



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202013430 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：108140484

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 27 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)**

(30)優先權：2014/11/05 日本 2014-225230

(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本(72)發明人：山涌純 YAMAWAKU, JUN (JP)；松土龍夫 MATSUDO, TATSUO (JP)；興水地
塩 KOSHIMIZU, CHISHIO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：7 共 37 頁

(54)名稱

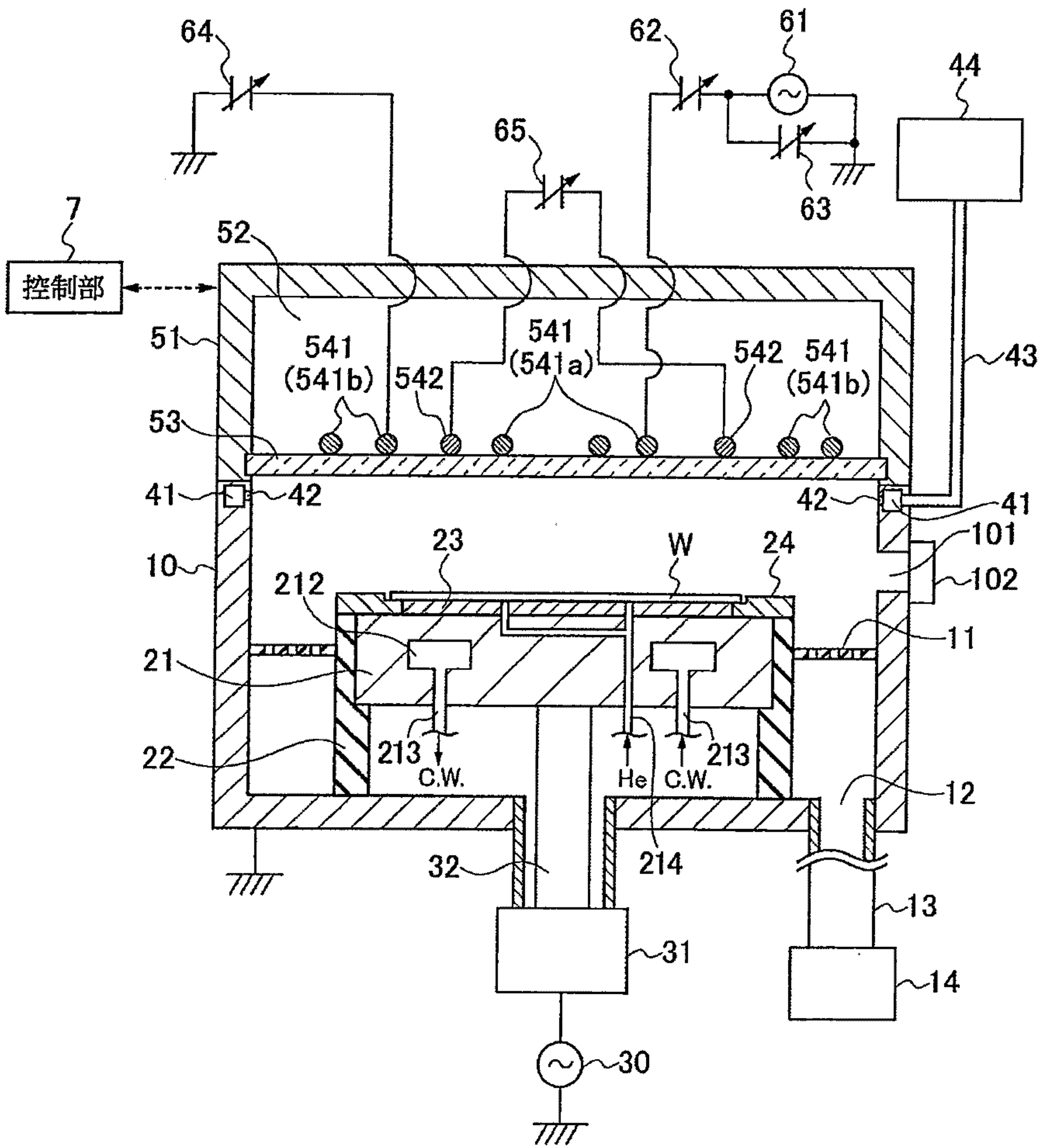
電漿處理裝置

(57)摘要

提供一種可在對被處理基板進行電漿處理的電漿處理裝置中，調整電漿密度之面內分布的技術。對載置於處理容器(1)內之載置台(21)上的被處理基板(W)，使處理氣體電漿化而進行處理的電漿處理裝置，係具備有：電漿產生部，藉由感應耦合，使處理氣體電漿化。電漿產生部的第1高頻天線(541)，係由在兩端具有開放端且具有對應於高頻之頻率之共振頻率的螺旋線圈所構成，在其中央部具備有高頻的供給點與經由電容器(64)接地的接地點。第2高頻天線(542)，係由螺旋線圈所構成，配置於構成第1高頻天線(541)的高頻天線元件(541a、541b)之間。阻抗調整部(62~65)，係使兩高頻天線元件(541a、541b)具有彼此不同的共振頻率。

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 7 . . . 控制部
- 10 . . . 處理容器
- 11 . . . 擋板
- 12 . . . 排氣口
- 13 . . . 排氣管
- 14 . . . 真空排氣機構
- 21 . . . 基座
- 22 . . . 基座支撐部
- 23 . . . 靜電夾具
- 24 . . . 聚焦環
- 30 . . . 高頻電源
- 31 . . . 供電棒
- 32 . . . 匹配器
- 41 . . . 處理氣體供給路徑
- 42 . . . 處理氣體供給孔
- 43 . . . 處理氣體供給管
- 44 . . . 處理氣體供給機構
- 51 . . . 屏蔽盒
- 52 . . . 天線室
- 53 . . . 介電質窗
- 61 . . . 高頻電源
- 62 . . . 第 1 可變電容器
- 63 . . . 第 2 可變電容器
- 64 . . . 第 3 可變電容器
- 65 . . . 第 4 可變電容器
- 101 . . . 搬入搬出口
- 102 . . . 閘閥
- 212 . . . 冷媒流路

- 213 . . . 配管
- 214 . . . 氣體供給路徑
- 541 . . . 螺旋天線
- 541a . . . 內側天線元件
- 541b . . . 外側天線元件
- 542 . . . 吸收天線
- W . . . 晶圓

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

電漿處理裝置

【中文】

[課題] 提供一種可在對被處理基板進行電漿處理的電漿處理裝置中，調整電漿密度之面內分布的技術。

[解決手段] 對載置於處理容器(1)內之載置台(21)上的被處理基板(W)，使處理氣體電漿化而進行處理的電漿處理裝置，係具備有：電漿產生部，藉由感應耦合，使處理氣體電漿化。電漿產生部的第1高頻天線(541)，係由在兩端具有開放端且具有對應於高頻之頻率之共振頻率的螺旋線圈所構成，在其中央部具備有高頻的供給點與經由電容器(64)接地的接地點。第2高頻天線(542)，係由螺旋線圈所構成，配置於構成第1高頻天線(541)的高頻天線元件(541a、541b)之間。阻抗調整部(62~65)，係使兩高頻天線元件(541a、541b)具有彼此不同的共振頻率。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

7：控制部

10：處理容器

11：擋板

12：排氣口

13：排氣管

14：真空排氣機構

21：基座

22：基座支撐部

23：靜電夾具

24：聚焦環

30：高頻電源

31：供電棒

32：匹配器

41：處理氣體供給路徑

42：處理氣體供給孔

43：處理氣體供給管

44：處理氣體供給機構

51：屏蔽盒

52：天線室

53：介電質窗

61：高頻電源

62：第1可變電容器

63：第 2 可變電容器

64：第 3 可變電容器

65：第 4 可變電容器

101：搬入搬出口

102：閘閥

212：冷媒流路

213：配管

214：氣體供給路徑

541：螺旋天線

541a：內側天線元件

541b：外側天線元件

542：吸收天線

W：晶圓

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

電漿處理裝置

【技術領域】

[0001] 本發明，係關於激發處理氣體來對被處理基板進行處理的電漿處理裝置。

【先前技術】

[0002] 作為半導體製造製程之一，有使處理氣體電漿化而進行蝕刻、成膜處理等的電漿處理。例如在單片式的電漿處理裝置中，係要求藉由其處理類別，可將基板之面方向中的電漿密度分布調整成適當者。該要求，係具體而言，有根據處理容器內之構造的情形或後處理中之對應於基板面內之處理之偏頗的情形等，因此，不限於在基板之面內全體均勻地處理電漿密度分布，亦可列舉出在基板的中央部與周緣部之間，電漿密度分布會產生差異等。

[0003] 作為電漿處理裝置中之電漿的產生手法之一，係例如有如下述之手法：對天線供給高頻電力，使處理容器內產生感應電場而激發處理氣體。例如在專利文獻1中，係記載有如下述之構成：設置作為輸出高頻之高頻天線的線圈狀內側天線及成為與內側天線同心的線圈狀外側天線，以高頻之 $1/2$ 波長的頻率分別使各天線共振。根

據該電漿處理裝置，雖係藉由各天線分別形成有圓形電場，因而可精細地調整電漿之密度的面內分布，但必需分別在內側天線與外側天線設置高頻電源。

[0004] 又，在專利文獻 2 中，記載有一種電漿處理裝置，其係設置有：平面線圈狀的 RF 天線，用以產生電漿；及浮動線圈，用以在藉由電磁感應而可與該 RF 天線耦合的位置，對 RF 天線產生的 RF 磁場，施以電磁場的修正。然而，在專利文獻 2 中，係未揭示有對互相地並聯連接於共通之高頻電源的單極天線調整高頻電力之分配的技術。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0005]

