

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年2月9日(09.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/018111 A1

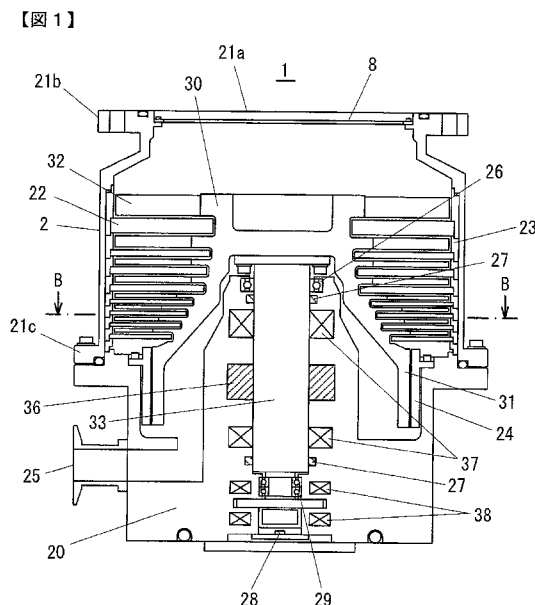
- (51) 国際特許分類:
F04D 19/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067943
- (22) 国際出願日: 2011年8月5日(05.08.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-177136 2010年8月6日(06.08.2010) JP
特願 2010-232977 2010年10月15日(15.10.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所(SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 筒井 慎吾 (TSUTSUI, Shingo) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: VACUUM PUMP

(54) 発明の名称: 真空ポンプ

[図1]



(57) Abstract: A vacuum pump (1) is provided with: a rotor (30) having a rotation-side gas discharge function section (32) formed thereon; a motor (36) for driving and rotating the rotor (30) relative to a stationary-side gas discharge function section (22); and a tube-shaped pump casing (2) consisting of a magnetic material and having arranged therein the rotor (30) and the stationary-side gas discharge function section (22).

(57) 要約: 真空ポンプ(1)は、回転側排気機能部(32)が形成されたロータ(30)と、固定側排気機能部(22)に対してロータ(30)を回転駆動するモータ(36)と、磁性材料で形成され、ロータ(30)および固定側排気機能部(22)が内部に配置される筒状のポンプケーシング(2)と、を備える。

WO 2012/018111 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：真空ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、高速回転するロータを有する真空ポンプであって、磁場中での使用に適した真空ポンプに関する。

背景技術

[0002] ターボ分子ポンプでは、固定側のタービン翼に対して、タービン翼が形成されたロータを高速回転することで気体を排気している。これらの固定側タービン翼およびロータは、吸気口フランジが形成されたポンプケーシング内に配置されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2008-038844号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ターボ分子ポンプのポンプケーシングの材料には、腐食性ガスを排気する場合の耐食性や、ロータ破断時の安全性等を顧慮して、耐食性および引張り強さにおいて優れているオーステナイト系ステンレス鋼（例えば、SUS304）が一般的に用いられている。しかしながら、ターボ分子ポンプを磁場中で使用した場合、オーステナイト系ステンレス鋼は非磁性材料であるためポンプケーシングを磁力線が透過し、高速回転するロータに渦電流が発生し、ジュール熱によりロータ温度が過熱し、アルミ合金で形成されたロータのクリープ破断を招くおそれがあった。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様によると、真空ポンプは、回転側排気機能部が形成されたロータと、固定側排気機能部に対してロータを回転駆動するモータと、磁性材料で形成され、ロータおよび固定側排気機能部が内部に配置される筒

状のポンプケーシングと、を備える。

本発明の第2の態様によると、第1の態様の真空ポンプにおいて、回転側排気機能部は、ポンプケーシングの内側空間に配置された複数の回転側タービン翼段と、回転側タービン翼段の下流側に設けられて内側空間から外れて配置された円筒状のドラッグポンプ回転部とを有し、固定側排気機能部は、複数の固定側タービン翼段と、ドラッグポンプ回転部の外周側を囲むように隙間を介して配置されるとともに磁性材料で形成された円筒状のドラッグポンプ固定部と、を有することが好ましい。

本発明の第3の態様によると、第1または第2の態様の真空ポンプにおいて、ロータの軸方向の支持を行うスラスト磁気軸受およびロータの径方向の支持を行うラジアル軸受を有する磁気軸受装置と、磁気軸受装置が設けられ、非磁性材料で形成されたポンプベース部と、ロータの軸方向位置を検出するアキシシャルセンサと、ロータの径方向位置を検出するラジアルセンサと、磁性材料で形成され、ポンプケーシングの吸気口に設けられて吸気口を介した外部磁場のポンプ内への侵入を低減する第1の磁気遮蔽部材と、磁性材料で形成され、ポンプベース部に設けられて磁気軸受装置への外部磁場の影響を低減する第2の磁気遮蔽部材と、を備えることが好ましい。

本発明の第4の態様によると、第3の態様の真空ポンプにおいて、第2の磁気遮蔽部材は、少なくともアキシシャルセンサが収容される真空容器を構成していることが好ましい。

本発明の第5の態様によると、第4の態様の真空ポンプにおいて、非磁性材料で形成されたポンプベース部の外周を覆うように第2の磁気遮蔽部材からポンプケーシングの方向に延在する、磁性材料で形成された第3の磁気遮蔽部材を備えることが好ましい。

本発明の第6の態様によると、第5の態様の真空ポンプにおいて、第2の磁気遮蔽部材と第3の磁気遮蔽部材とを一体に形成することが好ましい。

本発明の第7の態様によると、第3乃至第6のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、磁気シールド部材は、円板部と、円板部を吸気口の中央に支持

する支持梁とを有することが好ましい。

本発明の第 8 の態様によると、第 7 の態様の真空ポンプにおいて、ロータは回転側排気機能部として複数のタービン翼を有し、円板部の外径 D を、ラジアルセンサの外径 D_s 以上、かつ、ロータの周方向に形成された複数のタービン翼の各翼付け根を通る円の直径 D_{ri} 以下に設定することが好ましい。

本発明の第 9 の態様によると、第 1 乃至第 8 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、ポンプケーシングの吸気口にボルト固定され、ポンプ内への異物侵入を防止する保護ネットをさらに備え、ポンプケーシングには、ボルト固定用の貫通したネジ孔が形成されていることが好ましい。

本発明の第 10 の態様によると、第 3 乃至第 6 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、第 1 の磁気遮蔽部材は、ポンプケーシングの吸気口に設けられてポンプ内への異物侵入を防止する保護ネットを兼用することが好ましい。

本発明の第 11 の態様によると、第 1 乃至第 10 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、磁性材料として炭素鋼または合金鋼を用いることが好ましい。

本発明の第 12 の態様によると、第 11 の態様の真空ポンプにおいて、ポンプケーシングを炭素鋼である S45C で形成することが好ましい。

本発明の第 13 の態様によると、第 11 または第 12 の態様の真空ポンプにおいて磁性材料の表面は、N-P メッキ処理を含む耐食処理が施されていることが好ましい。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、渦電流に起因するロータ過熱の防止等、外部磁場に対する安定性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1] ターボ分子ポンプを構成するポンプ本体 1 の断面図である。

[図2] 外部磁場中にポンプ本体 1 を配置したときの磁力線の状況を模式的に示す図。

[図3]代表的な磁性材料の引張り強さを示す図。

[図4]機械構造用合金鋼の引張り強さを示す図。

[図5]機械構造用炭素鋼の引張り強さを示す図。

[図6]保護ネット固定用ネジ孔200を示す図。

[図7]ターボポンプ部およびドラッグポンプ部の両方を囲むポンプケーシング2を示す図。

[図8]第2の実施の形態を示す図。

[図9]図8のA矢視図。

[図10]スラストカバー40, 41および磁性シールド部材42の作用を説明する図。

[図11]第2の実施の形態の変形例を示す図。

[図12]磁性シールド部材42の変形例を示す図。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図を参照して本発明の実施するための形態について説明する。

