

(21)申請案號：100146054

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 13 日

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

(30)優先權：2011/09/13 中國大陸 201110269393.2

(71)申請人：中微半導體設備（上海）有限公司（中國大陸） (CN)

中國大陸

(72)發明人：劉忠篤 (US)

(74)代理人：黃淑貞

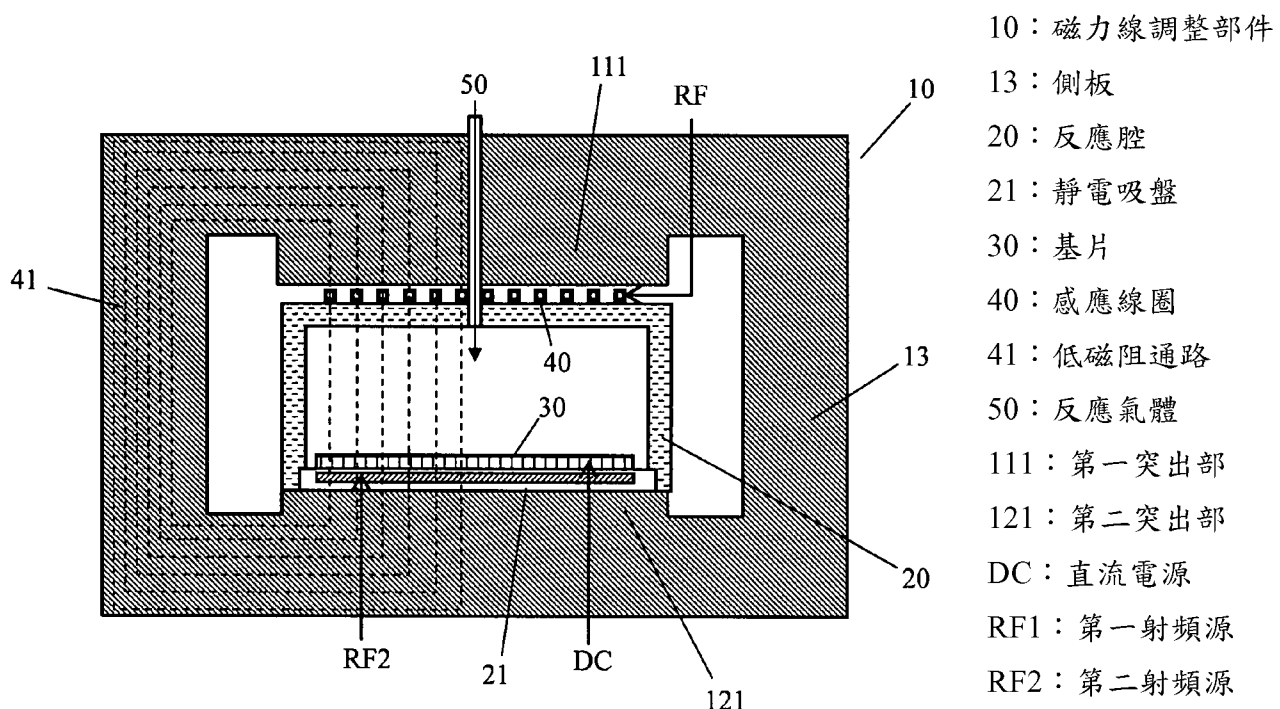
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：12 共 30 頁

(54)名稱

一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法

(57)摘要

本發明涉及一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法，通過設置導磁材料製成的磁力線調整部件，構成一準閉合的低磁阻通路作為磁力線回路在反應腔外流通的路徑，所述低磁阻通路將感應磁場的大部分磁力線路徑進行規範，以此收集原先發散的大部分磁場能量，從而使反應腔的磁場強度倍增；或者，僅需要比現有更少的能源供給，就能以同樣的磁場強度生成處理用的等離子體，提高了能源的利用效率。還顯著減少 RF 電磁洩漏，降低對環境的電磁干擾，減低設備的發熱，增加了系統的可靠性與穩定性。磁力線調整部件設置了相對延伸的突出部分與兩個磁極相對應，使兩個磁極之間的磁力線為均勻線性分佈，以改善基片表面的等離子體分佈的均勻性。



(21)申請案號：100146054

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 13 日

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

(30)優先權：2011/09/13 中國大陸 201110269393.2

(71)申請人：中微半導體設備（上海）有限公司（中國大陸） (CN)
中國大陸

(72)發明人：劉忠篤 (US)

(74)代理人：黃淑貞

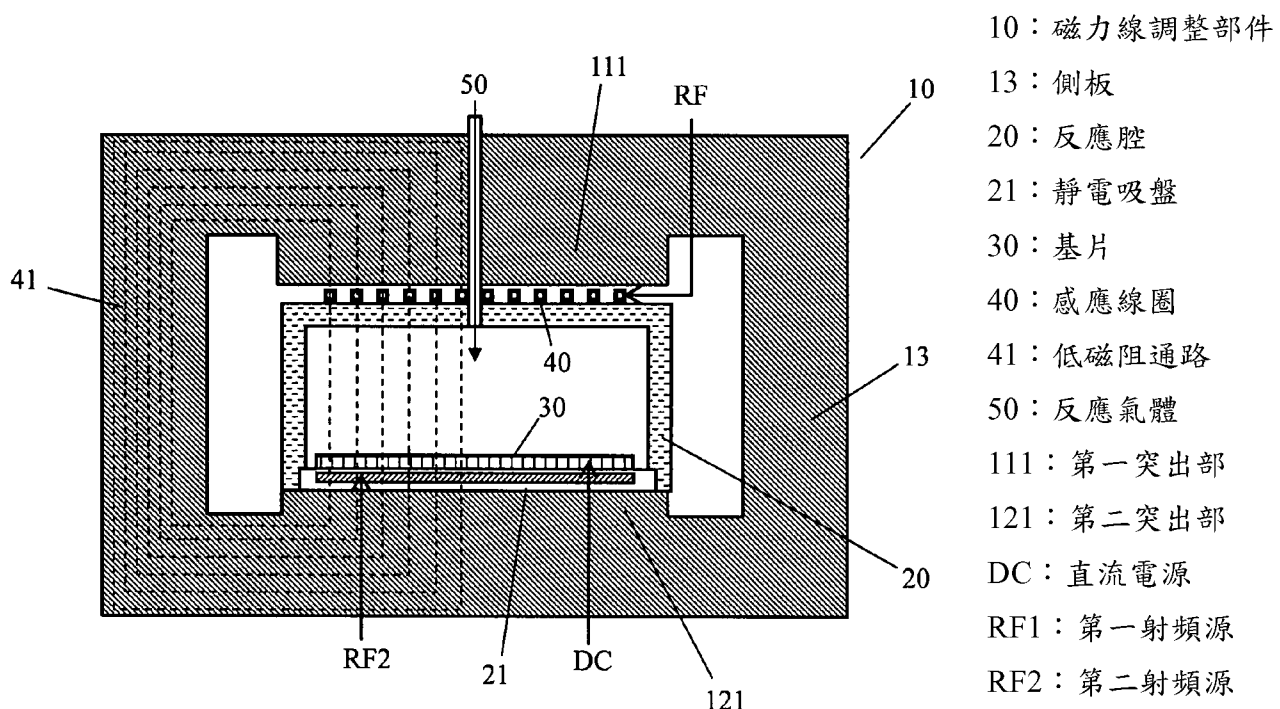
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：12 共 30 頁

(54)名稱

一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法

(57)摘要

本發明涉及一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法，通過設置導磁材料製成的磁力線調整部件，構成一準閉合的低磁阻通路作為磁力線回路在反應腔外流通的路徑，所述低磁阻通路將感應磁場的大部分磁力線路徑進行規範，以此收集原先發散的大部分磁場能量，從而使反應腔的磁場強度倍增；或者，僅需要比現有更少的能源供給，就能以同樣的磁場強度生成處理用的等離子體，提高了能源的利用效率。還顯著減少 RF 電磁洩漏，降低對環境的電磁干擾，減低設備的發熱，增加了系統的可靠性與穩定性。磁力線調整部件設置了相對延伸的突出部分與兩個磁極相對應，使兩個磁極之間的磁力線為均勻線性分佈，以改善基片表面的等離子體分佈的均勻性。



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：100146054

※申請日：100.12.13

※IPC 分類：H05H 1/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法

二、中文發明摘要：

本發明涉及一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法，通過設置導磁材料製成的磁力線調整部件，構成一準閉合的低磁阻通路作為磁力線回路在反應腔外流通的路徑，所述低磁阻通路將感應磁場的大部分磁力線路徑進行規範，以此收集原先發散的大部分磁場能量，從而使反應腔的磁場強度倍增；或者，僅需要比現有更少的能源供給，就能以同樣的磁場強度生成處理用的等離子體，提高了能源的利用效率。還顯著減少 RF 電磁洩漏，降低對環境的電磁干擾，減低設備的發熱，增加了系統的可靠性與穩定性。磁力線調整部件設置了相對延伸的突出部分與兩個磁極相對應，使兩個磁極之間的磁力線為均勻線性分佈，以改善基片表面的等離子體分佈的均勻性。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 4。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 磁力線調整部件

111 第一突出部

121 第二突出部

13 側板

20 反應腔

21 靜電吸盤

30 基片

40 感應線圈

41 低磁阻通路

50 反應氣體

RF1 第一射頻源

RF2 第二射頻源

DC 直流電源

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】

本發明涉及一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法，特別涉及一種可以規範磁力線路徑以收集發散能量的電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法。

