(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
2017 年 1 月 26 日(26.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/014022 A1

(51) 国際特許分類:
F04B 37/16 (2006.01) *F04D 19/04* (2006.01)
F04C 25/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/069574

(22) 国際出願日: 2016 年 7 月 1 日(01.07.2016)

(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 2015-145473 2015 年 7 月 23 日(23.07.2015) JP

(71) 出願人: エドワーズ株式会社(EDWARDS JAPAN LIMITED) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ Chiba (JP).

(72) 発明者: 樺澤 剛志(KABASAWA Takashi); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 野中 学(NONAKA Manabu); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋１０７８番地１ エドワーズ株式会社内 Chiba (JP).

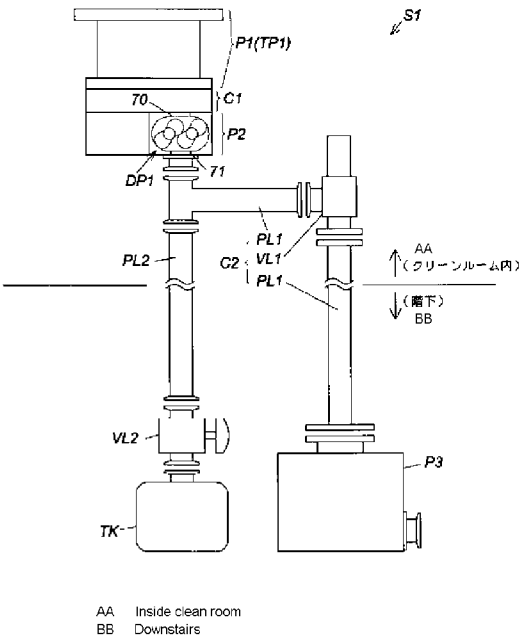
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: VENTING SYSTEM

(54) 発明の名称 : 排気システム



(57) **Abstract**: [Problem] To provide a venting system in which condensation or solidification of gas in a vacuum pump can be prevented, and in which early-stage overheating can be prevented, without increasing the cost of the overall venting system, and which is suitable for broadening the conditions under which the overall venting system can be operated, for example increasing the gas flow rate that can be continuously vented. [Solution] This venting system (S1) assumes a configuration in which two or more pumps, namely a first and a second vacuum pump (P1) and (P2), are connected in series, and a gas containing a condensible gas is vented through the vacuum pumps (P1) and (P2) and through a connecting portion (C1) therebetween. Furthermore, in this venting system (S1), by situating the second vacuum pump (P2) in the vicinity of the first vacuum pump (P1) the environment inside the connecting portion (C1) is set in such a way as to be an environment included in a gas phase region below the vapor pressure curve of the condensible gas flowing through the connecting portion (C1).

(57) 要約: 【課題】排気システム全体のコストアップを招くことなく、真空ポンプにおけるガス凝縮または凝固と早期オーバーヒートの防止を図ることができ、連続排気可能なガス流量等、排気システム全体の運転可能条件を広げるのに好適な排気システムを提供する。 【解決手段】排気システム（Ｓ１）は、少なくとも２つのポンプとして第１および第２の真空ポンプ（Ｐ１）、（Ｐ２）を直列に接続し、これらの真空ポンプ（Ｐ１）、（Ｐ２）とその接続部（Ｃ１）を通じて、凝縮性ガスを含むガスを排気する構成を前提とする。そして、当該排気システム（Ｓ１）は、第１の真空ポンプ（Ｐ１）の近傍に第２の真空ポンプ（Ｐ２）を設置することにより、接続部（Ｃ１）の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの蒸気圧曲線より下の気相領域に含まれる環境となるように設定する。

WO 2017/014022 A1

明　細　書

発明の名称 ： 排気システム

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置、フラット・パネル・ディスプレイ製造装置、ソーラー・パネル製造装置におけるプロセスチャンバ、その他のチャンバからのガス排気手段として利用される排気システムに関するものであって、特に、排気システム全体のコストアップを招くことなく、真空ポンプにおけるガス凝縮と早期オーバーヒートの防止を図ることができ、連続排気可能なガス流量等、排気システム全体の運転可能条件を広げるのに好適としたものである。

背景技術

[0002] 図１２に示したように、従来この種の排気システムＳ１００は、例えば、第１および第２の真空ポンプＰ１０１、Ｐ１０２を直列に接続し、これらの真空ポンプＰ１０１、Ｐ１０２とその接続部Ｃ１（具体的には、両真空ポンプＰ１０１、Ｐ１０２を接続する配管ＰＬ６や配管ＰＬ６の途中に設けたバルブＶＬ１）を通じて、凝縮性ガスを含むガスを排気する構成になっている。そして、第１の真空ポンプＰ１０１にはターボ分子ポンプが採用され、第２の真空ポンプＰ１０２には粗引き用のポンプとして公知の容積移送式ポンプが採用されている。

[0003] 本願での凝縮性とは、蒸気圧曲線による特性に従い、圧力や温度によって気体から固体もしくは液体に相変化する性質を示す。

[0004] また、前記従来の排気システムＳ１００において、ターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）は、ポンプ内部の回転体を磁気軸受によって非接触で支持するという構造上の特徴から、振動が少ないので、例えばクリーンルーム内のプロセスチャンバに取付けて使用される。

[0005] 一方、容積移送式ポンプ（第２のポンプＰ１０２）は、ポンプ内部で回転体が非接触で支持されていないという構造上の特徴から、振動が生じやすいた

め、チャンバやターボ分子ポンプから数メートル離れた場所（例えばクリーンルームの階下）に設置して使用されることが多い。このような使用形態の場合は、配管損失を考慮して、以下の《対策１》から《対策３》を採ることが多い。

[0006] 《対策１》　ターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）と容積移送式ポンプ（第２の真空ポンプＰ１０２）とを接続する配管ＰＬ６として、直径７５ｍｍから１００ｍｍ程度の太い配管ＰＬ６を使用する。　《対策２》　前記配管ＰＬ６の出口圧力を低く設定するため、第２の真空ポンプＰ１０２として、大型の容積移送式ポンプ（一般的には、ルーツ式ポンプ）を使用する。　《対策３》　前記配管ＰＬ６の出口圧力が高くても排気動作を行なえるようにするために、第１の真空ポンプＰ１０１として、図１３の複合ポンプＷＰを使用する。

[0007] 図１３の複合ポンプＷＰは、ターボ分子ポンプの機能とネジ溝ポンプの機能とを複合した形式のポンプとして知られている（例えば、特許文献１を参照）。

[0008] 複合ポンプＷＰのターボ分子ポンプ機能部（翼排気機構５０）は、図１３に示したようにロータ５４の外周面に設けた複数の回転翼５１と、該ロータ５４を収容するポンプケース５５の内周面に固定した複数の固定翼５２とが多段に配置されていて、かつ、ロータ５４と一体に回転する回転翼５１と静止した固定翼５２とでガス分子に所定方向の運動量を与えることにより、チャンバ内のガス分子を吸入口５６から排気口５７の方向に向けて排気する。この点はターボ分子ポンプも同様である。

[0009] ところで、前記《対策２》を実施した場合には、ターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）と容積移送式ポンプ（第２の真空ポンプＰ１０２）とを接続する配管ＰＬ６の入口圧力が比較的高い状態になる（配管ＰＬ６の入口圧力＝ターボ分子ポンプの排気口５７付近の圧力）。これらの真空ポンプＰ１０１、１０２によって排気するガスの中には凝縮性ガスも含まれている。このため、ガスの圧縮過程において、該ガス中の凝縮性ガスがその凝縮圧

力を超えて凝縮し、凝縮したガス成分がポンプ内部に堆積することで、ターボ分子ポンプのガス流路の閉塞、排気性能の低下、過熱などの問題が生じる。また、凝縮したガス成分の堆積物とターボ分子ポンプの回転翼とが接触し、回転翼が破損するといった問題もある。

[0010] 前記問題を回避するためのガス凝縮対策として、従来は、ターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）の排気口５７付近の温度を凝縮性ガスの凝縮温度以上に保温することにより、その排気口５７付近におけるガス凝縮を防止している（例えば、特許文献２を参照）。