ー第1の実施の形態ー

図1は本発明に係る真空ポンプの一実施の形態を示す図であり、ターボ分子ポンプを構成するポンプ本体1の断面図である。ターボ分子ポンプは、図1に示すポンプ本体1と不図示のコントロールユニットとで構成される。

[0009] 図1に示したターボ分子ポンプは磁気浮上式のターボ分子ポンプであって、ロータ30は、ラジアル方向の磁気軸受37およびスラスト方向の磁気軸受38によって非接触支持される。ロータ30の浮上位置は、ラジアル変位センサ27およびアキシシャル変位センサ28によって検出される。磁気軸受によって回転自在に磁気浮上されたロータ30は、モータ36により高速回転駆動される。26, 29は非常用のメカニカルベアリングであり、磁気軸受が作動していない時にはこれらのメカニカルベアリング26, 29によりロータ30は支持される。

[0010] 本実施の形態に記載のターボ分子ポンプは、排気機能部としてターボポンプ部とドラッグポンプ部とを備えている。ターボポンプ部は、ロータ30に

形成された複数段の回転翼 3 2 と、複数段の回転翼 3 2 に対して軸方向に交互に配置された複数段の固定翼 2 2 とで構成される。ドラッグポンプ部は、ロータ 3 0 に形成された円筒部 3 1 と、円筒部 3 1 の外周側を囲むように所定隙間を介して配置されたネジステータ 2 4 とで構成される。なお、回転翼 3 2 および円筒部 3 1 は回転側排気機能部を構成し、固定翼 2 2 およびネジステータ 2 4 は固定側排気機能部を構成する。

[0011] ロータ 3 0 および固定翼 2 2 は、磁性材料で形成された筒状のポンプケーシング 2 の内部に配置されている。各固定翼 2 2 は、スペーサリング 2 3 を介してベース 2 0 上に載置される。ポンプケーシング 2 の固定フランジ 2 1 c をボルトによりベース 2 0 に固定すると、積層されたスペーサリング 2 3 がベース 2 0 とポンプケーシング 2 との間に挟持され、固定翼 2 2 が位置決めされる。ベース 2 0 には排気ポート 2 5 が設けられ、この排気ポート 2 5 にバックポンプが接続される。ロータ 3 0 を磁気浮上させつつモータ 3 6 により高速回転駆動することにより、吸気口 2 1 a 側の気体分子は排気ポート 2 5 側へと排気される。

[0012] ポンプケーシング 2 の吸気口側には吸気口フランジ 2 1 b が形成されており、吸気口フランジ 2 1 b に形成された吸気口 2 1 a から気体分子がポンプ内に流入する。ポンプ本体 1 を真空装置に取り付ける場合には、一般的に吸気口フランジ 2 1 b を装置側のフランジにボルト固定する。吸気口フランジ 2 1 b には、ボルトを通すためのボルト孔が複数形成されている。ボルト孔の数や穴径は、フランジの規格により定められている。また、吸気口フランジ 2 1 b には、ポンプ内に異物が侵入するのを防止するための、保護ネット 8 がボルト固定されている。

[0013] ターボ分子ポンプのロータには一般的にアルミ合金が用いられるが、ターボ分子ポンプを磁場環境下で使用する場合、磁場の影響による渦電流の発生が問題となる。図 2 は、外部磁場中にポンプ本体 1 を配置したときの磁力線の状況を模式的に示す図であり、図 1 の B-B 断面を示したものである。図 2 において、(a) は従来のターボ分子ポンプの場合を示し、(b) は本実

施の形態のターボ分子ポンプの場合を示す。符号 100 で示す実線は外部磁場による磁力線を示している。また、符号 R はロータ 30 の回転方向を示している。

[0014] ターボ分子ポンプが使用される半導体製造装置や液晶パネル製造装置などにおいては、腐食性ガスを排気する場合が多い。また、高速回転するロータ 30 が破断した場合に備えて、ポンプケーシング 2 の材料には引張り強さに優れた材料を使用する必要がある。そのため、従来のターボ分子ポンプでは、耐食性に優れ引張り強さの大きな材料として、オーステナイト系ステンレス鋼、例えば、SUS304 等が使用されている。しかしながら、オーステナイト系ステンレス鋼は非磁性材料であるため、ターボ分子ポンプを磁場中で使用した場合、図 2 (a) に示すように、ポンプケーシング 2 内のロータ 30 が配置されている空間にも磁場が形成されてしまうことになる。そのため、ロータ 30 が磁場中で高速回転したときに渦電流が生じ、渦電流によるジュール熱によってロータ 30 の温度が上昇するという問題があった。

[0015] 一方、本実施の形態に記載のターボ分子ポンプでは、ポンプケーシング 2 は透磁率の大きな磁性材料で形成されているため、磁力線はポンプケーシング 2 に集中し、ポンプケーシング内の空間はポンプケーシング 2 によって磁気遮蔽される。そのため、ロータ 30 は外部磁場の影響をほとんど受けることが無く、渦電流の発生が防止される。

[0016] 上述したように、ポンプケーシング 2 には引張り強さの大きな材料を用いる必要があるが、ここでの指標としては、従来用いられているオーステナイト系ステンレス鋼 (SUS304) の引張り強さ (約 520 MPa) を使用する。図 3 は、代表的な磁性材料の引張り強さを示したものであるが、その内でパーマロイおよび機械構造用鋼が SUS304 の 520 MPa と同程度以上の引張り強さを有する。

[0017] 図 4 は機械構造用合金鋼 (JIS G 4053) の引張り強さを示し、図 5 は機械構造用炭素鋼 (JIS G 4051) の引張り強さを示す。図 4 に示す機械構造用合金鋼の場合には、いずれも 700 MPa 以上の引張り

強さを有しており、SUS304の引張り強さ（520MPa）を越えている。すなわち、SUS304に代えて使用することができる。また、図5に示す機械構造用炭素鋼の場合には、炭素含有量の大きいS45C、S55Cにおいて、SUS304を越える引張り強さを有している。SUS304と同程度のものを選択するとした場合、図5に示すS45Cが適当である。

[0018] また、ポンプケーシング2には耐食性が求められるので、図4，5に記載の材料を用いる場合、ポンプケーシングの表面に耐食性保護膜を形成する必要がある。耐食性保護膜としては、ニッケルメッキ等のメッキ処理や電着塗装などがあるが、耐食性の点ではニッケルメッキ処理が好ましい。

[0019] ところで、ターボ分子ポンプにおいては、ポンプ内への異物の侵入を防止するために、図1に示したような保護ネット8が吸気口に装着されるのが一般的である。図6は、ポンプケーシング2の吸気口フランジ部分に形成された保護ネット固定用ネジ孔200を示す図である。図1に示したように、ポンプケーシング2の吸気口21aには異物の吸い込みを防止する保護ネット8が設置されており、保護ネット8は吸気口フランジ21bにボルト固定されている。吸気口フランジ21bには、ボルト201が螺合するネジ孔200が形成されている。本実施の形態では、このネジ孔200へのメッキの付き回り性を向上させるために、ネジ孔200は貫通したネジ孔とした。

[0020] 保護ネット固定用のボルト201は、吸気口21aの開口面積を大きくするために、できるだけ小さいサイズのボルト、例えば、M3程度のボルトが使用されている。そのため、ネジ孔200が貫通でなかった場合、ネジ孔200の奥へ行くほどメッキ厚さが薄くなり、ネジ孔200の底の部分にメッキが付かないおそれがある。そのような場合、ボルト201が螺合していても腐食性ガスがネジ孔200の奥の空間に回り込むことがあるため、ポンプケーシング2に錆を発生させる可能性があった。しかし、図6に示すような貫通孔とすることで、そのような不具合の発生を防止することができる。また、従来のSUS304に代えて炭素鋼を用いることにより、ポンプケーシング2をより安価に製作することができる。

