

(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2007-231938

(P2007-231938A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F O 4 B 37/16 (2006.01)</b>	F O 4 B 37/16 D	3 H O 7 6
<b>C 2 3 C 14/02 (2006.01)</b>	C 2 3 C 14/02 Z	3 H 1 3 1
<b>C 2 3 C 14/00 (2006.01)</b>	C 2 3 C 14/00 C	4 K O 2 9
<b>H O 1 L 21/205 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/205	5 F O O 4
<b>H O 1 L 21/3065 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/302 1 O 1 G	5 F O 4 5
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-25914 (P2007-25914)	(71) 出願人	598021579
(22) 出願日	平成19年2月5日(2007.2.5)		B O C エドワーズ株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2006-28981 (P2006-28981)		東京都千代田区有楽町一丁目9番4号 蚕糸会館
(32) 優先日	平成18年2月6日(2006.2.6)	(74) 代理人	100091225
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 仲野 均
		(74) 代理人	100096655
			弁理士 川井 隆
		(72) 発明者	三木 正晴
			千葉県八千代市吉橋1078番地1 B O C エドワーズ株式会社内
		(72) 発明者	吉野 慎一
			千葉県八千代市吉橋1078番地1 B O C エドワーズ株式会社内
		F ターム(参考)	3H076 AA21 AA38 AA39 BB50 CC99
			最終頁に続く

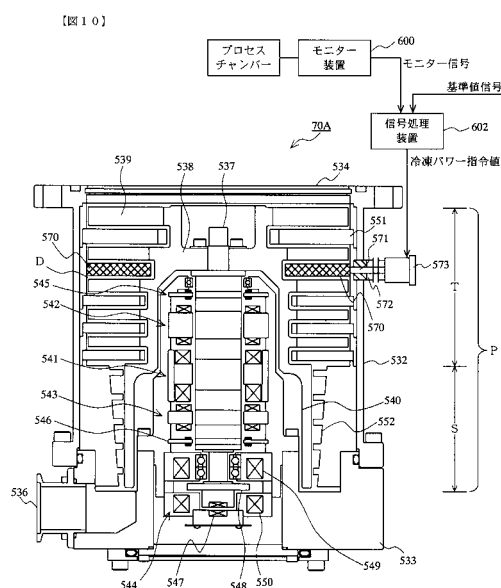
(54) 【発明の名称】 真空装置、真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法、ロードロックチャンバー内の水蒸気分圧の上昇防止方法、および、真空装置用真空ポンプ

## (57) 【要約】

【課題】 クライオパネルの温度をフィードバック制御することで、精密にガス制御を行う真空装置を提供すること。

【解決手段】 プロセスチャンバーの例えば水素ガス分圧信号をモニター装置600からモニター信号として、信号処理装置602に入力し、また、基準値信号もこの信号処理装置に入力する。これらの入力信号を基に、信号処理装置602により、冷凍機573に冷凍パワー指令値出し、クライオパネル570の温度をフィードバック制御する。これにより、真空チャンバー内の水素ガス分圧を制御することが可能になる。

【選択図】 図10



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置において、

前記真空用チャンバーのうちロードロックチャンバー近辺の床面に真空ポンプを固定し、バルブと機械的振動を減衰吸収するダンパとを一体化してなる部材でロードロックチャンバーの排気口と前記真空ポンプの吸気口とを連通し、

前記真空ポンプは、ターボ分子真空ポンプ機能とドライポンプ機能とを一体化してなるものであることを特徴とする真空装置。

10

## 【請求項 2】

ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法において、

液体窒素温度付近のフィルタを通過させた超ドライ窒素を真空用チャンバーに流す工程と、

超ドライ窒素の供給を止め、前記排気装置で前記真空用チャンバー内の超ドライ窒素を排出する工程とを有し、これら工程を少なくとも 2 回以上交互に繰り返すことを特徴とする真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法。

20

## 【請求項 3】

ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法において、

前記排気装置がガスを排気する際、スターリングサイクルのパルス冷凍機を利用した冷却するフィルタを通過させる工程を有することを特徴とする真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法。

## 【請求項 4】

ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法において、

前記真空用チャンバーのうちロードロックチャンバー内に液体窒素温度付近のフィルタを通過させた超ドライ窒素を大気圧以上にして供給する工程と、

前記超ドライ窒素の供給中にウェハーをロードロックチャンバー内に導入して、ロードロックチャンバー内に大気中の水分が浸入するのを防止する工程と、を備えたことを特徴とするロードロックチャンバー内の水蒸気分圧の上昇防止方法。

30

## 【請求項 5】

前記超ドライ窒素を大気圧以上にして供給する工程において、

ウェハー導入口付近の上下に、当該ガス流が層流になるように、当該導入口を囲むようにスリット状または多数の穴のガス導入口を設けたことを特徴とする請求項 4 記載のロードロックチャンバー内の水蒸気分圧の上昇防止方法。

40

## 【請求項 6】

ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置において、

前記排気装置はターボ分子真空ポンプからなり、前記ターボ分子真空ポンプの翼の中間部分に翼を設けない空間を形成し、当該空間にクライオパネルを配置し、且つ、異方性熱伝導体をポンプケーシングに対して熱絶縁した状態で前記ポンプケーシングの内外に延長

50

し、前記ポンプケーシング内側の異方性熱伝導体を前記クライオパネルに接続し、前記ポンプケーシング外側の前記異方性熱伝導体を冷却してなることを特徴とする真空装置用真空ポンプ。

【請求項 7】

前記クライオパネルが、

当該クライオパネルの温度を一定温度に設定できる温度設定手段と、

前記温度設定手段により設定された温度を外部信号によるフィードバック制御するフィードバック制御手段とを備えたことを特徴とする請求項 6 記載の真空装置用真空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、真空装置、真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法、真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法、及び、真空装置用真空ポンプに関し、特に初期投資を少なくでき、且つ、ランニングコストを少なくできる真空装置、真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法、真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法、および、運転中の高温プラズマからの輻射熱の影響を避けるとともに、水蒸気分圧を所定以下に低下させ、且つ真空チャンバー内のガス分圧比を制御することができる真空装置用真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

この種の真空装置は、半導体や液晶ディスプレイの製造分野等多くの産業分野で用いられている。特に、半導体や液晶ディスプレイ製造分野では、真空装置の真空チャンバー内を減圧雰囲気下に維持し、減圧雰囲気下で成膜、エッチングやアッシングなど行われている。このような真空装置は、例えば、複数の真空用チャンバーと、ガス供給装置と、排気装置とから構成されているものが一般的である。ここで、前記真空用チャンバーは、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる真空容器であり、前記ガス供給装置は、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できる装置である。また、前記排気装置は、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気に保つ装置である。

20

前記真空装置において、前記排気装置は真空ポンプから構成されており、この真空ポンプにより、プロセスや計測等を行うための真空チャンバーの内部を減圧状態に保つようになっている。

30

【0003】

図 12 は、従来の真空装置の一例を示した構成図である。この図 12 において、従来の真空装置は、複数の真空用チャンバーと、ガス供給装置と、排気装置とが以下のように配置されている。すなわち、真空用チャンバーは、図 12 に示すように、ロードロックチャンバー (LL) 111、トランスファーチャンバー (TM) 112 およびプロセスチャンバー (PC) 113 が接続された状態で配置されている。

プロセスチャンバー 113 は、図 12 では、1 機しか表示していないが、実際には、3 機程度配置されている。また、ガス供給装置は、図示されていない。排気装置は、ロードロックチャンバー 111、トランスファーチャンバー 112 およびプロセスチャンバー 113 毎に個々に配置されている。

40

例えば、ロードロックチャンバー 111 の排気口は、配管 121 を介して排気装置の 1 種であるメカニカルブースタポンプ (MB) 131、131 の吸気口に連通されている。さらに、メカニカルブースタポンプ 131、131 の排気口は、排気装置の 1 種であるドライポンプ (DP) 141 に連通されている。これらメカニカルブースタポンプ 131、131 およびドライポンプ 141 は、ロードロックチャンバー 111 が設置されている床面の 1 階下の床面に設置されており、ロードロックチャンバー 111 の排気口とメカニカルブースタポンプ 131、131 の吸気口との間を配管 121 で連通するような構造となっている。

【0004】

また、トランスファーチャンバー 112 の排気口は、配管 122 を介してメカニカルブ

50

ースタポンプ 1 3 2 の吸気口に連通されている。メカニカルブースタポンプ 1 3 2 の排気口は、排気装置の 1 種であるドライポンプ 1 4 2 に連通されている。なお、これらメカニカルブースタポンプ 1 3 2 およびドライポンプ 1 4 2 も、前述同様の階下に設置された構造になっている。

プロセスチャンバー 1 1 3 の複数の排気口には、ターボ分子真空ポンプ 1 5 3 a、1 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 1 5 3 b、1 5 3 b ... の吸気口が連通されている。ターボ分子真空ポンプ 1 5 3 a の各排気口は共通にされて、配管 1 2 3 a を介してメカニカルブースタポンプ 1 3 3 a の吸気口に連通されている。ターボ分子真空ポンプ 1 5 3 b の各排気口は共通にされて配管 1 2 3 b を介してメカニカルブースタポンプ 1 3 3 b の吸気口に連通されている。メカニカルブースタポンプ 1 3 3 a の排気口は、ドライポンプ 1 4 3 a の吸気口に連通されている。一方、メカニカルブースタポンプ 1 3 3 b の排気口は、ドライポンプ 1 4 3 b の吸気口に連通されている。

10

#### 【0005】

ここで、ターボ分子真空ポンプ 1 5 3 a およびターボ分子真空ポンプ 1 5 3 b は、プロセスチャンバー 1 1 3 と同一建物の同一階に配置されているが、メカニカルブースタポンプ 1 3 3 a、1 3 3 b およびドライポンプ 1 4 3 a、1 4 3 b は、階下の床面に設置されている。従って、上記各配管 1 2 1、1 2 2、1 2 3 a または 1 2 3 b は、例えば真空チャンバーのある部分からメカニカルブースタポンプ 1 3 1、1 3 2、1 3 3 a または 1 3 3 b やドライポンプ 1 4 1、1 4 2、1 4 3 a または 1 4 3 b までの長さが 20 [m] 位を必要とし、且つ、配管径は 100 A を必要としていた。