【先前技術】

目前在對半導體器件的製造過程中，通常使用電感耦合式的等離子體處理裝置（ICP）來產生反應氣體 50 的等離子體，對基片 30 進行蝕刻等加工處理。

如圖 1 中所示，現有電感耦合式的等離子體發生器（ICP），往往在真空的反應腔 20 內引入反應氣體 50。在反應腔 20 外周圍的頂部（或底部或側壁）設置有感應線圈 40 並施加第一射頻源 RF1，由此產生的感應磁場會在線圈軸向感應出射頻電場，從而在反應腔 20 內產生所述反應氣體 50 的等離子體，對由反應腔 20 底部靜電吸盤 21（ESC）固定的基片 30 進行蝕刻處理。

然而，上述由第一射頻源 RF1 產生的感應磁場，其磁力線 410 的分佈如圖 1 中虛線所示，可見，在所述基片 30 上方磁力線 410 的分佈不均勻，會造成對應基片 30 中心及邊緣位置的等離子體密度也不均勻，從而影響所述基片 30 上徑向不同位置的刻蝕均勻性。

另外，由於所述第一射頻源 RF1 產生的感應磁場是開放式磁場，其大部分能量喪失，僅有位於基片 30 上方的一小部分用來生成所述等離子體，能源的利用效率低。而且，其他大部分沒有被利用的磁場能量會產生干擾，不得不花費很高代價對這些干擾進行消除；所述沒有被利用的磁場能量還會感應出熱量，使整個等離子體發生器的溫度升高，降低裝置的使用壽命和蝕刻操作的穩定性。

【發明內容】

本發明的目的是提供一種改進的電感耦合式等離子體處理裝置及其基片處理方法，通過設置鐵氧體等導磁材料製成的磁力線調整部件，由其准閉合的低磁阻結構佈置構成磁力線回路的部分路徑，用以

對反應腔外的大部分磁力線路徑進行規範，從而有效收集原先發散的磁場能量，提高能源的利用效率。另外，還可以對形成等離子體的感應磁場強度進行調整，並且使磁力線回路位於基片上方的部分均勻線性分佈，來改善基片表面等離子體分佈的均勻性。

為了達到上述目的，本發明的技術方案是提供一種電感耦合式的等離子體處理裝置及其基片處理方法。

所述的一種電感耦合式的等離子體處理裝置，包含：

引入有反應氣體的反應腔；所述反應腔包含固定待處理基片的底部基座，以及與之相對的反應腔頂部；

所述反應腔外周圍設置有感應線圈，其與第一射頻源連接產生一感應磁場，

所述等離子體處理裝置還包含：

在反應腔外周圍設置的由導磁材料製成的磁力線調整部件，該導磁材料的磁阻小於空氣或真空的磁阻，該磁力線調整部件在反應腔外周圍構成一個准閉合的低磁阻通路；使所述感應線圈產生的磁力線沿所述低磁阻通路構成一個磁力線回路，所述磁力線回路穿過反應腔。

所述磁力線調整部件由導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成。

優選的，所述磁力線調整部件由鐵氧體製成，其導磁率是空氣導磁率的 20-40 倍。

在一優選實施例中，所述磁力線調整部件包含：在整個反應腔的外周圍連接設置的頂板、底板，以及連接在頂板和底板之間的側板；

所述頂板上設置有第一突出部，在所述底板上設置有第二突出部，其中第一突出部和第二突出部從頂板和底板上相向延伸。

在另一優選實施例中，所述磁力線調整部件整體結構呈 C 字形，即包含在所述反應腔的外周圍連接設置的頂板、底板和側板；

所述頂板一端與所述側板上端連接，另一端設置有延伸至所述感應線圈上方的第一突出部；所述底板一端與所述側板下端連接，另一端設置有延伸至所述底部基座下方的第二突出部。

所述感應線圈繞設在所述磁力線調整部件上。

所述電感耦合式的等離子體處理裝置，還包含第一調整線圈，使所述磁力線調整部件上低磁阻通路的任何一部分穿設在所述第一調整線圈中；

所述第一調整線圈與第三射頻源連接，通過改變所述第三射頻源的功率或頻率，在所述磁力線調整部件中獲得一第一附加磁場並疊加在由於施加所述第一射頻源得到的感應磁場上，進而對其磁場強度進行調整。

所述電感耦合式的等離子體處理裝置，還包含測量線圈，使所述磁力線調整部件上對應低磁阻通路的任何一部分，穿設在所述測量線圈中，對磁場強度進行檢測。

所述電感耦合式的等離子體處理裝置，還包含由金屬導體製成的遮罩環，其是在反應腔內環繞基片外緣設置的閉環結構，使施加第一射頻源後產生的感應磁場，在穿過所述閉合的遮罩環時，感應生成一反向的再生磁場，並疊加在所述感應磁場上對其磁場強度進行調整。

在一實施例中，所述遮罩環是環繞所述磁力線調整部件的第一突出部及第二突出部邊緣的閉環結構，其在縱向從所述第一突出部延伸至第二突出部並與兩者密閉連接，使所述遮罩環成為新的反應腔的側壁。

所述遮罩環上環繞設置有第二調整線圈，並施加一第四射頻源；通過改變所述第四射頻源的功率或頻率，在所述遮罩環軸向感應生成一第二附加磁場，其疊加在所述感應磁場上，對基片邊緣的磁場強度及磁力線形狀與分佈進行調整。

所述磁力線調整部件上貫穿設置有若干給送管道，包含將所述第一射頻源施加至所述感應線圈的電氣管道；以及，將反應氣體引入所述反應腔的進氣通道。

所述的一種基片處理的方法，包含

在電感耦合式的等離子體處理裝置中，設置引入有反應氣體的反應腔；所述反應腔包含固定待處理基片的底部基座；

在所述反應腔外周圍設置有感應線圈，其與第一射頻源連接產生一感應電磁場，從而在反應腔內產生所述反應氣體的等離子體，對所述基片進行處理；

所述基片處理方法，還包含：

在所述反應腔的外周圍設置導磁材料製成的磁力線調整部件，其磁阻小於空氣及真空磁阻，該磁力線調整部件在反應腔外周圍構成了一個准閉合的低磁阻通路；使所述感應線圈產生的磁力線沿所述低磁阻通路構成一個磁力線回路；

調整所述低磁阻通路上的磁阻分佈，從而對磁力線回路中位於反應腔內的磁力線的形狀與分佈進行調整，進而對該些磁力線作用下生成在所述基片表面的等離子體的分佈進行控制。

所述磁力線調整部件由導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成。優選的，所述磁力線調整部件由鐵氧體製成，其導磁率是空氣導磁率的 20-40 倍。

所述磁力線調整部件包含一可移動的導磁部件，對所述磁力線調整部件中可移動導磁部件的位置進行調整，使得所述磁力線調整部件中流經的磁力線的形狀分佈或其磁場強度進行調整。

將所述感應線圈設置在所述反應腔的頂部或底部或側壁；或者，將所述感應線圈設置在所述磁力線調整部件上，使所述磁力線調整部件上對應所述低磁阻通路的任何一部分，穿設在所述感應線圈中；

所述磁力線調整部件中的磁場強度，由所述感應線圈上施加的第一射頻源的頻率或功率來控制。

所述基片處理的方法，還包含設置第一調整線圈，使所述磁力線調整部件上對應低磁阻通路的任何一部分，穿設在所述第一調整線圈中；

在所述第一調整線圈上施加第三射頻源，通過改變所述第三射頻源的功率或頻率，在所述磁力線調整部件中獲得一第一附加磁場並疊加在由於施加所述第一射頻源得到的感應磁場上，進而對其磁場強度進行調整。

將金屬導體製成的遮罩環，在反應腔內環繞基片外緣設置，所述遮罩環上選擇設置第二調整線圈，並施加一第四射頻源；通過改變所述第四射頻源的功率或頻率，在所述遮罩環軸向感應生成一第二附加磁場，其疊加在所述感應磁場上，對基片邊緣的磁場強度及磁力線形狀與分佈進行調整。

所述的一種電感耦合式的等離子體處理裝置，其包含：

一個導磁材料構成的磁力線調整部件；

一個等離子處理空間，等離子處理空間內包含一反應氣體供應裝置和基片安裝平臺；

所述磁力線調整部件和等離子處理空間組合構成一個磁力線回路；

一個電感線圈連接到一個射頻電源，所述電感線圈產生的磁力線沿所述磁力線回路穿過等離子處理空間。

所述導磁材料是鐵氧體材料，所述線圈產生的大於 80% 的磁通流經所述磁力線回路。

所述的一種電感耦合式的等離子體處理裝置，其包含：

一個導磁材料構成的磁力線調整部件，所述磁力線調整部件包含至少一個准閉合回路，所述准閉合回路上包含一個開口空間，開口空間內包含一個反應腔體；

所述反應腔體內包含一反應氣體供應裝置和基片安裝平臺，一個電感線圈連接到一個射頻電源，所述電感線圈產生的磁力線沿所述磁力線調整部件構成的准閉合回路穿過開口空間內的反應腔體。

所述磁力線調整部件包含一個位於基片安裝平臺下方的突出部件，且所述突出部件的截面與待處理基片的形狀相對應。

與現有技術相比，本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置(ICP)及其基片處理方法，其優點在於：

本發明通過設置導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成的磁力線調整部件，其低磁阻的結構佈置構成了磁力線回路在反應腔外流通的路徑，即形成一准閉合的低磁阻通路將感應磁場的大部

