

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)

電漿處理裝置及電漿處理方法

【技術領域】

本發明之各種面相及實施形態係關於一種電漿處理裝置及電漿處理方法。

【先前技術】

半導體之製造程序中，係廣泛地進行將薄膜之沉積或蝕刻等作為目的之電漿處理。為了得到高機能且高性能之半導體，最好是對被處理體之被處理面進行均勻的電漿處理。

電漿處理中會生成處理氣體電漿。電漿係包含有離子或自由基等活性基。被處理體之被處理面會藉由與包含離子及自由基之電漿反應來進行電漿處理。

近年來，半導體之製造程序中，係提議有在用以將被處理體電漿處理之處理容器內配置形成有多數貫通孔之柵極，而藉由柵極來將處理容器內部分割為2個空間之電漿處理裝置。

該電漿處理裝置係將被處理體載置於為較柵極要下方之空間的處理空間所配置之載置台上，並將用於電漿處理之處理氣體供給至為較柵極要上方之空間的電漿生成空間。然後，電漿處理裝置會藉由供給高頻電力至電漿生成空間，來生成供給至電漿生成空間的處理氣體之電漿。然後，電漿處理裝置會藉由將處理空間減壓，透過柵極來將在電漿生成空間所生成的電漿中之自由基與處理氣體從電漿生成空間朝處理空間導入。然後，電漿處理裝置會藉由供給偏壓用之高頻電力至載置台，來生成朝處理空間所導入的處理氣體之電漿，而將所生成之電漿中的離子朝載置台上之被處理體吸引。藉此，便可調整電漿中之自由基密度並且實施均勻的電漿處理。

【先行技術文獻】**【專利文獻】**

專利文獻 1：日本特開平 11-67737 號公報

專利文獻 2：日本特表平 7-500459 號公報

然而，上述技術中，卻有所謂的難以分別獨立地調整用以得到被處理體所欲處理特性之電漿中的離子密度與自由基密度之問題。

亦即，上述之技術中，係不會在電漿生成空間所生成之電漿與在處理空間所生成之電漿之間形成有鞘層，而會成為相同電位之電漿。因此，上述技術中，為了得到被處理體之被處理面內的遮罩選擇比或 CD(Critical Dimension)等之所欲處理特性，而分別獨立調整離子密度與自由基密度是有所困難的。

【發明內容】

所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施態樣中，係具備有：處理容器，係區劃出處理空間；載置台，係配置於該處理空間，並載置被處理體；介電體，係以阻塞該處理空間之方式來安裝於該處理容器，並形成有內部空間，以及讓該內部空間連通於該處理空間之連通孔；第 1 及第 2 電極，係形成於該介電體內，並對向夾置該內部空間；第 1 氣體供給機構，係將被用於電漿處理之第 1 處理氣體供給至該內部空間；第 1 高頻電源，係藉由將第 1 高頻電力供給至該第 1 及第 2 電極之至少一者，來生成供給至該內部空間之該第 1 處理氣體的電漿；減壓機構，係藉由將該處理空間減壓，透過該連通孔來從該內部空間朝該處理空間導入該第 1 電漿中之自由基與該第 1 處理氣體；第 2 高頻電源，係藉由供給第 2 高頻電力至該載置台，來生成朝該處理空間所導入之該第 1 處理氣體的電漿，以將該第 2 電漿中之離子朝該被處理體吸引；以及控制部，係藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極的該第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整該第 2 電漿中之自由基量，並藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理

空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整該第 2 電漿中之離子量。

根據所揭露之電漿處理裝置的 1 個態樣，便會達到所謂可分別獨立調整用以得到被處理體之所欲處理特性的處理空間內之電漿中離子密度與自由基密度之效果。

【圖式簡單說明】

圖 1 係顯示第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的概略剖面圖。

圖 2 係顯示利用第 1 實施形態相關之電漿處理的電漿處理的流程一範例之流程圖。

圖 3 係顯示利用第 1 實施形態相關之電漿處理的電漿處理的流程其他範例之流程圖。

圖 4 係用以顯示關於控制分別供給至上側電極及下側電極之電漿生成電力比率之情況的圖式。

圖 5 係顯示第 1 實施形態相關之電漿處理裝的變形例之概略剖面圖。

圖 6 係用以說明圖 5 所示之介電體構造一範例之概略俯視圖。

【實施方式】

以下，便基於圖式，就所揭露之電漿處理裝置及電漿處理方法的實施形態來詳細地說明。另外，本實施形態所揭露之發明並不被限定。各實施形態係可在處理內容不矛盾之範圍內適當地組合。

所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施形態中，係具備有：處理容器，係區劃出處理空間；載置台，係配置於處理空間，並載置被處理體；介電體，係以阻塞處理空間之方式來安裝於處理容器，並形成有內部空間，以及讓該內部空間連通於處理空間之連通孔；第 1 及第 2 電極，係形成於介電體內，並對向夾置內部空間；第 1 氣體供給機構，係將被用於電漿處理之第 1 處理氣體供給至內部空間；第 1 高頻電源，係藉由將第 1 高頻電力供給至第 1 及第 2 電極之至少一者，來生成供給至內部空間之第 1 處理氣體的電漿；減壓機構，係藉由將處理空間減壓，透過連通孔來從內部空間朝處理空間導入第 1 電漿中之自由基與第 1 處理氣體；第 2 高頻電源，係藉由

供給第 2 高頻電力至載置台，來生成朝處理空間所導入之第 1 處理氣體的第 2 電漿，以將該第 2 電漿中之離子朝被處理體吸引；以及控制部，係藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極的第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量，並藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的比率，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。

又，所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施形態中，係介電體之內部空間係沿被處理體之徑向而被分割為同心圓狀的複數小空間；各複數小空間係透過連通孔來連通至處理空間；第 1 及第 2 電極係形成於介電體內對應於各複數小空間之位置，並對向夾置各複數小空間；控制部係藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極的第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從各複數小空間朝處理空間供給的該第 1 電漿中之自由基量，以藉由該自由基來沿被處理體之徑向調整第 2 電漿中的自由基量的分布；藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的比率，來調整透過連通孔從各複數小空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來沿被處理體之徑向調整第 2 電漿中之離子量的分布。

又，所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施形態中，控制部係進一步地調整分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的相位差。

又，所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施形態中，控制部係將分別供給至第 1 及第 2 電極之高頻電力的相位差調整為 180° 。

又，所揭露之電漿處理裝置在 1 個實施形態中，係更具備有將第 2 處理氣體供給至處理空間之第 2 氣體供給機構；第 2 高頻電源係藉由將第 2 高頻電力供給至載置台，來生成供給至處理空間之第 1 及第 2 處理氣體的第 3 電漿，而將該第 3 電漿中之離子朝被處理體吸引；控制部係進一步間歇性地控制第 2 高頻電源之 ON/OFF；在將第 2 高頻電源控制為 OFF 之期間，藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的自由基量，並藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的比率，來調整透

過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來活性化被處理體表面，而生成活性化後被處理體之表面與朝處理空間所導入之該第 1 電漿中的自由基之反應物；在將該第 2 高頻電源控制為 ON 之期間，藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 3 電漿中之自由基量，並藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 3 電漿中的電漿中之離子量，而藉由已調整自由基量及離子量之第 3 電漿來蝕刻反應物。

又，所揭露之電漿處理方法在 1 個實施形態中，係使用電漿處理裝置之電漿處理方法，該電漿處理裝置係具備有：處理容器，係區劃出處理空間；載置台，係配置於處理空間，並載置被處理體；介電體，係以阻塞處理空間之方式來安裝於處理容器，並形成有內部空間，以及讓該內部空間連通於處理空間之連通孔；第 1 及第 2 電極，係形成於介電體內，並對向夾置內部空間；第 1 氣體供給機構，係將被用於電漿處理之第 1 處理氣體供給至內部空間；第 1 高頻電源，係藉由將第 1 高頻電力供給至第 1 及第 2 電極之至少一者，來生成供給至內部空間之第 1 處理氣體的電漿；減壓機構，係藉由將處理空間減壓，透過連通孔從內部空間朝處理空間導入第 1 電漿中之自由基與第 1 處理氣體；以及第 2 高頻電源，係藉由供給第 2 高頻電力至載置台，來生成朝處理空間所導入之第 1 處理氣體的電漿，以將該第 2 電漿中之離子朝被處理體吸引；並藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量；藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的比率，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。

(第 1 實施形態)

圖 1 係顯示第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的概略剖面圖。如圖 1 所示，第 1 實施形態相關之電漿處理裝置係具有氣密地構成，並為電性接

地電位之處理容器 1。處理容器 1 係區劃出用以進行電漿處理的處理空間 S。該處理容器 1 係圓筒狀，且由例如在表面形成有陽極氧化披覆膜之鋁等所構成。處理容器 1 內之處理空間 S 係配置有水平地載置為被處理體之半導體晶圓 W 之載置台 2。