[0011] しかしながら、ターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）ではその排気動作によって生じる熱（主にガスと回転翼等との接触による摩擦熱）が回転翼に蓄積される。このような状況下において、前述のような従来のガス凝縮対策、すなわちターボ分子ポンプの保温が行われると、保温熱が更にターボ分子ポンプの回転翼に蓄積されるため、ターボ分子ポンプの回転翼が高温になりやすく、回転翼の温度が比較的早期にその耐熱温度近くまで達してしまう、いわゆる早期オーバーヒートの問題が生じることで、連続排気可能なガス流量等、排気システム全体の運転可能条件が制限されるという欠点がある。

[0012] ところで、前記のような早期オーバーヒートの問題を解決する手段として、いわゆる選択加熱を実施する方法も考えられる。選択断熱とは、加熱必要部分をそれ以外の部分（加熱不要部分）から断熱して加熱することによって、加熱不要部分が必要以上に加熱されることを効果的に防止し得るものである。

[0013] しかし、前記のような選択加熱をターボ分子ポンプ（第１の真空ポンプＰ１０１）における早期オーバーヒート対策として実施する場合は、ターボ分子ポンプにおいてガスの凝縮が特に生じやすい高圧部、具体的にはターボ分子ポンプの排気口５７付近のみを選択的に断熱して加熱するといった複雑な断熱構造、加熱構造が必要となるため、排気システムＳ１００全体のコストが高くならざるを得ない。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開２０１３－２０９９２８号公報

特許文献2：特開２０１４－２９１３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 本発明は、前記問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、排気システム全体のコストアップを招くことなく、真空ポンプにおけるガス凝縮と早期オーバーヒートの防止を図ることができ、連続排気可能なガス流量等、排気システム全体の運転可能条件を広げるのに好適な排気システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0016] 前記目的を達成するために、本発明は、少なくとも２つのポンプとして第１の真空ポンプおよび第２の真空ポンプを直列に接続し、これらの真空ポンプとその接続部を通じて、凝縮性ガスを含むガスを排気する排気システムにおいて、前記第１の真空ポンプの近傍に前記第２の真空ポンプを設置することにより、前記接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの蒸気圧曲線より下の気相領域に含まれる環境となるように設定したことを特徴とする。

[0017] 前記本発明において、前記第１の真空ポンプと前記第２の真空ポンプは連結して一体化されていることを特徴としてもよい。

[0018] 前記本発明において、前記接続部に防振構造が設けられていることを特徴としてもよい。

[0019] 前記本発明において、前記第１の真空ポンプは、前記第２の真空ポンプより上流に位置し、かつ、ターボ分子ポンプからなることを特徴としてもよい。

[0020] 前記本発明において、前記ターボ分子ポンプは、回転翼と固定翼とで前記ガ

スを排気する翼排気機構を備え、ドラックポンプ機構を備えない構造になっていることを特徴としてもよい。

[0021] 前記本発明において、前記接続部の内部の温度を上げることなくその内部の圧力を下げることにより、前記接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より下の前記気相領域に含まれる環境となるように設定したことを特徴としてもよい。

[0022] 前記本発明において、前記第２の真空ポンプは、前記第１の真空ポンプより下流に位置し、かつ、容積移送式ポンプからなることを特徴としてもよい。

[0023] 前記本発明において、前記容積移送式ポンプは、そのポンプ内を加熱するためのヒータと、そのポンプ内の温度を測定する温度センサと、前記温度センサでの測定値を用いて前記ヒータの加熱温度を制御する温度制御回路とを備えることを特徴としてもよい。

[0024] 前記本発明において、前記容積移送式ポンプは、インバータ回路を備え、前記インバータ回路によって回転速度の変更が可能であることを特徴としてもよい。

[0025] 前記本発明において、前記容積移送式ポンプは、通常運転時の回転速度よりも低い回転速度での運転を可能とする低速運転機能を備えていることを特徴としてもよい。

[0026] 前記本発明において、前記第１の真空ポンプまたは前記第２の真空ポンプのうち、少なくとも、いずれか一方の真空ポンプの制御回路を筐体に収容し、その筐体を、少なくとも、いずれか一方の前記真空ポンプに連結して一体化した構造になっていることを特徴としてもよい。

[0027] 前記本発明において、前記第１の真空ポンプまたは前記第２の真空ポンプと前記制御回路の前記筐体との連結部に、断熱手段が設けられていることを特徴としてもよい。

[0028] 前記本発明において、前記第２の真空ポンプの下流に、第３の真空ポンプを配置し接続したことを特徴としてもよい。

[0029] 前記本発明において、前記第２の真空ポンプの内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より上の固相領域に含まれる環境となるように設定したことを特徴としてもよい。

[0030] 前記本発明において、前記第２の真空ポンプと前記第３の真空ポンプとを接続する第２の接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より上の固相領域に含まれる環境となるように設定したことを特徴としてもよい。

[0031] 前記本発明において、前記第２の真空ポンプと前記第３の真空ポンプとを接続する前記第２の接続部に、凝縮または凝固したガス成分を捕捉するトラップまたは貯蔵タンクを設けたことを特徴としてもよい。

発明の効果

[0032] 本発明では、排気システムの具体的な構成として、前記のように、第１の真空ポンプの近傍に第２の真空ポンプを設置することにより、その両真空ポンプの接続部の内部の環境が、その内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線より下の気相領域に含まれる環境となるように設定した。このため、両真空ポンプの接続部の内部やその近傍（例えば、その接続部に近い第１の真空ポンプの排気口付近）におけるガス凝縮を防止でき、また、当該接続部の内部やその近傍をヒータで積極的に保温する対策、すなわち従来のガス凝縮対策を実施する必要がなく、その保温熱が追加的に真空ポンプ構成部品（例えばターボ分子ポンプの回転翼）に蓄積されることもない点で、いわゆる早期オーバーヒートも防止でき、連続排気可能なガス流量等、排気システム全体の運転可能条件を広げるのに好適な排気システムを提供し得る。

[0033] 一方、従来のガス凝縮対策と本発明の対策（本発明における前述の環境設定）を併用することで、従来はガス凝縮を充分に防止できず、排気できなかったガス種への拡張も可能となる。

[0034] また、本発明では、早期オーバーヒートの防止にあたり、従来のような選択加熱に代えて、第１の真空ポンプの近傍に第２の真空ポンプを設置するという構成を採用したものであること、従来のガス凝縮対策で使用していたヒー

タを省略できることなどから、排気システム全体の部品点数の削減やコスト低減を図ることもでき、さらに、ヒータ使用電力の削減を通じてシステム全体の省エネルギー化も図れる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の一の実施形態である排気システムの構成図。

[図2]本発明を適用した排気システムの作動原理を説明するための蒸気圧曲線図。

[図3]図１の排気システムにおける第１の真空ポンプとして採用したターボ分子ポンプの断面図。

[図4]防振構造の説明用断面図。

[図5]防振構造の説明用断面図。

[図6]断熱手段の説明用断面図。

[図7]図１の排気システムにおいて捕捉手段を適用した例の説明図。

[図8]本発明の他の実施形態である排気システムの構成図。

[図9]本発明の他の実施形態である排気システムの構成図。

[図10]本発明の実施形態である排気システムを構成する第１の真空ポンプとして採用可能なターボ分子ポンプの断面図。

[図11]第１の真空ポンプと第２の真空ポンプの接続部を構成する配管の説明図。

[図12]従来の排気システムの構成図。

[図13]複合ポンプの構成図。

発明を実施するための最良の形態

[0036] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付した図面を参照しながら詳細に説明する。

[0037] 図１は本発明の一の実施形態である排気システムの構成図、図２は本発明を適用した排気システムの作動原理を説明するための蒸気圧曲線図である。

[0038] 図１の排気システムＳ１は、少なくとも２つのポンプとして第１および第２の真空ポンプＰ１、Ｐ２を直列に接続し、これらの真空ポンプＰ１、Ｐ２と

その接続部Ｃ１を通じて凝縮性ガスを含むガスを排気するものである。

[0039] 前記排気システムＳ１によって排気するガスは、第１の真空ポンプＰ１を接続したチャンバ（図示省略）内に存在し、該チャンバから第１の真空ポンプＰ１、接続部Ｃ１、第２の真空ポンプＣ２の順に移行することで、当該チャンバ外に排気される。