分磁力線路徑進行規範，從而收集原先發散掉的大部分磁場能量。因此僅需要現有等離子體處理裝置 1/10 的能源供給，就能夠以同樣的磁場強度來生成蝕刻用的等離子體，提高了能源的利用效率；或者，在相同能耗條件下能夠使磁場倍增。並且，還能夠顯著減少 RF 電磁洩漏，降低環境的電磁干擾，減低設備的發熱，因而增加了系統的可靠性與穩定性。優選使用鐵氧體製成磁力線調整部件，磁場的強度能夠提高 20-40 倍。在所述磁力線調整部件中可以設置水冷等冷卻裝置，對能量收集後感應出的熱量進行冷卻處理。

另一方面，所述磁力線調整部件的低磁阻結構還決定了反應腔內用以產生等離子體的磁力線的分佈，例如可以是在磁力線調整部件上設置相對延伸的第一、第二突出部，使其與兩個磁極的位置相對應，優選地使兩個突出部之間的磁力線為均勻線性分佈，以改善基片表面的等離子體分佈的均勻性。可以進一步在磁力線回路上設置第一調整線圈，施加射頻後產生的第一附加磁場，疊加在原有的感應磁場上對其磁場強度進行調整。還可以，環繞第一突出部邊緣至第二突出部邊緣設置遮罩環，或進一步環繞遮罩環設置第二調整線圈並施加射頻，對基片邊緣的磁力線分佈，包含磁力線的方向、形狀、密度進行調整。

【實施方式】

以下結合附圖說明本發明的若干具體實施方式。

實施例 1

配合參見圖 2、圖 3、圖 4 所示，本發明中所述電感耦合式等離子體處理裝置(ICP)，包含一真空的反應腔 20，其中引入有反應氣體 50。所述反應腔 20 外周圍的頂部設置有感應線圈 40，其與第一射頻源 RF1 連接產生一感應磁場，並在所述線圈軸向感應出一射頻電場，從而在反應腔 20 內產生所述反應氣體 50 的等離子體。所述反應腔 20 底部設置有固定基片 30 的靜電吸盤 21 (ESC) 及基座。

作為對電感耦合式等離子體處理裝置(ICP)的改進，本發明中還包含一磁力線調整部件 10，其由導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成；由於其磁阻小於空氣及真空的磁阻，所述磁力線調

整部件 10 將構成施加第一射頻源 RF1 後感應磁場在反應腔外的磁力線路徑。其他位於反應腔內的磁力線，用於基片 30 上方等離子體的生成；所述反應腔內外的磁力線閉合形成完整的低磁阻通路 41（附圖中虛線標識，僅示出了該磁力線回路的左半部分，右半部分與其對稱分佈並未示出）。

優選的，所述磁力線調整部件 10 可以由鐵氧體製成，其導磁率是空氣的 20-40 倍，因而可以使大部分的磁力線流經所述磁力線調整部件 10，並由所述磁力線調整部件 10 低磁阻的結構佈置，來調整所述磁力線的路徑分佈，從而對該磁力線的方向、形狀、密度等進行控制。

如圖 2 所示，在一種優選的實施例中，所述磁力線調整部件 10 的整體結構類似三相三鐵芯柱的變壓器（下文中簡稱變壓器式），即包含：在整個反應腔 20 的外周圍設置的頂板 11、底板 12，以及兩個相對的側板 13；所述頂板 11 中間還設置有第一突出部 111，其向下延伸至所述感應線圈 40 的上方；與之對應，在所述底板 12 的中間還設置有第二突出部 121，其向上延伸至所述靜電吸盤 21 的下方。

如圖 9 所示，在另一種優選的實施例中，所述磁力線調整部件 10 可以是准閉合式的，其整體結構呈 C 字形，即是說，所述磁力線調整部件 10 僅設置有一個側板 13；所述頂板 11 一端與所述側板 13 上端連接，另一端設置延伸至所述感應線圈 40 上方的第一突出部 111；所述底板 12 一端與所述側板 13 下端連接，另一端設置延伸至所述靜電吸盤 21 下方的第二突出部 121。

如圖 3 所示，還有一種優選的實施例中，所述磁力線調整部件 10 是桶式結構，即包含頂板 11、底板 12，以及環繞整個反應腔 20 的外周圍設置的環形側壁 14；所述頂板 11 中間設置有延伸至所述感應線圈 40 上方的第一突出部 111；所述底板 12 中間對應設置有延伸至所述靜電吸盤 21 下方的第二突出部 121。

配合參見圖 2、3、9 所示，上述變壓器式、准閉合式或桶式的磁力線調整部件 10 中，所述第一突出部 111 與第二突出部 121 的結構決定了兩者之間的磁力線分佈，也就決定了低磁阻通路 41 中反應腔 20

內用於等離子體生成的磁力線的分佈。優選的，通過結構調整，使所述第一突出部 111 與第二突出部 121 之間的磁力線在豎直方向均勻分佈，從而在基片 30 表面形成線性場，改善對應產生在基片 30 中心及邊緣位置的等離子體的均勻性，使基片 30 上徑向不同位置的刻蝕效果一致。

所述磁力線調整部件 10 的上半部分，還貫穿設置有若干給送管道：例如，在所述頂板 11 上設置有將所述第一射頻源 RF1 引入至所述感應線圈 40 的電氣管道；以及，在所述頂板 11 的第一突出部 111 設置的將反應氣體 50 引入反應腔 20 的進氣通道 22。類似的，在所述磁力線調整部件 10 的下半部分，例如在所述底板 12 的第二突出部 121，也貫穿設置有若干給送管道：可以是將調節等離子入射能量的第二射頻源 RF2（通常為 2Mhz 左右）或直流電源 DC 連接至靜電吸盤 21 內下電極 211 的電氣管道，將冷卻氣體或液態輸送至靜電吸盤 21 的冷卻劑管道（圖中未示出），以及反應氣體 50 的排出管道（圖中未示出）等等。這些給送管道在磁力線調整部件中形成的空間雖然會影響整體的磁阻分佈，但是由於這些空間體積相對於整個鐵氧體部件如第一突出部 111，第二突出部 121 的體積小很多，所以不會影響絕大部分磁力線均勻地穿過基片 30 的表面。

實施例 2

配合參見圖 5、6、9 所示，本實施例所述電感耦合式等離子體處理裝置（ICP）的整體結構與實施例 1 中相類似，包含圍繞反應腔 20 外周圍設置的變壓器式、准閉合式或桶式的磁力線調整部件 10，其由鐵氧體等低磁阻的導磁材料製成；使反應腔 20 頂部外側設置的感應線圈 40，在連接第一射頻源 RF1 後產生的感應磁場的大部分磁力線流經該磁力線調整部件 10，並由該磁力線調整部件 10 的結構來決定所述磁力線在反應腔 20 內外的分佈情況。優選的，使反應腔 20 內位於基片 30 上方的磁力線均勻線性分佈，來改善基片 30 表面、對應其中心及邊緣位置的等離子體分佈均勻性。

本實施例中對於上述結構的改進在於，還設置有第一調整線圈

61，使所述磁力線調整部件 10 上，對應低磁阻通路 41 的任何一部分，穿設在所述第一調整線圈 61 中，並且使所述第一調整線圈 61 與一第三射頻源 RF3 連接。例如，將第一調整線圈 61 設置在所述磁力線調整部件 10 的側板 13 上（圖 5 或圖 9），通過改變所述第三射頻源 RF3 的功率或頻率，在所述磁力線調整部件 10 中獲得一第一附加磁場並疊加在由於施加所述第一射頻源 RF1 得到的感應磁場上，進而對其磁場強度進行調整。

另外，與所述第一調整線圈 61 的設置位置相類似，還可以設置測量線圈 63，使所述磁力線調整部件 10 上，對應低磁阻通路 41 的任何一部分，穿設在所述測量線圈 63 中，對磁場強度進行檢測。例如，可以是在所述磁力線調整部件 10 的側板 13 上設置所述測量線圈 63；或者，也可以是在所述第一突出部 111（此種情況圖中未示出）或第二突出部 121（圖 6）上環繞設置所述測量線圈 63。

根據應用時的具體要求，可以將所述測量線圈 63 與第一調整線圈 61，一起設置在所述磁力線調整部件 10 上的不同磁路位置，例如分別設置在變壓器式的磁力線調整部件 10 的兩個側板 13 上（圖 5）。或者，也可以僅僅將測量線圈 63 與第一調整線圈 61 中的一個設置在所述磁力線調整部件 10 上。

實施例 3

配合參加圖 7、8、10 所示，本實例所述電感耦合式等離子體處理裝置（ICP）的整體結構與實施例 1、2 中相類似，包含圍繞反應腔 20 外周圍設置的變壓器式、准閉合式或桶式的磁力線調整部件 10，其由鐵氧體等低磁阻的導磁材料製成；使反應腔 20 頂部外側設置的感應線圈 40，在連接第一射頻源 RF1 後產生的感應磁場的大部分磁力線流經該磁力線調整部件 10，並由該磁力線調整部件 10 的結構來決定所述磁力線在反應腔 20 內外的分佈情況。優選的，使反應腔 20 內位於基片 30 上方的磁力線均勻線性分佈，來改善基片 30 表面、對應其中心及邊緣位置的等離子體分佈均勻性。

