

(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2009-197331

(P2009-197331A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C23C 16/44 (2006.01)	C23C 16/44 F	4K030
H01L 21/683 (2006.01)	H01L 21/68 N	5F004
H01L 21/3065 (2006.01)	H01L 21/302 I O 1 G	5F031
H01L 21/205 (2006.01)	H01L 21/205	5F045

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-102148 (P2009-102148)	(71) 出願人	000219967
(22) 出願日	平成21年4月20日 (2009.4.20)		東京エレクトロン株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-338585 (P2003-338585) の分割	(74) 代理人	100100055 弁理士 三枝 弘明
原出願日	平成15年9月29日 (2003.9.29)	(72) 発明者	朝倉 賢太郎
(31) 優先権主張番号	特願2003-116390 (P2003-116390)		東京都港区赤坂5丁目3番1号 東京エ レクトロン株式会社内
(32) 優先日	平成15年4月21日 (2003.4.21)	Fターム(参考)	4K030 AA03 AA13 BA18 BA38 CA04 CA12 DA01 FA03 FA10 GA02 GA04 GA12 KA02 KA23 LA15 5F004 AA16 BA04 BB18 BB26 BD04 BD07
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

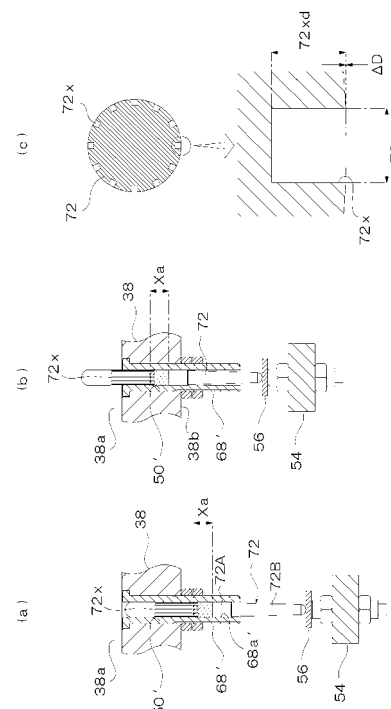
(54) 【発明の名称】 被処理体の昇降機構及び処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】リフターピンとピン挿通孔の間へのガスの回り込みによる堆積物の付着などの不具合を軽減することのできる新規の被処理体の昇降機構及びこれを備えた処理装置を提供する。

【解決手段】被処理体の昇降機構は、処理容器内にて処理される被処理体を載置する載置台38に上下方向に貫設されたピン挿通孔50'と、該ピン挿通孔50'に対して昇降自在に挿通されるリフターピン72と、該リフターピン72を駆動して前記ピン挿通孔50'から前記リフターピン72を出没動作させる駆動手段とを有し、前記リフターピン72の出没動作によって前記被処理体を昇降可能とした被処理体の昇降機構において、前記リフターピン72の外周面若しくは前記ピン挿通孔50'の内周面に軸線方向の所定範囲に亘って伸びる表面溝72xが形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

処理容器内にて処理される被処理体を載置する載置台に上下方向に貫設されたピン挿通孔と、該ピン挿通孔に対して昇降自在に挿通されるリフターピンと、該リフターピンを駆動して前記ピン挿通孔から前記リフターピンを出没動作させる駆動手段とを有し、前記リフターピンの出没動作によって前記被処理体を昇降可能とした被処理体の昇降機構において、

前記リフターピンの外周面若しくは前記ピン挿通孔の内周面に軸線方向の所定範囲に亘って伸びる表面溝が形成されていることを特徴とする被処理体の昇降機構。

【請求項 2】

前記表面溝は前記リフターピンの前記外周面に形成され、前記表面溝は、昇降機構の駆動範囲内において少なくとも一部が前記ピン挿通孔から突出し得るように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 3】

前記表面溝は前記リフターピンの前記外周面に形成され、前記リフターピンの先端がピン挿通孔に没した状態で前記表面溝の下端が前記ピン挿通孔の下端よりも上方に位置することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 4】

前記表面溝は前記リフターピンの前記外周面に形成され、前記表面溝の上端は前記リフターピンの上端から下方に離間していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 5】

前記表面溝は、前記リフターピンの上端に達するように、或いは、前記リフターピンの垂直上方にそのまま開いた上端部を有するように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 6】

前記表面溝は前記ピン挿通孔の前記内周面に形成され、前記表面溝の下端が前記ピン挿通孔の下端より上方に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 7】

複数の前記表面溝が軸線周りに設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 8】

前記リフターピンの前記外周面若しくは前記ピン挿通孔の前記内周面には、前記表面溝に連通する環状凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 9】

前記表面溝は前記環状凹部の上方に形成され、前記表面溝の下端が前記環状凹部に連通していることを特徴とする請求項 8 に記載の被処理体の昇降機構。

【請求項 10】

前記処理容器と、前記載置台と、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の被処理体の昇降機構とを有することを特徴とする処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は被処理体の昇降機構及び処理装置に係り、特に、半導体の処理装置などにおいて、処理容器内に配置される載置台に設けられた半導体ウエハなどの被処理体を昇降動作させるための機構として好適な構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、半導体集積回路の製造工程においては、半導体ウエハ等の被処理体に成膜処理

10

20

30

40

50

、エッチング処理、熱処理、改質処理、結晶化処理などの各種の処理を繰り返し行うことによって被処理体に集積回路を形成していくようにしている。このような製造工程の各処理段階においては、処理装置の処理容器内に配置された載置台（サセプター）の上に被処理体（半導体ウエハ）を載置した状態とし、この状態で載置台上の被処理体に対して各種処理を施すことが多い。このような処理装置において、被処理体を載置台上に供給したり、載置台上の被処理体を取り出したりする際には、載置台に対して被処理体を昇降動作させる昇降機構を用いる場合がある。

【0003】

従来の被処理体の昇降機構としては、図8に示すように、載置台138に上下に貫通した複数のピン挿通孔150を設け、これらのピン挿通孔150にそれぞれリフターピン152を出没自在に挿通させた状態とし、このリフターピン152を所定の駆動手段により駆動することによってリフターピン152が載置台138の載置面から出没動作するように構成したものが知られている（例えば、以下の特許文献1参照）。この被処理体の昇降機構においては、上記の駆動手段によりリフターピン152を載置台138の載置面上に突出させることにより被処理体Wを載置面から持ち上げることができ、また、リフターピン152を降下させることにより図示のように被処理体Wを載置面上に配置させることができるようになっている。ここで、図示例では、リフターピン152の下端は、駆動部材154に取り付けられたピンベース156の表面に単に当接した状態で支持され、その駆動部材154を上下に移動させることにより、リフターピン152がピン挿通孔150の内部を上下に摺動するように構成されている。

【0004】

なお、上記のような被処理体の昇降機構を備えた処理装置が開示されている他の文献としては、以下の特許文献2が挙げられる。この文献には、載置台に設けたピン挿通孔の内部に、リフターピンをガイドするためのスリーブを設けることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平6-318630号公報

【特許文献2】特表2002-530847号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記従来の被処理体の昇降機構においては、リフターピン152をピン挿通孔150の内部においてスムーズに昇降動作可能に構成するために、リフターピン152の外面とピン挿通孔150の内面との間に或る程度のクリアランスが必要とされる。ところが、処理装置において被処理体Wに成膜処理などを施す場合には、処理中において載置台138の下方から上記のクリアランス内に処理ガスが回り込み易く、この処理ガスによって、リフターピン152の外面やピン挿通孔150の内面、或いは、ピン挿通孔150の上部開口に臨む被処理体Wの裏面上にまで堆積物が付着するという問題点がある。

【0007】

このような堆積物がリフターピン152の外面やピン挿通孔150の内面に付着すると、リフターピン152の昇降動作に伴ってリフターピンの外面とピン挿通孔の内面が接触してパーティクルが発生し、膜質の低下など処理性能に悪影響を及ぼすおそれがある。また、この堆積物はリフターピン152とピン挿通孔150との間の摺動性を妨げるため、リフターピン152の動作障害を引き起こす可能性もあり、例えばリフターピンの噛み込みによるリフターピンや載置台の損傷を招く場合がある。

【0008】

一方、ピン挿通孔の上部開口に臨む被処理体Wの裏面部分に局所的に堆積物が付着した場合には、被処理体の取り出し時やその後の工程において上記と同様にパーティクルが発生する恐れがある。この場合にはまた、その後の工程において被処理体Wに対して露光処

10

20

30

40

50

理を施すときに、裏面上に付着した堆積物により被処理体Wに傾斜や歪等が生じて露光パターンの焦点ずれを引き起こす場合もある。

【0009】

特に、近年、半導体集積回路の高集積化に伴って、高カバレッジ特性（すなわち高アスペクト比、例えばアスペクト比10以上の穴の内面にも成膜できる被覆特性）を有する成膜処理が要求されるようになってきているため、これによりピン挿通孔152内への処理ガスの回りこみによる堆積物の付着がさらに著しくなることが予想されることから、成膜処理装置における大きな問題点となっている。

【0010】

上記のような状況にあって、リフターピン152の外面とピン挿通孔150の内面との間のクリアランスを小さくすることにより、ガスの回り込みが抑制されて上述のような堆積物の付着を軽減することができることが予想される。ところが、上記クリアランスを小さくするとリフターピン152の動作障害が発生しやすくなり、特に、リフターピン152の外面やピン挿通孔150の内面に堆積物が付着すると、リフターピン152の動作障害はさらに生じやすくなることから、現実の装置において上記クリアランスをさらに小さくすることはきわめて難しく、このことが装置設計そのものをきわめて困難にしているという現状がある。

