



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 017 056 A1** 2006.10.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 017 056.3**

(22) Anmeldetag: **11.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **26.10.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/302** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

10-2005-0030806 13.04.2005 KR

(74) Vertreter:

**Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising**

(71) Anmelder:

**Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Kyonggi,
KR**

(72) Erfinder:

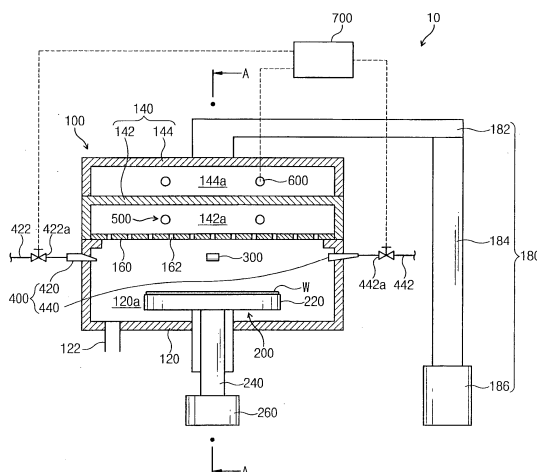
Yi, Hun-Jung, Suwon, Kyonggi, KR

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Reinigen eines Halbleiterwafers**

(57) Zusammenfassung: Eine Reinigungsvorrichtung ist geschaffen, die eine Bearbeitungskammer, die einen Arbeitsraum definiert, eine Trägervorrichtung zum Drehen eines Wafers, wobei die Trägervorrichtung in dem Arbeitsraum positioniert ist und der Wafer an der Trägervorrichtung angebracht ist, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist, eine Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum zu der Bearbeitungsoberfläche des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, und eine Trocknungsgaszuführdüse zum Zuführen eines Dampfes eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum und zum Bilden einer Atmosphäre eines organischen Lösungsmittels in demselben aufweist. Wasser, das an dem Wafer verbleibt, kann somit ohne Weiteres entfernt werden.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese nicht vorläufige US-Patentanmeldung nimmt die Priorität gemäß 35 U.S.C. § 119 aus der koreanischen Patentanmeldung 2005-30806, eingereicht am 13. April 2005, in Anspruch, deren gesamter Inhalt hierdurch durch Bezugnahme aufgenommen ist.

HINTERGRUND

1. GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Reinigen eines Halbleiterwafers.

2. ERÖRTERUNG DER VERWANDTEN TECHNIK

[0003] Ein Halbleiterwafer bzw. eine Halbleiterscheibe wird allgemein durch wiederholtes Durchführen von verschiedenen Herstellungsverfahren, wie z.B. einem Abscheidungsverfahren, einem Entwicklungsverfahren, einem Ätzverfahren, einem Reinigungsverfahren, etc. hergestellt. Das Reinigungsverfahren dient zum Entfernen von restlichen Chemikalien, kleinen Teilchen, Verunreinigungsstoffen oder unnötigen Filmen an einer Oberfläche des Halbleiterwafers, die während der Herstellungsverfahren erzeugt werden. Da bei jüngeren Trends Muster an dem Halbleiterwafer kleiner sind, gewinnt das Reinigungsverfahren an Bedeutung.

[0004] Das Reinigungsverfahren für den Halbleiterwafer weist einen Reinigungsschritt zum Ätzen oder Ver Bergen der Verunreinigungsstoffe an der Oberfläche des Halbleiterwafers durch nasschemische Reaktionen, einen Spülschritt zum Spülen des Halbleiterwafers mit entionisiertem Wasser nach der chemischen Behandlung und einem Trocknungsschritt zum Trocknen des Halbleiterwafers nach dem Spülschritt auf.

Stand der Technik

[0005] In den frühen Tagen der Halbleiterwaferherstellung wurde ein Schleudertrockner für den Trocknungsschritt verwendet, bei dem der Halbleiterwafer mit der zu bearbeitenden Oberfläche nach oben gerichtet platziert war und der Trocknungsschritt durch eine Zentrifugalkraft ausgeführt wurde. Ein Beispiel der Schleudertrockner ist in dem US-Patent Nr. 5,829,156 offenbart. Sowie jedoch die Komplexität der Strukturen der Halbleiterchips zunimmt, zeigt der Schleudertrockner Grenzen dahingehend, dass winzige Wassertropfchen an der Waferoberfläche durch den Schleudertrockner nicht vollständig entfernt werden, jedoch die Verunreinigungsstoffe, die sich in den winzigen Wassertropfchen ansammeln, auf der Waferoberfläche verbleiben. Da der Schleudertrockner zusätzlich mit einer hohen Geschwindigkeit gedreht wird, tritt ein Wirbel an der Waferoberfläche auf, wodurch die Verunreinigungsstoffe an dem Halbleiterwafer angebracht werden und mechanische Spannung an denselben angelegt wird.

[0006] Um die Grenzen oder Probleme des Schleudertrockners zu vermeiden, wurde ein Mehr-Wafer-Trockner weit verbreitet verwendet. Der Mehr-Wafer-Trockner weist eine Bearbeitungs- bzw. Verfahrenskammer auf, in die etwa 50 Wafer gleichzeitig aufgenommen werden. Für das Trocknungsverfahren des Mehr-Wafer-Trockners werden die Chemikalien und das entionisierte Wasser zum chemischen Behandeln und Spülen des Wafers aufeinander folgend in die Kammer geliefert. Als Nächstes wird der gespülte Wafer durch einen Marangoni-Effekt getrocknet, bei dem eine Isopropylalkoholschicht an einer Oberfläche des entionisierten Wassers gebildet wird. Ein Beispiel einer Vorrichtung zum Trocknen des Wafers unter Verwendung des Marangoni-Effekts ist in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. 10-335299 offenbart. Da jedoch eine Gruppe von Wafern im Wesentlichen gleichzeitig in dem Mehr-Wafer-Trockner getrocknet wird, verbleiben Verunreinigungsstoffe in der Kammer, nachdem das Trocknungsverfahren beendet ist. Diese Verunreinigungsstoffe verunreinigen eine nächste Gruppe von Wafern, die in die Kammer für das Trocknungsverfahren transportiert werden. Dieses Problem ist bei dem Mehr-Wafer-Trockner besonders ernst, der eine einzige Kammer für das chemische Behandlungsverfahren, das Spülverfahren und das Trocknungsverfahren verwendet.

[0007] Aufgrund der Probleme des im Vorhergehenden erwähnten Mehr-Wafer-Trockners ist der Einzel-Wafer-Trockner jüngst wieder in Verwendung, bei dem der Wafer mit der zu bearbeitenden Oberfläche nach oben gerichtet gedreht wird und ein Isopropylalkoholdampf auf eine Mittenregion des Wafers geliefert wird. Bei dem

Mehr-Wafer-Trockner sind die Wafer in der Bearbeitungskammer vertikal positioniert. Daher wird eine Meniskusschicht, die zwischen dem Wafer und dem entionisierten Wasser gebildet ist, gleichmäßig beibehalten, da ein Flüssigkeitsfluss durch die Schwerkraft an den Oberflächen der Wafer, die vertikal ausgerichtet sind, eingeführt bzw. eingeleitet wird. Bei dem Einzel-Wafer-Trockner wird jedoch der Flüssigkeitsfluss an der Waferoberfläche durch die Zentrifugalkraft und nicht durch die konstante Schwerkraft bzw. Anziehungskraft hervorgerufen. Daher tendiert die Meniskusschicht dazu, instabil zu sein, was zu einem schlechten Trocknen führt, und das entionisierte Wasser wird innerhalb einer feinen Struktur, wie z.B. einem Kontaktloch, mit dem Einzel-Wafer-Trockner nicht ohne weiteres entfernt. Wenn der Wafer in dem Einzel-Wafer-Trockner mit einer langsameren Geschwindigkeit gedreht wird, können die im Vorhergehenden erwähnten Probleme reduziert werden, eine Verfahrenszeit bzw. Bearbeitungszeit des Trocknens wird jedoch verlängert.

[0008] Bei dem Einzel-Wafer-Trockner wird der Isopropylalkoholdampf, der außerhalb der Bearbeitungskammer erzeugt wird, mit einem Trägergas, wie z.B. einem Stickstoffgas, zu einer Düse zugeführt. Die Konzentration des Isopropylalkoholdampfes wird daher gesenkt, derart, dass die Trocknungseffizienz ebenfalls gesenkt wird. Ein weiteres Problem bei dem Einzel-Wafer-Trockner besteht darin, dass lokale Trocknungsflecken bzw. Trocknungsstellen ohne weiteres an der Waferoberfläche gebildet werden. D. h., wenn ein Durchmesser des Wafers groß ist, trocknet die Peripherieregion des Wafers sogar bevor der Wafer durch den Isopropylalkoholdampf getrocknet wird. Wenn der Wafer durch einige Chemikalien, wie z.B. Fluorwasserstoffsäure bzw. Flusssäure, gereinigt wird, wird die Waferoberfläche hydrophob bzw. wasserabweisend, wodurch lokale Trocknungsflecken entstehen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

[0009] Bei einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Reinigungsvorrichtung vorgesehen, die eine Bearbeitungskammer, die einen Arbeitsraum definiert, aufweist. Eine Trägervorrichtung zum Drehen eines Wafers ist in dem Arbeitsraum positioniert, und ein Wafer ist an der Trägervorrichtung angebracht, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist. Eine Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel ist ferner zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum zu der Bearbeitungsoberfläche des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, vorgesehen. Eine Trocknungsgaszuführdüse zum Zuführen eines Dampfs eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum und zum Bilden einer Atmosphäre eines organischen Lösungsmittels darin ist Teil der Reinigungsvorrichtung. Das organische Lösungsmittel kann einen Isopropylalkohol aufweisen.

[0010] Die Bearbeitungskammer weist bei einem Ausführungsbeispiel einen Behälter auf, in dem die Trägervorrichtung positioniert ist, wobei der Behälter eine Öffnung bei einem oberen Abschnitt desselben aufweist. Derselbe weist ferner einen Deckel zum Aufnehmen der Trocknungsgaszuführdüse und zum Öffnen oder Schließen der Öffnung des Behälters und eine poröse Platte, die zwischen dem Deckel und dem Behälter positioniert ist, zum Verteilen des Trocknungsgases, das von der Trocknungsgaszuführdüse in den Behälter zugeführt wird, auf. Die Reinigungsvorrichtung kann ferner eine Spüldüse, die an der Trägervorrichtung angebracht ist, zum Zuführen einer Spülflüssigkeit auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers aufweisen.

