



(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 I482872 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：099145680

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 24 日

(51)Int. Cl. : C23C14/54 (2006.01)

C23C16/44 (2006.01)

C23C16/458 (2006.01)

H01L21/285 (2006.01)

(30)優先權：2009/12/25 日本

2009-296182

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

(72)發明人：大泉行雄 OHIZUMI, YUKIO (JP)；本間學 HONMA, MANABU (JP)

(74)代理人：林秋琴；何愛文

(56)參考文獻：

US 6121164

US 2001/0007244A1

審查人員：王啟林

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：17 共 60 頁

(54)名稱

成膜裝置及成膜方法

FILM DEPOSITION APPARATUS AND FILM DEPOSITION METHOD

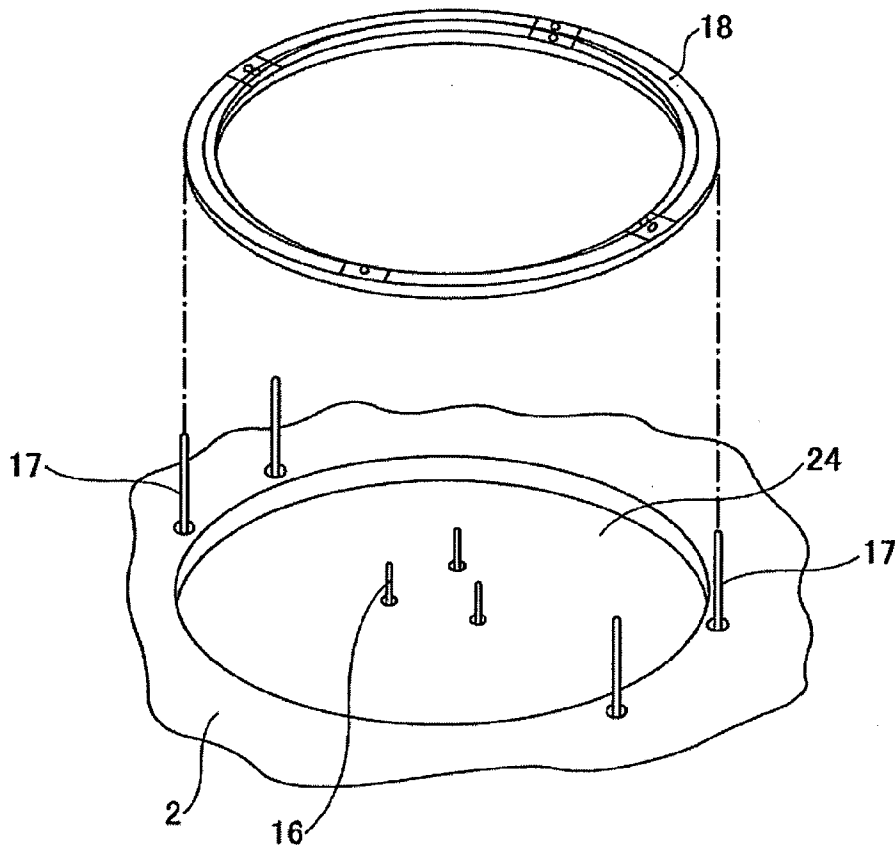
(57)摘要

本發明關於一種成膜裝置及成膜方法，係將於基板載置區域的周緣沿著基板的圓周方向而形成為環狀之環組件固定在貫穿旋轉台並可自由升降的升降銷。將基板搬送至凹部內後，下降升降銷來將環組件放置在與基板的表面周緣部相接之位置處或稍微上方的位置處，並在基板即將浮起時將其卡固來防止飛出。

A film deposition apparatus for depositing a film on a substrate by performing a cycle of alternately supplying at least two kinds of reaction gases that react with each other on the substrate to produce a layer of a reaction product in a vacuum chamber is disclosed. The film deposition apparatus includes a ring-shaped locking member that may be provided in or around a wafer receiving portion of a turntable in which the substrate is placed, in order to keep the substrate in the substrate receiving portion.

圖 8

- 2 . . . 旋轉台
- 16、17 . . . 升降銷
- 18 . . . 箱位環
- 24 . . . 凹部



公告本

100年6月3日 修正
補充

P1-42

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99145680

※申請日：99.12.24

※IPC 分類：(23C 14/54 (2006.01),

一、發明名稱：(中文/英文)

(23C 16/44 (2006.01),

成膜裝置及成膜方法

(23C 16/458 (2006.01),

H01L 21/285 (2006.01),

FILM DEPOSITION APPARATUS AND FILM DEPOSITION
METHOD

二、中文發明摘要：

本發明關於一種成膜裝置及成膜方法，係將於基板載置區域的周緣沿著基板的圓周方向而形成為環狀之環組件固定在貫穿旋轉台並可自由昇降的昇降銷。將基板搬送至凹部內後，下降昇降銷來將環組件放置在與基板的表面周緣部相接之位置處或稍微上方的位置處，並在基板即將浮起時將其卡固來防止飛出。

三、英文發明摘要：

A film deposition apparatus for depositing a film on a substrate by performing a cycle of alternately supplying at least two kinds of reaction gases that react with each other on the substrate to produce a layer of a reaction product in a vacuum chamber is disclosed. The film deposition apparatus includes a ring-shaped locking member that may be provided in or around a wafer receiving portion of a turntable in which

the substrate is placed, in order to keep the substrate in the substrate receiving portion.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 8。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2 旋轉台

16、17 升降銷

18 箝位環

24 凹部

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種成膜裝置，係將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至基板表面並執行多次該供應循環來層積多層反應生成物而形成薄膜。

【先前技術】

作為半導體製程之成膜方法，已知有一種於真空氣氛下使得第 1 反應氣體吸附於晶圓(半導體晶圓，以下稱為「晶圓」)等表面後，然後將供應氣體切換為第 2 反應氣體，藉由兩氣體的反應而形成 1 層或複數層之原子層或分子層，並執行多次該循環來層積該等層而於晶圓上形成薄膜之製程。該製程被稱作例如 ALD(Atomic Layer Deposition)或 MLD(Molecular Layer Deposition)等，能夠對應循環次數而高精密度地控制膜厚，同時膜質的面內均勻性亦良好，故為一種能有效地對應半導體元件的薄膜化之方法。

上述成膜方法的較佳範例舉例有使用在例如閘極氧化膜的高介電體膜之成膜。舉出一範例，在形成氧化矽膜(SiO_2 膜)時，可使用例如二(特丁胺基)矽烷(以下稱作「BTBAS」)氣體等來作為第 1 反應氣體(原料氣體)，可使用臭氧氣體等來作為第 2 反應氣體(氧化氣體)。

實施上述成膜方法的裝置係利用在真空容器的中央上方具有氣體簇射頭之枚葉式成膜裝置，而評估一種從晶圓的中央部上側供應反應氣體，而未反應的反應氣體及反應

副產物則從處理容器底部被排氣之方法。然而，上述枚葉式成膜方法由於以吹淨氣體來進行氣體的置換需花費較長時間，且循環次數亦可能高達例如例如 10~600 次，而有所謂處理時間過長的問題，因此期望有一種能以高產能來進行處理之裝置、方法。

ALD 成膜方法大致分為 2 種。

首先，第 1 種方法係針對利用一種於載置部載置有晶圓之裝置來進行 ALD 成膜的情況來加以說明，其中該載置部係被固定在可被抽真空的反應室內。

(1) 首先，將晶圓搬入反應室並載置於載置部。此時，可於載置部載置有一片晶圓(枚葉式)，或載置有複數片晶圓(批次式)。

(2) 將晶圓載置於反應室內的載置部後，使反應室真空排氣。一邊進行真空排氣一邊調整成膜條件。具體來說，係將例如載置部的溫度(晶圓的溫度)設定為 ALD 成膜所需的溫度，而將反應室內的壓力等設定為 ALD 反應所需的壓力。

(3) 調整成膜條件，並以特定時間導入反應氣體 A。

(4) 停止導入反應氣體 A 後，將反應氣體 A 從反應室排出。此係為了抑制接下來供應的反應氣體 B 與反應室內殘留的反應氣體 A 於反應室內相互混合而發生反應。

(5) 以特定時間導入反應氣體 B。

(6) 與(4)同樣地停止反應氣體 B，並將反應氣體 B 從反應室排出。此亦係為了抑制接下來供應的反應氣體 B 與

反應室內殘留的反應氣體 A 於反應室內相互混合而發生反應。

(7) 重複上述步驟(3)~(6)來進行 ALD 成膜。

(8) 當沉積在晶圓上的薄膜達到特定膜厚後，停止所有的反應氣體並使反應室回到常壓後，將晶圓取出。

第 1 種方法的優點為由於係在分別導入反應氣體 A、B 前將反應室排氣，因此即使供應接下來的反應氣體，反應氣體 A 與反應氣體 B 仍不會混合而可進行 ALD 沉積。但另一方面，缺點舉例有由於係重複進行供應反應氣體 A、停止反應氣體 A、排出反應氣體 A 及供應反應氣體 B 之步驟，詳細而言，必須要有真空抽氣的步驟來使反應氣體 A 與 B 不會相互混合，因此成膜時間會變長。又，在長時間的成膜處理期間，由於反應氣體的氣體供應系統配管及氣體排氣系統配管所設置之閥門或流量控制器等控制機器類會進行相當多次開啟/關閉，因此該等控制機器類便必須定期維修。若此定期維修頻繁地進行，則裝置稼動率便會降低，而阻礙到生產性。

作為改善這些因反應氣體的置換步驟而導致成膜時間變長，或裝置之控制機器的定期維修增加等之方法，有一種利用旋轉式晶座之複數片處理機構。

針對第 2 種方法加以說明。

第 2 種方法係使用旋轉式小批次 ALD 裝置。此 ALD 裝置係具備有可將內部維持在真空之反應室與可旋轉地設置於反應室內之旋轉台，因此可依被處理晶圓的尺寸與旋

轉台直徑，來有效率地將最大容許片數的晶圓載置於旋轉台。第 2 種方法的步驟如下。

- (1) 將複數片晶圓載置於反應室內的旋轉台；
- (2) 載置複數片晶圓後，將反應室排氣並設定為特定的腔室壓力，開始旋轉旋轉台，當旋轉台上的晶圓溫度達到特定溫度後，進行以下的步驟(3)；
- (3) 為了分離複數反應區域，而在反應區域之間供應特定流量的分離氣體；
- (4) 將特定反應氣體以特定流量供應至晶圓表面後，晶圓表面便會交互地曝露在分別的反應氣體中而進行 ALD 成膜；
- (5) 獲得特定膜厚後，便停止所有的反應氣體，停止旋轉旋轉台，使反應室回到常壓，將晶圓取出。

第 2 種方法的優點舉例有可配合旋轉台的旋轉速度來控制所沉積之薄膜的膜厚。藉此便可依反應氣體的種類而以高速旋轉(120~500rpm)來進行 ALD 成膜，從而提高成膜速度與提高生產性。

又，由於係同時進行反應氣體 A、反應氣體 B 的供給與排氣，因此相較於第 1 種方法，反應氣體供應系統道及排氣系統道上設置的閥門或流量控制器等控制機器類的開啟/關閉次數便會減少，且定期保養與定期維修的期間延長，從而可提高生產性，而獲得經濟效果。

第 2 種方法必須於一個反應室空間同時具有分別供應複數種反應氣體之區域與將反應氣體排除之區域。為了消

除反應室內的反應氣體相互混合，便容易想到以分隔壁來設置獨立的反應區域(分隔室)。例如會想到於真空容器內製作區劃壁來設置反應區域。但為了減少反應區域間的反應氣體流通，考慮到使區劃壁與旋轉台儘可能地接近或完全分離時，便會變成放棄連續旋轉，而在各反應區域的區劃壁與旋轉台的晶圓載置部利用 O-Ring 等來防止氣體洩漏，並使各反應區域逐步移動的情況。

然而，上述方式會無法進行晶圓的連續旋轉動作。因此，便必須要有一種即便是高速地旋轉旋轉台仍不會使複數種反應氣體在處理室內混合而能夠交互地曝露在晶圓表面之反應氣體分離機構。

專利文獻 1 中揭示一種於分離氣體的噴出口與反應氣體的供應區域之間設置有朝上之排氣口，來將反應氣體從該排氣口連同分離氣體一起排出之方法。

專利文獻 2 中揭示一種旋轉晶圓支撐組件，而以來自分離氣體噴嘴的氣幕作用來分離反應氣體之方法。

專利文獻 3 中揭示一種將晶圓載置於為了對應於分隔壁與離心力而具有傾斜的載置部，並旋轉處理室與排氣室之成膜方法。

專利文獻 4 中揭示一種從噴嘴交互地噴出 2 種反應氣體之成膜方法。

專利文獻 5 中揭示一種於反應區域具有真空排氣口之處理區域，而在利用旋轉式噴嘴供應來源氣體或反應氣體後，利用同樣的旋轉式噴嘴以吹淨氣體來置換之方法。

利用專利文獻 6(專利文獻 7、8)所揭示之成膜裝置及成膜方法時，係於將來源氣體或反應氣體供應至各載置區域後，藉由分離氣體噴嘴而以吹淨氣體來將該載置區域的氛圍置換。

再者，專利文獻 9 中揭示了表面配置有複數片晶圓之旋轉台一事，與於處理室上部的內面，朝旋轉台的徑向延伸而分別供應相異反應氣體之複數吸氣區域(供應口)係間隔地設置於圓周方向，而於圓周方向鄰接之各供應口間，朝徑向延伸之 2 個排氣區域(排氣口)則相互設置於圓周方向一事。

專利文獻 10 所記載之發明中，晶圓載置區域在旋轉晶座(平台；platen)時，晶圓會因離心力而在晶圓載置區域內移動，因而有與晶圓載置區域的壁面相接觸而造成晶圓等破損的情況。為了防止破損，便以箝位環(clamp ring)來將晶圓固定。

專利文獻 1：美國專利公報 7,153,542 號(圖 6(a)、圖 6(b))

專利文獻 2：日本特開 2001-254181 號公報(圖 1 及圖 2)

