



(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 I442838 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 21 日

(21) 申請案號：100140443

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 04 日

(51) Int. Cl. : H05H1/46 (2006.01)

H03H7/46 (2006.01)

(71) 申請人：中微半導體設備（亞洲）有限公司（開曼群島）ADVANCED MICRO-FABRICATION EQUIPMENT INC. ASIA (KY)

開曼群島

(72) 發明人：歐陽亮 (CN)；劉磊 (CN)；錢學明 (CN)；陳金元 (US)

(74) 代理人：黃淑貞

(56) 參考文獻：

TW 200729714A

US 2005/0134186A1

US 2008/0284537A1

US 2009/0165951A1

審查人員：陳恩笙

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：12 共 0 頁

(54) 名稱

單一匹配網路、其構建方法以及該匹配網路射頻功率源系統

(57) 摘要

一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互串聯的電容以及電感，並且所述電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ，其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

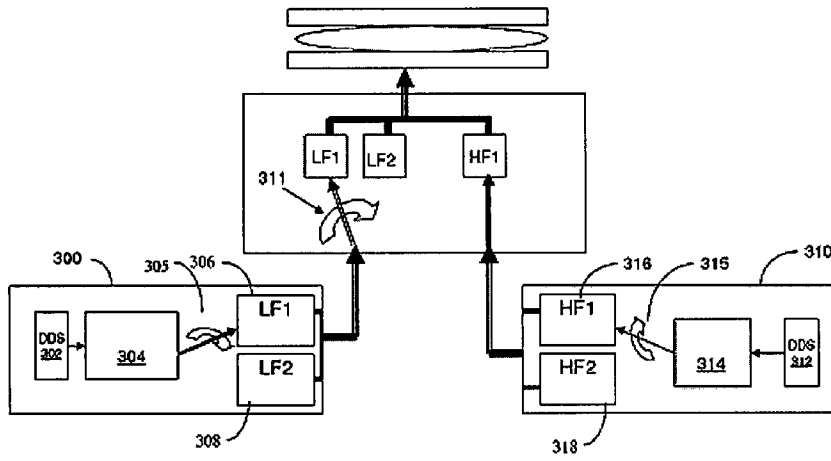


圖 3

- 300、310 . . . 射頻
功率供應裝置
- 302、312 . . . 直接
式數位頻率合成器
- 304、314 . . . 放大
級
- 305、315、
311 . . . 開關
- 306、308 . . . 低頻
濾波器
- 310 . . . 射頻源功率
- LF1、LF2、
HF1 . . . 匹配網路
- 316、318 . . . 高頻
濾波器
- f1、f2 . . . 頻率

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部份請勿填寫)

※申請案號：100140443

H05H 1/46 (2006.01)

※申請日：100. 11. 04

※IPC 分類：H03H 7/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

單一匹配網路、其構建方法以及該匹配網路射頻功率源系統

二、中文發明摘要：

一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互串聯的電容以及電感，並且所述電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ，其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300、310 射頻功率供應裝置

302、312 直接式數位頻率合成器

304、314 放大級

305、315、311 開關

306、308 低頻濾波器

310 射頻源功率

LF1、LF2、HF1 匹配網路

316、318 高頻濾波器

f1、f2 頻率

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】

本發明涉及用於等離子體處理腔的射頻功率源和匹配網路，尤其涉及能夠實現多頻率射頻功率的選擇應用的匹配網路、其構建方法以及使用該匹配網路的射頻功率源系統。

【先前技術】

利用兩個或多個射頻頻率的等離子體處理腔已在現有技術中被公知。一般地，具有雙頻輸入的等離子體處理腔接收具有小於大約 15MHz 頻率的射頻偏置功率 (RF bias power) 和具有稍高頻率 (大約為 27-200MHz) 的射頻源功率 (RF source power)。在本文中，射頻偏置功率通常指用於控制離子能量和離子能量分佈的射頻功率；射頻源功率通常指用於控制等離子體離子解離或等離子體密度的射頻功率。作為一些具體實施例，通常等離子體處理腔工作於例如 100KHz, 2MHz, 2.2MHz 或者 13.56MHz 的射頻偏置頻率，以及工作於 13.56MHz, 27MHz, 60MHz, 100MHz 或更高的射頻源頻率。

近來，業內提出在一個射頻偏置頻率和兩個射頻源頻率下運行的等離子體處理腔。例如，業內有人提出在 2MHz 的射頻偏置頻率和分別為 27MHz、60MHz 的兩個射頻源頻率下運行的等離子體刻蝕機台。以這種方式，不同離子的解離 (dissociation of various ion species) 可以利用兩個源射頻頻率來控制。不管前述結構安排如何，在現有技術中，每個射頻頻率都由一個單一的射頻功率源提供，並且所述每個單一的功率源與一個單一的匹配網路相連接。

圖 1 示出了現有技術的具有多頻率輸入的等離子體處理腔的結構圖，其具有一個射頻偏置功率供應 (或功率發生器) 和兩個射頻源功率供應 (或功率發生器)。更具體地，圖 1 中所述等離子體處理腔 100 中示意性地示出上電極 105、下電極 110 和產生於上述兩個電極之間的等離子體 120。眾所周知，所述電極 105 通常被植入於所述腔室的頂面，所述下電極 110 通常被植入於下部陰極中，工藝件 (例如，半導體矽片) 被放置於所述下部陰極之上。如圖 1 所示，射頻偏置功率供應 125 通過匹配網路 140 為處理腔

100 提供射頻功率。所述射頻偏置功率的頻率為 f_1 ，其通常為 2MHz 或 13MHz（更精確地，應為 13.56MHz），所述頻率為 f_1 的射頻偏置功率被施加至所述下電極 110。圖 1 也示出了兩個射頻源功率供應 130 和 135，分別工作於頻率 f_2 和 f_3 下。例如， f_2 可以被設定為 27MHz， f_3 可以被設定為 60MHz。所述射頻源功率供應 130 和 135 分別通過各自的匹配網路 145 和 150 將射頻功率提供至所述處理腔 110。所述射頻源功率可以被施加至所述下電極 110 或所述上電極 105。應當注意地是，在本專利所有的圖示中，所述匹配網路的輸出被組合地示意為一個指向所述處理腔的單一箭頭。所述箭頭代表一種符號表示法，目的在於涵蓋任何種匹配網路與等離子體之間的連接方式，不管是通過下電極、通過頂面的電極、還是通過一個電感耦合線圈等。例如，所述射頻偏置功率可以通過所述下電極 110 被耦合至處理腔，而所述射頻源功率則通過在氣體噴淋頭中的電極 105 或電感線圈被耦合至處理腔。相反地，所述射頻偏置功率和射頻源功率可以通過所述下電極 110 被耦合至處理腔。

圖 2 示出了另一種多頻率等離子體處理腔的結構，其具有可切換的兩個射頻偏置功率和一個射頻源功率，並分別連接至各自的射頻匹配網路。在圖 2 中，兩個射頻偏置功率供應 225 和 255 通過開關 232 為處理腔 200 提供可切換的射頻偏置功率 f_1 和 f_2 。所述開關 232 分別連接至匹配網路 240 和 245。所述射頻偏置功率的工作頻率 f_1 通常為 2MHz 或 2.2MHz，所述射頻偏置功率的工作頻率 f_2 通常為 13 MHz（更精確地，為 13.56MHz）。上述兩個射頻偏置功率通常都被施加至所述下電極 210。圖 2 也示出了一射頻源功率供應 235，其運行於頻率 f_3 ，例如，27MHz, 60MHz, 100MHz 等。所述射頻源功率供應 235 的功率通過匹配網路 250 被傳遞至處理腔 220，並被施加至所述下電極 210。所述源功率用於控制所述等離子體密度，即，等離子體的離子解離。

圖 2 所示的結構能夠實現雙重應用，可以將具有頻率為 f_1/f_3 或 f_2/f_3 的功率施加至處理腔。例如， f_1 可以為 400KHz 到 5MHz； f_2 可以為 10MHz 到 20MHz，但通常小於 15MHz； f_3 可以為 27MHz 到 100MHz 或更高。在一個具體實施例中， f_1 為 2MHz， f_2 為 13.56MHz， f_3 為 60MHz。這樣的結構安排能夠非常容易地運行那些需要在高、低頻率的偏置功率之間切換

