

(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2011-69293

(P2011-69293A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

(51) Int.Cl.

FO4C 25/02 (2006.01)  
FO4C 28/02 (2006.01)

F 1

FO4C 25/02  
FO4C 28/02

B

テーマコード(参考)

3H129

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2009-220908 (P2009-220908)

(22) 出願日

平成21年9月25日 (2009.9.25)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(74) 代理人 100087066

弁理士 熊谷 隆

(74) 代理人 100094226

弁理士 高木 裕

(72) 発明者 大山 敦

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 飯島 直樹

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

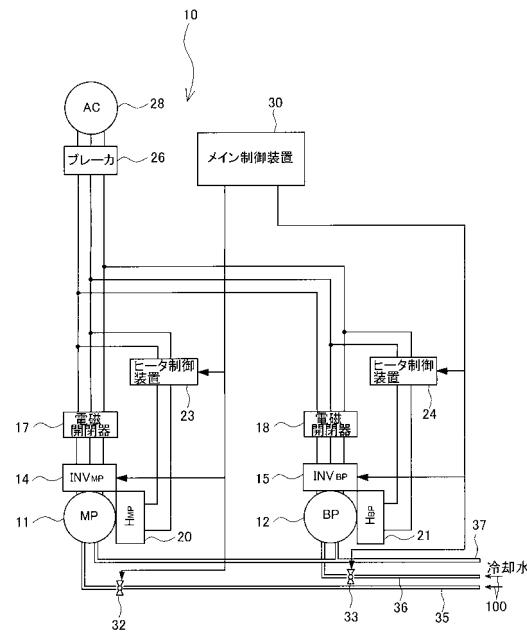
(54) 【発明の名称】真空ポンプシステム、及びその運転方法

## (57) 【要約】

【課題】噛み込み等によるドライ真空ポンプが過負荷となり、駆動する電動機に供給する電力容量が大きくなつた場合でも、真空ポンプシステム全体として必要な電力容量を増加させることなく、過負荷を解消することができる真空ポンプシステム、及びその運転方法を提供することを目的とする。

【解決手段】ドライ真空ポンプを複数台備え、各ポンプを駆動する電動機にはインバータ装置INV<sub>MP</sub>、INV<sub>BP</sub>から駆動電力を供給し、且つポンプローティに過負荷がかかった場合にインバータ装置から電動機に定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できるようになっている真空ポンプシステムにおいて、メインポンプMP又はブースタポンプBPが過負荷となった場合、電力消費部へ供給する電力を遮断、及び/又は過負荷となつていな真空ポンプの電動機に供給する電力を制限し、該過負荷になった真空ポンプの電動機に優先して電力を供給する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ロータケーシング内に一対のポンプローテを備え、各々1本の回転軸を有する2軸容積型のドライ真空ポンプを複数台備え、各ドライ真空ポンプの回転軸の少なくとも1つは電動機で回転駆動されるようになっており、該電動機にはインバータ装置から駆動電力を供給し、且つ前記ポンプローテに過負荷がかかった場合に前記インバータ装置から前記電動機に該電動機の定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できるようになっており、更に前記複数台の電動機以外に電力を消費する電力消費部を備えた真空ポンプシステムにおいて、

前記複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローテに過負荷がかかった場合、前記電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及び／又は前記複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローテに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローテに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、前記過負荷が解消された後には元の電力供給状態に復帰する電力制御手段を設けたことを特徴とする真空ポンプシステム。

**【請求項 2】**

請求項1に記載の真空ポンプシステムにおいて、

前記電動機以外の電力消費部は、前記各ドライ真空ポンプに個別に設けられ、該ドライ真空ポンプの温度を個別に制御するための加熱ヒータであることを特徴とする真空ポンプシステム。

**【請求項 3】**

請求項1又は2に記載の真空ポンプシステムにおいて、

前記ポンプローテの過負荷は、前記一対のポンプローテ又はポンプローテと前記ロータケーシングへの異物の噛み込みや、ガス流量急増などによる過負荷であることを特徴とする真空ポンプシステム。

**【請求項 4】**

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の真空ポンプシステムにおいて、

前記複数台のドライ真空ポンプは、メインドライ真空ポンプとブースタードライ真空ポンプであり、ブースタードライ真空ポンプの吐出口にメインドライ真空ポンプの吸込口を接続していることを特徴とする真空ポンプシステム。

**【請求項 5】**

ロータケーシング内に一対のポンプローテを備え、各々1本の回転軸を有する2軸容積型のドライ真空ポンプを複数台備え、各ドライ真空ポンプの回転軸の少なくとも1つは電動機で回転駆動されるようになっており、該電動機にはインバータ装置から駆動電力を供給し、且つ前記ポンプローテに過負荷がかかった場合に前記インバータ装置から前記電動機に該電動機の定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できるようになっており、更に前記複数台の電動機以外に電力を消費する電力消費部を備えた真空ポンプシステムの運転方法において、

前記複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローテに過負荷がかかった場合、前記電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及び／又は前記複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローテに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローテに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、前記過負荷が解消された後には元の電力供給状態に復帰することを特徴とする真空ポンプシステムの運転方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の2軸容積式のドライ真空ポンプを複数台備えた真空ポンプシステム及びその運転方法に関する。

**【背景技術】**

10

20

30

40

50

**【0002】**

近年、大気圧からの動作が可能で、クリーンな真空環境が容易に得られるドライ真空ポンプが、半導体製造設備等の幅広い分野で使用されている。この種のドライ真空ポンプはロータケーシング内に2つのポンプローテを備え、各ポンプローテはそれぞれ1本の回転軸を有する容積式のドライ真空ポンプである。