專利文獻 3：日本專利第 3144664 號公報(圖 1、圖 2，申請專利範圍 1)

專利文獻 4：日本特開平 4-287912 號公報

專利文獻 5：美國專利公報 6,634,314 號

專利文獻 6：日本特開 2007-247066 號公報(段落 0023~0025、0058，圖 12 及圖 18)

專利文獻 7：美國專利公開公報 2007-218701 號

專利文獻 8：美國專利公開公報 2007-218702 號

專利文獻 9：日本特表 2008-516428 號公報

(US2006/0073276)(段落 0035，圖 1~4)

專利文獻 10：日本特開平 9-115994 號(圖 4、圖 6、圖 7)

【發明內容】

本發明者評估了一種圖 1 及圖 2 所示之結構，其係如上所述般將複數片晶圓配置於真空容器內之旋轉台的旋轉方向來進行成膜處理之裝置。參照圖 1 及圖 2 來具體說明成膜裝置的結構。圖 2 係於旋轉台 2 的旋轉方向將裝置縱剖展開之展開圖。圖中的元件符號 31 為 BTBAS 氣體供應機構(第 1 反應氣體噴嘴)，該反應氣體噴嘴 31 下方的區域為第 1 處理區域 P1。又，元件符號 32 為第 2 反應氣體(例如臭氧氣體)供應機構(第 2 反應氣體噴嘴)，該反應氣體噴嘴 32 的下方區域為第 2 處理區域 P2。元件符號 41、42 為分離氣體供應機構(分離氣體噴嘴)。該等反應氣體噴嘴及分離氣體噴嘴係如同朝旋轉台 2 的徑向延伸般地形成於該旋轉台 2 上方。該等氣體噴嘴係形成有沿長度方向配置之複數噴出孔，以將成膜氣體(BTBAS 氣體)及分離氣體(氮氣)從相對應之氣體噴嘴朝下方噴出。分離氣體噴嘴 41、42 兩側設置有從頂部向下方突出之扇狀凸狀部 4，該凸狀部 4 與旋轉台 2 之間的狹窄空間則成為分離區域 D。

為了防止分離區域 D 的壓力降低，分離氣體噴嘴 41、42 所噴出之氮氣不會從分離區域 D 直接被排出，而是朝向處理區域後再被排出。以下具體說明，如圖 17 之實線箭頭所示，從分離區域 D 朝旋轉台 2 的旋轉方向下游側流動而朝向處理區域 P1 之氮氣，會越過反應氣體噴嘴 31 上方並通過反應氣體噴嘴 31 與其上方之頂面 45 之間所設置的間隙，再從反應氣體噴嘴 31 更進一步地連同反應氣體噴嘴 31 所噴出之 BTBAS 氣體一起流入至該旋轉方向下游側處之該旋轉台 2 外側位置所設置的排氣口而被排出。圖 1 之元件符號 C 為中心區域，於該中心區域 C，為了分離處理區域 P1 與處理區域 P2 的氛圍，便於旋轉台 2 的基板載置側設置有用以噴出分離氣體之噴出孔。分離氣體係使用例如氮氣等非活性氣體。

然而，本發明者評估此裝置的結果後發現以下問題。當旋轉台 2 的轉速很低時，BTBAS 氣體的分子會在反應氣體噴嘴 31 下方的處理區域 P1 中飽和，因此便認為相對於晶圓 W 亦為吸附飽和。然而，為了獲得高產能而使旋轉台 2 高速旋轉(例如 120rpm 以上)時，如圖 17 中以實線箭頭來顯示其流動之氮氣的流速會變高，而潛入至反應氣體噴嘴 31 下方的處理區域 P1，由於處理區域 P1 中的 BTBAS 氣體濃度會降低，因此便認為 BTBAS 氣體的飽和吸附未被進行。BTBAS 分子吸附在晶圓 W 的量會與該處理區域 P1 處的氣體濃度與接觸時間成比例。然後此時，由於氣體濃度會如上述般地降低，因此 BTBAS 氣體分子的吸附量便會降

低。

又，朝向某物體流動之氣體流在流體力學上，相較於氣體正向流動的正面側，反而會更容易繞進壓力較低的背面側。亦即，朝向反應氣體噴嘴 31 流動並潛入至該反應氣體噴嘴 31 下方的處理區域 P1 之氮氣會從旋轉台 2 向上方揚起，而繞進反應氣體噴嘴 31 的該旋轉方向的下游側。此時，由於從反應氣體噴嘴 31 向處理區域 P1 噴出之 BTBAS 氣體亦會隨著該氮氣的流動，而從旋轉台 2 向上方揚起，因此處理區域 P1 處之 BTBAS 氣體濃度便會變得更低，且 BTBAS 氣體與晶圓 W 的接觸時間會變短，結果 BTBAS 氣體分子的吸附量便會更加降低。

由上述等理由，由於為了使反應氣體接觸晶圓 W 的時間增長來防止反應氣體的濃度降低以使反應氣體分子充分地吸附在晶圓 W，便必須限制旋轉台 2 的轉速，因而會有無法充分地提高產能之虞。

於是，本發明者們利用一種於真空容器內將會相互反應之複數種反應氣體依序供應至晶圓表面，來層積多層反應生成物而形成薄膜，且為了分離沿著載置有晶圓之旋轉台的圓周方向所設置之供應有第 1 反應氣體之處理區域與供應有第 2 反應氣體之處理區域的氛圍，而具備有分離區域之成膜裝置來謀求產能的提昇。

然而，發明者們發現在此成膜裝置中，於該反應室內使旋轉台高速旋轉時，晶圓會從晶圓載置部(凹部)浮起，而有從旋轉台飛出之虞。

該成膜裝置中之製程參數的一例為進行 ALD 處理時的處理室內壓力為例如 1067Pa(8Torr)，供應至處理區域 P1 之 BTBAS 氣體流量為 100sccm，供應至處理區域 P2 之臭氧氣體流量為 10slm，分別供應至分離空間 D 之氮氣流量為 20slm。此時，會在處理室內產生 100 倍以上的流量差，因而便會在處理室內的空間產生 100 倍以上的壓力差。旋轉台上所載置之晶圓在具有上述壓力差的空間一邊高速旋轉(240rpm)一邊依序通過處理區域 P1、分離區域 D、處理區域 P2 及分離區域 D 時，晶圓便會有浮起之虞。

又，將晶圓載置於旋轉台的晶圓載置部(凹部)時，在晶圓外周與載置部的凹部內周，會為了移載晶圓而在機械性精確度範圍下存在有間隙。將反應氣體或分離空間所使用之分離氣體以 10slm 的流量噴入該間隙時，便會連同上述的壓力差而使得晶圓浮起的機率增加。

本發明者為了防止晶圓的浮起現象，而考慮了晶圓卡固機構，該卡固機構為了抑制晶圓浮起，便必須在晶圓周圍具有爪狀構造物。然而，由於 ALD 成膜的真空條件為 1067Pa(8torr)與黏性流區域，因此用以卡固晶圓之爪狀構造物會使得反應氣體或從分離空間 D 之間所噴出之分離氣體的流動紊亂，而在晶圓表面形成細紋。

又，此時旋轉台上所載置之晶圓亦眾所皆知的會有離心力的作用。本發明提供一種成膜裝置，其能夠防止因上述壓力差、氣體噴出、離心力作用而造成的飄浮，並消除該飄浮防止機構所導致 ALD 成膜的不均勻性。

本發明第 1 樣態提供一種成膜裝置，係於真空容器內將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面並執行該供應循環來層積多層反應生成物而形成薄膜，其具備有：旋轉台，係設置於該真空容器內；晶圓載置區域，係設置於該旋轉台而用以載置晶圓；第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，係相互分離地設置於該旋轉台的旋轉方向，而分別將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至該旋轉台中之該晶圓載置區域側的面；分離區域，係為了分離供應有該第 1 反應氣體之第 1 處理區域與供應有第 2 反應氣體之第 2 處理區域的氛圍，而位於該旋轉方向處之該等處理區域之間；中心區域，係為了分離該第 1 處理區域與該第 2 處理區域的氛圍而位於真空容器內的中心部，並形成有朝旋轉台的晶圓載置面側噴出分離氣體之噴出孔；排氣口，係將擴散至該分離區域兩側之分離氣體及該中心區域所噴出之分離氣體連同該反應氣體一起排氣；分離氣體供應機構，係用以對該分離區域供應分離氣體；頂面，係位於該分離氣體供應機構的該旋轉方向兩側，而與旋轉台之間形成有供分離氣體從該分離區域流至處理區域側的狹窄空間；及昇降機構，係用以昇降該晶圓載置部所載置之該晶圓；其中該昇降機構可相對於該旋轉台朝上下方向移動，並可朝旋轉台的半徑方向移動。

又，本發明第 2 樣態提供一種成膜裝置，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其具備

有：旋轉台，係設置於真空容器內；複數個晶圓載置部，係設置於旋轉台而用以將該晶圓載置於該旋轉台的同一圓周上；第 1 反應氣體供應機構，係設置於該真空容器內之形成有該晶圓載置部的一側而用以供應第 1 反應氣體；第 2 反應氣體供應機構，係設置於該真空容器內之形成有該晶圓載置部的一側，且與該第 1 反應氣體供應機構相隔有距離之位置而用以供應第 2 反應氣體；第 1 分離氣體供應機構，係為了分離藉由該第 1 反應氣體供應機構而供應有第 1 反應氣體之第 1 處理區域與藉由該第 2 反應氣體供應機構而供應有第 2 反應氣體之第 2 處理區域，而設置於第 1 處理區域與第 2 處理區域之間來供應第 1 分離氣體；搬送口，係為了將該晶圓從該真空容器外部搬送至真空容器內部，而藉由該真空容器側壁所設置之閘閥加以開閉；及晶圓保持臂，係用以於該搬送口處搬送該晶圓。

又，本發明第 3 樣態提供一種成膜方法，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其包含有以下步驟：從真空容器外部經由搬送口來搬送該晶圓，於為了載置晶圓而於真空容器內部的旋轉台所設置之晶圓載置部中，將晶圓各自載置於距離旋轉台中心最遠的位置處之步驟；旋轉該旋轉台之步驟；及從相互分離地設置於該真空容器內之第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，來將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至旋轉台中之形成有晶圓載置部的面，並藉由第 1 反應氣體供應機

構與第 2 反應氣體供應機構之間所設置之分離氣體供應機構來供應分離氣體而進行成膜之步驟。

又，本發明第 4 樣態提供一種成膜方法，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其包含有以下步驟：將從真空容器外部經由搬送口所搬送之該晶圓放置在為了載置晶圓而於旋轉台形成為凹狀之晶圓載置部中所設置的昇降機構上之步驟；於該晶圓放置步驟結束後，下降該昇降機構來使晶圓移動至低於該旋轉台表面的位置處之第 1 下降移動步驟；於該第 1 下降移動步驟結束後，將該昇降機構移動至該旋轉台半徑方向的外側方向，來使該晶圓接觸或接近該晶圓載置部的壁面之水平移動步驟；於該水平移動步驟結束後，下降該昇降機構來將該晶圓載置於該晶圓載置部底部之第 2 下降移動步驟；於該第 2 下降移動步驟結束後，旋轉該旋轉台之步驟；及從相互分離地設置於該真空容器內之第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，來將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至旋轉台中之形成有晶圓載置部的面，並藉由第 1 反應氣體供應機構與第 2 反應氣體供應機構之間所設置之分離氣體供應機構來供應分離氣體而進行成膜之步驟。

又，本發明第 5 樣態提供一種成膜方法，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其中係將用以分離反應氣體或反應氣體之非活性氣體以大流量噴

射至晶圓載置部(凹部)與晶圓圓周之間的間隙，所噴射之氣體會繞進晶圓 W 內面而使得晶圓 W 浮起，而為了抑制上述噴出所造成的晶圓浮起，便於晶圓內面與凹部表面設置溝槽或凹凸，來將噴出的非活性氣體導向相反側來抑制晶圓浮起。

又，本發明第 6 樣態提供一種成膜方法，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其中所載置之晶圓在具有複數處理區域與複數分離區域之真空容器中，會於旋轉台所載置之晶圓在壓力各自相異的各區域旋轉時發生晶圓飄浮現象。為了抑制此現象，便在旋轉台設置凹部來作為晶圓載置部。其中具備有卡固機構，其係在將晶圓載置於載置部的同時，以箝位環來將晶圓圓周部卡固以抑制晶圓浮起。

又，本發明第 7 樣態提供一種成膜方法，係藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，此時，在以黏性流區域的真空度來進行成膜之 ALD 成膜中，由於係具備有上述卡固機構，且當造成反應氣體的流動障礙之構造物位在晶圓附近時，成膜的均勻性便會變差。於是，便使卡固機構的形狀為不會對反應氣體的流動造成亂流之形狀(例如為流線形)，並且卡固機構、旋轉台表面、晶圓表面的高度位置關係亦不會造成反應氣體紊亂。

又，本發明第 8 樣態提供一種成膜方法，係在從真空

容器外部經由搬送口來將晶圓搬送至真空容器後，藉由執行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至晶圓表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其包含有以下步驟：藉由晶圓保持臂來將晶圓搬送至為了載置晶圓而於旋轉台形成為凹狀的晶圓載置部正上方之晶圓導入步驟，其中該晶圓保持臂為一種具備有保持該晶圓用的 2 根棒狀保持部之晶圓保持臂，其中一保持部係於至少 1 個部位設置有晶圓保持用的晶圓保持部，而另一保持部則於至少 2 個部位設置有晶圓保持用的晶圓保持部；於該晶圓導入步驟結束後，下降該晶圓保持臂來使該晶圓移動至低於該旋轉台表面的位置處之第 1 下降移送步驟；於該第 1 下降移送步驟結束後，將該晶圓保持臂移動至該旋轉台半徑方向的旋轉台外側方向，來使該晶圓接觸或接近該晶圓載置部的壁面之水平移送步驟；於該水平移送步驟結束後，使該晶圓保持臂下降直到該晶圓接觸該晶圓載置部底部之第 2 下降移送步驟；於該第 2 下降移送步驟結束後，旋轉該旋轉台之步驟；及從相互分離地設置於該真空容器內之第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，來將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至旋轉台中之形成有晶圓載置部的面，並藉由第 1 反應氣體供應機構與第 2 反應氣體供應機構之間所設置之分離氣體供應機構來供應分離氣體而進行成膜之步驟。