的制程配方。

如圖 2 所示，開關 232 具有一個輸入端和兩個可選擇的輸出端。所述輸入端與射頻偏置功率供應 225 和 255 相連接。開關 232 的一個輸出端與匹配網路 240 相連接，而另一個輸出端與匹配網路 245 相連接。控制器 262 用於控制所述開關 232，以使得當射頻偏置功率供應 225 工作並提供其輸出至所述開關 232 時，所述控制器 262 指示所述開關 232 與所述匹配網路 240 的輸出端連接；當所述射頻偏置功率供應 255 工作時，所述控制器 262 指示所述開關與所述匹配網路 245 的輸出端連接。應當注意的是，在此系統中，一個單一的開關被用來將兩個頻率中的一個連接至兩個匹配網路中的一個。所述開關可以是射頻功率真空繼電器或 PIN 二極體。

從上述示例中可以理解，每個功率源根據其輸出頻率都需要一個匹配網路來配合工作。那麼整個系統就需要多個匹配網路，這會增加系統的複雜度和成本。如果從成本和系統可靠性考慮，人們更偏愛使用一個單一的匹配網路適合工作於多個射頻頻率，並且這樣的設置又不會降低射頻耦合的效率。

【發明內容】

本發明內容提供對本發明的某些方面和特徵的基本理解。此發明內容並不是本發明的寬泛總觀，因此其並不能被特別地被確定為本發明的關鍵/主要因素或者描述本發明的範圍。其唯一的目的是為了以簡單方式呈現本發明的一些概念，以充當下文具體描述的的前續。

本發明提供一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互串聯的電容以及電感，並且所述電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ，其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述單一匹配網路的輸入端與一單一的射頻功率供應裝置相連接，在某一特定的時間段內所述單一的射頻功率供應裝置擇一地輸出其中的一個頻率 f_1 或 f_2 。

所述等離子體負載為一等離子體處理腔。

所述等離子體處理腔包括一上電極和一下電極，所述單一匹配網路的輸出端與所述上電極或所述下電極相連接。

所述匹配網路還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

所述可變元件為可變電容或可變電感或可變電容和可變電感的組合。

本發明還提供一種射頻功率源系統，用於可切換地將至少兩個頻率 f_1 和 f_2 中的一個耦合連接至一等離子體處理腔的電極，所述射頻源功率系統包括：

一個射頻功率源裝置，用以可選地輸出所述頻率 f_1 和 f_2 中的一個；

一個匹配網路，其具有連接至所述射頻功率源裝置的輸入端和連接至所述電極的輸出端，所述匹配網路包括一個電容值為 C_0 的電容以及一個電感值為 L_0 的電感，所述電容和電感相互串聯並構成一支路；以及，其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述電極為所述等離子體處理腔的上電極或下電極。

所述的射頻功率源系統，還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

進一步地，本發明還提供一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 f_1 或頻率 f_2 下的功率輸出，所述方法包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互串聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

串聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

所述匹配網路被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

進一步地，本發明還提供一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互並聯的電容以及電感，並且所述相互並聯的電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_4 ，所述電感的電感值為 L_4 ，其中，所述電容值 C_4 和電感值 L_4 滿足如下關係：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/jy_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在

頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述單一匹配網路的輸入端與一單一的射頻功率供應裝置相連接，在某一特定的時間段內所述單一的射頻功率供應裝置擇一地輸出其中的一個頻率 f_1 或 f_2 。

所述等離子體負載為一等離子體處理腔。

所述等離子體處理腔包括一上電極和一下電極，所述單一匹配網路的輸出端與所述上電極或所述下電極相連接。

進一步地，本發明還提供一種射頻功率源系統，用於可切換地將至少兩個頻率 f_1 和 f_2 中的一個耦合連接至一等離子體處理腔的電極，所述射頻源功率系統包括：

一個射頻功率源裝置，用以可選地輸出所述頻率 f_1 和 f_2 中的一個；

一個匹配網路，其具有連接至所述射頻功率源裝置的輸入端和連接至所述電極的輸出端，所述匹配網路包括一個電容值為 C_4 的電容以及一個電感值為 L_4 的電感，所述電容和電感相互並聯，並且所述相互並聯的電容和電感構成一支路；以及，

所述電容值 C_4 和電感值 L_4 滿足如下關係：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/jy_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述電極為所述等離子體處理腔的上電極或下電極。

更進一步地，本發明還提供一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 f_1 或頻率 f_2 下的功率輸出，所述方法

包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互並聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_4 ，所述電感的電感值為 L_4 ：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/jy_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

並聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

所述匹配網路被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述方法還包括連接一個可變並聯電容或一可變並聯電感至接地端和所述匹配網路之間。

所述頻率 f_1 或 f_2 為選擇於下述頻率中的一種：2MHz，13.56MHz，27MHz，60MHz，100MHz 和 120 MHz。

【實施方式】

圖 3 示出了根據本發明一個具體實施例的等離子體處理腔示意圖，其中，一個單一的匹配網路 HF1 用於給多個可切換的射頻源功率中的任一個提供射頻匹配。如圖 3 所示，等離子體處理腔具有可切換的射頻偏置功率 (switchable RF bias power) 和可切換的射頻源功率 (switchable RF source power)。在本實施例中，第一個射頻偏置功率的頻率設置為 0.5-10MHz，第二個射頻偏置功率的頻率設置為 10-30MHz。同樣，第一個射頻源功率的頻率設置為 40-100MHz，如 60MHz，而第二射頻源功率的頻率設置為 80-200MHz，如 120MHz。這樣的等離子體處理腔能夠實現更好地等離子體密度和離子能量控制，從而增強了適應性。圖 3 的左部分示出了用於提供可切換的多個射頻偏置功率 (即，低頻部分) 的元件 300，圖 3 的右部分示出了用於提供可切換的多個射頻源功率 (即，高頻部分) 的元件 310。圖示的粗體箭頭示意表示以任何已知常規方式將射頻偏置功率和源功率耦合至

所述等離子體處理腔，這些方式包括電容型耦合、電感型耦合、螺旋波型耦合等。

在本實施例中，一個單一的射頻功率供應裝置 300 和 310 被用於產生多個可用頻率中的一個，就本實施例來說是兩個可用頻率中的一個。應當理解，儘管多種設計方案可以被用來構建這樣的射頻功率供應裝置，從而產生多個可用的頻率，此處所示出的可切換的射頻偏置功率或低頻功率發生器 300 包括一個直接式數位頻率合成器(direct digital frequency synthesizer, DDS) 302，其提供了具有多個可用頻率中之一的射頻信號。基於設計選擇，所述射頻信號然後被一放大級 (amplification stage) 304 通過一個寬頻放大器 (wide band amplifier) 或兩個窄帶放大器 (narrow band amplifiers) 放大。所述放大級 304 的輸出連接至開關 305，其基於直接式數位頻率合成器 (DDS) 302 的頻率輸出，將該信號或連接至低頻濾波器 (LF1 濾波器) 306 或連接至低頻濾波器 (LF2 濾波器) 308。所述功率發生器 300 的輸出被連接至開關 311 的輸入端，所述開關 311 可在匹配網路 LF1 和 LF2 中的任一個之間切換連接。基於此構造，匹配網路 LF1 可以被優化從而以兩個可切換頻率中的一個來傳輸功率，而所述匹配網路 LF2 則被優化從而以所述兩個可切換頻率的另一個頻率傳輸功率。上述匹配網路之一的輸出被施加至所述等離子體處理腔。

在本實施例中，所述射頻源功率或可切換的高頻功率發生器 310 用於產生多個可用頻率中的一個。作為一種實施方式，其可以是前述發生器 300 的“鏡像”，包括一個直接式數位頻率合成器(DDS)312，其提供具有自多個可用頻率之一選擇出的頻率的射頻信號。基於設計選擇，通過一個寬頻放大器或兩個窄帶放大器，所述信號被放大級 314 放大。所述放大級 314 的輸出端連接至所述開關 315，其根據 DDS 312 的頻率輸出，將所述信號或連接至高頻濾波器 (HF1 濾波器) 316 或連接至高頻濾波器 (HF2 濾波器) 318 中的任一個。不論功率發生器 310 的輸出頻率如何，所述功率發生器 310 的輸出都被連接至一單一匹配網路 HF1。所述匹配網路 HF1 的輸出端連接至所述等離子體處理腔。