**【0003】**

上記のようなドライ真空ポンプを駆動する駆動電動機に駆動電力を供給する電源装置にはインバータ装置を備えた電源装置を使用する場合が多い。これには幾つか理由があり、その1つは電動機の回転周波数をインバータ装置にて、商用周波数よりも大きくすることで、電動機回転数を增速して真空ポンプの排気性能を向上させ、より小型の電動機を使つた真空ポンプで所定の真空度の真空を得るためである。10

**【0004】**

また、真空ポンプの運転が所望の真空度に達し、負荷が非常に小さい軽負荷運転になつた場合、高効率で電動機を運転できるように、電源装置の出力端子電圧の制御を行つたり回転数の制御を行つたりすることが容易なためである。

**【0005】**

上記のようにインバータ装置を備えた電源装置では、駆動電力を供給する電動機の容量に見合った定格電流の設定が成されており、通常運転では定格電流の最大1.1倍程度に出力制限を行つてゐる。一方、半導体製造装置などに使用されているインバータ装置を備えたドライ真空ポンプ用の電源装置では、ポンプ内部に発生する生成物或いは流路に流れ込む異物などを原因とした噛み込み状態が発生しやすいため、定格電流の数倍程度を上限とした最大電流をインバータ装置から駆動電動機に供給することで、起動時に異物を粉碎しつつ噛み込み状態を解消する制御が採用される場合がある。20

**【0006】**

また、半導体製造装置に搭載する真空ポンプは、ポンプで排出する取扱ガスの流量が装置の使用状態によって急変・急増する事象があり、短時間ながらインバータ装置としてはポンプ駆動電動機の定格電流の2~3倍程度の電流供給を必要とする場合がある。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0007】**

**【特許文献1】特開2009-91919号公報**

30

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

しかしながら、上記従来のインバータ装置を備えた電源装置のインバータに設定された出力電流の上限値を越える必要な定格電流の数倍を常時使用する電力として真空ポンプシステム全体を設計すると、真空ポンプシステムとしては過剰な電力容量が必要となってしまうため、真空システム全体が大型化し設備容量も大型化してしまうという問題がある。

**【0009】**

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、噛み込み等によるドライ真空ポンプが過負荷となり、駆動する電動機にインバータ装置から供給する電力容量が大きくなつた場合でも、真空ポンプシステム全体として必要な電力容量を増加させることなく、過負荷を解消するのに必要な大きい電力を真空ポンプを駆動する駆動電動機に供給できる真空ポンプシステム、及びその運転方法を提供することを目的とする。40

**【課題を解決するための手段】****【0010】**

上記の課題を解決するために、本発明は、ロータケーシング内に一対のポンプローテを備え、各々1本の回転軸を有する2軸容積型のドライ真空ポンプを複数台備え、各ドライ真空ポンプの回転軸の少なくとも1つは電動機で回転駆動されるようになっており、該電動機にはインバータ装置から駆動電力を供給し、且つポンプローテに過負荷がかかった場

50

合にインバータ装置から電動機に該電動機の定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できるようになっており、更に複数台の電動機以外に電力を消費する電力消費部を備えた真空ポンプシステムにおいて、複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローティに過負荷がかかった場合、電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及びノ又は複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローティに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローティに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、過負荷が解消された後には元の電力供給状態に復帰する電力制御手段を設けたことを特徴とする。

#### 【0011】

また、本発明は、上記真空ポンプシステムにおいて、電動機以外の電力消費部は、各ドライ真空ポンプに個別に設けられ、該ドライ真空ポンプの温度を個別に制御するための加熱ヒータであることを特徴とする。 10

#### 【0012】

また、本発明は上記真空ポンプシステムにおいて、ポンプローティの過負荷は、一対のポンプローティ又はポンプローティとロータケーシングへの異物の噛み込みや、ガス流量急増による過負荷であることを特徴とする。

#### 【0013】

また、本発明は、上記真空ポンプシステムにおいて、複数台のドライ真空ポンプは、メインドライ真空ポンプとブースタードライ真空ポンプであり、ブースタードライ真空ポンプの吐出口にメインドライ真空ポンプの吸込口を接続していることを特徴とする。 20

#### 【0014】

また、本発明は、ロータケーシング内に一対のポンプローティを備え、各々1本の回転軸を有する2軸容積型のドライ真空ポンプを複数台備え、各ドライ真空ポンプの回転軸の少なくとも1つは電動機で回転駆動されるようになっており、該電動機にはインバータ装置から駆動電力を供給し、且つポンプローティに過負荷がかかった場合にインバータ装置から電動機に該電動機の定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できるようになっており、更に複数台の電動機以外に電力を消費する電力消費部を備えた真空ポンプシステムの運転方法において、複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローティに過負荷がかかった場合、電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及びノ又は前記複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローティに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローティに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、過負荷が解消された後には元の電力供給状態に復帰することを特徴とする。 30

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明は、複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローティに過負荷がかかった場合、電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及びノ又は前記複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローティに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローティに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、過負荷が解消された後に元の電力供給状態に復帰するので、ドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給するインバータ装置を含む真空ポンプシステム全体に必要な電力容量を変更せず、ポンプローティへの異物噛み込みや、ガス流量の急増による過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給できる。これにより、真空ポンプシステムの電力容量を変更することなく、ドライ真空ポンプ内の生成物の排除が効果的に実現できる。 40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