[0011] Die Zuführdüse für das organische Lösungsmittel kann eine Gesamtregionzuführdüse zum Zuführen des organischen Lösungsmittels zu im Wesentlichen der gesamten Bearbeitungsoberfläche des Wafers, die sich von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion bzw. Umfangsregion erstreckt, aufweisen. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel führt die Gesamtregionzuführdüse das organische Lösungsmittel der gesamten Bearbeitungsoberfläche des Wafers, die sich von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion erstreckt, gleichzeitig zu. Bei einem Ausführungsbeispiel weist die Gesamtregionzuführdüse einen Schlitz oder eine Mehrzahl von Löchern zum Sprühen des organischen Lösungsmittels auf. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Zuführdüse für das organische Lösungsmittel eine Mittenregionzuführdüse zum Zuführen des organischen Lösungsmittels zu lediglich der Mittenregion des Wafers auf.

[0012] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Reinigungsvorrichtung ferner einen Heizer zum Heizen bzw. Wärmen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, auf. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Heizer eine Lampe, die außerhalb der Bearbeitungskammer positioniert ist. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Reinigungsvorrichtung ferner eine Lampe zum Heizen bzw. Wärmen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, auf. Der Deckel weist außerdem eine untere Platte, in der die Trocknungsgaszuführdüse eingebaut ist, und eine obere Platte, die auf der unteren Platte angeordnet ist, um darin die Lampe aufzunehmen, auf. Bei einem Ausführungsbeispiel weist die Lampe eine Ringform oder eine Stabform auf. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Heizer mindestens eine Lampe, die außerhalb des Behälters positioniert ist, auf. Die Trocknungsgaszuführdüse kann mit einem Dampfführer

zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels in einem Dampfzustand und mit einem Gaszuführer zum Zuführen eines inerten Gases verbunden sein.

[0013] Bei einem Ausführungsbeispiel hierin kann die Reinigungsvorrichtung ferner eine Steuerung zum Steuern einer Menge des organischen Lösungsmittels, das von der Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel zugeführt wird, aufweisen, derart, dass eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer Mischung des organischen Lösungsmittels und von Reinigungschemikalien an der Bearbeitungsoberfläche des Wafers größer als eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer azeotropen Mischung ist. Diese Mischung liegt bei einer Temperatur oberhalb des Siedepunkts der Mischung.

[0014] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Reinigungsvorrichtung die Bearbeitungskammer, die einen Arbeitsraum definiert, und die im Vorhergehenden beschriebene Trägervorrichtung auf. Dieselbe weist ferner eine Gesamtregionzuführdüse zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels zu einer gesamten Bearbeitungsoberfläche des Wafers, die sich von einer Mittenregion zu einer Umfangsregion erstreckt, auf. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Reinigungsvorrichtung ferner einen Heizer zum Heizen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, und eine Steuerung, wie im Vorhergehenden beschrieben, auf.

[0015] Ein Reinigungsverfahren eines Ausführungsbeispiels hierin weist das Bereitstellen einer Bearbeitungskammer, die einen Arbeitsraum definiert, das Laden eines Wafers auf eine Trägervorrichtung, die in dem Arbeitsraum positioniert ist, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist, das Einführen eines organischen Lösungsmittels in einem Dampfzustand in die Bearbeitungskammer, das eine trocknende Atmosphäre in dem Arbeitsraum bildet, und das Richten des Dampfes des organischen Lösungsmittels auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers, während der Wafer im Wesentlichen gleichzeitig gedreht wird, auf. Bei einem Ausführungsbeispiel weist das Liefern des organischen Lösungsmittels auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers das Liefern des organischen Lösungsmittels im Wesentlichen gleichzeitig zu einer Gesamtbearbeitungsoberfläche des Wafers von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion auf. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Liefern des organischen Lösungsmittels direkt auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers ferner das Liefern des organischen Lösungsmittels lediglich zu der Mittenregion des Wafers auf. Ein weiteres Ausführungsbeispiel weist ferner das Heizen des Wafers auf, wobei das organische Lösungsmittel auf die Waferoberfläche von der Zuführdüse für das organische Lösungsmittel geliefert wird, derart, dass eine Volumenkonzentration in einer Mischung des organischen Lösungsmittels und von Reinigungschemikalien an der Bearbeitungsoberfläche des Wafers größer als eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer azeotropen Mischung ist, wobei die Mischung über den Siedepunkt der Mischung geheizt wird.

[0016] Das Reinigungsverfahren kann ferner vor dem Liefern des organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum für die trocknende Atmosphäre das Zuführen eines inerten Gases in den Arbeitsraum aufweisen, um Sauerstoff in der Bearbeitungskammer zu entfernen. Dasselbe kann ferner vor dem Liefern des organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum für die trocknende Atmosphäre das Zuführen eines inerten Gases und eines Alkoholdampfes in den Arbeitsraum aufweisen, um Sauerstoff in der Bearbeitungskammer zu entfernen.

[0017] Gemäß dem Vorhergehenden wird das Trocknungsverfahren ausgeführt, während die Bearbeitungskammer die Atmosphäre des organischen Lösungsmittels aufweist, und daher kann die Oberflächenspannung des entionisierten Wassers an dem Wafer stark reduziert sein, wodurch das entionisierte Wasser von dem Wafer ohne weiteres entfernt wird.

[0018] Die Atmosphäre des organischen Lösungsmittels in dem Behälter, die Konzentration des organischen Lösungsmittels an der gesamten Oberfläche des Wafers und die Temperatur des Wafers können ferner unter Verwendung der Steuerung gesteuert werden, wodurch die Trocknungseffizienz verbessert ist und die Bearbeitungszeit, die erforderlich ist, um den Wafer zu trocknen, reduziert ist.

Ausführungsbeispiel

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Die vorhergehenden und weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden Fauchleuten durch detailliertes Beschreiben von bevorzugten Ausführungsbeispielen derselben unter Bezugnahme auf die beigegebenen Zeichnungen offensichtlicher, in denen:

[0020] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht ist, die eine Reinigungsvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0021] [Fig. 2](#) eine Schnittansicht entlang einer Linie A-A' von [Fig. 1](#) ist;

[0022] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht ist, die ein Beispiel einer Gesamtregionzufuhrdüse von [Fig. 1](#) darstellt;

[0023] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht ist, die ein weiteres Beispiel einer Gesamtregionzufuhrdüse von [Fig. 1](#) darstellt;

[0024] [Fig. 5](#) eine Draufsicht ist, die ein Beispiel eines Heizers von [Fig. 1](#) darstellt;

[0025] [Fig. 6](#) eine Draufsicht ist, die ein weiteres Beispiel eines Heizers von [Fig. 1](#) darstellt;

[0026] [Fig. 7](#) eine graphische Darstellung ist, die Verdampfungscharakteristika von Isopropylalkohol- und Wassermischungen beschreibt;

[0027] [Fig. 8](#) ein Flussdiagramm ist, das ein Trocknungsverfahren eines Wafers gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt; und

[0028] [Fig. 9](#) bis [Fig. 13](#) Schnittansichten sind, die Zustände einer Bearbeitungskammer, bei der ein Trocknungsverfahren angewendet wird, darstellen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0029] Im Folgenden sind die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#), beschrieben. Die vorliegende Erfindung kann jedoch in unterschiedlichen Formen ausgeführt sein und sollte nicht als auf die hierin dargelegten Ausführungsbeispiele begrenzt aufgefasst werden. Diese Ausführungsbeispiele sind vielmehr vorgesehen, derart, dass diese Offenbarung gründlich und vollständig ist, und dieselben werden Fachleuten den Schutzbereich der Erfindung vollständig vermitteln.

[0030] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) weist die Reinigungsvorrichtung **10** eine Bearbeitungskammer **100**, eine Trägereinrichtung **200**, eine Spüldüse **300**, eine Zufuhrdüse **400** für ein organisches Lösungsmittel, eine Trocknungszufuhrdüse **500** und einen Heizer **600** auf.

[0031] Die Bearbeitungskammer **100** definiert einen Arbeitsraum für ein Reinigungsverfahren. Die Bearbeitungskammer **100** weist einen Behälter **120** und einen Deckel **140** auf. Der Behälter **120** weist einen inneren Raum **120a** darin mit einer Öffnung an dem oberen Ende desselben auf. Eine Auslassleitung **122** ist mit einem unteren Ende des Behälters **120** verbunden, um chemische Flüssigkeiten und Spülflüssigkeiten hinauszulassen. Der Deckel **140** dient dazu, um die Öffnung an dem oberen Ende des Behälters **120** zu öffnen oder zu schließen. Der Deckel **140** weist eine obere Platte **144** und eine untere Platte **142** auf. Die obere Platte **144** ist über der unteren Platte **142** positioniert und an der unteren Platte **142** befestigt. Die obere Platte **144** und die untere Platte **142** weisen innere Räume **144a** bzw. **142a** mit einer Öffnung an dem unteren Ende derselben auf. Eine Vorrichtung **180** ist zum Bewegen des Deckels **140** vorgesehen. Die Bewegungsvorrichtung **180** weist einen Trägerarm **182**, der mit der oberen Platte **144** des Deckels **140** gekoppelt ist, und einen Bewegungsstab **184** zum Bewegen des Trägereils **182** auf. Der Trägerarm **182** erstreckt sich typischerweise in der horizontalen Richtung, während sich der Bewegungsstab **184** typischerweise in der vertikalen Richtung erstreckt. Der Bewegungsstab **184** ist mit einem Ende des Trägereils **182** gekoppelt. Eine Betätigungsvorrichtung **186** ist mit dem Bewegungsstab **184** gekoppelt, um den Bewegungsstab **184** zu drehen oder vertikal zu bewegen. Eine Dichtungs- bzw. Verschlusseinrichtung (nicht gezeigt), wie z.B. ein O-Ring, kann zwischen dem Deckel **140** und dem Behälter **120** eingebaut sein, um die Bearbeitungskammer **100** abzudichten bzw. zu verschließen, wenn der Behälter **120** unter Verwendung des Deckels **140** geschlossen wird.