[0021] なお、図 1 に示した例では、ポンプケーシング 2 はターボポンプ部の外周を囲むような形で設けられているが、図 7 に示すように、ターボポンプ部（22, 32）およびドラッグポンプ部（24, 31）の両方を囲むようなポンプケーシングとしても良い。ロータ 30 に対するポンプケーシング 2 の磁気シールド効果をより高めることができる。

[0022] また、ポンプケーシング 2 の形状は図 1 と同様とし、ネジステータ 24 をポンプケーシング 2 の場合と同様の磁性材料で形成するようにしても良い。それにより、ロータ 30 の円筒部 31 の部分は、ネジステータ 24 により磁気シールドされることになる。この場合も、ネジステータ 24 を磁性材料で形成すると共にニッケルメッキ等の耐食性保護膜を形成する。

[0023] ー第 2 の実施の形態ー

図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態を示す図である。図 8 に示すターボ分子ポンプはポンプとしての基本構造は図 1 に示したポンプと同一であるが、磁性材料で形成されたスラストカバー 40、スラストカバー 41 および磁気シールド部材 42 を備えた点が異なる。また、図 8 では磁気軸受の構成を詳細に示したが、その構造は図 1 に示すポンプの磁気軸受と同一のものである。

[0024] 第 1 の実施の形態に記載のターボ分子ポンプでは、径方向の外部磁場が作用した場合に、ロータ 30 の側周部分（例えば、円筒部 31）に渦電流が発生するのを防止するような構成とした。しかしながら、軸方向の外部磁場が作用した場合、ロータ 30 の回転翼 32 に渦電流が生じるおそれがある。また、渦電流による発熱とは別に、磁気軸受制御に対する外部磁場の影響が問題となる。第 2 の実施の形態では、径方向の外部磁場だけでなく、さらに軸方向の外部磁場をも考慮した構成とし、外部磁場に対する安定性をさらに向上させるようにした。

[0025] ポンプケーシング 2 およびネジステータ 24 は、第 1 の実施の形態と同様に透磁率の大きな磁性材料が用いられる。図 8 に示すターボ分子ポンプでは、スラスト方向の磁気軸受 38 を構成する図示上側の電磁石 38a はベース

20内に設けられているが、下側の電磁石38bはベース20の底部に固定されたスラストカバー40、41内に設けられている。スラストカバー40、41内には、磁気軸受38に対応して設けられたアキシャル変位センサ28も配設されている。このように、磁性材料で形成されたスラストカバー40、41は、アキシャル変位センサ28と下側の電磁石38bとが収容される磁気遮蔽用のケースを構成している。

[0026] 図9は、図8のA矢視図である。ポンプケーシング2の吸気口フランジ21bには、図9に示すような形状の磁性シールド部材42が設けられている。磁性シールド部材42は、吸気口21aの中央に配置される円板部42aと、吸気口フランジ21bに固定されるリング部42bと、連結部42cとを備えている。連結部42cは、円板部42aを吸気口21aの中央に支持する梁として機能すると共に、円板部42aからリング部42bへ磁束を導く磁路としての機能も有する。円板部42a、リング部42bおよび連結部42cとで囲まれた4つの開口部421が、実質的なポンプ開口となる。ここでは、円板部42aの直径寸法をDとする。

[0027] 図10は、スラストカバー40、41および磁性シールド部材42の磁気シールドとしての作用を説明する図である。図10は、ポンプ本体1に対して、軸方向の外部磁場が加わった場合を示したものである。符号300で示す矢印線は磁束を表している。図示上方から吸気口フランジ21bに侵入した磁束は、透磁率の大きな物体に集まりやすいので、磁性材料で形成された磁性シールド部材42およびポンプケーシング2に集まりやすい。そのため、磁束300の大部分はポンプケーシング2を通過してベース20へと抜ける。もちろん、磁性シールド部材42には開口部420が形成されているので、その開口部420を介してポンプケーシング2内に磁束の一部が侵入することになる。

[0028] このように、磁性シールド部材42は磁気シールドとしての役目を担うものなので、円板部42aの直径Dを大きくして開口部421が小さくした方が良いが、一方で、真空ポンプとしての排気性能の低下を抑えるためには、

開口部 4 2 1 をできるだけ大きくした方が良い。そのため、本実施の形態では、磁気軸受への外部磁場の影響を低減するという目的から、円板部 4 2 a の直径 D を、「 $D_s \leq D \leq D_{ri}$ 」の条件を満足するように構成した。図 8 に示すように、 D_s はラジアル変位センサ 2 7 の外径寸法であり、 D_{ri} は最上段の回転翼 3 2 の翼付け根部分を通る円の直径である。

[0029] 条件「 $D \leq D_{ri}$ 」は、排気性能の低下の抑制の観点から設定されたものである。磁気シールド部材 4 2 の開口部 4 2 0 を通過してポンプケーシング 2 内に流入した気体分子の内、回転翼 3 2 の翼付け根部分よりも内周側に入射した気体分子は、ロータ 3 0 の上面で反射されて吸気口側に進行することになる。すなわち、吸気口 2 1 a の中央部分を通過して流入する気体分子は、ポンプによって排気される確率が低い。そのため、吸気口 2 1 a の中央部分に気体分子の流入を邪魔する円板部 4 2 a を配置しても、排気性能低下への影響を低く抑えることができる。そして、吸気口 2 1 a を通過して回転翼 3 2 の翼付け根部分よりも外周側に入射する気体分子の流れの邪魔にならないように、円板部 4 2 a の外径 D を翼付け根部分の径寸法 D_{ri} 以下とするのが好ましい。また、磁束の経路という観点からは、磁気飽和しないように連結部 4 2 c の断面積を大きくした方が良いが、逆に排気性能の低下を抑えるためには、連結部 4 2 c の幅寸法 W は小さい方が好ましい。

[0030] なお、図 9 に示した磁性シールド部材 4 2 では、磁性シールド部材 4 2 を吸気口フランジ 2 1 b に装着するためのリング部 4 2 b を設けたが、リング部 4 2 b を省略して、連結部 4 2 c を吸気口フランジ 2 1 b に固定するようにしても良い。

[0031] 一方、条件「 $D_s \leq D$ 」については、磁気軸受制御に対する外部磁場の影響を少なくするために設定されたものである。開口部 4 2 0 を介して侵入した磁束は、非磁性材料（例えばアルミ）で形成されたロータ 3 0 を通過して磁気軸受部分まで達することになる。そこで、その影響を抑えるために、円板部 4 2 a の外径 D をラジアル変位センサ 2 7 の外径 D_s 以上に設定することとした。このように設定することで、吸気口 2 1 a の中央部分からポンプケー

シング２内に侵入して磁気軸受部分まで達する磁束を低減するようにした。

[0032] ポンプケーシング２からベース２０へと抜けた磁束３００は、アルミ材で形成されたベース２０をそのまま下方に抜けるよりも、透磁率の大きな磁性材料で形成されたネジステータ２４へと集まりやすい。ネジステータ２４を通った磁束３００は、ベース２０を介してベース下部に固定されたスラストカバー４０、４１を通してポンプ外へと抜ける。そのため、スラスト磁気軸受３８に関する部品はスラストカバー４０、４１によって磁気シールドされ、外部磁場の影響を受け難くなる。このように、スラストカバー４０、４１は、外部磁場の影響を遮蔽する磁気遮蔽部材として機能するものであり、軸方向の外部磁場に限らず径方向の外部磁場に対しても遮蔽効果を有している。

[0033] なお、スラストカバー４０に関しては、電磁石３８ｂの磁束の通り道になる可能性がある。一般的に、電磁石３８ｂのコアには透磁率の大きな純鉄などが用いられるので、スラストカバー４０による影響は小さいと考えるが、磁性材料を選択する際には注意が必要である。そのため、スラストカバー４０の透磁率は、コアの透磁率よりも小さいものを選択するのが好ましい。