[專利文獻 1] 日本特許第 5227245 號公報：第 0055~0062 段、圖 3~6

[專利文獻 2] 日本特開 2011-119659 號公報：第 0045 段、圖 1、2

【發明內容】

[本發明所欲解決之課題]

[0006] 本發明，係有鑑於像這樣之情事而進行研究者，其目的，係提供一種可在利用高頻天線使電漿產生而對被處理基板進行處理的電漿處理裝置中，調整電漿密度

之面內分布的技術。

[用以解決課題之手段]

[0007] 本發明之電漿處理裝置，係在處理容器內，對被處理基板進行電漿處理的電漿處理裝置，其特徵係，具備有：

載置台，設置於前述處理容器內，載置被處理基板；

處理氣體供給部，對前述處理容器內供給處理氣體；

排氣部，對前述處理容器內進行真空排氣；

電漿產生部，與前述載置台相對向，經由介電質窗而配置，具備有用以藉由感應耦合使供給至前述處理容器內之處理氣體電漿化的高頻天線；

屏蔽構件，包圍配置有前述高頻天線的空間；及

高頻電源，可供給高頻電力，並且使前述高頻電力之頻率改變，

前述電漿產生部，係具備有：

高頻天線，由在兩端具有開放端的螺旋線圈所構成，在該些開放端之間之線路的中央部具備有從前述高頻電源所供給之前述高頻電力的供給點與接地點，具有對應於前述高頻之頻率的共振頻率；

環狀線圈，配置為不連接於前述高頻天線亦不連接於前述高頻電源；及

阻抗調整部，構成為一面使前述高頻電源之頻率改變，一面進行阻抗調整，

前述高頻天線，係具有從一方之開放端至前述高頻電力之供給點的第 1 高頻天線元件與從另一方之開放端至前述接地點的第 2 高頻天線元件，

前述環狀線圈，係配置於可「藉由前述第 1 高頻天線元件與前述環狀線圈之相互作用及/或前述第 2 高頻天線元件與前述環狀線圈之相互作用，將從前述高頻電源所供給之高頻電力分配至前述第 1 高頻天線元件、前述第 2 高頻天線元件及前述環狀線圈」的位置，

前述阻抗調整部，係具有被插入至前述環狀線圈的第 1 可變電容器。

[0008] 前述電漿處理裝置，係亦可具備有以下之特徵。

(a) 從前述高頻電源觀看前述高頻天線側時的電路，係構成為在改變高頻的頻率時，出現因應於前述第 1 可變電容器之調整的第 1 共振頻率及第 2 共振頻率。

(b) 前述第 1 高頻天線元件與第 2 高頻天線元件，係具有 $\{\lambda \text{ (}\lambda, \text{係高頻的波長)} / 4\} + \{n \text{ (}n, \text{係自然數)} \lambda / 2\}$ 乘以縮短率的線路長度。

(c) 前述阻抗調整部，係更包含有被連接於前述高頻電源的第 2 可變電容器，從前述高頻電源觀看前述高頻天線側時的電路，係構成為在改變高頻電力的頻率時，出現因應於前述第 1 可變電容器及／或前述第 2 可變電容器之調整的第 1 共振頻率及第 2 共振頻率。

(d) 前述環狀線圈，係配置於與前述高頻天線相同

的高度位置。又，前述環狀線圈，係配置於與前述高頻天線不同的高度位置。

[發明之效果]

[0009] 在構成第 1 高頻天線的第 1、第 2 高頻天線元件之間配置第 2 高頻天線，以使得該些天線元件具有彼此不同之共振頻率的方式，使用阻抗調整部進行調節，藉此可使被供給至各高頻天線元件之高頻電力的分配改變。該結果，可使形成於處理容器內的電漿密度分布改變，在面內調整晶圓 W 之處理的進行。

【圖式簡單說明】

[0010]

[圖 1] 本發明之實施形態之電漿處理裝置的縱剖側視圖。

[圖 2] 設置於前述電漿處理裝置之電漿產生部的示意圖。

[圖 3] 不具備有吸收線圈之螺旋天線的說明圖。

[圖 4] 表示前述電漿產生部之變形例的示意圖。

[圖 5] 電漿產生部之頻率特性圖。

[圖 6] 表示使用電漿產生部而產生之電漿之密度分布的說明圖。

[圖 7] 表示使用電漿產生部而產生之電漿之狀態的說明圖。

【實施方式】

[0011] 說明本發明之實施形態中的電漿處理裝置。在圖 1 中，係表示將本發明之電漿處理裝置應用於進行作為被處理基板之晶圓 W 的蝕刻之電漿蝕刻裝置的例子。

電漿蝕刻裝置，係具備有接地之鋁或不鏽鋼等之導電體製的處理容器 10，在處理容器 10 的側面，係藉由閘閥 102 來開關，設置有進行晶圓 W 之搬入搬出的搬入搬出口 101。

[0012] 在處理容器 10 之底面側的中央部，係設置有圓板形狀的基座 21，該基座 21，係兼用為載置有處理對象之晶圓 W 的載置台與電漿中之離子吸引用（偏壓用）的電極。基座 21，係藉由以絕緣體所構成之圓筒形狀的基座支撐部 22 來支撐，並且經由供電棒 32 及匹配器 31，連接有偏壓用的高頻電源 30。從高頻電源 30，係例如供給有 13.56MHz 的高頻電力。

[0013] 在基座 21 的上面，係設置有用於以靜電吸附力保持晶圓 W 的靜電夾具 23，在靜電夾具 23 的外周側，係設置有包圍晶圓 W 之周圍的聚焦環 24。

[0014] 又，在基座 21 的內部，係設置有用以使冷媒例如冷卻水（C.W.）流通而進行晶圓 W 之溫度控制的冷媒流路 212。冷媒流路 212，係經由配管 213 與未圖示之急冷器單元連接，從該急冷器單元供給溫度調節後的冷卻水。而且，在基座 21 的內部，係設置有用以對靜電夾具

23 與晶圓 W 之間供給作為傳熱氣體例如 He 氣體的氣體供給路徑 214。氣體供給路徑 214，係貫通靜電夾具 23，其末端，係於靜電夾具 23 的上面形成開口。

除了該些之外，在基座 21，係設置有未圖示的升降銷，該升降銷，係於上下方向貫通基座 21，從靜電夾具 23 的上面突出/沒入，在與外部的搬送臂（未圖示）之間，進行晶圓 W 之收授。

[0015] 又，在基座 21 的周圍與處理容器 10 的內壁之間，係設置有由形成有多數個沖孔之沖孔板所構成的環狀擋板 11。在位於該擋板 11 之下方側之處理容器 10 的底面，係形成有排氣口 12，排氣口 12，係經由排氣管 13 而連接於真空排氣機構 14。該些排氣口 12 或排氣管 13、真空排氣機構 14，係構成本實施形態的排氣部。

[0016] 其次，在搬入搬出口 101 之上方側之處理容器 10 的側壁內，係沿著該側壁之圓周方向，形成有處理氣體供給路徑 41。在形成有處理氣體供給路徑 41 之區域之處理容器 10 的內壁面，係彼此隔著間隔地形成有連通於該處理氣體供給路徑 41 的複數個處理氣體供給孔 42。而且，在前述處理氣體供給路徑 41，係經由處理氣體供給管 43，連接有用以供給作為例如 CF_4 氣體或 C_4F_8 氣體、氯氣等蝕刻氣體之處理氣體的處理氣體供給機構 44。處理氣體供給路徑 41、處理氣體供給孔 42、處理氣體供給管 43 或處理氣體供給機構 44，係相當於本實施形態的處理氣體供給部。

[0017] 在處理容器 10 的頂板部分，係氣密地設置有由例如石英板等之介電質所構成的介電質窗 53。介電質窗 53 之上方側的空間，係被作為導電體製之容器的屏蔽盒 51 覆蓋，由該些介電質窗 53 與屏蔽盒 51 所包圍的空間，係形成為收容電漿產生用之天線 541、542 的天線室 52。配置於處理容器 10 上的屏蔽盒 51，係經由該處理容器 10 接地。

[0018] 以下，參閱圖 2 來說明具備有使處理氣體電漿化之天線 541、542 之電漿產生部的構成。

作為第 1 高頻天線的螺旋天線 541，係由面狀之螺旋線圈所構成，該面狀之螺旋線圈，係在同一平面內，使導線旋轉成漩渦狀（在圖 2 的例子中，係從上面側觀看時為逆時鐘）。

[0019] 參閱圖 3（a）、（b），事先說明前述螺旋天線 541 之構成及作用的概略。圖 3（a），係表示省略了後述之阻抗調整用之可變電容器 62~64 之螺旋天線 541 的示意圖。

螺旋天線 541，係形成為連接有內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 的構造，該內側天線元件 541a，係形成螺旋線圈的內側部分，該外側天線元件 541b，係從上面側觀看時，配置於內側天線元件 541a 的外側，形成前述螺旋線圈的外側部分。

[0020] 在將內側天線元件 541a 之內終端稱作為一端部時，該一端部，係形成為開放端，另一方面，在與外側

天線元件 541b 連接的另一端部側，係連接有高頻電源 61。對此，在將外側天線元件 541b 之外周端稱作為一端部時，該一端部，係形成為開放端，另一方面，與內側天線元件 541a 連接的另一端部側，係接地（在圖 3 中，係表示經由屏蔽盒 51 接地的狀態）。

