



(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 I673759 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：107101773

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 18 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)****H01L21/3065(2006.01)****H01J37/147 (2006.01)**

(30)優先權：2017/09/20 日本

2017-180030

(71)申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：園田靖 SONODA, YASUSHI (JP)；安井尚輝 YASUI, NAOKI (JP)；田中基裕 TANAKA, MOTOHIRO (JP)；山本浩一 YAMAMOTO, KOICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 494485

JP H4-154971A

US 2016/0133530A1

審查人員：陳淑敏

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：8 共 39 頁

(54)名稱

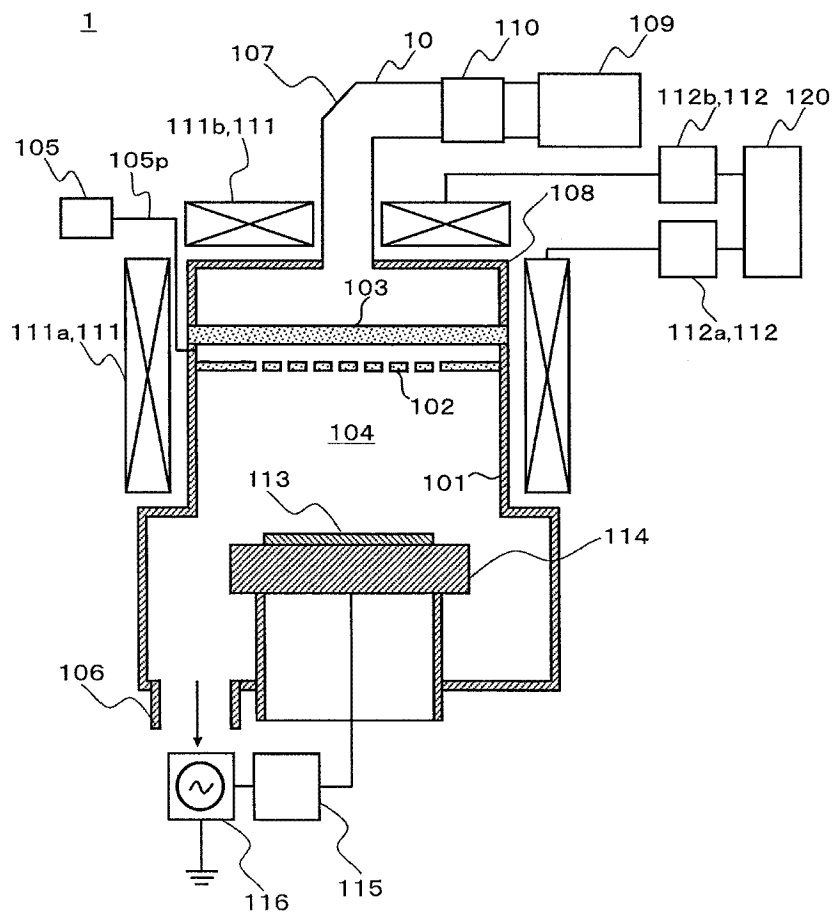
電漿處理裝置

(57)摘要

[課題] 提供一種可在短時間內實現處理步驟的電漿處理裝置。 [解決手段] 電漿處理裝置，係具備有：處理室，對試料進行電漿處理；高頻電源，供給微波之高頻電力；及磁場形成手段，形成用以藉由與微波之相互作用生成電漿的磁場。磁場形成手段，係具備有：第 1 電源，使電流流向在處理室內形成磁場的第 1 磁場形成用線圈；及第 2 電源，使電流流向在處理室內形成磁場的第 2 磁場形成用線圈。第 1 磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度，係比第 2 磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度強，第 1 電源之響應時間常數，係比第 2 電源之響應時間常數小。

指定代表圖：

圖 1



- 符號簡單說明：
- 1 . . . 電漿處理裝置
 - 10 . . . 電磁波供給裝置
 - 101 . . . 真空容器
 - 102 . . . 噴淋板
 - 103 . . . 介電質窗
 - 104 . . . 處理室
 - 105 . . . 氣體供給裝置
 - 105p . . . 氣體供給管
 - 106 . . . 真空排氣口
 - 107 . . . 導波管
 - 108 . . . 空洞振盪器
 - 109 . . . 高頻電源
 - 110 . . . 電磁波匹配器
 - 111 . . . 磁場形成手段
 - 111a . . . 第 1 磁場形成用線圈
 - 111b . . . 第 2 磁場形成用線圈
 - 112 . . . 電源
 - 112a . . . 第 1 電流控制電源
 - 112b . . . 第 2 電流控制電源
 - 113 . . . 半導體處理基板
 - 114 . . . 試料台
 - 115 . . . 高頻匹配器
 - 116 . . . 高頻電源
 - 120 . . . 控制裝置

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿處理裝置

【技術領域】

[0001] 本發明，係關於電漿處理裝置。

【先前技術】

[0002] 因近年來之半導體技術的微細化，在將遮罩形狀轉印至下層膜的蝕刻工程中，被要求更高的形狀控制性及更高的選擇比。在具有高的形狀控制性之蝕刻方法中，係已知各種方法，作為其中之一，已知氣體脈衝法。在氣體脈衝法中，係維持著電漿生成狀態，將蝕刻氣體與形成對其蝕刻氣體具有蝕刻耐受性高之保護膜的沉積氣體週期性地且交替地導入至處理室，進行電漿蝕刻處理(例如，專利文獻1)。

[0003] 又，在ECR(電子迴旋共振)蝕刻裝置中，作為增大蝕刻處理時之選擇比的方法，已知如下述之方法：藉由被設置於電漿處理室之外周的複數個螺管線圈，改變磁場強度，藉此，在試料的處理時與試料的過蝕刻時，改變相對於試料的被處理表面之平面狀之共振區的平行間隔距離，並改變因微波所致之電場與螺管線圈所致之磁場的作用所產生的電漿位置。在使用氣體脈衝法之際，隨著氣體之週期性的導入，改變磁場強度，係對選擇比的提升及形