[0034] なお、スラストカバー４０、４１および磁性シールド部材４２の場合には、ポンプケーシング２の場合のように特別な強度を必要としないので、図４、５に示した磁性材料の中から飽和磁束密度の大きな材料を選択することが可能である。例えば、炭素鋼の場合であれば、炭素含有量が小さいほど飽和磁束密度も大きくなる。そのため、図５に示す材料の場合、磁気シールドの効果は表の最上段に示したＳ１０Ｃが最も高く、下段になるほど効果が小さくなる。また、スラストカバー４０、４１および磁性シールド部材４２は、いずれも真空雰囲気内に配置されるので、Ｎｉ－Ｐメッキや電着塗装等の耐食性を有する表面処理を施すのが好ましい。

[0035] 図１１は、図８に示したターボ分子ポンプの変形例を示す図である。この変形例では、スラストカバー４０に、磁性材料で形成した円板４０ｂおよび円筒４０ｃを追加して設けた。スラストカバー４０と円板４０ｂとの間、お

よび円板40bと円筒40cとの間はボルト等で締結しても良いし、スラストカバー40、円板40bおよび円筒40cを一体に形成してもよい。なお、円板40bおよび円筒40cとスラストカバー40とを別体とする場合には、円板40bおよび円筒40cに対するNi-Pメッキ等の表面処理を省略することが可能である。

[0036] 図10に示した構成の場合、ポンプケーシング2を通った磁束を、ネジステータ24を介して磁束をスラストカバー40へと導くようにした。しかし、磁束の経路であるネジステータ24の断面積を設計の都合で大きくできない場合、外部磁場の強度によってはネジステータ24の飽和磁束密度を超えてしまう場合がある。そのような場合、磁気が漏洩して、近接しているロータ30の円筒部31に渦電流が発生するおそれがある。

[0037] そこで、図11に示した変形例では、スラストカバー40からポンプケーシング2の固定フランジ21cの方向に伸延するように、磁性材料で形成された円板40bおよび円筒40cを設けた。このような構造とすることにより、磁束はポンプケーシングから円筒部40cへと入り、円板40b、スラストカバー40、41を通して下方へと抜ける。この場合、ネジステータ24を磁性材料で形成しても良いし、非磁性の材料で形成しても良い。

[0038] なお、第2の実施の形態における磁性シールド部材42は、吸気口21aに配置される磁気遮蔽部材の一例を示したものであり、図12に示すような形状であっても良い。図12では、図9に示す開口部421よりも面積の小さな複数の円形開口422が、吸気口領域に一様に分布している。この円形開口422の直径をより小さくして、従来の保護ネットの機能を兼ね備えるようにしても良い。

[0039] 上述した各実施形態はそれぞれ単独に、あるいは組み合わせて用いても良い。それぞれの実施形態での効果を単独あるいは相乗して奏することができからである。例えば、ポンプの使用環境に応じて、ポンプケーシング2、ネジステータ24、磁性シールド部材42、スラストカバー40、41、円板40a、円筒40bの全てを実施しても良いし、いくつかを選択して実施

しても良い。

[0040] また、本発明は、ターボ分子ポンプ部のみの真空ポンプに対しても、ドラッグポンプ部のみの真空ポンプに対しても同様に適用することができる。

[0041] 上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0042] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2010年第177136号（2010年8月6日出願）

日本国特許出願2010年第232977号（2010年10月15日出願）

請求の範囲

- [請求項1] 回転側排気機能部が形成されたロータと、
固定側排気機能部に対して前記ロータを回転駆動するモータと、
磁性材料で形成され、前記ロータおよび前記固定側排気機能部が内部に配置される筒状のポンプケーシングと、を備えた真空ポンプ。
- [請求項2] 請求項1に記載の真空ポンプにおいて、
前記回転側排気機能部は、前記ポンプケーシングの内側空間に配置された複数の回転側タービン翼段と、前記回転側タービン翼段の下流側に設けられて前記内側空間から外れて配置された円筒状のドラッグポンプ回転部とを有し、
前記固定側排気機能部は、複数の固定側タービン翼段と、前記ドラッグポンプ回転部の外周側を囲むように隙間を介して配置されるとともに磁性材料で形成された円筒状のドラッグポンプ固定部と、を有する真空ポンプ。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の真空ポンプにおいて、
前記ロータの軸方向の支持を行うスラスト磁気軸受および前記ロータの径方向の支持を行うラジアル軸受を有する磁気軸受装置と、
前記磁気軸受装置が設けられ、非磁性材料で形成されたポンプベース部と、
前記ロータの軸方向位置を検出するアキシアルセンサと、
前記ロータの径方向位置を検出するラジアルセンサと、
磁性材料で形成され、前記ポンプケーシングの吸気口に設けられて前記吸気口を介した外部磁場のポンプ内への侵入を低減する第1の磁気遮蔽部材と、
磁性材料で形成され、前記ポンプベース部に設けられて前記磁気軸受装置への外部磁場の影響を低減する第2の磁気遮蔽部材と、を備えた真空ポンプ。
- [請求項4] 請求項3に記載の真空ポンプにおいて、

前記第2の磁気遮蔽部材は、少なくとも前記アキシャルセンサが収容される真空容器を構成している真空ポンプ。

[請求項5] 請求項4に記載の真空ポンプにおいて、
前記非磁性材料で形成されたポンプベース部の外周を覆うように前記第2の磁気遮蔽部材から前記ポンプケーシングの方向に延在する、磁性材料で形成された第3の磁気遮蔽部材を備える真空ポンプ。

[請求項6] 請求項5に記載の真空ポンプにおいて、
前記第2の磁気遮蔽部材と前記第3の磁気遮蔽部材とを一体に形成した真空ポンプ。

[請求項7] 請求項3乃至6のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、
前記磁気シールド部材は、円板部と、前記円板部を前記吸気口の中央に支持する支持梁とを有する真空ポンプ。

[請求項8] 請求項7に記載の真空ポンプにおいて、
前記ロータは前記回転側排気機能部として複数のタービン翼を有し、
前記円板部の外径 D を、前記ラジアルセンサの外径 D_s 以上、かつ、前記ロータの周方向に形成された複数の前記タービン翼の各翼付け根を通る円の直径 D_{ri} 以下に設定した真空ポンプ。

[請求項9] 請求項1乃至8のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、
前記ポンプケーシングの吸気口にボルト固定され、ポンプ内への異物侵入を防止する保護ネットをさらに備え、
前記ポンプケーシングには、ボルト固定用の貫通したネジ孔が形成されている真空ポンプ。

[請求項10] 請求項3乃至6のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、
前記第1の磁気遮蔽部材は、前記ポンプケーシングの吸気口に設けられてポンプ内への異物侵入を防止する保護ネットを兼用する真空ポンプ。

[請求項11] 請求項1乃至10のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

前記磁性材料として炭素鋼または合金鋼を用いた真空ポンプ。

[請求項12]