[0021] 該些內側天線元件 541a、外側天線元件 541b，係對從高頻電源 61 所施加之頻率 f 之高頻的波長 λ ，具有「 $(\lambda/4)+n \cdot (\lambda/2)$ ，其中， n ，係包含 0 的自然數」的線路長度。另外，在圖 2 或圖 3（a）等中，雖係為了便於圖示，而使內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 的線路長度看上去不同，但實際上是滿足上述之要件的線路長度。

又，內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 的另一端部側彼此，係經由作為構成螺旋線圈之一部分之導線的連接部 541c 來連接。

[0022] 當從高頻電源 61 對具備有上述之構成的螺旋天線 541 施加波長 λ 的高頻時，則在內側天線元件 541a 與屏蔽盒 51 之間、在外側天線元件 541b 與屏蔽盒 51 之間會分別產生電容耦合 C 。該結果，在從高頻電源 61 所供給之高頻電力的波長 λ （頻率 f ）附近具有共振頻率，構成並聯連接於高頻電源 61 的單極天線（在圖 3（b）、同圖中，係表示 $n=0$ 時的情形（ $\lambda/4$ ））。

[0023] 在此，嚴格來說，實際之天線元件 541a、541b 的線路長度，係亦可不與 $\lambda/4$ 的值一致。在天線設

計中，單極天線的線路長度，係被設定為對電磁波之波長乘以縮短率的值。在本實施形態中，縮短率，係受到螺旋線圈之捲繞方式或配置有天線元件 541a、541b 之周圍之狀況的影響而變化。因此，在本實施形態中，所謂天線元件 541a、541b「具有對應於 $\lambda/4$ 的線路長度」，係指考慮縮短率之影響而線路長度被設定為大致 $\lambda/4$ 的結果，包含天線元件 541a、541b 具有對應於波長 λ 之共振頻率的情形。

[0024] 在此，內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 與形成接地板之屏蔽盒 51 的距離（例如與屏蔽盒 51 之頂板的距離） h ，係形成為調整作為單極天線之內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之縮短率的變數。因此，藉由調節該距離 h 的方式，可使內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 的共振頻率改變。

又，配置於高頻電源 61 與接地端之間之連接部 541c 的線路長度，係形成為調整反射率的變數。因此，連接部 541c，係具有作為匹配電路的作用。

[0025] 而且，當對真空排氣後的處理容器 10 內供給處理氣體且從高頻電源 61 對螺旋天線 541（內側天線元件 541a、外側天線元件 541b）施加高頻電力時，則以共振頻率，效率良好地將高頻電力供給至內側天線元件 541a、外側天線元件 541b。該結果，經由介電質窗 53，在處理容器 10 內會形成高頻磁場，藉由伴隨著該磁場之形成所感應的高頻電場，處理氣體便電漿化。

在上述所說明的觀點中，螺旋天線 541，係構成本實施形態的第 1 高頻天線。又，內側天線元件 541a，係構成第 1 高頻天線元件，外側天線元件 541b，係構成第 2 高頻天線元件。

[0026] 根據上述所說明的構成，可使螺旋天線 541 作用為並聯連接的單極天線，在處理容器 10 內形成電漿。另一方面，在螺旋天線 541 中，係由於對內側天線元件 541a 及外側天線元件 541b 之高頻電力的分配比被固定，因此，無法對載置於基座 21 上的晶圓 W 調節電漿密度之分布。

[0027] 在此，發明者者們發現到，藉由在作為並聯連接之單極天線的內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之間配置電性浮起之狀態的吸收天線（吸收線圈）542，進行阻抗調整的方式，可使對該些內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之高頻電力的分配改變。

以下，參閱圖 2 說明具備有吸收天線 542 及阻抗調整用之可變電容器群之電漿產生部的構成。

[0028] 如圖 2 所示，在本例的螺旋天線 541 中，連接於高頻電源 61 之內側天線元件 541a 的另一端部與接地之外側天線元件 541b 的另一端部，係被配置於往螺旋之徑方向偏移的位置。該結果，內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b，係配置於遠離徑方向的位置，在該之間，係形成有用以配置吸收天線 542 的空間。而且，該些之另一端部彼此，係藉由具有延伸於前述徑方向之線路部

的连接部 541c 來連接。

[0029] 高頻電源 61，係例如中心頻率為 27MHz，可因應阻抗調整，使頻率在 $\pm 1\text{MHz}$ 的範圍內改變。而且，在高頻電源 61 側，係設置有：第 1 可變電容器 62，串聯連接於高頻電源 61 與內側天線元件 541a 之間；及第 2 可變電容器 63，在高頻電源 61 的接地端與第 1 可變電容器 62 之間，與高頻電源 61 並聯連接。

[0030] 又，外側天線元件 541b 的另一端部，係經由以可變電容器所構成的第 3 可變電容器 64 接地，代替圖 3 (a) 所示的屏蔽盒 51。

上述所說明之第 1~第 3 可變電容器 62~64 (可變電容器群)，係構成本實施形態的阻抗調整部。在本例中，構成阻抗調整部的第 1~第 3 可變電容器 62~64，係主要使用作為反射調整用之匹配電路。

[0031] 對應於前述高頻電源 61 之中心頻率的波長 λ ，各天線元件 541a、541b，係具備有對應於 $\lambda/4$ 的線路長度。天線元件 541a、541b 的捲繞數，係亦可因應各天線元件 541a、541b 之配置區域的面積等來適當地進行調整。

總結上述之說明，螺旋天線 541，係在內側與外側具有開放端，由具有對應於從高頻電源 61 所供給之高頻之頻率的共振頻率的螺旋線圈所構成。而且，來自高頻電源 61 之高頻的供給點與經由第 3 可變電容器 64 接地的接地點，係設置於 2 個開放端之間之線路的中央部。

[0032] 又，從上面側觀看螺旋天線 541 時，從內側之開放端至高頻之供給點的內側天線元件 541a，係相當於第 1 高頻天線元件，從外側之開放端至接地點的外側天線元件 541b，係相當於第 2 高頻天線元件。

另外，第 1、第 2 高頻天線元件的配置，係並非限定於該例。例如，亦可在圖 2 中更換高頻的供給點與接地點，將從外側之開放端至高頻之供給點的外側天線元件 541b 設成為第 1 高頻天線元件，將從內側之開放端至接地點的內側天線元件 541a 設成為第 2 高頻天線元件。

[0033] 在配置於遠離徑方向之位置的內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之間，係配置有作為用以調節對該些天線元件 541a、541b 之高頻電力的分配之第 2 高頻天線的吸收天線 542。吸收天線 542，係由環狀線圈所構成，該環狀線圈，係在同一平面內，使導線旋轉成圓環狀。

[0034] 構成上述之吸收天線 542 之環狀線圈的一端及另一端，係構成為距該環狀線圈之中心的距離大致相等。

但是，在本實施形態中，可利用作為吸收天線 542 的線圈，係並不限定於捲繞數為 1 的環狀線圈者。亦可使用使導線旋轉成捲繞數大於 1 之螺旋狀（例如，從上面側觀看時為順時鐘）的面狀螺旋線圈。

在本發明中之「面狀螺旋線圈」，係包含捲繞數為 1 的環狀線圈及捲繞數大於 1 的螺旋線圈兩者。

[0035] 吸收天線 542 的一端側及另一端，係連接於共通的第 4 可變電容器 65。而且，藉由該些吸收天線 542 及第 4 可變電容器 65 所形成的電路，係形成為包含有吸收天線 542 及第 3 可變電容器 64 的電路不具有電路上之接點而電性浮起的狀態。第 4 可變電容器 65，係構成電漿產生部之阻抗調整部的一部分。在本例中，構成阻抗調整部的第 4 可變電容器 65，係主要使用於共振頻率調整用。

[0036] 可知當在具備有上述之構成的電漿產生部中，適當地調節形成阻抗調整部之第 1~第 4 可變電容器 62~65 的各容量，使從共通之高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率改變時，將會出現彼此不同的 2 個共振頻率（參閱後述之實施例）。出現該些共振頻率的位置，係可藉由阻抗調整部之各容量的設定來進行調整。

[0037] 關於該些共振頻率，以減少供給至內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之高頻電力損失的觀點來看，係使共振頻率間的頻率差變小為較佳。又，對各內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之高頻電力的分配比，係例如可藉由調整連接部 541c 之反射率的方式來進行控制。而且，設置於吸收天線 542 的第 4 可變電容器 65，係具有調整在吸收天線 542 流動之電流的大小或流動的方向之作用。在內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 中，係由於電流之大小有若干差異，因此，藉由在吸收天線 542 流動之電流的相互作用，亦可使由該些天線

元件 541a、541b 所形成的電漿密度分布改變。

[0038] 若利用上述所說明的吸收天線 542，則可使對構成連接於共通之高頻電源 61 之螺旋天線 541 的內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 及吸收天線 542 所分配的高頻電力改變，而調節形成於處理容器 10 內的電漿密度分布。

[0039] 在此，雖不明確從高頻電源 61 所供給之高頻電力被分配至內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 及吸收天線 542 之原理的詳細情形，但吾人認為可能是在內側天線元件 541a 與吸收天線 542 之間或在外側天線元件 541b 與吸收天線 542 之間形成有電容耦合的結果。