應當理解，儘管圖 3 中所述偏置頻率部分被圖示為具有兩個匹配網路 LF1 和 LF2，而源頻率部分被圖示為僅具有一個匹配網路 HF1，這只是為了

通過舉例來凸顯本發明的特色。也就是說，上述特定的構造安排有助於凸顯利用兩個匹配網路或一個單一匹配網路的不同之處。然而，在實際應用中，偏置功率部分可以被設置為模仿源功率部分，亦即，根據本發明的精神其也可以被設置成僅具有一個單一匹配網路。同樣，根據本發明的精神，也可以構建單一的匹配網路來為可切換的偏置功率工作，而只利用一個單一的源功率。相反地，也可以構建單一的匹配網路來為可切換的源功率工作，而只利用一個單一的偏置功率。

如圖 3 所示，作為本發明的一個實施例，一個單一的匹配網路 HF1 被用於為兩個高頻射頻源功率工作。根據本發明的特性，所述單一的匹配網路 HF1 設置為能夠實現對可切換的多個頻率中的任何一個頻率的有效能量耦合。下面將解釋如何設置這樣的匹配網路 HF1。

假設目標頻率為 f_1 (例如，60MHz) 和 f_2 (例如，120MHz)，請參閱圖 4 和圖 5，圖 4 是一個史密斯圖 (Smith Chart)，示出了怎樣在目標頻率 f_1 (60MHz) 下形成匹配；圖 5 是一個史密斯圖，其示出了怎樣在目標頻率 f_2 (120MHz) 下形成匹配。在頻率為 f_1 的條件下該單一的匹配網路 HF1 具有一串聯支路 S 和一並聯支路 P (如圖 6 所示)，其中串聯支路 S 的目標阻抗為 $j \cdot y_1$ ，在頻率為 f_2 的條件下該單一的匹配網路 HF1 具有一串聯支路 S 和一並聯支路 P，其中串聯支路 S 的目標阻抗為 $j \cdot y_2$ 。作為一種實施方式，該匹配網路 HF1 的串聯支路 S 上具有相互串聯的一個電容元件和一個電感元件用以匹配所述功率，其電容值和電感值分別為 C_0 和 L_0 。為了滿足頻率 f_1 和 f_2 的阻抗匹配需求， C_0 和 L_0 的值應當設置成滿足如下公式：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ 。

為了闡明如何設定一個單一匹配網路 HF1 的參數從而能工作於兩個不同頻率 f_1 和 f_2 ，請再參閱圖 3 所示的具體實施例的高頻部分。假設目標頻率為 $f_1 = 60\text{MHz}$ ， $f_2 = 120\text{MHz}$ 。在頻率 f_1 下單一匹配網路 HF1 具有一串聯支路 S 和一並聯支路 P，其中串聯支路 S 的目標阻抗為 $j \cdot y_1$ ，而在頻率 f_2 下單一匹配網路 HF1 具有一串聯支路 S 和一並聯支路 P，其中串聯支路 S

的目標阻抗為 $j*y_2$ 。通過如圖 3 所示的具體實施例可知， C_0 和 L_0 應當滿足：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ 。

因此，我們需要確定值 C_0 和 L_0 ，從而使得上述單一匹配網路 HF1 部分可以滿足 f_1 和 f_2 的匹配條件。請再參閱圖 4，假設頻率為 60MHz 時負載阻抗為 $Z_{L60} = 21.9 + 164.0*j$ 。作為一種實施例，假設該單一匹配網路 HF1 被設計為 L 型匹配網路，則其需要串聯支路 S 中電容 $C_{s60} = 19\text{pf}$ 和並聯支路 P 中電容 $C_{p60} = 60\text{pf}$ 。則， $y_1 = 1/\omega_1 C_{s60} = -139.6\Omega$ 。再請參閱圖 5，假設頻率為 120MHz 時負載阻抗 $Z_{L120} = 3.3 + 25.4*j$ 。則 L 型匹配需要串聯支路 S 中電容 $C_{s120} = 102\text{pf}$ 和並聯支路 P 中電容 $C_{p120} = 100\text{pf}$ ，因此 $y_2 = 1/\omega_2 C_{s120} = -13.0\Omega$ 。對下列方程組求解：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1 = -139.6*j\Omega$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2 = -13.0*j\Omega$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$

則得到 $L_0 = 100\text{nH}$ ， $C_0 = 15\text{pf}$ 。

因此，利用本發明的方法，可以構建得出如圖 6 所示的單一的匹配網路 800，其為 L 型，其利用一個電感值 L_0 為 100nH 的電感和電容值 C_0 為 15pf 的電容串聯連接於串聯支路 S 中。一可變電容 C_p 接於並聯支路 P 中，在 60MHz 時設定為 60pf，在 120 MHz 時被設定為 100pf。如此，圖 6 所示的一個單一的匹配網路可以被用於具有兩個可切換的頻率的系統。

圖 6 中所示的可變電容 C_p 是一種可變元件或可調元件，它連接於所述串聯支路 S 和接地端之間，其值是可調的，用以滿足單一的匹配網路 800 在不同頻率 f_1 或 f_2 下達到匹配的要求。所述可變電容 C_p 的連接關係可以有各種變形，例如，所述可變電容 C_p 可以連接至接地端和下列各項其中一項之間：所述匹配網路 800 的輸入端、所述電容和電感之間的中點，或者所述匹配網路 800 的輸出端。進而，由於本發明單一的匹配網路可以是 L 型、 π 型或 T 型，或前述 L 型、T 型、 π 型中的任何兩種的組合或組合的變

形(容後詳述),因而,可變電容 C_p 連接於所述串聯支路 S 的一端也可以有相應的連接方式,此連接應當為業內技術人員所熟知,因而此處不再詳述。應當理解,該可變元件可以是一可變電容,也可以是一可變電感,或者是可變電容和可變電感的組合。

如上所述,本發明並不限於如圖 3 所示的具體實施例。本領域技術人員可以根據本發明精神設計出一個單一的匹配網路來給任何可切換的頻率提供射頻匹配。圖 7 示出了另外一個具體實施例,其中,等離子體處理腔包括可切換的射頻偏置功率和可切換的射頻源功率。所述射頻源功率部分的構造類似於如圖 3 所示的偏置功率部分,也就是,具有兩個匹配網路 HF1 和 HF2,每個射頻頻率對應一個匹配網路而配合工作。然而,圖 3 中的射頻偏置功率部分或低頻功率部分是按照本發明的方法來設置的。可切換的功率發生器 700 與一單一的匹配網路 LF1' 相連接。所述功率發生器 700 包括一個直接式數位頻率合成器(DDS) 702 用於提供射頻信號,該射頻信號的頻率是從可用的多個頻率中選擇出來的一個頻率。然後根據設計選擇,放大級 704 利用一個寬頻放大器或兩個窄帶放大器來放大所述射頻信號。所述放大級 704 的輸出端連接至開關 705,其基於直接式數位頻率合成器(DDS) 702 的頻率輸出,將該射頻信號或連接至低頻濾波器(LF1'濾波器) 706 或連接至低頻濾波器(LF2'濾波器) 708。所述功率發生器 700 的輸出端與一個單一的匹配網路 LF1' 相連接。所述單一的匹配網路 LF1' 的電容元件和電感元件的參數值的選擇與前述高頻率部分的相應參數值的選擇方法相同。所述單一的匹配網路 LF1' 的輸出端連接至所述等離子體處理腔。

如前所述,圖 6 所示的本發明單一的匹配網路為 L 型,其包括相互串聯的電容 C_0 和電感 L_0 。應當理解,本發明單一的匹配網路也可以是圖 6 所示的匹配網路的各種等效變形,如將圖 6 所示的 L 型變形為: π 型或 T 型,或前述 L 型、T 型、 π 型中的任何兩種的組合或組合的變形。