【図1】図1は本発明に係る真空ポンプシステムのシステム構成例を示す図である。

【図2】図2は本発明に係る真空ポンプシステムの複数真空ポンプの配置概略構成例を示す図である。 50

【図3】図3は本発明に係る真空ポンプシステムに用いる真空ポンプの内部構成例を示す図である。

【図4】図4は従来の真空ポンプシステムの噛み込み発生における消費電力の変化状態を示す図である。

【図5】図5は本発明に係る真空ポンプシステムの噛み込み発生における消費電力の変化状態を示す図である。

【図6】図6は本発明に係る真空ポンプシステムの噛み込み発生における消費電力の変化状態を示す図である。

【図7】図7は本発明に係る真空ポンプシステムと従来の真空ポンプ装置の比較例を示す図である。

10

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0017】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明に係る真空ポンプシステムのシステム構成を示す図である。図示するように、本真空ポンプシステム10は、2軸容積型のドライ真空ポンプであるメインポンプ(MP)11とブースタポンプ(BP)12を備えている、メインポンプ(MP)11とブースタポンプ(BP)12は後に詳述するように、ブースタポンプ12の吐出口(排気口)にメインポンプ11の吸込口(吸気口)を接続している。

##### 【0018】

メインポンプ11及びブースタポンプ12は、後に詳述するようにロータケーシング内に一对のポンプロータを備え、各々1本の回転軸を有する2軸容積型のドライ真空ポンプであり、回転軸の少なくとも1つは駆動電動機で回転駆動されるようになっている。14はインバータ装置INV<sub>MP</sub>を備えたメインポンプ用電源装置であり、15はインバータ装置INV<sub>BP</sub>を備えたブースタポンプ用電源装置である。

20

##### 【0019】

また、メインポンプ(MP)11及びブースタポンプ(BP)12にはそれぞれメインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20、ブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21が設けられ、該メインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20、ブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21にはそれぞれメインポンプ用ヒータ制御装置23、ブースタポンプ用ヒータ制御装置24の制御により加熱電流(電力)が通電制御されるようになっている。35はメインポンプ用流量制御弁(V<sub>MP</sub>)32を介してメインポンプ11に冷却水100を導入するメインポンプ用冷却水導入管であり、36はブースタポンプ用流量制御弁(V<sub>BP</sub>)33を介してブースタポンプ12に冷却水を導入するブースタポンプ用冷却水導入管である。メインポンプ用冷却水導入管35、ブースタポンプ用冷却水導入管36を介してメインポンプ11、ブースタポンプ12に導入された冷却水は、メインポンプ11、ブースタポンプ12に設けた図示しない熱交換器で熱交換され、排水管37を通って排水される。

30

##### 【0020】

30はメイン制御装置であり、該メイン制御装置30は、メインポンプ用電源装置14、ブースタポンプ用電源装置15、メインポンプ用ヒータ制御装置23、ブースタポンプ用ヒータ制御装置24、メインポンプ用流量制御弁32、及びブースタポンプ用流量制御弁33を制御するようになっている。なお、26はブレーカであり、該ブレーカ26を通して、AC電源(商用電源)28から、メインポンプ用電磁開閉器17、ブースタポンプ用電磁開閉器18、メインポンプ用ヒータ制御装置23、及びブースタポンプ用ヒータ制御装置24に電力が供給されるようになっている。

40

##### 【0021】

図2は本発明に係る真空ポンプシステム10のメインポンプ(MP)11とブースタポンプ(BP)12の配置構成例を示す図で、図2(a)はメインポンプ(MP)11及びブースタポンプ(BP)12が単独運転する単独運転形態を、図2(b)はメインポンプ11(MP)及びブースタポンプ(BP)12が上位装置と連携運転する上位装置連携運転形態をそれぞれ示す。図示するように、本真空ポンプシステム10は、ケーシング内4

50

1 内に、ブースタポンプ (B P) 1 2 とメインポンプ (M P) 1 1 が上下に配置され、ブースタポンプ (B P) 1 2 の吐出口 (排気口) 1 2 b がメインポンプ (M P) 1 1 の吸込口 (吸気口) 1 1 a に接続されている。 $M_{BP}$  はブースタポンプ (B P) 1 2 を駆動するブースタポンプ用駆動電動機、 $M_{MP}$  はメインポンプ (M P) 1 1 を駆動するメインポンプ用駆動電動機である。

#### 【0 0 2 2】

真空ポンプシステム 1 0において、単独運転形態の場合は、図 2 (a) に示すように、操作パネル 4 3 の操作により、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  はメイン制御装置 3 0 の制御のもとでブースタポンプ用電源装置 1 5 から駆動電力を受けて、ブースタポンプ 1 2 を回転駆動する。メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  はメイン制御装置 3 0 の制御のもとでメインポンプ用電源装置 1 4 から駆動電力を受けて、メインポンプ (M P) 1 1 を回転駆動する。また、上位装置連携運転形態の場合、図 2 (b) に示すように、上位装置とインターフェース (I / F) を介して、メイン制御装置 3 0 の制御のもとでブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  及びメインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  は、上記と同様、ブースタポンプ用電源装置 1 5、メインポンプ用電源装置 1 4 から駆動電力を受けてメインポンプ (M P) 1 1、ブースタポンプ (B P) 1 2 を回転駆動する。

