埠 P2 及一觀察埠 P3。第一功率分配器 10 為一個一分二路的功率分配器，包括輸入埠 P1、一第一分路埠及一第二分路埠（未標示）。第一循環器 12 及第二循環器 14 分別連接第一分路埠及第二分路埠，第一循環器 12 包括輸出埠 P2 及一第一連接埠 C1，第二循環器 14 包括一第二連接埠 C2 及一第三連接埠 C3。平衡不平衡轉換器(balun)16 分別連接第一連接埠 C1 與第二連接埠 C2，並包含一第四連接埠 C4。耦合器 17 包括一觀察埠 P3 及一耦合輸出埠（未標示）。功率偵測器 18 連接耦合輸出埠。反射調節器 19 連接於功率偵測器 18 與第三連接埠 C3。

【0015】 第一循環器 12 與第二循環器 14 為一般的循環器，即不具有極佳的隔離度，且兩循環器 12、14 不必是相同的

(identity)，也就是兩循環器不匹配(unmatched)。

【0016】 大體上來說，循環器電路 1 從輸入埠 P1 接收一一輸入信號 Si，於輸出埠 P2 輸出一輸出信號 So，而於觀察埠 P3 輸出一洩漏信號 SL 以供觀察，藉以取得輸入埠 P1 至觀察埠 P3 的洩漏程度。本實施例的特點在於，設置一功率偵測器 18 與反射調節器 19，藉由功率偵測器 18 偵測洩漏信號 SL 的大小來迴授控制反射調節器 19 所產生的反射信號 Sr，以補償第一循環器 12 與第二循環器 14 的不匹配，使觀察埠 P3 的洩漏信號達到最小，以得到高隔離度的循環器電路 1。

【0017】 更具體地來說，配合第 2 圖，第 2 圖係根據本發明之提升循環器電路隔離度的方法的一實施例的流程圖。提升循環器電路 1 隔離度的方法包括：首先，從第一功率分配器 10 的輸入埠 P1 接收一輸入信號 Si (S201)。由第一功率分配器 10 將輸入信號 Si 分配為一第一信號 S1 及一第二信號 S2 後分別從兩個分路埠輸出 (S203)，其中第一信號 S1 與第二信號 S2 為相同的信號，其大小為輸入信號的一半。由第一循環器 12 將第一信號 S1 導至輸出埠 P2，由輸出埠 P2 輸出一輸出信號，第一循環器 12 再將進入輸出埠 P2 的另一輸入信號 Si' 導至第一連接埠 C1，同時，由第二循環器 14 將第二信號 S2 導至第二連接埠 C2 (S205)。

【0018】 由於第一循環器 12 與第二循環器 14 不匹配，由平衡不平衡轉換器 16 將另一輸入信號 Si' 與第二信號 S2 取平衡端的差後於第四連接埠 C4 輸出一洩漏信號 SL (S207)，此洩漏信號 SL 特別是代表輸入埠 P1 與觀察埠 P3 之間的洩漏。透過耦合器 17 將洩漏信號 SL 輸出至觀察埠 P3，並將洩漏信號 SL 部份耦合至耦合輸出埠，於耦合輸出埠輸出一洩漏參考信號 SL' (S209)。

【0019】 接著，功率偵測器 18 根據洩漏參考信號 SL' 的大小迴授調整反射調節器 19 的一反射信號 Sr 的大小及相位 (S211)。最後，反射調節器 19 將反射信號 Sr 輸出至第二循

環器 14，使得洩漏信號 SL 可由第二信號 S2 與反射信號 Sr 由平衡不平衡轉換器 16 抵銷，以補償第一循環器 12 與第二循環器 14 的不匹配，即補償上下兩路 R1、R2 不匹配所造成的洩漏，藉此降低觀察埠 P3 輸出之洩漏信號 SL (S213)，直到洩漏信號 SL 達到所預期的最小值，藉此得到具有高隔離度的循環器電路 1。