例如,圖 8 示出了根據本發明單一的匹配網路的另外一種實施例,該單一的匹配網路 820 為 T 型匹配網路,用於為可切換的偏置頻率 f_1 或 f_2 中的任一個提供阻抗匹配。在該匹配網路 820 中,電感 L 和電容 C 的值應當皆滿足在兩個特定頻率 f_1 或 f_2 時的阻抗的匹配需要,也就是,在頻率為 f_1 時串聯支路 S_1 的阻抗 y_{n_1} ,串聯支路 S_2 的阻抗 y_{n_2} 和在頻率 f_2 時串聯支

路 S1 的阻抗 y_{f2_1} , 串聯支路 S2 的阻抗 y_{f2_2} 。設置這樣的匹配網路與前述圖 6 所示的 L 型網路的設置過程類似。如果頻率為 $f1$ 時負載阻抗為 Z_{f1} 。T 型匹配需要串聯支路 S1 的電感 L_{s1f1} , 串聯支路 S2 的電感 L_{s2f1} 和並聯支路 P 上的電容 C_{pf1} 。則 $y_{f1_1}=\omega_1 L_{s1f1}$, $y_{f1_2}=\omega_1 L_{s2f1}$ 。頻率為 $f2$ 時負載阻抗為 Z_{f2} 。T 型匹配需要串聯支路 S1 的電感 L_{s1f2} , 串聯支路 S2 的電感 L_{s2f2} 和並聯支路 P 上的電容 C_{pf2} 。則 $y_{f2_1}=\omega_2 L_{s1f2}$, $y_{f2_2}=\omega_2 L_{s2f2}$ 。分別對下列兩方程組求解：

$$j\omega_1 L_1 + 1/j\omega_1 C_1 = jy_{f1_1}$$

$$j\omega_2 L_1 + 1/j\omega_2 C_1 = jy_{f2_1}$$

和

$$j\omega_1 L_2 + 1/j\omega_1 C_2 = jy_{f1_2}$$

$$j\omega_2 L_2 + 1/j\omega_2 C_2 = jy_{f2_2}$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f1$ ， $\omega_2 = 2\pi f2$

可得到串聯支路 S1 上的 L_1 , C_1 和串聯支路 S2 上的 L_2 , C_2 的值。

圖 9 示出了根據本發明單一的匹配網路的另外一種實施例，該單一的匹配網路 830 為 π 型匹配網路，用於為可切換的源頻率 $f1$ 或 $f2$ 中的任一個提供阻抗匹配。類似地，如果頻率為 $f1$ 時負載阻抗為 Z_{f1} 。 π 型匹配需要串聯支路 S 上的電感為 L_{f1} ，並聯支路 P1 上的電容為 C_{p1_f1} 和並聯支路 P2 上的電容為 C_{p2_f1} ，則 $y_{f1}=\omega_1 L_{f1}$ 。頻率為 $f2$ 時負載阻抗為 Z_{f2} 。 π 型匹配需要串聯支路 S 上的電感為 L_{f2} ，並聯支路 P1 上的電容為 C_{p1_f2} 和並聯支路 P2 上的電容為 C_{p2_f2} ，則 $y_{f2}=\omega_2 L_{f2}$ 。對下列方程組求解：

$$j\omega_1 L_3 + 1/j\omega_1 C_3 = jy_{f1}$$

$$j\omega_2 L_3 + 1/j\omega_2 C_3 = jy_{f2}$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f1$ ， $\omega_2 = 2\pi f2$

則可得到 L_3 , C_3 的值。

圖 10、11 和 12 示出了本發明另外的能匹配頻率 $f1$ 或 $f2$ 的單一匹配網路的實施例變形。它們與前述圖 6、圖 8 及圖 9 所示的匹配網路的區別在於：

圖 6、圖 8 及圖 9 所示的匹配網路中電容和電感是串聯的，而圖 10、11 和 12 所示的匹配網路中電容和電感是並聯的。

如圖 10 所示，圖中的電感 L_4 和電容 C_4 並聯，並且匹配網路呈 L 型。如果頻率為 f_1 時負載阻抗為 Z_{f1} 。L 型匹配需要串聯支路 S 上電感 L_{f1} 和並聯支路 P 上電容 C_{f1} ，則 $y_{f1} = \omega_1 L_{f1}$ 。頻率為 f_2 時負載阻抗為 Z_{f2} 。L 型匹配需要串聯支路 S 上電感 L_{f2} ，並聯支路 P 上電容 C_{f2} ，則 $y_{f2} = \omega_2 L_{f2}$ 。電容 C_4 值和電感 L_4 值應當設置成滿足如下公式：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/y_{f1}$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/y_{f2}$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$

則可得到 L_4 , C_4 的值。

如圖 11 所示，圖中的電感 L_5 和電容 C_5 並聯， L_6 和 C_6 並聯，並且匹配網路呈 T 型。如果頻率為 f_1 時負載阻抗為 Z_{f1} 。T 型匹配需要串聯支路 S1 上電感為 L_{s1f1} ，串聯支路 S2 上電感為 L_{s2f1} 和並聯支路 P 上電容為 C_{pf1} 。則 $y_{f1_1} = \omega_1 L_{s1f1}$ ， $y_{f1_2} = \omega_1 L_{s2f1}$ 。當頻率為 f_2 時負載阻抗為 Z_{f2} 。T 型匹配需要串聯支路 S1 上電感為 L_{s1f2} ，串聯支路 S2 上電感為 L_{s2f2} 和並聯支路 P 上電容為 C_{pf2} 。則 $y_{f2_1} = \omega_2 L_{s1f2}$ ， $y_{f2_2} = \omega_2 L_{s2f2}$ 。電容 C_5 值和電感 L_5 值應當設置成滿足如下公式：

$$1/j\omega_1 L_5 + j\omega_1 C_5 = 1/y_{f1_1}$$

$$1/j\omega_2 L_5 + j\omega_2 C_5 = 1/y_{f2_1}$$

電容 C_6 值和電感 L_6 值應當設置成滿足如下公式：

$$1/j\omega_1 L_6 + j\omega_1 C_6 = 1/y_{f1_2}$$

$$1/j\omega_2 L_6 + j\omega_2 C_6 = 1/y_{f2_2}$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$

則可得到 L_5 , C_5 和 L_6 , C_6 的值。

如圖 12 所示，圖中的電感 L_7 和電容 C_7 並聯，並且匹配網路呈 π 型。如果頻率為 f_1 時負載阻抗為 Z_{f1} 。 π 型匹配需要串聯支路 S 上電感 L_{f1} ，並

聯支路 P1 上電容 C_{p1_f1} 和並聯支路 P2 上電容 C_{p2_f1} 。則 $y_{f1} = \omega_1 L_{f1}$ 。頻率為 $f2$ 時負載阻抗為 Z_{f2} 。 π 型匹配需要串聯支路 S 上電感為 L_{f2} ，並聯支路 P1 上電容為 C_{p1_f2} 和並聯支路 P2 上電容為 C_{p2_f2} 。則 $y_{f2} = \omega_2 L_{f2}$ 。電容 C_7 值和電感 L_7 值應當設置成滿足如下公式：

$$1/j\omega_1 L_7 + j\omega_1 C_7 = 1/y_{f1}$$

$$1/j\omega_2 L_7 + j\omega_2 C_7 = 1/y_{f2}$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f1$ ， $\omega_2 = 2\pi f2$

則可得到 L_7, C_7 的值。

此外，根據本發明的發明精神和實質，本發明還提供一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 $f1$ 或頻率 $f2$ 下的功率輸出，所述方法包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互串聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f1$ ， $\omega_2 = 2\pi f2$ ，所述 $f1$ 和 $f2$ 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 $f1$ 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 $f2$ 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

串聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

所述匹配網路可以被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

本發明中，包括本專利所描述的所有實施例中，所述頻率 $f1$ 或 $f2$ 可以是任何一種頻率，優選地，可以為選擇於下述頻率中的一種：2MHz，13.56MHz，27MHz，60MHz，100MHz 和 120 MHz。

