



(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 I886259 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：110114025

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)****H01J37/32 (2006.01)****H05H1/46 (2006.01)**

(30)優先權：2020/04/27 日本

2020-078481

(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：田中一光 TANAKA, IKKO (JP)；李黎夫 LI, LIFU (CN)；辻本宏 TSUJIMOTO, HIROSHI (JP)；寺澤淳 TERASAWA, ATSUSHI (JP)

(74)代理人：周良吉；周良謀

(56)參考文獻：

US 20150122421A1

審查人員：黃志源

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：10 共 36 頁

(54)名稱

基板處理裝置及基板處理裝置之控制方法

(57)摘要

本發明之課題為提供一種技術，在電漿處理裝置，對於吸入用的高頻電力，調整電漿產生用的高頻電力以高功率供給到電漿的時間點。

依本發明之基板處理裝置，具備：基板載置台，載置基板；第 1 高頻電源，將第 1 頻率的第 1 高頻電力供給到前述基板載置台；阻抗轉換器，將從前述第 1 高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；第 2 高頻電源，將比前述第 1 頻率低第 2 頻率之第 2 高頻電力供給到前述基板載置台；及控制部，控制前述阻抗轉換器的前述設定阻抗，前述控制部依基板處理而設定前述設定阻抗。

A substrate processing apparatus includes a substrate stage on which a substrate is disposed, a first radio-frequency power supply configured to supply first radio-frequency power having a first frequency to the substrate stage, an impedance converter configured to convert an impedance on a load side seen from the first radio-frequency power supply into a set impedance, a second radio-frequency power supply configured to supply second radio-frequency power having a second frequency lower than the first frequency to the substrate stage, and a controller configured to control the set impedance of the impedance converter, and the controller sets the set impedance according to a substrate processing.

指定代表圖：



圖 1

37a:氣體通氣孔

- 38:電極支撐體
- 38a:氣體導入口
- 39:緩衝室
- 40:處理氣體供給部
- 41:氣體供給配管
- 43:控制部
- W:基板



I886259

【發明摘要】

【中文發明名稱】 基板處理裝置及基板處理裝置之控制方法

【英文發明名稱】 SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND
CONTROL METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING
APPARATUS

【中文】

本發明之課題為提供一種技術，在電漿處理裝置，對於吸入用的高頻電力，調整電漿產生用的高頻電力以高功率供給到電漿的時間點。

依本發明之基板處理裝置，具備：基板載置台，載置基板；第1高頻電源，將第1頻率的第1高頻電力供給到前述基板載置台；阻抗轉換器，將從前述第1高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；第2高頻電源，將比前述第1頻率低的第2頻率之第2高頻電力供給到前述基板載置台；及控制部，控制前述阻抗轉換器的前述設定阻抗，前述控制部依基板處理而設定前述設定阻抗。

【英文】

A substrate processing apparatus includes a substrate stage on which a substrate is disposed, a first radio-frequency power supply configured to supply first radio-frequency power having a first frequency to the substrate stage, an impedance converter configured to convert an impedance on a load side seen from the first radio-frequency power supply into a set impedance, a second radio-frequency power supply configured to supply second radio-frequency power having a second frequency lower than the first frequency to the substrate stage, and a controller configured to

control the set impedance of the impedance converter, and the controller sets the set impedance according to a substrate processing.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板處理裝置

2:處理容器

10:載置台

11:基台

12:筒狀保持構件

13:筒狀支撐部

14:排氣路徑

15:緩衝板

16:排氣口

17:排氣管

18:排氣裝置

19:搬入搬出口

20:閘閥

21a:第1高頻電源

21b:第2高頻電源

22a:阻抗轉換器

22b:匹配器

24:噴頭

25:靜電吸盤

25a:中心部

25a1:基板載置面

25b:外周部

25b1:邊緣環載置面

26:電極板

27:直流電源

28:直流電源

29:電極板

30:邊緣環

31:冷媒室

32:冷卻單元

33:配管

34:配管

35:導熱氣體供給部

36:氣體供給管線

37:電極板

37a:氣體通氣孔

38:電極支撐體

38a:氣體導入口

39:緩衝室

40:處理氣體供給部

41:氣體供給配管

43:控制部

W:基板

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 基板處理裝置及基板處理裝置之控制方法

【英文發明名稱】 SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND
CONTROL METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING
APPARATUS

【技術領域】

【0001】

本發明係關於基板處理裝置及基板處理裝置的控制方法。

【先前技術】

【0002】

例如，專利文獻1揭露可在高頻電源穩定控制載入功率的電漿蝕刻裝置。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

【0003】

〔專利文獻1〕日本特開2015-090770號公報

【發明內容】

〔發明所欲解決的課題〕

【0004】

吾人要求一種技術，在電漿處理裝置，對於吸入用的高頻電力，調整將電漿產生用的高頻電力以高功率供給到電漿的時間點。

〔用於解決課題的手段〕

【0005】

依照本發明的一態樣，提供一種基板處理裝置，具備：基板載置台，載置基板；第1高頻電源，將第1頻率的第1高頻電力供給到前述基板載置台；阻抗轉換器，將從前述第1高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；第2高頻電源，將比前述第1頻率低的第2頻率之第2高頻電力供給到前述基板載置台；及控制部，控制前述阻抗轉換器的前述設定阻抗，前述控制部依基板處理而設定前述設定阻抗。

〔發明效果〕

【0006】

本發明提供一種技術，在電漿蝕刻裝置，對於吸入用的高頻電力，調整將電漿產生用的高頻電力以高功率供給到電漿的時間點。

【圖式簡單說明】**【0007】**

〔圖1〕圖1為表示本實施形態的基板處理裝置之概略構成的剖面圖。

〔圖2〕圖2為表示本實施形態的基板處理裝置之電漿產生用的高頻電源及阻抗轉換器之構成的方塊圖。

〔圖3〕圖3為表示本實施形態的基板處理裝置之離子吸入用的高頻電源及匹配器之構成的方塊圖。

〔圖4〕圖4為說明本實施形態的基板處理裝置之控制部的處理之流程圖。

〔圖5〕圖5（a）、（b）為說明在本實施形態的基板處理裝置供給高頻電力時的波形之圖。

〔圖6〕圖6（a）～（c）為說明在本實施形態的基板處理裝置供給高頻電力時的阻抗對於波形的影響之圖。

〔圖7〕圖7(a)～(c)為表示本實施形態的基板處理裝置之供給高頻電力時的規定之阻抗時的波形之圖。

〔圖8〕圖8為表示本實施形態的基板處理裝置之供給高頻電力時的阻抗與波形之間的關係之圖。

〔圖9〕圖9為表示本實施形態的基板處理裝置之供給高頻電力時的阻抗與電漿的電子密度之間的關係之圖。

〔圖10〕圖10為表示本實施形態的基板處理裝置之供給高頻電力時的阻抗與蝕刻率之間的關係之圖。

【實施方式】

【0008】

以下，針對用於實施本發明的形態參考圖示予以說明。尚且，在本說明書及圖示，針對實質上相同的構成，附加相同的符號，而省略重複的說明。

【0009】

<基板處理裝置1的全體構成>

首先，參考圖1說明基板處理裝置1的全體構成之一例。圖1為表示本實施形態的基板處理裝置1之概略構成的剖面圖。尚且，在本實施形態，說明基板處理裝置1為RIE（Reactive Ion Etching，反應離子蝕刻）型的基板處理裝置之範例。

【0010】

在圖1，基板處理裝置1具有金屬製、例如鋁製或不鏽鋼製的已接地的圓筒型之處理容器2，在該處理容器2內，配設載置基板W的圓板狀之載置台10。載置台10具備：基台11；及靜電吸盤25。基台11（載置台10）發揮下部電極的功能。基台11例如由鋁所構成。基台11經由絕緣性的筒狀保持構件12而由從處理容器2的底部朝向垂直上方延伸的筒狀支撐部13所支撐。