【0020】根據一實施例，除了功率偵測器 18 控制反射調節器 19 產生一反射信號之外，還可透過外部電路（圖未示）根據功率偵測器 18 產生迴授信號產生一補償信號 Sc 輸入至反射調節器 19。

【0021】關於步驟 S211 中功率偵測器 18 根據洩漏參考信號 SL'的大小迴授調整反射調節器 19 的一反射信號 Sr 的大小及相位，以下將舉一實施例說明。

【0022】請參考第 3A 至 3B 圖。第 3A 圖係根據本案之循環器電路的反射調節器的一實施例之示意圖。第 3B 圖係根據本案之循環器電路的反射調節器的電容反射係數在複數平面的示意圖。如第 3A 圖所示，反射調節器 19 包括一第二功率分配器 191、一第一相位位移器 193、一第二相位位移器 195、一第三相位位移器 197、一第一可變電容 V1、一第二可變電容 V2、一第三可變電容 V3、以及第四可變電容 V4。其中第二功率分配器 191 為一四路分配器，其一端連接第三連接埠 C3，另外四端分別耦接可變電容 V1、V2、V3、V4，其中第一可變電容 V1 直接連接第二功率分配器 191，第二可變電容 V2 透過第一相位位移器 193 連接第二功率分配器 191，第三可變電容 V3 透過第二相位位移器 195 連接第二功率分配器 191，第四可變電容 V4 透過第三相位位移器 197 連接第二功率分配器 191 可變電容 V1、V2、V3、V4 的另一端皆接地。

【0023】每一個可變電容 V1、V2、V3、V4 為相同的可變電容二極體(Varactor diode)，每一個可變電容 V1、V2、V3、V4 具有相同的反射係數 Γ 如下式子 (1) 所示：

$$\Gamma = \frac{\frac{1}{j\omega C} - Z_0}{\frac{1}{j\omega C} + Z_0}$$

..... (1)

【0024】 式子(1)中， ω 為可變電容 V1、V2、V3、V4 的操作頻率，C 為可變電容 V1、V2、V3、V4 的電容值， Z_0 為從可變電容 V1、V2、V3、V4 看入循環器電路 1 的特徵阻抗，亦稱參考阻抗。

【0025】 若將可變電容 V1、V2、V3、V4 的電容反射係數 Γ 以複數平面表示，如第 3B(a)圖所示。根據一實施例，第一相位位移器 193 為一 45 度相位位移器，第二相位位移器 195 為一 90 度相位位移器，第三相位位移器 197 為一 135 度相位位移器。第一可變電容 V1 未連接相位位移器，其電容反射係數 Γ_1 等於 Γ ，而第二至第四可變電容 V2、V3、V4 則經過來回兩次位移後，使可變電容 V1、V2、V3、V4 於第二功率分配器 191 所見的複數個電容反射係數 Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 、 Γ_4 的相位分別相差 90 度，如第 3B (b) 至 3B (c) 圖所示。由第 3B (b) 至 3B (c) 圖可知，第一可變電容 V1 與第三可變電容 V3 所產生的電容反射係數 Γ_1 、 Γ_3 相差 180 度，於複數平面上分別分布於上下半部，而第二可變電容 V2 與第四可變電容 V4 所產生的電容反射係數 Γ_2 、 Γ_4 相差 180 度，於複數平面上分別分布於左右半部。

【0026】 功率偵測器 18 利用這四個電容反射係數 Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 、 Γ_4 來合成反射調節器 19 的一合成反射係數。更具體地說，功率偵測器 18 根據洩漏參考信號 SL' 的強度轉換為施加於可變電容 V1、V2、V3、V4 的偏壓，以改變可變電容 V1、V2、V3、V4 的複數個電容值，藉此改變反射信號 Sr 的合成反射係數，其方法包括藉由調整第一可變電容 V1 及第三可變電容 V3 的電容值來控制合成反射係數的實部，如第 3B (d) 圖所示，並藉由調整第二可變電容 V2 及第四可變電容