進一步地，前述方法還可以包括連接一可變元件於所述支路和接地端之間，用以滿足該匹配網路在不同頻率 $f1$ 或 $f2$ 下達到匹配的要求。該可變

元件可以是一可變電容，也可以是一可變電感，或者是可變電容和可變電感的組合。

進一步地，根據本發明的發明精神和實質，本發明還提供一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 f_1 或頻率 f_2 下的功率輸出，所述方法包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互並聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_4 ，所述電感的電感值為 L_4 ：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/jy_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

並聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

所述匹配網路可以被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

所述頻率 f_1 或 f_2 可以是任何一種頻率，優選地，可以為選擇於下述頻率中的一種：2MHz，13.56MHz，27MHz，60MHz，100MHz 和 120 MHz。

進一步地，前述方法還可以包括連接一可變元件於所述支路和接地端之間，用以滿足該匹配網路在不同頻率 f_1 或 f_2 下達到匹配的要求。該可變元件可以是一可變電容，也可以是一可變電感，或者是可變電容和可變電感的組合。

最後，應當理解，此處所述的工藝和技術並不與任何特定的裝置直接相關，它可以用任何合適的元件組合來實現。此外，可以根據本發明所教示的內容，各種類型的通用器件均可以被應用。也可以製造專門的器材來實現本專利所述的方法步驟，並且具有一定的優勢。本發明是參照具體的實施方式來描述的，其所有方面都應為示意性的解釋而非限定性的。本領域的技術人員會意識到，不同的硬體、軟體和固件的組合都可適用於實施

本發明。

本發明是參照具體實施方式描述的，但其所有方面都應為示意性而非限定性的。本領域技術人員可以理解許多不同硬體、軟體、固件的組合都適合用於實現本發明。並且，通過本發明在此所揭露的說明書和實施，本發明的其他實施方式對本領域技術人員來說是顯而易見的。本文描述不同方面和/或元件可以在等離子體處理腔的相關現有技術中單一或者以任何結合的方式使用。說明書和附圖中的說明的特徵和實施方式應僅理解為示例性質，而本發明的真正範圍和精神則是由下列權利要求書中所定義的。

【圖式簡單說明】

圖 1 是先有技術的多頻等離子體處理腔的結構示意圖，其中，等離子體處理腔具有一個射頻偏置功率發生器和兩個射頻源功率發生器。

圖 2 是先有技術的多頻等離子體處理腔的結構示意圖，其中，等離子體處理腔具有一個射頻源功率發生器和一個可切換的射頻偏置功率發生器。

圖 3 是根據本發明一個具體實施例的等離子體處理腔結構示意圖，其中，一個單一的匹配網路 HF1 用於給可切換的射頻源功率中的任一個提供射頻匹配。

圖 4 是一個史密斯圖 (Smith Chart)，示出了怎樣在第一頻率 (60MHz) 下形成匹配。

圖 5 是一個史密斯圖，其示出了怎樣在第二頻率 (120MHz) 下形成匹配。

圖 6 是本發明提供的一種能匹配第一頻率 (60MHz) 和第二頻率 (120MHz) 的單一匹配網路，其為 L 型匹配網路。

圖 7 示出了本發明的一個具體實施例，其中，一個單一的匹配網路 LF1' 用於匹配可切換的多個偏置頻率中的任一個，另外兩個匹配網路 HF1' 和 HF2' 用於匹配可切換的多個源頻率中的任一個。

圖 8 示出了本發明另外一種能匹配頻率 f1 或 f2 的單一匹配網路的實施例，其為 T 型匹配網路。

圖 9 示出了本發明另外一種能匹配頻率 f1 或 f2 的單一匹配網路的實施例，其為 π 型匹配網路。

圖 10 示出了本發明另外一種能匹配頻率 f1 或 f2 的單一匹配網路的實

施例，其為 L 型匹配網路，其中電容和電感並聯。

圖 11 示出了本發明另外一種能匹配頻率 f_1 或 f_2 的單一匹配網路的實施例，其為 T 型匹配網路，其中電容和電感並聯。

圖 12 示出了本發明另外一種能匹配頻率 f_1 或 f_2 的單一匹配網路的實施例，其為 π 型匹配網路，其中電容和電感並聯。

【主要元件符號說明】

300、310 射頻功率供應裝置

302、312、702 直接式數位頻率合成器

304、314、704 放大級

305、315、311、705 開關

306、308、706、708 低頻濾波器

310 射頻源功率

LF1、LF2、HF1、800、820、830 匹配網路

316、318 高頻濾波器

f_1 、 f_2 頻率

S、S1、S2 串聯支路

P、P1、P2 並聯支路

C_p 可變電容

700 功率發生器

L、 L_4 、 L_{f1} 、 L_{f2} 、 L_5 、 L_{s1f1} 、 L_{s1f2} 、 L_7 電感

C、 C_4 、 C_{f1} 、 C_{f2} 、 C_5 、 C_{pf1} 、 C_{pf2} 、 C_7 、 C_{p1_f1} 、 C_{p2_f2} 、 C_7 電容

七、申請專利範圍：

1. 一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互串聯的電容以及電感，並且所述電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ，其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的單一匹配網路，其中，所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的單一匹配網路，其中，所述單一匹配網路的輸入端與一單一的射頻功率供應裝置相連接，在某一特定的時間段內所述單一的射頻功率供應裝置擇一地輸出其中的一個頻率 f_1 或 f_2 。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的單一匹配網路，其中，所述等離子體負載為一等離子體處理腔。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的單一匹配網路，其中，所述等離子體處理腔包括一上電極和一下電極，所述單一匹配網路的輸出端與所述上電極或所述下電極相連接。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的單一匹配網路，其中，還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的單一匹配網路，其中，所述可變元件為可變電容或可變電感或可變電容和可變電感的組合。

8. 一種射頻功率源系統，用於可切換地將至少兩個頻率 f_1 和 f_2 中的一個耦合連接至一等離子體處理腔的電極，所述射頻源功率系統包括：

一個射頻功率源裝置，用以可選地輸出所述頻率 f_1 和 f_2 中的一個；
 一個匹配網路，其具有連接至所述射頻功率源裝置的輸入端和連接至所述電極的輸出端，所述匹配網路包括一個電容值為 C_0 的電容以及一個電感值為 L_0 的電感，所述電容和電感相互串聯並構成一支路；以及，
 其中，所述電容值 C_0 和電感值 L_0 滿足如下關係：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的射頻功率源系統，其中，所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述的射頻功率源系統，其中，所述電極為所述等離子體處理腔的上電極或下電極。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述的射頻功率源系統，其中，還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

12. 一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 f_1 或頻率 f_2 下的功率輸出，所述方法包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互串聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_0 ，所述電感的電感值為 L_0 ：

$$j\omega_1 L_0 + 1/j\omega_1 C_0 = jy_1$$

$$j\omega_2 L_0 + 1/j\omega_2 C_0 = jy_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

串聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中，所述匹配網路被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中，還包括連接一可變元件於所述支路和接地端之間。

15. 一種適用於至少兩個頻率輸入的單一匹配網路，用於選擇性地給所述兩個頻率中的任一頻率提供射頻功率匹配給一等離子體負載，所述單一匹配網路包括一連接至所述多頻率輸入的輸入端和一連接至所述等離子體負載的輸出端，在所述輸入端和輸出端之間包括相互並聯的電容以及電感，並且所述相互並聯的電容和電感構成一支路，所述電容的電容值為 C_4 ，所述電感的電感值為 L_4 ，其中，所述電容值 C_4 和電感值 L_4 滿足如下關係：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/y_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/y_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的單一匹配網路，其中，所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述的單一匹配網路，其中，所述單一匹配網路的輸入端與一單一的射頻功率供應裝置相連接，在某一特定的時間段內所述單一的射頻功率供應裝置擇一地輸出其中的一個頻率 f_1 或 f_2 。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述的單一匹配網路，其中，所述等離子體負載為一等離子體處理腔。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述的單一匹配網路，其中，所述等離子體處理腔包括一上電極和一下電極，所述單一匹配網路的輸出端與所述上電極或所述下電極相連接。