20

#### 【0006】

上記真空装置によれば、排気装置としてのポンプをチャンバー毎に設ける必要であって、初期投資とランニングコスト等の維持費がかかるという問題があった。

このような問題に対して、真空ポンプの設置台数を減らした装置が提供された（下記、特許文献 1）。

この特許文献 1 に開示された真空装置によれば、ガス導入口と排気口を備える複数の真空容器と、該ガス導入口から該真空容器内に所望のガスを導入するためのガス供給システムと、該真空容器内を減圧に保つための排気システムを備える真空装置において、該排気システムは、初段真空ポンプ、中段真空ポンプおよび終段真空ポンプとが直列に接続されており、終段真空ポンプの排気口圧力は略大気圧であり、該終段真空ポンプ或いはさらに必要により中段の真空ポンプが 1 台あたり複数の前段真空ポンプからのガスを排気するように構成されたものである。

30

しかしながら、この特許文献 1 に記載の真空装置によれば、初段真空ポンプ、中段真空ポンプ、さらに終段真空ポンプを必要とし、ポンプ台数の減少をある程度果たしたものの、さらにポンプ台数を減少させるという課題を解決してはいなかった。

#### 【0007】

図 1 3 は、従来の真空装置としての他の例として成膜装置を示す構成図である。この図 1 3 において、従来の真空装置は、複数の真空用チャンバーと、ガス供給装置と、排気装置とが以下のように配置されている。すなわち、真空チャンバーは、プロセスチャンバー（PC）1 1 4、トランスファーチャンバー（TM）1 1 5、ロードロックチャンバー（LL）1 1 6 およびアニールチャンバー（AC）1 1 7 が繋がった状態で配置されている。この図 1 3 では、ガス供給装置は図示されていない。また、排気装置は、図 1 3 に示すように、プロセスチャンバー 1 1 4、トランスファーチャンバー 1 1 5、ロードロックチャンバー 1 1 6 およびアニールチャンバー 1 1 7 毎に個々に配置されている。

40

#### 【0008】

例えば、プロセスチャンバー 1 1 4 の排気口には、クライオパネル 1 6 4 を介してターボ分子真空ポンプ 1 5 4 の吸気口が連通されており、ターボ分子真空ポンプ 1 5 4 の排気口は、配管 1 2 4 を介してドライポンプ 1 4 4 の吸気口に連通されている。また、トランスファーチャンバー 1 1 5 の排気口には、クライオパネル 1 6 5 を介してターボ分子真空ポンプ 1 5 5 の吸気口が連通されており、ターボ分子真空ポンプ 1 5 5 の排気口は、配管

50

1 2 5 を介してドライポンプ 1 4 5 の吸気口に連通されている。また、ロードロックチャンバー 1 1 6 の排気口には、ターボ分子真空ポンプ 1 5 6 の吸気口が連通されている。ターボ分子真空ポンプ 1 5 6 の排気口は、配管 1 2 6 を介してドライポンプ 1 4 6 に連通されている。

アニールチャンバー 1 1 7 の排気口には、クライオポンプ 1 6 7 の吸気口が連通されている。クライオポンプ 1 6 7 の排気口は、クライオポンプの再生用として配管 1 2 7 を介してドライポンプ 1 4 7 に連通されている。

なお、ドライポンプ 1 4 4、1 4 5、1 4 6 および 1 4 7 は、ロードロックチャンバー 1 1 6 が設置されている床面の一階下の床面に設置されている。

【特許文献 1】特許第 3 5 6 4 0 6 9 号

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 9】

( 1 ) 上記図 1 2 および図 1 3 に示す従来の真空装置によれば、すべての真空チャンバー（プロセスチャンバー、トランスファーチャンバーおよびロードロックチャンバー）に個別に、メカニカルブースタポンプとドライポンプが必要となり、初期投資費およびランニングコスト等の維持費（消費電力等）が大となる欠点がある。

一方、特許文献 1 記載の真空装置によれば、初段真空ポンプ、次段真空ポンプおよび終段真空ポンプを直列接続し、且つ、複数の初段真空ポンプのうちの数台分の排気を中段真空ポンプが吸引し、そして、複数台の中段真空ポンプの排気を 1 台の終段真空ポンプで吸引するという構成であって、真空ポンプの数は図 1 2 および図 1 3 に示す真空装置よりは少なくなるものの、複数台の次段真空ポンプが必要となる。この点で、やはり、一定の初期投資費およびランニングコスト等の維持費（消費電力等）がかかるという欠点がある。

20

また、図 1 3 に示す従来の真空装置にあっては、通常、真空チャンバーに直結されたターボ分子真空ポンプから階下のドライポンプまでの距離が長く、その間の配管にかかる費用と真空排気ロスが大であるという欠点があった。

( 2 ) 図 1 3 に示す従来の真空装置にあっては、ロードロックチャンバー 1 1 6 の内部の全圧をできるだけ早く所定の圧力（例えば  $10 \text{ [Pa]}$ ）にするため、ターボ分子ポンプをロードロックチャンバー 1 1 6 に直結し、且つ、ターボ分子ポンプの排気口を配管を介して階下に配置したドライポンプに連通し、ターボ分子ポンプの排気をドライポンプで吸引するという構成にしているため、やはり、その初期投資費が大きくなるという欠点があった。

30

【0 0 1 0】

( 3 ) 図 1 3 に示す従来の真空装置によれば、プロセスチャンバー 1 1 4 の内部の水蒸気の分圧を所定の圧力（例えば  $10 \text{ [Pa]}$ ）にできるだけ早く到達させて、プロセス中もその分圧を維持させるために、水蒸気排気用のクライオパネル 1 6 4 をプロセスチャンバー 1 1 4 とターボ分子真空ポンプ 1 5 4 との間に挿入配置した構成をとっている。しかし、実際は、プロセスチャンバー 1 1 4 の内部の表面からの水蒸気発生速度  $Q \text{ [Pa} \cdot \text{L/s]}$  とクライオパネル 1 6 4 の水蒸気排気速度  $S \text{ [L/s]}$  とがバランスして、圧力  $P = Q / S \text{ (} 10 \text{ [Pa])}$  になっているだけで、プロセスチャンバー 1 1 4 内の水蒸気発生速度はほとんど減少していないという不都合があった。

40

( 4 ) 図 1 3 に示す従来の真空装置によれば、ロードロックチャンバー 1 1 6 の内部の圧力をできるだけ早く所定の圧力（例えば  $10 \text{ [Pa]}$ ）にするため、ロードロックチャンバー 1 1 6 の排気口にターボ分子真空ポンプ 1 5 6 を配置し、ターボ分子真空ポンプ 1 5 6 の排気口を配管 1 2 6 を介してドライポンプ 1 4 6 の吸気口に連通したシステム構成をとっている。しかし、実際は、ロードロックチャンバー 1 1 6 の内部の表面とウエハー表面からの脱ガス発生速度  $Q \text{ [Pa} \cdot \text{L/s]}$  とターボ分子真空ポンプ 1 4 6 の排気速度  $S \text{ (L/s)}$  とがバランスして、圧力  $P = Q / S \text{ (} 10 \text{ [Pa])}$  になっているだけで、チャンバー内の脱ガス発生速度はほとんど減少していないという不都合があった。

( 5 ) また、図 1 3 に示す従来の真空装置によれば、プロセス中は、高温プラズマから

50

の輻射熱のために、クライオパネルの水蒸気排気速度は大きく低下するため、実質上、水蒸気の排気速度はターボ分子真空ポンプで決まっていることになり、そのため、プロセス中の水蒸気の分圧は所定の圧力(10 [Pa])より大幅に大きくなっているという不都合があった。

(6) また、図13に示す従来の真空装置によれば、プロセス中のチャンバー内のガス分圧は、ターボ分子真空ポンプの各ガスに対する性能に依存し、各ターボ分子真空ポンプのその性能のバラツキによりコンダクタンスバルブ等でチャンバー内の全圧を制御しても、各ガス分圧は調整できないとの不都合があった。

#### 【0011】

そこで、本発明は、上述した従来技術の欠点を解消し、真空ポンプの設置の仕方を工夫して真空ポンプ設置に要する初期投資を小さくできる真空装置を提供することを第1の目的とする。 10

また、本発明は、プロセスチャンバー内の水蒸気発生速度を減少させることができる真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法を提供することを第2の目的とする。

さらに、本発明は、チャンバー内の脱ガス発生速度を抑えることができる真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法を提供することを第3の目的とする。

加えて、本発明は、プロセス中の水蒸気分圧を所定の圧力以下に保ち、かつチャンバー内のガス分圧も制御可能とする真空装置用真空ポンプを提供することを第4の目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

20

#### 【0012】

請求項1記載の発明は、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置において、前記真空用チャンバーのうちロードロックチャンバー近辺の床面に真空ポンプを固定し、バルブと機械的振動を減衰吸収するダンパとを一体化してなる部材でロードロックチャンバーの排気口と前記真空ポンプの吸気口とを連通し、前記真空ポンプは、ターボ分子真空ポンプ機能とドライポンプ機能とを一体化してなるものであることにより、前記第1の目的を達成する。

前記この真空ポンプ(ターボ分子ポンプとドライポンプが一体化した例)は、例えば、特開平2006-342791号(図1)に示すものを利用することで実現可能である。 30

請求項2記載の発明では、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法において、液体窒素温度付近のフィルタを通過させた超ドライ窒素を真空用チャンバーに流す工程と、超ドライ窒素の供給を止め、前記排気装置で前記真空用チャンバー内の超ドライ窒素を排出する工程とを有し、これら工程を少なくとも2回以上交互に繰り返すことにより、前記第2の目的を達成する。

