



(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 I373393B1

(45) 公告日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：098107806 (22) 申請日：中華民國 94 (2005) 年 10 月 31 日

(51) Int. Cl. : **B24B37/32 (2012.01)** **H01L21/304 (2006.01)**

(30) 優先權：2004/11/01 日本 2004-318581  
 2005/03/18 日本 2005-079166  
 2005/05/18 日本 2005-145566

(71) 申請人：荏原製作所股份有限公司 (日本) EBARA CORPORATION (JP)  
 日本

(72) 發明人：鍋谷治 NABEYA, OSAMU (JP)；戶川哲二 TOGAWA, TETSUJI (JP)；福島誠  
 FUKUSHIMA, MAKOTO (JP)；安田穗積 YASUDA, HOZUMI (JP)

(74) 代理人：洪武雄；陳昭誠

(56) 參考文獻：

TW	485082	TW	495416
TW	536448	US	6027398
US	6257953B1	WO	2004/041479A1

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：35 共 102 頁

## (54) 名稱

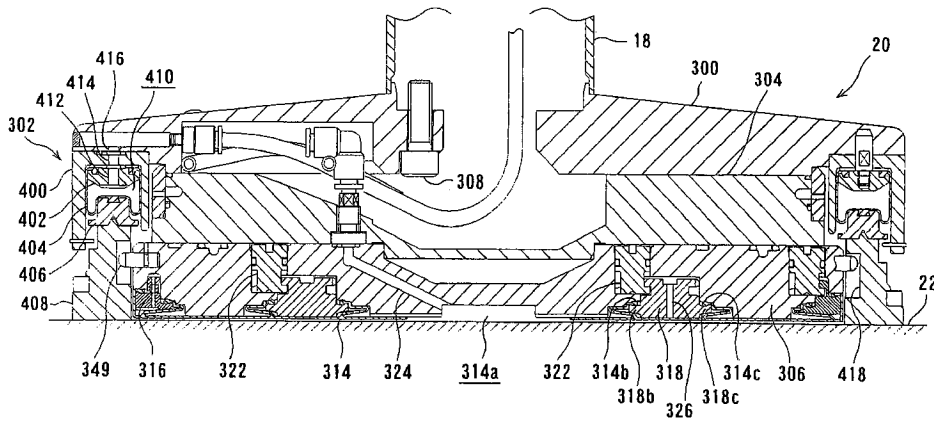
頂環、研磨裝置及研磨方法

TOP RING, POLISHING APPARATUS AND POLISHING METHOD

## (57) 摘要

本發明提供一種頂環，用於固持基板並將該基板施壓抵靠於研磨平台上之研磨墊的研磨表面，該頂環包括：頂環本體，係組構成將基板施壓抵靠於該研磨表面；以及晶圓研磨定位環，係組構成按壓該研磨表面，該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份；其中，該晶圓研磨定位環包括：彈性膜，係成形為在該彈性膜中形成有壓力室，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；固持具，用於將該彈性膜固定在該頂環本體，該固持具係具有通道，而該壓力室係經由該通道與流體供應源連通；以及圓環構件，係藉由被供給有壓力流體於其中的該壓力室而被施壓抵靠於該研磨表面，該圓環構件可獨立於該研磨本體外地垂直移動。

A top ring for holding a substrate and pressing the substrate against a polishing surface of a polishing pad on a polishing table, said top ring comprising: a top ring body configured to press the substrate against the polishing surface; and a retainer ring configured to press the polishing surface, said retainer ring being provided at a peripheral portion of said top ring body, said retainer ring comprising an elastic membrane shaped so as to form a pressure chamber therein, said elastic membrane being expandable and contractible vertically while pressing the substrate against the polishing surface, a holder for securing said elastic membrane to said top ring body, said holder having a passage through which said pressure chamber communicates with a fluid supply source, and a ring member to be pressed against the polishing surface by said pressure chamber supplied with a pressurized fluid therein, said ring member being vertically movable independently of said top ring body.



第8圖

- 18 . . . 頂環軸桿
- 20 . . . 頂環
- 22 . . . 研磨墊
- 300 . . . 上構件
- 302 . . . 晶圓研磨定  
位置環
- 304 . . . 中介構件
- 306 . . . 下構件
- 308 . . . 螺絲
- 314 . . . 彈性隔膜
- 314a . . . 開口
- 314b . . . 波浪狀部  
分
- 314c . . . 波浪狀部  
分
- 316 . . . 邊緣固持具
- 318 . . . 波浪狀固持  
具
- 318b . . . 扣爪
- 318c . . . 扣爪
- 322 . . . 止動器
- 324 . . . 通道
- 326 . . . 通道
- 400 . . . 缸體
- 402 . . . 固持具
- 404 . . . 彈性隔膜
- 406 . . . 活塞
- 408 . . . 圓環構件
- 410 . . . 壓力室
- 412 . . . 通道
- 414 . . . 通道
- 416 . . . 通道
- 418 . . . V字形溝槽

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明有關頂環、研磨裝置及研磨方法，尤有關用於將諸如半導體晶圓之基板研磨至平坦鏡面(mirror finish)的頂環、以及使用該頂環的研磨裝置及研磨方法。

### 【先前技術】

近年來，半導體裝置已變得更加整合，且半導體元件之結構已變得更複雜。再者，用於邏輯系統的多層互連結結構(interconnection)之層數已增加。因此，在半導體裝置的表面上之不平整係增加，以致在該半導體裝置的表面上之段差高度傾向於變大。這是因為於半導體裝置之製程中，薄膜係形成在半導體裝置上，然後在該半導體裝置上施行微加工製程(諸如佈圖或形成孔洞)，且重複這些製程，以在該半導體裝置上形成隨後之薄膜。

當在半導體裝置的表面上之不平整數目增加時，會發生以下問題。當形成薄膜在半導體裝置上時，形成在具有段差之部份的薄膜厚度變得相對小。再者，斷線可能造成開路(open circuit)，或互連層間之不充分的絕緣可能造成短路。其結果是，不能獲得良好產品，及良率將傾向於降低。再者，縱使半導體裝置最初正常地工作，該半導體裝置之可靠性在長期使用之後降低。在微影製程中之曝光時，如果該照射表面具有不平整，則曝光系統中之透鏡單元局部地沒有聚焦。因此，如果在該半導體裝置的表面上之不平整增加，則其變得有問題地難以在該半導體裝置

上形成精細之佈圖。

再者，因半導體裝置近年來已變得更高度整合，電路互連部分已變得越細，且那些電路互連部分間之距離已變得越小。於可形成最多 0.5 微米寬之互連部分的微影情況中，係需要使待藉由步進機(stepper)聚焦佈圖影像之表面盡可能平坦，因為光學系統之焦點深度係相當小的。

如此，於半導體裝置之製程中，日漸變得重要的是平坦化該半導體裝置的表面。該等最重要平坦化技術之一係化學機械研磨(Chemical Mechanical Polishing, 簡稱 CMP)。如此，吾人已採用化學機械研磨裝置以平坦化半導體晶圓之表面。於化學機械研磨裝置中，當將其中包含諸如二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )之研磨微粒之研磨液體供給至諸如研磨墊之研磨表面上時，係使諸如半導體晶圓之基板與該研磨表面呈滑動式接觸，以便研磨該基板。

此種研磨裝置包含具有由研磨墊所形成之研磨表面的研磨平台，及用於固持諸如半導體晶圓之基板的基板固持裝置，該基板固持裝置係稱為頂環(top ring)(基板固持裝置)。當以此研磨裝置研磨半導體晶圓時，該半導體晶圓係在預定壓力之下藉著該頂環固定及壓抵靠著該研磨平台。在那時候，該研磨平台及該頂環係相對彼此移動，以使該半導體晶圓與該研磨表面呈滑動式接觸，以便將該半導體晶圓之表面被研磨至平坦之鏡面。

於此研磨裝置中，該研磨墊係具有彈性，以致施加至該半導體晶圓之周邊部份的壓按力量傾向於不均勻。因

此，該半導體晶圓可能在該周邊部份被過度地研磨，而因此造成邊緣圓滑化。為了避免此邊緣圓滑化，在此已採用具有晶圓研磨定位環(retainer ring)之頂環，用於固持半導體晶圓之側面邊緣部份，及壓按位於該半導體晶圓之周邊部份外側的研磨表面。

再者，當研磨裝置採用由樹脂所製成之研磨墊時，該研磨墊會因修整及研磨而被磨損。於此情況中，為了防止在藉由頂環所固持的半導體晶圓表面上之表面壓力分佈變化，在該頂環固持該半導體晶圓的表面及該研磨墊之間，於研磨期間應該要維持不變之距離。當設置有用於固持半導體晶圓之周邊部份的晶圓研磨定位環時，該晶圓研磨定位環可能會根據研磨之進展被磨損。當該晶圓研磨定位環係如此被磨損時，在該頂環之固持該半導體晶圓的表面及該研磨墊之間，亦應於研磨期間維持不變之距離。

為了於該前述之研磨裝置中決定研磨製程是否正常地施行，係需要監視壓按半導體晶圓之壓按力量，及研磨液體之濃度與流速。然而，譬如，需要諸如成份分析器及粒徑分佈測量裝置之各種裝置，以監視研磨液體。因此，該研磨裝置之成本會增加。再者，該研磨墊及該晶圓研磨定位環之磨損亦可能改變研磨輪廓。如此，僅監視壓按力量及研磨液體係不足以保證研磨製程係正常地施行。

再者，傳統之晶圓研磨定位環係架構成於該晶圓研磨定位環之圓周方向中沿著其全長均勻地壓按研磨表面。然而，如上面所述，由於用於提供研磨表面之研磨墊係具有

彈性，該研磨墊係彈性地變形，以致在該晶圓研磨定位環之位於沿著該研磨平台之旋轉方向之上游的最外邊部份產生極度增加之抵抗。因此，該晶圓研磨定位環係沿著該研磨平台之旋轉方向的下流被壓按，以致造成該晶圓研磨定位環之傾斜。於傳統研磨裝置中，當該晶圓研磨定位環如此傾斜時，該晶圓研磨定位環壓按該研磨表面之壓力係增加至防止該半導體晶圓由該頂環分開。再者，藉著該晶圓研磨定位環之傾斜所造成的研磨輪廓之非均勻性，係以藉著半導體晶圓之旋轉達成的均等化所改善。

然而，該傳統晶圓研磨定位環於增強該研磨墊之溫度及該研磨輪廓可控制性中具有困難度。因此，為了進一步增強該研磨墊之溫度及該研磨輪廓的可控制性，係需要控制該晶圓研磨定位環沿著該晶圓研磨定位環之圓周方向壓按該研磨表面的壓力。

#### 【發明內容】

本發明係鑒於上述缺點所提出者。因此，本發明之第一目的係提供一研磨裝置之頂環，其能研磨基板，同時可在該基板及研磨表面之間維持不變之距離，縱使該研磨表面或用於固持該基板之周邊部份的晶圓研磨定位環已磨損亦然。

本發明之第二目的係提供一研磨裝置之頂環，其可輕易地替換附接至頂環之彈性隔膜。

本發明之第三目的係提供一研磨裝置之頂環，其可輕易及不貴地決定研磨是否正常地進行。

本發明之第四目的係提供一能夠控制壓力之研磨裝置之頂環，其中晶圓研磨定位環係在此壓力下沿著該晶圓研磨定位環之圓周方向壓按研磨表面。

根據本發明之第一態樣，在此提供一研磨裝置，其能研磨基板，同時可在該基板及研磨表面之間維持不變之距離，縱使該研磨表面或用於固持該基板之周邊部份的晶圓研磨定位環已磨損。該研磨裝置具有：研磨表面；頂環，用於固持基板；垂直移動機構，其可操作成於垂直方向中移動該頂環；位置偵測器，可操作成用於偵測當該頂環之下表面或藉由該頂環所固持的基板之下表面與該研磨表面接觸時，該頂環之位置；及位置計算器，其可操作成基於藉由該位置偵測器所偵測之位置計算該頂環之最佳位置，以研磨該基板。該垂直移動機構包含移動機構，其可操作成移動該頂環至由該位置計算機所計算之最佳位置。

以上面之配置，縱使該研磨表面係由於研磨而磨損，亦可於研磨期間在該頂環及該研磨表面之間維持不變之距離。因此，藉由該頂環所固持之基板的表面壓力可為均勻的。再者，利用該移動機構，可將該頂環正確地移動至藉由稍後敘述之研磨墊搜尋程序所計算的最佳位置。因此，可於該頂環及該研磨表面之間維持不變之距離之狀態中研磨基板。

該位置偵測器可包含距離測量感測器，用於偵測該頂環之位置。於此情況中，該研磨裝置可復包含修整器，用於修整該研磨表面；及距離測量感測器，用於當該修整器

與該研磨表面接觸時偵測該修整器之位置，以獲得該研磨表面之高度的變動。該垂直移動機構可操作成移動該頂環，以致該頂環之位置跟隨著該研磨表面之高度的變動。該距離測量感測器可設置在修整器軸桿上，以針對每一研磨程序於修整期間測量該研磨表面(研磨墊)之磨損量。

該垂直移動機構較宜包含滾珠螺桿，用於在該垂直方向中移動該頂環；及馬達，用於操作該滾珠螺桿。於此情況中，該馬達較宜包括交流電伺服馬達。利用交流電伺服馬達，該馬達之迴轉圈數能藉由編碼器所計數，以計算該頂環垂直移動之距離。因此，能基於所計算之距離獲得該頂環之位置。

該馬達較宜具有最大電流，俾使該馬達於研磨期間之扭矩(torque)大於在該頂環之下表面或藉由該頂環所固持的基板之下表面與該研磨表面接觸時該馬達之扭矩。在該頂環之下表面或藉由該頂環所固持的基板之下表面與該研磨表面接觸之前，可減少該最大電流。

該位置偵測器可包含電流偵測器，其可操作成偵測該馬達之電流，及基於該馬達之電流的變動而決定該頂環之下表面或藉由該頂環所固持的基板之下表面何時與該研磨表面接觸。當該頂環之位置藉著該位置偵測器所偵測時，可藉著該頂環固持假性晶圓(Dummy Wafer)而當作該基板。

根據本發明之第二態樣，在此提供一研磨裝置，其能研磨基板，同時可在該基板及研磨表面之間維持不變之距離，縱使該研磨表面或用於固持該基板之周邊部份的晶圓



研磨定位環已磨損。該研磨裝置具有研磨表面；頂環，其用於固持基板；研磨液體供給噴嘴，其用於供給研磨液體至該研磨表面；射出噴嘴，其用於朝向該研磨表面射出氣體，以從該研磨表面之測量部份移去該研磨液體；及距離測量感測器，其用於在該測量部份偵測該研磨表面之位置。

以上面之配置，能在測量部份藉著氣體之射出而從該研磨表面移去研磨液體。可在該測量部份由該距離測量感測器施加雷射或超音波至該研磨表面。因此，該雷射或超音波不會在該研磨表面之研磨液體或水上反射。如此，係可能正確地偵測至該研磨表面之距離。結果，能基於所測量之至該研磨表面之表面的距離而在該基板及該研磨表面之間維持不變之距離。

根據本發明之第三態樣，在此提供一研磨裝置，其能研磨基板，同時可在該基板及研磨表面之間維持不變之距離，縱使該研磨表面或用於固持該基板之周邊部份的晶圓研磨定位環已磨損。該研磨裝置具有研磨表面；頂環，其用於固持基板。該頂環具有晶圓研磨定位環，用於固持該基板之周邊部份。該晶圓研磨定位環包含滾動膜片(rolling diaphragm)，在該滾動膜片中形成有壓力室；通道，其用於供給流體至該壓力室，以垂直地膨脹或收縮該滾動膜片；及圓環構件，其可根據該滾動膜片而垂直地移動。使該圓環構件與該研磨表面接觸。

以上面之配置，縱使該晶圓研磨定位環之圓環構件被磨損，亦僅能降低該晶圓研磨定位環。因此，能於該頂環

及該研磨表面之間維持不變之距離，縱使該晶圓研磨定位環之圓環構件被磨損。再者，由於該可變形之滾動膜片係連接至與該研磨表面接觸之圓環構件，故沒有彎曲力矩因偏置負載而產生。因此，藉著該晶圓研磨定位環所造成之表面壓力可變得均勻，且該晶圓研磨定位環變得更有可能是依循於該研磨表面。

該晶圓研磨定位環可復包含缸體，用於在其中容置該滾動膜片；固持具，其架構成可將該滾動膜片固持在該缸體上；及活塞，其可在該缸體內垂直地移動。該活塞係連接至該滾動膜片。

根據本發明之第四態樣，在此提供一研磨裝置，其中附接至頂環之彈性隔膜可被輕易地替換。該研磨裝置具有研磨表面；頂環，其用於固持基板；及頂環軸桿，其可於垂直方向中移動。該頂環係連接至該頂環軸桿。該頂環包含上方構件，其連接至該頂環軸桿；彈性隔膜，其與該基板之至少一部份接觸；下方構件，該彈性隔膜係附接至該下方構件；及拴牢構件，其架構成可分離地將該下方構件固定至該上方構件。

於傳統之頂環中，當替換附接至該頂環之彈性隔膜時，需要由頂環軸桿移去整個頂環。如此，需要麻煩之程序以替換該彈性隔膜，根據本發明，由於可藉著分離該拴牢構件而從由該上方構件輕易地移去該彈性隔膜所附接之下方構件，故不需要由該頂環軸桿移去整個頂環，以替換該彈性隔膜。

於此情況中，該頂環可復包含固持具，其架構成可將該彈性隔膜固定在該下方構件上。該固持具係具有鉤子。該頂環可包含止動器(stopper)，其具有嚙合部份，以與該固持具之鉤子嚙合。該止動器可為圓柱形。該嚙合部份較宜局部地形成在該止動器之圓周方向中。該嚙合部份較宜沿著該止動器之圓周方向逐漸地加厚。以此配置，該彈性隔膜可由該下方構件輕易地移去。如此，有利於該彈性隔膜之替換。

該頂環可復包含晶圓研磨定位環，用於固持該基板之周邊部份；及密封構件，其架構成防止研磨液體被導入至該晶圓研磨定位環及該上方構件及／或該下方構件之間。

根據本發明，可研磨基板，同時可在該基板及研磨表面之間維持不變之距離，縱使該研磨表面或用於固持該基板之周邊部份的晶圓研磨定位環已磨損。再者，能夠輕易地替換附接至頂環之彈性隔膜。

根據本發明之第五態樣，係提供可輕易及不貴地決定研磨是否正常地進行之研磨裝置。該研磨裝置具有研磨墊，其具有研磨表面；頂環本體，其架構成可將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份。該研磨裝置亦具有修整器，其用於修整該研磨表面；磨損偵測器，其用於偵測該研磨裝置中之至少一組件的磨損；及算術單元，其可操作成基於來自該磨損偵測器之信號而計算該至少一組件之磨損量，並基於磨損量而對一研

磨程序或複數組研磨程序決定其是否正常地進行研磨。

根據本發明之第六態樣，係提供一種研磨裝置，其具有研磨墊，該研磨墊具有研磨表面；頂環本體，其架構成將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份。該晶圓研磨定位環包含滾動膜片，在該滾動膜片中形成有壓力室；通道，其用於供給流體至該壓力室，以垂直地膨脹或收縮該滾動膜片；及圓環構件，其可根據該滾動膜片而垂直地移動。該圓環構件係與該研磨表面接觸。該晶圓研磨定位環亦包含缸體，並在該缸體中固持該滾動膜片；及連接薄片，其能夠於垂直方向中膨脹及收縮。該連接薄片係連接該缸體及該圓環構件，以便蓋住該缸體及該圓環構件間之間隙。

根據本發明之第七態樣，係提供一研磨裝置，其具有研磨墊，該研磨墊具有研磨表面；頂環本體，其架構成可將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份。該研磨裝置亦具有環狀薄片構件，其固定至該頂環本體；複數個滑動圓環，其附接至該環狀薄片構件；及複數個驅動栓銷(drive pin)，其固定至該晶圓研磨定位環。該驅動栓銷係插入該滑動圓環，以便可在該滑動圓環內滑動。

根據本發明之第八態樣，係提供一研磨裝置，其具有研磨墊，該研磨墊具有研磨表面；頂環本體，其架構成可

將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設在該頂環本體之周邊部份。該研磨裝置亦具有彈性隔膜，其設置在該頂環本體之下方部份上。該彈性隔膜係與該基板之至少一部份接觸。該研磨裝置包含蓋住該彈性隔膜及該晶圓研磨定位環間之間隙的密封構件。

根據本發明之第九態樣，係提供一研磨裝置，其具有研磨墊，該研磨墊具有研磨表面；頂環本體，其架構成可將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份。該研磨裝置亦具有推桿(pushers)，其可操作成用於承接該基板及將該基板運送至該頂環本體；及晶圓研磨定位環磨損偵測器，其用於偵測該晶圓研磨定位環之磨損。該晶圓研磨定位環磨損偵測器係設置於該推桿中。

根據本發明，可基於組件之磨損量而決定是否正常地進行研磨。因此，能監視研磨製程，而沒有任何特別裝置。如此，基於該算術單元之決定，可保證該研磨係正常地進行。

再者，設置於該推桿中之磨損偵測器可直接測量該晶圓研磨定位環之磨損量，以藉此獲得精確之磨損量。因此，可更正確地決定研磨是否正常地進行。

根據本發明之第十態樣，係提供一能夠控制壓力之研磨裝置，其中晶圓研磨定位環係在此壓力下沿著該晶圓研

磨定位環之圓周方向壓按研磨表面。該研磨裝置具有研磨表面；頂環本體，其架構成可將基板壓抵靠著該研磨表面；及晶圓研磨定位環，其架構成可壓按該研磨表面。該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份。該晶圓研磨定位環包含壓力控制機構，其可操作成控制壓力，其中該晶圓研磨定位環在此壓力下壓按該研磨表面，以便沿著該晶圓研磨定位環之圓周方向產生不均勻的壓力分佈。

該壓力控制機構可包含圓環構件，其與該研磨表面接觸；複數個壓力室，其架構成可將該圓環構件壓抵靠著該研磨表面；及複數個通道，其用於供給獨立地控制壓力之流體至該複數個壓力室。另一選擇係，該壓力控制機構可包含下圓環構件，其具有上錐形表面及下表面，該下表面與該研磨表面接觸；及上圓環構件，其具有下錐形表面，該下錐形表面與該下圓環構件之上錐形表面接觸，以將施加至該下圓環構件之徑向力轉變成往下力。

再者，該壓力控制機構可包含下圓環構件，其具有上錐形表面及下表面，該下表面與該研磨表面接觸；上圓環構件，其具有下錐形表面，該下錐形表面與該下圓環構件之上錐形表面接觸，以將施加至該下圓環構件之徑向力轉變成往下力；至少一壓力室，其架構成可將該上圓環構件壓向該研磨表面；至少一通道，其用於將壓力控制之流體供給至該等至少一壓力室；及限制構件，其與該上圓環構件接觸，以便限制該上圓環構件之垂直移動。

該壓力控制機構可操作成控制該晶圓研磨定位環根據

該頂環本體之旋轉而壓按該研磨表面的壓力，以便於靜態系統中產生不變之不均勻的壓力分佈。該壓力控制機構可操作成控制該晶圓研磨定位環壓按該研磨表面的壓力，以致在該研磨表面之旋轉方向中位於下游之部份在比在該研磨表面之旋轉方向中位於上游之部份高的壓力下被壓按。

根據本發明，該壓力控制機構能沿著該晶圓研磨定位環之圓周方向產生不均勻的壓力分佈。譬如，可控制該晶圓研磨定位環壓按該研磨表面之壓力，以致在該研磨表面之旋轉方向中位於下游之部份在比在該研磨表面之旋轉方向中位於上游之部份高的壓力下被壓按。

根據本發明之第十一態樣，在此提供一頂環，用於固持基板並將該基板施壓抵靠於研磨平台上之研磨墊的研磨表面，該頂環包括：頂環本體，係組構成將基板施壓抵靠於該研磨表面；以及晶圓研磨定位環，係組構成按壓該研磨表面，該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份；其中，該晶圓研磨定位環包括：彈性膜，係成形為在該彈性膜中形成有壓力室，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；固持具，用於將該彈性膜固定在該頂環本體，該固持具係具有通道，而該壓力室係經由該通道與流體供應源連通；以及圓環構件，係藉由被供給有壓力流體於其中的該壓力室而被施壓抵靠於該研磨表面，該圓環構件可獨立於該研磨本體外地垂直移動。

根據本發明之第十二態樣，在此提供一基板之研磨裝

置，係包括：用以支持研磨墊於其上的研磨平台；及如申請專利範圍第1項的頂環。

根據本發明之第十三態樣，在此提供一基板之研磨方法，係在基板與研磨平台上之研磨墊的研磨表面之間提供滑動接觸，該方法包括：使研磨平台連同研磨墊一起旋轉；藉由頂環將該基板施壓抵靠於該研磨表面，同時藉由以彈性膜形成的壓力室將晶圓研磨定位環施壓抵靠於該研磨表面，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；在研磨該基板的期間，使該頂環連同該基板一起旋轉；藉由調整被供應至該壓力室之壓力流體的壓力，調整該晶圓研磨定位環抵靠於該研磨表面的施壓力。

根據本發明之第十四態樣，在此提供一研磨裝置，包括：研磨表面；及用以固持基板的頂環，該頂環具有用以固持該基板之周邊部分的晶圓研磨定位環；其中，該頂環包含：彈性膜，係具有壓力室形成於其中，該彈性膜可垂直地膨脹及收縮；通道，用以供應流體至該壓力室，以使該彈性膜垂直地膨脹或收縮；以及圓環構件，可依據該彈性膜之垂直移動而垂直地移動，使該圓環構件與該研磨表面接觸。

本發明之上述及其他目的、結構特徵、及優點將由以下之敘述配合附圖而變得明顯，該等圖式係例示說明本發明之較佳具體實施例。

#### 【實施方式】



下文將參考第 1 至 32 圖敘述根據本發明的研磨裝置之具體實施例。各圖式之相同或對應零件係標以相同或對應之元件符號，且在下文將不反複地敘述。

第 1 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第一具體實施例的研磨裝置 10。如第 1 圖中所示，該研磨裝置 10 具有研磨平台 12；頂環頭部 16，其連接至支撐軸桿 14 之上端；頂環軸桿 18，其安裝在該頂環頭部 16 之自由端；及頂環 20，其耦接至該頂環軸桿 18 之下端。於該說明範例中，該頂環 20 大體上係呈圓形平板之形式。

該研磨平台 12 係經由平台軸桿 12a 而耦接至一設置在該研磨平台 12 下方之馬達(未示出)。如此，該研磨平台 12 係可繞著該平台軸桿 12a 旋轉。如第 1 圖中所示，研磨墊 22 係附接至該研磨平台 12 之上表面。該研磨墊 22 之上表面 22a 形成研磨表面，以研磨半導體晶圓 W。

市場上有各種研磨墊。譬如，這些研磨墊之其中一些係 Rodel 公司所製之 SUBA800、IC-1000 及 IC-1000/SUBA400(雙層布料)與 Fujimi 公司所製之 Surfin xxx-5 及 Surfin 000。SUBA800、Surfin xxx-5 及 Surfin 000 係藉由胺基甲酸酯樹脂所接合之不織布，且 IC-1000 係由硬質泡沫聚氨基甲酸乙酯(單層)所製成。泡沫聚氨基甲酸乙酯係多小孔的，且具有形成在其表面中之大量細微的凹部或孔洞。

該頂環軸桿 18 係藉著馬達(未示出)之動作而旋轉。藉著該頂環軸桿 18 之旋轉，該頂環 20 係繞著該頂環軸桿 18

旋轉。再者，該頂環軸桿 18 係藉著垂直移動機構 24 垂直地移動。藉著該頂環軸桿 18 之垂直移動，該頂環 20 係相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。旋轉式接頭 25 係安裝在該頂環軸桿 18 之上端上。