另外，實驗結果亦會進行說明，無法特定 2 個共振頻率中的哪一共振頻率是對應於 2 個天線元件 541a、541b 的哪一個。

[0040] 例如，在從高頻電源 61 供給頻率 $27\pm 1\text{MHz}$ 的高頻電力時，藉由調整第 1~第 4 可變電容器 62~65（阻抗調整部）之各容量的方式，可調節 2 個共振頻率出現的位置。作為該些可變電容器 62~65 的調節法，係可列舉如下述的例子：使吸收天線 542 側之第 4 可變電容器 65 的容量改變從而使共振頻率改變，並同時以第 1~第 3 可變電容器 62~64 調節反射。

又，在此，只要可調整 2 個共振頻率出現的位置，則阻抗調整部之構成，係並不限於上述的例子。例如，由於兩者間的容量是以改變螺旋天線 541（內側天線元件

541a、外側天線元件 541b) 與屏蔽盒 51 之距離的方式而改變，因此，亦可藉由使該些距離改變的方式，調整 2 個共振頻率。在該情況下，係亦可設置包含有升降機構之螺旋天線 541 的高度調整機構，從而使該些距離改變。又，亦可附設電性連接於屏蔽盒 51 之附有升降機構的板體，使該板體與螺旋天線 541 的距離改變。

[0041] 返回到電漿蝕刻裝置的說明，如圖 1 所示，電漿蝕刻裝置，係與整合控制全體動作的控制部 7 連接。控制部 7，係由具備有未圖示之 CPU 與記憶部的電腦所構成，在記憶部中，係記錄有程式，該程式，係編有關於電漿蝕刻裝置的作用，亦即晶圓 W 朝處理容器 10 內的搬入搬出或真空排氣、處理氣體的供給量調節或來自高頻電源 61 之高頻電力的供給、阻抗調整部的容量設定等之動作的步驟（命令）群。該程式，係儲存於例如硬碟、光碟、磁光碟、記憶卡等之記憶媒體，且由該些被安裝於電腦。

[0042] 說明具備有以上之構成之電漿蝕刻裝置的作用。

例如當藉由鄰接設置於處理容器 10 之真空搬送室內的搬送臂，將處理對象之晶圓 W 經由搬入搬出口 101 搬入至處理容器 10 內時，使未圖示的升降銷上升，從搬送臂將晶圓 W 接收到升降銷。當搬送臂從處理容器 10 內退避時，閘閥 102 便關閉，又使升降銷下降，晶圓 W 被載置於靜電夾具 23。

[0043] 當對靜電夾具 23 供給直流電源時，晶圓 W 被

吸附保持。此時，在冷媒流路 212 中，係流通有溫度調節後的冷卻水，經由從氣體供給路徑 214 供給至晶圓 W 背面的傳熱氣體，執行晶圓 W 的溫度調整。又，處理容器 10 內，係藉由真空排氣機構 14，經由排氣口 12 進行真空排氣。

[0044] 處理容器 10 內成為預定壓力後，繼續真空排氣機構 14 所致之真空排氣，並同時從處理氣體供給機構 44 對處理容器 10 內供給處理氣體。又，從高頻電源 61 對螺旋天線 541 供給高頻電力。而且，從高頻電源 30，對基座 21 供給偏壓用之高頻電力。

當對螺旋天線 541 供給高頻電力時，則接受吸收天線 542 的作用，並同時將電力分配至內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b，經由介電質窗 53，在該些內側天線元件 541a、外側天線元件 541b、吸收天線 542 的下方側形成有 ICP 電漿。

[0045] 此時，從高頻電源 61 供給至螺旋天線 541 之高頻電力的頻率、第 1~第 4 可變電容器 62~65 的容量，係藉由處理配方等來預先設定。該結果，在內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 及吸收天線 542 的下方側，係形成有對應於該些設定值之所期望的電漿密度分布，而對應於該電漿密度分布形成有處理氣體之離子等之活性種的濃度分布。

[0046] 像這樣所獲得的活性種，係藉由偏壓電力的作用被吸入至基座 21 上的晶圓 W，到達晶圓 W 的表面而

執行蝕刻處理。此時，藉由形成有對應於上述之電漿密度分布之活性種之供給濃度分布的方式，可在晶圓 W 之面內使蝕刻處理的進度改變。

[0047] 另外，藉由內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 及吸收天線 542 所形成的電漿密度分布，係不限定於在晶圓 W 之面內非均勻地進行調節的情形。例如，在藉由並聯連接了單極天線之內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 所形成之 ICP 電漿的電漿密度於晶圓 W 的中央部側與外周側之間成為非均勻時，使用吸收天線 542，調節各電漿元件 541a、541b 間之高頻電力的分配，藉此當然亦可消解僅使用內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 時之電漿密度分布的不均勻，從而在晶圓 W 之面內進行均勻的處理。

[0048] 在執行晶圓 W 之蝕刻處理僅預定時間後，便停止來自處理氣體供給孔 42 之處理氣體的供給及來自高頻電源 61、30 之高頻電力的供給。然後，進行處理容器 10 內的壓力調整，其次，開啟閘閥 102，以與搬入時相反的順序將晶圓 W 收授至搬送臂，從處理容器 10 內搬出處理後的晶圓 W。

[0049] 根據本實施形態之電漿蝕刻裝置（電漿處理裝置），具有下述之效果。在構成螺旋天線（第 1 高頻天線）541 的內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 之間，配置吸收天線（第 2 高頻天線）542，以使得該些天線元件 541a、541b 具有彼此不同之共振頻率的方式，使

用阻抗調整部進行調節，藉此可使被供給至各高頻天線元件 541a、541b 之高頻電力的分配改變。該結果，可使形成於處理容器 10 內的電漿密度分布改變，從而在面內調整晶圓 W 之處理的進行。

[0050] 在此，螺旋天線 541（內側天線元件 541a、外側天線元件 541b）與吸收天線 542，係不限定於配置在相同高度位置的情形。例如如圖 4 所示，亦可在螺旋天線 541 的上方側配置吸收天線 542，或亦可與如圖 4 所示的例子相反地，在螺旋天線 541 的下方側配置吸收天線 542。如此一來，在使螺旋天線 541 與吸收天線 542 上下錯開而彼此不干涉地進行配置時，係並非必需設置配置有吸收天線 542 的空間。例如內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 的各另一端部不會往徑方向偏移，亦可在以經由連接部 541c 而連續地連接之螺旋線圈所構成的螺旋天線 541 之上方側或下方側配置吸收天線 542。

[0051] 又，在將吸收天線 542 配置於螺旋天線 541 的下方側時，在由介電質窗 53 與屏蔽盒 51 所包圍的天線室 52 內設置吸收天線 542 並非為必須要件，例如亦可在處理容器 10 內配置吸收天線 542。在該情況下，係亦可將吸收天線 542 收容於由與吸收天線 542 相同之材料所構成的導電體製，抑或石英或氧化鋁等的介電質製、氟樹脂或芳香族聚醚酮樹脂（例如 PEEK（polyetheretherketone））等之樹脂製的蓋體內。此時，為了在電位高的部位抑制異常放電的產生，而蓋體內填充介電質或樹脂為較佳。在該例子中，

收容螺旋天線 541 之金屬製的處理容器 10 亦發揮作為屏蔽盒的功能。

[0052] 在此，在使用圖 1~圖 3 所說明的各實施形態中，雖係說明藉由面狀螺旋線圈來構成螺旋天線 541 或吸收天線 542 的實施形態，但構成該些天線 541、542 的螺旋線圈並不限定於面狀。

列舉其他例子的話，設置延伸於軸線方向之由螺旋線狀之螺旋線圈所構成的內側天線元件 541a，包圍該內側天線元件 541a 之外周側，將相同之螺旋線狀的外側天線元件 541b 配置成雙重管狀。而且，以連接部 541c 來連接設置於內側天線元件 541a 側之高頻的供給點與設置於外側天線元件 541b 側的接地點之間，從而構成螺旋天線 541。

[0053] 如此一來，在配置成內外雙重管狀的內側天線元件 541a 與外側天線元件 541b 之間的空間，插入有由螺旋線狀之螺旋線圈所構成的吸收天線 542。在該吸收天線 542 中，第 4 可變電容器 65，係設置於連接延伸於軸方向之螺旋線的一端與另一端之間的位置。

[0054] 又，在圖 1 中，雖係說明將本發明之電漿產生部應用於電漿蝕刻裝置的實施形態，但可利用該電漿產生部的電漿處理裝置，係當然不限定於進行蝕刻處理者。例如，在藉由電漿使氧氣等的處理氣體活性化而去除形成於晶圓 W 之光阻膜的電漿灰化裝置，抑或使藉由電漿所活性化的成膜氣體（處理氣體）在晶圓 W 的表面反應而

進行 CVD (Chemical Vapor Deposition) 或 ALD (Atomic Layer Deposition) 等之成膜的成膜裝置等中，亦可應用本發明之電漿產生部。

[實施例]

[0055]

(實驗 1)

使用參閱圖 1、2 所說明的電漿產生部，使從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率改變，而調查共振頻率。

A. 實驗條件

使用具備有內側天線元件 541a (該內側天線元件，係具有捲繞數 2、共振頻率為 27MHz 的線路長度) 與外側天線元件 541b 的螺旋天線 541，在屏蔽盒 51 內的相同高度位置配置螺旋天線 541 與吸收天線 542。在將第 1~第 4 可變電容器 62~65 之容量固定於預定值的條件下，使從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率在 10~60MHz 的範圍內改變，觀測從高頻電源 61 側所觀看之電路的反射率。

