

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3788558号

(P3788558)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

(51) Int. Cl.

F O 4 D 19/04 (2006.01)

F I

F O 4 D 19/04 D

F O 4 D 19/04 F

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平11-78048	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成11年3月23日(1999.3.23)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2000-274394(P2000-274394A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成12年10月3日(2000.10.3)	(74) 代理人	100091498
審査請求日	平成15年10月15日(2003.10.15)		弁理士 渡邊 勇
		(74) 代理人	100092406
			弁理士 堀田 信太郎
		(74) 代理人	100102967
			弁理士 大畑 進
		(72) 発明者	川崎 裕之
			東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
			社 荏原製作所内
		(72) 発明者	曾布川 拓司
			東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
			社 荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ分子ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシングと、該ケーシングに固定されたステータと、ケーシング内部に高速回転可能に支持されたロータとを備え、前記ステータとロータの間にタービン翼排気部とねじ溝排気部が構成されたターボ分子ポンプにおいて、

前記ロータは、前記タービン翼排気部と前記ねじ溝排気部との境界部で翼排気部構成部材と溝排気部構成部材に分割され、

前記翼排気部構成部材と前記溝排気部構成部材は、結合部に形成した環状の段差を互いに嵌合させた焼きばめにより結合されていることを特徴とするターボ分子ポンプ。

【請求項2】

前記ねじ溝排気部は、径方向に排気するねじ溝排気部、または軸方向に排気するねじ溝排気部の一方又は双方であることを特徴とする請求項1記載のターボ分子ポンプ。

【請求項3】

前記径方向に排気するねじ溝排気部を構成する前記溝排気部構成部材は、複数に分割した部材を上下に積層し焼きばめによって締結されて構成されていることを特徴とする請求項2記載のターボ分子ポンプ。

【請求項4】

前記翼排気部構成部材と前記溝排気部構成部材は、異なる素材で形成されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のターボ分子ポンプ。

【発明の詳細な説明】

10

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造工程等においてチャンバを排気するために用いられるターボ分子ポンプに関し、特に、コンパクトでかつ高い排気性能を有するターボ分子ポンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

高性能化した半導体デバイスの製造プロセスにおいては、高真空、又は超高真空状態を得るために、ターボ分子ポンプが用いられる。これは、筒状のケーシングの中に回転自在に支持されたロータに回転翼（軸流羽根）を形成し、ケーシングの内壁に固定翼を回転翼の間に突出して設けてタービン翼排気部を構成し、ロータを高速回転させることにより、吸気口から排気口へ気体分子を移動させて高度の真空を得るものである。

10

【0003】

高度の真空状態を達成するためには、気体に対する圧縮比を大きくする必要があり、タービン翼排気部の回転翼と固定翼を多段に設けたり、或いはタービン翼排気部の後段側にねじ溝排気部を設置したりしている。主軸及びロータには、メンテナンスや清浄度の観点から磁気軸受が採用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、最近の半導体製造装置においては、ウエハの大口径化に伴い多量のガスを使用する傾向にあり、従って、ターボ分子ポンプもそれに伴い大流量を排気しながらチャンバ圧力を一定圧力以下に保ち、かつ高い圧縮能力を有することが求められる。

20

【0005】

しかし、このような大排気量、高い圧縮能力を有するターボ分子ポンプは、段数も増え、軸方向の長さや重量が大きくなって、それ自体が高価なものとなるだけでなく、クリーンルーム内のチャンバ周りの高価な空間を占有してしまう。また、ロータの異常破壊時に発生する破壊トルクも大きく、安全性の確保も難しくなってしまう。

【0006】

本発明は、これらの問題点を解決し、軸方向にコンパクトであって、かつ十分な排気・圧縮能力を有するターボ分子ポンプを提供することを目的とするものである。

30

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、ケーシングと、該ケーシングに固定されたステータと、ケーシング内部に高速回転可能に支持されたロータとを備え、前記ステータとロータの間にタービン翼排気部とねじ溝排気部が構成されたターボ分子ポンプにおいて、前記ロータは、前記タービン翼排気部と前記ねじ溝排気部との境界部で翼排気部構成部材と溝排気部構成部材に分割され、前記翼排気部構成部材と前記溝排気部構成部材は、結合部に形成した環状の段差を互いに嵌合させた焼きばめにより結合されていることを特徴とするターボ分子ポンプである。

