(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
2011 年 1 月 20 日(20.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/007652 A1

(51) 国際特許分類:
F04B 37/16 (2006.01) *F04B 37/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/060739

(22) 国際出願日: 2010 年 6 月 24 日(24.06.2010)

(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 2009-166701 2009 年 7 月 15 日(15.07.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 滝澤 功一 (TAKIZAWA, Kouichi) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山１２２０－１４ 株式会社 アルバック 富士裾野工場 内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 恩田 博宣, 外 (ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町２丁目１２番地の１ Gifu (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, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (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)）

(54) **Title**: PRESSURE REDUCTION SYSTEM AND VACUUM TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称 : 減圧システム及び真空処理装置

[図4]

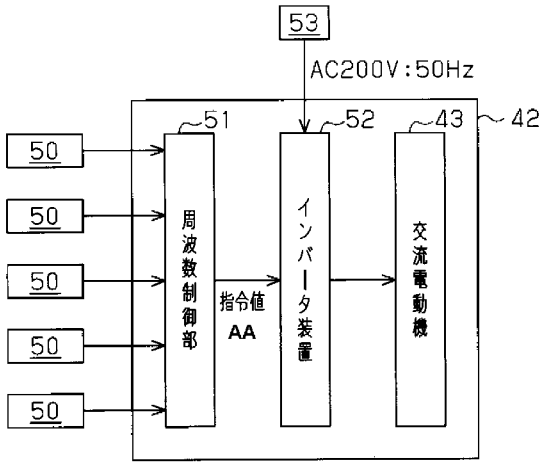


FIG. 4:
43 AC MOTOR
51 FREQUENCY CONTROLLER
52 INVERTER
AA INSTRUCTED VALUE

(57) **Abstract**: Provided is a pressure reduction system which includes a plurality of pressure reduction devices each having a cooling portion, and a compression device (42). The compression device includes a compression portion having an AC motor (43) and supplies a compressed coolant to each cooling portion at a flow rate corresponding to the rotational speed of the AC motor. Each cooling portion supplements a gas when the compressed coolant is adiabatically expanded. The pressure reduction system further includes temperature detectors (5) each detecting the temperature of each cooling portion, an inverter (52) by which the frequency of an AC supply source supplied to the AC motor can be varied, and a frequency controller (51) which controls the output frequency of the inverter. The frequency controller (51) relatively increases the output frequency of the inverter when the temperature of the cooling portion of at least one of the plurality of pressure reduction devices is not less than a first threshold value and relatively decreases the output frequency of the inverter when the temperatures of the cooling portions of all of the plurality of pressure reduction devices are lowered to be less than the first threshold value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/007652 A1

減圧システムは、各々冷却部を有する複数の減圧装置と、圧縮装置（42）とを含む。圧縮装置（42）は、交流電動機（43）を有する圧縮部を含み、交流電動機の回転速度に応じた流量で各冷却部に圧縮冷媒を供給する。各冷却部は、この圧縮冷媒を断熱膨張させるときに気体を補足する。減圧システムはさらに、各冷却部の温度を検出する温度検出部（50）と、交流電動機に供給する交流電源の周波数を変更可能なインバータ装置（52）と、インバータ装置の出力周波数を制御する周波数制御部（51）とを含む。周波数制御部（51）は、複数の減圧装置のうち少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が第１の閾値以上のときにインバータ装置の出力周波数を相対的に上げ、複数の減圧装置すべての冷却部の温度が第１の閾値未満に下がったときにインバータ装置の出力周波数を相対的に下げる。

明　細　書

発明の名称 ： 減圧システム及び真空処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えばクライオポンプやクライオトラップなどの複数の減圧装置と、該複数の減圧装置に圧縮した冷媒を供給する圧縮装置とを備える減圧システム、及びこれを用いた真空処理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、超高真空を形成する装置として、例えば特許文献１に記載されるようなクライオポンプや特許文献２に記載されるクライオトラップ等、極低温面に気体を凝縮させて捕捉する減圧装置が知られている。冷媒が膨張するときの吸熱を利用して極低温面が形成されるこの種の減圧装置には、圧縮された冷媒を減圧装置へ送給する圧縮装置が不可欠であり、こうした圧縮装置との協働によって上記減圧装置は超高真空を実現している。

[0003] 液晶ディスプレイ等の表示装置、ＣＰＵやメモリ等の半導体装置等、これらを製造する製造装置には、それを構成する真空チャンバの排気系として上述する減圧装置と圧縮装置とから構成される排気ユニットが利用されている。複数の真空チャンバから１台の製造装置が構成されるクラスター型の製造装置の場合には、真空チャンバの個数と同じ個数の減圧装置が必要となり、製造装置それ自体の占有スペースの縮小化を目的として、こうした複数の減圧装置が１台の圧縮装置を共有するかたちで減圧システムが構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００２－７０７３７号公報

特許文献2：特開２００９－１９５００号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで近年では、地球環境を保全する観点から上述する製造装置においても省エネルギー化が強く望まれている。一方、複数の減圧装置の排気能を１台の圧縮装置で発現させる上記減圧システムにあっては、製造装置それ自体の占有スペースの縮小化が可能になるものの、圧縮装置で圧縮された冷媒の供給量までもが複数の減圧装置の各々において同じ程度となってしまう。稼働状態が異なる複数の真空チャンバからなる上記クラスター型の製造装置では、複数の減圧装置の各々においてそれに必要とされる排気能が通常異なるものであり、上述するように冷媒の供給量が各減圧装置において同じ程度になるとなれば、不要とされる冷媒までもが減圧装置に供給されてしまう。そのため複数の減圧装置の排気能を１台の圧縮装置で発現させる減圧システムでは、不要とされる冷媒を圧縮装置から圧送させることが余儀なくされるため、こうした圧送の仕組みが圧縮装置における省電力化、ひいては減圧システムにおける省エネルギー化の大きな妨げとなっている。

[0006] 本発明は、上記実状を鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の減圧装置の排気能を１台の圧縮装置で発現させる減圧システム及び真空処理装置であって、消費電力を削減可能にする減圧システム及び真空処理装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一つの態様は、減圧システムである。減圧システムは、圧縮された冷媒を受け取り、該圧縮された冷媒を断熱膨張させるときに気体を補足可能な冷却部を各々含む複数の減圧装置と、交流電動機を有する圧縮部を含み、前記交流電動機の回転速度に応じた流量で前記圧縮部から前記複数の減圧装置の各々の冷却部に前記圧縮された冷媒を供給する圧縮装置と、前記各減圧装置の冷却部の温度を検出する温度検出部と、前記交流電動機に供給する交流電源の周波数を変更可能なインバータ装置と、前記インバータ装置の出力周波数を制御する周波数制御部とを備え、前記周波数制御部は、前記複数の減圧装置のうち少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が第１の閾値以上のときに前記インバータ装置の出力周波数を相対的に上げ、前記複数の減

圧装置すべての冷却部の温度が前記第１の閾値未満に下がったときに前記インバータ装置の出力周波数を相対的に下げる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明にかかる真空処理装置としての半導体装置の製造装置を示す概略構成図。

[図2]（ａ）図１の真空処理装置の真空排気部を示す概略構成図、（ｂ）図１の真空処理装置の高真空排気部を示す概略構成図。

[図3]図１の第１処理部の減圧システムにおける冷媒の流れを示す配管の系統図。

[図4]図１の第１処理部の減圧システムを構成する圧縮装置に関わる電気的な概略構成を示したブロック図。

[図5]図４の周波数制御部によるインバータ装置の出力周波数の制御の流れを示すフローチャート。

[図6]図１の第１処理部の各チャンバにおける冷却部の温度推移とインバータ装置の出力周波数とを示したタイミングチャート。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明にかかる減圧システム、及びこれを用いた真空処理装置の一実施形態について、図１～図６を参照して説明する。図１は真空処理装置としての半導体装置の製造装置１０を示す概略構成図であり、図２（ａ）は真空排気部の構成を示す概略構成図であり、図２（ｂ）は高真空排気部の構成を示す概略構成図である。