在上述實施例 1 或 2 的基礎上，本實施例中還設置了由金屬導體

製成的一遮罩環 15，其可以是在反應腔 20 內環繞基片 30 外緣設置的閉環結構。遮罩環 15 的高度和上下位置可以任意設置，其起的作用是調整電場的分佈，施加第一射頻源 RF1 後從上至下垂直穿過反應區的高頻交變磁場感應產生交變的電場，這些電場方向上與磁場方向正交/垂直，遮罩環 15 的存在使得感應出來的部分電場在遮罩環內產生電流，這些電流產生次生磁場與原有磁場方向相反，通過調節遮罩環的尺寸和阻抗可以調節次生磁場的大小和分佈，從而可以在原有磁場分佈的基礎上進一步細化調節磁場分佈，實現更好的等離子處理均一性。

遮罩環 15 高度足夠的話，例如遮罩環 15 可以在反應腔 20 內從頂部縱向延伸至所述基片 30 上方（圖 7），這樣遮罩環 15 還能起到遮罩等離子體的作用。或者，所述遮罩環 15 也可以是環繞所述磁力線調整部件 10 的第一突出部 111、第二突出部 121 邊緣的閉環結構，其在縱向從所述第一突出部 111 延伸至第二突出部 121 並與兩者密閉連接，使所述遮罩環 15 成為新的反應腔的側壁（圖 8、圖 10）。

進一步的，可以環繞所述遮罩環 15 設置一第二調整線圈 62（圖 10），並施加一第四射頻源 RF4，通過改變所述第四射頻源 RF4 的功率或頻率，在所述遮罩環 15 軸向感應生成一第二附加磁場，其疊加在因施加第一射頻源 RF1 而產生的感應磁場上，來調整反應區域的磁場強度及磁力線分佈，尤其是使對應基片 30 邊緣的磁場強度及磁力線分佈得到調整。

實施例 4

配合參見圖 11、12 所示，本實例所述電感耦合式等離子體處理裝置（ICP）中，所述磁力線調整部件 10 的整體結構與實施例 1 中相同，可以是包含圍繞反應腔 20 外周圍設置的變壓器式、准閉合式或桶式結構，由鐵氧體等低磁阻的導磁材料製成。

與上述實施例中感應線圈 40 設置在反應腔 20 頂部外側不同，本實施例中所述感應線圈 40 直接設置在所述磁力線調整部件 10 上；具體的，與實施例 2 中所述第一調整線圈 61 或測量線圈 63 的設置位置類似，即所述磁力線調整部件 10 上對應低磁阻通路 41 的任何一部分，

穿設在所述感應線圈 40 中，通過施加第一射頻源 RF1 產生的感應磁場，其磁力線將直接流經所述磁力線調整部件 10。因而可以由所述第一射頻源 RF1 的頻率或功率，直接對磁力線調整部件 10 中的磁場強度進行控制，也就是對所述第一突出部 111 與第二突出部 121 之間用以形成所述等離子體的磁場強度進行控制。

例如，所述感應線圈 40 可以是設置在所述磁力線調整部件 10 的側板 13 上；或者所述感應線圈 40 也可以是設置在所述磁力線調整部件 10 的第一突出部 111(此種情況圖中未示出)或第二突出部 121 上。

實施例 2 中用於能量檢測的所述測量線圈 63，可以與所述感應線圈 40 同時設置在低磁阻通路 41 的不同位置。設置此種感應線圈 40 的同時，也可以同時設置實施例 3 中所述遮罩環 15，使其環繞所述磁力線調整部件 10 的第一突出部 111 邊緣至第二突出部 121 邊緣；或進一步使遮罩環 15 與第一突出部 111、第二突出部 121 密閉連接形成新的反應腔的側壁。

綜上所述，本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置 (ICP)，設置有導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成的磁力線調整部件 10；優選使用鐵氧體製成磁力線調整部件 10，磁場的強度能夠提高 20-40 倍。該磁力線調整部件 10 構成一準閉合的低磁阻通路 41，作為磁力線回路在反應腔 20 外流通的路徑，使感應磁場的大部分磁力線路徑得到規範，從而收集原先發散的大部分磁場能量。

所謂準閉合是指整個低磁阻通路 41 雖然具有一段開口的空間以容納反應腔 20 及其內部的等離子產生空間，但是這個開口空間的大小和形狀相對於整個低磁阻通路 41 不是特別大，所以絕大多數流過低磁阻通路中鐵氧體部件的磁通並沒有發散到空間中去，不會成為整個等離子處理器中的干擾源，而是繼續沿著磁力線調整部件及其開口空間定義出來的低磁阻通路構成一個完整的磁力線回路，其磁力線分佈效果與具有閉合鐵氧體環的情況下接近。本發明的低磁阻通路具有準閉合鐵氧體回路的結構，使得流過低磁阻通路的鐵氧體部件的磁通中，只有小於 20% 部分發散到低磁阻回路以外。因此僅需要現有等離子體

處理裝置 1/10 的能源供給，就能夠以同樣的磁場強度來生成蝕刻用的等離子體，提高了能源的利用效率；或者，在相同能耗條件下能夠使磁場倍增。並且，能顯著減少 RF 電磁洩漏，降低環境的電磁干擾，減低設備的發熱，增加系統的可靠性與穩定性。在所述磁力線調整部件 10 中可以設置水冷等冷卻裝置，對能量收集後感應出的熱量進行冷卻處理。

另一方面，所述磁力線調整部件 10 的低磁阻結構還決定了反應腔 20 內用以產生等離子體的磁力線的分佈，可以是在磁力線調整部件 10 上設置了與兩個磁極位置相對應的第一、第二突出部，優選地使兩個突出部之間的磁力線為均勻線性分佈，以改善基片表面的等離子體分佈的均勻性。可以在低磁阻通路 41 上任意位置設置第一調整線圈 61，其施加射頻後產生的第一附加磁場，疊加在原有的感應磁場上對其磁場強度進行調整。還可以，環繞第一突出部 111 邊緣至第二突出部 121 邊緣設置遮罩環 15，或進一步環繞遮罩環 15 設置第二調整線圈 62 並施加射頻，對基片 30 邊緣的磁力線分佈，包含磁力線的方向、形狀、密度進行調整。

基於上述電感耦合式等離子體處理裝置 (ICP) 及其磁力線調整部件的結構，本發明還提供了一種基片處理的方法，通過設置所述導磁材料製成的磁力線調整部件，由其低磁阻的結構佈置，決定了施加第一射頻源 RF1 後感應線圈的磁力線回路的流通路徑；對應不同的工藝需要，調整所述磁力線尤其是在反應腔內的磁力線分佈和/或其磁場強度，從而對基片表面的等離子體分佈進行控制。

具體的，可以使用不同結構的所述磁力線調整部件，例如變壓器式、桶式或准閉合式。

可以在磁力線調整部件上對應准閉合低磁阻通路的任何位置設置第一調整線圈，或者改變感應線圈的設置位置，又或者在遮罩環上設置第二調整線圈，分別改變施加的射頻的功率或頻率，實現對磁場強度的調整，從而對基片表面的等離子體的密度進行控制。

或者使磁力線調整部件的至少一部分為可移動或可調整的結構：

例如，使所述第一或第二突出部為可以從頂板或底板上拆卸的結構，對應不同的工藝需要或對應基片不同位置的刻蝕要求，可以使用不同形狀的第一突出部或第二突出部，來對應控制基片表面的磁力線分佈。又例如，使用不同形狀結構的遮罩環或者調整遮罩環在第一、第二突出部之間的設置高度，對應調整基片邊緣位置的磁力線分佈。優選的，使對應基片中心和邊緣的磁力線為均勻線性分佈，從而改善基片表面的等離子體分佈的均勻性，使基片不同位置的處理效果一致。

儘管本發明的內容已經通過上述優選實施例作了詳細介紹，但應當認識到上述的描述不應被認為是對本發明的限制。在本領域技術人員閱讀了上述內容後，對於本發明的多種修改和替代都將是顯而易見的。因此，本發明的保護範圍應由所附的權利要求來限定。

【圖式簡單說明】

圖1是現有電感耦合式等離子體處理裝置的總體結構示意圖；

圖2是本發明在實施例1中所述閉合變壓器式磁力線調整部件的結構示意圖；

圖3是本發明在實施例1中所述閉合桶式磁力線調整部件的結構示意圖；

圖4是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例1中使用閉合變壓器式或閉合桶式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖5、圖6是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例2中使用閉合變壓器式或閉合桶式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖7、圖8是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例3中使用閉合變壓器式或閉合桶式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖9是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例1、2中使用准閉合式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖10是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例3中使用准閉合式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖11是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例4中使用閉合變壓器式或閉合桶式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖；

圖12是本發明所述電感耦合式等離子體處理裝置在實施例4中使用准閉合式的磁力線調整部件的縱向剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

10 磁力線調整部件	11 頂板
111 第一突出部	12 底板
121 第二突出部	13 側板
14 環形側壁	15 遮罩環
20 反應腔	21 靜電吸盤
211 下電極	22 進氣通道
30 基片	40 感應線圈
41 低磁阻通路	50 反應氣體
61 第一調整線圈	62 第二調整線圈
63 測量線圈	RF1 第一射頻源
RF2 第二射頻源	RF3 第三射頻源
RF4 第四射頻源	DC 直流電源



七、申請專利範圍：

1. 一種電感耦合式的等離子體處理裝置，包含：

引入有反應氣體（50）的反應腔（20）；所述反應腔（20）包含固定待處理基片（30）的底部基座，以及與之相對的反應腔頂部；

所述反應腔（20）外周圍設置有感應線圈（40），其與第一射頻源（RF1）連接產生一感應磁場，其中，還包含：

在反應腔（20）外周圍設置的由導磁材料製成的磁力線調整部件（10），該導磁材料的磁阻小於空氣或真空的磁阻，該磁力線調整部件（10）在反應腔（20）外周圍構成一個准閉合的低磁阻通路（41）；使所述感應線圈（40）產生的磁力線沿所述低磁阻通路（41）構成一個磁力線回路，所述磁力線回路穿過反應腔（20）。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件（10）由導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件（10）由鐵氧體製成，其導磁率是空氣導磁率的 20-40 倍。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件（10）包含：在整個反應腔（20）的外周圍連接設置的頂板（11）、底板（12），以及連接在頂板（11）和底板（12）之間的側板（13）；