【0011】

そこで本発明は上記問題点を解決するものであり、その課題は、リフターピンとピン挿通孔の間へのガスの回り込みによる堆積物の付着などの不具合を軽減することのできる新規の被処理体の昇降機構及びこれを備えた処理装置を提供することにある。また、リフターピンの動作障害を回避できる新規の被処理体の昇降機構及びこれを備えた処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために本発明の被処理体の昇降機構は、処理容器内にて処理される被処理体を載置する載置台に上下方向に貫設されたピン挿通孔と、該ピン挿通孔に対して昇降自在に挿通されるリフターピンと、該リフターピンを駆動して前記ピン挿通孔から前記リフターピンを出没動作させる駆動手段とを有し、前記リフターピンの出没動作によって前記被処理体を昇降可能とした被処理体の昇降機構において、前記リフターピンの外周面若しくは前記ピン挿通孔の内周面に軸線方向の所定範囲に亘って伸びる表面溝が形成されていることを特徴とする。

【0013】

この表面溝を形成することにより、リフターピンとピン挿通孔との間に形成されるガス流通路の断面積を軸線方向の所定範囲に亘って増大させることができるので、クリーニング工程においてクリーニングガスがリフターピンの周囲に拡散しやすくなるため、リフターピンの外周面やピン挿通孔の内周面に付着した堆積物をより効率的に除去することが可能になる。また、このようにクリーニングガスの拡散が促進されるにも拘らず、リフターピンとピン挿通孔との間のクリアランスがほとんど増大しないように構成できるので、リフターピンの倒れ角の増加を抑制できることから、リフターピンの動作障害若しくはリフターピンやピン挿通孔の損傷を低減できる。

【0014】

ここで、上記表面溝は、リフターピン若しくはピン挿通孔の上半部から中央部に亘る範囲の少なくとも一部に形成されていることが好ましく、さらにリフターピンに形成されるのであればリフターピンの先端がピン挿通孔に没した状態でピン挿通孔の内部に收容される部分の上部から中央部に亘って形成されることが望ましく、ピン挿通孔に形成されるのであればピン挿通孔の上部から中央部に亘って形成されることが望ましい。特に、昇降機構の駆動範囲内において表面溝の少なくとも一部がピン挿通孔から突出し得るように構成されていることが好ましい。これは、ピン挿通孔の中央部分ではクリーニングガスが入り込みにくく、堆積物の除去が難しい一方で、成膜時には成膜ガス分圧が或る程度低下した

10

20

30

40

50

ピン挿通孔の中央部分において大量に堆積物が発生する場合があるためである。

【 0 0 1 5 】

また、表面溝をピン挿通孔の上部から中央部にかけて形成するのは、成膜時におけるピン挿通孔の下部からの成膜ガスの侵入を抑制するためである。一般的には、成膜時におけるピン挿通孔内への成膜ガスの拡散度合を低減するために、表面溝がリフターピンの外周面に形成されている場合にはリフターピンの先端がピン挿通孔に没した状態で、表面溝がピン挿通孔の内周面に形成されている場合にはリフターピンの位置とは無関係に、それぞれ表面溝の下端がピン挿通孔の下端よりも上方に位置することが好ましい。また、表面溝がリフターピンの外周面に形成される場合には、表面溝の上端がリフターピンの上端から下方に離間しているときがあり、或いは、表面溝は、リフターピンの上端に達するように、或いは、リフターピンの垂直上方にそのまま開いた上端部を有するように構成されているときもある。さらに、表面溝は軸線周りに複数設けられていることが好ましく、特に、軸線周りに等角度間隔に形成されていることが好ましい。

10

【 0 0 1 6 】

さらに、リフターピンの外周面若しくはピン挿通孔の内周面には環状凹部が形成されていることが好ましい。ここで、表面溝は環状凹部の上方に形成されていることが望ましく、特に、表面溝の下端が環状凹部に連通していることが望ましい。これによって、環状凹部内に付着した堆積物によってリフターピンの動作障害が発生することを防止できるとともに、表面溝を利用して環状凹部内に付着した堆積物を効率的に除去できる。

20

【 0 0 1 7 】

さらに、本発明に係る被処理体の昇降機構では、前記載置台には、その底部から前記ピン挿通孔と同軸に下方へ突出するように構成された延長スリーブが設けられ、該延長スリーブ内に前記リフターピンが挿通されている場合がある。

【 0 0 1 8 】

これによれば、ピン挿通孔と同軸に載置台の底部から下方に突出する延長スリーブが設けられ、この延長スリーブ内にリフターピンが挿通されることによって、延長スリーブの突出量分だけリフターピンの周囲のクリアランスが軸線方向に延長されることから、当該クリアランスの上部に到達するガス分圧が低下するため、リフターピンの上部外面やピン挿通孔の上部内面への堆積物の付着量を低減することができ、また、ピン挿通孔の上部開口に臨む被処理体の裏面部分への堆積物の付着を防止することが可能になる。したがって、パーティクルの発生を抑制することができ、被処理体の裏面部分への堆積物の付着による不具合も防止される。

30

【 0 0 1 9 】

この場合、載置台の厚さを増大させなくても延長スリーブによって上記効果を得ることができるため、載置台の製造コストの上昇を抑制することができる。特に、載置台は高価な耐熱セラミックスなどにより構成されることが多いため、載置台の厚さを増大させると製造コストが大幅に増加するが、本発明では載置台そのものを大きく変更することなく対処できるため、既存の載置台に多少の処理を施すだけで用いることができるなど、コスト上きわめて有利である。また、載置台に内部ヒータなどの加熱手段や冷媒通路などの冷却手段が設けられている場合には、載置台を厚く構成すると温度制御性が悪化し、温度均一性が損なわれ、十分な処理性能を得ることができなくなるおそれもあるが、本発明を適用する場合には、載置台そのものを厚く形成する必要がないので、処理性能を低下させるおそれもない。

40

【 0 0 2 0 】

さらに、上記の効果は、リフターピンとピン挿通孔又は延長スリーブとの間のクリアランスを低減しなくても得られるため、リフターピンの動作障害を招くおそれがないという利点がある。また、リフターピンが延長スリーブに挿通されることによってリフターピンの軸線方向のガイド長を長くすることができるため、上記クリアランスを低減しなくてもリフターピンの傾斜角度を低減することが可能になり、リフターピンをより円滑に動作させることが可能になる。

50

【 0 0 2 1 】

ここで、載置台、リフターピン、延長スリーブの構成材料としては AlN 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 SiC などのセラミック素材や石英材を用いることができる。また、延長スリーブは載置台と一体に形成されていてもよい。さらに、ピン挿通孔や延長スリーブの内部は内部断面が軸線方向に略一定の孔形状を有することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

この場合において、前記ピン挿通孔の下部開口縁に前記延長スリーブの上端が接続されていることが好ましい。この場合には、ピン挿通孔がそのまま延長スリーブに連通した状態に構成されることになり、簡単な構造にて上記効果を得ることができる。この場合にも、載置台と延長スリーブとが一体に構成されていてもよく、或いは、載置台の下部開口縁に延長スリーブが接合されていてもよい。後者の場合には、既存の載置台に延長スリーブを接合することにより容易に改造することができるという利点がある。

【 0 0 2 3 】

この場合において、前記延長スリーブは、前記載置台と別体で、前記載置台に対して着脱可能に構成されていることが好ましい。延長スリーブが載置台とは別体に構成され、載置台に対して着脱可能に構成されていることにより、延長スリーブを交換したり修理したりすることができる。また、既存の載置台にそのまま取付可能に構成することも可能である。この場合には、何らかの原因により延長スリーブが損傷を受けた場合に延長スリーブのみを交換することによって容易に対処できるという利点がある。

【 0 0 2 4 】

この場合において、前記延長スリーブは、前記ピン挿通孔の内部に挿通され、前記ピン挿通孔の内部から下方外部へ突出していることが好ましい。これによれば、延長スリーブをピン挿通孔に対して位置決めすることが容易になる、延長スリーブの載置台に対する取り付け作業が容易になる、延長スリーブの載置台に対する取り付け強度を向上できる、などという利点がある。また、延長スリーブがピン挿通孔の内部に挿通されていることによって、リフターピンが延長スリーブのみにガイドされるように構成することも可能であり、この場合には、リフターピンにより高価な載置台本体が直接損傷を受けることがなくなるという利点もある。

【 0 0 2 5 】

この場合において、前記ピン挿通孔の内部に上方に向いた段部が設けられ、該段部にて前記延長スリーブが下側から規制され、前記載置台の底部から下方へ突出した部分が固定部材に固定され、該固定部材が前記底部により上側から規制されていることが好ましい。ピン挿通孔の内部に段部が設けられ、この段部に延長スリーブが係合していることによって、延長スリーブの軸線方向の位置決めを容易に行うことが可能になる。特に、上方に向いた段部（すなわち、その段差面が上方に向いている段部）を設け、この段部により延長スリーブが下側から規制されるように構成する一方で、載置台の底部から突出した延長スリーブの部分に固定された固定部材が載置台の底部により上側から規制されることによって、簡易な構造であるにも拘らず、延長スリーブを載置台に対して確実に取付固定できる。また、この取付構造によれば、載置台にはピン挿通孔に段部を設けるだけで足りるため、既存の載置台を用いることも可能である。特に、延長スリーブに対して固定部材を着脱可能に構成することによって載置台に対して延長スリーブを容易に着脱することができる。このように着脱可能に構成された上記固定部材としては、延長スリーブの下方へ突出した部分に螺合する螺合部材が挙げられる。

【 0 0 2 6 】

この場合において、前記リフターピンの動作範囲の全体に亘って、前記リフターピンの外面の前記ピン挿通孔若しくは前記延長スリーブに対する下部接触点の前記延長スリーブの下端内縁より上方内面上に位置することが好ましい。リフターピンは、ピン挿通孔や延長スリーブとの間に或る程度のクリアランスを有するため、ピン挿通孔又は延長スリーブに対して上部接触点と下部接触点の2点にて接触する場合がある。このとき、リフターピンは、上記クリアランス、及び、上部接触点と下部接触点との間の距離に応じた角度でピ