[0010] 図１に示されるように、半導体装置の製造装置１０は、基板Wに対して所定の金属等からなる膜を成膜する装置である。製造装置１０は、例えばスパッタリング処理などを行う複数のチャンバを含む第１処理部１１と、例えば基板Wに対して熱処理などを行う複数のチャンバを含む第２処理部１２と、これらの第１及び第２処理部１１，１２を接続するバッファ室１３とを有している。

[0011] 第１処理部１１は、断面が多角形状の搬送チャンバ１５を有している。こ

の搬送チャンバ１５には、２つのロードロックチャンバ１６ａ，１６ｂと、４つのチャンバ１７，１８，１９，２０と、１つのバッファ室１３とが、それぞれに対応するゲートバルブ２１を介して接続されている。各チャンバは、それに対応するゲートバルブ２１が開くことにより搬送チャンバ１５と連通し、反対に、それに対応するゲートバルブ２１が閉じることにより搬送チャンバ１５から遮断される。製造装置１０には、ロードロックチャンバ１６ａを介して基板Wが搬入されて、ロードロックチャンバ１６ｂを介して製造装置１０の外部へと基板Wが搬出される。４つのチャンバ１７，１８，１９，２０の各々は、基板Wに対する各種の処理を真空雰囲気下で実行するチャンバであって、例えばチャンバ１７，２０は、スパッタ法を用いてアルミニウムからなる金属膜を基板Wに成膜し、チャンバ１８，１９は、ロングスロースパッタ法を用いてアルミニウムからなる金属膜を基板Wに成膜する。搬送チャンバ１５の内部には、基板Wを搬送するための搬送ロボット２２が搭載されている。搬送ロボット２２は、搬送チャンバ１５から、ロードロックチャンバ１６ａ，１６ｂ、チャンバ１７，１８，１９，２０、およびバッファ室１３への（および逆方向への）基板Wの搬送を行う。

[0012] 第２処理部１２は、第１処理部１１と同じく、断面が多角形状の搬送チャンバ２５を有している。この搬送チャンバ２５には、バッファ室１３が連通した状態で接続されているとともに、チャンバ２６，２７，２８，２９，３０，３１がそれぞれに対応するゲートバルブ２１を介して接続されている。各チャンバは、それに対応するゲートバルブ２１が開くことにより搬送チャンバ１５と連通し、反対に、それに対応するゲートバルブ２１閉じることにより搬送チャンバ１５から遮断される。第２処理部１２のチャンバ２６では、各種の処理によって高温となった基板Wに対して冷却処理が行われる。３つのチャンバ２７，３０，３１の各々は、基板Wに対する各種の処理を真空雰囲気下で実行するチャンバであって、例えばこれらの各チャンバは、基板Wに対してバイアス電圧を印可しつつ同基板W上にスパッタ粒子を堆積させて金属膜あるいは金属窒化膜を成膜する成膜処理を実行する。またチャンバ

２８，２９の各々も基板Wに対する各種の処理を真空雰囲気下で実行するチャンバであって、例えばチャンバ２８は、水素ガス等の還元性ガス雰囲気の下で基板Wに対する熱処理を実行し、チャンバ２９は、基板Wの表面に付着したガス粒子を除去する脱ガス処理を実行する。搬送チャンバ２５の内部にも、基板Wを搬送するための搬送ロボット３２が搭載されている。搬送ロボット３２は、搬送チャンバ２５から、バッファ室１３およびチャンバ２６，２７，２８，２９，３０，３１への（および逆方向への）基板Wの搬送を行う。

[0013] つまり、上述する半導体装置の製造装置１０は、バッファ室１３を挟んで連結された搬送チャンバ１５及び搬送チャンバ２５に複数のチャンバを搭載する、所謂クラスター型の装置であって、各々真空チャンバである搬送チャンバ１５と搬送チャンバ２５との間でバッファ室１３を介して基板Wを往来させる。そしてロードロックチャンバ１６ａに搬入された基板Wは、搬送ロボット２２，３２の搬送動作によって真空チャンバである各チャンバに順に搬送されて、搬送先となるチャンバにおいて真空雰囲気下での各種の処理が施される。

[0014] ところで、こうした基板Wに行われるスパッタ処理などの各処理は、チャンバ内を真空雰囲気にした上で行われる。そのため、各チャンバには、当該チャンバ内を真空状態にする真空排気部３４、または当該チャンバ内を真空状態よりも真空度が高い高真空状態にする高真空排気部３５が接続されている。つまり製造装置１０を構成するチャンバのうち、それに必要とされる真空度が高真空でないチャンバには真空排気部３４が連結され、それに必要とされる真空度が高真空度であるチャンバには高真空排気部３５が連結されている。例えば図１に示されるように、第１処理部１１のロードロックチャンバ１６ａ，１６ｂ、第２処理部１２のチャンバ２６，２８，２９には、真空排気部３４が接続されている。一方、第１処理部１１の搬送チャンバ１５、チャンバ１７，１８，１９，２０及び第２処理部１２の搬送チャンバ２５、チャンバ２７，３０，３１には、高真空排気部３５が接続されている。

[0015] 図２（ａ）に示されるように、真空排気部３４は、チャンバ内を粗引き排気する粗引きポンプ３６と、粗引き排気されたチャンバ内をさらに排気して真空状態を形成するターボ分子ポンプ３７と、ターボ分子ポンプ３７の排気能を担保すべく同ターボ分子ポンプ３７の背圧側を粗引き排気する粗引きポンプ３８と、これら各構成要素とチャンバとの間を開閉する複数のバルブ３９とから構成されている。そしてチャンバ内に真空状態を形成する場合には、まず粗引きポンプ３６及び粗引きポンプ３８が駆動してチャンバ内とターボ分子ポンプ３７の背圧側とが粗引きされる。次いで粗引きポンプ３６とチャンバとの間のバルブ３９が閉じて、ターボ分子ポンプ３７とチャンバとの間のバルブ３９が開くことによって、チャンバ内がターボ分子ポンプ３７によって排気される。

[0016] 図２（ｂ）に示されるように、高真空排気部３５には、接続されたチャンバ内を高真空状態にすべく、上述した真空排気部３４の構成に加えてターボ分子ポンプ３７の吸入側に減圧システムを構成する減圧装置としてのクライオトラップ４０が設けられている。クライオトラップ４０は、冷凍機と当該冷凍機に冷却される冷却パネルとからなる冷却部４１（図３参照）を含み、この冷却部４１は、前記冷凍機に圧縮したヘリウムガス（冷媒）を供給し減圧システムを構成する圧縮装置４２（図３参照）に接続されている。

[0017] クライオトラップ４０は、高真空排気部３５の粗引きポンプ３６及びターボ分子ポンプ３７によって排気されずにチャンバ内に残留している例えば水蒸気などの気体を、冷却パネルの極低温面に凝縮させて捕捉する装置である。上述した冷却部４１の冷凍機には、圧縮装置４２によって圧縮された高圧のヘリウムガスが供給され、この高圧のヘリウムガスが断熱膨張する際の吸熱によって冷却パネルが１２３Ｋまで冷却される。これにより冷却パネルにおける極低温面が実現される。また、これらの冷却パネルには、当該冷却パネルの温度を検出する温度検出部としての温度センサ５０（図４参照）がそれぞれ設けられている。なお、以下で言う冷却部４１の温度とは、この冷却パネルの温度を示す。

[0018] 次に、半導体装置の製造装置１０に適用される減圧システムについて図３～図６を参照して説明する。なお、半導体装置の製造装置１０は、第１処理部１１の高真空排気部３５に対応する減圧システムと、第２処理部１２の高真空排気部３５に対応する減圧システムとを有している。これらの減圧システムは、冷却部４１の数量が異なるだけでその基本的な構成は同じであるため、以下では、第１処理部１１における減圧システムについて説明し、第２処理部１２における減圧システムの説明は省略する。図３は、こうした第１処理部１１の減圧システムにおける冷媒の流れを示す配管の系統図であり、図４は、第１処理部１１の減圧システムを構成する圧縮装置４２に関わる電気的な概略構成を示すブロック図である。