【0011】

在處理容器2的側壁與筒狀支撐部13之間形成有排氣路徑14，在排氣路徑14的入口或途中配設環狀的緩衝板15，並且在底部設有排氣口16，對於該排氣口16經由排氣管17而連接排氣裝置18。在此，排氣裝置18具有乾式泵浦及真空泵浦，將處理容器2內的處理空間減壓到規定的真空度。又，排氣管17具有可變式蝶閥也就是自動壓力控制閥（automatic pressure control valve）（以下稱為「APC」。），該APC自動控制處理容器2內的壓力。進一步，在處理容器2的側壁，安裝開閉基板W的搬入搬出口19之閘閥20。

【0012】

對於基台11，經由阻抗轉換器22a而連接第1高頻電源21a。又，對於基台11，經由匹配器22b而連接第2高頻電源21b。第1高頻電源21a將規定頻率（例如40MHz）的電漿產生用之高頻電力供給到基台11（載置台10）。第2高頻電源21b將比第1高頻電源21a低的規定頻率（例如，400kHz）之離子吸入用的高頻電力供給到基台11（載置台10）。

【0013】

在處理容器2的頂板部，配設也可發揮上部電極的功能之噴頭24。藉此，在基台11（載置台10）與噴頭24之間，施加來自第1高頻電源21a及第2高頻電源21b之2個頻率的高頻電壓。

【0014】

在基台11的上表面，設有藉由靜電吸附力而吸附基板W的靜電吸盤25。靜電吸盤25具有；圓板狀的中心部25a，載置有基板W；及環狀的外周部25b，形成為包圍中心部25a。中心部25a相對於外周部25b朝向圖中上方突出。中心部25a的上表面為載置基板W的基板載置面25a1。外周部25b的上表面為載置邊緣環30的邊緣環載置面25b1。邊緣環載置面25b1成為在基板載置面25a1的周圍載置邊

緣環30。邊緣環30也稱為聚焦環。又，中心部25a構成為使由導電膜所構成的電極板26挾持在一對誘電膜之間。對於電極板26，電性連接直流電源27。外周部25b構成為使由導電膜所構成的電極板29挾持在一對誘電膜之間。對於電極板29，電性連接直流電源28。

【0015】

直流電源27及直流電源28可變更所供給的直流電壓之位準及極性。直流電源27藉由來自後述的控制部43之控制，而對於電極板26施加直流電壓。直流電源28藉由來自控制部43的控制，而對於電極板29施加直流電壓。靜電吸盤25藉由從直流電源27對於電極板26施加的電壓而使庫倫力等靜電力產生，藉由靜電力而將基板W吸附保持在靜電吸盤25。又，靜電吸盤25藉由從直流電源28對於電極板29施加的電壓而使庫倫力等靜電力產生，藉由靜電力而將邊緣環30吸附保持在靜電吸盤25。

【0016】

尚且，就本實施形態的靜電吸盤25而言，基板W用的靜電吸盤與邊緣環30用的靜電吸盤成為一體，但可將基板W用的靜電吸盤與邊緣環30用的靜電吸盤分別設為不同靜電吸盤。也就是說，可構成為挾持在電極板26與電極板29分別獨立的誘電膜。又，本實施形態的電極板29表示單極的電極之範例，但也可為雙極的電極。尚且，雙極的情況，即使電漿未產生時，也可吸附邊緣環30。

【0017】

在基台11的內部，例如，設置沿著圓周方向延伸的環狀之冷媒室31。在冷媒室31，從冷卻單元32經由配管33、34而循環供給規定溫度的冷媒，例如冷卻水，並且藉由該冷媒的溫度而控制靜電吸盤25上的基板W之處理溫度。尚且，冷媒為在配管33、34循環供給的溫度調整用之載體。溫度調整用的載體不只冷卻基台11及基板W，也可將其加熱。

【0018】

又，對於靜電吸盤25，經由氣體供給管線36而連接導熱氣體供給部35。導熱氣體供給部35使用氣體供給管線36而對於由靜電吸盤25的中心部25a與基板W所挾持的空間供給導熱氣體。作為導熱氣體，適合使用具有導熱性的氣體，例如氮氣等。

【0019】

頂板部的噴頭24具有：下表面的電極板37，具有多個氣體通氣孔37a；及電極支撐體38，可裝卸地支撐該電極板37。在電極支撐體38的內部設置緩衝室39，對於與緩衝室39連通的氣體導入口38a，經由氣體供給配管41而連接處理氣體供給部40。

【0020】

基板處理裝置1的各構成要素連接到控制部43。例如，排氣裝置18、第1高頻電源21a、第2高頻電源21b、阻抗轉換器22a、匹配器22b、直流電源27、直流電源28、冷卻單元32、導熱氣體供給部35及處理氣體供給部40連接到控制部43。控制部43控制基板處理裝置1的各構成要素。

【0021】

控制部43具備未圖示的中央處理裝置（CPU）及記憶體等記憶裝置，藉由讀出記憶裝置所記憶的程式及處理配方予以執行，而在基板處理裝置1執行期望的處理。

【0022】

在基板處理裝置1，首先使閘閥20成為開狀態而將加工對象的基板W搬入處理容器2內，載置在靜電吸盤25之上。然後，在基板處理裝置1，從處理氣體供給部40將處理氣體（例如，由 C_4F_6 、 C_4F_8 氣體、 O_2 氣體及Ar氣體而成的混合氣體）

以規定的流量及流量比導入處理容器2內，藉由排氣裝置18等而將處理容器2內的壓力設為規定值。

【0023】

進一步，在基板處理裝置1，從第1高頻電源21a及第2高頻電源21b將頻率分別相異的高頻電力供給到基台11（載置台10）。又，在基板處理裝置1，從直流電源27將直流電壓施加到靜電吸盤25的電極板26，而將基板W吸附到靜電吸盤25。又，在基板處理裝置1，從直流電源28將直流電壓施加到靜電吸盤25的電極板29，而將邊緣環30吸附到靜電吸盤25。從噴頭24吐出的處理氣體經電漿化，藉由電漿中的自由基或離子而對於基板W實施蝕刻處理。

【0024】

<電漿產生用的第1高頻電源21a及阻抗轉換器22a的構成>

圖2為表示本實施形態的基板處理裝置1之電漿產生用的第1高頻電源21a及阻抗轉換器22a之構成的方塊圖。

【0025】

第1高頻電源21a將第1頻率（例如，40MHz）的第1高頻電力HF經由高頻供電線23a而輸出到阻抗轉換器22a。第1高頻電源21a具備：高頻振盪器60a；功率放大器62a；電源控制部64a；及功率監視器66a。

【0026】

高頻振盪器60a為產生適合產生高頻放電的電漿之固定頻率（例如，40MHz）的正弦波或基本波之振盪器。功率放大器62a為將從高頻振盪器60a輸出的基本波之功率以能夠可變控制的增益或增幅率予以增幅的放大器。電源控制部64a為依照來自控制部43的控制符號而直接控制高頻振盪器60a及功率放大器62a的控制部。

【0027】

功率監視器66a檢出高頻供電線23a上的高頻電力之功率。功率監視器66a在高頻供電線23a上具備方向性耦合器。功率監視器66a檢出在高頻供電線23a上沿著順方向，也就是從第1高頻電源21a傳播到阻抗轉換器22a的進行波之功率PF1。又，功率監視器66a檢出在高頻供電線23a上沿著逆方向，也就是從阻抗轉換器22a傳播到第1高頻電源21a的反射波之功率RF1。然後，功率監視器66a將檢出結果輸出到電源控制部64a及控制部43。電源控制部64a將該檢出結果用於功率回饋控制。

【0028】

阻抗轉換器22a轉換阻抗。阻抗轉換器22a具備：阻抗感測器70a；阻抗轉換電路72a；及控制器74a。阻抗感測器70a為測定在高頻供電線23a上包含阻抗轉換電路72a的阻抗之負載側的阻抗之檢出器。阻抗轉換電路72a為具備連接到高頻供電線23a的多個，例如2個可控制的電抗元件（例如，可變電容器或者可變電感器） X_{H1} 及 X_{H2} 之電路。控制器74a將電抗元件 X_{H1} 及 X_{H2} 分別經由馬達（M）76a、馬達78a予以控制。控制器74a控制馬達76a、78a，使得阻抗感測器70a所檢出的阻抗成為由控制部43所設定的阻抗。