[0056]

B. 實驗結果

在圖 5 中表示實驗結果。圖 5 之橫軸，係表示高頻電力的頻率，縱軸，係表示從高頻電源 61 側所觀看之高頻電力的反射率。根據圖 5，在內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之共振頻率為 27MHz 附近的 2 部位，觀察到

反射率急遽變小的頻率。該些，係包含有內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之電路的共振頻率。產生該些共振頻率的位置，係藉由各可變電容器 62~65 的容量進行各種改變，無法特定哪一共振頻率是對應於 2 個高頻天線元件 541a、541b 的哪一個。另外，吾人認為從 30MHz 出現在高頻區域之反射率較小的下降，係周邊電路的固定參數間之共振的影響，在使用螺旋天線 541、吸收天線 542 之 ICP 電漿形成的觀點中可以忽略。

[0057]

（實驗 2）

在使用與實驗 1 相同的電漿產生部，使第 4 可變電容器 65 的容量改變時，觀察到藉由內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 及吸收天線 542 所形成之 ICP 電漿的狀態。

A.實驗條件

以使設置於吸收天線 542 之第 4 可變電容器 65 的容量逐漸增大，另一方面，使從高頻電源 61 所觀看之反射率減小的方式，調節第 1~第 3 可變電容器 62~64 的容量，觀察電漿的狀態。此時，從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率，係在 $27\pm 1\text{MHz}$ 左右的範圍內改變。電漿之狀態的觀察，係藉由電漿密度分布的計測及照相（目視）來進行。

[0058]

B.實驗結果

在圖 6 中，表示從晶圓 W 之徑方向所觀看之電漿密度的分布。圖 6 之橫軸，係表示距對應於晶圓 W 之中心的位置之徑方向的距離，縱軸，係表示以電子密度的最大值 N_{eMax} 來將電子密度 N_e 標準化的值。在圖 6 中，黑色圓圈的描點，係吸收天線 542 側之第 4 可變電容器 65 的容量（C4）為最小，星號的描點之第 4 可變電容器 65 的容量為最大，X 標記的描點之第 4 可變電容器 65 的容量，係前 2 條件的中間狀態。又，在圖 7（a）~（c）所示的照片中，圖 7（a），係第 4 可變電容器 65 的容量最小，圖 7（b），係中程度。又，圖 7（c），係與其他可變電容器 62~64 的調整配合，成為搜尋到使電漿擴大之狀態的結果。另外，在圖 6 與圖 7 之間，第 4 可變電容器 65 的容量等之實驗條件並不同。

[0059] 根據如圖 6 所示的結果，隨著增大第 4 可變電容器 65 的容量，標準化電子密度高的區域會往晶圓 W 的周緣部側移動，另一方面，在中央部側中，標準化電子密度會逐漸變小。可知該傾向在照相的結果中也被觀察到，隨著增大第 4 可變電容器 65 的容量，電漿之發光區域會朝周緣部側移動，另一方面，中央部側的電漿會變弱（暗）。

如此一來可確認到，藉由在構成並聯連接於高頻電源 61 之單極天線的內側天線元件 541a、外側天線元件 541b 之間配置電性浮起之狀態之吸收天線 542 的方式、藉由使

用構成具有 2 個共振頻率之電路之電漿產生部的方式，即使只有 1 個高頻電源 61 時，亦可調整電漿密度分布。

【符號說明】

[0060]

W：晶圓

10：處理容器

12：排氣口

14：真空排氣機構

21：基座

44：處理氣體供給機構

51：屏蔽盒

53：介電質窗

541：螺旋天線

541a：內側天線元件

541b：外側天線元件

541c：連接部

542：吸收天線

61：高頻電源

62：第 1 可變電容器

63：第 2 可變電容器

64：第 3 可變電容器

65：第 4 可變電容器

7：控制部

申請專利範圍

1.一種電漿處理裝置，係在處理容器內，對被處理基板進行電漿處理的電漿處理裝置，其特徵係，具備有：

載置台，設置於前述處理容器內，載置被處理基板；

處理氣體供給部，對前述處理容器內供給處理氣體；

排氣部，對前述處理容器內進行真空排氣；

電漿產生部，與前述載置台相對向，經由介電質窗而配置，具備有用以藉由感應耦合使供給至前述處理容器內之處理氣體電漿化的高頻天線；

屏蔽構件，包圍配置有前述高頻天線的空間；及

高頻電源，可供給高頻電力，並且使前述高頻電力之頻率改變，

前述電漿產生部，係具備有：

高頻天線，由在兩端具有開放端的螺旋線圈所構成，在該些開放端之間之線路的中央部具備有從前述高頻電源所供給之前述高頻電力的供給點與接地點，具有對應於前述高頻電力之頻率的共振頻率；

環狀線圈，配置為不連接於前述高頻天線亦不連接於前述高頻電源；及

阻抗調整部，構成為一面使前述高頻電力之頻率改變，一面進行阻抗調整，

前述高頻天線，係具有從一方之開放端至前述高頻電力之供給點的第 1 高頻天線元件與從另一方之開放端至前述接地點的第 2 高頻天線元件，

前述環狀線圈，係配置於可「藉由前述第 1 高頻天線元件、前述第 2 高頻天線元件之相互作用，將從前述高頻電源所供給之高頻電力分配至前述第 1 高頻天線元件、前述第 2 高頻天線元件及前述環狀線圈」的位置，

前述阻抗調整部，係具有被插入至前述環狀線圈的第 1 可變電容器。

2.如申請專利範圍第 1 項之電漿處理裝置，其中，

從前述高頻電源觀看前述高頻天線側時的電路，係構成為在改變高頻的頻率時，出現因應於前述第 1 可變電容器之調整的第 1 共振頻率及第 2 共振頻率。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之電漿處理裝置，其中，

前述第 1 高頻天線元件與第 2 高頻天線元件，係具有 $\{\lambda \text{ (}\lambda, \text{係高頻的波長)} / 4\} + \{n \text{ (}n, \text{係自然數)} \lambda / 2\}$ 乘以縮短率的線路長度。

4.如申請專利範圍第 1~3 項中任一項之電漿處理裝置，其中，

前述阻抗調整部，係更包含有被連接於前述高頻電源的第 2 可變電容器，

從前述高頻電源觀看前述高頻天線側時的電路，係構成為在改變高頻電力的頻率時，出現因應於前述第 1 可變電容器及／或前述第 2 可變電容器之調整的第 1 共振頻率及第 2 共振頻率。