[0019] 図３に示されるように、減圧システムを構成する圧縮装置４２は、交流電動機４３の駆動力を受けて冷媒としてのヘリウムガスを圧縮する圧縮部４４を有している。この圧縮部４４で圧縮されて高圧となったヘリウムガスは、一旦アキュムレータ４５に貯留されたのち、各冷却部４１の冷凍機へと供給される。つまり、この圧縮装置４２は、第１処理部１１における５つの高真空排気部３５の各冷却部４１に対して、圧縮された高圧のヘリウムガスを１台で供給している。各冷却部４１に供給された高圧のヘリウムガスは、各冷却部４１の冷凍機において断熱膨張されて低圧となり、低圧ガス貯留部４６に一旦貯留されたのち、圧縮装置４２の圧縮部４４に再び戻される。

[0020] 図４に示されるように、圧縮装置４２は、周波数制御部５１と、インバータ装置５２と、交流電動機４３とを有している。第１処理部１１の各冷却部４１に設けられた温度センサ５０は、周波数制御部５１と電気的に接続されて、その時々の冷却部４１の温度を示す検出信号を周波数制御部５１に出力する。周波数制御部５１は、

・冷却部４１の温度の目標値に相当する電圧レベル、

・冷却部４１の温度の第１の閾値に相当する電圧レベル、

・第１の閾値よりも高い温度である第２の閾値に相当する電圧レベル

といった各種の参照電圧を生成または予め記憶し、各温度センサ５０の検出

結果に相当する電圧レベルとこれらの参照電圧とを比較する。

[0021] なお、冷却部４１の温度の目標値とは、冷却パネルが冷却能力を定常的に十分に発揮できるときの冷却部４１の温度であって、例えば１２３Ｋに設定されている。また第１の閾値とは、冷却対象である冷却パネルにおいてさらに効率的な冷却が必要となる温度、例えば１２８Ｋに設定されている。また第２の閾値とは、冷却対象である冷却パネルの温度を強制的に急激に冷却する温度であり、例えば１３８Ｋに設定されている。

[0022] 周波数制御部５１は、圧縮装置４２が稼働した直後から所定の検出周期（本実施形態では５分）で各温度センサ５０からの検出信号を取得し、インバータ装置５２が交流電動機４３に供給する交流電源の周波数の制御指令値をインバータ装置５２に出力する。なお、上述した所定の検出周期とは、インバータ装置５２の出力周波数を変更したことによる影響を各冷却部４１が受けるのに十分な時間である。

[0023] インバータ装置５２は、外部電源５３（本実施形態ではＡＣ２００Ｖ、５０Ｈｚ）から供給される交流電源を一旦直流に変換し、再び交流に変換することにより、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数を変更する装置である。インバータ装置５２は、外部電源５３からの交流電源の周波数を下限値である３０Ｈｚと上限値である５０Ｈｚとの間で変更可能であり、周波数制御部５１からの制御指令値を受けて、この制御指令値に基づく周波数の交流電源を交流電動機４３に供給する。なお、インバータ装置５２の出力周波数の上限値は、各冷却部４１の全ての温度が強制的に目標値である１２３Ｋ以下に冷却される周波数である。

[0024] 交流電動機４３は、インバータ装置５２から供給される交流電源を受けて該交流電源の周波数に応じた回転速度で回転し、その回転速度に応じた量のヘリウムガスを各冷却部４１に供給する。詳述すると、インバータ装置５２から供給される交流電源の周波数が高くなると、交流電動機４３の回転速度が高くなり、各冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が増すことになる。このようにしてヘリウムガスの供給量が増えると、アキュムレータ４

５を介して繋がる全ての冷却部４１においてそれの冷却能力が向上することとなる。反対に、インバータ装置５２から供給される交流電源の周波数が低くなると、交流電動機４３の回転速度が低くなり、各冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が減ることになる。このようにしてヘリウムガスの供給量が減ると、アキュムレータ４５を介して繋がる全ての冷却部４１においてそれの冷却能力が低下することとなる。つまり、上述する減圧システムにおいては、インバータ装置５２から交流電動機４３に供給される交流電源の周波数が周波数制御部５１によって制御され、この交流電源の周波数に合わせて各冷却部４１の温度が制御される。

[0025] こうした周波数制御部５１によって実行されるインバータ装置５２の出力周波数の制御について図５を参照して説明する。図５は、周波数制御部５１によるインバータ装置５２の出力周波数の制御の流れを示すフローチャートである。なお、この一連の処理は、上述する所定の検出周期毎、すなわち周波数制御部５１が冷却部４１の温度を取得する毎に実行されるものであって、周波数制御部５１が搭載する専用の論理回路によって具現化されるものであるが、これに限らず、例えば汎用コンピュータに搭載されるプログラム等によって具現化することも可能である。

[0026] 図５に示されるように、周波数制御部５１は、各温度センサ５０からの検出信号に基づいて、各冷却部４１の温度を取得する（ステップＳ１０１）。続いて周波数制御部５１は、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１においてその温度が第２の閾値である１３８Ｋ以上であるか否か、つまり強制的な冷却が必要な冷却部４１が存在するか否かを判断する（ステップＳ１０２）。全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１においてその温度が第２の閾値以上であると周波数制御部５１が判断すると（ステップＳ１０２：ＹＥＳ）、インバータ装置５２の出力周波数を上限値である５０Ｈｚに設定するように指示する制御指令値を該周波数制御部５１はインバータ装置５２に出力する（ステップＳ１０３）。そして全ての冷却部４１に対する強制的な冷却を周波数制御部５１が交流電動機４３に実行させ

て、一連の処理を終了する。

[0027] この際、強制的な冷却指令が周波数制御部５１からインバータ装置５２に出力されると、交流電動機４３に供給される交流電源の出力周波数がそれの上限値である５０Ｈｚに設定されることになる。そして上限値となる出力周波数で交流電源が供給されるとなると、交流電動機４３では回転速度が最大となり、圧縮装置４２では各冷却部４１へ供給されるヘリウムガスの供給量が最大となる。つまり、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１においてその温度が第２の閾値以上となると、該第２の閾値以上となっている冷却部４１に対する冷却が優先的に実行されることとなって、冷却部４１がすばやく冷却されることになる。

[0028] 一方、全ての冷却部４１における温度が前記第２の閾値未満である、つまり冷却部４１に対する強制的な冷却が不要であると周波数制御部５１が判断すると（ステップＳ１０２：ＮＯ）、周波数制御部５１は、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１においてその温度が前記第１の閾値である１２８Ｋ以上であるか否かを判断する（ステップＳ１０４）。全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１においてその温度が第１の閾値以上であると周波数制御部５１が判断すると（ステップＳ１０４：ＹＥＳ）、現在の交流電源の周波数が上限値である５０Ｈｚか否か、つまり交流電源の周波数をさらに増やすことが可能か否かを周波数制御部５１は判断する（ステップＳ１０５）。そして現在の交流電源の周波数が上限値である５０Ｈｚであるならば（ステップＳ１０５：ＹＥＳ）、交流電源の周波数を増やすことが不可能であると周波数制御部５１は判断し、交流電源の周波数を上限値である５０Ｈｚに維持するための制御指令値をインバータ装置５２に出力して、一連の処理を終了する。これに対して、現在の交流電源の周波数が上限値である５０Ｈｚでないならば（ステップＳ１０５：ＮＯ）、交流電源の周波数を現在の値から５Ｈｚ上昇させる制御指令値をインバータ装置５２に出力して（ステップＳ１０６）、一連の処理を終了する。

[0029] この際、現在の出力周波数を５Ｈｚ上昇させるという制御指令値が周波数

制御部５１からインバータ装置５２に出力されると、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数が現在の値から５Ｈｚだけ高くなって、交流電動機４３では、その上昇した周波数の分だけ回転速度が高められることになる。そして交流電動機４３で回転速度が高くなると、圧縮装置４２から各冷却部４１へ供給されるヘリウムガスの供給量も増大することとなり、冷却部４１に対してさらなる冷却を行うことができる。

