

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-144902
(P2006-144902A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl. F 1 1 6 J 15/34 (2006.01) F 1 6 J 15/34 K テーマコード(参考) 3 J 0 4 1

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2004-335434 (P2004-335434) | (71) 出願人 | 000229737 日本ピラー工業株式会社 大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号 |
| (22) 出願日 | 平成16年11月19日(2004.11.19) | (74) 代理人 | 100084342 弁理士 三木 久巳 |
| | | (72) 発明者 | 上田 誠 兵庫県三田市下内神字打場541番地の1 日本ピラー工業株式会社三田工場内 |
| | | Fターム(参考) | 3J041 BA04 BB03 BC02 BD01 DA15 |

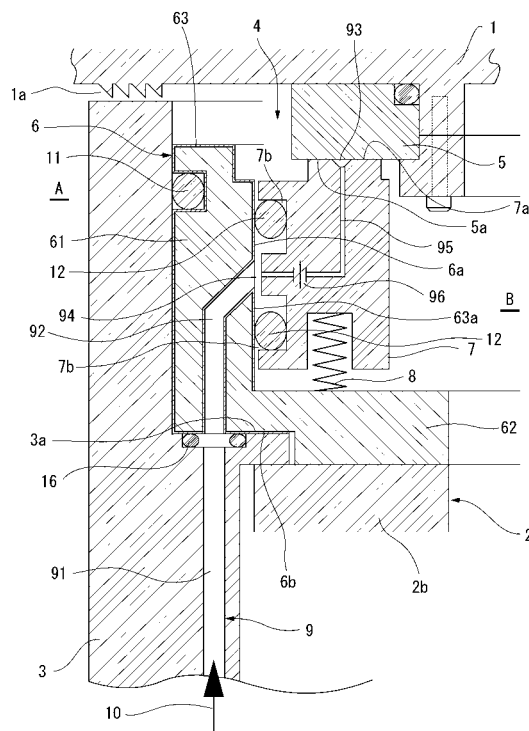
(54) 【発明の名称】 メカニカルシール

(57) 【要約】

【目的】 静止密封環の追従性に優れ、良好なシール機能を発揮しうるメカニカルシールを提供する。

【構成】 メカニカルシール4は、回転軸側に固定された回転密封環5と金属製のシールケース6の内周部にOリング12を介して軸線方向に移動可能に嵌合保持された静止密封環7とを具備して、Oリング12を静止密封環7の外周面に係合保持すると共にシールケース6の内周面に押圧接触させることによって、シールケース6と静止密封環7との間が当該密封環7の軸線方向移動を許容しつつ二次シールされるように構成されている。シールケース6の内周面には、少なくとも静止密封環7の軸線方向移動に伴って当該Oリング12が相対変位する範囲において、膜厚：5～100μmの樹脂コーティング膜63が形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転軸側に固定された回転密封環と回転軸が洞貫する金属製のシールケースに Oリングを介して軸線方向に移動可能に保持された静止密封環とを具備しており、当該 Oリングを静止密封環の周面部に係合保持すると共にシールケースの周面部に押圧接触させることによって、シールケースと静止密封環との間が当該密封環の軸線方向移動を許容しつつ二次シールされるように構成されたメカニカルシールにおいて、

シールケースの周面部に、少なくとも静止密封環の軸線方向移動に伴って当該 Oリングが相対変位する範囲において、樹脂コーティング膜を形成してあることを特徴とするメカニカルシール。

10

【請求項 2】

前記 Oリングを所定間隔を隔てて一対設けて、シールケースと静止密封環との間に当該一対の Oリングによりシールされた連通空間を形成すると共に、シールケース及び静止密封環に、当該連通空間を介して連通する一連の通路であって両密封環の対向端面たる密封端面間に開口するシールガス通路を形成して、このシールガス通路から密封端面間に所定圧のシールガスを導入することによって、密封端面間を非接触状態に保持するように構成された静圧形ノンコンタクトガスシールであることを特徴とする、請求項 1 に記載するメカニカルシール。

【請求項 3】

シールケースにおける周面部であって被密封流体が接触する部分に、当該 Oリングが相対変位する部分を含めて、樹脂コーティング膜を形成してあることを特徴とする、請求項 1 に記載するメカニカルシール。

20

【請求項 4】

シールケースにおける周面部及びシールガス通路の内周部であってシールガス及び被密封流体が接触する部分に、当該 Oリングが滑動する部分を含めて、樹脂コーティング膜を形成してあることを特徴とする、請求項 2 に記載するメカニカルシール。