10

20

30

40

50

ン挿通孔又は延長スリーブの内部にて傾斜した姿勢となる。このとき、リフターピンの外面の延長スリーブに対する下部接触点が延長スリーブの下端内縁上に位置するときには、リフターピンの下端部が水平方向に移動しないとリフターピンが上昇できず、リフターピンの噛み込みが発生したり、リフターピンや延長スリーブが損傷を受けたりすることが生じ得る。これに対して、上記下部接触点が延長スリーブの下端内縁ではなく、該下端内縁より上方内面上に位置するように構成されていることにより、リフターピンをよりスムーズに上下動できるように構成できる。特に、前記リフターピンの上下動に伴って前記下部接触点も同期して上下に移動するように構成されていることにより、リフターピンの下端部が水平方向に移動しなくてもリフターピンが上下動可能になるため、さらにリフターピンの動作障害が発生しにくくなり、リフターピンや延長スリーブの損傷が防止される。

10

【 0 0 2 7 】

なお、この構成は、上記延長スリーブを用いない場合でも有用である。この場合、載置台に設けたピン挿通孔に対する下部接触点が前記ピン挿通孔の下端内縁より上方内面上に位置するとともに、前記リフターピンの上下動に伴って前記下部接触点も同期して上下に移動するように構成される。また、この場合においては、以下に示すより具体的なリフターピンの構成についても同様に適用できる。

【 0 0 2 8 】

この場合において、上記のようにリフターピンの動作障害或いはリフターピンや延長スリーブの損傷を防止できるより具体的な構成として、前記リフターピンは、上軸部と、該上軸部の下方に接続され前記上軸部より小径の下軸部とを有し、前記上軸部と前記下軸部との境界位置が前記下部接触点となるように構成されていることが好ましい。この場合、下軸部の外径は、上記動作範囲において下軸部の外面が延長スリーブの下端内縁に抵触しないように設定される。また、上軸部は、ピン挿通孔又は延長スリーブに対する良好な摺動性を確保するために軸線方向に同一の断面形状を有している（すなわち、円柱形状や角柱形状などである）ことが望ましい。

20

【 0 0 2 9 】

また、上記と同様の効果を得るための別のより具体的な構成として、前記リフターピンは、上軸部と、該上軸部の下方に接続され下方に向けて漸次縮径するテーパ状の外面を備えた下軸部とを有し、前記上軸部と前記下軸部との境界位置が前記下部接触点となるように構成されていることが好ましい。この場合、下軸部のテーパ角は、上記動作範囲において下軸部の外面が延長スリーブの下端内縁に抵触しないように設定される。また、上軸部は、ピン挿通孔又は延長スリーブに対する良好な摺動性を確保するために軸線方向に同一の断面形状を有している（すなわち、円柱形状や角柱形状などである）ことが望ましい。

30

【 0 0 3 0 】

さらに、別の具体的な構成として、延長スリーブの下端部近傍の内面が下方に向けて開く形状に構成されている場合がある。この場合には、ストレート形状のリフターピンを用いる場合でも、下部接触点が延長スリーブの下端内縁よりも上方内側に位置するように構成できる。

【 0 0 3 1 】

この場合において、前記リフターピンの下端部は、前記駆動手段に設けられた駆動面に対して離間可能な状態で当接支持されていることが好ましい。これによって、リフターピンの下端部が拘束されていないことから、熱膨張などに起因して発生する応力をリフターピンの下端部の移動により逃がすことができるとともに、リフターピンや延長スリーブが受ける損傷をより低減できる。

40

【 0 0 3 2 】

この場合において、前記リフターピンの外面のうち少なくとも前記ピン挿通孔若しくは前記延長スリーブの内部に配置されるべき外面部分及び前記延長スリーブの内面の少なくともいずれか一方の表面粗さ R_a が $1 \mu m$ 以下であることが好ましい。これにより、リフターピンの摺動抵抗を低減することができるため、リフターピンの動作障害の発生をより低減できるとともに、摺動部分の損傷も低減できる。特に、表面粗さ R_a を $0.5 \mu m$ 以

50

下とすることによってリフターピンの摺動性を大幅に低減できる。従来は、パーティクル低減を図る目的でリフターピンに付着した堆積物が剥離しにくくなるようにその外面を意図的に粗面状態にしてあり、その表面粗さ R_a は $1.5\mu m$ 以上であることが一般的であったが、本発明においては上記延長スリーブが設けられることによってリフターピンの上部に堆積物が付着しにくくなるため、上記のように摺動部の表面粗さを低減させてもパーティクルが発生しにくい。この場合に、リフターピンの外面と延長スリーブの内面の双方の表面粗さ R_a が $1\mu m$ 以下であることがより望ましい。

【0033】

この場合において、前記リフターピンの外面の中間位置に環状凹部が設けられていることが好ましい。成膜処理に際しては、リフターピンとピン挿通孔との間のクリアランス内にガスが回り込むとき、その成膜条件に応じて、クリアランスの下部開口から所定距離にある部分において堆積物が集中的に付着する場合がある。この堆積物が集中的に付着する位置は、ガス分圧や温度などによって変化する。したがって、リフターピンの外面の中間位置に環状凹部（例えば環状溝）を形成しておき、この環状凹部の内面に集中的に堆積物が付着するように構成することにより、堆積物の付着によるリフターピンの動作障害を回避することが可能になる。

10

【0034】

なお、この構成は、上記延長スリーブを設けない場合でも同様に有用である。この場合、載置台に設けられたピン挿通孔にリフターピンが上下動可能に挿通され、このリフターピンの外面の中間部分に環状凹部が設けられる。

20

【0035】

次に、本発明の処理装置は、前記処理容器と、前記載置台と、上記のいずれか一項に記載の被処理体の升降機構とを有することを特徴とする。本発明は、特に成膜処理装置においてガスの回り込みによる堆積物の付着を防止する上で有効な技術であるが、成膜処理以外の処理においても、ガスの回り込みに起因する不具合、たとえば、リフターピンとピン挿通孔との間の摺動面の腐食やピン挿通孔の上部開口に臨む被処理体の部位の侵食などを防止する上でエッチング処理装置、表面改質用処理装置などにおいても有効であり、種々の処理装置において処理ガスの回り込みに起因する種々の不具合を回避するものとして効果を有するものである。

30

【発明の効果】

【0036】

以上、説明したように本発明によれば、表面溝を設けることにより、当該表面溝を介してクリーニングを行うことで、リフターピン周囲のクリアランスをほとんど増大させることなく、クリーニングガスの分圧を高めることができるため、クリアランスが大きくなることによってリフターピンの傾斜角（倒れ角）も大きくなってリフターピンの摺動抵抗が増大したりリフターピンの動作不良が発生しやすくなったりすることを防止しつつ、堆積物を効率的に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明に係る実施形態の処理装置の全体構成を示す概略構成図。

40

【図2】第1基本構成の拡大部分断面図。

【図3】第2基本構成の拡大部分断面図。

【図4】基本構成の作用効果を説明するための比較図（a）及び（b）。

【図5】基本構成の作用効果を説明するための比較図（a）及び（b）並びに一部拡大図（c）。

【図6】基本構成の変形例の構造を示す断面図（a）及び一部拡大図（b）

【図7】第3基本構成の拡大部分断面図。

【図8】従来の升降機構の主要部の構成を模式的に示す拡大部分断面図。

【図9】第1実施形態の拡大部分断面図（a）、リフターピンを上昇させた状態を示す拡大部分断面図（b）及びリフターピンの拡大横断面図を表面溝の拡大断面図とともに示す

50

図(c)。

【図10】第2実施形態の拡大部分断面図(a)、リフターピンを上昇させた状態を示す拡大部分断面図(b)及びリフターピンの拡大部分縦断面図(c)。

【図11】第3実施形態のリフターピンを省略した拡大部分断面図(a)及びリフターピンを上昇させた状態を示す拡大部分断面図(b)。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

次に、添付図面を参照して本発明に係る被処理体の昇降機構及び処理装置の実施形態について詳細に説明する。

【0039】

10

最初に、図1を参照して本発明に係る処理装置の全体構成について説明する。この処理装置20は、ウエハなどの被処理体(以下、単に「ウエハ」と称する。)上にTiN薄膜を成膜する成膜処理装置として以下説明する。ただし、本発明はこのような装置に限定されるものではなく、TiN以外の種々の薄膜を成膜する成膜処理装置や、成膜処理装置以外の各種の処理装置を包含するものである。

【0040】

[第1基本構成]

処理装置20は、アルミニウムやアルミニウム合金などで構成された処理容器22を有している。この処理容器22の天井部には、必要な処理ガス、例えばTiCl₄やNH₃などを導入するためにガス供給手段であるシャワーヘッド構造24が設けられている。シャワーヘッド構造24の下面には多数のガス噴射口26A, 26Bが設けられ、これらのガス噴射口から上記処理ガスが処理空間Sに噴射されるようになっている。

20

【0041】

上記のシャワーヘッド構造24の内部は、例えば2つのガス通路24A, 24Bに分割区画されている。これらのガス通路24A, 24Bには上記各ガス噴射孔26A, 26Bがそれぞれ連通されており、シャワーヘッド構造24の内部では2つのガスが混合されないように構成されている。すなわち、2つのガスはシャワーヘッド構造24の内部では別々の通路を経て処理空間Sに噴射され、この処理空間Sにおいて初めて2つのガスが混合されるようになっている。