20. 如申請專利範圍第 15 項所述的單一匹配網路，其中，還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

21. 一種射頻功率源系統，用於可切換地將至少兩個頻率 f_1 和 f_2

中的一個耦合連接至一等離子體處理腔的電極，所述射頻源功率系統包括：

一個射頻功率源裝置，用以可選地輸出所述頻率 f_1 和 f_2 中的一個；
一個匹配網路，其具有連接至所述射頻功率源裝置的輸入端和連接至所述電極的輸出端，所述匹配網路包括一個電容值為 C_4 的電容以及一個電感值為 L_4 的電感，所述電容和電感相互並聯，並且所述相互並聯的電容和電感構成一支路；以及，

所述電容值 C_4 和電感值 L_4 滿足如下關係：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/y_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/y_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的射頻功率源系統，其中，所述匹配網路為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

23. 如申請專利範圍第 21 項所述的射頻功率源系統，其中，所述電極為所述等離子體處理腔的上電極或下電極。

24. 如申請專利範圍第 21 項所述的射頻功率源系統，其中，還包括一可變元件連接於所述支路和接地端之間。

25. 一種匹配網路的構建方法，所述匹配網路用於將射頻能量從一個射頻功率源裝置耦合至一等離子體負載，所述射頻功率源裝置可選擇地提供工作於頻率 f_1 或頻率 f_2 下的功率輸出，所述方法包括如下步驟：

根據下列公式選擇所述匹配網路中的電容和電感，所述電容和電感相互並聯並構成一支路，所述電容的電容值為 C_4 ，所述電感的電感值為 L_4 ：

$$1/j\omega_1 L_4 + j\omega_1 C_4 = 1/y_1$$

$$1/j\omega_2 L_4 + j\omega_2 C_4 = 1/y_2$$

其中， $\omega_1 = 2\pi f_1$ ， $\omega_2 = 2\pi f_2$ ，所述 f_1 和 f_2 分別為所述兩個頻率的頻率大小， y_1 為在頻率 f_1 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗， y_2 為在

頻率 f_2 下達到匹配狀態所述支路所需要的阻抗；

並聯所述電容和所述電感以得到所述匹配網路，並且將所述匹配網路串聯連接於所述射頻功率源裝置和所述等離子體負載之間。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述的方法，其中，所述匹配網路被構建為 L 型或 T 型或 π 型網路，或者上述各項的任意一種組合及變形。

27. 如申請專利範圍第 25 項所述的方法，其中，所述方法還包括連接一個可變並聯電容或一可變並聯電感至接地端和所述匹配網路之間。

28. 如申請專利範圍第 25 項所述的方法，其中，所述頻率 f_1 或 f_2 為選擇於下述頻率中的一種：2MHz，13.56MHz，27MHz，60MHz，100MHz 和 120 MHz。