V4 的電容值來控制合成反射係數的虛部，如如第 3B (e) 圖所示。

【0027】 假設電容反射係數 Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 、 Γ_4 的大小都是一樣的等於 A，則合成反射係數的實部為 $2A\cos(\Phi)$ ，其中 $0^\circ < \Phi < 180^\circ$ ；同理，虛部為 $2A\cos(\theta)$ ，其中 $0^\circ < \theta < 180^\circ$ 。

【0028】 進一步地來說，功率偵測器 18 調整反射調整器 19 的合成反射係數目標為：使合成反射係數滿足以下式子(2)：

I+T1* Γ_1 *T2=0 (2)
------------------------	-----------

【0029】 式子(2)中 I 表示上路 R1 的散射參數(scattering parameter)，即觀察端 P3 與輸入埠 P1 的信號比；T1 表示第三連接埠 C3 與輸入埠 P1 的信號比；T2 表示觀察埠 P3 與第三連接埠 C3 的信號比。

【0030】 最後，參考第 4 圖係根據本案之循環器電路的隔離度的特性曲線圖。第 4 圖為經實驗所得的特性曲線，第 4 圖顯示循環器電路的最高隔離度不僅可達 70dB，且隔離度 30dB 以上之頻率範圍在中心頻率為 1.9GHz 時，更高達 124MHz。

【0031】 綜合上述，本發明循環器電路藉由迴授調整反射調節器之反射係數以及信號消除之方法，可達到相當高的隔離度。

【0032】 以上敘述依據本發明多個不同實施例，其中各項特徵可以單一或不同結合方式實施。因此，本發明實施方式之揭露為闡明本發明原則之具體實施例，應不拘限本發明於所揭示的實施例。進一步言之，先前敘述及其附圖僅為本發明示範之用，並不受其限囿。其他元件之變化或組合皆可能，且不悖于本發明之精神與範圍。

【符號說明】

【0033】

1：循環器電路

10：第一功率分配器

12：第一循環器

14：第二循環器

16：平衡不平衡轉換器

17：耦合器

18：功率偵測器

19：反射調節器

191：第二功率分配器

193、195、197：相位位移器

V1、V2、V3、V4：可變電容

P1：輸入埠

P2：輸出埠

P3：觀察埠

C1、C2、C3、C4：連接埠

Si：輸入信號

S1：第一信號

S2：第二信號

So：輸出信號

SL：洩漏信號

SL'：洩漏參考信號

Sc：補償信號

Sr：反射信號

R1：上路

R2：下路

S201~S213：提升循環器電路隔離度的方法步驟

Γ 、 $\Gamma 1$ 、 $\Gamma 2$ 、 $\Gamma 3$ 、 $\Gamma 4$ ：電容反射係數

A：電容反射係數大小

Φ 、 θ ：角度

申請專利範圍

1. 一種循環器電路，包括：

一第一功率分配器，包括一輸入埠、一第一分路埠及一第二分路埠，該輸入埠接收一輸入信號，該第一功率分配器將該輸入信號分配為一第一信號及一第二信號後分別從該兩個分路埠輸出該第一信號及該第二信號；

一第一循環器，連接於該第一分路埠，該第一循環器具有一輸出埠及一第一連接埠，該第一循環器將該第一信號導至該輸出埠，並將進入該輸出埠的另一輸入信號導至該第一連接埠；

一第二循環器，連接於該第二分路埠，該第二循環器具有一第二連接埠及一第三連接埠，該第二循環器將該第二信號導至該第二連接埠；

一平衡不平衡轉換器，連接於該第一連接埠及該第二連接埠，該平衡不平衡轉換器將該另一輸入信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信號；