#### 【0013】

請求項3記載の発明では、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法において、前記排気装置がガスを排気する際、スターリングサイクルのパルス冷凍機を利用した冷却するフィルタを通過させる工程を有することにより、前記第2の目的を達成する。 40

請求項4記載の発明では、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気を保つ排気装置とを備えた真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法において、前記真空用チャンバーのうちロードロックチャンバー内に液体窒素温度付近のフィルタを通過させた超ドライ窒素を大気 50

圧以上にして供給する工程と、前記超ドライ窒素の供給中にウェハーをロードロックチャンバー内に導入して、ロードロックチャンバー内に大気中の水分が浸入するのを防止する工程と、を備えたことにより、前記第3の目的を達成する。

【0014】

請求項5記載の発明では、請求項4記載の発明において、前記超ドライ窒素を大気圧以上にして供給する工程において、

ウェハー導入口付近の上下に、当該ガス流が層流になるように、当該導入口を囲むようにスリット状または多数の穴のガス導入口を設けたことにより、前記第3の目的を達成する。

請求項6記載の発明では、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気に保つ排気装置とを備えた真空装置において、前記排気装置はターボ分子真空ポンプからなり、前記ターボ分子真空ポンプの翼の中間部分に翼を設けない空間を形成し、当該空間にクライオパネルを配置し、且つ、異方性熱伝導体をポンプケーシングに対して熱絶縁した状態で前記ポンプケーシングの内外に延長し、前記ポンプケーシング内側の異方性熱伝導体を前記クライオパネルに接続し、前記ポンプケーシング外側の前記異方性熱伝導体を冷却してなることにより、前記第4の目的を達成する。

【0015】

請求項7記載の発明では、請求項6記載の発明において、前記クライオパネルが、当該クライオパネルの温度を一定温度に設定できる温度設定手段と、前記温度設定手段により設定された温度を外部信号によるフィードバック制御するフィードバック制御手段とを備えたことをにより、前記第4の目的を達成する。

【発明の効果】

【0016】

請求項1から請求項5記載の発明によれば、ロードロックチャンバー内を液体窒素温度付近のフィルタを通過させた超乾燥窒素ガスで大気圧以上にしながら、ウェハーを交換することで、ロードロックチャンバー内への大気の水蒸気成分の侵入を極力防ぎ、その後、その圧力から、ターボ分子真空ポンプとドライポンプが一体になった真空ポンプで排気することにより、一時的に真空ポンプのターボ分子真空ポンプの回転速度は低下するものの、急速に、ロードロックチャンバー内の圧力を下げることができる。

【0017】

請求項6記載の発明によれば、前記クライオパネルより上部のターボ分子真空ポンプの翼が輻射熱を反射し、クライオパネルに輻射熱が伝達しにくくなり、一方クライオパネルを冷却する冷凍機とクライオパネルを連結する異方性熱伝導体は、ケーシングとの熱伝導率が悪いので、ケーシングからの熱流入が防止され、結果として前記クライオパネルは冷凍機で十分に冷却されることにより、プロセス中も高温プラズマからの輻射熱の影響をさけ、ほぼ所定通りの水蒸気排気速度が維持でき、プロセス中の水蒸気の分圧を10 [Pa]あるいはそれ以下に維持することができる利点がある。

請求項7記載の発明では、クライオパネルの温度を制御することにより、分子量の小さいガス（水素やヘリウム等）と分子量の比較的大きい（窒素、酸素、アルゴン等）との性能比を制御することにより、チャンバー内のガス分圧比もコントロール可能となる利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図1ないし図を参照して詳細に説明する。なお、第1の実施の形態から第3の実施の形態は、排気装置である真空ポンプの台数を減らすとともに配管径を細くすることを可能とし、初期投資とランニングコスト等の維持費を少なくできる構成を提供するものである。

【0019】

10

20

30

40

50

## &lt; 第 1 の実施の形態 &gt;

図 1 および図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかる真空装置を示した図である。ここに、図 1 は本発明の第 1 の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

この図 1 において、本発明の第 1 の実施の形態にかかる真空装置は、ガス導入口と排気口とを有し外気遮断と雰囲気保持できる複数の真空用チャンバーと、前記各真空用チャンバーに所望のガスを導入できるガス供給装置と、前記真空用チャンバー内のガスを排気して所定の雰囲気に保つ排気装置とを備えた構造を有している。すなわち、前記真空用チャンバーは、図 1 に示すように、ロードロックチャンバー（第 1 の実施の形態では省略）と、トランスファーチャンバー 1 2 と、プロセスチャンバー 1 3 とが接続された状態で配置されている。プロセスチャンバー 1 3 は、図 1 では、一台のみ表示しているが、実際には、少なくとも 3 台程度配置されている。また、この図では、ガス供給装置は図示していない。

10

## 【 0 0 2 0 】

前記排気装置は、図 1 に示すように、トランスファーチャンバー 1 2 およびプロセスチャンバー 1 3 毎に個々に配置されている。

ここで、トランスファーチャンバー 1 2 の排気口 1 2 a には、初段真空ポンプとしてのメカニカルブースタポンプ 3 2 が振動を吸収する部材を介して直接取り付けられている。このメカニカルブースタポンプ 3 2 は、 $200 \sim 300$  [m<sup>3</sup>/H] の吸引能力のあるものを採用している。

また、前記プロセスチャンバー 1 3 の複数の排気口 1 3 a には、初段真空ポンプとしてのターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の吸気口が連通されている。これらターボ分子真空ポンプ 5 3 a ~ 5 3 b は、図 1 では、プロセスチャンバー 1 3 から吊り下げられた構造で表示されている。

20

## 【 0 0 2 1 】

初段真空ポンプとしてのターボ分子真空ポンプ 5 3 a の排気口は配管 2 3 a を介して次段真空ポンプ 3 1 の吸気口に連通されている。

同様に、初段真空ポンプとしてのターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の各排気口は共通にされて配管 2 3 b を介して次段真空ポンプ 3 1 の吸気口に連通されている。また、メカニカルブースタポンプ 3 2 の排気口とターボ分子真空ポンプ 5 3 a の排気口とは、配管 2 2 で共通にされ配管 2 2 を介して次段真空ポンプ 3 1 の吸気口に連通されている。

30

この次段真空ポンプ 3 1 の排気口は、配管 2 1 を介して終段真空ポンプとしてのドライポンプ 4 1 の吸気口に連通されている。

従って、前記排気装置としては、要するに、前記各真空用チャンバーの排気口にそれぞれ接続された初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2，ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ...）と、前記初段真空ポンプの排気を吸引する次段真空ポンプ 3 1 と、前記次段真空ポンプ 3 1 の排気を吸引する少なくとも 1 台の終段真空ポンプ（ドライポンプ 4 1）とを備えた構成を有している。

## 【 0 0 2 2 】

図 2 は本発明の第 1 の実施の形態にかかる真空装置に使用される真空ポンプを示す側面図である。

40

この図 2 において、前記次段真空ポンプ 3 1 は、真空ポンプとしてのメカニカルブースタポンプ 3 1 1 と、このメカニカルブースタポンプ 3 1 1 の吸引口に設けられ機械的振動を減衰吸収するダンパ 3 1 2 と、このダンパ 3 1 2 の吸引口側とは反対側に設けられ前記初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2、ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ...）の排気口に連通する配管 2 2、2 3 a、2 3 b の末端を接続できるマルチポート 3 1 3 とを備えたものである。

機械的振動を吸収するダンパ 3 1 2 を介してマルチポート 3 1 3 に接続されている。またダンパ 3 1 2 とマルチポート 3 1 3 の位置関係が逆でもその機能は同等である。

## 【 0 0 2 3 】

50



マルチポート 3 1 3 は、配管の末端を連結するための複数の連通孔 3 1 3 a , ... が設けられている。各連通孔 3 1 3 a , ... はダンパ 3 1 2 内の空間に連通しており、配管を接続しないときには止め栓等で閉じられている。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の第 1 の実施形態に係る真空ポンプの接続構造の作用について説明する。

まず、初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2、ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... ）と、次段真空ポンプ 3 1 と、終段真空ポンプ（ドライポンプ 4 1）を運転する。

初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプ 3 2、ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... からの排気は、配管 2 2、2 3 a、2 3 b を介して次段真空ポンプ 3 1 に吸い込まれる。配管 2 2、2 3 a、2 3 b における圧力は、例えば最大 2 0 0 [ P a ] 程度となる。 10

次段真空ポンプ 3 1 で吸い込まれた排気は、配管 2 1 を介してドライポンプ 4 1 に吸引される。このとき、配管 2 1 における圧力は、3 0 0 0 [ P a ] 程度になる。

ドライポンプ 4 1 からの排気は、排気処理施設（図示せず）に送られる。

ここで、次段真空ポンプ 3 1 が発生する振動は、ダンパ 3 1 2 に伝わるが、このダンパ 3 1 2 により減衰吸収される。

【 0 0 2 5 】

このような真空装置によれば、次のような利点がある。

（ 1 ）次段真空ポンプ 3 1 を 1 台設置するだけでよいので、初期投資とランニングコスト等の維持費を小さくすることができる。 20

（ 2 ）初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2、ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... ）を結ぶ配管の内径を、従来より細くすることができる。

（ 3 ）真空チャンバーの設置されている階の下の階に設置されているドライポンプ 4 1 までの配管 2 1 の内径を、従来 1 0 0 A だったものを細くすることができる。

【 0 0 2 6 】

< 第 2 の実施の形態 >

図 3 および図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる真空装置を示した図である。ここで、図 3 は本発明の第 2 の実施の形態にかかる真空装置全体を示す構成図である。この図 3 において、本発明の第 1 の実施の形態にかかる真空装置と同一構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。 30