【0029】

尚且，載置台10為基板載置台的一例。

【0030】

<離子吸入用的第2高頻電源21b及匹配器22b的構成>

圖3為表示本實施形態的基板處理裝置1之離子吸引用的第2高頻電源21b及匹配器22b之構成的方塊圖。

【0031】

第2高頻電源21b將比第1頻率（例如，40MHz）低的第2頻率（例如，400kHz）之第2高頻電力LF經由高頻供電線23b而輸出到匹配器22b。第2高頻電源21b具備：高頻振盪器60b；功率放大器62b；電源控制部64b；及功率監視器66b。

【0032】

高頻振盪器60b為產生適合吸引離子的固定頻率（例如，400kHz）之正弦波或基本波的振盪器。功率放大器62b為將從高頻振盪器60b輸出的基本波之功率以能夠可變控制的增益或增幅率予以增幅的放大器。電源控制部64b為依照來自控制部43的控制訊號而直接控制高頻振盪器60b及功率放大器62b的控制部。

【0033】

功率監視器66b檢出高頻供電線23b上的高頻電力之功率。功率監視器66b在高頻供電線23b上具備方向性耦合器。功率監視器66b檢出在高頻供電線23b上沿著順方向，也就是從第2高頻電源21b傳播到匹配器22b傳播的進行波之功率PF2。又，功率監視器66b檢出在高頻供電線23b上沿著逆方向，也就是從匹配器22b傳播到第2高頻電源21b的反射波之功率RF2。然後，功率監視器66b將檢出結果輸出到電源控制部64b及控制部43。電源控制部64b將該檢出結果用於功率回饋控制。

【0034】

匹配器22b使第2高頻電源21b的阻抗與基台11（載置台10）的阻抗匹配。匹配器22b具備：阻抗感測器70b；匹配電路72b；及匹配控制器74b。阻抗感測器70b為在高頻供電線23b上測定包含匹配電路72b的阻抗之負載側的阻抗之檢出器。匹配電路72b為具備連接到高頻供電線23b的多個、例如2個可控制的電抗元件（例如，可變電容器或者可變電感器） X_{L1} 及 X_{L2} 之電路。匹配控制器74b為將電抗元件 X_{L1} 及 X_{L2} 分別經由馬達（M）76b、馬達78b予以控制的控制部。匹配控

制器74b控制馬達76b、78b，使得第2高頻電源21b的輸出阻抗及由阻抗感測器70b所檢出的阻抗匹配。

【0035】

<阻抗的控制>

說明本實施形態的基板處理裝置1之第1高頻電力HF的阻抗之控制。在本實施形態的基板處理裝置1，變更連接到第1高頻電源21a的阻抗轉換器22a所轉換的阻抗之設定值（設定阻抗）。

【0036】

圖4為說明本實施形態的基板處理裝置1之控制部43的控制之流程圖。使用圖4說明基板處理裝置1的控制部43之控制方法。

【0037】

（步驟S10）控制部43取得在基板處理裝置1所執行的基板處理之資訊。例如，從鍵盤等輸入手段輸入由作業者所執行的基板處理。控制部43取得從該輸入手段輸入並且由基板處理裝置1所執行的基板處理之資訊。又，控制部43也可從處理配方等取得由基板處理裝置1自動執行的基板處理之資訊。

【0038】

（步驟S20）控制部43針對在步驟S10所取得的基板處理之資訊，取得對應到該基板處理的內容之阻抗的設定值（設定阻抗）。例如，針對所執行的基板處理，適合該基板處理的阻抗之設定值（設定阻抗）以表格的方式保存在記憶體等記憶部。然後，控制部43藉由參考該表格，而對於已輸入的處理，取得適合該基板處理的阻抗之設定值（設定阻抗）。

【0039】

針對適合基板處理的阻抗之設定值（設定阻抗）被保存的表格，例如，從由基板處理裝置1所執行的基板處理之蝕刻率等評價結果，作成對於所執行的基板處理最適合的阻抗之設定值（設定阻抗）。

【0040】

（步驟S30）控制部43使用在步驟S20所取得的阻抗之設定值（設定阻抗）而控制阻抗轉換器22a。具體而言，控制部43控制阻抗轉換器22a的控制器74a，使得成為該阻抗的設定值（設定阻抗）。

【0041】

然後，本實施形態的基板處理裝置1以對應到所執行的基板處理之阻抗的設定值（設定阻抗）而進行基板處理。

【0042】

說明本實施形態的基板處理裝置1處理多片基板的情況。例如，說明基板處理裝置1連續進行第1基板處理、第2基板處理的情況。基板處理裝置1的控制部43在步驟S10取得所執行的第1基板處理及第2基板處理的資訊。然後，首先，進行第1基板處理時，控制部43取得對應到第1基板處理的內容之阻抗的第1設定值（步驟S20）。然後，控制部43使用第1設定值而控制阻抗轉換器22a（步驟S30）。然後，基板處理裝置1進行第1基板處理。接下來，進行第2基板處理時，控制部43取得對應到第2基板處理的內容之阻抗的第2設定值（步驟S20）。然後，控制部43使用第2設定值而控制阻抗轉換器22a（步驟S30）。然後，基板處理裝置1進行第2基板處理。

【0043】

本實施形態的基板處理裝置1處理多片基板時，如上述，控制部43針對各個基板處理設定阻抗的設定值（設定阻抗）。然後，基板處理裝置1以對應到各個基板處理的阻抗之設定值（設定阻抗），而處理基板。

【0044】

<同時供給第1高頻電力HF及第2高頻電力LF時的行為>

說明在本實施形態的基板處理裝置1，將第1高頻電力HF及第2高頻電力LF同時供給到基台11時的行為。

【0045】

圖5為示意說明在本實施形態的基板處理裝置1，將第1高頻電力HF及第2高頻電力LF供給到基台11時的第1高頻電力HF及第2高頻電力LF之波形的圖。尚且，圖5表示在阻抗轉換器22a阻抗被匹配的狀態。例如，第1高頻電源21a的輸出阻抗與從包含電漿所致之負載的阻抗轉換器22a之第1高頻電源21a所見之阻抗為一致的狀態。

【0046】

圖5（a）的上段表示來自第1高頻電源21a的第1高頻電力HF之電壓的波形。第1高頻電力HF的頻率（第1頻率）例如為40MHz。圖5（a）的下段表示來自第2高頻電源21b的第2高頻電力LF之電壓的波形。第2高頻電力LF的頻率（第2頻率）例如為400kHz。圖5（a）的中段表示從基台11返回第1高頻電源21a的反射波HFPr所致的第1高頻電力HF之損失。尚且，圖5表示以包絡線示意表示反射波HFPr。該反射波HFPr為互調失真（IMD（Intermodulation Distorsion））所致的反射波之功率。該反射波HFPr為返回第1高頻電源21a的功率訊號，故無助於電漿產生。

【0047】

圖5（b）表示有助於電漿產生的第1高頻電力HF之有效功率HFPe。圖5（b）的上段及下段係與圖5（a）相同。圖5（b）的中段表示從第1高頻電力HF的功率扣除反射波HFPr的功率而得的有效功率HFPe。

【0048】

如圖5所示，在阻抗轉換器22a，阻抗匹配的狀態下，第2高頻電力LF的電壓為正值及負值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變大。另外，第2高頻電力LF的電壓在零附近時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變小。

【0049】

<阻抗轉換器22a的設定阻抗所引發的行為>

接下來，說明在阻抗轉換器22a變更設定阻抗時的行為。

【0050】

圖6為示意說明在本實施形態的基板處理裝置1，將第1高頻電力HF及第2高頻電力LF供給到基台11時的阻抗轉換器22a之設定阻抗所致的影響之圖。圖6的各圖從上依序表示第1高頻電力HF的電壓之波形及第1高頻電力HF的有效功率HFPe、第2高頻電力LF的電壓之波形、反射波HFPr所致的第1高頻電力HF之損失。