根據本發明實施型態，便可在將彼此會互相反應的複數反應氣體依序供應至晶圓表面來層積反應生成物所構成

的層而形成薄膜時，防止高速旋轉中之旋轉台所載置的晶圓飛出，來防止所成膜之晶圓破裂或破損。藉此可防止不良品的發生且防止粒子等的發生，由於可在清潔的環境中進行成膜，因此便能夠盡量減少污染的混入，從而可進行未混入有不純物之高品質薄膜的成膜。

再者，根據其他發明便可防止晶圓在高速旋轉中的旋轉台所設置之晶圓載置用的凹部中移動或振動，來防止所成膜之晶圓破裂或破損。藉此可防止不良品的發生且防止粒子等的發生，由於可在清潔的環境中進行成膜，因此便能夠盡量減少污染的混入，從而可進行未混入有不純物之高品質薄膜的成膜。

【實施方式】

本發明實施型態之成膜裝置如圖 1 所示，係具有俯視形狀為接近圓形的扁平狀真空容器 1，以及設置於該真空容器 1 內並於該真空容器 1 的中心具有旋轉中心之旋轉台 2。真空容器 1 係頂板 11 可自容器本體 12 分離之結構。頂板 11 雖會因內部的減壓狀態並透過密封組件(例如 O 型環 13)而被壓抵至容器本體 12 側以維持氣密狀態，但將頂板 11 自容器本體 12 分離時則藉由驅動機構(圖中未顯示)來舉起至上方。

旋轉台 2 係以中心部固定於圓筒狀核心部 21，而該核心部 21 係固定於朝鉛直方向延伸之旋轉軸 22 上端。旋轉軸 22 係貫穿真空容器 1 的底面部 14，其下端係裝設於使該

旋轉軸 22 繞鉛直軸旋轉(本例中為順時針方向)之驅動部 23。旋轉軸 22 及驅動部 23 係收納於上面具有開口的筒狀殼體 20 內。殼體 20 係透過凸緣部 20a 而氣密地裝設於真空容器 1 的底面部 14 下面，藉以維持殼體 20 內部氣氛與外部氣氛的氣密狀態。

如圖 2 及圖 3 所示，旋轉台 2 表面係沿著旋轉方向(圓周方向)設置有用以載置複數片(例如 5 片)晶圓的圓形載置部(凹部 24)。此外圖 4 為了方便，僅在 1 個凹部 24 處描繪出晶圓 W。此處圖 4 係將旋轉台 2 沿著同心圓裁切並橫向展開的展開圖，而載置有晶圓之凹部 24 如圖 5 所示，其直徑係僅較晶圓 W 的直徑略大(例如大 4mm)，又，其深度係設定為與晶圓 W 厚度相同的大小。因此將晶圓 W 載置於凹部 24 時，晶圓 W 表面便會與旋轉台 2 表面(未載置有晶圓 W 的區域)為相同高度。由於當晶圓 W 表面與旋轉台 2 表面之間的高度差過大時，該段差部分會導致氣體的流動產生紊亂，因此使晶圓 W 表面與迴轉台 2 表面的高度一致，對統一膜厚的面內均勻性之觀點來看為有利的。所謂晶圓 W 表面與迴轉台 2 表面的高度相等係指高度相同或兩面的差在 5mm 以內，但宜配合加工精確度等而儘可能使兩面的高度差趨近於零。在凹部 24 的底部形成有供支撐晶圓 W 內面並用以升降該晶圓 W 之例如後述的 3 根升降銷 16(參照圖 6)貫穿之貫穿孔。

會因對凹部 24 圓周部與所載置之晶圓周緣部之間的間隙噴射多量的反應氣體或非活性氣體，而有晶圓被吹起之

虞。為了抑制上述狀況，可於凹部 24 表面(底面)如圖 7(a)、(b)所示般地具有放射狀的連通槽 24a，來使從旋轉台圓周部與晶圓周緣部被吹入之氣體迂迴通過放射狀的連通槽 24a 以抑制晶圓浮起。抑或，亦可取代連通槽 24a，而如圖 7(a)、(c)所示般地設置島部 24b，以於晶圓內面側確保氣體的通過空間。

此外，亦可取代於凹部 24 表面(底面)形成有連通槽 24a 或島部 24b，而如圖 7(b)及(c)所示般地將形成有連通槽 24a 或島部 24b 之可被載置於凹部 24 的板體(或台座；pedestal)24P 載置於凹部 24。

凹部 24 係用以定位晶圓 W 以使得晶圓 W 不會因迴轉台 2 迴轉所產生的離心力而飛出，其雖相當於本發明的晶圓載置部之部位，但晶圓載置部不限於凹部，而亦可為例如於旋轉台 2 表面引導晶圓周緣之引導組件。如圖 13 所示，旋轉台 2 係形成有對應於各凹部 24 而用以供晶圓升降用的升降銷 16 通過之貫穿孔 16a，與供箝位環升降用的升降銷 17 貫穿之貫穿孔 17a。貫穿孔 16a 係形成於例如凹部 24 底面的 3 個部位處，而貫穿孔 17a 則形成於凹部周圍的 4 個部位處。圖 8 係顯示凹部 24、其周圍部分、升降銷 16、17 及箝位環 18。箝位環 18 係沿凹部 24 圓周方向而形成為環狀，環狀的內徑係小於晶圓 W 外徑。又，箝位環 18 係藉由升降銷 17 而加以升降，當升降銷 17 下降時會被載置於凹部 24 內的晶圓 W 表面周緣部。亦即，箝位環 18 具有卡固部的功能，其能夠在旋轉台 2 旋轉時防止晶圓 W 飛

出。此外，箝位環 18 亦可為不與晶圓表面周緣部接觸而殘留有間隙之結構。

箝位環 18 雖亦可為圖 9(a)所示之構造，但較佳為如圖 9(b)所示般具有圓弧形剖面，以使在晶圓表面流動之反應氣體及分離氣體的氣流不會紊亂。圖 10 顯示了上述箝位環形狀的其他範例。圖 10(a)、(b)、(c)係顯示可配合依成膜而異之反應氣體種類，來選擇最佳形狀。

由於箝位環 18 係用以使晶圓 W 不會因旋轉台 2 旋轉伴隨的離心力與處理室內存在的壓力差所造成的晶圓 W 浮起而飛出，因此箝位環 18 的環狀內徑係大於晶圓 W 外徑(例如相對於直徑 300mm 的晶圓，其直徑為 300mm+1~5mm)，如圖 11(a)所示，箝位環 18 的構造可形成有從環本體向內側突出之複數爪部 25，而利用其爪部來卡固晶圓 W 的表面周緣部。或如圖 11(b)所示般，複數爪部 25 係配置於沿著以旋轉台 2 的旋轉中心為中心之圓(以箭頭所顯示之線)的圓周之位置處，藉以減少氣體氣流的紊亂對晶圓 W 造成的影響。此時，爪部 25 亦可沿著以旋轉台 2 的旋轉中心為中心之圓的圓周而呈彎曲狀。抑或如圖 11(c)所示般，箝位環 18 可具有凸緣部 26 來取代爪部 25，該凸緣部 26 係如同覆蓋晶圓的表面周緣部般，而從箝位環 18 本體向內側突出。此箝位環 18 對減少反應氣體繞進晶圓內面而於晶圓內面形成薄膜的一點來說為有利的。箝位環 18 的形狀可如上所述地配合反應氣體的種類來選擇最佳形狀。

接下來，參照圖 12(a)~(f)來針對用以將在旋轉台 2 的

表面上流動之反應氣體的氣流加以整流之構造加以說明。
 圖 12(a)~(c)係顯示旋轉台 2 表面與箝位環 18 上面構成了相同的面之範例。如圖 12(a)所示，箝位環 18 具有凸緣部 26，該凸緣部 26 下面係與晶圓 W 的表面外周部相接觸。如圖 12(b)所示，箝位環 18 具有爪部 25 或凸緣部 26，但爪部 25 或凸緣部 26 下面未與晶圓 W 表面接觸。如圖 12(c)所示，箝位環 18 具有爪部 25 或凸緣部 26，爪部 25 或凸緣部 26 下面係愈接近晶圓 W 外緣則愈低般地傾斜，而與晶圓 W 表面為線接觸。

圖 12(d)~(f)係顯示旋轉台 2 與晶圓表面為相同高度，但箝位環 18 上面要更高於旋轉台 2 與晶圓表面。如圖 12(d)所示，箝位環 18 具有凸緣部 26，凸緣部 26 下面係與晶圓 W 的表面外周部相接觸。如圖 12(e)所示，箝位環 18 具有爪部 25 或凸緣部 26，但爪部 25 或凸緣部 26 下面未與晶圓 W 表面接觸。如圖 12(f)所示，箝位環 18 具有爪部 25 或凸緣部 26，爪部 25 或凸緣部 26 下面係愈接近晶圓 W 外緣則愈低般地傾斜，而與晶圓 W 表面為線接觸。

再者，如圖 2、圖 3 及圖 5 所示，真空容器 1 的側壁係形成有用以在外部之外部的搬送臂 10 與旋轉台 2 之間進行晶圓 W 的傳遞之搬送口 15，該搬送口 15 係藉由閘閥(圖中未顯示)而加以開閉。又，由於旋轉台 2 中的晶圓載置部(載置部的凹部 24)係在面臨該搬送口 15 的位置處來與搬送臂 10 之間進行晶圓 W 的傳遞，因此在旋轉台 2 之晶圓載置部的下側對應於該傳遞位置之部位處便設置有驅動部 19(參

照圖 13)，該驅動部 19 可使貫穿載置部的凹部 24 而用以將晶圓 W 從內面頂升之傳遞用昇降銷 16 上下移動。

又，針對限制晶圓浮起之箝位環 18，在旋轉台 2 的載置部下側對應於該傳遞位置之部位處，如圖 13 所示般地亦設置有貫穿凹部周邊部而用以將箝位環 18 從內面頂升之傳遞用昇降銷 17。昇降銷 16 與昇降銷 17 的長度彼此相異，而驅動部 19 會使昇降銷 16、17 兩者昇降。

接下來針對上述實施型態的作用(或成膜方法)來加以說明。首先，打開閘閥(未圖示)並從外部利用搬送臂 10 經由搬送口 15 來將晶圓 W 傳遞至旋轉台 2 之晶圓載置部(載置部的凹部 24 內)。該傳遞係當載置部的凹部 24 停止在面臨搬送口 15 的位置時，如圖 6 所示，藉由經由載置部之凹部 24 底部的貫穿孔而從真空容器底部側昇降晶圓昇降銷 16 與箝位環昇降銷 17 所進行。

本實施型態所使用之晶圓 W 的直徑為 300mm，凹部 24 的直徑為 304mm。因此，凹部 24 便會較晶圓 W 要大 4mm。以下針對為了抑制晶圓因離心力而在凹部 24 內移動，便將晶圓 W 偏心地載置在凹部 24 內之方法加以敘述。將晶圓 W 載置於晶圓昇降銷 16 上之前，利用圖 14 所示之包含有例如 CCD 照相機 104 之位置測量部來測量凹部的圓周位置，並將圓周部位位置資訊傳送至圖 3 所示之控制部 100。接收上述資訊之控制部 100 會將凹部圓周位置測量資訊暫時保存在保存區。以所保存之凹部圓周位置測量資訊為基礎，來計算能夠將晶圓 W 載置於凹部 24 內且最大限

度地偏移至旋轉台 2 外緣側之搬送臂 10 的所需移動距離。此外，CCD 照相機 104 為固定狀態，在 CCD 照相機 104 之各畫素上的 XY 座標中掌握了凹部 24 的中心位置，控制部會由該中心位置與從 CCD 照相機 104 的攝影結果所獲得之晶圓 W 的中心位置，來控制搬送臂 10，以將晶圓放置在凹部內的特定位置(晶圓中心相對於凹部中心而移動至旋轉台之旋轉所伴隨離心力的作用方向之位置處)。該特定位置係被預先記憶在控制部的記憶體內，其係晶圓會碰到凹部側壁或極為接近之位置。

如圖 13 所示，本實施型態中，旋轉台 2 的凹部 24 係設置有用以使晶圓 W 傳遞用的昇降銷 16 朝上下方向及半徑方向移動之驅動部 19。該驅動部 19 的動作會根據來自圖 3 所示之控制部 100 的控制訊號而受到控制。具體來說係可使 3 根昇降銷 16 昇降。又，亦可使 3 根昇降銷 16 同時朝半徑方向移動。此時，搬送臂 10 係使得晶圓 W 中心與凹部 24 中心對齊來將晶圓保持在凹部 24 上方，而在將晶圓 W 傳遞至昇降銷 16 後，藉由使昇降銷 16 朝半徑方向移動特定距離，便可使晶圓 W 位在凹部 24 的外周側。此外，可僅有昇降銷 16 朝上下方向及半徑方向移動，抑或昇降銷 16 及昇降銷移動部(參照圖 13 的元件符號 17b)一體地朝上下方向及半徑方向移動。

接下來，參照圖 15 來針對本實施型態之晶圓 W 的傳遞步驟順序加以說明。

如圖 15A(a)所示，在開始進行移載前，旋轉台 2 係利

用預先設置的位置測量機構來使旋轉台 2 所開設的貫穿孔位在可供晶圓用昇降銷 16、箝位環用昇降銷 17 通過之位置處。將搬送臂 10 所載置之 1 片晶圓 W 從晶圓箱(圖中未顯示)取出。