該頂環 20 係架構成可將諸如一半導體晶圓 W 之基板固持在其下表面上。該頂環頭部 16 係可繞著該支撐軸桿 14 樞轉(迴轉)。如此，將半導體晶圓 W 固持在其下表面上之頂環 20 係藉著該頂環頭部 16 之樞轉式移動，而於該頂環 20 承接該半導體晶圓 W 之位置及該研磨平台 12 上方之位置之間移動。降低該頂環 20，以將該半導體晶圓 W 壓抵靠著該研磨墊 10 之表面(研磨表面)22a。在那時候，當該頂環 20 及該研磨平台 12 係分別旋轉時，由研磨液體供給噴嘴(未示出)供給研磨液體至該研磨墊 22 上，該研磨液體供給噴嘴係設置在該研磨平台 12 之上方。使該半導體晶圓 W 與該研磨墊 10 上之研磨表面 22a 呈滑動式接觸。如此，研磨半導體晶圓 W 之表面。

用於垂直地移動該頂環軸桿 18 及該頂環 20 之垂直移動機構 24 具有第一機架 28，其以使得該頂環軸桿 18 可經由軸承 26 而旋轉之方式支撐該頂環軸桿 18；滾珠螺桿 32，其以螺紋鎖入安裝在該第一機架 28 上之螺帽 30；第二機架 36，其以使得該滾珠螺桿 32 可經由軸承 34 而旋轉之方式支撐該滾珠螺桿 32；交流電伺服馬達 38，其設置在該第二機架 36 上；及氣壓缸 40，其支撐該第二機架 36。

該滾珠螺桿 32 係經由皮帶 42 而耦接至設置在該第二

機架 36 上之伺服馬達 38。該頂環軸桿 18 係架構成可隨同該第一機架 28 而垂直地移動。因此，當驅動該伺服馬達 38 時，係經由該滾珠螺桿 32 而將該第一機架 28 相對該第二機架 36 予以垂直地移動。結果，該頂環軸桿 18 及該頂環 20 係相對該第二機架 36 而垂直地移動。

該氣壓缸 40 係設置在該頂環頭部 16 之上表面上。該氣壓缸 40 具有可垂直移動桿 40a，以在其上端支撐該第二機架 36。該滾珠螺桿 32 係架構成可隨同該第二機架 36 而垂直地移動。因此，當該氣壓缸 40 之桿 40a 垂直地移動時，該第二機架 36 係相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。再者，該滾珠螺桿 32 及該第一機架 28 係相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。

該頂環頭部 16 具有向上延伸之導引軸桿 44。該導引軸桿 44 係插入至該第二機架 36。當該第二機架 36 垂直地移動時，該第二機架 36 係藉著該導引軸桿 44 所引導。該導引軸桿 44 在其上端具有止動器 44a。如此，當該第二機架 36 之上表面與該止動器 44a 接觸時，該第二機架 36 之向上移動係受到限制。

如第 1 圖中所示，該研磨裝置 10 具有距離測量感測器 46，其具有位置偵測器之作用，用於偵測自該頂環頭部 16 至該第一機架 28 之下表面（亦即該第一機架 28 之位置）的距離。該距離測量感測器 46 偵測該第一機架 28 之位置，以便偵測該頂環 20 之位置。再者，該研磨裝置 10 具有控制器 47，其可操作成控制該研磨裝置 10 中之各種裝置，

包含該距離測量感測器 46、該伺服馬達 38、及該氣壓缸 40。該控制器 47 包含儲存裝置及電腦可讀取之媒體，該媒體具有記錄在其中的程式，用於控制該研磨裝置 10。

當半導體晶圓 W 係以如此製成之研磨裝置 10 研磨時，該研磨墊 22 係因修整及研磨而磨損。因此，該研磨墊 22 之厚度係連續地變化。於此情況中，為了防止在半導體晶圓 W 的表面上之表面壓力分佈根據該研磨製程之進展而變化，於研磨期間，應該要在該頂環 20 及該研磨墊 22 的表面之間維持不變之距離。如此，為了於該頂環 20 及該研磨墊 22 的表面之間維持不變之距離，需要偵測該研磨墊 22 之表面的高度(或位置)，及調整該頂環 20 對於每一批半導體晶圓(例如 25 片半導體晶圓)所降低之位置。此偵測該研磨墊 22 之表面高度(或位置)的程序係稱為研磨墊搜尋程序。

在本具體實施例中，當該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之研磨表面 22a 接觸時，該頂環 20 之位置係儲存於該儲存裝置中。該研磨墊 22 的研磨表面 22a 之高度係基於該頂環 20 之儲存位置而偵測。具體而言，於墊片搜尋程序期間，如第 2 圖所示，該氣壓缸 40 之桿 40a 係降低，以致該第二機架 36、該滾珠螺桿 32、該第一機架 28、該頂環軸桿 18、及該頂環 20 係由於重力而降低。如此，當該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之表面 22a 接觸時，停止降低該頂環 20。在那時候，該距離測量感測器 46 偵測該第一機架 28 之位置，以基於該第一機架 28 之偵測位置而獲得

該研磨墊 22 的表面 22a 之高度。該控制器 47 操作設置在其中之算術單元(位置計算器)，以便基於該研磨墊 22 的表面 22a 之高度計算該頂環 20 之研磨半導體晶圓 W 的最佳位置。該頂環 20 所計算最佳位置係儲存於該儲存裝置中。

當研磨半導體晶圓 W 時，該伺服馬達 38 係在第 1 圖中所示狀態中驅動。如此，該第一機架 28 及固持該半導體晶圓 W 之頂環 20 係如第 3 圖所示降低。在那時候，該控制器 47 係控制該伺服馬達 38，當該頂環 20 抵達該計算之最佳位置時，並停止該伺服馬達 38。固持在該頂環 20 的下表面上之半導體晶圓 W 係壓抵靠著該研磨墊 22 並在該經計算之最佳位置被研磨。於此情況中，當已藉著該距離測量感測器 46 偵測及確認該第一機架 28 之位置時，可降低該第一機架 28 及該頂環 20。該距離測量感測器 46 可包括任何型式之感測器，包含雷射感測器、超音波感測器、渦電流感測器、及光學尺感測器。

如上面所述，利用本具體實施例中具有伺服馬達 38 及該滾珠螺桿 32 的滾珠螺桿機構，可正確地將該頂環 20 移動至由墊片搜尋程序所計算之最佳位置。因此，可於使得該頂環 20 及該研磨墊 22 之間維持不變距離之狀態中研磨半導體晶圓 W。

第 4 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第二具體實施例的研磨裝置 110。如第 4 圖中所示，於本具體實施例之研磨裝置 110 中，該頂環軸桿 18 係藉著垂直移動機構 124 而可相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。該垂直移動機

構 124 具有第一機架 128，其以使得該頂環軸桿 18 經由一軸承 126 而可旋轉之方式支撐該頂環軸桿 18；滾珠螺桿 132，其以螺紋鎖入安裝在該第一機架 128 上之螺帽 130；第二機架 136，其固定在該頂環頭部 16 上；及交流電伺服馬達 138，其設置在該第二機架 136 上，用於轉動該滾珠螺桿 132。該控制器 47 包含電流偵測器，用於偵測流經該伺服馬達 138 之電流。該控制器 47 包含儲存裝置及電腦可讀取之媒體，該媒體具有記錄在其中之程式，用於控制該研磨裝置 10。

該頂環軸桿 18 係架構成可隨同該第一機架 128 而垂直地移動。因此，當驅動該伺服馬達 138 時，係經由該滾珠螺桿 132 而相對該頂環頭部 16 垂直地移動該第一機架 128。結果，該頂環軸桿 18 及該頂環 20 係相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。

在本具體實施例中，如同該第一具體實施例，當該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之研磨表面 22a 接觸時，藉著偵測該頂環 20 之位置而施行墊片搜尋程序。在本具體實施例中之墊片搜尋程序係在沒有距離測量感測器之情形下施行。具體而言，於墊片搜尋程序期間，係驅動該伺服馬達 138 以降低該頂環 20，同時藉由編碼器計算迴轉圈數。如第 5 圖所示，當該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之表面 22a 接觸時，會增加該伺服馬達 138 上之負載。因此，亦增加流經該伺服馬達 138 之電流。該控制器 47 中之電流偵測器偵測流經該伺服馬達 138 之電流，當偵測到大電流

時，判定該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之表面 22a 接觸。在已判定該頂環 20 之下表面與該研磨墊 22 之表面 22a 接觸之後，基於該伺服馬達 138 之編碼器的計數值，該控制器 47 計算頂環 20 降低之距離。該頂環 20 所降低之距離係儲存於該儲存裝置中。基於該頂環 20 所降低之距離，獲得該研磨墊 22 的表面 22a 之高度。該控制器 47 操作算術單元(位置計算器)，以便基於該研磨墊 22 的表面 22a 之高度計算該頂環 20 之研磨半導體晶圓的最佳位置。

當研磨半導體晶圓 W 時，在第 4 圖所示狀態中驅動該伺服馬達 138，以便降低該第一機架 128 及該頂環 20。在那時候，該控制器 47 係控制該伺服馬達 138，當該頂環 20 抵達該計算之最佳位置時並停止該伺服馬達 138。固持在該頂環 20 的下表面上之半導體晶圓 W 係壓抵靠著該研磨墊 22 而在該計算之最佳位置被研磨。

在本具體實施例中，該頂環 20 係於墊片搜尋程序期間固持半導體晶圓 W。於該第一具體實施例中，亦可在使得該頂環 20 固持半導體晶圓 W 之狀態中施行墊片搜尋程序。於任一情況中，當施行墊片搜尋程序時，較宜使用假性晶圓(dummy water)而非產品晶圓。當於墊片搜尋程序期間使用假性晶圓時，不會曝露該頂環 20 之下表面。因此，防止附接至該頂環 20 之下表面的組件與該研磨墊 22 直接接觸。如此，可防止研磨漿(研磨液體)附接至這些組件。

再者，較佳的，該伺服馬達 138 能夠改變該馬達之最大電流。以此伺服馬達，譬如，將該馬達之最大電流於墊

片搜尋程序期間設定為大約百分之 5。當該頂環 20 之下表面或該半導體晶圓(測試晶圓)W 之表面與該研磨墊 22 接觸時，防止極大負載被強加於該半導體晶圓(測試之晶圓)W、該頂環 20、該研磨墊 22 等上。於此情況中，如果能夠基於降低該頂環 20 之時間、或基於降低該頂環 20 之距離，預測該頂環 20 何時被帶入與該研磨墊 22 造成接觸，則較佳是，在該頂環 20 與該研磨墊 22 接觸之前，減少該伺服馬達 138 之最大電流。此操作係防止該頂環 20 之下表面或該半導體晶圓 W 受損。

第 6 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第三具體實施例的研磨裝置 210。如第 6 圖所示，於本具體實施例中之研磨裝置 210 具有雷射距離測量感測器 246，其用於偵測該研磨墊 22 之高度；研磨液體之供給噴嘴 251，其用於供給研磨漿(研磨液體)250 至該研磨墊 22 上；及射出噴嘴 252，其用於朝向該研磨墊 22 之表面射出氮氣或空氣，以吹離該研磨墊 22 之研磨漿 250。該距離測量感測器 246 可包括超音波距離測量感測器。

以此配置，係藉著氮氣或空氣之射出而由該研磨墊 22 移去該研磨漿 250。能由該雷射距離測量感測器 246 施加雷射至移去該研磨漿 250 之測量部份。因此，由於該雷射在該研磨墊 22 上之研磨漿或水上不會被反射，故可正確地偵測至該研磨墊 22 之距離。結果，基於至該研磨墊 22 之表面的測量距離，能於該半導體晶圓 W 及該研磨墊 22 之間維持不變之距離。



於上述之具體實施例中，係對於每一批半導體晶圓藉著偵測該頂環 20 之高度(位置)而施行墊片搜尋程序。然而，該墊片搜尋程序不限於此範例。譬如，當產品晶圓不應被用於墊片搜尋程序、或因為一些理由而不能製備假性晶圓時，則能藉著修整器施行墊片搜尋程序之部份，其中該修整器係用於修整(調整)研磨墊之研磨表面。

第 7 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第四具體實施例的研磨裝置之部份。第 7 圖主要顯示修整器 50，其具有施行墊片搜尋程序之功能。氣壓缸 53 係附接至該修整器 50 之修整器頭部 52。該修整器 50 係藉著該氣壓缸 53 之動作而壓抵靠著該研磨墊 22。

該研磨墊 22 之厚度的變化係藉著使用該修整器 50 所測量。於此情況中，由於研磨墊具有不同厚度，故當以新的墊片替換研磨墊時，藉著使用該頂環 20 施行墊片搜尋程序。在那時候，附接至該頂環 20 之下表面的組件(例如彈性隔膜)係與該研磨墊 22 直接接觸，而沒有藉著該頂環 20 所固持之產品晶圓或假性晶圓，這是因為尚未使用之研磨墊不會對此等組件造成任何問題。

該修整器 50 之修整器頭部 52 具有距離測量感測器 54。藉由該距離測量感測器 54 所偵測之變化係用於跟隨該研磨墊 22 之對於每一半導體晶圓及對於每一批半導體晶圓之研磨製程的磨損。具體而言，該距離測量感測器 54 係偵測該修整器 50 之最初垂直位置及該修整器 50 的測量垂直位置間之差異，以決定該研磨墊 22 之磨損量。該研磨墊

22 之磨損量係送至該控制器 47。該研磨墊 22 之總磨損量係根據：替換該研磨墊時以該頂環 20 所施行的墊片搜尋程序之結果、及藉著該修整器 50 所偵測之研磨墊 22 的厚度變化所決定。控制該頂環 20 之高度，以便跟隨該研磨墊 22 之總磨損量。當如此以該修整器 50 測量該研磨墊 22 之厚度的變化時，與以該頂環 20 對於每一批半導體晶圓（例如 25 片半導體晶圓）施行墊片搜尋程序之情況中作比較時，能增加產量。

其次，將在下面詳細地敘述適合用作第一至第四具體實施例中之頂環 20 之頂環。第 8 至 10 圖係橫截面視圖，其沿著該頂環 20 之複數徑向方向顯示該頂環 20 之範例。

如第 8 至 10 圖中所示，該頂環 20 具有呈圓板形式之上構件 300；晶圓研磨定位環 302，其附接至該上方構件 300 之周邊部份；中介構件 304，其附接至該上方構件 300 之下表面；及下構件 306，其附接至該中介構件 304 之下表面。該上構件 300 係藉著螺絲 308 而連接至該頂環軸桿 18。再者，如第 10 圖中所示，該中介構件 304 係藉著螺絲（拴牢構件）310 固定至該上方構件 300，且該下方構件 306 係藉著螺絲（拴牢構件）312 固定至該上構件 300。此等拴牢構件不限於螺栓。

該頂環 20 具有附接至該下構件 306 之下表面的彈性隔膜 314。該彈性隔膜 314 與由該頂環 20 所固持的半導體晶圓之後面接觸。該彈性隔膜 314 係藉著徑向地朝外設置之邊緣固持具 316、及徑向地設置在該邊緣固持具 316 內側

之環狀波浪形固持具 318 而固持在該下構件 306 之下表面上。該邊緣固持具 316 及該波浪狀固持具 318 係分別藉著止動器 320 及 322 而固持在該下構件 306 之下表面上。該彈性隔膜 314 係由極強固及耐久之橡膠材料(諸如乙丙橡膠(EPDM)、聚氨基甲酸乙酯橡膠、矽酮橡膠)等所製成。

該彈性隔膜 314 具有界定在其中心部份之開口 314a。如第 8 圖所示,該下構件 306 具有與該開口 314a 相通之通道 324。該下構件 306 之通道 324 係連接至流體供給來源(未示出)。如此,加壓流體係經過該通道 324 而供給至該彈性隔膜 314 之中心部份。再者,該通道 324 係選擇性地連接至真空幫浦(未示出)。當該真空幫浦運作時,藉著吸力將半導體晶圓吸引至該下構件 306 之下表面。

該波浪狀固持具 318 具有扣爪 318b 及 318c,用於在該下構件 306 之下表面上固持該彈性隔膜 314 之波浪狀部分 314b 及 314c。該波浪狀固持具 318 具有與波浪狀室相通之通道 326,該波浪狀室係藉由該彈性隔膜 314 之波浪狀部分 314b 及 314c 所形成。如第 10 圖所示,該下構件 306 具有與該波浪狀固持具 318 之通道 326 相通的通道 328。該中介構件 304 具有與該下構件 306 的通道 328 相通之通道 330。在該下構件 306 之通道 328 及該中介構件 304 的通道 330 間之連接部份設置 O 形環 332 作為密封構件。該波浪狀固持具 318 之通道 326 係經由該下構件 306 之通道 328 及該中介構件 304 之通道 330 而連接至流體供給來源(未示出)。如此,加壓流體係經過該等通道 330、328 及

326 而供給至該彈性隔膜 314 之波浪狀室。

如第 10 圖所示，該邊緣固持具 316 具有扣爪 316d 及 316e，用於在該下構件 306 之下表面上固持該彈性隔膜 314 之邊緣 314d 及 314e。該邊緣固持具 316 具有通道 334，其與由該彈性隔膜 314 之邊緣 314d 及 314e 所形成的邊緣室相通。該下構件 306 具有與該邊緣固持具 316 的通道 334 相通之通道 336。該中介構件 304 具有與該下構件 306 的通道 336 相通之通道 338。在該下構件 306 之通道 336 及該中介構件 304 的通道 338 間之連接部份設置 O 形環 340 作為密封構件。該邊緣固持具 316 之通道 334 係經由該下構件 306 之通道 336 及該中介構件 304 之通道 338 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 338、336 及 334 而供給至該彈性隔膜 314 之波浪狀室。

如第 9 圖所示，該彈性隔膜 314 具有位於該波浪狀固持具 318 及該邊緣固持具 316 間之開口 314f。該下構件 306 具有與該開口 314f 相通之通道 342。該中介構件 304 具有與該下構件 306 的通道 342 相通之通道 344。在該下方構件 306 之通道 342 及該中介構件 304 的通道 344 間之連接部份設置 O 形環 346 作為密封構件。該下構件 306 之通道 342 係經由該中介構件 304 之通道 344 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 344 及 342 而供給至該彈性隔膜 314 之外側部份。再者，該通道 342 係選擇性地連接至真空幫浦(未示出)。當該真空幫浦係運作時，藉著吸力將半導體晶圓吸引至該下構件 306 之下表

面。

如上所述，使用本具體實施例中之頂環 20 時，藉著調整供給至該彈性隔膜 314 之個別部份（亦即該中心部份、該波浪狀室、該外側部份、及該彈性隔膜 314 之邊緣室）之流體的壓力，可在該半導體晶圓之局部區域調整將半導體晶圓壓抵靠著該研磨墊 22 之壓按力量。

該中介構件 304 具有形成在其周邊部份之清洗液體通道 348。該中介構件 304 之清洗液體通道 348 係連接至清洗液體供給來源（未示出）。如此，清洗液體係經過該清洗液體通道 348 而供給至該晶圓研磨定位環 302 及該中介構件 304 間之空間。

如第 9 圖所示，該邊緣固持具 316 具有設在其上部之鉤子 316a。用於固持該邊緣固持具 316 之各個止動器 320 係圓柱形，且具有設在其下端之嚙合部份 320a。如第 11 圖所示，複數個止動器 320 係沿著該頂環 20 之圓周方向在相等間隔下配置。第 12A 至 12C 圖顯示該止動器 320 之細節。第 12A 圖係平面圖，第 12B 圖係垂直橫截面視圖，及第 12C 圖係仰視圖。

如第 12C 圖所示，該嚙合部份 320a 係局部形成在該止動器 320 之圓周方向中。該嚙合部份 320a 在其相向兩側面上具有錐形部份 T。每一錐形部份 T 係沿著該止動器 320 之圓周方向逐漸地加厚。如此，當旋轉該止動器 320 時，該止動器 320 之嚙合部份 320a 係與該邊緣固持具 316 之鉤子 316a 逐漸地嚙合。最後，該邊緣固持具 316 之鉤子 316a

係藉著該止動器 320 之嚙合部份 320a 而固定至該下構件 306 上。該止動器 320 具有形成在其上表面上之溝槽 320b，以便使旋轉工具能插入該止動器 320 之溝槽 320b。如此，操作員能藉由在該下構件 306 之上方使用該旋轉工具，而將該彈性隔膜 314 附接在該下方構件 306 上，及由該下方構件 306 卸除該彈性隔膜 314。

相同地，該波浪狀固持具 318 具有設置在上部之鉤子 318a。用於固持該波浪狀固持具 318 之每一止動器 322 係圓柱形的，且具有設置在其下端之嚙合部份 322a。該嚙合部份 322a 係局部地形成在該止動器 322 之圓周方向中。該嚙合部份 322a 在其相向兩側上具有錐形部份。每一錐形部份係沿著該止動器 322 之圓周方向逐漸地加厚。如此，當旋轉該止動器 322 時，該止動器 322 之嚙合部份 322a 與該波浪狀固持具 318 之鉤子 318a 逐漸地嚙合。最後，該波浪狀固持具 318 之鉤子 318a 係藉著該止動器 322 之嚙合部份 322a 而固定至該下方構件 306 上。該止動器 322 具有形成在其上表面上之溝槽 322b，以便使旋轉工具能插入該止動器 322 之溝槽 322b。如此，操作員能藉由在該下方構件 306 之上方使用該旋轉工具，而將該彈性隔膜 314 附接在該下方構件 306 上，及由該下方構件 306 卸除該彈性隔膜 314。

O 形環 350 及 352 係分別附接至該等止動器 320 及 322。該等 O 形環 350 及 352 係密封供給至該彈性隔膜 314 之邊緣室及波浪狀室之加壓流體。

該晶圓研磨定位環 302 具有固持半導體晶圓之周邊的

作用。如第 8 圖所示，該晶圓研磨定位環 302 具有缸體 400；固持具 402，其附接至該缸體 400 之上部；彈性隔膜 404，其藉著該固持具 402 而固持於該缸體 400 中；活塞 406，其連接至該彈性隔膜 404 之下端；及圓環構件 408，其係藉著該活塞 406 而往下壓。關上該缸體 400 之上端。該彈性隔膜 404 係由極強固及耐久之橡膠材料，諸如乙丙橡膠橡膠(EPDM)、聚氨基甲酸乙酯橡膠、矽酮橡膠等所製成。

該固持具 402 具有與藉由該彈性隔膜 404 所形成的壓力室 410 相通之通道 412。該氣壓缸 400 具有形成在其上部之通道 414。該缸體 400 之通道 414 與該固持具 402 之通道 412 相通。該上構件 300 具有與該缸體 400 的通道 414 相通之通道 416。該固持具 402 之通道 412 係經由該缸體 400 之通道 414 及該上構件 300 之通道 416 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 416、414 及 412 供給至該壓力室 410。因此，藉著調整待供給至該壓力室 410 的流體之壓力，該彈性隔膜 404 可膨脹及收縮，以便垂直地移動該活塞 406。如此，該晶圓研磨定位環 302 之圓環構件 408 可在想要之壓力下壓抵靠著該研磨墊 22。

於所示範例中，該彈性隔膜 404 係採用以具有彎曲部份的彈性隔膜所形成之滾動膜片。當改變藉由該滾動膜片所界定的壓力室中之內部壓力時，該滾動膜片之彎曲部份會滾動，以便加寬該壓力室。該隔膜不與外側組件呈滑動式接觸，且當加寬該壓力室時幾乎不會膨脹及收縮。因此，

可大幅地減少由於滑動式接觸之摩擦，並可延長該隔膜之使用壽命。

以上述之配置，縱使該晶圓研磨定位環 302 之圓環構件 408 被磨損，亦可僅降低該晶圓研磨定位環 302。因此，縱使該晶圓研磨定位環 302 之圓環構件 408 已磨損，亦能於該下構件 306 及該研磨墊 22 之間維持不變之距離。再者，由於與該研磨墊 22 接觸之圓環構件 408 及該缸體 400 係藉著該可變形之彈性隔膜 404 所連接，故沒有因偏置負載而產生彎曲力矩。因此，藉著該晶圓研磨定位環 302，表面壓力可為均勻的，且該晶圓研磨定位環 302 變得更適合順著該研磨墊 22。

如第 11 圖所示，該圓環構件 408 具有複數個垂直延伸之 V 字形溝槽 418。該 V 字形溝槽 418 係在相等間隔下形成於該圓環構件 408 之內部表面中。再者，複數個栓銷 349 由該下構件 306 之周邊部份徑向朝外地突出。配置該等栓銷 349，以便與該圓環構件 408 之 V 字形溝槽 418 啮合。該等栓銷 349 係可在該 V 字形溝槽 418 內相對該圓環構件 408 而垂直地滑動。該等栓銷 349 允許該頂環 20 之旋轉經由該上構件 300 及該下構件 306 而傳送至該圓環構件 408，以便一體地旋轉該頂環 20 及該圓環構件 408。此配置防止該彈性隔膜(滾動膜片)404 之扭轉，且允許該圓環構件 408 於研磨期間均勻及平滑地壓抵靠著該研磨表面 22。再者，可延長該彈性隔膜 404 之使用壽命。

如上所述，壓按半導體晶圓之壓按力係藉由待供給至



該中心部份、該波浪狀室、該外側部份、及該彈性隔膜 314 之邊緣室的流體之壓力所控制。因此，該下構件 306 於研磨期間應位於向上地遠離該研磨墊 22 的位置。然而，如果該晶圓研磨定位環 302 有磨損，該半導體晶圓及該下構件 306 間之距離則有變化，而改變該彈性隔膜 314 之變形方式。因此，在該半導體晶圓上之表面壓力分佈亦會變化。該表面壓力分佈之此變化會造成研磨半導體晶圓之不穩定輪廓。

於所示範例中，由於該晶圓研磨定位環 302 可獨立於該下構件 306 之外而垂直移動，故於該半導體晶圓及該下構件 306 之間能維持不變之距離，縱使該晶圓研磨定位環 302 之圓環構件 408 已磨損。因此，被研磨之半導體晶圓的輪廓能保持穩定。

於所示範例中，當該彈性隔膜 314 係以新的薄膜替換時，不需要從該頂環軸桿 18 移去該全部頂環 20。具體而言，當從該下方構件 306 卸除該彈性隔膜 314 時，首先移除該螺絲 312(看第 10 圖)，以從該上構件 300 及該中介構件 304 卸除該下構件 306。然後，將旋轉工具插入形成在該止動器 320 之頂部的溝槽 320b(看第 9 圖)，以旋轉該止動器 320。如此，將該邊緣固持具 316 之鉤子 316a 從該止動器 320 之嚙合部份 320a 解開。因此，可將該邊緣固持具 316 從該下構件 306 輕易地卸除。同樣地，將旋轉工具插入形成在該止動器 322 之頂部的溝槽 322b，以旋轉該止動器 322。如此，將該波浪狀固持具 318 之鉤子 318a 從該止

動器 322 之嚙合部份 322a 解開。因此，可將該波浪狀固持具 318 從由該下構件 306 卸除。

當該邊緣固持具 316 及該波浪狀固持具 318 係以上述之方式而從該下構件 306 被卸除時，可將已藉著該邊緣固持具 316 及該波浪狀固持具 318 所固持之彈性隔膜 314 從該下構件 306 輕易地卸除。該彈性隔膜 314 可藉著上述之反操作輕易地附接至該下方構件 306。