所述頂板（11）上設置有第一突出部（111），在所述底板（12）上設置有第二突出部（121），其中第一突出部（111）和第二突出部（121）從頂板（11）和底板（12）上相向延伸。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件（10）整體結構呈 C 字形，即包含在所述反應腔（20）的外周圍連接設置的頂板（11）、底板（12）和側板（13）；

所述頂板（11）一端與所述側板（13）上端連接，另一端設置有

延伸至所述感應線圈(40)上方的第一突出部(111);所述底板(12)一端與所述側板(13)下端連接,另一端設置有延伸至所述底部基座下方的第二突出部(121)。

6.如申請專利範圍第1項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置,其中,所述感應線圈(40)繞設在所述磁力線調整部件(10)上。

7.如申請專利範圍第1項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置,其特徵在於,還包含第一調整線圈(61),使所述磁力線調整部件(10)上低磁阻通路(41)的任何一部分穿設在所述第一調整線圈(61)中;

所述第一調整線圈(61)與第三射頻源(RF3)連接,通過改變所述第三射頻源(RF3)的功率或頻率,在所述磁力線調整部件(10)中獲得一第一附加磁場並疊加在由於施加所述第一射頻源(RF1)得到的感應磁場上,進而對其磁場強度進行調整。

8.如申請專利範圍第1項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置,其中,還包含測量線圈(63),使所述磁力線調整部件(10)上對應低磁阻通路(41)的任何一部分,穿設在所述測量線圈(63)中,對磁場強度進行檢測。

9.如申請專利範圍第1項或第4項或第5項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置,其中,還包含由金屬導體製成的遮罩環(15),其是在反應腔(20)內環繞基片(30)外緣設置的閉環結構,使施加第一射頻源(RF1)後產生的感應磁場,在穿過所述閉合的遮罩環(15)時,感應生成一反向的再生磁場,並疊加在所述感應磁場上對其磁場強度進行調整。

10.如申請專利範圍第9項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置,其中,所述遮罩環(15)是環繞所述磁力線調整部件(10)的第一突出部(111)及第二突出部(121)邊緣的閉環結構,其在縱向從所述第一突出部(111)延伸至第二突出部(121)並與兩者密閉連接,使所述遮罩環(15)成為新的反應腔的側壁。

11.如申請專利範圍第10項所述之電感耦合式的等離子體處理裝



置，其中，所述遮罩環（15）上環繞設置有第二調整線圈（62），並施加一第四射頻源（RF4）；通過改變所述第四射頻源（RF4）的功率或頻率，在所述遮罩環（15）軸向感應生成一第二附加磁場，其疊加在所述感應磁場上，對基片（30）邊緣的磁場強度及磁力線形狀與分佈進行調整。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件上貫穿設置有若干給送管道，包含將所述第一射頻源（RF1）施加至所述感應線圈（40）的電氣管道；以及，將反應氣體（50）引入所述反應腔（20）的進氣通道（22）。

13. 一種基片處理的方法，包含：

在電感耦合式的等離子體處理裝置中，設置引入有反應氣體（50）的反應腔（20）；所述反應腔（20）包含固定待處理基片（30）的底部基座；

在所述反應腔（20）外周圍設置有感應線圈（40），其與第一射頻源（RF1）連接產生一感應電磁場，從而在反應腔（20）內產生所述反應氣體（50）的等離子體，對所述基片（30）進行處理；

其中，所述基片處理方法，還包含：

在所述反應腔（20）的外周圍設置導磁材料製成的磁力線調整部件，其磁阻小於空氣及真空磁阻，該磁力線調整部件在反應腔（20）外周圍構成了一個准閉合的低磁阻通路（41）；使所述感應線圈（40）產生的磁力線沿所述低磁阻通路（41）構成一個磁力線回路；

調整所述低磁阻通路（41）上的磁阻分佈，從而對磁力線回路中位於反應腔內的磁力線的形狀與分佈進行調整，進而對該些磁力線作用下生成在所述基片（30）表面的等離子體的分佈進行控制。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之基片處理的方法，其中，所述磁力線調整部件（10）由導磁率為空氣導磁率的 10 倍或以上的導磁材料製成。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之基片處理的方法，其中，所述磁力線調整部件（10）由鐵氧體製成，其導磁率是空氣導磁率的 20-40

倍。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之基片處理的方法，其中，所述磁力線調整部件（10）包含一可移動的導磁部件，對所述磁力線調整部件（10）中可移動導磁部件的位置進行調整，使得所述磁力線調整部件（10）中流經的磁力線的形狀分佈或其磁場強度進行調整。

17. 如申請專利範圍第 13 項所述之基片處理的方法，其中，將所述感應線圈（40）設置在所述反應腔（20）的頂部或底部或側壁；或者，將所述感應線圈（40）設置在所述磁力線調整部件（10）上，使所述磁力線調整部件（10）上對應所述低磁阻通路（41）的任何一部分，穿設在所述感應線圈（40）中；

所述磁力線調整部件（10）中的磁場強度，由所述感應線圈（40）上施加的第一射頻源（RF1）的頻率或功率來控制。

18. 如申請專利範圍第 13 項所述之基片處理的方法，其中，設置第一調整線圈（61），使所述磁力線調整部件（10）上對應低磁阻通路（41）的任何一部分，穿設在所述第一調整線圈（61）中；

在所述第一調整線圈（61）上施加第三射頻源（RF3），通過改變所述第三射頻源（RF3）的功率或頻率，在所述磁力線調整部件（10）中獲得一第一附加磁場並疊加在由於施加所述第一射頻源（RF1）得到的感應磁場上，進而對其磁場強度進行調整。

19. 如申請專利範圍第 13 項所述之基片處理的方法，其中，將金屬導體製成的遮罩環（15），在反應腔（20）內環繞基片（30）外緣設置，所述遮罩環（15）上選擇設置第二調整線圈（62），並施加一第四射頻源（RF4）；通過改變所述第四射頻源（RF4）的功率或頻率，在所述遮罩環（15）軸向感應生成一第二附加磁場，其疊加在所述感應磁場上，對基片（30）邊緣的磁場強度及磁力線形狀與分佈進行調整。

20. 一種電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，包含：

一個導磁材料構成的磁力線調整部件；

一個等離子處理空間，等離子處理空間內包含一反應氣體供應裝

置和基片安裝平臺；

所述磁力線調整部件和等離子處理空間組合構成一個磁力線回路；

一個電感線圈連接到一個射頻電源，所述電感線圈產生的磁力線沿所述磁力線回路穿過等離子處理空間。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述導磁材料是鐵氧體材料，所述線圈產生的大於 80% 的磁通流經所述磁力線回路。

22. 一種電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，包含：

一個導磁材料構成的磁力線調整部件，所述磁力線調整部件包含至少一個准閉合回路，所述准閉合回路上包含一個開口空間，開口空間內包含一個反應腔體；

所述反應腔體內包含一反應氣體供應裝置和基片安裝平臺，一個電感線圈連接到一個射頻電源，所述電感線圈產生的磁力線沿所述磁力線調整部件構成的准閉合回路穿過開口空間內的反應腔體。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之電感耦合式的等離子體處理裝置，其中，所述磁力線調整部件包含一個位於基片安裝平臺下方的突出部件，且所述突出部件的截面與待處理基片的形狀相對應。