[0030] 一方、全ての冷却部４１における温度が第１の閾値である１２８Ｋ未満であると周波数制御部５１が判断すると（ステップＳ１０４：ＮＯ）、現在の交流電源の周波数がインバータ装置５２の下限値である３０Ｈｚであるか否か、つまり交流電源の周波数をさらに減らすことが可能か否かを周波数制御部５１は判断する（ステップＳ１０７）。そして現在の交流電源の周波数が下限値である３０Ｈｚであるならば（ステップＳ１０７：ＹＥＳ）、交流電源の周波数を減らすことが不可能であると周波数制御部５１は判断し、交流電源の周波数を下限値である３０Ｈｚに維持するための制御指令値をインバータ装置５２に出力して、一連の処理を終了する。これに対して、現在の交流電源の周波数が下限値である３０Ｈｚでないならば（ステップＳ１０７：ＮＯ）、交流電源の周波数を現在の値から５Ｈｚ減少させる制御指令値をインバータ装置５２に出力して（ステップＳ１０８）、一連の処理を終了する。

[0031] この際、現在の出力周波数を５Ｈｚ減少させるという制御指令値が周波数制御部５１からインバータ装置５２に出力されると、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数が現在の値から５Ｈｚだけ低くなって、交流電動機４３では、その減少した周波数の分だけ回転速度が低くなることとになる。そして交流電動機４３の回転速度が低くなると、圧縮装置４２から各冷却部４１へ供給されるヘリウムガスの供給量も減少することとなり、冷却部４１に対してさらなる冷却が必要でない場合には、圧縮装置４２で消費される電力を低減させることができる。

[0032] つまり、上述した減圧システムにおいては、全ての冷却部４１のうち、少

なくとも１つの冷却部４１においてさらなる冷却が必要となると、インバータ装置５２の出力周波数が周波数制御部５１によって５Ｈｚだけ上げられることになる。そして全ての冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が＋５Ｈｚ分だけ増大し、全ての冷却部４１における冷却能力がこれに合わせて増強されることになる。一方、全ての冷却部４１に対してさらなる冷却が必要でないとなると、インバータ装置５２の出力周波数が周波数制御部５１によって５Ｈｚだけ下げられることになる。そして全ての冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が５Ｈｚ分だけ減少し、全ての冷却部４１における冷却能力がこれに合わせて減退することになる。それゆえ、全ての冷却部４１においてその時々の温度に合った効率的な冷却が行われつつ、圧縮装置４２における消費電力が削減可能にもなる。

[0033] 次に、周波数制御部５１によるインバータ装置５２の出力周波数の制御の一例を、タイミングチャートを用いて説明する。図６は、第１処理部１１の各チャンバにおける冷却部４１の温度推移と、その温度推移に基づいて設定されるインバータ装置５２の出力周波数とを示したタイミングチャートである。図６におけるタイミングｔ１～ｔ１０は、各冷却部４１の温度を検出する検出周期ごとのタイミングを示し、全てのチャンバが処理待ちとなるアイドル状態（タイミングｔ０）から各チャンバにおける処理が継続される状態（タイミングｔ１０）までのタイミングを示す。なお、各チャンバにおいて特に大きな排気能が必要とされない上記アイドル状態（タイミングｔ０）においては、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数が周波数制御部５１によって下限値である３０Ｈｚに常に設定される。

[0034] 図６に示されるように、アイドル状態であるタイミングｔ０、及びタイミングｔ０から検出周期だけ経過したタイミングｔ１では、全ての冷却部４１における温度が第２の閾値（１３８Ｋ）、さらには第１の閾値（１２８Ｋ）未満である。そして各チャンバにおいて特に大きな排気能が必要とされないこれらタイミングｔ０及びタイミングｔ１では、交流電動機４３に対して下限値である３０Ｈｚの交流電源が供給されている。このため、タイミングｔ

０及びタイミングｔ１においては、インバータ装置５２の出力周波数が下限値である３０Ｈｚに維持され続ける。

[0035] 次いで、チャンバ１７において例えば大きな排気能が必要とされ、チャンバ１７に対応する冷却部４１の温度が第１の閾値以上となる。その結果、タイミングｔ２では、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であると周波数制御部５１において判断される。これに加えて、現在のインバータ装置５２における出力周波数が下限値の３０Ｈｚであるとの判断が周波数制御部５１においてなされ、これによって、現在の周波数（３０Ｈｚ）から５Ｈｚだけ出力周波数を上昇させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。その結果、交流電動機４３に周波数が３５Ｈｚの交流電源が供給され、出力周波数が５Ｈｚだけ上昇することにより、交流電動機４３の回転速度が高まり、各冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が増加し、全ての冷却部４１における冷却能力が向上することとなる。

[0036] 続いて、チャンバ１７において引き続き大きな排気能が必要とされ、チャンバ１７の冷却部４１の温度が、連続する検出周期において第１の閾値以上のままとなる。その結果、タイミングｔ３では、引き続き、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であると周波数制御部５１において判断される。これに加えて、現在のインバータ装置５２における出力周波数（３５Ｈｚ）が上限値の５０Ｈｚに満たないものであるとの判断が周波数制御部５１においてなされ、これによって、現在の周波数（３５Ｈｚ）から５Ｈｚだけ出力周波数を上昇させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。その結果、交流電動機４３に周波数４０Ｈｚの交流電源が供給され、交流電動機４３の回転速度がさらに高まり、全ての冷却部４１における冷却能力がさらに向上することとなる。

[0037] この状態から、チャンバ１７においては十分な排気能が確保されるものの、チャンバ２０において別途大きな排気能が必要となると、図６に示される

ように、チャンバ１７における冷却部４１の温度は第１の閾値未満となるものの、これと異なるチャンバ２０における冷却部４１の温度が第１の閾値以上となる。そのため、タイミングｔ４で、周波数制御部５１では、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が連続する検出周期において第１の閾値以上であるという同様の判断が引き続きなされる。またこれに加えて、現在のインバータ装置５２における出力周波数（４０Ｈｚ）が上限値の５０Ｈｚに満たないものであるとの判断が周波数制御部５１においてなされ、これによって、現在の周波数（４０Ｈｚ）から５Ｈｚだけ上昇させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。その結果、交流電動機４３に周波数４５Ｈｚの交流電源が供給され、交流電動機４３の回転速度がチャンバ２０の処理内容に合わせるようにさらに高まり、各冷却部４１における冷却能力が一段と向上することとなる。

[0038] 続いて、チャンバ２０において引き続き大きな排気能が必要とされ、チャンバ２０の冷却部４１の温度が、連続する検出周期において第１の閾値以上のままとなる。その結果、タイミングｔ５では、引き続き、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であると周波数制御部５１において判断される。これに加えて、現在のインバータ装置５２における出力周波数４５Ｈｚ）が上限値の５０Ｈｚに満たないものであるとの判断が周波数制御部５１においてなされ、これによって現在の周波数（４５Ｈｚ）から５Ｈｚだけ出力周波数を上昇させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。その結果、交流電動機４３に上限値である周波数５０Ｈｚの交流電源が供給され、これにより各冷却部４１における冷却能力が最大となる。

[0039] つまり、タイミングｔ２～ｔ５においては、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であると判断される。そのため、インバータ装置５２には、各タイミングｔ２～ｔ５において、出力周波数を５Ｈｚだけ上昇させるための制御指令値が入力され続けることとなる。ここで、こうした圧縮したヘリウムガスを用いて冷却される冷却部４１

にあっては、ヘリウムガスの供給量の増減に応じて直ちにその温度が変化するわけではない。

[0040] 例えば冷媒の断熱膨張サイクルに長時間を要する場合やそれにおける熱伝導に長時間を要する場合には、冷媒の供給量の増減が冷却部の温度に反映されるまでにそれ相当の時間を要してしまうこととなる。そのため冷却部４１の温度が急激に上昇するような場合であれば、これに合わせて冷媒の供給量も大幅に増大させることが好ましく、また冷却部４１の温度が緩やかに上昇するような場合であれば、これに合わせて冷媒の供給量を小幅に増大させるか、その増大そのものを抑えることが好ましい。

