



(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 I692810 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：105142160

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/31 (2006.01)**C23C16/455 (2006.01)**C23C16/511 (2006.01)**H05H1/46 (2006.01)*

(30)優先權：2015/12/24 日本

2015-252064

(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本

(72)發明人：池川寬晃 IKEGAWA, HIROAKI (JP) ; 和田博之 WADA, HIROYUKI (JP) ; 菱谷克幸 HISHIYA, KATSUYUKI (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

KR 20100103416A

US 2014242814A1

審查人員：吳松屏

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：13 共 56 頁

(54)名稱

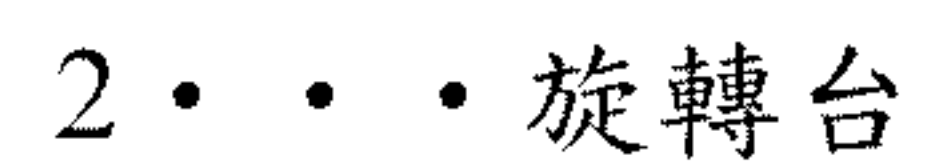
成膜裝置

(57)摘要

本發明提供一種成膜裝置，具備：旋轉台，設於真空容器內，並使載置基板的基板載置區域，繞旋轉中心公轉；第 1 氣體供給部，從與該旋轉台相向設置的釋出部，對第 1 區域供給該薄膜之原料氣體，而該第 1 區域，係藉由使該基板載置區域所通過之公轉面，在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上加以區隔而成；排氣部，從形成為沿著包圍該釋出部之周圍的第 1 閉路而延伸的排氣口，進行排氣；第 2 氣體供給部，從形成為沿著圍繞該排氣口之周圍的第 2 閉路而延伸的分離氣體供給口，供給用以使該第 2 閉路之內外分離的分離氣體；第 3 氣體供給部，具備 2 支氣體噴射器，其在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上延伸，並包夾著設於該第 2 閉路之外側的第 2 區域而隔著間隔配置，同時該 2 支氣體噴射器形成有氣體釋出孔，用以分別朝向該第 2 區域側，釋出與該原料氣體產生反應的反應氣體；反應氣體用的電漿形成部，係用以將釋出至該第 2 區域之反應氣體電漿化；以及其他處理區域，係在與該第 1 區域、第 2 區域不同的位置，使基板載置區域所通過的公轉面，在與該公轉方向交叉的方向上區隔而設置，以進行不同於該原料氣體之供給、及電漿化之反應氣體之供給所為處理的處理。

An apparatus includes: a rotatable table for revolving a substrate mounting region on which a substrate is mounted about a rotational center thereof; a first gas supply part for supplying a source gas to a first region through injection portions formed to face the rotatable table; an exhaust part for exhausting a gas through an exhaust port; a second gas supply part for supplying a separation gas for separating inner and outer sides of a second closed path from each other; a third gas supply part including two gas injectors arranged to extend at a certain interval in the crossing direction; a plasma generation part for reaction gas for plasmarizing the reaction gas injected toward the second region; and other process regions in which processes different from the supply of the source gas and the supply of the reaction gas are performed.

符號簡單說明：



3 · · · 原料氣體單元

330 · · · 釋出部

6(6A、6B、
6C)・・・電漿形成部

7. . . 氣體噴射器

71 · · · 第 1 氣體噴
射器

72 · · · 第 2 氣體噴
射器

101 · · · 搬入搬出部

11 · · · 真空容器

13 · · · 容器本體

14 · · · 旋轉軸

190A、190B、

190C . . . 排氣口

191 · · · 排氣凹槽

R1 . . . 第 1 區域

R2 . . . 第 2 區域

r1 . . . 反應前區域

r2 . . . 反應後區域

01 . . . 角度

02 · · · 角度

圖 10

符號簡單說明：



I692810

【發明摘要】

IPC分類： *H01L 21/31* (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

【中文發明名稱】 成膜裝置

【英文發明名稱】 FILM FORMATION APPARATUS

【中文】

本發明提供一種成膜裝置，具備：旋轉台，設於真空容器內，並使載置基板的基板載置區域，繞旋轉中心公轉；第1氣體供給部，從與該旋轉台相向設置的釋出部，對第1區域供給該薄膜之原料氣體，而該第1區域，係藉由使該基板載置區域所通過之公轉面，在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上加以區隔而成；排氣部，從形成為沿著包圍該釋出部之周圍的第1閉路而延伸的排氣口，進行排氣；第2氣體供給部，從形成為沿著圍繞該排氣口之周圍的第2閉路而延伸的分離氣體供給口，供給用以使該第2閉路之內外分離的分離氣體；第3氣體供給部，具備2支氣體噴射器，其在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上延伸，並包夾著設於該第2閉路之外側的第2區域而隔著間隔配置，同時該2支氣體噴射器形成有氣體釋出孔，用以分別朝向該第2區域側，釋出與該原料氣體產生反應的反應氣體；反應氣體用的電漿形成部，係用以將釋出至該第2區域之反應氣體電漿化；以及其他處理區域，係在與該第1區域、第2區域不同的位置，使基板載置區域所通過的公轉面，在與該公轉方向交叉的方向上區隔而設置，以進行不同於該原料氣體之供給、及電漿化之反應氣體之供給所為處理的處理。

【英文】

An apparatus includes: a rotatable table for revolving a substrate mounting region on which a substrate is mounted about a rotational center thereof; a first gas supply part for supplying a source gas to a first region through injection portions formed to face the rotatable table; an exhaust part for exhausting a gas through an exhaust port; a second gas supply part for supplying a separation gas for separating inner and outer sides of a second closed path from each other; a third gas supply part including two gas injectors arranged to extend at a certain interval in the crossing direction; a plasma generation part for reaction gas for plasmarizing the reaction gas injected toward the second region; and other process regions in which processes different from the supply of the source gas and the supply of the reaction gas are performed.

【指定代表圖】 圖10

【代表圖之符號簡單說明】

- 2 旋轉台
- 3 原料氣體單元
- 330 釋出部
- 6 (6A 、 6B 、 6C) 電漿形成部
- 7 氣體噴射器
- 71 第1氣體噴射器
- 72 第2氣體噴射器
- 101 搬入搬出部
- 11 真空容器
- 13 容器本體

- 14 旋轉軸
- 190A、190B、190C 排氣口
- 191 排氣凹槽
- R1 第1區域
- R2 第2區域
- r1 反應前區域
- r2 反應後區域
- $\theta 1$ 角度
- $\theta 2$ 角度

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 成膜裝置

【英文發明名稱】 FILM FORMATION APPARATUS

〔 關連申請文獻 〕

【0001】

根據以日本專利申請第2015－252064號所主張之優先權，本案將該日本申請案之內容的全部，作為參考文獻援用至此。

【技術領域】

【0002】

本發明係有關於：對基板表面供給原料氣體、以及與原料氣體產生反應之反應氣體，以形成薄膜的技術。

【先前技術】

【0003】

在作為基板之半導體晶圓（以下稱為「晶圓」）上形成薄膜之手法，就其一種而言，已知電漿輔助原子(分子)層沉積(PE－ALD(MLD)：Plasma Enhanced Atomic(Molecular)Layer Deposition)法(以下將ALD與MLD一併稱為「ALD」)。

在PE－ALD法，藉由將晶圓曝露在含有薄膜之前驅物的原料氣體中，而使含有薄膜之構成元素的原料氣體，吸附在晶圓上。接著，吸附了原料氣體的晶圓，就曝露在反應氣體的電漿中。反應氣體，係藉由使前文所述之前驅物分解、或

藉由供給會與前驅物中之構成元素鍵結的其他構成元素，而在晶圓上形成所要的原子層及分子層。於PE－ALD法，係藉由反覆上述工序，而在晶圓上形成沉積了前述原子層或分子層而得之薄膜。

【0004】

就實施上述PE－ALD法的裝置而言，已知有：將晶圓1片片地搬入真空容器內，並在真空容器內使原料氣體與反應氣體切換而供給的單片式成膜裝置；以及將真空容器內的空間區分成供給原料氣體之區域、和供給反應氣體之區域，並使晶圓依序通過這些區域的半批式（semi-batch）成膜裝置。由於半批式成膜裝置係在不同區域進行原料氣體及反應氣體之供給，因此可以同時處理複數片晶圓；相較於單片式成膜裝置，具有產能高的優勢。

【0005】

例如，申請人進行著下述半批式之第1成膜裝置之開發，其係在真空容器（處理容器：於括弧內標示用於先前技術文獻之用語。於下文中之背景技術之記載亦同）內設置可繞軸線旋轉之旋轉台（載置台），同時將真空容器內區隔成接受原料氣體（前驅物氣體）之供給的第1區域、以及接受電漿化之反應氣體之供給的第2區域。在旋轉台上，係在圓周方向上排列設置複數之晶圓；藉由使該旋轉台旋轉，各晶圓就會交互地反覆通過第1及第2區域，以進行成膜。

【0006】

於上述第1成膜裝置，該第1區域係構成為使旋轉台之上方側的圓形空間之局部在圓周方向上加以區隔而成的扇形空間；剩下的空間就成為第2區域。第1區域係藉由：圍繞供給原料氣體之釋出部（噴射部）周圍的排氣口、以及圍繞

該排氣口周圍並供給分離氣體（吹洗氣體）的分離氣體供給口（噴射口），而與第2區域區隔。

【0007】

若藉由此成膜裝置，則藉著使所需反應時間較吸附原料氣體所需時間更長的反應氣體所供給的第2區域加大，而可以形成具有良好膜質之薄膜。

【0008】

另一方面，有時會在所形成之薄膜中含有如下的部分：構成薄膜之原子彼此間之鍵結並未充份進行。因此，例如在結束成膜處理後，於停止供給原料氣體之同時，需要進行如下之後處理：將用於電漿化之氣體切換成氬等等的後處理氣體，而使薄膜中之原子的懸鍵進行鍵結，以使膜層緻密化。

【0009】

然而，若在結束成膜處理後，切換供給至真空容器內之氣體，以進行追加之後處理，則晶圓搬入成膜裝置後到搬出為止所需的時間就變長，而亦會構成降低成膜裝置之處理效率的一項要因。

【0010】

再者，剛吸附至晶圓後的反應氣體，有時會含有來自前驅物之雜質。此時，在使吸附於基板之原料與反應氣體反應前，若藉由使用包含電漿化之氬等等的預處理氣體以進行去除雜質之前處理，則可以提升薄膜之膜質。然而，引用文獻1（特開2013-168437號公報）所記載之成膜裝置，由於真空容器內的各區域（第1及第2區域）係處在充滿了原料氣體或反應氣體之狀態，因此無法在吸附原料氣體後到與反應氣體反應之間的期間，進行去除雜質之處理。

【0011】

又，已知有如下的半批式之第2成膜裝置，其係相對於「在旋轉台上沿著圓周方向而排列配置之晶圓的移動方向」，而沿著交叉之方向配置著活性氣體噴射器。然而，此第2成膜裝置之結構，係藉由使構成真空容器之天花板面的局部區域靠近旋轉台，而形成一狹隘的空間，以使接受不同氣體之供給之區域（處理區域）彼此分離；與上述第1成膜裝置係不同類型。

【0012】

因此，在上述第2成膜裝置，並未揭露如第1成膜裝置中的第2區域般，可以在供給有反應氣體之真空處理容器內未分離成複數之空間的成膜裝置內，進行前述之前處理或後處理的結構。

【發明內容】

【0013】

〔發明所欲解決的問題〕

本發明要提供一種成膜裝置，其真空容器內具有第1區域及第2區域；該第1區域接受原料氣體之供給；該第2區域係與該第1區域區隔，並接受與該原料氣體反應之電漿化的反應氣體之供給；於該真空容器內，可以進行不同於前述反應氣體之供給的其他處理。

〔解決問題之技術手段〕

【0014】

本發明之成膜裝置，係用以在真空容器內於基板形成薄膜，該成膜裝置包括：旋轉台，設於該真空容器內，並使載置基板的基板載置區域，繞旋轉中心公轉；

第1氣體供給部，從與該旋轉台相向設置的釋出部，對第1區域供給該薄膜之原料氣體，而該第1區域，係藉由使該基板載置區域所通過之公轉面，在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上加以區隔而成；

排氣部，從形成為沿著包圍該釋出部之周圍的第1閉路而延伸的排氣口，進行排氣；

第2氣體供給部，從形成為沿著圍繞該排氣口之周圍的第2閉路而延伸的分離氣體供給口，供給用以使該第2閉路之內外分離的分離氣體；第3氣體供給部，具備2支氣體噴射器，其在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上延伸，並包夾著設於該第2閉路之外側的第2區域而隔著間隔配置，同時該2支氣體噴射器形成有氣體釋出孔，用以分別朝向該第2區域側，釋出與該原料氣體產生反應的反應氣體；

反應氣體用的電漿形成部，係用以將釋出至該第2區域之反應氣體電漿化；
以及

其他處理區域，係在與該第1區域、第2區域不同的位置，使基板載置區域所通過的公轉面，在與該公轉方向交叉的方向上區隔而設置，以進行不同於該原料氣體之供給、及電漿化之反應氣體之供給所為處理的處理。

【圖式簡單說明】

【0015】

隨附之圖式，係作為本說明書之一部份而包含進來，以繪示本發明之實施形態；其說明上述之一般性的說明、及後述之實施形態的詳情，並且說明本發明之概念。

【0016】

【圖1】 本發明之實施形態之成膜裝置的縱斷側視圖。

【0017】

【圖2】 前述成膜裝置的橫斷俯視圖。

【0018】

【圖3】 從頂面側觀察前述成膜裝置的俯視圖。

【0019】

【圖4】 設於前述成膜裝置之第1區域的擴大縱斷側視圖。

【0020】

【圖5】 從底面側觀察設於前述第1區域之原料氣體單元的仰視圖。

【0021】

【圖6】 設於前述成膜裝置之第2區域的擴大縱斷側視圖。

【0022】

【圖7】 繪示設於前述第2區域之氣體噴射器的配置狀態的示意圖。

【0023】

【圖8】 設於前述第2區域之電漿形成部內的槽孔板的俯視圖。

【0024】

【圖9】 設於前述成膜裝置之反應前區域或反應後區域的擴大縱斷側視圖。

【0025】

【圖10】 繪示前述成膜裝置之作用的說明圖。

【0026】

【圖11】 繪示實施例之膜厚分佈的說明圖。

【0027】

【圖12】繪示比較例之膜厚分佈的第1說明圖。

【0028】

【圖13】繪示比較例之膜厚分佈的第2說明圖。

【實施方式】

【0029】

以下針對本發明之實施形態之成膜裝置的結構，參照圖1～9以進行說明。於下述之詳細說明中，為使本發明充分得到理解，而提供了許多具體的詳情。然而，就算沒有這樣的詳細說明，所屬技術領域中具有通常知識者仍可實施本發明，係自明之事項。於其他例示中，為了避免導致各種各樣之實施形態難以理解，故不針對公知方法、程序、系統或構成要素進行詳細記載。