載置台 2 係由導電性金屬，例如鋁等構成其基材 2a，且具有作為下部電極之機能。該載置台係透過絕緣板 3 來被導體之支撐台 4 所支撐。又，載置台 2 上方之外周係設置有由例如單晶矽、SiC 以及石英所形成之聚焦環 5。進一步地，以圍繞載置台 2 及支撐台 4 之周圍的方式來設置有由例如石英、氧化鋁等所構成之圓筒狀內壁構件 3a。

載置台 2 上面係設置有用以將半導體晶圓 W 靜電吸附之靜電夾具 6。該靜電夾具 6 係構成為在絕緣體 6b 之間介設電極 6a，而電極 6a 係連接有直流電源 12。然後，藉由從直流電源 12 施加直流電壓至電極 6a，便會構成為以庫倫力來吸附半導體晶圓 W。

載置台 2 內部係形成有冷媒流道 2b，而冷媒流道 2b 係連接有冷媒入口配管 2c、冷媒出口配管 2d。然後，藉由讓 Galden(註冊商標)等冷媒循環於冷媒流道 2b 中，便可將支撐台 4 及載置台 2 控制為既定溫度。又，以貫穿載置台 2 等之方式來設置有用以供給氬氣體等冷熱傳導用氣體(背側氣體)至半導體晶圓 W 之內面側的背側氣體供給配管 30。該背側氣體供給配管 30 係連接於未圖式之背側氣體供給源。藉由該等構成，便可將以靜電夾具 6 所吸附保持於載置台 2 上面的半導體晶圓 W 控制為既定溫度。

載置台 2 上方係以平行地對向於載置台 2 之方式，換言之，係以對向於載置台 2 所支撐之半導體晶圓 W 之方式來設置有介電體 16。介電體 16 係以阻塞處理空間 S 之方式透過絕緣性構件 45 來安裝於處理容器 1。介電體 16 係形成有內部空間、以及讓內部空間連通於處理空間 S 之連通孔。具體而言，介電體 16 係由例如氧化鋁、陶瓷、石英以及矽等物質所形成，並具備有上部介電體 16a 以及裝卸自如地安裝於上部介電體 16a 之圓板狀下部介電體 16b。

上部介電體 16a 係形成為與下部介電體 16b 為相同直徑之圓盤形狀。上部介電體 16a 內部係形成有為圓形內部空間之氣體擴散室 16c。氣體擴散室 16c 下面係設置有為貫通孔之複數氣體流通孔 16d。

下部介電體 16b 係以重合於上部介電體 16a 之氣體流通孔 16d 的方式來設置有於厚度方向貫通下部介電體 16b 的複數氣體導入孔 16e。下部介電體 16b 之氣體導入孔 16e 與上部介電體 16a 之氣體流通孔 16d 係建構出讓氣體擴散室 16c 連通於處理空間 S 之連通孔。藉由此般之構成，供給至氣體擴散室 16c 之處理氣體便會透過氣體流通孔 16d 及氣體導入孔 16e 來噴淋狀地分散供給至處理容器 1 內之處理空間 S。以下，便將氣體流通孔 16d 及氣體導入孔 16e 適當地稱為「連通孔」。

介電體 16(上部介電體 16a)係形成有用以將處理氣體朝氣體擴散室 16c 導入的氣體導入口 16f。氣體導入口 16f 係連接有氣體供給配管 17，而氣體供給配管 17 之基端係連接有第 1 氣體供給源 18。另外，氣體供給配管 17 係設置有開閉氣體供給配管 17 之閥 17a 及未圖示之流量調節器(MFC: Mass Flow Controller)等。

第 1 氣體供給源 18 係透過氣體供給配管 17 及氣體導入口 16f 來將第 1 處理氣體供給至氣體擴散室 16c。例如，在對阻劑膜、反射防止膜、有機膜、氧化膜、氮化膜、低介電率膜、氮化鈦、矽等進行電漿蝕刻處理的情況，第 1 氣體供給源 18 會將 CF 系氣體、CHF 系氣體、O₂、Cl₂、HBr、Ar、H₂、He 等作為第 1 處理氣體來供給至氣體擴散室 16c。又，例如，在進行以原子層單位來蝕刻被處理膜之 ALE(Atomic Layer Etching)處理的情況，第 1 氣體供給源 18 會將 Cl₂ 等作為第 1 處理氣體來供給至氣體擴散室 16c。第 1 氣體供給 18 所供給至氣體擴散室 16c 之第 1 處理氣體係透過連通孔來供給至處理容器 1 內的處理空間 S。第 1 氣體供給源 18 為第 1 氣體供給機構之一範例。

介電體 16 係形成有於厚度方向貫通上部介電體 16a 及下部介電體 16b 至處理容器 1 內之處理空間 S 的貫通孔 16g。貫通孔 16g 係連接有氣體供給配管 19，而氣體供給配管 19 之基端係連接有第 2 氣體供給源 20。另外，氣體供給配管 19 係設置有開閉氣體供給配管 19 之閥 19a 及未圖示之流量調節器(MFC)等。

第 2 氣體供給源 20 會透過氣體供給配管 19 及貫通孔 16g 來將第 2 處理氣體供給至處理空間 S。例如，在進行 ALE 處理之情況，第 2 氣體供給源 20 將 Ar 等作為第 2 處理氣體來供給至處理空間 S。第 2 氣體供給源 20

為第 2 氣體供給機構之一範例。另外，第 2 處理氣體亦可為同於第 1 處理氣體之氣體，亦可為不同於第 1 氣體之氣體。

介電體 16(上部介電體 16a)內部係形成有上側電極 21 及下側電極 22。上側電極 21 與下側電極 22 係對向夾置氣體擴散室 16c。上側電極 21 及下側電極 22 會藉由例如將鉬等導電性物質火焰噴塗，且進一步地於其上將介電體物質火焰噴塗來埋設於介電體 16 內部。

上側電極 21 及下側電極 22 係透過電力分配器 23 來連接有第 1 高頻電源 10a。第 1 高頻電源 10a 係透過電力分配器 23 來將例如 1MHz 以下之頻率的高頻電力，較佳地為 400kHz 之高頻電力供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者。更加詳細而言，第 1 高頻電源 10a 會藉由電力分配器 23 來將高頻電力供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者，來生成從第 1 氣體供給源 18 被供給至氣體擴散室 16c 之第 1 處理氣體的電漿。以下便將從第 1 高頻電源 10a 透過電力分配器 23 來供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者的高頻電力適當地稱為「電漿生成電力」。又，以下便將使用電漿生成電力來在氣體擴散室 16c 所生成之第 1 處理氣體的電漿適當地稱為「第 1 電漿」。

電力分配器 23 會將自第 1 高頻電源 10a 所輸入之電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配。被用於利用電力分配器 23 之電漿生成電力的分配之分配比率，換言之，從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 的電漿生成電力的比率是可變的。電力分配器 23 之分配比率的控制值係藉由例如後述之控制部 60 來輸入。亦即，電力分配器 23 係使用以控制部 60 所輸入之分配比率的控制值，來將從第 1 高頻電源 10a 所輸入之電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配。

又，電力分配器 23 係具有調整從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 的電漿生成電力之相位差的機能。藉由電力分配器 23 來調整之電漿生成電力的相位差之控制值會藉由例如控制部 60 來輸入。亦即，電力分配器 23 會使用藉由控制部 60 所輸入之電漿生成電力的相位差之控制值，來調整從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 的電漿生成電力之相位差。

又，載置台 2 之基材 2a 係透過匹配器 11b 來連接有第 2 高頻電源 10b。第 2 高頻電源 10b 係透過匹配器 11b 來將例如 400kHz~27MHz 之頻率的高頻電力，較佳地為 13MHz 之高頻電力供給至載置台 2。更加詳細而言，第 2 高頻電源 10b 會藉由將高頻電力供給至載置台 2，來生成朝處理空間 S 所導入之第 1 處理氣體的電漿，以將所生成之第 2 電漿中之離子朝半導體晶圓 W 吸引。以下便將從第 2 高頻電源 10b 供給至載置台 2 之高頻電力適當地稱為「偏壓電力」。又，以下便將使用偏壓電力來在處理空間 S 生成之第 1 處理氣體的電漿適當地稱為「第 2 電漿」。

另外，在進行 ALE 處理的情況，第 2 高頻電源 10b 會進行以下處理。亦即，除了第 1 處理氣體以外，更從第 2 氣體供給源 20 供給 Ar 等第 2 處理氣體至處理空間 S。第 2 高頻電源 10b 會藉由供給偏壓電力至載置台 2 來生成電漿，而將所生成之電漿中的離子朝半導體晶圓 W 吸引。以下便將使用偏壓電力在處理空間 S 所生成之第 1 及第 2 處理氣體的電漿適當地稱為「第 3 電漿」。