請求項 1 1 に記載の真空ポンプにおいて、

前記ポンプケーシングを炭素鋼である S 4 5 C で形成した真空ポンプ。

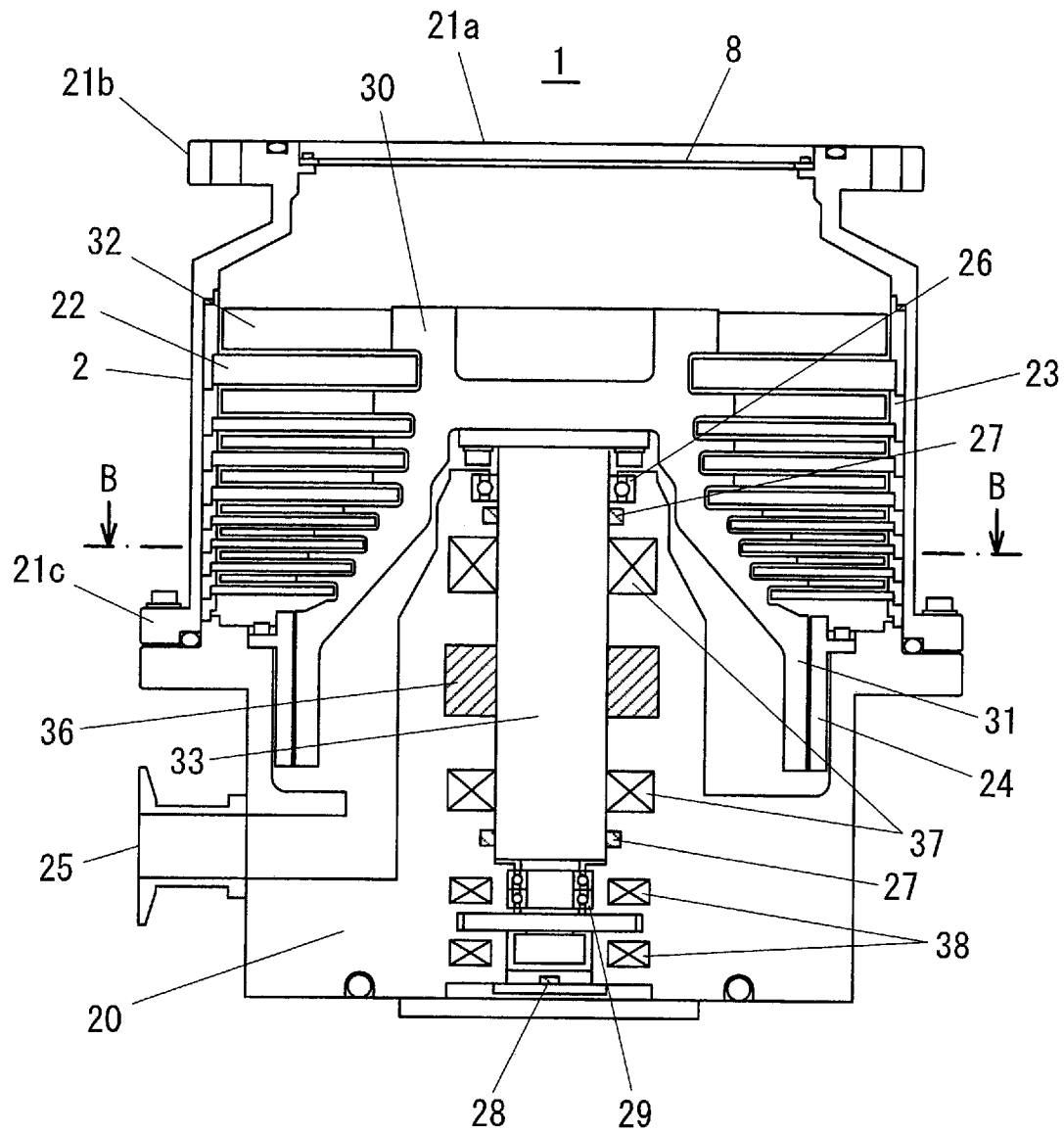
[請求項13]

請求項 1 1 または 1 2 に記載の真空ポンプにおいて、

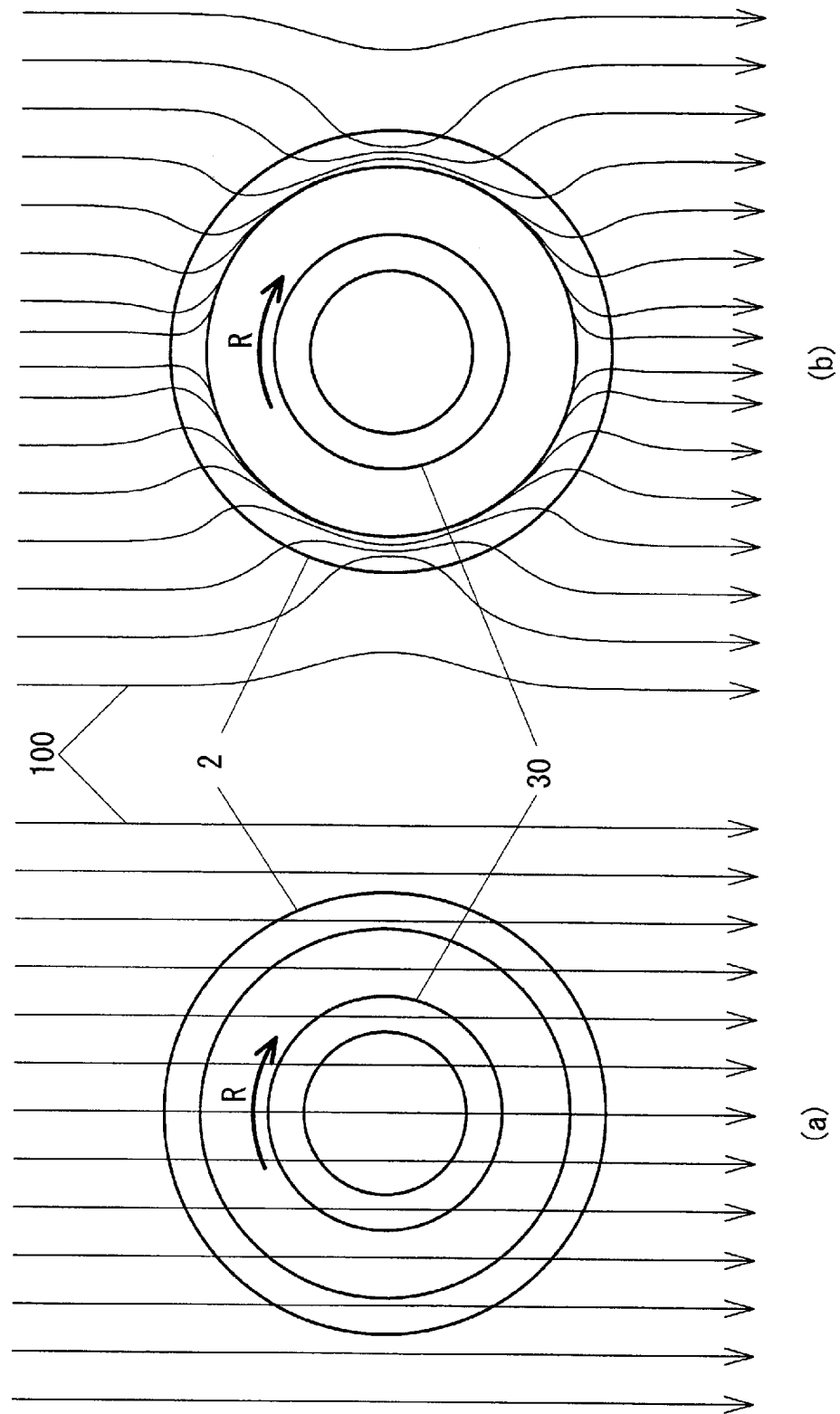
前記磁性材料の表面は、N－Pメッキ処理を含む耐食処理が施されている真空ポンプ。

[図1]

【図 1】



【図2】



[図3]

【図3】

種類	引張強さ(MPa)
SUS304	520

種類	引張強さ(MPa)	採用可否
純鉄	275 - 315	×
ケイ素鉄	300 - 455	×
パーマロイ	500 - 700	○
パーメンジュール	365 - 470	×
機械構造用鋼	300 - 1000	○
フェライト磁石	40MPa	×
サマリウム-コバルト 磁石	30MPa	×
ネオヂウム磁石	<100MPa	×

[図4]