如圖 15A(b)所示，藉由驅動部 19 來使昇降銷 17 上升並進入至凹部 24 底部所設置之貫穿孔 17a，而如圖 15A(c)所示般地將箝位環 18 頂升。此時，亦藉由驅動部 19 來使晶圓用昇降銷 16 上升，而如圖 15A(d)所示般地穿過貫穿孔 16a。接下來，如圖 15A(e)所示，搬送臂 10 會進入至箝位環 18 與晶圓用昇降銷 16 前端之間而將晶圓 W 保持在此位置處。此時的晶圓 W 會在凹部 24 上方因搬送臂 10 移動了位置測量部所算出之移動距離，因此晶圓 W 便會向凹部 24 偏心並被保持在載置位置處。之後，藉由驅動部 19 來使昇降銷 16 更加上升，而如圖 15A(f)般地從搬送臂 10 將晶圓 W 頂升。

如圖 15B(g)及(h)所示，當搬送臂 10 從箝位環 18 下方位置退出後，便開始下降箝位環 18 用的昇降銷 17 與晶圓 W 用的昇降銷 16。藉此，如圖 15B(i)所示，晶圓 W 便會被載置於凹部 24，而如圖 15B(j)所示，箝位環 18 便會被載置於旋轉台 2 上。藉以將晶圓 W 的表面外緣部卡固。如圖 15B(k)所示，當箝位環 18 用的昇降銷 17 更加下降而自貫穿孔 17a 脫出後，旋轉台 2 便可旋轉。

由於晶圓 W 係在旋轉台 2 半徑方向的外圍方向中接觸或接近旋轉台 2 的凹部 24 的內壁面，因此即使旋轉台 2 高

速旋轉，仍不會有晶圓 W 因離心力而強烈碰撞到旋轉台 2 之載置部的凹部 24 壁面的情況發生，因此發生晶圓 W 破裂或產生損傷的可能性極低。因此，便可防止因晶圓 W 與旋轉台 2 之載置部的凹部 24 壁面接觸而導致粒子產生，從而便可防止因上述狀況所導致之裝置內的環境污染或不純物混入所成膜之膜中。

又，本實施型態之成膜裝置係設置有用以進行裝置整體動作的控制之電腦構成的控制部 100，該控制部 100 之記憶體內收納有用以使裝置運轉之程式。該程式係由為了執行後述裝置動作之步驟群所組成，而從硬碟、光碟、磁光碟、記憶卡、軟碟等記憶媒體被安裝在控制部 100 內。

將利用上述成膜裝置之基板處理裝置顯示於圖 16。圖 16 中，元件符號 101 係收納例如 25 片晶圓而稱為晶圓匣盒的密閉型搬送容器、元件符號 102 係設置有搬送臂 103 之大氣搬送室、元件符號 114、105 係可將氣氛在大氣氣氛與真空氣氛間切換之裝載室(預備真空室)、元件符號 106 係設置有 2 座搬送臂 107a、107b 之真空搬送室、元件符號 108、109 為本發明實施型態之成膜裝置。將搬送容器 101 從外部搬送至具有載置部(未圖示)之搬入搬出埠並連接至大氣搬送室 102 後，藉由開閉機構(未圖示)來將蓋子打開，並利用搬送臂 103 將晶圓從該搬送容器 101 內取出。接下來，搬入至裝載室 114(105)內並將該室內從大氣氣氛切換至真空氣氛後，利用搬送臂 107a、107b 來將晶圓取出，並搬入至成膜裝置 108 或 109 其中一者以實施上述成膜處理。如此

地藉由具備複數個(例如 2 個)例如 5 片處理用之本發明成膜裝置，而可高產能地實施所謂的 ALD(MLD)。

上述成膜裝置的結構中，晶圓會飛出的原因考量有圖 17 所示之氣流的流動。

如上所述，例如，供應至處理區域 P1 之 BTBAS 氣體流量為 100sccm，供應至處理區域 P2 之臭氧氣體流量為 1slm，分別供應至 2 個分離區域之分離氣體流量為 10slm，為了防止反應氣體自中心部混合而從中心區域 C 供應之氮氣的流量為 10slm。又，處理室壓力為 8Torr，旋轉台的旋轉速度為 240rpm。此時，反應氣體及分離氣體係形成了圖 17 所示之箭頭般的流動。同時，由於處理室內之處理區域 P1、分離區域 D 及處理區域 P2 的壓力各自相異，因此不將晶圓卡固便載置於旋轉台 2 的話，則晶圓便會浮起而有破損之虞。

利用圖 17 來針對本實施型態成膜裝置的其他特徵加以敘述。本例中，凹部 24、昇降銷 16、17、箝位環 18 的構造或晶圓的移載方法係如上所述。

如圖所示，真空容器 1 內係形成有包含供應有第 1 反應氣體(例如 BTBAS 氣體)的處理區域 P1 之擴散區域 48，與包含供應有第 2 反應氣體(例如臭氧氣體)的處理區域 P2 之擴散區域 49。此處擴散區域 49 的面積係大於擴散區域 48 面積的 2 倍以上，具體來說，從旋轉台 2 的旋轉中心觀之，係具有約 180 的中心角度。再者，該擴散區域 49 處之反應氣體噴嘴 32 的位置係位在旋轉台 2 的旋轉方向上游側

前半之中，而排氣區域 6 則位於旋轉方向下游側後半，且於該排氣區域 62 之中設置有排氣口 6。藉由該結構，則配置在分離區域 D 的大略中央之分離氣體噴嘴 42、41 所供應的氮氣與反應氣體噴嘴 32 所供應之臭氧氣體便會一起如實線箭頭所示般地從排氣口 62 被排氣。

在上述氣體的流動下，相對於被保持在旋轉台 2 並旋轉之晶圓表面，反應氣體噴嘴 31 所供應之 BTBAS 氣體會吸附在擴散區域 48(詳細而言為處理區域 P1)。接下來，在晶圓進入至擴散區域 49 而在擴散區域 49 內移動的期間，晶圓表面會曝露在上述方式流動的臭氧氣體中，藉此，晶圓表面會因 BTBAS 氣體與臭氧氣體而被氧化。由於在具有約 180 度的中心角度之擴散區域 49 的較長距離移動中會發生氧化反應，因此吸附在晶圓表面之 BTBAS 氣體便會充分地被氧化。結果便可大幅提高每一次旋轉的成膜速度。亦即，相較於擴散區域 48 及擴散區域 49 面積相等的情況，可提供成膜速度提高之優點。

圖 17 中，由於非活性氣體係從中心區域 C 如實線箭頭般地呈放射狀供應至真空容器 1 內部，因此分別被供應至處理區域 P1、P2 之反應氣體便不會有反應副生成物附著在包含有位在旋轉台 2 中央部的核心部 21 之旋轉機構，或旋轉機構被反應氣體腐蝕的情況。再者，從中央所供應之非活性氣體會連同從分離區域 D 所供應之非活性氣體而與分別被供應至處理區域 P1、P2 之反應氣體一起在真空容器 1 內部混合，而減少因反應而附著在真空容器 1 內壁等情況。

ALD 製程的第 1 反應氣體(BTBAS)係從反應氣體噴嘴 31 被供應至真空容器內的處理區域 P1 內部。由於反應氣體噴嘴 31 係從真空容器 1 的側壁朝向旋轉台的中心區域 C 方向而以於反應氣體噴嘴 31 上方形成有空間之型態來將氣體導入，因此分離氣體會容易在反應氣體噴嘴 31 與頂面 45 之間的空間流動，但難以在反應噴嘴 31 下方的處理區域 P1 流動。亦即，便會形成有分離氣體的流動，其會在處理區域 P1 迂迴後朝向處理區域 P1 外周側(即旋轉台 2 外周側)所設置之排氣區域 6 中的排氣口 61。處理區域 P1 之旋轉台 2 兩側分別設置有二個分離區域 D。該等分離區域中央係設置有朝旋轉台方向噴射非活性氣體(N_2 氣體)之氮氣噴嘴 41 及 42。非活性氣體會在構成分離區域 D 之凸狀部 4 與旋轉台 2 之間所設置的極狹窄空間(凸狀部 4 的下面(圖 4 所示之頂面 44)與旋轉台 2 之間的空間)中擴散，而形成有朝鄰接之處理區域 P1 與處理區域 P2 的方向被排氣之氣流的流動。藉此，分別被供應至處理區域 P1 及處理區域 P2 之反應氣體便不會流入分離區域 D 的狹窄空間而發生反應。藉由使得分離區域外周側(即旋轉台 2 外周側)之真空容器側壁(處理室壁)與分離區域之間的間隙為可供旋轉台順利旋轉之足夠間隔但作為氣體的排氣空間則難以作用之狹窄間隙，與將分別被供應至處理區域 P1、P2 之反應氣體與從鄰接之分離區域 D 所供應之非活性氣體(氮氣)兩者朝處理區域 P1 外周所設置之排氣口 61 與處理區域 P2 外周所設置之排氣口 62 的方向排氣，則可充分地分離兩反應氣體。藉由

使得上述兩種氣體流向排氣口 61、62 之氣流的流動(如第 17 圖中的實線箭頭所示)，可達成以下 3 個效果。

第 1 效果：由於係將從反應氣體噴嘴 31、32 所分別供應之反應氣體供應至旋轉台上所載置之晶圓而使用於表面反應，以及會在反應氣體噴嘴 31、32 的長邊方向的交叉方向形成有氣體的氣流流動，因此可不斷地將新的氣體供應至晶圓上。換言之，可使從鄰接噴嘴內的開口孔所供應之製程氣體不會因使用後的的氣體(使用於反應後的氣體)而妨礙到新供應的製程氣體。

第 2 效果：可使被供應至處理區域之反應氣體不會進入至分離區域而發生反應。

第 3 效果：藉由使得從反應氣體噴嘴 32 所供應之氣體在擴散區域 49 中形成流動，便可在面積構成為較擴散區域 48 要大之擴散區域 49 的面積內花費一些時間，而在旋轉台上所載置之晶圓上實施 ALD 反應的成膜處理。因此，相較於擴散區域 48 與擴散區域 49 面積相等的情況，即使是相同的旋轉速度，仍可達成較高速的成膜速度。

相較於以低旋轉速度(例如 10~30rpm)來實施成膜的情況，當如上所述地以高旋轉速度(例如 240rpm)來實施成膜時，離心力對各晶圓的作用力較大，而有引起晶圓在收納有晶圓之旋轉台 2 表面所設置的凹部中移動、浮起或振動，最後飛出的現象之虞。於是，本發明之發明者為了查明對晶圓所造成之上述該等現象的原因，而將真空容器的頂板 11 替換為透明壓克力板並在上述成膜條件下從真空容器 1

上方觀察晶圓樣態的結果後發現，晶圓浮起、振動、飛出發生的原因除了離心力以外，亦會再加上晶圓隨著旋轉台的旋轉而在真空容器 1 內從分離區域 D 移動至處理區域 P1(或 P2)時所受的氣體壓力差，換言之，加上被供應至各區域之氣體流量的差異對晶圓所造成的影響，而產生上述該等現象。

針對上述該等複合原因所造成的晶圓飛出、移動、碰撞或振動(特別是飛出)，得到較佳為至少在旋轉台 2 之收納有晶圓的凹部 24 附近設置防止晶圓飛出的卡固部之結論。由於實施例的成膜條件係導入 BTBAS：100sccm、臭氧：10slm、氮：10slm 作為反應氣體來進行 SiO_2 膜的成膜，因此由 sccm 及 slm 的單位差亦可容易理解，會在分離區域與處理區域的交界產生很大的流量差異。上述在真空容器 1 內產生大的壓力差係因為，雖然複數處理區域彼此為相連通，但複數處理區域之間所設置之流有非活性氣體的狹窄空間，而形成了複數種反應氣體彼此相互分離之狀態的緣故。再者，大幅提高成膜速度之技術實現了即使以 240rpm 的高速旋轉載置有晶圓之旋轉台 2 仍可維持分離區域 D 的功能之結構。

本發明實施型態為了於旋轉式小批次 ALD 裝置抑制旋轉台所載置之晶圓浮起，便利用箝位環 18。箝位環 18 係具有爪部 25 或凸緣部 26，可配合該等的形狀而有各種結構。例如，可使箝位環 18 及爪部 25 的形狀為可減少空氣阻力之流線型。又，為了抑制晶圓浮起，較佳為使晶圓偏心地

載置於凹部 24 內的外周側，來使凹部 24 所載置之晶圓不會因離心力而在凹部 24 內向外移動。

本發明實施型態之成膜裝置不限於氧化矽膜的成膜，而亦可適用於氮化矽的分子層成膜。或使用三甲基鋁(TMA)與 O_3 氣體之氧化鋁(Al_2O_3)的分子層成膜、使用四(乙基甲基胺基酸)鋯(TEMAZr)與 O_3 氣體之氧化鋯(ZrO_2)的分子層成膜、使用四(乙基甲基胺基酸)鈦(TEMAH)與 O_3 氣體之氧化鈦(HfO_2)的分子層成膜、使用二(四甲基庚二酮酸)鋇($Sr(THD)_2$)與 O_3 氣體之氧化鋇(SrO)的分子層成膜、或使用(甲基戊二酮酸)(雙四甲基庚二酮酸)鈦($Ti(MPD)(THD)$)與 O_3 氣體之氧化鈦(TiO)的分子層成膜等。又，亦可非為 O_3 氣體，而是使用氧電漿。當然亦無需贅言使用該等氣體的組合亦可達成上述效果。

以上，雖已藉由實施型態來加以說明本發明，但本發明並未限定於上述實施型態，當然亦無需贅言可在本發明範圍內做各種變化及改良。

本發明係根據 2009 年 12 月 25 日向日本專利局所申請之日本專利申請第 2009-296182 號而主張優先權，並援用其所有內容於此。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明實施型態之成膜裝置的縱剖面圖。