【0008】

これにより、ロータの構成部材を個別に例えば機械加工等によって作製することができるので、加工上の制約が緩和され、排気・圧縮性能を高めるのに最も適した複雑な形状のロータを採用することが可能となり、大流量のガスを高い圧縮性能で排気するようなターボ分子ポンプを提供することができる。そのような場合としては、円板状翼にスパイラル溝を形成してスパイラル溝排気部を形成する場合、円筒状溝排気部を多重に設けて排気経路を長くする場合等が挙げられる。

40

【0009】

ロータの構成部材を結合する方法としては、焼きばめやボルトによる締結が挙げられる。結合部に互いに嵌合する形状の凹凸を設けることにより、両者を堅固に固定することができ、また結合の際の位置決めも容易となる。ロータを分割する位置は、ロータを作製する

50

際の便宜と、ロータの強度等を考慮して決められるが、例えば、タービン翼排気部を構成する部分とスパイラル又は円筒ねじ溝排気部を構成する部分の間で分割してもよい。

【0010】

スパイラルねじ溝排気部は、通常、タービン翼排気部より下流側に設けられ、半径方向に排気流路を形成することにより、軸方向寸法を大きくすることなく、排気・圧縮性能を高めることができる。この場合、ロータの形状が複雑となるが、本発明のようにロータを分割することにより、比較的簡単に作製することができる。

【0011】

円筒ねじ溝排気部は、通常、タービン翼排気部より下流側に設けられ、ロータとステータの間に筒状の空間を形成する。円筒ねじ溝排気部を2重又はそれ以上の多重に形成することにより、軸方向寸法を大きくすることなく排気経路を延長して、排気・圧縮性能を高めることができる。この場合も、ロータの形状が複雑となるが、本発明のようにロータを分割することにより、比較的簡単に作製することができる。

10

【0012】

ロータを構成する少なくとも2つの構成部材を、同じ素材で形成してもよいが、状況に応じて異なる素材で構成してもよい。ターボ分子ポンプの羽根車材料としては、一般的に使用されているアルミ合金は、従来よりも高い背圧状態で運転した場合、ロータ自体に掛かる応力による変形や温度の上昇によるクリープ変形が発生する可能性があり、安定性、ポンプ寿命への影響等が懸念される。また、熱膨張による高温での不安定な回転も懸念される。そこで、ロータの構成部材の一部又は全部の素材として高温強度に優れたチタン合金や比強度が高く熱膨張係数が小さいセラミックスを使用することにより変形や熱膨張を防止し、ポンプ寿命への影響を低減し、安定動作を確保することができる。これらの素材は、耐食性に優れているというメリットもある。また、本発明では、ロータを少なくとも2つの構成部材から構成しているので、1つのロータにおいて、機能上又は製造上の必要性に応じてこれらの素材を使い分けることができる。

20

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1及び図2は、本発明の第1の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、筒状のポンプケーシング10の内部にロータ(回転部)Rとステータ(固定部)Sが収容され、これらの間にタービン翼排気部 L_1 及びねじ溝排気部 L_2 が構成されている。ポンプケーシング10の上下端部にはフランジ12a, 12bが形成され、上部フランジ12aに排気すべき装置や配管が接続される。この実施の形態においては、ねじ溝排気部 L_2 として、スパイラルねじ溝排気部のみを設けた例を示している。

30

【0014】

ステータSは、ポンプケーシング10の下部を覆うように下部フランジ12bに接合される基部14と、その中央に立設された筒状のスリーブ部16と、タービン翼排気部 L_1 及びねじ溝排気部 L_2 の固定側部分とを備え、基部14には排気口18が形成されている。また、ロータRは、スリーブ部16の内部に挿入された主軸20と、それに取り付けられたロータ本体22を有しており、このロータ本体22は、タービン翼排気部 L_1 を構成する翼排気部構成部材22aの後段に、これとは別体で形成されてねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材22bを組み付けて構成されている。