八、圖式：

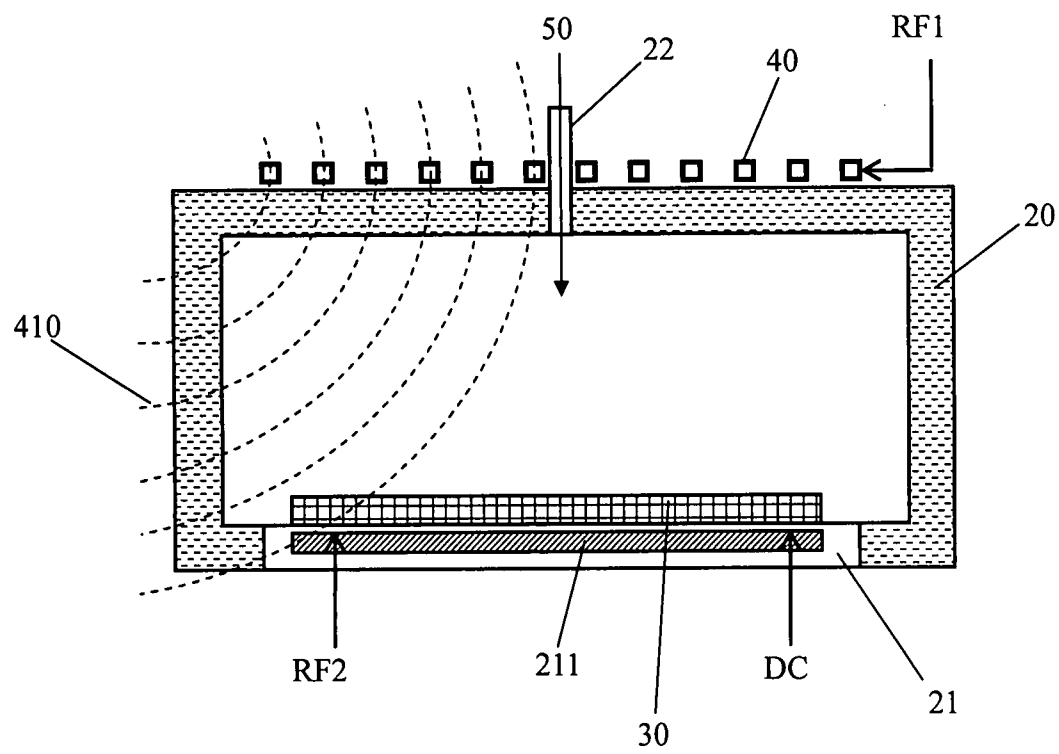


圖 1



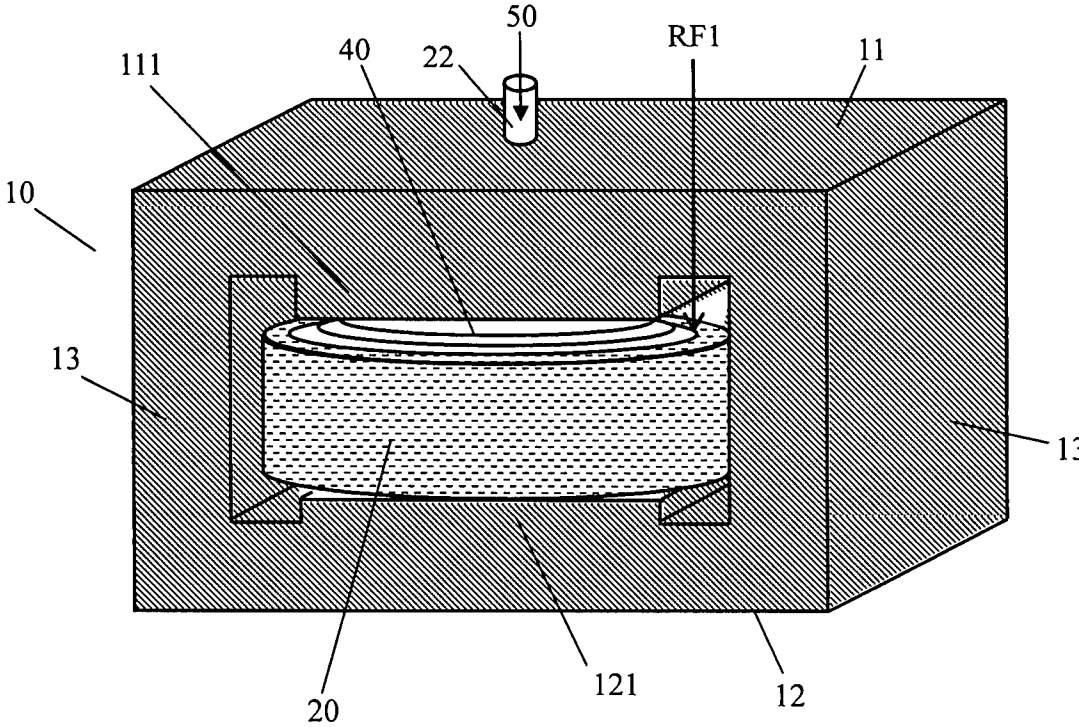


圖 2

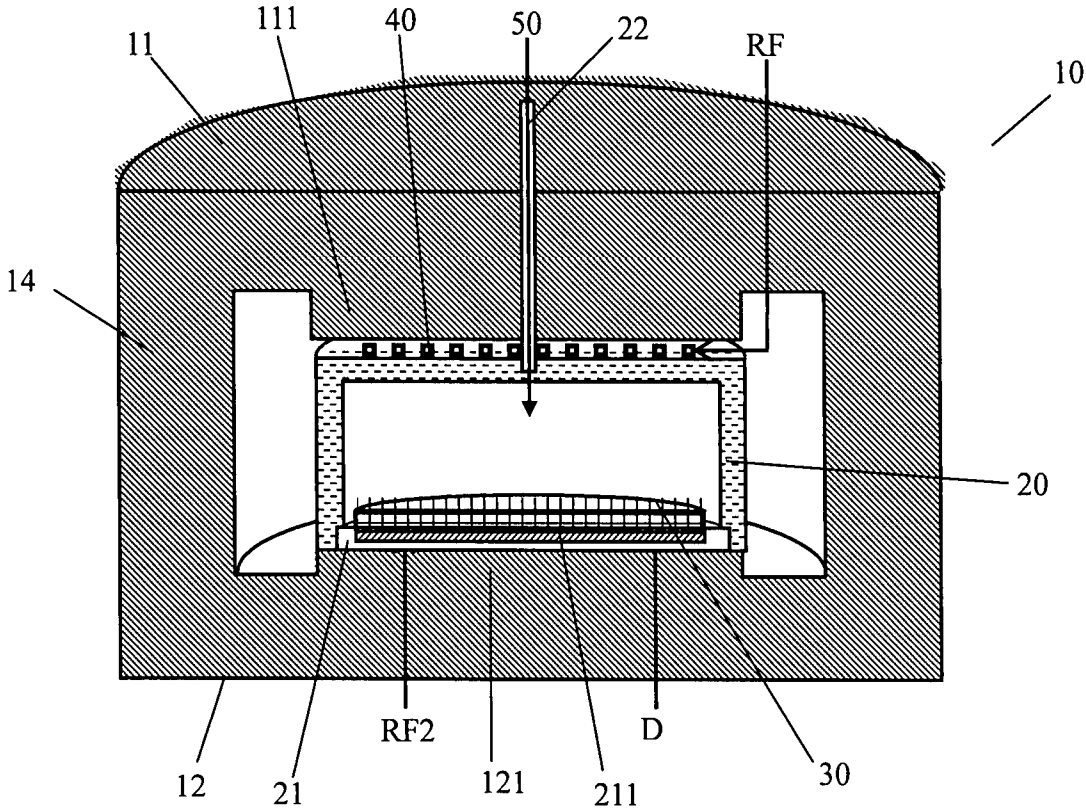


圖 3

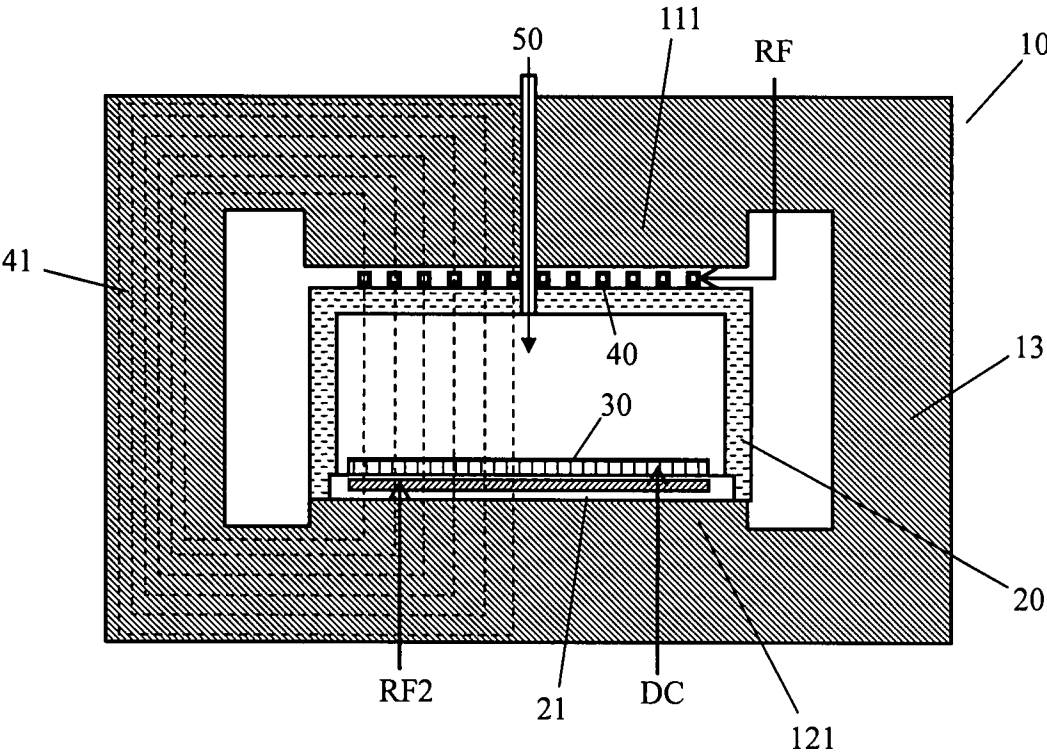