由於在該下方構件 306 之通道及該中介構件 304 的通道間之連接部份設置該 O 形環 332、340 及 346 作為密封構件，該下構件 306 及該中介構件 304 可於下述狀態中彼此連接，亦即使得當鎖緊該螺絲 312 時這些通道能可靠地密封的狀態。因此，管子之特定拔出及插入不需要以新的隔膜替換該彈性隔膜 314。

於所示範例中，該彈性隔膜 314 係設置成可使其大體上與該半導體晶圓之整個表面接觸。然而，該彈性隔膜 314 亦可與半導體晶圓之最少一部份接觸。

第 13 圖係放大之橫截面視圖，其顯示第 8 圖所示頂環 20 之變化。在第 13 圖所示範例中，環狀密封構件 420 係設置於該晶圓研磨定位環 302 及該下方構件 306 之間。該密封構件 420 防止研磨液體被導入至該頂環 20 之內部，且亦防止外來物質從該頂環 20 之內部排出。該密封構件 420 係由柔軟之材料所製成，且能根據該晶圓研磨定位環 302 及該下方構件 306 之垂直移動而變形。

第 14 圖係示意圖，其顯示根據本發明之第五具體實施

例的研磨裝置 510。如第 14 圖所示，該研磨裝置 510 具有研磨平台 12；頂環頭部 16，其連接至支撐軸桿 14 之上端；頂環軸桿 18，其安裝在該頂環頭部 16 之自由端；及頂環 20，其耦接至該頂環軸桿 18 之下端。於所示範例中，該頂環 20 大體上係呈圓板之形式。

該研磨平台 12 係經由平台軸桿 12a 而耦接至設置在該研磨平台 12 下方之馬達(未示出)。如此，該研磨平台 12 係可繞著該平台軸桿 12a 旋轉。如第 14 圖所示，研磨墊 22 係附接至該研磨平台 12 之上表面。該研磨墊 22 之上表面 22a 形成研磨表面，以研磨半導體晶圓 W。

市場上有各種研磨墊。譬如，這些研磨墊中之數種型式係 Rodel 公司所製成之 SUBA800、IC-1000 及 IC-1000/SUBA400(雙層布料)，與 Fujimi 公司所製成之 Surfin xxx-5 及 Surfin 000。SUBA800、Surfin xxx-5 及 Surfin 000 係藉由胺基甲酸酯樹脂所接合之不織布，且 IC-1000 係由硬質泡沫聚氨基甲酸乙酯(單層)所製成。泡沫聚氨基甲酸乙酯係多小孔的，且具有形成在其表面中之大量細微的凹部或孔洞。

該頂環軸桿 18 係藉著馬達(未示出)之動作所旋轉。藉著該頂環軸桿 18 之旋轉，該頂環 20 係繞著該頂環軸桿 18 旋轉。再者，該頂環軸桿 18 係藉著垂直移動機構 24 而垂直地移動。藉著該頂環軸桿 18 之垂直移動，該頂環 20 係相對該頂環頭部 16 而垂直地移動。旋轉式接頭 25 係安裝在該頂環軸桿 18 之上端上。

該頂環 20 具有頂環本體 500，用於將諸如半導體晶圓 W 之基板固持在其下表面上，且將該基板壓抵靠著該研磨墊 22；及晶圓研磨定位環 502，其用於壓按該研磨墊 22。該晶圓研磨定位環 502 係設置在該頂環本體 500 之周邊部份。該頂環頭部 16 係可繞著該支撐軸桿 14 樞轉(迴轉)。如此，用於將半導體晶圓 W 固持在其下表面上之頂環 20 係藉著該頂環頭部 16 之樞轉式移動，而於該頂環 20 承接該半導體晶圓 W 之位置及該研磨平台 12 上方之位置之間移動。降低該頂環 20，以將該半導體晶圓 W 壓抵靠著該研磨墊 10 之表面(研磨表面)22a。在那時候，當該頂環 20 及該研磨平台 12 係分別旋轉時，研磨液體係從研磨液體之供給噴嘴(未示出)供給至該研磨墊 22 上，其中該研磨液體之供給噴嘴係設置在該研磨平台 12 之上方。使該半導體晶圓 W 與該研磨墊 10 上之研磨表面 22a 呈滑動式接觸。如此，研磨該半導體晶圓 W 之表面。

用於垂直地移動該頂環軸桿 18 及該頂環 20 之垂直移動機構 124 係具有第一機架(橋接器)28，其以使得該頂環軸桿 18 可經由軸承 126 旋轉之方式支撐該頂環軸桿 18；滾珠螺桿 32，其以螺紋鎖入安裝在該第一機架 128 上之螺帽 130；第二機架(支撐架台)136，其以柱桿 135 所支撐；交流電伺服馬達 138，其設置在該第二機架 136 上。支撐該伺服馬達 138 之第二機架 136 係經由該等柱桿 135 而固定至該頂環頭部 16。

該滾珠螺桿 132 係耦接至該伺服馬達 138。該頂環軸

桿 18 係架構成可隨同該第一機架 128 垂直地移動。因此，當驅動該伺服馬達 138 時，係經由該滾珠螺桿 132 垂直地移動該第一機架 128。結果，該頂環軸桿 18 及該頂環 20 係垂直地移動。該研磨裝置 510 具有控制器 47，其可操作成控制該研磨裝置 510 中之各種裝置(包含伺服馬達 38)。該控制器 47 包含儲存裝置及電腦可讀取之媒體，該媒體具有記錄在其中的程式，用於控制該研磨裝置 10。

如第 14 圖所示，該研磨裝置 510 具有修整單元 540，用於在該研磨平台 12 上修整該研磨表面 22a。該修整單元 540 包含修整器 50，其與該研磨表面 22a 呈滑動式接觸；修整器軸桿 51，該修整器 50 係連接至該軸桿；氣壓缸 53，其設置在該修整器軸桿 51 之上端；及迴轉支臂 55，其可旋轉地支撐該修整器軸桿 51。該修整器 50 具有修整構件 50a，其附接在該修整器 50 之下部上。該修整構件 50a 具有呈針狀突起部形式之鑽石微粒。這些鑽石微粒係附接在該修整構件 50a 之下部。該氣壓缸 53 係設置在支撐架台 57 上，該支撐架台係藉著柱桿 56 所支撐。該等柱桿 56 係固定至該迴轉支臂 55。

該迴轉支臂 55 係可藉著馬達(未示出)之動作繞著該支撐軸桿 58 樞轉(迴轉)。該修整器軸桿 51 係可藉著馬達(未示出)之動作旋轉。如此，該修整器 50 係藉著修整器軸桿 51 之旋轉而繞著該修整器軸桿 51 旋轉。該氣壓缸 53 經由該修整器軸桿 51 而垂直地移動該修整器 50，以便在預定之壓按力下將該修整器 50 壓抵靠著該研磨墊 22 之研磨

表面 22a。

研磨表面 22a 在該研磨墊 22 上之修整操作係施行如下。該修整器 50 係藉著該氣壓缸 53 壓抵靠著該研磨表面 22a。同時，從純水供給噴嘴(未示出)供給純水至該研磨表面 22a 上。在該狀態，該修整器 50 係繞著該修整器軸桿 51 旋轉，且該修整構件 50a 之下表面(鑽石微粒)與該研磨表面 22a 接觸。如此，該修整器 50 移去一部份研磨墊 22，以便修整該研磨表面 22a。

本具體實施例中之研磨裝置 510 利用該修整器 50，以測量該研磨墊 22 之磨損量。具體而言，該修整單元 540 包含位移感測器(研磨墊磨損偵測器)60，用於測量該修整器 50 之位移。該位移感測器 60 係設置在該迴轉支臂 55 之上表面上。標板 61 係固定至該修整器軸桿 51。該標板 61 係藉著該修整器 50 之垂直移動而垂直地移動。該位移感測器 60 係插入至該標板 61 之孔洞。該位移感測器 60 係測量該標板 61 之位移，以測量該修整器 50 之位移。該位移感測器 60 可包括任何型式之感測器，包含雷射感測器、超音波感測器、渦電流感測器、及光學尺感測器。

在本具體實施例中，該研磨墊 22 之磨損量係測量如下。首先，操作該氣壓缸 53，以將該修整器 50 與未使用的研磨墊 22 之研磨表面 22a 接觸。在該狀態，該位移感測器 60 測量該修整器 50 之最初位置，且於該控制器(算術單元)47 之儲存裝置中儲存該最初位置。在對一或多片半導體晶圓 W 完成研磨處理之後，使該修整器 50 與該研磨表面

22a 接觸。在該狀態，測量該修整器 50 之位置。由於該修整器 50 之位置係因該研磨墊 22 之磨損量而往下移位，故在研磨之後，該控制器 47 計算該修整器 50 的最初位置及測量位置間之差，以獲得該研磨墊 22 之磨損量。如此，基於該修整器 50 之位置而計算該研磨墊 22 之磨損量。

於該控制器 47 中，該研磨墊 22 之總磨損量係與預設值作比較。如果該研磨墊 22 之總磨損量超過該預設值，則由該控制器 47 送出指示應該要替換該研磨墊 22 之信號。用於研磨製程或研磨製程組之研磨墊 22 之磨損量(研磨量)係儲存於該控制器 47 中，以致該磨損量之變化能藉著該控制器 47 所監視。於此情況中，可藉由該控制器 47 改變該修整器 50 之操作配方(諸如修整時間、該修整器 50 之旋轉速度、及將該修整器 50 壓抵靠著該研磨墊 22 之壓按力的修整條件)，以對每一研磨製程或每一組研磨製程維持該研磨墊 22 之不變磨損量。

基於該研磨墊 22 之磨損量，該控制器 47 控制該伺服馬達 138，以使該頂環 20 及該研磨墊 22 的研磨表面 22a 間之距離係等於預定值。具體而言，該控制器 47 係基於該研磨墊 22 之磨損量(該研磨表面 22a 之位移)計算該頂環 20 之最佳位置，以研磨半導體晶圓，且將該最佳位置儲存於該儲存裝置中。當研磨半導體晶圓 W 時，該伺服馬達 138 係於第 14 圖所示狀態中被驅動，以便降低該第一機架 128 及固持該半導體晶圓 W 之頂環 20。在那時候，該控制器 47 控制該伺服馬達 138，並當該頂環 20 抵達該計算之最佳位

置時，停止該伺服馬達 138。固持在該頂環 20 的下表面上之半導體晶圓 W 係壓抵靠著該研磨墊 22，而在該經計算之最佳位置被研磨。

其次，適合用作該第五具體實施例中的頂環 20 之頂環將在下面詳細地敘述。第 15 至 18 圖係橫截面視圖，其沿著該頂環 20 之複數個徑向方向顯示該頂環 20 的範例。第 19 圖係平面圖，其顯示第 15 至 18 圖中所示之下構件。

如第 15 至 18 圖中所示，該頂環 20 具有頂環本體 500，其用於將半導體晶圓 W 壓抵靠著該研磨表面 22a；及晶圓研磨定位環 502，其用於直接壓按該研磨表面 22a。該頂環本體 500 包含呈圓板形式之上構件 600；中介構件 604，其附接至該上構件 600 之下表面；及下構件 606，其附接至該中介構件 604 之下表面。

該晶圓研磨定位環 502 係附接至該上構件 600 之周邊部份。該上構件 600 係藉著螺栓 608 而連接至該頂環軸桿 18。再者，該中介構件 604 係藉著螺栓(未示出)而固定至該上方構件 600，且該下構件 606 係藉著螺栓(未示出)而固定至該上構件 600。包含該上構件 600、該中介構件 604、及該下構件 606 之頂環本體 500 係由諸如工程塑膠(例如聚芳醚酮“PEEK”)之樹脂所製成。

該頂環 20 具有附接至該下構件 606 之下表面的彈性隔膜 614。使該彈性隔膜 614 與由該頂環 20 所固持的半導體晶圓之後面接觸。藉著徑向地朝外設置之邊緣固持具 616、及徑向地朝該邊緣固持具 616 內側設置之環狀波浪形固持



具 618 及 619，該彈性隔膜 614 係被固持在該下構件 606 之下表面上。該彈性隔膜 614 係由諸如乙丙橡膠橡膠 (EPDM)、聚氨基甲酸乙酯橡膠、矽酮橡膠之高強固及耐久之橡膠材料等所製成。

該邊緣固持具 616 係藉著該波浪狀固持具 618 所固持，且該波浪狀固持具 618 係藉著複數止動器 620 而被固持在該下構件 606 之下表面上。該波浪狀固持具 619 係藉著複數個止動器 622 而被固持在該下方構件 606 之下表面上。如第 19 圖中所示，該等止動器 620 及該等止動器 622 係在相等間隔下沿著該頂環 20 之圓周方向配置。

如第 15 圖所示，中心室 660 係形成在該彈性隔膜 614 之中心部份。該波浪狀固持具 619 具有與該中心室 660 相通之通道 624。該下構件 606 具有與該通道 624 相通之通道 625。該波浪狀固持具 619 之通道 624 及該下構件 606 之通道 625 係連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該通道 625 及 624 而供給至該彈性隔膜 314 之中心室 660。

該波浪狀固持具 618 具有扣爪 618b 及 618c，用於將該彈性隔膜 614 之波浪狀部分 614b 及邊緣 614c 壓抵靠著該下方構件 606 之下表面。該波浪狀固持具 619 具有扣爪 619a，用於將該彈性隔膜 614 之波浪狀部分 614a 壓抵靠著該下構件 606 之下表面。

如在第 16 圖中所示，環狀波浪狀室 661 係形成於該彈性隔膜 614 的波浪狀部分 614a 及該波浪狀部分 614b 之

間。間隙 614f 係形成於該彈性隔膜 614 之波浪狀固持具 618 及波浪狀固持具 619 之間。該下構件 606 具有與該間隙 614f 相通之通道 642。再者，該中介構件 604 具有與該下構件 606 的通道 642 相通之通道 644。環狀溝槽 647 係形成在該下構件 606 之通道 642 及該中介構件 604 的通道 644 間之連接部份。該下構件 606 之通道 642 係經由該環狀溝槽 647 及該中介構件 604 之通道 644 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道而供給至該波浪狀室 661。再者，該通道 642 係選擇性地連接至真空幫浦(未示出)。當該真空幫浦係運作時，半導體晶圓藉著吸力被吸引至該彈性隔膜 614 之下表面。

如第 17 圖中所示，該波浪狀固持具 68 具有與環狀外室 662 相通之通道 626，該環狀外室係以該波浪狀部分 614b 及該彈性隔膜 614 之邊緣 614c 所形成。再者，該下構件 606 具有經由連接器 627 而與該波浪狀固持具 618 的通道 626 相通之通道 628。該中介構件 604 具有與該下構件 606 的通道 628 相通之通道 629。該波浪狀固持具 618 之通道 626 係經由該下構件 606 之通道 628 及該中介構件 604 之通道 629 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 629、628 及 626 而供給至該彈性隔膜 614 之外室 662。

如第 18 圖中所示，該邊緣固持具 616 具有扣爪，用於將該彈性隔膜 614 之邊緣 614d 固持在該下構件 606 之下表面上。該邊緣固持具 616 具有與環狀邊緣室 663 相通之通

道 634，該環狀邊緣室係藉由該彈性隔膜 614 之邊緣 614c 及 614d 所形成。該下構件 606 具有與該邊緣固持具 616 的通道 634 相通之通道 636。該中介構件 604 具有與該下構件 606 的通道 636 相通之通道 638。該邊緣固持具 616 之通道 634 係經由該下構件 606 之通道 636 及該中介構件 604 之通道 638 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 638、636 及 634 而供給至該彈性隔膜 614 之邊緣室 663。

如上所述，利用本具體實施例中之頂環 20，藉著調整待供給至該等個別之壓力室的流體之壓力，可在該半導體晶圓之局部區域調整將半導體晶圓壓抵靠著該研磨墊 22 之壓按力，其中該等個別之壓力室形成於該彈性隔膜 614 及該下構件 606 之間(亦即該中心室 660、該波浪狀室 661、該外室 662、及該邊緣室 663)。

第 20 圖係第 15 圖所示該晶圓研磨定位環 502 之放大視圖。該晶圓研磨定位環 502 具有固持半導體晶圓之周邊的作用。如第 20 圖所示，該晶圓研磨定位環 502 具有缸體 700；固持具 702，其附接至該缸體 700 之上部；彈性隔膜 704，其藉著該固持具 702 而固持於該缸體 700 中；活塞 706，其連接至該彈性隔膜 704 之下端；及圓環構件 708，其係藉著該活塞 706 而往下壓。能夠於垂直方向中膨脹及收縮之連接薄片 720 係設置於該圓環構件 708 之外圓周表面及該缸體 700 的下端之間。設置該連接薄片 720，以便充滿該圓環構件 708 及該缸體 700 間之間隙。如此，該連

接薄片 720 具有防止研磨液體(研磨漿)被導入至該圓環構件 708 及該缸體 700 間之間隙的作用。

該彈性隔膜 614 包含密封部份 722，其在該彈性隔膜 614 之邊緣(周邊)連接該彈性隔膜 614 至該晶圓研磨定位環 502。該密封部份 722 具有彎曲向上之形狀。設置該密封部份 722，以便充滿該彈性隔膜 614 及該圓環構件 708 間之間隙。該密封部份 722 係由可變形之材料所製成。該密封部份 722 具有防止研磨液體被導入至該彈性隔膜 614 及該圓環構件 708 間之間隙的作用，而允許該頂環本體 500 及該晶圓研磨定位環 502 相對地彼此移動。在本具體實施例中，該密封部份 722 係與該彈性隔膜 614 之邊緣 614d 一體地形成，且具有 U 字形橫截面。

於不設置該連接薄片 720 或該密封部份 722 之情況中，研磨液體可被導入至該頂環 20 之內部，以致阻礙該頂環本體 500 及該頂環 20 的晶圓研磨定位環 502 之正常運作。在本具體實施例中，該連接薄片 720 及該密封部份 722 防止研磨液體被導入至該頂環 20 之內部。因此，可正常地運作該頂環 20。該彈性隔膜 704、該連接薄片 720、及該密封部份 722 係由諸如乙丙橡膠橡膠(EPDM)、聚氨基甲酸乙酯橡膠、矽酮橡膠等之極強固及耐久之橡膠材料所製成。

該圓環構件 708 分成上圓環構件 708a 及下圓環構件 708b。該上圓環構件 708a 與該活塞 706 接觸。該下圓環構件 708b 與該研磨表面 22a 接觸。該上圓環構件 708a 及該下圓環構件 708b 具有在該等圓環構件 708a 及 708b 的外圓

周表面上之圓周方向中延伸的凸緣部份。該凸緣部份係藉著夾鉗 730 所固持，以繫緊該上圓環構件 708a 及該下圓環構件 708b。

第 21 圖係第 20 圖中所示夾鉗 730 之平面圖。該夾鉗 730 係由彈性材料所製成。該夾鉗 730 之最初形狀大體上係線性的。當該夾鉗 730 係附接至該圓環構件 708 之凸緣部份時，該夾鉗 730 係變形成具有如第 21 圖所示之 V 字形槽口 730a 之環狀形狀。

第 22A 圖係透視圖，其顯示該夾鉗 730 之另一範例。由硬質材料所製成之複數個夾鉗 730 係使用於此範例中。第 22A 圖僅顯示該等夾鉗 730 之一者。該上圓環構件 708a 具有複數個在該上圓環構件 708a 之外圓周表面上朝外突出之凸緣部份 731a。該下圓環構件 708b 具有複數個在該下圓環構件 708b 之外圓周表面上朝外突出之凸緣部份 731b。每一夾鉗 730 具有沿著該圓環構件 708 之一外圓周表面彎曲之形狀。

這些夾鉗 730 係如下述附接至該圓環構件 708。首先，該上圓環構件 708a 及該下圓環構件 708b 於使得該等凸緣部份 731a 及 731b 互相對齊之狀態中彼此接觸。然後，該夾鉗 730 係位在鄰接凸緣部份間之間隙，且水平地移動至夾住該等凸緣部份 731a 及 731b。如此，該上圓環構件 708a 及該下圓環構件 708b 係藉著該夾鉗 730 而彼此繫緊。於此範例中，如第 22B 圖中所示，該連接薄片 720 具有複數個形成在該連接薄片 720 的內圓周表面上之突出部份 720a。

該等突出部份 720a 係裝入該等凸緣部份間之間隙。將該連接薄片 720 附接至該圓環構件 708，以使該等突出部份 720a 裝入該等凸緣部份間之間隙。如此，將該等夾鉗 730 固定在適當位置。

如第 20 圖中所示，該固持具 702 具有與壓力室 710 相通之通道 712，該壓力室係由該彈性隔膜 704 所形成。該缸體 700 具有形成在其上部之通道 714。該缸體 700 之通道 714 與該固持具 702 之通道 712 相通。該上構件 600 具有與該缸體 700 的通道 714 相通之通道 716。該固持具 702 之通道 712 係經由該缸體 700 之通道 714 及該上構件 600 之通道 716 而連接至流體供給來源(未示出)。如此，加壓流體係經過該等通道 716、714 及 712 而供給至該壓力室 710。因此，藉著調整待供給至該壓力室 710 的流體之壓力，該彈性隔膜 704 可膨脹及收縮，以便垂直地移動該活塞 706。如此，該晶圓研磨定位環 502 之圓環構件 708 可在想要之壓力下壓抵靠著該研磨墊 22。

該彈性隔膜 704 可具有沿著圓周方向設置之複數個分開隔膜(未示出)，以便在該彈性隔膜 704 內側形成複數個於該圓周方向中分開之壓力室 710。較佳的是，該壓力室 710 之數目不少於三個。於此情況中，對於每一壓力室 710，該等通道 712、714 及 716 係獨立地形成。壓力控制器(未示出)係針對該等個別之壓力室 710 而設置。如此，藉著該壓力控制器獨立地控制壓力之流體係經過該等通道 712、714 及 716 而供給進入該等個別之壓力室 710。因此，

藉著調整待供給至該壓力室 710 的流體之壓力，該彈性隔膜 704 可膨脹及收縮，以便垂直地移動該活塞 706。如此，該晶圓研磨定位環 502 之圓環構件 708 能以想要之壓力分佈壓抵靠著該研磨墊 22。

於上述之範例中，藉著獨立地調整供給至複數壓力室 710 的流體之壓力，能沿著該晶圓研磨定位環 502 之圓周方向產生不均勻的壓力分佈。具體而言，該圓環構件 708 及複數個將該圓環構件 708 壓抵靠著該研磨墊 22 之壓力室 710 係具有壓力控制機構之作用，用於沿著該晶圓研磨定位環 502 之圓周方向產生不均勻的壓力分佈。

譬如，此壓力控制機構能控制該晶圓研磨定位環 502 壓按該研磨墊 22 之壓力，以致位在該研磨平台 12 的旋轉方向中之下游的各部份係在比位於該研磨平台 12 的旋轉方向中之上游各部份較高之壓力下被壓按。於此情況中，需要根據該頂環 20 之旋轉而動態地變化待供給至該等個別壓力室 710 之壓力。當該頂環 20 係在高旋轉速度下旋轉時，變得難以控制壓力以致追隨該旋轉。譬如，為了克服壓力控制之困難，可針對個別之壓力室 710 設置壓力控制閥(未示出)。可根據該頂環 20 之旋轉而切換該壓力控制閥，以便將具有預定壓力之流體導入至該等個別之壓力室 710。

譬如，可將參考點(印記)設置在該晶圓研磨定位環 502 上。可用相等間隔環繞著該晶圓研磨定位環 502 設置複數個近接感測器(proximity sensors)。當旋轉該頂環 20 時，

該參考點可藉著該近接感測器所偵測。於此情況中，能基於該等近接感測器之偵測結果而控制該晶圓研磨定位環 502 壓按該研磨墊 22 之壓力。較佳的是，該近接感測器之數目不少於三個。另一選擇係，可偵測該晶圓研磨定位環 502 之垂直位移、或壓按對應於該等個別壓力室 710 的研磨表面之實際壓按負載，以基於所偵測之結果控制該晶圓研磨定位環 502 壓按該研磨墊 22 之壓力。

於所示範例中，該彈性隔膜 704 採用藉由彈性隔膜所形成之滾動膜片，該彈性隔膜具有彎曲部份。當由該滾動膜片所界定的壓力室中之內部壓力改變時，滾動該滾動膜片之彎曲部份，以便使該壓力室加寬。該膜片不與外側組件呈滑動式接觸，且當加寬該壓力室時幾乎不會膨脹及收縮。因此，能夠大幅地減少由於滑動式接觸之摩擦，且能延長該膜片之使用壽命。再者，可正確地調整該晶圓研磨定位環 502 壓按該研磨墊 22 之壓按力。

以上述之配置，可僅降低該晶圓研磨定位環 502。因此，縱使該晶圓研磨定位環 502 之圓環構件 708 已磨損，亦可於該下方構件 606 及該研磨墊 22 之間維持不變之距離。再者，由於與該研磨墊 22 接觸之圓環構件 708 及該缸體 700 係藉著該可變形之彈性薄膜 704 所連接，故沒有因偏置負載而產生彎曲力矩。因此，利用該晶圓研磨定位環 502 之表面壓力可為均勻的，且該晶圓研磨定位環 502 變得更能夠追隨該研磨墊 22。

如第 19 及 20 圖所示，該上圓環構件 708a 具有複數個



垂直地延伸之 V 字形溝槽 718。在相等間隔下形成該等 V 字形溝槽 718 在該上方圓環構件 708a 之內表面中。再者，複數個栓銷 649 從該下構件 606 之周邊部份徑向朝外地突出。配置該等栓銷 649，以便與該圓環構件 708 之 V 字形溝槽 718 嚙合。該等栓銷 649 係可在該 V 字形溝槽 718 內相對該圓環構件 708 而垂直地滑動。該等栓銷 649 允許該頂環本體 500 之旋轉經由該上構件 600 及該下構件 606 而被傳送至該晶圓研磨定位環 502，以便一體地旋轉該頂環本體 500 及該晶圓研磨定位環 502。此一配置防止該彈性隔膜(滾動膜片)704 之扭轉，且允許該圓環構件 708 於研磨期間均勻及平滑地壓抵靠著該研磨表面 22。再者，能延長該彈性隔膜 704 之使用壽命。

由於該頂環本體 500 之旋轉係藉著設置在該頂環本體 500 上之栓銷 649 與該晶圓研磨定位環 502 之 V 字形溝槽 718 的嚙合而傳送至該晶圓研磨定位環 502，故該等栓銷 649 可能與該等 V 字形溝槽 718 呈滑動式接觸，而在該等 V 字形溝槽 718 之表面中形成凹部。此等凹部可能會強制地定位該等栓銷 649，以致造成該晶圓研磨定位環 502 之不穩定移動。第 23 圖係局部之橫截面視圖，其顯示能夠解決此一缺點之頂環。第 24 圖係第 23 圖所示該頂環之下構件的平面圖。

如第 23 及 24 圖所示，環狀薄片構件 740 係藉著栓銷 741 而固定至該頂環本體 500 之下構件 606。複數個滑動圓環 744 係以相等間隔附接至該薄片構件 740 之周邊部份。

該晶圓研磨定位環 502 之上圓環構件 708a 具有複數個驅動栓銷 742，其以相等間隔沿著垂直方向延伸。該驅動栓銷 742 係插入至該滑動圓環 744，以致可在該滑動圓環 744 內滑動。該頂環本體 500 之旋轉係經由該薄片構件 740、該滑動圓環 744、及該驅動栓銷 742 而傳送至該晶圓研磨定位環 502。如此，該頂環本體 500 及該晶圓研磨定位環 502 係互相一體地旋轉。