【0042】

30

シャワーヘッド24は、例えばニッケルやハステロイなどのニッケル合金等の導電体により構成され、上部電極を兼ねている。シャワーヘッド構造24の外周側や上方側は、処理容器22に対する絶縁性を確保するために、例えば石英やアルミナ等よりなる絶縁体27により全体が覆われている。すなわち、シャワーヘッド構造24は絶縁体27を介して処理容器22に取り付け固定されている。シャワーヘッド構造24と絶縁体27と処理容器22の各接合部間には、例えばリング等よりなるシール部材29がそれぞれ介在し、処理容器22の機密性を確保するように構成されている。

【0043】

このシャワーヘッド構造24には、例えば450kHzの高周波電圧を発生する高周波電源33がマッチング回路35を介して接続されている。これらの高周波電源33及びマッチング回路35は、処理の必要に応じて高周波電力をシャワーヘッド構造24に供給するようになっている。なお、高周波電源の供給する高周波電力の周波数は上記値に限定されるものではなく、例えば、13.56MHzなど、任意の周波数で構わない。ただし、TiNを形成する場合には、高周波電力を用いずに、熱反応のみで成膜することができる。

40

【0044】

処理容器22の側壁22Aには、搬入搬出口28が設けられ、この搬入搬出口28には開閉可能に構成されたゲートバルブ30が設けられている。処理容器22の底部22Bには開口部31が設けられ、この開口部31の下流側に排気側空間32が構成されている。この排気側空間32は底部22Bに接続された排気側隔壁34によって画成される。排気

50

側隔壁 34 の底部 34A には支柱 36 が取り付けられ、この支柱 36 は処理空間 S 内に伸び、載置台 38 を支持している。

【0045】

ここで、開口部 31 は載置台 38 の横断面より小さな開口断面を有し、この開口断面が平面的に見て載置台 38 の横断面内に完全に包含されるように構成されている。これにより、処理ガスは載置台 38 の外周側から底部側に回り込んで開口部 31 に均一に流入するように構成されている。排気側空間 32 には、排気側隔壁 34 の下部側壁に設けられた排気口 40 が開口している。この排気口 40 には図示しない真空ポンプなどの排気装置に接続された排気管 42 が接続されている。なお、排気管 42 の途中には、開度コントロールが可能に構成された図示しない圧力調整弁が介挿されている。この圧力調整弁は処理容器 22 の内圧に応じて適宜に制御されるように構成され、処理容器 22 の内圧を一定値に維持したり、或いは、目標圧に向けて変化させたりすることができるようになっている。

10

【0046】

上記の載置台 38 は、内部に抵抗加熱式ヒータなどの加熱手段 44 を内蔵している。載置台 38 は、例えば、AlN などのセラミックスにより構成される。載置台 38 の上面は上記ウエハ W を載置可能な載置面となっている。また、上記加熱手段 44 は、上記支柱 36 内に配設された給電線 46 に接続され、この給電線 46 を介して供給される電力によって発熱するように構成されている。

【0047】

載置台 38 には、本発明に係る被処理体の昇降機構 48 が設置されている。この昇降機構 48 には、載置台 38 に上下に貫通するように構成されたピン挿通孔 50 が含まれる。このピン挿通孔 50 は、載置台 38 に複数（図示例では 3 つ；図にはそのうちの 2 つを示してある。）設けられている。このピン挿通孔 50 には、それぞれリフターピン 52 が上下動可能に挿通されている。リフターピン 52 は、その上部がピン挿通孔 50 の内部に挿通され、その下部は載置台 38 の底部から下方に突出し、その下端部がピンベース 56 に常時当接している。ピンベース 56 は駆動部材 54 に設けられ、この駆動部材 54 のアーム部 54A は、容器底部 22B の下面側に配置されたアクチュエータ 58 の駆動ロッド 60 に接続固定されている。駆動ロッド 60 は容器底部 22B を貫通し、処理容器 22 の内部にて上記駆動部材 54 に連結されている。駆動ロッド 60 の貫通部外側には伸縮可能なベローズ 64 が設置され、このベローズ 64 によって駆動ロッド 60 の貫通部において処理容器 22 の機密性が確保されている。なお、リフターピン 52 は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、AlN などのセラミックスや石英で構成される。また、上記駆動部材 54、ピンベース 56、アクチュエータ 58 及び駆動ロッド 60 は上記の駆動手段を構成する。

20

30

【0048】

載置台 38 には、上記ピン挿通孔 50 と同軸に下方へ突出する延長スリーブ 68 が設けられている。そして、上記リフターピン 52 は、この延長スリーブ 68 に対しても上下動可能に挿通されている。延長スリーブ 68 は載置台 38 と一体に構成されている。ただし、本実施形態では、別体の延長スリーブ 68 を載置台 38 の底部のピン挿通孔 50 の下端開口縁に接合することによって一体化してある。この場合、延長スリーブ 68 は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、AlN などのセラミックスで構成される。この延長スリーブ 68 は、載置台 38 の底部に対して直接接合（ダイレクトボンディング）により接合されている。このダイレクトボンディングによる接合方法を用いる場合には、延長スリーブ 68 は載置台 38 の底部表面の素材と同一素材（例えば AlN）で構成されていることが好ましい。上記の直接接合は、清浄化された表面同士を圧接させた状態で高温に加熱することによって行うことができる。

40

【0049】

図 2 は、上記延長スリーブ 68 の近傍を拡大して示す拡大部分断面図である。延長スリーブ 68 はピン挿通孔 50 と同軸に配置され、載置台 38 の底部 38b から下方に突出するように設けられている。延長スリーブ 68 のスリーブ孔 68a の開口断面の形状及び面積はピン挿通孔 50 の開口断面の形状及び面積とほぼ等しく構成されている。これによ

50

て、リフターピン 5 2 と延長スリーブ 6 8 との間のクリアランスがリフターピン 5 2 とピン挿通孔 5 0 との間のクリアランスとほぼ同一になるように設定されている。したがって、この実施形態では、リフターピン 5 2 はピン挿通孔 5 0 と延長スリーブ 6 8 の双方によって上下方向にガイドされていることになる。

【 0 0 5 0 】

このリフターピン 5 2 は、ほぼ円柱状の上軸部 5 2 A と、この上軸部 5 2 A の下部に接続された下軸部 5 2 B と、下軸部 5 2 B の下に設けられた下端部 5 2 C とを備えている。下軸部 5 2 B は上軸部 5 2 A よりもやや小径に構成されているとともに下方に向かうに従って徐々に縮径する（すなわち横断面積が減少する）テーパ状に構成されている。リフターピン 5 2 の下端部 5 2 C は球面などの少なくとも凸状に構成され、ピンベース 5 6 の表面に離間可能な状態で当接支持されている。

10

【 0 0 5 1 】

なお、リフターピン 5 2 とピンベース 5 6 とは同じ素材で構成されていることが好ましい。本実施形態では、リフターピン 5 2、ピンベース 5 6、駆動部材 5 4 は全て Al_2O_3 などのセラミック素材により構成されている。

【 0 0 5 2 】

上記のように構成された処理装置 2 0 においては、まず、ウエハ W が図示しない搬送アームに保持されて開状態となったゲートバルブ 3 0 及び搬出搬入口 2 8 を通って処理容器 2 2 内に搬入される。このとき、アクチュエータ 5 8 の駆動力によって駆動部材 5 4 が上昇し、ピンベース 5 6 によってリフターピン 5 2 が上方へ押し上げられることにより、リフターピン 5 2 は載置台 3 8 の載置面上から突出した状態にある。そして、上記搬送アームはウエハ W を複数のリフターピン 5 2 の上端に受け渡す。その後、リフターピン 5 2 は降下してウエハ W は載置台 3 8 の載置面上に配置される。

20

【 0 0 5 3 】

次に、シャワーヘッド構造 2 4 の噴射孔 2 6 A、2 6 B から処理ガスとして例えば $TiCl_4$ 及び NH_3 が噴出され、これらの処理ガスは処理空間 S 内にて混合され、熱反応することによって、ウエハ W の表面上に TiN の薄膜が成膜される。ここで、載置台 3 8 は上記熱反応を生起させるに足る温度、例えば $400 \sim 700$ に加熱される。処理空間 S の圧力（処理容器の内圧）は例えば $40 \sim 1333 Pa$ ($300 mm Torr \sim 10 Torr$) で行われる。また、上部電極であるシャワーヘッド構造 2 4 と下部電極である載置台 3 8 との間に高周波電力を印加して処理空間 S にプラズマを発生させた状態で成膜を行ってもよい。

30

【 0 0 5 4 】

上記の成膜中において、処理ガスはそのまま載置台 3 8 の周囲を通過して載置台 3 8 の底部 3 8 b の下にある下方空間 S 2 に回り込み、最終的に排気口 4 0 から排出される。このとき、本基本構成でも、下方空間 S 2 中の処理ガスの一部がリフターピン 5 2 の外面と延長スリーブ 6 8 の下端内縁との間の隙間（下端導入位置）からリフターピン 5 2 と延長スリーブ 6 8 とのクリアランス内部に侵入し、このクリアランス内においてリフターピン 5 2 の外面と延長スリーブ 6 8 の内面に僅かではあるが堆積物が付着する。この場合に、下端導入位置からの距離に応じてクリアランス内のガス分圧は低下するため、当該距離に応じて堆積物の付着量も低下する。

40

【 0 0 5 5 】

成膜処理の圧力が例えば $666.5 Pa$ ($5 Torr$) 以上で行われる場合（高カバレッジ成膜条件）では、上記クリアランス内のガス分圧も高くなるため、クリアランス内の堆積物の付着量は全体に増大する。しかし、このような場合であっても、本基本構成では延長スリーブを設けることによりガスの下端導入位置からクリアランスの上部に至る距離を増加させているため、上記クリアランスの上部におけるガス分圧が十分に低下することにより、載置台 3 8 のピン挿通孔 5 0 内部及びリフターピン 5 2 の上部側には堆積物は付着されない。

【 0 0 5 6 】

50

[第 2 基本構成]