40

【0015】

主軸20の外周面とスリーブ部16の内周面には、ロータRを回転する駆動用モータ24と、ロータRを非接触で支持する上部ラジアル軸受26、下部ラジアル軸受28及びアキシヤル軸受30が設けられている。アキシヤル軸受30は主軸20の下端のターゲットディスク30aと、ステータS側の上下の電磁石30bを有している。このような構成によって、ロータRは5軸の能動制御を受けながら高速回転するようになっている。スリーブ部16の上下2ヶ所には、タッチダウン軸受32a, 32bが形成されている。

【0016】

50

タービン翼排気部 L_1 を構成するロータ本体22の翼排気部構成部材22aの上部外周には円盤状の回転翼34が一体に形成され、ポンプケーシング10の内面には、固定翼36が回転翼34と交互に配置されて設けられている。各固定翼36は、その縁部を固定翼スペーサ38で上下から押さえられて固定されている。回転翼34には、内周部のハブと外周部のフレームの間に径方向に伸びる傾斜した羽根(図示略)が放射状に設けられており、これの高速回転によって気体分子に軸方向の衝撃を与えて排気を行なうようになっている。

【0017】

ねじ溝排気部 L_2 は、タービン翼排気部 L_1 の下流側つまり下方に設けられており、タービン翼排気部 L_1 とほぼ同様に、ねじ溝排気部 L_2 を構成するロータ本体22の溝排気部構成部材22bの外周に円盤状の回転翼40が一体に形成され、ポンプケーシング10の内面には、固定翼42が回転翼40と交互に配置されて設けられている。各固定翼42は、その縁部を固定翼スペーサ44で上下から押さえられて固定されている。

10

【0018】

回転翼40は、図2に示すように、その表裏面にスパイラル状の突起46が設けられ、その間にスパイラルねじ溝48が形成されている。各回転翼40の表の面すなわち上側の面のスパイラルねじ溝48は、図2(a)に矢印Aで示す回転翼40の回転に伴い、気体分子が、実線の矢印Bで示すように外側に向かって流れるように形成されており、一方、各回転翼40の裏の面すなわち下側の面のスパイラルねじ溝48は、回転翼40の回転に伴い、気体分子が、破線の矢印Cで示すように内側に向かって流れるように形成されている。

20

【0019】

このロータ本体22は、タービン翼排気部 L_1 を構成する翼排気部構成部材22aと、これとは別体で形成されてねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材22bとを結合して構成されている。翼排気部構成部材22aは、回転翼40を含む部分と主軸20に嵌合して取り付けられるボス部23とが一体に機械加工して形成され、溝排気部構成部材22bは、スパイラル溝が形成された回転翼を有するように機械加工等によって作製されている。翼排気部構成部材22aと溝排気部構成部材22bの結合部には、互いに嵌合しあうような環状の段差25a, 25bが形成されている。結合の方法としては、焼きばめやボルトによる締結が挙げられる。

30

【0020】

上記のような構成によって、この実施の形態のターボ分子ポンプでは、ねじ溝排気部 L_2 において、軸方向の短いスパンの間に固定翼42と回転翼40の間をジグザグに上から下へ向かって進む長い排気経路が構成される。従って、ロータの加工上の制約を緩和して、排気・圧縮性能を高めるのに適した形状のロータを容易に製作し使用することにより、大流量のガスを排気でき、高い圧縮性能を有するターボ分子ポンプを提供できる。

【0021】

このようなターボ分子ポンプでは、タービン翼排気部 L_1 の回転翼34とねじ溝排気部 L_2 の回転翼40を有するロータ本体22を一体に加工成形しようとする、特にねじ溝排気部 L_2 を構成する回転翼40のスパイラルねじ溝48の形状が複雑であるので加工が極めて困難であり、また加工時間が長くなって、コストアップに繋がる。また、スパイラルねじ溝48の形状によっては、事実上加工不可能となる場合がある。この実施の形態においては、タービン翼排気部 L_1 を構成する翼排気部構成部材22aと、ねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材22bとを別体に作製しているので、機械加工等による作製が大幅に容易になり、製造コストを低減させることができる。

