



(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 202013429 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：108140483

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 28 日

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

(30)優先權：2014/11/05 日本 2014-225241

(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：7 項 圖式數：16 共 50 頁

(54)名稱

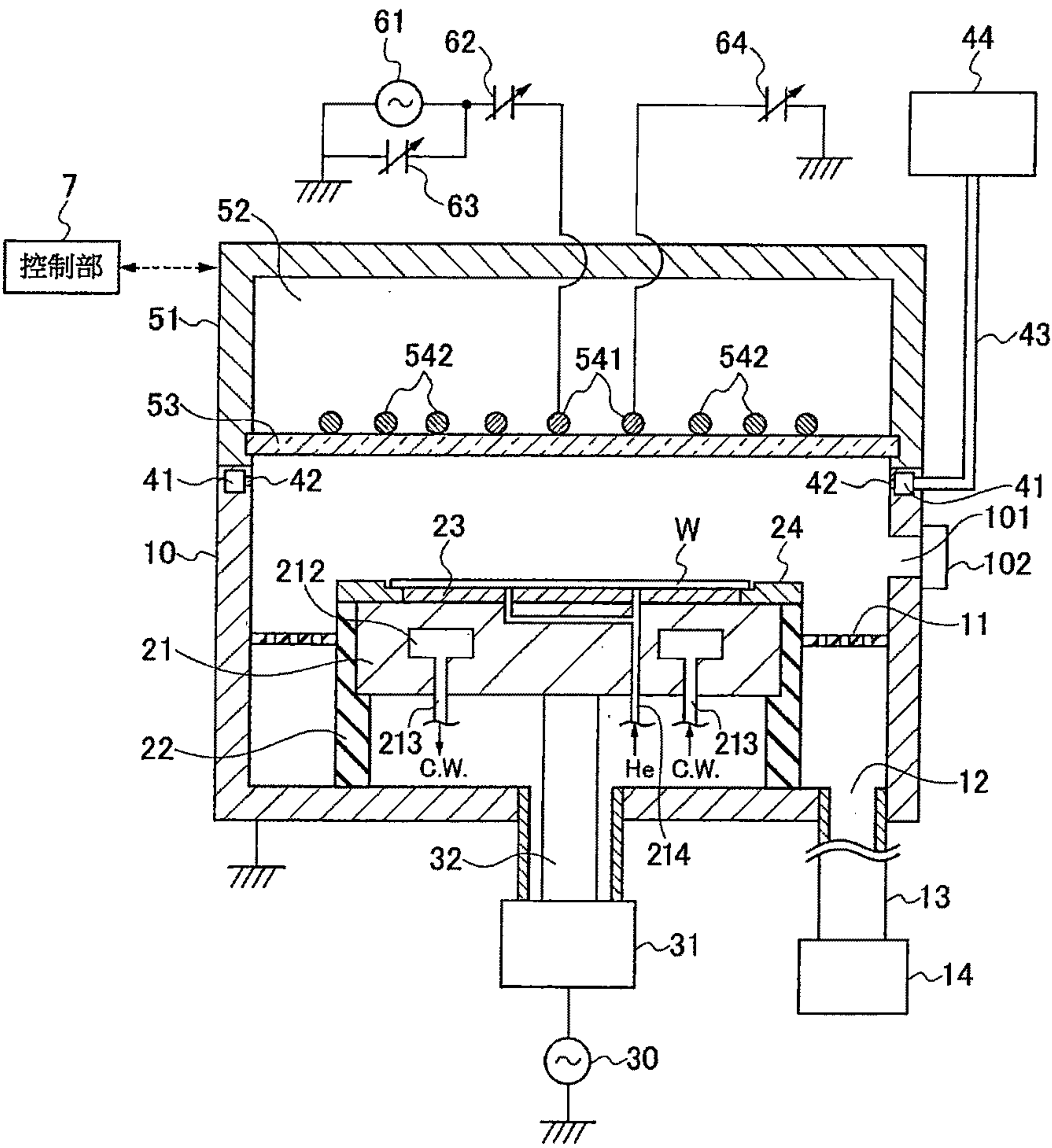
電漿處理裝置

(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電漿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。電漿產生部之第 1 高頻天線(541)，係由經由介電質窗(53)而鄰接配置於處理容器(10)的螺旋線圈所構成。第 2 高頻天線(542)，係由配置於第 1 高頻天線(541)之外周側或內周側的螺旋線圈所構成。又，阻抗調整部(62~64)，係構成為調整從高頻電源(61)觀看時之電路的共振頻率，該電路，係在改變高頻的頻率時，出現 2 個共振頻率。

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 . . . 匹配器
- 32 . . . 供電棒
- 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
- 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 . . . ICP 天線
- 542 . . . 受電天線
- 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電漿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。電漿產生部之第1高頻天線（541），係由經由介電質窗（53）而鄰接配置於處理容器（10）的螺旋線圈所構成。第2高頻天線（542），係由配置於第1高頻天線（541）之外周側或內周側的螺旋線圈所構成。又，阻抗調整部（62~64），係構成為調整從高頻電源（61）觀看時之電路的共振頻率，該電路，係在改變高頻的頻率時，出現2個共振頻率。

【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：匹配器

32：供電棒

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

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：ICP 天線

542：受電天線

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。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0004] [專利文獻 1] 日本特許第 5227245 號公報：第 0055~0062 段、圖 3~6

【發明內容】

[本發明所欲解決之課題]

[0005] 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]

[0006] 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；及

電漿產生部，配置為與前述載置台相對向，藉由感應

耦合使供給至處理容器內的處理氣體電漿化，

前述電漿產生部，係具備有：

第 1 高頻天線，由經由介電質窗而鄰接配置於前述處理容器的螺旋線圈所構成，一端連接於高頻電源，另一端接地或經由電容器接地；

第 2 高頻天線，由從上面側觀看前述第 1 高頻天線時，配置於該第 1 高頻天線之外周側或內周側的螺旋線圈所構成，一端為開放端或接地，另一端為開放端，具有固有的共振頻率；

屏蔽構件，包圍配置有前述第 1 高頻天線的空間；及

阻抗調整部，包含有用以調整從前述高頻電源觀看第 1 高頻天線側時之電路之共振頻率的可變電容器，

從前述高頻電源觀看第 1 高頻天線側時的電路，係構成為在改變高頻的頻率時，出現因應於前述阻抗調整部之調整的第 1 共振頻率及第 2 共振頻率。

[0007] 前述電漿處理裝置，係亦可具備有以下之特徵。

(a) 前述阻抗調整部，係包含有可變電容器群。

(b) 前述第 2 高頻天線，係其一端及另一端為開放端，藉由與接地之前述屏蔽構件的電容耦合，在前述高頻電源及第 1 高頻天線之間形成供電電路。此時，該一端經由可變電容器接地來代替以前述第 2 高頻天線的一端作為開放端。或，前述第 2 高頻天線，係藉由其一端經由可變電容器與前述屏蔽構件接地的方式，在前述高頻電源及第

1 高頻天線之間形成供電電路。

(c) 前述處理容器，係構成屏蔽構件的一部分，前述第 2 高頻天線，係設置於前述處理容器內。在該情況下，前述第 2 高頻天線，係被選自於由介電質材料、導電體材料或樹脂材料所構成之材料群組之材料製的蓋體覆蓋。而且，在前述蓋體內，係填充有填埋第 2 高頻天線之導線間之間隙的填充物。

[發明之效果]

[0008] 本發明，係以對與第 1 高頻天線並排配置的第 2 高頻天線進行供電且進一步使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，藉此可使供給至第 1、第 2 高頻天線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，在面內調整被處理基板之處理的進行。

【圖式簡單說明】

[0009]

[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] 以往之電漿天線之作用的說明圖。

[圖 4] 表示前述電漿產生部之變形例的示意圖。

[圖 5] 其他例之電漿產生部的示意圖。

[圖 6] 另外其他例之電漿產生部的示意圖。

[圖 7] 具備有第 2 實施形態之電漿產生部之電漿處理裝置的縱剖側視圖。

[圖 8] 第 2 實施形態之電漿產生部的示意圖。

[圖 9] 第 1 實施形態之電漿產生部的頻率特性圖。

[圖 10] 表示使用第 1 實施形態之電漿產生部所產生之電漿之密度分布的說明圖。

[圖 11] 表示使用第 1 實施形態之電漿產生部所產生之電漿之狀態的說明圖。

[圖 12] 前述其他例之電漿產生部的頻率特性圖。

[圖 13] 表示使用前述其他例之電漿產生部所產生之電漿之密度分布的說明圖。

[圖 14] 表示使用前述其他例之電漿產生部所產生之電漿之狀態的說明圖。

[圖 15] 第 2 實施形態之電漿產生部的頻率特性圖。

[圖 16] 表示使用第 2 實施形態之電漿產生部所產生之電漿之狀態的說明圖。

【實施方式】

[0010] 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。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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 高頻天線之 ICP (Inductively Coupled Plasma) 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順時鐘）。

[0018] 當對真空排氣後的處理容器 10 內供給處理氣體並從高頻電源 61 對 ICP 天線 541 施加高頻電力時，則經由介電質窗 53，在處理容器 10 內形成有高頻磁場。處理氣體，係藉由伴隨著該磁場之形成所感應的高頻電場來電漿化。

[0019] 在 ICP 天線 541 的一端（例如內周側的端部），係連接有可使頻率在 0.1~100MHz 之範圍內改變的高頻電源 61。而且，在高頻電源 61 側，係設置有：第 1 可變電容器 62，作為反射調整用之匹配電路，串聯連接於高頻電源 61 與 ICP 天線 541 之間；及第 2 可變電容器 63，與高頻電源 61 並聯地連接於高頻電源 61 的接地端與第 1 可變電容器 62 之間。

[0020] 又，ICP 天線 541 的另一端（例如外周側的端部），係經由第 3 可變電容器 64 接地，該第 3 可變電容器 64，係由可變電容所構成且用以調整後述的共振頻率。

該些第 1~第 3 可變電容器 62~64（可變電容器群），

係相當於本實施形態的阻抗調整部。

[0021] 在此，構成 ICP 天線 541 之螺旋線圈的捲繞方向或設置高頻電源的端部及經由第 3 可變電容器 64 接地之端部的位置，係不限定於上述的例子。ICP 天線 541，係亦可由從上面側觀看為逆時鐘旋轉的面狀螺旋線圈所構成，或亦可將高頻電源 61 連接至 ICP 天線 541 之外周側的端部，使內周側的端部經由第 3 可變電容器 64 接地。

[0022] 在上述之 ICP 天線 541 的例如外周側，係以包圍該 ICP 天線 541 的方式，配置有作為第 2 高頻天線的受電天線 542。

以往，如圖 3 (a) 所示，已知當在接地的屏蔽盒 51 內，配置由面狀螺旋線圈所構成的電漿天線 542a，從未圖示的高頻電源對電漿天線 542a 供給高頻電力時，則在電漿天線 542a 與屏蔽盒 51 之間形成有電容耦合 C (參閱圖 3 (b) 的等效電路)。

[0023] 包含有電漿天線 542a 及電容耦合 C 的電路，係以對應於電漿天線 542a 之天線長度 ($\lambda/2$) 或電感、電容耦合 C 之靜電容量的頻率 T 進行振盪，可當作電漿產生用之天線使用。又，該電路的共振頻率，係可藉由變更電漿天線 542a 與屏蔽盒 51 之距離的方式來進行調節。亦即，電漿天線 542a，係在固定了天線長度或與屏蔽盒 51 之距離的條件下，具有固有的共振頻率。

[0024] 本實施形態之電漿蝕刻裝置，係利用該電漿

天線 542a，在配置於屏蔽盒 51 內之 ICP 天線 541 的例如外周側配置由面狀螺旋線圈所構成的受電天線 542，該面狀螺旋線圈，係在同一平面內，使導線旋轉成漩渦狀（在圖 2 的例子中，係從與 ICP 天線 541 相同的上面側觀看時為順時鐘）。該受電天線 542，係其一端及另一端（內周端及外周端）成為開放端，且並未直接連接於高頻電源 61。