【請求項 5】

樹脂コーティング膜の膜厚が 5 ~ 100 μm であることを特徴とする、請求項 1、請求項 2、請求項 3 又は請求項 4 に記載するメカニカルシール。

【請求項 6】

樹脂コーティング膜の膜厚が 20 ~ 40 μm であることを特徴とする、請求項 5 に記載するメカニカルシール。

30

【請求項 7】

樹脂コーティング膜の表面であって、少なくとも当該 Oリングが滑動する部分が、平滑面に機械加工されていることを特徴とする、請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 5 又は請求項 6 に記載するメカニカルシール。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転軸側に固定された回転密封環と回転軸が洞貫する金属製のシールケースに Oリングを介して軸線方向に移動可能に保持された静止密封環とを具備しており、当該 Oリングを静止密封環の周面部に係合保持すると共にシールケースの周面部に押圧接触させることによって、シールケースと静止密封環との間が当該密封環の軸線方向移動を許容しつつ二次シールされるように構成されたメカニカルシールに関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

従来メカニカルシールとして、回転軸に固定された回転密封環と、回転軸が洞貫するシールケースに一対の Oリングを介して軸線方向に移動可能に保持された静止密封環と、静止密封環とシールケースとの間に介装されて、静止密封環を回転密封環へと押圧附勢するスプリングとを具備しており、シールケースと静止密封環との間に当該一対の Oリング

50

によりシールされた連通空間を形成すると共に、シールケース及び静止密封環に、当該連通空間を介して連通する一連の通路であって両密封環の対向端面たる密封端面間に開口するシールガス通路を形成して、このシールガス通路から密封端面間に所定圧のシールガスを導入することによって、密封端面間を非接触状態に保持するように構成された静圧形ノンコンタクトガスシールが周知である（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

ところで、このような静圧形ノンコンタクトガスシールにあつては、シール条件や構造上、前記リングを静止密封環の周面部に係合保持させておくことが好ましい場合やそうせざるを得ない場合がある。

【特許文献1】W099/27281（図8）

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、リングを静止密封環に係合保持させた場合、静止密封環の軸線方向移動に伴って、リングがシールケースの周面部に押圧接触した状態で滑動するため、次のような問題が生じる。

【0005】

すなわち、シールケースは、その機能上、強度に優れる金属製のものとされることから、リングとの接触抵抗が大きく、リングの静止密封環に伴う滑動が円滑に行われぬ。その結果、静止密封環の軸線方向移動が良好に行われず、静止密封環の追従性が低下して、良好なシール機能を発揮できない。特に、上記したような静圧形ノンコンタクトガスシールにあつては、シールガスの供給を停止した場合、静止密封環が回転密封環方向に円滑に移動せず、静止密封環が回転密封環に激しく衝突して、密封端面が損傷、破損する虞れがある。また、逆に、シールガスの供給を停止しても、静止密封環が移動せず、密封端面間に隙間が生じた状態となると、シールガスの供給を再開した場合に、密封端面間にシールガスによる適正な静圧が発生せず、シール機能が喪失する虞れがある。

20

【0006】

このような問題は、両密封環が相対回転摺接することによってシール機能を発揮させる端面接触形のメカニカルシールや密封端面をこの間に動圧を発生させることにより非接触状態に保持するように構成された動圧形の非接触形メカニカルシールにおいても、同様に

30

生じる。

【0007】

本発明は、このような問題を生じることなく、静止密封環の追従性に優れ、良好なシール機能を発揮しうるメカニカルシールを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、回転軸側に固定された回転密封環と回転軸が洞貫する金属製のシールケースにリングを介して軸線方向に移動可能に保持された静止密封環とを具備しており、当該リングを静止密封環の周面部に係合保持すると共にシールケースの周面部に押圧接触させることによって、シールケースと静止密封環との間が当該密封環の軸線方向移動を許容しつつ二次シールされるように構成されたメカニカルシールにおいて、上記の目的を達成すべく、特に、シールケースの周面部に、少なくとも静止密封環の軸線方向移動に伴って当該リングが相対変位する範囲において、樹脂コーティング膜を形成しておくことを提案する。

40

【0009】

かかるメカニカルシールは、好ましい実施の形態にあつては、例えば、前記リングを所定間隔を隔てて一対設けて、シールケースと静止密封環との間に当該一対のリングによりシールされた連通空間を形成すると共に、シールケース及び静止密封環に、当該連通空間を介して連通する一連の通路であって両密封環の対向端面たる密封端面間に開口するシールガス通路を形成して、このシールガス通路から密封端面間に所定圧のシールガスを

50

導入することによって、密封端面間を非接触状態に保持するように構成された静圧形ノンコンタクトガスシールとして提案される。

【0010】

また、被密封流体が金属成分（金属イオン等）の混入を回避すべきものである場合や金属腐食を発生する虞れのあるものである場合にあっては、被密封流体が金属製のシールケースに直接に触れることを防止するために、シールケースにおける周面部であって被密封流体が接触する部分に、当該リングが相対変位する部分を含めて、樹脂コーティング膜を形成しておくことが好ましい。特に、上記した静圧形ノンコンタクトガスシールにあっては、被密封流体に加えてシールガスがシールケースに接触することによる金属成分の発生等を防止するために、シールケースにおける周面部及びシールガス通路の内周部であってシールガス及び被密封流体が接触する部分に、当該リングが滑動する部分を含めて、樹脂コーティング膜を形成しておくことが好ましい。