40

【0022】

なお、この実施の形態においては、ねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材22bを1つの部材で構成した例を示しているが、例えば、各段毎に分割した複数の略中空円板状の部材を上下に積層しつつ組み合わせることにより、溝排気部構成部材を構成するようによっても良い。このように複数の部材を締結する場合も、焼きばめやボルトによる締結を

50

用いることができる。特に、溝排気部構成部材 22b を細分化する方法は、スパイラルねじ溝の形状が複雑で、事実上加工が不可能となるような場合に特に有効である。

【0023】

また、ねじ溝排気部 L_2 において、回転翼 40 側にスパイラルねじ溝 48 を形成した例を示しているが、固定翼 42 側にスパイラルねじ溝を設けるようにしても良い。これは、以下の各実施の形態においても同様である。

【0024】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、スパイラルねじ溝排気部 L_{21} とこの上流側に位置する円筒ねじ溝排気部 L_{22} を設けたものである。円筒ねじ溝排気部 L_{22} では、ロータ本体 22 のねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材 22b の円筒状の外周面に円筒ねじ溝 50 が形成され、ステータ側のこれに対向する箇所には円筒ねじ溝排気部スペーサ 52 が設けられ、ロータ R を高速回転させて気体分子をドラッグしながら排気するようになっている。

10

【0025】

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプでは、ねじ溝排気部 L_2 において、スパイラルねじ溝排気部 L_{21} の下流側に円筒ねじ溝排気部 L_{22} が設けられているものである。

【0026】

図 5 は、本発明の第 4 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、円筒ねじ溝排気部のみを設けたものである。すなわち、ロータ本体 22 のねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材 22b として略円筒状のものを使用し、この外周面に円筒ねじ溝 50 が形成され、ステータ側のこれに対向する箇所には円筒ねじ溝排気部スペーサ 52 が設けられ、ロータ R の高速回転によって気体分子をドラッグしながら排気するようになっている。

20

【0027】

図 6 は、本発明の第 5 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図 4 に示す実施の形態のターボ分子ポンプにおいて、スパイラルねじ溝排気部 L_{21} と、その下流側に位置する円筒ねじ溝排気部 L_{22} の他に、この円筒ねじ溝排気部 L_{22} の内部に位置する 2 重内周円筒ねじ溝排気部 L_{23} を設けたものである。すなわち、ねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材 22b の下端には、凹部 54 が形成され、この凹部 54 の内部に、円筒ねじ溝スリーブ 56 が配置され、この外周面及び内周面に円筒ねじ溝 58 が形成されている。

30

【0028】

この円筒ねじ溝スリーブ 56 の外周面に形成された円筒ねじ溝 58 は、ロータ R の回転によるドラッグ作用により気体分子を下から上に向かって排気し、内周面に形成された円筒ねじ溝 58 は、上から下に向かって排気するようになっている。これにより、円筒ねじ溝排気部 L_{22} の最下段から 2 重内周円筒ねじ溝排気部 L_{23} を通過して排気口 18 に至る流路が形成される。この実施の形態によれば、円筒ねじ溝排気部 L_{22} の内部に 2 重内周円筒ねじ溝排気部 L_{23} を設けたことにより、全体として軸方向の長さを大きくすることなく、さらに高い排気・圧縮性能を有するようなターボ分子ポンプが提供される。

40

【0029】

図 7 は、本発明の第 6 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図 5 に示す実施の形態における円筒ねじ溝排気部の他に、その内部に 2 重内周円筒ねじ溝排気部 L_{23} を設けたものである。すなわち、ロータ本体 22 のねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材 22b の内部に、軸方向のほぼ全長に亘る凹部 54 を形成し、この凹部 54 の内部に、内周面及び外周面に円筒ねじ溝 58 を設けた円筒ねじ溝スリーブ 56 を挿入したものである。

【0030】

図 8 は、本発明の第 7 の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図 1 及び図 2 に示す実施の形態におけるスパイラルねじ溝排気部の他に、