於此範例中，由於該驅動栓銷 742 以大接觸面積與該滑動圓環 744 接觸，故能夠減少該等驅動栓銷 742 及該等滑動圓環 744 之磨損。因此，該圓環構件 708 能於該垂直方向中平滑地移動。如此，可正常地操作該晶圓研磨定位環 502。橡膠係適合用於該薄片構件 740 之材料。當該薄片構件 740 係由橡膠所製成時，能減少該頂環本體 500 及該晶圓研磨定位環 502 之間所傳送的震動。

如上所述，壓按半導體晶圓之壓按力係藉由待供給至該中心室 660、該波浪狀室 661、該外室 662、及該彈性隔膜 614 之邊緣室 663 的流體之壓力所控制。因此，該下構件 606 於研磨期間應位於向上遠離該研磨墊 22 的位置。然而，如果該晶圓研磨定位環 502 已磨損，在該半導體晶圓及該下構件 606 間之距離會變化，以致改變該彈性隔膜 614 之變形方式。因此，在該半導體晶圓上之表面壓力分佈亦會變化。此表面壓力分佈之變化造成研磨的半導體晶圓之不穩定輪廓。

於所示範例中，由於該晶圓研磨定位環 502 可獨立於

該下構件 606 之外垂直移動，故能於該半導體晶圓及該下方構件 606 之間維持不變之距離，縱使該晶圓研磨定位環 502 之圓環構件 708 已磨損。因此，能使研磨半導體晶圓之輪廓穩定。

於所示範例中，係設置該彈性隔膜 614，以便使其大體上與該半導體晶圓之整個表面接觸。然而，亦可使該彈性隔膜 614 與半導體晶圓之至少一部份接觸。

於研磨期間，由於該頂環 20 之晶圓研磨定位環 502 係與該研磨表面 22a 呈滑動式接觸，該晶圓研磨定位環 502 (該下圓環構件 708b) 係逐漸地磨損。當該晶圓研磨定位環 502 係磨損至某種程度時，該圓環構件 708 不能在想要之壓按力下壓抵靠著該研磨表面 22a。結果，半導體晶圓之輪廓會變化。因此，本具體實施例採用設置在推桿上之晶圓研磨定位環磨損偵測器，以測量該晶圓研磨定位環 502 之磨損量。

第 25 圖係橫截面視圖，其顯示具有晶圓研磨定位環磨損偵測器之推桿。如第 25 圖所示，該推桿 800 具有推桿架台 810，用於舉昇半導體晶圓，以允許該半導體晶圓被固持在該頂環本體 500 之彈性隔膜 614 上；晶圓研磨定位環導引件 815，其用於將該頂環 20 及該推桿 800 定位在中間；第一氣壓缸 818，其用於垂直地移動該推桿架台 810；及第二氣壓缸 819，其用於垂直地移動該推桿架台 810 及該晶圓研磨定位環導引件 815。

該推桿架台 810 係經由第一垂直軸桿 821 而耦接至該

第一氣壓缸 818。該第一氣壓缸 818 係經由第二垂直軸桿 822 而耦接至該第二氣壓缸 819。該第一垂直軸桿 821 係藉由滑動導引件 826 而可滑動地支撐，該滑動導引件係安置於外殼 825 中。該晶圓研磨定位環導引件 815 係藉著該第一垂直軸桿 821 經由彈簧 830 所支撐。該晶圓研磨定位環導引件 815 具有形成在其上端表面之凹部 815a。該凹部 815a 與該晶圓研磨定位環 502 的圓環構件 708 之下表面接觸。當操作該第二氣壓缸 819 以舉起該晶圓研磨定位環導引件 815 及該推桿架台 810 時，該圓環構件 708 之下部係裝入該凹部 815a。如此，將該頂環 20 中心定位在該推桿 800 上。在那時候，係藉著該晶圓研磨定位環導引件 815 而將該彈簧 830 往下壓，以便當該頂環 20 與該推桿 800 接觸時吸收衝擊。

如第 25 圖中所示，渦電流感測器(晶圓研磨定位環磨損偵測器)840 係附接至該晶圓研磨定位環導引件 815。該推桿架台 810 具有面對該渦電流感測器 840 之金屬標板 841。該渦電流感測器 840 使用標板 841 而測量該推桿架台 810 及該晶圓研磨定位環導引件 815 間之距離。該晶圓研磨定位環磨損偵測器不限於渦電流感測器，而可包含任何型式之感測器，包含雷射感測器、超音波感測器、及光學尺感測器。

二個線性運送器 850 及 860 係設置於該頂環 20 及該推桿 800 之間，以傳送半導體晶圓 W 及藉由該等線性運送器 850 及 860 所固持之二晶圓托盤 870 及 880。半導體晶圓係

經由該晶圓托盤 870 及 880 藉著該推桿架台 810，載入在該頂環 20 上或由該頂環 20 卸載。該等線性運送器 850 及 860 具有在該研磨裝置及傳送機器手臂(未示出)之間傳送半導體晶圓 W 之作用。該等線性運送器 850 及 860 係架構成可於水平方向中移動。該線性運送器 850 係用於載入半導體晶圓，反之該線性運送器 860 係用於卸載半導體晶圓。該線性運送器 850 係設置在該線性運送器 860 上方。雖然在第 25 圖中，係顯示該線性運送器 850 及該線性運送器 860 於垂直方向相互對齊，該線性運送器 850 及該線性運送器 860 實際上係平行地移動，以便通過彼此。

當將半導體晶圓載入在該頂環 20 時，該推桿架台 810 係舉升放置有半導體晶圓 W 於其上之晶圓托盤 870，以將該半導體晶圓 W 運送至該頂環 20。然後，將該半導體晶圓 W 固持在該頂環 20 上。當由該頂環 20 卸載半導體晶圓時，該推桿架台 810 舉升該晶圓托盤 880 以承接由該頂環 20 釋放之半導體晶圓 W。如此，將該半導體晶圓 W 放置在該晶圓托盤 880 上。該推桿 800 係設置接近該研磨平台 12(看第 14 圖)。當以該推桿 800 承接或運送半導體晶圓時，旋轉該支撐軸桿 14，以致該頂環 20 位於該推桿 800 之上方。

以下將參考第 25 至 29 圖敘述該推桿 800 之操作。首先，如第 26 圖所示，移動該線性運送器 850，以致具有待研磨之半導體晶圓 W 的晶圓托盤 870 位在該推桿 800 之上方。然後，如第 27 圖中所示，操作該第二氣壓缸 819，以舉起該第一氣壓缸 818、該推桿架台 810、及該晶圓研磨定

位環導引件 815，以致該晶圓研磨定位環導引件 815 與該圓環構件 708 之下表面接觸。再者，如第 28 圖中所示，操作該第一氣壓缸 818，以舉起該推桿架台 810。如此，該晶圓托盤 870 係隨同該半導體晶圓 W 被舉起。然後，將該半導體晶圓 W 固持在(或吸引至)該頂環 20 上。此後，將該頂環 20 移至在該研磨平台 12 上方之位置。如此，在該研磨平台 12 上研磨該半導體晶圓 W。

在完成該研磨製程之後，旋轉該支撐軸桿 14，以將該頂環 20 移動至該推桿 800 上方之位置。在那時候，移動該線性運送器 860，以使該晶圓托盤 880 位於該推桿 800 上方。然後，操作該第二氣壓缸 819，以舉起該第一氣壓缸 818、該推桿架台 810、及該晶圓研磨定位環導引件 815，以致該晶圓研磨定位環導引件 815 與該圓環構件 708 之下表面接觸。在那時候，如第 29 圖中所示，已研磨之半導體晶圓 W 係由該頂環 20 釋放及放置在該晶圓托盤 880 上。操作該第二氣壓缸 819，以降低該推桿架台 810 及該晶圓研磨定位環導引件 815。然後，移動該線性運送器 860 以將該半導體晶圓 W 運送至傳送機器手臂(未示出)。

當該晶圓研磨定位環導引件 815 與該圓環構件 708 之下表面接觸時(看第 27 及 29 圖)，藉著該彈簧 830 所支撐的晶圓研磨定位環導引件 815 之位置係根據該圓環構件 708 之磨損量而變化。由於該推桿架台 810 係固定至該第一垂直軸桿 821，該推桿架台 810 之位置係持續地被固定。可操作該控制器 47，以比較該晶圓研磨定位環導引件 815

及該推桿架台 810 之間藉由該渦電流感測器 840 所測量的距離與參考值(最初距離)，以計算該圓環構件 708(該晶圓研磨定位環 502)之磨損量。當該推桿架台 810 於使得該晶圓研磨定位環導引件 815 與該晶圓研磨定位環 502 接觸之狀態中舉起時，可由該渦電流感測器 840(該推桿架台 810 之移動距離)之測量值的變化計算該圓環構件 708(該晶圓研磨定位環 502)之磨損量。具體而言，代表該渦電流感測器 840 之測量值的變化及該圓環構件 708 的磨損量間之相互關係的資料可儲存於該控制器 47 之儲存裝置中，且用以基於該渦電流感測器 840 之測量值的變化計算該圓環構件 708 的磨損量。

於傳統研磨裝置中，渦電流感測器係嵌入在研磨平台中，且金屬標靶係嵌入於晶圓研磨定位環中。該標靶之位置係藉著該渦電流感測器所偵測，以測量該晶圓研磨定位環之磨損量。然而，於此情況中，由於研磨墊係位於該渦電流感測器及該標靶之間，故需要考慮該研磨墊之磨損量。因此，難以正確地測量該晶圓研磨定位環之磨損量。於上面之範例中，該渦電流感測器 840 能施行測量，而不會受該研磨墊或其他組件之影響。因此，該圓環構件 708 之磨損量可被測量。

當載入或卸載半導體晶圓時，測量該圓環構件 708 之磨損量。當該圓環構件 708 之總磨損量到達預定值時，該控制器 47 發出信號，以指示應該要替換該圓環構件 708。用於一研磨製程或幾組研磨製程之磨損量係記錄於該控制

器 47 之儲存裝置中，以使該磨損量之變化能藉著該控制器 47 監視。如果用於一研磨製程或幾組研磨製程之磨損量超過預定臨界值，則該控制器 47 判定該研磨製程係不正常地施行。此操作將敘述在下面。

該圓環構件 708 之磨損量視各種因素而定，包含施加至該圓環構件 708 之壓按力(該壓力室 710 中之壓力)、研磨液體中所包含的主要成份之濃度、該研磨液體中之研磨微粒的濃度、及該研磨液體之流動速率。用於研磨製程的圓環構件 708(該晶圓研磨定位環 502)之磨損量大體上係不變的，除非這些因素被改變。因此，當用於研磨製程的圓環構件 708 之磨損量超過預定臨界值時，能看出該研磨製程已不正常地施行。於此情況中，譬如，當該壓力室 710 中之壓力及研磨液體之流速維持在預定值時，能假定該研磨液體之成份或該研磨微粒之濃度係不對。如此，以複數個感測器之使用，而可詳述異常研磨製程之成因。

再者，可儲存該圓環構件 708 之磨損量及半導體晶圓的研磨輪廓間之相互關係，當作該控制器 47 的儲存裝置中之研磨特性資料(相互關係資料)。可於研磨期間基於該相互關係資料藉著該控制器 47 控制該圓環構件 708 之壓按力。譬如，在減少用於研磨製程的圓環構件 708 之磨損量的情況中，縱使該圓環構件 708 係仍舊在相同之壓按力下壓抵靠著該研磨墊 22，因為該圓環構件之總磨損量 708 係增加，故不施加充分之壓力至該研磨墊 22。於此情況中，較佳的是，該控制器 47 基於該相互關係資料更正該圓環構



件 708 之壓按力，以便延長該圓環構件 708 之使用壽命。

再者，可在研磨製程開始之前施行研磨模擬。於此情況中，藉著基於模擬結果之資料及想要之研磨輪廓調整該圓環構件 708 之壓按力、及該中心室 660、該波浪狀室 661、該外室 662、及該邊緣室 663 之內部壓力，能獲得合適之研磨輪廓。

代替該圓環構件 708 之磨損量，可監視該研磨墊 22 之磨損變化，以決定研磨製程是否正常地施行。具體而言，用於研磨製程的研磨墊 22 之磨損量大體上係不變的，除非諸如該研磨液體之流動速率之研磨條件改變。因此，可藉著監視該研磨墊 22 之磨損量的變化而偵測該等研磨條件之變化。於此情況中，當用於一研磨製程或幾組研磨製程的研磨墊 22 之磨損量超過預定臨界值(例如預定之第一臨界值)時，係判定該研磨製程未正常地施行。再者，諸如包含該頂環 20 之旋轉速度及該圓環構件 708 之壓按力的研磨條件之配方可根據該圓環構件 708 之磨損量而事先準備。該等配方可對應於來自該控制器 47 之信號而改變。於此情況中，係可延長該圓環構件 708 之使用壽命。

第 14 圖中所示之修整器 50 帶有針狀突起鑽石微粒，該等鑽石微粒係附接至該修整器 50 之下表面，並與該研磨墊 22 呈滑動式接觸，以移去該研磨表面 22a 之一部份。因此，該等鑽石微粒可能會逐漸地磨損。如果該等鑽石微粒被磨損至某一程度，則不能獲得該研磨表面 22a 之想要表面粗糙度。結果，固持在該研磨表面 22a 上之研磨微粒的

數量係減少，以致不能正常地施行研磨製程。在本具體實施例中，鑽石微粒之磨損數量係由以下之方法所測量。

每單位時間藉著該修整器 50 所移去之研磨墊 22 的量（在下文稱為切割率），係視該修整器 50 壓抵靠著該研磨表面 22a 之壓按力、及鑽石微粒之形狀而定。因此，隨著該等鑽石微粒在該修整器 50 以不變之壓按力壓按的條件下而磨損，切割率係會降低。在本具體實施例中，切割率（亦即，該研磨表面 22a 之每單位時間的位移）係藉著該前述之位移感測器 60 所測量。

於該控制器 47 中，基於來自該位移感測器 60 之輸出信號（測量值）計算切割率，亦即該研磨表面 22a 之每單位時間的位移（該研磨墊 22 之磨損量）。代表切割率及該修整器 50（亦即，鑽石微粒）的磨損量間之相互關係的資料係事先輸入該控制器 47。然後，該控制器 47 由該資料計算該修整器 50 之磨損量。當該修整器 50 之總磨損量到達預定值時，該控制器 47 發出信號，以指示該修整器 50 應該要被替換。如此，該位移感測器 60 亦具有修整器磨損偵測器之作用，以偵測該修整器 50 之磨損。

如上所述，當該等鑽石微粒磨損時，固持在該研磨表面 22a 上之研磨微粒的數量係減少。因此，係假設用於研磨製程的晶圓研磨定位環 502（圓環構件 708）之磨損（移除）量係亦減少。如果用於一研磨製程或幾組研磨製程的晶圓研磨定位環 502 之磨損量係低於預定臨界值（例如預定之第二臨界值），該控制器 47 能判定該研磨製程係不正常地

施行。

可根據該修整器 50 之磨損量而藉由該控制器 47 改變該修整器 50 之操作配方(修整條件，諸如修整時間、該修整器 50 之旋轉速度、及該修整器 50 壓抵靠著該研磨墊 22 之壓按力)。

如上所述，當偵測諸如該圓環構件 708、該研磨墊 22、及該修整器 50 之已磨損組件之磨損量時，係偵測磨損之時間變化量。因此，能達成以下之效果。

1)能偵測及延長個別之已磨損組件的使用壽命。可偵測及預測該已磨損零組件之替換時機。

2)藉著累積代表該等已磨損組件之磨損量及研磨輪廓間之相互關係的相互關係資料，能夠適當地控制包含該已磨損組件之壓按條件、該頂環中之壓力室的內部壓力、該研磨液體之條件(溫度、PH 值等)、該頂環之旋轉速度、該研磨平台之旋轉速度、及該基板與該研磨墊間之相對速度等研磨條件。

3)能偵測研磨製程之異常。

第 30 圖係概要視圖，其根據本發明之第六具體實施例顯示於研磨裝置中之頂環 1020。如第 30 圖中所示，該頂環 1020 具有晶圓研磨定位環 1302，其包含上圓環構件 1408a 及下圓環構件 1408b。第 31 圖係該上圓環構件 1408a 及該下圓環構件 1408b 之放大視圖。如第 31 圖所示，該下圓環構件 1408b 具有與該研磨表面 22a 及上錐形表面 1401 接觸之下表面 1400。該上圓環構件 1408a 具有下錐形表面

1402，其與該下圓環構件 1408b 之上錐形表面 1401 接觸。

可垂直地移動之晶圓研磨定位環 1302 係架構成可於該晶圓研磨定位環 1302 之徑向方向中稍微移動。於該晶圓研磨定位環 1302 及該研磨表面 22a 之間所產生的摩擦力及固持該基板 W 之徑向力係於研磨期間施加至該晶圓研磨定位環 1302。因此，該晶圓研磨定位環 1302 係於研磨期間偏心地位於該研磨平台 22 的旋轉方向中之下游。在本具體實施例中，如第 30 及 31 圖中所示，使該上圓環構件 1408a 及該下圓環構件 1408b 在該等錐形表面 1402 及 1401 上互相接觸，以將施加至該晶圓研磨定位環 1302 之徑向力量  $F_R$  轉換成往下力量  $F_D$ 。

如此，在本具體實施例中，具有該錐形表面 1402 之上圓環構件 1408a 及具有該錐形表面 1401 之下圓環構件 1408b 具有壓力控制機構之作用，用於沿著該晶圓研磨定位環 1302 之圓周方向產生不均勻的壓力分佈。特別地是，控制該晶圓研磨定位環 1302 壓按該研磨墊 22 之壓按力，以致落在該研磨平台 12 的旋轉方向中之下游各部份係在高於落在該研磨平台 12 的旋轉方向中之上游各部份壓力下被壓按。可將滾筒設置於該錐形表面 1401 及該錐形表面 1402 之間，以平滑地產生往下力量。

第 32 圖係局部放大視圖，其顯示根據本發明之第七具體實施例的研磨裝置中之頂環。如第 32 圖所示，該頂環具有晶圓研磨定位環 2302，在第 15 圖中所示之晶圓研磨定位環 502 及該第六具體實施例中之晶圓研磨定位環 1302 係

組合進入該晶圓研磨定位環 2302。具體而言，該晶圓研磨定位環 2302 具有圓環構件 2408，其分成與該活塞 706 接觸之上方圓環構件 2408a、及與該研磨表面 22a 接觸之下圓環構件 2408b。該下圓環構件 2408b 具有下表面，其與該研磨表面 22a 接觸；及上錐形表面 2401。該上方圓環構件 2408a 具有下錐形表面 2402，其與該下圓環構件 2408b 之錐形表面 2401 接觸。該晶圓研磨定位環 1302 具有複數個壓力室 710，其沿著該晶圓研磨定位環 1302 之圓周方向分開。

在本具體實施例中，由於壓力控制機構係藉著該晶圓研磨定位環 2302 之上圓環構件 2408a 及下圓環構件 2408b 所形成，不需要設置複數個壓力室 710。雖然如此，亦可將複數個壓力室 710 設置於該晶圓研磨定位環 2302 中。

由於該壓力室 710 係位在該上圓環構件 2408a 之上方，故該壓力室 710 係吸收藉由該等錐形表面 2402 及 2401 之接觸所產生的往下力量，除非該上圓環構件 2408a 之垂直移動係受限制。於此情況中，大於那些藉著該壓力室 710 所施加之力係不會被施加至該圓環構件 2408。因此，在本具體實施例中，限制構件 2800 係設置在該缸體 700 之內圓周表面上。該限制構件 2800 係與該上圓環構件 2408a 接觸，以限制該上圓環構件 2408a 之垂直移動。譬如，該限制構件 2800 可由具有大磨擦係數之橡膠所製成。

以此限制構件 2800，係可能防止該上圓環構件 2408a 在該研磨平台 22 之旋轉方向下游被舉起。因此，能增加藉

由該等錐形表面 2402 及 2401 之接觸所產生的力，以便大於該壓力室 710 所產生之力量。如此，該晶圓研磨定位環 2302 之壓按力可於該研磨平台 22 的旋轉方向中之下游位置確實地增加。如該第六具體實施例，滾筒可設置於該錐形表面 2401 及該錐形表面 2402 之間。

雖然已詳細地敘述及顯示本發明之某些較佳具體實施例，其應該要了解可在其中作成各種變化及修改，而不會脫離所附申請專利之範圍。

### 工業適用性

本發明係適合用於研磨裝置，用於將諸如半導體晶圓之基板研磨至平坦之鏡面精加工。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第一具體實施例的研磨裝置；

第 2 圖係當施行墊片搜尋程序時之概要視圖，其顯示第 1 圖中所示之研磨裝置；

第 3 圖係當研磨半導體晶圓時之概要視圖，其顯示第 1 圖中所示之研磨裝置；

第 4 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第二具體實施例的研磨裝置；

第 5 圖係當施行墊片搜尋程序時之概要視圖，其顯示第 4 圖中所示之研磨裝置；

第 6 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第三具體實施例的研磨裝置；

第 7 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第四具體實施例的研磨裝置；

第 8 圖係垂直橫截面視圖，其顯示頂環之範例，該頂環係適合用於本發明的第一至第四具體實施例中之研磨裝置；

第 9 及 10 圖係第 8 圖中所示之該頂環之垂直橫截面視圖；

第 11 圖係平面圖，其顯示第 8 圖中所示之該頂環之下構件；

第 12A 圖係平面圖，其顯示第 8 圖中所示之該頂環之止動器；

第 12B 圖係第 12A 圖中所示之止動器之垂直橫截面視圖；

第 12C 圖係第 12A 圖中所示之止動器之仰視圖；

第 13 圖係放大橫截面視圖，其顯示第 8 圖中所示之該頂環之變化；

第 14 圖係概要視圖，其顯示根據本發明之第五具體實施例的研磨裝置；

第 15 至 18 圖係頂環之橫截面視圖，該頂環係適合用於第 14 圖中所示之研磨裝置；

第 19 圖係平面圖，其顯示第 15 至 18 圖中所示之該頂環之下構件；

第 20 圖係第 15 圖中所示之晶圓研磨定位環的放大視圖；

第 21 圖係第 20 圖中所示之晶圓研磨定位環中之夾鉗的平面圖；

第 22A 圖係透視圖，其顯示第 20 圖中所示之晶圓研磨定位環中之夾鉗的另一範例；

第 22B 圖係平面圖，其顯示用於第 22A 圖中所示之夾鉗之連接薄片；

第 23 圖係局部橫截面視圖，其顯示頂環之另一範例，該頂環係適合用於第 14 圖中所示之研磨裝置；

第 24 圖係第 23 圖中所示之該頂環之下構件的平面圖；

第 25 圖係橫截面視圖，其顯示具有晶圓研磨定位環磨損偵測器之推桿；

第 26 至 29 圖係說明第 25 圖中所示之推桿之操作的橫截面視圖；

第 30 圖係概要視圖，其顯示於根據本發明之第六具體實施例的研磨裝置中之頂環；

第 31 圖係第 30 圖中所示之頂環中之晶圓研磨定位環的放大視圖；及

第 32 圖係局部放大視圖，其顯示於根據本發明之第七具體實施例的研磨裝置中之頂環。

#### 【主要元件符號說明】

T	錐形部份	W	半導體晶圓
10	研磨裝置	12	研磨平台
12a	平台軸桿	14	支撐軸桿
16	頂環頭部	18	頂環軸桿



20	頂環	22	研磨墊
22a	上表面	24	垂直移動機構
25	旋轉式接頭	26	軸承
28	第一機架	30	螺帽
32	滾珠螺桿	34	軸承
36	第二機架	38	交流電伺服馬達
40	氣壓缸	40a	可垂直移動桿
42	皮帶	44	導引軸桿
44a	止動器	46	距離測量感測器
47	控制器	50	修整器
50a	修整構件	51	修整器軸桿
52	修整器頭部	53	氣壓缸
54	距離測量感測器	55	迴轉支臂
56	柱桿	57	支撐架台
58	支撐軸桿	60	位移感測器
61	標板	110	研磨裝置
124	垂直移動機構	126	軸承
128	第一機架	130	螺帽
132	滾珠螺桿	135	柱桿
136	第二機架	138	交流電伺服馬達
210	研磨裝置	246	距離測量感測器
250	研磨液體		
251	研磨液體之供給噴嘴		
252	射出噴嘴	300	上構件

302	晶圓研磨定位置環	304	中介構件
306	下構件	308	螺絲
310	螺絲	312	螺絲
314	彈性隔膜	314a	開口
314b	波浪狀部分	314c	波浪狀部分
314d	邊緣	314e	邊緣
314f	開口	316	邊緣固持具
316a	鉤子	316d	扣爪
316e	扣爪	318	波浪狀固持具
318a	鉤子	318b	扣爪
318c	扣爪	320	止動器
320a	啮合部份	320b	溝槽
322	止動器	322a	啮合部份
322b	溝槽	324	通道
326	通道	328	通道
330	通道	332	O形環
334	通道	336	通道
338	通道	340	O形環
342	通道	344	通道
346	O形環	348	清洗液體通道
349	栓銷	350	O形環
352	O形環	400	缸體
402	固持具	404	彈性隔膜
406	活塞	408	圓環構件

410	壓力室	412	通道
414	通道	416	通道
418	V 字形溝槽	420	環狀密封構件
500	頂環本體	502	晶圓研磨定位置環
510	研磨裝置	540	修整單元
600	上構件	604	中介構件
606	下構件	608	螺栓
614	彈性隔膜	614a	波浪狀部分
614b	波浪狀部分	614c	邊緣
614d	邊緣	614f	間隙
616	邊緣固持具	618	波浪狀固持具
618b	扣爪	618c	扣爪
619	波浪狀固持具	619a	扣爪
620	止動器	622	止動器
624	通道	625	通道
626	通道	627	連接器
628	通道	629	通道
634	通道	636	通道
638	通道	642	通道
644	通道	647	溝槽
649	栓銷	660	中心室
661	波浪狀室	662	外室
663	邊緣室	700	缸體
702	固持具	704	彈性隔膜

706	活塞	708	圓環構件
708a	上圓環構件	708b	下圓環構件
710	壓力室	712	通道
714	通道	716	通道
718	V 字形溝槽	720	連接薄片
720a	突出部份	722	密封部份
730	夾鉗	730a	V 字形槽口
731a	凸緣部份	731b	凸緣部份
740	環狀薄片構件	741	栓銷
742	驅動栓銷	744	滑動圓環
800	推桿	810	推桿架台
815	晶圓研磨定位環導引件		
815a	凹部	818	第一氣壓缸
819	第二氣壓缸	821	第一垂直軸桿
822	第二垂直軸桿	825	外殼
826	滑動導引件	830	彈簧
840	渦電流感測器	841	標板
850	線性運送器	860	線性運送器
870	晶圓托盤	880	晶圓托盤
1020	頂環	1302	晶圓研磨定位置環
1400	下表面	1401	上錐形表面
1402	下錐形表面	1408a	上圓環構件
1408b	下圓環構件	2302	晶圓研磨定位置環
2401	上錐形表面	2402	下錐形表面

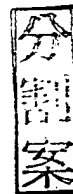
2408 圓環構件

2408a 上圓環構件

2408b 下圓環構件

2800 限制構件

## 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：98107806

※申請日：94.10.31

※IPC分類：B20B37/00 (2006.01)  
H01L21/304 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

頂環、研磨裝置及研磨方法

TOP RING, POLISHING APPARATUS AND POLISHING METHOD

二、中文發明摘要：

本發明提供一種頂環，用於固持基板並將該基板施壓抵靠於研磨平台上之研磨墊的研磨表面，該頂環包括：頂環本體，係組構成將基板施壓抵靠於該研磨表面；以及晶圓研磨定位環，係組構成按壓該研磨表面，該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份；其中，該晶圓研磨定位環包括：彈性膜，係成形為在該彈性膜中形成有壓力室，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；固持具，用於將該彈性膜固定在該頂環本體，該固持具係具有通道，而該壓力室係經由該通道與流體供應源連通；以及圓環構件，係藉由被供給有壓力流體於其中的該壓力室而被施壓抵靠於該研磨表面，該圓環構件可獨立於該研磨本體外地垂直移動。