【0051】

圖6（b）表示在阻抗轉換器22a，阻抗被匹配的狀態之波形。圖6（a）、圖6（c）表示在阻抗轉換器22a，阻抗未被匹配的狀態之波形。

【0052】

如圖5的說明所述，在阻抗被匹配的狀態（圖6（b）），第2高頻電力LF的電壓為正值及負值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變大。另外，第2高頻電力LF的電壓在零附近時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變小。因此，圖6（b）的情況，第2高頻電力LF的電壓在零附近時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變最大。另外，第2高頻電力LF的電壓為正值及負值的波峰時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變最小。

【0053】

另外，在阻抗未被匹配的狀態，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr的波峰不同於阻抗被匹配的情況。

【0054】

圖6(a)的情況，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變大。另外，第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變小。因此，圖6(a)的情況，第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變最大。另外，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變小。

【0055】

圖6(c)的情況，第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變大。另外，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，第1高頻電力HF的損失，也就是反射波HFPr會變小。因此，圖6(c)的情況，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變最大。另外，第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰時，第1高頻電力HF的有效功率HFPe會變小。

【0056】

以這種方式，不同於以往的將阻抗匹配的情況，可藉由將阻抗設成非匹配，而將互調失真所生的反射波之波峰出現的時間點相對於第2高頻電力LF的電壓改變。例如，可將設定阻抗的設定予以設定，使得反射波HFPr的波峰在第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰或負值的波峰時出現。

【0057】

將已變更阻抗的設定值（設定阻抗）時的具體波形表示在圖7、圖8。波形使阻抗轉換器22a的設定阻抗變化，同時藉由示波器而測定第1高頻電力HF、第2

高頻電力LF、及反射波HFPr。尚且，第1高頻電力HF測定了平均功率。使第1高頻電力HF的平均功率成為固定。又，圖8將阻抗的設定值（設定阻抗）繪製在後述的設定電阻及設定電抗的座標軸，彙整與該設定值相關的波形。

【0058】

尚且，將阻抗轉換器22a的設定阻抗彙整在表1。設定阻抗從已匹配的狀態以電阻與電抗之間的差分表示。因此，在已匹配的條件A，設定電阻及設定電抗為零。

【0059】

〔表1〕

條件	設定電阻（Ω）	設定電抗（Ω）
條件A（匹配狀態）	0	0
條件B	-3.8	19.2
條件C	-13.7	-10.7
條件D	-13.7	10.7
條件E	-16.7	0
條件F	-3.8	-19.2
條件G	13.4	-18.7
條件H	25	0
條件I	13.4	18.7

【0060】

藉由阻抗轉換器22a的設定阻抗，使得反射波HFPr的波峰出現的時間點相對於第2高頻電力LF的電壓（位相）不同。

【0061】

例如，圖7（a）的條件A之情況，也就是匹配狀態的情況，第2高頻電力LF的電壓為正值及負值的波峰時，反射波HFPr會變大。圖7（b）的條件B之情況，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，反射波HFPr會變小。圖7（c）的條件C之情況，第2高頻電力LF的電壓為正值的情況，反射波HFPr會變小。

【0062】

將已改變阻抗轉換器22a的設定阻抗時的電漿之電子密度表示在圖9。圖10的圖表之橫軸表示時間。尚且，圖9的圖表之橫軸的範圍相當於第2高頻電力LF的1周期。圖9的圖表之縱軸表示電漿的電子密度。

【0063】

從圖9的結果可知，可藉由設定成條件B作為阻抗轉換器22a的設定阻抗，而提高電漿的電子密度。

【0064】

進一步，將已改變阻抗轉換器22a的設定阻抗時的二氧化矽的蝕刻率表示在圖10。圖10的圖表之縱軸表示蝕刻率。

【0065】

從圖10的結果可知，可藉由設定成條件B作為阻抗轉換器22a的設定阻抗，而提高蝕刻率。

【0066】

其中，針對所執行的基板處理，說明適合該基板處理的阻抗。本實施形態的基板處理裝置1設定阻抗的設定值（設定阻抗），使得反射波的波峰相對於第2高頻電力LF的電壓（位相）位在預定的期間。

【0067】

首先，例如，討論所進行高蝕刻率的蝕刻處理之情況。如上述，在基板處理裝置1以條件B的阻抗供給第1高頻電力的話，可提高電漿的電子密度。又，可提高蝕刻率。因此，針對高蝕刻率的蝕刻處理，設定條件B作為適合基板處理的阻抗。具體而言，在第2高頻電力LF的電壓為負值的期間，特別是在第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰附近之期間，設成反射波成為波峰的阻抗之設定值（設

定阻抗)。藉由以條件B的阻抗供給第1高頻電力HF，使得眾多離子以高能量反應，而可在處理中促進蝕刻。

【0068】

接下來，例如，討論所進行選擇性高的蝕刻之情況（例如，對應蝕刻的深度而選擇蝕刻處理之情況等）。在基板處理裝置1以條件C的阻抗供給第1高頻電力HF的話，重複離子或自由基的表層附著及離子的高能量反應。

【0069】

說明具體的處理。第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰時，藉由第1高頻電力HF的有效功率變大，促進反應氣體的解離使得離子或自由基增加。然後，促進離子或自由基的解離時，由於第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰，故附著在已解離的自由基之表層。尚且，由於供給的第1高頻電力HF，故解離的離子或自由基的種類會不同。例如，使用C₄F₆作為蝕刻氣體時，供給的第1高頻電力HF之功率較小時，解離度較小並且附著係數較高的自由基（例如，C_xF_y）會大量產生。附著係數高的自由基藉由附著在處理對象的表層，例如可發揮保護遮罩的效果。另外，供給的第1高頻電力HF較大時，解離度較大並且附著係數較低的自由基（例如，CF₂、CF、CF₃等）會大量產生。附著係數較低的自由基被輸送到蝕刻形狀的底部，故更有助於蝕刻。然後，第2高頻電力LF的電壓為負值的波峰時，藉由已解離的離子供給到底部，而促進蝕刻。如上述，在第2高頻電力LF的周期，重複離子或自由基的表層附著及離子的高能量反應。

【0070】

如上述，第2高頻電力LF的電壓為負值時，設定阻抗使得反射波變大，藉此，藉由離子或自由基的附著係數不同，而可執行具有選擇性的蝕刻。因此，對於具有選擇性的蝕刻處理，設定條件C作為適合基板處理的阻抗。具體而言，在第

2高頻電力LF的電壓為正值的期間，特別是在第2高頻電力LF的電壓為正值的波峰附近的期間，設成反射波成為波峰的阻抗之設定值（設定阻抗）。

【0071】

尚且，作為適合基板處理的阻抗，不限於條件B、條件C。例如，也可藉由選擇其他條件，而進行具有條件B、條件C的各個基板處理之中間特性的蝕刻。

【0072】

<作用・效果>

可藉由本實施形態的基板處理裝置1，而在電漿處理裝置，對於吸入用的第2高頻電力LF之電壓（位相），調整電漿產生用的第1高頻電力之供給的功率之時間點。也就是說，可藉由將本實施形態的基板處理裝置1之阻抗轉換器22a的阻抗設成非匹配的狀態，而將反射波產生的時間點相對於第2高頻電力LF的電壓（位相）變更。然後，可藉由將反射波產生的時間點相對於第2高頻電力LF的電壓（位相）變更，而對於第2高頻電力LF的電壓（位相），調整第1高頻電力以高功率供給到電漿的時間點。然後，可藉由本實施形態的基板處理裝置1，而設定成適合處理的阻抗。

【0073】

本次揭露的本實施形態之基板處理裝置應視為在各方面為例示而不限於此。上述的實施形態在不脫離附加的請求範圍及其主旨的情況下，能夠以各種形態變形及改良。上述多個實施形態所記載的事項可在彼此不衝突的範圍也得到其他構成，或者在彼此不衝突的範圍組合。