[0041] 上述したように、本実施形態では、冷却部４１の少なくとも１つが連続して第１の閾値以上となる場合、すなわちいずれかの冷却部４１に対してさらなる冷却が必要な場合に、交流電動機４３へ供給される交流電源の周波数が段階的に上昇する。従って、前回に出力周波数を上げたことによる各冷却部４１の温度変化を考慮した上で、さらなる出力周波数の上昇がなされることとなる。こうした制御方法であれば、インバータ装置５２の出力周波数の過度な上昇を回避することができ、その過度な周波数の上昇を回避した分だけ、圧縮装置４２で消費される電力を削減することができる。

[0042] 続いて、タイミングｔ６では、各チャンバにおいて十分な排気能が確保され、全ての冷却部４１の温度が第１の閾値である１２８Ｋ未満となる。従って、タイミングｔ６では、第１の閾値以上の温度の冷却部４１がないと周波数制御部５１において判断される。これに加えて、現在のインバータ装置５２における出力周波数（５０Ｈｚ）が下限値（３０Ｈｚ）より高いものであるとの判断が周波数制御部５１においてなされる。これによって、現在の周波数から５Ｈｚだけ出力周波数を減少させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。その結果、交流電動機４３の回転速度が低くなり、全ての冷却部４１において、余剰となる冷却能力が発生し難くなる。

[0043] 以後同様に、各チャンバにおいて十分な排気能が確保され、全ての冷却部

４１の温度が連続する検出周期において第１の閾値である１２８Ｋ未満であるといったタイミングｔ７～ｔ９では、その都度、現在の周波数から５Ｈｚだけ出力周波数を減少させるための制御指令値が該周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。そして、タイミングｔ９にてインバータ装置５２が出力する交流電源の周波数が下限値（３０Ｈｚ）に到達すると、タイミングｔ１０以後では、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数が下限値である３０Ｈｚに維持される。

[0044] つまり、タイミングｔ６～ｔ１０においては、各冷却部４１の全ての温度が第１の閾値未満であるとの判断が連続してなされる。このため、インバータ装置５２には、各タイミングｔ６～ｔ１０において現在の周波数から５Ｈｚだけ減少させるための制御指令値が入力されることとなる。上述するように、こうした圧縮したヘリウムガスを用いて冷却される冷却部４１にあっては、ヘリウムガスの供給量の増減に応じて直ちにその温度が変化するわけではない。そのため、上述したように、冷却部４１の全ての温度が連続して第１の閾値未満である場合、すなわち冷却部４１に対してさらなる冷却が必要でない場合に、交流電動機４３へ供給される交流電源の周波数が段階的に減少させられる。これにより、前回の出力周波数を減少させたことによる各冷却部４１の温度変化を考慮した上で、さらなる出力周波数の減少がなされることとなる。こうすることにより、インバータ装置５２の出力周波数をその時々の冷却部４１の温度に応じて減少させることができ、その出力周波数を減少させた分だけ、圧縮装置４２で消費される電力を低減することができる。そして、こうした減圧システムを備えた製造装置１０においては、その減圧システムで低減された消費電力の分だけ、当該製造装置１０における消費電力を低減させることができる。

[0045] ちなみに、タイミングｔ６にて各冷却部４１の少なくとも１つの温度が第１の閾値以上であるとの判断が仮になされるとなれば、交流電動機４３に供給される交流電源の周波数は、上限値である５０Ｈｚに維持され続ける。また例えば、タイミングｔ８において、各冷却部４１の少なくとも１つの温度

が第１の閾値以上であるとの判断が仮になされた場合、インバータ装置５２には、現在の周波数（４０Ｈｚ）から５Ｈｚだけ上昇させるための制御指令値が周波数制御部５１からインバータ装置５２に入力される。また例えば、タイミングｔ０～ｔ１０のいずれであっても、各冷却部４１の少なくとも１つの温度が第２の閾値である１３８Ｋ以上であると判断が仮になされるとすれば、インバータ装置５２には、その出力周波数を上限値である５０Ｈｚに強制的に設定するための制御指令値がインバータ装置５２に入力される。

[0046] 以上説明したように、本実施形態における減圧システム、及びこれを用いた製造装置１０によれば、以下のような効果を得ることができる。

（１）全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つ冷却部４１の温度が第１の閾値以上のときに、インバータ装置５２の出力周波数が周波数制御部５１によって上げられ、各冷却部４１の全ての温度が第１の閾値未満であるときに、インバータ装置５２の出力周波数が同じく周波数制御部５１によって下げられる。こうした出力周波数の制御方法であれば、冷却部４１に対してさらなる冷却が必要であるときには、各冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が増加し、各冷却部４１における冷却能力が増強されることとなる。一方、冷却部４１に対してさらなる冷却が必要でないときには、各冷却部４１に供給されるヘリウムガスの供給量が減少し、各冷却部４１の冷却能力が減衰することとなる。それゆえ、各冷却部４１をその時々の温度に応じて効率よく冷却しつつ、出力周波数を下げる期間にあっては、圧縮装置４２で消費される電力を削減させることが可能となる。

[0047] （２）周波数制御部５１は、所定の検出周期毎に各冷却部４１の温度を取得し、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であるときに、インバータ装置５２への出力周波数を上限値に向けて検出周期毎に段階的に上昇させる。すなわち、前回の出力周波数を上げたことによる各冷却部４１の温度変化を考慮した上で、さらなる出力周波数の上昇がなされることとなる。こうした構成であれば、インバータ装置５２の出力周波数の過度な上昇を回避することができ、その過度な周波数の上昇

を回避した分だけ、圧縮装置４２で消費される電力を削減することができる。

[0048] （３）周波数制御部５１は、所定の検出周期毎に各冷却部４１の温度を取得し、全ての冷却部４１の温度が第１の閾値未満であるときに、インバータ装置５２の出力周波数を下限値に向けて所定の検出周期毎に段階的に減少させる。そのため、前回の出力周波数を減少させたことによる各冷却部４１の温度変化を考慮した上で、さらなる出力周波数の減少がなされることとなる。その結果、インバータ装置５２の出力周波数をその時々の冷却部４１の温度に応じて減少させることができ、その出力周波数を減少させた分だけ、圧縮装置４２で消費される電力を低減することができる。

[0049] （４）周波数制御部５１は、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第２の閾値以上であるときに、インバータ装置５２の出力周波数を上限値である５０Ｈｚとする。こうした構成であれば、冷却部４１の冷却を最優先に行う必要があるときに、冷凍機の冷却能力を最大とすることができ、冷却部４１をすばやく冷却することができる。

[0050] 尚、上記実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

・上記実施形態では、減圧システムを真空処理装置としての半導体装置の製造装置１０に適用したが、これに限らず、減圧装置と圧縮装置とを利用する装置であれば、本発明は他の装置に適用してもよい。

[0051] ・上記実施形態の周波数制御部５１は、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第２の閾値以上であるときに、インバータ装置５２の出力周波数を当該インバータ装置が出力可能な上限値に設定する。しかしながら、この第２の閾値に基づく制御を割愛してもよい。上記実施形態では、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であるときに、該冷却部４１に対してさらなる冷却が行われる。従って、第２の閾値に基づく制御を割愛しても、本発明は少なくとも上記（１）～（３）の効果を得ることができる。

[0052] ・上記実施形態の周波数制御部５１は、各冷却部４１の温度に基づいて、

全ての冷却部４１の温度が第１の閾値未満に下がるときに、インバータ装置５２の出力周波数を上記検出周期毎に下限値に向かって段階的に下げるように出力周波数を制御した。この制御方法に代えて、周波数制御部５１は、全ての冷却部４１の温度が第１の閾値未満に下がるときにインバータ装置５２の出力周波数を下限値に設定してもよい。こうした構成であっても、本発明は少なくとも上記（１）、（２）の効果を得ることができる。

[0053] ・上記実施形態の周波数制御部５１は、各冷却部４１の温度に基づいて、全ての冷却部４１のうち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であるときに、インバータ装置５２の出力周波数を検出周期毎に上限値に向かって段階的に上げるように出力周波数を制御した。この制御方法に代えて、冷却部４１に対してさらなる冷却を行うための別の方法として、例えば、周波数制御部５１はインバータ装置５２の出力周波数を下限値と上限値の２つの値で制御してもよい。この場合、周波数制御部５１は、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値以上であるときにはインバータ装置５２の出力周波数を上限値に設定することで冷却効果を高めるようにしてもよい。