## 三、英文發明摘要：

A top ring for holding a substrate and pressing the substrate against a polishing surface of a polishing pad on a polishing table, said top ring comprising: a top ring body configured to press the substrate against the polishing surface; and a retainer ring configured to press the polishing surface, said retainer ring being provided at a peripheral portion of said top ring body, said retainer ring comprising an elastic membrane shaped so as to form a pressure chamber therein, said elastic membrane being expandable and contractible vertically while pressing the substrate against the polishing surface, a holder for securing said elastic membrane to said top ring body, said holder having a passage through which said pressure chamber communicates with a fluid supply source, and a ring member to be pressed against the polishing surface by said pressure chamber supplied with a pressurized fluid therein, said ring member being vertically movable independently of said top ring body.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種頂環，用於固持基板並將該基板施壓抵靠於研磨平台上之研磨墊的研磨表面，該頂環包括：

頂環本體，係組構成將基板施壓抵靠於該研磨表面；以及

晶圓研磨定位環，係組構成按壓該研磨表面，該晶圓研磨定位環係設置在該頂環本體之周邊部份；

其中，該晶圓研磨定位環包括：

彈性膜，係成形為在該彈性膜中形成有壓力室，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；

固持具，用於將該彈性膜固定在該頂環本體，該固持具係具有通道，而該壓力室係經由該通道與流體供應源連通；以及

圓環構件，係藉由被供給有壓力流體於其中的該壓力室而被施壓抵靠於該研磨表面，該圓環構件可獨立於該研磨本體外地垂直移動。

2. 如申請專利範圍第 1 項之頂環，其中，該彈性膜係具有彎曲部分。
3. 如申請專利範圍第 2 項之頂環，其中，該彈性膜係包括滾動膜片。
4. 如申請專利範圍第 1 項之頂環，其中，該彈性膜係成形為，當該壓力室中的內壓增加時，使該壓力室變寬。
5. 如申請專利範圍第 1 項之頂環，復包括附接至該頂環本



體之下表面並成形為實質上接觸基板的整個上表面的彈性膜。

6. 如申請專利範圍第 5 項之頂環，其中，係藉由附接至該頂環本體之下表面的該彈性膜形成中心室、波浪狀室、外室、以及邊緣室。
7. 如申請專利範圍第 1 項之頂環，復包括晶圓研磨定位環磨損偵測器，其係組構成量測該晶圓研磨定位環之磨損量。
8. 一種基板之研磨裝置，係包括：
  - 用以支持研磨墊於其上的研磨平台；及
  - 如申請專利範圍第 1 項的頂環。
9. 一種基板之研磨方法，係在基板與研磨平台上之研磨墊的研磨表面之間提供滑動接觸，該方法包括：
  - 使研磨平台連同研磨墊一起旋轉；
  - 藉由頂環將該基板施壓抵靠於該研磨表面，同時藉由以彈性膜形成的壓力室將晶圓研磨定位環施壓抵靠於該研磨表面，該彈性膜可在將該基板施壓抵靠於該研磨表面的同時垂直地膨脹及收縮；
  - 在研磨該基板的期間，使該頂環連同該基板一起旋轉；
  - 藉由調整被供應至該壓力室之壓力流體的壓力，調整該晶圓研磨定位環抵靠於該研磨表面的施壓力。
10. 如申請專利範圍第 9 項之研磨方法，其中，該彈性膜具有彎曲部分。