[0025] 此時，發明者們發現到，當對並排配置於內外的 ICP 天線 541、受電天線 542 中之連接於高頻電源 61 的 ICP 天線 541 供給高頻電力時，則在受電天線 542 側亦分配有高頻電力，從而可在處理容器 10 內形成對應於受電天線 542 的 ICP 電漿。

[0026] 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 3 可變電容器 62~64 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，則會出現彼此不同的 2 個共振頻率（第 1 共振頻率及第 2 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節。另外，該些 2 個共振頻率中的其中一方，係不會產生成為與參閱圖 3 所說明之僅電漿天線 542a 之固有的共振頻率相同之值這樣的限制。

[0027] 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並不限於上述的例子。例如亦可不設置第 3 可變電容器 64，使 ICP 天線 541 的另一端

直接接地。在該情況下，係例如可使用高頻電源 61 側的 2 個可變電容器 62、63，進行共振頻率的調節及反射率的調節。

而且，作為其他之阻抗調整部的構成例，由於兩者間的容量是以改變受電天線 542 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受電天線 542 的高度調整機構，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，使該板體與受電天線 542 的距離改變。

[0028] 而且，亦可獲得如下述之見解：在 2 個共振頻率間的頻率差較小時，當供給 ICP 天線 541 之共振頻率附近的高頻電力時，則對受電天線 542 之電力的分配會增大，另一方面，當前述頻率差變大時，則對受電天線 542 所分配的電力會變小。

[0029] 若利用上述所說明之 ICP 天線 541、受電天線 542 的特性，則可使用共通的高頻電源 61 來將高頻電力分配至不同的高頻天線 541、542，而在處理容器 10 內形成 ICP 電漿。而且，亦可藉由使高頻電力之分配改變的方式，在晶圓 W 的面內調節電漿密度的分布。

[0030] 在此，雖不明確高頻電力從連接於高頻電源 61 之 ICP 天線 541 被供給至受電天線 542 之原理的詳細情形，但吾人認為可能是如圖 2 所假設性地表示般，在 ICP 天線 541 與受電天線 542 之間或受電天線 542 與屏蔽

盒 51 之間形成有電容耦合 C' 、 C'' ，藉由無線供電之電磁場共振的原理進行供電。在本實施形態中，「電磁場共振」，係包含有如下述的情形：藉由磁場共振與電場共振的組合，或該些的至少一方，進行從 ICP 天線 541 對受電天線 542 之供電。

[0031] 而且，吾人認為除了高頻電源 61→ICP 天線 541→接地端之供電電路以外，另形成有高頻電源 61→ICP 天線 541→受電天線 542→屏蔽盒 51→接地端的供電電路，藉此出現 2 個共振頻率。

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 個高頻天線 541、542 的哪一個。

[0032] 在此，列舉受電天線 542 的設計變數的話，可列舉 ICP 天線 541 的天線長度或屏蔽盒 51 與受電天線 542 的距離或 ICP 天線 541 與受電天線 542 的距離。而且，藉由對供給至 ICP 天線 541 之高頻電力的設計頻率（例如後述的中心頻率）調節該些變數的方式，可設置具有例如接近設計頻率之固有的共振頻率之受電天線 542。

[0033] 例如可列舉出如下述的例子：在將包含有 ICP 天線 541 及受電天線 542 的電路設計為具有 12.56~14.56（中心頻率 13.56）MHz 之範圍的共振頻率時，ICP 天線 541 與受電天線 542 的最短距離，係設成為 3~20mm，受電天線 542 與屏蔽盒 51 的最短距離，係設成為 3~50mm。又，在將前述中心頻率（13.56MHz）之高頻電

力的波長設成為 λ 時，受電天線 542 的天線長度，係形成為 $\lambda/2$ 乘以因應於周邊環境之縮短率的值且亦受到捲繞數等所左右，例如成為 2~4m 左右。

[0034] 然後，藉由調整第 1~第 3 可變電容器 62~64（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 62~64 的調節法，係可列舉如下述的例子：使第 3 可變電容器 64 的容量改變從而使共振頻率改變，並同時以第 1~第 2 可變電容器 62~63 調節反射。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 處理容器 10 內成為預定壓力後，繼續進行真空排氣機構 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 ICP 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 ICP 天線 541 供給高頻電力時，則該電力的一部分亦被分配至受電天線 542，經由介電質窗 53，在該些 ICP 天線 541、受電天線 542 的下方側形成有 ICP 電漿。

[0039] 此時，從高頻電源 61 供給至 ICP 天線 541 之高頻電力的頻率、第 1~第 3 可變電容器 62~64 的容量，係藉由處理配方等來預先設定。該結果，在 ICP 天線 541、受電天線 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，且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。

[0040] 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。

[0041] 另外，藉由 ICP 天線 541、受電天線 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，在僅使用 ICP 天線 541 而形成之 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，當然亦可藉由調節 ICP 天線 541、受電天線 542 之高頻電力分配的方式，消解僅 ICP 天線 541 中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。

[0042] 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。

[0043] 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。以對與 ICP 天線（第 1 高頻天線）541 並排配置的受電天線（第 2 高頻天線）542 進行供電且進一步使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，藉此可使被供給至該些高頻天線 541、542 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

圖 W 之處理的進行。

[0044] 在此，ICP 天線 541 及受電天線 542 之配置位置的關係，係不限定於在 ICP 天線 541 的外周側配置受電天線 542 的情形。例如如圖 4 所示，亦可將配置於外周側之螺旋線圈的一端（例如內周端）連接至高頻電源 61，另一方面，使另一端接地而構成 ICP 天線 541，以配置於內周側之螺旋線圈的兩端作為開放端而構成受電天線 542。

在該情況下，亦可在 ICP 天線 541 與受電天線 542 之間及受電天線 542 與 ICP 天線 541 之間形成電容耦合 C' 、 C'' ，從 ICP 天線 541 對受電天線 542 分配高頻電力。

[0045] 圖 5，係表示在將受電天線 542 配置於 ICP 天線 541 之外周側之電漿產生部的例子中，在受電天線 542 的一端（例如外周端）與屏蔽盒 51 之間設置第 4 可變電容器 55，調節包含有 ICP 天線 541 之受電電路之共振頻率的例子。在該情況下，係例如可使第 3 可變電容器 64、第 4 可變電容器 55 的容量改變從而使共振頻率改變，並同時以第 1、第 2 可變電容器 62、63 調節反射。

[0046] 又，除了固定第 4 可變電容器 55 的容量且調節第 3 可變電容器 64 所致之所致之 ICP 天線 541 側的共振頻率以外，亦可使第 1 可變電容器 62 改變，從而使高頻電力供給側的電路常數改變，進而使包含有 ICP 天線 541、受電天線 542 之系統整體的共振頻率等改變，調節 ICP 天線 541-受電天線 542 間之電力的分配。在該情況

下，反射率之調整，係藉由第 2 可變電容器 63 來進行。

[0047] 而且，圖 6，係表示在將受電天線 542 配置於 ICP 天線 541 的外周側之電漿產生部的例子中，經由第 5 可變電容器 65，使受電天線 542 之一端（例如內周端）接地的例子。在該情況下，由於電流不會在經由第 5 可變電容器 65 而短路於接地側之受電天線 542 的一端側流動，因此，在從 ICP 天線 541 至受電天線 542 之中央部側的區域中，可使電漿密度變小。

[0048] 其次，參閱圖 7、圖 8，說明第 2 實施形態之電漿蝕刻裝置的構成。在圖 7、圖 8 中，與參閱圖 1~圖 6 所說明者共通的構成要件，係賦予與該些圖式所示者共通的符號。

第 2 實施形態，係構成電漿產生部的 ICP 天線 541 與受電天線 542b 的配置高度不同，在介電質窗 53 之下方的處理容器 10 內配置有受電天線 542 該點，係不同於 ICP 天線 641 與受電天線 542 被配置於共通之天線室 52 內之大致相同高度位置的第 1 實施形態。

[0049] 在該情況下，在從上面側觀看 ICP 天線 541 時，受電天線 542b，係配置於 ICP 天線 541 的外周側或內周側（在圖 7、圖 8 中，係表示在 ICP 天線 541 之外周側配置有受電天線 542b 的例子）。如此一來，在使 ICP 天線 541 與受電天線 542b 的高度位置上下錯開而進行配置的情況下，係從上面側觀看時，ICP 天線 541 與受電天線 542b 亦可有部分重疊。

[0050] 受電天線 542b 的構成，係可使用與參閱圖 2 所說明之受電天線 542 共通者。但是，受電天線 542b，係收容於鋁或銅、碳黑等的導電體製、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 56 內為較佳。

[0051] 例如在使用介電質製或樹脂製的蓋體 56 時，係可列舉出如下述之構成：在可收容受電天線 542b 之圓環板形狀的蓋體 56 挖出對應於受電天線 542b 之形狀的槽，在將受電天線 542b 收容於該槽內後，以樹脂等堵塞受電天線 542 的上面。又，在使用導電體製的蓋體 56 時，係可列舉出如下述之構成：將樹脂填充於內部為空洞之圓環板形狀的蓋體 56 內，在該樹脂內配置受電天線 542b。而且，導電體製的蓋體 56，係亦必需接地。

由於當在配置於處理容器 10 內之受電天線 542b 的導線間有間隙時，會有在電位高的部位產生異常放電之虞，因此，藉由填埋該些間隙的方式，可抑制異常放電的產生。

[0052] 在將受電天線 542b 配置於處理容器 10 內時，亦如圖 8 所示，在 ICP 天線 541 與受電天線 542 之間形成有電容耦合 C' ，在受電天線 542b 與處理容器 10 之間形成有電容耦合 C'' ，從而出現 2 個共振頻率，並且可進行從 ICP 天線 541 對受電天線 542b 之高頻電力的分配（參閱後述的實施例）。

[0053] 在如圖 8 所示的例子中，接地並且與受電天線 542b 電容耦合之金屬製的處理容器 10，係可屏蔽從受電天線 542b 所放射的電磁波，因此，可構成屏蔽盒 51 的一部分。另外，在圖 8 中，係省略蓋體 56 之記載。

[0054] 在此，在參閱圖 1~2、圖 4~8 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 ICP 天線 541 或受電天線 542、542b 的實施形態，但構成該些天線 541、542、542b 的螺旋線圈並不限定於面狀。例如，亦可將延伸於軸線方向之螺旋線狀的螺旋線圈當作 ICP 天線 541 或受電天線 542、542b 使用。

[0055] 以上，在圖 1、圖 7 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]

[0056]

（實驗 1）

使用利用圖 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

使用捲繞數 2 的 ICP 天線 541 與捲繞數 5、共振頻率為 27MHz 的受電天線 542，在屏蔽盒 51 內的相同高度位置配置 ICP 天線 541 與受電天線 542。在固定了第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63、第 3 可變電容器 64 之容量的條件下，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，從高頻電源 61 側觀看反射率。

[0057]

B.實驗結果

在圖 9 中表示實驗結果。圖 9 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 9，在受電天線 542 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 ICP 天線 541、受電天線 542 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 62~64 的容量進行各種變化，無法特定哪一共振頻率是對應於 2 個高頻天線 541、542 的哪一個。另外，出現在超過 30MHz 之高頻區域之反射率的小幅下降，吾人認為係由於周邊電路的固定參數間之共振的影響，在使用了 ICP 天線 541、受電天線 542 之 ICP 電漿形成的觀點中，係可忽略。

[0058]

(實驗 2)