【0030】

於本例中，係針對如下例子進行說明：使含有作為前驅物之二氯矽烷（ SiH_2Cl_2 ）的原料氣體，與含有氨（ NH_3 ）的反應氣體產生反應，而在基板形成氮化矽（ SiN ）膜之薄膜。

【0031】

如圖1、2所示，成膜裝置具備：真空容器11，構成進行成膜處理之處理空間；旋轉台2，配置於此真空容器11內，且形成有複數之晶圓載置區域21；原料氣體單元3，用以對旋轉台2上方側之空間，即第1區域R1，供給原料氣體；氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），用以對於與第1區域R1區隔之第2區域R2供給反應氣體；供給機構，對於設在由前述第1區域R1與第2區域R2間所包夾

之位置的反應前區域r1及反應後區域r2，分別供給前處理氣體及後處理氣體；電漿形成部6（6A～6C），用以形成反應氣體及前處理氣體、後處理氣體的電漿。

【0032】

真空容器11，係由構成真空容器11之側壁及底部的容器本體13、以及氣密地遮蓋此容器本體13之頂面側開口的頂板12所構成，其平面形狀係大致圓形之扁平的容器。真空容器11（頂板12、容器本體13）係由例如鋁等等的金屬所構成，且真空容器11之內面，有施作耐電漿處理（例如陽極氧化鋁處理或陶瓷材料的熔射處理）。

【0033】

於真空容器11內設有旋轉台2，該旋轉台2係由陶瓷製之圓板所構成，並有施作例如與真空容器11相同之耐電漿處理。於旋轉台2之中心部設有朝向鉛直下方延伸的旋轉軸14，而於旋轉軸14之下端部，設有用以使旋轉台2繞鉛直軸旋轉的馬達等等的旋轉驅動機構15。

【0034】

於旋轉台2之頂面，至少設有1個晶圓載置區域21。於本例中係如圖1所示，在旋轉台2之旋轉中心周圍，有6個晶圓載置區域21在圓周方向上排列設置。各晶圓載置區域21則構成為圓形凹部，其具有略大於晶圓W之直徑。

【0035】

又，晶圓載置區域21之結構，並不限定於設有僅容納晶圓W之單純凹部的情形（例如參照圖7之示意圖）。例如亦可採用如下結構：在上述凹部以外，另外藉由沿著晶圓W之周緣而設置比該凹部還深的圓環狀凹槽，以調節原料氣體或反應氣體之滯留時間。

【0036】

如圖1、4、6所示，在位於旋轉台2下方之容器本體13的底面，係沿著前述旋轉台2之圓周方向，而形成了扁平之圓環狀的環狀凹槽部45。在此環狀凹槽部45內，在對應於排列有晶圓載置區域21之區域，配置有加熱器46。加熱器46會將旋轉台2上的晶圓W，加熱到適於促進原料氣體與反應氣體之電漿產生反應的溫度。再者，環狀凹槽部45之頂面的開口，係由圓環狀之板片構件所構成的加熱器罩蓋47所遮蓋。構成加熱器罩蓋47之材料，係例如能使加熱器46所放射之電磁波透射過的材料，俾使來自加熱器46的熱輻射供給至旋轉台2。

【0037】

如圖2、3等等所示，於真空容器11（容器本體13）之側壁面，設有藉由未圖示之閘閥而構成為可開閉自如的搬入搬出部101。以外部之搬運機構所保持之晶圓W，就經由此搬入搬出部101而搬入真空容器11內。而在搬運機構與晶圓載置區域21之間之晶圓W的傳遞，係使用昇降頂針進行，該昇降頂針係構成為透過設於各晶圓載置區域21且未圖示之貫通口，而在旋轉台2之上方位置及下方位置之間昇降自如，但在此省略昇降頂針之記載。

【0038】

在具備上述結構的旋轉台2，若藉由旋轉軸14而使旋轉台2旋轉，則各晶圓載置區域21會繞著圖2所示之旋轉中心C的周圍公轉。若將旋轉台2旋轉時這些晶圓載置區域21所通過之區域，稱為公轉面 R_A ，則本例之公轉面 R_A 係於圖2中以一點鏈線所圍出的圓環形狀之區域。

【0039】

如圖1、4所示，原料氣體單元3係設於與旋轉台2之頂面相向的頂板12之底面側。再者，如圖2、3所示，原料氣體單元3之平面形狀係扇形之形狀，其係將晶圓載置區域21之公轉面 R_A ，在與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向上進行區隔而形成。

【0040】

如圖4之擴大縱剖面圖所示，例如原料氣體單元3，係使形成有凹部或開口之複數片板材層疊而成的構造。其結果，在原料氣體單元3之內部，會構成自下方側依下述順序層疊而成的結構：原料氣體所擴散之原料氣體擴散空間33、進行原料氣體之排氣的排氣空間32、原料氣體單元3之下方側的區域、以及用以與原料氣體單元3之外方側區域分離之分離氣體所擴散的分離氣體擴散空間31。

【0041】

最下層之原料氣體擴散空間33，透過原料氣體供給流路17、開閉閥V1、流量調節部521，而連接原料氣體供給源52。原料氣體供給源52供給含有二氯矽烷的原料氣體。

【0042】

如圖4、以及繪示由底面側觀察原料氣體單元3之仰視圖的圖5所示，在原料氣體擴散空間33（原料氣體單元3）之底面，穿設有許多釋出孔331，用以從原料氣體擴散空間33朝向旋轉台2側供給原料氣體。

【0043】

如圖5所示，釋出孔331係分散設置於該圖中以虛線所示之扇形區域內。在該扇形區域，沿著旋轉台2之半徑方向而延伸之兩邊的長度，係大於晶圓載置區域21（晶圓W）之直徑。其結果，一旦晶圓載置區域21通過配置於晶圓載置區

域21之公轉面 R_A 上的原料氣體單元3的下方，則原料氣體會從釋出孔331，供給至載置於晶圓載置區域21內之晶圓W的整面。

【0044】

設有許多釋出孔331之前述區域，相當於原料氣體之釋出部330。又，釋出部330、原料氣體擴散空間33、原料氣體供給流路17、開閉閥V1、流量調節部521、原料氣體供給源52，就構成本例之第1氣體供給部。

【0045】

如圖4、圖5所示，形成於原料氣體擴散空間33之上方側的排氣空間32，係與排氣口321連通，該排氣口321係沿著圍繞釋出部330周圍之閉路（第1閉路）而延伸形成。再者，排氣空間32透過排氣流路192而連接排氣手段51，並形成使原料氣體擴散空間33對原料氣體單元3下方側供給之原料氣體，往排氣手段51側排出之獨立的流路。

【0046】

上述之排氣口321、排氣空間32、排氣流路192、排氣手段51，就構成本例之排氣部。

【0047】

更進一步地如圖4、圖5所示，形成於上述排氣空間32上方側之分離氣體擴散空間31，係與分離氣體供給口311連通，該分離氣體供給口311係沿著圍繞排氣口321周圍之閉路（第2閉路）而延伸形成。再者，分離氣體擴散空間31透過分離氣體供給流路16、開閉閥V2、流量調節部531，而連接分離氣體供給源53。分離氣體供給源53供給分離氣體，該分離氣體使分離氣體供給口311之內側與外

側的氣體環境分離，並且具有吹洗氣體之功能，用以去除過度吸附在晶圓W之原料氣體。作為分離氣體，係使用例如氮氣這樣的惰性氣體。

【0048】

上述之分離氣體供給口311、分離氣體擴散空間31、分離氣體供給流路16、開閉閥V2、流量調節部531、分離氣體供給源53，就構成本例之第2氣體供給部。

【0049】

藉由以上說明之結構的原料氣體單元3，則釋出部330之各釋出孔331所供給之原料氣體，會在旋轉台2之頂面流動，並往周圍擴散；之後會到達排氣口321，而從旋轉台2之頂面排出。所以，在真空容器11內，存在有原料氣體之區域，會侷限在沿著第1閉路設置之排氣口321的內側（第1區域R1）。

【0050】

再者，如先前所述，原料氣體單元3構成以下形狀：使晶圓載置區域21之公轉面R_A的侷部，在與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向上區隔之形狀。因此，若使旋轉台2旋轉，載置於各晶圓載置區域21之晶圓W一通過前述第1區域R1，就可以使其整面吸附原料氣體。

【0051】

另一方面，在排氣口321的周圍，沿著第2閉路而設有分離氣體供給口311；從該分離氣體供給口311，會對旋轉台2之頂面側，進行分離氣體之供給。所以，第1區域R1之內外，會因排氣口321所進行之排氣、以及從分離氣體供給口311所供給之分離氣體而分離成兩個部分，構成為抑制原料氣體漏出至第1區域R1之外側、以及抑制反應氣體成分從第1區域R1之外側進入的結構。

【0052】

第1區域R1之設定範圍，只要在可確保原料氣體足以吸附在晶圓W整面的接觸時間、並且不會與設在第1區域R1之外側並進行反應氣體之供給的第2區域R2產生干擾的範圍內，則無特別限定。例如在使第1區域R1之形狀設定為扇形的情況下，則沿著旋轉台2之半徑方向而延伸之兩邊所構成的角度 θ_1 ，調節在最大不到180度、較佳係10～110度的範圍內。又，為了避免圖3過於繁雜，而將角度 θ_1 繪示於圖10。

【0053】

在使用具備如上說明之結構的原料氣體單元3，而對載置於各晶圓載置區域21之晶圓W供給原料氣體後，藉由在第1區域R1之外側，供給電漿化之反應氣體，而使吸附在晶圓W之原料氣體與反應氣體產生反應，以形成氮化矽的分子層。

【0054】

本案發明人團隊，發現在沉積前述分子層以形成氮化矽薄膜之際，為了要形成面內均勻性高的薄膜，很重要的是要形成電漿化之反應氣體為高濃度的區域。關於此點，若藉由朝向位在原料氣體單元3（第1區域R1）以外之旋轉台2的上方空間全體供給反應氣體之手法，則有時會難以形成反應氣體的高濃度區域。

【0055】

有鑑於此，在本實施形態之成膜裝置，會使用2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），來形成反應氣體的高濃度區域。以下就針對使用氣體噴射器7而供給電漿化之反應氣體的機構之構成例，進行說明。

【0056】

如圖2、6等等所示，在旋轉台2之旋轉方向（於本例，係由頂面側觀察下為順時針方向）之下游側，係於旋轉台2之圓周方向上，隔著間隔地插入了2支細長且為直棒狀之氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），其係在旋轉台2的半徑方向（與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向）上延伸。

【0057】

緊接在晶圓載置區域21的晶圓W通過第1區域R1後，即使在以分離氣體將過剩之原料氣體吹洗過後，依舊有可能殘留過剩吸附之原料氣體（於本例係二氯矽烷）。有鑑於此，如後文所述，在本例之成膜裝置，係在進行原料氣體之吸附的第1區域R1、以及進行電漿化之反應氣體之供給的第2區域R2之間，實施晶圓W之前處理。因此而將氣體噴射器7，配置為在以下位置進行反應氣體之供給：自第1區域R1遠離而偏向下游側之位置。

【0058】

於氮化矽薄膜之成膜的情況下，各氣體噴射器7係由例如陶瓷製之細長圓柱所構成。氣體噴射器7之內部有時會係中空、或是朝向其長度方向而形成原料氣體所流動之流路。然後如圖6所示，在氣體噴射器7之側面，在可對載置於晶圓載置區域21之晶圓W之整面供給反應氣體的整個範圍內，設有彼此隔著間隔的複數之反應氣體釋出孔701。

【0059】

如圖2、6所示，氣體噴射器7係配置成：從真空容器11（容器本體13）的側壁面朝向旋轉台2之旋轉中心近乎水平插入之2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），構成角度 θ_2 。又，與角度 θ_1 相同，角度 θ_2 係繪示於圖10。

【0060】

各氣體噴射器7係透過開閉閥V3、V4及流量調節部541、542，而連接至反應氣體供給源54。反應氣體供給源54則供給含有氨（ NH_3 ）的反應氣體。氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）、開閉閥V3及V4、流量調節部541及542、以及反應氣體供給源54，構成本例的第3氣體供給部。

【0061】

如圖7的示意性繪示，第1、第2氣體噴射器71、72，係配置成使反應氣體釋出孔701朝向彼此相向之方向，俾使可藉由後述之電漿形成用的天線部60，而朝向形成反應氣體之電漿的電漿產生區域P，供給反應氣體。電漿產生區域P的形成範圍，會隨著真空容器11內的壓力及原料氣體之種類、濃度、流量等等條件而變化。

【0062】

相對於此，有關第1及第2氣體噴射器71及72的配置高度、或是沿著其長度方向而設置反應氣體釋出孔701的範圍、反應氣體釋出孔701的方向等等，係以先決定形成電漿產生區域P之範圍的相關各項條件為前提，再設定成可以對電漿產生區域P內釋出原料氣體的狀態。電漿產生區域P之形成範圍，可以視作電漿發光區段來確認。

【0063】

再者，一旦在電漿產生區域P內配置氣體噴射器7，則在氣體噴射器7的內部會開始反應氣體之電漿化，而有導致從反應氣體釋出孔701釋出後的原料氣體之電漿活性降低之虞。有鑑於此，圖7所示的氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），係配置在電漿產生區域P的外方側之附近位置。