[0054] ・上記実施形態の周波数制御部５１は、所定の検出周期毎に各冷却部４１の温度を取得し、その取得した温度に基づいてインバータ装置５２の出力周波数を制御した。これに限らず、周波数制御部５１は、冷却部４１の温度を連続的に取得してインバータ装置５２の出力周波数を制御してもよい。

[0055] ・上記実施形態の周波数制御部５１は、冷却部４１の少なくとも１つの温度が第１の閾値以上であるときにインバータ装置５２の出力周波数を段階的に上げるのではなく、その冷却部４１の温度に応じた周波数となるようにインバータ装置５２の出力周波数を設定してもよい。このとき、第１の閾値以上の温度を有する冷却部４１が複数あった場合には、例えば周波数制御部５１は、それらの冷却部４１の中で最も高い温度に応じた周波数となるようにインバータ装置５２の出力周波数を設定してもよい。

[0056] ・上記実施形態において、圧縮装置４２の供給対象である冷却部４１の個

数は、圧縮装置４２の送給能力に合わせた２つ以上の個数であれば、その個数に特に限定されるものではない。

[0057] ・上記実施形態の減圧システムでは、減圧装置としてクライオトラップ４０を用いているが、減圧装置としてクライオポンプを用いてもよい。なお、減圧装置としてクライオポンプを用いた場合には、第１の閾値及び第２の閾値を適宜変更することが好ましい。

[0058] ・図５において、ステップＳ１０５（上限値である５０Ｈｚとの比較）およびステップＳ１０７（下限値である３０Ｈｚとの比較）を省略してもよい。即ち、少なくとも１つの冷却部４１の温度が第１の閾値（１２８Ｋ）以上である場合、直ちに出力周波数を相対的に（例えば５Ｈｚ）上げ、全ての冷却部４１の温度が第１の閾値（１２８Ｋ）未満である場合、直ちに出力周波数を相対的に（例えば５Ｈｚ）下げてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 減圧システムであって、

圧縮された冷媒を受け取り、該圧縮された冷媒を断熱膨張させるときに気体を補足可能な冷却部を各々含む複数の減圧装置と、

交流電動機を有する圧縮部を含み、前記交流電動機の回転速度に応じた流量で前記圧縮部から前記複数の減圧装置の各々の冷却部に前記圧縮された冷媒を供給する圧縮装置と、

前記各減圧装置の冷却部の温度を検出する温度検出部と、

前記交流電動機に供給する交流電源の周波数を変更可能なインバータ装置と、

前記インバータ装置の出力周波数を制御する周波数制御部とを備え、

前記周波数制御部は、

前記複数の減圧装置のうち少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が第１の閾値以上のときに前記インバータ装置の出力周波数を相対的に上げ、前記複数の減圧装置すべての冷却部の温度が前記第１の閾値未満に下がったときに前記インバータ装置の出力周波数を相対的に下げることを特徴とする減圧システム。

[請求項2] 前記周波数制御部は、

所定の検出周期毎に各減圧装置の冷却部の温度を取得し、

前記少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が前記第１の閾値以上か否かを前記検出周期毎に判定して前記インバータ装置の出力周波数を上げることを特徴とする請求項１に記載の減圧システム。

[請求項3] 前記周波数制御部は更に、

前記少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が前記第１の閾値以上であるとき、前記前記インバータ装置の出力周波数が上限値まで上昇しているかを判定し、そうでなければ前記出力周波数を上げることを特徴とする請求項２に記載の減圧システム。

[請求項4] 前記周波数制御部は、

所定の検出周期毎に各減圧装置の冷却部の温度を取得し、

前記複数の減圧装置すべての冷却部の温度が前記第１の閾値未満か否かを前記検出周期毎に判定して前記インバータ装置の出力周波数を下げることを特徴とする請求項１乃至３の何れか一項に記載の減圧システム。

[請求項5] 前記周波数制御部は更に、

前記少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が前記第１の閾値未満であるとき、前記前記インバータ装置の出力周波数が下限値まで低下しているかを判定し、そうでなければ前記出力周波数を下げることを特徴とする請求項４に記載の減圧システム。

[請求項6] 前記周波数制御部は、

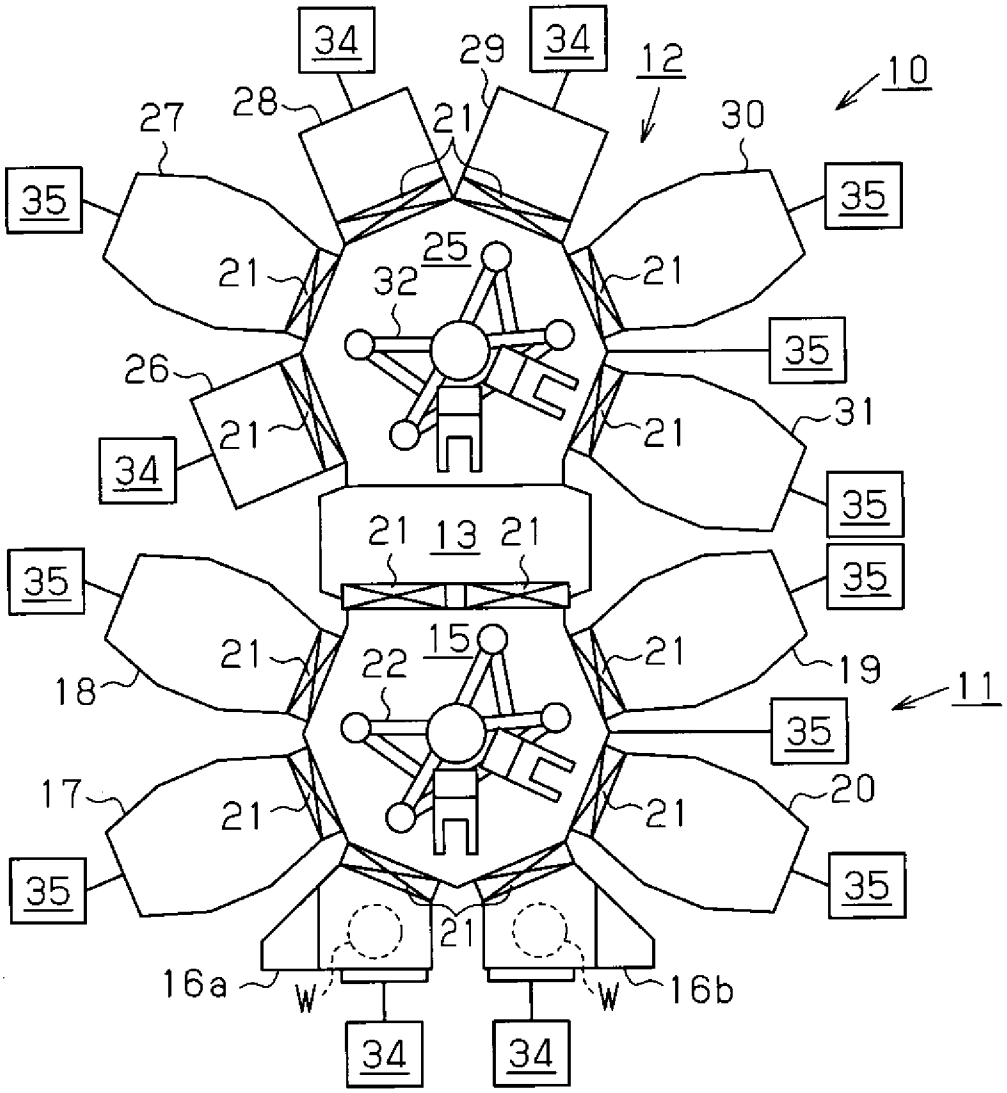
前記少なくとも１つの減圧装置の冷却部の温度が前記第１の閾値よりも高い第２の閾値以上である場合には、前記インバータ装置の出力周波数を上限値に設定することを特徴とする請求項１，２，４の何れか一項に記載の減圧システム。