【 0 0 2 7 】

第 2 の実施の形態が第 1 の実施の形態と相違するところは、排気装置の接続配置構成にある。すなわち、排気装置は、図 3 に示すように、複数の第 1 の真空用チャンバーであるプロセスチャンバー 1 3 の排気口にそれぞれ接続された第 1 の初段真空ポンプであるターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... と、第 2 の真空用チャンバーであるトランスファーチャンバー 1 2 の排気口に接続された第 2 の初段真空ポンプとしてのメカニカルブースタポンプ 3 2 A と、前記第 1 の初段真空ポンプであるターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の排気を吸引する少なくとも 1 台の終段真空ポンプであるドライポンプ 4 1 とを備えている。そして、前記第 1 の初段真空ポンプ 5 3 a ~ 5 3 b の少なくとも一は、前記第 2 の初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプ 3 2 A の排気を所定の圧力（ 2 0 0 [ P a ] ）で吸引可能とする中間ポート 5 3 1 を設けたターボ分子真空ポンプ 7 0 から構成したものである。 40

【 0 0 2 8 】

第 1 の初段真空ポンプであるターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... の排気口と、ターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の排気口と、中間ポート付きターボ分子真空ポンプ 7 0 の排気口とは、配管 2 4 により共通にされて、配管 2 5 を介して階下の床面に設置されたドライポンプ 4 1 の吸気口に連通されている。また、第 2 の初段真空ポンプとしてのメカニカルブースタポンプ 3 2 A の排気口は、配管 2 6 を介してターボ分子真空ポンプ 7 0 の中間ポート 50

5 3 1 に連通されている。

【 0 0 2 9 】

図 4 は本発明の第 2 の実施の形態にかかる真空装置に使用される真空ポンプを示した断面図である。

本実施形態に係るターボ分子真空ポンプ 7 0 は、ターボ分子ポンプ部 T と、ねじ溝ポンプ部 S、再生ポンプ部 R とを備えている。

ターボ分子真空ポンプ 7 0 のポンプ部 P の外装体を形成するケーシング 5 3 2 は、略円筒状の形状をしており、ケーシング 5 3 2 の下部（排気口 5 3 6 側）に設けられたベース 5 3 3 と共にポンプ部 P の筐体を構成している。そして、この筐体の内部には、ターボ分子真空ポンプ 7 0 に排気機能を発揮させる構造物、すなわち、気体移送機構が収納されて

10

いる。この気体移送機構は、大きく分けて回転自在に軸支された回転部と筐体に対して固定された固定部から構成されている。

ケーシング 5 3 2 の端部には、ターボ分子真空ポンプ 7 0 のポンプ部 P へ気体を導入するための吸気口 5 3 4 が形成されている。また、ケーシング 5 3 2 の吸気口 5 3 4 側の端面には、外周側へ張り出したフランジ部 5 3 5 が形成されている。

また、ベース 5 3 3 には、ターボ分子真空ポンプ 7 0 から気体を排気するための排気口 5 3 6 が形成されている。

【 0 0 3 0 】

回転部は、回転軸であるシャフト 5 3 7、このシャフト 5 3 7 に配設されたロータ 5 3 8、ロータ 5 3 8 に設けられた回転翼 5 3 9、排気口 5 3 6 側（ねじ溝ポンプ部 S）に設けられた円筒部材 5 4 0 などから構成されている。

20

回転翼 5 3 9 は、シャフト 5 3 7 の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜してシャフト 5 3 7 から放射状に伸びたブレードからなる。

また、円筒部材 5 4 0 は、ロータ 5 3 8 の回転軸線と同心の円筒形状をした部材からなる。

シャフト 5 3 7 の軸線方向中程には、シャフト 5 3 7 を高速回転させるためのモータ部 5 4 1 が設けられている。本実施の形態では、一例として、モータ部 5 4 1 は以下のように構成された DC ブラシレスモータであるとする。

モータ部 5 4 1 では、シャフト 5 3 7 の周囲に永久磁石が固着してある。この永久磁石は、例えばシャフト 5 3 7 の周りに N 極と S 極が 1 8 0 ° ごとに配置されるように固定されている。この永久磁石の周囲には、シャフト 5 3 7 から所定のクリアランスを経て、例えば 6 個の電磁石が 6 0 ° ごとにシャフト 5 3 7 の軸線に対して対称的に対向するように配置されている。

30

【 0 0 3 1 】

また、ターボ分子真空ポンプ 7 0 には、回転数センサが取り付けられている。制御装置（図示せず）は、この回転数センサの検出信号によりシャフト 5 3 7 の回転数を検出することができるようになっている。

さらに、ターボ分子ポンプ 7 0 には、例えば、モータ部 5 4 1 の近傍に、シャフト 5 3 7 の回転の位相を検出する位相センサが取り付けられている。制御装置は、この位相センサと回転数センサの検出信号を共に用いて永久磁石の位置を検出できるようになっている。

40

制御装置は、検出した磁極の位置に従って、シャフト 5 3 7 の回転が持続するように電磁石の電流を次々に切り替える。すなわち、制御装置は、6 個の電磁石の励磁電流を切り替えることによりシャフト 5 3 7 に固定された永久磁石の周りに回転磁界を生成し、永久磁石をこの回転磁界に追従させることによりシャフト 5 3 7 を回転させる。

シャフト 5 3 7 のモータ部 5 4 1 に対して吸気口 5 3 4 側、および排気口 5 3 6 側には、シャフト 5 3 7 をラジアル方向（径方向）に軸支するための磁気軸受部 5 4 2、5 4 3、シャフト 5 3 7 の下端には、シャフト 5 3 7 を軸線方向（アキシャル方向）に軸支するための磁気軸受部 5 4 4 が設けられている。

これらの磁気軸受部 5 4 2 ~ 5 4 4 は、いわゆる 5 軸制御型の磁気軸受を構成している

50

。

## 【 0 0 3 2 】

シャフト 5 3 7 は、磁気軸受部 5 4 2、5 4 3 によってラジアル方向（シャフト 5 3 7 の径方向）に非接触で支持され、磁気軸受部 5 4 4 によってスラスト方向（シャフト 5 3 7 の軸方向）に非接触で支持されている。

また、磁気軸受部 5 4 2 ~ 5 4 4 の近傍には、それぞれシャフト 5 3 7 の変位を検出する変位センサ 5 4 5 ~ 5 4 7 が設けられている。

磁気軸受部 5 4 2 では、4 個の電磁石がシャフト 5 3 7 の周囲に、90° ごとに対向するように配置されている。シャフト 5 3 7 は、高透磁率材（鉄など）などにより形成され、これらの電磁石の磁力により吸引されるようになっている。

変位センサ 5 4 5 は、シャフト 5 3 7 のラジアル方向の変位を所定の時間間隔でサンプリングして検出する。そして制御装置は、変位センサ 5 4 5 からの変位信号によってシャフト 5 3 7 がラジアル方向に所定の位置から変位したことを検出すると、各電磁石の磁力を調節してシャフト 5 3 7 を所定の位置に戻すように動作する。この電磁石の磁力の調節は、各電磁石の励磁電流をフィードバック制御することにより行われる。

制御装置は、変位センサ 5 4 5 の信号に基づいて磁気軸受部 5 4 2 をフィードバック制御し、これによってシャフト 5 3 7 は、磁気軸受部 5 4 2 において電磁石から所定のクリアランスを隔ててラジアル方向に磁気浮上し、空間中に非接触で保持される。

磁気軸受部 5 4 3 の構成と作用は、磁気軸受部 5 4 2 と同様である。制御装置は、変位センサ 5 4 6 の信号に基づいて磁気軸受部 5 4 3 をフィードバック制御し、これによってシャフト 5 3 7 は、磁気軸受部 5 4 3 でラジアル方向に磁気浮上し、空間中に非接触で保持される。

## 【 0 0 3 3 】

このように、シャフト 5 3 7 は、磁気軸受部 5 4 2、5 4 3 の作用により、ラジアル方向に所定の位置で保持される。

また、磁気軸受部 5 4 4 は、円板状の金属ディスク 5 4 8、電磁石 5 4 9、5 5 0 を備え、シャフト 5 3 7 をスラスト方向に保持する。

金属ディスク 5 4 8 は、鉄などの高透磁率材で構成されており、その中心においてシャフト 5 3 7 に垂直に固定されている。金属ディスク 5 4 8 の上には電磁石 5 4 9 が設置され、下には電磁石 5 5 0 が設置されている。電磁石 5 4 9 は、磁力により金属ディスク 5 4 8 を上方に吸引し、電磁石 5 5 0 は、金属ディスク 5 4 8 を下方に吸引する。制御装置は、この電磁石 5 4 9、5 5 0 が金属ディスク 5 4 8 に及ぼす磁力を適当に調節し、シャフト 5 3 7 をスラスト方向に磁気浮上させ、空間に非接触で保持するようになっている。

変位センサ 5 4 7 は、シャフト 5 3 7 のスラスト方向の変位をサンプリングして検出し、これを制御装置に送信する。制御装置は、変位センサ 5 4 7 から受信した変位検出信号によりシャフト 5 3 7 のスラスト方向の変位を検出する。

シャフト 5 3 7 がスラスト方向のどちらかに移動して所定の位置から変位した場合、制御装置は、この変位を修正するように電磁石 5 4 9、5 5 0 の励磁電流をフィードバック制御して磁力を調節し、シャフト 5 3 7 を所定の位置に戻すように動作する。制御装置は、このフィードバック制御を連続的に行う。これにより、シャフト 5 3 7 はスラスト方向に所定の位置で磁気浮上し、保持されるようになっている。

## 【 0 0 3 4 】

以上に説明したように、シャフト 5 3 7 は、磁気軸受部 5 4 2、5 4 3 によりラジアル方向に保持され、磁気軸受部 5 4 4 によりスラスト方向に保持されるため、シャフト 5 3 7 の軸線周りに回転するようになっている。

筐体の内周側には、固定部が形成されている。この固定部は、吸気口 5 3 4 側（ターボ分子ポンプ部）に設けられた固定翼 5 5 1 と、ケーシング 5 3 2 の内周面に設けられたねじ溝スペーサ 5 5 2 などから構成されている。

固定翼 5 5 1 は、シャフト 5 3 7 の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜して筐体の内周面からシャフト 5 3 7 に向かって伸びたブレードから構成されている。