10

【0011】

樹脂コーティング膜の構成材としては、リングとの接触抵抗が低い低摩擦製のプラスチックを使用することが好ましく、更には、被密封流体の性状やシール条件に応じて耐食性、耐薬品性等の特性に優れたものを使用することが好ましい。一般には、低摩擦性、耐食性等に優れたポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等のフッ素樹脂を使用することが好ましい。また、樹脂コーティング膜の膜厚は5～100μmであることが好ましく、20～40μmとしておくことが最適である。樹脂コーティング膜の表面（少なくとも当該リングが滑動する部分）は、平滑面に機械加工されていることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、静止密封環の移動に伴うリングのシールケースに対する相対変位が円滑に行われ、静止密封環の追従性に優れたメカニカルシールを提供することができる。したがって、静圧形ノンコンタクトガスシール等のメカニカルシールにあって、静止密封環の追従不良によりシール機能が損なわれるようなことがなく、常に、良好なシール機能を発揮させることができる。また、シールケースにおいて、リングとの接触部分を含めて、被密封流体が接触する部分（静圧形ノンコンタクトガスシールにあっては、更にシールガスが接触する部分）を樹脂コーティング膜で被覆しておくことにより、被密封流体及び/又はシールガスが金属製シールケースに接触することによる金属イオンの発生を防止することができ、金属イオンの発生を回避する必要がある条件においても、良好なシール機能を発揮させることができる。また、被密封流体と接触するシールケース部分を耐食性、耐薬品性に優れた樹脂コーティング膜で被覆しておくことにより、被密封流体が腐食性を有するものである場合にも、金属製のシールケースが腐食されるようなことがなく、良好なシール機能を発揮させることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は本発明に係るメカニカルシール4を装備した処理装置の一例を示す縦断正面図であり、図2はその要部の拡大図である。この処理装置にあっては、回転テーブル1の駆動部2を円筒状のプラスチックカバー3で覆っており、半導体ウエハ、電子デバイスの基板、液晶基板、フォトマスク、ガラス基板等の基板を回転テーブル1を使用して適宜の処理（洗浄処理、薬剤処理等）を行う場合に、回転テーブル1が配置された被密封流体領域である処理領域Aと非密封流体領域であるプラスチックカバー3内の領域（カバー内領域（大気領域））Bとをシール装置4により遮蔽シールして、処理領域Aをクリーンに保持するように工夫されている。

40

【0014】

なお、駆動部2は、回転テーブル2に連結されて上下方向に延びる回転軸2a、回転軸2aを回転自在に軸受支持するベアリング、回転軸2aの駆動手段及びこれらをカバー内領域Bにおいて支持する支持機枠2bを具備するものであり、回転テーブル1を回転駆動するように構成されている。回転テーブル1は炭化珪素製のもので、処理領域Aに水平に

50

配置された円板等の回転体形状をなすものである。また、プラスチックカバー 3 は、図 1 に示す如く、耐薬品性プラスチック（この例では P T F E を使用）で一体成形された上端開口状の円筒形状をなすもので、回転テーブル 1 の下面側に配置される駆動部 2 を覆っている。回転テーブル 1 とプラスチックカバー 3 との間には、必要に応じて、図 1 に示す如く、適宜のラビリスシール 1 a を設けておくことができる。このようなラビリスシール 1 a を設けておくことにより、後述するシールガス 1 0 のラビリスシール 1 a から処理領域 A への噴出作用と相俟って、薬液等が処理領域 A からカバー内領域 B への薬液等の侵入を有効に防止することができる。

【 0 0 1 5 】

メカニカルシール 4 は、図 1 及び図 2 に示す如く、回転テーブル 1 にその回転軸線と同心状に固定された回転密封環 5 と、プラスチックカバー 3 内に配して駆動部 2 の支持機枠 2 b に取り付けられた円筒状のシールケース 6 と、回転密封環 5 と同心状をなして回転密封環 5 に直対向する状態で、シールケース 6 の内周部 6 a に一对の O リング 1 2 , 1 2 を介して軸線方向移動可能に保持された静止密封環 7 と、シールケース 6 と静止密封環 7 との間に介装されて、静止密封環 7 を回転密封環 5 へと押圧附勢するスプリング部材 8 と、プラスチックカバー 3 の内周部に形成されてシールケース端部 6 b に衝合する環状のカバ一段部 3 a と、プラスチックカバー 3、シールケース 6 及び静止密封環 7 を貫通して両密封環 5 , 7 の対向端面である密封端面 5 a , 7 a 間に開口する一連のシールガス通路 9 と、を具備して、密封端面 5 a , 7 a 間を、これにシールガス通路 9 からシールガス 1 0 を噴出させることにより、非接触状態に保持しつつ、前記両領域 A , B 間を遮蔽シールするように構成された静圧形ノンコンタクトガスシールである。