[0040] 前記チャンバとしては、例えば半導体製造装置、フラット・パネル・ディスプレイ製造装置、あるいはソーラー・パネル製造装置等を構成するプロセスチャンバを想定しているが、そのようなプロセスチャンバ以外のチャンバから当該ガスを排気する手段として図１の排気システムＳ１を採用してもよい。

[0041] 前記接続部Ｃ１の内部やその近傍（具体的には、第１の真空ポンプＰ１全体の中で当該接続部Ｃ１に最も近いガス排気口付近）でのガス凝縮を防止する対策の基本的な技術的思想として、図１の排気システムＳ１では、第１の真空ポンプＰ１の近傍に第２の真空ポンプＰ２を設置することにより、接続部Ｃ１の内部の環境が、その内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣ（図２参照）より下の気相領域に含まれる環境となるように設定している。このような環境の設定を以下「本発明におけるガス凝縮対策」という。

[0042] 前記のように第１の真空ポンプＰ１の近傍に第２の真空ポンプＰ２が設置されることにより、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２とを接続している接続部Ｃ１（例えば接続配管あるいは接続通路など）の距離は短くなり、接続部Ｃ１における配管抵抗ないしは通路抵抗等、そのような接続部Ｃ１を流れるガスの流体摩擦抵抗は小さくなる。このことから、当該接続部Ｃ１の内部やその近傍の圧力を第１の真空ポンプＰ１の排気口付近と略同様に低く保つことができる点で、前述の「本発明におけるガス凝縮対策」は実現可能になる。

[0043] 以下、図２を用いて「本発明におけるガス凝縮対策」を詳細に説明する。

[0044] 図２の蒸気圧曲線図において、ＶＰＣは、前述の接続部Ｃ１を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線を示している。　また、図２中のポイントＡは、「本発明

におけるガス凝縮対策」を採用した排気システムＳ１において、２つの真空ポンプＰ１、Ｐ２を接続する接続部Ｃ１の内部やこれに連通する第１の真空ポンプＰ１の排気口付近における圧力と温度の関係を示している。

[0045] 図２中のポイントＢは、第１比較例であって、先に説明した「従来のガス凝縮対策」を採用した従来の排気システムＳ１００（図１２参照）において、その排気システムＳ１００を構成する第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近における圧力と温度の関係を示している。

[0046] 図２中のポイントＣは、第２比較例であって、図１２の従来の排気システムＳ１００において従来のガス凝縮対策を採用しなかった場合の例であって、その排気システムＳ１００を構成する第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近における圧力と温度の関係を示している。

[0047] 第２比較例である図２中のポイントＣを参照すると、何もガス凝縮対策を採用していない場合には、第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近の環境は、その内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより上の固相領域に含まれる環境であるため、第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近でガス凝縮が生じる。

[0048] それに対し、図２中のポイントＡを参照すると、「本発明におけるガス凝縮対策」を採用した本排気システムＳ１の場合には、２つの真空ポンプＰ１、Ｐ２を接続する接続部Ｃ１の内部やこれに連通する第１の真空ポンプＰ１の排気口付近の環境は、接続部Ｃ１の内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより下の気相領域に含まれる環境であるため、真空ポンプＰ１の排気口付近でガス凝縮は生じない。

[0049] ところで、図２中のポイントＢを参照すると、「従来のガス凝縮対策」を採用した従来の排気システムＳ１００でも、第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近の環境は、排気口を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより下の気相領域に含まれる環境であるため、真空ポンプＰ１０１の排気口付近でガス凝縮は生じ難い。

[0050] しかし、この「従来のガス凝縮対策」は、図１２に示す従来の排気システム

Ｓ１００において、２つの真空ポンプＰ１０１、Ｐ１０２の接続部Ｃ１の内部の圧力を下げることなくその内部の温度を上げることにより、第１の真空ポンプＰ１０１の排気口付近の環境を蒸気圧曲線ＶＰＣより下の気相領域に含まれる環境としたものである。このため「従来のガス凝縮対策」を採用した従来の排気システムＳ１００では、従来技術でも説明したように、第１の真空ポンプＰ１０１において、いわゆる早期オーバーヒートの問題が生じやすい。

[0051] それに対し、「本発明におけるガス凝縮対策」は、図１の排気システムＳ１において、接続部Ｃ１の内部や第１の真空ポンプＰ１の排気口付近の環境が、その接続部Ｃ１の内部や当該排気口を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより下の気相領域に含まれる環境となるように設定したものであり、かかる設定の具体的な手段として、接続部Ｃ１の内部の温度を上げることなくその内部の圧力を下げるという方式を採用したので、「本発明におけるガス凝縮対策」を採用した排気システムＳ１では、前述の早期オーバーヒートの問題は生じ難い。

[0052] なお、本発明における他のガス凝縮対策として、前記のように接続部Ｃ１の内部の温度を上げる対策とその内部の圧力を下げる対策との併用により、接続部Ｃ１の内部の環境が前記環境（気相領域に含まれる環境）となるように設定することも可能である。

[0053] 図１を参照すると、第１の真空ポンプＰ１は、第２の真空ポンプＰ２よりも上流に位置し、かつ、具体的には図３に示したターボ分子ポンプＴＰ１を採用している。

[0054] 第１の真空ポンプＰ１としての前記ターボ分子ポンプＴＰ１は、図３に示したように回転翼５１と固定翼５２とでガスを排気する翼排気機構５０を備え、ホルベック式、シグバーン式、ゲーデ式等、各種形式のドラックポンプ機構を備えない構造になっている。

[0055] ターボ分子ポンプＴＰ１がドラックポンプ機構を備えない構造とした第１の理由は、ドラックポンプ機構はガスの流れる流路や隙間が狭く、析出部の堆

積で当該流路や隙間の閉塞が生じやすいことである。また、その第２の理由は、ドラックポンプ機構では、前記のように狭い流路や隙間をガスが流れることでガスの流動摩擦抵抗が大きくなり、当該ガスの圧力が高まるため、ガスの圧力を下げることによって前記のような気相領域に含まれる接続部Ｃ１の内部の環境を設定することが難しくなる、つまり、ドラックポンプ機能を具備する場合は「本発明におけるガス凝縮対策」を採用し難いことである。

[0056] 図３を参照すると、第１の真空ポンプＰ１としてのターボ分子ポンプＴＰ１は、その具体的なポンプ構成部品として、磁気軸受５３で支持されたロータ５４と、ロータ５４の外周面に設けられた複数の回転翼５１と、ロータ５４を収容するポンプケース５５の内周面に固定した複数の固定翼５２と、を備え、これら複数の回転翼５１と固定翼とが多段に配置されることによって、翼排気機構５０を形成している。そして、このターボ分子ポンプＴＰ１では、ロータ５４と一体に回転翼５１が回転し、回転する回転翼５１と静止した固定翼５２とでガス分子に所定方向の運動量を与えることにより、図示しないチャンバ内のガス分子を吸入口５６から排気口５７の方向に向けて排気する。

[0057] また、第１の真空ポンプＰ１としてのターボ分子ポンプＴＰ１の下部には、排気動作で生じる熱によるポンプ全体の温度上昇を抑制するために、水冷管５８を内蔵した水冷プレート５９などから構成される冷却手段６０を備えている。

[0058] 図１を参照すると、第２の真空ポンプＰ２は、第１の真空ポンプＰ１（ターボ分子ポンプＴＰ１）より下流に位置し、かつ、容積移送式ポンプＤＰ１からなるものである。

[0059] 図１の排気システムＳ１では、容積移送式ポンプＤＰ１の具体的な実施例として、ルーツ式ポンプ（図３参照）を採用したが、これに限定されることはない。容積移送式ポンプの他の実施例として、スクリュー式あるいはクロー式など、ルーツ式以外の各種形式の容積移送式ポンプを採用することができ

る。

[0060] 容積移送式ポンプＤＰ１は、保温機能付きのものを採用することができる。この場合の容積移送式ポンプＤＰ１は、そのポンプ内を加熱するためのヒータ（図示省略）と、そのポンプ内の温度を測定する温度センサ（図示省略）と、前記温度センサでの測定値を用いて前記ヒータの加熱温度を制御（例えばフィードバック制御）する温度制御回路（図示省略）とを備えることで、保温機能が実現される。