狀控制性的提升為有效。

[0004] 作為使氣體脈衝法之控制性提升的方法，有縮短構成循環之各製程之步驟時間的方法。當縮短步驟時間的情況下，為了獲得與步驟時間較長的情況同等之蝕刻量，係必需增加週期性地進行之處理的重複次數。

在重複處理中，係對構成循環的各製程，將流經磁場產生線圈之電流之電流值等的裝置參數控制為最適合。但是，在步驟間中，係會有用以改變各裝置參數的瞬態響應時間，該時間，係無法進行目的之處理的空滯時間。當重複次數增加時，在步驟間改變裝置參數之空滯時間會與重複次數成比例地變大，從而使處理的生產率及形狀控制性下降。

因此，在氣體脈衝法中，當縮短步驟之處理時間並增加重複次數的情況下，係使在變更控制參數之際之各參數的瞬態響應時間縮短較為有效。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0005]

[專利文獻1] 日本特開昭60-50923號公報

[專利文獻2] 日本特開平7-130714號公報

【發明內容】

[本發明所欲解決之課題]

[0006] 由於在上述習知技術中，係未考慮改變複數

個磁場產生線圈的電流之際之複數個線圈間的相互作用，因此，無法高速地改變流經複數個磁場產生線圈的電流。更具體而言，第1，當高速地變更流經各磁場產生線圈之電流之電流值的情況下，在各磁場產生線圈會產生與電流值之變化速度成比例的高自感應電壓。而且，在被連接於各磁場產生線圈的電源(控制線圈電流的電源)中，係由於自感應所致之電壓以妨礙電流之變化的方式作用，因此，在該電源中，係被要求與其因應的高輸出電壓。其結果，有時電源之電壓會上升至額定電壓。第2，由於在複數個線圈間存在有相互感應，因此，在步驟間中，當高速地改變了複數個磁場產生線圈之電流的情況下，在1個線圈電流控制電源中，係除了受電源本身控制而輸出的額定電壓以外，另施加有因其他線圈之電流改變而產生的相互感應電壓。當起因於線圈之自感應電壓的產生而相互感應電壓施加至輸出額定電壓的電源時，有時超過額定電壓之過大的電壓會作用於電源。由於自該過大的電壓保護線圈電流控制電源免，因此，難以高速地改變電流。

[0007] 因此，本發明的目的，係在於提供一種可在短時間內切換電漿生成區域之分布的電漿處理裝置。

[用以解決課題之手段]

[0008] 為了解決上述課題，根據本發明之代表性電漿處理裝置，係具備有：處理室，對試料進行電漿處理；高頻電源，供給微波之高頻電力；及磁場形成手段，形成

用以藉由與前述微波之相互作用生成電漿的磁場。前述磁場形成手段，係具備有：第1電源，使電流流向在前述處理室內形成磁場的第1磁場形成用線圈；及第2電源，使電流流向在前述處理室內形成磁場的第2磁場形成用線圈。前述第1磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度，係比前述第2磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度強，前述第1電源之響應時間常數，係比前述第2電源之響應時間常數小。

[發明之效果]

[0009] 藉由本發明，係提供一種可在短時間內切換電漿生成區域之分布的電漿處理裝置。另外，上述以外的課題、構成及效果，係藉由以下之實施形態的說明而清楚明確。

【圖式簡單說明】

[0010]

[圖1] 圖1，係示意地表示第1實施形態中之電漿處理裝置的一例，具備有2個磁場形成用線圈之電漿處理裝置之構成的概略縱剖面圖。

[圖2] 圖2，係表示僅改變流經2個磁場形成用線圈中之1個磁場形成用線圈之電流的電流值時之電流控制電源之電壓之變化及電流之變化的圖。

[圖3] 圖3，係表示在同時改變流經2個磁場形成用線

圈的電流值時，超過額定電壓之電壓因相互感應電壓而作用於各線圈電流控制電源之態樣的圖。

[圖4] 圖4，係表示即便為藉由2個線圈電流控制電源之響應時間常數不同的方式，同時改變流經2個磁場形成用線圈之電流之電流值的情況，超過額定電壓之電壓亦不會作用於各線圈電流控制電源之態樣的圖。

[圖5] 圖5，係表示第1響應時間常數變更裝置被連接於第1電流控制電源，且第2響應時間常數變更裝置被連接於第2電流控制電源之態樣的示意圖。

[圖6] 圖6，係表示第1實施形態中之電漿處理方法之一例的流程圖。

[圖7] 圖7，係示意地表示第2實施形態中之電漿處理裝置的一例，具備有3個磁場形成用線圈之電漿處理裝置之構成的概略縱剖面圖。

[圖8] 圖8，係表示第3響應時間常數變更裝置被連接於第3電流控制電源之態樣的示意圖。

【實施方式】

[0011]

(第1實施形態)

以下，參閱圖面，說明關於第1實施形態中之電漿處理裝置1及電漿處理方法。

[0012] 圖1，係示意地表示第1實施形態中之電漿處理裝置的一例，具備有2個磁場形成用線圈(111a、111b)之

電漿處理裝置1之構成的概略縱剖面圖。

[0013]

(電漿處理裝置1之概要)

說明關於第1實施形態中之電漿處理裝置1的概要。電漿處理裝置1，係包含有：電磁波供給裝置10，供給電磁波；磁場形成手段111；氣體供給裝置105，供給氣體；及處理室104，對試料進行電漿處理。

[0014] 電磁波供給裝置10，係將電磁波供給至處理室104的裝置，例如包含有：高頻電源109，供給微波之高頻電力(微波生成用之高頻電力)；及導波管107(或電磁波放射手段即天線)。