在使用與實驗 1 相同的電漿產生部，使第 3 可變電容器 64 的容量改變時，觀察到藉由 ICP 天線 541、受電天線 542 所形成之 ICP 電漿的狀態。

A.實驗條件

以使第 3 可變電容器 64 之 C_e 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，調節從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率、第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63 之 C_2 、 C_1 的值，觀察電漿的狀態。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。

[0059]

B.實驗結果

在圖 10 中，表示從晶圓 W 之徑方向所觀看之電漿密度的分布。圖 10 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 10 中，黑色三角形的描點中之 C_e 的容量為最小，白色圓圈的描點之 C_e 的容量為中程度，X 標記的描點之 C_e 的容量為最大。又，在如圖 11 (a) ~ (c) 所示的照片中，圖 11 (a)，係 C_e 的容量最小，圖 11 (b)，係中程度，圖 11 (c)，係最大。另外，在圖 10 與圖 11 之間，第 3 可變

電容器 64 之 C_e 的容量等之實驗條件並不同。

[0060] 根據如圖 10 所示的結果，隨著增大第 3 可變電容器 64 之 C_e 的值，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 3 可變電容器 64 之 C_e 的值，電漿的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，可確認到藉由使用具備有 ICP 天線 541 與受電天線 542 而構成具有 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。

[0061]

（實驗 3）

使用參閱圖 5 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

使用與實驗例 1 相同之構成的 ICP 天線 541、受電天線 542，將第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63 的容量分別設成為 $C_2: 66\text{pF}$ 、 $C_1: 77\text{pF}$ ，將第 3 可變電容器 64、第 4 可變電容器 55 的容量 C_e 、 C_h 設成為預定的固定值。而且，使從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率在 $10\sim 70\text{MHz}$ 的範圍內改變，從高頻電源 61 側觀測反射

率。

[0062]

B.實驗結果

在圖 12 中表示實驗結果。圖 12 之橫軸及縱軸，係與圖 9 相同。在將第 4 可變電容器 55 設置於受電天線 542 與屏蔽盒 51 之間時，亦在受電天線 542 的共振頻率為 27MHz 附近觀察到 2 個共振頻率。

[0063]

(實驗 4)

在使用與實驗 3 相同的電漿產生部，使第 1 可變電容器 62 的容量改變時，觀察到藉由 ICP 天線 541、受電天線 542 所形成之 ICP 電漿的狀態。

A.實驗條件

以固定第 3 可變電容器 64 之 C_e 的容量，使第 1 可變電容器 62 之 C_2 的容量逐漸減小且使從高頻電源 61 所觀看之反射率減小的方式，調節從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率、第 2 可變電容器 63 之 C_1 的值，觀察電漿的狀態。觀察電漿之狀態的手法，係與實驗 2 相同。

[0064]

B.實驗結果

在圖 13 中，表示從晶圓 W 之徑方向所觀看之電漿密度的分布。圖 13 之橫軸及縱軸，係與圖 10 相同。在圖 13 中，白色菱形的描點，係 C_2 的容量較大（ C_2 ：

67pF)，白色四方形的描點，係 C2 的容量較小（C2：56pF）。又，在如圖 14（a）、（b）所示的照片中，圖 14（a），係 C2 的容量較小，圖 14（b），係 C2 的容量較大。另外，即使在圖 13 與圖 14 之間，第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63 之 C2、C1 等的實驗條件並不同。

[0065] 根據如圖 13 所示的結果，在固定了第 3 可變電容器 64 之 C_e 的容量時，當增大第 1 可變電容器 62 的 C2 時，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，當增大第 1 可變電容器 62 之 C2 的值時，電漿的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而變暗。

如此一來，可確認到在將第 4 可變電容器 55 設置於受電天線 542 與屏蔽盒 51 之間的例子中，亦藉由使用具備有 ICP 天線 541 與受電天線 542 而構成具有 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。

[0066]

（實驗 5）

使用利用圖 7、8 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

使用與實驗 1 相同之構成的 ICP 天線 541、受電天線 542b，將第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63、第 3 可變電容器 64 的容量固定於預定值。而且，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，從高頻電源 61 側觀測反射率。在此，介電質窗 53，係石英板，受電天線 542b，係收容於石英製的蓋體 56 內。

[0067]

B.實驗結果

在圖 15 中表示實驗結果。圖 15 之橫軸及縱軸，係與圖 9 相同。即使為在 ICP 天線 541 與受電天線 542b 之間介設有介電質窗 53 的情況下，亦在受電天線 542b 之共振頻率為 27MHz 附近觀察到 2 個共振頻率。

[0068]

(實驗 6)

使用與實驗 5 相同的電漿產生部，觀察到藉由 ICP 天線 541、受電天線 542b 所形成之 ICP 電漿的狀態。

A.實驗條件

以將第 3 可變電容器 64 的 C_e 調整成預定值，且使從高頻電源 61 所觀看之反射率減小的方式，調節從高頻電源 61 所供給之高頻電力的頻率、第 1 可變電容器 62、第 2 可變電容器 63 之 C_2 、 C_1 的值，觀察電漿的狀態。電漿之狀態的觀察，係藉由照相（目視）來進行。

[0069]

B.實驗結果

在圖 16 中表示照相的結果。根據圖 16 可確認到，即使為在 ICP 天線 541 與受電天線 542b 之間介設有介電質窗 53 的情況下，亦可藉由使用構成具有 2 個共振頻率之電路之電漿產生部的方式，以 1 個高頻電源 61，使對應於配置有 ICP 天線 541 與受電天線 542b 的位置，從而產生電漿。

【符號說明】

[0070]

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：ICP 天線

542：受電天線

55：第 4 可變電容器

56：蓋體

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 5 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，係配置於前述第 1 高頻天線元件與前述第 2 高頻天線元件之間，

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。

2.一種電漿處理裝置，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前述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。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 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，係構成為在改變前述高頻電力的頻率時，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。

4.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 $\{\lambda \text{ (} \lambda, \text{係前述高頻電力的波長) / 4\} + \{n \text{ (} n, \text{係自然數) } \lambda / 2\}$ 乘以縮短率的線路長度。