一耦合器，連接於該平衡不平衡轉換器，該耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號；

一功率偵測器，連接於該耦合器；以及

一反射調節器，連接於該功率偵測器與該第二循環器之間；

其中該功率偵測器根據該洩漏參考信號的大小調整該反射調節器的一反射信號的大小及相位，透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配，藉此降低該觀察埠輸出之該洩漏信號。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之循環器電路，其中該反射調節器包括一第二功率分配器及一第一可變電容、一第二可變電容、一第三可變電容、一第四可變電容、一第一相位位移器、一第二相位位移器及一第三相位位移器，其中，該第二功率分配器連接於該第三連接埠，該第一相位位移器、該第二相位位移器及該第三相位位移器分別連接於該第二功率分配器，該第一可變電容連接於該第二功率分配器與地端之間，該第二可變電容連接於該第一相位位移器與地端之間，該第三可變電容連接於該第二相位位移器與地端之間，該第四可變電容連接於該第三相位位移器與地端之間。
3. 根據申請專利範圍第 2 項之循環器電路，其中該功率偵測器將該洩漏參考信號的強度轉換為施加於該第一、第二、第三、第四可變電容的偏壓，以改變該些可變電容的電容值，藉此改變該反射信號的一合成反射係數。
4. 根據申請專利範圍第 3 項之循環器電路，其中該第一相位位移器為一 45 度相位位移器，該第二相位位移器為一 90 度相位位移器，該第三相位位移器為一 135 度相位位移器，使該些可變電容對應的複數個電容反射係數的相位分別相差 90 度。
5. 根據申請專利範圍第 4 項之循環器電路，其中該功率偵測器藉由改變該第一可變電容及該第三可變電容的該些電容反射係數調整該合成反射係數的實部大小。

6. 根據申請專利範圍第 4 項之循環器電路，其中該功率偵測器藉由改變該第二可變電容及該第四可變電容的該些電容反射係數調整該合成反射係數的虛部大小。

7. 一種提升循環器電路隔離度的方法，包括：

由一第一功率分配器將一輸入信號分配為一第一信號及一第二信號後分別從兩個分路埠輸出；

由一第一循環器將該第一信號導至該第一循環器的一輸出埠，再將進入該輸出埠的另一輸入信號導至該第一循環器的一第一連接埠，由一第二循環器將該第二信號導至該第二循環器的一第二連接埠；

由一平衡不平衡轉換器將該輸出信號與該第二信號取平衡端的差後輸出一洩漏信號；

由一耦合器將該洩漏信號輸出至一觀察埠，並耦合為一洩漏參考信號；

由一功率偵測器根據該洩漏參考信號的大小調整一反射調節器的一反射信號的大小及相位；以及

透過該反射調節器將該反射信號輸出至該第二循環器，以補償該第一循環器與該第二循環器的不匹配，藉此降低該觀察埠輸出之該洩漏信號。

8. 根據申請專利範圍第 7 項之提升循環器電路隔離度的方法，其中該反射調節器包括一第二功率分配器、複數個可變電容及複數個相位位移器，該些相位位移器分別連接該於該第二功率分配器與該些可變電容之間，該功率偵測器調整該反射信號的大小及相位的方法包括將該洩漏參考信號的強度轉換為施加於該些可變電容的偏壓，以改變該些可