10

#### 【0 0 2 3】

次に、図 3 はメインポンプ 1 1 の構成例を示す図である。なお、ブースタポンプ 1 2 はメインポンプ 1 1 とその構成が同一であるので、ここではメインポンプ 1 1 について説明する。なお、ブースタポンプ 1 2 及びメインポンプ 1 1 は同一の構成である必要はない。メインポンプ 1 1 は、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  で回転駆動されるようになっており、このメインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  としては、ここでは図示は省略するがマグネットカップリング型の DC ブラシレス電動機を使用する。なお、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  とブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  については、構成・組合せに限定条件はなく、例えば一方或いは両方が誘導電動機でもよい。

20

#### 【0 0 2 4】

ポンプケーシング (ロータケーシング) 5 0 の内部に、2 本の回転軸 5 1 a、5 1 b が平行に配置され、それぞれの回転軸 5 1 a、5 1 b はそれぞれ軸受 5 3、5 3 により回転自在に支持されている。回転軸 5 1 a には右ねじのポンプローラ 5 2 a が、また回転軸 5 1 b には左ねじのポンプローラ 5 2 b が夫々固定されている。ポンプローラ 5 2 a、5 2 b とポンプケーシング 5 0 の内面との間には流体流路 5 6 が形成され、この流体流路 5 6 の上流側端部に吸込口 (吸気口) 1 1 a が設けられ、流体流路 5 6 の下流側端部に吐出口 (排気口) 1 1 b が設けられている。ポンプローラ 5 2 a、5 2 b は僅かなクリアランスを保って非接触で相互に反転し、吸込口 1 1 a から吸込まれた気体を吐出口 1 1 b に移送するようになっている。なお、ポンプローラ 5 2 a、5 2 b として、ピッチ線上でのみ接触する軸断面形状を有する一対のポンプローラを用いてもよい。

30

#### 【0 0 2 5】

上記回転軸 5 1 a、5 1 b は例えば S U S 材で構成し、ポンプローラ 5 2 a、5 2 b は例えばアルミ合金で構成し、回転軸 5 1 a、5 1 b のそれぞれにポンプローラ 5 2 a、5 2 b を焼嵌めして一対のポンプローラを構成している。ポンプローラ 5 2 a、5 2 b の表面にはニッケルメッキ処理を施している。また、ポンプローラ 5 2 a、5 2 b は樹脂材で回転軸 5 1 a、5 1 b の外周に形成するようにしてもよい。これによりポンプローラ 5 2 a、5 2 b を安価に製作できる。回転軸 5 1 a、5 1 b の軸端は、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  の回転軸に連結され、マグネットカップリングにより回転軸 5 1 a、5 1 b の同期反転するようになっている。

40

#### 【0 0 2 6】

上記構成の真空ポンプシステム 1 0 のブースタポンプ (B P) 1 2 の吸込口 (吸気口) 1 2 a を図示しない半導体製造設備の反応チャンバーの排気口に接続し、ブースタポンプ (B P) 1 2 とメインポンプ (M P) 1 1 を運転した場合、ブースタポンプ (B P) 1 2 及びメインポンプ (M P) 1 1 内に生成物が形成したり、反応チャンバーから異物がブー

50

スタポンプ( B P ) 1 2 やメインポンプ( M P ) 1 1 の流体流路 5 6 内に浸入する場合がある。この生成物や異物がポンプロータ 5 2 a と 5 2 b の間、ポンプロータ 5 2 a 又は 5 2 b とポンプケーシング 5 0 の間に噛み込みと、ポンプロータ 5 2 a や 5 2 b が過負荷となる。この生成物や異物は脆いから、ポンプロータ 5 2 a や 5 2 b を強力な回転力で回転させることにより、碎け機外に排出できる。

#### 【 0 0 2 7 】

そこで、ここではメインポンプ用電源装置 1 4 のインバータ装置  $I N V_{MP}$ 、及びブースタポンプ用電源装置 1 5 のインバータ装置  $I N V_{BP}$ を、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  やメインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$ の定格電流の数倍を上限とする電流が供給できる容量のインバータ装置としている。そしてメイン制御装置 3 0 は、例えばブースタポンプ 1 2 や 10 メインポンプ 1 1 に供給される電流値を監視し、該電流値からブースタポンプ( B P ) 1 2 やメインポンプ( M P ) 1 1 の負荷状態を監視している。

#### 【 0 0 2 8 】

上記負荷状態の監視から、例えばブースタポンプ 1 2 に生成物や異物の噛み込みが発生したと判断したときは、メインポンプ用ヒータ制御装置 2 3 やブースタポンプ用ヒータ制御装置 2 4 を制御して、ブースタポンプ用加熱ヒータ(  $H_{BP}$  ) 2 1 やメインポンプ用加熱ヒータ(  $H_{MP}$  ) 2 0 に供給している加熱電流を遮断すると共に、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  に供給している駆動電流( 電力 )を制限し、この遮断及び制限した分の電流( 電力 )をブースタポンプ用電源装置 1 5 のインバータ装置  $I N V_{BP}$  から、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  に供給可能にしている。また、このときメインポンプ( M P ) 1 1 に冷却水 20 を送るメインポンプ用流量制御弁 3 2 の作動電流も遮断し、該流量制御弁 3 2 を閉じ、メインポンプ 1 1 への冷却水の供給を停止する。