【0064】

如同以上的說明，藉由使用如下配置之2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），而可以形成反應氣體的高濃度區域；該2支氣體噴射器7係配置成：包夾著設定在進行原料氣體之供給的第1區域R1之外方側的既定區域，而從釋出孔701朝向該區域釋出反應氣體。

【0065】

就形成反應氣體的高濃度區域的觀點而言，構成2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）的角度 θ_2 ，要調節成不到180度、較佳係調節成10～110度之範圍內的數值。

【0066】

更進一步地如圖6所示，在本例的成膜裝置，設置有周緣側反應氣體釋出孔702，其用以從對應於旋轉台2之周緣側的位置，朝向2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）所包夾出的區域，供給反應氣體。例如周緣側反應氣體釋出孔702，係設於支持介電窗61且設有開口部的頂板12之內周面，俾使可朝向設在後述之電漿形成用的天線部60的介電窗61之下方區域，供給反應氣體。

【0067】

周緣側反應氣體釋出孔702，係沿著受到2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）包夾而平面形狀為三角形之第2區域R2中、位在旋轉台2之周緣側的一邊，而彼此隔著間隔地配置於複數處。其結果，周緣側反應氣體釋出孔702，如圖10記載之第2區域R2內藉由實線之示意性繪示，可以由前述周緣側的一邊，朝向與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向，釋出反應氣體。

【0068】

如圖6所示，各周緣側反應氣體釋出孔702，係與反應氣體供給流路183連通，該反應氣體供給流路183係設置成沿著頂板12之內周面的一邊而延伸。反應氣體供給流路183，係透過設在頂板12外部的開閉閥V5、流量調節部543，而連接反應氣體供給源54。藉由設置這些周緣側反應氣體釋出孔702，而由前文所述的2支氣體噴射器7，朝向接受反應氣體之供給的區域，供給反應氣體，而可以更進一步地提高該區域的反應氣體濃度。反應氣體供給流路183、周緣側釋出孔702、開閉閥V5、流量調節部543、反應氣體供給源54，構成本例的第4氣體供給部。在此為了易於圖示，因此在圖1中，省略了周緣側反應氣體釋出孔702及反應氣體供給流路183等等的繪示。

【0069】

又，從第4氣體供給部供給反應氣體並非必要。例如從氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）對旋轉台2之周緣側區域，也能供給充分之高濃度的反應氣體的情況下，亦可省略第4氣體供給部之設置。

【0070】

接著，針對將上述之氣體噴射器7所供給之反應氣體，加以電漿化的電漿形成部6（6A）之結構，進行說明。

【0071】

如圖3、6所示，電漿形成部6具備：朝向真空容器11內放射微波之天線部60、朝向天線部60供給微波的同軸導波管65、以及微波產生器69。天線部60，設於頂板12，遮蓋對應前述區域之大致三角形之形狀的開口部；該頂板12係位於：接受氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）所供給之反應氣體之區域的上方位置。

【0072】

天線部60係構成為放射狀線槽孔天線（RLSA（東京威力科創股份有限公司的註冊商標）），其具有介電窗61、槽孔板62、介電體板63、以及冷卻套管64。

【0073】

介電窗61係可縮短微波波長之物，例如由氧化鋁陶瓷所構成，並具有可遮蓋頂板12側之開口部的大致三角形的平面形狀。介電窗61之周緣部，由形成於頂板12的開口部周圍構件所支撐；另一方面，比該周緣部更為內側之區域，則朝向真空容器11內露出。在介電窗61之底面，亦可設置具備錐形面的環狀之凹部611，用以使微波的能量集中在既定區域，藉此而穩定地產生電漿。

【0074】

槽孔板62，係形成有許多槽孔621之大致三角形的金屬板。如圖8之俯視圖所示之一例，形成於槽孔板62的許多槽孔621，係在從上述三角形之形狀的中心朝向周緣的直徑方向、以及圓周方向上，隔著既定間隔配置。再者，各槽孔621，係形成為相鄰之槽孔621、621彼此相互朝向交叉或正交之方向。

【0075】

更進一步地，於槽孔板62上設有介電體板63。介電體板63係由例如氧化鋁陶瓷所構成，並具有對應於介電窗61及槽孔板62之大致三角形的平面形狀。在介電體板63上設有冷卻套管64。冷卻套管64之內部，形成有冷媒流路641，藉由使冷媒流通於該冷媒流路641，而可以冷卻天線部60。

【0076】

天線部60，係透過同軸導波管65、模式轉換器66、導波管67而連接微波產生器69。同軸導波管65具有圓柱形狀的內側導體651及圓筒形狀的外側導體

652；該內側導體651之下端部連接介電體板63，上端部連接模式轉換器66；該外側導體652之下端部連接例如金屬製（導電性）之冷卻套管64的頂面，上端部連接模式轉換器66，同時在其內部容納前述內側導體651。

【0077】

微波產生器69產生例如2.45GHz之頻率的微波。以微波產生器69所產生之微波，透過作為匹配器的調諧器68、導波管67、以及將微波轉換成以同軸導波管65導波之傳播模式的模式轉換器66，而導入至同軸導波管65。

【0078】

藉由以上所說明之結構，在電漿形成部6，以微波產生器69所產生的微波，會通過同軸導波管65而供給至介電體板63；並透過槽孔板62之槽孔621，而從介電窗61供給至下方側的空間。

【0079】

在此，如前文所述，電漿形成部6，其天線部60之平面形狀係大致三角形，並對應於「由2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）供給有反應氣體之區域」的扇形形狀。所以，反應氣體電漿化之區域的形狀，亦會是對應於天線部60（在真空容器11內露出的介電窗61之平面形狀）之形狀。

【0080】

於本例之成膜裝置，形成反應氣體之電漿的前述區域，係設定為第2區域R2。

【0081】

所以，換句話說，氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）係包夾著第2區域R2而隔著間隔地配置。再者，關於電漿形成部6，亦可說是構成為：使得朝向該第2區域R2釋出之反應氣體，加以電漿化的結構。然後，如先前所述，氣

體噴射器7係設置成朝向與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向延伸；再者，反應氣體釋出孔701係形成於可對晶圓W之整面供給反應氣體的整個範圍內。所以，一旦使旋轉台2旋轉，則載置於各晶圓載置區域21的晶圓W，會通過第2區域R2，而可對吸附了原料氣體之晶圓W的整面，供給電漿化之反應氣體。

【0082】

更進一步地如圖2、6所示，在設於第2區域R2之區域的外方側，於旋轉台2及真空容器11之內壁面之間的容器本體13的底面側，沿著旋轉台2之圓周方向，設有用以排出反應氣體的排氣凹槽191。在排氣凹槽191的底部，開通有排氣口190A，並透過排氣流路19而連接排氣手段51，該排氣手段51係用以使真空容器11內排氣成真空。

【0083】

排氣凹槽191、排氣口190A、排氣流路19、以及排氣手段51，相當於本例的反應氣體排氣部。再者，為了能朝向第2區域R2的外方側均等地進行排氣，亦可在排氣凹槽191的頂面，設置例如形成有許多開口的整流板。

【0084】

具備以上說明之結構的本實施形態之成膜裝置，可以在不同於前文所述之第1及第2區域R1及R2的其他區域，進行不同於原料氣體或電漿化之反應氣體之供給的處理。

【0085】

作為在其他區域所進行的處理，於本例的成膜裝置，係進行前處理及後處理；該前處理係用以去除吸附於晶圓W之原料氣體所含有的雜質；該後處理係使在晶圓W形成之薄膜中的懸鍵進行鍵結，而使膜層緻密化（改質）。

【0086】

如圖2所示，反應前區域r1，在沿著基板載置區域21之公轉方向（旋轉台2的旋轉方向）觀察時，係設置於第1區域R1的下游側、並且係第2區域R2的上游側之位置。再者，反應前區域r1的平面形狀，係形成為大致三角形的區域；該大致三角形，係將基板載置區域21所通過之前文所述之公轉面R_A，在與前述公轉方向交叉之方向上加以區隔而構成。

【0087】

另一方面，反應後區域r2在沿著前述之公轉方向觀察下，係設置於第2區域R2的下游側、並且係第1區域R1的上游側之位置。再者，關於反應後區域r2的平面形狀，亦形成為大致三角形的區域；該大致三角形，係將基板載置區域21所通過之前文所述之公轉面R_A，在與前述公轉方向交叉之方向上加以區隔而構成。

【0088】

關於設置在反應前區域r1、反應後區域r2的各機器，除了在供給至晶圓W之氣體的成分有所不同的情況，否則皆具備共通的結構，因此將參照共通之擴大縱斷側視圖，即圖9，而先針對反應前區域r1側的結構進行說明。如圖9所示，於反應前區域r1，設有用以對該區域供給前處理氣體的周緣側處理氣體釋出孔703、中央側處理氣體釋出孔704。

【0089】

周緣側處理氣體釋出孔703，係設置在支撐介電窗61、且設有開口部之頂板12的內周面，俾使可朝向設在後述之電漿形成部6（6B）之天線部60的介電窗61下方區域，供給各種處理氣體。周緣側處理氣體釋出孔703，係沿著平面形狀為

大致三角形之反應前區域r1中、位在旋轉台2之周緣側的一邊，而彼此隔著間隔地配置於複數處。

【0090】

各周緣側處理氣體釋出孔703，係與周緣側處理氣體供給流路184連通，該周緣側處理氣體供給流路184係設置成沿著反應前區域r1之前述周緣側的一邊而延伸。周緣側處理氣體供給流路184係透過設於頂板12外部的開閉閥V61、以及流量調節部551，而連接前處理氣體供給源55。

【0091】

另一方面，中央側處理氣體釋出孔704，係沿著大致三角形之反應前區域r1的頂點側區域，而彼此隔著間隔地設置於複數處（例如2處）；該大致三角形之反應前區域r1的頂點側區域，係與設有周緣側處理氣體釋出孔703之前述內周面相向。

【0092】

各中央側處理氣體釋出孔704，係與設於反應前區域r1之前述頂點側之區域的共通之中央側處理氣體供給流路185連通。中央側處理氣體供給流路185，係透過設於頂板12外部的開閉閥V71、以及流量調節部552，而連接前文所述之前處理氣體供給源55。

【0093】

前處理氣體供給源55供給含有氫的前處理氣體，用以去除吸附於晶圓W上的原料氣體所含有之雜質，亦即氯。於前處理氣體，亦可添加以下氣體以取代氫：成為氨或氮素等等的氮素源的氣體，或是氫等等成為自由基源的氣體。

【0094】

於反應前區域r1，周緣側處理氣體釋出孔703、周緣側處理氣體供給流路184、開閉閥V61、流量調節部551、中央側處理氣體釋出孔704、開閉閥V71、流量調節部552、前處理氣體供給源55，構成本例之前處理氣體供給部。

【0095】

藉由上述結構，如圖10記載之反應前區域r1內藉由實線之示意性繪示，可以由設於反應前區域r1之前述周緣側之一邊的周緣側處理氣體釋出孔703、以及由設於與該周緣側之一邊相向之頂點側的中央側處理氣體釋出孔704，朝向與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向，釋出前處理氣體。

【0096】

更進一步地，沿著晶圓載置區域21之公轉方向觀察時，在位於反應前區域r1之上游側的旋轉台2、與真空容器11之內壁面之間的容器本體13的底面側，設有排氣凹槽191，其具備用以對真空容器11外部排出前處理氣體的排氣口190B。藉由在反應前區域r1之上游側配置排氣口190B，而使供給至反應前區域r1的前處理氣體，形成流向遠離第2區域R2之方向的氣流（圖10）。

【0097】

更進一步地，如圖3、圖6等等所示，在反應前區域r1，設有用以使上述之前處理氣體電漿化的前處理氣體用之電漿形成部6（6B）。至於電漿形成部6（6B）之結構，由於可以使用與圖6所說明過的第2區域R2側之反應氣體用之電漿形成部6（6A）共通者，故省略再次的說明。

【0098】

接著關於反應後區域r2側的結構，主要針對與反應前區域r1之異同，進行說明。與反應前區域r1側相同，在反應後區域r2，周緣側處理氣體釋出孔703亦是

沿著平面形狀大致為三角形之反應後區域r2中、位在旋轉台2之周緣側的一邊，而配置於複數處。這些周緣側處理氣體釋出孔703，係透過周緣側處理氣體供給流路184、開閉閥V62、以及流量調節部561，而連接後處理氣體供給源56。再者，中央側處理氣體釋出孔704，與反應前區域r1側相同，係沿著與前述周緣側之一邊相向之大致三角形的頂點側之區域，而配置於複數處。這些中央側處理氣體釋出孔704，係透過中央側處理氣體供給流路185、開閉閥V72、流量調節部562，而連接後處理氣體供給源56。

【0099】

後處理氣體供給源56供給含有氫氣的後處理氣體，用以使形成於晶圓W上的薄膜中之懸鍵進行鍵結，以使膜層緻密化（改質）。於反應後區域r2，周緣側處理氣體釋出孔703、周緣側處理氣體供給流路184、開閉閥V62、流量調節部561、中央側處理氣體釋出孔704、開閉閥V72、流量調節部562、後處理氣體供給源56，構成本例之後處理氣體供給部。

【0100】

藉由上述結構，如圖10記載之反應後區域r2內藉由實線之示意性繪示，可以由設於反應後區域r2之前述周緣部側之一邊的周緣側處理氣體釋出孔703、以及由設於與該周緣部側之一邊相向之頂點側的中央側處理氣體釋出孔704，朝向與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向，釋出後處理氣體。

【0101】

於反應後區域r2側，後處理氣體用的排氣口190C，係設於反應後區域r2之下游側。藉由在反應後區域r2之下游側配置排氣口190C，而使供給至反應後區域r2的後處理氣體，形成流向遠離第2區域R2之方向的氣流（圖10）。

【0102】

不只如此，在反應後區域r2，亦設有用以使後處理氣體電漿化的後處理氣體用之電漿形成部6（6C）。至於電漿形成部6（6C）的結構，由於亦可使用與圖6所說明過的第2區域R2側之反應氣體用之電漿形成部6（6A）共通者，故省略再次的說明。