變電容的複數個電容值，藉此改變該反射信號的一合成反射係數。

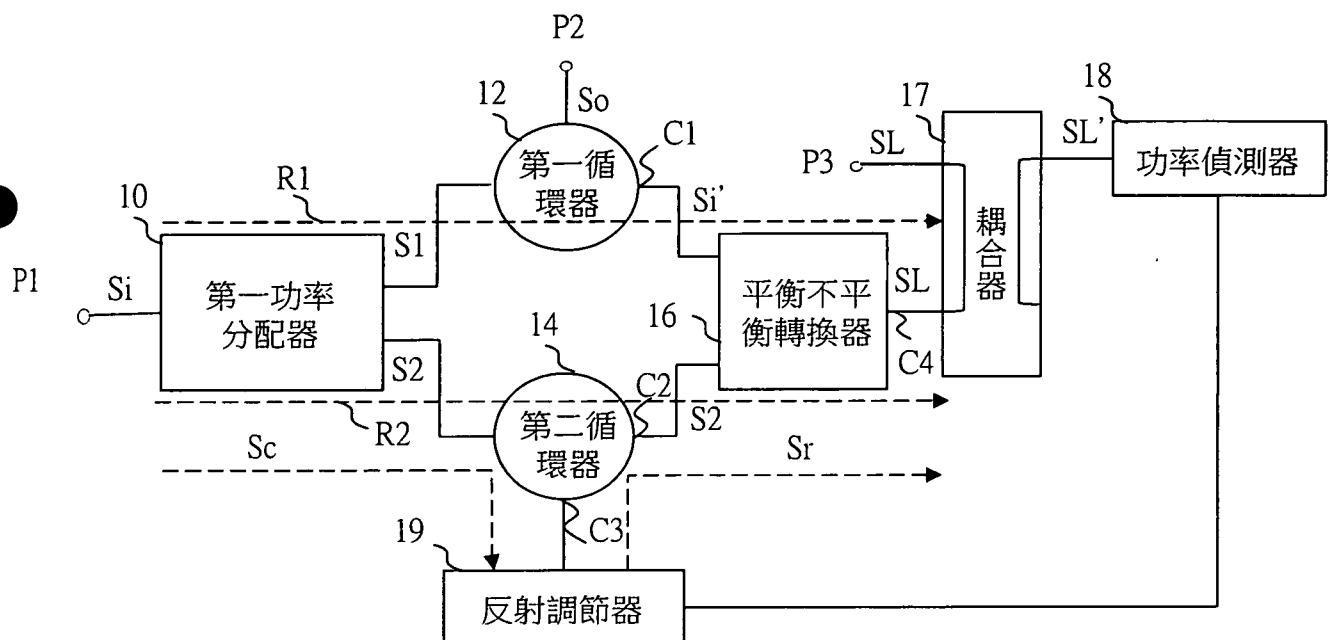
9. 根據申請專利範圍第 8 項之提升循環器電路隔離度的方法，其中該功率偵測器調整該反射信號的大小及相位的方法包括該功率偵測器透過改變該些可變電容的其中兩個該些電容反射係數調整該合成反射係數的實部大小。

10.根據申請專利範圍第 8 項之提升循環器電路隔離度的方法，其中該功率偵測器調整該反射信號的大小及相位的方法包括該功率偵測器透過改變該些可變電容的其中兩個該些電容反射係數調整該合成反射係數的虛部大小。