11. 如申請專利範圍第 9 項之研磨方法，其中，上述將基板施壓抵靠於研磨表面的步驟係包括：經由中心室、波浪狀室、外室及邊緣室將基板施壓抵靠於該研磨表面。

12. 一種研磨裝置，包括：

研磨表面；及

用以固持基板的頂環，該頂環具有用以固持該基板之周邊部分的晶圓研磨定位環；

其中，該頂環包含：

彈性膜，係具有壓力室形成於其中，該彈性膜可垂直地膨脹及收縮；

通道，用以供應流體至該壓力室，以使該彈性膜垂質地膨脹或收縮；以及

圓環構件，可依據該彈性膜之垂直移動而垂直地移動，使該圓環構件與該研磨表面接觸。

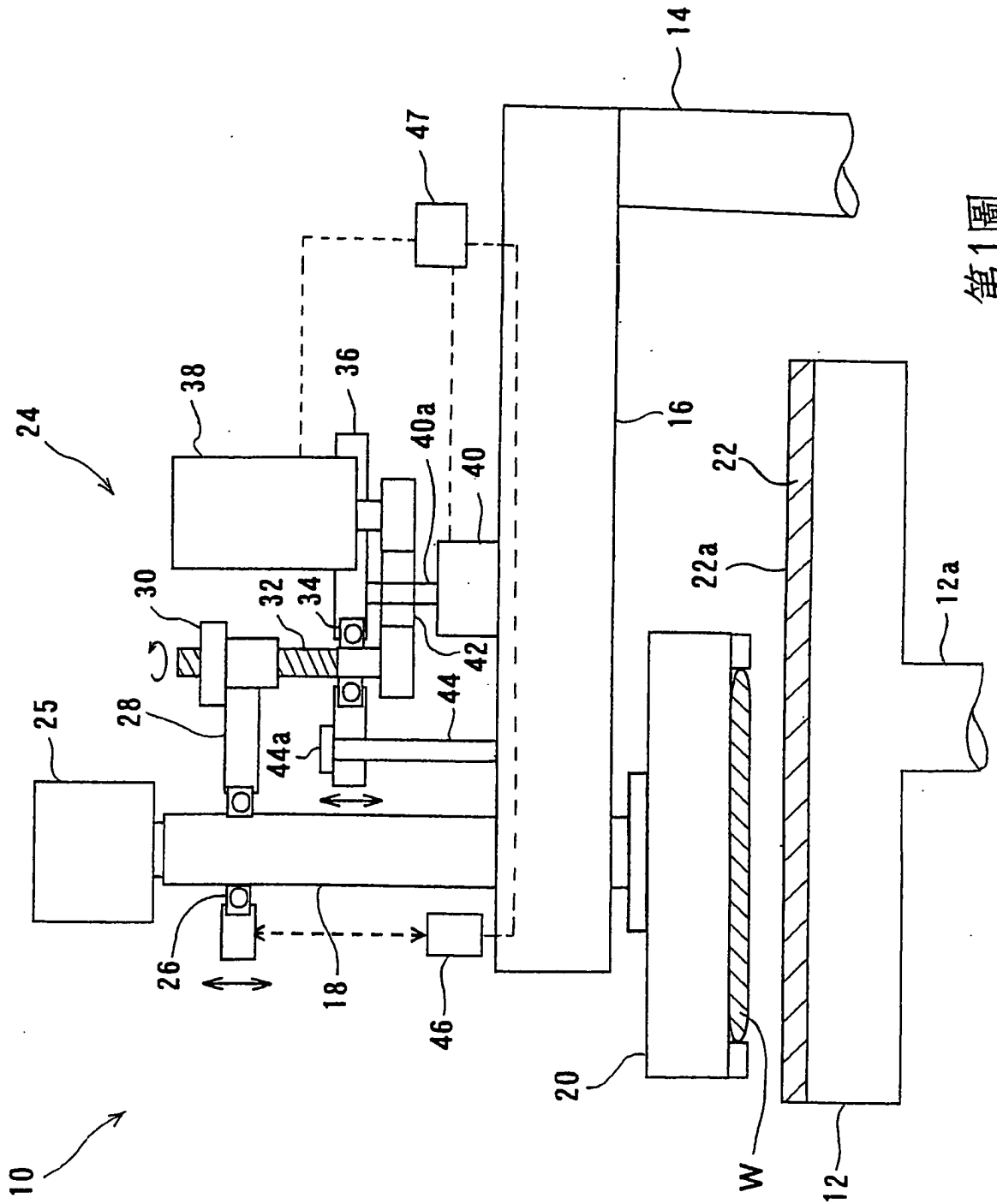
13. 如申請專利範圍第 12 項之研磨裝置，其中，該晶圓研磨定位環復包含：

缸體，在其中容置該彈性膜；

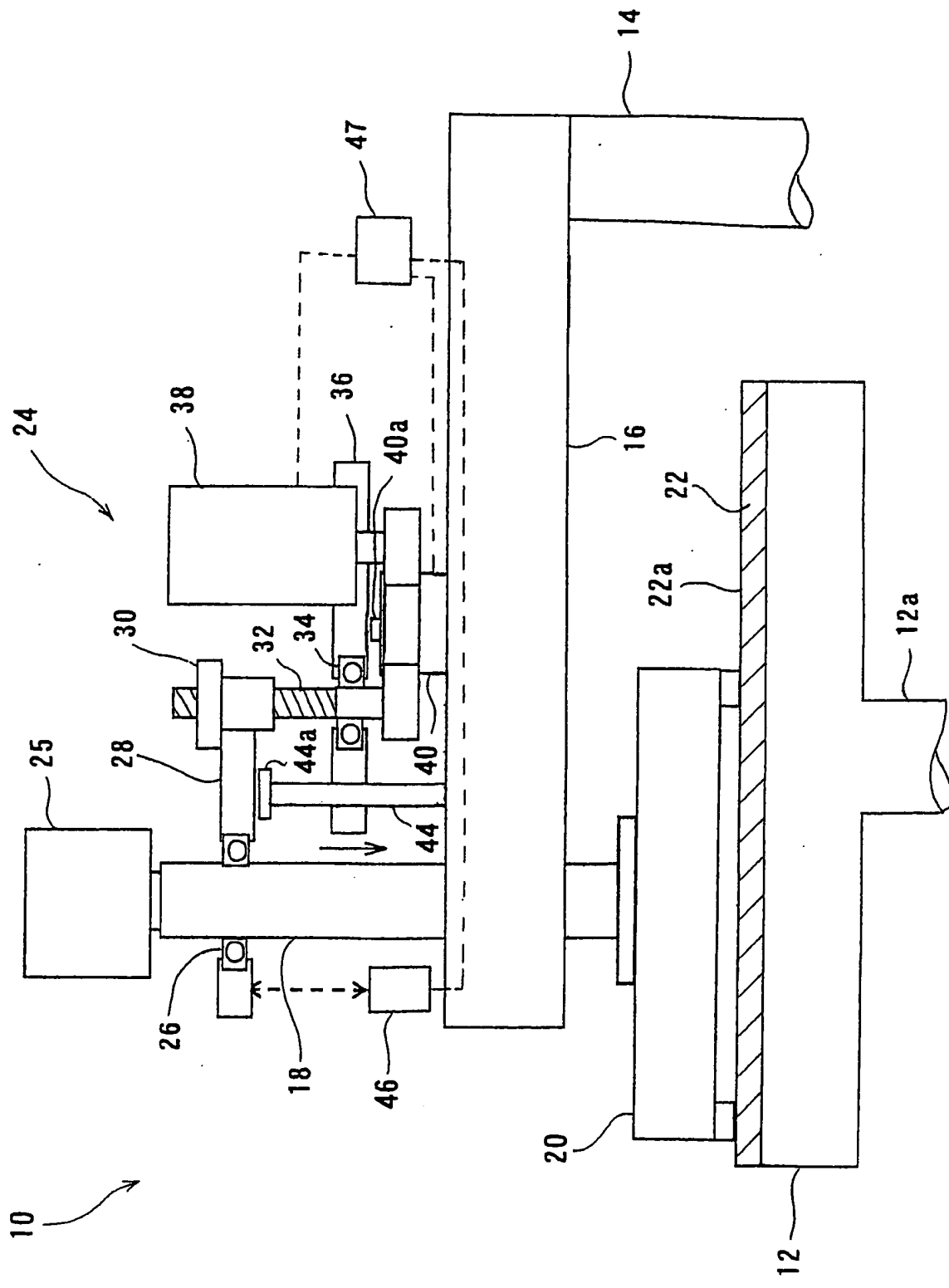
固持具，係組構成可將該彈性膜固持在該缸體上；

及

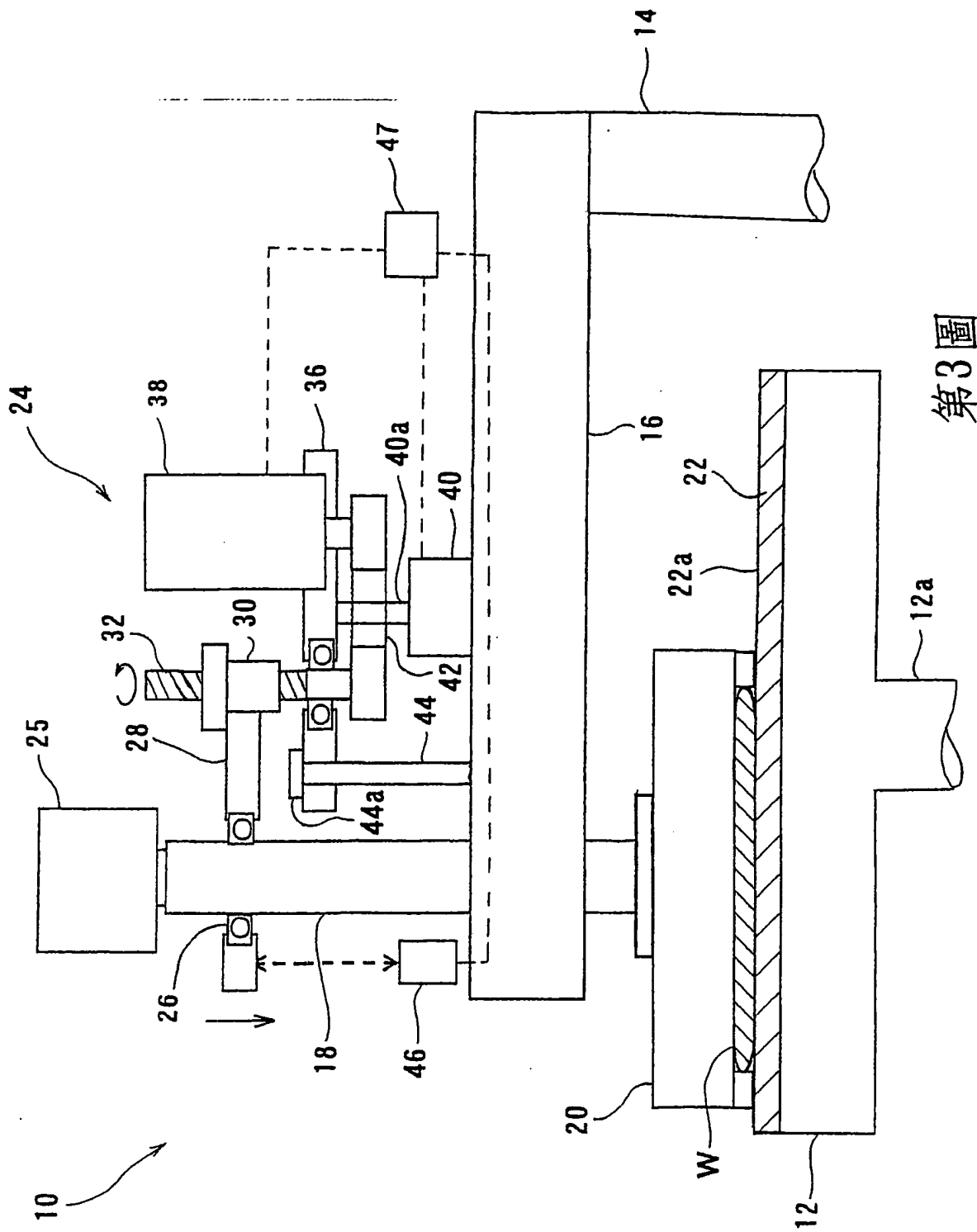
活塞，可在該缸體內垂直地移動，該活塞係連接至該彈性膜。



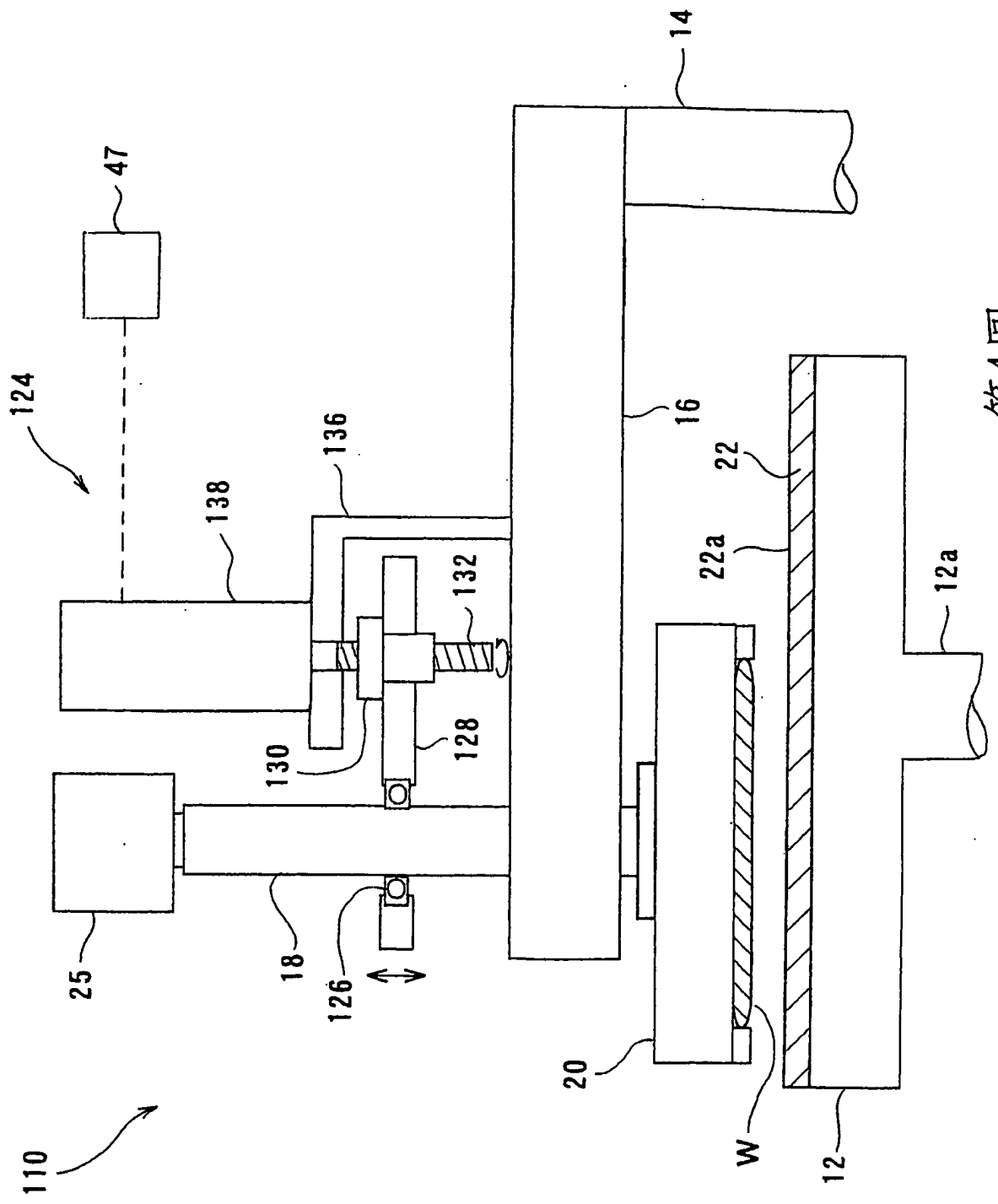
第1圖



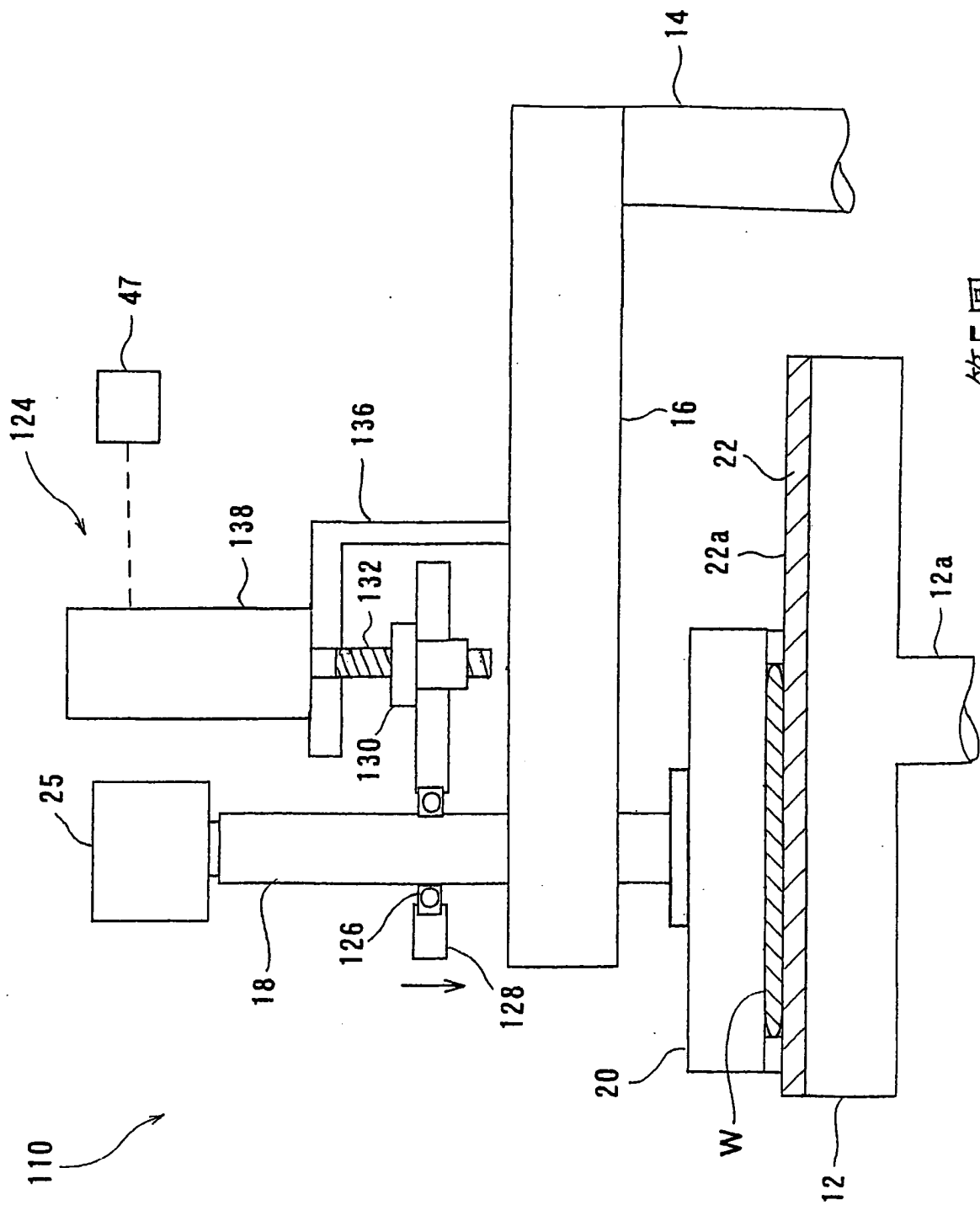
第2圖



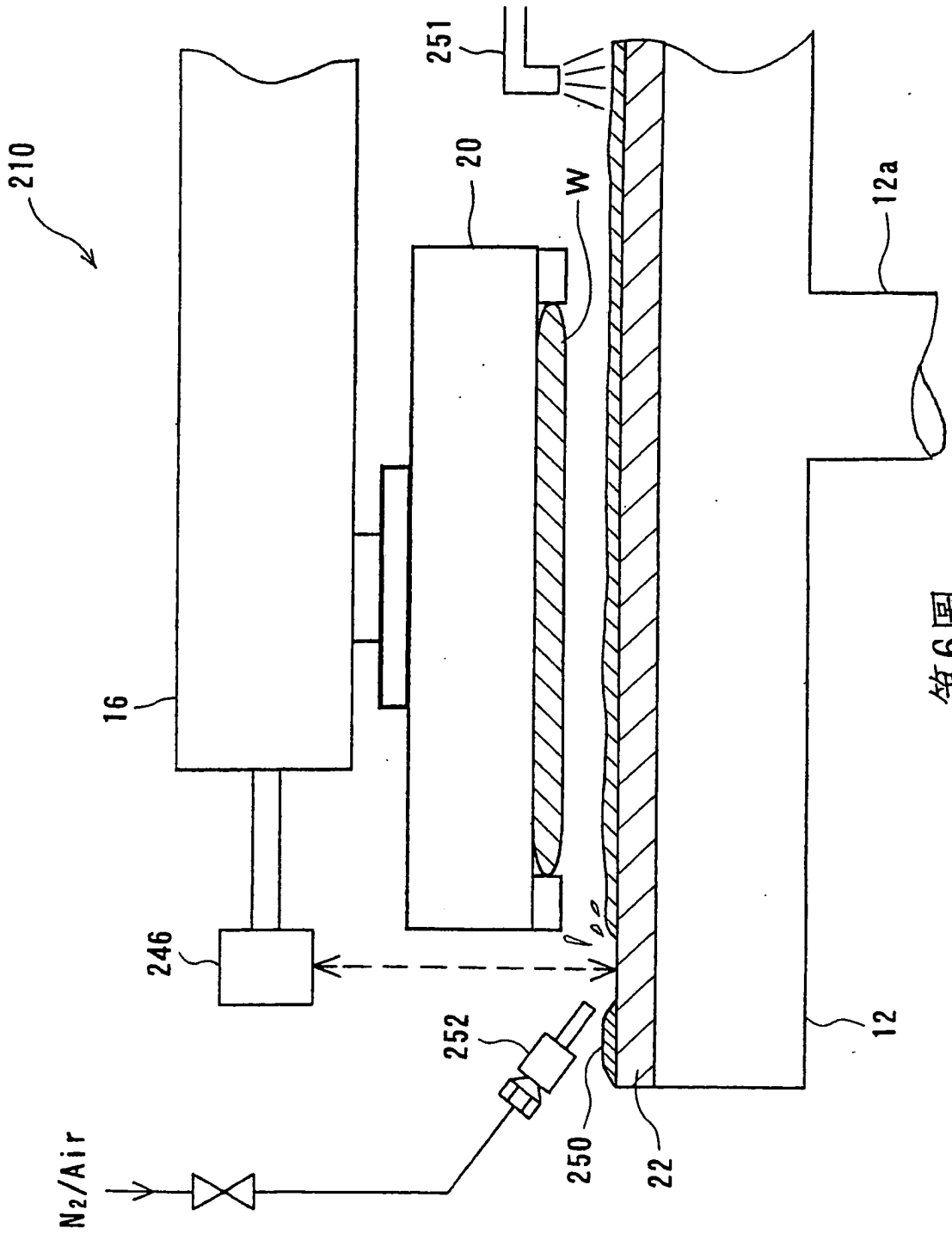
第3圖



第4圖

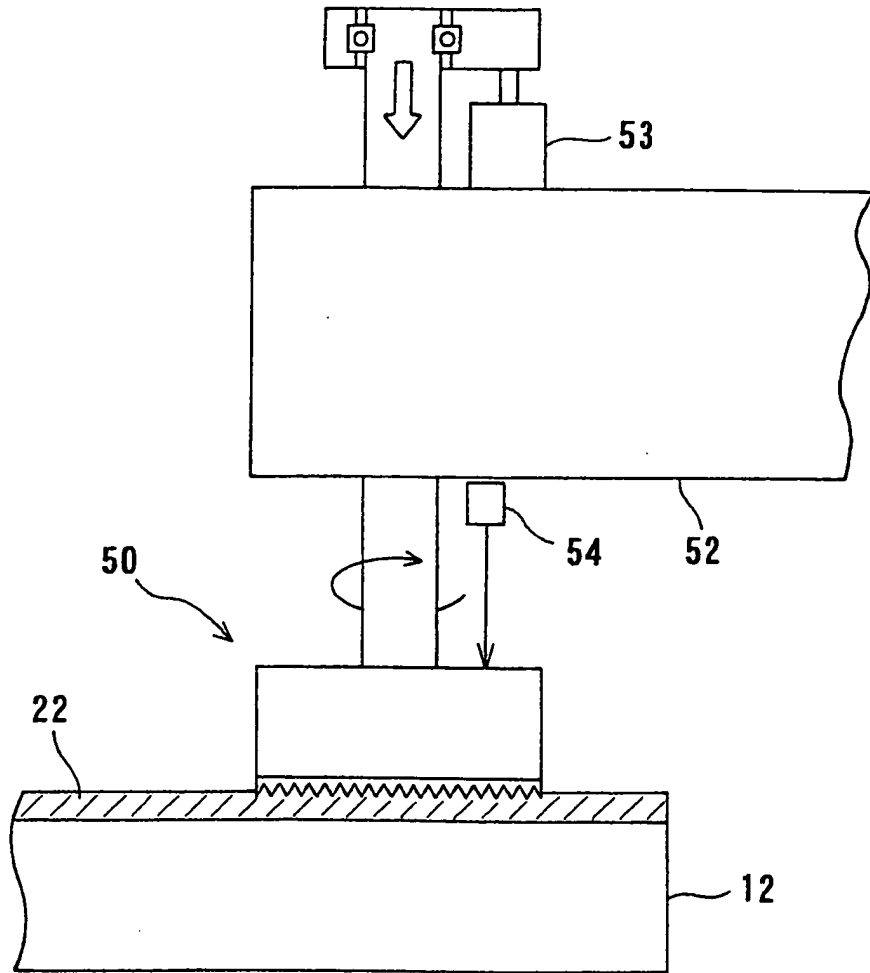


第5圖

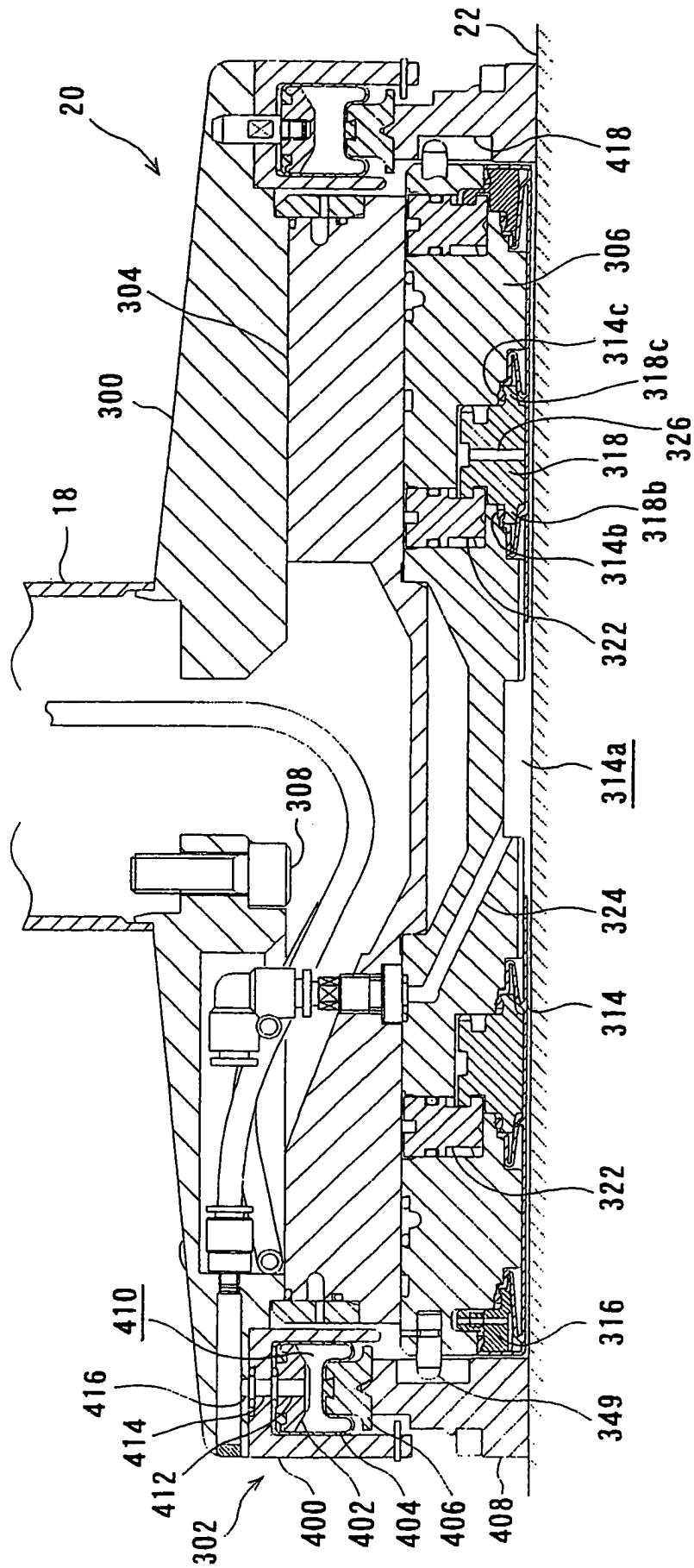


第6圖

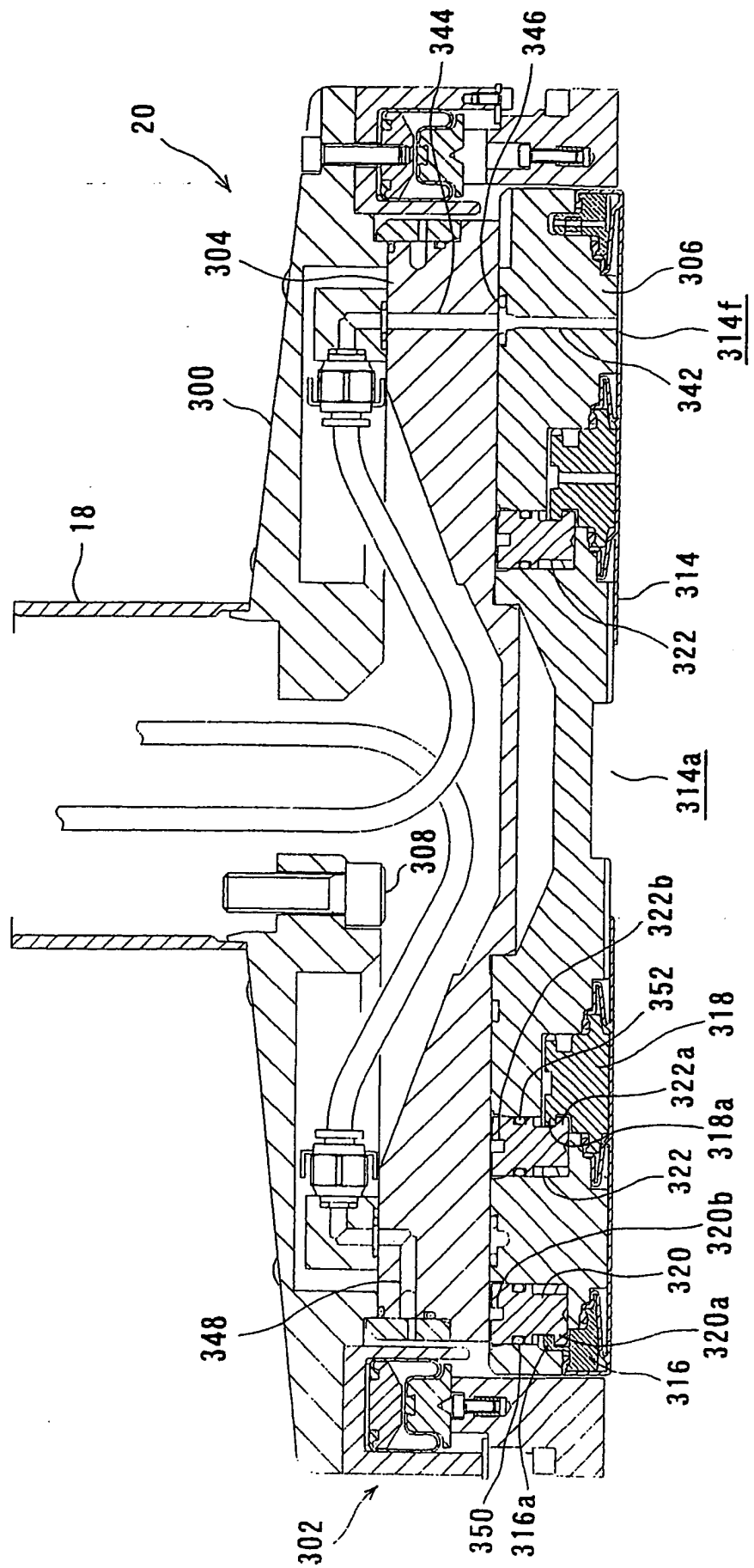




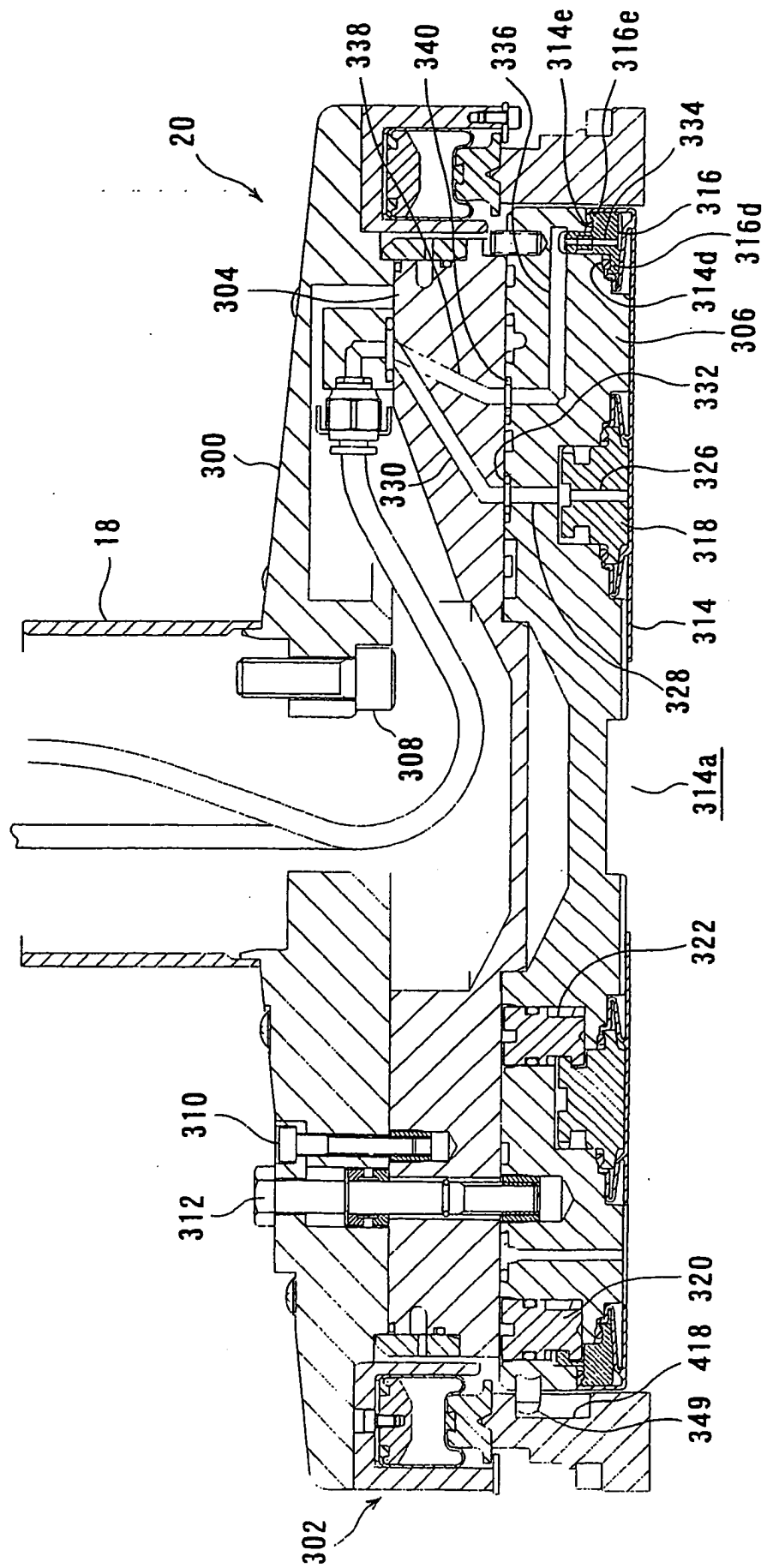
第7圖