【0074】

本發明的基板處理裝置也可應用在電容耦合電漿（Capacitively Coupled Plasma/CCP）、電感耦合電漿（Inductively Coupled Plasma/ICP）、利用微波而產生電漿的裝置（例如，利用徑向線槽孔天線（Radial Line Slot Antenna/RLSA）

而產生的電漿)、電子迴旋共振電漿(Electron Cyclotron Resonance Plasma/ECR)、以及螺旋波電漿(Helicon Wave Plasma/HWP) 等任一類型。

【符號說明】

【0075】

- 1:基板處理裝置
- 2:處理容器
- 10:載置台
- 11:基台
- 12:筒狀保持構件
- 13:筒狀支撐部
- 14:排氣路徑
- 15:緩衝板
- 16:排氣口
- 17:排氣管
- 18:排氣裝置
- 19:搬入搬出口
- 20:閘閥
- 21a:第1高頻電源
- 21b:第2高頻電源
- 22a:阻抗轉換器
- 22b:匹配器
- 24:噴頭
- 25:靜電吸盤

25a:中心部

25a1:基板載置面

25b:外周部

25b1:邊緣環載置面

26:電極板

27:直流電源

28:直流電源

29:電極板

30:邊緣環

31:冷媒室

32:冷卻單元

33:配管

34:配管

35:導熱氣體供給部

36:氣體供給管線

37:電極板

37a:氣體通氣孔

38:電極支撐體

38a:氣體導入口

39:緩衝室

40:處理氣體供給部

41:氣體供給配管

43:控制部

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種基板處理裝置，包含：

基板載置台，載置基板；

第1高頻電源，將第1頻率的第1高頻電力供給到該基板載置台；

阻抗轉換器，將從該第1高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；

第2高頻電源，將比該第1頻率低的第2頻率之第2高頻電力供給到該基板載置台；及

控制部，依基板處理而控制該阻抗轉換器的該設定阻抗，使得從該阻抗轉換器朝向該第1高頻電源傳播的反射波之波峰位在該第2高頻電力的電壓為負值的期間。

【請求項2】

如請求項1的基板處理裝置，其中，

該控制部依電漿的電子密度而設定該設定阻抗。

【請求項3】

如請求項1的基板處理裝置，其中

該控制部依蝕刻率而設定該設定阻抗。

【請求項4】