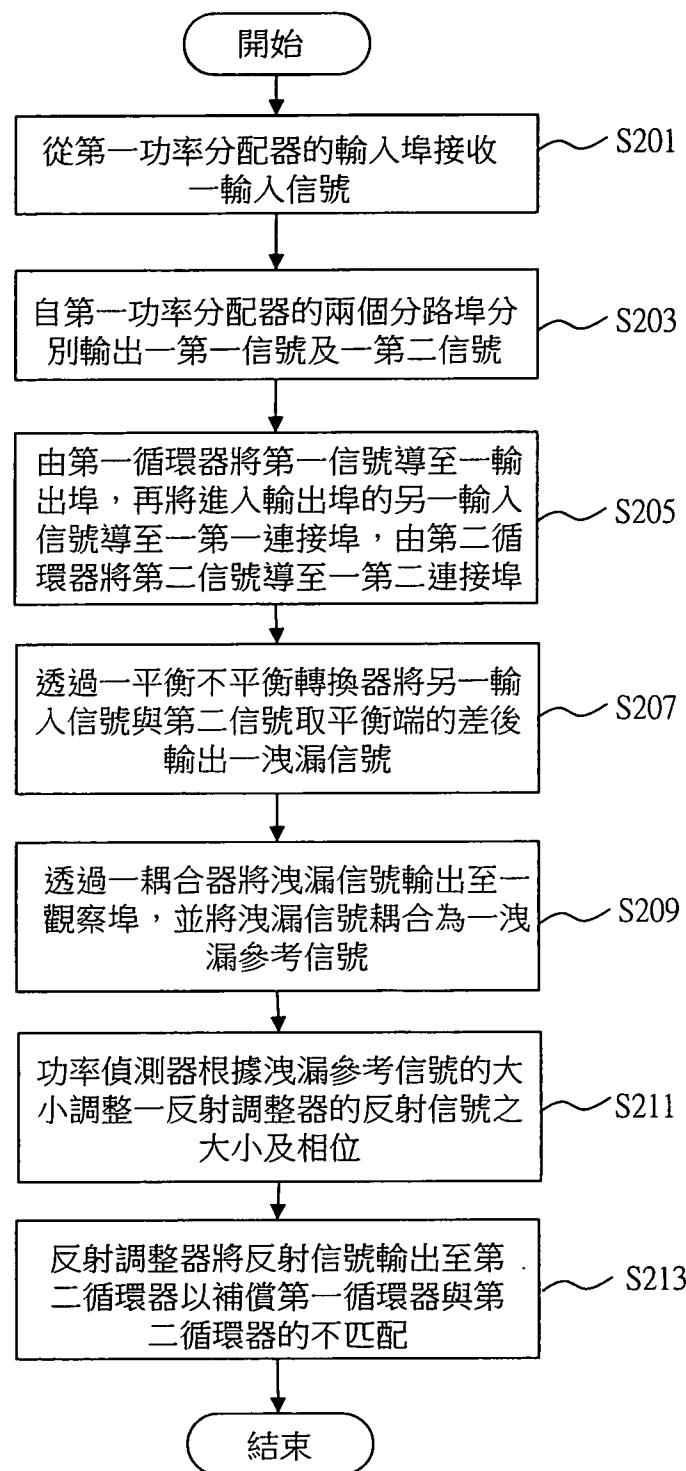
11.根據申請專利範圍第 8 項之提升循環器電路隔離度的方法，其中該些相位位移器分別為 45 度相位位移器、90 度相位位移器及 135 度相位位移器，使該些可變電容對應的該些電容反射係數的相位分別相差 90 度。