處理容器 1 底部係形成有排氣口 71，該排氣口 71 係透過排氣管 72 來連接有排氣裝置 73。排氣裝置 73 係具有真空泵，並藉由讓該真空泵動作來將處理容器 1 內之處理空間 S 減壓至既定壓力。更加詳細而言，排氣裝置 73 會藉由將處理空間 S 減壓，並透過連通孔(氣體流通孔 16d 及氣體導入孔 16e)從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 導入在氣體擴散室 16c 所生成之第 1 電漿中的自由基與處理氣體。排氣裝置 73 為減壓機構之一範例。

處理容器 1 側壁係設置有半導體晶圓 W 之搬出入口 74，該搬出入口 74 係設置有開閉該搬出入口 74 之閘閥 75。

圖中 76、77 係裝卸自如之沉積防護罩。沉積防護罩 76、77 係沿處理容器 1 內壁面來加以設置，並具有防止蝕刻副產物(沉積物)附著於處理容器 1 之功用。

上述構成之電漿蝕刻裝置會藉由控制部 60 來總括的控制其動作。該控制部 60 係設置有具備 CPU 來控制電漿蝕刻裝置各部之程序控制器 61、使用者介面 62 以及記憶部 63。

使用者介面 62 係由用以讓工序管理者管理電漿蝕刻裝置而進行指令輸入操作的鍵盤，以及將電漿蝕刻裝置之運作狀況可視化並顯示的顯示器等所構成。

記憶部 63 係儲存有記憶用以在程序控制器 61 之控制下來實現以電漿蝕刻裝置所實行的各種處理之控制程式(軟體)或處理條件資料等的配方。然後，依必要，藉由來自使用者介面 62 之指示等來從記憶部 63 叫出任意的配方而讓程序控制器 61 實行，便會在程序控制器 61 之控制下，進行電漿蝕刻裝置中所欲的處理。又，控制程式或處理條件資料等配方亦可利用已儲存於可以電腦讀取之電腦紀錄媒體(例如，硬碟、CD、軟碟、半導體記憶體等)等狀態者，或是亦可從其他裝置，例如透過專用線路來隨時傳送，來在線上利用。

例如，控制部 60 會以進行後述電漿處理的方式來控制電漿處理裝置之各部。在舉個詳細的範例時，控制部 60 會在對於有機膜進行電漿蝕刻處理的情況，進行以下處理。亦即，控制部 60 會藉控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量。又，控制部 60 會藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來讓第 1 電漿中之電子透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。第 1 電漿與第 2 電漿係帶有相異之電能。第 1 電漿之上部側係形成有節點鞘層及電漿之下部側係形成有陽極鞘層。又，第 2 電漿之上部側係形成有陰極鞘層及電漿下部側係形成有陽極鞘層。亦即，第 1 電漿之陽極鞘層與第 2 電漿之陰極鞘層會鄰接。第 1 電漿中之電子會因第 1 電漿之陽極鞘層與第 2 電漿之陰極鞘層間的電位差而被加速，且作為電子束來被導入至第 2 電漿中。該第 1 電漿之陽極鞘層的大小會藉由控制從上述之第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，而可容易地調整。其結果，便可容易地調整電子束之入射能量與第 2 電漿中之離子量。又，藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，便可容易地調整第 1 電漿中之自由基量。

如此一來，藉由控制第 1 高頻電源 10a 之滿電量大小則自由基量便可以比率之控制來分別獨立控制離子量，而可以此般之電漿來得到所欲之處理特性。在此所謂的處理特性係包含有利用電漿之電漿處理速度(蝕刻速度、沉積速度)或晶圓 W 面內之均勻性或裝置之形狀等。

又，在舉其他例時，控制部 60 會在進行 ALE 處理的情況，進行以下處理。亦即，控制部 60 會間歇性地控制第 2 高頻電源 10b 之 ON/OFF。然後，控制部 60 會在將第 2 高頻電源 10b 控制為 OFF 的期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量。又，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來讓第 1 電漿中之電子加速而作為電子束透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 入射。藉由該電子來活性化被處理體表面，而生成活性化後該被處理體之表面與朝該處理空間 S 所導入之該第 1 電漿中的自由基之反應物。然後，控制部 60 會在將該第 2 高頻電源 10b 控制為 ON 之期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從內部空間朝處理空間所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 3 電漿中之自由基量。又，藉由控制分別供給至第 1 及第 2 電極之第 1 高頻電力的比率，來將第 1 電漿中之電子透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 供給，以藉由該電子來調整第 1 及第 2 處理氣體之第 3 電漿中的離子量，而藉由已調整離子量之第 3 電漿來蝕刻反應物。在此，所謂的間歇性地控制第 2 高頻電源 10b 之 ON/OFF 係相當於例如交互地重複進行利用第 2 高頻電源 10b 之偏壓電力的供給及供給停止。

接著，便說明利用第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的電漿處理之流程的一範例。圖 2 係顯示利用第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的電漿處理之流程的一範例之流程圖。圖 2 所示之範例中，係顯示對於有機膜進行電漿蝕刻處理的情況之電漿處理流程。

如圖 2 所示，電漿處理裝置會將處理容器 1 內之處理空間 S 與氣體擴散室 16c 減壓(步驟 S101)。然後，電漿處理裝置會將第 1 處理氣體供給至

介電體 16 之氣體擴散室 16c(步驟 S102)。例如，電漿處理裝置會將 CF 系氣體及/或 CHF 系氣體等作為處理氣體來供給至介電體 16 之氣體擴散室 16c。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會從第 1 氣體供給源 18 將第 1 處理氣體供給至介電體 16 之氣體擴散室 16c。

接著，電漿處理裝置會減壓至處理空間 S 與氣體擴散室 16c 之壓力差安定為止(步驟 S103)。例如，處理容器 1 內之處理空間 S 的壓力會成為介電體 16 之氣體擴散室 16c 的壓力之 1/10 倍以下，較佳地為 1/100 倍以下，來讓處理容器 1 之處理空間 S 減壓。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會使用排氣裝置 73 來將處理容器 1 內之處理空間 S 減壓。此時，會預先調整處理空間 S 與氣體擴散室 16c 之間的連通孔徑，而在減壓時以讓處理空間 S 與氣體擴散室 16c 會得到安定壓力差的方式來減壓。藉由該減壓，便會透過連通孔來將在氣體擴散室 16c 所生成之第 1 電漿中的自由基與第 1 處理氣體從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 導入。

接著，電漿處理裝置會將偏壓電力供給至載置台 2(步驟 S104)。例如，電漿處理裝置會將 13MHz 之高頻電力作為偏壓電力來供給至載置台 2。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由從第 2 高頻電源 10b 供給偏壓電力至載置台 2，來生成朝處理空間 S 所導入之第 1 處理氣體的第 2 電漿，以將所生成之第 2 電漿中的離子朝半導體晶圓 W 吸引。

接著，電漿處理裝置會將電漿生成電力供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者(步驟 S105)。例如，電漿處理裝置會將 400kHz 之高頻電力作為電漿生成電力來供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由從第 1 高頻電源 10a 透過電力分配器 23 來將電漿生成電力供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者，來生成供給至氣體擴散室 16c 的第 1 處理氣體之第 1 電漿。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的

自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量。如此一來，第 2 電漿中之自由基密度便會藉由分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小來被加以控制。

接著，電漿處理裝置會控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率(步驟 S106)。例如，電漿處理裝置會使用將電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配之電力分配器 23，來控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。第 1 電漿與第 2 電漿之電位會有所差異，且會藉由該第 1 電漿之鞘層與第 2 電漿之鞘層來加速電子，而成為電子束以入射至第 2 電漿。此時，控制部 60 會將(供給至上側電極 21 之電漿生成電力)：(供給至下側電極 22 之電漿生成電力)=P1：P2 作為電力分配器 23 之分配比率的控制值來輸出至電力分配器 23。例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要大的電力分配器 23 之分配比率的控制值。P2 相對於 P1 越大，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動的第 1 電漿中之電子數便會增加。其結果，便會使得相對於處理空間 S 所存在之處理氣體中的氣體原子所衝撞之電子數增加，而使得在處理空間 S 生成之第 2 電漿中的離子量增加。又，例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要小的電力分配器 23 之分配比率的控制值。P2 相對於 P1 越小，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中的電子數便會減少。其結果，便會使得相對於處理空間 S 所存在的處理氣體中之氣體原子所衝撞之電子數減少，而使得在處理空間 S 所生成的第 2 電漿中之離子量減少。如此一來，第 2 電漿中之離子密度會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率來被加以控制。如此一來，便可分別獨立地調整用以得到被處理體(半導體晶圓 W)所欲的處理特性之處理空間內的第 2 電漿中之離子密度與自由基密度。

另外，控制部 60 亦可在控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率後，進一步地，調整分別供給至上側電極 21 及下側電