#### 【 0 0 2 9 】

また、メインポンプ 1 1 に生成物や異物の噛み込みが発生したと判断したときは、メインポンプ用ヒータ制御装置 2 3 やブースタポンプ用ヒータ制御装置 2 4 を制御して、メインポンプ用加熱ヒータ(  $H_{MP}$  ) 2 0 やブースタポンプ用加熱ヒータ(  $H_{BP}$  ) 2 1 に供給している加熱電流を遮断すると共に、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  に供給している駆動電流( 電力 )を制限し、この遮断及び制限した分の電流( 電力 )をメインポンプ用電源装置 1 4 のインバータ装置  $I N V_{MP}$  から、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  に供給可能にしている。また、このときブースタポンプ 1 2 に冷却水を送るブースタポンプ用流量制御弁 3 3 の作動電流も遮断し、該流量制御弁 3 3 を閉じ、ブースタポンプ 1 2 への冷却水の供給を停止する。

#### 【 0 0 3 0 】

図 4 乃至図 6 は、ブースタポンプ( B P ) 1 2 に噛み込みが発生した場合のメインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$ 、メインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$ 、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$ 、ブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$ 、及び真空ポンプシステム全体の消費電力変化状態を示す図である。従来の真空ポンプシステムでは、図 4 に示すように、時刻  $t_1$  でポンプ運転開始し、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$ 、メインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$ 、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$ 、ブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  及び真空ポンプシステム全体の消費電力は図示するように変化する。A 点でブースタポンプ B P に生成物や異物の噛み込みが発生すると、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  の消費電力が増加し、真空ポンプシステム全体の消費電流がブレーカ 2 6 の遮断電流値を越えた時刻  $t_2$  でブレーカ 2 6 が遮断し、真空ポンプシステム運転停止となる。

#### 【 0 0 3 1 】

本発明に係る真空ポンプシステムでは、図 5 に示すように、時刻  $t_1$  でポンプ運転開始し、メインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$ 、メインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$ 、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$ 、ブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  及び真空ポンプシステム全体の消費電力は図示するように変化する。A 点でブースタポンプ B P に生成物や異物の噛み込みが発生すると、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  の消費電力が増加し、B 点の所定規定値を越えた時刻  $t_2$  でメインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$  及びブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  への 40 50

加熱電流を遮断しヒータ加熱を停止する。これによりブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  の消費電力は上昇し、C点～D点の間でのポンプローラの強力な回転により、生成物や異物が破碎されると消費電力は減少し始め、E点で所定以下となる時刻  $t_3$  で、メインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$  及びブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  への通電を再開し、ヒータ加熱を再開する。これにより真空ポンプシステム全体の消費電流がブレーカ26の遮断電流値を越えることなく、真空ポンプシステム運転停止することなく、運転を継続する。

#### 【0032】

また、本発明に係る真空ポンプシステムでは、図6に示すように、時刻  $t_1$  でポンプ運転開始し、A点でブースタポンプB<sub>P</sub>に生成物や異物の噛み込みが発生すると、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  の消費電力が増加し、B点の所定規定値を越えた時刻  $t_2$  でメインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$  及びブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  への加熱電流を遮断しヒータ加熱を停止する。これでも生成物や異物が破碎されず、ブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  への消費電力が減少しない場合、C点でメインポンプ用駆動電動機  $M_{MP}$  への消費電力を減少させ、更にブースタポンプ用駆動電動機  $M_{BP}$  への消費電力は上昇し、D点～E点の間でのポンプローラの強力な回転により、生成物や異物が破碎されると消費電力は減少し始め、F点で所定以下となる時刻  $t_3$  で、メインポンプ用加熱ヒータ  $H_{MP}$  及びブースタポンプ用加熱ヒータ  $H_{BP}$  への通電を再開し、ヒータ加熱を再開する。これにより真空ポンプシステム全体の消費電流がブレーカ26の遮断電流値を越えることなく、真空ポンプシステム運転停止することなく、運転を継続する。

10

20

#### 【0033】

上記のようにブースタポンプ(B<sub>P</sub>)12又はメインポンプ(M<sub>P</sub>)11に生成物や異物の噛み込みが発生した場合、ブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21、メインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20、及びメインポンプ用流量制御弁(V<sub>MP</sub>)32又はブースタポンプ用流量制御弁(V<sub>BP</sub>)33に供給している加熱電流や作動電流を遮断すると共に、メインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>又はブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>に供給している駆動電流を制限し、その遮断及び制限した分の電流をブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>又はメインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>に供給可能としたので、真空ポンプシステム10が使用する総電力量をえることなく、生成物や異物の噛み込みが発生を解消できる。

30

#### 【0034】

また、上記のように生成物や異物は脆い性質を有すから、ブースタポンプ(B<sub>P</sub>)12やメインポンプ(M<sub>P</sub>)11のポンプローラ52a、52bの回転力を増強することにより、短時間で生成物や異物は破碎され、機外に排出されるから、メイン制御装置30は噛み込みが発生したブースタポンプ(B<sub>P</sub>)12又はメインポンプ(M<sub>P</sub>)11の負荷状態が通常の状態に戻ったら、ブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21やメインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20への加熱電流を通電し、メインポンプ用流量制御弁(V<sub>MP</sub>)32やブースタポンプ用流量制御弁(V<sub>BP</sub>)33への動作電流を元の状態に戻すと共に、ブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>又はメインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>への駆動電流を元の状態に戻す。