[請求項7] 減圧システムであって、

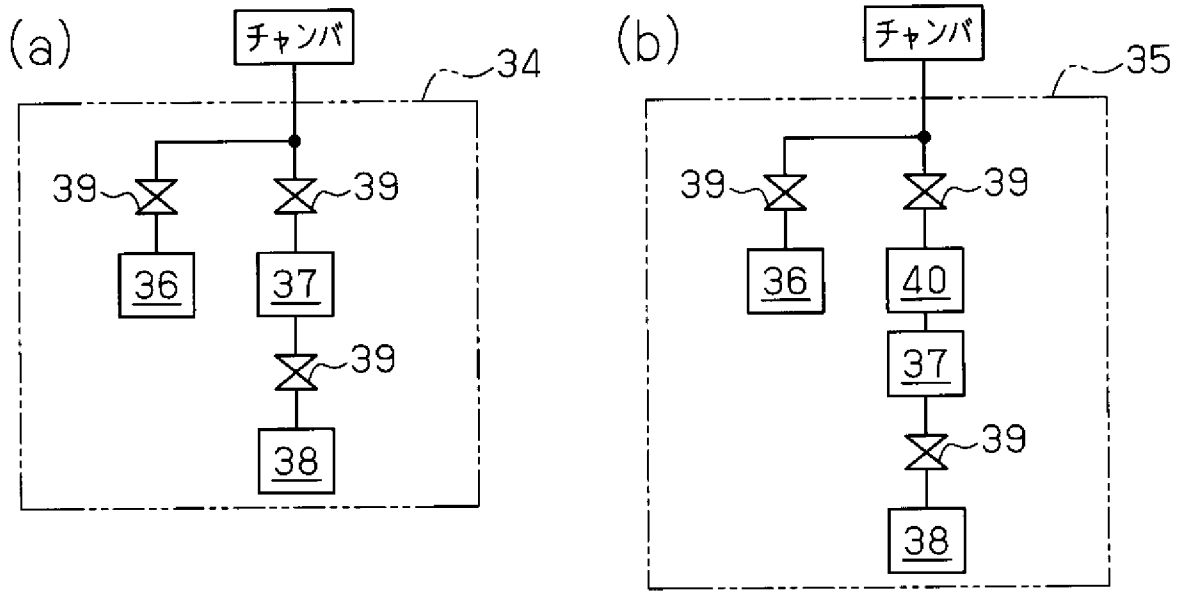
複数の真空チャンバと、

請求項１～６のいずれか一項に記載の減圧システムとを備え、前記複数の真空チャンバの各々が前記複数の減圧装置の一つに接続されていることを特徴とする真空処理装置。

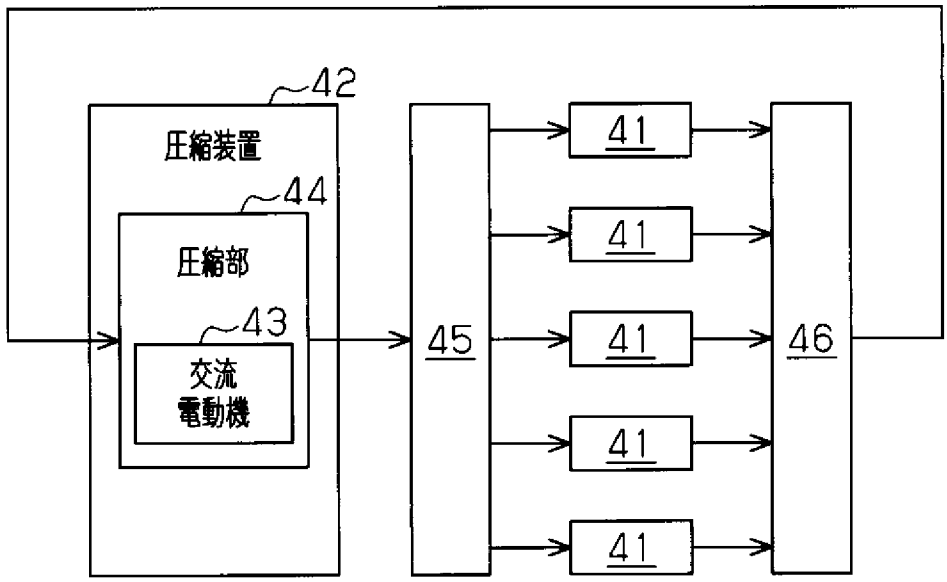
[図1]


34
29
34
12
10
27
28
21
30
35
35
25
21
32
21
35
26
21
21
31
34
35
21
13
21
35
35
15
21
21
18
22
19
11
35
17
21
21
20
35
35
21
16a
W
W
16b
34
34

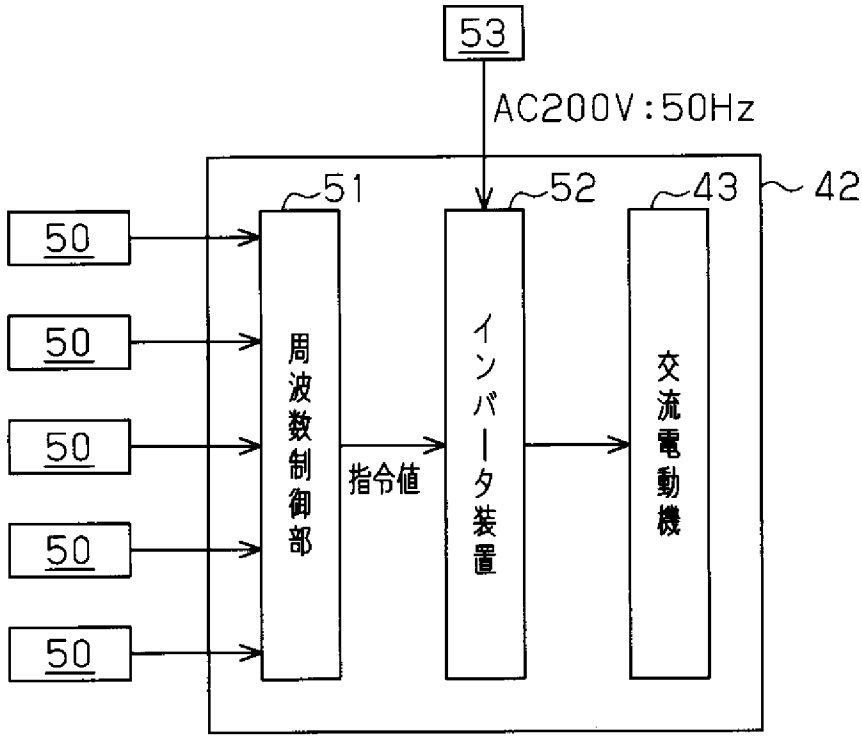
[図2]