5.如申請專利範圍第 1~4 項中任一項之電漿處理裝

置，其中，

前述環狀線圈，係配置於與前述高頻天線相同的高度位置。

6.如申請專利範圍第 1~4 項中任一項之電漿處理裝置，其中，

前述環狀線圈，係配置於與前述高頻天線不同的高度位置。

圖式

圖 1

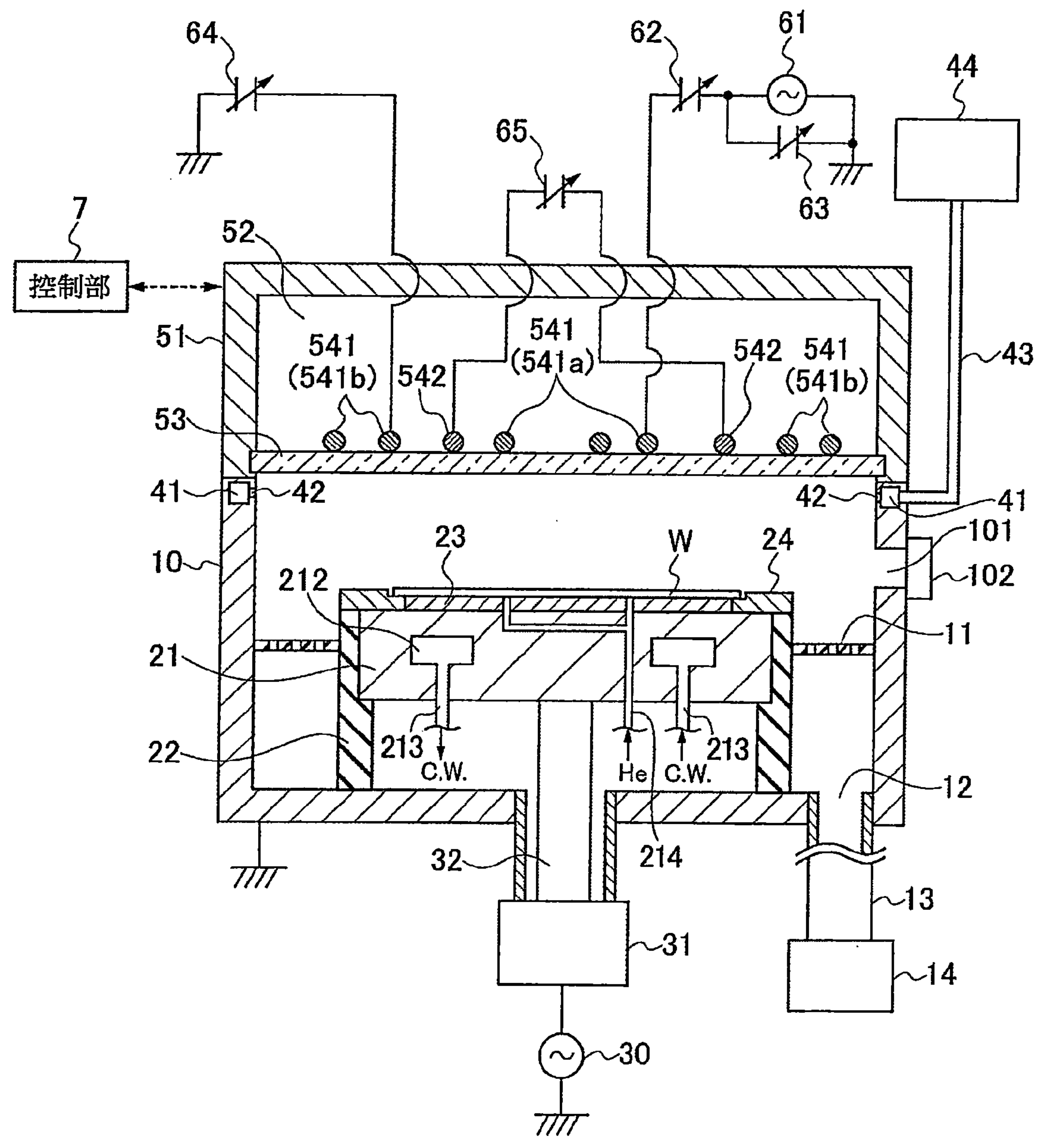
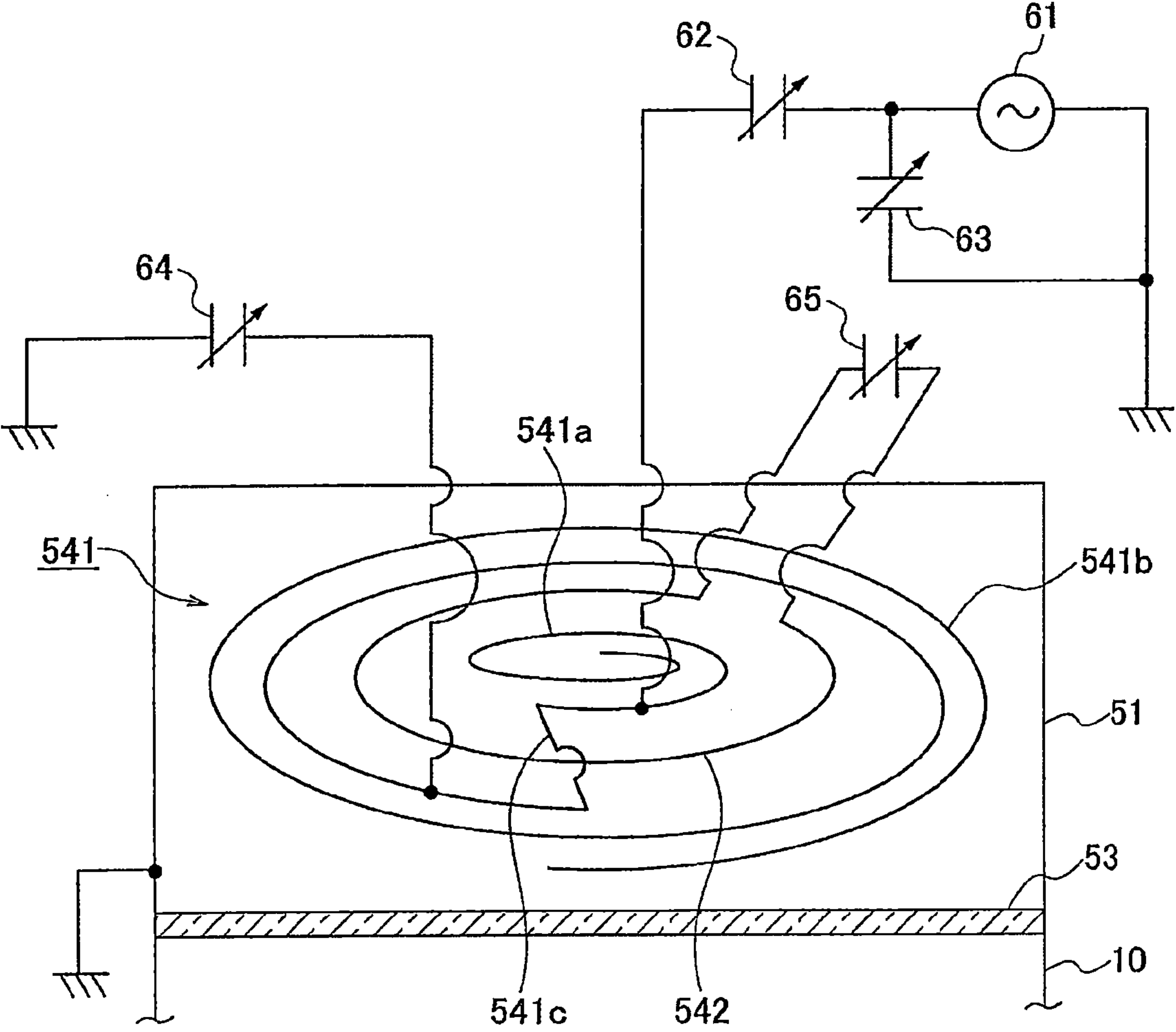