5.如申請專利範圍第 1 或 2 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

成為在改變前述高頻電力的頻率時，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。

6.如申請專利範圍第 1 或 2 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。

7.如申請專利範圍第 1 或 2 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

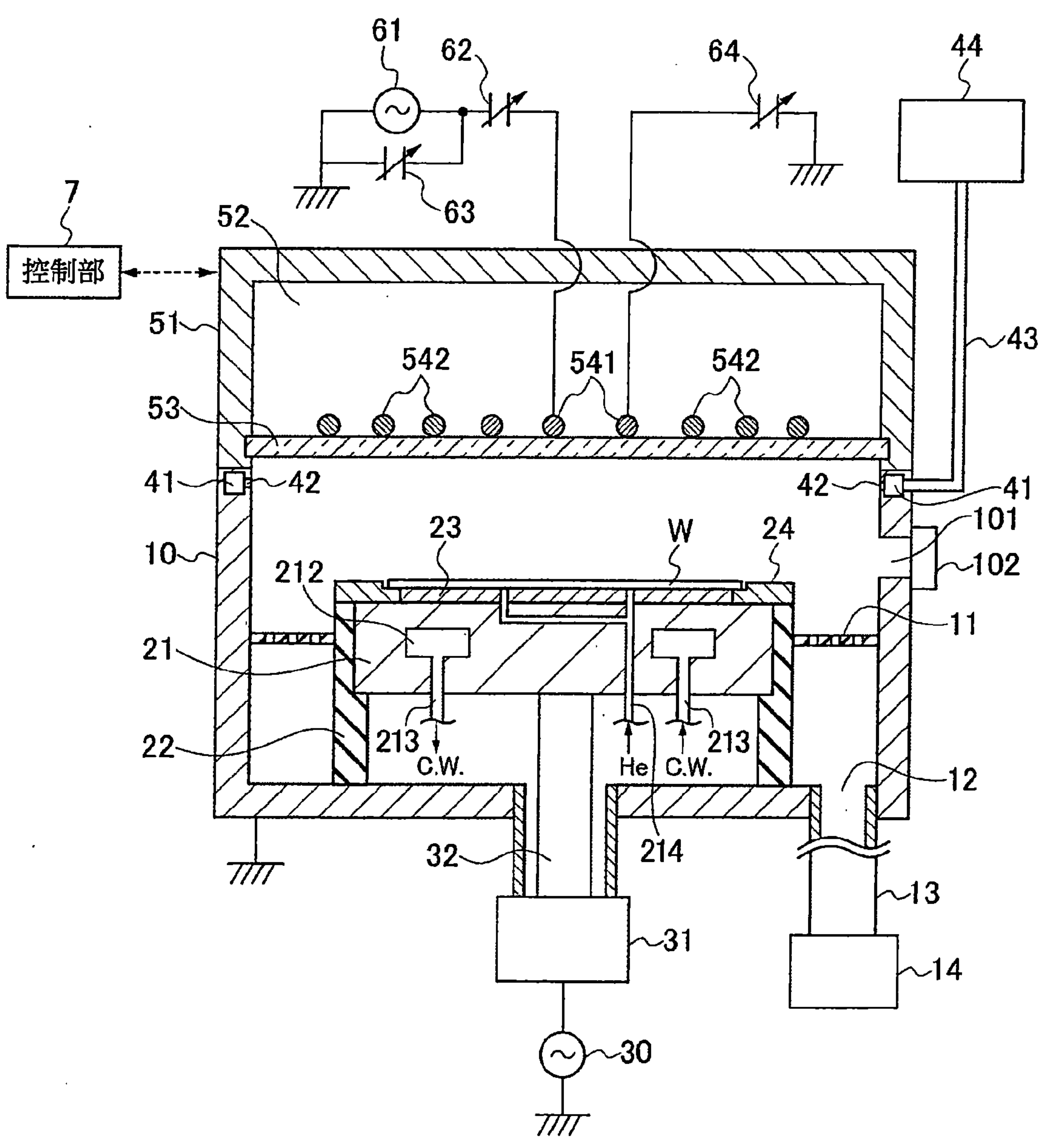


圖 2

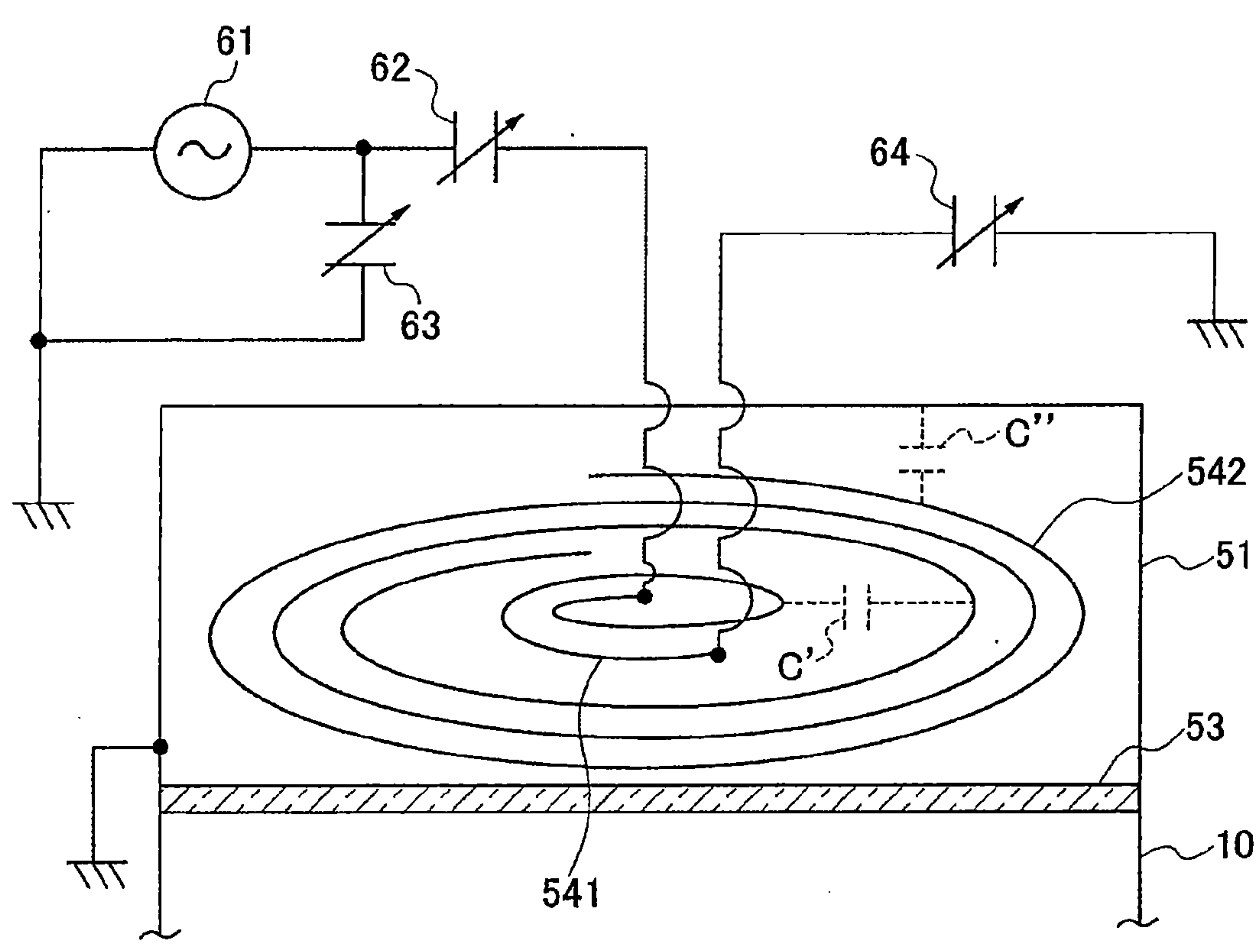
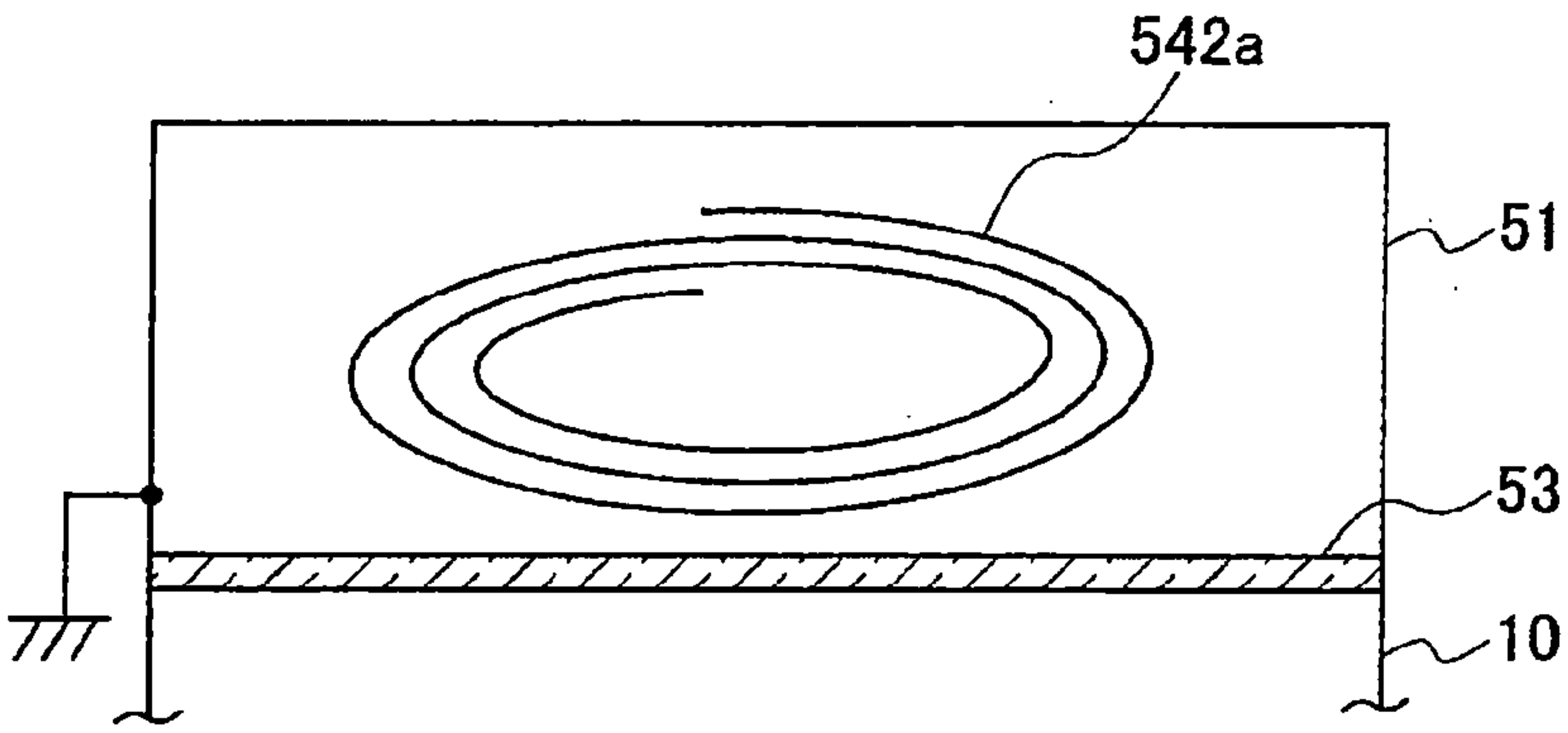


圖 3

(a)



||

(b)