[0015] 磁場形成手段111，係在處理室104內生成磁場。在圖1所記載的例子中，磁場形成手段111，係具備有2個磁場形成用線圈，亦即第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b。又，磁場形成手段111，係具備有：第1電源(第1電流控制電源112a)，使電流流向第1磁場形成用線圈111a；及第2電源(第2電流控制電源112b)，使電流流向第2磁場形成用線圈111b。在圖1所記載的例子中，第1電流控制電源112a被連接於第1磁場形成用線圈111a，第2電流控制電源112b被第2磁場形成用線圈111b。

[0016] 另外，磁場形成手段111所具備之磁場形成用線圈的個數，係亦可為3個以上，磁場形成手段111所具備之電源的個數，係亦可為3個以上。

[0017] 氣體供給裝置105，係供給被電漿化之氣體的

裝置。氣體供給裝置105，係包含有被連接於處理室104的氣體供給管105p。

[0018] 處理室104，係藉由微波與由磁場形成手段111所生成之磁場的相互作用，使從氣體供給裝置105(氣體供給管105p)所供給的氣體被電漿化之室體。在圖1所記載的例子中，係在處理室104內配置有：試料(例如，半導體處理基板113)，藉由電漿進行處理；及載置台(例如，試料台114)，支撐該試料。

[0019] 第1實施形態中之電漿處理裝置1，係具有如下述之特徵：第1磁場形成用線圈111a所致之磁場變更的靈敏度比第2磁場形成用線圈111b所致之磁場變更的靈敏度強，第1電流控制電源112a之響應時間常數比第2電流控制電源112b之響應時間常數小。另外，響應時間常數，係意味著例如當輸入(例如，流經線圈之電流的目標值，亦即電流設定值)階梯狀地變化時，直至輸出變化(例如，流經線圈之電流的變化)達到全變化量之預定比例(例如，63.2%)為止的時間。關於「第1磁場形成用線圈111a所致之磁場變更的靈敏度比第2磁場形成用線圈111b所致之磁場變更的靈敏度強，且第1電流控制電源112a之響應時間常數比第2電流控制電源112b之響應時間常數小」所致之效果，係如後所述。

[0020]

(電漿處理裝置1之詳細)

更詳細說明關於第1實施形態中之電漿處理裝置1。

[0021]

(真空容器 101)

在圖 1 所記載的例子中，電漿處理裝置 1，係包含有真空容器 101。真空容器 101，係包含有處理室 104 與真空排氣口 106。處理室 104，係經由真空排氣口 106 及被安裝於真空排氣口的配管，被連接於真空排氣裝置(在圖 1 中，係未圖示)。藉由真空排氣裝置之運轉，控制處理室 104 內的壓力。

[0022]

(噴淋板 102)

噴淋板 102，係被配置於真空容器 101 內，用於將蝕刻氣體等的處理氣體導入至處理室 104 內。亦即，噴淋板 102 之一方側的空間為處理室 104，從上述的氣體供給管 105p，將氣體供給至噴淋板 102 之另一方側的空間。在圖 1 所記載的例子中，噴淋板 102，係具備有複數個氣體噴出口。

[0023]

(介電質窗 103)

介電質窗 103，係配置於真空容器 101 內。在圖 1 所記載的例子中，介電質窗 103，係將真空容器 101 內的空間分割成處理室 104 與空洞共振器 108。亦即，藉由介電質窗 103 與真空容器 101 的一部分來規定可減壓的處理室 104，藉由介電質窗 103 與真空容器 101 的其他一部分來規定空洞共振器 108。

[0024] 介電質窗103，係藉由例如氧化鋁等的陶瓷、石英等的介電質所構成，氣密地密封處理室104的上部。空洞共振器108內之電磁波的一部分，係經由介電質窗103被導入至處理室104內。

[0025] 在圖1所記載的例子中，介電質窗103與載置台(例如，試料台114)之間，配置有噴淋板102。

[0026]
(氣體供給裝置105)

氣體供給裝置105，係經由氣體供給管105p，供給用以進行電漿蝕刻處理等的處理之氣體(例如，氧、氮等)。在圖1所記載的例子中，氣體供給管105p的一端，係連通於介電質窗103與噴淋板102之間的空間。

[0027]
(電磁波供給裝置10)

電磁波供給裝置10，係將用以生成電漿的電磁波供給至處理室104。電磁波供給裝置10，係包含有放射電磁波的導波管107(或天線)。在圖1所記載的例子中，在介電質窗103的上方，雖係設置有放射電磁波的導波管107，但亦可在介電質窗103的上方設置有放射電磁波的天線。

[0028] 在圖1所記載的例子中，高頻電源109供給微波的高頻電力(微波生成用之高頻電力)。而且，藉由高頻電源109而振盪的電磁波(微波)，係經由電磁波匹配器110被傳送至導波管107。電磁波匹配器110，係將藉由高頻電源109而振盪之電磁波射束的強度、相位整形成所期望之

強度、相位的匹配器，使藉由高頻電源109而振盪的電磁波射束有效率地耦合至導波管107。

[0029]

(空洞共振器108)

空洞共振器108，係藉由從導波管107傳播而來的電磁波，在空洞共振器108內形成特定模式的駐波。電磁波的頻率並不特別限定。例如，電磁波，係2.45GHz的微波。

[0030]

(磁場形成手段111)

磁場形成手段111，係形成用以藉由從電磁波供給裝置10所供給的微波之相互作用生成電漿的磁場。磁場形成手段111，係具備有複數個磁場形成用線圈(111a、111b)。在圖1所記載的例子中，係在處理室104的外部，配置有第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b。在圖1所記載的例子中，係以包圍處理室104的方式，配置有第1磁場形成用線圈111a，在處理室104的上方配置有第2磁場形成用線圈111b。但是，第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b的配置，係不限定於圖1所記載的例子。