図 3 は、上記とは異なる構成例である第 2 基本構成の構造を示す拡大部分断面図である。この第 2 基本構成において、ピン挿通孔 50' と延長スリーブ 68' 以外は上記第 1 基本構成と同様であるので、それらの説明は省略する。この構成例において、ピン挿通孔 50' には、その内部に段部 50a' が形成されている。この段部 50a' は、ピン挿通孔 50' の上部開口の近傍（直下）に設けられている。そして、段部 50a' は上方に向けた段差面を有している。一方、延長スリーブ 68' は、上下に貫通したスリーブ孔 68a' を有するとともに、上記段部 50a' に係合可能な鏝部 68u' を有している。そして、延長スリーブ 68' は、その鏝部 68u' が段部 50a' に係合した状態でピン挿通孔 50' に挿通されている。延長スリーブ 68' は、ピン挿通孔 50' の下端から下方へと突出している。

10

【 0057 】

延長スリーブ 68' のうち、載置台 38 の底部から下方に突出した部分の外面には固定部材（螺合部材すなわちナット）69A, 69B が固定されている。より具体的には、延長スリーブの下部にはネジ構造 68b' が形成され、このネジ構造 68b' に固定部材が螺合している。固定部材 69A は載置台 38 の底部に当接し、延長スリーブ 68' の鏝部 68u' と固定部材 69A とによって載置台 38 が挟持されることにより、延長スリーブ 68' が載置台 38 に対して締め付け固定されている。ここで、固定部材（ロックナット）69B は、固定部材 69A のゆるみ止めのために装着されている。なお、固定部材はスリーブを固定可能なものであれば何でもよい。

20

【 0058 】

この基本構成では、延長スリーブ 68' がピン挿通孔 50' の内部に挿通され、ピン挿通孔 50' の内部から下方へ突出するように構成されているため、延長スリーブ 68' の載置台 38 への取り付け作業が容易になり、その位置決めを行うことができ、さらにその取付強度も大きくすることができる。また、上記のように段部 50a' と鏝部 68u' との軸線方向への相互規制及び固定部材 69A, 69B による軸線方向への相互規制によって、載置台 38 に対して延長スリーブ 68' を着脱可能な状態で固定することができるようになっている。したがって、延長スリーブ 68' の交換や清掃が可能になり、メンテナンス性が向上する。さらに、リフターピン 52 は延長スリーブ 68' のみにより案内され、延長スリーブ 68' の内面に対してのみ摺接するように構成されているので、リフターピン 52 に起因する損傷は延長スリーブ 68' のみが受けることになり、高価な載置台 38 に損傷を与えずに済むという利点がある。

30

【 0059 】

[各基本構成の作用効果]

次に、上記第 1 基本構成及び第 2 基本構成に共通する作用効果について詳細に説明する。図 4 (a) には、従来の被処理体の昇降機構を示し、図 4 (b) には本基本構成（第 2 基本構成）を示す。なお、図 4 (b) には第 2 基本構成のみを示すが、以下の説明のうち第 1 基本構成にも共通な箇所には第 1 基本構成の参照符号も併せて記載する。

【 0060 】

上記各基本構成では、上記クリアランスが延長スリーブ 68, 68' によって下方に延長形成されることになったので、その分、リフターピン 52 の外面と延長スリーブ 68, 68' との間のクリアランス内における下端導入位置 G からピン挿通孔 50, 50' の上部開口までの距離が LP から LP₁ に増大し、これによってガスが上記下端導入位置 G から侵入してもそのガス分圧はクリアランス上部において従来よりも低くなる。このため、リフターピン 52 の上部外面とピン挿通孔 50, 50' の上部内面には堆積物が付着しにくく、また、ウエハ W の裏面部分（上記ピン貫通孔 50, 50' の上部開口に臨む部分）への堆積物の付着も低減され若しくは解消される。また、延長スリーブのガイド長 LP₁ は LP を越える長さであり、延長スリーブによるガイド長の延長分 LP₂ は、LP / 2 以上であることが好ましい。

40

【 0061 】

50

上記のように特にリフターピン上部の堆積物の付着量が低減されることにより、リフターピンの突出動作時においてリフターピン52の上部やピン挿通孔50, 50'の上部内面に付着していた堆積物が剥離して載置台38の載置面上方へ舞い上がるといった事態を回避することができ、処理に有害なパーティクルを大幅に低減できる。また、ウエハWの裏面に堆積物が付着することも防止できるため、さらにパーティクルを低減できるとともに、当該ウエハWの後工程における不具合を解消できる。例えば、フォトリソグラフィ工程においては、裏面の一部に付着している堆積物によってウエハWが歪み、これによって露光パターンの焦点ずれが局部的に発生する場合などである。

【0062】

また、本基本構成では、リフターピン52がピン挿通孔50, 50'だけではなく、その下方に延長するように配置された延長スリーブ68, 68'によっても上下方向に案内されるので、リフターピン52のガイド長(上記LP₁と同じである。)を図4(a)に示す従来構造よりも実質LP₂分の長さを大きくすることができるため、リフターピン52の上下動作時の摺動性が向上する。たとえば、従来構造のリフターピン152とピン挿通孔150との間のクリアランスと、リフターピン52とピン挿通孔50, 50'との間のクリアランスCRが同じであっても、リフターピン52のガイド長がLP₂分長くなることにより、リフターピン52の傾斜角は低減されるため、リフターピン52は従来構造のリフターピン152よりもスムーズに上下方向に摺動することが可能になる。

【0063】

ここで、延長スリーブ68, 68'の長さを長くするほど上記効果は顕著になるが、その分、リフターピンの長さも長くする必要があり、処理容器22の上下寸法も増大させる必要があるため、処理内容に応じて設定すればよい。たとえば、成膜処理のカバレッジ特性がアスペクト比APに対応するものであり、リフターピン52とピン挿通孔50及び延長スリーブ68との間のクリアランスCR、上記距離LPに関して、 $LP/CR > AP$ が成立するように構成すれば、ピン挿通孔50の上部開口に臨むウエハWの裏面部分に付着する堆積物を減らすことができる。たとえば、ピン挿通孔50の長さが18mm、クリアランスCRが全周に亘って0.2mm、延長スリーブの長さが15mmであれば、延長スリーブを用いない場合には、 $LP/CR = 90$ であり、アスペクト比 $AP = 100$ より小さくなるが、延長スリーブを用いることにより、 $LP_1/CR = 165$ となってアスペクト比 $AP = 100$ よりも大幅に大きくすることができる。

【0064】

なお、載置台38を厚く形成し、ピン挿通孔50の長さを大きくすれば上記と同様の効果が得られるようであるが、実際には、載置台38を厚くすると高価なセラミックス原料を大量に用いる必要があるとともに長いピン挿通孔50を加工する必要もあるため、製造コストが大幅に増大する。また、載置台38を厚く形成すると、上記加熱手段44(或いは、逆に冷却手段)による載置面の温度制御が困難になり、温度均一性が低下して成膜処理の均一性にも影響を与えるとともに、載置台の熱容量が増大するために加熱・冷却のサイクルタイムが増大して処理効率が低下するという問題点もある。

【0065】

図5は、上記基本構成において、ほぼストレート形状(すなわち、軸線方向に見て横断面の形状及び面積が変化しない形状)のリフターピン52'を用いた場合(a)と、上記のリフターピン52を用いた場合(b)とを比較して示す説明図である。リフターピン52, 52'と、ピン挿通孔50, 50'の間には、リフターピン52, 52'を上下動可能に構成するために必ずクリアランスCRが存在する。したがって、上記基本構成のようにリフターピン52, 52'が駆動手段に対してフリーになっている場合には、リフターピン52, 52'の軸線は、ピン挿通孔50, 50'若しくは延長スリーブ68, 68'の軸線CXに対して僅かではあるが傾斜した状態になる。

【0066】

ところで、図5(a)に示すように、ストレート形状のリフターピン52'を用いる場合には、リフターピン52'が上述のように上下に摺動して傾斜姿勢となった場合、リフ

10

20

30

40

50

ターピン 5 2 ' の下端部とピンベース 5 6 との接触支持点 A は、ピン挿通孔 5 0 , 5 0 ' 若しくは延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' の軸線 C X より僅かにずれた位置にあり、また、リフターピン 5 2 ' とピン挿通孔 5 0 , 5 0 ' 若しくは延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' に対して上部接触点 B 及び下部接触点 C にて接触した状態になる場合が考えられる。この状態で駆動部材 5 4 を上昇させようとする、ピンベース 5 6 がリフターピン 5 2 ' に上方へ向かう押し上げ力を加えるが、上記接触点 A , B , C が固定された状態ではリフターピン 5 2 ' は上昇せず、噛み込みが生じ、場合によってはリフターピン 5 2 ' や延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' が上記下部接触点 B において損傷を受ける。

【 0 0 6 7 】

この場合にリフターピン 5 2 ' が上昇するためには、接触支持点 A が図示矢印で示す方向（すなわち、上記軸線 C X に近づく方向）にピンベース 5 6 上に移動し、リフターピン 5 2 ' の傾斜角が変化しなければならない。つまり、ピンベース 5 6 による押し上げ力によって接触支持点 A が矢印方向に容易に移動する状況下ではリフターピン 5 2 ' は上昇可能であるが、接触支持点 A の接触面の面粗度などによってピンベース 5 6 上の接触支持点 A におけるリフターピン 5 2 ' の摺動抵抗が大きく、接触支持点 A が移動しなければ、リフターピン 5 2 ' は上述のように動作障害を生ずることになる。