圖 2 為上述成膜裝置內部的概略結構之立體圖。

圖 3 為上述成膜裝置的橫剖俯視圖。

圖 4 係顯示上述成膜裝置中的處理區域及分離區域之縱剖面圖。

圖 5 係顯示晶圓與凹部口徑的差異之概略圖。

圖 6 為上述成膜裝置的部份剖面立體圖。

圖 7(a)~(c)為晶圓、凹部之晶圓接觸面的溝槽形狀及凸狀突起物。

圖 8 為上述成膜裝置的晶圓昇降銷、箝位環昇降銷的概略剖面圖。

圖 9(a)、(b)為箝位環的剖面形狀。

圖 10(a)~(c)為上述箝位環的其他範例。

圖 11(a)~(c)係顯示箝位環及爪部的形狀之概略圖。

圖 12(a)~(f)係概略顯示箝位環、晶圓、旋轉台的位置關係之側面圖。

圖 13 係顯示包含有晶圓昇降銷與箝位環昇降銷之昇降機構之剖面圖。

圖 14 係概略顯示使得晶圓中心與凹部中心偏移(偏心)來將晶圓載置於凹部所使用之位置測量部的圖式。

圖 15A 之(a)~(f)及圖 15B 之(g)~(k)係顯示將晶圓載置於旋轉台上之序列之側面圖。

圖 16 係顯示使用本發明成膜裝置之晶圓處理系統的一例之概略俯視圖。

圖 17 係顯示第 1 反應氣體、第 2 反應氣體及分離氣體的流動之圖式。

【主要元件符號說明】

C	中心區域
D	分離區域
P1、P2	處理區域
W	晶圓
1	真空容器
2	旋轉台
4	凸狀部
6	排氣區域
10	搬送臂
11	頂板
12	容器本體
13	O型環
14	底面部
15	搬送口
16、17	升降銷
16a、17a	貫穿孔
17b	昇降銷移動部
18	箝位環
19	驅動部
20	殼體
20a	凸緣部
21	核心部
22	旋轉軸

- 23 驅動部
- 24 凹部
- 24a 連通槽
- 24b 島部
- 24P 板體
- 25 爪部
- 26 凸緣部
- 31、32 反應氣體噴嘴
- 41、42 分離氣體噴嘴
- 44、45 頂面
- 48、49 擴散區域
- 61、62 排氣口
- 100 控制部
- 101 密閉型搬送容器
- 102 大氣搬送室
- 103 搬送臂
- 104 CCD 照相機
- 105、114 裝載室(預備真空室)
- 106 真空搬送室
- 107a、107b 搬送臂
- 108、109 成膜裝置

七、申請專利範圍：

1. 一種成膜裝置，係於真空容器內將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至基板表面並執行該供應循環來層積多層反應生成物而形成薄膜，其具備有：
旋轉台，係設置於該真空容器內；

基板載置部，係設置於該旋轉台而用以載置基板；

第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，係相互分離地設置於該旋轉台的旋轉方向，而分別將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至該旋轉台中之該基板載置區域側的面；

分離區域，係為了分離供應有該第 1 反應氣體之第 1 處理區域與供應有第 2 反應氣體之第 2 處理區域的氛圍，而位於該等處理區域之間；

中心區域，係位於將該第 1 處理區域與該第 2 處理區域的氛圍分離之真空容器內的中心部，並形成有朝旋轉台的基板載置面側噴出分離氣體之噴出孔；

搬送機構，係相對於該真空容器內的旋轉台而進行基板的搬入及搬出；

卡固部，係卡固基板表面以防止該基板載置部所載置之基板飛出；及

昇降機構，係將該卡固部與基板自旋轉台舉起。

2. 如申請專利範圍第 1 項之成膜裝置，其中該基板載置部為凹部，並與該旋轉台上面與凹部內的基板表面大致對齊。

3. 如申請專利範圍第 1 項之成膜裝置，其中該升降機構係包含有用以升降基板之 3 根以上的基板用第 1 升降銷與用以升降卡固部之 3 根以上的卡固部用第 2 升降銷。
4. 如申請專利範圍第 1 項之成膜裝置，其中該卡固部係具有用以於該旋轉台旋轉時抑制氣流的紊亂之流線形形狀。
5. 一種成膜裝置，係於真空容器內，分別將複數基板載置於旋轉台表面所設置之複數凹部內並使其旋轉，來使該基板與被供應至複數相異處理區域的相異反應氣體依序接觸，而於該基板表面形成薄膜，其具備有：

複數個反應氣體供應機構，係自該處理區域的頂部分離設置於該基板附近，而朝向該基板方向分別供應該相異反應氣體；

非活性氣體供應機構，係將用以防止該相異反應氣體發生反應之非活性氣體供應至該複數處理區域間所設置之分離空間內；

真空排氣機構，係於該處理區域的各自外側處，而與對應設置於該旋轉台外圍方向之排氣口相連通以將該真空容器內部真空排氣，並將被供應至該處理區域之反應氣體與被供應至該分離區域之非活性氣體經由該處理區域而排氣；及

卡固部，係設置於該旋轉台所設置之該各凹部附近，以卡固基板表面。

6. 一種成膜裝置，係於真空容器內，分別將複數基板載置於旋轉台表面所設置之複數凹部內並使其旋轉，來使該基板依序與被供應至複數相異處理區域的相異反應氣體相接觸，而於該基板表面形成薄膜，其具備有：

複數個反應氣體供應機構，係自該真空容器的側壁而朝向該旋轉台的旋轉中心配置，並自該處理區域的頂部分離設置於該基板附近，而朝向該基板方向分別供應該相異反應氣體；

非活性氣體供應機構，係將用以防止該相異反應氣體發生反應之非活性氣體於該複數處理區域間所設置之分離空間內朝向該旋轉台所載置之基板方向噴出；

真空排氣機構，係於該複數處理區域的各自外側處，而與對應設置於該旋轉台外圍方向之排氣口相連通以將該真空容器內部真空排氣，並將被供應至該處理區域之反應氣體與被供應至該分離區域之非活性氣體經由該處理區域而排氣；及

卡固部，係設置於該旋轉台所設置之該凹部附近，以防止該基板於該旋轉台的旋轉中飛出；

其中該卡固部的結構為相對於所載置之基板而以非接觸狀態配置於凹部內，以於基板飛出時將其卡固。

7. 一種成膜裝置，係於真空容器內，分別將複數基板載置於旋轉台表面所設置之複數凹部內並使其旋轉，來使該基板依序與被供應至複數相異處理區域的相異反

應氣體相接觸，而於該基板表面形成薄膜，其具備有：

複數個反應氣體供應機構，係自該處理區域的頂部分離設置於該基板附近，而朝向該基板方向分別供應該相異反應氣體；

非活性氣體供應機構，係將用以防止該相異反應氣體發生反應之非活性氣體供應至該複數處理區域間所設置之分離空間內；

真空排氣機構，係於該複數處理區域的各自外側處，而與對應設置於該旋轉台外圍方向之排氣口相連通以將該真空容器內部真空排氣，並將被供應至該處理區域之反應氣體與被供應至該分離區域之非活性氣體經由該處理區域而排氣；

卡固部，係設置於該旋轉台所設置之該各凹部附近而將基板表面卡固，以防止該基板於該旋轉台的旋轉中飛出；及

控制部，係於該旋轉台旋轉前進行控制，以使該基板位在基板中心相對於該凹部中心而偏移至伴隨著該旋轉台的旋轉所產生之離心力方向之位置處。

8. 一種成膜裝置，係於真空容器內，分別將複數基板載置於旋轉台表面所設置之複數凹部內並使其旋轉，來使該基板依序與被供應至複數相異處理區域的相異反應氣體相接觸，而於該基板表面形成薄膜，其具備有：

複數個反應氣體供應機構，係自該處理區域的頂部分離，而朝向該基板方向分別供應該相異反應氣體；

非活性氣體供應機構，係將用以防止該相異反應氣體發生反應之非活性氣體供應至該複數處理區域間所設置之分離空間內；

真空排氣機構，係於該複數處理區域的各自外側處，而與對應設置於該旋轉台外圍方向之排氣口相連通以將該真空容器內部真空排氣，並將被供應至該處理區域之反應氣體與被供應至該分離區域之非活性氣體經由該處理區域而排氣；及

卡固部，係設置於該旋轉台所設置之該各凹部附近，而藉由與該基板表面的外周部相接觸來將該基板卡固，以防止該基板於旋轉中從該凹部飛出。

9. 一種成膜裝置，係於真空容器內，分別將複數基板載置於旋轉台表面所設置之複數凹部內並使其旋轉，來使該基板與被供應至複數相異處理區域的相異反應氣體相接觸，而於該基板表面形成薄膜，其具備有：

反應氣體供應機構，係自該處理區域的頂部分離設置於該旋轉台附近，而朝向該旋轉台方向供應反應氣體；

非活性氣體供應機構，係將用以防止該相異反應氣體發生反應之非活性氣體供應至該複數處理區域間所設置之分離空間內；

第 2 非活性氣體供應機構，係從該真空容器的中心部供應非活性氣體；

真空排氣機構，係於該複數處理區域的各自外側

處，而與對應設置於該旋轉台外圍方向之排氣口相連通以將該真空容器內部真空排氣，並將被供應至該處理區域之反應氣體、被供應至該分離區域之非活性氣體及從該旋轉中心所供應之非活性氣體經由該處理區域而導向該排氣口，以從該真空容器將其排出；及

卡固部，係設置於該各凹部附近而將基板表面卡固，以防止該基板於該旋轉台的旋轉中飛出。

10. 一種成膜方法，係進行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至基板表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其包含有以下步驟：

從真空容器外部經由搬送口來搬送該基板，於為了載置基板而於真空容器內部的旋轉台所設置之基板載置部中，將基板各自載置於距離旋轉台中心最遠的位置處之步驟；

旋轉該旋轉台之步驟；及

從相互分離地設置於該真空容器內之第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，來將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至該旋轉台中之形成有基板載置部的面，並藉由第 1 反應氣體供應機構與第 2 反應氣體供應機構之間所設置之分離氣體供應機構來供應分離氣體而進行成膜之步驟。

11. 一種成膜方法，係進行複數次將彼此會互相反應的至少 2 種反應氣體依序供應至基板表面之循環，來層積反應生成物而形成薄膜，其包含有以下步驟：

將從真空容器外部經由搬送口所搬送之該基板放置在為了載置基板而於旋轉台形成為凹狀之基板載置部中所設置的昇降機構上之步驟；

於該基板放置步驟結束後，下降該昇降機構來使基板移動至低於該旋轉台表面的位置處之第 1 下降移動步驟；

於該第 1 下降移動步驟結束後，將該昇降機構移動至該旋轉台半徑方向的外側方向，來使該基板接觸或接近該基板載置部的壁面之水平移動步驟；

於該水平移動步驟結束後，下降該昇降機構來將該基板載置於該基板載置部底部之第 2 下降移動步驟；

於該第 2 下降移動步驟結束後，旋轉該旋轉台之步驟；及

從相互分離地設置於該真空容器內之第 1 反應氣體供應機構及第 2 反應氣體供應機構，來將第 1 反應氣體及第 2 反應氣體供應至該旋轉台中之形成有基板載置部的面，並藉由第 1 反應氣體供應機構與第 2 反應氣體供應機構之間所設置之分離氣體供應機構來供應分離氣體而進行成膜之步驟。