[0061] 容積移送式ポンプＤＰ１は、さらに、図示しないインバータ回路（交流を再度交流に変換する装置）を備え、当該インバータ回路によって回転速度の変更が可能である。

[0062] また、容積移送式ポンプＤＰ１は、通常運転時の回転速度よりも低い回転速度での運転を可能とする低速運転機能を備えている。この低速運転機能は、前記インバータ回路による回転速度変更機能に基づいて実現し得る。

[0063] 図１および図３に示したように、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２はその接続部Ｃ１を介して連結し一体化している（ポンプ連結一体化構造）。このようなポンプ連結一体化構造を採用した場合は、両真空ポンプＰ１、Ｐ２の接続部Ｃ１に連通孔Ｈ（図３参照）が設けられる。そして、図３に示したように、連通孔Ｈの一端が第１の真空ポンプＰ１の排気口５７に連通し、同連通孔Ｈの他端が第２の真空ポンプＰ２の吸気口７０に連通することによって、第１の真空ポンプＰ１から排気されるガスは、接続部Ｃ１の連通路Ｈを介して、第２の真空ポンプＰ２側へ送られる。

[0064] 前記連通孔Ｈの孔径は孔全体に亘って大径に形成するのが好ましい。また、複数設置しても良い。そのように形成した場合には、連通孔Ｈを流れるガスの流体摩擦抵抗が小さくなることで、接続部Ｃ１の内部やこれに連通する第１の真空ポンプＰ１の排気口５７付近の圧力を低く維持することができる点で「本発明におけるガス凝縮対策」を容易に採用可能とするためである。

[0065] ところで、前記のようなポンプ連結一体化構造を採用した場合、第２の真空ポンプＰ２で発生した振動が接続部Ｃ１を介して第１の真空ポンプＰ１やそ

の上流のチャンバに伝わるおそれがある。例えば、第２の真空ポンプＰ２としてルーツ式ポンプのような容積移送式ポンプＤＰ１を採用した場合は、回転体の軸受部および回転体を同期させるためのタイミングギアなどから、比較的大きな振動が発生する。

[0066] この一方で、第１の真空ポンプＰ１として採用
されるターボ分子ポンプＴＰ１では、図３に示したように、ロータ５４と回転翼５１からなる回転体を磁気軸受５３により非接触で支持し、この支持状態において、回転体とその周囲の固定部との隙間（具体的には回転翼５１と固定翼５２の隙間）を狭く保つように制御している。

[0067] このため、もし前記のように第２の真空ポンプＰ２で発生した振動が運転中のターボ分子ポンプＴＰ１（第１の真空ポンプＰ１）に伝わると、ターボ分子ポンプＴＰ１の内部において回転体がその周囲の固定部に接触、衝突して破損する等、ターボ分子ポンプＴＰ１の故障を招くおそれがある。したがって、容積移送式ポンプＤＰ１（第２の真空ポンプＰ２）からターボ分子ポンプＴＰ１（第１の真空ポンプＰ２）への振動の伝達は、確実に防止する必要がある。

[0068] また、ターボ分子ポンプＴＰ１の吸入口５６はチャンバに接続されていて、そのチャンバ内では例えば半導体エッチング等、精密な加工や作業が行われるので、容積移送式ポンプＤＰ１（第２の真空ポンプＰ２）で発生した振動がターボ分子ポンプＴＰ１（第１の真空ポンプＰ１）を通じて最終的に当該チャンバに伝わることも、確実に防止する必要がある。

[0069] そこで、図１の排気システムＳ１では、第２の真空ポンプＰ２で発生した振動が第１の真空ポンプＰ１やその上流のチャンバに伝わる現象を効果的に防止する手段として、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２との接続部Ｃ１に、図４または図５の防振構造ＶＣを設けている。この防振構造ＶＣの具体例は下記《防振構造１－１》から《防振構造１－３》である。

[0070] 《防振構造１－１》　防振構造１－１は、図４または図５に示したように、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２とをボルトＢＴ１で締結接続

するとともに、その締結接続部にゴムブッシュ等の振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２を介在させることで、第２の真空ポンプＰ２の振動を吸収するものである。

[0071] 第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２とが前述の冷却手段６０を介して接続される場合、つまり、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２の接続部Ｃ１に冷却手段６０が介在する場合には、図４または図５に示したように、第１の真空ポンプＰ１と冷却手段６０との間、および第２の真空ポンプＰ２と冷却手段６０との間に、振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２を介在させることができる。

[0072] 前記振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２の介在によって、第２の真空ポンプＰ１と冷却手段６０との間には所定の隙間Ｇ１が形成される。かかる隙間Ｇ１は第１の真空ポンプＰ１と冷却手段６０との間に設けてもよく、また、第２の真空ポンプＰ２で発生する振動の大きさに応じて、いずれか一方の振動吸収材を省略することも可能である。

[0073] この種の振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２としては、例えば、シリコーンゴムのように耐熱性が高く、硬度が低い材質のものが好ましい。

[0074] 《防振構造１－２》　防振構造１－２は、図４または図５に示したように、前記ボルトＢＴ１として段付ボルトを採用し、振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２の潰れ具合を適正に管理することで、ボルトＢＴ１の過剰な締付けや第２の真空ポンプＰ２の振動による前記隙間Ｇ１の消失を防止し、前記隙間Ｇ１や振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２による振動吸収効果を有効に発揮させるものである。振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２の潰れ具合が適正でないことにより前記隙間Ｇ１が消失する事態が発生すると、第２の真空ポンプＰ２と冷却手段６０とが直接接触したり第１の真空ポンプＰ１と冷却手段６０とが直接接触したりすることで、前記隙間Ｇ１や前記振動吸収材ＤＮ１、ＤＮ２による振動防止効果が薄れてしまうからである。

[0075] 《防振構造１－３》　防振構造１－３は、図５に示したように、２つの真空ポンプＰ１、Ｐ２の接続部Ｃ１に設けられている連通孔Ｈ内に筒状のスペー

サＳＰを挿入し、該スペーサＳＰの上端外周面とその下端外周面にＯリング等の環状弾性部材ＲＤ１、ＲＤ２を取付ける構成と、環状弾性部材ＲＤ１、ＲＤ２を介してスペーサＳＰが連通孔Ｈや第１の真空ポンプＰ１の排気口５７の中でフローティング状態となるように設定する構成と、を採用したものである。これにより、連通孔Ｈの周囲を介する振動伝達経路のバネ剛性が低下し、第２の真空ポンプＰ１から第１の真空ポンプＰ１への振動の伝達が軽減される。なお、スペーサＳＰに代えて、ベローズを採用してもよい。

[0076] 防振構造１－３における振動伝達の軽減は、具体的には、第２の真空ポンプＰ２で振動が発生した場合に、第２の真空ポンプＰ２全体が上側の環状弾性部材ＲＤ１を基点として円錐振り子運動と同じような運動をすることで、第２の真空ポンプから第１の真空ポンプへの振動の伝達を軽減するものである。

[0077] なお、図４の防振構造ＶＣは前記《防振構造１－１》と《防振構造１－２》を含み、図５の防振構造ＶＣは前記《防振構造１－３》と前記《防振構造１－１》と前記《防振構造１－２》を含んでいる。

[0078] 図３を参照すると、第１の真空ポンプＰ１や第２の真空ポンプＰ２は、ポンプへの電力供給やポンプ回転数等を制御する手段として、制御回路ＣＣを具備している。この制御回路ＣＣの具体的な設置構造例として、図１の排気システムＳ１では、第１の真空ポンプＰ１の下部であって、かつ第２の真空ポンプＰ２の横隣に回路収容ボックスとしての筐体ＢＸを設けるとともに、その筐体ＢＸ内に制御回路ＣＣを収容することで、制御回路ＣＣが第１及び第２の真空ポンプＰ１、Ｐ２に連結して一体化した構造（以下「回路・ポンプ一体化構造」という）となるように構成してある。