圖 4

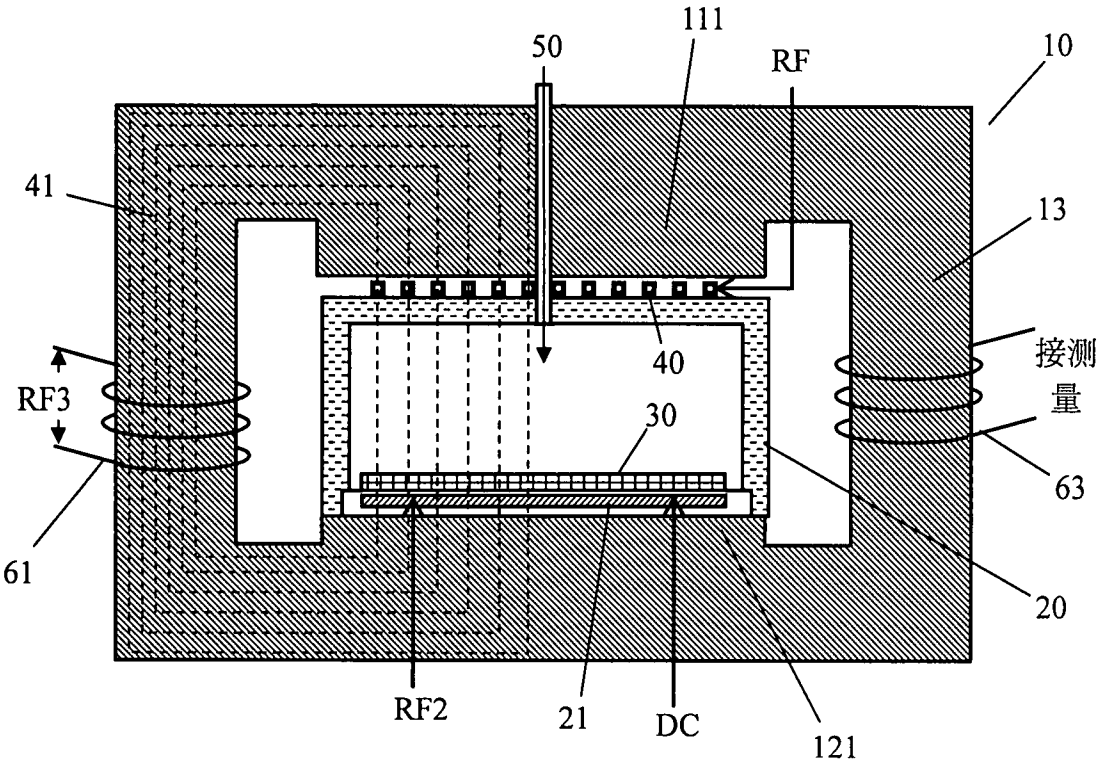


圖 5

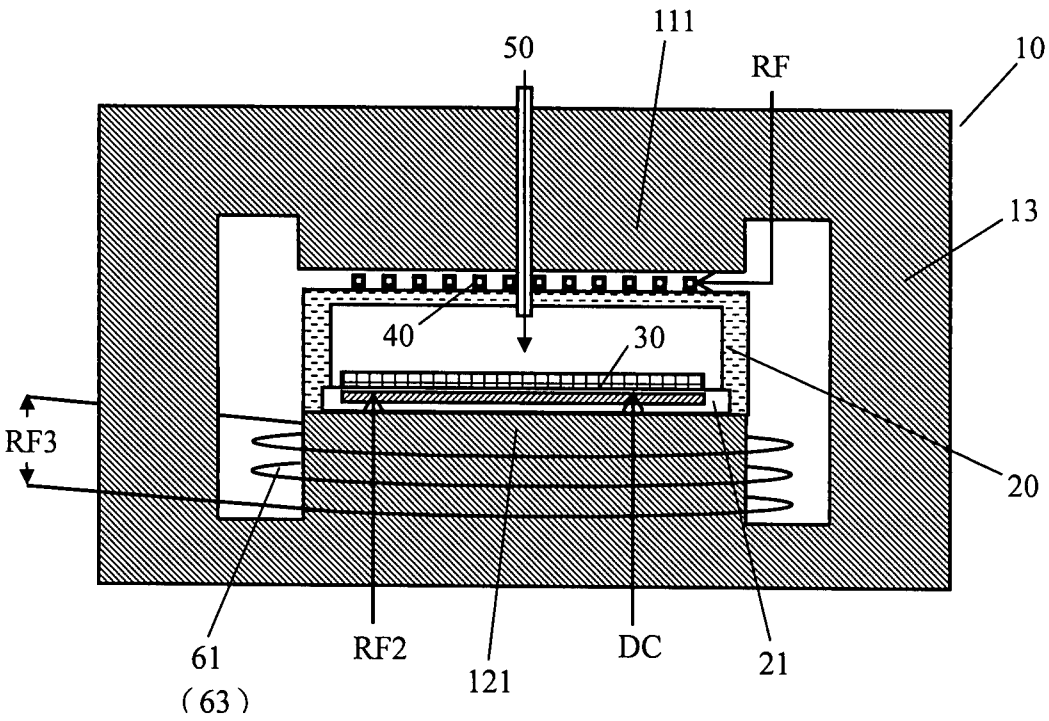


圖 6

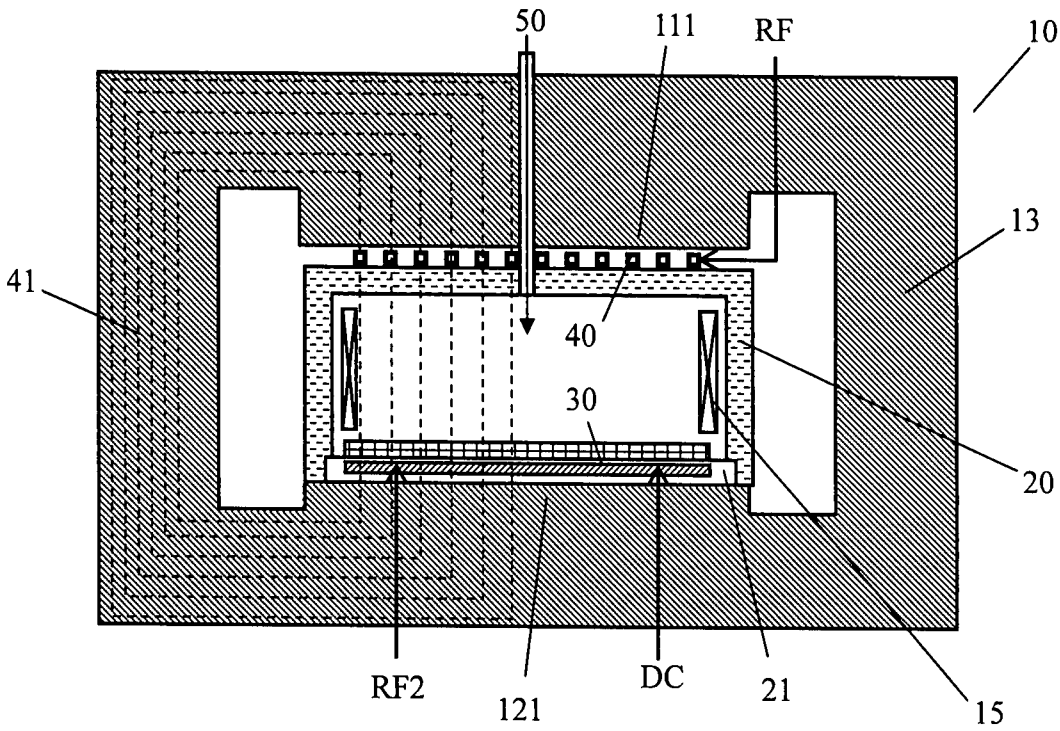


圖 7

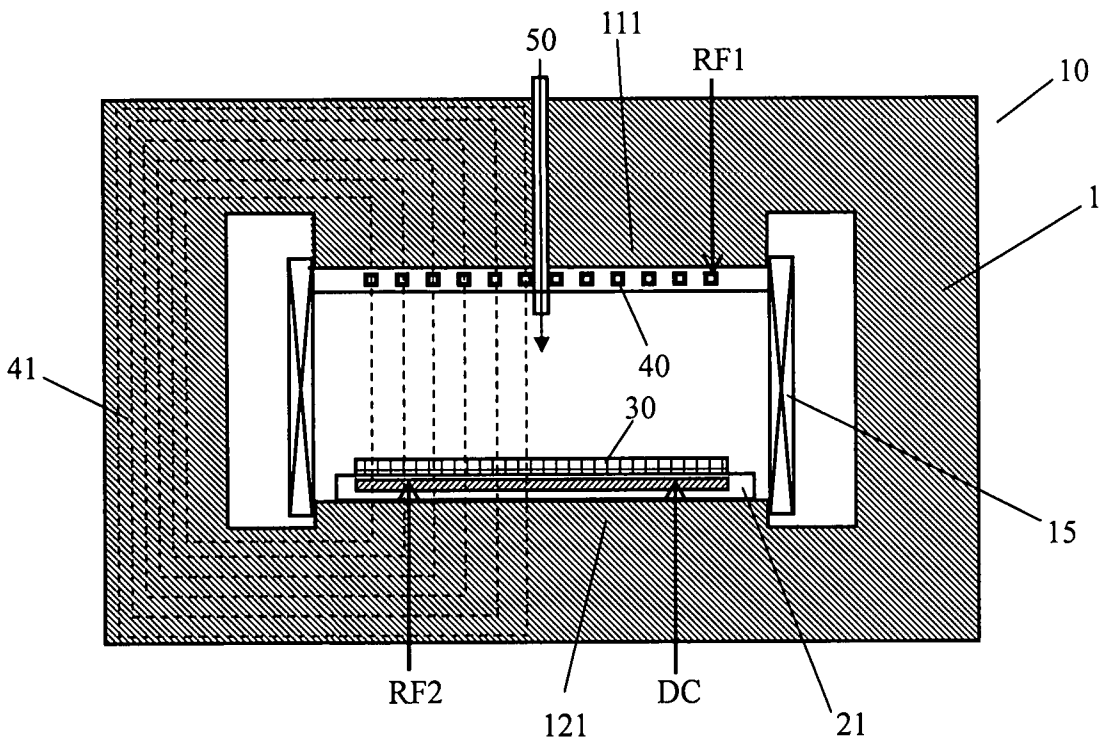


圖 8