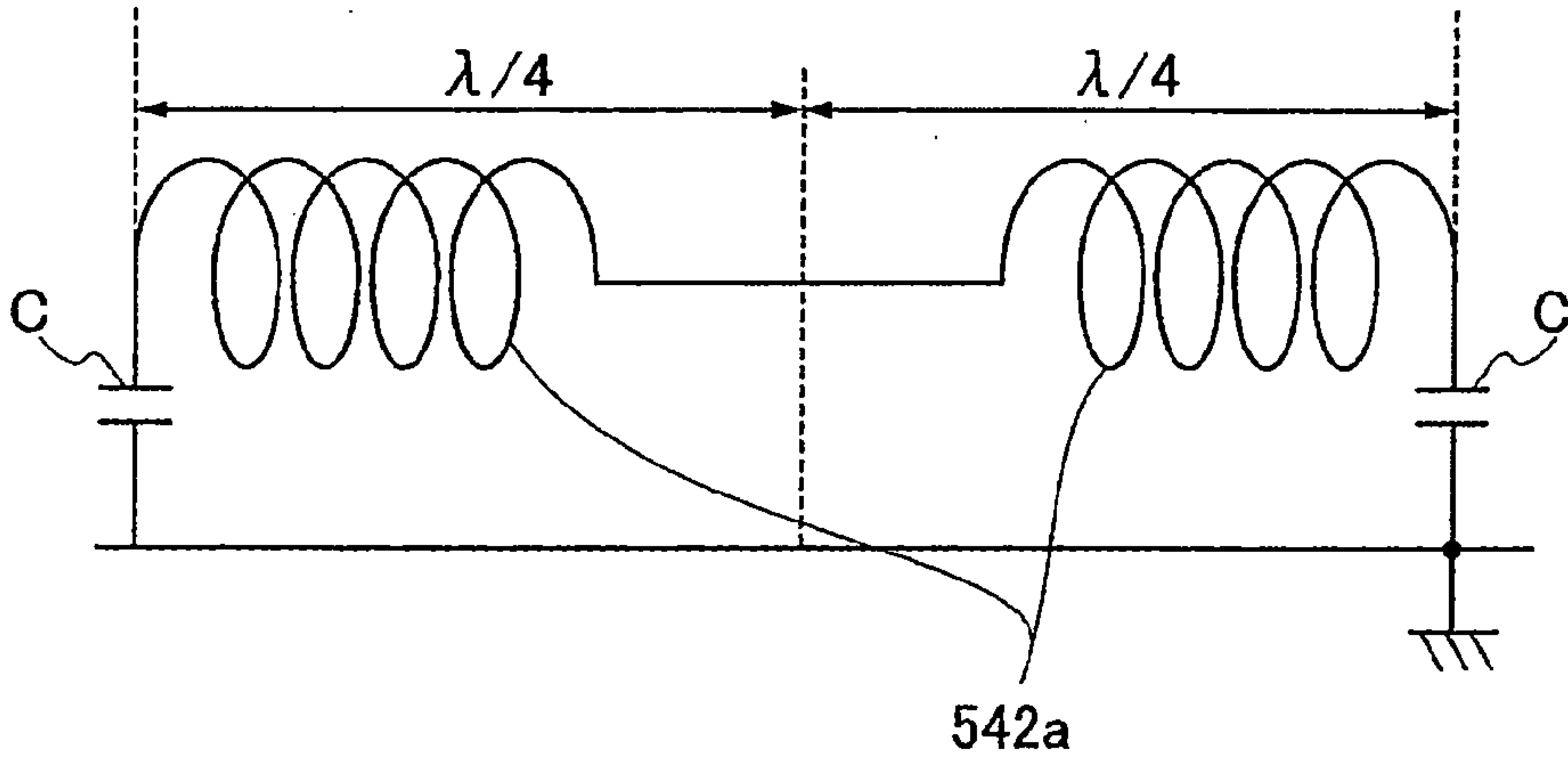


圖 4

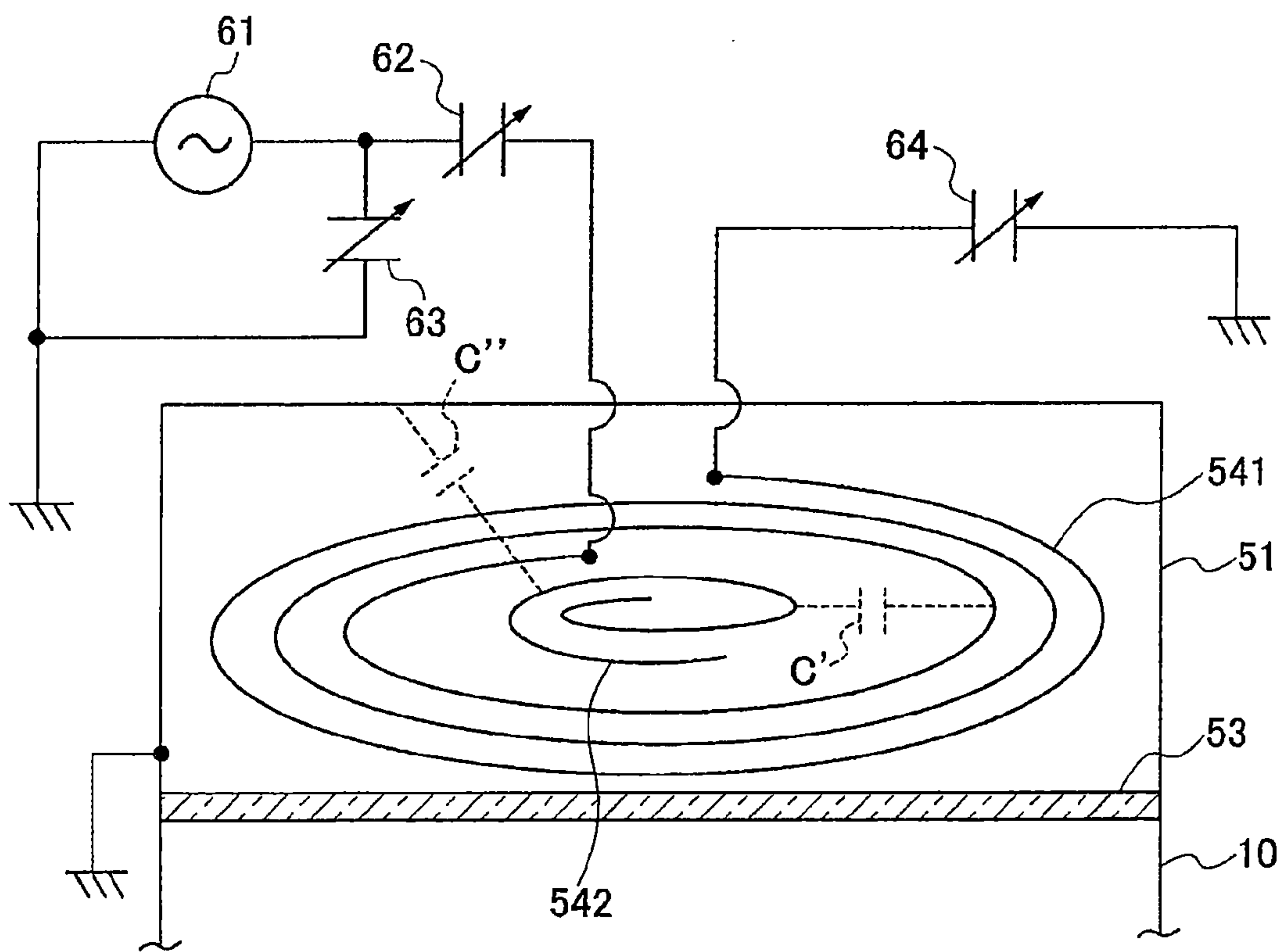


圖 5

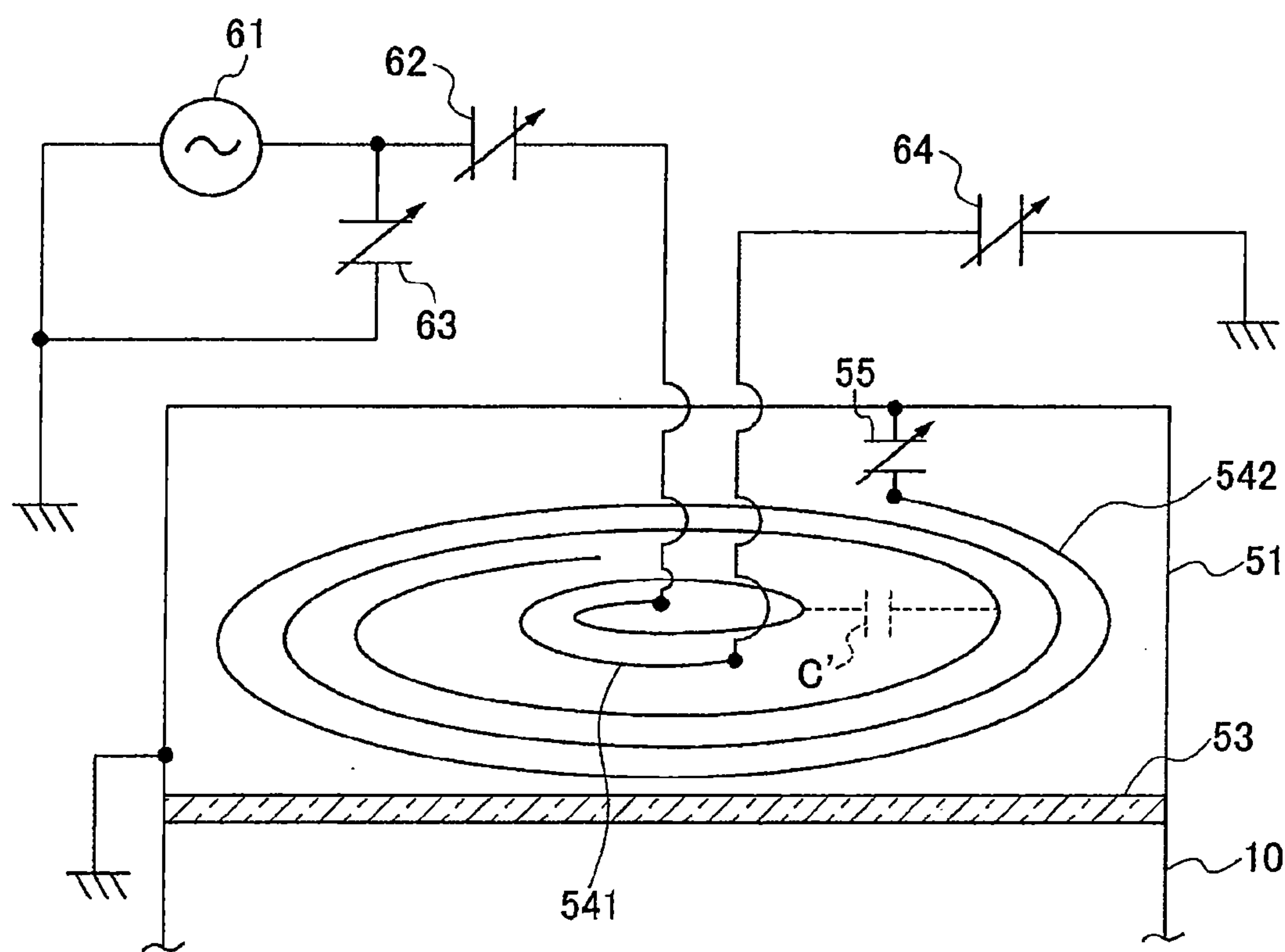