如請求項1的基板處理裝置，其中

該控制部依蝕刻的深度而設定該設定阻抗。

【請求項5】

如請求項1的基板處理裝置，其中，

該控制部設定該設定阻抗，使得從該阻抗轉換器朝向該第1高頻電源傳播的該反射波之該波峰位在對於該第2高頻電力的電壓預先設定的期間。

【請求項6】

如請求項1至5中任一項的基板處理裝置，其中，

該控制部在進行多個基板處理時，分別針對各個處理設定該設定阻抗。

【請求項7】

一種基板處理裝置的控制方法，該方法包含：

將基板載置於基板載置台上；

藉由第1高頻電源供給第1頻率的第1高頻電力到該基板載置台；

藉由阻抗轉換器將從該第1高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；

藉由第2高頻電源供給比該第1頻率低的第2頻率之第2高頻電力到該基板載置台；及

依基板處理而控制該阻抗轉換器的該設定阻抗，使得從該阻抗轉換器朝向該第1高頻電源傳播的反射波之波峰位在該第2高頻電力的電壓為正值的期間。

【請求項8】

一種基板處理裝置，包含：

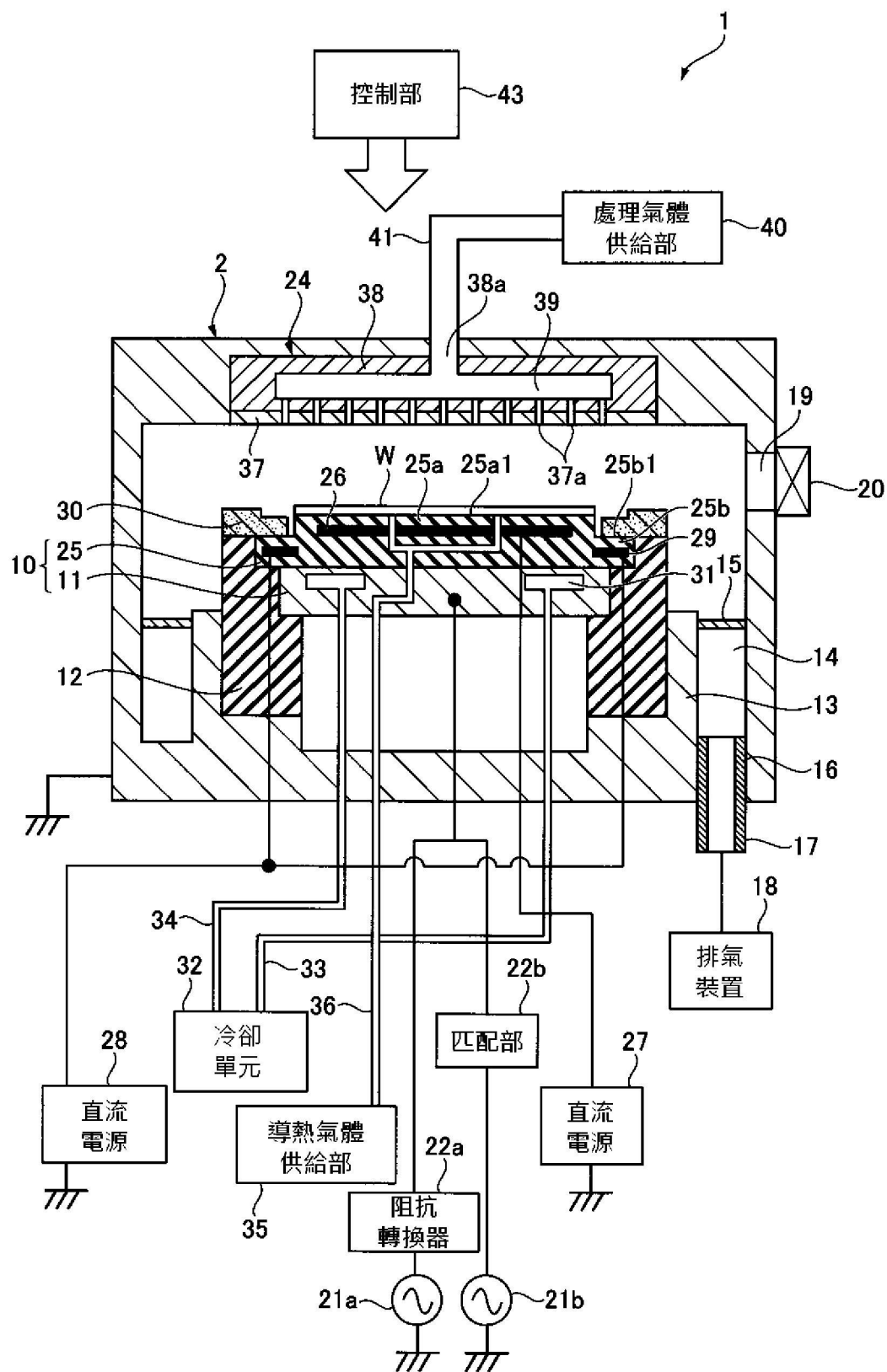
基板載置台，載置基板；

第1高頻電源，將第1頻率的第1高頻電力供給到該基板載置台；