50

この内部に位置する内周円筒ねじ溝排気部 L_{24} を設けたものである。すなわち、ロータ本体22のねじ溝排気部 L_2 を構成する溝排気部構成部材22bの内周面側に切欠き60を形成してスリーブ部16の外周面との間にスペースを設け、このスペースの内部に、外周面に円筒ねじ溝58を設けた円筒ねじ溝スリーブ56を挿入したものである、

【0031】

この実施の形態によれば、スパイラルねじ溝排気部の最下段からロータ本体22と内筒ねじ溝スリーブ56の間を上昇し、さらに内筒ねじ溝スリーブ56とスリーブ部16の間の隙間を下降して排気口18に至る流路が形成される。

【0032】

図9は、本発明の第8の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図4に示す実施の形態におけるスパイラルねじ溝排気部 L_{21} とこの上流側に位置する円筒ねじ溝排気部 L_{22} の他に、これらの内部に位置する内周円筒ねじ溝排気部 L_{24} を設けたものである。

10

【0033】

図10は、本発明の第9の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図3に示す実施の形態におけるスパイラルねじ溝排気部 L_{21} とこの下流側に位置する円筒ねじ溝排気部 L_{22} の他に、これらの内部に位置する内周円筒ねじ溝排気部 L_{24} を設けたものである。

【0034】

図11は、本発明の第10の実施の形態を示すもので、このターボ分子ポンプは、ねじ溝排気部 L_2 として、図5に示す実施の形態における円筒ねじ溝排気部の他に、この内部に位置する内周円筒ねじ溝排気部 L_{24} を設けたものである。なお、図6ないし図11の実施の形態では、ねじ溝排気部の流路を2重に形成したが、3重以上の多重構造としてもよいことは言うまでもない。

20

【0035】

なお、上記においては、固定翼及び/又は回転翼を、一般的な材料であるアルミニウムやその合金で作製したが、チタン合金またはセラミックスで形成してもよい。これにより、強度や耐食性、耐熱性の高いターボ分子ポンプが作製される。チタン合金は高温強度が高く、クリープ変形によるポンプ寿命への影響を低減することができ、また、耐食性に優れているというメリットも考えられる。セラミックスの使用については、線膨張係数が非常に小さく、そのためアルミ合金に比べ熱変形量が小さいので、高温状態での回転の安定性に優れている。また、チタン、セラミックスはアルミに比べ比強度が高く、その分ロータ径を従来よりも大きくすることができ、排気性能の向上を見込むことができる。

30

【0036】

また、羽根車の回転翼、スパイラルねじ溝、多重円筒ねじ溝の各部材部分を、それぞれ異なる素材で個別に形成された構成部材を結合した構造としてもよい。例えばタービン翼部を従来のアルミで形成し、スパイラルねじ溝部をチタンで形成したりというようにアルミ、チタン、セラミックスをそれぞれの部材部分に自由に適用し組み合わせることが可能である。もちろん、それぞれの部材部分を同一の材料から形成してもよいことは言うまでもない。

40

【0037】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、排気・圧縮性能を高めるのに適した形状のロータを容易に製作して使用することができるので、大流量のガスを排気することができる高い圧縮性能を有するターボ分子ポンプを提供することができる。従って、半導体製造装置を収容するクリーンルームのようなスペースが高価であるような施設に用いて設備や稼働コストを低下させるのに有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図2】図1のねじ溝排気部の回転翼を示す図であり、図2(a)は平面図、図2(b)

50

は断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図6】本発明の第5の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図7】本発明の第6の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図8】本発明の第7の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図9】本発明の第8の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図10】本発明の第9の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