圖 6

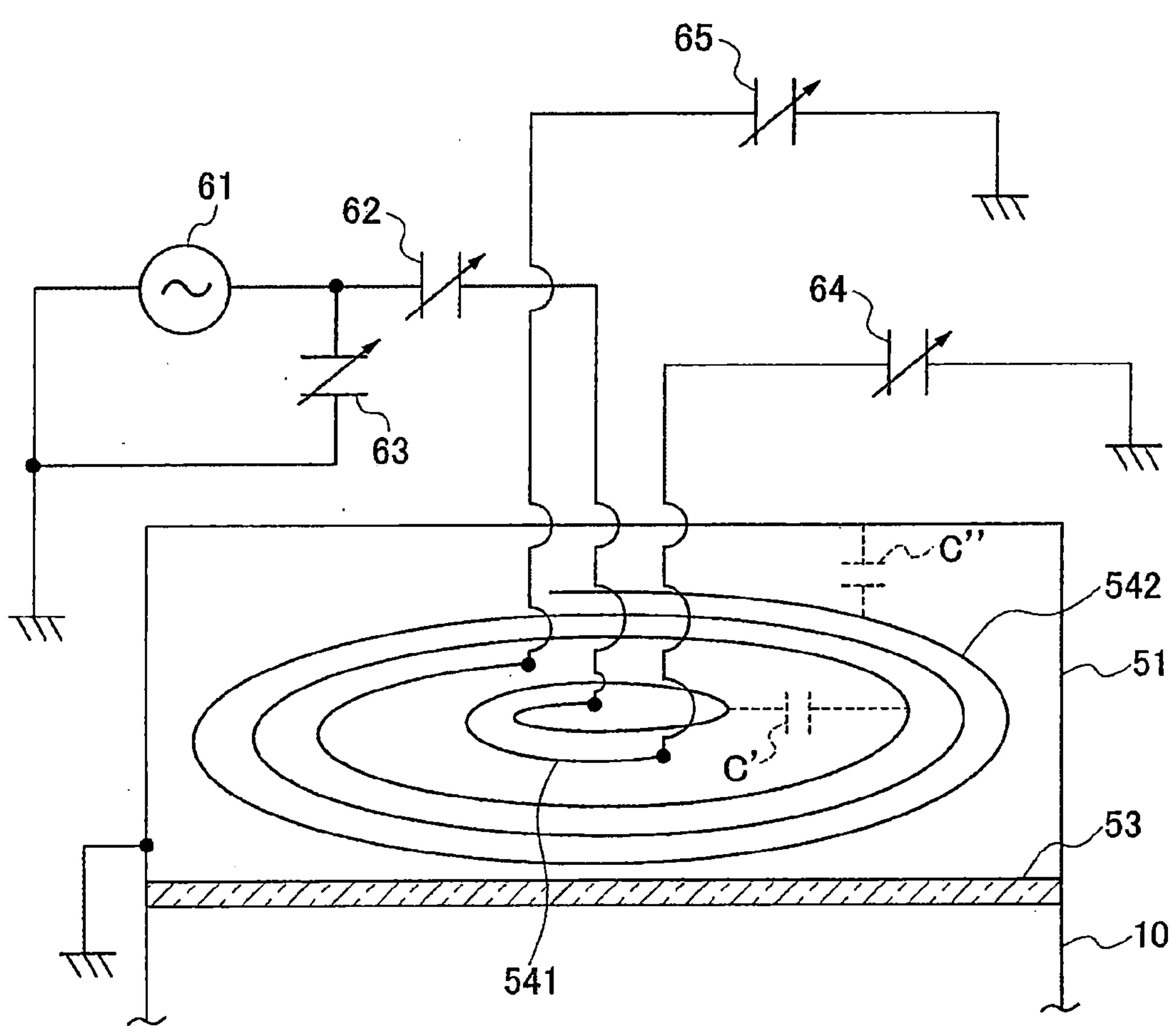


圖 7

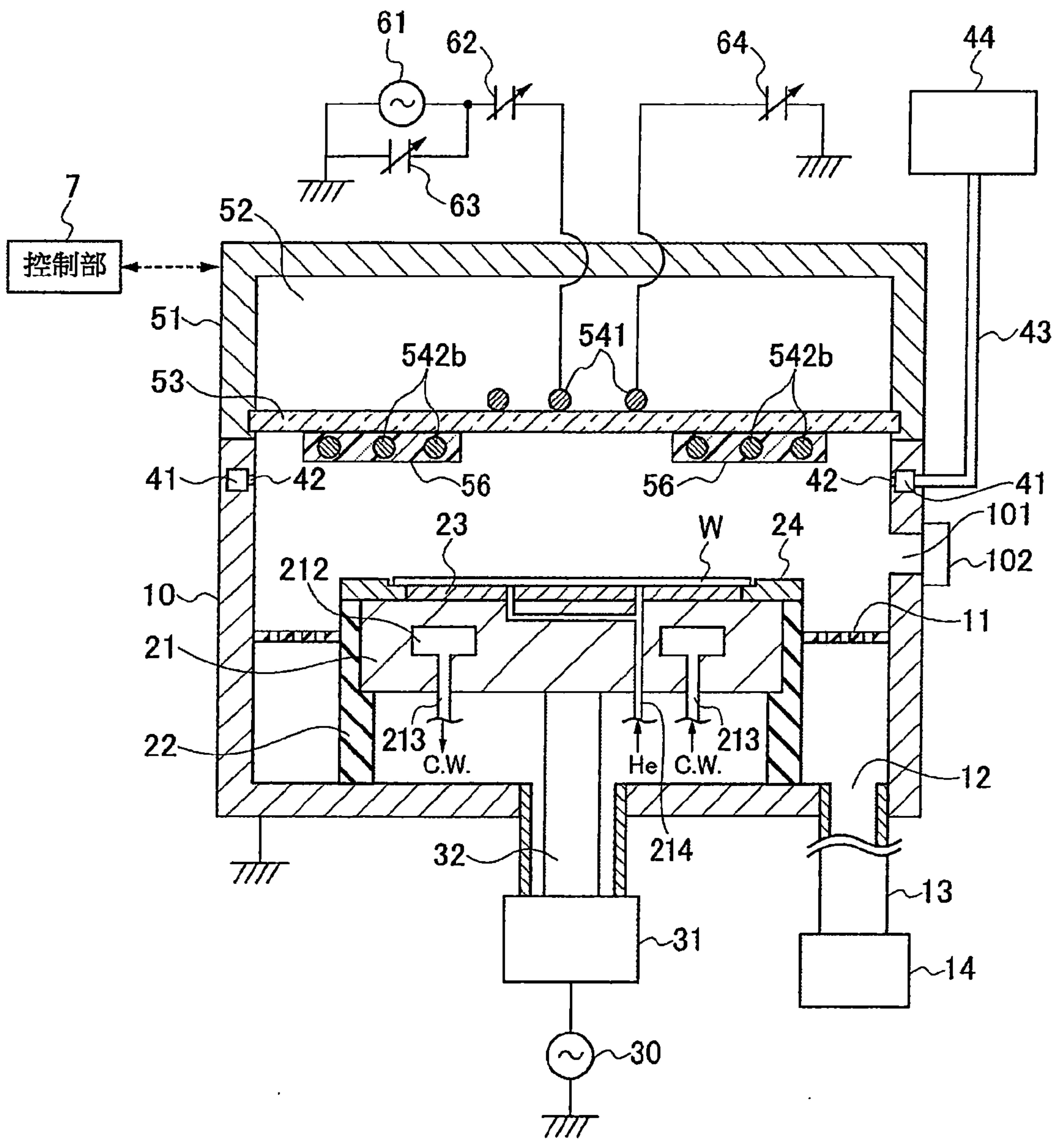
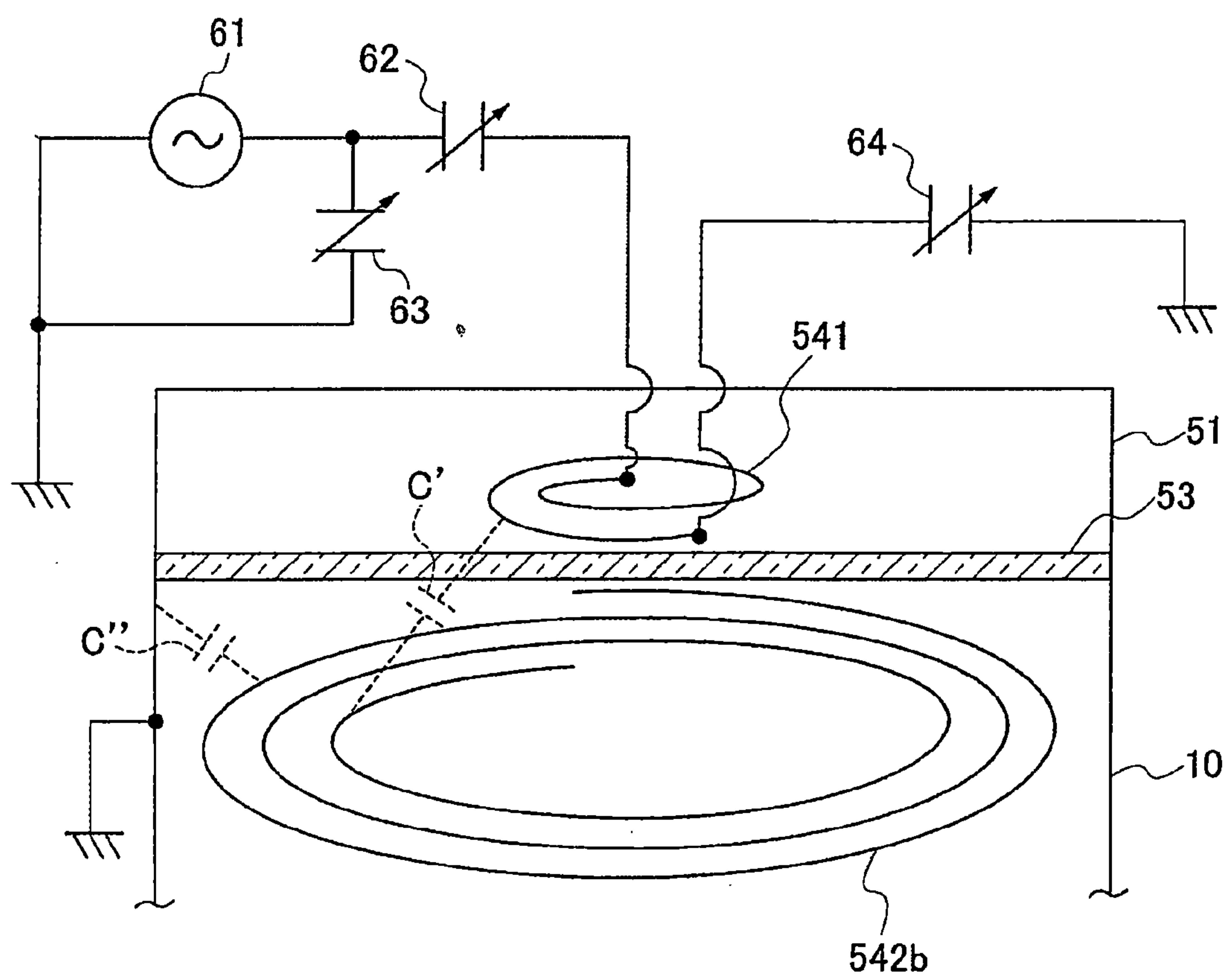