[0031] 在第1磁場形成用線圈111a，係連接有控制流經該第1磁場形成用線圈之電流的第1電流控制電源112a(線圈電流控制電源)，在第2磁場形成用線圈111b，係連接有控制流經該第2磁場形成用線圈之電流的第2電流控制電源112b(線圈電流控制電源)。

[0032] 藉由以高頻電源109而振盪的電磁波所致之電場(微波電場)與以磁場形成手段111所形成之磁場的電子迴旋共振(ECR: Electron Cyclotron Resonance)，處理室104內的氣體會被電漿化。

[0033]

(試料台114)

在與噴淋板102之對向的處理室104下部，係配置有兼任試料(例如，半導體處理基板113)之載置台的試料台114。在試料台114，係經由高頻匹配器115(阻抗匹配器)，連接高頻電源116。藉由從高頻電源116將高頻電力供給至試料台114的方式，在試料台114上產生一般被稱為自給偏壓之負的電壓，電漿中的離子藉由自給偏壓而加速，使離子垂直地入射至半導體處理基板113。其結果，試料(半導體處理基板113)被蝕刻處理。

[0034]

(流經磁場形成用線圈之電流的控制)

在第1電流控制電源112a、第2電流控制電源112b，係連接有控制裝置120，控制裝置120，係根據所執行的處理工程，控制第1電流控制電源112a、第2電流控制電源112b。

[0035] 更具體而言，控制裝置120，係將第1電流設定信號發送至第1電流控制電源112a，並將第2電流設定信號發送至第2電流控制電源112b，該第1電流設定信號，係設定流經第1磁場形成用線圈111a之電流的大小，該第2電

流設定信號，係設定流經第2磁場形成用線圈111b之電流的大小。

[0036] 為了引起2.45GHz的電磁波與電子迴旋共振而生成電漿，係需要0.0875T的磁場。為了產生其較強的磁場，而使用100mH以上1000mH以下之自感係數的線圈作為磁場形成用線圈，又，各電源112，係將10A以上60A以下左右的電流供給至所對應的磁場形成用線圈。藉由控制從各電源112(各電流控制電源)供給至磁場形成用線圈之電流之電流值的方式，在處理室104內，可精密地控制用以感應出電子迴旋共振之磁場強度的分布，且使相對於半導體處理基板113的電漿生成位置移動。

[0037] 另外，除了電源112以外，氣體供給裝置105、真空排氣裝置、高頻電源109、高頻電源116被連接於控制裝置120，控制裝置120亦可根據所執行的處理工程(製程條件)，控制該些裝置。當電漿處理裝置1執行複數個電漿處理工程的情況下，控制裝置120，係根據各處理工程，依序控制裝置參數。如此一來，執行半導體處理基板113的蝕刻處理。

[0038] 其次，假設當使用第1電流控制電源112a，僅改變流經2個磁場形成用線圈(111a、111b)中之第1磁場形成用線圈111a之電流之電流值的情形。圖2，係表示僅改變流經2個磁場形成用線圈(111a、111b)中之第1磁場形成用線圈111a之電流的電流值時之第1電流控制電源112a之電壓之變化及電流之變化的圖。

[0039] 當改變流經第1磁場形成用線圈111a之電流之電流值的情況下，在第1磁場形成用線圈111a，係產生有自感應所致之反電動勢。因此，除了相對於第1磁場形成用線圈111a之電阻成份的電壓以外，另必需將與反電動勢對應之較高的電壓附加於第1磁場形成用線圈111a。又，由於自感應所致之電壓的大小，係與電流的變化速度成比例，因此，當欲迅速地改變電流值的情況下，係必需盡可能地將較高的電壓施加至第1磁場形成用線圈111a。於是，第1電流控制電源112a，係輸出接近可輸出之最大電壓即額定電壓的電壓(參閱圖2中之箭頭A所示的電壓)。

[0040] 其次，假設當使用第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b，改變流經第1磁場形成用線圈111a之電流值及流經第2磁場形成用線圈111b之電流值的情形。圖3，係表示一起改變流經2個磁場形成用線圈(111a、111b)之電流的電流值時之第1電流控制電源112a中之電壓的變化及電流的變化，和第2電流控制電源112b中之電壓的變化及電流的變化之圖。

[0041] 當同時改變流經2個磁場形成用線圈(111a、111b)之電流之電流值的情況下，抵銷自感應所致之反電動勢，各電流控制電源(112a、112b)，係將接近額定電壓之電壓施加至所對應的磁場形成用線圈。此時，藉由2個磁場形成用線圈間的相互感應，在各磁場形成用線圈(111a、111b)，係更施加有正的電壓。藉此，在第1磁場形成用線圈111a，係成為施加有超過第1電流控制電源112a

之額定電壓的電壓(參閱圖2中之箭頭B所示的電壓)。當從第1電流控制電源112a觀看該電壓的情況下，成為超過電源之額定的電壓作用於第1磁場形成用線圈111a(過電壓狀態)。該過電壓狀態，係成為電源之故障等的主要原因。因此，在電漿處理裝置中，係為了藉由相互感應不產生過電壓狀態，而無法迅速地改變磁場形成用線圈的電流。