圖 1



圖 2

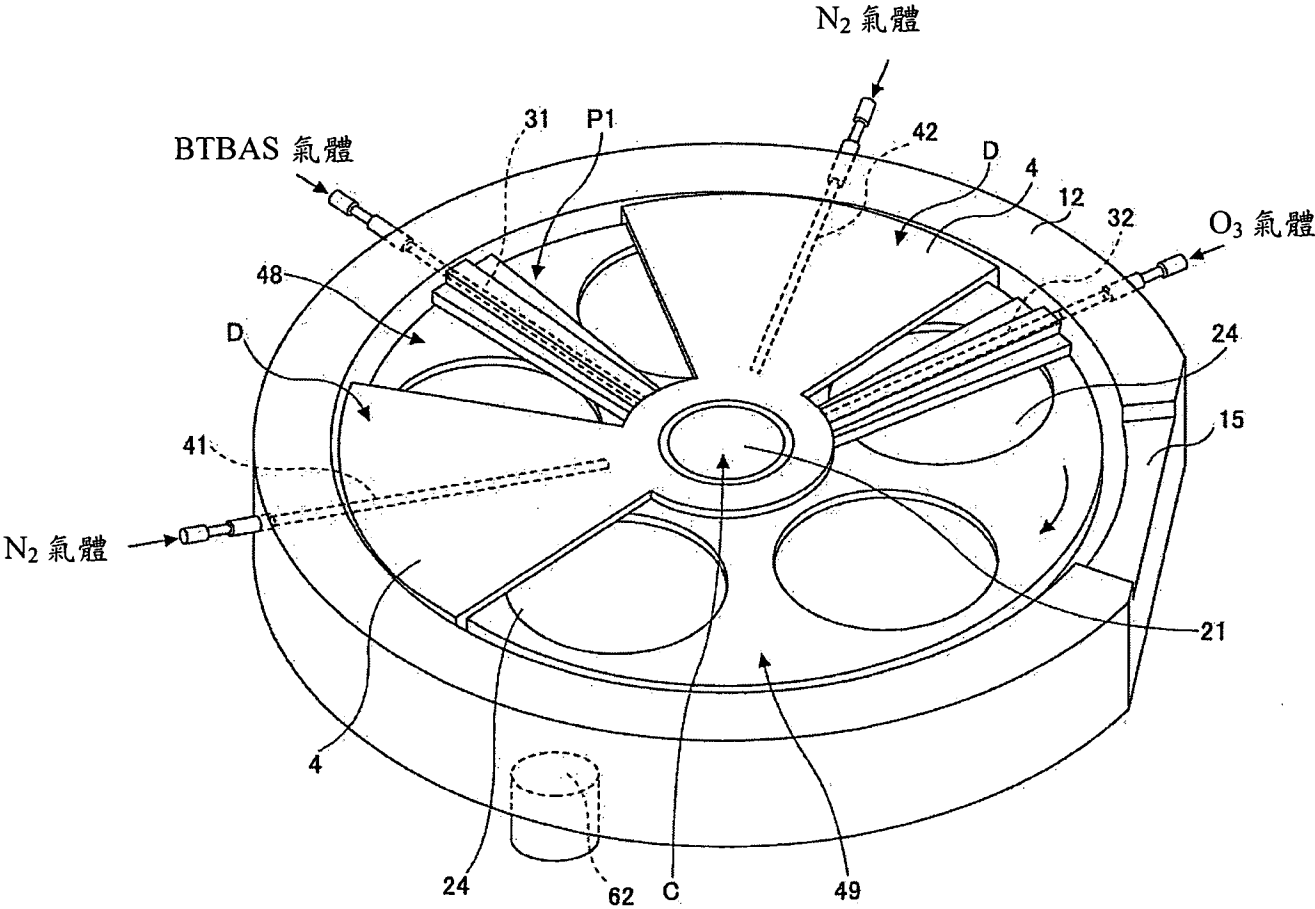


圖 3

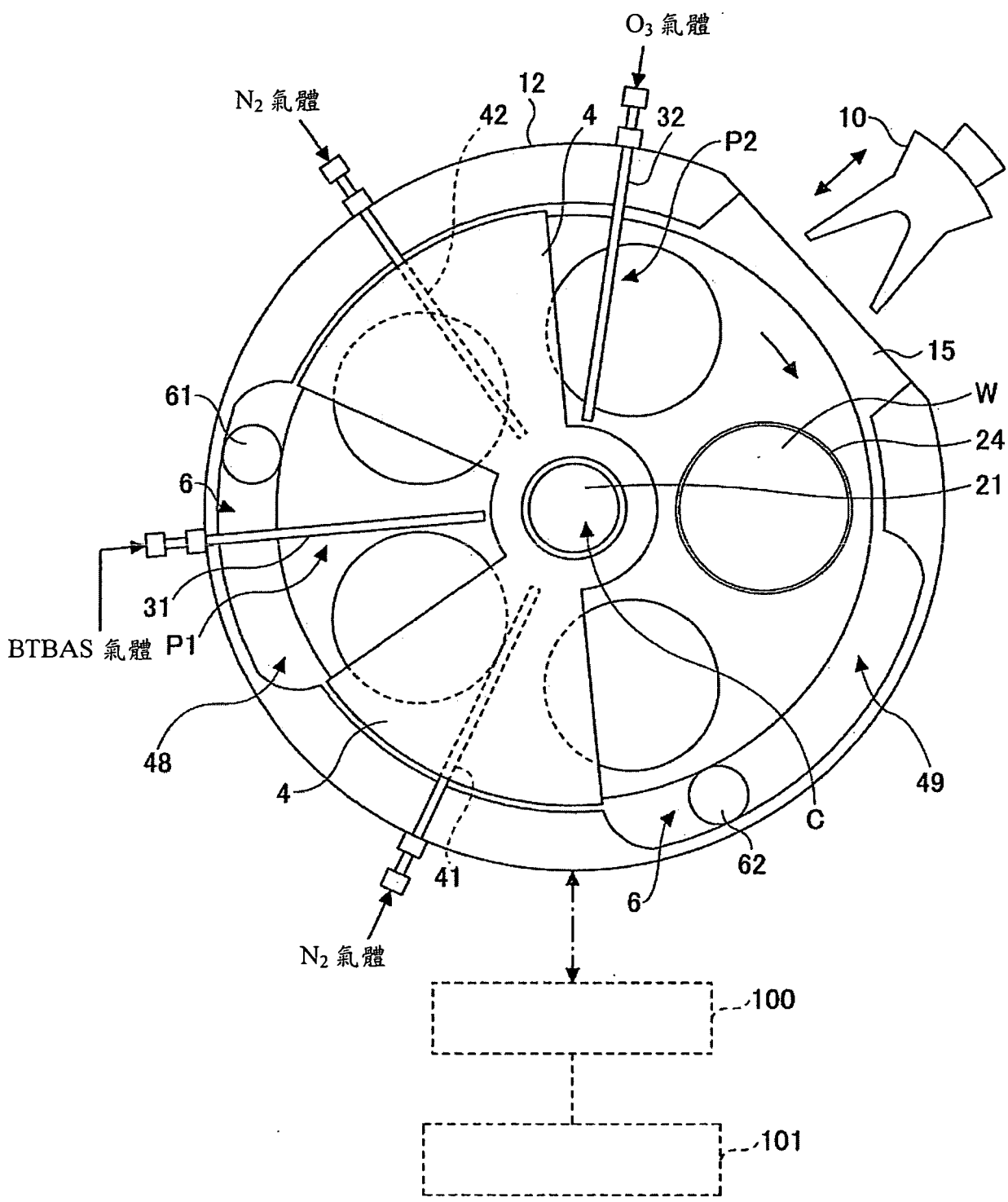


圖 4

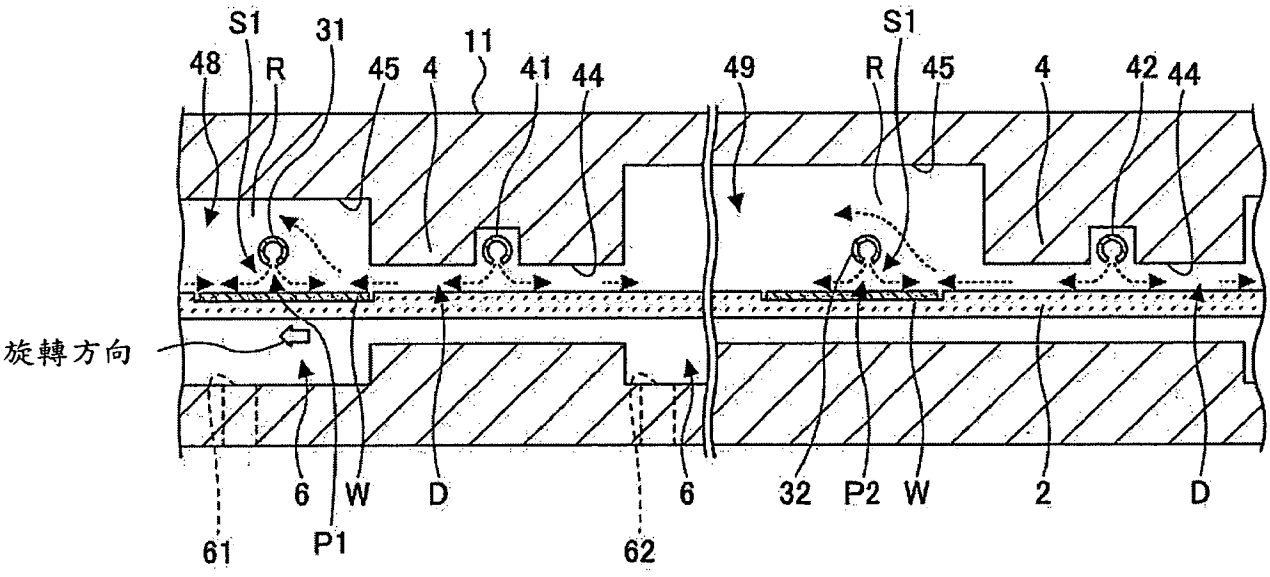


圖 5

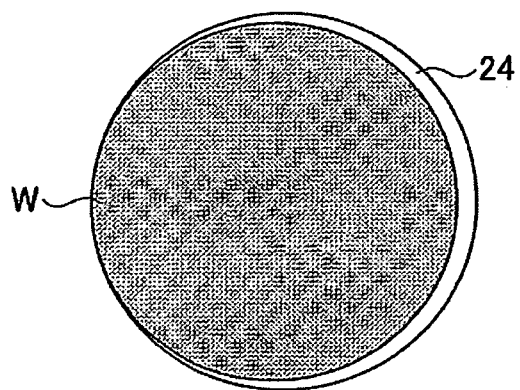


圖 6

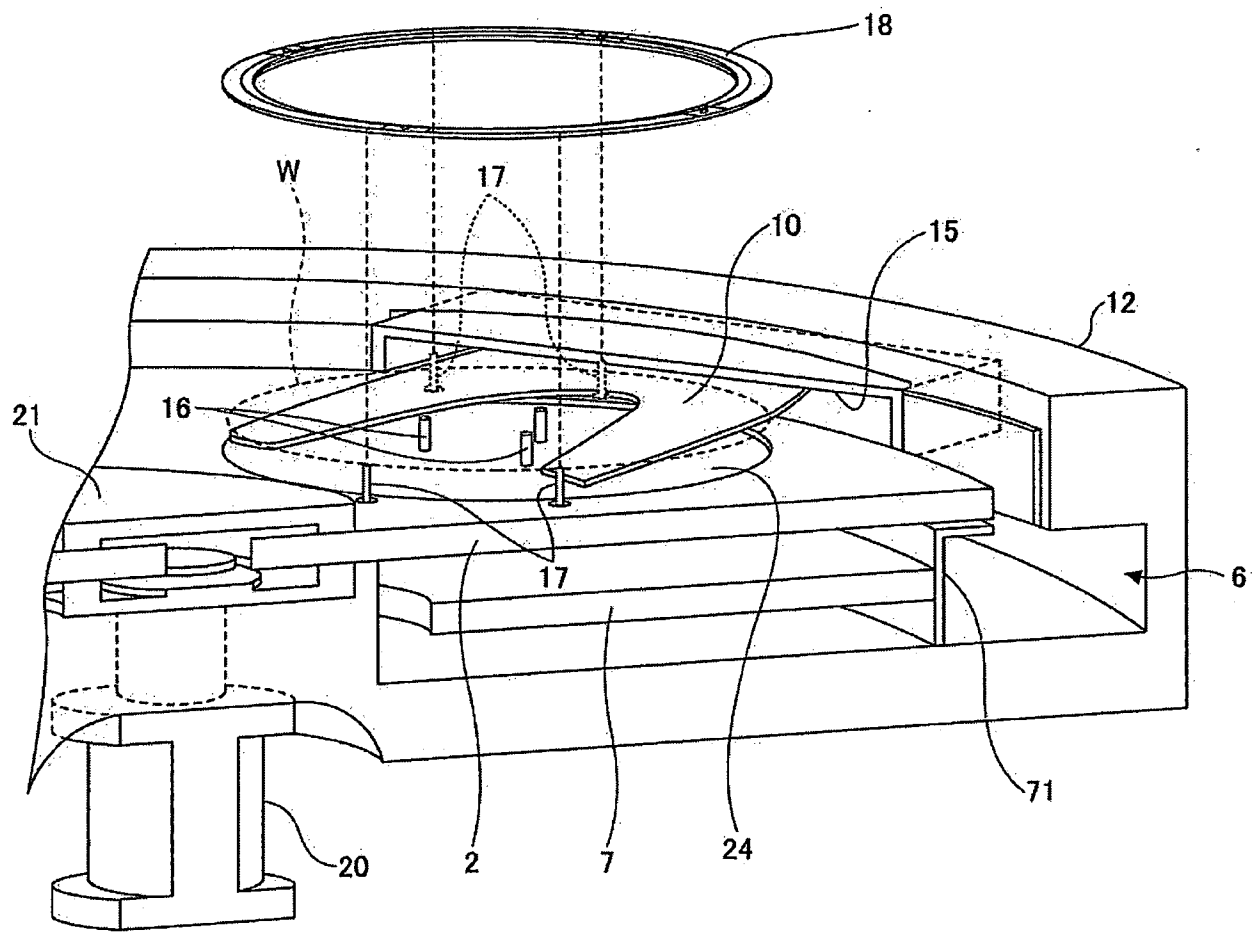


圖 7

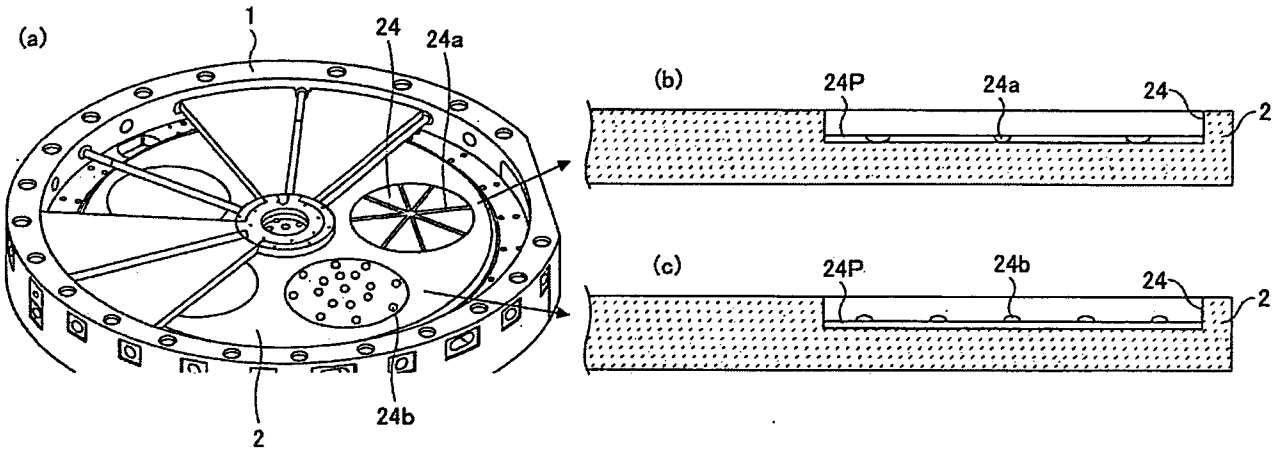


圖 8

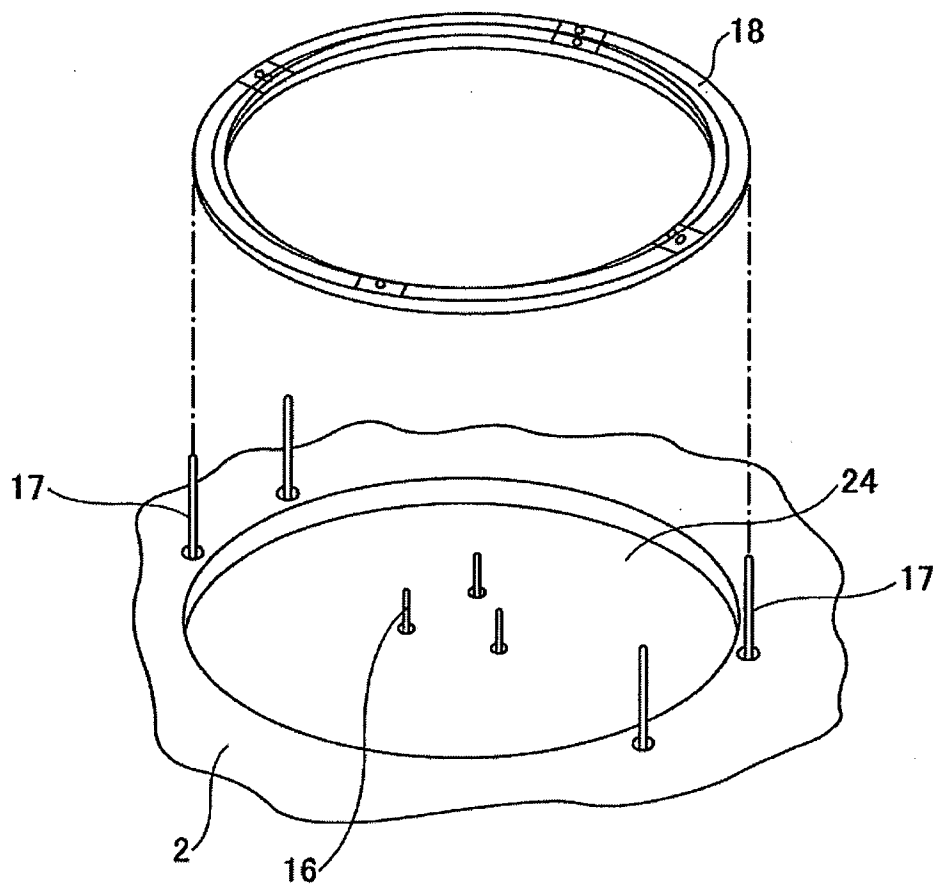


圖 9

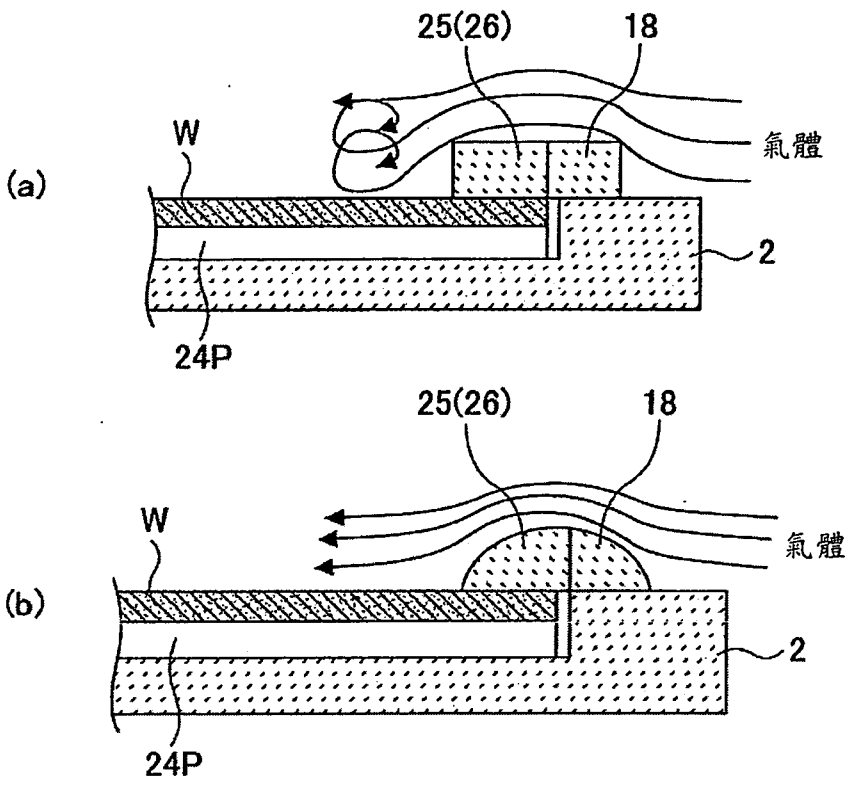