極 22 之電漿生成電力的相位差。該情況，控制部 60 會使用電力分配器 23 來調整電漿生成電力的相位差。例如，控制部 60 會將 180° 作為電力分配器 23 所調整之電漿生成電力的相位差控制值來輸出至電力分配器 23。其結果，便不會改變供給至上側電極 21 之電漿生成電力與供給至下側電極 22 之電漿生成電力之總和，而可在氣體擴散室中效率良好地生成第 1 電漿。

接著，便說明利用第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的電漿處理流程之其他範例。圖 3 係顯示利用第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的電漿處理之流程的其他例之流程圖。圖 3 所示之範例中，係顯示進行 ALE 處理情況的電漿處理之流程。

如圖 3 所示，電漿處理裝置會將處理容器 1 內之處理空間 S 與氣體擴散室 16c 減壓(步驟 S201)。然後，電漿處理裝置會將第 1 處理氣體供給至介電體 16 之氣體擴散室 16c(步驟 S202)。例如，電漿處理裝置會將 Cl_2 等作為第 1 處理氣體來供給至介電體 16 之氣體擴散室 16c。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會從第 1 氣體供給源 18 來將第 1 處理氣體供給至介電體 16 之氣體擴散室 16c。

接著，電漿處理裝置會將第 2 處理氣體供給至處理容器 1 內之處理空間 S(步驟 S203)。例如，電漿處理裝置會將 Ar 等作為第 2 處理氣體來供給至處理容器 1 內之處理空間 S。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會從第 2 氣體供給源 20 來將第 2 處理氣體供給至處理容器 1 內之處理空間 S。

接著，電漿處理裝置會減壓至處理空間 S 與氣體擴散室 16c 之壓力差安定為止(步驟 S204)。例如，將處理容器 1 內之處理空間 S 減壓至處理容器 1 內之處理空間 S 的壓力為介電體 16 之氣體擴散室 16c 的壓力之 $1/10$ 倍以下，較佳地為 $1/100$ 倍以下。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會使用排氣裝置 73 來將處理容器 1 內之處理空間 S 減壓。此時，會預先調整處理空間 S 與氣體擴散室 16c 之間的連通孔徑，並以減壓後處理空間 S 與氣體擴散室 16c 中會達到安定壓力差的方式來加以減壓。藉由該減壓，來透過連通孔將在氣體擴散室 16c 所生成之第 1 電漿中的自由基與第 1 處理氣體從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 導入。

接著，電漿處理裝置會供給電漿生成電力至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者(步驟 S205)。例如，電漿處理裝置會將 400kHz 之高頻電力作為電漿生成電力來供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由從第 1 高頻電源 10a 透過電力分配器 23 來供給電漿生成電力至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者，來生成供給至氣體擴散室 16c 之第 1 處理氣體的第 1 電漿。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基調整第 2 電漿中之自由基量。如此一來，第 2 電漿中之自由基密度會藉由分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小來加以調整。

接著，電漿處理裝置會停止朝載置台 2 之偏壓電力的供給(步驟 S206)。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會將第 2 高頻電源 10b 控制為 OFF。

接著，電漿處理裝置會控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率(步驟 S207)。例如，電漿處理裝置會使用將電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配之電力分配器 23，來控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會在將第 2 高頻電源 10b 控制為 OFF 的期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來將半導體晶圓 W 表面活性化，而生成活性化後半導體晶圓 W 之表面與朝處理空間 S 所導入之第 1 電漿中的自由基之反應物。此時，控制部 60 會將(供給至上側電極 21 之電漿生成電力)：(供給至下側電極 22 之電漿生成電力)=P1：P2 作為電力分配器 23 之分配比率的控制值來輸出至電力分配器 23。例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要大之電力分配器 23 的分配比率控制值。P2 相對於 P1 越大，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中

的電子數會增加。其結果，便會使得用以活性化半導體晶圓 W 表面之電子數增加，而使得反應物之厚度會以原子層單位來增加。又，例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要小之電力分配器 23 的分配比率控制值。P2 相對於 P1 越小，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中的電子數會減少。其結果，便會使得活性化半導體晶圓 W 表面之電子數漸少，而使得反應物之厚度會以原子層單位來減少。

另外，控制部 60 亦可在控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力比率後，進一步地，調整分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的相位差。該情況，控制部 60 會使用電力分配器 23 來調整為電漿生成電力的相位差。例如，控制部 60 會將 180° 來作為電力分配器 23 所調整之電漿生成電力的相位差控制值而輸出至電力分配器 23。其結果，便可不變更供給至上側電極 21 之電漿生成電力與供給至下側電極 22 之電漿生成電力的總和(滿電量大小)，而在氣體擴散室中效率良好地生成第 1 電漿。

接著，電漿處理裝置會供給偏壓電力至載置台 2(步驟 S208)。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會將第 2 高頻電源 10b 控制為 ON。亦即，控制部 60 會藉由供給偏壓電力至載置台 2，來生成供給至處理空間 S 之第 1 及第 2 處理氣體(Cl_2 或 Ar 等)的第 3 電漿，以將已生成之第 3 電漿中的離子朝半導體晶圓 W 吸引。此時，為了提高 Ar 離子之效果，亦可將 Cl_2 氣體與 Ar 氣體之流量比率為 1:100 左右。

接著，電漿處理裝置會控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率(步驟 S209)。例如，電漿處理裝置會使用將電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配之電力分配器 23，來控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率。

舉個更加詳細的範例來加以說明。電漿處理裝置之控制部 60 會在將第 2 高頻電源 10b 控制為 ON 的期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 3 電漿中之離子量，而藉由已調整離子量之第 3 電漿來蝕刻反應物。此時，控制部 60 會將(供給至上側電極 21 之電漿生成電力)：(供給至下側電極 22 之電漿

生成電力) $=P1:P2$ 作為電力分配器 23 之分配比率的控制值來輸出至電力分配器 23。例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要大之電力分配器 23 的分配比率之控制值。P2 相對於 P1 越大，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中的電子數會增加。如此一來，便會使得相對於處理空間 S 所存在之第 1 及第 2 處理氣體中的氣體原子所衝撞之電子數增加，而使得在處理空間 S 所生成之第 3 電漿中的離子量增加。其結果，便會使得對於反應物之蝕刻深度會以原子層單位增加。又，例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要小的電力分配器 23 之分配比率的控制值。P2 相對於 P1 越小，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動的第 1 電漿中之電子數會減少。如此一來，便會使得對於處理空間 S 所存在之第 1 及第 2 處理氣體中的氣體原子所衝撞的電子數減少，而使得在處理空間 S 所生成之第 3 電漿中的離子量減少。其結果，對於反應物之蝕刻深度會以原子層單位來減少。

另外，控制部 60 亦可在控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率後，進一步地，調整分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的相位差。該情況，控制部 60 會使用電力分配器 23 來調整為電漿生成電力的相位差。例如，控制部 60 會將 180° 作為電力分配器 23 所調整之電漿生成電力的相位差之控制值來輸出至電力分配器 23。其結果，便可不變更供給至上側電極 21 之電漿生成電力與供給至下側電極 22 之電漿生成電力的總和，而在氣體擴散室中效率良好地生成第 1 電漿。

之後，電漿處理裝置會在對於第 2 高頻電源 10b 之 ON 控制/OFF 控制的重複次數未到達既定次數的情況(步驟 S210; No)，將處理回到步驟 S205。另一方面，電漿處理裝置會在對於第 2 高頻電源 10b 之 ON 控制/OFF 控制的重複次數到達既定次數的情況(步驟 S210; Yes)，結束電漿處理。

以上，根據第 1 實施形態，藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量。又，藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電

子，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。因此，根據第 1 實施形態，便可分別獨立適當地調整處理空間 S 中之電漿中的自由基量及離子量。其結果，根據第 1 實施形態，便可將用以得到被處理體之被處理面內的遮罩選擇比或 CD 等所欲的處理特性之離子密度與自由基密度獨立而加以調整。

在此，作為比較例，係假定藉由形成有多數貫通孔之柵極來將處理容器內部分割為用以生成電漿之電漿生成空間與用以將被處理體電漿處理的處理空間的 2 個空間的情況。然而，比較例中，係不會在電漿生成空間之電漿與處理空間所生成之電漿之間不會形成有鞘層，而成為相同電位之電漿。因此，比較例中，便會難以將用以得到被處理體之被處理面內的遮罩選擇比或 CD 等所欲之處理特性的離子密度與自由基獨立而加以調整。