【 0 0 1 6 】

シールケース 6 は、図 1 及び図 2 に示す如く、円筒状の密封環保持部 6 1 とその下端部から内方に張り出す円環状のスプリング保持部 6 2 とからなる金属製（例えば、S U S 3 1 6 等のステンレス鋼製）のものである。シールケース 6 は、その下端部（密封環保持部 6 1 の下端部）6 a をカバー一段部 3 a に衝合させると共にその外周部（密封環保持部 6 1 の外周部）をプラスチックカバー 3 の上端側内周部（カバー一段部 3 a より上方側部分の内周部）にフッ素ゴム製の O リング 1 1 を介して密接させた状態で、スプリング保持部 6 2 を介して支持機枠 2 b に取り付けられている。

【 0 0 1 7 】

回転密封環 5 は、静止密封環 7 の構成材（例えば、カーボン）より硬質の材料（例えば、炭化珪素）で成形された円環状体であり、図 1 に示す如く、回転テーブル 1 の下面部に固定されている。回転密封環 5 の下端面は、平滑環状面である密封端面（以下「回転側密封端面」ともいう）5 a とされている。

【 0 0 1 8 】

静止密封環 7 は、図 1 に示す如く、上端面を平滑環状面である密封端面（以下「静止側密封端面」ともいう）7 a とした円環状体であり、上下方向に並列する一对のフッ素ゴム製の O リング 1 2 , 1 2 を介してシールケース 6 の密封環保持部 6 1 の内周部 6 a に軸線方向移動可能（上下方向移動可能）に嵌合保持されている。静止側密封端面 7 a の外径は回転側密封端面 5 a の外径より若干小さく設定されており、静止側密封端面 7 a の内径は回転側密封端面 5 a の内径より若干大きく設定されている。各 O リング 1 2 は、シールケース 6 の内周部 6 a に圧接された状態で、静止密封環 7 の外周部に形成した環状の O リング溝 7 b に係合保持されていて、静止密封環 7 の軸線方向移動（上下方向移動）を許容しつつ、静止密封環 7 とシールケース 6 との間を二次シールしている。また、静止密封環 7 の下端部には軸線方向に延びる円形孔 7 c が形成されており、この円形孔 7 c にシールケース 6 のスプリング保持部 6 2 に植設した金属製（例えば、S U S 3 1 6 等のステンレス鋼製）のドライブピン 1 3 を係合させることにより、静止密封環 7 を、その軸線方向移動を所定範囲で許容しつつ、シールケース 6 に対して相対回転不能ならしめている。なお、円形孔 7 c 及びこれに係合するドライブピン 1 3 の数は任意であり、必要に応じて複数個設けられる。

【 0 0 1 9 】

スプリング部材 8 は、図 1 に示す如く、静止密封環 7 とその下位のスプリング保持部 6 2 との間に介装された複数個（ 1 個のみ図示 ）のコイルスプリングで構成されていて、静止密封環 7 を回転密封環 5 へと押圧附勢するものであり、密封端面 5 a , 7 a を閉じる方向に作用する閉力を発生させるものである。

【 0 0 2 0 】

シールガス通路 9 は、図 1 及び図 2 に示す如く、プラスチックカバー 3 に形成されたカバー側通路部分 9 1 と、シールケース 6 に形成されたケース側通路部分 9 2 と、静止側密封端面 7 a に形成された静圧発生溝 9 3 と、静止密封環 7 とシールケース 6 との対向周面部間に形成され且つ Oリング 1 2 , 1 2 によりシールされた環状の連通空間 9 4 と、静止密封環 7 を貫通して連通空間 9 4 から静圧発生溝 9 3 に至る密封環側通路部分 9 5 とからなる。

10

【 0 0 2 1 】

カバー側通路部分 9 1 は、図 1 に示す如く、プラスチックカバー 3 を上下方向（プラスチックカバー 3 の軸線方向）に貫通して、その上端部（下流端）はカバー段部 3 a に開口されており、その下端部（上流端）は適宜のシールガス供給路（図示せず）に接続されている。

【 0 0 2 2 】

ケース側通路部分 9 2 は、図 1 に示す如く、シールケース 6 の密封環保持部 6 1 をその下端部から内周部 6 a へと貫通して、カバー側通路部分 9 1 と連通空間 9 4 とを連通接続している。ケース側通路部分 9 2 の下流端とカバー側通路部分 9 1 の上流端との間は、カバー段部 3 a とシールケース端部 6 b との間に介装したフッ素ゴム製の Oリング 1 6 によりシールされた状態で、連通接続されている。