圖 8



542b

圖 9

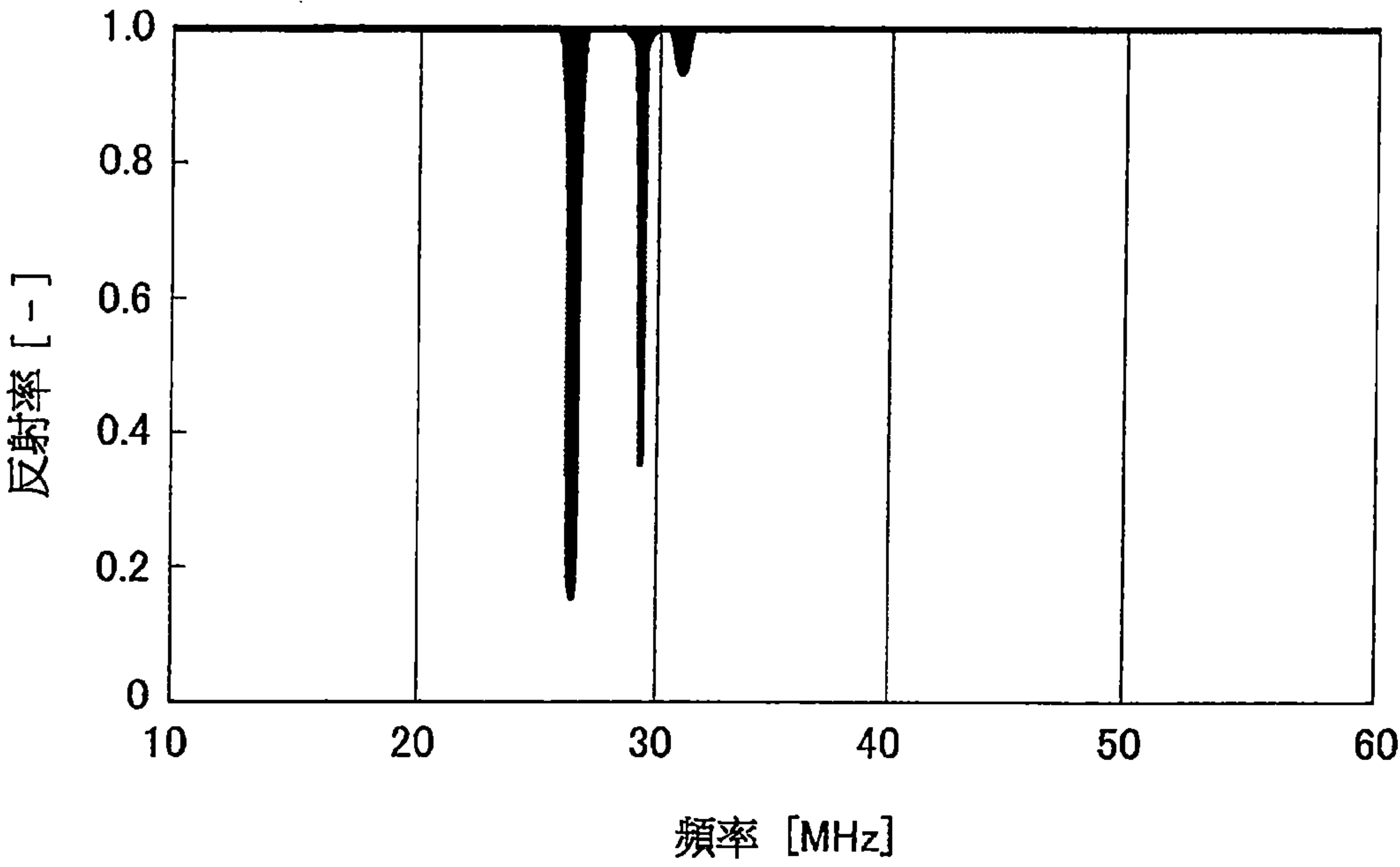


圖 10

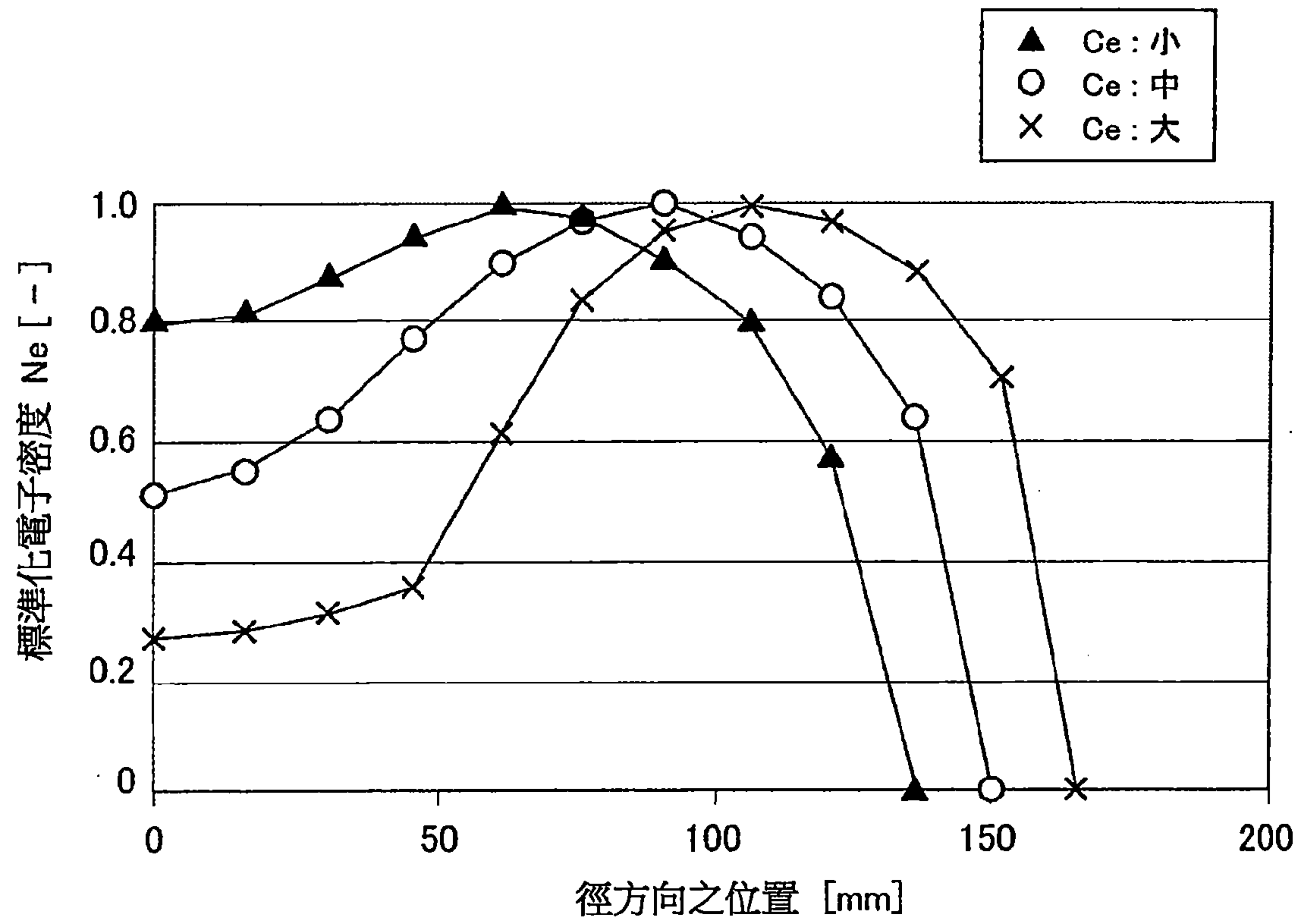
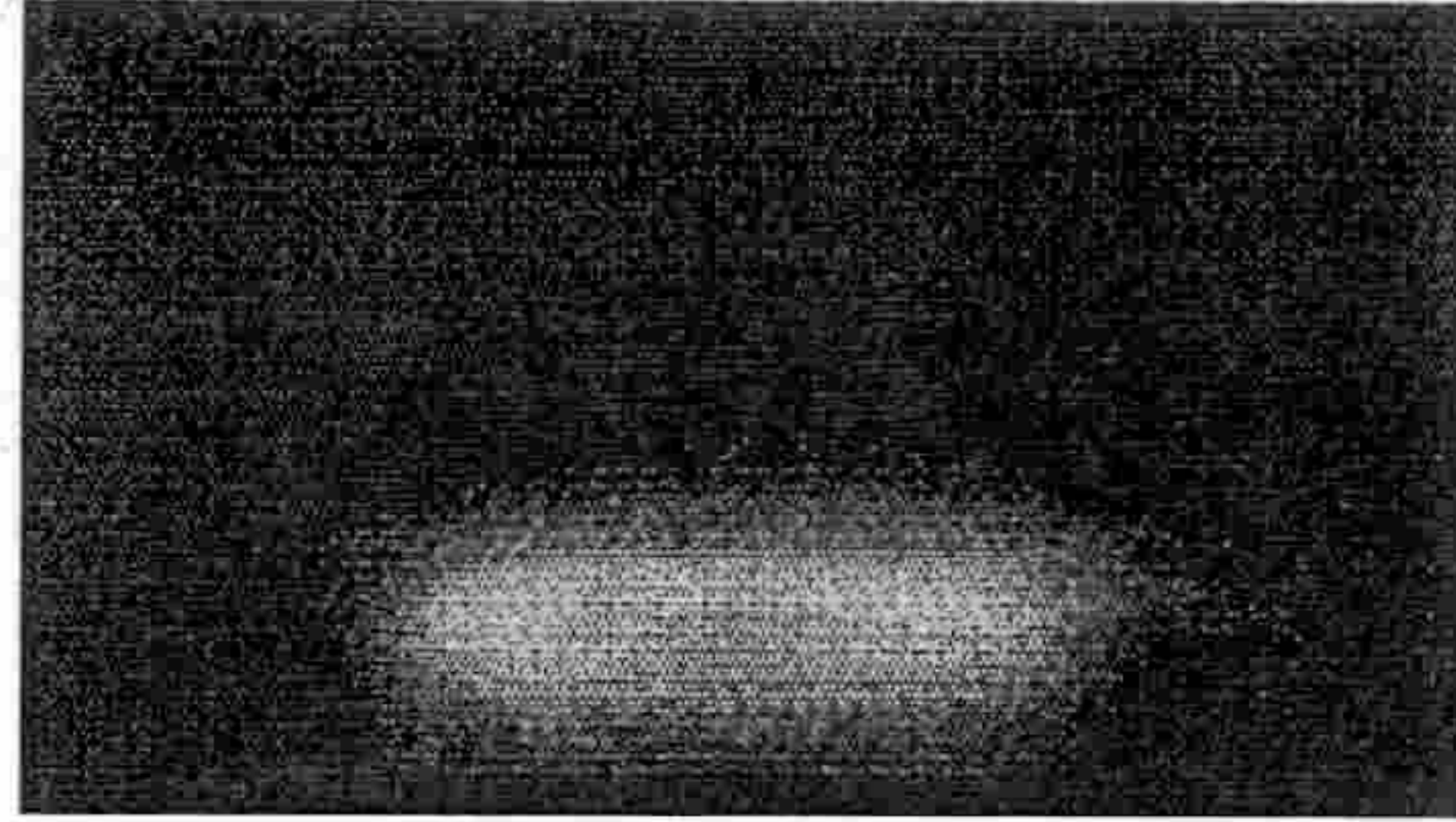
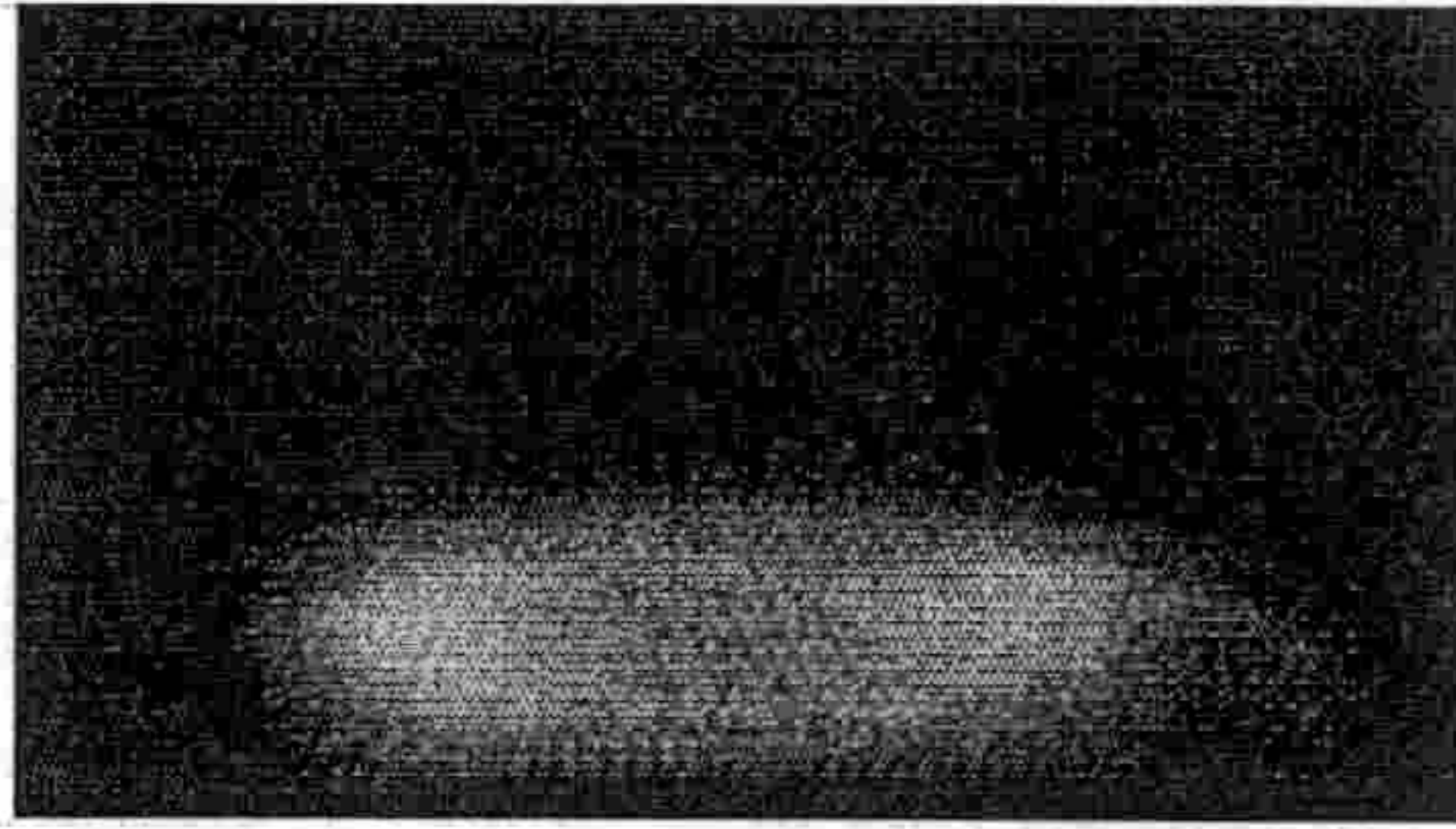