圖 4 係用以顯示關於控制分別供給至上側電極及下側電極之電漿生成電力的滿電量大小或控制比率的情況之圖式。圖 4 中，橫軸係顯示處理空間 S 中之電漿中的自由基量 Γ_{nr} 與處理空間 S 中之電漿中的離子 Γ_{ni} 之比 (Γ_{nr}/Γ_{ni})，縱軸係顯示為表示相對於 1 個離子，成為被處理體表面之原子被削除幾個之參數的蝕刻產率(Etch Yield)。蝕刻產率會與在電漿處理所說之電漿處理速度(蝕刻速率)有正相關。亦即，蝕刻產率會藉由離子量與自由基量之相互反應來決定。另外，由於圖 4 所示之 Γ_{nr}/Γ_{ni} 與蝕刻產率之對應關係的細節係記載於「R. A. Gottscho, Gaseous Electronics Conference & American Physical Society, Nov, 2011」，故在此省略其說明。

在控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小的情況，便可調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量。又，在控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率之情況，便可透過連通孔讓第 1 電漿中之電子從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。亦即，該情況，便可自由地變更處理空間 S 中之電漿中的自由基量 Γ_{nr} 與處理空間 S 中之電漿中的離子量 Γ_{ni} 之比(Γ_{nr}/Γ_{ni})。因此，如圖 4 所示，隨著 Γ_{nr}/Γ_{ni} 之變更，便可將蝕刻產率調節至最適當之值。其結果，便可得到被處理體之被處理面內的遮罩選擇比或 CD 等所欲之處理特性。例

如，在將蝕刻產率固定(將蝕刻速率固定)，而欲在晶圓 W 面內進行均勻的蝕刻之情況，則將第 2 電漿中之自由基量 Γ_{nr} 與離子量 Γ_{ni} 之比則變大即可。

如此般，相較於藉由柵極來將處理容器內部分割為電漿生成空間與處理空間的情況，根據第 1 實施形態，便可容易地得到被處理體之被處理面內之遮罩選擇比或 CD 等所欲的處理特性。

又，第 1 實施形態中，在間歇性地控制第 2 高頻電源 10b 之 ON/OFF，而將第 2 高頻電源 10b 控制為 OFF 的期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來活性化被處理體表面，而生成活性化後被處理體之表面與朝處理空間 S 導入之第 1 電漿中的自由基的反應物。然後，第 1 實施形態中，係在將第 2 高頻電源 10b 控制為 ON 的期間，藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 3 電漿中之離子量，而藉由已調整離子量之第 3 電漿來蝕刻反應物。其結果，即便在進行 ALE 處理的情況，亦可分別獨立調整用以得到被處理體之被處理面內的遮罩選擇比或 CD 等所欲之處理特性的離子密度與自由基密度。

(變形例)

接著，便就第 1 實施形態相關之電漿處理裝置的變形例來加以說明。圖 5 係顯示第 1 實施形態相關的電漿處理裝置之變形例的概略剖面圖。圖 6 係用以說明圖 5 所示之介電體構造的一範例的概略俯視圖。變形例之電漿處理裝置係僅在介電體 16 之構造、上側電極 21 及下側電極 22 之配置態樣以及控制部 60 之處理內容等與圖 1 所示之電漿處理裝置有所差異，其他構成則與圖 1 相同。從而，關於與圖 1 所示之電漿處理裝置相同之構成便省略說明。

如圖 5 及圖 6 所示，變形例之電漿處理裝置中，介電體 16 之上部介電體 16a 的氣體擴散室 16 內係設置有 1 個以上的環狀分隔壁 24。1 個以上之環狀分隔壁 24 係各自沿介電體 16 之徑向，換言之，半導體晶圓 W 之徑向來被配置於相異的位置。圖 6 中，環狀分隔壁 24 係沿半導體晶圓 W 之徑

向從中心側，以第 1 環狀分隔壁 24a、第 2 環狀分隔壁 24b 及第 3 環狀分隔壁 24c 來加以表示。藉此，上部介電體 16a 之氣體擴散室 16c 便會沿半導體晶圓 W 之徑向從中心側來被分割為第 1 氣體擴散室 16c-1、第 2 氣體擴散室 16c-2、第 3 氣體擴散室 16c-3 及第 4 氣體擴散室 16c-4。如此一來，上部介電體 16a 之氣體擴散室 16c 便會沿半導體晶圓 W 之徑向來被分割為同心圓狀之複數小空間。

另外，環狀分隔壁 24 之個數只要為 1 個以上便未有特別限制，但亦可例如圖 6 所示般為 3 個，亦可為 2 個，亦可為 4 個以上。

各第 1 氣體擴散室 16c-1、第 2 氣體擴散室 16c-2、第 3 氣體擴散室 16c-3 及第 4 氣體擴散室 16c-4 的下面係設置有為貫通孔之複數氣體流通孔 16d。

下部介電體 16b 係以於厚度方向貫通下部介電體 16b 之複數氣體導入孔 16e 會重合於上部介電體 16a 之氣體流通孔 16d 的方式來被加以設置。下部介電體 16b 之氣體導入孔 16e 與上部介電體 16a 之氣體流通孔 16d 會建構出讓氣體擴散室 16c 連通於處理空間 S 之連通孔。藉此，各第 1 氣體擴散室 16c-1、第 2 氣體擴散室 16c-2、第 3 氣體擴散室 16c-3 及第 4 氣體擴散室 16c-4 便會透過連通孔來連通於處理空間 S。藉由此般之構成，便會將供給至氣體擴散室 16c 之第 1 處理氣體透過氣體流通孔 16d 及氣體導入孔 16e 來噴淋狀地分散供給至處理容器 1 內之處理空間 S。以下，便將氣體流通孔 16d 及氣體導入孔 16e 適當地稱為「連通孔」。

介電體(上部介電體 16a)16 係設置有用以朝各 4 個氣體擴散室(第 1 氣體擴散室 16c-1、第 2 氣體擴散室 16c-2、第 3 氣體擴散室 16c-3 以及第 4 氣體擴散室 16c-4)導入處理氣體之 4 個氣體導入口 16f。各 4 個氣體導入口 16f 係連接有從氣體供給配管 17 分歧的各 4 個分歧配管，而氣體供給配管 17 之基端係連接有第 1 氣體供給源 18。另外，從氣體供給配管 17 分歧之各 4 個分歧配管係設置有開閉氣體供給配管 17 之閥 17a 及未圖示之流量調節器(MFC：Mass Flow Controller)等。

介電體 16 係形成於厚度方向貫通上部介電體 16a、環狀分隔壁 24 及下部介電體 16b，並至處理容器 1 內的處理空間 S 之複數貫通孔 16g。各複數貫通孔 16g 係連接有從氣體供給配管 19 分歧之各複數分歧配管，而氣體供給配管 19 之基端係連接有第 2 氣體供給源 20。另外，從氣體供給配管 19

分歧之各複數分歧配管係設置有開閉氣體供給配管 19 之閥 19a 及未圖示之流量調節器(MFC)等。

又，介電體 16(上部介電體 16a)內部對應於各 4 個氣體擴散室之位置係複數形成有上側電極 21 與下側電極 22 之對。上側電極 21 與下側電極 22 之各對係各對向夾置 4 個氣體擴散室。

上側電極 21 與下側電極 22 之各對係透過各複數電力分配器 23 來連接有第 1 高頻電源 10a。第 1 高頻電源 10a 會透過各複數電力分配器 23 來供給高頻電力至包含於上側電極 21 與下側電極 22 的各對之上側電極 21 及下側電極 22 的至少一者。更加詳細而言，第 1 高頻電源 10a 會藉由透過各複數電力分配器 23 來供給高頻電力至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者，來獨立地生成從第 1 氣體供給源 18 供給至 4 個氣體擴散室之第 1 處理氣體的電漿。以下，便將從第 1 高頻電源 10a 透過各複數電力分配器 23 來供給至上側電極 21 及下側電極 22 之至少一者的高頻電力，適當地稱為「電漿生成電力」。又，以下便將使用電漿生成電力來在 4 個氣體擴散室獨立生成的第 1 處理氣體之電漿適當地稱為「第 1 電漿」。

各複數電力分配器 23 會將從第 1 高頻電源 10a 輸入之電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配。被用於利用各複數電力分配器 23 之電漿生成電力的分配之滿電量大小及分配比率，換言之，從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小與比率係可變。各複數電力分配器 23 之滿電量大小欲分配比率之控制值會藉由例如後述之控制部 60 來個別地輸入。亦即，各複數電力分配器 23 會使用控制部 60 所輸入之滿電量大小與分配比率之控制值，來將從第 1 高頻電源 10a 所輸入之電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配。

變形例中之控制部 60 會藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從各 4 個氣體擴散室朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量。又，變形例中之控制部 60 會藉由控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從各 4 個氣體擴散室朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量。藉由該等自由基及電子來沿半導體晶圓 W 之徑向調整第 2 電漿中的自由基量及離子量之分布。

例如，控制部 60 會使用將電漿生成電力朝上側電極 21 及下側電極 22 分配之電力分配器 23，來控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小及比率。