【0103】

如圖1所示，於成膜裝置設有控制部8。控制部8係由具備未圖示之CPU（Central Processing Unit）及記憶部的電腦所構成；於此記憶部儲存著編寫有步驟（命令）群的程式，用以輸出控制信號，以執行上述旋轉台2及第1～第4氣體供給部、前處理氣體供給部、後處理氣體供給部及電漿形成部6（6A～6C）的各項動作。此程式係儲存在例如硬碟、光碟、磁光碟、記憶卡等等的記憶媒體，再由該處安裝至記憶部。

【0104】

以下針對具備上述結構之本例的成膜裝置之作用，進行說明。

【0105】

首先，開啟搬入搬出部101的閘閥，藉由外部的搬運機構而向真空容器11內搬入晶圓W後，使用未圖示之昇降頂針以傳遞至旋轉台2的晶圓載置區域21。晶圓W之傳遞，係使旋轉台2間歇性旋轉而進行，並在全部的晶圓載置區域21載置晶圓W。

【0106】

接著使搬運機構退出，並關閉搬入搬出部101的閘閥。此時真空容器11內已藉由各排氣手段51而預先抽真空至既定壓力。再者，分離氣體供給口311亦會進行分離氣體之供給。

【0107】

在此之後，使旋轉台2順時針地旋轉，並在維持預先設定之旋轉速度的同時，藉由加熱器46而將晶圓W加熱。藉由未圖示之溫度感測器而確認晶圓W之溫度已達到既定設定溫度後，就開始分別由釋出部330供給原料氣體，由氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）、周緣側反應氣體釋出孔702供給反應氣體，由設在反應前區域r1、反應後區域r2的周緣側處理氣體釋出孔703、中央側處理氣體釋出孔704供給前處理氣體及後處理氣體。再者，在開始供給這些反應氣體等的同時，從反應氣體用、前處理氣體用、及後處理氣體用之電漿形成部6（6A～6C）的天線部60，進行微波之供給。

【0108】

其結果，在如圖10所示之真空容器11內，由原料氣體單元3之釋出部330所供給之原料氣體，就會在包圍釋出部330之周圍的排氣空間32為止的限定區域，亦即第1區域R1內流動。再者，從氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）、周緣側反應氣體釋出孔702供給後，藉由微波而電漿化，並朝向排氣凹槽191之排氣口190A之排出反應氣體，也會在既定之第2區域R2，形成電漿化之反應氣體係高濃度之氣流。又，於圖10中，省略了旋轉台2上之晶圓載置區域21、以及晶圓W之記載。

【0109】

一旦對第1區域R1供給原料氣體，又對第2區域R2供給電漿化之反應氣體，則載置於各晶圓載置區域21之晶圓W，會交互反覆地通過這些第1區域R1、及第2區域R2。其結果，原料氣體中的二氯矽烷會吸附在晶圓W的表面上，接著藉由與電漿化之反應氣體中的氨所發生的反應，而形成氮化矽之分子層；如此一來就會依序層疊出氮化矽的分子層，而形成氮化矽的薄膜。

【0110】

在上述之作用中，藉由對第2區域R2供給反應氣體，而相較於對第1區域R1以外的真空容器11內的全體供給反應氣體的情形，係可以將電漿化之反應氣體以高濃度對晶圓W進行供給。其結果，如後述之實施例所示，可以提高形成於晶圓W之膜厚的面內均勻性。

【0111】

此處，相對於旋轉台2之旋轉方向，配置於上游側之第1氣體噴射器71、以及配置於下游側之第2噴射器72所供給之反應氣體的流量，可以係等量，亦可係不同。

【0112】

例如，假設在量測成膜後之晶圓W的膜厚分佈時，沿著旋轉台2之旋轉方向來看，得到以下結果：先進入第2區域R2之晶圓W的邊緣部（上游邊緣部）側的膜厚相對較薄，後進入第2區域R2之晶圓W的邊緣部（下游邊緣部）側的膜厚相對較厚。在此情況下，已知藉由進行流量調節，以使例如配置在上游側的第1氣體噴射器71所供給之反應氣體的流量，大於配置在下游側之第2氣體噴射器72所供給之反應氣體的流量，而可以使上述之膜厚分佈平坦化。

【0113】

更進一步地，本例之成膜裝置，藉由排氣口321所進行之排氣、以及藉由分離氣體而分離成兩個部分的第1區域R1外側之真空容器11內的空間，係以反應氣體之氣流而區隔成第2區域R2及其以外之區域。

【0114】

其結果，就可以在第1區域R1之下游側、並且在第2區域R2之上游側設置反應前區域r1；而若朝向該反應前區域r1供給電漿化之前處理氣體，則在第1區域R1而吸附於晶圓W之原料氣體所含有的雜質，亦即氯，會受到去除，而可以提升形成於晶圓W上之薄膜的膜質。

【0115】

再者，就也可以在第2區域R2之下游側、並且係第1區域R1之上游側，設置反應後區域r2；而一旦朝向該反應後區域r2供給電漿化之後處理氣體，就可以使形成於晶圓W上之薄膜中的懸鍵進行鍵結，而使膜層緻密化。

【0116】

此處，對應於旋轉台2的一次旋轉，將以下工序視為一個循環：載置於各晶圓載置區域21的晶圓W，藉由在第1區域R1吸附原料氣體、並在第2區域R2與使該原料氣體電漿化而得之反應氣體產生反應，而進行氮化矽之分子層之形成後，到即將再度於第1區域R1進行使原料氣體吸附在晶圓W上的處理前為止的工序。

【0117】

此時，藉由在第1區域R1與第2區域R2之間配置反應前區域r1、反應後區域r2，而可以在上述的一個循環內，進行前文所述之前處理、後處理。其結果，在

沉積氮化矽而形成薄膜的過程中，可以對於各分子層確實地實施前文所述之前處理及後處理。

【0118】

不只如此，由於如圖10所示，配置了各排氣口190B、190C，以使供給至反應前區域r1的前處理氣體、以及供給至反應後區域r2的後處理氣體，朝遠離第2區域R2的方向流動，因此也可以確實地使得在共通之真空容器11內對第2區域R2所供給之反應氣體，與前處理氣體、後處理氣體分離。

【0119】

基於上述之動作，而在預先設定之時間長度下執行成膜，形成具有所要膜厚之氮化矽的薄膜後，就停止原料氣體及反應氣體之供給、及以加熱器46所進行之晶圓W之加熱。然後，待晶圓W的溫度降到預先設定之溫度後，就藉由與搬入時相反之動作，而從搬入搬出部101依序搬出晶圓W，結束成膜動作。

【0120】

若藉由本實施形態之成膜裝置，會有以下效果。在與進行原料氣體之供給之第1區域R1有所區隔的真空容器11內，藉由配置2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）以包夾進行電漿化之反應氣體之供給的第2區域R2，而使設置於旋轉台2上之基板載置區域21所通過的前述真空容器11內的空間，更進一步地加以區隔。然後，在這些第1區域R1與第2區域R2之間，設有反應前區域r1及反應後區域r2；該反應前區域r1係進行不同於原料氣體之供給及電漿化之反應氣體之供給的其他處理，亦即前處理，其用以去除晶圓W上所吸附之原料氣體中含有的雜質；該反應後區域r2係進行後處理，使形成於晶圓W上的薄膜中之懸鍵進行鍵結，以使膜層緻密化。其結果，在交互反覆進行原料氣體在晶圓W上之吸

附、以及與反應氣體所產生之反應的成膜循環的過程中，就可以在成膜之外，還執行提升膜質等所需之其他處理。

【0121】

在此，不同於在第1區域R1之原料氣體之供給、在第2區域R2之電漿化之反應氣體之供給的處理之內容，並不限定於如前文所述之用以去除原料氣體所含雜質的前處理、或使薄膜中的懸鍵進行鍵結以使膜層緻密化之後處理的例子。

【0122】

例如，亦可係在SiO₂膜之成膜之際供給H₂氣體，而進行改質的處理。再者，在進行其他處理的區域，設置使處理氣體電漿化之電漿形成部，並非必要的條件。例如，可以藉由使得在真空容器11之外部電漿化之處理氣體導入其他處理區域的遠距電漿（remote plasma）方式來進行處理；亦可藉由使用加熱器46進行加熱，而使薄膜與處理氣體發生反應而進行處理。

【0123】

再者，關於氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），亦未必要如圖2等等所示，朝向旋轉台2之旋轉中心而沿著半徑方向配置。例如可以在使2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）配置於與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向上，同時從頂面側觀察下，係將第1氣體噴射器71與第2氣體噴射器72配置成平行。若要將在此情況下之2支氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）所構成的角度加以定義，則以旋轉台2之旋轉中心為基準，觀察在半徑方向上與該旋轉中心之距離係在相等位置（同心圓上）上的第1、第2氣體噴射器71、72時，從頂面側觀察下之這些氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72）所構

成的角度，只要係如先前所述，大於0度、且不到180度的範圍內即可。這樣的概念，亦可適用在第1、第2氣體噴射器71、72並非直棒狀，而係彎曲之情況下。

【0124】

再者，即使係第1區域R1之形狀並非扇形的情況下，在與晶圓載置區域21之公轉方向交叉的方向上延伸之兩邊所構成之角度，亦可與氣體噴射器7之情形相同地進行定義。

【0125】

更進一步地，用以形成第2區域R2所使用之氣體噴射器7的數量，亦不限定於在上游側之第1氣體噴射器71僅設1支、在下游側之第2氣體噴射器72僅設1支之例。例如，亦可使第1、第2氣體噴射器71、72，在上下方向排列，各配置2支以上。即使在這樣的情況下，對於包夾第2區域R2而配置之複數的第1、第2氣體噴射器71、72的組合，只要係各組之兩支第1、第2氣體噴射器71、72所構成的角度不到180度即可。

【0126】

此外，對第1區域R1內供給原料氣體之釋出部330的結構，並不限定於圖5所示之具備許多釋出孔331的多孔板之例。例如，亦可係如下結構：在排氣口321之內側，形成由周緣部側朝向中央部側而逐漸變高的倒碗狀之凹部，而由設在凹部之上端位置的一個氣體噴嘴釋出原料氣體。

【0127】

然後關於使反應氣體電漿化之手法，亦可採用RLSA以外的手法。例如在頂板12的頂面側配置線圈狀的天線，而藉由電感耦合而產生電漿。

【0128】

不只如此，藉由本實施形態之成膜裝置而成膜之薄膜的種類，也不限定於氮化矽之例。例如亦可供給BTBAS（bis-tertiary butylaminosilane；雙（第三丁基胺基）矽烷）氣體以作為原料氣體，供給氧（ O_2 ）氣以作為電漿化之反應氣體，而形成氧化矽（ SiO_2 ）的薄膜。在此情況下，亦可使用石英作為氣體噴射器7之材料。

〔實施例〕

（實驗）

【0129】

以使用實施形態之成膜裝置的情形、以及使用不藉由氣體噴射器7而係藉由習知方法以供給反應氣體之成膜裝置的情形，量測在晶圓W上成膜之氮化矽膜的膜厚分佈及氮化矽膜的緻密度。

A・實驗條件

（實施例）

【0130】

使用以圖1～圖10說明之成膜裝置而進行了矽氮化膜之成膜。供給至第1區域R1之原料氣體（二氯矽烷濃度100vol%）的供給流量係1000ccm，反應氣體（氮濃度100vol%，氬濃度100vol%）的供給流量係氮800ccm、氬5000ccm，並將晶圓W之加熱溫度設定在475℃。再者，對於反應前區域r1，係以氬作為前處理氣體，以4000ccm之供給流量進行供給；對於反應後區域r2，係以氬作為後處理氣體，以4000ccm之供給流量進行供給。旋轉台2的旋轉速度係設定為20rpm，而在旋轉台2累計共旋轉87次的期間，進行成膜處理。所形成之氮化矽膜的膜厚分

佈，就以膜厚計進行量測。再者，就氮化矽膜之緻密度的指標而言，係測定以0.5重量%濃度之氟酸所為之濕蝕刻速度（WER：Wet Etching Rate，〔Å／分〕）。

（比較例1）

【0131】

在使用圖10說明之結構的成膜裝置，係不設置氣體噴射器7（第1、第2氣體噴射器71、72），而對於設有電漿形成部6（6A～6C）之區域，從使用圖9說明之周緣側處理氣體釋出孔703、以及中央側處理氣體釋出孔704，供給反應氣體（氮濃度100vol%，氫濃度100vol%）。原料氣體（二氯矽烷濃度100vol%）的供給流量係1000ccm，而晶圓W之加熱溫度係設定在475℃。旋轉台2的旋轉速度係設定為20rpm，而在旋轉台2累計共旋轉87次的期間，進行成膜處理。對於所形成之氮化矽膜，就以相同於實施例之手法，量測了膜厚分佈、以及WER。

（比較例2）

【0132】

在進行了氮化矽膜之成膜後，更進一步地對於設有電漿形成部6（6A～6C）之區域，以氫作為後處理氣體，以4000ccm之供給流量進行供給；除此之外，皆與相同於比較例1之條件，進行了成膜處理。對於所形成之氮化矽膜，就以相同於實施例之手法，量測了膜厚分佈、以及WER。

B．實驗結果

【0133】

實施例之膜厚分佈測定結果繪示於圖11，而比較例1、2之該結果則繪示於圖12、圖13。根據實施例、及比較例1和2的結果，相對於實施例較能在晶圓W之面內製得膜厚更為均勻的氮化矽膜，在比較例1、2則顯著地具有膜厚會從載

置於旋轉台2之中心側的位置，朝向晶圓W之中央側變厚的傾向。若以相對於平均膜厚（Å）係 $\pm 3\sigma$ （Å）之值的比例來進行比較，則實施例係1.6%，比較例1係19.5%，比較例2係32.0%。所以，確認到實施形態之成膜裝置，具有使形成於晶圓W上的薄膜之面內均勻性顯著提升的效果。

【0134】

再者，若著眼於所形成之氮化矽膜之緻密度，則實施例的WER係11.4〔Å/min〕。相對於此，在結束成膜處理後另以氫進行了後處理之比較例2，WER係9.0〔Å/min〕。本案發明人團隊，係以開發可形成如下之氮化矽膜的成膜裝置為目標：其具有的緻密度係WER達到 10 ± 1 〔Å/min〕之程度。所以，實施例可謂能形成具有與如下情況同等程度之膜質的氮化矽膜：於成膜處理後另行進行後處理（比較例2）。另一方面，在實施例中，由於削減了成膜處理後之後處理的時間，因此成膜裝置之處理效率大幅提升，值得肯定。又，不進行藉由氫所為之後處理的比較例1，其WER則係16.9〔Å/min〕，故評估其相較於實施例，膜質在緻密度方面較為遜色。