[0032] Die Trägereinrichtung **200** trägt während des Verfahrens ein Halbleitersubstrat, wie z.B. einen Wafer (W). Die Trägereinrichtung **200** weist eine Trägerplatte **220** und eine Drehachse **240** auf. Die Trägerplatte **220** ist typischerweise eine kreisförmige Platte mit einer flachen oberen Oberfläche mit einem Durchmesser, der gleich demselben des Wafers (W) ist. Der Wafer (W) ist an der Trägerplatte **220** angebracht, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers (W) nach oben gerichtet ist. Die Drehachse **240** ist an dem unteren Ende

der Trägerplatte **220** befestigt. Die Drehachse **240** wird durch eine Antriebsvorrichtung **260**, wie z.B. einen Motor, gedreht. Ein Hebestift (hier nicht gezeichnet) kann an der Trägervorrichtung **200** angebracht sein, um den Wafer (W) von einem Transportroboter (nicht gezeigt) zu nehmen, der den Wafer (W) zu der Bearbeitungskammer **100** transportiert und den Wafer (W) auf die Trägerplatte **220** lädt. Während des Verfahrens kann die Trägerplatte **220** den Wafer (W) unter Verwendung von verschiedenen Verfahren, wie z.B. einem Vakuumsaugen, einem mechanischen Klemmen, etc. tragen. Als ein weiteres Verfahren kann eine Mehrzahl von Führungsstiften (hier nicht gezeichnet) an der Peripherieregion der Trägerplatte **240** angebracht sein, wodurch eine Trennung des Wafers (W) von der Trägerplatte **220** während des Verfahrens verhindert wird.

[0033] Die Reinigungsvorrichtung **10** weist eine Zufühdüse (hier nicht gezeichnet) für Chemikalien für ein chemisches Reinigungsverfahren und eine Spüldüse **300** für ein Spülverfahren auf. Die Zufühdüse für Chemikalien liefert die Chemikalien zu dem Wafer (W), um die Verunreinigungsstoffe an der Waferoberfläche durch chemische Reaktionen zu ätzen oder zu trennen. Die Spüldüse **300** liefert die Spülflüssigkeiten zu dem Wafer (W), um restliche Chemikalien an dem Wafer (W) zu entfernen. Die Reinigungsvorrichtung **10** kann eine Mehrzahl von Zufühdüsen für Chemikalien aufweisen, um unter Berücksichtigung von chemischen Eigenschaften der Verunreinigungsstoffe verschiedene Chemikalien zu dem Wafer (W) zuzuführen. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird als eine der Spülflüssigkeiten entionisiertes Wasser für die Reinigungsvorrichtung **10** verwendet. Die Zufühdüse für Chemikalien und die Spüldüse **300** sind in dem Behälter **120** angebracht, derart, dass die Chemikalien und die Spülflüssigkeiten zu einer Mitte des Wafers (W) gesprüht werden. Während die Chemikalien oder die Spülflüssigkeiten gesprüht werden, befindet sich der Wafer (W) in einer Drehung, und die Chemikalien oder die Spülflüssigkeiten verbreiten sich von der Mitte zu der Peripherieregion des Wafers (W).

[0034] Für das Trocknungsverfahren weist die Reinigungsvorrichtung (**10**) eine Zufühdüse **400** für ein organisches Lösungsmittel, eine Trocknungsgaszufühdüse **500** und einen Heizer **600** auf. Ein Isopropylalkohol und ein Stickstoffgas können als ein organisches Lösungsmittel und ein inertes Gas verwendet werden. Ein Beispiel des organischen Lösungsmittels anstelle des Isopropylalkohols kann verschiedene Materialien aufweisen, die eine niedrige Oberflächenspannung aufweisen und gegenüber den Spülflüssigkeiten löslich sind, wie z.B. Ethylglycol, 1-Propanol, 2-Propanol, Tetrahydrofuran, 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon, 1-Butanol, 2-Butanol, Methanol, Ethanol, Aceton, n-Propyl-Alkohol oder Dimethylether, etc.. Das inerte Gas kann ferner verschiedene Gase, die chemisch stabil sind, anstelle des Stickstoffgases aufweisen.

[0035] Die Zufühdüse **400** für das organische Lösungsmittel liefert den Isopropylalkohol direkt zu dem Wafer (W), um den Wafer zu trocknen, nachdem das Spülverfahren beendet ist. Die Zufühdüse **400** für das organische Lösungsmittel kann ferner dem Wafer (W) eine hohe Konzentration des Isopropylalkoholdampfes liefern. Der Isopropylalkohol reduziert die Oberflächenspannung des entionisierten Wassers an der Oberfläche des Wafers (W), um das entionisierte Wasser von dem Wafer (W) ohne weiteres zu entfernen. D. h., das entionisierte Wasser wird von der Oberfläche des Wafers (W) aufgrund des Marangoni-Effekts unter Verwendung des Oberflächenspannungsunterschieds zwischen dem Isopropylalkohol und dem entionisierten Wasser entfernt.

[0036] Die Zufühdüse **400** für das organische Lösungsmittel weist eine Mittenregionzufühdüse **420** und eine Gesamtregionzufühdüse **440** auf. Zuführleitungen **422** und **442** zum Zuführen des Isopropylalkohols sind mit der Mittenregionzufühdüse **420** bzw. der Gesamtregionzufühdüse **440** verbunden. Flussratensteuerventile **422a** und **442a** zum Steuern einer Flussrate einer Entladung in den Zuführleitungen **422** und **442** sind an den Zuführleitungen **422** bzw. **442** angebracht.

[0037] Die Mittenregionzufühdüse **420** ist an einer Seitenwand des Behälters **120** angebracht und liefert den Isopropylalkohol lediglich zu der Mitte des Wafers (W). Der Isopropylalkohol, der zu der Mitte des Wafers (W) geliefert wird, fließt aufgrund der Zentrifugalkraft, sowie der Wafer (W) gedreht wird, von der Mitte des Wafers (W) zu der Peripherieregion des Wafers (W). Wenn der Isopropylalkohol lediglich zu der Mittenregion zugeführt wird, wird die Peripherieregion des Wafers (W) durch die Zentrifugalkraft zu einer früheren Zeit des Trocknungsverfahrens getrocknet und Wasserflecken werden ohne weiteres in der Peripherieregion gebildet. Der Isopropylalkohol wird ferner zu der Peripherieregion des Wafers (W) unzureichend zugeführt, da der Isopropylalkohol beginnt, sich von der Mitte des Wafers (W) zu der Peripherieregion des Wafers (W) zu verbreiten.

[0038] Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Gesamtregionzufühdüse **440** an der Seitenwand des Behälters **120** angebracht und liefert den Isopropylalkohol gleichzeitig zu der Gesamtoberfläche, die der Mittenregion und der Peripherieregion des Wafers (W) entspricht. Die Gesamtregionzufühdüse **440** ist in der vertikalen Richtung angeordnet und mit dem Behälter **120** gekoppelt.

[0039] Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) weist die Gesamtregionzuführdüse **440** eine Einspritzdüse auf, durch die eine Mehrzahl von kreisförmigen Löchern **444** gebildet ist. Die Mehrzahl von kreisförmigen Löchern **444** kann in einer vertikalen Richtung angeordnet sein. Der Isopropylalkohol kann zu der Mittenregion des Wafers (W) durch ein oberstes kreisförmiges Loch der kreisförmigen Löcher **444** zugeführt werden, und der Isopropylalkohol kann zu der Peripherieregion des Wafers (W) durch ein unterstes kreisförmiges Loch der kreisförmigen Löcher **444** zugeführt werden.

[0040] Die Größen der kreisförmigen Löcher **442** und die Abstände zwischen den kreisförmigen Löchern **444** können auf eine Vielfalt von Arten bestimmt werden, derart, dass eine gewünschte Menge des Isopropylalkohols zu der entsprechenden Region des Wafers (W) geliefert wird. Die Größen der kreisförmigen Löcher **444** können ferner hinsichtlich der Höhe der Mittenposition derselben zunehmend größer sein. Gemäß dieser Anordnung wird die Menge des Isopropylalkohols von der Peripherieregion zu der Mittenregion des Wafers (W) zunehmend größer, und der Isopropylalkohol wird schließlich gleichmäßig über eine gesamte Oberfläche des Wafers (W) verteilt. Die Abstände zwischen den kreisförmigen Löchern können gemäß den Verfahrensbedingungen gleich sein oder sich voneinander unterscheiden.

[0041] Bezug nehmend auf [Fig. 4](#) kann eine Gesamtregionzuführdüse **440a** einen Einspritzschlitz **444a**, der sich vertikal ertsreckt, aufweisen. Der Schlitz **444a** weist eine Breite auf, die von einem unteren Ende zu einem oberen Ende des Schlitzes **444a** zunehmend größer wird, derart, dass eine Menge des Isopropylalkohols, die zu dem Wafer (W) geliefert wird, mit der Höhe des Schlitzes **444a** allmählich gesteigert wird.

[0042] Im Gegensatz zu den im Vorhergehenden detailliert beschriebenen Ausführungsbeispielen können die kreisförmigen Löcher **444** eine zueinander gleiche Größe aufweisen, und der Schlitz **444a** kann eine konstante Breite aufweisen. Im Gegensatz zu den im Vorhergehenden erwähnten Ausführungsbeispielen kann die Gesamtregionzuführdüse **440** ferner längs in einer horizontalen Richtung angeordnet sein.

[0043] Die Trocknungsgaszuführdüse **500** von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist in dem inneren Raum **142a** der unteren Platte **142** angebracht. Die Trocknungsgaszuführdüse **500** führt das Trocknungsgas in den Behälter **120** ein. Das Trocknungsgas kann den Isopropylalkoholdampf und Stickstoffgas aufweisen. Der Isopropylalkoholdampf wird verwendet, um zu ermöglichen, dass der Behälter **120** eine trocknende Atmosphäre für das Trocknungsverfahren aufweist. Der Isopropylalkoholdampf kann unter Verwendung des Trägergases, wie z.B. Stickstoff, zu dem Behälter **120** zugeführt werden. Das Stickstoffgas kann ferner verwendet werden, um Sauerstoff aus dem Behälter **120** zu entfernen, bevor der Behälter **120** die trocknende Atmosphäre aufweist. Ein geheiztes bzw. gewärmtes Stickstoffgas kann zusätzlich verwendet werden, um den restlichen Isopropylalkohol an der Oberfläche des Wafers (W) zu entfernen.

[0044] Die Trocknungsgaszuführdüse **500** ist mit einer Dampfzuführleitung **540** und einer Gaszuführleitung **560** (siehe [Fig. 2](#)) verbunden. Die Dampfzuführleitung **540** dient zum Zuführen des Isopropylalkoholdampfes, und die Gaszuführleitung **560** dient zum Zuführen des Stickstoffgases. Ventile **542** und **562** sind bei der Dampfzuführleitung **540** bzw. der Gaszuführleitung **560** angebracht, um die Dampfzuführleitung **540** und die Gaszuführleitung **560** zu schließen oder zu öffnen und um die Flussrate einer Entladung zu steuern. Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Hauptzuführleitung **520** mit der Trocknungsgaszuführdüse **500** verbunden, und die Hauptzuführleitung **520** verzweigt in die Dampfzuführleitung **540** und die Gaszuführleitung **560**. Ein Heizer **564** ist bei der Gaszuführleitung **560** angebracht.