各段の固定翼 5 5 1 は、円筒形状をしたスペーサ 5 5 3 により互いに隔てられている。

ターボ分子ポンプ部 T では、固定翼 5 5 1 が軸線方向に、回転翼 5 3 9 と互い違いに複数段形成されている。

ねじ溝スペーサ 5 5 2 には、円筒部材 5 4 0 との対向面にらせん溝が形成されている。ねじ溝スペーサ 5 5 2 は、所定のクリアランス（間隙）を隔てて円筒部材 5 4 0 の外周面に対面するようになっている。ねじ溝スペーサ 5 5 2 に形成されたらせん溝の方向は、らせん溝内をシャフト 5 3 7 の回転方向にガスが輸送された場合、排気口 5 3 6 に向かう方向である。

#### 【0035】

また、らせん溝の深さは、排気口 5 3 6 に近づくにつれ浅くなるようになっており、らせん溝を輸送されるガスは排気口 5 3 6 に近づくにつれて圧縮されるようになっている。

また、再生ポンプ部 R は、低真空用ロータとして再生ポンプロータ 5 6 1 を有し、この再生ポンプロータ 5 6 1 と、再生ポンプステータベース 5 6 2 との間に、再生ポンプ段 5 6 が設けられる構造をしている。

また、中間ポート 5 3 1 は、前記ねじ溝スペーサ 5 5 2 に形成されたらせん溝の所定の位置に連通しており、例えば所定の圧力（200 [Pa]）で吸引可能にできる位置に連通させている。

このように構成されたターボ分子真空ポンプ 7 0 のポンプ部 P の吸引口と、ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... の吸引口と、ターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の吸引口とにより、プロセスチャンバー 1 3 内の真空排気処理を行うようになっている。

#### 【0036】

また、このように構成されたターボ分子真空ポンプ 7 0 のポンプ部 P の中間ポート 5 3 1 より、メカニカルブースタポンプ 3 2 A の排気を所定の圧力（200 [Pa]）で吸引できる。メカニカルブースタポンプ 3 2 A の吸引口により、トランスファーチャンバー 1 2 内の真空排気処理を行うようになっている。

このように構成された第 2 の実施の形態によっても、第 1 の実施の形態と同様な作用効果を奏する。

また、第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態のような次段真空ポンプ 3 1 を省略することができる。

#### 【0037】

< 第 3 の実施の形態 >

図 5 および図 6 は、本発明の第 3 の実施の形態にかかる真空装置を示した図である。ここで、図 5 は本発明の第 3 の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。この図 5 において、本発明の第 3 の実施の形態にかかる真空装置と同一構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。

#### 【0038】

第 3 の実施の形態が第 2 の実施の形態と相違するところは、第 2 の実施の形態が所定の圧力で吸引できる中間ポート 5 3 1 を設けてなるターボ分子真空ポンプ 7 0 の中間ポート 5 3 1 に、トランスファーチャンバー 1 2 を排気するメカニカルブースタポンプ 3 2 A の排気を吸引させるようにしたのに対して、第 3 の実施の形態では、所定の圧力で吸引できる中間ポート 3 2 1 を設けてなるメカニカルブースタポンプ 3 2 B の中間ポート 3 2 1 にターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の排気を共通にして吸引させるようにした点にある。

#### 【0039】

すなわち、第 3 の実施の形態に係る真空装置における排気装置は、複数の第 1 の真空用チャンバーであるプロセスチャンバー 1 3 の排気口にそれぞれ接続された第 1 の初段真空ポンプ（ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ...）と、第 2 の真空用チャンバーであるトランスファーチャンバー 1 2 の排気口に接続された第 2 の初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2 B）と、前記第 2 の初段真空ポンプ（メカニカルブースタポンプ 3 2 B）の排気を吸引する少なくとも 1 台の終段真空ポンプ（

10

20

30

40

50

ドライポンプ 4 1 ) とを備え、第 1 の初段真空ポンプであるターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... の排気口およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... の排気口を配管 2 7 で共通にし、当該配管 2 7 の末端を第 2 の初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプ 3 2 B の中間ポート 3 2 1 に連通してなるものである。

また、メカニカルブースタポンプ 3 2 B の排気口は、配管 2 8 を介してドライポンプ 4 1 の吸気口に連通されている。

#### 【 0 0 4 0 】

図 6 は本発明の第 3 の実施の形態にかかる真空装置に使用される第 2 の初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプ 3 2 B b を示した図である。

図 6 ( a ) は、本発明の第 3 の実施の形態に係る真空装置に使用されるメカニカルブースタポンプ 3 2 B を説明するための参考図、図 6 ( b ) はそのメカニカルブースタポンプ 3 2 B の略図である。

この図 6 ( a ) において、メカニカルブースタポンプ M B P は、ポンプケーシング 3 2 2 と、ポンプロータ 3 2 3 X , 3 2 3 Y と、ヘッドプレート 3 2 4 と、カップリング / タイミングギア 3 2 5 X , 3 2 5 Y と、X シャフト 3 2 6 X と、Y シャフト 3 2 6 Y と、モーターアマチュア 3 2 7 と、モータ 3 2 8 と、ドライブケース 3 2 9 とから構成されている。

このような構造のメカニカルブースタポンプ ( M B P ) 3 2 B を略式に表示すれば、図 6 ( b ) に示すように、ポンプケーシング 3 2 2 の内部にポンプロータ 3 2 3 X , 3 2 3 Y が配置されたポンプ部 P M P と、ドライブケース 3 2 9 内にモータ 3 2 8 が配置されたモータ部 M T R とからなる。

このような略式な表示形式にすると、本発明の第 3 の実施の形態に係る真空装置に使用されるメカニカルブースタポンプ 3 2 B は、図 6 ( c ) に示すような構造となる。

すなわち、図 6 ( a ) は、本発明の第 3 の実施の形態に係る真空装置に使用されるメカニカルブースタポンプ 3 2 B を示す略図である。

#### 【 0 0 4 1 】

前記第 2 の初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプ 3 2 B は、シリンダと第 1 のロータ 3 2 3 L からなる 1 段目のポンプ部 3 2 B a と、シリンダと第 2 のローター 3 2 3 H からなる 2 段目のポンプ部 3 2 B b とした 2 段構成を備えて 2 段圧縮可能な真空ポンプで構成されている

前記メカニカルブースタポンプ 3 2 B は、前記 1 段目ポンプ部 3 2 B a の吸気口を前記第 2 の真空用チャンバーであるトランスファーチャンバー 1 2 の排気口 1 2 a に接続するものとし、前記 1 段目のポンプ部 3 2 B a の排気部と前記 2 段目のポンプ部 3 2 B b の吸気部の連通部分に連通する中間ポート 3 2 1 を設け、前記中間ポート 3 2 1 から前記第 1 の初段真空ポンプ ( ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... の排気口およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... ) からの排気を所定の圧力で吸引可能とした構成としてなるものである。なお、ドライブケース 3 2 9 の内部には、モータ 3 2 8 が配置されたモータ部 M T R が構成されている。また前記メカニカルブースタポンプ 3 2 B を 2 段構成として説明したが 2 段以上の構成であっても同様に有効である。

#### 【 0 0 4 2 】

このような第 3 の実施の形態の作用を説明する。

まず、初段真空ポンプ ( メカニカルブースタポンプ 3 2 B , ターボ分子真空ポンプ 5 3 a ... およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b ... ) と、終段真空ポンプ ( ドライポンプ 4 1 ) を運転する。

ターボ分子真空ポンプ 5 3 a , 5 3 a , 5 3 a , 5 3 a およびターボ分子真空ポンプ 5 3 b , 5 3 b , 5 3 b , 5 3 b からの排気は、配管 2 7 を介してメカニカルブースタポンプ 3 2 B の中間ポート 3 2 1 に吸引される。

メカニカルブースタポンプ 3 2 B は、その吸気口からトランスファーチャンバー 1 2 の内部の真空排気処理を行うとともに、前記中間ポート 3 2 1 からの吸気も真空排気処理を行う。また、メカニカルブースタポンプ 3 2 B の排気は、配管 2 8 を介してドライポンプ

4 1 に吸い込まれる。

メカニカルブースタポンプ 3 2 B の中間ポート 3 2 1 に接続されている配管 2 7 における圧力は、例えば 2 0 0 [ P a ] 程度となる。

なお、ドライポンプ 4 1 からの排気は、排気処理施設（図示せず）に送られる。

【 0 0 4 3 】

本発明の第 3 の実施の形態に係る真空装置によれば、次のような利点がある。

（ 1 ）第 1 の実施の形態と同様の作用効果を奏する。

（ 2 ）構造が簡単なメカニカルブースタポンプ 3 2 B で構成できるので、さらに初期投資が少なく済み、ランニングコスト等の維持費用もそれだけ少なくて済むことになる。

【 0 0 4 4 】

< 第 4 の実施の形態 >

本発明の第 4 の実施の形態にかかる真空装置は、この第 4 の実施の形態のほか、第 5 、第 6 ないし第 7 の実施の形態にも使用される。

ここで、図 7 および図 8 は、本発明の第 4 の実施の形態にかかる真空装置を示した図である。図 7 は本発明の第 4 の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

この図 7 において、本発明の第 4 の実施の形態にかかる真空装置は、複数の真空用チャンバーと、ガス供給装置と、排気装置とが次のように配置されている。すなわち、真空チャンバーは、プロセスチャンバー 1 4 、トランスファーチャンバー 1 5 、ロードロックチャンバー 1 6 およびアニールチャンバー 1 7 が繋がった状態で配置されている。図 7 では、ガス供給装置は、図示しない。

【 0 0 4 5 】

排気装置は、図 7 に示すように構成されている。すなわち、プロセスチャンバー 1 4 の排気口には、本発明の第 7 の実施の形態に係る真空装置における新規のクライオパネルを内蔵した新規のターボ分子真空ポンプ 7 0 A の吸気口が連通されている。トランスファーチャンバー 1 5 の排気口には、本発明の第 7 の実施の形態に係る真空装置における新規のクライオパネルを内蔵した新規のターボ分子真空ポンプ 7 0 A の吸気口が連通されている。前記両ターボ分子真空ポンプ 7 0 A の排気口は、配管 2 9 で共通にされてメカニカルブースタポンプ 3 2 の吸気口に連通されている。