【0135】

本發明對於區隔自進行原料氣體之供給的第1區域之真空容器內、供給電漿化之反應氣體的第2區域，係藉由使2支氣體噴射器配置成包夾該第2區域，而使設於旋轉台上之基板載置區域所通過之前述真空容器內的空間更進一步地加以區隔。然後，這些第1區域與第2區域之間，設有其他處理區域，用以進行不同於原料氣體之供給或電漿化之反應氣體之供給的其他處理。其結果，在交互反覆進行原料氣體在基板之吸附、以及與反應氣體所產生之反應的成膜循環之過程中，就可以執行在成膜上所需之其他處理。

【0136】

此次揭露之實施形態，應視為在所有的層面皆係例示，而非用以限定。事實上，上述實施形態得以多樣的形態來加以具現。再者，上述實施形態，只要在不脫離隨附之申請專利範圍及其主旨的情況下，亦得以各種形態加以省略、置換、變更。隨附之申請專利範圍及其均等之意義及範圍內的所有變更，皆包含在本發明之範圍內。

【符號說明】

【0137】

- 2 旋轉台
- 21 晶圓載置區域
- 3 原料氣體單元
- 31 分離氣體擴散空間
- 311 分離氣體供給口
- 32 排氣空間
- 321 排氣口
- 33 原料氣體擴散空間
- 330 釋出部
- 331 釋出孔
- 45 環狀凹槽部
- 46 加熱器
- 47 加熱器罩蓋

- 51 排氣手段
- 52 原料氣體供給源
 - 521 流量調節部
- 53 分離氣體供給源
 - 531 流量調節部
- 54 反應氣體供給源
 - 541、542、543 流量調節部
- 55 前處理氣體供給源
 - 551、552 流量調節部
- 56 後處理氣體供給源
 - 561、562 流量調節部
- 6（6A、6B、6C） 電漿形成部
 - 60 天線部
 - 61 介電窗
 - 611 凹部
 - 62 槽孔板
 - 621 槽孔
 - 63 介電體板
 - 64 冷卻套管
 - 641 冷媒流路
 - 65 同軸導波管
 - 651 內側導體

652	外側導體
66	模式轉換器
67	導波管
68	調諧器
69	微波產生器
7	氣體噴射器
71	第1氣體噴射器
72	第2氣體噴射器
701	反應氣體釋出孔
702	周緣側反應氣體釋出孔
703	周緣側處理氣體釋出孔
704	中央側處理氣體釋出孔
8	控制部
101	搬入搬出部
11	真空容器
12	頂板
13	容器本體
14	旋轉軸
15	旋轉驅動機構
16	分離氣體供給流路
17	原料氣體供給流路
183	反應氣體供給流路

184	周緣側處理氣體供給流路	
185	中央側處理氣體供給流路	
19	排氣流路	
190A、190B、190C	排氣口	
191	排氣凹槽	
192	排氣流路	
C	旋轉中心	
P	電漿產生區域	
R1	第1區域	
R2	第2區域	
r1	反應前區域	
r2	反應後區域	
R _A	公轉面	
V1、V2、V3、V4、V5、V61、V62、V71、V72	開閉閥	
W	晶圓	
θ1	角度	
θ2	角度	

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種成膜裝置，係用以在真空容器內於基板形成薄膜，該成膜裝置包括：

旋轉台，設於該真空容器內，並使載置基板的基板載置區域，繞旋轉中心公轉；

第1氣體供給部，從與該旋轉台相向設置的釋出部，對第1區域供給該薄膜之原料氣體，而該第1區域，係將該基板載置區域所通過之公轉面，在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上加以區隔而成；

排氣部，從形成為沿著包圍該釋出部之周圍的第1閉路而延伸的排氣口，進行排氣；

第2氣體供給部，從沿著圍繞該排氣口之周圍的第2閉路而延伸形成的分離氣體供給口，供給用以使該第2閉路之內外分離的分離氣體；

第3氣體供給部，具備2支氣體噴射器，其在與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向上延伸，並包夾著設於該第2閉路之外側的第2區域而隔著間隔配置，同時該2支氣體噴射器形成有氣體釋出孔，用以分別朝向該第2區域側，釋出與該原料氣體產生反應的反應氣體；

反應氣體用的電漿形成部，係用以將釋出至該第2區域之反應氣體電漿化；
以及

其他處理區域，係在與該第1區域、該第2區域不同的位置，將該基板載置區域所通過的公轉面，在與該公轉方向交叉的方向上加以區隔而設置，以進行藉由該原料氣體之供給、及電漿化之反應氣體之供給所為之處理不同的處理，

其中，該其他處理區域包含一反應前區域；沿著該基板載置區域之公轉方向觀察時，該反應前區域係設於該第1區域之下游側、並且係設於該第2區域之上游側；

於該反應前區域，更包括前處理氣體供給部，其供給前處理氣體，該前處理氣體用以去除在該第1區域吸附於基板之原料氣體所含有的雜質。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之成膜裝置，其中，更包括前處理氣體用的電漿形成部，用以使該前處理氣體電漿化。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之成膜裝置，其中，該前處理氣體供給部，係沿著與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向，供給該前處理氣體。

【第4項】

如申請專利範圍第1項之成膜裝置，其中，該其他處理區域包含一反應後區域；沿著該基板載置區域之公轉方向觀察時，該反應後區域係設於該第2區域之下游側、並且係設於該第1區域之上游側；

於該反應後區域，更包括後處理氣體供給部，其供給用以使形成於基板的薄膜改質之後處理氣體。

【第5項】

如申請專利範圍第4項之成膜裝置，其中，更包括後處理氣體用的電漿形成部，用以使該後處理氣體電漿化。

【第6項】

如申請專利範圍第4項之成膜裝置，其中，該後處理氣體供給部，係沿著與該基板載置區域之公轉方向交叉的方向，供給該後處理氣體。

【第7項】

如申請專利範圍第1項之成膜裝置，其中，該反應氣體用的電漿形成部包括槽孔板及介電體板；該槽孔板形成有許多槽孔，用以對供給有電漿化之氣體的區域內，放射微波；該介電體板設於該旋轉台與該槽孔板之間，使由該槽孔板放射之微波透射過該介電體板。

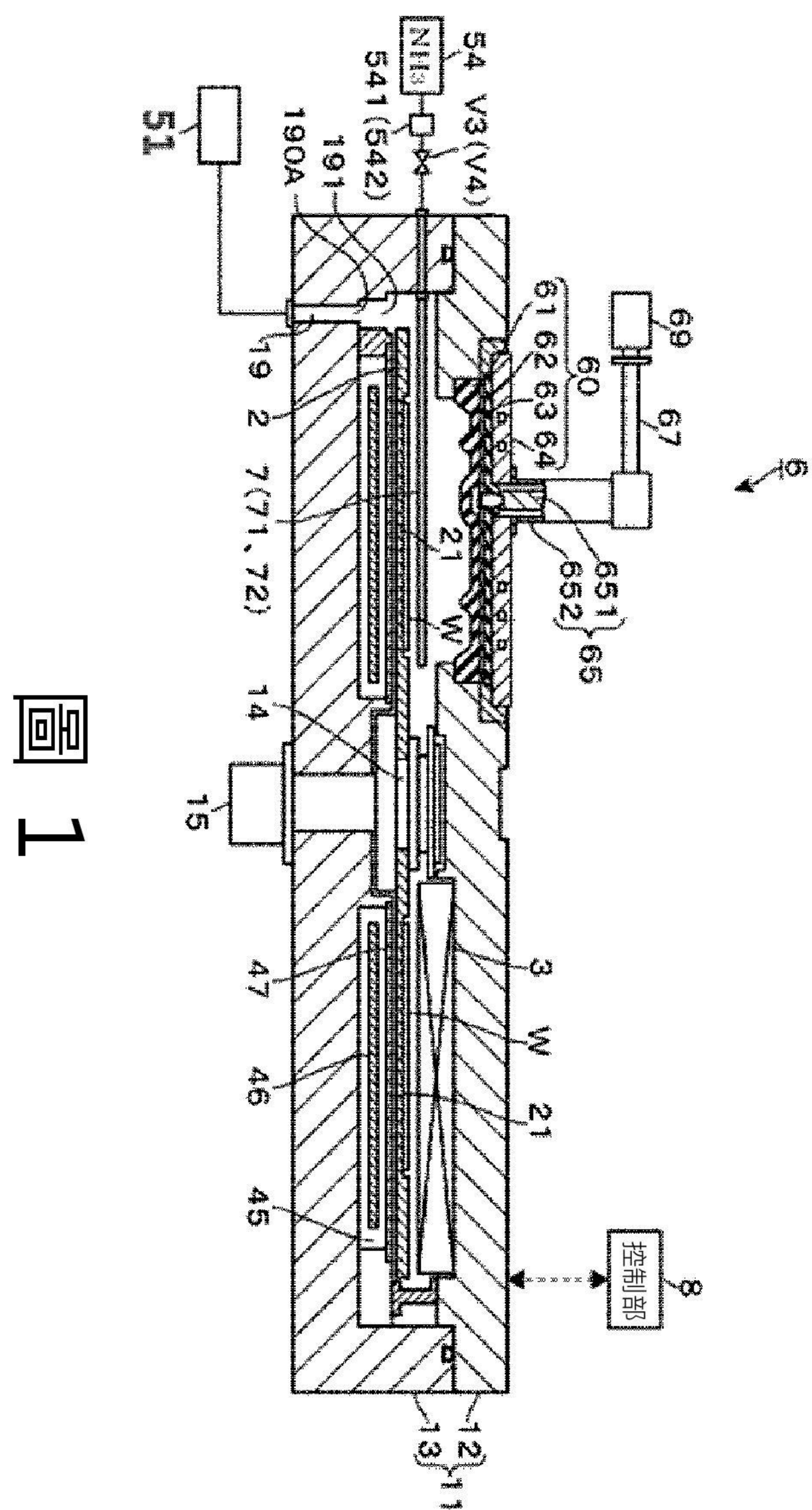
【第8項】

如申請專利範圍第2項之成膜裝置，其中，該前處理氣體用的電漿形成部具備槽孔板及介電體板；該槽孔板形成有許多槽孔，用以對供給有電漿化之氣體的區域內，放射微波；該介電體板設於該旋轉台與該槽孔板之間，使由該槽孔板放射之微波透射過該介電體板。

【第9項】

如申請專利範圍第5項之成膜裝置，其中，該後處理氣體用的電漿形成部具備槽孔板及介電體板；該槽孔板形成有許多槽孔，用以對供給有電漿化之氣體的區域內，放射微波；該介電體板設於該旋轉台與該槽孔板之間，使由該槽孔板放射之微波透射過該介電體板。