20

【 0 0 2 3 】

静圧発生溝 9 3 は、静止側密封端面 7 a と同心状の環状をなして連続又は断続する浅い凹溝であり、この例では後者を採用している。すなわち、静圧発生溝 9 3 は、図 3 に示す如く、静止側密封端面 7 a と同心環状をなして並列する複数の円弧状凹溝 9 3 a ... で構成されている。連通空間 9 4 の上下方向幅（Oリング 1 2 , 1 2 間の間隔）は、静止密封環 7 の追従性を確保するために必要とされる軸線方向移動量（上下方向移動量）に応じて設定されており、静止密封環 7 が移動した場合にも、ケース側通路部分 9 2 と連通空間 9 4 との接続が解除されないように工夫してある。また、密封環側通路部分 9 5 の一端部（上流端）は、Oリング溝 7 b , 7 b 間において静止密封環 7 の外周面に開口されており（連通空間 9 4 に開口されており）、その他端部（下流端）は複数の分岐部 9 5 a に分岐されていて、各分岐部 9 5 a を、図 3 に示す如く、静圧発生溝 9 3 を構成する各円弧状凹溝 9 3 a に開口させてある。また、シールガス通路 9 の適所（例えば、密封環側通路 9 5 の適所であって分岐部分 9 5 a より上流側の部分）には適宜の絞り器 9 6（オリフィス、毛细管、多孔質部材等の絞り機能を有するもの）が配設されていて、密封端面 5 a , 7 a の隙間が変動した場合にも、その隙間が自動的に調整されて適正に保持されるように工夫されている。すなわち、回転機器（回転テーブル 1）の振動等により密封端面 5 a , 7 a の隙間が大きくなったときは、静圧発生溝 9 3 から密封端面 5 a , 7 a 間に流出するシールガス量と絞り器 9 6 を通って静圧発生溝 9 3 に供給されるシールガス量とが不均衡となり、静圧発生溝 9 3 内の圧力が低下して、シールガス 1 0 による閉力がスプリング部材 8 による閉力より小さくなるため、密封端面 5 a , 7 a 間の隙間が小さくなるように変化して、その隙間が適正なものに調整される。逆に、密封端面 5 a , 7 a 間の隙間が小さくなったときは、上記したと同様の絞り器 9 6 による絞り機能により静圧発生溝 9 3 内の圧力が上昇して、閉力が閉力より大きくなり、密封端面 5 a , 7 a 間の隙間が大きくなるように変化して、その隙間が適正なものに調整される。

30

40

【 0 0 2 4 】

静圧発生溝 9 3 には、両領域 A , B より高圧で且つパーティクルを含まない清浄なシールガス 1 0 がシールガス通路 9（カバー側通路部分 9 1、ケース側通路部分 9 2、連通空

50

間 9 4 及び密封環側通路部分 9 5) から供給される。シールガス 1 0 としては、各領域 A , B に流出しても何らの悪影響を及ぼさない性状のものを、シール条件に応じて適宜に選定する。この例では、各種物質に対して不活性であり且つ人体に無害である清浄な窒素ガスが使用されている。なお、シールガス 1 0 は、一般に、回転テーブル 1 の運転中 (回転軸 2 a の駆動中) において供給され、運転停止後には供給を停止される。回転テーブル 1 の運転は、シールガス 1 0 の供給が開始された後であって、密封端面 5 a , 7 a 間が適正な非接触状態に保持された後において開始され、シールガス 1 0 の供給停止は、回転テーブルの運転停止後であって回転軸 2 a が完全に停止した後に行なわれる。なお、必要に応じて、回転テーブル 1 が運転されていると否とに拘らず、シールガス 1 0 の供給を常時、継続して行なうようにすることも可能である。

10

【 0 0 2 5 】

シールガス 1 0 を静圧発生溝 9 3 に供給すると、静圧発生溝 9 3 に導入されたシールガス 1 0 により、密封端面 5 a , 7 a 間にこれを開く方向に作用する開力が発生する。この開力は、密封端面 5 a , 7 a 間に導入されたシールガス 1 0 によって発生する静圧によるものである。したがって、密封端面 5 a , 7 a は、この開力と密封端面 5 a , 7 a 間を閉じる方向に作用するスプリング部材 8 による閉力 (スプリング荷重) とがバランスする非接触状態に保持される。すなわち、静圧発生溝 9 3 に導入されたシールガス 1 0 は密封端面 5 a , 7 a 間に静圧の流体膜を形成し、この流体膜の存在によって、密封端面 5 a , 7 a の外周側領域 (処理領域) A とその内周側領域 (カバー内領域) B との間が遮蔽シールされる。シールガス 1 0 の圧力及びスプリング部材 8 のバネ力 (スプリング荷重) は、密封端面 5 a , 7 a 間の隙間が適正 (一般に、5 ~ 15 μ m である) となるように、シール条件に応じて適宜に設定される。