[0079] 第１の真空ポンプＰ１と制御回路ＣＣの筐体ＢＸとの連結部、具体的には第１の真空ポンプＰ１の下部に設けた冷却手段６０と筐体ＢＸとの間には、筐体ＢＸ内での結露の発生を防止する手段として、図６に示したように、断熱手段ＤＤが設けられている。

[0080] ところで、前述の回路・ポンプ一体化構造を採用した場合において、冷却手

段６０で第１の真空ポンプＰ１を冷却すると、熱伝導によって筐体ＢＸも冷却され、筐体ＢＸ内で結露が生じ得る。この場合、結露による水滴で制御回路ＣＣの誤動作や故障のおそれがあるため、断熱手段ＤＤは、そのような熱伝導経路を遮断することで、前記結露の発生を防止している。

[0081] 以上のような断熱手段ＤＤの具体的な構成例として、図１の排気システムＳ１においては、図６に示したように、水冷手段６０を構成する水冷プレート５９と筐体ＢＸとの間に断熱用の空隙（断熱空間）ＤＧを設ける方式と、水冷プレート５９と筐体ＢＸとを締結するボルトＢＴ２の周囲に断熱用のカラー（断熱カラー）ＤＣを設置する方式とを併用している。必要に応じて、いずれか一方の方式を省略することも可能である。断熱カラーＤＣの素材としては、ステンレスやセラミックを採用し得るが、これらに限定されることはない。

[0082] 前述の回路・ポンプ一体化構造としては、第１の真空ポンプＰ１または第２の真空ポンプＰ２のうち、少なくとも、いずれか一方の真空ポンプの制御回路ＣＣを筐体ＢＸに収容し、その筐体ＢＸを、少なくとも、いずれか一方の真空ポンプ（Ｐ１またはＰ２）に連結して一体化した構造を採用することができ、前述の例に限定されることはない。

[0083] 図１の排気システムＳ１では、第２の真空ポンプＰ２の下流に、更に第３の真空ポンプＰ３を配置し接続している。

[0084] 図１の排気システムＳ１において、第２の真空ポンプＰ２と第３の真空ポンプＰ３とを接続する接続部Ｃ２（第２の接続部）は、両真空ポンプＰ２、Ｐ３を接続する配管ＰＬ１や、その配管ＰＬ１の途中に設けたバルブＶＬ１等を含んで構成されており、第２の真空ポンプＰ２の排気口７１から排出されたガスは、そのような配管ＰＬ１やバルブＶＬ１を通じて、第３の真空ポンプＰ３へ移行する。

[0085] 図１の排気システムＳ１のように、第３の真空ポンプＰ３を備える構成の場合は、下記に示した《第１のガス凝縮環境》又は《第２のガス凝縮環境》を採用することができる。

[0086] 《第１のガス凝縮環境》　第１のガス凝縮環境とは、第２の真空ポンプＰ２の内部の環境が、その内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより上の固相領域に含まれる環境である。このような環境の設定については、例えば第２の真空ポンプＰ２の保温機能によって第２の真空ポンプＰ２の内部を所定温度に保持し、これにより第２の真空ポンプＰ２の内部においてその所定温度に対応する圧力が当該凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣを越えることによって、実現し得る。

[0087] 《第２のガス凝縮環境》　第２のガス凝縮環境とは、第２の真空ポンプＰ２と第３の真空ポンプＰ３とを接続する接続部Ｃ２の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより上の固相領域に含まれる環境である。このような環境の設定については、例えば接続部Ｃ２の保温によって当該接続部Ｃ２の内部を所定温度に保持し、これにより接続部Ｃ２の内部においてその所定温度に対応する圧力が当該凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣを越えることによって、実現し得る。

[0088] 前記《第１のガス凝縮環境》を採用した場合は、第２の真空ポンプＰ２の内部、具体的には回転体とその周囲の固定部との隙間からなるガス排気流路内で、ガス凝縮が生じるとともに、当該ガスの凝縮成分がガス排気流路内に付着する。付着したガスの凝縮成分は、第２の真空ポンプＰ２の機械構造的な特徴を利用して、迅速かつ効果的に除去することが可能である。

[0089] すなわち、第２の真空ポンプＰ２は、先に説明した通りルーツ式ポンプのような容積移送式ポンプＤＰ１からなり、そのポンプ内部で回転体は、その周囲の固定部、あるいは、もう一方の回転体と、小さな隙間を保って回転する構造になっている。このため、前記のように付着したガスの凝縮成分の厚みが、回転体の周囲の隙間より大きくなると、回転体によって削り取られる形式で確実に除去される。前記のように削り取られたガスの凝縮成分が上流側へ逆流するのを防ぐため、第２の真空ポンプＰ２の排気口７１付近で当該凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣを超えるように、第２の真空ポンプＰ２の温度を設定するのが好ましい。

[0090] 前記《第１のガス凝縮環境》を採用した場合は、前記のように削り取られたガスの凝縮成分を回収する具体的な方式として、例えば図１に示したように、第２の真空ポンプＰ２の排気口７１真下に直管タイプの配管ＰＬ２を介して析出物回収タンクＴＫを取り付ける方式が考えられる。この方式によると、前記のように削り取られたガスの凝縮成分は、配管ＰＬ２とその途中のバルブＶＬ２を通って析出物回収タンクＴＫに自重落下し回収される。

[0091] また、前記《第１のガス凝縮環境》を採用した場合において、第２の真空ポンプＰ２を停止する際は、第２の真空ポンプＰ２の温度が下がり、そのポンプ構成部品、すなわち回転体やその周囲の固定部材が熱収縮し終わるまで、低速で運転する、いわゆるアイドリング運転を行うことによって、前述の削り取り動作を行うことが好ましい。削り取られていないガスの凝縮成分によって第２の真空ポンプＰ２の回転体がロックする等の不具合を防止するためである。

[0092] この一方、前記《第２のガス凝縮環境》を採用した場合は、第２の真空ポンプＰ２の下流、具体的には第２の真空ポンプＰ２と第３の真空ポンプＰ３とを接続する接続部Ｃ２においてガス凝縮が生じるから、図７に示したように、その接続部Ｃ２を構成する配管ＰＬ１の途中に、凝縮または凝固（若しくは固体化）したガス成分を捕捉するトラップＴＲ１または貯蔵タンク等の捕捉手段ＴＲを設けることで、凝縮したガス成分を捕捉することができる。

[0093] すなわち、前記捕捉手段ＴＲの内部、例えばトラップＴＲの内部または貯蔵タンクの内部はその内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線ＶＰＣより上の固相領域に含まれる環境とすることで、トラップＴＲ１または貯蔵タンクなどの捕捉手段ＴＲの内部ではガス凝縮が生じ、凝縮したガス成分は
捕捉手段ＴＲで捕捉できる。

[0094] トラップＴＲ１は、例えば図７に示したように、圧力容器８０と、この圧力容器８０の内部に設置した複数の板状部材８１（トラップ板）と、前記圧力容器８０の内部や前記板状部材８１を冷却するための冷媒（冷却水等）が流れる冷媒流路８２と、を有し、該冷媒によって圧力容器８０の内部や板状部

材８０を冷却し、これにより圧力容器８０内の凝縮性ガスを凝縮させることで、凝縮したガス成分を板状部材８０に付着させるように構成してもよい。この場合、板状部材８１はガスの流れと並行に設置する。ガスの流れが板状部材８１で阻害されないようにするためである。前記貯蔵タンクも、トラップＴＲ１と同様に構成してもよい。

[0095] トラップＴＲ１のメンテナンスは、接続部Ｃ２を構成する配管ＰＬ１の途中に設けた手動式バルブＶＬ３と電磁式バルブＶＬ１を閉じ、圧力容器８０を開けて、板状部材８１を取り出し交換すればよい。この際、図示しないが、バルブＶＬ３を２重に設置し、トラップＴＲ内に蓄積されたガスの凝縮成分を圧力容器８０内に封止したまま板状部材８１の取り出し交換が行われるように構成してもよい。