メカニカルブースタポンプ 3 2 の排気口は、配管 2 5 を介して階下の床面に設置されたドライポンプ 4 1 に連通されている。

【 0 0 4 6 】

アニールチャンバー 1 7 の排気口には、クライオポンプ 6 7 が連通されている。クライオポンプ 6 7 の排気口は、配管 2 7 a 、配管 2 7 b を介してメカニカルブースタポンプ 3 2 の排気口と配管 2 5 の接続部に連通されることにより、配管 2 5 を介してドライポンプ 4 1 に連通されている。なお、配管 2 7 a には、開閉弁 2 7 c が設けられている。

ロードロックチャンバー 1 6 の排気口には、本発明の第 4 の実施の形態に係る真空装置における新規の真空ポンプ 9 0 の吸気口が連通されている。この真空ポンプ 9 0 は、前記ロードロックチャンバー 1 6 近辺の床面に固定されている。

この真空ポンプ 9 0 は、バルブと機械的振動を減衰吸収するダンパとを一体化してなるダンパ部材 9 1 と、ターボ分子真空ポンプとドライポンプが一体化してなるポンプ部 9 2 とから構成されている。また、ロードロックチャンバー 1 6 の排気口は、当該真空ポンプ 9 0 のダンパ部材 9 1 に連通している。

【 0 0 4 7 】

液体窒素温度付近のフィルタ 6 0 には、供給源から乾燥窒素が供給されるようになっている。

液体窒素温度フィルタ付近の 6 0 は、配管 2 0 a を介してプロセスチャンバー 1 4 に連通されており、開閉弁 2 0 b の開閉によりプロセスチャンバー 1 4 に対して超乾燥窒素の供給・停止が制御できるようになっている。

液体窒素温度付近のフィルタ 6 0 は、配管 2 0 c を介してプロセスチャンバー 1 4 に連通されており、開閉弁 2 0 d の開閉によりロードロックチャンバー 1 6 に対して超乾燥窒

10

20

30

40

50

素の供給・停止を制御できるようになっている。

この実施例において、フィルタ60を冷却するのに、このフィルタ60に直結してスターリングサイクルの冷凍機300を設けてある。この冷凍機300を用いる場合、フィルターの冷却温度は実用的には液体窒素温度より高い120K程度になるが、水蒸気成分の除去には十分な温度である。この温度の場合は導入ガスとしてアルゴンのような希ガスも液化する心配がなくなるので利用可能である。

#### 【0048】

図8は本発明の第4の実施の形態にかかる真空装置に使用される新規な真空ポンプ90を示した構成図である。

この新規な真空ポンプ90は、図8に示すように、ポンプ部92と、このポンプ部92の吸引口に設けられ機械的振動を減衰吸収するダンパ部材91とからなる。

この新規な真空ポンプ90は、ターボ分子真空ポンプとドライポンプが一体化してなるポンプ部92の吸引口に開閉弁等のバルブ911が接続され、さらに機械的振動を吸収するダンパ912を介してロードロックチャンバー16の排気口に接続されている。さらに、この新規な真空ポンプ90において、ポンプ部92の上端の吸引口フランジ921にはバルブ911の下端がボルト等により締結固定されている。このバルブ911の上端には、ダンパ912がその下端のフランジ912aを介して締結固定されている。

このダンパ912の上端のフランジ912bには、ロードロックチャンバー16の排気口16aが接続されている。このバルブ911やダンパ912などにより、ダンパ部材91が構成されている。

#### 【0049】

このような第4の実施の形態にかかる真空装置によれば、次のような利点がある。

(1)ターボ分子真空ポンプ機能とドライポンプ機能が一体化してなるポンプ部92を有する真空ポンプ90をロードロックチャンバー16の近傍の床面に設置し、且つ、真空ポンプ90の振動を抑えるダンパ部材91によりロードロックチャンバー16に直結したため、階下までの配管を省略できるとともに、ロードロックチャンバー16の内部の全圧を素早く所定の圧力(例えば10[Pa])にすることができる。

(2)ターボ分子真空ポンプ機能とドライポンプ機能が一体化してなるポンプ部92を有する真空ポンプ90をロードロックチャンバー16の近傍の床面に設置し、且つ、真空ポンプ90の振動を抑えるダンパ部材91によりロードロックチャンバー16に直結したため、その初期投資費を抑えることができる。

#### 【0050】

##### <第5の実施の形態>

本発明の第5の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法は、図7に示した真空装置を参照して説明する。

本発明の第5の実施の形態に係る真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法は、バルブ20bを開けることにより、液体窒素温度付近のフィルタ60を通過させた超ドライ窒素を真空用チャンバー(プロセスチャンバー14)に流す工程と、バルブ20bを閉じて液体窒素温度付近のフィルタ60からの超ドライ窒素の供給を止め、前記排気装置(新規のクライオパネルを内蔵した新規のターボ分子真空ポンプ70A)で前記真空用チャンバー内の超ドライ窒素を排出する工程とを有し、これらの工程を少なくとも2回以上交互に繰り返す方法である。

#### 【0051】

また、本発明の第5の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法は、液体窒素温度付近のフィルタ60を通過させた超ドライ窒素をバルブ20dを開けることにより真空用チャンバー(ロードロックチャンバー16)に流す工程と、バルブ20dを閉じて液体窒素温度付近のフィルタ60からの超ドライ窒素の供給を止め、前記排気装置(ダンパを設け、且つ、ターボ分子真空ポンプとドライポンプを一体化した新規の真空ポンプ90)で前記真空用チャンバー内の超ドライ窒素を排出する工程とを有し、これらの工程を少なくとも2回以上交互に繰り返す方法である。

## 【 0 0 5 2 】

本発明の第 5 の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の急速低減方法によれば、液体窒素温度（マイナス 190 ）付近でフィルタを通過させた超乾燥窒素を真空チャンバー（プロセスチャンバー 14 またはロードロックチャンバー 16 ）内に流し、真空チャンバー（プロセスチャンバー 14 またはロードロックチャンバー 16 ）内の水蒸気を、その超乾燥窒素ガス内に取り込みながら、真空ポンプ（ターボ分子真空ポンプ 70 または真空ポンプ 90 ）で真空排気することを 2 回以上繰り返すことにより、チャンバー表面からの水蒸気発生速度  $Q [Pa \cdot L / s]$  を短時間で減少させることができる。

## 【 0 0 5 3 】

## &lt; 第 6 の実施の形態 &gt;

10

本発明の第 6 の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法は、図 7 に示した真空装置を参照して説明する。

本発明の第 6 の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法は、前記真空用チャンバーのうちロードロックチャンバー 16 内にバルブ 20 d を開けることにより液体窒素温度付近のフィルタ 60 を通過させた超ドライ窒素を大気圧以上にして、ウエハ導入口付近の上下にその導入口を囲むようにスリット状または多数の穴のガス導入口を設け、そのガス流が層流になることを特徴とする方法で供給する工程と、前記超ドライ窒素の供給中にウエハをロードロックチャンバー内に導入し、ロードロックチャンバー内に大気中の水分が浸入するのを防止し、ロードロックチャンバー内の水蒸気分圧の上昇を防止する方法である。

20

図 9 は、ガス導入部の構成を説明する図であり、(a) が平面図、(b) が側面図である。ウエハを出し入れする箇所で、乱流が発生すると、外部のガスを巻き込んでしまうことがある。そこで、ガスに乱流が発生しないように、層流でガスを流す必要がある。乱流に関しては、レイノルズナンバーと呼ばれる粘性と流す量の関係を示す式があり、一定値以上だと乱流、以下だと層流となる。本実施例では、これを考慮して、乱流が発生しないように設計する。

その具体的方法として、ウエハ導入口 702 付近の上下に、その導入口を囲むようにスリット状または多数の穴のガス導入口を設け、ガス導入口からのガス流れが層流になるようにする。

## 【 0 0 5 4 】

30

本発明の第 6 の実施の形態にかかる真空装置における水蒸気分圧の上昇防止方法によれば、ロードロックチャンバー 16 内を液体窒素温度付近のフィルタ 60 を通過させた超乾燥窒素ガスで大気圧以上にしながら、ウエハを交換することで、ロードロックチャンバー 16 内への大気の水蒸気成分の侵入を極力防ぎ、その後、その圧力（大気圧 + ）から、ターボ分子真空ポンプ機能とドライポンプ機能が一体になった真空ポンプ 90 で排気する。このことにより、一時的に真空ポンプ 90 のターボ分子真空ポンプの機能部分の回転速度は低下するものの、急速に、ロードロックチャンバー 16 内の圧力を低下させることができる。

## 【 0 0 5 5 】

## &lt; 第 7 の実施の形態 &gt;

40

図 10 は本発明の第 7 の実施の形態にかかる真空装置に使用される新規な真空ポンプ 70 A を示した構成図である。この図 10 に示した新規な真空ポンプ 70 A は、図 4 に示すターボ分子真空ポンプ 70 を改良したものである。ただし、再生ポンプ部 R は省略している。よって、図 4 に示すターボ分子真空ポンプ 70 と同一構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。

前記排気装置はターボ分子真空ポンプ 70 A からなり、前記ターボ分子真空ポンプ 70 A のターボ分子ポンプ部 T の回転翼 539 および固定翼 551 の中間部分に回転翼 539 および固定翼 551 を設けない空間 D を形成し、当該空間 D にクライオパネル 570 を配置し、且つ、異方性熱伝導体 571 をポンプケーシング 532 に対して熱絶縁部材 572 で熱絶縁した状態で前記ポンプケーシング 532 の内外に延長し、前記ポンプケーシング

50



５３２内側の異方性熱伝導体５７１を前記クライオパネル５７０に接続し、前記ポンプケーシング５３２外側の前記異方性熱伝導体５７１を冷凍機５７３で冷却するようになっている。