圖 10

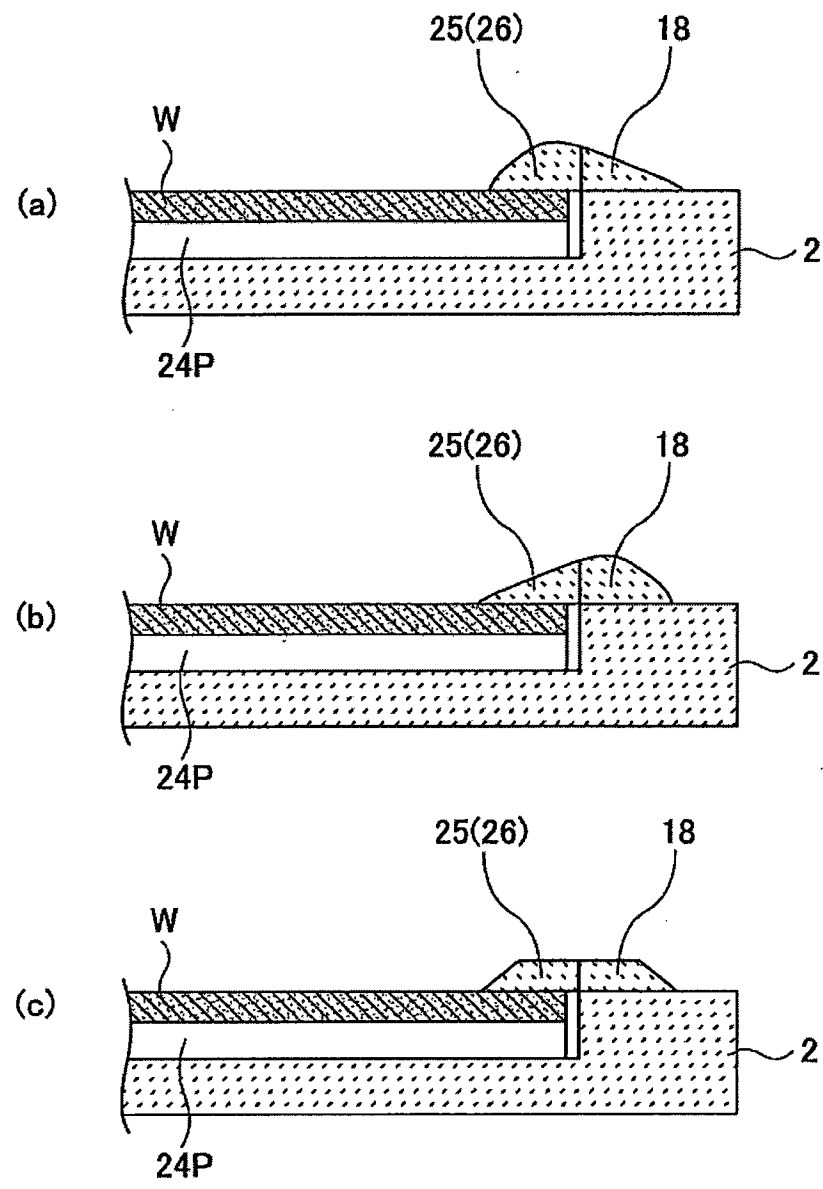


圖 11

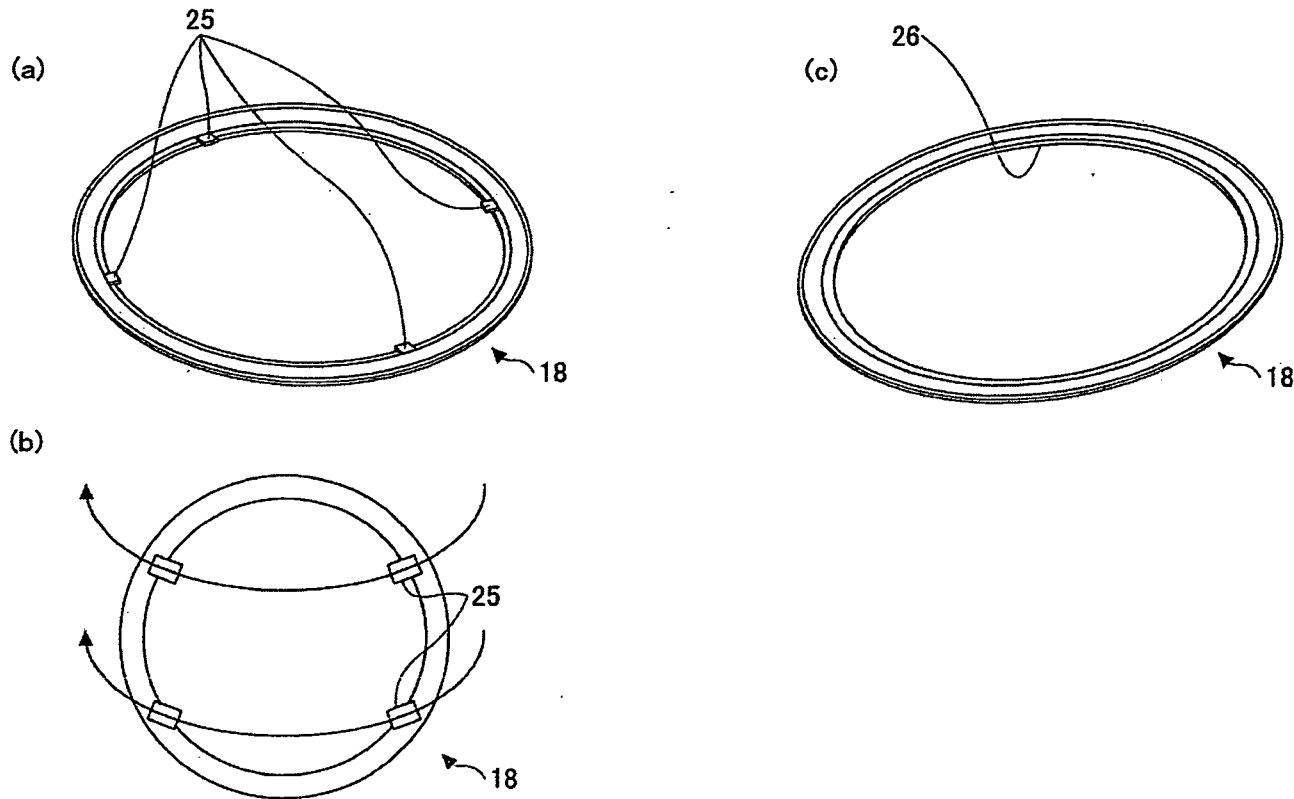
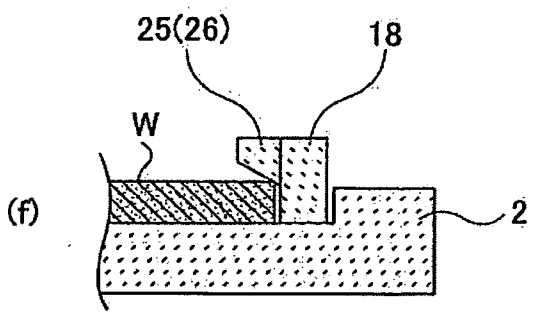
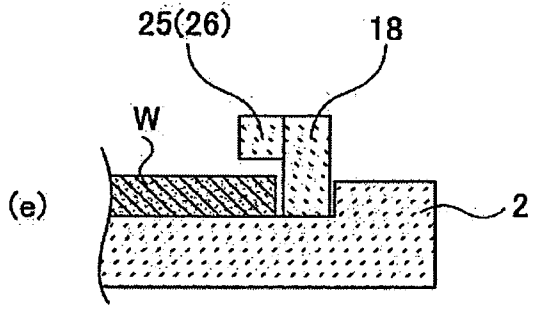
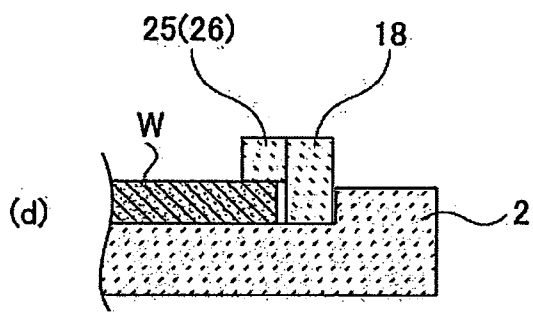
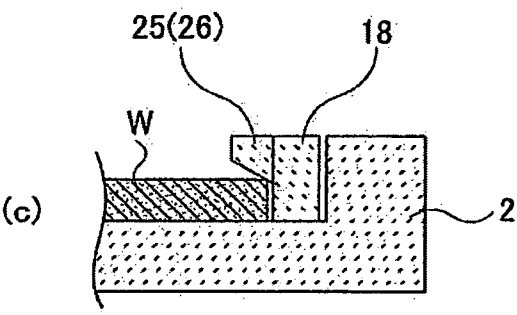
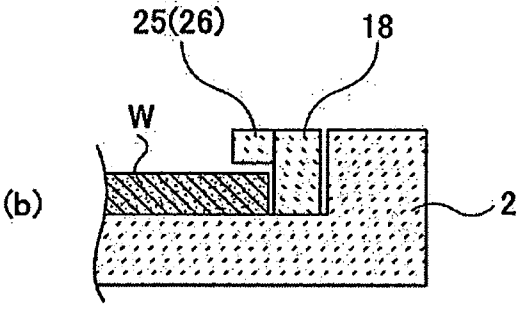
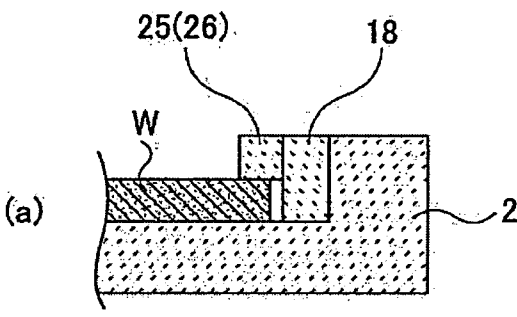
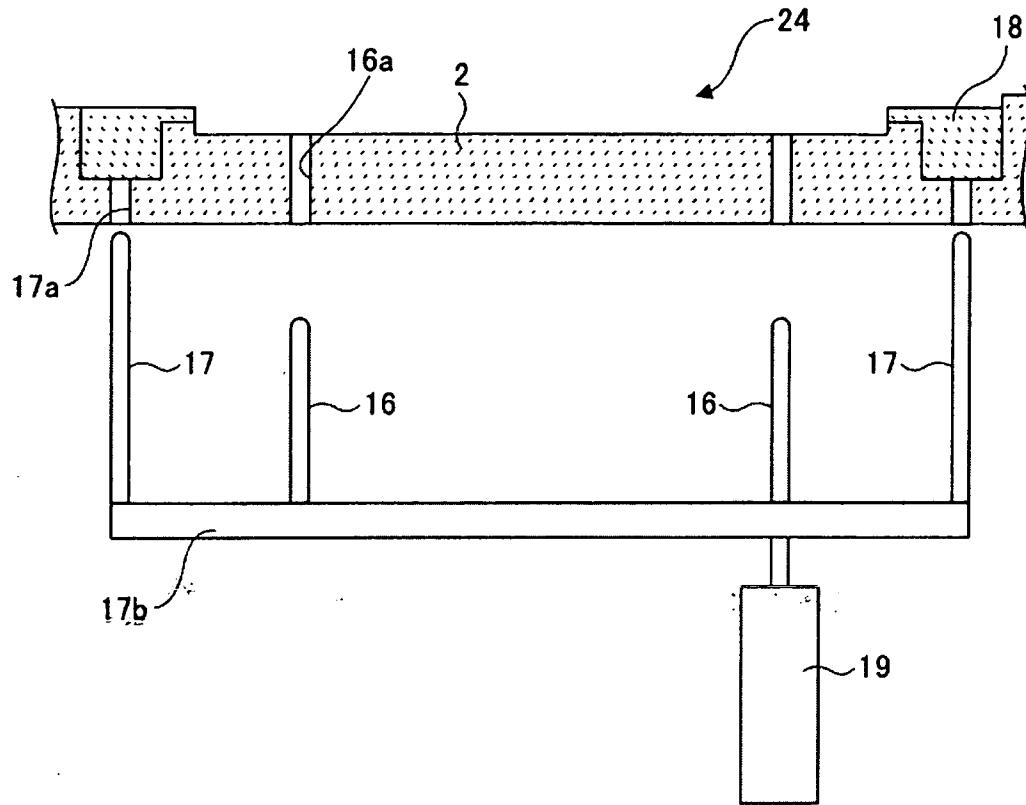