[0096] 図８と図９は本発明の他の実施形態である排気システムの構成図である。

[0097] 図１の排気システムＳ１では、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２が接続部Ｃ１を介して連結し一体化している構造を採用したが、これに代えて、図８に示した排気システムＳ２のように、第１の真空ポンプＰ１と第２の真空ポンプＰ２が分離し、分離した第１の真空ポンプＰ１の近傍に接続部Ｃ１を介して第２の真空ポンプＰ２が直列に連結される構成を採用してもよい。この場合、その接続部Ｃ１は配管ＰＬ４で構成され、該配管ＰＬ４を通じて第１の真空ポンプＰ１から第２の真空ポンプＰ２に向ってガスが移行する。

[0098] 図８の排気システムＳ２では、第１の真空ポンプＰ１として、図１０に示した大径の排気口５７を備えるターボ分子ポンプＴＰ２の採用が可能である。なお、この図１０に示したターボ分子ポンプＴＰ２の基本的な構成は図３に示したターボ分子ポンプＴＰ１の構成と同様であるため、同一部材には同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

[0099] 第２の真空ポンプＰ２として採用される容積移送式ポンプＤＰ１では、回転体として回転軸方向に長いロータが用いられる場合もあり、この場合は、第２の真空ポンプＰ２（容積移送式ポンプＤＰ１）の吸入口７０が長方形状に

なるか、または、その吸入口７０が一列に複数並んだ形態になる。このため、図８の排気システムＳ２における配管ＰＬ４としては、例えば図１１に示す形状の配管ＰＬ４を採用することが好ましい。

[0100] 図８の排気システムＳ２もまた、前記の通り、第１の真空ポンプＰ１の近傍に第２の真空ポンプＰ２が設置されることから、図１の排気システムＳ１と同じく、接続部Ｃ１の内部の環境は、その内部を流れる凝縮性ガスの蒸気圧曲線より下の気相領域に含まれる環境となるように設定することができ、図１の排気システムＳ１と同様な作用効果が得られる。

[0101] ところで、図８の排気システムＳ２においては、接続部Ｃ１の具体的な構成としてＬ型の配管ＰＬ４を採用したが、これに代えて、図９に示した直管タイプの配管ＰＬ５を接続部Ｃ１として採用することにより、第１の真空ポンプＰ１の直下近傍に第２の真空ポンプＰ２が設置される構成を採用することもできる。Ｌ型の配管ＰＬ４に比べて直管タイプの配管ＰＬ５の方がガスの流体摩擦抵抗による圧力損失が小さいため、先に説明した「本発明におけるガス凝縮対策」を採用する上では、直管タイプの配管ＰＬ５の方が適していると考えられる。

[0102] 本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により多くの変形が可能である。

[0103] 本発明では、図２の蒸気圧曲線図において、凝縮性ガスが気体から固体への相変化する例とした説明をしたが、気体から液体に変化する場合や、気体から液体を経て固体へと相変化をする場合も含んでおり、同様の効果を得ることが出来る。

符号の説明

[0104] ＢＴ１　ボルトＢＸ　筐体ＣＣ　制御回路Ｃ１、Ｃ１０３　第１の真空ポンプと第２の真空ポンプの接続部Ｃ２　第２の真空ポンプと第３の真空ポンプの接続部ＤＰ１　容積移送式ポンプＤＮ１、ＤＮ２、ＤＮ３、ＤＮ４　振動吸収材ＤＣ　カラー（断熱カラー）ＤＤ　断熱手段ＤＧ　空隙（断熱空間）

Ｇ１　隙間Ｈ　連通孔Ｐ１、Ｐ１０１　第１の真空ポンプＰ２、Ｐ１０２　第２の真空ポンプＰＬ１、ＰＬ２、ＰＬ３、ＰＬ４、ＰＬ５、ＰＬ６　配管ＲＤ１、ＲＤ２　環状弾性部材Ｓ１、Ｓ２、Ｓ３　本発明の排気システムＳ１００　従来の排気システムＳＰ　スペーサＴＫ　析出物回収タンクＴＰ１、ＴＰ２、ＴＰ３　ターボ分子ポンプＴＲ　捕捉手段ＴＲ１　トラップＶＣ　防振構造ＶＬ１、ＶＬ２、ＶＬ３　バルブＶＰＣ　蒸気圧曲線ＷＰ　複合ポンプ５０　翼排気機構５１　回転翼５２　固定翼５３　磁気軸受５４　ロータ５５　ポンプケース５６　第１の真空ポンプ（ターボ分子ポンプ）の吸入口５７　第１の真空ポンプ（ターボ分子ポンプ）の排気口５８　水冷管５９　水冷プレート６０　水冷手段７０　第２の真空ポンプの吸入口７１　第２の真空ポンプの排気口８０　圧力容器８１　板状部材８２　冷媒流路

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも２つのポンプとして第１の真空ポンプおよび第２の真空ポンプを直列に接続し、これらの真空ポンプとその接続部を通じて、凝縮性ガスを含むガスを排気する排気システムにおいて、　前記第１の真空ポンプの近傍に前記第２の真空ポンプを設置することにより、前記接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの蒸気圧曲線より下の気相領域に含まれる環境となるように設定したこと　を特徴とする排気システム。

[請求項2] 前記第１の真空ポンプと前記第２の真空ポンプは連結して一体化されていること　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

[請求項3] 前記接続部に防振構造が設けられていること　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

[請求項4] 前記第１の真空ポンプは、前記第２の真空ポンプより上流に位置し、かつ、ターボ分子ポンプからなること　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

[請求項5] 前記ターボ分子ポンプは、回転翼と固定翼とで前記ガスを排気する翼排気機構を備え、ドラックポンプ機構を備えない構造になっていること　を特徴とする請求項４に記載の排気システム。

[請求項6] 前記接続部の内部の温度を上げることなくその内部の圧力を下げることにより、前記接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より下の前記気相領域に含まれる環境となるように設定したこと　を特徴とする請求項４に記載の排気システム。

[請求項7] 前記第２の真空ポンプは、前記第１の真空ポンプより下流に位置し、かつ、容積移送式ポンプからなること　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

[請求項8] 前記容積移送式ポンプは、そのポンプ内を加熱するためのヒータと、そのポンプ内の温度を測定する温度センサと、前記温度センサでの測定値を用いて前記ヒータの加熱温度を制御する温度制御回路とを備え

ること　を特徴とする請求項７に記載の排気システム。

[請求項9]　前記容積移送式ポンプは、インバータ回路を備え、前記インバータ回路によって回転速度の変更が可能であること　を特徴とする請求項７に記載の排気システム。

[請求項10]　前記容積移送式ポンプは、通常運転時の回転速度よりも低い回転速度での運転を可能とする低速運転機能を備えていること　を特徴とする請求項７または請求項９に記載の排気システム。

[請求項11]　前記第１の真空ポンプまたは前記第２の真空ポンプのうち、少なくとも、いずれか一方の真空ポンプの制御回路を筐体に収容し、その筐体を、少なくとも、いずれか一方の前記真空ポンプに連結して一体化した構造になっていること　を特徴とする請求項２に記載の排気システム。

[請求項12]　前記第１の真空ポンプまたは前記第２の真空ポンプと前記制御回路の前記筐体との連結部に、断熱手段が設けられていること　を特徴とする請求項１１に記載の排気システム。

[請求項13]　前記第２の真空ポンプの下流に、第３の真空ポンプを配置し接続したこと　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

[請求項14]　前記第２の真空ポンプの内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より上の固相領域に含まれる環境となるように設定したこと　を特徴とする請求項１に記載の排気システム。

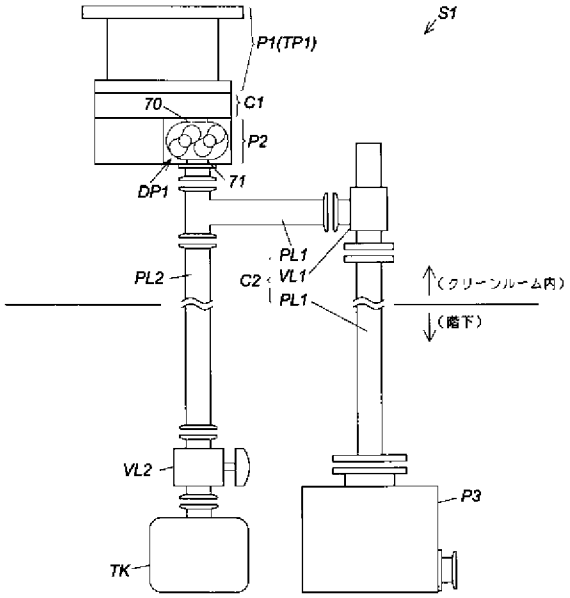
[請求項15]　前記第２の真空ポンプと前記第３の真空ポンプとを接続する第２の接続部の内部の環境が、その内部を流れる前記凝縮性ガスの前記蒸気圧曲線より上の固相領域に含まれる環境となるように設定したこと　を特徴とする請求項１３に記載の排気システム。