20

【 0 0 2 6 】

ところで、静止密封環 7 は、シールガス 1 0 の供給、停止や絞り器 9 6 による隙間調整等によって軸線方向に移動することになり、かかる移動が良好且つ円滑に行われることによって適正なシール機能が発揮される。而して、このような静止密封環 7 の追従性は、静止密封環 7 に係合保持された O リング 1 2 , 1 2 がシールケース 6 の内周面 6 a を円滑に相対変位 (滑動) することによって確保されるが、シールケース 6 が金属製のものであって、その内周面 6 a とフッ素ゴム等で構成される O リング 1 2 , 1 2 との摩擦係数が大きいこと、及び O リング 1 2 , 1 2 が二次シール機能を発揮すべくシールケース 6 と静止密封環 7 との間に圧縮された状態で装填されていて、O リング 1 2 , 1 2 がシールケース 6 の内周面 6 a に圧接されていること等から、静止密封環 7 の移動に伴う O リング 1 2 , 1 2 の変位 (滑動) が円滑に行われ難く、静止密封環 7 の追従性が低下する虞れがある。

30

【 0 0 2 7 】

そこで、本発明のメカニカルシール 4 では、図 2 に示す如く、O リング 1 2 , 1 2 が滑動するシールケース部分である密封環保持部 6 1 の内周面 6 a に、低摩擦性の樹脂コーティング膜 6 3 を形成して、O リング 1 2 , 1 2 の円滑な滑動を可能とし、静止密封環 7 の追従性を向上させるように図っている。

【 0 0 2 8 】

さらに、この例では、樹脂コーティング膜 6 3 を、O リング 1 2 , 1 2 が接触、滑動するシールケース部分 6 a のみでなく、被密封流体及びシールガス 1 0 が接触するシールケース部分にも形成してある。すなわち、図 2 に示す如く、シールケース 6 の密封環保持部 6 1 の外表面部分及び密封環側通路部分 9 2 の内表面部分に一連の樹脂コーティング膜 6 3 を形成して、被密封流体及びシールガス 1 0 がシールケース 6 の金属部分に直接に接触しないように工夫してある。このようにしておくことによって、金属製のシールケース 6 に被密封流体及びシールガス 1 0 が接触することによる金属イオンの発生を防止し、処理領域 A での処理が金属イオンにより不良となることが防止できる。なお、処理装置及びこれに装備されたメカニカルシール 4 の構成部材のうち、被密封流体及びシールガス 1 0 に接触する部材については、シールケース 7 を除いて、全て、金属イオンを発生しない非金属材料で構成するか非金属材料でコーティングしてある。すなわち、回転密封環 5 を炭化珪素

40

50

製のものとすると共に静止密封環 7 をカーボン製のものとし、各 O リング 1 1 , 1 2 , 1 6 をフッ素ゴム製のものとしてある。さらに、回転テーブル 1 及びカバー 3 についても、これらを P T F E 等の非金属材で構成するか、これらの被処理領域 A に面する部分及びシールガス 1 0 に接触する部分を P T F E 等で樹脂コーティングしてある。一方、金属で構成されるスプリング部材 8 やドライブピン 1 3 等については、これらをすべてカバー内領域 B に配置してある。したがって、被処理物が半導体ウエハ等の金属イオンを嫌うものである場合にも、その処理を良好に行なうことができる。

【 0 0 2 9 】

ところで、樹脂コーティング膜 6 3 の構成材としては、O リング 1 2 との摩擦係数が小さなフッ素樹脂等の低摩擦性プラスチックを使用することが好ましく、この例では、P T F E を使用している。

10

【 0 0 3 0 】

また、樹脂コーティング膜 6 3 の膜厚は 5 ~ 1 0 0 μ m としておくことが好ましく、2 0 ~ 4 0 μ m としておくことが最適する。このような膜厚としておくことにより、膜厚のバラツキをなくして均一な膜厚を得ることができ、O リング 1 2 , 1 2 との接触抵抗におけるバラツキを回避して、静止密封環 7 の追従性を大幅に向上させることができる。更に、樹脂コーティング膜 6 3 の表面、特に、O リング 1 2 , 1 2 が接触する部分 6 3 a の表面については、高精度の平滑面に機械加工しておくことが好ましい。

【 0 0 3 1 】

ところで、上記のメカニカルシール 4 にあつては、カバー側通路部分 9 1 からケース側通路部分 9 2 へのガス流動がプラスチックカバー 3 の軸線方向において行われるように工夫されているから、プラスチックカバー 3 の材質や肉厚（径方向の厚み）に拘わらず、シールガス 1 0 の圧力によってプラスチックカバー 3 が径方向に変形することがない。したがって、プラスチックカバー 3 の材質、形状（肉厚）を、シールガス 1 0 の圧力に対する強度を考慮することなく、処理装置の使用条件に応じて自由に設定することができる。また、当該カバー 3 と回転テーブル 1 との間に前記したようなラビリンスシール 1 a を設ける場合にも、プラスチックカバー 3 が変形しないことから、当該ラビリンスシール 1 a の機能を損なうようなことがない。