圖 2



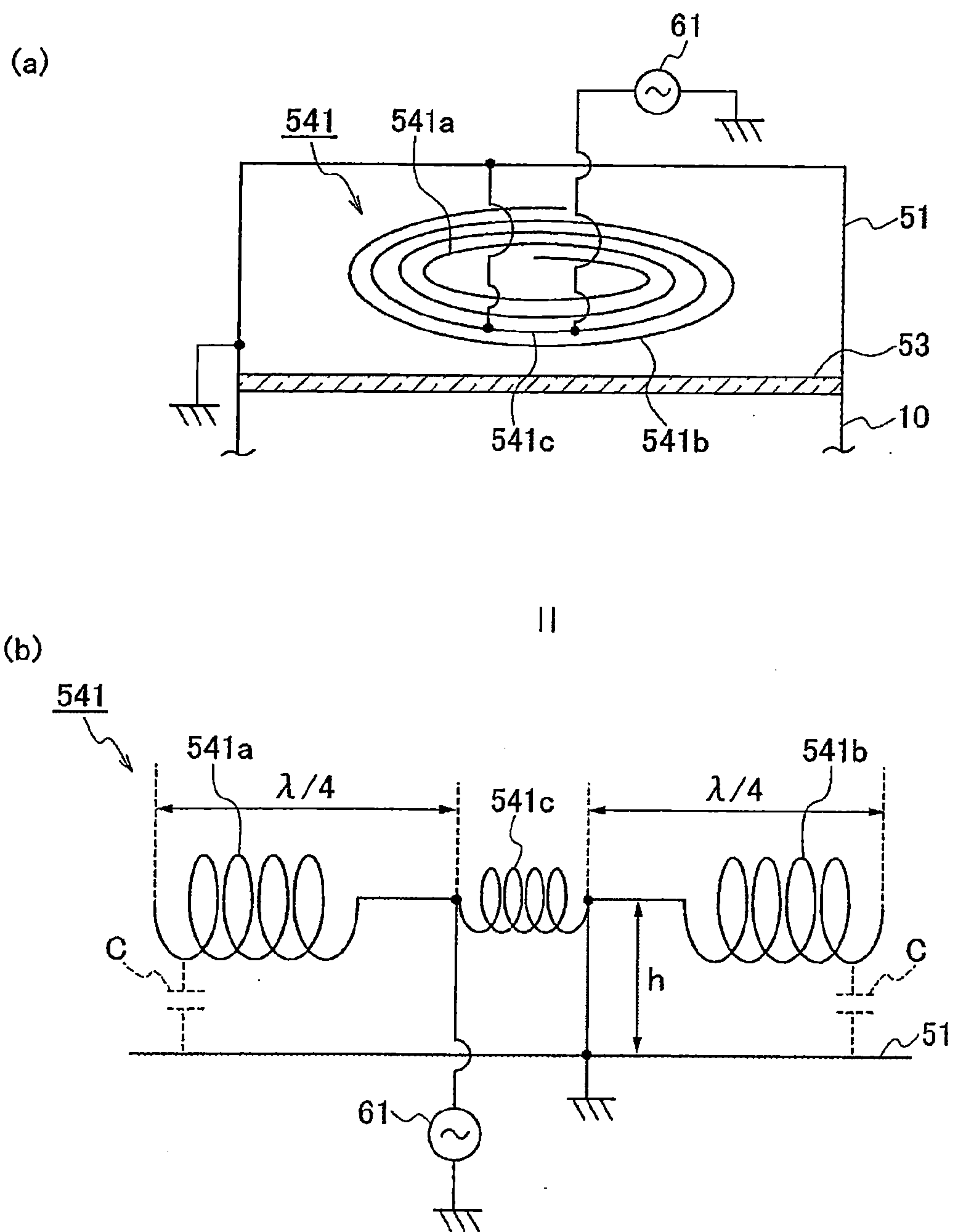


圖 4

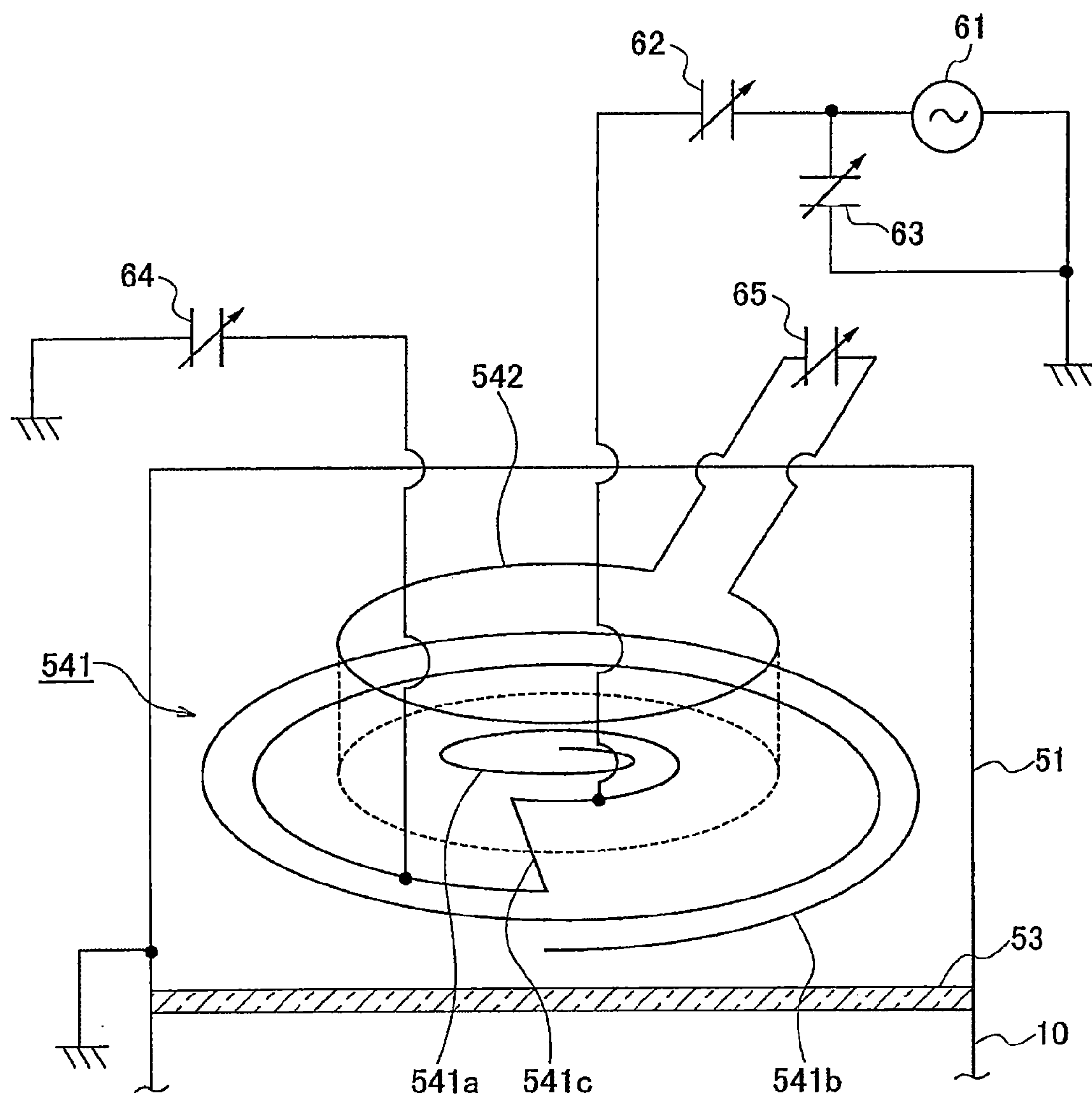


圖 5

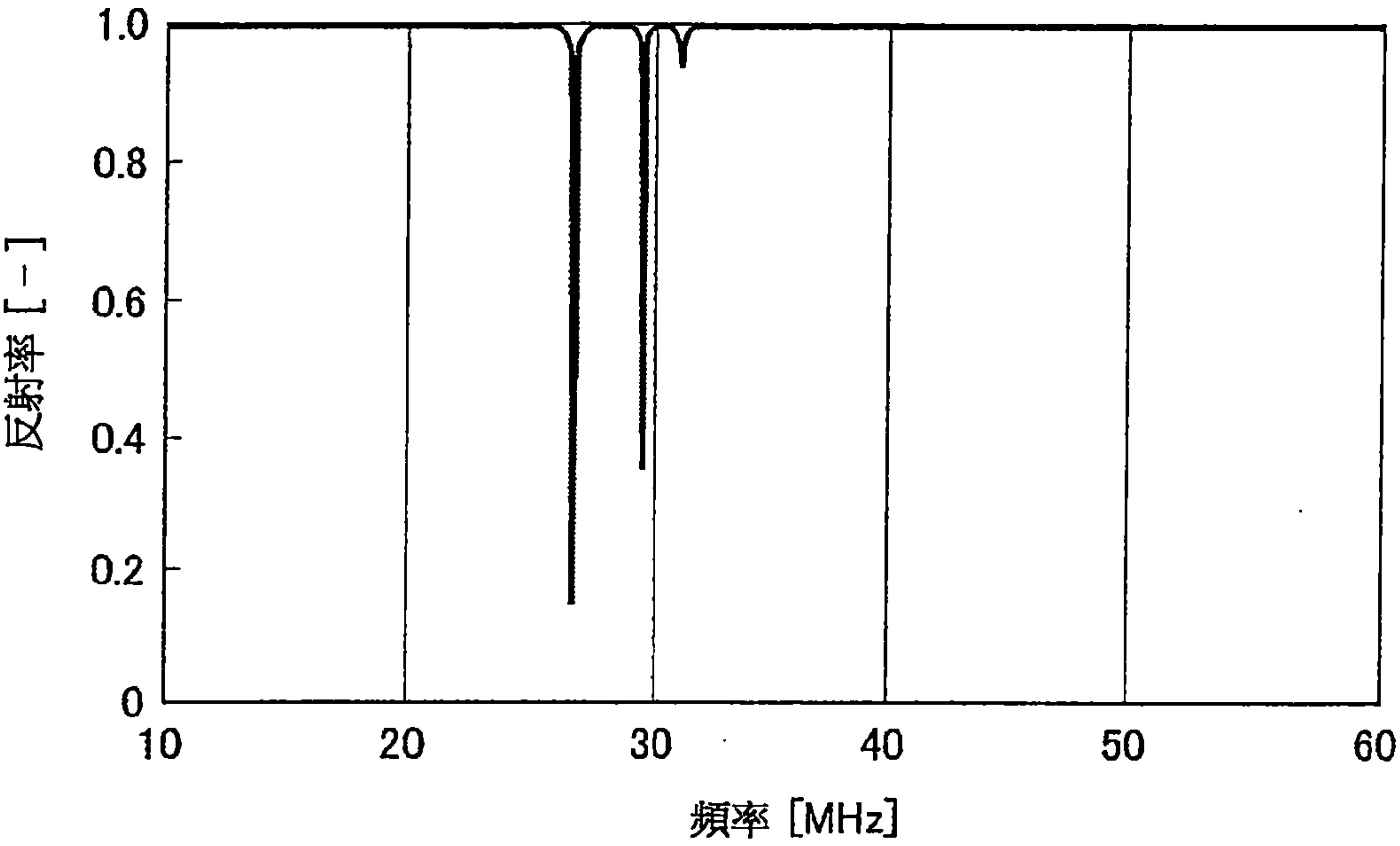


圖 6