【發明圖式】



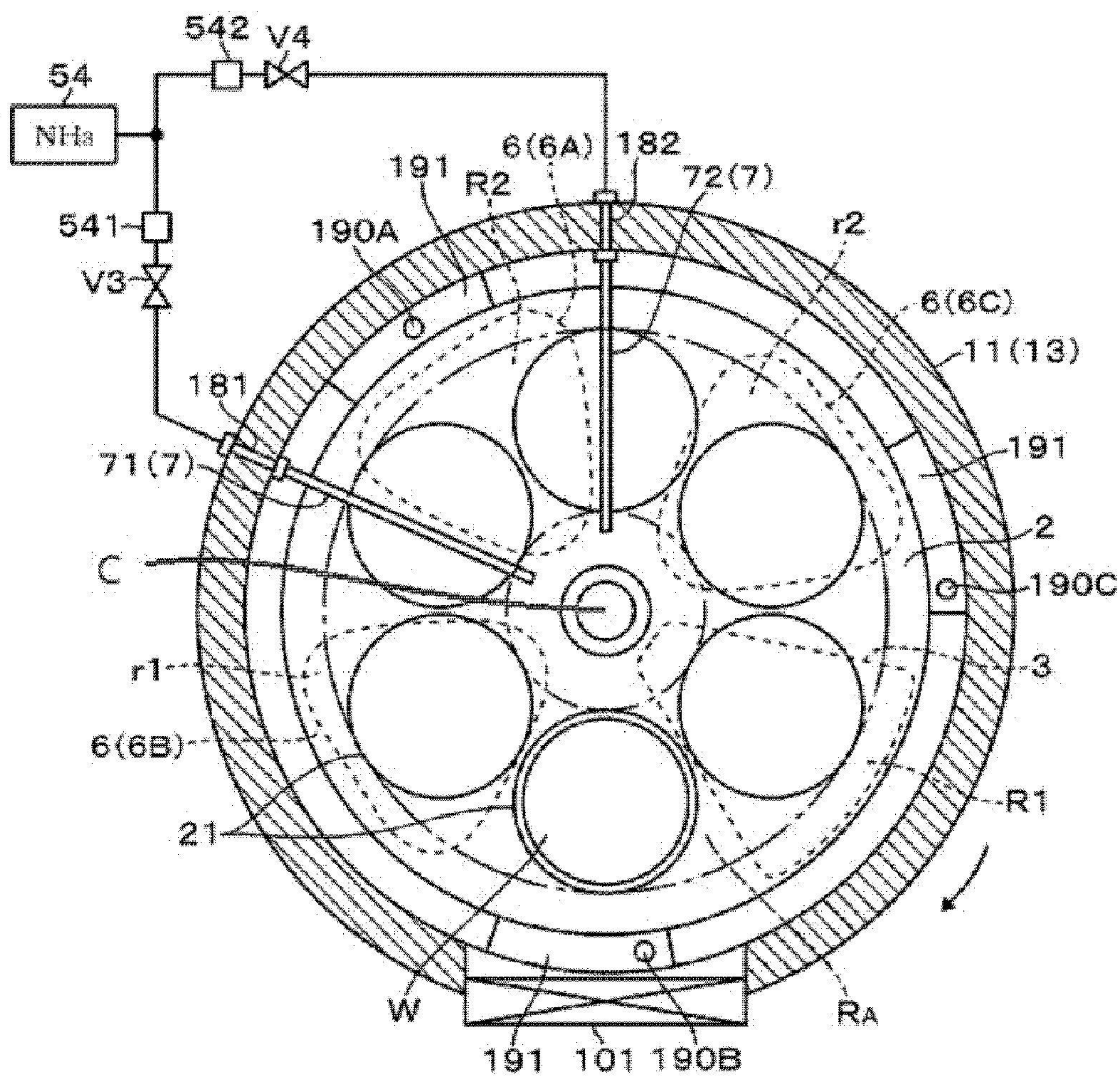


圖 2

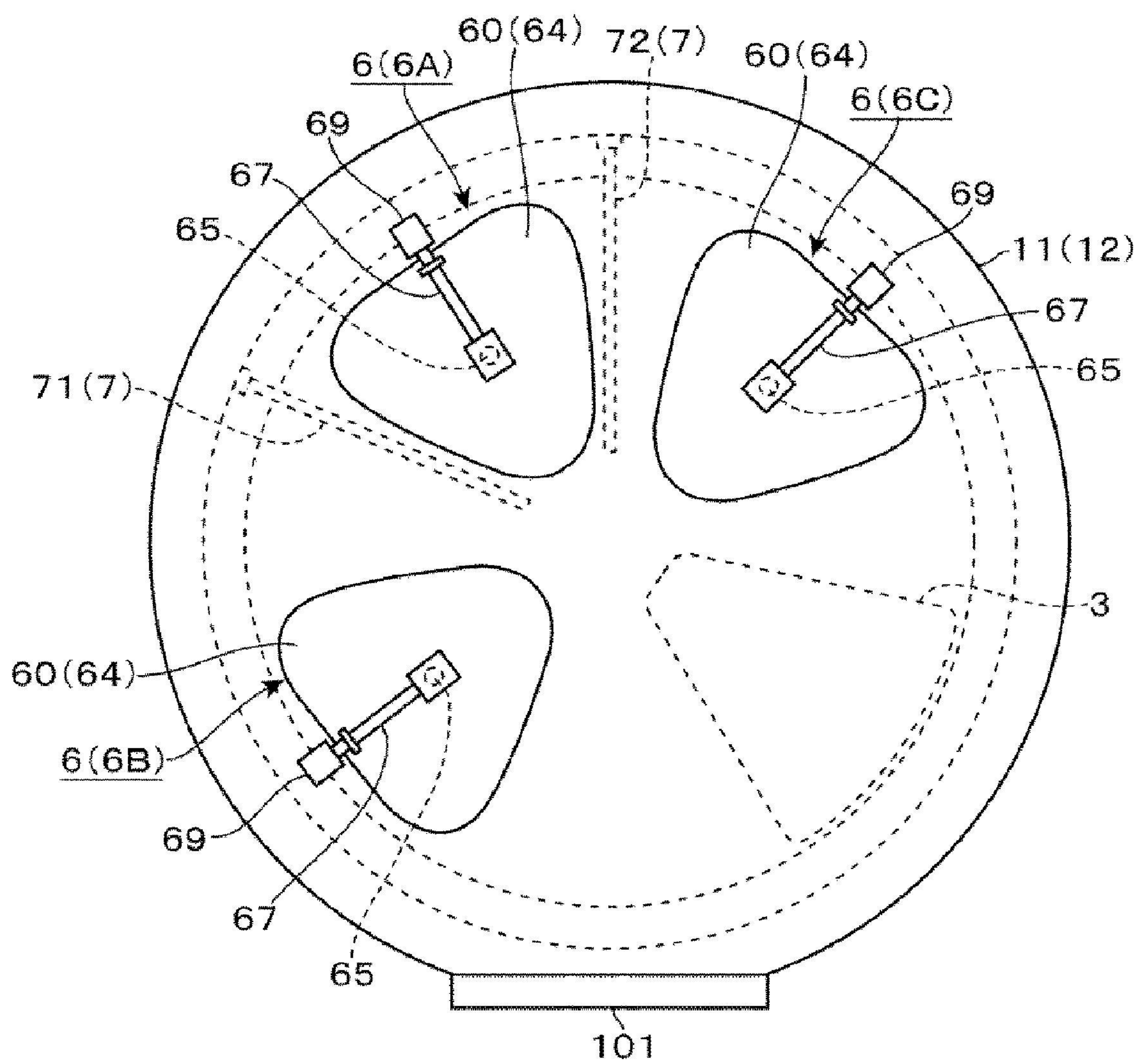


圖 3

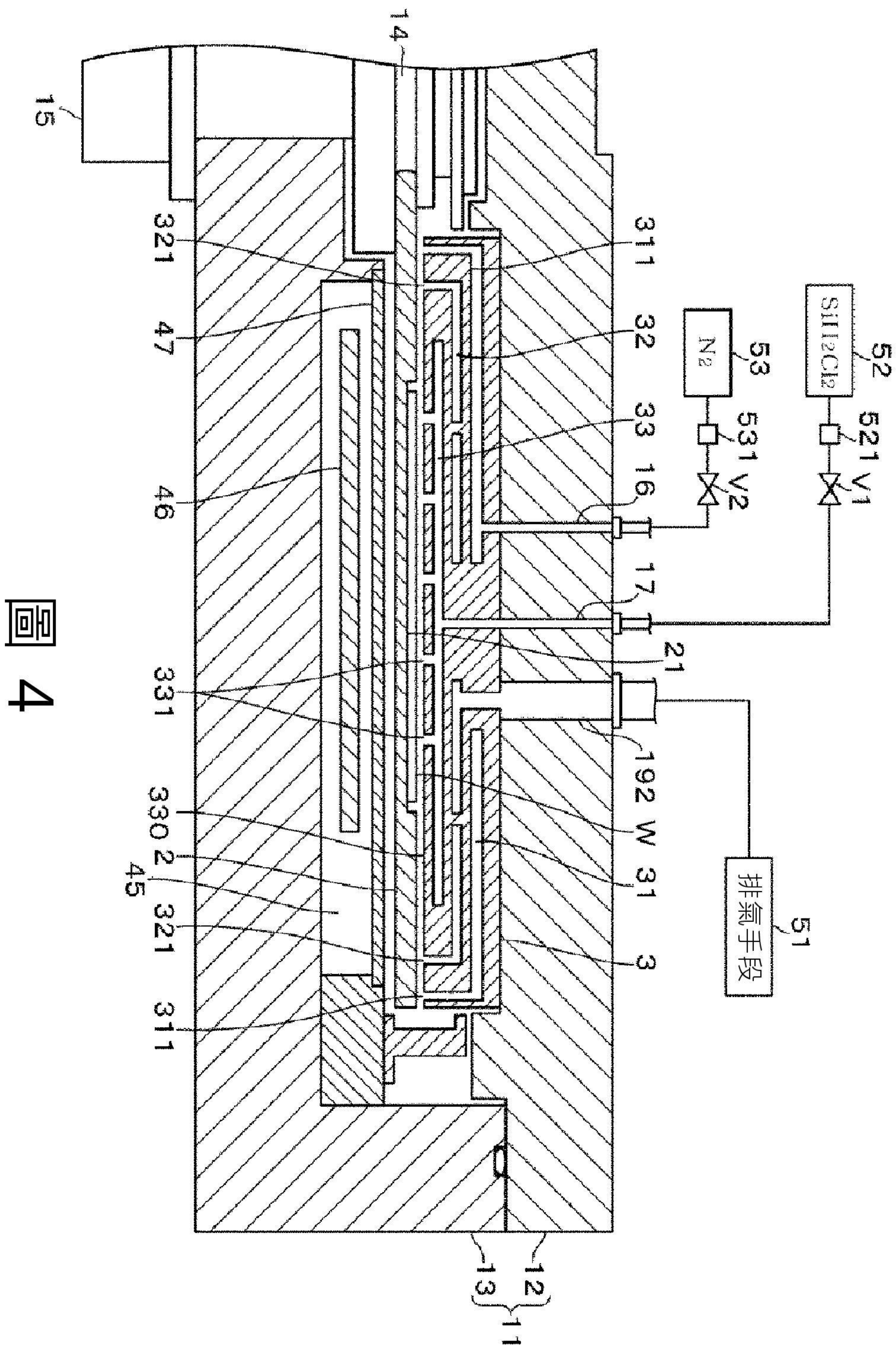


圖 4

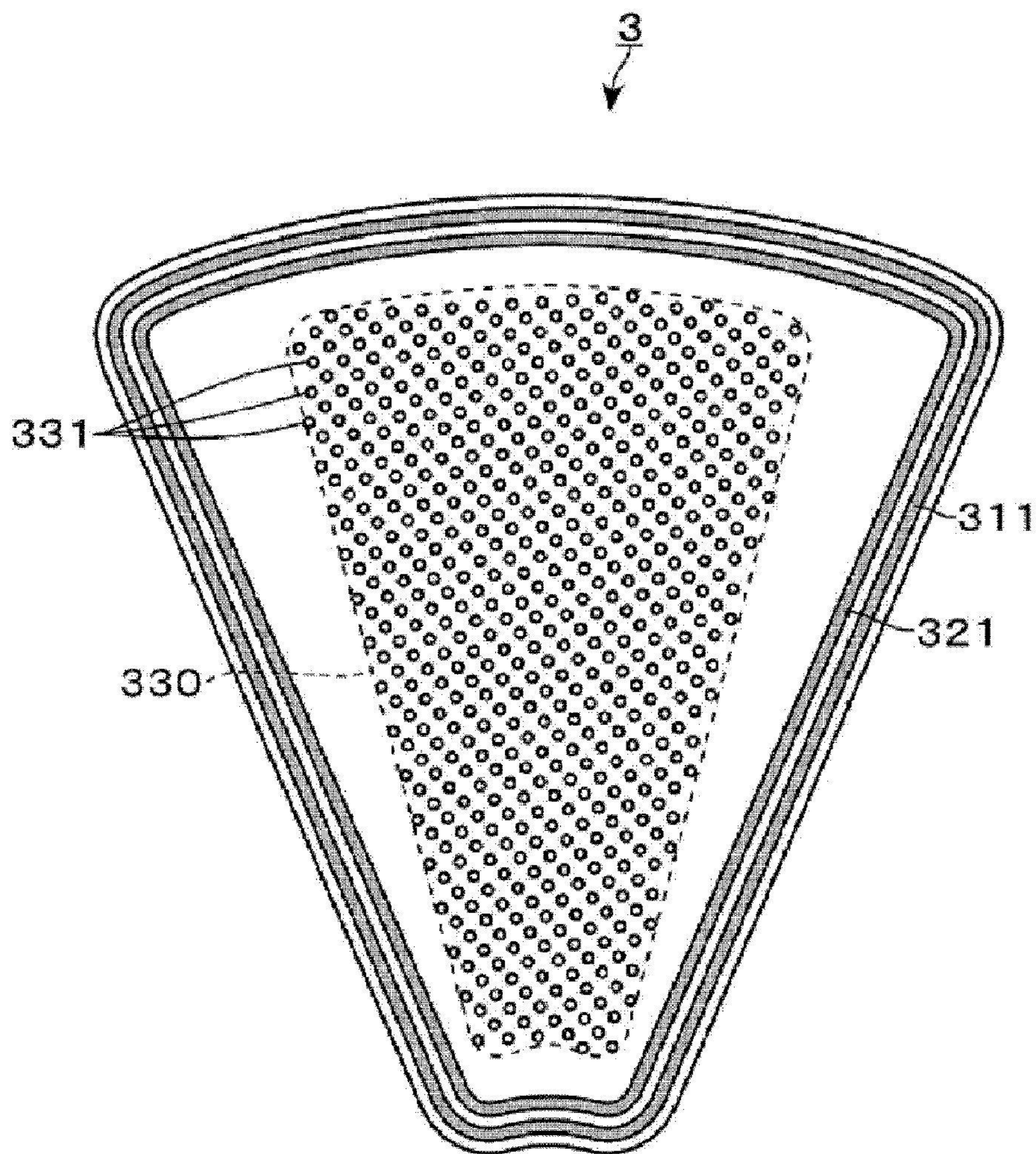
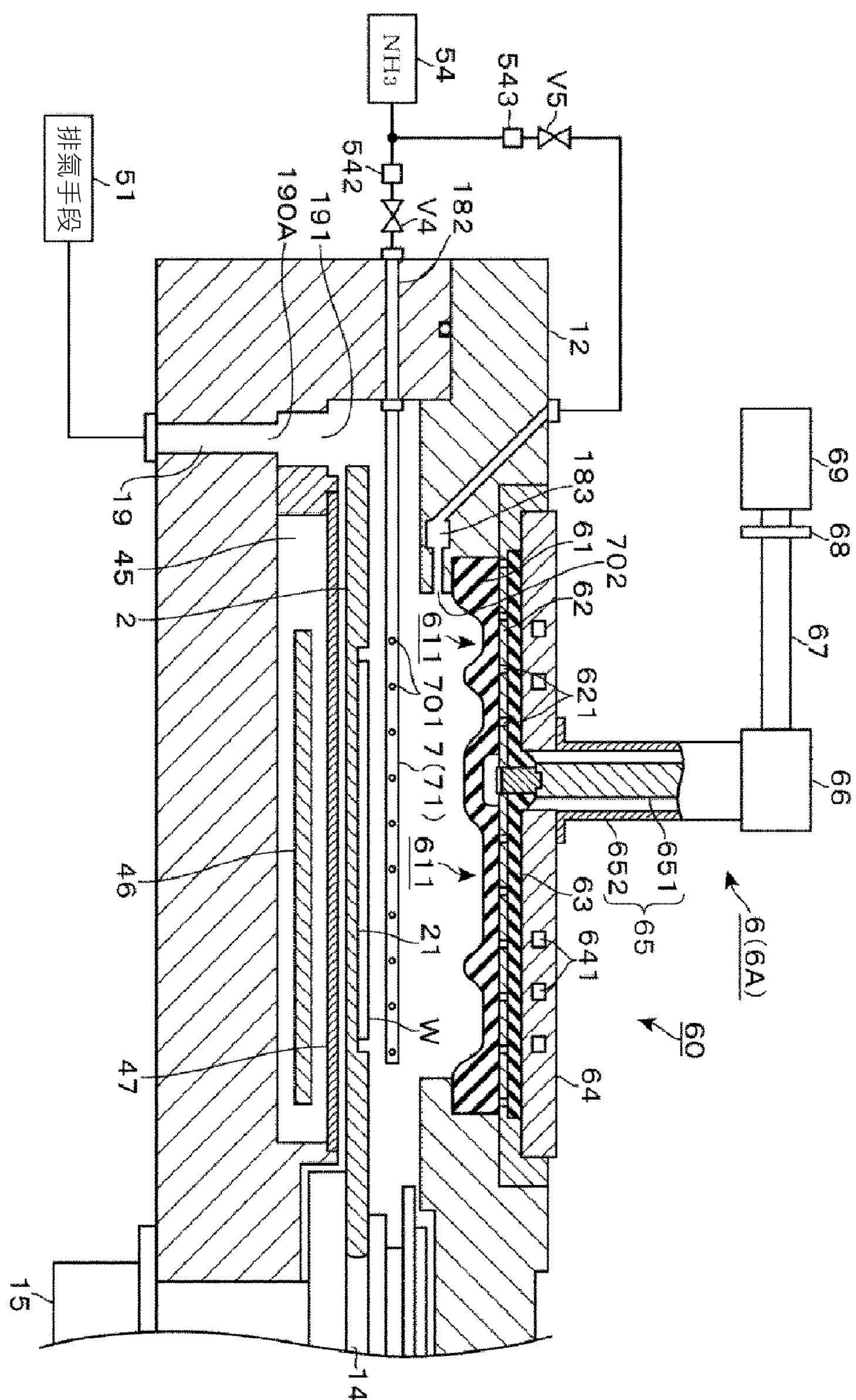