前記異方性熱伝導体５７１は、図１０の横方向に熱を伝達し、図１０の縦方向にはほとんど熱を伝達しない性質を有している。

従って、本発明の第７の実施の形態にかかる真空装置に使用される新規な真空ポンプ７０Ａによれば、前記クライオパネル５７０より上部のターボ分子真空ポンプの翼５５１が輻射熱を反射し、異方性熱伝導体５７１によりポンプケーシング５３２よりの熱流入を抑えつつ、冷凍機５７３で十分に前記クライオパネル５７０を冷却することにより、プロセス中も高温プラズマからの輻射熱の影響をさけ、ほぼ所定通りの水蒸気排気速度が維持でき、プロセス中の水蒸気の分圧を１０〔Pa〕あるいはそれ以下に維持することができる。

10

#### 【００５６】

次に、クライオパネル５７０の温度をフィードバック制御することで、精密にガス制御を行う例を説明する。図１１は、真空ポンプにおける、ガス温度をパラメータにして、ガス分子量とポンプ性能の関係を説明する図である。

一般に、クライオパネル５７０において、ガスの温度が下がると、ガスのスピードは、低下する。図１１に示すように、水素の場合、常温から低温に温度が低下すると、性能が上昇する。一方、例えば、窒素の場合、性能が低下してしまう。

従来の技術では、プロセスチャンバーに水素とアルゴンが入っているとすると、コンダクタンスバルブと呼ばれるバルブで全体の排気速度を調整していた。よって、プロセスチャンバーのトータルの圧力は、このコンダクタンスバルブによって、調整可能であったが、水素とアルゴンの成分の圧力の比率を変えようとしてもできなかった。

20

そこで、より精密にガス制御を行うために、温度を制御することで、軽い分子と重い分子の比率を調整する調整機構を設けた。

具体的には、図１０に示すように、プロセスチャンバーの例えば水素ガス分圧信号をモニター装置６００からモニター信号として、信号処理装置６０２に入力し、また、基準値信号もこの信号処理装置に入力する。これらの入力信号を基に、信号処理装置６０２により、冷凍機５７３に冷凍パワー指令値出し、クライオパネル５７０の温度をフィードバック制御する。これにより、真空チャンバー内の水素ガス分圧を制御することが可能になる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００５７】

【図１】本発明の第１の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

【図２】本発明の第１の実施の形態にかかる真空装置に使用される真空ポンプを示した側面図である。

【図３】本発明の第２の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

【図４】本発明の第２の実施の形態にかかる真空装置に使用される真空ポンプを示した断面図である。

【図５】本発明の第３の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

40

【図６】本発明の第３の実施の形態にかかる真空装置に使用される第２の初段真空ポンプであるメカニカルブースタポンプを示した図である。

【図７】本発明の第４の実施の形態にかかる真空装置全体を示した構成図である。

【図８】本発明の第４の実施の形態にかかる真空装置に使用される新規な真空ポンプを示した構成図である。

【図９】本実施例に係るガス導入部を説明する図である。

【図１０】本発明の第７の実施の形態にかかる真空装置に使用される新規な真空ポンプを示した構成図である。

【図１１】ガス温度をパラメータにして、ガス分子量とポンプ性能の関係を説明する図である。

50

【図 1 2】従来の真空装置の一例を示した構成図である。

【図 1 3】従来の真空装置としての他の例として成膜装置を示した構成図である。

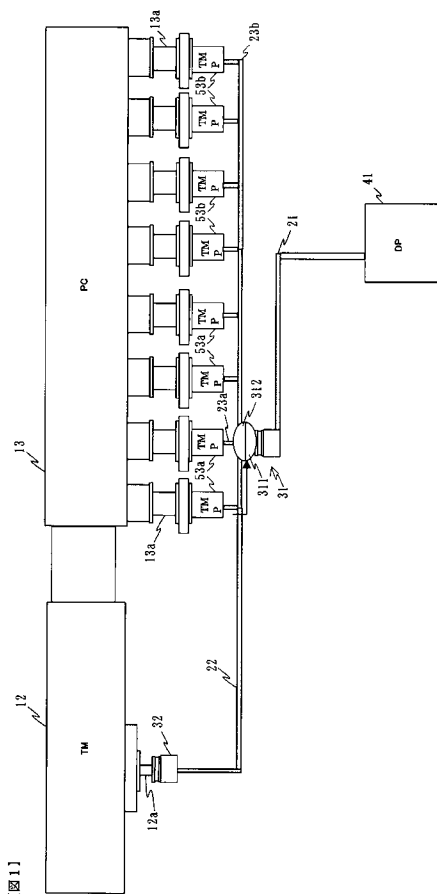
【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

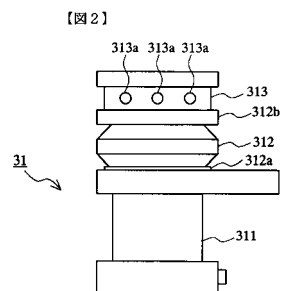
- 1 2 , 1 5    トランスファーチャンバー
- 1 3 , 1 4    プロセスチャンバー
- 1 6    ロードロックチャンバー
- 1 7    アニールチャンバー
- 3 2    メカニカルブースタポンプ
- 3 2 A    中間ポート付メカニカルブースタポンプ
- 4 1    ドライポンプ
- 5 3 a , 5 3 b    ターボ分子真空ポンプ
- 5 3 A    中間ポート付ターボ分子真空ポンプ
- 6 0    液体窒素温度付近のフィルタ
- 6 7    クライオポンプ
- 9 0    真空ポンプ
- 3 0 0    冷凍機
- 6 0 0    モニター装置
- 6 0 2    信号処理装置