舉個更加詳細的範例來加以說明。控制部 60 會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小，來調整透過連通孔從各 4 個氣體擴散室朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整第 2 電漿中之自由基量。此時，控制部 60 會將各複數電力分配器 23 之滿電量大小作為控制值來個別地輸出至複數電力分配器 23。如此一來，第 2 電漿中之自由基密度會藉由分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小來加以控制。藉此，便可調整沿半導體晶圓 W 之徑向的第 2 電漿中之自由基量的分布。又，控制部 60 會藉由控制分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的比率，來調整透過連通孔從各 4 個氣體擴散室朝處理空間 S 所供給之第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整第 2 電漿中之離子量。此時，控制部 60 會將(供給至上側電極 21 之電漿生成電力)：(供給至下側電極 22 之電漿生成電力)= $P1:P2$ 作為各複數電力分配器 23 之分配比率的控制值來個別地輸出至複數電力分配器 23。例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要大之電力分配器 23 的分配比率之控制值。P2 相對於 P1 越大，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中的電子數會增加。其結果，便會使得對於處理空間 S 所存在之處理氣體中的氣體原子所衝撞之電子數增加，而使得在處理空間 S 生成之第 2 電漿中的離子量增加。又，例如，控制部 60 會輸出 P2 相對於 P1 要小的電力分配器 23 之分配比率的控制值。P2 相對於 P1 越小，則透過連通孔從氣體擴散室 16c 朝處理空間 S 移動之第 1 電漿中的電子數會減少。其結果，便會使得對於處理空間 S 所存在之處理氣體中的氣體原子衝撞之電子數減少，而使得在處理空間 S 生成之第 2 電漿中的離子量減少。藉此，便可調整沿半導體晶圓 W 之徑向的第 2 電漿中之離子量分布。

根據變形例之電漿處理裝置，便可分別獨立控制從第 1 高頻電源 10a 分別供給至上側電極 21 及下側電極 22 之電漿生成電力的滿電量大小及比率。又，根據變形例之電漿處理裝置，便可分別獨立調整透過連通孔從各 4

個氣體擴散室朝處理空間 S 所供給的第 1 電漿中之自由基量及電子量。藉由該等，便會沿半導體晶圓 W 之徑向來分別獨立調整第 2 電漿中之自由基量與離子量之分布。其結果，根據變形例之電漿處理裝置，便可獨立調整沿半導體晶圓 W 之徑向的自由基密度與離子密度之分布。

【符號說明】

- W：半導體晶圓
- S：處理空間
- 1：處理容器
- 2：載置台
- 10a：第 1 高頻電源
- 10b：第 2 高頻電源
- 16：介電體
- 16a：上部介電體
- 16b：下部介電體
- 16c：氣體擴散室
- 16d：氣體流通孔
- 16e：氣體導入孔
- 18：第 1 氣體供給源
- 20：第 2 氣體供給源
- 21：上側電極
- 22：下側電極
- 23：電力分配器
- 60：控制部
- 73：排氣裝置

※ 申請案號：103127017

※ 申請日：103/08/07

※IPC 分類：H01J 37/32 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

電漿處理裝置及電漿處理方法

【中文】

分別獨立調整用以得到被處理體所欲之處理特性的電漿中離子密度與自由基密度。

電漿處理裝置係具備有：介電體，係形成有讓內部空間連通至處理空間的連通孔；第 1 及第 2 電極，係夾置內部空間；第 1 氣體供給機構，係將第 1 處理氣體供給至內部空間；第 1 高頻電源，係供給第 1 高頻電力至第 1 及第 2 電極之至少一者，而生成第 1 處理氣體之第 1 電漿；減壓機構，係將第 1 電漿中之自由基與第 1 處理氣體朝處理空間內導入；第 2 高頻電源，係供給第 2 高頻電力，而生成第 1 處理氣體之第 2 電漿，並將離子朝被處理體吸引；控制部，係控制第 1 高頻電力之滿電量大小，來調整第 2 電漿中之自由基量，並控制第 1 高頻電力之比率，來調整第 2 電漿中之離子量。

【英文】

無

申請專利範圍

1. 一種電漿處理裝置，係具備有：
 - 處理容器，係區劃出處理空間；
 - 載置台，係配置於該處理空間，並載置被處理體；
 - 介電體，係以阻塞該處理空間之方式來安裝於該處理容器，並形成有內部空間，以及讓該內部空間連通於該處理空間之連通孔；
 - 第 1 及第 2 電極，係形成於該介電體內，並對向夾置該內部空間；
 - 第 1 氣體供給機構，係將被用於電漿處理之第 1 處理氣體供給至該內部空間；
 - 第 1 高頻電源，係藉由將第 1 高頻電力供給至該第 1 及第 2 電極之至少一者，來生成供給至該內部空間之該第 1 處理氣體的該第 1 電漿；
 - 減壓機構，係藉由將該處理空間減壓，透過該連通孔來從該內部空間朝該處理空間導入該第 1 電漿中之自由基與該第 1 處理氣體；
 - 第 2 高頻電源，係藉由供給第 2 高頻電力至該載置台，來生成朝該處理空間所導入之該第 1 處理氣體的該第 2 電漿，以將該第 2 電漿中之離子朝該被處理體吸引；以及
 - 控制部，係藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極的該第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整該第 2 電漿中之自由基量，並藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整該第 2 電漿中之離子量。
2. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理裝置，其中該介電體之該內部空間係沿該被處理體之徑向而被分割為同心圓狀之複數小空間；
 - 該各複數小空間係透過該連通孔來連通至該處理空間；
 - 該第 1 及第 2 電極係形成於該介電體內對應於各該複數小空間之位置，並對向夾置各該複數小空間；
 - 該控制部係藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極的該第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過該連通孔從該各複數小空間朝該處理空間

供給的該第 1 電漿中之自由基量，以藉由該自由基來沿該被處理體之徑向調整該第 2 電漿中的自由基量的分布；

藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該各複數小空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來沿該被處理體之徑向調整該第 2 電漿中之離子量的分布。

3. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理裝置，其中該控制部係進一步地調整分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的相位差。
4. 如申請專利範圍第 2 項之電漿處理裝置，其中該控制部係進一步地調整分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的相位差。
5. 如申請專利範圍第 3 項之電漿處理裝置，其中該控制部係將分別供給至該第 1 及第 2 電極之高頻電力的相位差調整為 180° 。
6. 如申請專利範圍第 4 項之電漿處理裝置，其中該控制部係將分別供給至該第 1 及第 2 電極之高頻電力的相位差調整為 180° 。
7. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之電漿處理裝置，其更具備有將第 2 處理氣體供給至該處理空間之第 2 氣體供給機構；
該第 2 高頻電源係藉由該將第 2 高頻電力供給至該載置台，來生成供給至該處理空間之該第 1 及第 2 處理氣體的第 3 電漿，而將該第 3 電漿中之離子朝該被處理體吸引；
該控制部係進一步間歇性地控制該第 2 高頻電源之 ON/OFF；
在將該第 2 高頻電源控制為 OFF 之期間，藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來活性化該被處理體表面，而生成活性化後該被處理體之表面與朝該處理空間所導入之該第 1 電漿中的自由基之反應物；
在將該第 2 高頻電源控制為 ON 之期間，藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整該第 3 電漿中的電漿中之離子量，而藉由已調整離子量之該第 3 電漿來蝕刻該反應物。

8. 一種電漿處理方法，係使用電漿處理裝置之電漿處理方法，該電漿處理裝置係具備有：

處理容器，係區劃出處理空間；

載置台，係配置於該處理空間，並載置被處理體；

介電體，係以阻塞該處理空間之方式來安裝於該處理容器，並形成有內部空間，以及讓該內部空間連通於該處理空間之連通孔；

第 1 及第 2 電極，係形成於該介電體內，並對向夾置該內部空間；

第 1 氣體供給機構，係將被用於電漿處理之第 1 處理氣體供給至該內部空間；

第 1 高頻電源，係藉由將第 1 高頻電力供給至該第 1 及第 2 電極之至少一者，來生成供給至該內部空間之該第 1 處理氣體的第 1 電漿；

減壓機構，係藉由將該處理空間減壓，透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間導入該第 1 電漿中之自由基與該第 1 處理氣體；以及

第 2 高頻電源，係藉由供給第 2 高頻電力至該載置台，來生成朝該處理空間所導入之該第 1 處理氣體的第 2 電漿，以將該第 2 電漿中之離子朝該被處理體吸引；

其係藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的滿電量大小，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的自由基量，以藉由該自由基來調整該第 2 電漿中之自由基量；

藉由控制分別供給至該第 1 及第 2 電極之該第 1 高頻電力的比率，來調整透過該連通孔從該內部空間朝該處理空間所供給之該第 1 電漿中的電子量，以藉由該電子來調整該第 2 電漿中之離子量。