八、圖式：

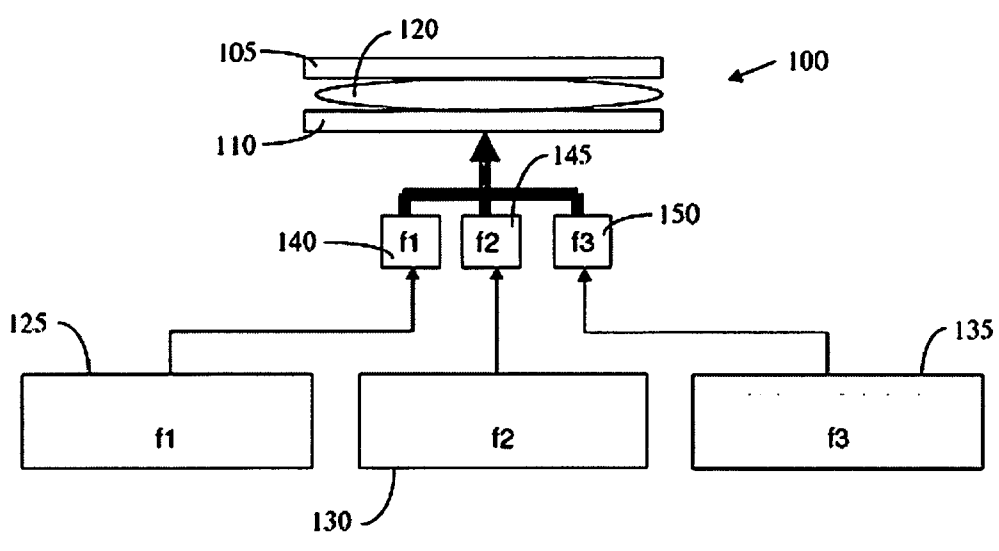


圖 1

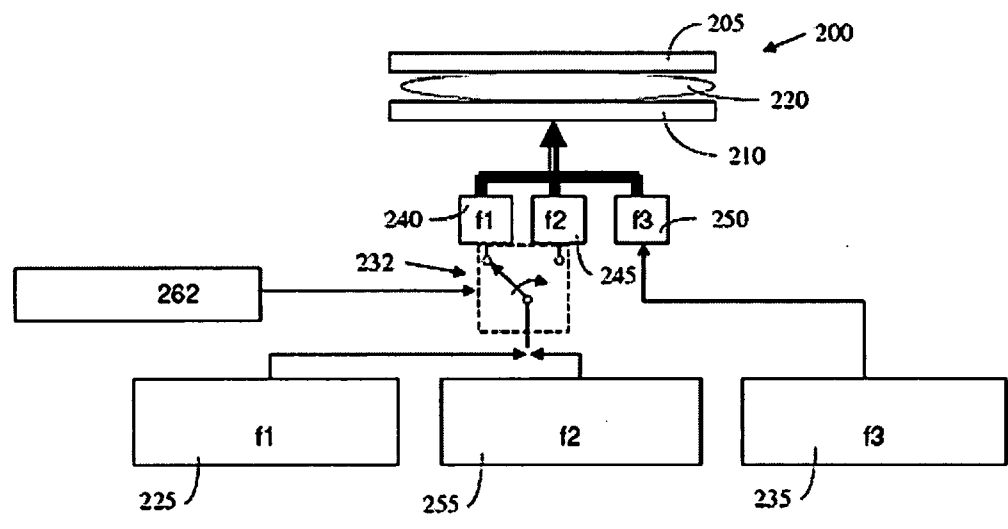


圖 2

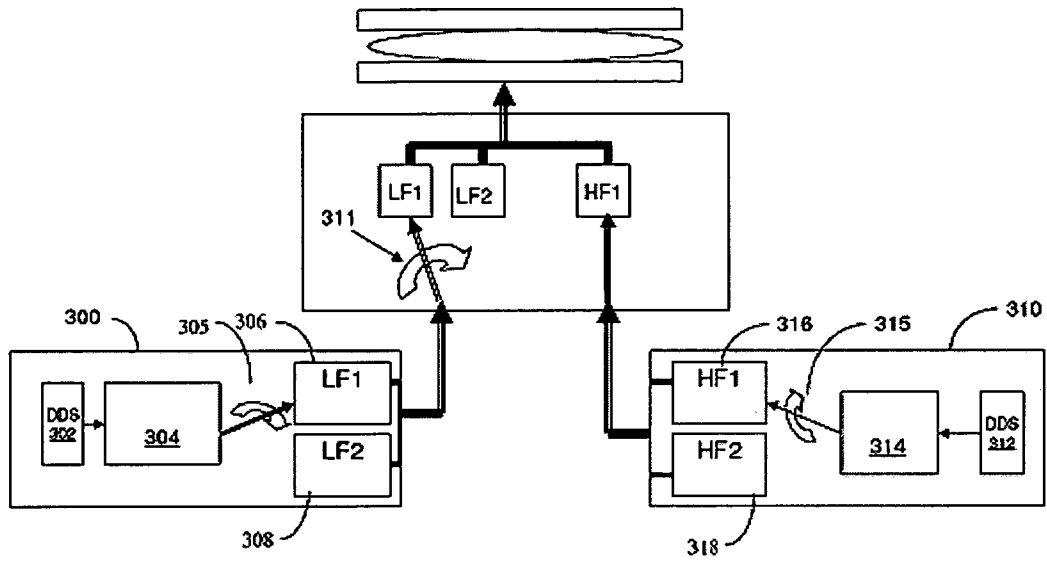


圖 3

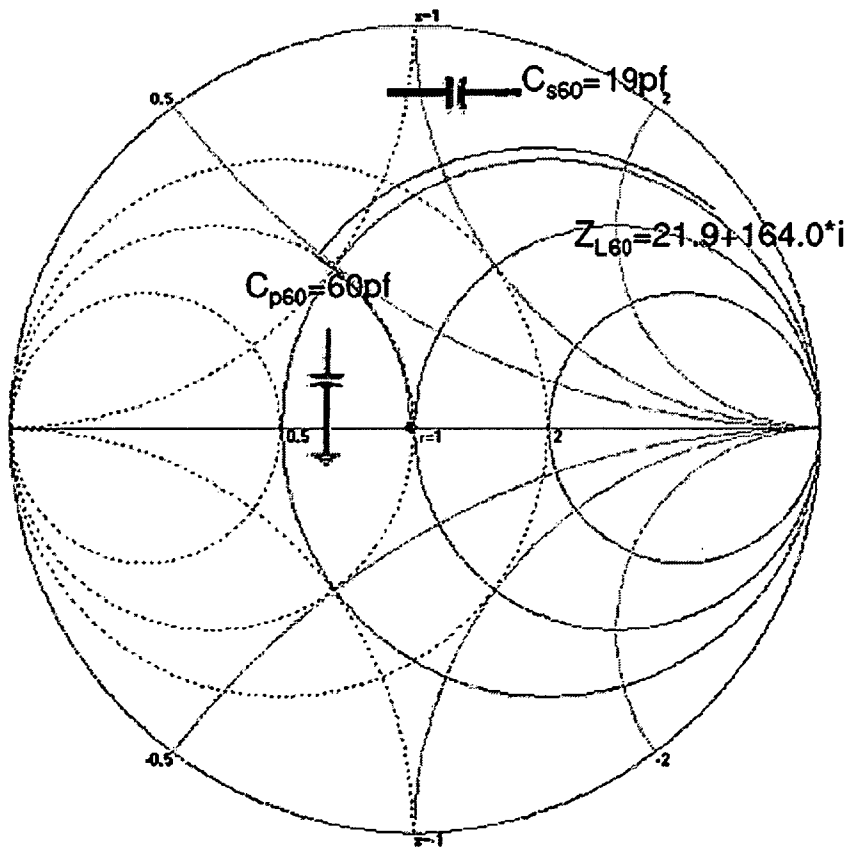


圖 4

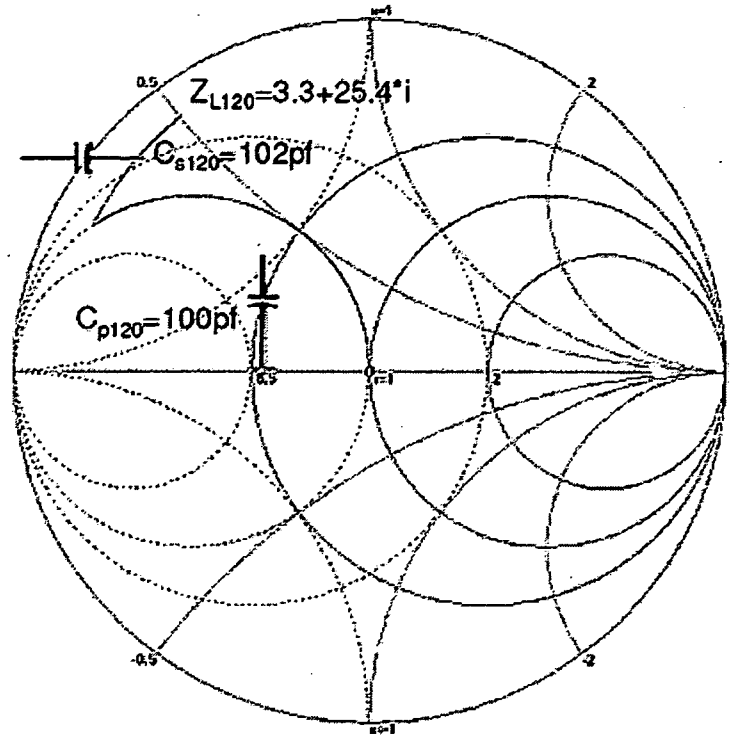


圖 5

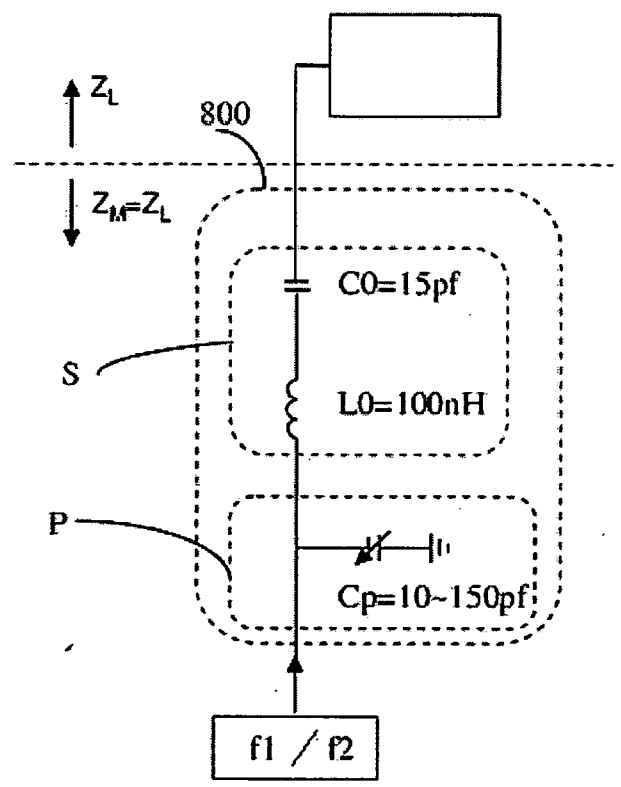