[0045] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind zwei Trocknungsgaszuführdüsen nebeneinander positioniert. Die Trocknungsgaszuführdüsen **500** können eine gestreckte Form aufweisen. Die Trocknungsgaszuführdüse **500** weist eine oder mehrere Einspritzdüsen auf. Die Einspritzdüsen können eine Mehrzahl von kreisförmigen Löchern oder ein Schlitz sein. Die Größen der kreisförmigen Löcher und/oder die Abstände zwischen den kreisförmigen Löchern können gleichmäßig oder ungleichmäßig sein. Die Größen der kreisförmigen Löcher können alternativ zunehmend größer werden oder die Abstände zwischen den kreisförmigen Löchern können abnehmend kleiner werden, sowie die kreisförmigen Löcher weiter von der Zuführleitung beabstandet sind.

[0046] Eine poröse Platte **160** ist an dem unteren Ende der unteren Platte **142** angebracht. Die poröse Platte **160** weist eine allgemein kreisförmige Form auf und teilt den inneren Raum **142a** der unteren Platte **142** von dem inneren Raum **120a** des Behälters **120**. Eine Mehrzahl von durchdringenden Löchern **162** ist durch die poröse Platte **160** gebildet, und die durchdringenden Löcher **162** sind gleichmäßig und dicht über die poröse Platte **160** verteilt. Das Trocknungsgas, das zu dem inneren Raum **142a** der unteren Platte **142** von der Trocknungsgaszuführdüse **500** zugeführt wird, wird durch die poröse Platte **160** in den Behälter **120** injiziert. Das

Trocknungsgas kann daher in einen gesamten inneren Raum des Behälters **120** gleichmäßig zugeführt werden.

[0047] Bei den im Vorhergehenden erwähnten exemplarischen Ausführungsbeispielen werden das Gas zum Reinigen bzw. Entleeren des Behälters **120**, das Gas für die trocknende Atmosphäre des Behälters **120** und das Gas zum Entfernen des restlichen Alkohols von dem Wafer (W) alle durch die Trocknungsgaszufuhrdüse **500** zugeführt. Das Gas zum Entleeren des Behälters **120**, das Gas für die trocknende Atmosphäre des Behälters **120** und das Gas zum Entfernen des restlichen Alkohols an der Oberfläche des Wafers (W) können jedoch getrennt geliefert werden.

[0048] Ein Heizer **600** ist in dem inneren Raum **144a** der oberen Platte **144** des Deckels **140** angebracht. Der Heizer **600** entfernt unter Verwendung eines azeotropen Mischungseffekts das restliche entionisierte Wasser innerhalb der feinen Strukturen der Wafermuster. Die azeotropen Mischungseffekte und die notwendigen Verfahrensbedingungen, um die Effekte zu erreichen, sind im Folgenden beschrieben. Lampen, die außerhalb des Behälters **120** platziert sind, werden als der Heizer **600** verwendet, um eine Explosion des organischen Lösungsmittels durch den Heizer **600** zu verhindern.

[0049] Bezug nehmend auf [Fig. 5](#) weist die Lampe **600** eine kreisförmige Ringform auf. Abhängig von einer Größe des Wafers (W) können eine oder mehrere Lampen für die Reinigungsvorrichtung **10** verwendet werden, derart, dass die gesamte Oberfläche des Wafers (W) gleichmäßig geheizt wird. Wenn eine Lampe **600** für die Reinigungsvorrichtung **10** verwendet wird, kann die Lampe **600** einen Durchmesser von etwa einer Hälfte eines Durchmessers des Wafers (W) aufweisen.

[0050] Gemäß [Fig. 6](#) kann die Lampe **600** eine lineare stabähnliche Form aufweisen. Eine oder mehrere Lampen können ähnlicherweise für die Reinigungsvorrichtung **10** abhängig von der Größe des Wafers (W) verwendet werden, und die Lampe **600** weist eine Länge ähnlich zu dem Durchmesser des Wafers (W) auf. Wenn die Lampen für die Reinigungsvorrichtung **10** verwendet werden, sind die Lampen nebeneinander positioniert und voneinander gleichmäßig beabstandet.

[0051] Die beschriebenen Strukturen der Reinigungsvorrichtung **10**, wie z.B. die Struktur des Deckels **140**, die Positionen der Trocknungsgaszufuhrdüse **500** und des Heizers **600**, die Zahl und die Form der Trocknungsgaszufuhrdüse **500** und des Heizers **600**, etc. können gemäß den Größen oder den Formen der Bearbeitungskammer **100** und des Wafers (W) variabel sein. Der Deckel **140** kann beispielsweise als eine einzelne Platte gebildet sein, die Trocknungsgaszufuhrdüse **500** kann in den Behälter **120** durch die Seitenwand des Behälters **120** eingeführt sein, und die Lampe **600** kann innerhalb der Trägereinrichtung **200** angebracht sein.

[0052] Die Verfahrensbedingungen zum Entfernen des restlichen entionisierten Wassers innerhalb der feinen Strukturen der Wafermuster durch den azeotropen Mischungseffekt sind im Folgenden beschrieben. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden der Isopropylalkohol und das Wasser als das organische Lösungsmittel bzw. die Spülflüssigkeit verwendet.

[0053] Bezug nehmend auf [Fig. 7](#) ist eine Isopropylalkohollösung eine Mischung eines Isopropylalkohols und Wasser. In [Fig. 7](#) bezeichnet eine Abszisse eine Volumenkonzentration der Isopropylalkohollösung, und eine Ordinate bezeichnet einen Siedepunkt der Isopropylalkohollösung. Die erste Gruppe von Kurven **1a** und **1b** zeigt den Siedepunkt der Isopropylalkohollösung, und die zweite Gruppe von Kurven **3a** und **3b** zeigt den Verdampfungspunkt der Isopropylalkohollösung.

[0054] Bezug nehmend auf [Fig. 7](#) ist eine azeotrope Mischung der Isopropylalkohollösung eine Mischung von etwa 10 Vol.-% des Wassers und 90 Vol.-% des Isopropylalkohols, und der Siedepunkt der azeotropen Mischung der Isopropylalkohollösung (azeotrope IPA-Mischung) beträgt etwa 80 Grad C. Wenn die azeotrope IPA-Mischung verdampft, ist die Konzentration des verdampften Isopropylalkohols gleich derselben der azeotropen IPA-Mischung. Wenn jedoch die Isopropylalkohollösung verdampft, ist die Volumenkonzentration des Isopropylalkohols größer oder kleiner 90 Vol.-% und die Konzentration des verdampften Isopropylalkohols unterscheidet sich von derselben der azeotropen IPA-Mischung. Dies liegt daran, dass der Siedepunkt der Isopropylalkohollösung niedriger als der Verdampfungspunkt derselben ist, wenn die Volumenkonzentration des Isopropylalkohols größer oder kleiner als 90 Vol.-% ist, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist.

[0055] Wenn beispielsweise eine Isopropylalkohollösung einer Volumenkonzentration von 50 Vol.-% den Siedepunkt (die Kurve **1a**) erreicht, beginnt die Isopropylalkohollösung zu siedern bzw. kochen. Hier verdampft mehr Isopropylalkohol als Wasser. Daher wird die Volumenkonzentration des Isopropylalkohols in der Isopro-

pylalkohollösung niedriger als 50 Vol.-%.

[0056] Bei einem weiteren Fall beginnt die Isopropylalkohollösung ebenfalls zu siedern, wenn die Isopropylalkohollösung eine Volumenkonzentration zwischen 90 Vol.-% und 100 Vol.-% hat, insbesondere wenn die Isopropylalkohollösung mit 95 Vol.-% den Siedepunkt in der Kurve **1a** erreicht. Bei diesem Fall verdampft jedoch mehr Wasser als Isopropylalkohol. Die Volumenkonzentration des Wassers in der Isopropylalkohollösung wird daher kleiner als 5 Vol.-%.

[0057] Die Reinigungsvorrichtung **10** weist ferner eine Steuerung **700** auf. Die Steuerung **700** kann die Verdampfungsrate bzw. Verdunstungsrate des restlichen Wassers in den feinen Strukturen der Wafermuster durch den azeotropen Mischungseffekt, wie im Vorhergehenden erwähnt ist, steigern. Die Steuerung **700** kann die Menge des organischen Lösungsmittels, das zu dem Wafer (W) von der Zuführdüse **400** für das organische Lösungsmittel zugeführt wird, steuern und kann ferner die Heizrate durch die Lampe **600** steuern. Die Steuerung **700** kann die Flussratensteuerventile **422a** bzw. **442a** steuern, die an den Zuführleitungen **422** und **442**, durch die der Isopropylalkohol zu der Mittenregionzuführdüse **420** oder zu der Gesamtregionzuführdüse **440** zugeführt wird, angebracht sind. Die Steuerung **700** kann eine ausreichende Menge des Isopropylalkohols zu dem Wafer (W) liefern, derart, dass die Volumenkonzentration der Isopropylalkohollösung an der Oberfläche des Wafers (W) größer als 90 Vol.-% ist. Die Steuerung **700** kann ferner die Lampe **600** steuern, was ermöglicht, dass die restliche Isopropylalkohollösung an der Oberfläche des Wafers (W) zu einer höheren Temperatur als der Siedepunkt derselben geheizt wird.

[0058] Die Steuerung **700** kann ferner einen Sensor (hier nicht gezeichnet) zum Erfassen der Konzentration oder der Temperatur der restlichen Isopropylalkohollösung an der Oberfläche des Wafers (W) auf einer Echtzeitbasis aufweisen. Die Steuerung **700** kann ferner unter Verwendung der erfassten Daten die Menge von Isopropylalkohol, die zu dem Wafer (W) geliefert wird, oder die Wärmemenge von der Lampe **600** steuern. Bevor das Reinigungsverfahren beginnt, kann die Menge von Isopropylalkohol, die zu dem Wafer (W) geliefert wird, oder die Wärmemenge von der Lampe **600** unter Verwendung der Steuerung **700** basierend auf experimentellen Resultaten eingestellt werden.

[0059] Gemäß den exemplarischen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann die Volumenkonzentration des Isopropylalkohols in der Isopropylalkohollösung beibehalten werden, um an der gesamten Oberfläche des Wafers (W) einschließlich dem Inneren der feinen Strukturen der Wafermuster hoch genug zu sein, da der Isopropylalkohol nicht nur zu der Mittenregion des Wafers (W) durch die Mittenregionzuführdüse **420**, sondern ferner zu der gesamten Oberfläche des Wafers (W) durch die Gesamtregionzuführdüse **440** direkt zugeführt wird.