【図4】

	引張強さ MPa	採用可否
SCM415	830	○
SCM418	880	○
SCM420	930	○
SCM421	980	○
SCM430	830	○
SCM432	880	○
SCM435	930	○
SCM440	980	○
SCM445	1030	○
SCM822	1030	○
SNC236	740	○
SNC415	780	○
SNC631	830	○
SNC815	980	○
SNC836	930	○
SNCM220	830	○
SNCM240	880	○
SNCM415	880	○
SNCM420	980	○
SNCM431	830	○
SNCM439	980	○
SNCM447	1030	○
SNCM616	1180	○
SNCM625	930	○
SNCM630	1080	○
SNCM815	1080	○

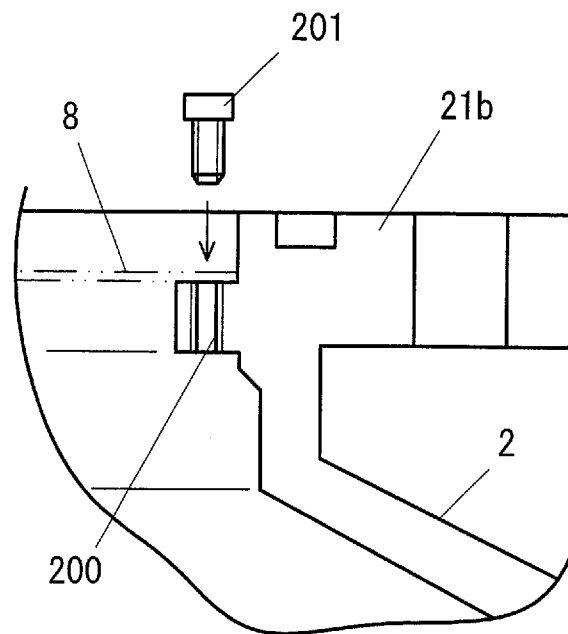
[図5]

【図5】

炭素鋼	引張強さ MPa	採用可否
S10C	310	×
S25C	440	×
S35C	510	×
S45C	570	○
S55C	650	○

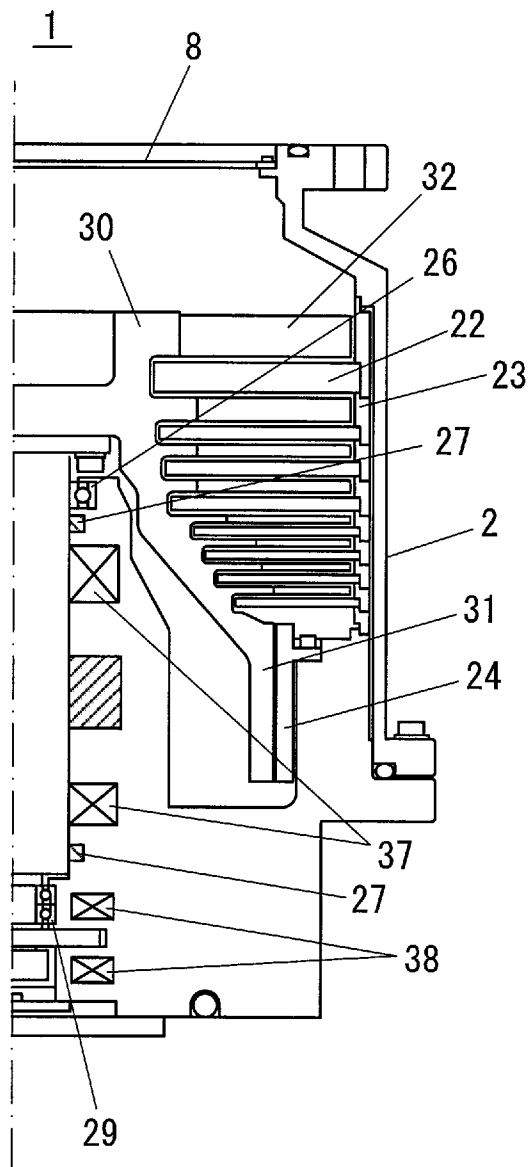
[図6]

【図 6】



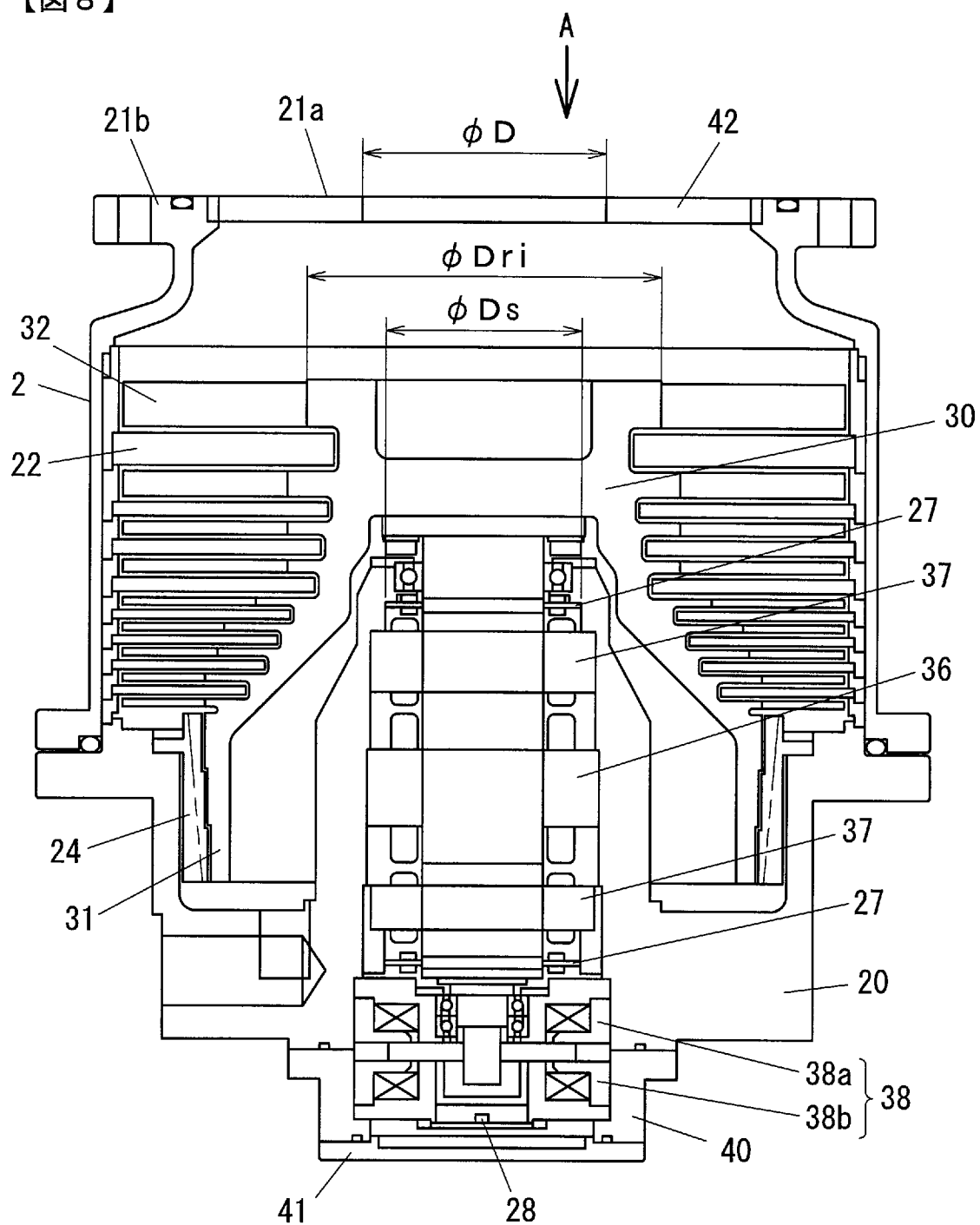
[図7]