40

#### 【0035】

図7はメインポンプ用電源装置14のインバータ装置INV<sub>MP</sub>、ブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置INV<sub>BP</sub>、ブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21、メインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20、ブースタポンプ用流量制御弁(V<sub>BP</sub>)33、メインポンプ用流量制御弁(V<sub>MP</sub>)32の電力容量と従来の制御と、本発明に係る制御でブースタポンプB<sub>P</sub>に噛み込みが発生して過負荷になった場合と、メインポンプに噛み込みが発生して過負荷になった場合との制御例を示す図である。本発明に係る真空ポンプシステムと従来の真空ポンプシステムの比較例を示す図である。

#### 【0036】

図示するように、メインポンプ用電源装置14のインバータ装置INV<sub>MP</sub>の電力容量15kVA、及びブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置INV<sub>BP</sub>の電力容量15kVA、メインポンプ用加熱ヒータH<sub>MP</sub>の電力容量1.5kVA、ブースタポンプ用加熱

50

ヒータ $H_{BP}$ の電力容量1.5kVAであり、真空ポンプシステムの総電力量33kVAとしている。従来の制御ではメインポンプ用電源装置14のインバータ装置INV<sub>MP</sub>、ブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置INV<sub>BP</sub>、メインポンプ用加熱ヒータH<sub>MP</sub>、及びブースタポンプ用加熱ヒータH<sub>BP</sub>を常時動作状態にしている。従って、メインポンプ11又はブースタポンプ12が生成物や異物の噛み込みで、過負荷となった場合、この過負荷を解消するために、過負荷となったポンプの駆動用電動機に定格電流の数倍となる電流を流すためには、その分総電力量を増やすなければならず、電力供給系の設備が大きくなる。

#### 【0037】

これに対して、本発明に係る真空ポンプシステムによる制御では、例えばブースタポンプ(BP)12が噛み込みによる過負荷となった場合、メインポンプ用電源装置14のインバータ装置INV<sub>MP</sub>からメインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>への供給電力を15kVAから10kVAに制限し、メインポンプ用加熱ヒータH<sub>MP</sub>及びブースタポンプ用加熱ヒータH<sub>BP</sub>への3.0kVAの電力供給を停止し、この制限及び停止した分の電力量8kVAをブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置INV<sub>BP</sub>からブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>へ供給するから、総電力量33kVAを変更することなく、噛み込みによる過負荷を解消できる。

10

#### 【0038】

また、メインポンプ(MP)11が噛み込みにより過負荷となった場合も、ブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置INV<sub>BP</sub>からブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>への供給電力を15kVAから10kVAに制限し、メインポンプ用加熱ヒータH<sub>MP</sub>及びブースタポンプ用加熱ヒータH<sub>BP</sub>への3.0kVAの電力供給を停止し、この制限及び停止した分の電力量8kVAをメインポンプ用電源装置14のインバータ装置INV<sub>MP</sub>からメインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>へ供給するから、総電力量33kVAを変更することなく、噛み込みによる過負荷を解消できる。

20

#### 【0039】

なお、上記真空ポンプシステムでは、メインポンプ用駆動電動機M<sub>MP</sub>及びブースタポンプ用駆動電動機M<sub>BP</sub>以外に電力を消費する電力消費部としてブースタポンプ用加熱ヒータ(H<sub>BP</sub>)21、メインポンプ用加熱ヒータ(H<sub>MP</sub>)20、及びメインポンプ用流量制御弁32又はブースタポンプ用流量制御弁33をしているが、これ以外の電力消費部がある場合でも、真空ポンプシステムの運転に支障がない場合であれば、該電力消費部への電力供給を停止し、その分の電力を噛み込みによる過負荷となったブースタポンプ(BP)12又はメインポンプ(MP)11の駆動用電動機M<sub>BP</sub>又はM<sub>MP</sub>に供給することが可能である。

30

#### 【0040】

また、上記真空ポンプシステム10では、複数の真空ポンプとしてブースタ真空ポンプ12とメインポンプ11の2台の真空ポンプを備える真空ポンプシステムを例に説明したが、真空ポンプの台数はそれ以上であってもよい。

#### 【0041】

更に、上記実施形態例はポンプローラへの異物噛み込み時に対する制御を例に、説明したものであるが、先にある真空ポンプへのガス流量急増による過負荷運転状態においても、基本的な制御方法は同一であり、ポンプモータへの供給電力を優先するため、ヒーターなどの電力消費部への電力供給を一端遮断するという方法も可能である。

40

#### 【0042】

以上、本発明の実施形態例を説明したが、本発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。なお、直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や構造であっても、本願発明の作用効果を奏する以上、本願発明の技術範囲である。例えば、2軸容積型のドライ真空ポンプとしてポンプローラがスクリュー型の真空ポンプを用いる例を説明したが、ルーツ型等他の形式の容積移送型の2軸真空ポンプを用いても本願発明の技術範

50

囲である。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明は、複数台のドライ真空ポンプ内のいずれかのポンプローティに過負荷がかかった場合、電動機以外の電力消費部へ供給する電力を遮断或いは制限、及び／又は複数台のドライ真空ポンプ内のポンプローティに過負荷がかかっていないドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給する電力を制限し、該ポンプローティに過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に優先して電力を供給し、過負荷が解消された後に元の電力供給状態に復帰するので、ドライ真空ポンプを駆動する電動機に供給するインバータ装置を含む真空ポンプシステム全体に必要な電力容量を変更せず、ポンプローティに異物噛み込みによる過負荷がかかったドライ真空ポンプを駆動する電動機に定格電流の数倍を上限とした最大電流を供給し、過負荷を解消できる真空ポンプシステムに利用することができる。