20

【 0 0 3 2 】

なお、本発明の構成は、上記した実施の形態に限定されるものでなく、本発明の基本原則を逸脱しない範囲において、適宜に改良、変更することができる。

30

【 0 0 3 3 】

本発明は、両密封環が相対回転摺接する端面接触形のメカニカルシールにも適用することができる。しかし、本発明は、静止密封環の追従性が重視される非接触形メカニカルシール（上記した静圧形ノンコンタクトガスシールや一方の密封端面に動圧発生溝を形成して密封端面間をこれに発生させた動圧により非接触状態に保持するように構成された動圧形の非接触形メカニカルシール）において、より好適に適用することができる。

【 0 0 3 4 】

また、上記したメカニカルシールにあつては、シールガス 1 0 による静圧のみによって密封端面 5 a , 7 a 間を非接触状態に保持する静圧形ノンコンタクトガスシール 4 に構成したが、図 4 に示す如く、密封端面 5 a , 7 a をこの間に静圧に加えて動圧を発生させることにより非接触状態に保持する複合形ノンコンタクトガスシール 1 0 4 に構成して、本発明を適用するようにすることも可能である。かかる複合形ノンコンタクトガスシールにおいては、シール機能上、静止密封環 7 の追従性の良否が更に重要な要素となる。

40

【 0 0 3 5 】

すなわち、図 4 に示す複合形ノンコンタクトガスシール 1 0 4 にあつては、一方の密封端面である回転密封環 5 の密封端面（回転側密封端面）5 a に動圧発生溝 1 9 を形成して、この動圧発生溝 1 9 により密封端面 5 a , 7 a 間に動圧を発生させるように構成してある。動圧発生溝 1 9 の形状は、シール条件等に応じて適宜に設定することができるが、この例では、動圧発生溝 1 9 を、図 6 又は図 7 に示す如く、回転側密封端面 5 a における静

50

圧発生溝 9 3 に対向する部位から外径方向であって且つ回転密封環 5 の回転方向（イ方向）と逆方向に傾斜状に延びる第 1 グループ部分 2 0 a と内径方向且つ回転密封環 5 の回転方向（イ方向）と逆方向に傾斜状に延びる第 2 グループ部分 2 0 b とからなる複数のグループ 2 0 が密封端面 5 a の周方向に並列してなる形状に構成してある。各グループ 2 0 は 1 ~ 1 0 μ m の浅い深さ一定の溝であり、その最外径側端部（第 1 グループ部分 2 0 a の外径側端部）及び最内径側端部（第 2 グループ部分 2 0 b の内径側端部）は、両密封端面 5 a , 7 a の重合領域内に位置されている。すなわち、図 5 に示す如く、動圧発生溝 1 9 の内外径 E , F は、静止密封環 7 の密封端面（静止側密封端面）7 a の外径（回転側密封端面 5 a の外径）A 及びその内径（回転側密封端面 5 a の内径）D 並びに静圧発生溝 9 3（円弧状凹溝 9 3 a）の外径 B 及びその内径 C に対して、 $B < F < A$, $D < E < C$ の関係を有する範囲で適宜に設定されている。この例では、 $0.5 < (F - B) / (A - B) < 0.9$ 又は $0.5 < (C - E) / (C - B D) < 0.9$ の条件を満足するように設定されている。各グループ 2 0 は、図 6 に示す如く、第 1 グループ部分 2 0 a と第 2 グループ部分 2 0 b とが基端部で一致する略く字状をなすものとするか、図 7 に示す如く、第 1 グループ部分 2 0 a と第 2 グループ部分 2 0 b との基端部が周方向に齟齬する千鳥形状をなすものとされる。なお、この複合形ノンコンタクトガスシール 1 0 4 における上記以外の構成は、図 1 ~ 図 3 に示す静圧形ノンコンタクトガスシール 4 と同一である。