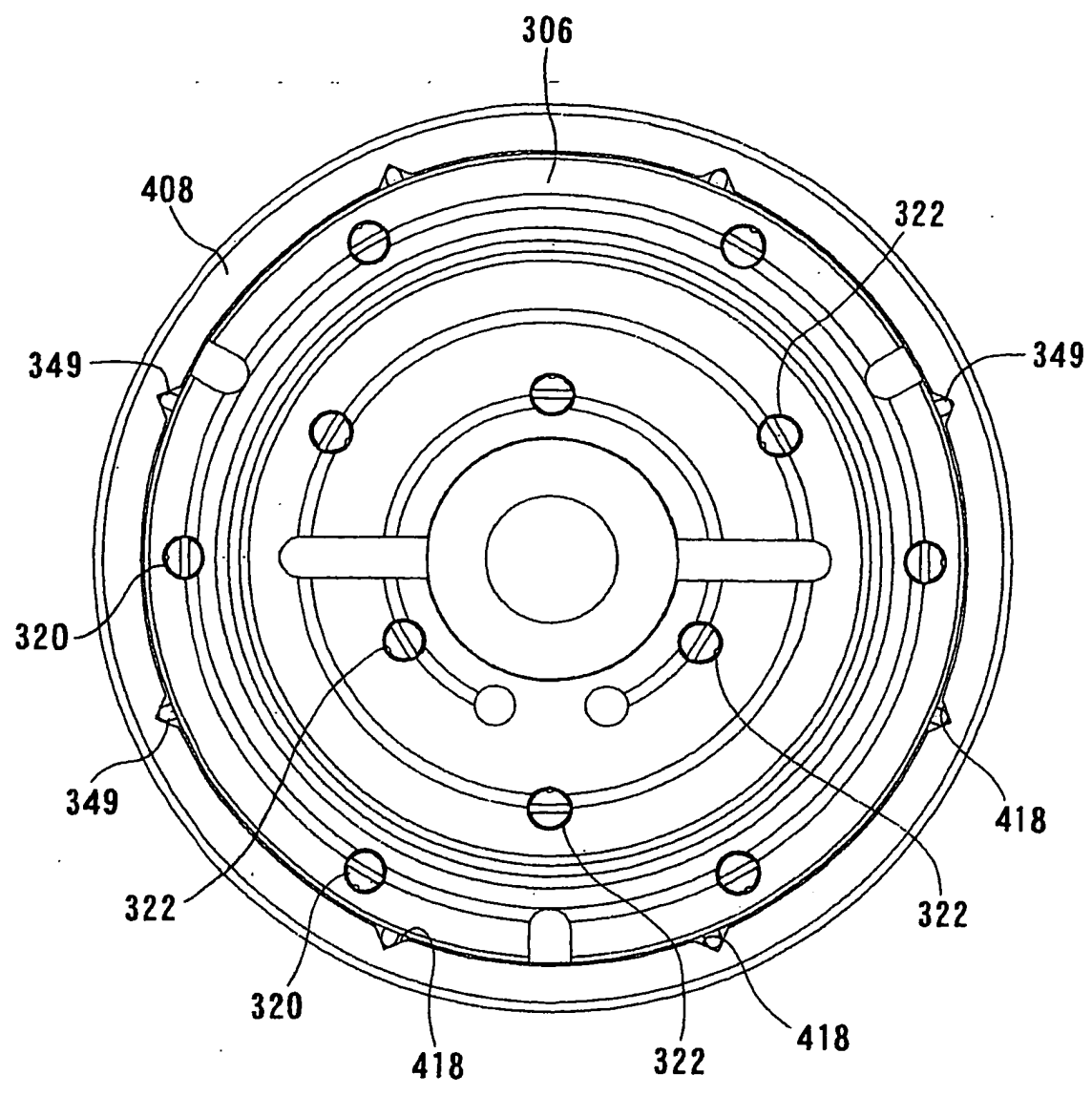
第8圖



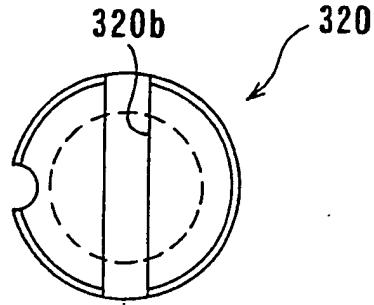
第9圖



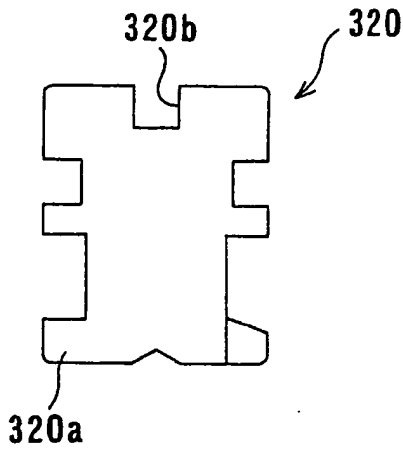
第10圖



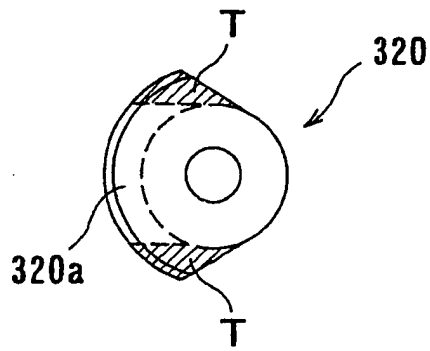
第11圖



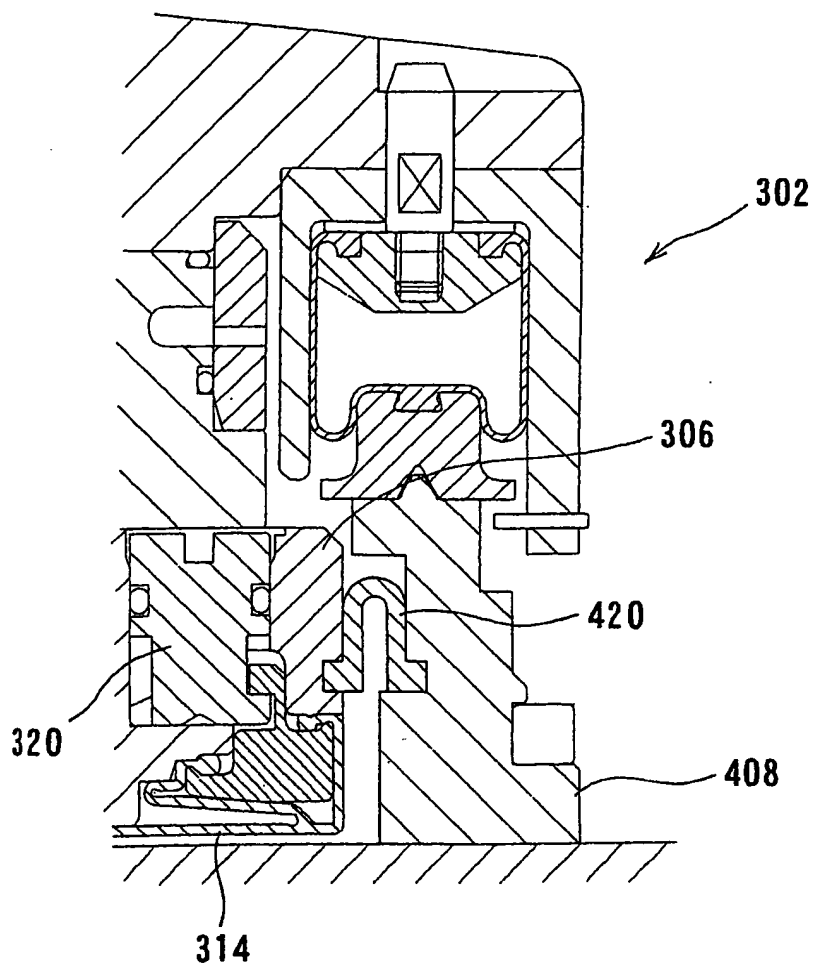
第12A圖



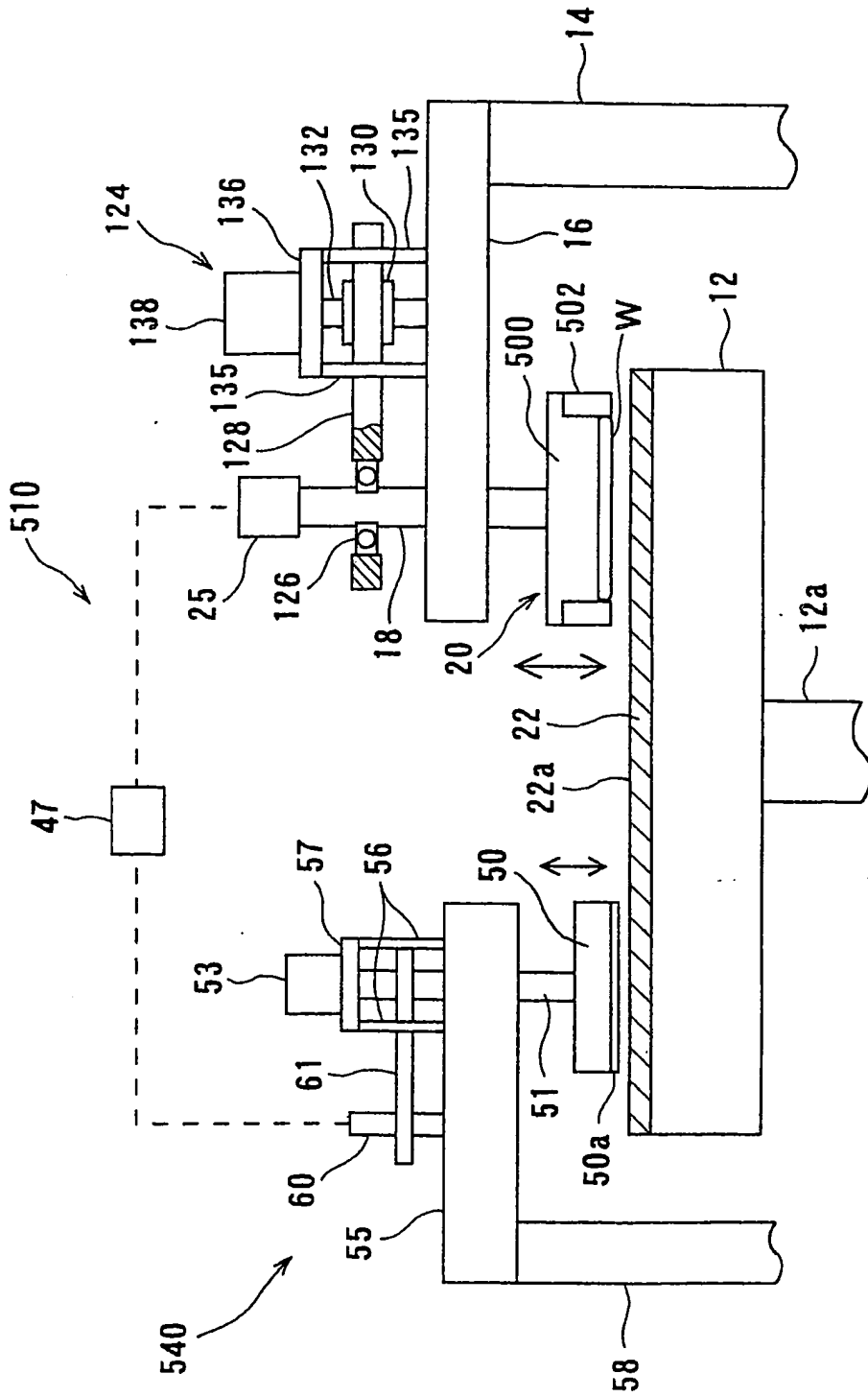
第12B圖



第12C圖

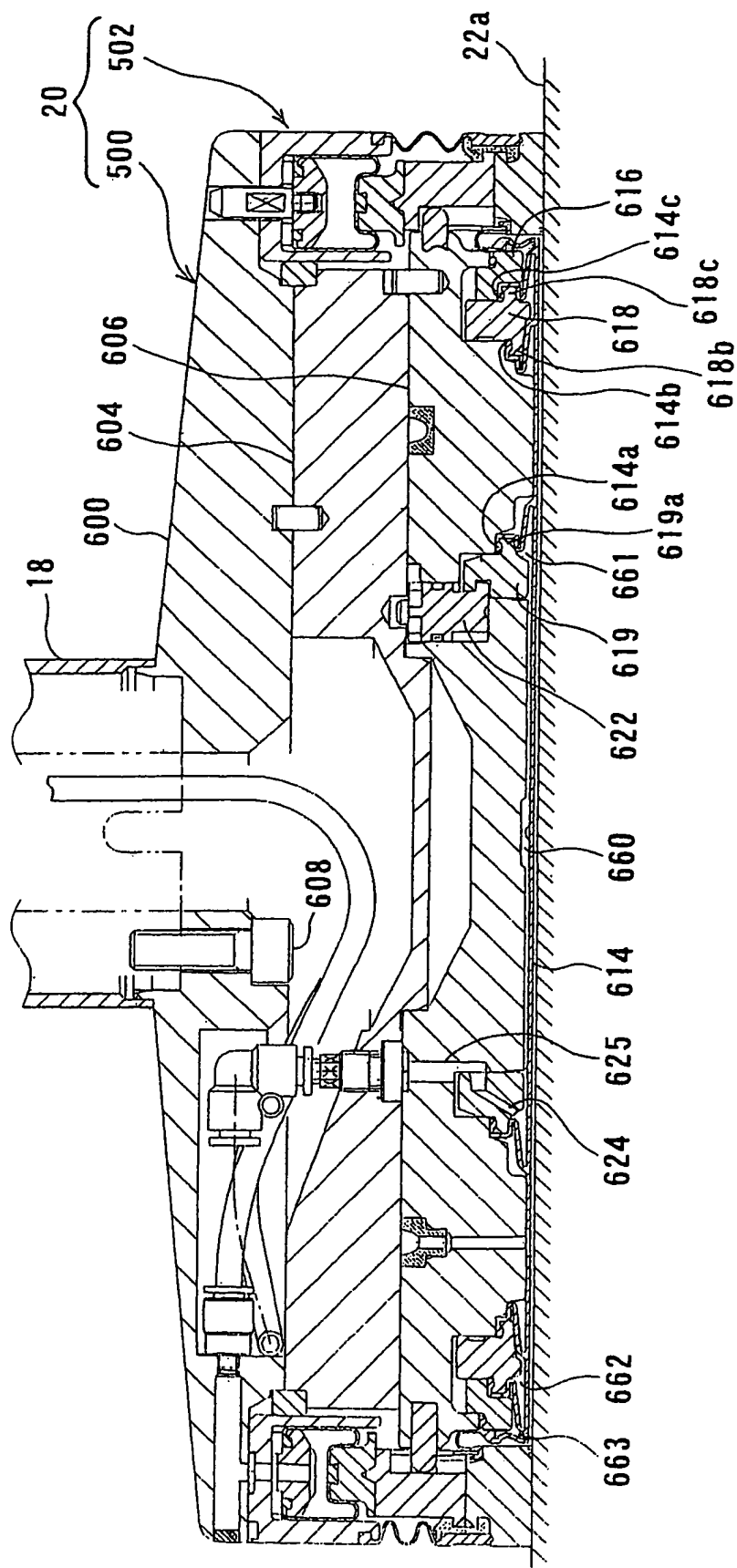


第13圖

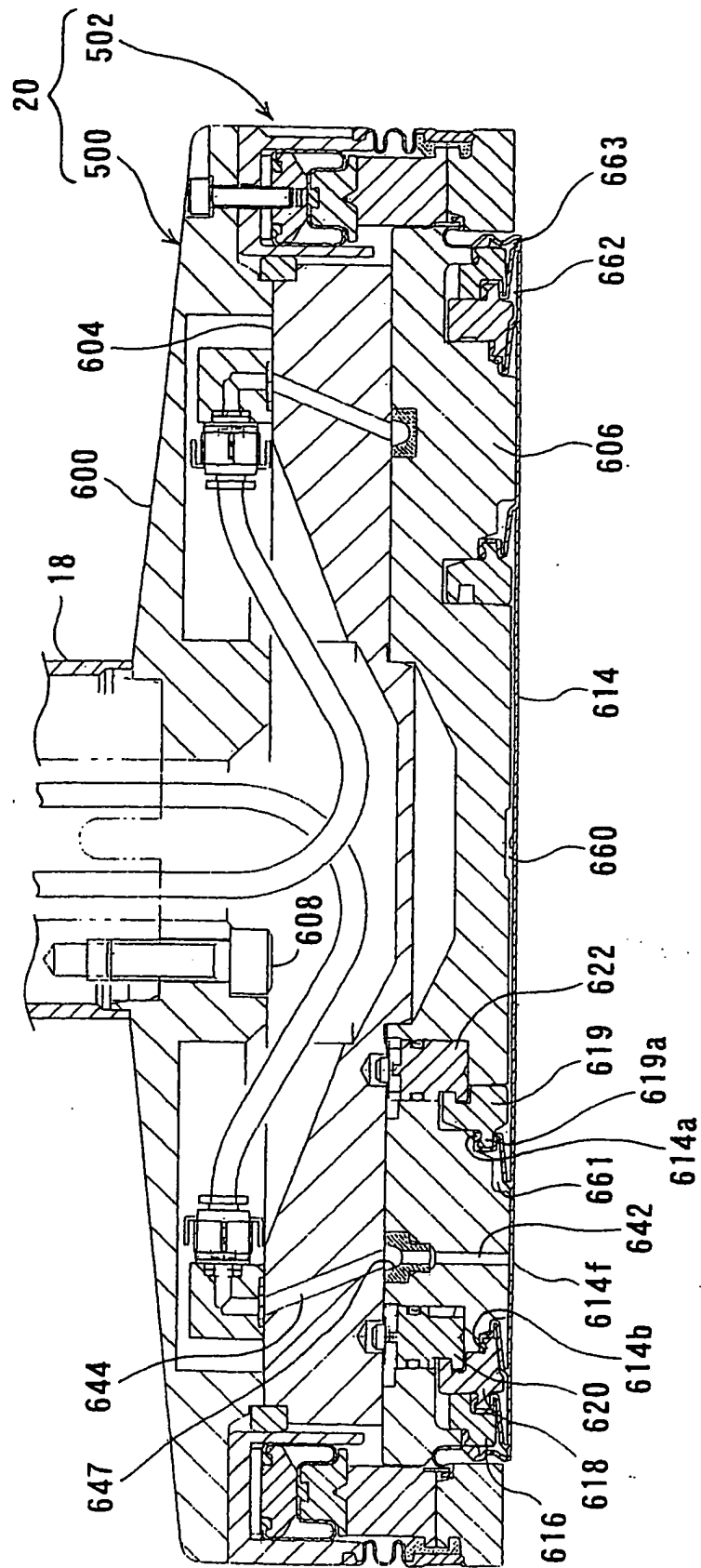


第14圖

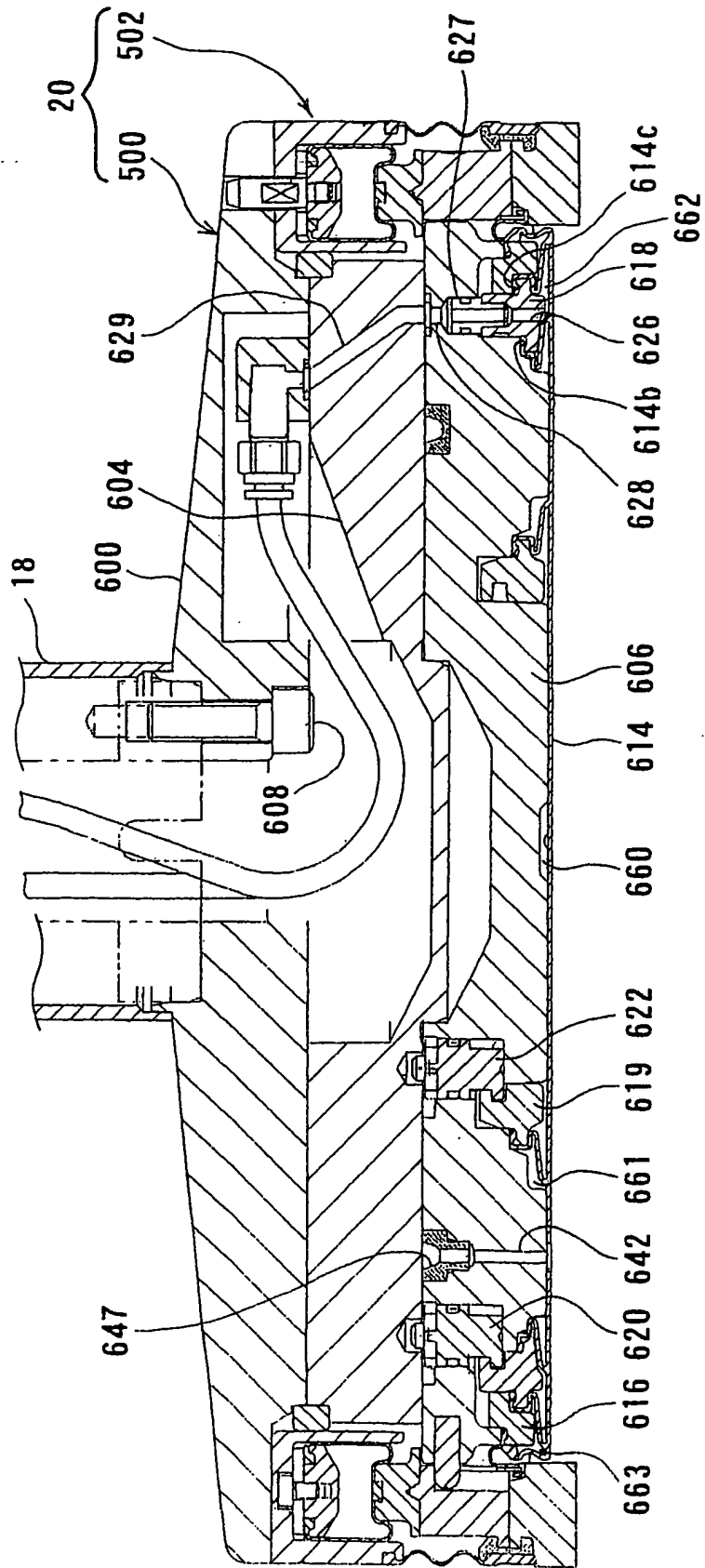




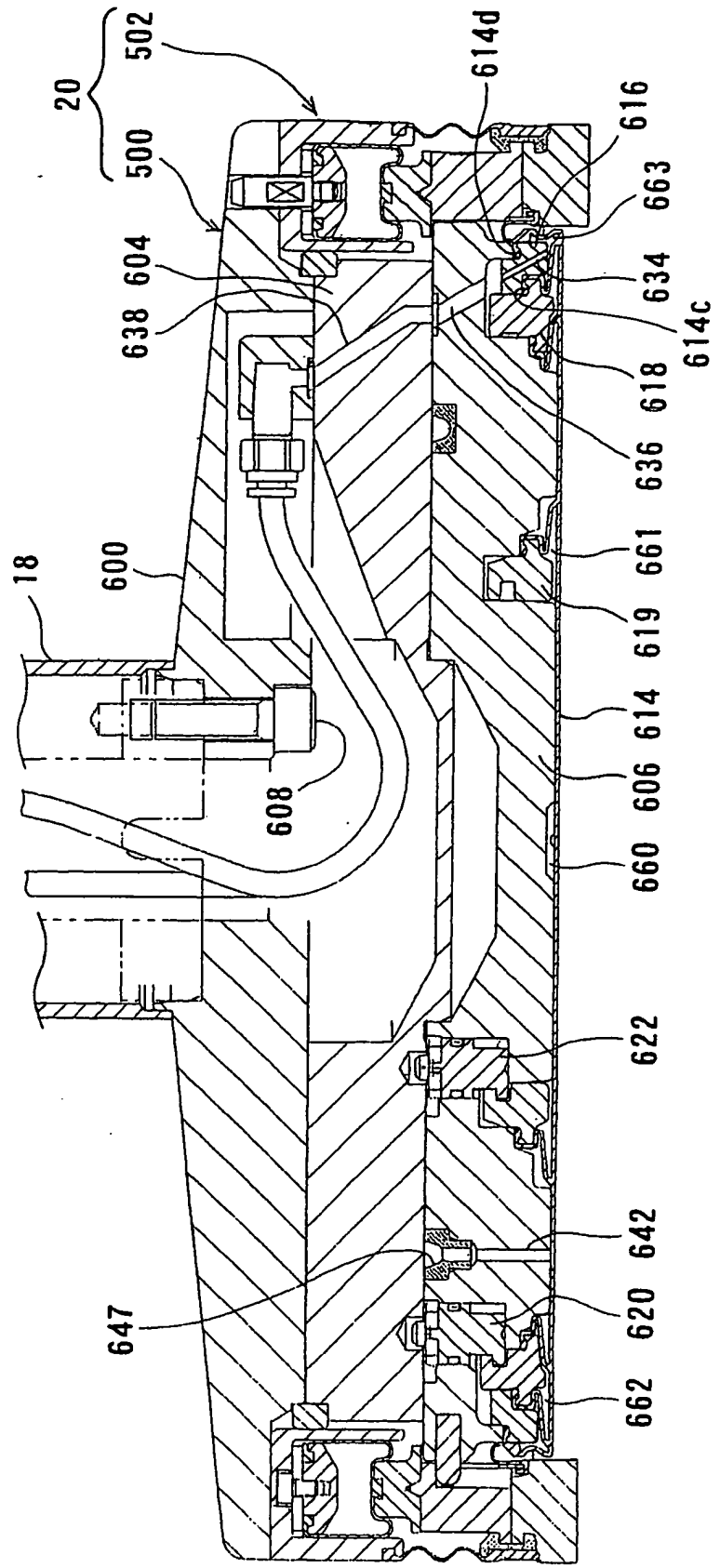
第15圖



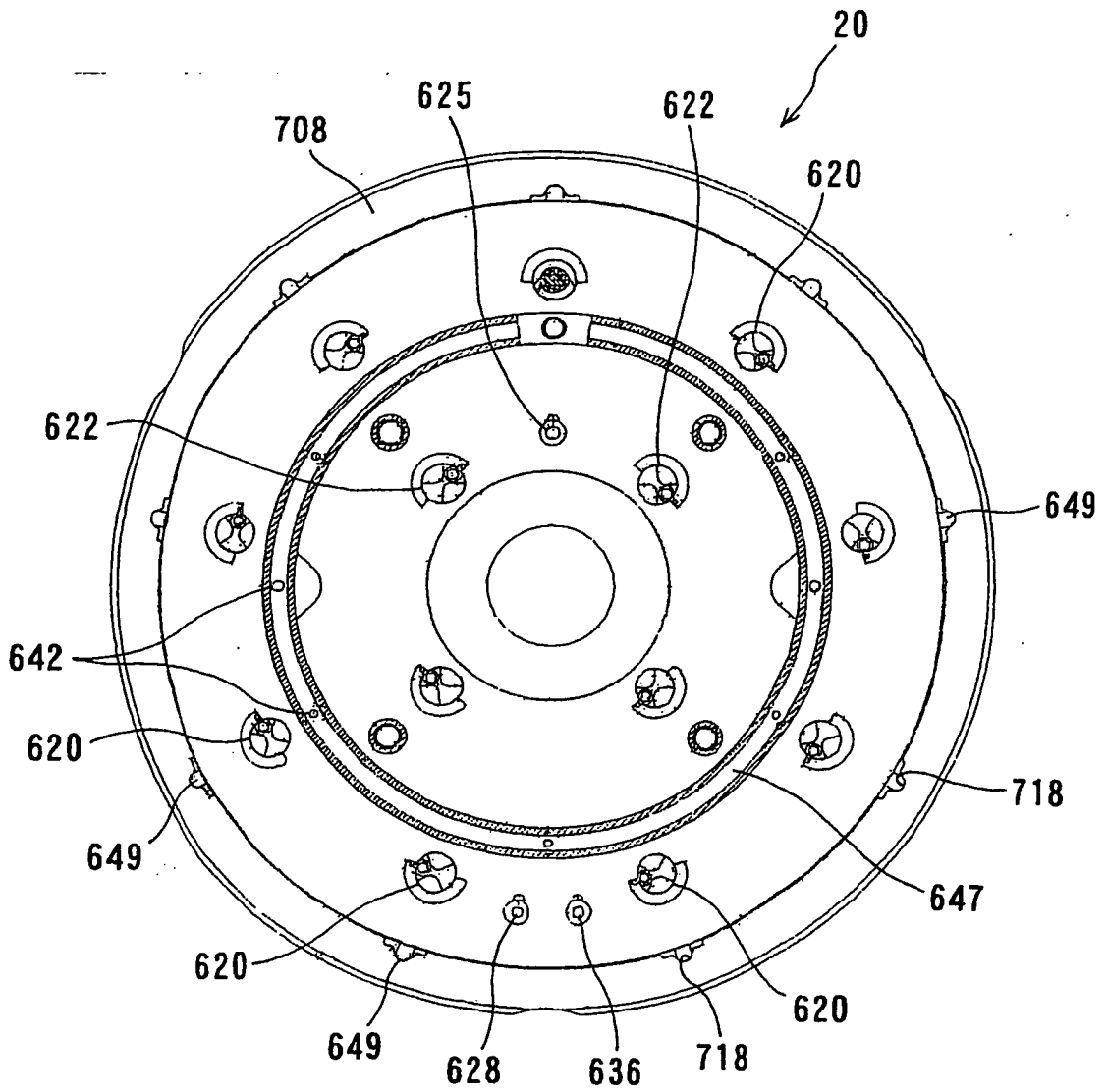
第16圖



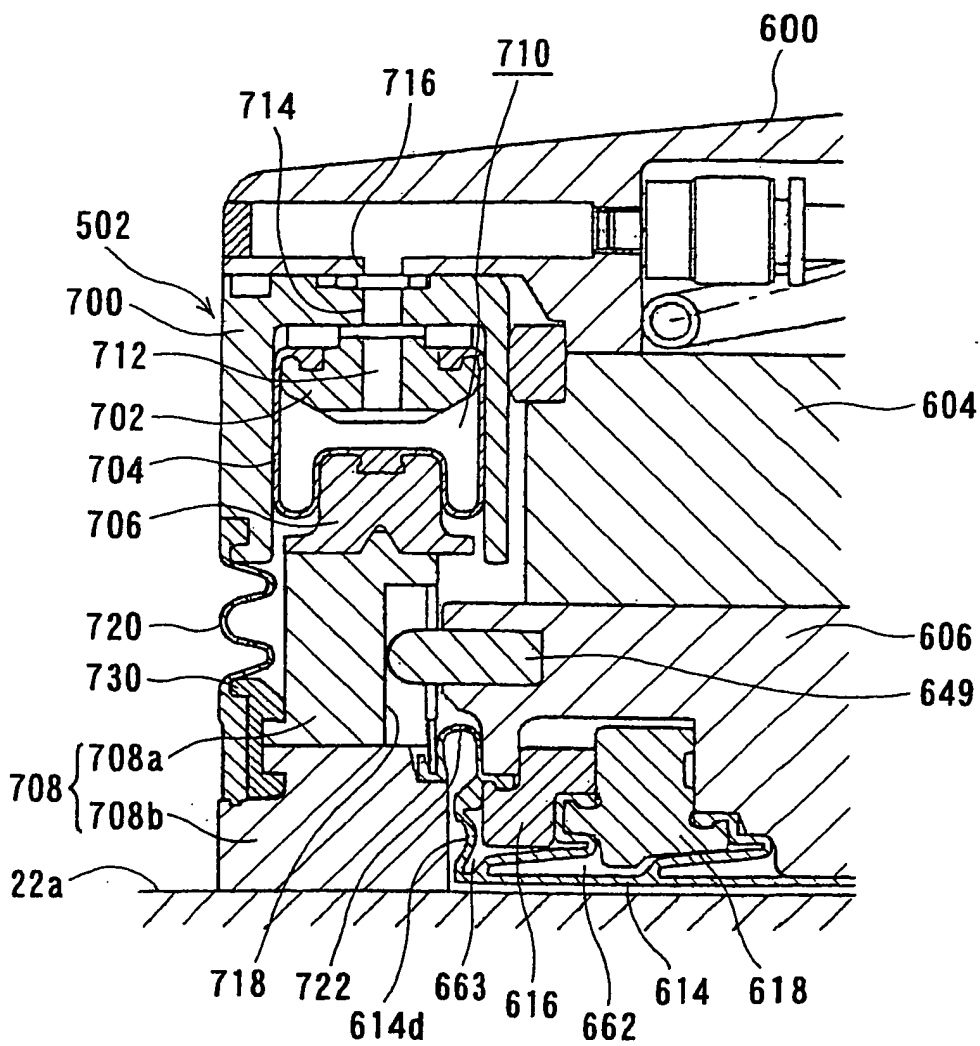
第17圖



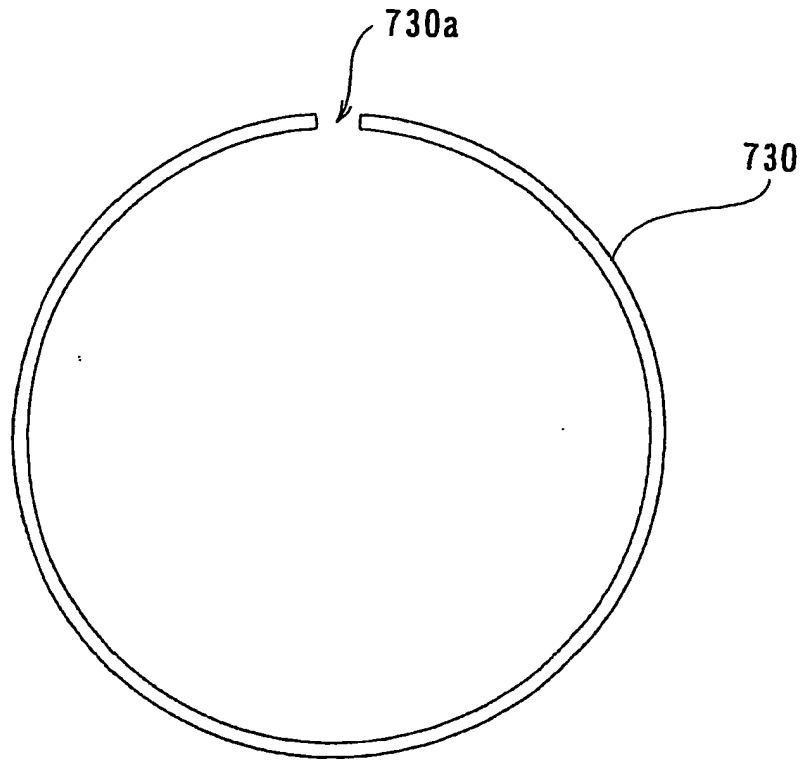
第18圖



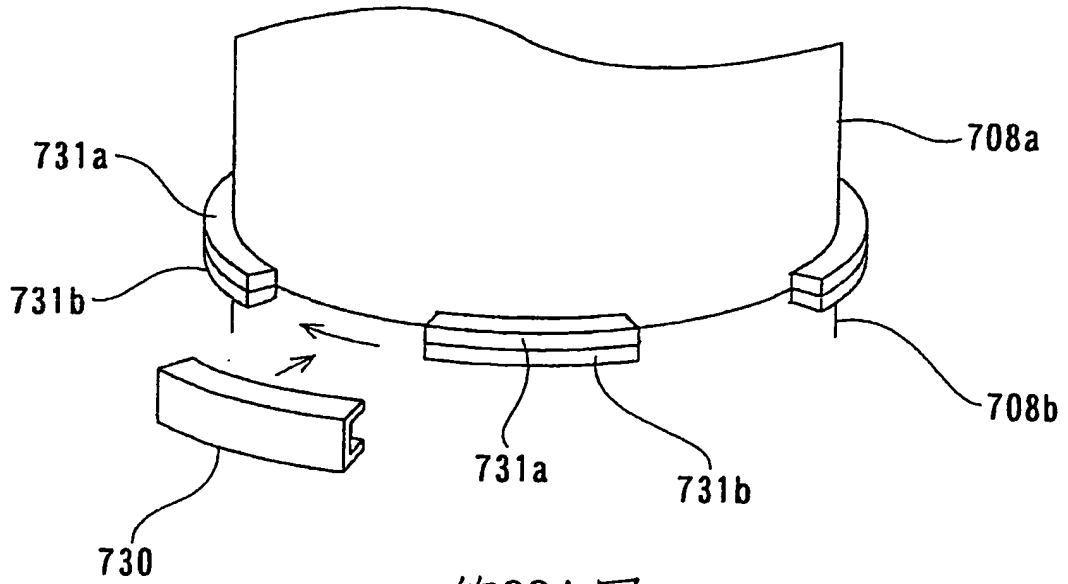
第19圖



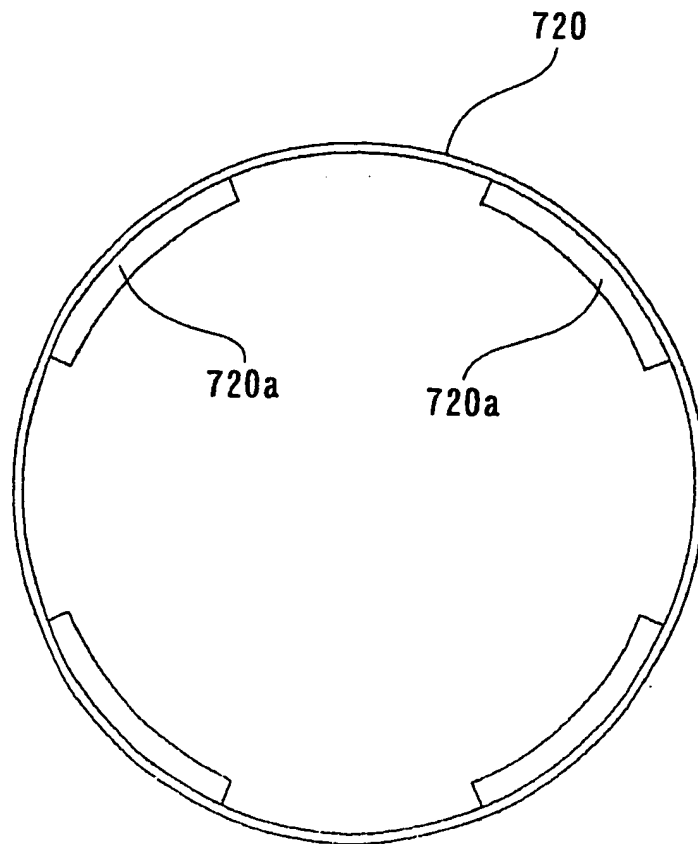
第20圖



第21圖

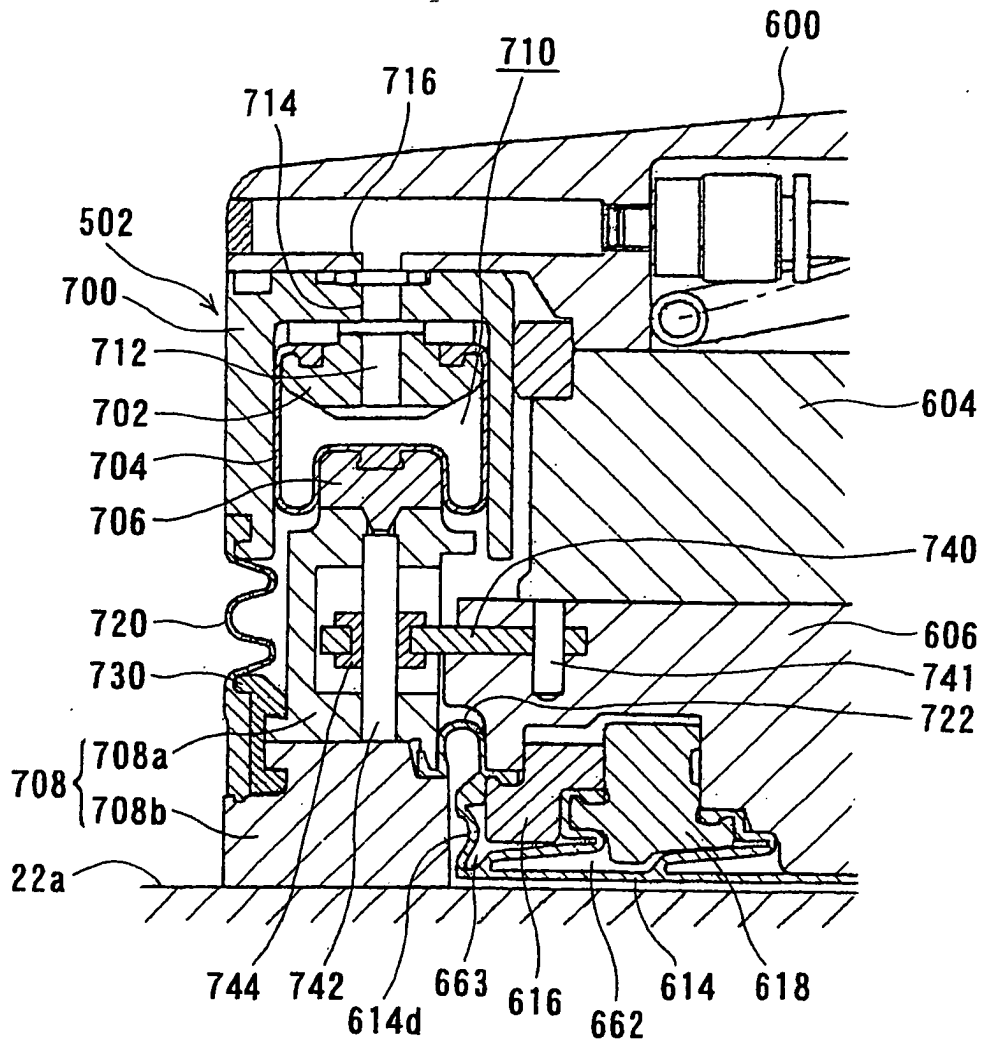


第22A圖

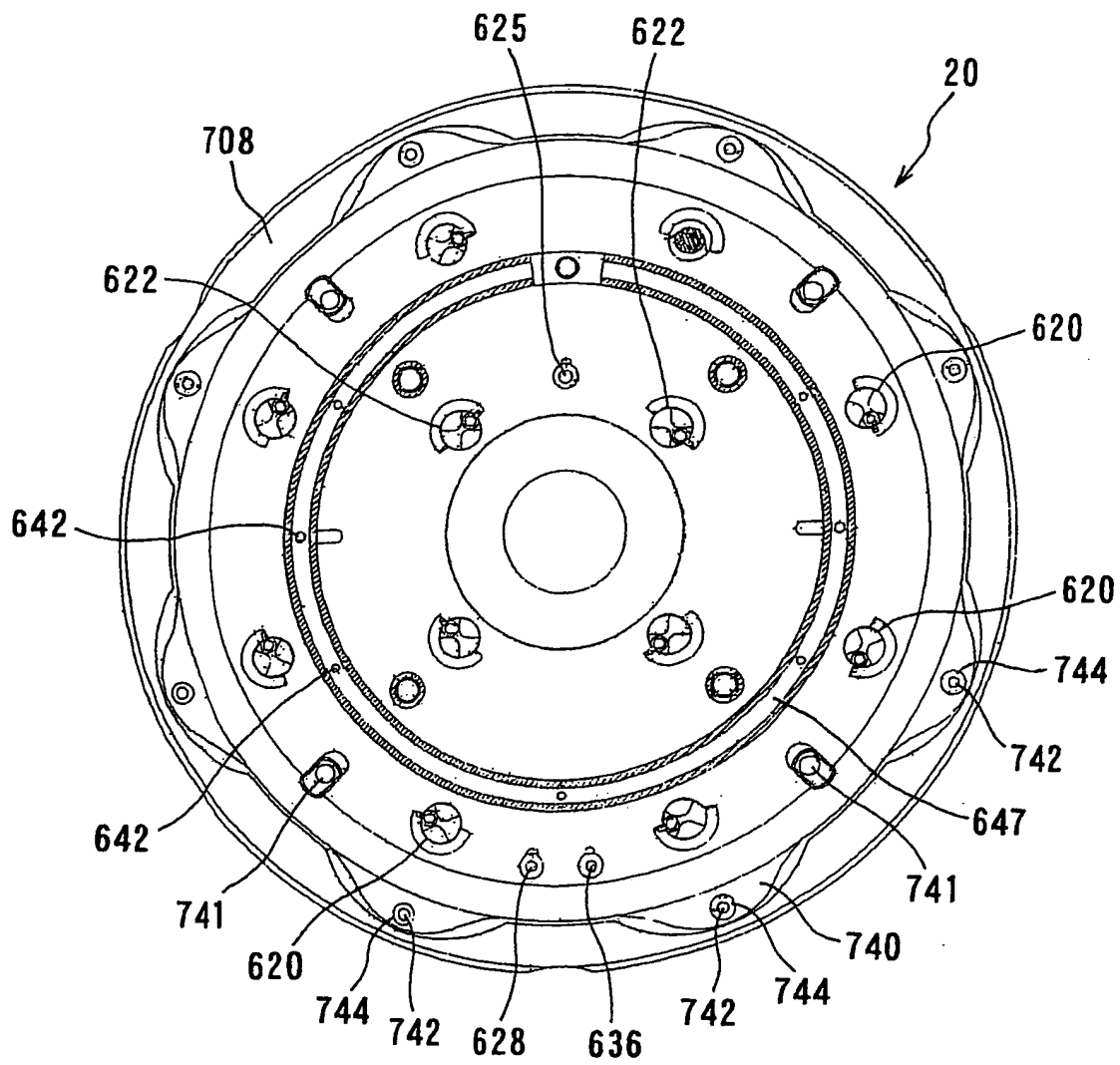