圖 6

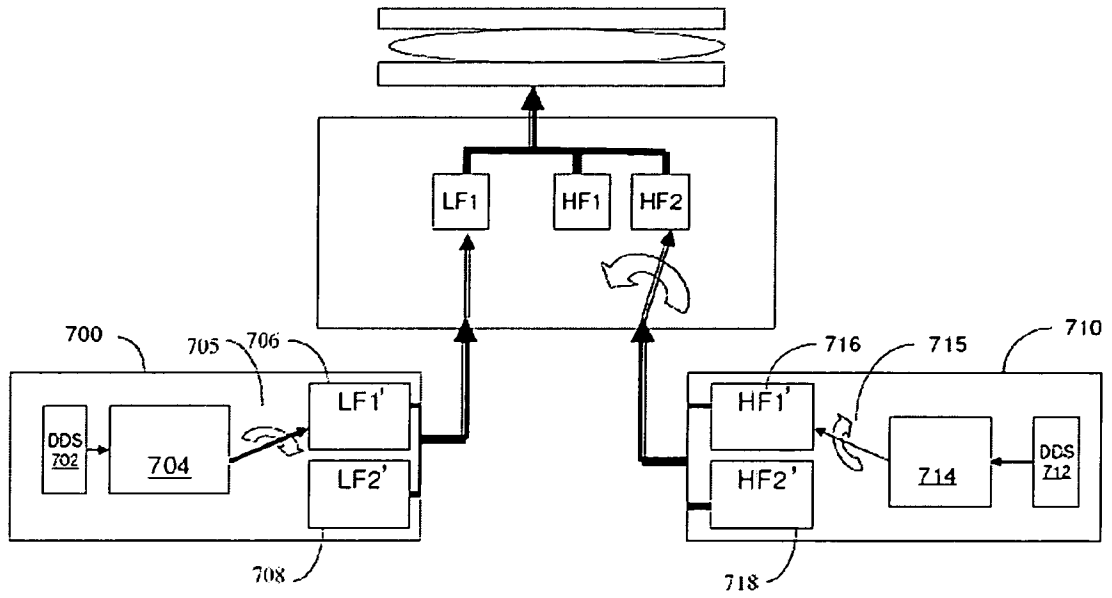


圖 7

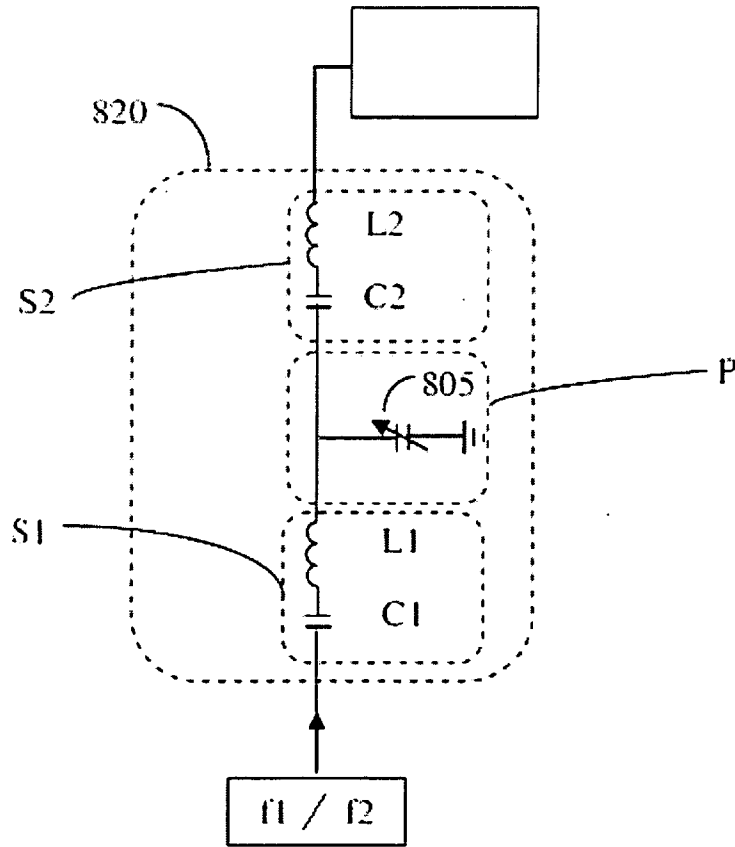


圖 8

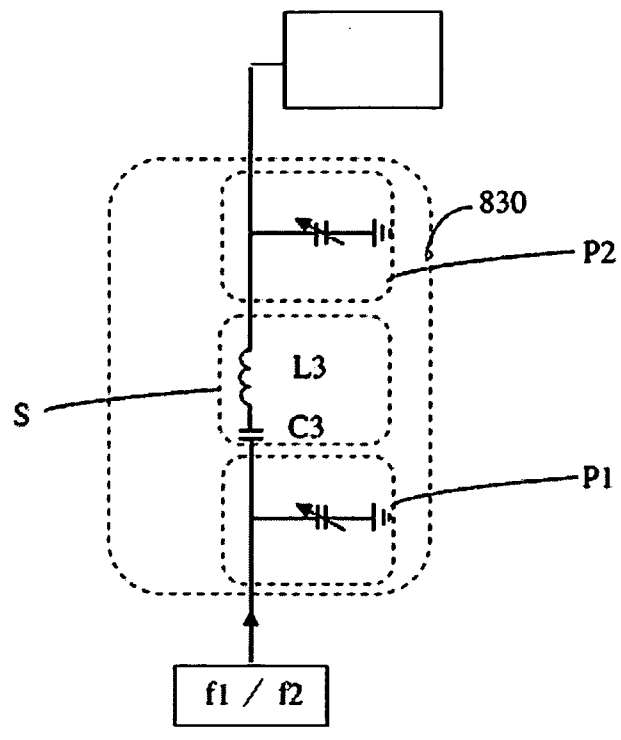


圖 9

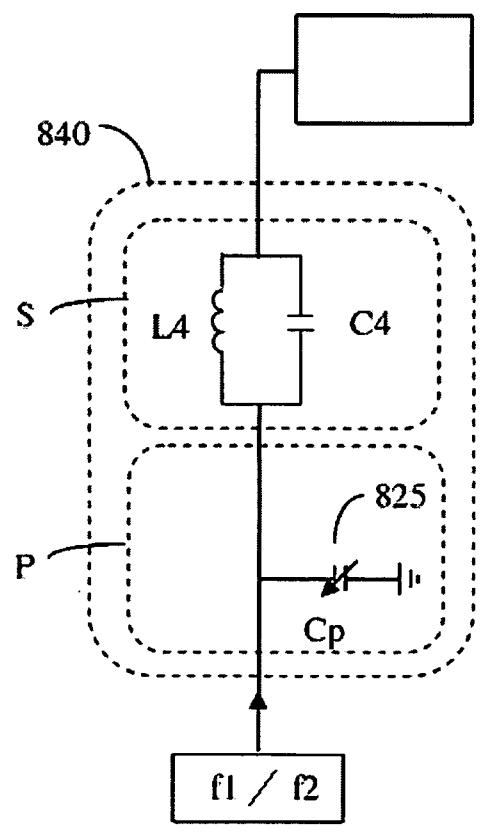


圖 10

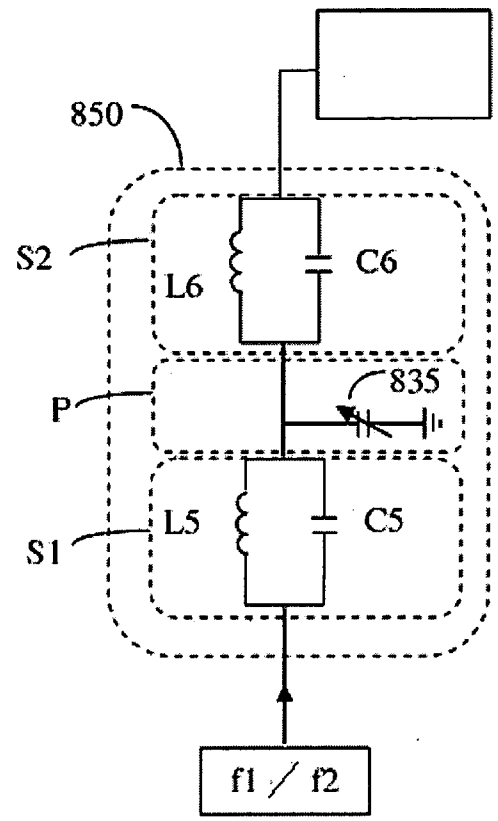


圖 11

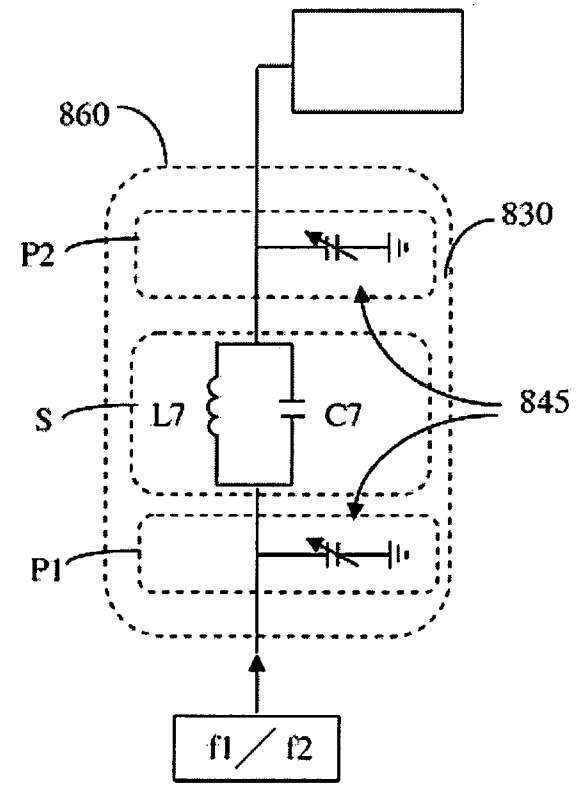


圖 12