圖式

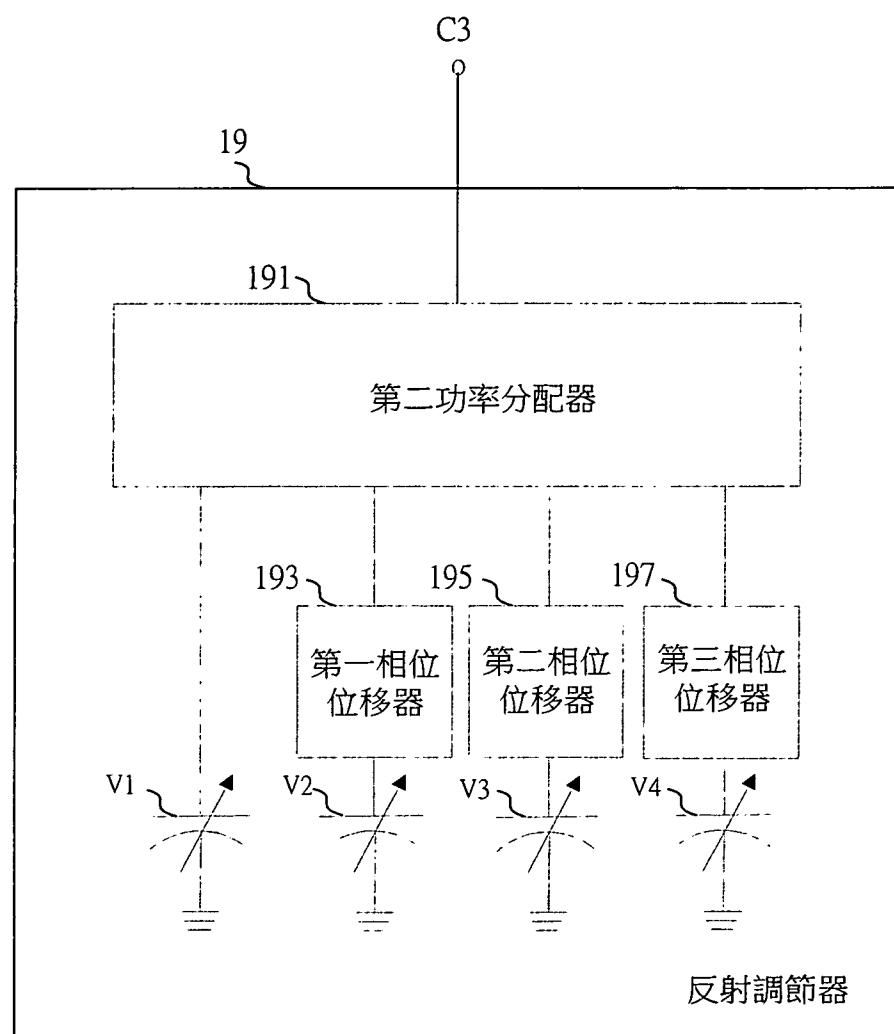
1



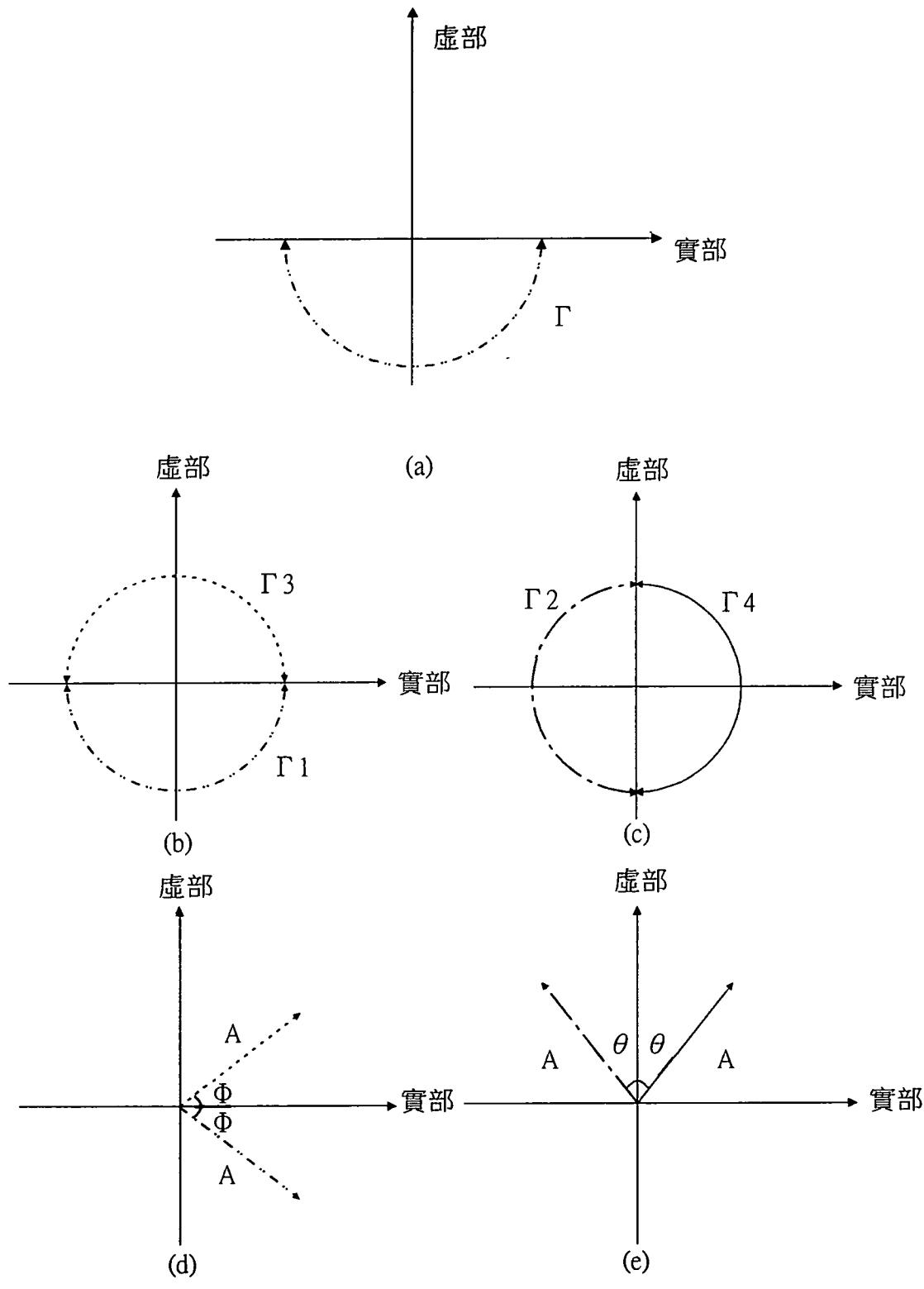