10

20

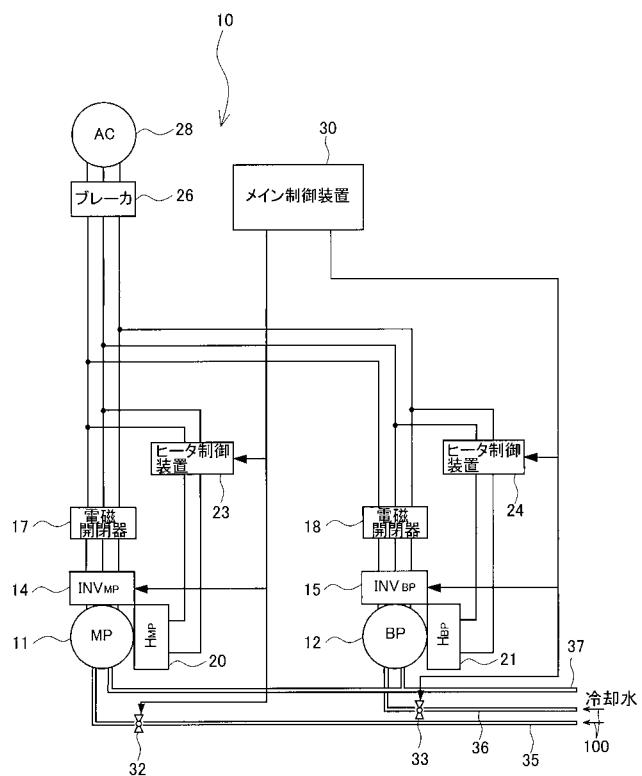
30

【符号の説明】

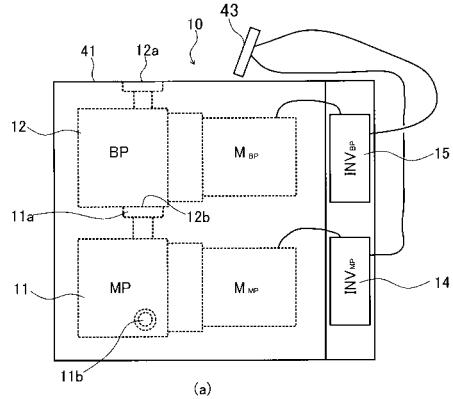
【0044】

- 1 0 真空ポンプシステム
- 1 1 メインポンプ ( M P )
- 1 2 ブースタポンプ ( B P )
- 1 4 メインポンプ用電源装置
- 1 5 ブースタポンプ用電源装置
- 1 7 メインポンプ用電磁開閉器
- 1 8 ブースタポンプ用電磁開閉器
- 2 0 メインポンプ用加熱ヒータ ( H<sub>MP</sub> )
- 2 1 ブースタポンプ用加熱ヒータ ( H<sub>B P</sub> )
- 2 3 メインポンプ用ヒータ制御装置
- 2 4 ブースタポンプ用ヒータ制御装置
- 2 6 ブレーカ
- 2 8 A C 電源 ( 商用電源 )
- 3 2 メインポンプ用流量制御弁 ( V<sub>MP</sub> )
- 3 3 ブースタポンプ用流量制御弁 ( V<sub>B P</sub> )
- 3 5 メインポンプ用冷却水導入管
- 3 6 ブースタポンプ用冷却水導入管
- 3 7 排水管
- 4 1 ケーシング
- 5 0 ポンプケーシング ( ロータケーシング )
- 5 1 a 回転軸
- 5 1 b 回転軸
- 5 2 a ポンプローティ
- 5 2 b ポンプローティ
- 5 6 流体流路

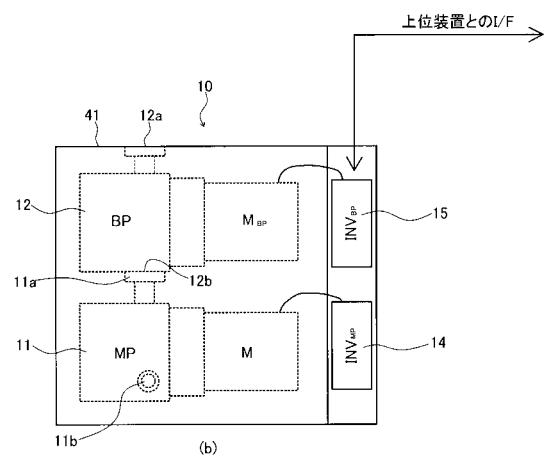
【図1】



【図2】

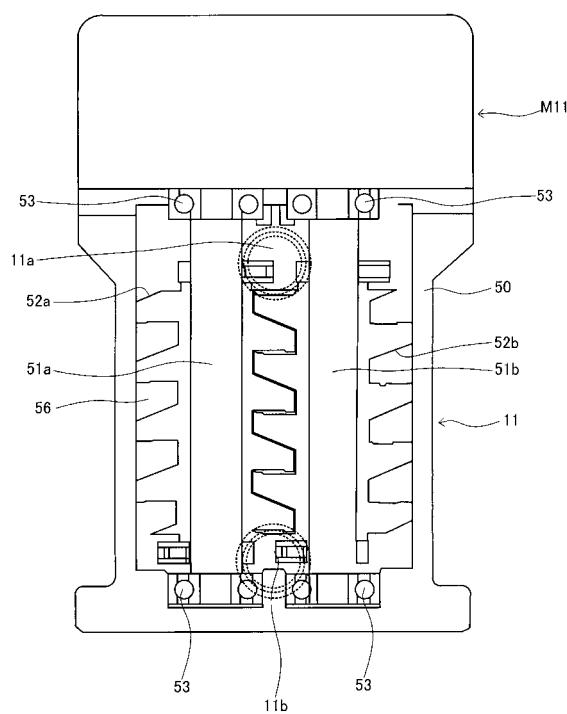


(a)