[0042] 又，在圖3所記載之例子的情況下，當流經一方之磁場形成用線圈之電流變大的情況下，雖在另一方之磁場形成用線圈會產生相互感應所致之正的電壓(正性耦合)，但藉由磁場形成用線圈彼此之耦合的態樣，當流經一方之磁場形成用線圈之電流變大的情況下，有時在另一方之磁場形成用線圈會產生相互感應所致之負的電壓(負性耦合)。在負性耦合的情況下，當控制為增大流經一方之磁場形成用線圈的電流，並減小流經另一方之磁場形成用線圈之電流的情況下，使電流控制電源所致之施加電壓之變化的極性(正負)與藉由相互感應而產生之電壓的極性(正負)成為相同。當進行像這樣的電流控制之情況下，與正性耦合的情形相同地，在欲同時且迅速地改變流經2個磁場形成用線圈之電流的電流值時，存在有超過電流控制電源之額定電壓的電壓作用於至少一方之磁場形成用線圈的可能性。因此，即便在進行像這樣的電流控制之情況下，亦無法同時且迅速地改變複數個磁場形成用線圈的電流。

[0043]

(防止電流控制電源成為過電壓狀態的方法)

以下，在第1實施形態中，說明關於防止電源112成為過電壓狀態的方法。

[0044] 假設當在處理室內產生ECR磁場的複數個磁場形成用線圈中之對第1磁場形成用線圈111a之處理製程造成的影響大於對第2磁場形成用線圈111b之處理製程造成的影響之情形。在該情況下，在第1實施形態中，係以使第1電流控制電源112a之響應時間常數比第2電流控制電源112b之響應時間常數小的方式，設定2個響應時間常數。

[0045] 圖4，係表示當第1電流控制電源112a之響應時間常數為第2電流控制電源112b之響應時間常數之1/5的情況下，一起改變流經2個磁場形成用線圈(111a、111b)之電流的電流值時之第1電流控制電源112a中之電壓的變化及電流的變化，和第2電流控制電源112b中之電壓的變化及電流的變化之圖。

[0046] 在第1實施形態中，係藉由使2個響應時間常數不同的方式，即便控制裝置120將同時改變電流的控制信號發送至第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b，第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b亦不會成為過電壓狀態。具體而言，係藉由使第1時序(參閱圖4)與第2時序彼此不同的方式，防止第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b成為過電壓狀態，該第1時序，係抵消第1磁場形成用線圈111a之自感應，第1電流控制電源

112a輸出較高的電壓，且流經第1磁場形成用線圈111a的電流發生變化，在第2磁場形成用線圈111b產生相互感應所致之電壓，該第2時序，係抵消第2磁場形成用線圈111a之自感應，第2電流控制電源112b輸出較高的電壓，且流經第2磁場形成用線圈111b的電流發生變化，在第1磁場形成用線圈111a產生相互感應所致之電壓。

[0047] 在圖4所記載的例子中，第1電流控制電源112a之響應時間常數雖為第2電流控制電源112b之響應時間常數的 $1/5$ 以下，但第1電流控制電源112a之響應時間，係亦可為第2電流控制電源112b之響應時間常數的 $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下或 $1/10$ 以下。藉由第1電流控制電源112a之響應時間常數為第2電流控制電源112b之響應時間常數的 $1/2$ 以下之方式，確保上述之第1時序與第2時序之間的時間差，並適當地防止電源112成為過電壓狀態。

[0048]

(減小響應時間常數之電源的選擇)

在第1實施形態中，係被設定為：對應於磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈的電源之響應時間常數比對應於磁場變更的靈敏度較弱之磁場形成用線圈的電源之響應時間常數小。例如，當第1磁場形成用線圈111a所致之磁場變更的靈敏度比第2磁場形成用線圈111b所致之磁場變更的靈敏度強的情況下，被設定為：對應於第1磁場形成用線圈111a之第1電流控制電源112a的響應時間常數比對應於第2磁場形成用線圈111b之第2電流控制電源112b的

響應時間常數小。在此，「磁場變更的靈敏度」，係意味著磁場變更對試料(例如，半導體處理基板113)之處理造成之影響的大小，更具體而言，例如改變電漿產生區域之位置之效果的大小。

[0049] 說明關於磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈的具體例。對應於複數個電源(112a、112b)中電流設定值之變化為較大之電源的磁場形成用線圈，係磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈的第1例。

[0050] 由於磁場強度，係與電流的大小成比例，因此，電流設定值的變化較大之磁場形成用線圈對磁場分布及取決於磁場分布之電漿產生區域之分布的影響，係較大(靈敏度較強)。在該情況下，在2個電漿處理工程間，只要使被連接於電流設定值的變化最大之磁場形成用線圈之電流控制電源的響應性變快，則可使改變電漿產生區域之分布的速度變快。

[0051] 例如，假設第1實施形態中之電漿處理裝置具備有控制第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b的控制裝置120，且控制裝置120以使流向第1磁場形成用線圈111a之電流的大小之變化量比流向第2磁場形成用線圈111b之電流的大小之變化量大的方式，控制第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b的情形。在該情況下，只要使被連接於磁場變更的靈敏度較強之第1磁場形成用線圈111a之第1電流控制電源112a的響應性變快(只要減小響應時間常數)，則可使改變電漿產生區域之分布的速度

變快。

[0052] 離載置台(換言之，半導體處理基板113)的距離更近之磁場形成用線圈，係磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈的第2例。

[0053] 藉由磁場形成用線圈所產生的磁場，係越接近磁場形成用線圈，則變得越強。因此，藉由離載置台(換言之，半導體處理基板113)的距離較短之磁場形成用線圈所產生的磁場，係改變相對於半導體處理基板113之電漿生成區域的位置之效果較大(靈敏度較強)。在該情況下，只要使被連接於複數個磁場形成用線圈中之離載置台(換言之，半導體處理基板113)的距離更近之磁場形成用線圈之電流控制電源的響應性變快，則可使改變電漿產生區域之分布的速度變快。另外，在圖1所記載的例子中，係在第2磁場形成用線圈111b的下方，配置有第1磁場形成用線圈111a。因此，第1磁場形成用線圈111a為更接近載置台(換言之，半導體處理基板113)的磁場形成用線圈，且為磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈。