【 0 0 6 8 】

一方、上記基本構成で用いられているリフターピン 5 2 では、図 5 (c) に示すように、上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間に段差部 5 2 f が設けられ、この段差部 5 2 f によって下軸部 5 2 B は上軸部 5 2 A より小径に構成されている。また、下軸部 5 2 B は下方に向かうほどに縮径したテーパ形状を有している。下軸部 5 2 B は、段差部 5 2 f の下側で、そのまま下方へストレートに構成されていてもよい。さらに、上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間の境界部 5 2 e は、リフターピン 5 2 がその動作範囲の下限位置（図示の位置）にあるときでも、延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' の下端内縁 6 8 e ' よりも少なくとも上方内部に配置されるように構成されている。

【 0 0 6 9 】

基本構成の場合にも、図 5 (b) に示すように、リフターピン 5 2 は、ピンベース 5 6 に対する接触支持点 A ' と、上部接触点 B ' と、下部接触点 C ' の 3 点にて接触する場合がある。また、接触支持点 A ' は上記と同様に軸線 C X からずれている。ところが、基本構成では、駆動部材 5 4 の上昇とともに下部接触点 C ' は同期して上方へ移動し、接触支持点 A ' が何らピンベース 5 6 上において移動しなくても、リフターピン 5 2 はそのまま上昇可能である。

【 0 0 7 0 】

この場合に、リフターピン 5 2 が上昇していく途中でその外面が延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' の下端内縁 6 8 e ' に当接しない限り、リフターピン 5 2 は、その傾斜姿勢を維持したまま、その動作範囲の上限位置まで上昇し続けることができる。本基本構成のリフターピン 5 2 は、上軸部 5 2 A よりも下軸部 5 2 B が小径に構成され、しかも、下軸部 5 2 B が下方に向かうほどに縮径したテーパ形状に構成されているため、その動作範囲の上限位置まで下端内縁 6 8 e ' に接触することがないように構成されている。

【 0 0 7 1 】

上記のように、リフターピン 5 2 の下軸部 5 2 B が延長スリーブ 6 8 , 6 8 ' の下端内縁に接触しないように構成するためには、段差部 5 2 f の段差量や下軸部 5 2 B のテーパ角度を、リフターピン 5 2 の動作範囲、上記クリアランス C R、距離 L P などの状況に応じて設定する必要がある。

【 0 0 7 2 】

ここで、上記クリアランス C R は上記のようにきわめて小さく（たとえば全周に亘って 0 . 2 mm 程度）であるので、リフターピンの傾斜角も小さいことから、リフターピンの動作範囲にも依存するが、通常、段差部 5 2 f の段差量や下軸部 5 2 B のテーパ角度も僅かなもので足りる。たとえば、上記段差量としては 0 . 1 ~ 1 . 0 mm 程度、上記テーパ角としては、0 . 5 ~ 3 . 0 度程度である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

本基本構成では、延長スリーブを設けることによってリフターピンのガイド長が長く構成されるため、従来構造に較べると同じクリアランスC Rでもリフターピンの傾斜角度が小さくなり、その結果、仮に図5 (a) に示すような構成 (例えばストレート形状のリフターピン5 2 ' を用いる場合) においてもリフターピンの動作障害が発生しにくいことがわかる。ただし、この場合においては、動作障害が発生しやすい図示の状況では延長スリーブ6 8 ' にも負担がかかるため、本基本構成のような構成 (すなわちリフターピン5 2 を用いる構成) が望ましいことには変わりがない。

【 0 0 7 4 】

なお、上記状況や段差部5 2 f の段差量によっては、段差部5 2 f のみが形成され、下軸部5 2 B がテーパ形状でなくストレート形状であっても上記のように動作可能に構成することが可能である。また、上記状況やテーパ角度によっては、逆に、上記段差部5 2 f を設けずに、下軸部5 2 B をテーパ形状にするだけで上記のように動作可能に構成することも可能である。

【 0 0 7 5 】

上記構成において、リフターピン5 2 の上軸部5 2 A の長さは、ピン挿通孔及び延長スリーブによるガイド長とほぼ同等か或いはそれよりやや短い長さに設定され、下軸部5 2 B の長さはリフターピン5 2 が上限位置にあるときの載置台3 8 の載置面から突出する長さより長く形成される。

【 0 0 7 6 】

一方、図6 に示すように、延長スリーブ6 8 " の下端部近傍の内面を下方に向けて開くように形成することによっても、リフターピン5 2 ' がスムーズに上下動するように構成することができる。この変形例では、延長スリーブ6 8 " の下部内面6 8 c " が下方に向けてテーパ状或いはラッパ状に開いた形状を有している。このため、リフターピン5 2 ' の外面の下部接触点C " は、延長スリーブ6 8 " の下端内縁6 8 e " よりも上方内面上に配置される。このように、リフターピン5 2 ' の外面の下部接触点C " が下端内縁6 8 e " ではなく、それよりも上方内面上に位置することにより、リフターピン5 2 ' が上昇する際に下部接触点C " において大きな反力を受けることがなくなるため、リフターピン5 2 ' の噛み込みやリフターピン5 2 ' 及び延長スリーブ6 8 " の損傷を防止することができる。

【 0 0 7 7 】

[第 3 基本構成]

図7 は、第3基本構成の構成を示す拡大部分断面図である。この基本構成では、リフターピン6 2 以外の構成は上記第2基本構成と同様であるので、それら同様の部分については説明を省略する。この基本構成において、リフターピン6 2 は、その外面の中間部分に環状凹部6 2 d を有している点で上記各基本構成と異なり、その他の部分については上記リフターピン5 2 と同様である。

【 0 0 7 8 】

一般に、成膜処理を行う処理容器2 2 中においては、処理ガスの分圧がある程度低下した場合に集中的に反応が進み、堆積物が発生する場合がある。このような状況は、たとえば、上記の第1及び第2実施形態を適用することが有利な高カバレッジ特性を有する成膜処理 (この場合には、処理容器2 2 の内圧は9 3 . 3 ~ 1 3 3 3 P a (約0 . 7 ~ 1 0 T o r r) と比較的高い) よりも、むしろ、低カバレッジ特性を有する成膜処理 (この場合には、処理容器2 2 の内圧が2 0 ~ 8 0 P a と比較的低い低圧プロセスとなる。) において生じやすい。

【 0 0 7 9 】

このような状況が発生する環境では、図4 に示す下端導入位置G から進入したガスの分圧は、クリアランス上部に進むに従って低下するため、下端導入位置G から所定距離においてリフターピン5 2 の外面やピン挿通孔5 0 , 5 0 ' 若しくは延長スリーブ6 8 , 6 8 ' の内面に集中的に堆積物が付着することになる。すると、局所的に大量に付着した堆積

10

20

30

40

50

物によってリフターピン52に動作障害が発生する。

【0080】

これに対して本基本構成では、成膜条件や載置台及びその近傍の構造などの環境に応じてリフターピン62の外面の軸線方向の所定位置に設定された環状凹部62dを形成し、この環状凹部62dの内部に集中的に堆積物が付着するようにすれば、付着した堆積物によるリフターピン62の動作障害の発生を防止することができる。

【0081】

上記の環状凹部62dは、処理時においてピン挿通孔50、50'若しくは延長スリーブ68、68'の内部に配置されている位置に設けられる。当該位置は、上記下端導入位置Gから所定距離上方へ離間した位置であるが、この所定距離は上述のように処理環境によって異なるため、処理環境毎に適宜に設定される。

10

【0082】

以上説明した各基本構成においては、いずれのリフターピン52、52'、62においても、その外面のうち、ピン挿通孔50、50'若しくは延長スリーブ68、68'に摺接すべき外面部分が従来のリフターピンに較べて平滑に構成されている。従来においては、リフターピンの外面に付着する堆積物を剥離しにくく構成するために、リフターピンの外面を粗面状に構成し、或いは、特に研磨処理などを敢えて行わないようにしていた。この場合、リフターピンの外面の表面粗さRaは概ね1.5μm以上であった。これは、リフターピンが上昇して載置台の載置面の上方に突出したときに、リフターピンの上部に付着した堆積物が剥離することによって載置台の載置面上方にパーティクルが放出されることになり、これが処理環境を悪化させるからである。

20

【0083】

ところが、本基本構成の場合には、リフターピンの上部にはほとんど堆積物が付着しないので、載置台の上方にパーティクルが放出される可能性も大幅に低減される。したがって、リフターピン52、52'、62の上記外面部分を平滑にしてもリフターピンの上部から堆積物が剥離することがなくなった。そして、このように表面を平滑化することによってリフターピンの摺動抵抗を低減するとともにリフターピンの動作障害の発生確率をより低減することが可能になった。実際には、リフターピンの下端部（ピンベースに当接する部分）以外を全てラッピング加工により平滑化した。その表面粗さRaは0.2~0.3μm程度である。実際には、表面粗さRaが1.0μm以下になると表面平滑化の効果が現れ、表面粗さRaが0.5μm以下になるとより顕著な効果が得られる。セラミックス製品の場合には表面粗さRaの低減は困難であることから、表面粗さRaを0.1~0.5μmの範囲内に設定することが最も望ましい。

30

【0084】

また、本基本構成では、延長スリーブの内面もまた表面粗さRaが1μm以下になるように平滑化してある。これによってさらにリフターピンの上下動を円滑に案内することが可能になる。この延長スリーブの内面についても、上記と同様に表面粗さRaが0.5μm以下であることがさらに好ましく、0.1~0.5μmの範囲内であることが望ましい。

。

【0085】

40

[第1実施形態]

次に、図9を参照して本発明に係る第1実施形態について説明する。図9(a)は、本実施形態の構成を示す拡大部分断面図である。この実施形態では、リフターピン72を除いた他の構成は上記第2基本構成と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、同様部分の説明は省略する。

【0086】

また、本実施形態並びに後述する第2実施形態及び第3実施形態の後述する表面溝及びその特徴点に係る構成は、上記第1基本構成にも同様に適用可能であるとともに、従来のリフターピンを含む任意の載置台や昇降機構に係る構成にも同様に適用することができる。このとき、リフターピンが挿通されるピン挿通孔としては、上述の延長スリーブのスリ