圖 5



9

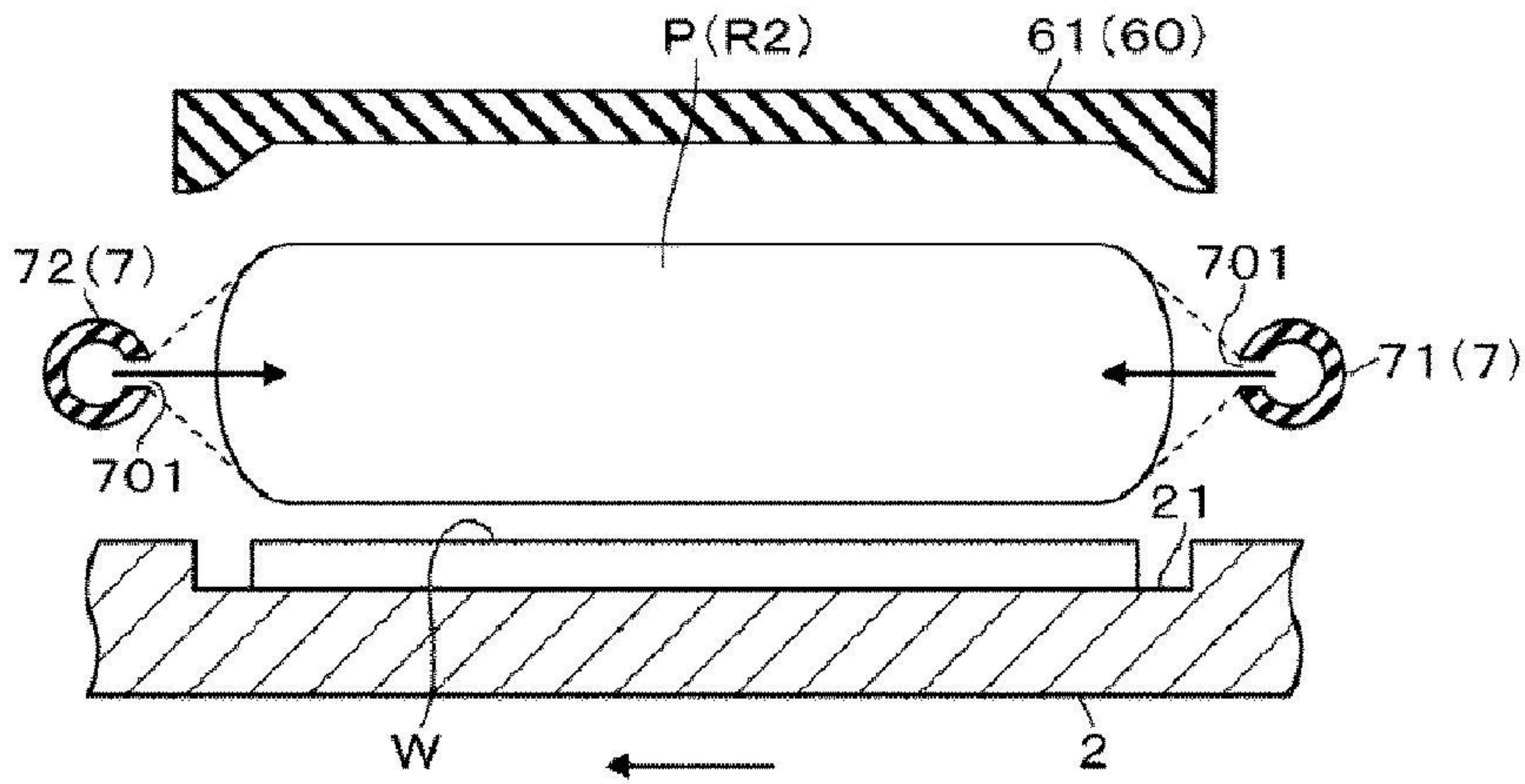


圖 7

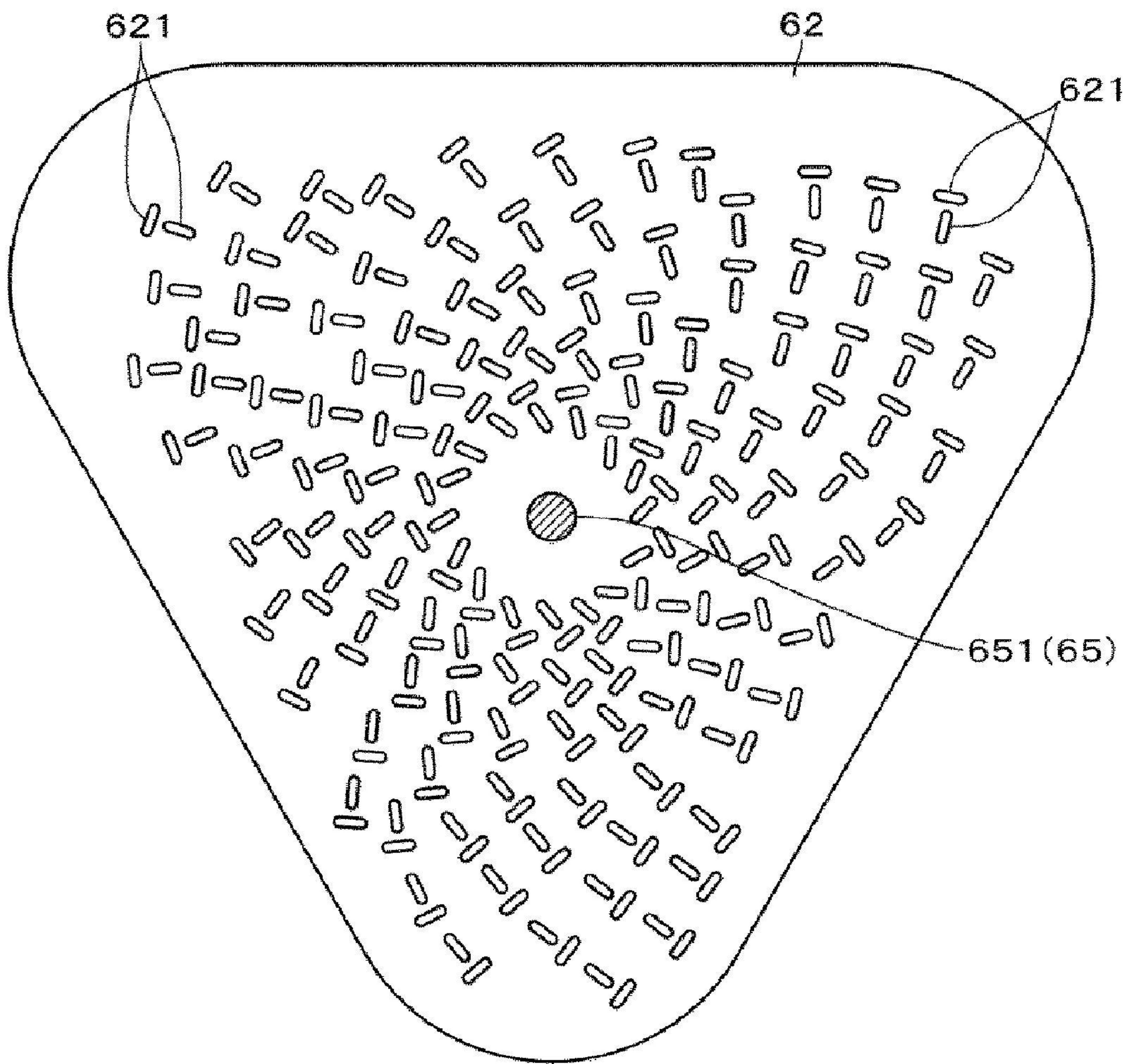


圖 8

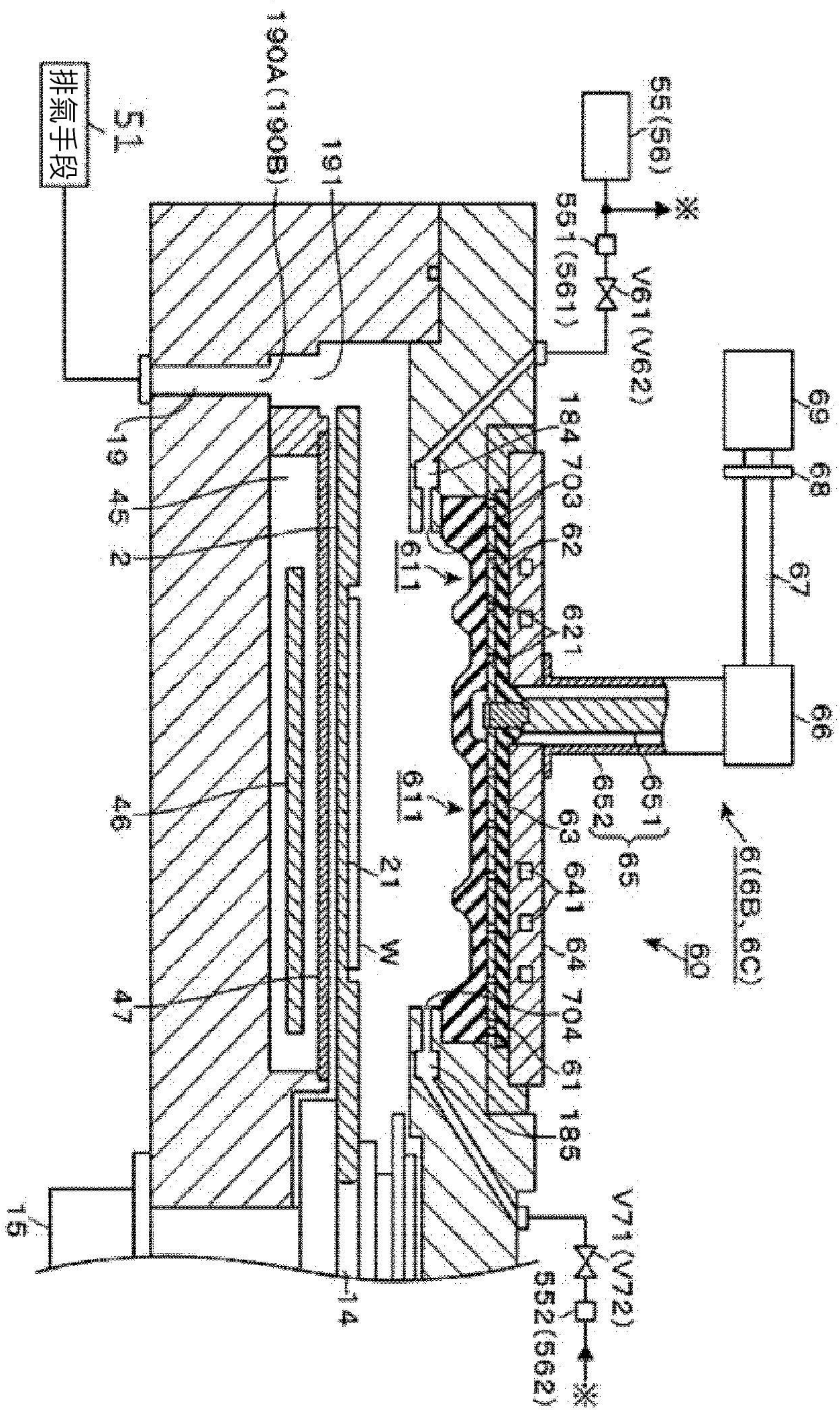


圖 9

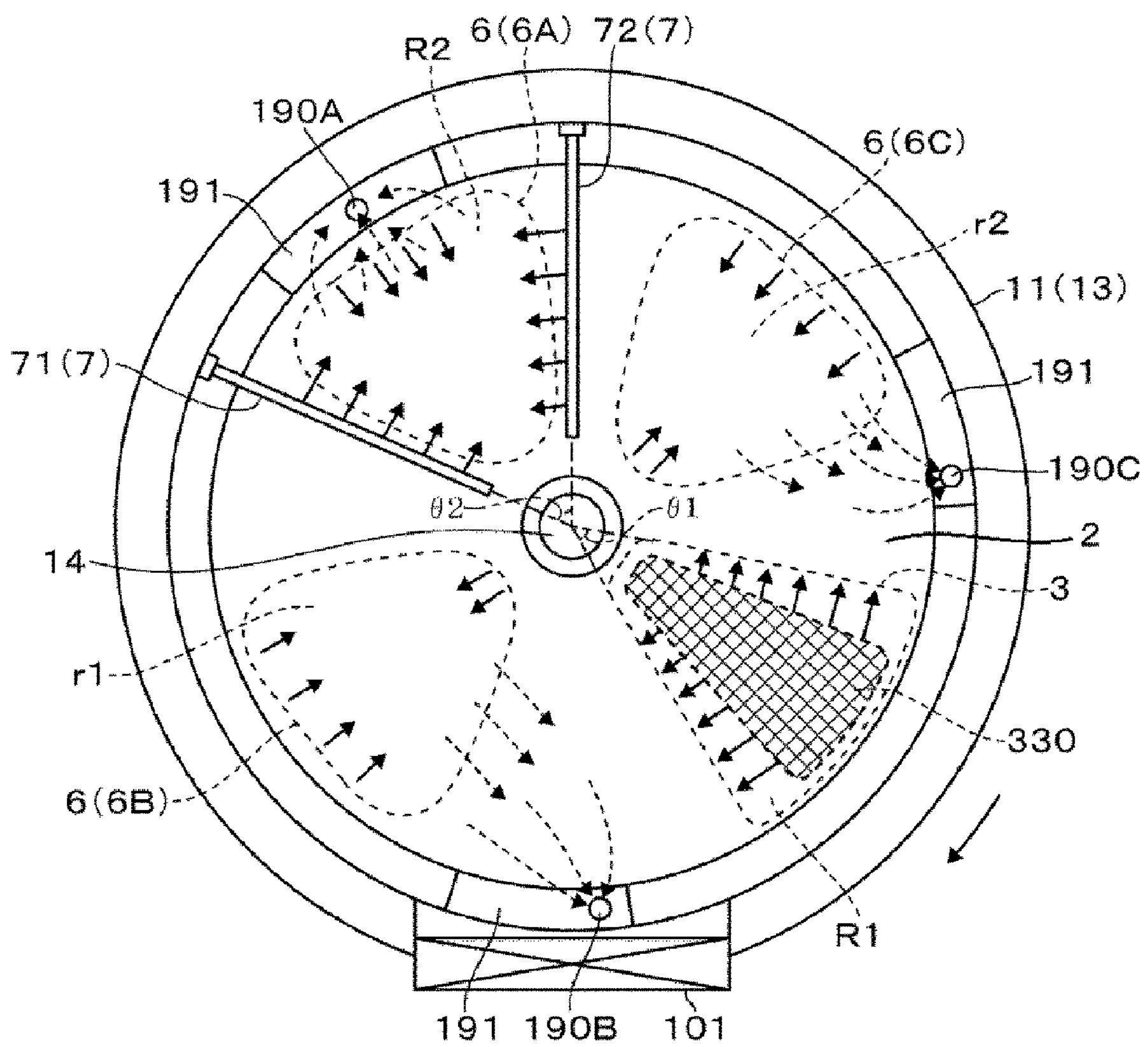