第1圖



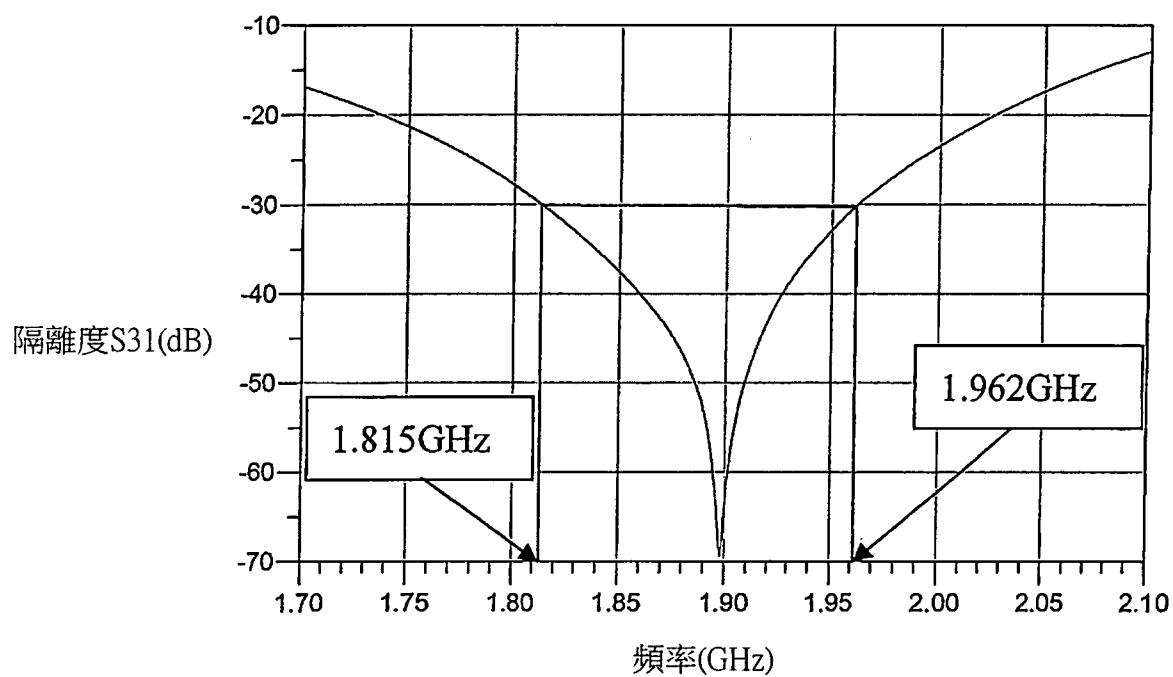
第2圖



第3A圖



第3B圖



第4圖