[0054] 第1實施形態中之電漿處理裝置，係亦可具備有控制第1電流控制電源112a之響應時間常數或第2電流控制電源112b之響應時間常數的響應時間常數變更裝置。作為使用響應時間常數變更裝置改變電源112之響應時間常數的方法，係有各種方法。例如，如圖5所示，使RC電路之低通濾波器130介設於控制裝置120與電源112之間，改變傳播電流設定值之變化的速度，藉此，可改變電源112

的響應性(響應時間常數)。另外，在RC電路中，只要使用可變電阻作為電阻或使用可變電容作為電容，則可簡單地變更低通濾波器130的響應時間常數。在該情況下，藉由變更被連接於各電源112的低通濾波器130之響應時間常數的方式，控制該各電源112的響應性(響應時間常數)。亦即，可自由地選擇複數個電源112中哪一個電源的響應性比其他電源快。另外，低通濾波器130，雖係響應時間常數變更裝置之一態樣，但響應時間常數變更裝置，係亦可為低通濾波器130以外的裝置例如電腦。在該情況下，藉由執行軟體的方式，電腦具有響應時間常數變更裝置之功能。

[0055] 各低通濾波器130之響應時間常數的變更，係基於來自控制裝置120的控制信號來進行為較佳。例如，在電漿處理裝置1執行第1處理工程之前，控制裝置120，係將被連接於第1電流控制電源112a之第1低通濾波器130a的響應時間常數設定成第1值，並將被連接於第2電流控制電源112b之第2低通濾波器130b的響應時間常數設定成第2值。第1值、第2值的設定，係亦可藉由變更各低通濾波器之可變電阻的電阻值及/或各低通濾波器之可變電容的靜電容量值之方式來進行。其次，在電漿處理裝置1執行第2處理工程之前，控制裝置120，係將被連接於第1電流控制電源112a之第1低通濾波器130a的響應時間常數設定成第3值(第1變更值)，並將被連接於第2電流控制電源112b之第2低通濾波器130b的響應時間常數設定成第4值(第2變更

值)。其後，電漿處理裝置1執行第2處理工程。

[0056] 如以上所述，在各處理工程的執行之前，變更各低通濾波器130的響應時間常數，藉此，可自由地選擇將響應時間常數減小的電源。

[0057] 在第1實施形態之電漿處理裝置1中，係第1電流控制電源112a的響應時間常數比第2電流控制電源的響應時間常數小。因此，即便為對應於藉由複數個處理工程所構成之電漿處理的各工程，同時改變供給至複數個磁場形成用線圈之電流之大小的情況，亦可在短時間內切換電漿生成區域的分布。亦即，可迅速地執行從1個處理工程向另一處理工程之切換。特別是，使被連接於磁場變更的靈敏度較強之磁場形成用線圈之電流控制電源的響應時間常數小於被連接於其他磁場形成用線圈之電流控制電源的響應時間常數，藉此，可在短時間內切換電漿生成區域的分布，且使電漿生成區域的分布穩定化。又，由於在第1實施形態中，係可在短時間內切換電漿生成區域的分布，因此，藉由縮短各處理工程之時間並增加處理工程之重複次數的方式，可進行形狀控制性高且選擇比高的電漿處理。另外，選擇比，係將想蝕刻之部分的蝕刻速率除以不想蝕刻之部分的蝕刻速率而得到之值。

[0058]

(電漿處理方法)

參閱圖6，說明關於第1實施形態中之電漿處理方法的一例。圖6，係表示第1實施形態中之電漿處理方法之一例

的流程圖。

[0059] 電漿處理方法，係使用第1實施形態中之電漿處理裝置1而執行。在第1步驟ST1中，電漿處理裝置1執行第1處理工程。第1處理工程，係例如蝕刻處理工程。

[0060] 在第1步驟ST1中，對應於第1電流值的電流會流向第1磁場形成用線圈111a，對應於第2電流值的電流會流向第2磁場形成用線圈111b。其結果，在處理室104內生成電漿，藉由電漿，對試料(例如，半導體處理基板113)施予第1處理(例如，蝕刻處理)。

[0061] 更具體而言，在第1步驟ST1中，電磁波供給裝置10，係將電磁波供給至處理室104。電磁波，係例如微波(波長為100 μ m以上1m以下的電磁波)。又，氣體供給裝置105，係將被電漿化的氣體供給至處理室104。又，第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b，係在處理室104內生成磁場。其結果，在處理室104內，藉由微波與由複數個磁場形成用線圈所生成之磁場的相互作用，使氣體被電漿化。藉由被電漿化的氣體，對處理室104內的試料(載置台上的基板)進行第1處理。

[0062] 在第2步驟ST2中，電漿處理裝置1執行第2處理工程。第2處理工程，係例如在試料(例如，半導體處理基板113)之表面形成被膜的處理工程。

[0063] 在第2步驟ST2中，對應於第3電流值的電流會流向第1磁場形成用線圈111a，對應於第4電流值的電流會流向第2磁場形成用線圈111b。其結果，在處理室104內生

成電漿，藉由電漿，對試料(例如，半導體處理基板113)施予第2處理(例如，形成被膜的處理)。另外，第3電流值，係不同於第1電流的電流值，第4電流值，係不同於第2電流不同的電流值。

[0064] 更具體而言，在第2步驟ST2中，電磁波供給裝置10，係將電磁波供給至處理室104。電磁波，係例如微波。又，氣體供給裝置105，係將被電漿化的氣體供給至處理室104。又，第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b，係在處理室104內生成磁場。其結果，在處理室104內，藉由微波與以複數個磁場形成用線圈所生成的磁場之相互作用，氣體被電漿化。藉由被電漿化的氣體，對處理室104內的試料(載置台上的基板)進行第2處理。