第22B圖

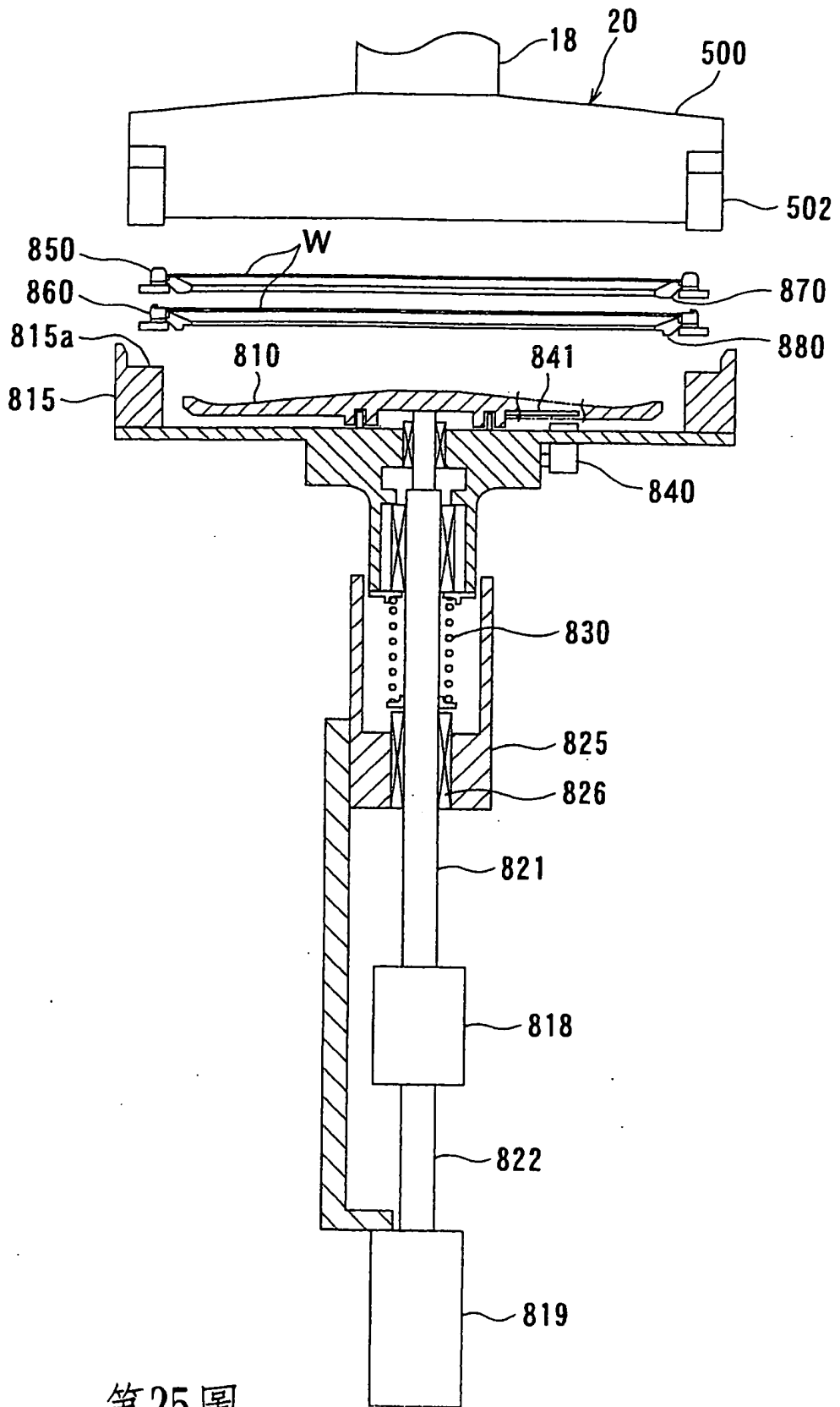




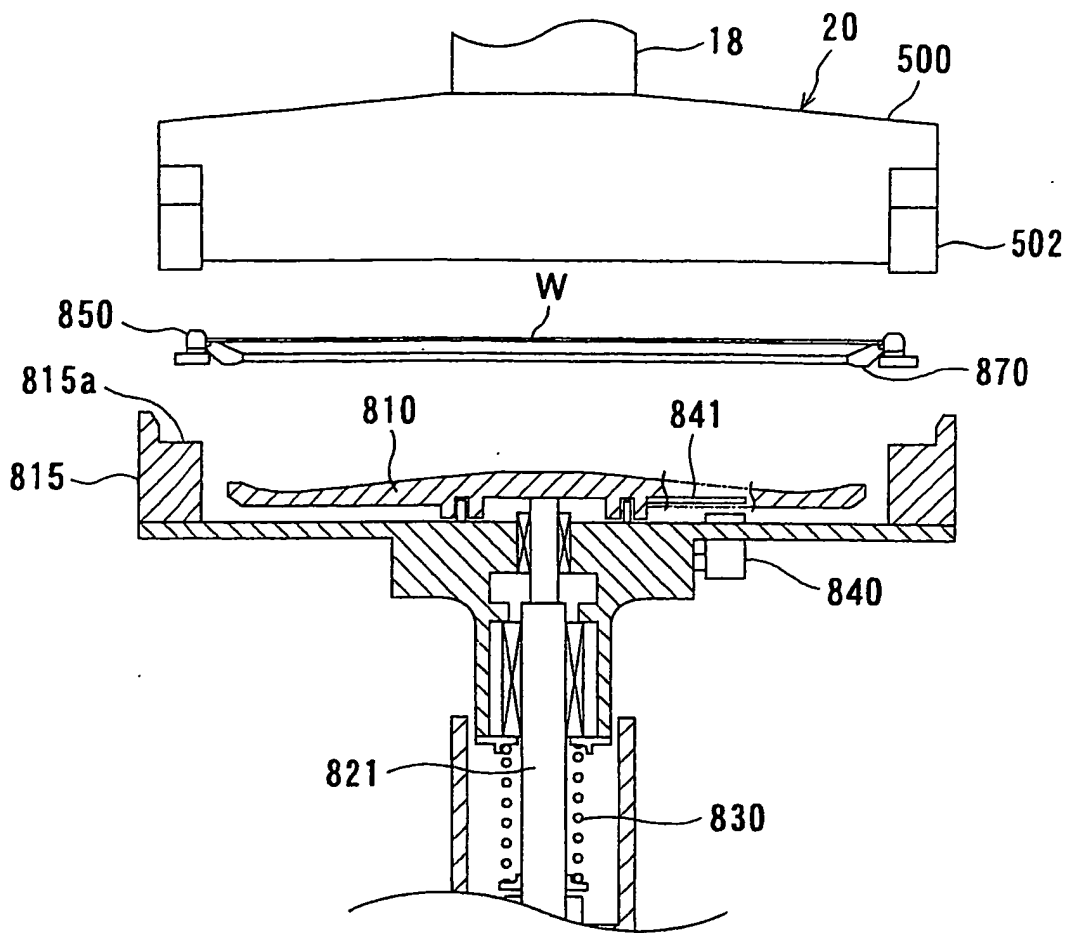
第23圖



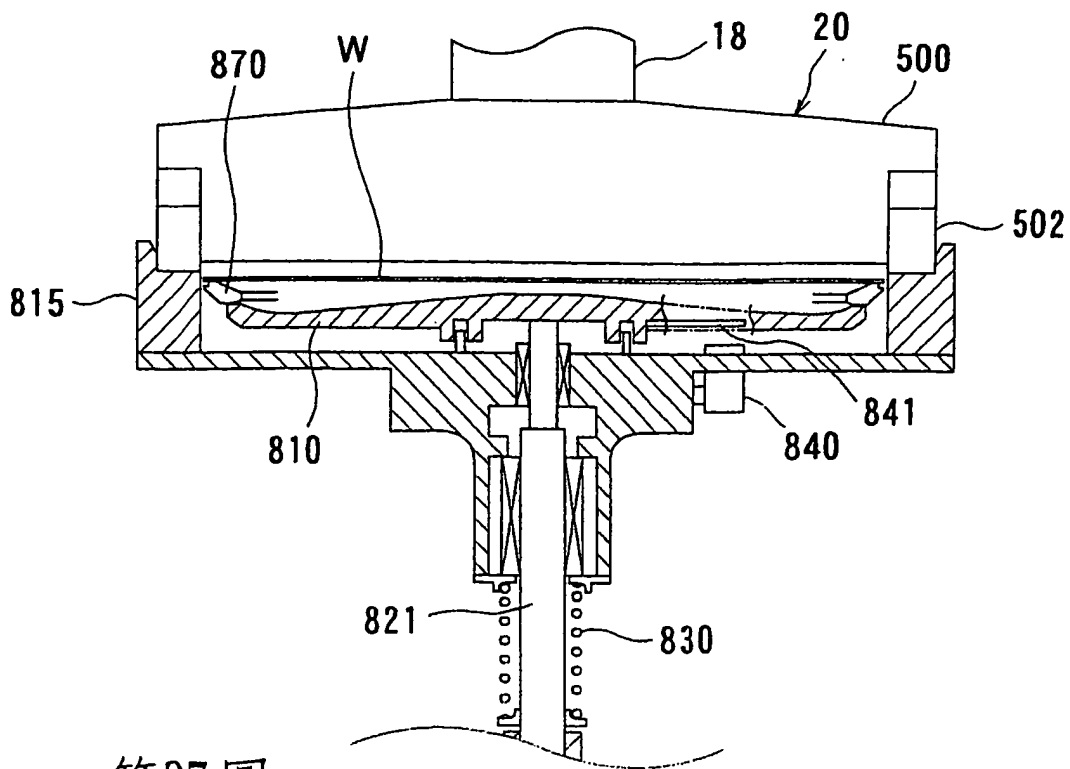
第24圖



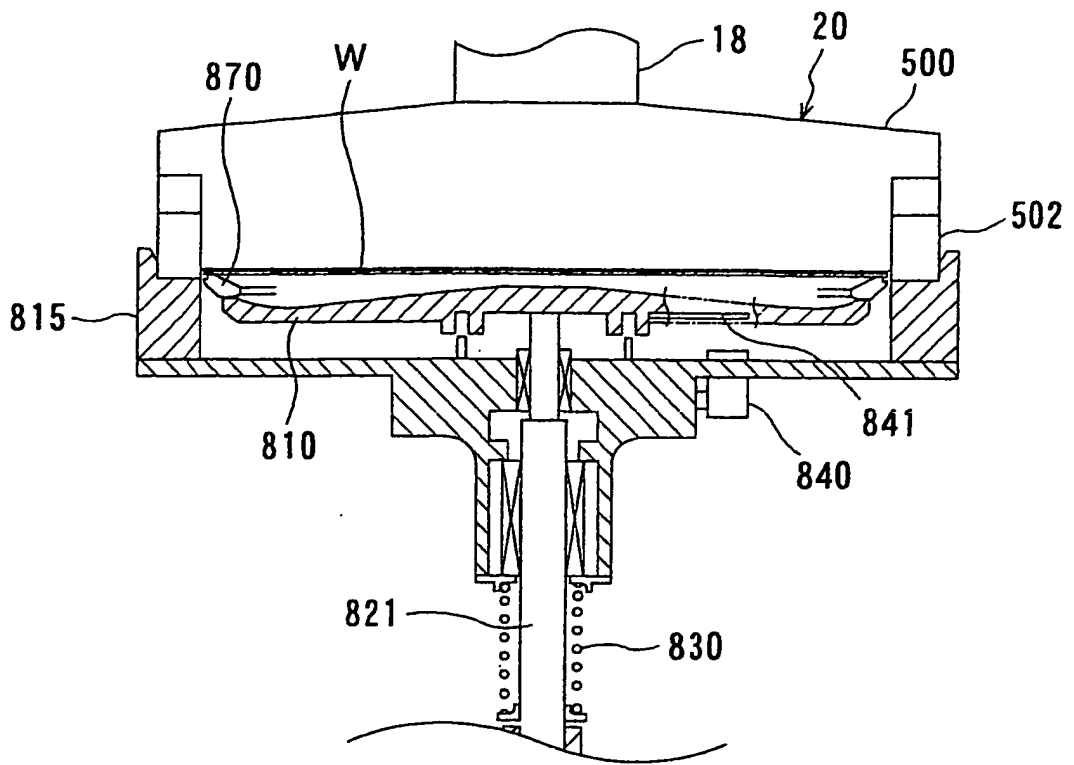
第25圖



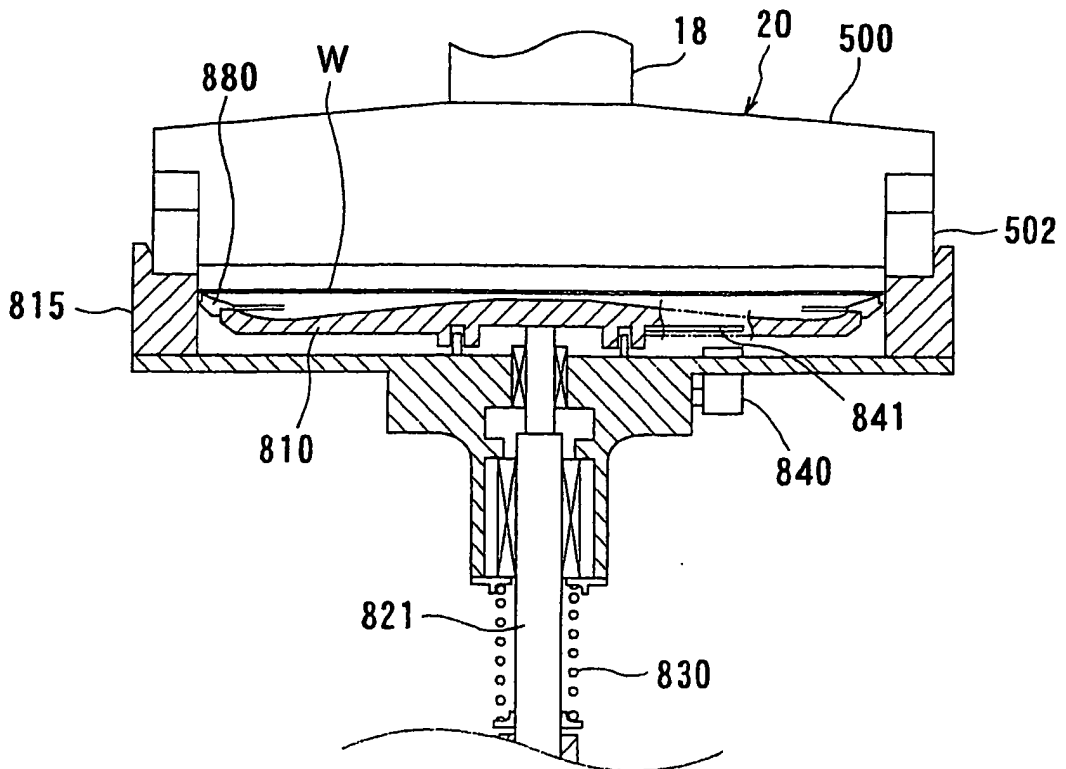
第26圖



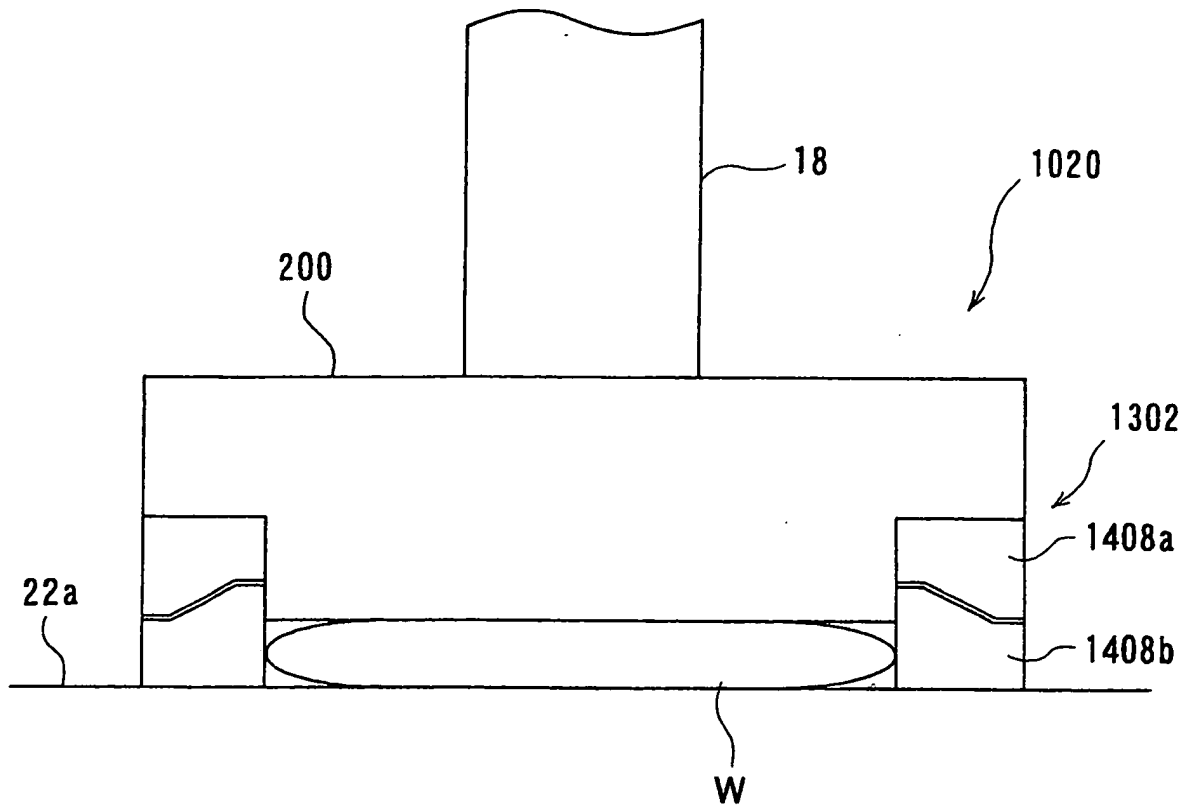
第27圖



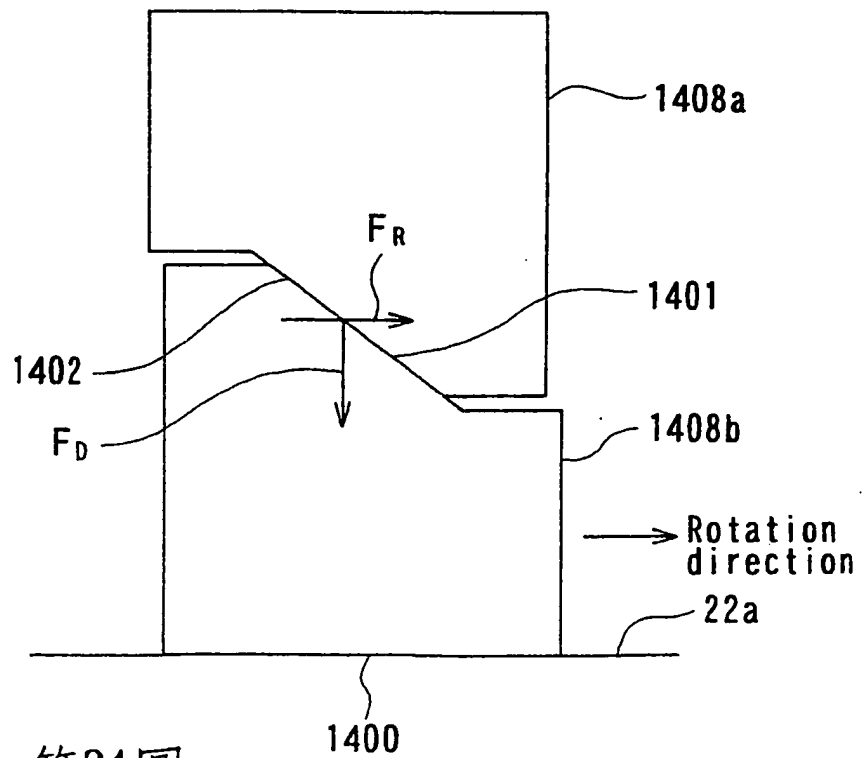
第28圖



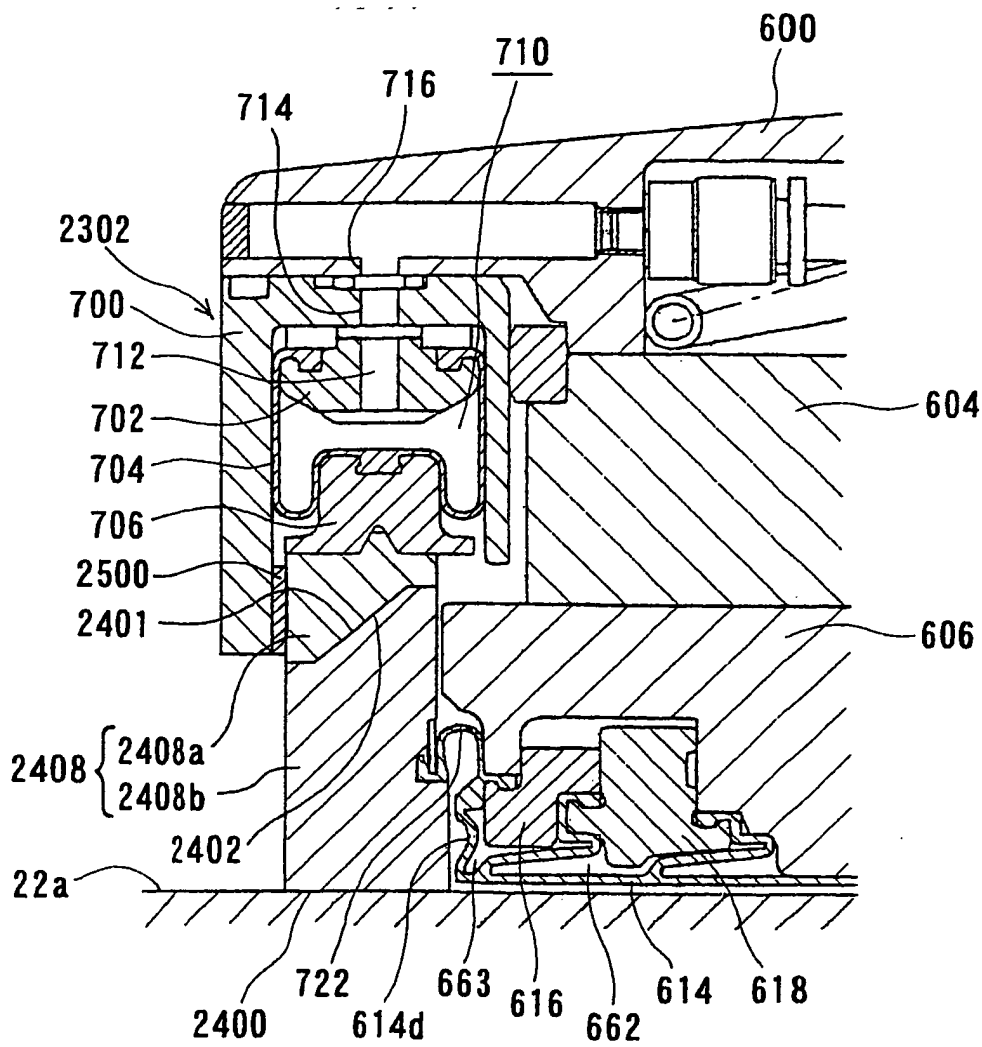
第29圖



第30圖



第31圖



第32圖

## 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(8)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

18	頂環軸桿	20	頂環
22	研磨墊	300	上構件
302	晶圓研磨定位置環		
304	中介構件	306	下構件
308	螺絲	314	彈性隔膜
314a	開口	314b	波浪狀部分
314c	波浪狀部分	316	邊緣固持具
318	波浪狀固持具	318b	扣爪
318c	扣爪	322	止動器
324	通道	326	通道
400	缸體	402	固持具
404	彈性隔膜	406	活塞
408	圓環構件	410	壓力室
412	通道	414	通道
416	通道	418	V字形溝槽

## 五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。