50

ープ孔に限定されることなく任意のスリーブに設けられた孔や載置台自体のピン挿通孔などの任意の貫通孔であるものとして、以下の記述を引用することができる。

【0087】

図9(a)に示すように、本実施形態のリフターピン72の外周面には軸線方向の所定範囲に亘って伸びる表面溝72xが形成されている。この表面溝72xは、リフターピン72の外周面の周回方向に複数形成されている。より具体的には、リフターピン72の軸線周りに等角度間隔で複数の表面溝72xが形成されている。表面溝72xは、リフターピン72の外周面のうち最も堆積物が多く付着すると考えられる領域Xaに向けて上方から伸びるように形成されることが好ましい。図示例では、表面溝72xは上方から領域Xaに達するように形成されている。また、この表面溝72xは、図9(a)に示すように、成膜時のリフターピンの位置において、すなわちリフターピン72の先端がスリーブ孔68a'の内部に没した状態で、リフターピン72のスリーブ孔68a'内に配置される部分の上部から中央部にかけて形成されていることが好ましい。また、図9(b)に示すように、リフターピン72が上昇したときに表面溝72xの上部が載置台38若しくは延長スリーブ68'の上面から突出するように構成されていることが好ましい。本実施形態ではリフターピン72に上軸部72Aと下軸部72Bが設けられているが、上記表面溝72xは上軸部72Aの外周面に形成される。

10

【0088】

図9(c)には、リフターピン72の拡大横断面図及び表面溝72xの形成部分をさらに拡大して示す拡大断面図を示す。各表面溝72xはリフターピン72の外周面上に開口している。この表面溝72xは、リフターピン72と延長スリーブ68'との間の空間の断面積を増大させる。このため、クリーニング工程において、クリーニングガスを処理容器の内部に供給することによって堆積物の除去を行う場合に、クリーニングガスの分圧をクリアランスの奥深くまで高めることができるので、リフターピン72や延長スリーブ68'の内面に付着した堆積物をより効率的に除去することが可能になる。特に、上記領域Xaには多くの堆積物が付着するため、この領域Xaにおける堆積物の除去が通常の載置台では困難となるが、本実施形態の場合、表面溝72xが領域Xaに向けて伸びている（より具体的には領域Xaに到達している）ので、当該領域Xaにおけるクリーニングガスの分圧を高めることができることから、堆積物を効率的に除去することができる。

20

【0089】

ここで、例えば、反応ガス種として $TiCl_4$ と NH_3 を用いて TiN を成膜する場合、上記クリーニング工程に用いるクリーニングガスとしては ClF_3 や NF_3 などを用いることができる。このようなクリーニング工程は、処理容器内の堆積物がある程度多くなったときに行われる。クリーニング工程の後には、載置台上に基板を配置せずに反応ガス種を流すことによって成膜材料を処理容器内に或る程度堆積させるプレコート処理を実施することが好ましく、しかる後に、通常の成膜処理を実施することになる。クリーニング工程では、図9(b)に示すように、表面溝72xの上部を載置台38の上方に突出させることにより、表面溝72xを通してクリーニングガスがリフターピン72と延長スリーブ68'との間に拡散しやすくなるようにする。なお、このクリーニング工程の途中でリフターピン72の上下位置を変更してもよい。

30

40

【0090】

ここで、単にリフターピンの外径を小さくしたり、或いは、スリーブ孔の内径を大きくしたりすることによってリフターピンと延長スリーブの間のクリアランスを大きく設定する方法でも、当該クリアランス内におけるクリーニングガスの分圧を高めることができる。しかし、この方法では、クリアランスが大きくなることによってリフターピンの傾斜角（倒れ角）も大きくなるので、リフターピンの摺動抵抗が増大したり、リフターピンの動作不良が発生しやすくなったりする。本実施形態では、リフターピン72に上記表面溝72xを設けることにより、クリアランスをほとんど増大させることなく、クリーニングガスの分圧を高めることができる。

【0091】

50

また、上記表面溝 72x は、リフターピン 72 の上半部（より具体的には、最も堆積物が多くなると予想される領域 Xa よりも上方位位置）に設けられているため、成膜時において載置台の下方から侵入する成膜ガスに起因するリフターピン 72 の上部や載置台 38 上に配置された基板の裏面への堆積物を増大させる恐れはほとんどない。より一般的に言えば、表面溝 72x の下端は、スリーブ孔の下端よりも上方に位置するので、スリーブ孔の下端から入り込む成膜ガスが表面溝 72x を通してスリーブ孔の上部に導かれることはない。

【0092】

本実施形態の場合、表面溝 72x の上端はリフターピン 72 の上端よりも或る程度下方に離れた位置に配置されている。これによって、成膜時において延長スリーブ 68' の下端から入り込んだガスがリフターピン 72 の上端まで届きにくくすることができるので、基板（ウエハ）の裏面上に付着する堆積物の量を低減することができる。

【0093】

実際には、上記表面溝 72x の開口幅 72xw が増大すると、この開口幅 72xw の角度範囲にはリフターピン 72 の外周面が存在しなくなるため、図 9（c）に示すように、リフターピン 72 の半径は僅かではあるが ΔD だけ減少する。この半径減少量 ΔD は、開口幅 72xw が増大するほど急激に大きくなるので、開口幅 72xw が或る程度大きくなると、表面溝 72x の形成方向にクリアランスが増大し、リフターピン 72 の倒れ角が大きくなり、リフターピン 72 の摺動抵抗の増大や動作不良の発生確率の増大を招くことになる。したがって、上記の開口幅 72xw はリフターピン 72 の動作不良を招くことのないように或る程度の範囲内に制限されることが望ましい。例えば、表面溝 72x を設けない場合のクリアランスが CR であるとすれば、上記 ΔD がクリアランス CR の 10%、より好ましくは 5% となる開口幅の値よりも実際の開口幅 72xw が小さいことが好ましい。このように開口幅 72xw を或る程度限定しても、表面溝 72x の数を増やしたり、或いは、表面溝 72x の深さ 72xd を大きくしたりすることによってリフターピンの周囲にクリーニングガスを十分に拡散させるに足る断面積を有する空間を確保することができる。

【0094】

なお、表面溝 72x の断面形状は、図示例では長方形であるが、表面溝内へのクリーニングガスの拡散を促進するためには、なるべく正方形に近い形状であることが好ましい。例えば、表面溝 72 の開口幅 72xw と深さ 72xd の比は 0.5 ~ 2.0、より好ましくは 0.75 ~ 1.5 の範囲内であることが望ましい。

【0095】

また、上記表面溝 72x によってリフターピン 72 と延長スリーブ 68' との間の空間の断面積をどの程度増大させるかは、クリーニング工程の条件に応じて決定される。例えば、表面溝 72x を設けない場合のクリアランス CR に対応する上記空間の断面積を CS とするとき、表面溝 72x を設けることによる上記空間の断面積の増分は、当該断面積 CS の 50% ~ 200%、より好ましくは 75% ~ 150% 程度であることが好ましい。表面溝 72x による断面積の増分が上記範囲を下回ると表面溝 72x を形成することによるクリーニング効果が十分に得られなくなる。逆に上記範囲を超えると、表面溝 72x の開口幅 72xw が増大してリフターピンの半径減少量 ΔD が大きくなったり、或いは、表面溝 72x の数を増大させるか若しくは表面溝 72x の深さ 72xd を増大させる必要が生ずるためにリフターピン 72 の加工が困難になったりする。

【0096】

本実施形態では、高カバレッジ特性を有する条件（例えば、処理容器の内圧が 93.3 ~ 133.3 Pa）で成膜を行う場合には、リフターピン 72 における載置台やスリーブのより奥にある部分にまで堆積物が付着しやすくなることから、リフターピン 72 の全体の付着物を奥にある部分までより均一に除去できるという点で有効である。また、低カバレッジ特性を有する条件（例えば、処理容器の内圧が 20 ~ 80 Pa）で成膜を行う場合には、上述のように載置台やスリーブの内部の特定領域に大量の堆積物が集中して付着する

傾向があるため、当該領域に付着した大量の堆積物を効率的に除去できるという点で有効である。

【 0 0 9 7 】

[第 2 実施形態]

次に、図 10 を参照して本発明に係る第 2 実施形態について説明する。この実施形態のリフターピン 8 2 には、図 10 (a) 及び (b) に示すように、第 3 基本構成と同様に構成された環状凹部 8 2 d が形成されている。そして、この環状凹部 8 2 d の上方に表面溝 8 2 x が形成されている。より具体的には、図 10 (c) に示すように表面溝 8 2 x は上方から環状凹部 8 2 d に連通している。この環状凹部 8 2 d は、上記と同様にリフターピン 8 2 の外周面のうち最も堆積物の付着量が多くなると予想される領域 (第 1 実施形態の領域 X a と同じ領域) に形成され、堆積物の付着によるリフターピン 8 2 の動作不良を防止する効果を奏する。本実施形態では、環状凹部 8 2 d に表面溝 8 2 x が上方から連通しているため、表面溝 8 2 x を通して拡散したクリーニングガスによって環状凹部 8 2 d 内に付着した堆積物をより効率的に (より短時間で) 除去することができる。

10

【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態においても、表面溝 8 2 x の数、形状、大きさなどに関しては上記第 1 実施形態の表面溝 7 2 x と同様に構成することができる。なお、本実施形態でもリフターピン 8 2 に上軸部 8 2 A と下軸部 8 2 B が設けられているが、上記表面溝 8 2 x は上軸部 8 2 A の外周面に形成されている。

【 0 0 9 9 】

本実施形態の表面溝 8 2 x はリフターピン 8 2 の上端に達するように、或いは、表面溝 8 2 x がリフターピンの垂直上方にそのまま開いた上端部を有するように構成されている。これによって、クリーニング工程において図 10 (b) に示すほどリフターピン 8 2 を載置台 3 8 から大きく突出させなくても、僅かなリフト量で表面溝 8 2 x の上部が載置台 3 8 から突き出るように構成できる。