10

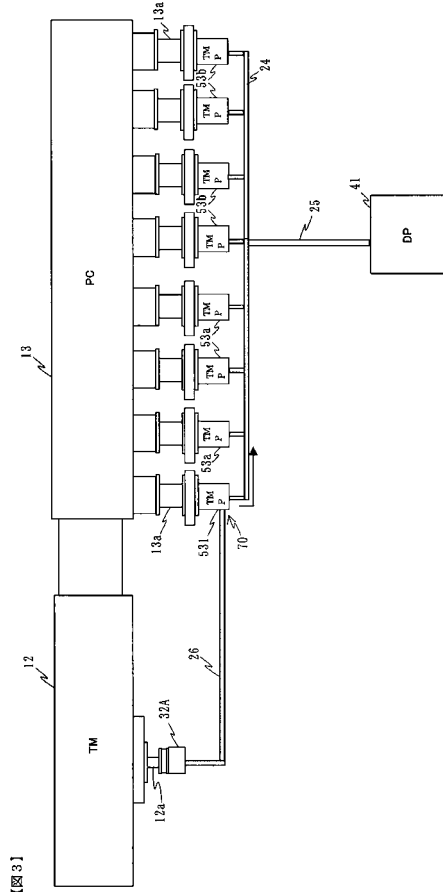
【 図 1 】



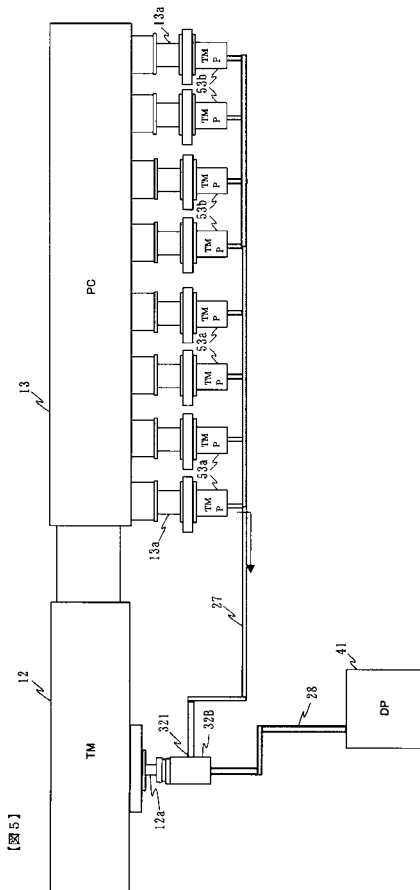
【 図 2 】



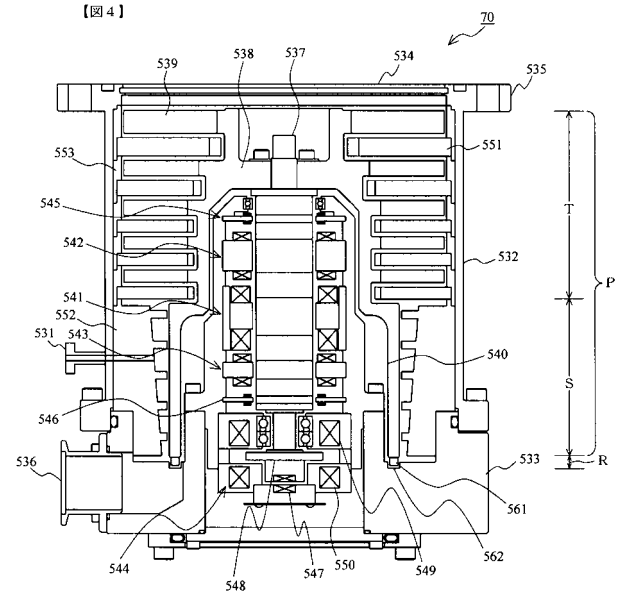
【 図 3 】



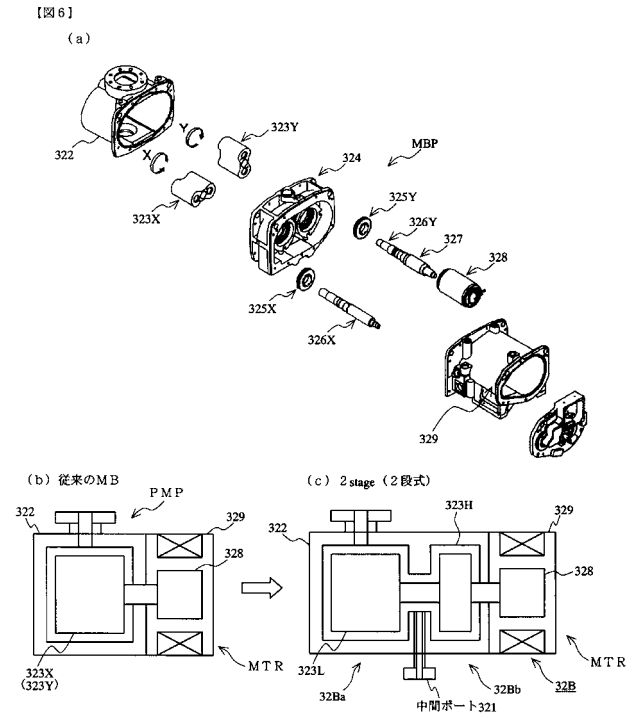
【 図 5 】



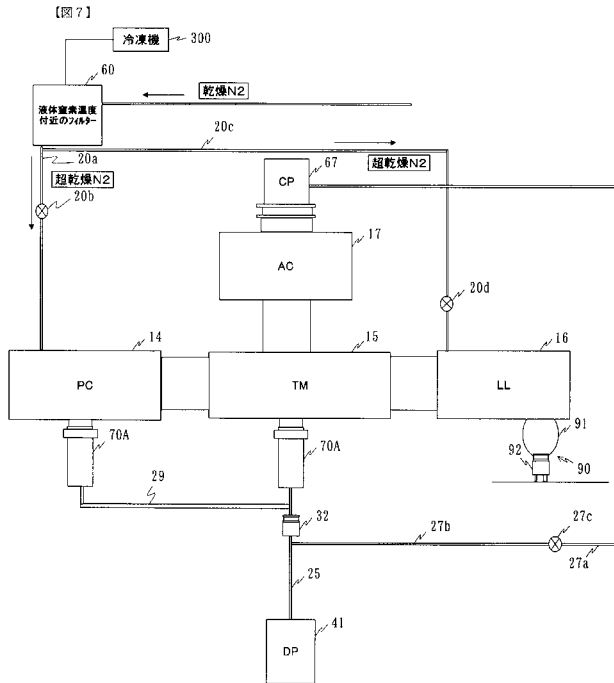
【 図 4 】



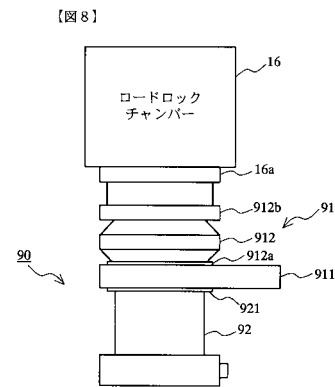
【 図 6 】



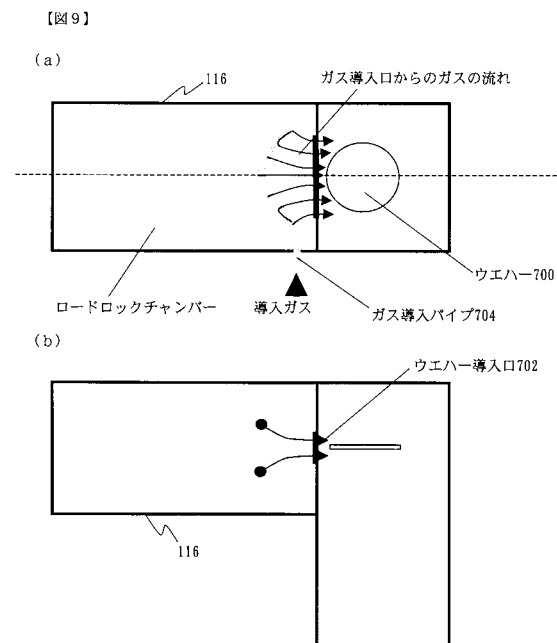
【図 7】



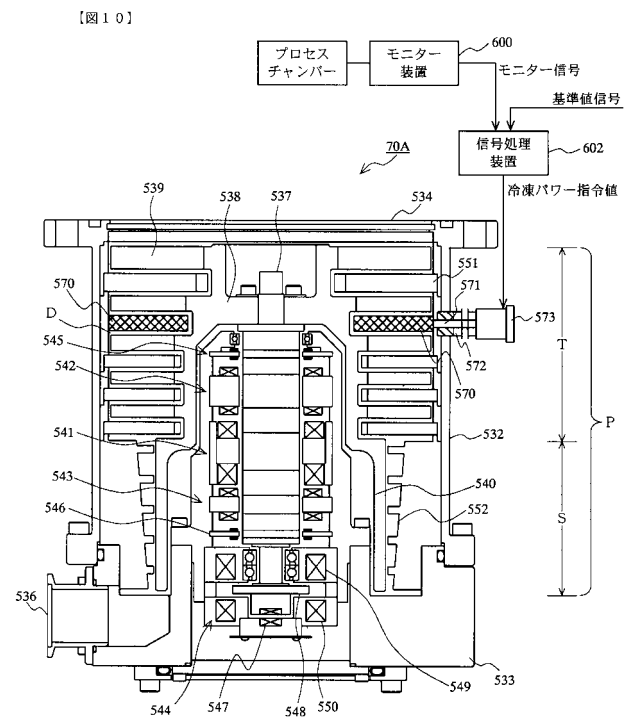
【図 8】



【図 9】

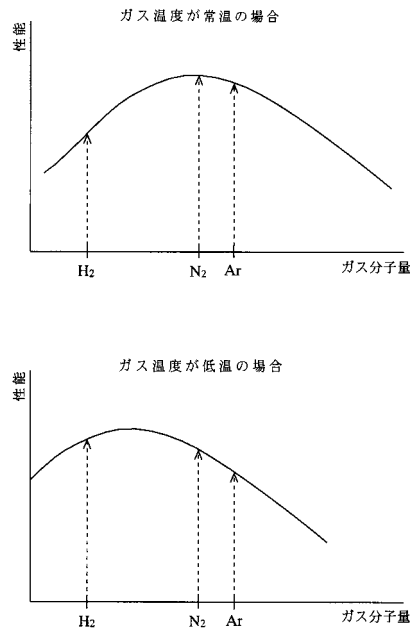


【図 10】

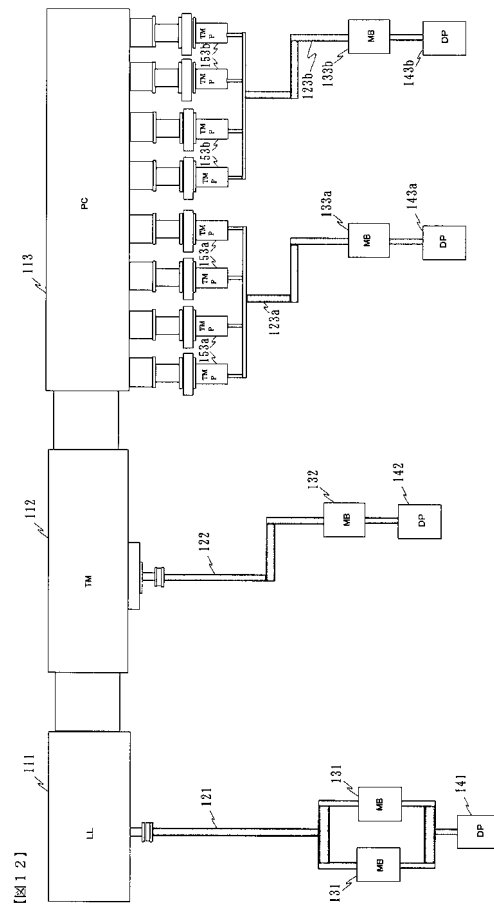


【図 1 1】

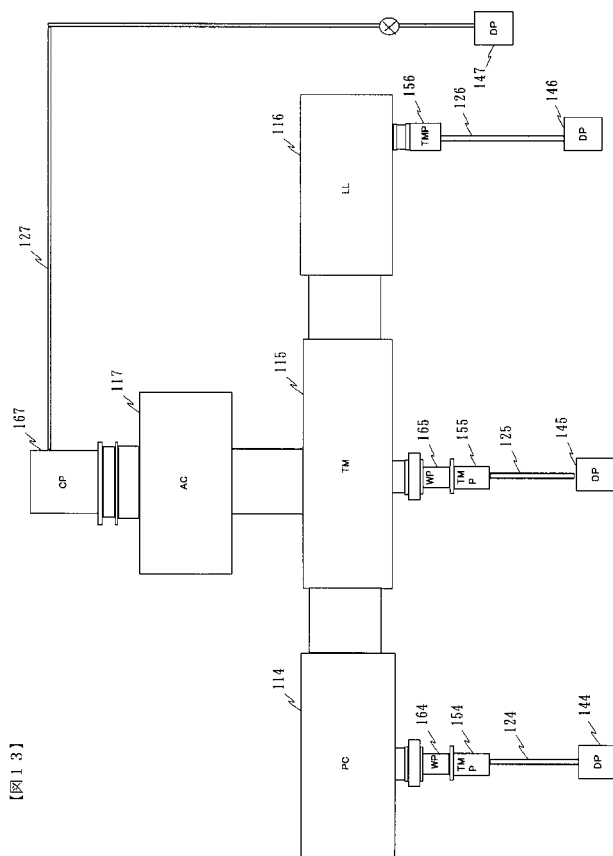
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

**F 0 4 D 19/04 (2006.01)**

F I

F 0 4 D 19/04

D

テーマコード(参考)

F ターム(参考) 3H131 AA02 BA06 CA01

4K029 AA06 AA24 CA00 DA02 EA03 KA09

5F004 BC01 BC02 BC05 BC06 CA02

5F045 BB08 EB08 EB10 EB12 EC07 EE14 EE17 EE20 EG02 EG03

EG05 EG06 EJ01