[請求項16]　前記第２の真空ポンプと前記第３の真空ポンプとを接続する前記第２の接続部に、凝縮または凝固したガス成分を捕捉するトラップまたは貯蔵タンクを設けたこと　を特徴とする請求項１５に記載の排気システム。

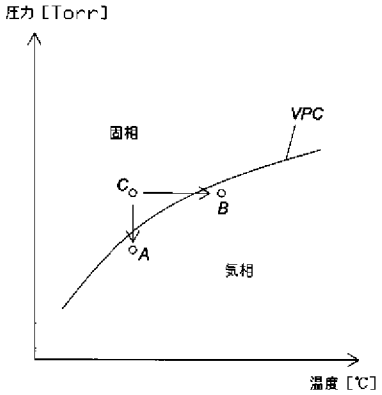
[請求項17] 請求項１から１６に記載の排気システムを構成する真空ポンプ。

[請求項18] 請求項１７に記載の真空ポンプの構成部品。

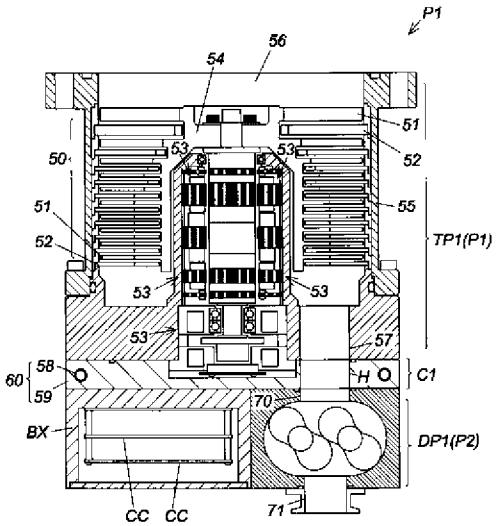
[図1]


S1
P1(TP1)
C1
70
P2
DP1
71
PL1
PL2
C2
VL1
PL1
(クリーンルーム内)
(階下)
VL2
P3
TK

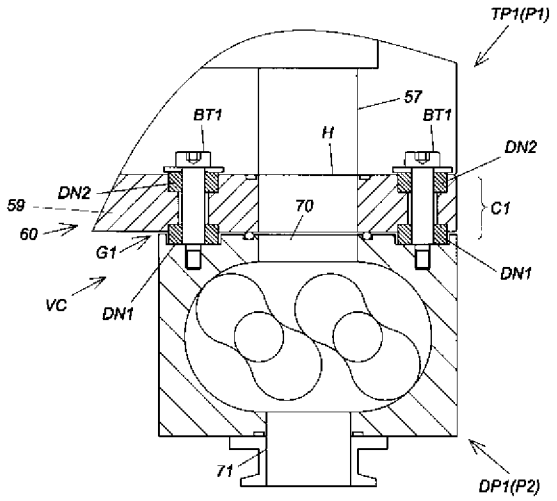
[図2]


圧力 [Torr]
VPC
固相
C0
B
A
気相
温度 [℃]

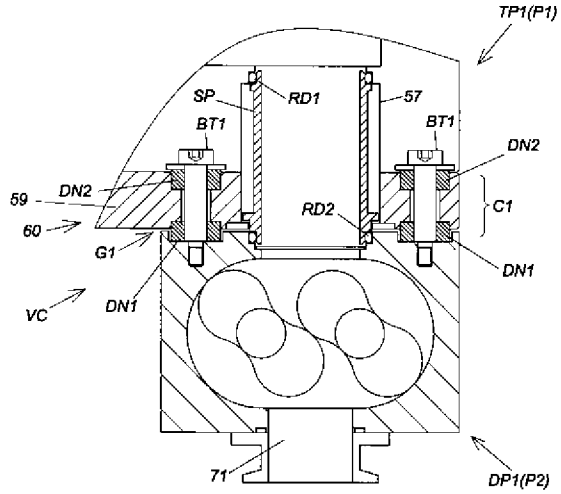
[図3]


P1
56
54
51
53
53
52
50
55
51
52
TP1(P1)
53
53
53
57
60
58
59
H
C1
70
BX
DP1(P2)
CC
CC
71

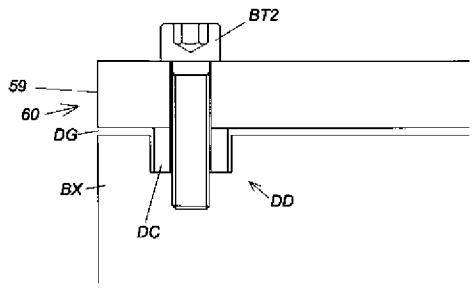
[図4]


TP1(P1)
57
BT1
BT1
H
DN2
DN2
59
70
C1
60
G1
DN1
VC
DN1
71
DP1(P2)

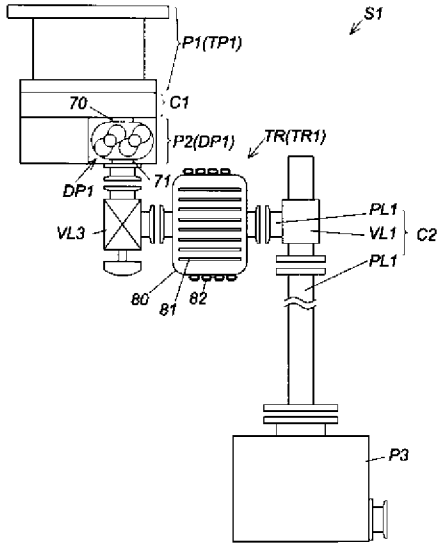
[図5]


TP1(P1)
SP
RD1
57
BT1
BT1
DN2
DN2
59
RD2
C1
60
G1
DN1
VC
DN1
71
DP1(P2)

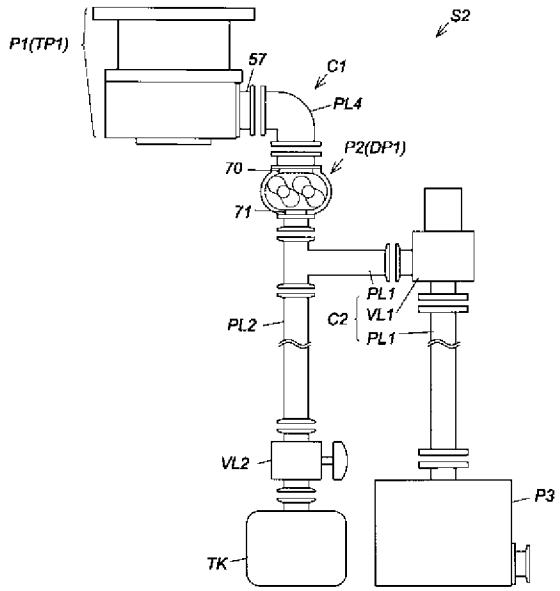
[図6]


BT2
59
60
DG
BX
DD
DC

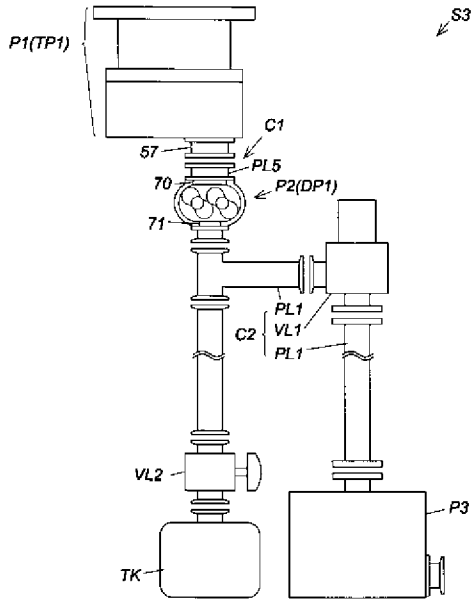
[図7]