圖 11

(a) Ce:小



(b) Ce:中



(c) Ce:大



圖 12

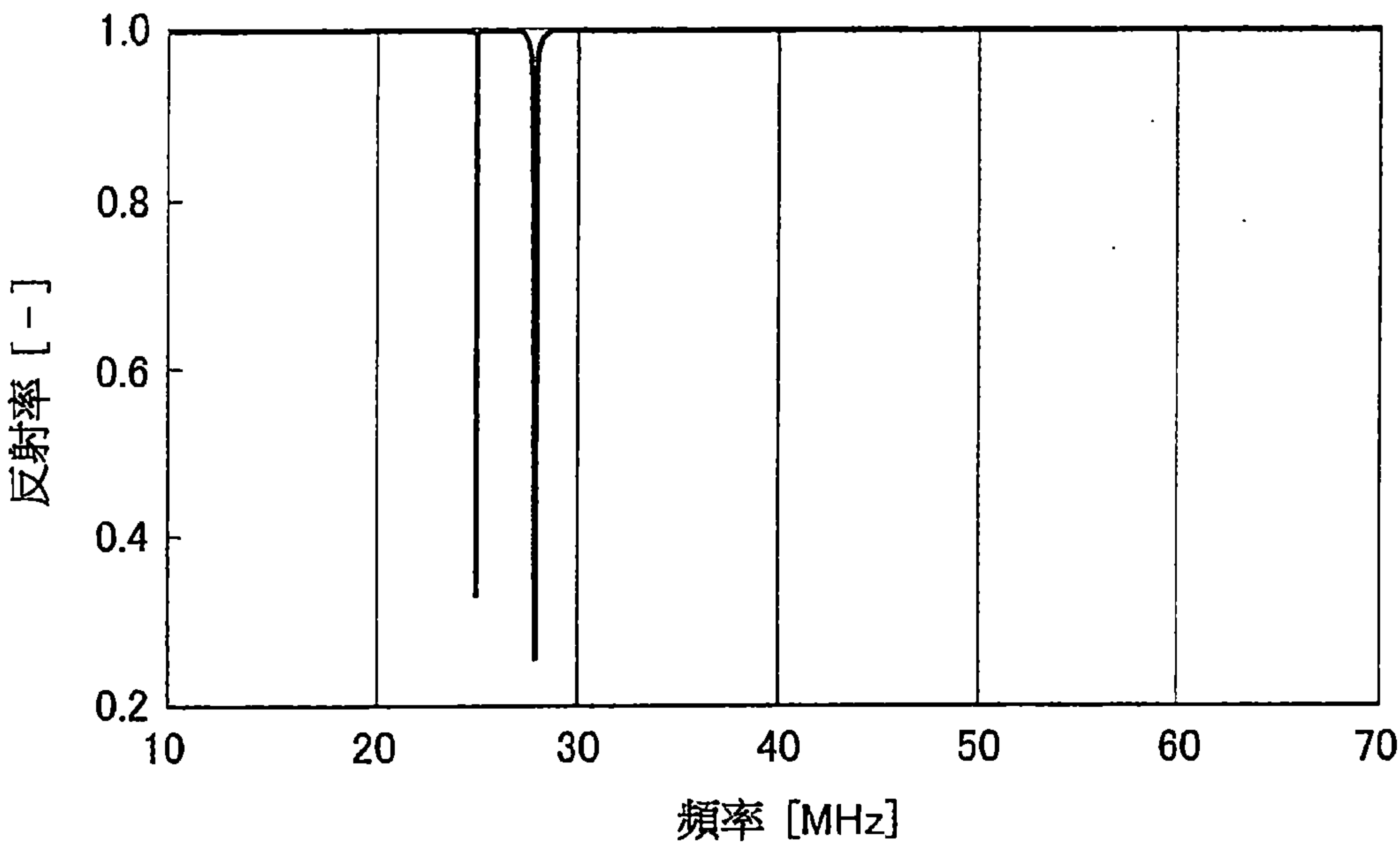


圖 13

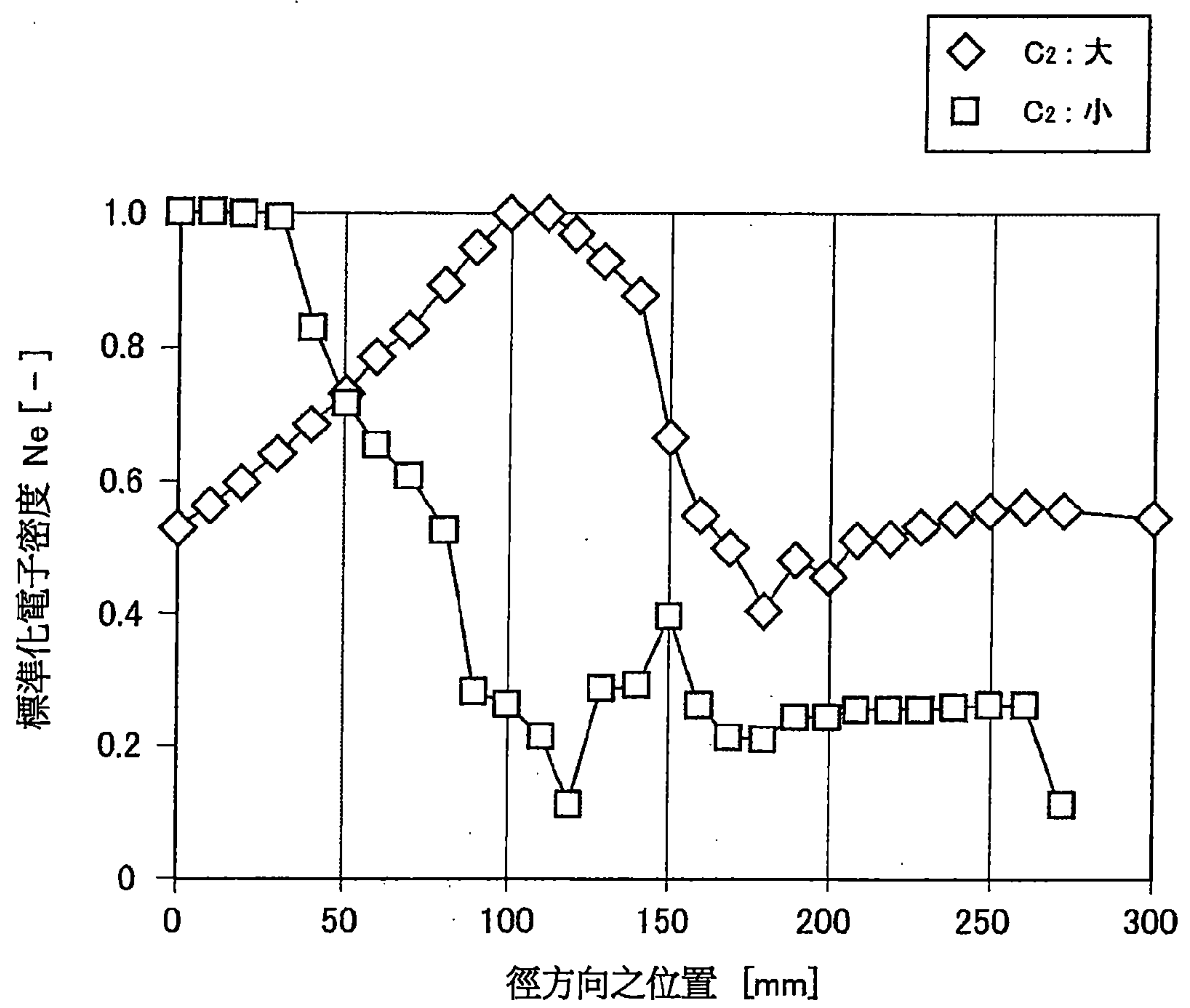


圖 14

(a) C2:小



(b) C2:大

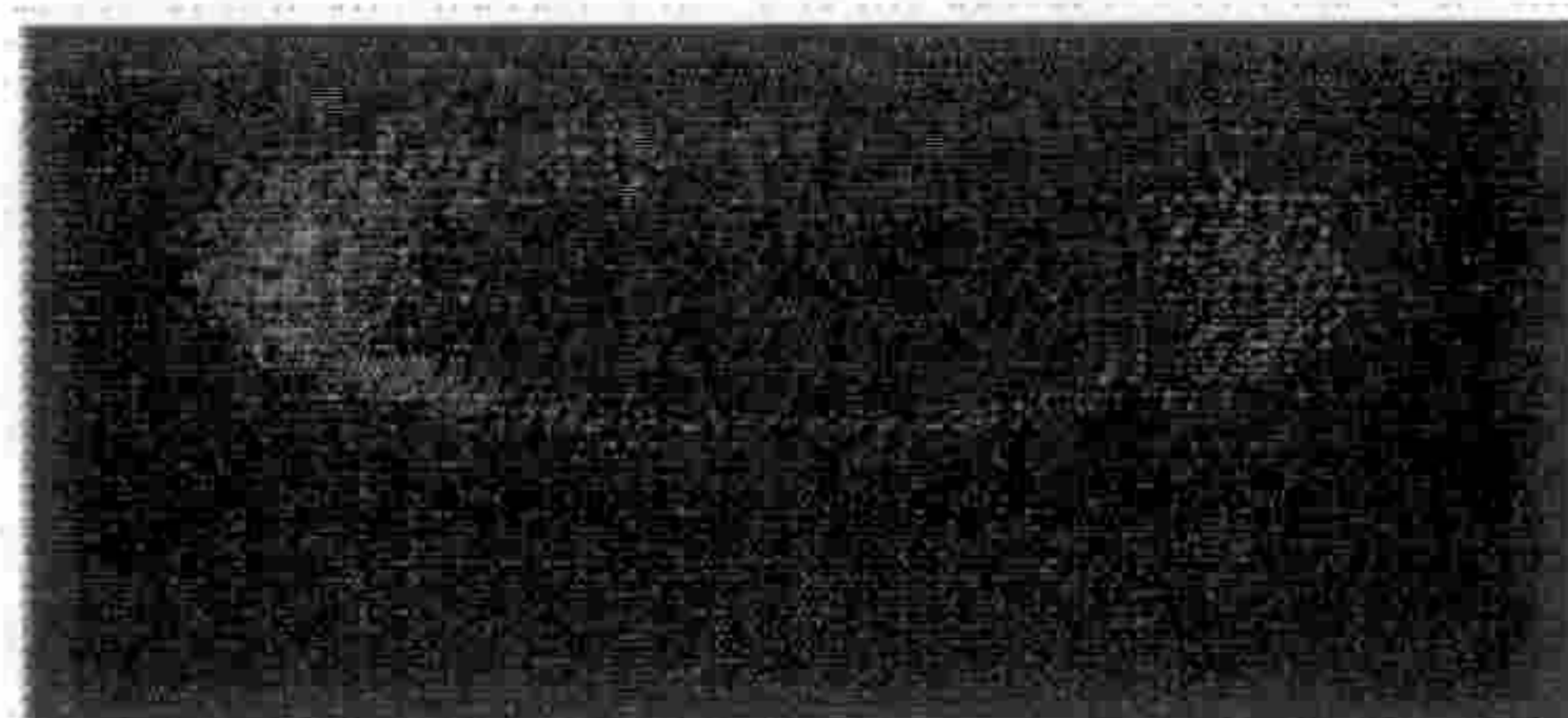


圖 15

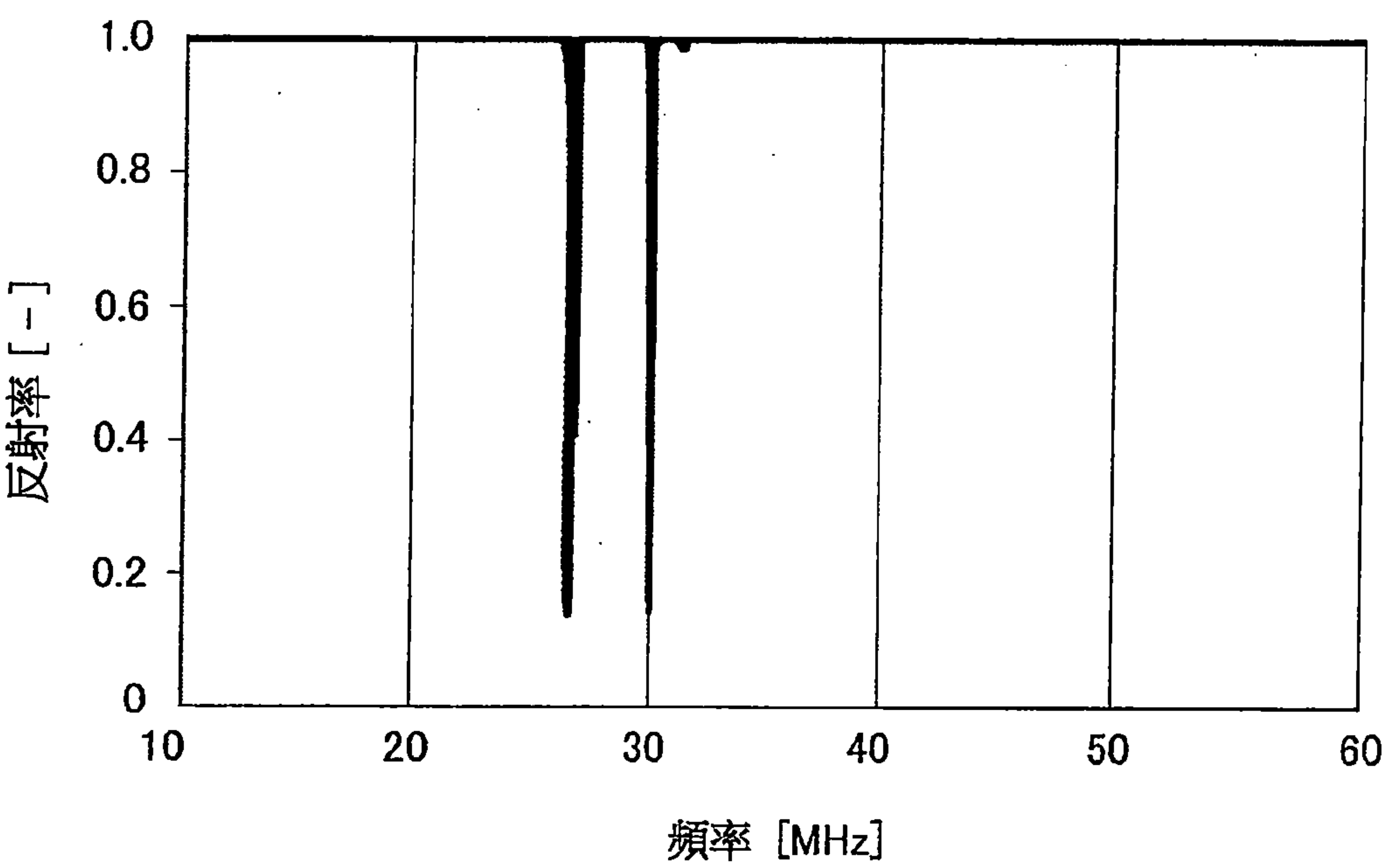


圖 16