【図 7】



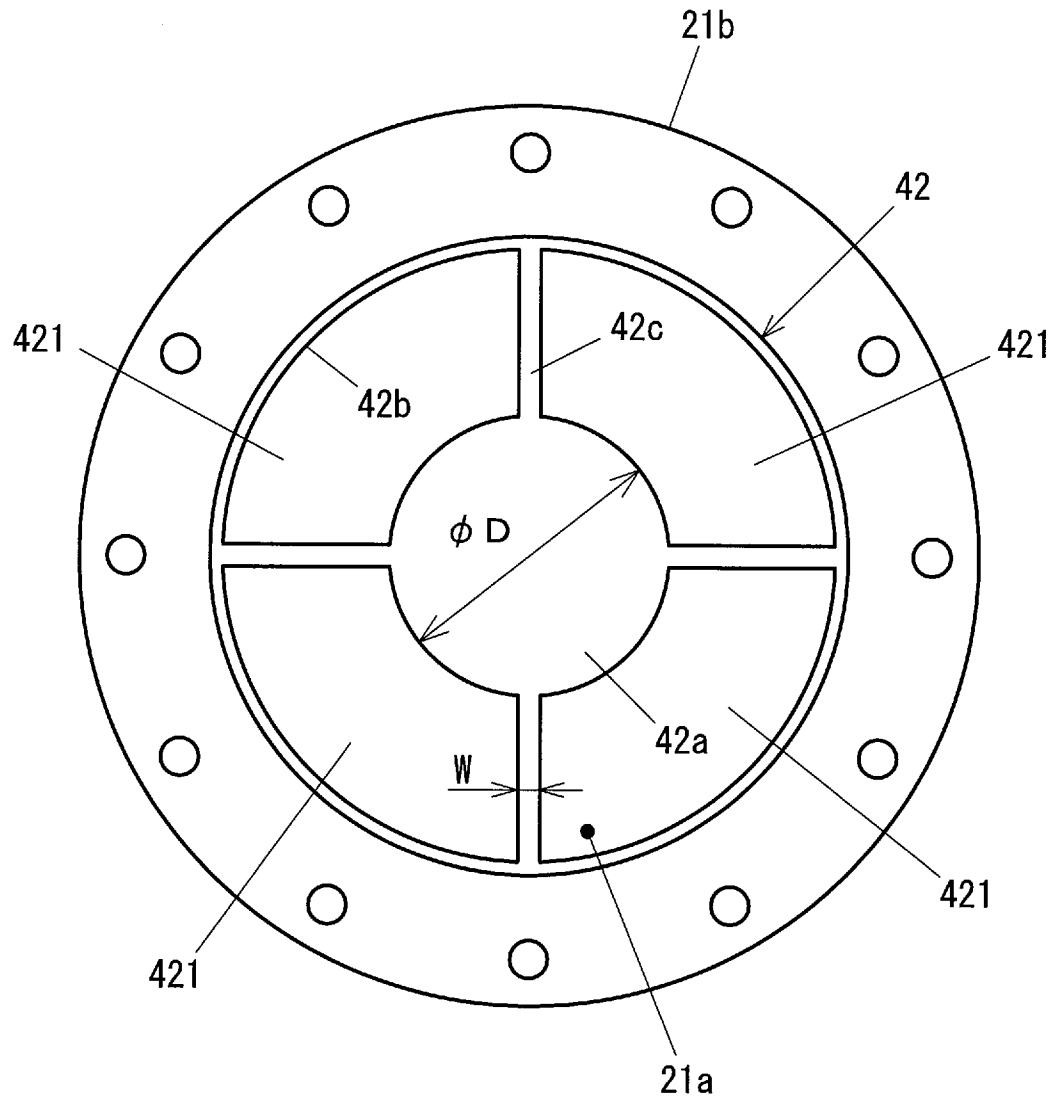
[図8]

【図8】



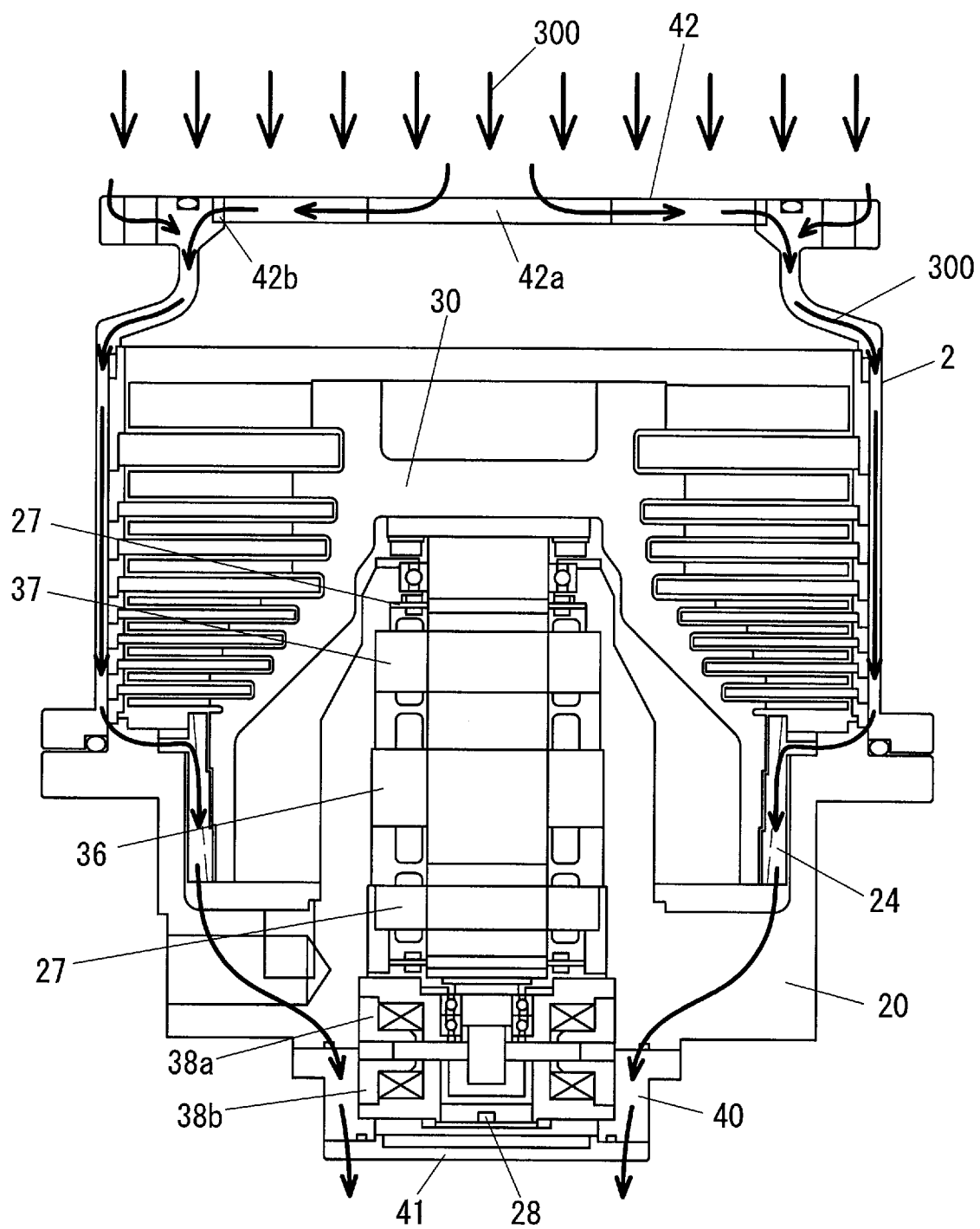
[図9]