[0060] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das ein Trocknungsverfahren gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. [Fig. 9](#) bis [Fig. 13](#) sind Schnittansichten, die jeweils die Zustände der Bearbeitungskammer **100** bei jedem Schritt während des Trocknungsverfahrens darstellen. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden als das organische Lösungsmittel und das inerte Gas Isopropylalkohol bzw. Stickstoffgas verwendet.

[0061] Bezug nehmend auf [Fig. 9](#) ist der Deckel **140** offen, derart, dass das obere Ende des Behälters **120** offen ist, und der Wafer (W) wird durch den Transportroboter an der Trägervorrichtung **200** in der Bearbeitungskammer **100** angebracht (Schritt S10). Wenn der Wafer (W) gedreht wird und die Chemikalien zu der Mittenregion des Wafers (W) durch die Chemikaliendüse zugeführt werden, werden die Verunreinigungsstoffe an der Oberfläche des Wafers (W) entfernt (Schritt S20). Abhängig von der Position der Chemikaliendüse ist das obere Ende des Behälters **120** durch den Deckel **140** geöffnet oder geschlossen. Das entionisierte Wasser wird dann durch die Spüldüse **300** zu der Mittenregion des Wafers (W) zugeführt, um restliche Chemikalien an der Oberfläche des Wafers (W) zu entfernen (Schritt S30).

[0062] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, wird, bevor das Trocknungsverfahren beginnt, das Innere des Behälters **120** durch Zuführen von Stickstoffgas in den Behälter **120** entleert (Schritt S30). Dies dient dazu, den Sauerstoff aus dem Behälter **120** zu entfernen und Bearbeitungsdefekte, die durch den Sauerstoff während des Trocknungsverfahrens verursacht werden, zu verhindern. Das Entleerungsverfahren des Behälters **120** wird ausgeführt, während der Wafer (W) gespült wird, derart, dass eine Verfahrenszeit, die zum Reinigen des Wafers (W) erforderlich ist, reduziert werden kann. Das Stickstoffgas und der Isopropylalkoholdampf können ferner im Wesentlichen gleichzeitig zum Entleeren des Behälters **120** verwendet werden.

[0063] Nachdem das Entleerungsverfahren des Behälters **120** beendet ist, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, wird der

Isopropylalkoholdampf in den Behälter **120** zugeführt, derart, dass das Innere des Behälters **120** eine trocknende Atmosphäre für das Trocknungsverfahren aufweist (Schritt S40). Aufgrund des Isopropylalkoholdampfes, der in den Behälter **120** zugeführt wird, wird die Oberflächenspannung des entionisierten Wassers reduziert, wodurch restliches entionisiertes Wasser ohne weiteres von dem Wafer (W) entfernt wird.

[0064] Nachdem das Innere des Behälters **120** den Modus der trocknenden Atmosphäre für das Trocknungsverfahren aufweist, wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist, wird der Isopropylalkohol zu der Mittenregion des Wafers (W) von der Mittenregionzuführdüse **420** und im Wesentlichen gleichzeitig zu dem gesamten Wafer (W) von der Mittenregion zu der Peripherieregion des Wafers (W) durch die Gesamtregionzuführdüse (**440**) zugeführt (Schritt S50), während der Wafer (W) gedreht wird, um dadurch den Wafer (W) zu trocknen.

[0065] Wie in [Fig. 12](#) gezeigt ist, wird der Wafer durch die Lampe **600** geheizt, derart, dass die Isopropylalkohollösung zu einer höheren Temperatur als der Siedepunkt derselben geheizt wird, wenn die Volumenkonzentration des Isopropylalkohols der Isopropylalkohollösung an der Oberfläche des Wafers (W) größer als dieselbe der azeotropen IPA-Mischung ist (Schritt S60).

[0066] Wenn das Trocknungsverfahren durch den Isopropylalkohol beendet ist, wie in [Fig. 13](#) gezeigt ist, wird das geheizte Stickstoffgas auf den Wafer (W) gesprüht (Schritt S70), um den restlichen Isopropylalkohol an der Oberfläche des Wafers (W) zu verdampfen.

[0067] Die folgende Tabelle 1 stellt eine relative Menge zwischen dem restlichen Wasser an der Oberfläche des Wafers (W) durch die Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung und des restlichen Wassers an der Oberfläche des Wafers durch herkömmliche Reinigungsvorrichtungen dar. In der Tabelle 1 bezieht sich "A" auf die Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung, und "B", "C", "D" und "E" beziehen sich auf die herkömmlichen Reinigungsvorrichtungen. Die Mengen des restlichen Wassers an dem Wafer (W) in der Tabelle 1 sind als eine relative Größe ausgedrückt, so dass dieselben miteinander verglichen werden können. Zur Bewertung wurde ein Wafer (W) mit Mustern mit einem hohen Seitenverhältnis verwendet.

Tabelle 1

	A	B	C	D	D
Menge von restlichem Wasser (als relative Größe)	5,1	12,3	10,3	26,4	21,0

[0068] Die Vorrichtungen "B" und "C" in Tabelle 1 sind die Mehrwafer-Trocknungsvorrichtung, bei der die Wafer während des Reinigungsverfahrens vertikal platziert sind. Die Menge des restlichen Wassers von der Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung ist jedoch kleiner als eine Hälfte bei den Vorrichtungen B oder C, obwohl die Bearbeitungsoberfläche des Wafers (W) in der Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung nach oben gerichtet ist.

[0069] Bei den im Vorhergehenden beschriebenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist die Reinigungsvorrichtung **10**, die die Zuführdüse für die Chemikalie und die Spüldüse **300** aufweist, beschrieben, und das chemische Reinigungsverfahren und das Spülverfahren sowie das Trocknungsverfahren werden durch die Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung ausgeführt. Die Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung kann jedoch derart konfiguriert sein, dass lediglich das Spülverfahren und das Trocknungsverfahren ausgeführt werden oder lediglich das Trocknungsverfahren durch die Reinigungsvorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

[0070] Gemäß dem Vorhergehenden wird das Trocknungsverfahren ausgeführt, während die Verarbeitungskammer die Atmosphäre des organischen Lösungsmittels aufweist, und somit kann die Oberflächenspannung des entionisierten Wassers an dem Wafer stark reduziert sein, wodurch das entionisierte Wasser ohne weiteres von dem Wafer entfernt wird.

[0071] Da ferner das organische Lösungsmittel im Wesentlichen gleichzeitig zu der gesamten Oberfläche des Wafers zugeführt wird, kann die Reinigungsvorrichtung die Bildung von Wasserflecken verhindern.

[0072] Die Konzentration des organischen Lösungsmittels kann ferner an der gesamten Oberfläche des Wafers auf einem hohen Niveau gehalten werden, da das organische Lösungsmittel zu der gesamten Oberfläche

des Wafers direkt zugeführt wird. Der Wafer wird zusätzlich durch den Heizer geheizt, derart, dass das entionisierte Wasser in den feinen Mustern des Wafers effektiv entfernt werden kann.

[0073] Die Atmosphäre des organischen Lösungsmittels in dem Behälter, die Konzentration des organischen Lösungsmittels an der gesamten Oberfläche des Wafers und die Temperatur des Wafers können außerdem unter Verwendung der Steuerung gesteuert werden, wodurch die Trocknungseffizienz verbessert ist und die Verfahrenszeit, die erforderlich ist, um den Wafer zu trocknen, reduziert ist.

[0074] Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit dem in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, ist dieselbe darauf nicht begrenzt. Es ist Fachleuten offensichtlich, dass verschiedene Ersetzungen, Modifikationen und Änderungen an derselben vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzbereich und dem Geist der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung mit:
einer Verfahrenskammer, die einen Arbeitsraum definiert;
einer Trägervorrichtung zum Drehen eines Wafers, wobei die Trägervorrichtung in dem Arbeitsraum positioniert ist und der Wafer an der Trägervorrichtung anbringbar ist, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist;
einer Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum zu der Bearbeitungsoberfläche des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist; und
einer Trocknungsgaszuführdüse zum Zuführen eines Dampfes eines organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum und zum Bilden einer Atmosphäre eines organischen Lösungsmittels in demselben.
2. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel eine Gesamtregionzuführdüse zum Zuführen des organischen Lösungsmittels im Wesentlichen zu der gesamten Bearbeitungsoberfläche des Wafers, die sich von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion erstreckt, aufweist.
3. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Gesamtregionzuführdüse einen Schlitz oder eine Mehrzahl von Löchern zum Sprühen des organischen Lösungsmittels aufweist.
4. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel eine Mittenregionzuführdüse zum Zuführen des organischen Lösungsmittels lediglich zu der Mittenregion des Wafers aufweist.
5. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Bearbeitungskammer folgende Merkmale aufweist:
einen Behälter, in dem die Trägervorrichtung positioniert ist, wobei der Behälter eine Öffnung an einem oberen Abschnitt desselben aufweist;
einen Deckel zum Aufnehmen der Trocknungsgaszuführdüse und zum Öffnen oder Schließen der Öffnung des Behälters; und
eine poröse Platte, die zwischen dem Deckel und dem Behälter positioniert ist, zum Verteilen des Trocknungsgases, das von der Trocknungsgaszuführdüse in den Behälter zugeführt wird.
6. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner einen Heizer zum Heizen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, aufweist.
7. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der der Heizer eine Lampe ist, die außerhalb der Bearbeitungskammer positioniert ist.
8. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 5, die ferner eine Lampe zum Heizen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist, aufweist und
bei der der Deckel folgende Merkmale aufweist:
eine untere Platte, in der die Trocknungsgaszuführdüse angebracht ist; und
eine obere Platte, die auf der unteren Platte angeordnet ist, um die Lampe in derselben aufzunehmen.
9. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Lampe eine Ringform oder eine Stabform aufweist.
10. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der der Heizer mindestens eine Lampe, die außerhalb des

Behälters positioniert ist, aufweist.

11. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 6, die ferner eine Steuerung zum Steuern einer Menge des organischen Lösungsmittels, das von der Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel zugeführt wird, aufweist, derart, dass eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer Mischung des organischen Lösungsmittels und der Reinigungskemikalien an der Bearbeitungsoberfläche des Wafers größer als eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer azeotropen Mischung ist, wobei sich die Mischung auf einer Temperatur oberhalb des Siedepunkts der Mischung befindet.

12. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Trocknungsgaszuführdüse mit einem Dampfzuführer zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels in einem Dampfzustand und mit einem Gaszuführer zum Zuführen eines inerten Gases verbunden ist.

13. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine Spüldüse, die an der Trägervorrichtung angebracht ist, zum Zuführen einer Spülflüssigkeit auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers aufweist.

14. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das organische Lösungsmittel einen Isopropylalkohol aufweist.

15. Reinigungsvorrichtung mit:
einer Verfahrenskammer, die einen Arbeitsraum definiert;
einer Trägervorrichtung zum Drehen eines Wafers, wobei die Trägervorrichtung in dem Arbeitsraum positioniert ist und der Wafer an der Trägervorrichtung anbringbar ist, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist; und
einer Gesamtregionzuführdüse zum Zuführen eines organischen Lösungsmittels zur einer Gesamtbearbeitungsoberfläche des Wafers, die sich von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion erstreckt.

16. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 15, mit ferner:
einem Heizer zum Heizen des Wafers, der an der Trägervorrichtung angebracht ist; und
einer Steuerung zum Steuern einer Menge des organischen Lösungsmittels, das von einer Zuführdüse für ein organisches Lösungsmittel geliefert wird, derart, dass eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in der Mischung des organischen Lösungsmittels und der Reinigungskemikalien an der Bearbeitungsoberfläche des Wafers größer als eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer azeotropen Mischung ist, wobei sich die Mischung auf einer Temperatur oberhalb eines Siedepunktes der Mischung befindet.

17. Reinigungsverfahren mit folgenden Schritten:
Bereitstellen einer Bearbeitungskammer, die einen Arbeitsraum definiert;
Laden eines Wafers auf eine Trägervorrichtung, die in dem Arbeitsraum positioniert ist, derart, dass eine Bearbeitungsoberfläche des Wafers nach oben gerichtet ist;
Einführen eines organischen Lösungsmittels in einem Dampfzustand in die Bearbeitungskammer eine trocknende Atmosphäre in dem Arbeitsraum bildend; und
Richten des Dampfes des organischen Lösungsmittels auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers, während der Wafer im Wesentlichen gleichzeitig gedreht wird.

18. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, bei dem das Liefern des organischen Lösungsmittels auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers das Liefern des organischen Lösungsmittels im Wesentlichen gleichzeitig zu einer Gesamtbearbeitungsoberfläche des Wafers von einer Mittenregion zu einer Peripherieregion aufweist.

19. Reinigungsverfahren nach Anspruch 18, bei dem das Liefern des organischen Lösungsmittels direkt auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers ferner das Liefern des organischen Lösungsmittels lediglich zu der Mittenregion des Wafers aufweist.

20. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, das ferner das Heizen des Wafers aufweist, wobei das organische Lösungsmittel auf die Waferoberfläche von der Sprühdüse für ein organisches Lösungsmittel geliefert wird, derart, dass eine Volumenkonzentration in einer Mischung des organischen Lösungsmittels und von Reinigungskemikalien an der Bearbeitungsoberfläche des Wafers größer als eine Volumenkonzentration des organischen Lösungsmittels in einer azeotropen Mischung ist, wobei die Mischung über den Siedepunkt der Mischung geheizt wird.

21. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, das ferner vor dem Liefern des organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum für die trocknende Atmosphäre das Zuführen eines inerten Gases in den Arbeitsraum aufweist, um Sauerstoff in der Bearbeitungskammer zu entfernen.

22. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, das ferner vor dem Liefern des organischen Lösungsmittels in den Arbeitsraum für die trocknende Atmosphäre das Zuführen eines inerten Gases und eines Alkoholdampfes in den Arbeitsraum aufweist, um Sauerstoff in der Bearbeitungskammer zu entfernen.

23. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, das ferner das Liefern eines geheizten inerten Gases auf die Bearbeitungsoberfläche des Wafers aufweist, um restliches organisches Lösungsmittel an dem Wafer zu entfernen.

24. Reinigungsverfahren nach Anspruch 17, bei dem das organische Lösungsmittel einen Isopropylalkohol aufweist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