圖 12



專利申請案第 99145680 號
補充、修正後無劃線之圖式替換頁 - 附件(一)
(民國 101 年 8 月 24 日送呈)

圖 13



10. 8. 24
年 月 日修正替換頁

圖 14

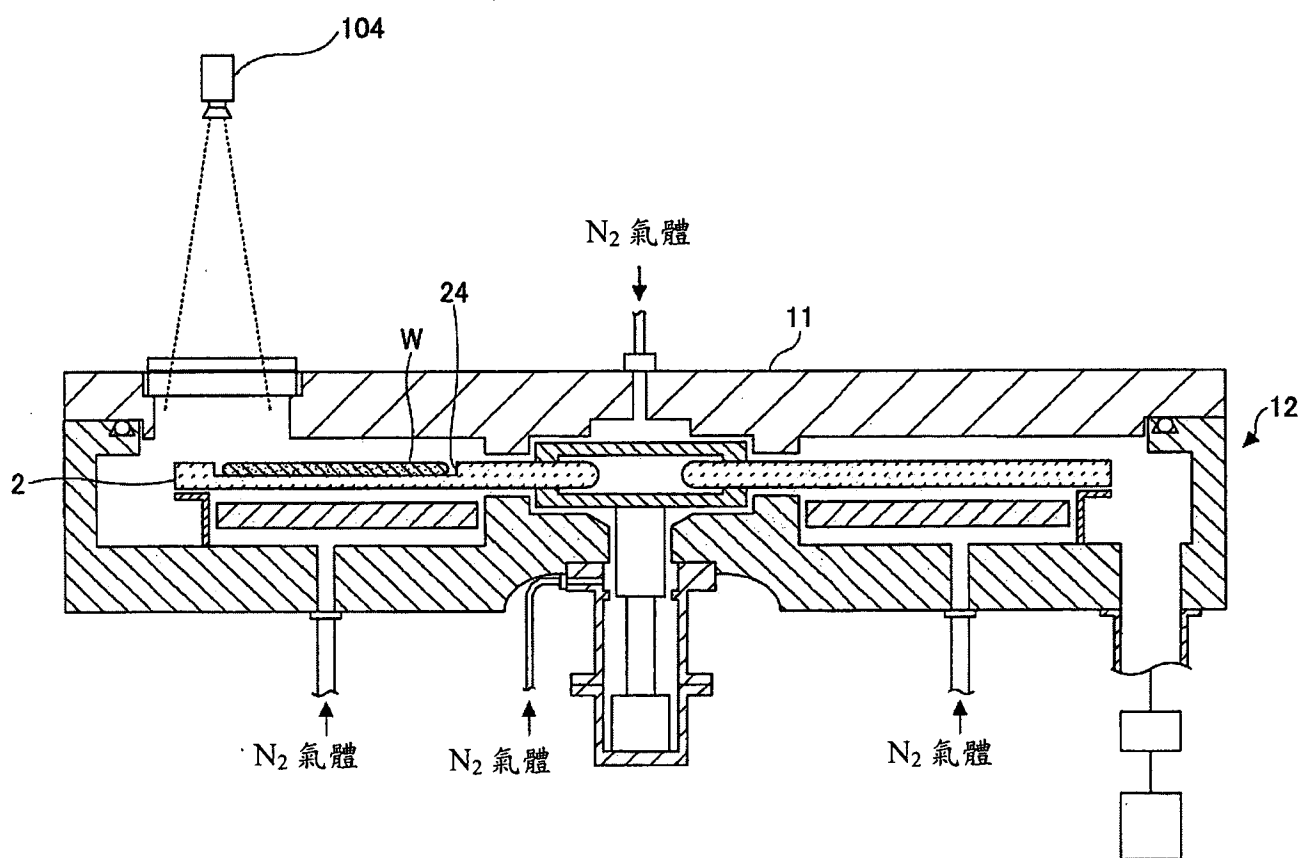
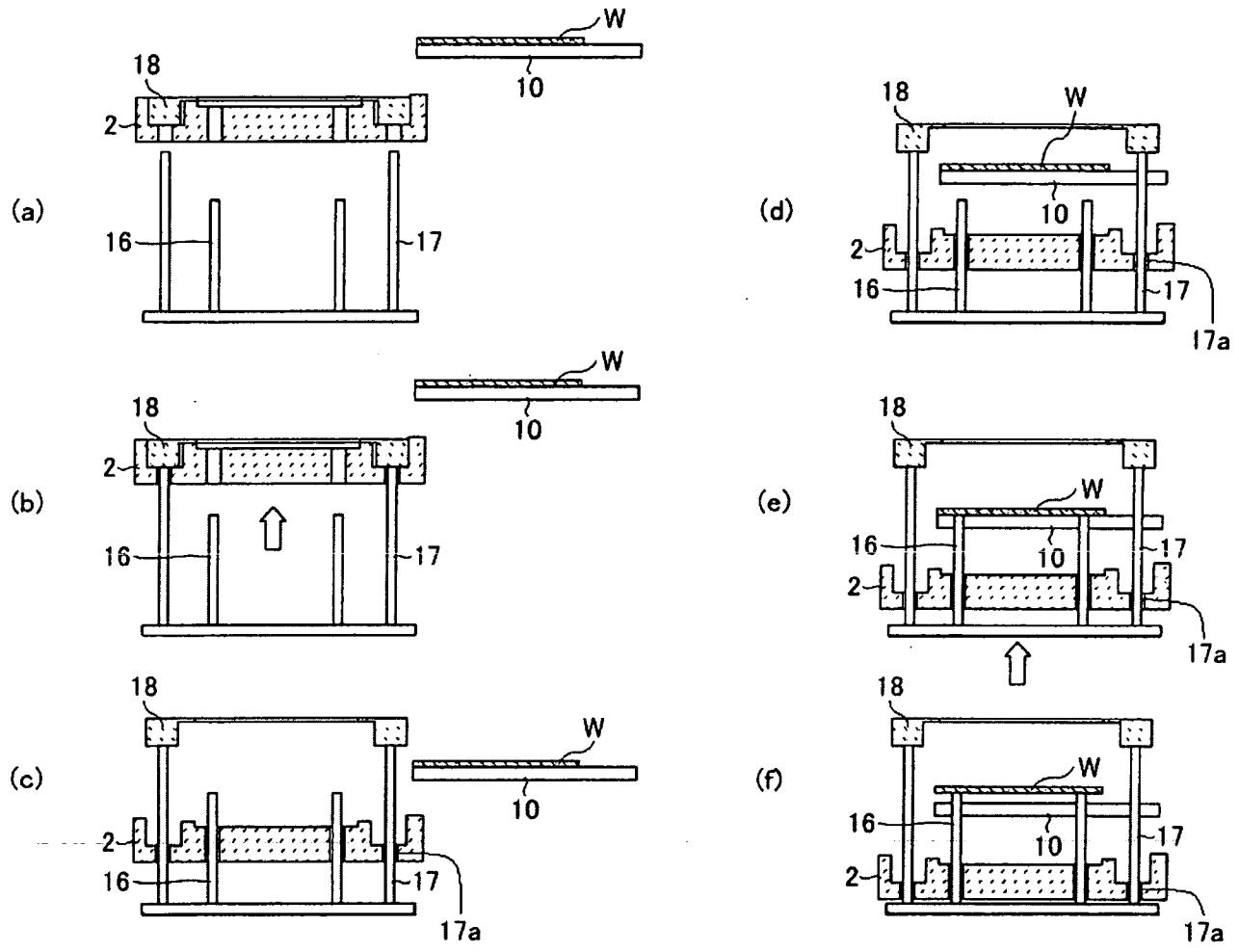


圖 15A



101. 8. 24
年 月 日修正替換頁

圖 15B

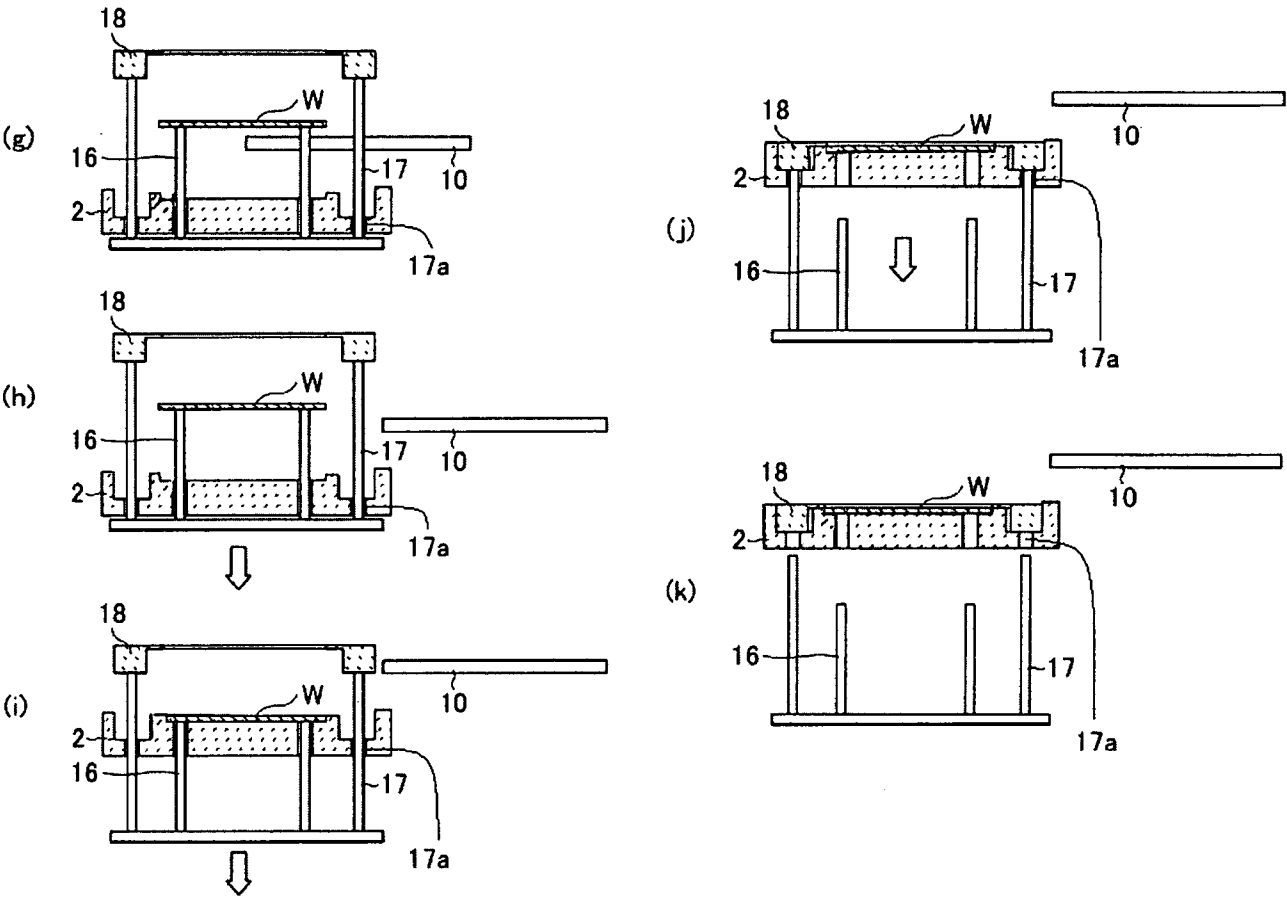


圖 16