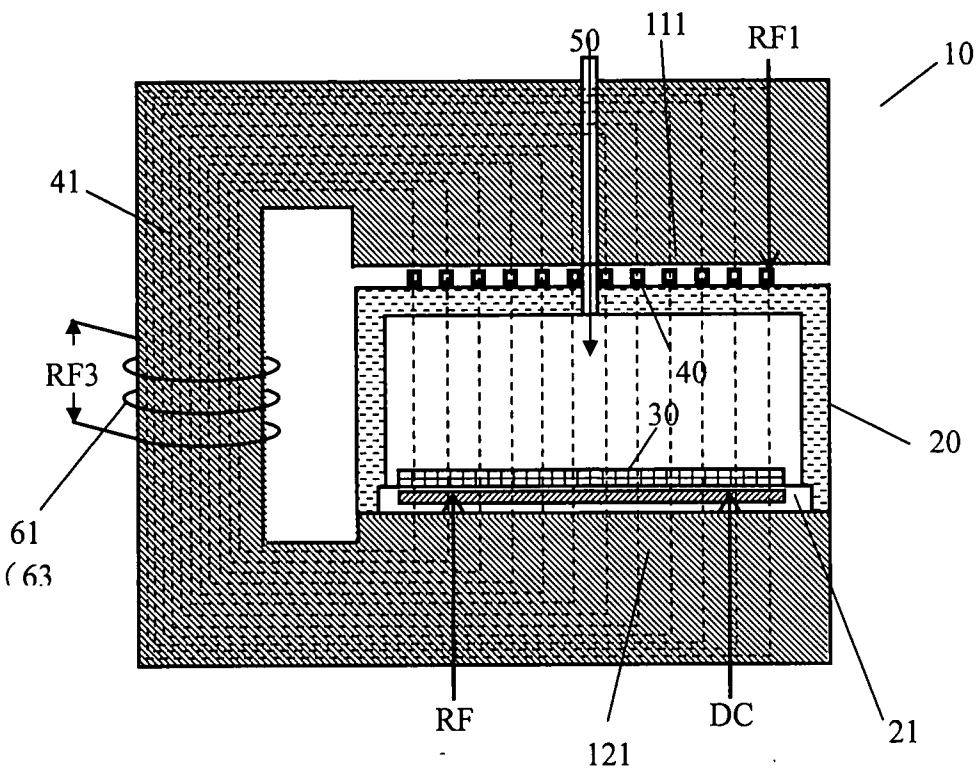


圖 9

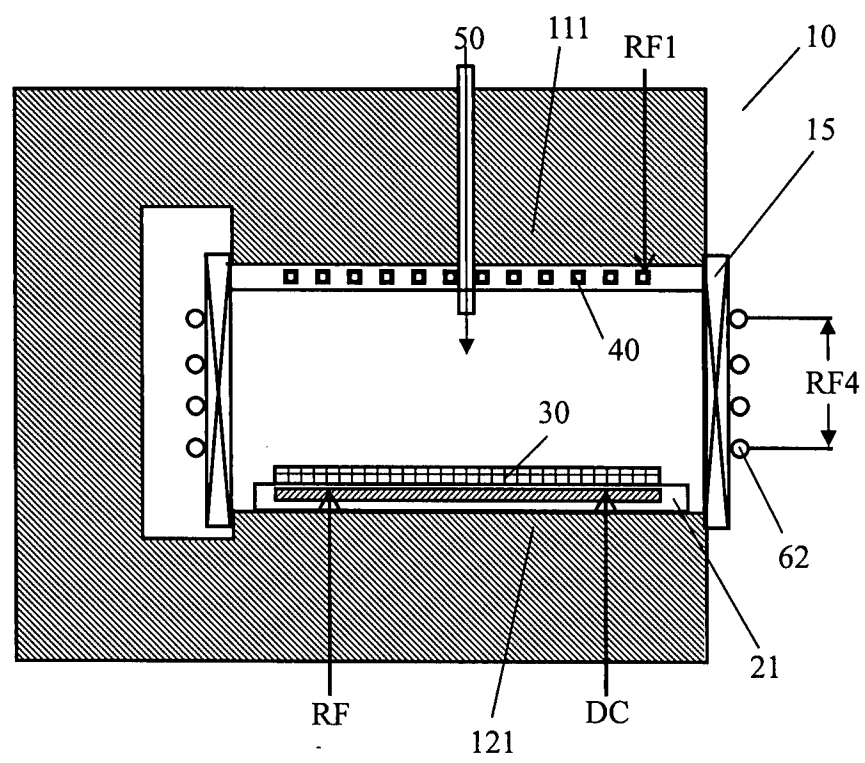


圖 10

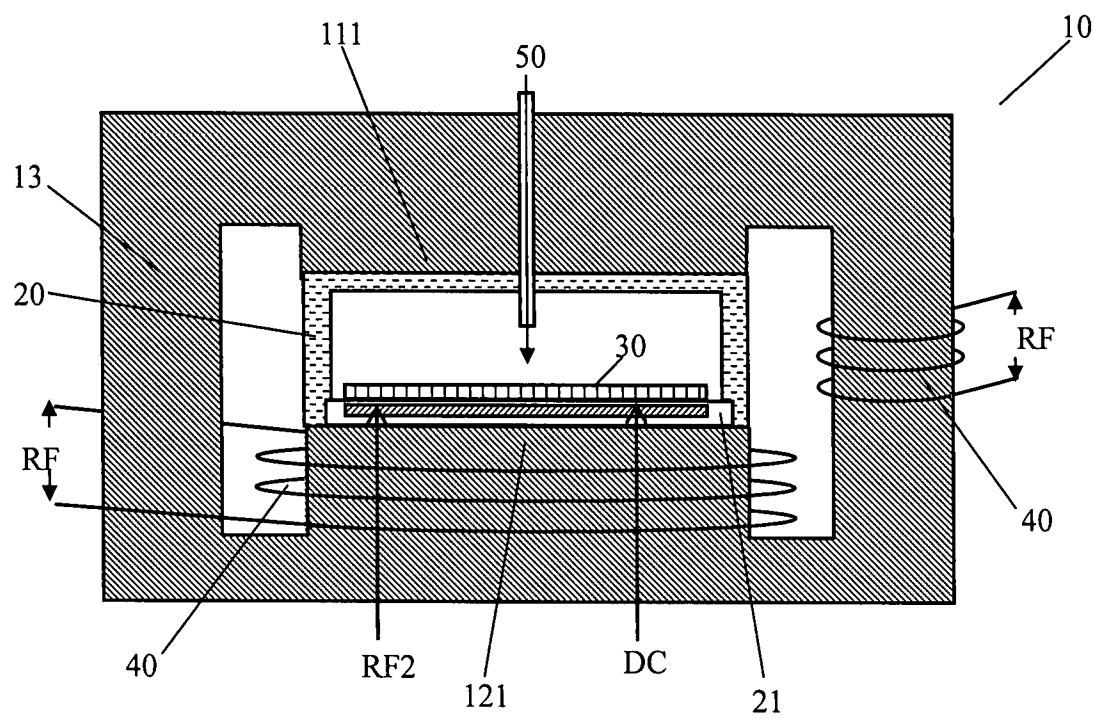


圖 11

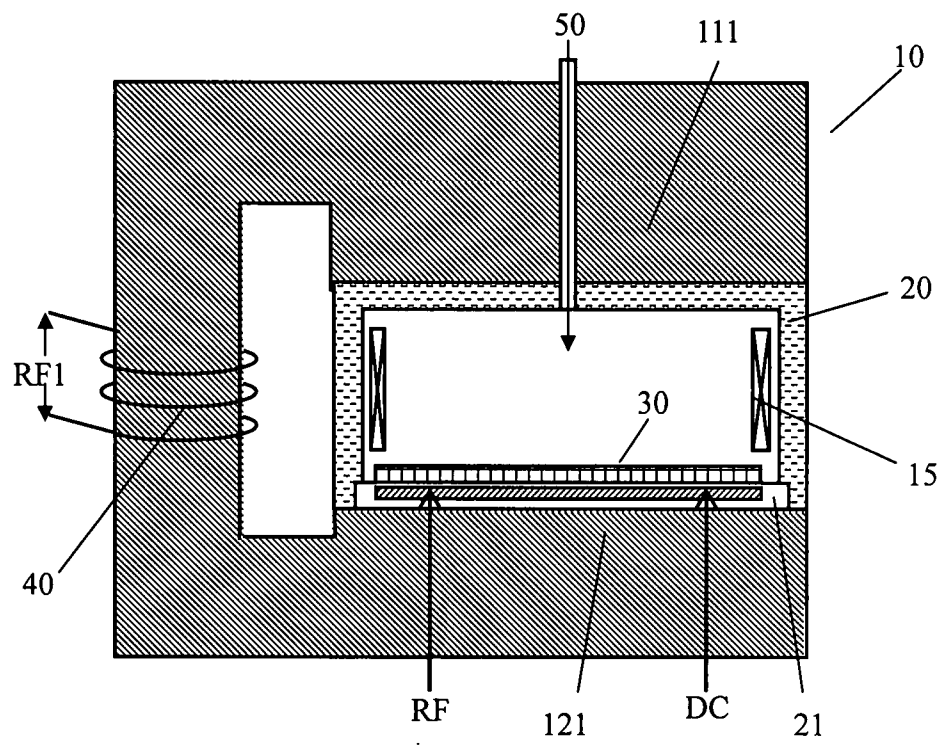


圖 12