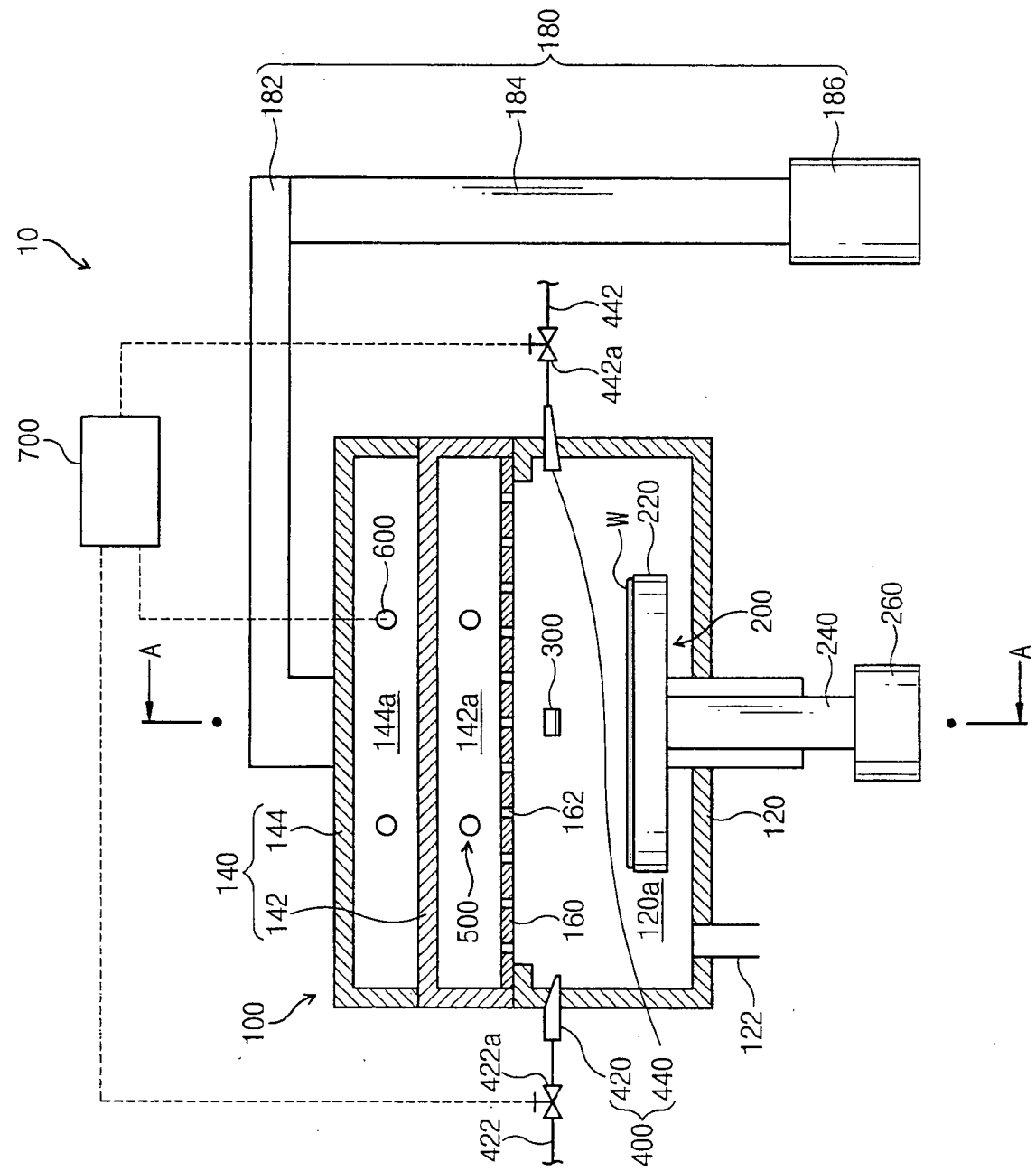


Fig. 1

Fig. 2

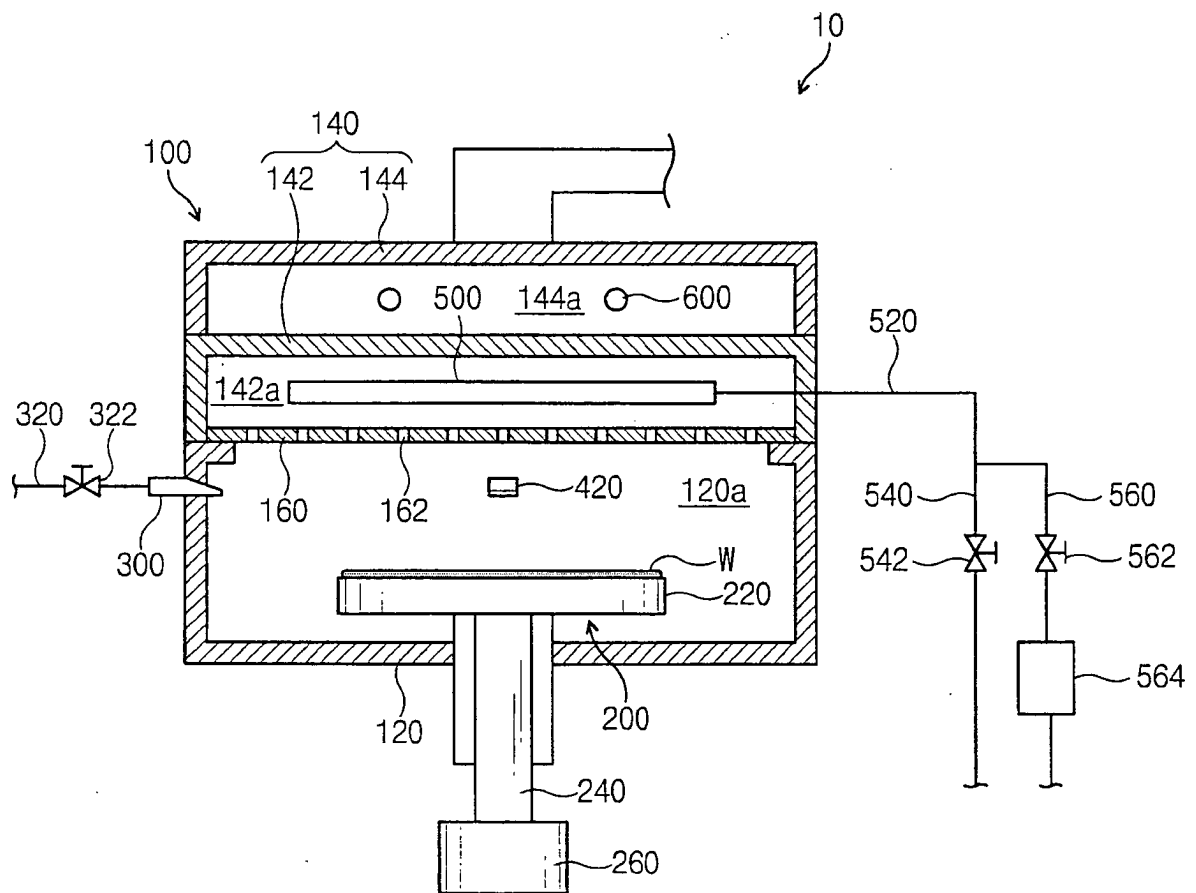


Fig. 3

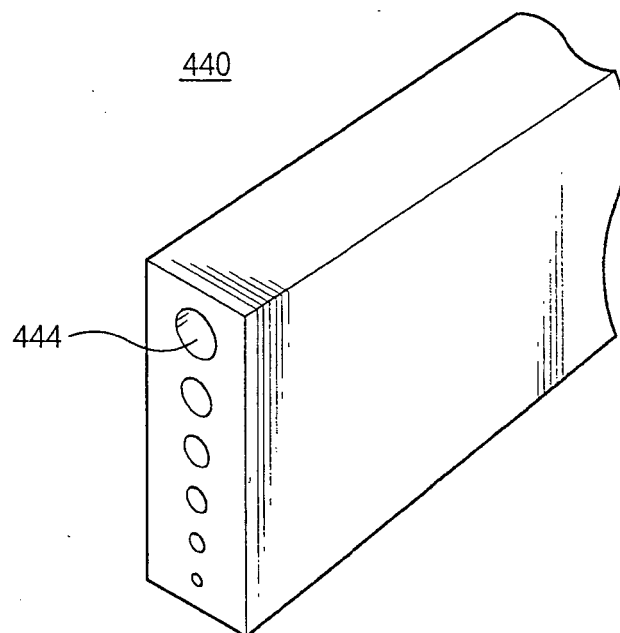


Fig. 4

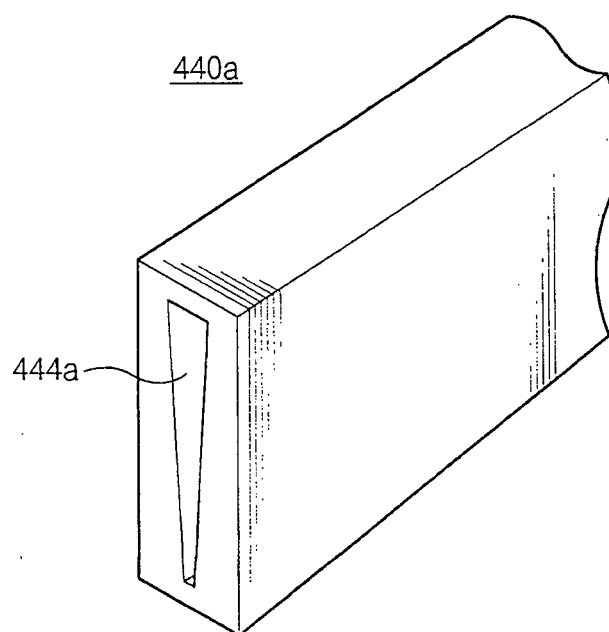


Fig. 5

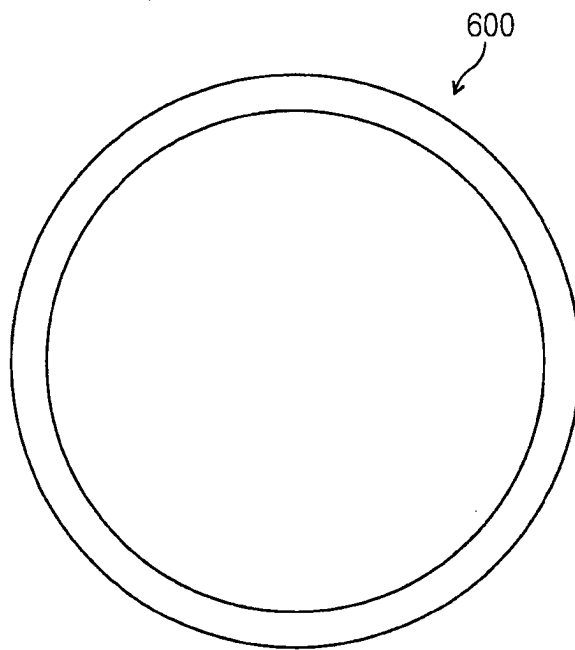


Fig. 6

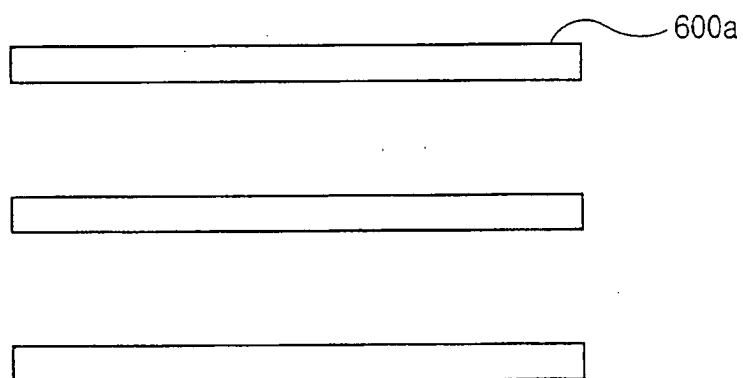


Fig. 7