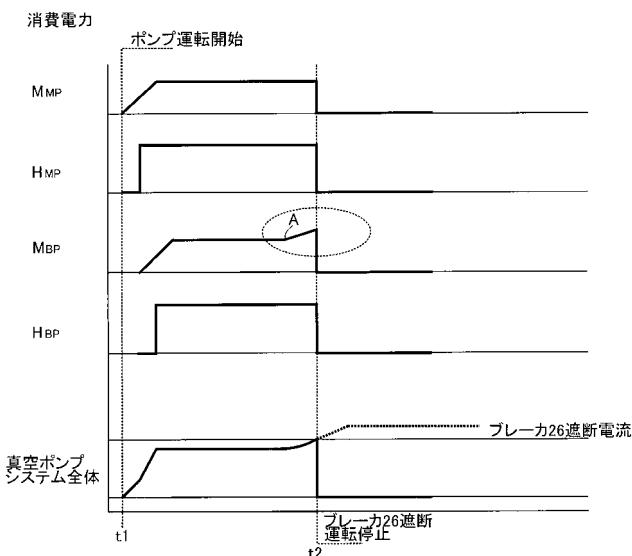


(b)

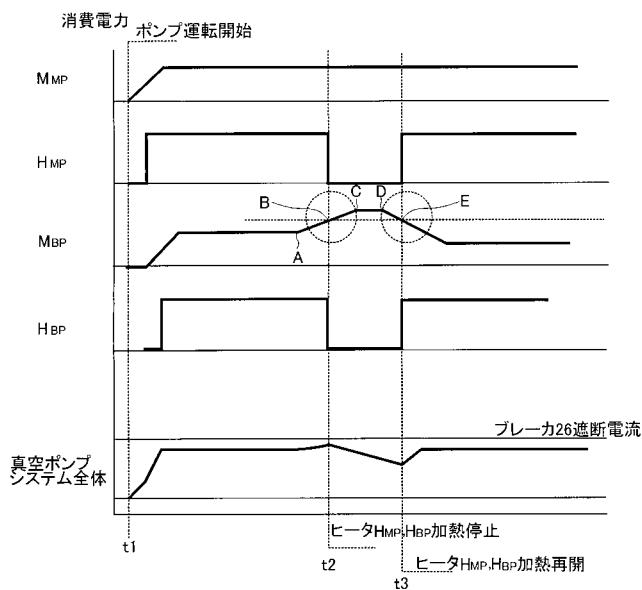
【図3】



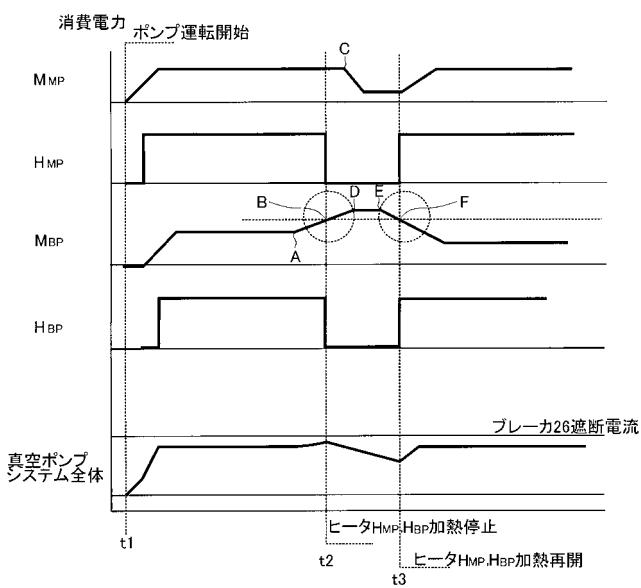
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

INV<sub>Hp</sub>:メインポンプ用電源装置14のインバータ装置  
 INV<sub>Bp</sub>:ブースタポンプ用電源装置15のインバータ装置  
 Hp:メインポンプ用加熱ヒータ20  
 Bp:ブースタポンプ用加熱ヒータ21  
 V<sub>Hp</sub>:メインポンプ用流量制御弁33  
 V<sub>Bp</sub>:ブースタポンプ用流量制御弁32

従来の制御		BP端込み発生による過負荷		MP端込み発生による過負荷	
電力	動作	電力	動作	電力	動作
INV <sub>Hp</sub>	15kVA	15kVA→10kVA	BP過負荷時出力制限	15kVA→23kVA	過負荷上限変更
INV <sub>Bp</sub>	15kVA	15kVA→23kVA	過負荷上限変更	15kVA→10kVA	MP過負荷時出力制限
H <sub>Hp</sub>	1.5kVA	過負荷時停止	1.5kVA	過負荷時停止	過負荷時停止
H <sub>Bp</sub>	1.5kVA	過負荷時停止	1.5kVA	過負荷時停止	過負荷時停止
V <sub>Hp</sub>	-	過負荷時バルブ閉	-	-	-
V <sub>Bp</sub>	-	-	-	-	過負荷時バルブ閉
総電力量	35kVA	35kVA	35kVA	35kVA	35kVA

---

フロントページの続き

(72)発明者 木戸 功一

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 中澤 敏治

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

F ターム(参考) 3H129 AA03 AA16 AB06 AB11 BB41 CC51 CC61