阻抗轉換器，將從該第1高頻電源所見的負載側之阻抗轉換成已設定的設定阻抗；

第2高頻電源，將比該第1頻率低的第2頻率之第2高頻電力供給到該基板載置台；及

控制部，依基板處理而控制該阻抗轉換器的該設定阻抗，使得從該阻抗轉換器朝向該第1高頻電源傳播的反射波之波峰位在該第2高頻電力的電壓為正值的期間。



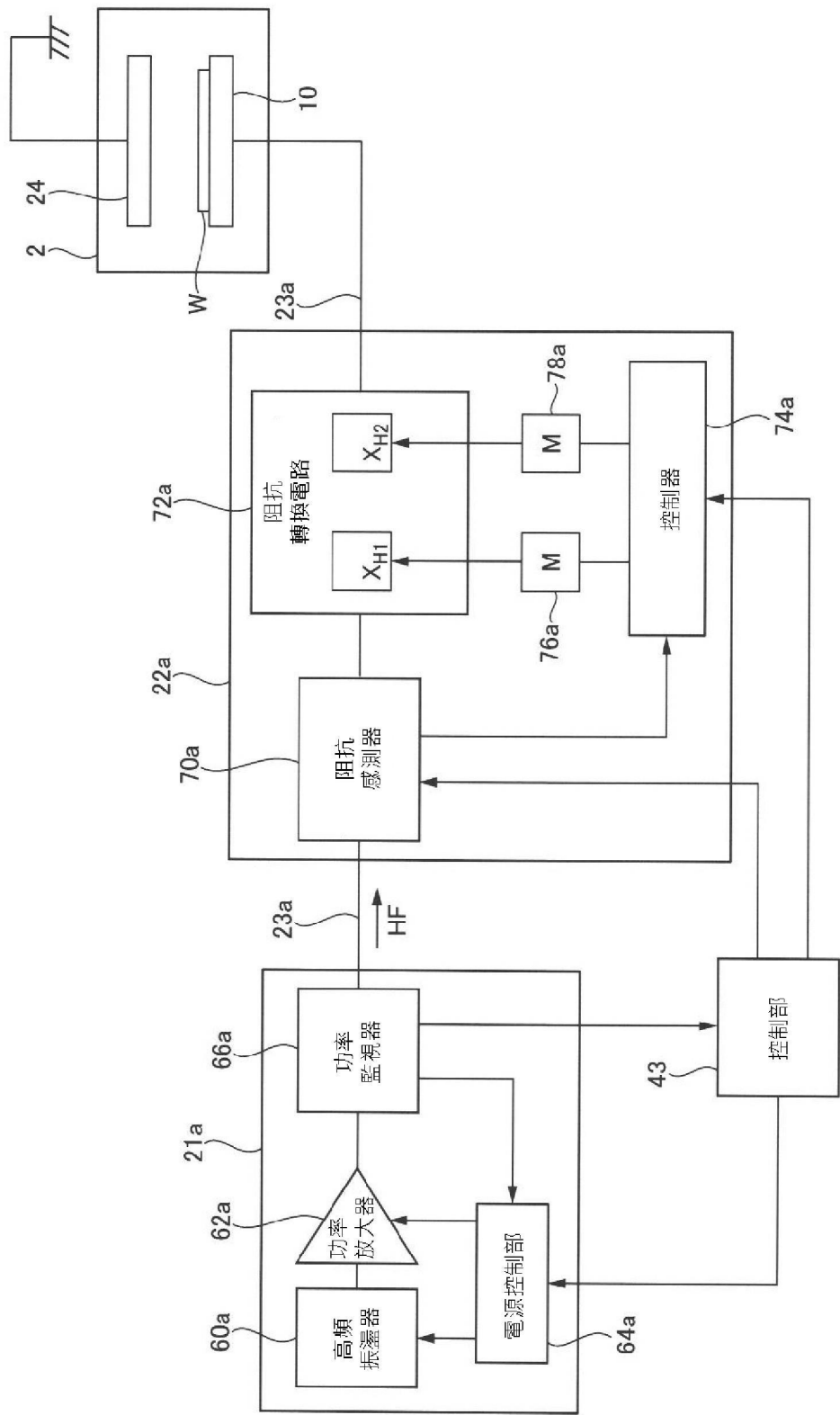


圖 2



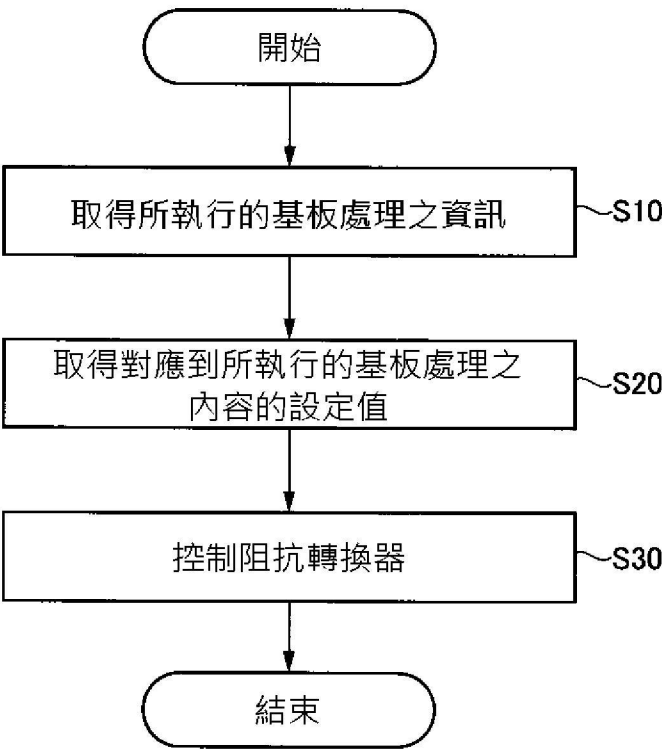


圖 4

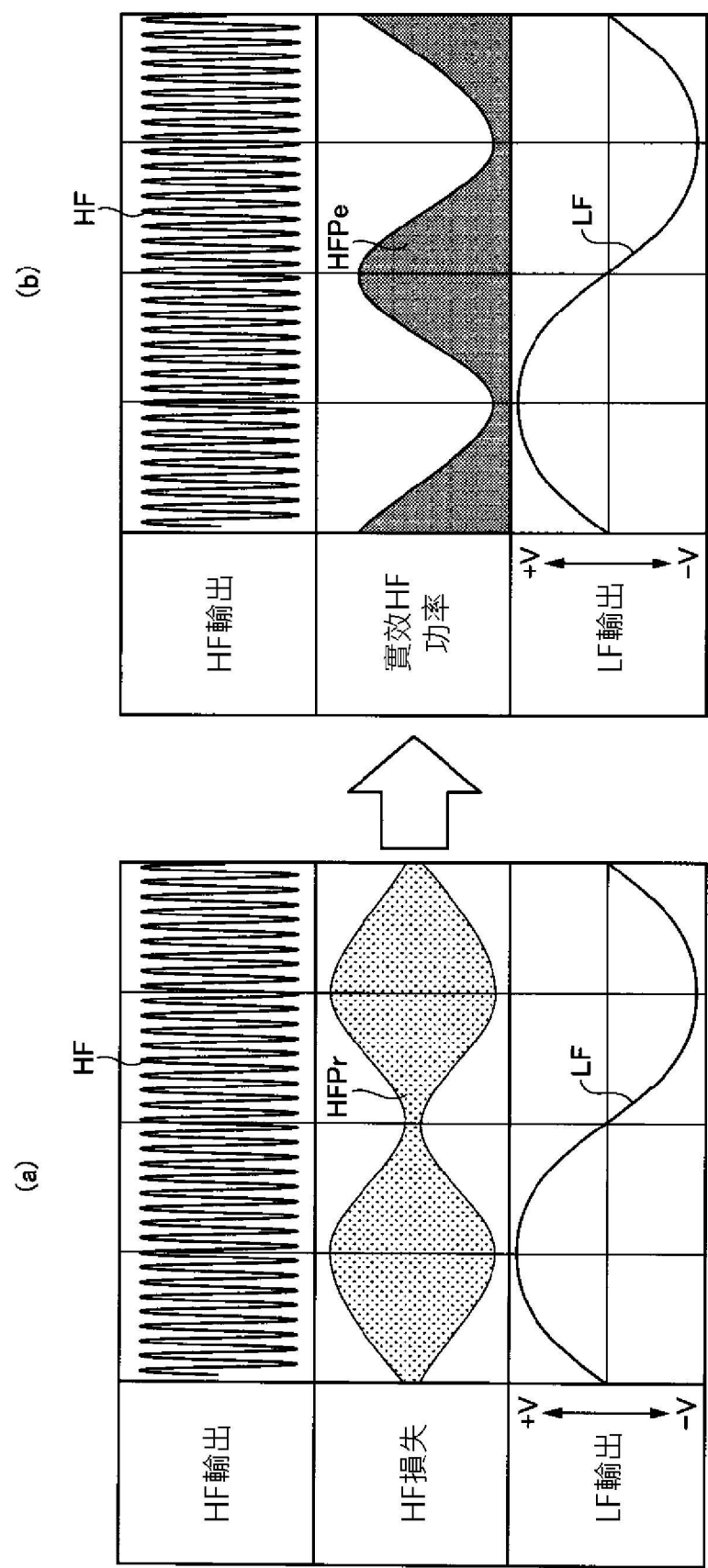


圖 5

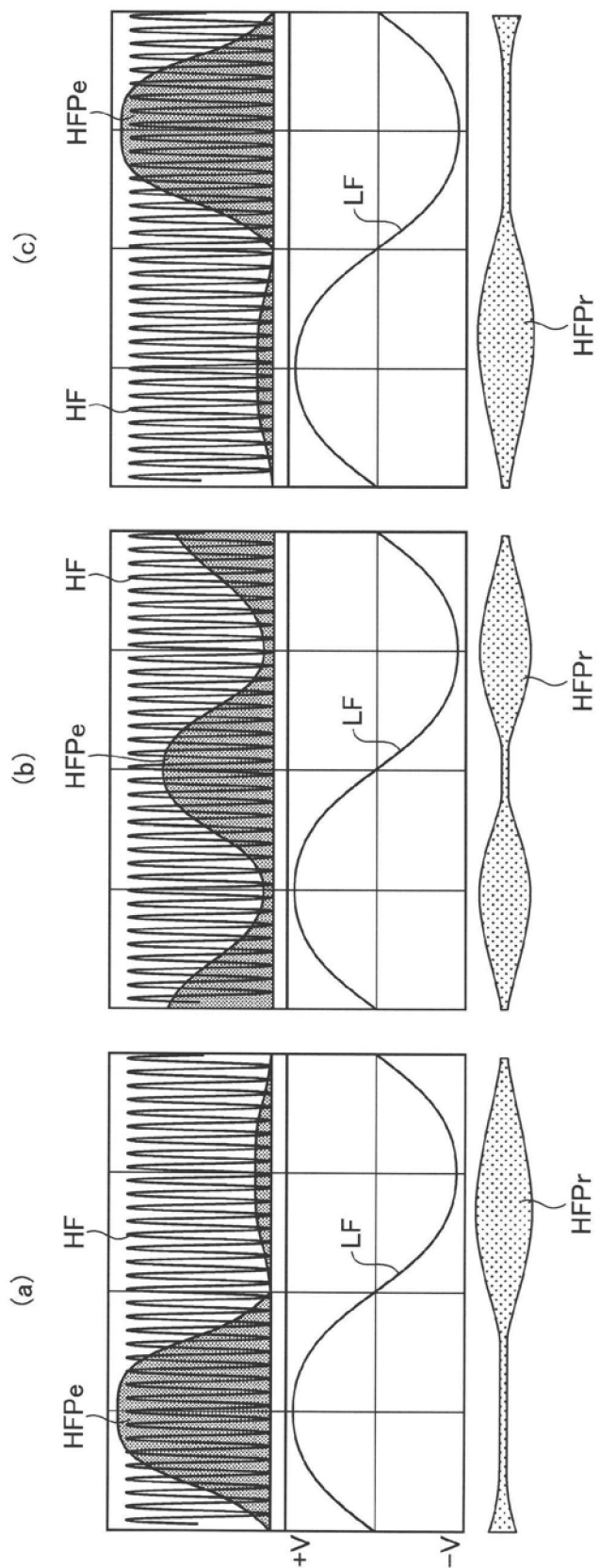


圖 6

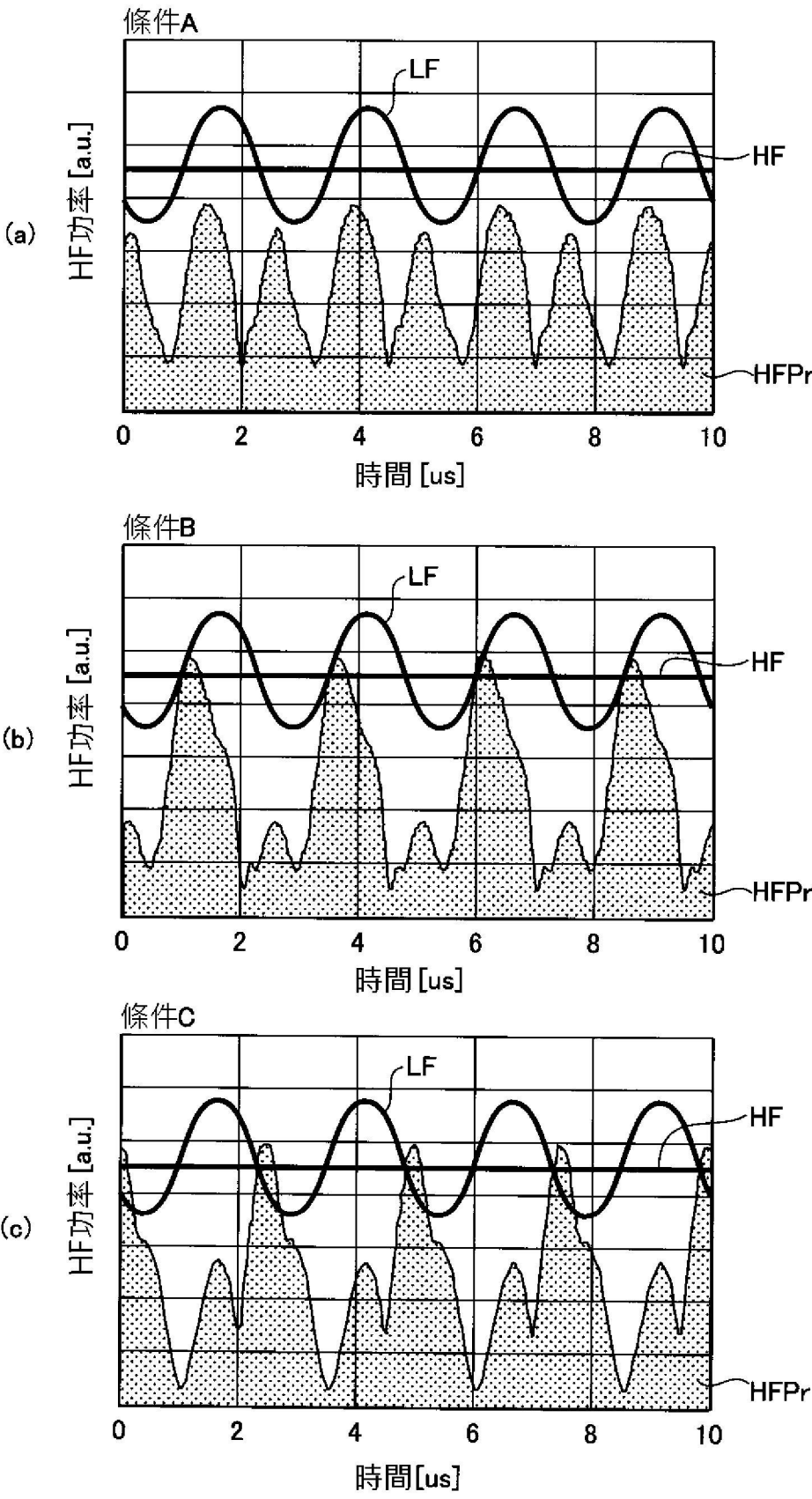


圖 7

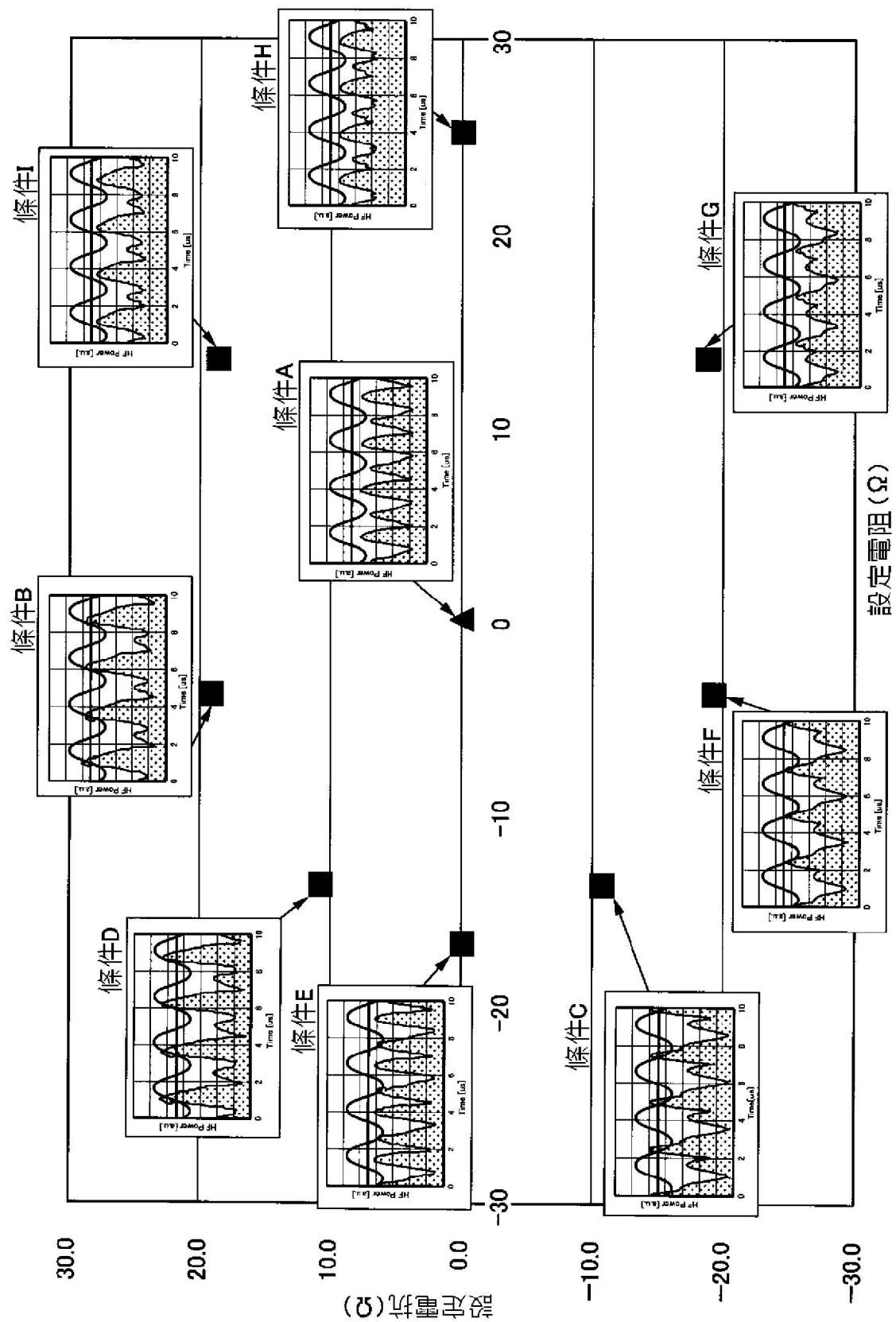


圖 8

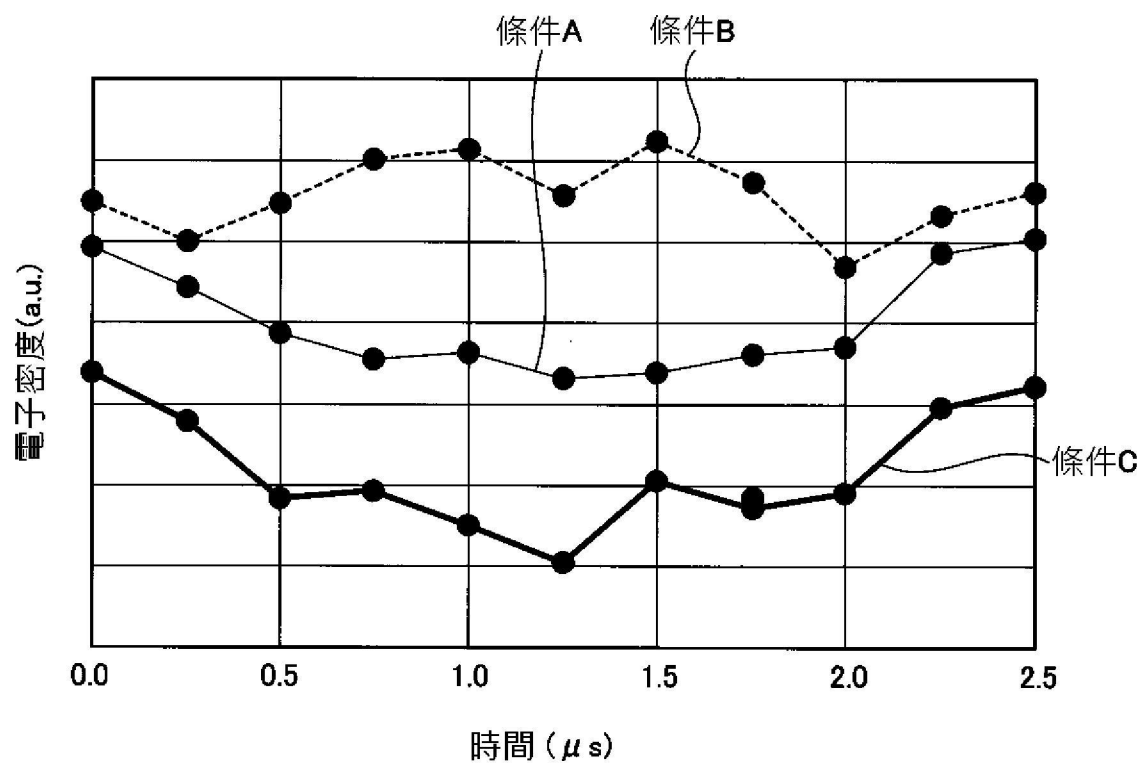


圖 9

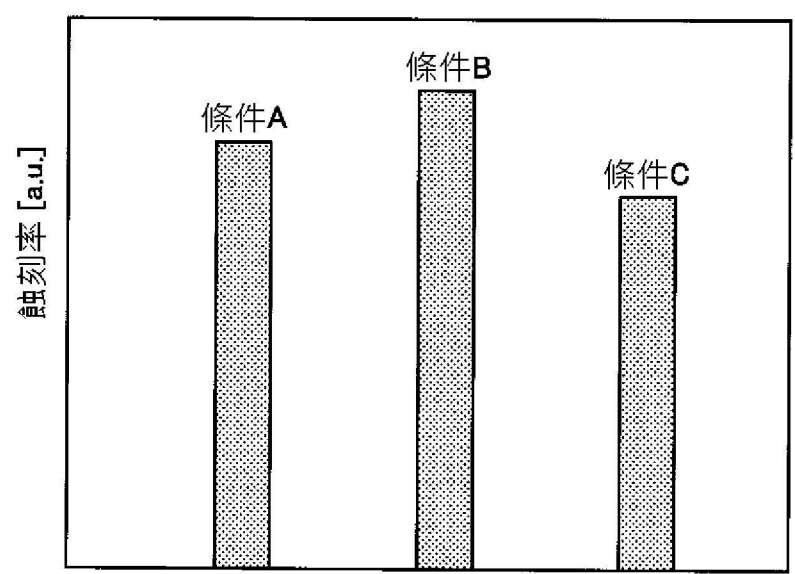


圖 10