20

【 0 1 0 0 】

[第 3 実施形態]

次に、図 11 を参照して本発明に係る第 3 実施形態について説明する。この実施形態では、リフターピンを省略した状態を表す図 11 (a) に示すように、リフターピンが挿通可能に構成されたスリーブ孔 9 8 a の上部内周面に表面溝 9 2 x が形成されている点で、上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態とは異なる。この表面溝 9 2 x は、スリーブ孔 9 8 a の上部開口縁から下方に伸びている。表面溝 9 2 x の下端は、スリーブ孔 9 8 a の下部開口縁に達することなく、スリーブ孔 9 8 a の中間部分に配置されている。すなわち、表面溝 9 2 x は、スリーブ孔 9 8 a の上端から中央部にかけて形成されていることが好ましい。

30

【 0 1 0 1 】

上記のスリーブ孔 9 8 a を有する延長スリーブ 9 8 は、表面溝 9 2 x が形成されている点以外は上記第 2 基本構成の延長スリーブ 6 8 ' と同様であり、また、延長スリーブ 9 8 以外の他の構成も全て上記第 2 基本構成と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、それらの説明は省略する。ただし、この表面溝 9 2 x は、延長スリーブ 9 8 に限らず、第 1 基本構成に適用する場合には載置台のピン挿通孔に直接設けることができ、また、他の任意の載置台においてリフターピンを挿通する任意の貫通孔に設けることもできる。

40

【 0 1 0 2 】

また、表面溝 9 2 x は、上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態に記載された表面溝と同様に、複数設けられることが好ましく、特に複数の表面溝 9 2 x が軸線周りに等角度間隔で形成されることが望ましい。また、表面溝 9 2 x の開口幅、深さ、断面形状などについても第 1 実施形態に記載された表面溝 7 2 x と同様に構成できる。

【 0 1 0 3 】

本実施形態では、表面溝 9 2 x を設けることによって、クリーニング工程においてスリーブ孔 9 8 a の奥部までクリーニングガスを拡散させ、その分圧を高めることができるこ

50

とにより、図 1 1 (b) に示すリフターピン 5 2 に付着した堆積物を効率的に除去することができる。

【 0 1 0 4 】

この実施形態では、特に、リフターピン 5 2 の上下位置如何に拘らず、リフターピンの周囲にクリーニングガスをより高い分圧となるように拡散させることができ、効率的に堆積物を除去することができる点で有利である。

【 0 1 0 5 】

なお、本実施形態において、第 2 実施形態と同様の環状凹部をリフターピンに形成してもよい。このとき、この環状凹部と表面溝の位置関係及び連通構造は、成膜時におけるリフターピンの位置において、すなわちリフターピンの先端がスリーブ孔に没した状態で、第 2 実施形態と同様に構成されていることが好ましい。また、環状凹部をスリーブ孔の内周面に形成してもよい。この場合でも環状凹部と表面溝の位置関係及び連通構造は第 2 実施形態と同様に構成されることが好ましい。

【 符号の説明 】

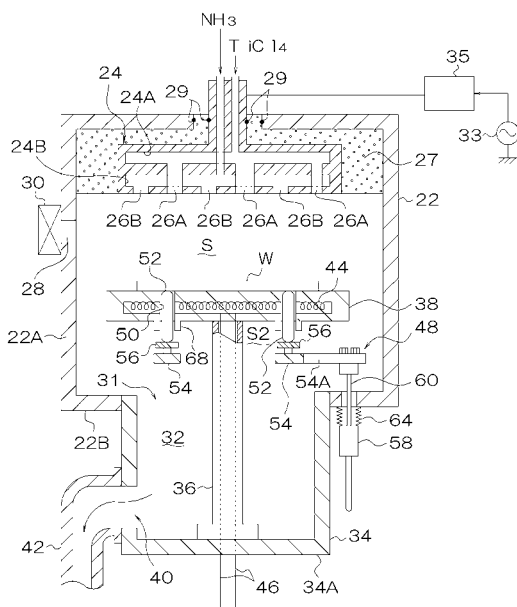
【 0 1 0 6 】

2 0 ... 処理装置、2 2 ... 処理容器、3 8 ... 載置台、4 8 ... 昇降機構、5 0 , 5 0 ' ... ピン挿通孔、5 0 a ' ... 段部、5 2 , 5 2 ' ... リフターピン、5 2 A ... 上軸部、5 2 B ... 下軸部、5 2 C ... 下端部、5 2 e ... 境界部、5 2 f ... 段差部、5 4 ... 駆動部材、5 6 ... ピンベース、5 8 ... アクチュエータ、6 0 ... 駆動ロッド、6 2 d , 8 2 d ... 環状凹部、6 8 , 6 8 ' ... 延長スリーブ、6 8 a , 6 8 a ' ... スリーブ孔、6 8 b ' ... ネジ構造、6 8 e ' ... 下端内縁、6 8 u ' ... 鍔部、6 9 A , 6 9 B ... 固定部材、7 2 x 、8 2 x 、9 2 x ... 表面溝、7 2 x w ... 開口幅、7 2 x d ... 深さ

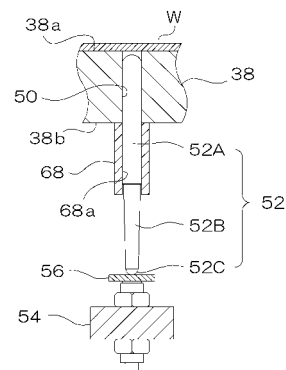
10

20

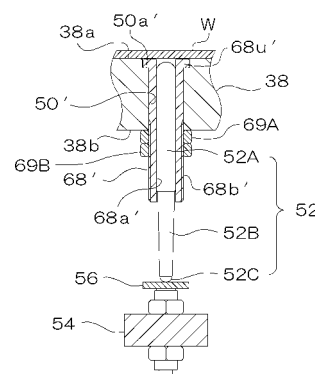
【 図 1 】



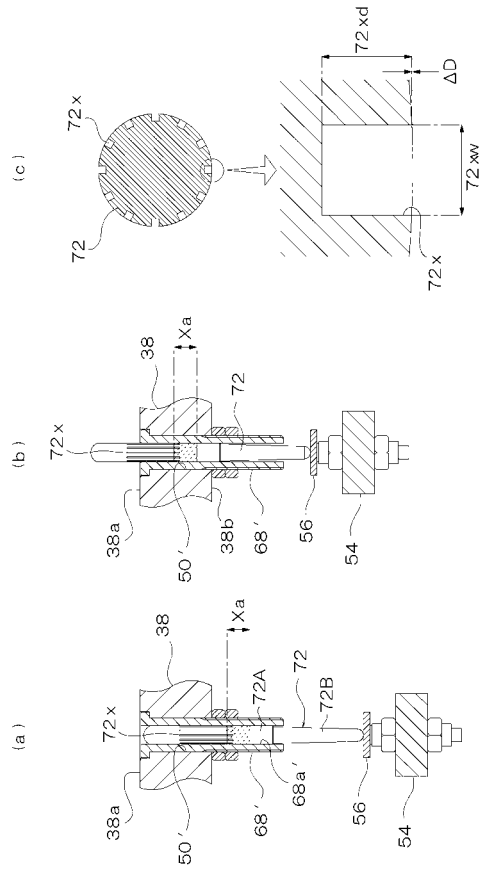
【 図 2 】



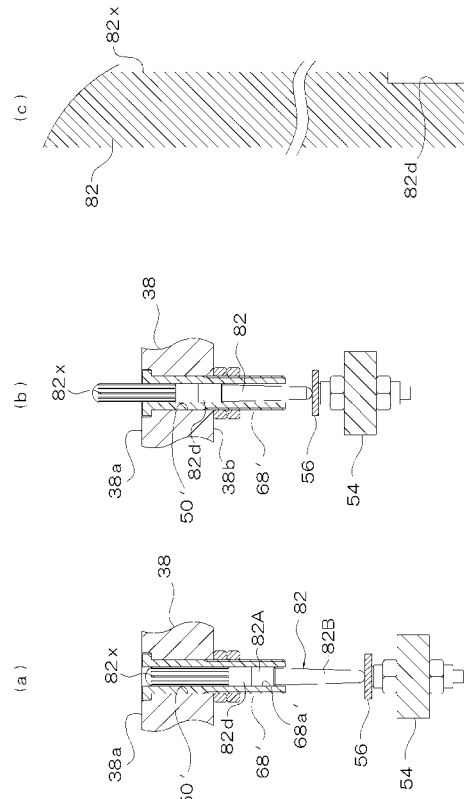
【 図 3 】



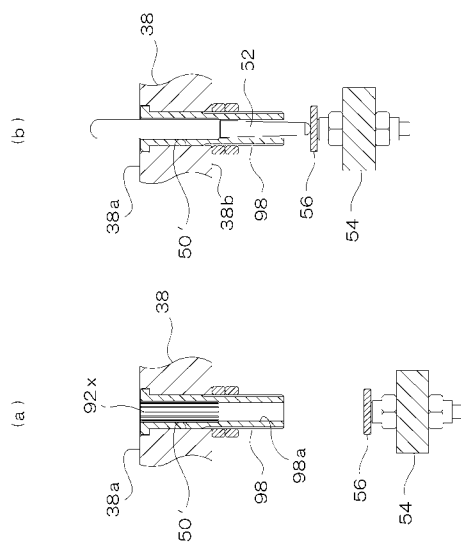
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F031 CA02 HA02 HA03 HA33 HA37 HA38 MA28 MA29 NA01 NA03
NA18 PA23
5F045 AA08 AF01 BB13 DP03 DQ10 EM09