[0065] 另外，在第2步驟ST2中，氣體供給裝置105供給之氣體的種類，係亦可不同於在第1步驟ST1中，氣體供給裝置105供給之氣體的種類。又，在第2步驟ST2(第2處理工程)的執行之前，亦可將第1電流控制電源112a的響應時間常數從第1值變更成其他值(第3值)。藉由該變更，可有效地抑制在第2處理工程的執行時，作用於第1磁場形成用線圈111a及/或第2磁場形成用線圈111b之電壓超過額定電壓。相同地，在第2步驟ST2(第2處理工程)的執行之前，亦可將第2電流控制電源112b的響應時間常數從第2值變更成其他值(第4值)。

[0066] 在第1實施形態之電漿處理方法中，係第1電

流控制電源 112a 的響應時間常數比第 2 電流控制電源 112b 的響應時間常數小。因此，如上述所述，即便為將流經第 1 磁場形成用線圈 111a 之電流的電流值從第 1 電流迅速地變更成第 3 電流值的情況，作用於第 1 磁場形成用線圈 111a 及第 2 磁場形成用線圈 111b 的電壓亦不成為額定電壓以上。其結果，可迅速地進行從第 1 處理工程向第 2 處理工程之切換。

[0067] 另外，在第 1 實施形態之電漿處理方法中，第 3 電流值與第 1 電流值之差分的絕對值，係亦可比第 4 電流值與第 2 電流值之差分的絕對值大。在該情況下，藉由第 1 磁場形成用線圈 111a 所生成之磁場的變化對電漿產生區域之變化的貢獻度可說是比藉由第 2 磁場形成用線圈 111b 所生成之磁場的變化對電漿產生區域之變化的貢獻度相對更大。因此，藉由將流經第 1 磁場形成用線圈 111a 之電流的電流值從第 1 電流值迅速地變更成第 3 電流值的方式，可迅速地執行電漿產生區域的變更。

[0068] 取而代之或是附加地，第 1 磁場形成用線圈 111a 與載置台(例如，試料台 114)之間的距離，係亦可比第 2 磁場形成用線圈 111b 與載置台(例如，試料台 114)之間的距離短。在該情況下，「藉由第 1 磁場形成用線圈 111a 所生成之磁場的變化對試料(例如，半導體處理基板 113)附近之電漿產生區域之變化的貢獻度」可說是比「藉由第 2 磁場形成用線圈 111b 所生成之磁場的變化對試料附近之電漿產生區域之變化的貢獻度」相對更大。因此，藉由將流

經第1磁場形成用線圈111a之電流的電流值從第1電流值迅速地變更成第3電流值的方式，可迅速地執行試料附近之電漿產生區域的變更。

[0069] 另外，如圖4所示，在第2處理工程中，流經第1磁場形成用線圈111a之電流成為穩定態值，係比第2處理工程中，流經第2磁場形成用線圈111b之電流成為穩定態值早為較佳。藉由使流經第1磁場形成用線圈111a迅速地成為穩定態值(第3電流值)的方式，第2處理工程中之電漿產生區域便迅速地穩定化。

[0070]

(第2實施形態)

參閱圖7及圖8，說明關於第2實施形態中之電漿處理裝置1'。圖7，係示意地表示第2實施形態中之電漿處理裝置1'的一例，具備有3個磁場形成用線圈之電漿處理裝置之構成的概略縱剖面圖。圖8，係表示第3響應時間常數變更裝置被連接於第3電流控制電源112c之態樣的示意圖。

[0071] 第2實施形態中之電漿處理裝置1'(磁場形成手段111)，係具備有第3磁場形成用線圈111c及第3電源(第3電流控制電源112c)，在該觀點中，不同於第1實施形態中之電漿處理裝置1。在其他觀點中，第2實施形態中之電漿處理裝置1'，係與第1實施形態中之電漿處理裝置1相同。因此，在第2實施形態中，係以第3磁場形成用線圈111c及第3電流控制電源112c為中心進行說明，省略關於在第1實施形態中已說明之事項的重複說明。

[0072] 在圖7所記載的例子中，第3磁場形成用線圈111c，係被配置於第2磁場形成用線圈111b之上方，且為在處理室104內形成磁場的磁場形成用線圈。又，第3電流控制電源112c，係被連接於第3磁場形成用線圈111c，且為使電流流向第3磁場形成用線圈111c的電源。

[0073] 在圖7所記載的例子中，第3磁場形成用線圈111c被配置於第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b的上方。因此，與第1磁場形成用線圈111a及第2磁場形成用線圈111b相比，第3磁場形成用線圈111c，係離載置台(換言之，半導體處理基板113)較遠的磁場形成用線圈，且為磁場變更的靈敏度較弱之磁場形成用線圈。因此，使電流流向第3磁場形成用線圈111c之第3電流控制電源112c的響應時間常數，係亦可比第1電流控制電源112a及第2電流控制電源112b的響應時間常數大。藉由使第3電流控制電源112c之響應時間常數比第1電流控制電源112a及/或第2電流控制電源112b之響應時間常數大的方式，可防止起因於磁場形成用線圈間的相互感應而第1電流控制電源112a、第2電流控制電源112b及第3電流控制電源112c成為過電壓狀態。

[0074] 另外，在圖7所記載的例子中，第3電流控制電源112c，係被連接於控制裝置120，控制裝置120，係控制第3電流控制電源112c。藉由控制裝置120控制第3電流控制電源112c的方式，可改變流向第3磁場形成用線圈111c之電流的大小。

[0075] 如圖8所示，第2實施形態中之電漿處理裝置1'，係亦可具備有控制第3電流控制電源112c之響應時間常數的響應時間常數變更裝置(例如，第3低通濾波器130c)。第3低通濾波器130c之響應時間常數的變更，係例如基於來自控制裝置120的控制信號來進行。當電漿處理裝置1'具備有控制第3電流控制電源的響應時間常數之響應時間常數變更裝置的情況下，係可對應於試料的特性或試料之處理的種類等，自由地變更第3電流控制電源112c的響應時間常數。