圖式

圖 1

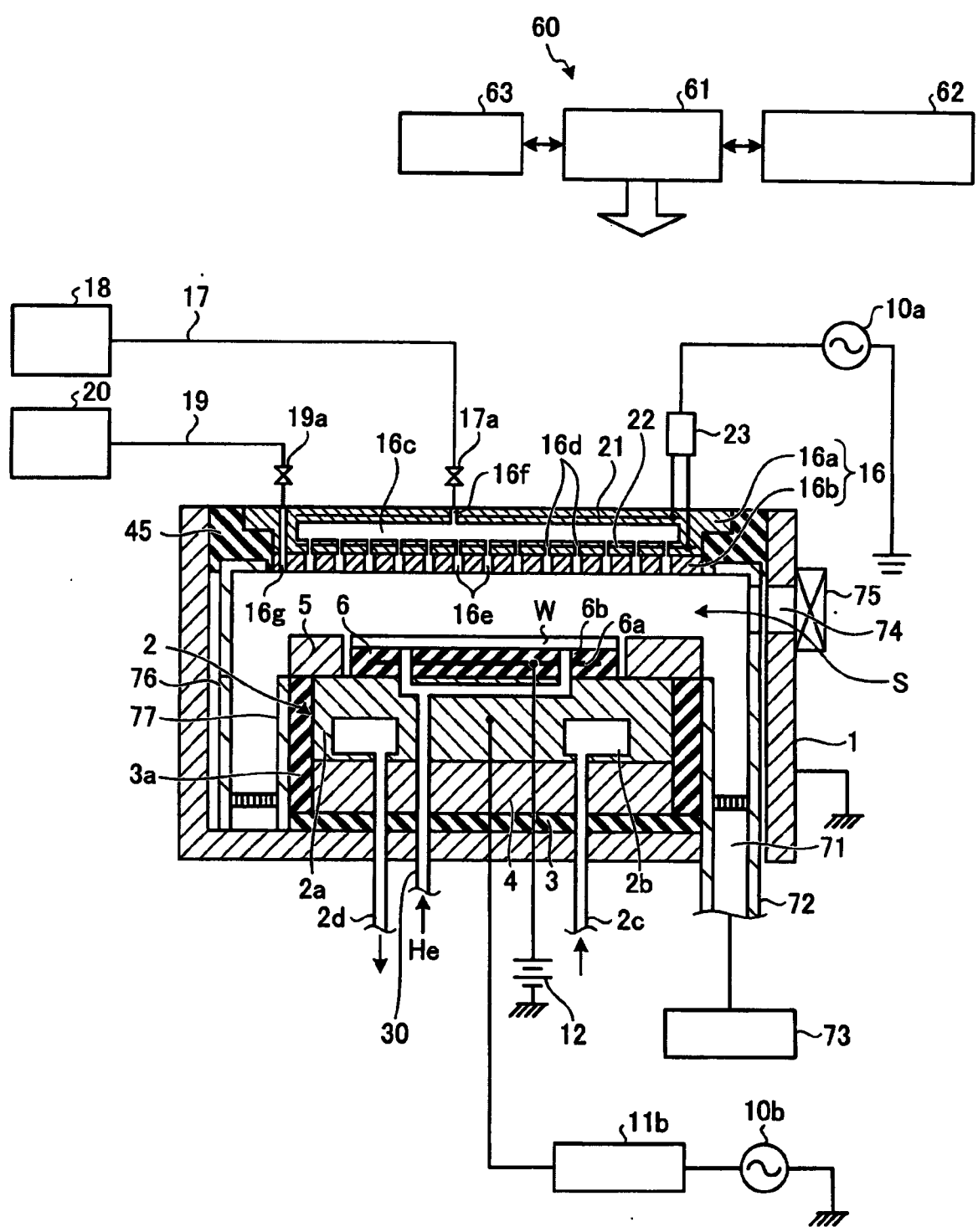


圖 2

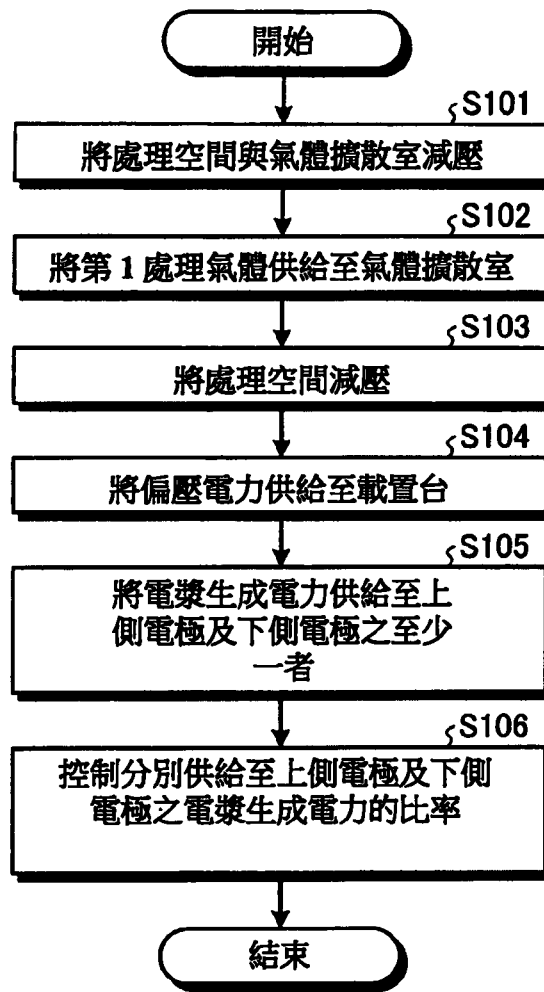


圖 3

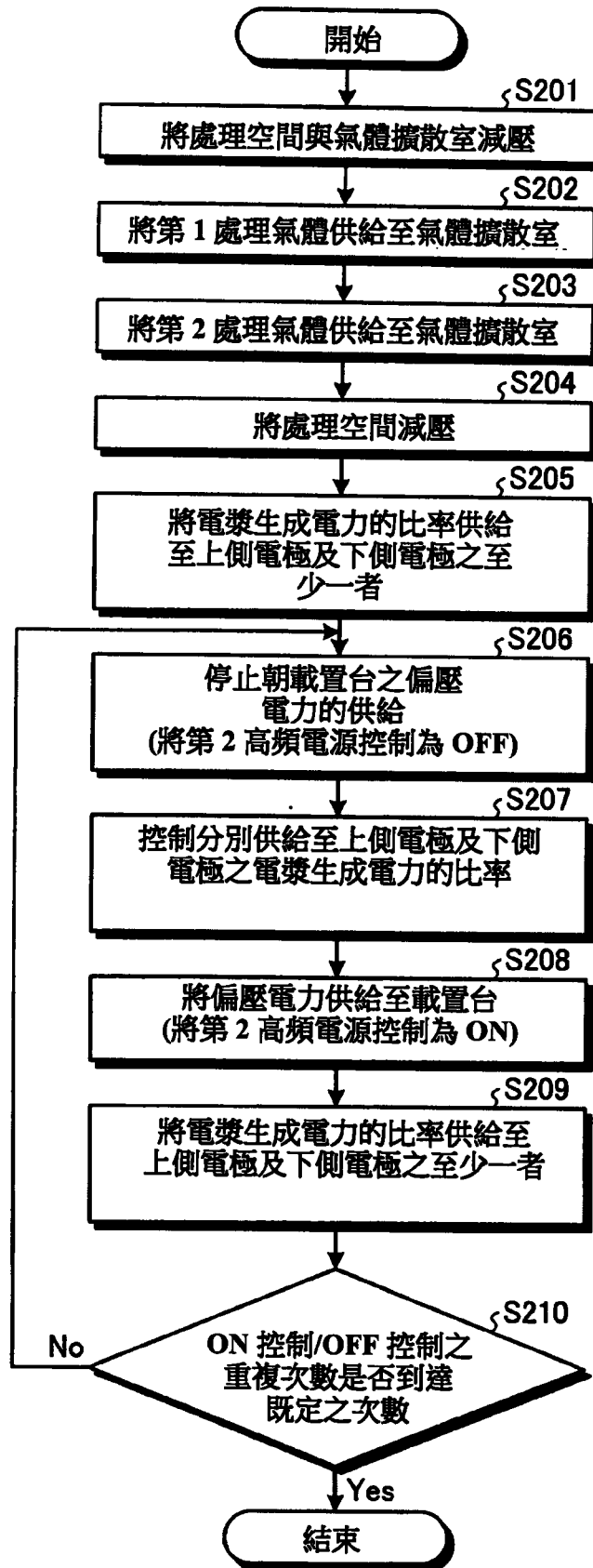


圖 4

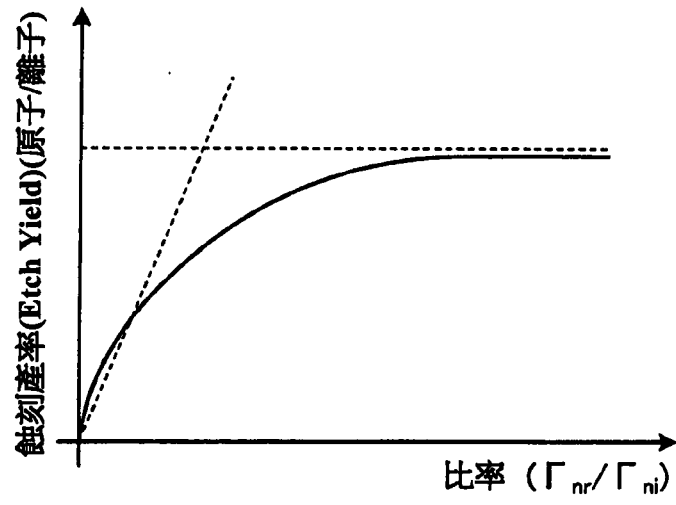


圖 5

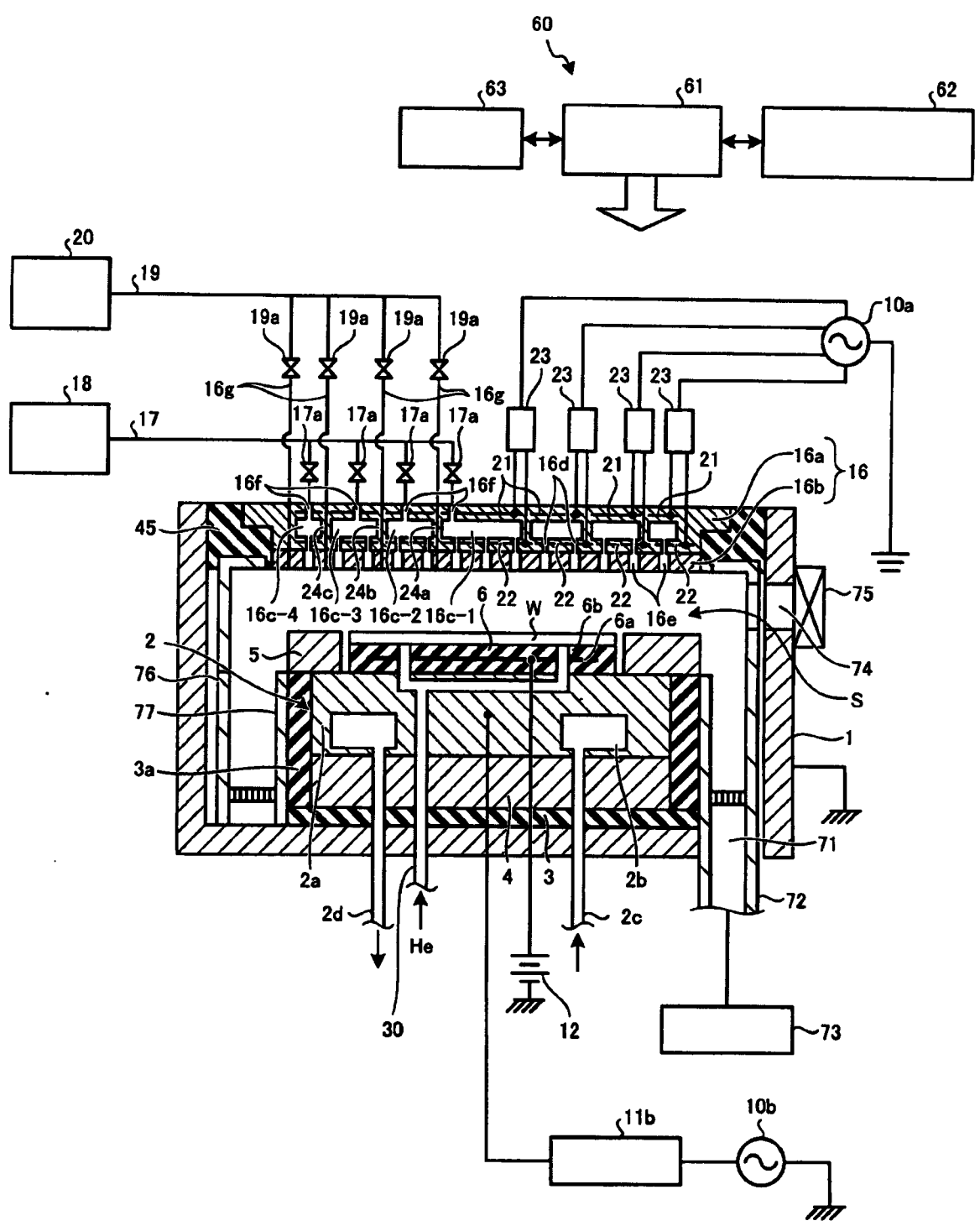
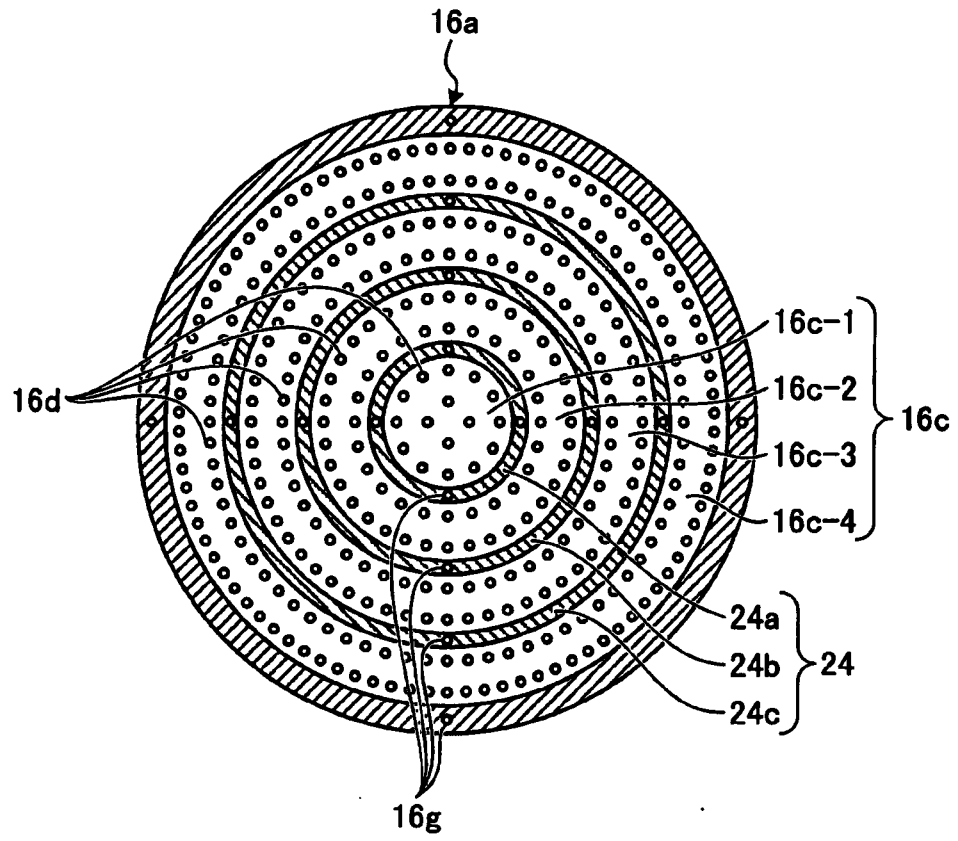


圖 6



【代表圖】**【本案指定代表圖】**：圖 1**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- | | |
|--------------|--------------|
| 1：處理容器 | 2：載置台 |
| 2a：基材 | 2b：冷媒流道 |
| 2c：冷媒入口配管 | 2d：冷媒出口配管 |
| 3：絕緣板 | 3a：內壁構件 |
| 4：支撐台 | 5：聚焦環 |
| 6：靜電夾具 | 6a：電極 |
| 6b：絕緣體 | 10a：第 1 高頻電源 |
| 10b：第 2 高頻電源 | 11b：匹配器 |
| 12：直流電源 | 16：介電體 |
| 16a：上部介電體 | 16b：下部介電體 |
| 16c：氣體擴散室 | 16d：氣體流通孔 |
| 16e：氣體導入孔 | 16f：氣體導入口 |
| 16g：貫通孔 | 17：氣體供給配管 |
| 17a,19a：閥 | 18：第 1 氣體供給源 |
| 19：氣體供給配管 | 20：第 2 氣體供給源 |
| 21：上側電極 | 22：下側電極 |
| 23：電力分配器 | 30：背側氣體供給配管 |
| 45：絕緣性構件 | 60：控制部 |
| 61：程序控制器 | 62：使用者介面 |
| 63：記憶部 | 71：排氣口 |
| 72：排氣管 | 73：排氣裝置 |
| 74：搬出入口 | 75：閘閥 |
| 76,77：沉積防護罩 | W：半導體晶圓 |
| S：處理空間 | |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無