【0036】

このような複合形ノンコンタクトガスシール 1 0 4 によれば、密封端面 5 a , 7 a 間にシールガス 1 0 による静圧に加えて動圧発生溝 1 9 による動圧が発生し、これらの静圧及び動圧により密封端面 5 a , 7 a 間を非接触状態に保持する。したがって、シールガス 1 0 による静圧によっては密封端面 5 a , 7 a を適正な非接触状態に保持し得ない事態が発生したときにも、動圧によって適正な非接触状態を維持することができる。また、静圧のみで非接触状態に保持する静圧形ノンコンタクトガスシールに比して、シールガス 1 0 による静圧によってシールガス 1 0 の必要供給量を少なくすることができる。また、動圧発生溝 1 9 を密封端面 5 a , 7 a の重複領域外に開放されていないため、各グループ 2 0 の最内径側端部及び最外径側端部が、密封端面 5 a , 7 a 間に導入されたシールガス 1 0 に対する堰として機能することになると共に、密封端面 5 a , 7 a 間に形成される漏れ間隙を狭めるように作用することになる。その結果、密封端面 5 a , 7 a 間に導入されたシールガス 1 0 の処理領域（被密封ガス領域）A 側への漏れ量が抑制されて動圧発生溝 1 9 によるシールガス 1 0 の捕捉特性が極めて良好なものになる。したがって、シールガス 1 0 の消費量を低減でき、万一シールガス 1 0 に同伴されるパーティクルがある場合にも、その侵入を極力抑制することができる。なお、複合形ノンコンタクトガスシール 1 0 4 を装備する処理装置の構成、使用条件等によっては、回転テーブル 1 ないし回転軸 2 a が一方向でなく両方向に回転される場合があるが、かかる場合には、上記動圧発生溝 1 9 を回転密封環 5 が正転方向及び逆転方向の何れの方に回転しても動圧を発生しうるような形状としておけばよい。このような動圧発生溝 1 9 の形状については、シール条件等に応じて任意に設定することができ、従来からも種々の形状が提案されている。例えば、回転側密封端面 5 a に、径方向に縦列し且つ直径線に対して対称形状をなす第 1 動圧発生溝と第 2 動圧発生溝とからなる動圧発生溝ユニットを周方向に所定間隔を隔てて複数組並列状に形成して、回転密封環 5 が正転方向に回転するときには第 1 動圧発生溝により動圧が発生せしめられ、また回転密封環 5 が逆転方向に回転するときには第 2 動圧発生溝により動圧が発生せしめられるように構成しておくのである。各第 1 及び第 2 動圧発生溝としては、例えば、溝深さ及び溝幅を一定とする L 字形溝等を採用することができる。

【0037】

また、樹脂コーティング膜 6 3 は、金属イオンの発生を抑制する必要のないシール条件下においては、シールケース 6 におけるリング 1 2 の接触部分であって当該リング 1 2 が静止密封環 7 の移動に伴って相対変位（滑動）する部分 6 a のみに形成しておけばよい。また、樹脂コーティング膜 6 3 の材質は、リング 1 2 との接触抵抗を低減させるものであることを条件として、被密封流体の性状やシール条件に応じて適宜に選定される。

例えば、被密封流体がシールケース6を腐食させる虞れのある場合には、シールケース6における被密封流体との接触部分に耐食性、耐薬品性を有する材質の樹脂コーティング膜63を形成しておく。この場合、シールケース6以外のメカニカルシール構成部材又はその部分であって被密封流体に接触する部材又は部分は、耐食性、耐薬品性を有する材質で構成するか又はかかる材質のコーティングを施しておく。このようにすれば、被密封流体が腐食性を有するものである場合にも、良好なシール機能を発揮させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明に係るメカニカルシールの一例を示す縦断正面図である。

【図2】図1の要部の拡大図である。

10

【図3】当該シールにおける静止密封環の平面図である。

【図4】本発明に係るメカニカルシールの変形例を示す図2相当の縦断正面図である。

【図5】図4の要部の拡大図である。

【図6】動圧発生溝の一例を示す回転密封環の半截平面図である。

【図7】動圧発生溝の変形例を示す回転密封環の半截平面図である。

【符号の説明】

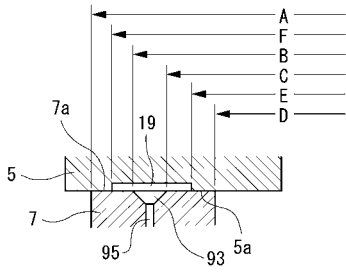
【0039】

- 2 a 回転軸
- 4 メカニカルシール（静圧形ノンコンタクトガスシール）
- 5 回転密封環
- 5 a 回転密封環の密封端面
- 6 シールケース
- 6 a シールケースの内周面
- 7 静止密封環
- 7 a 静止密封環の密封端面
- 7 b Oリング溝
- 8 スプリング部材
- 9 シールガス通路
- 10 シールガス
- 12 Oリング
- 61 密封環保持部
- 63 樹脂コーティング膜
- 92 ケース側通路部分
- 93 静圧発生溝
- 94 連通空間
- 95 密封環側通路部分

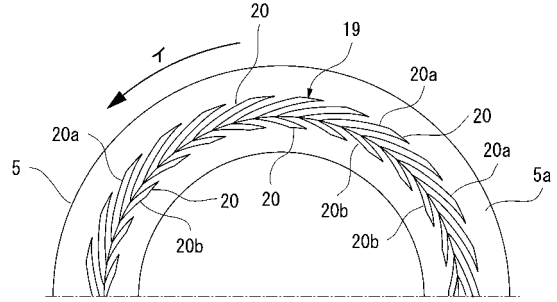
20

30

【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】