【図11】本発明の第10の実施の形態のターボ分子ポンプの断面図である。

10

【符号の説明】

10 ポンプケーシング

14 基部

16 スリーブ部

18 排気口

20 主軸

22 ロータ本体

22 a 翼排気部構成部材

22 b 溝排気部構成部材

25 a, 25 b 段差

20

34, 40 回転翼

36, 42 固定翼

38, 44 固定翼スペーサ

46 突起

48 スパイラルねじ溝

50, 58 円筒ねじ溝

52 ねじ溝排気部スペーサ

56 円筒ねじ溝スリーブ

L₁ タービン翼排気部

L₂ ねじ溝排気部

30

L_{2 1} スパイラルねじ溝排気部

L_{2 2} 円筒ねじ溝排気部

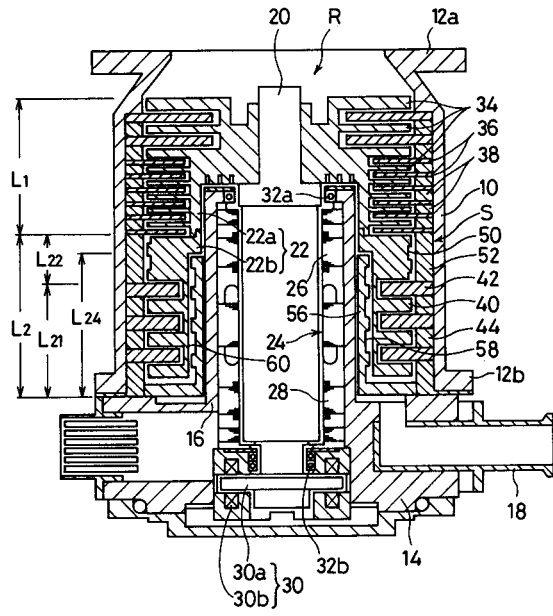
L_{2 3} 2重内周円筒ねじ溝排気部

L_{2 4} 内周円筒ねじ溝排気部

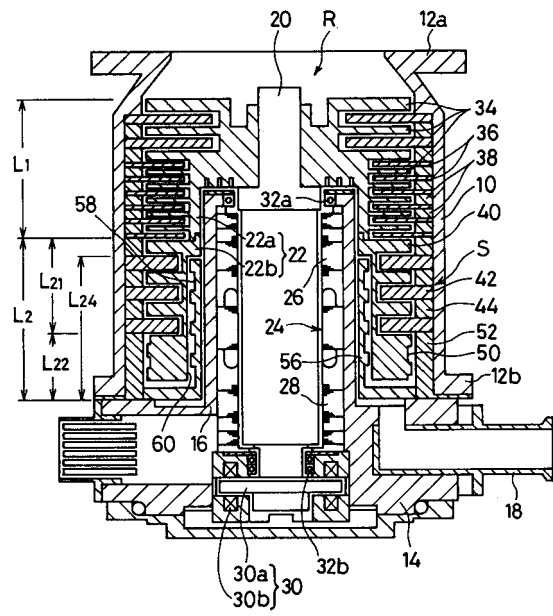
R ロータ

S ステータ

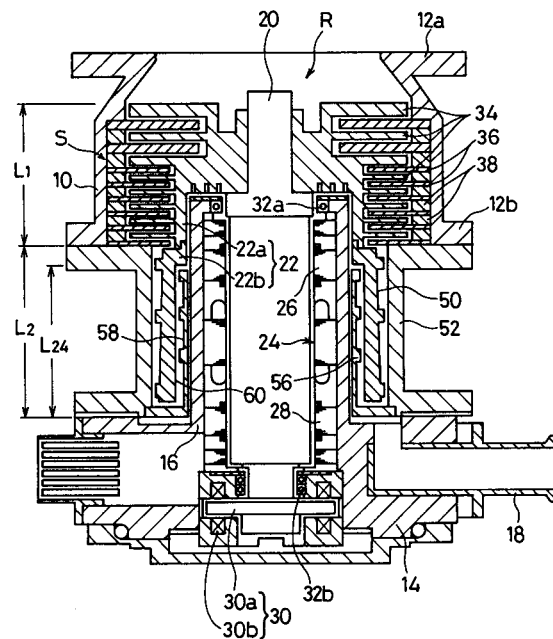
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

審査官 尾崎 和寛

- (56)参考文献 実開平02-059294(JP,U)
特開平07-004383(JP,A)
実開昭60-043197(JP,U)
特表平11-513775(JP,A)
実開昭61-058985(JP,U)
特開昭63-183297(JP,A)
実開昭57-043384(JP,U)
特開平09-303288(JP,A)
実開平02-028593(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 19/04