S1
P1(TP1)
70
C1
P2(DP1)
TR(TR1)
DP1
71
PL1
VL3
VL1
C2
PL1
80
81
82
P3

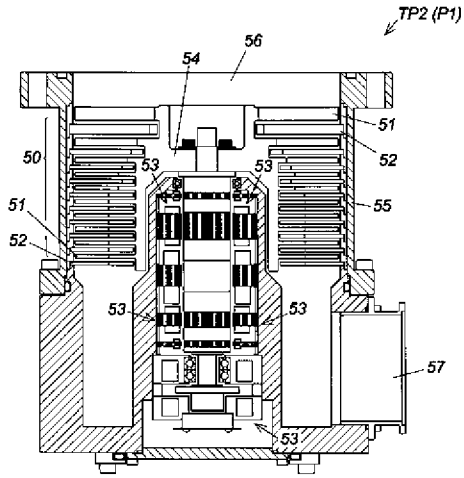
[図8]


S2
P1(TP1)
57
C1
PL4
P2(DP1)
70
71
PL1
C2
VL1
PL1
PL2
VL2
P3
TK

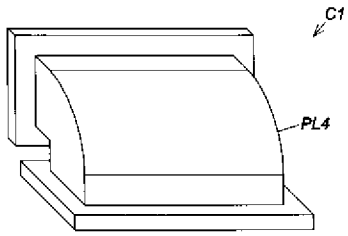
[図9]


P1(TP1)
S3
C1
57
PL5
70
P2(DP1)
71
PL1
C2
VL1
PL1
VL2
P3
TK

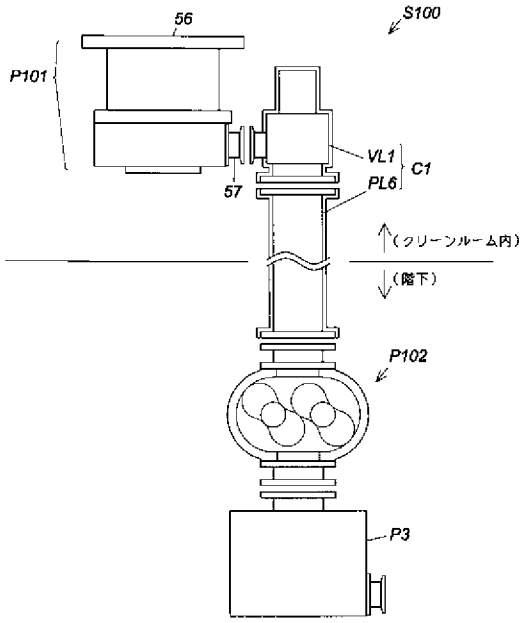
[図10]


TP2 (P1)
56
54
51
50
53
52
55
57

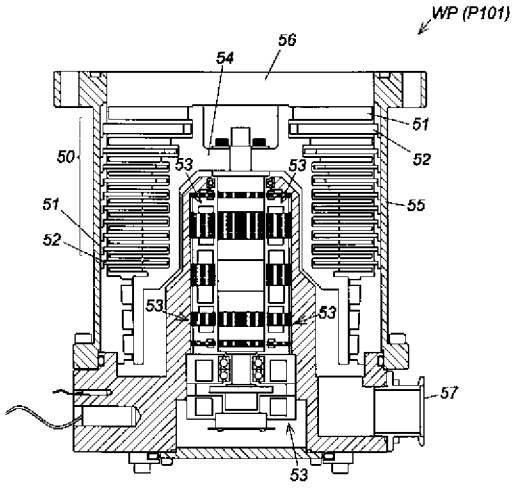
[図11]


C1
PL4

[図12]


56
S100
P101
VL1
C1
57
PL6
(クリーンルーム内)
(階下)
P102
P3

[図13]


WP (P101)
56
54
51
50
53
53
52
55
51
52
53
53
57
53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/069574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F04B37/16(2006.01)i, *F04C25/02*(2006.01)i, *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)
F04B37/16, F04C25/02, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 4-19393 B2 (Hitachi, Ltd.), 30 March 1992 (30.03.1992), page 2, column 3, line 31 to page 3, column 6, line 6; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-18
Y	JP 9-310696 A (Osaka Vacuum Ltd.), 02 December 1997 (02.12.1997), paragraphs [0056] to [0057]; fig. 1 (Family: none)	1-18
Y	JP 63-46717 Y2 (Shimadzu Corp.), 02 December 1988 (02.12.1988), page 2, column 3, line 15 to column 4, line 34; fig. 1 to 2 (Family: none)	3,17-18

☒ 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	Date of mailing of the international search report
05 September 2016 (05.09.16)	20 September 2016 (20.09.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/069574

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 54835/1992(Laid-open No. 12794/1994) (Osaka Vacuum Ltd.), 18 February 1994 (18.02.1994), specification, paragraphs [0012] to [0013], [0022]; fig. 1 (Family: none)	8,17-18
Y	WO 2012/046495 A1 (Edwards Japan Ltd.), 12 April 2012 (12.04.2012), paragraphs [0022] to [0026]; fig. 1, 4 & JP 5952191 B & US 2013/0209272 A1 paragraphs [0080] to [0096]; fig. 1, 4 & EP 2626568 A1 & CN 102985699 A & KR 10-2013-0098852 A	11-12,17-18
Y	JP 2005-120955 A (Ebara Corp.), 12 May 2005 (12.05.2005), paragraphs [0015], [0030]; fig. 1 to 4 & US 2007/0104587 A1 paragraphs [0026] to [0027], [0043]; fig. 1 to 4 & WO 2005/038255 A2 & EP 1673539 A	14-18
Y	JP 9-219172 A (Ebara Corp.), 19 August 1997 (19.08.1997), paragraphs [0010], [0018]; fig. 1 & US 5894131 A column 3, lines 3 to 12; column 4, lines 27 to 41; fig. 1 & EP 791665 A1	16-18
A	JP 7-84871 B2 (Hitachi, Ltd.), 13 September 1995 (13.09.1995), entire text; all drawings & US 4797068 A & EP 256234 A2	1-18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６９５７４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04B37/16(2006.01)i, F04C25/02(2006.01)i, 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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04B37/16, F04C25/02, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
Y	JP 4-19393 B2 (株式会社日立製作所) 1992.03.30, 第2ページ第3欄第31行-第3ページ第6欄第6行, 第2-3図 (ファミリーなし)	1-18
Y	JP 9-310696 A (株式会社大阪真空機器製作所) 1997.12.02, 段落 0056-0057, 図1 (ファミリーなし)	1-18

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．０９．２０１６	２０．０９．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　３Ｏ　９５２３
鈴木　貴雄
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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	JP 63-46717 Y2（株式会社島津製作所）1988.12.02, 第2ページ第3欄第15行-同ページ第4欄第34行,第1-2図 (ファミリーなし)	3,17-18
Y	日本国実用新案登録出願4-54835号 (日本国実用新案登録出願公開6-12794号)の願書に添付した 明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社大阪真空機器製作所）1994.02.18, 明細書段落0012-0013,0022,図1（ファミリーなし）	8,17-18
Y	WO 2012/046495 A1（エドワーズ株式会社）2012.04.12, 段落0022-0026,図1,4 & JP 5952191 B & US 2013/0209272 A1 ,段落0080-0096,Fig.1,4 & EP 2626568 A1 & CN 102985699 A & KR 10-2013-0098852 A	11-12,17-18
Y	JP 2005-120955 A（株式会社荏原製作所）2005.05.12, 段落0015,0030,図1-4 & US 2007/0104587 A1 ,段落0026-0027,0043,FIG.1-4 & WO 2005/038255 A2 & EP 1673539 A	14-18
Y	JP 9-219172 A（株式会社荏原製作所）1997.08.19, 段落0010,0018,図1 & US 5894131 A ,第3欄第3-12行,第4欄第27-41行,FIG.1 & EP 791665 A1	16-18
A	JP 7-84871 B2（株式会社日立製作所）1995.09.13, 全文,全図 & US 4797068 A & EP 256234 A2	1-18