【図9】

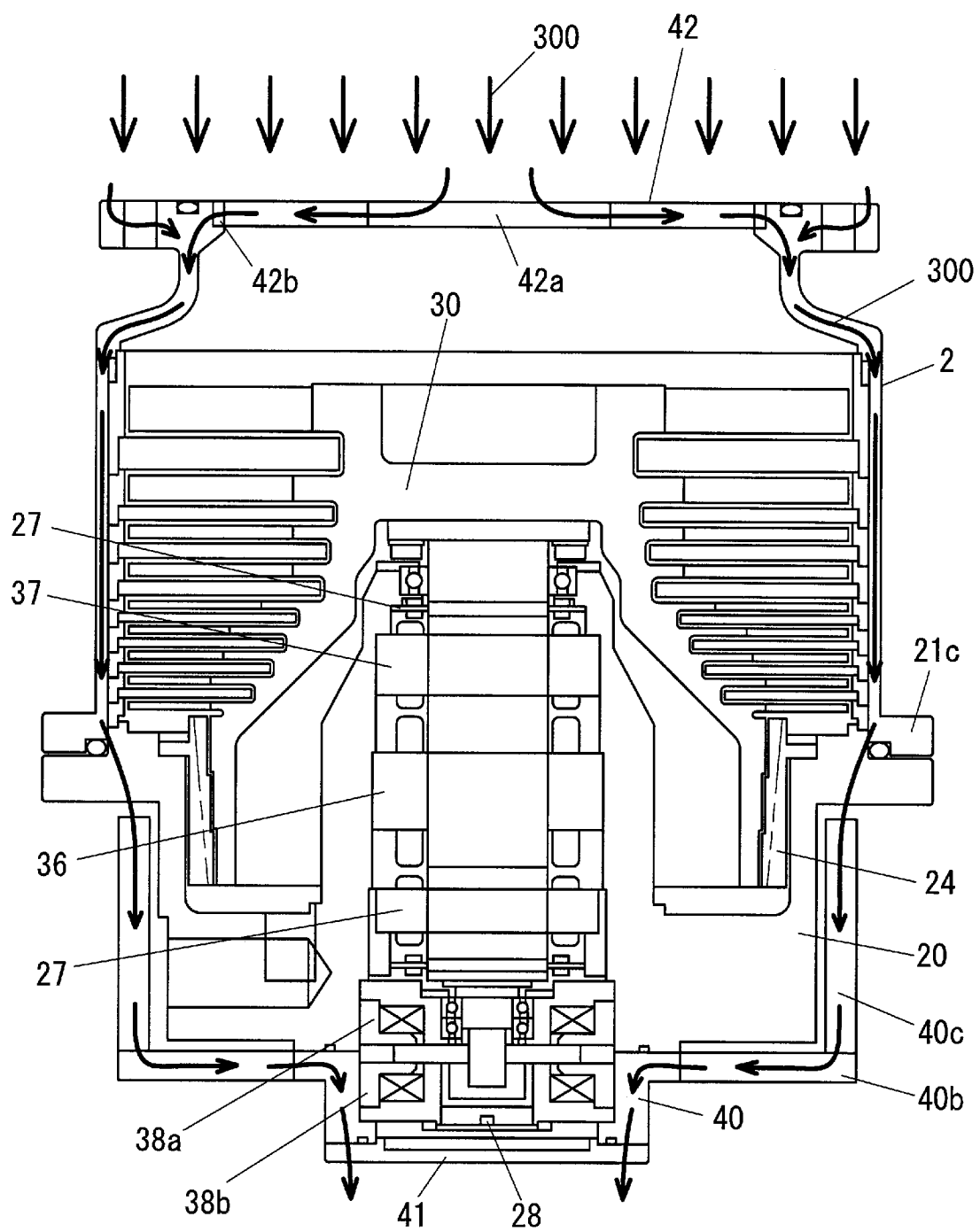


[図10]

【図10】

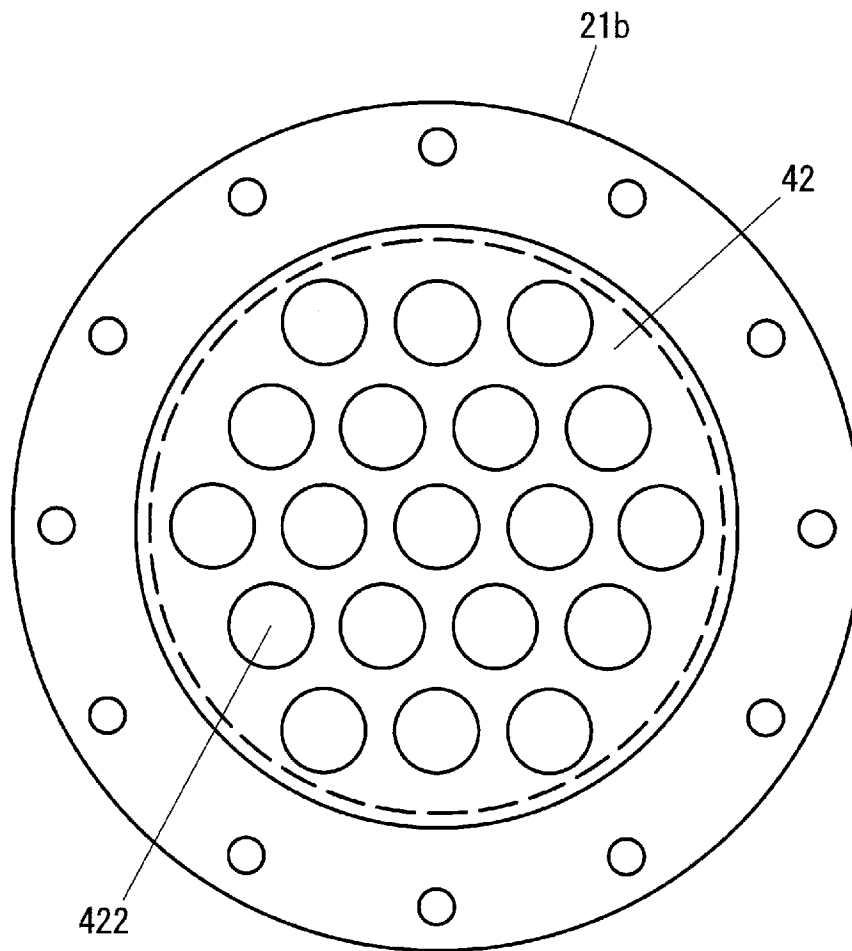


【図 1 1】



[図12]

【図 1 2】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D19/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D19/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 1-190991 A (Osaka Vacuum Ltd.), 01 August 1989 (01.08.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-2 1-7, 9-13 8
X Y A	JP 2003-3988 A (BOC Edwards Technologies, Ltd.), 08 January 2003 (08.01.2003), entire text; all drawings & US 2003/0007862 A1 & EP 1270949 A1	1 1-7, 9-13 8
Y A	JP 3119272 U (Shimadzu Corp.), 16 February 2006 (16.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7, 9-13 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 October, 2011 (03.10.11)Date of mailing of the international search report
11 October, 2011 (11.10.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067943

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-129991 A (BOC Edwards Technologies, Ltd.), 08 May 2003 (08.05.2003), entire text; all drawings & US 2003/0077187 A1 & EP 1306556 A2	1-7, 9-13 8
A	JP 63-252288 A (Japan Atomic Energy Research Institute), 19 October 1988 (19.10.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D19/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D19/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 1-190991 A（株式会社大阪真空機器製作所）1989.08.01, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-2 1-7, 9-13 8
X Y A	JP 2003-3988 A（ビーオーシーエドワーズテクノロジー株式会社） 2003.01.08, 全文, 全図 & US 2003/0007862 A1 & EP 1270949 A1	1 1-7, 9-13 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 秀之

3 0

3 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 3119272 U (株式会社島津製作所) 2006. 02. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 9-13 8
Y A	JP 2003-129991 A (ビーオーシーエドワーズテクノロジーズ株式会社) 2003. 05. 08, 全文, 全図 & US 2003/0077187 A1 & EP 1306556 A2	1-7, 9-13 8
A	JP 63-252288 A (日本原子力研究所) 1988. 10. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13