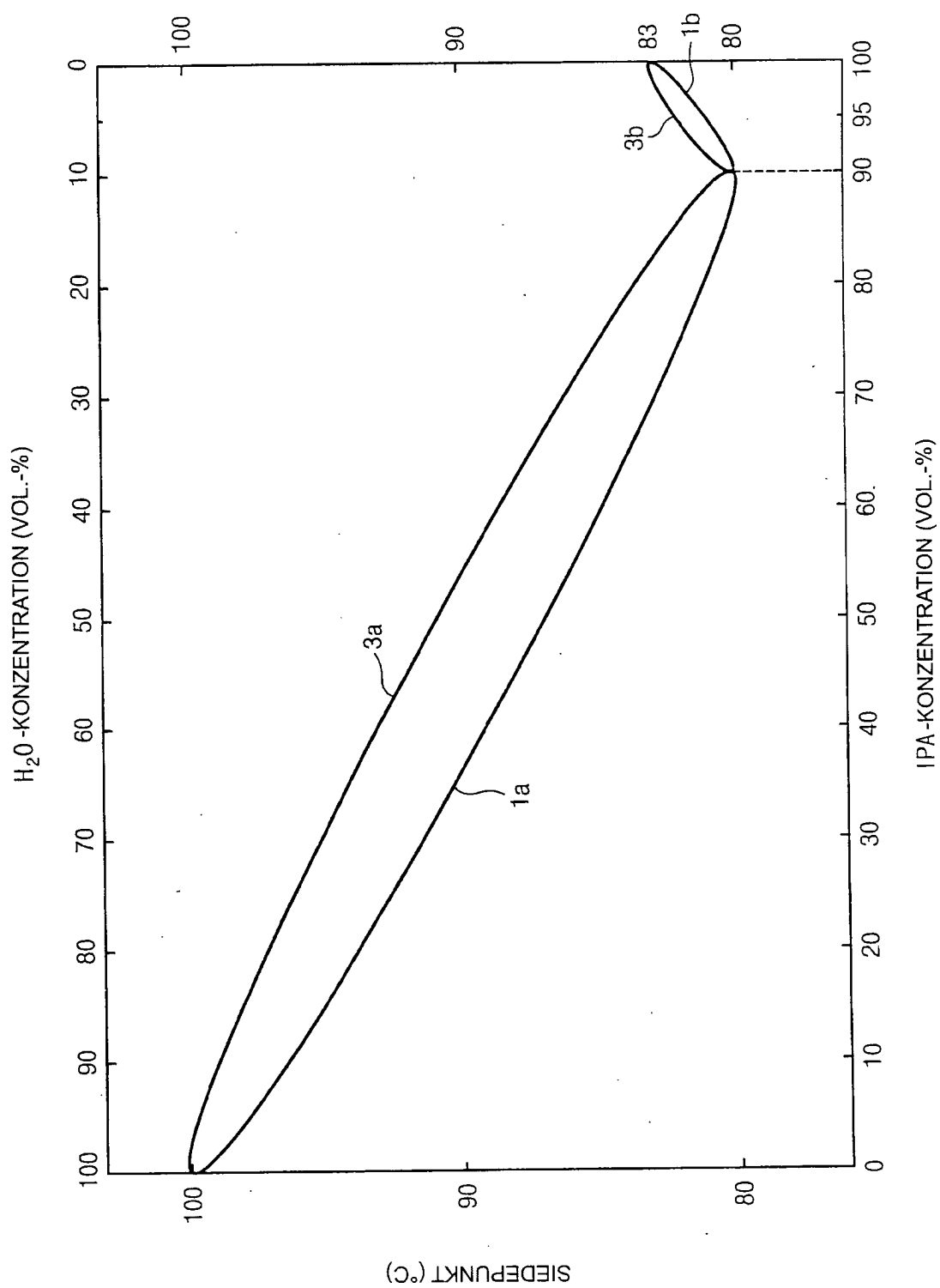


Fig. 8

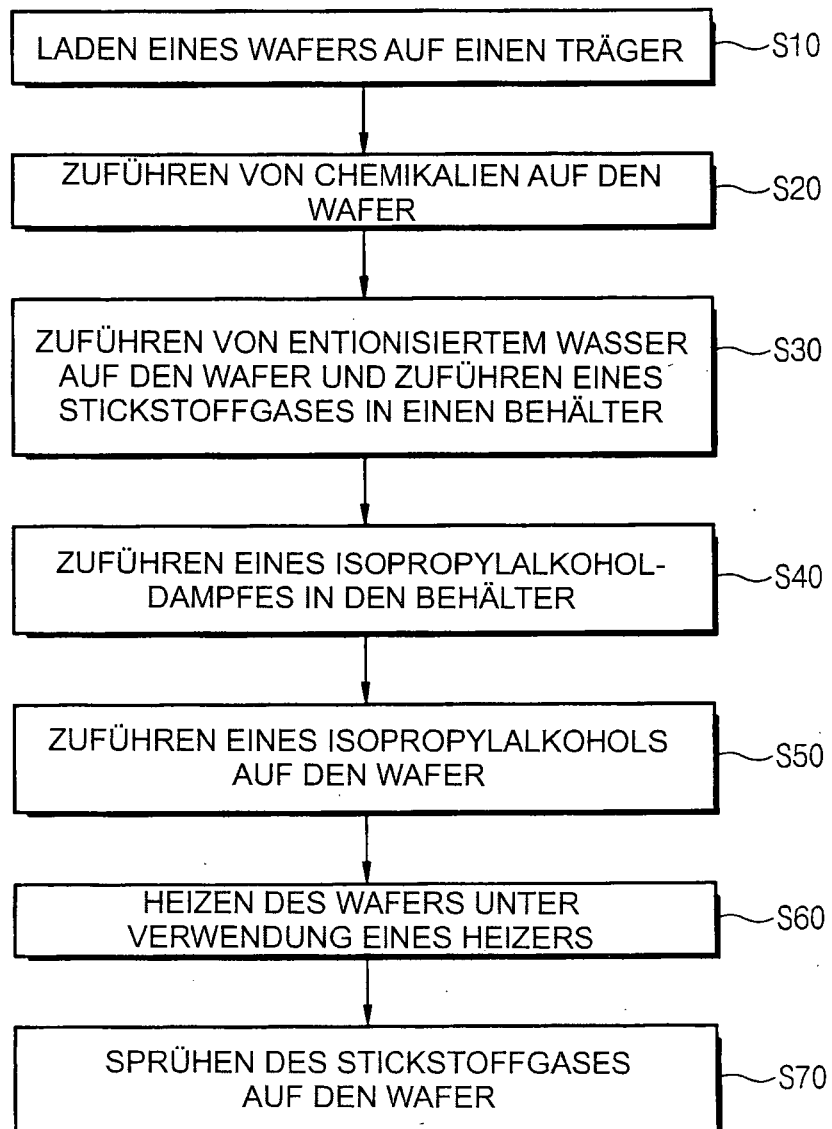


Fig. 9

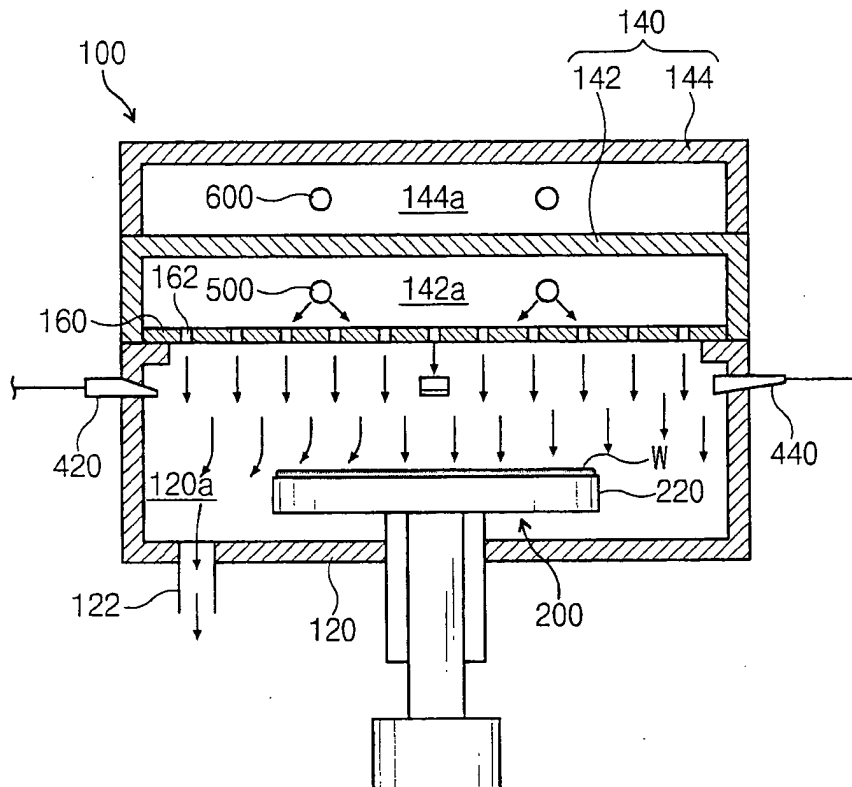


Fig. 10

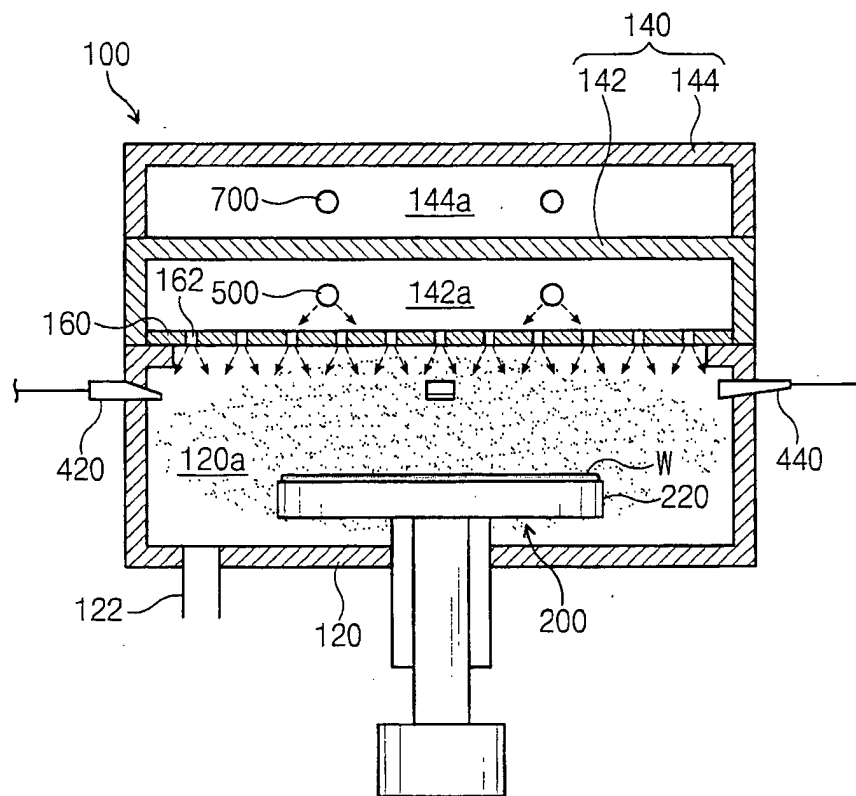


Fig. 11

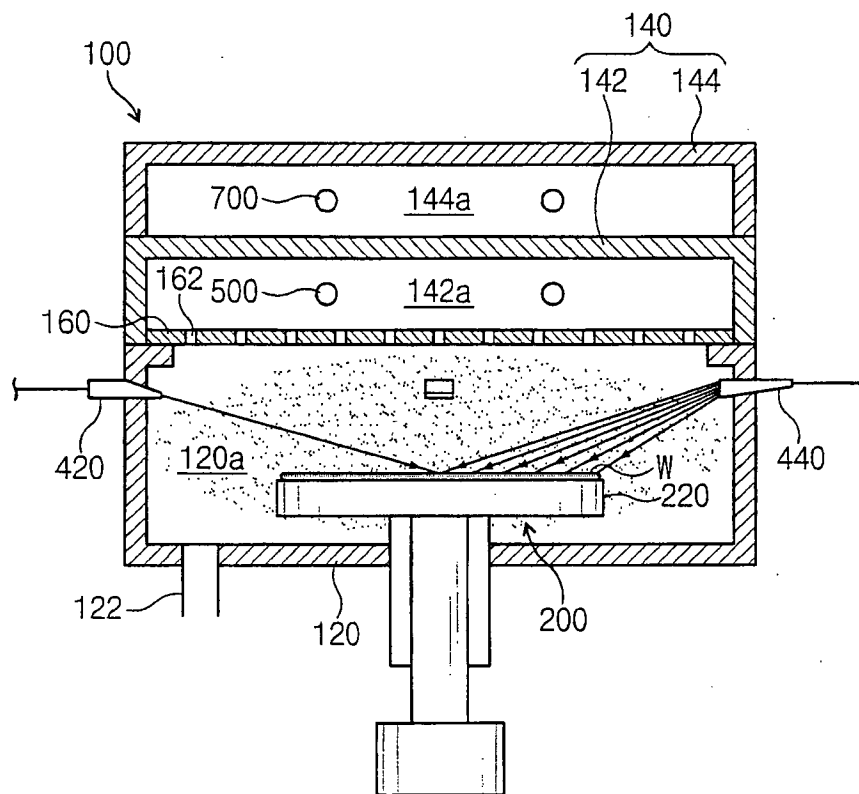


Fig. 12

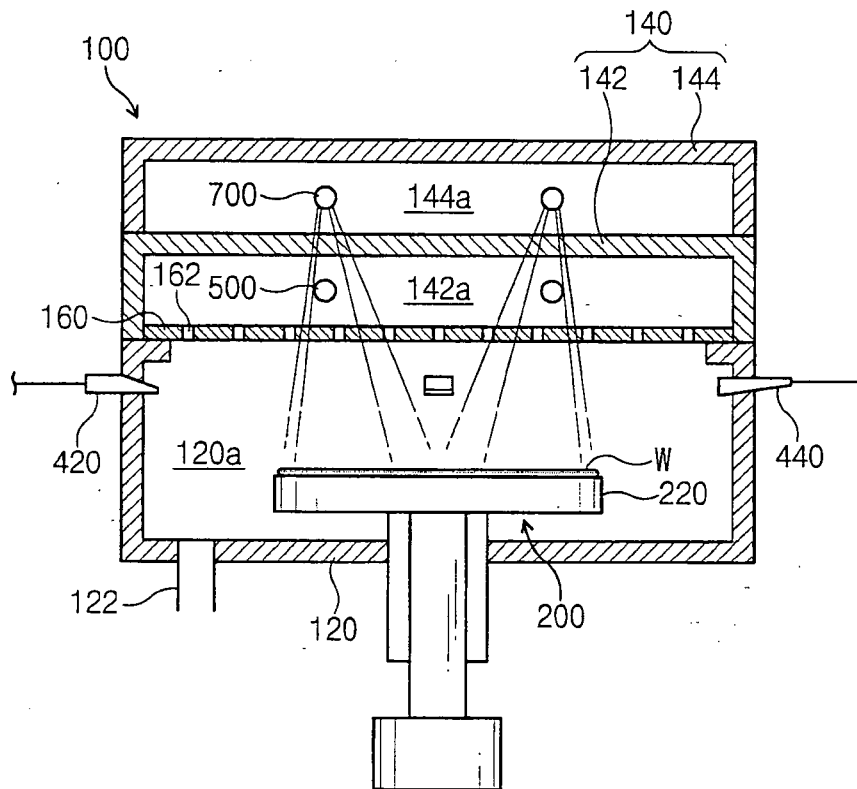


Fig. 13