圖 10

<實施例>

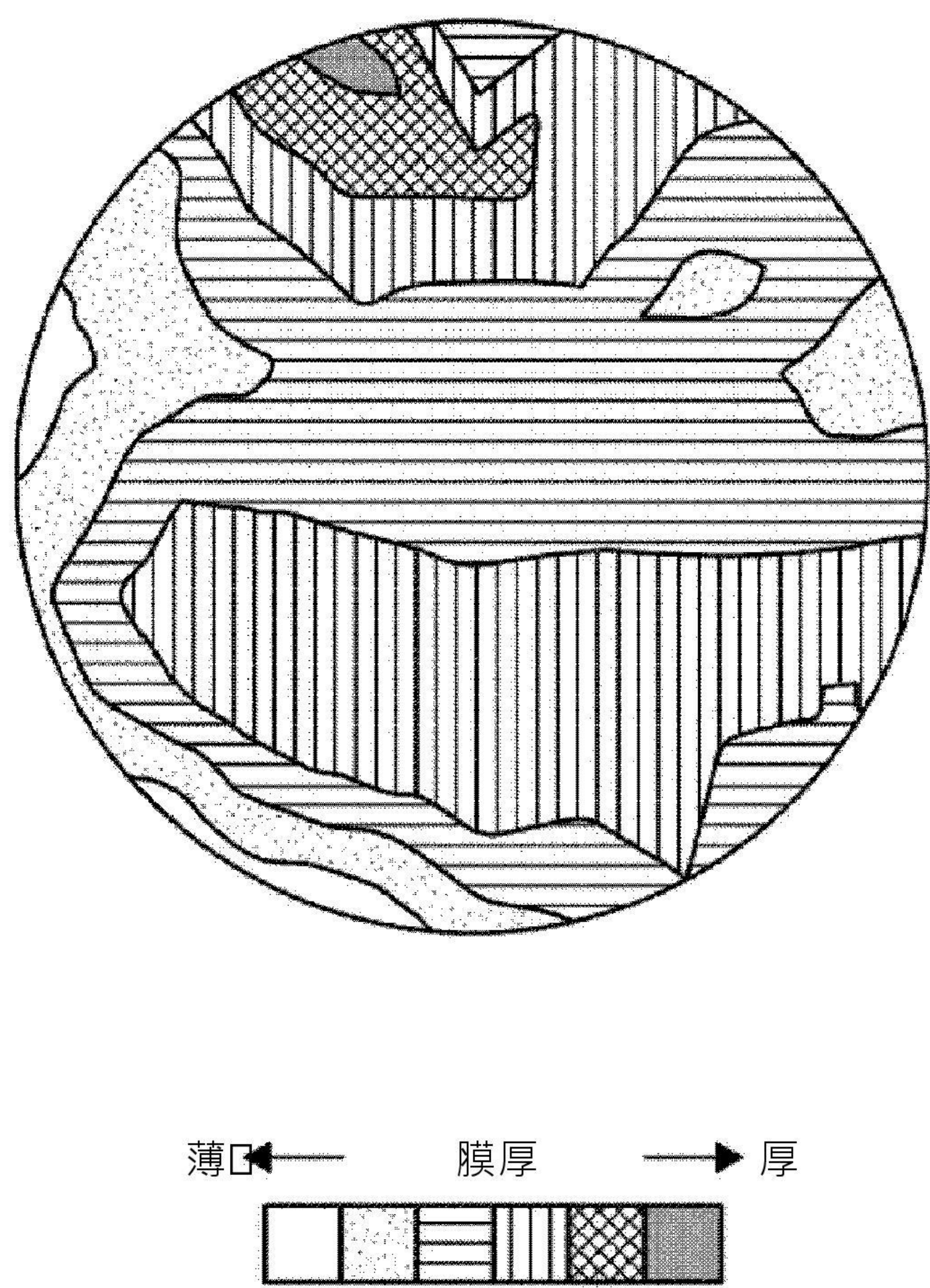


圖 11

<比較例1>

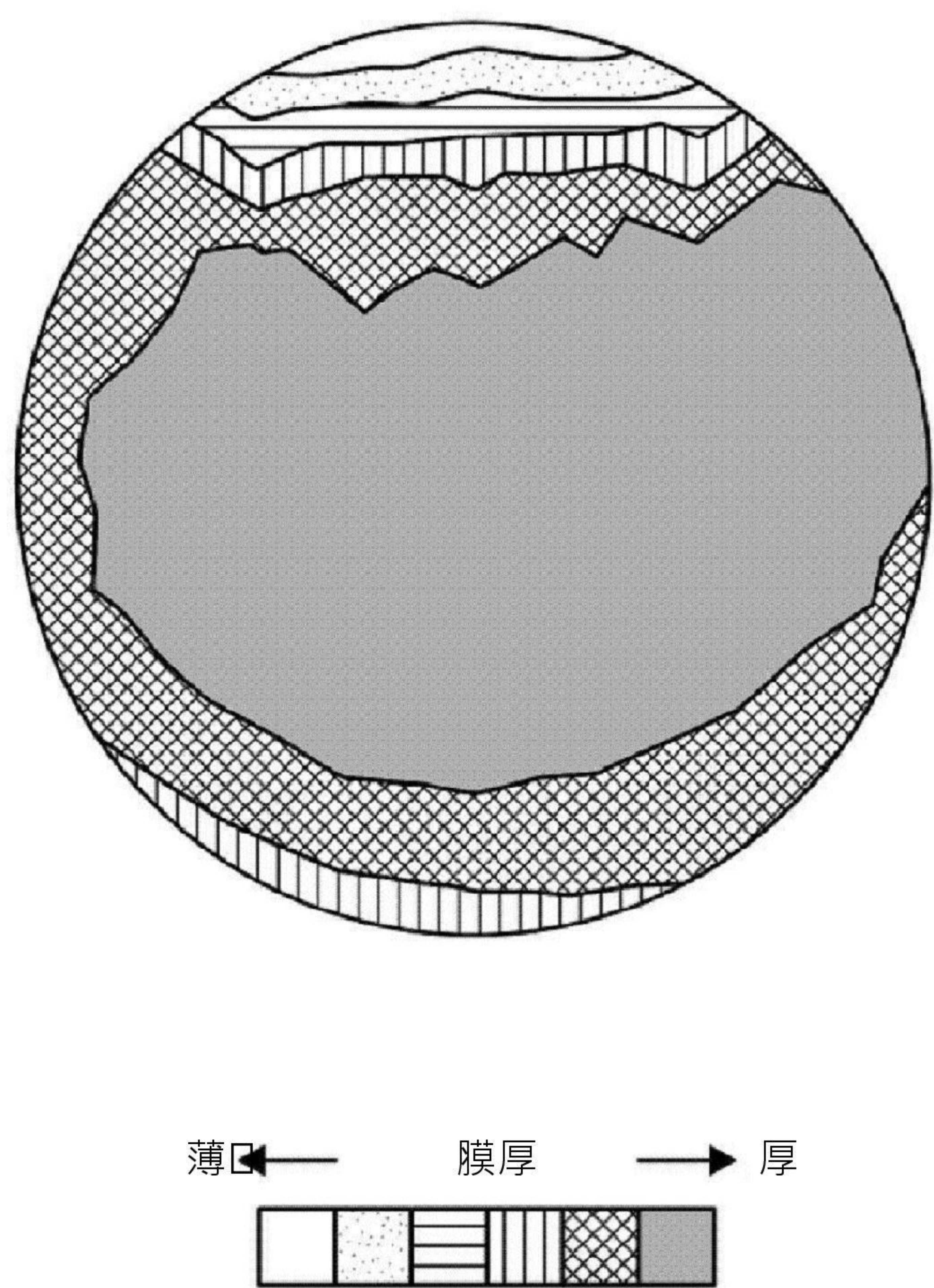


圖 12

<比較例2>

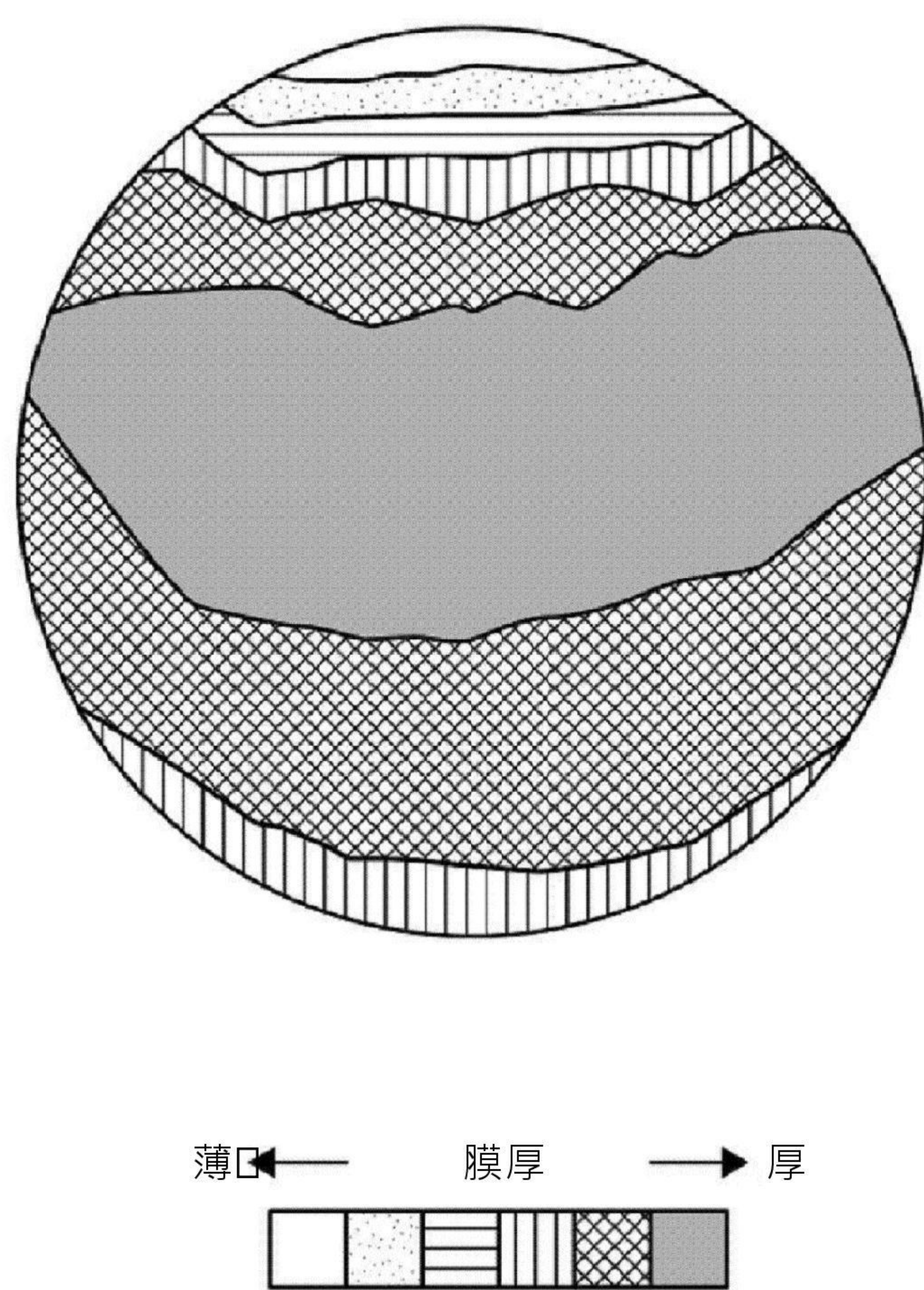


圖 13