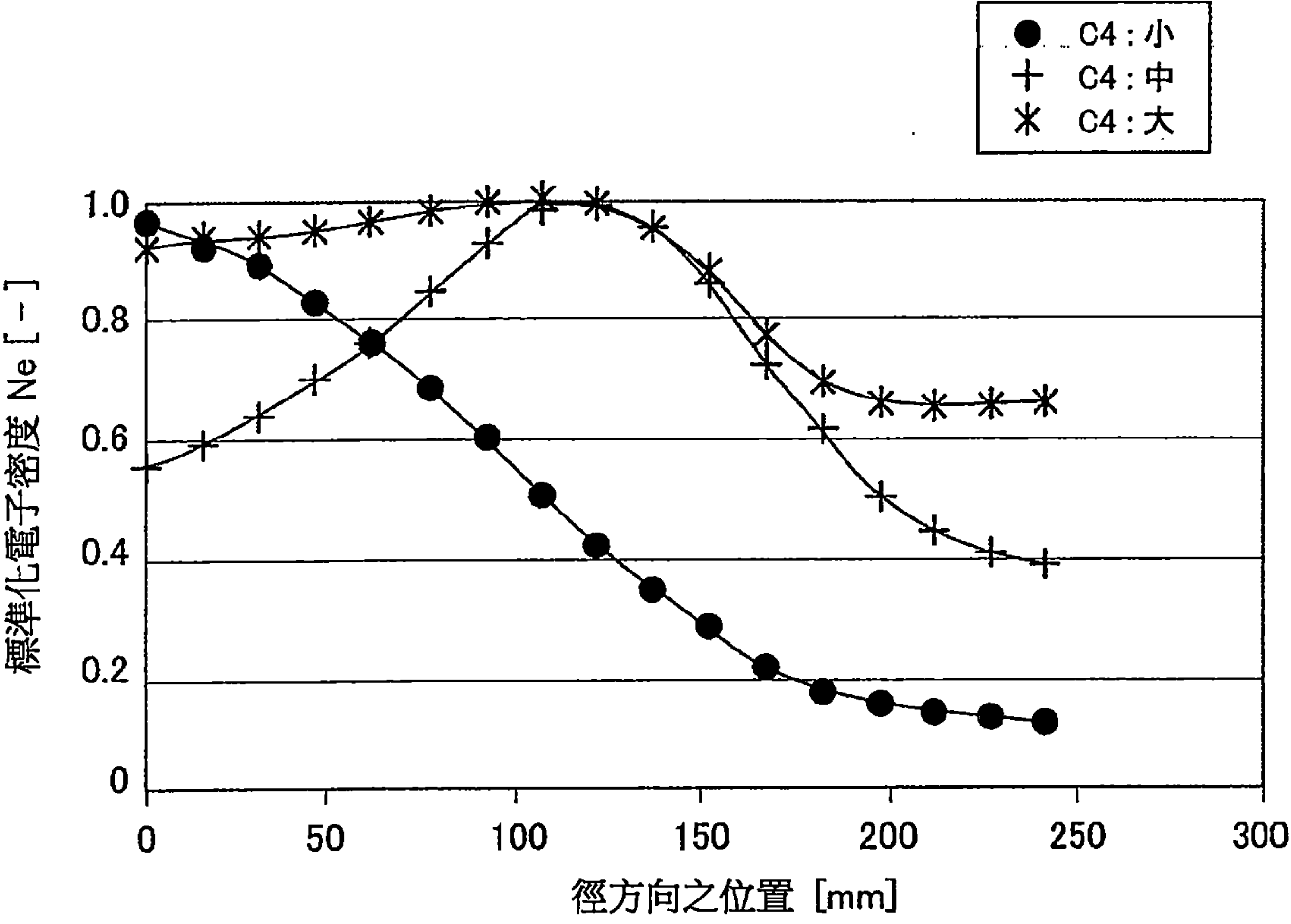
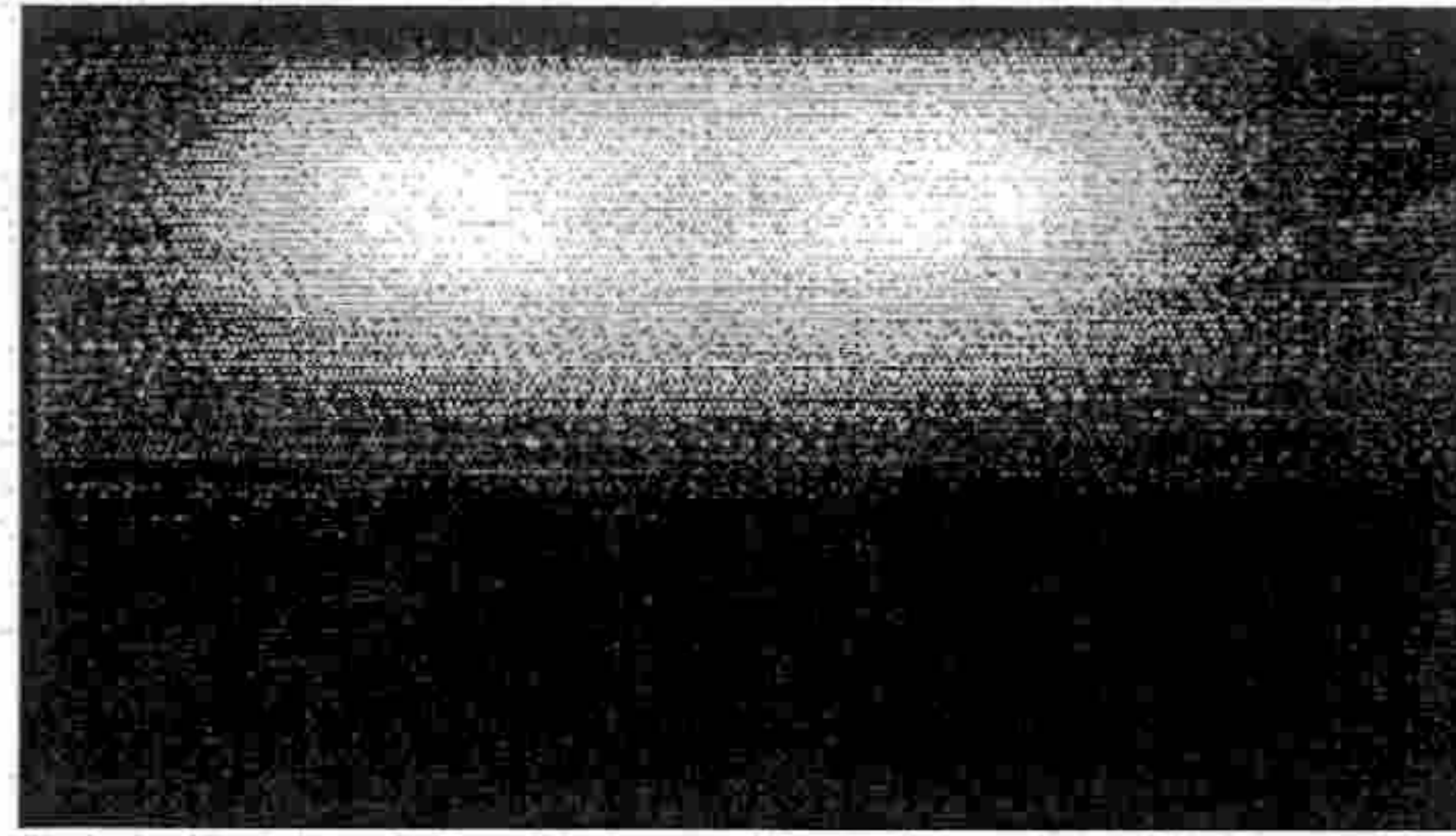
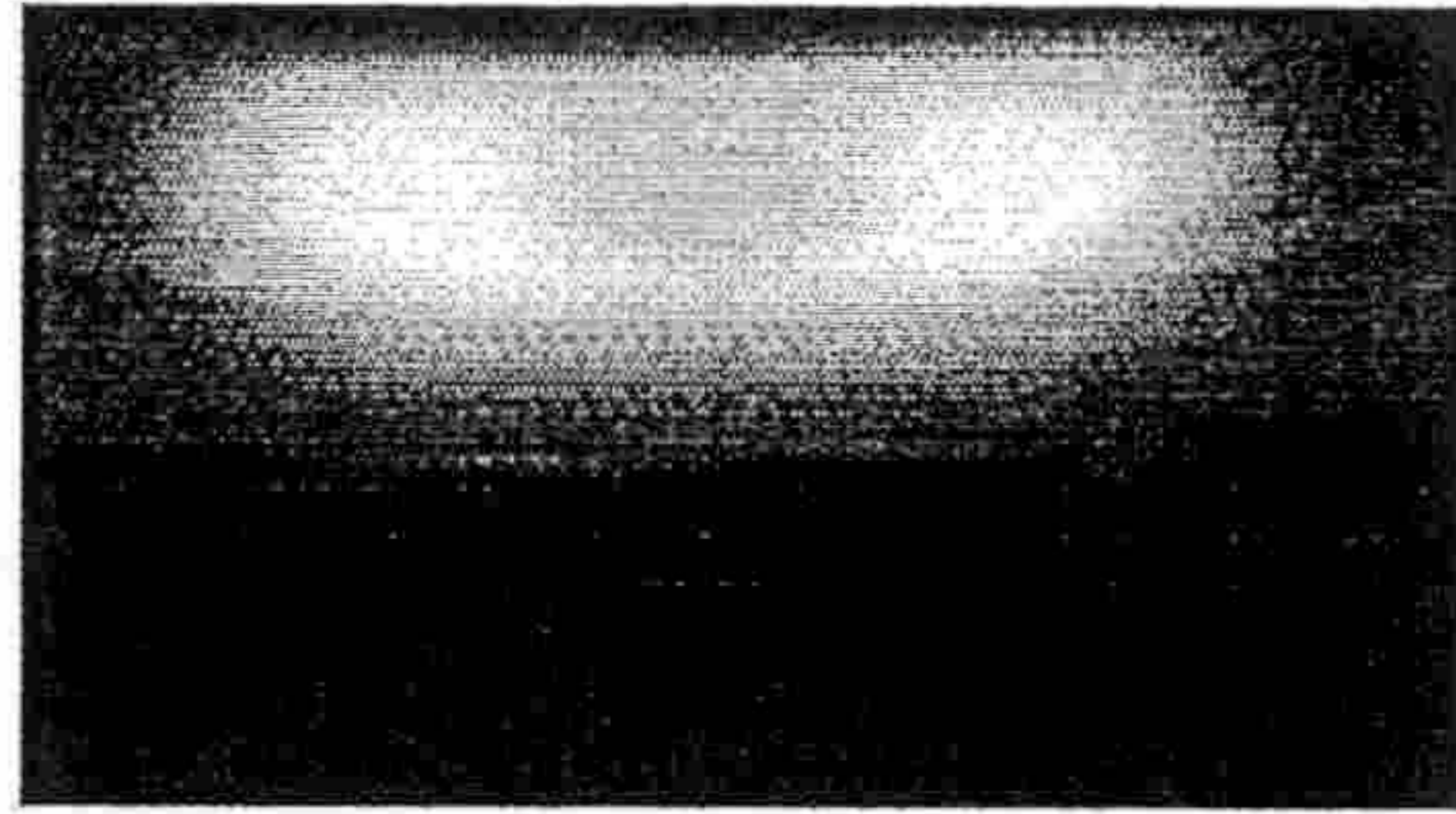


圖 7

(a) C4: 小



(b) C4: 中



(c) 電漿擴大條件