[0076] 另外，本發明，係不限定於上述的實施形態。在本發明的範圍內，可進行上述實施形態之任意之構成要素的變形，或上述實施形態之任意之構成要素的省略。

[0077] 例如，在實施形態中，雖係說明了關於磁場形成用線圈之個數為2個或3個，電流控制電源之個數為2個或3個的情形，但磁場形成用線圈的個數及電流控制電源的個數，係亦可分別為4個以上。當電漿處理裝置具備有4個以上之磁場形成用線圈的情況下，係例如只要使「被連接於2個連續處理工程間之設定電流變化量最大的磁場形成用線圈之電流控制電源的響應時間常數」比「被連接於其以外的磁場形成用線圈之電流控制電源的響應時間常數」小即可。取而代之或是附加地，只要使「被連接於離載置台的距離最近之磁場形成用線圈之電流控制電源的響應時間常數」比「被連接於其以外的磁場形成用線圈

之電流控制電源的響應時間常數」小即可。藉由像這樣的構成，即便為電漿處理裝置具有4個以上之磁場形成用線圈的情況，亦可在作用於各磁場形成用線圈之電壓不超過額定電壓的狀態下，迅速地切換處理室內之磁場分布。

[0078] 又，在圖5、圖8所記載的例子中，係說明關於準備響應時間常數變更裝置(例如低通濾波器)作為與電流控制電源為獨立之裝置，且準備作為與控制裝置為獨立之裝置的情形。取而代之地，響應時間常數變更裝置，係亦可組入電流控制電源或控制裝置。

[0079] 又，在實施形態中，係說明關於第1處理工程為蝕刻處理工程，且第2處理工程為將被膜形成於試料的表面之處理工程的情形。取而代之地，第1處理工程，係亦可為蝕刻處理工程以外的處理工程。又，第2處理工程，係亦可為將被膜形成於試料的表面之處理工程以外的處理工程。

【符號說明】

[0080]

1：電漿處理裝置

10：電磁波供給裝置

101：真空容器

102：噴淋板

103：介電質窗

104：處理室

- 105：氣體供給裝置
- 105p：氣體供給管
- 106：真空排氣口
- 107：導波管
- 108：空洞振盪器
- 109：高頻電源
- 110：電磁波匹配器
- 111：磁場形成手段
- 111a：第1磁場形成用線圈
- 111b：第2磁場形成用線圈
- 111c：第3磁場形成用線圈
- 112：電源
- 112a：第1電流控制電源
- 112b：第2電流控制電源
- 112c：第3電流控制電源
- 113：半導體處理基板
- 114：試料台
- 115：高頻匹配器
- 116：高頻電源
- 120：控制裝置
- 130：低通濾波器
- 130a：第1低通濾波器
- 130b：第2低通濾波器
- 130c：第3低通濾波器



I673759

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

電漿處理裝置

【中文】

〔課題〕 提供一種可在短時間內實現處理步驟的電漿處理裝置。

〔解決手段〕 電漿處理裝置，係具備有：處理室，對試料進行電漿處理；高頻電源，供給微波之高頻電力；及磁場形成手段，形成用以藉由與微波之相互作用生成電漿的磁場。磁場形成手段，係具備有：第1電源，使電流流向在處理室內形成磁場的第1磁場形成用線圈；及第2電源，使電流流向在處理室內形成磁場的第2磁場形成用線圈。第1磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度，係比第2磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度強，第1電源之響應時間常數，係比第2電源之響應時間常數小。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1：電漿處理裝置	10：電磁波供給裝置
101：真空容器	102：噴淋板
103：介電質窗	104：處理室
105：氣體供給裝置	105p：氣體供給管
106：真空排氣口	107：導波管
108：空洞振盪器	109：高頻電源
110：電磁波匹配器	111：磁場形成手段
111a：第1磁場形成用線圈	111b：第2磁場形成用線圈
112：電源	112a：第1電流控制電源
112b：第2電流控制電源	113：半導體處理基板
114：試料台	115：高頻匹配器
116：高頻電源	120：控制裝置

【特徵化學式】無

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種電漿處理裝置，係具備有：處理室，對試料進行電漿處理；高頻電源，供給微波之高頻電力；及磁場形成手段，形成用以藉由與前述微波之相互作用生成電漿的磁場，該電漿處理裝置，其特徵係，

前述磁場形成手段，係具備有：第1電源，使電流流向在前述處理室內形成磁場的第1磁場形成用線圈；及第2電源，使電流流向在前述處理室內形成磁場的第2磁場形成用線圈，

前述第1磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度，係比前述第2磁場形成用線圈所致之磁場變更的靈敏度強，

前述第1電源之響應時間常數，係比前述第2電源之響應時間常數小。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中，

前述第1電源之響應時間常數，係前述第2電源之響應時間常數的 $1/2$ 以下。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中，更具備有：

響應時間常數變更裝置，控制前述第1電源之響應時間常數或前述第2電源之響應時間常數。

【第4項】

如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中，
前述第1磁場形成用線圈，係被配置於前述第2磁場形成用線圈的下方。

【第5項】

如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中，更具備有：

控制裝置，以使流向前述第1磁場形成用線圈之電流的大小之變化量比流向前述第2磁場形成用線圈之電流的大小之變化量大的方式，控制前述第1電源及前述第2電源。

【第6項】

如申請專利範圍第4項之電漿處理裝置，其中，
前述磁場形成手段，係更具備有：第3磁場形成用線圈，被配置於前述第2磁場形成用線圈的上方，並在前述處理室內形成磁場。