(a)
チャンバ
34
39
39
36
37
39
38
(b)
チャンバ
35
39
39
36
40
37
39
38

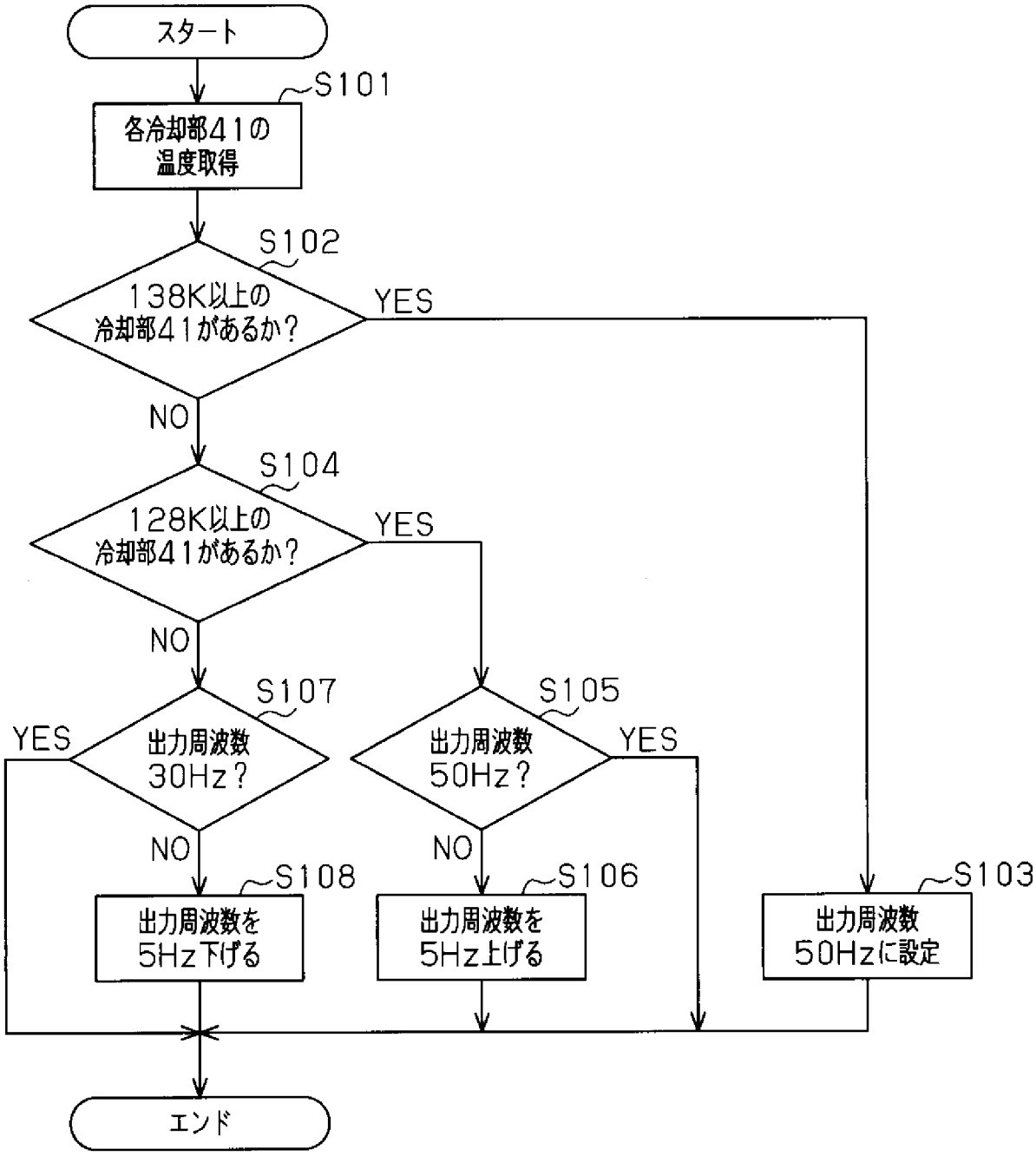
[図3]


42
圧縮装置
44
圧縮部
43
交流
電動機
45
41
41
41
41
41
46

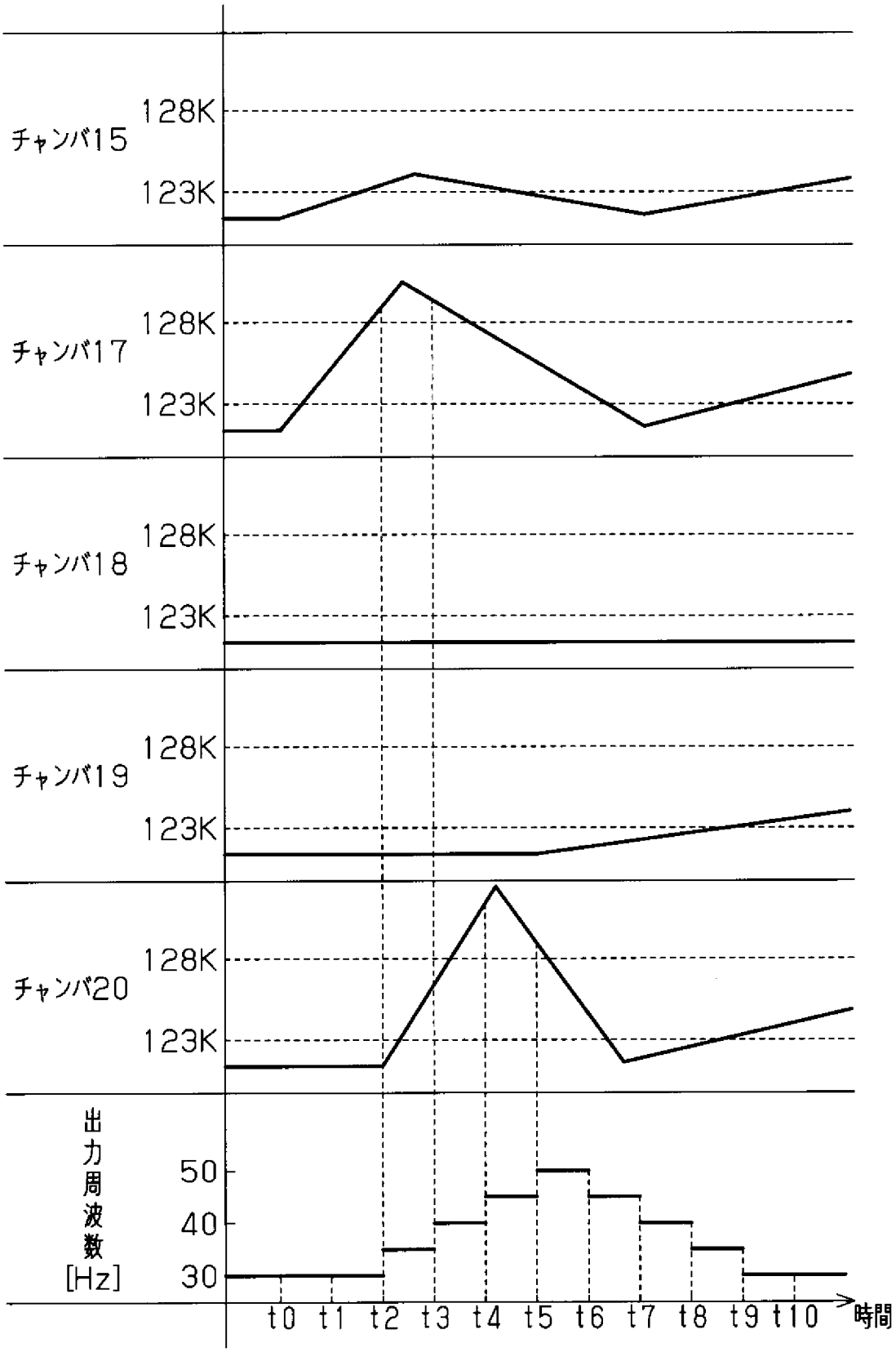
[図4]


53
AC200V:50Hz
51
52
43
42
50
50
50
50
50
周波数制御部
指令値
インバータ装置
交流電動機

[図5]


スタート
S101
各冷却部41の
温度取得
S102
138K以上の
冷却部41があるか?
YES
NO
S104
128K以上の
冷却部41があるか?
YES
NO
S107
出力周波数
30Hz?
YES
NO
S105
出力周波数
50Hz?
YES
NO
S108
出力周波数を
5Hz下げる
S106
出力周波数を
5Hz上げる
S103
出力周波数
50Hzに設定
エンド

[図6]


チャンバ15
128K
123K
チャンバ17
128K
123K
チャンバ18
128K
123K
チャンバ19
128K
123K
チャンバ20
128K
123K
出力周波数[Hz]
50
40
30
t0 t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10
時間

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/060739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F04B37/16(2006.01)i, *F04B37/08*(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, F04B37/08

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2008-14599 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0049] to [0058]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-7
Y	JP 3090110 U (Choshu Industry Co., Ltd.), 29 November 2002 (29.11.2002), paragraphs [0013] to [0017]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7

☒ 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
20 July, 2010 (20.07.10)	03 August, 2010 (03.08.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/060739

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-113779 A (Helix Technology Corp.), 18 April 2003 (18.04.2003), paragraphs [0005], [0007] & US 2003/0014985 A1 & US 2007/0107448 A1 & GB 2380248 A & DE 10232987 A1 & FR 2827665 A1 & FR 2838813 A1 & FR 2838814 A1 & KR 10-2003-0009209 A	1-7
Y	JP 2005-48764 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 24 February 2005 (24.02.2005), fig. 4 to 7 & US 2005/0034465 A1	7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６０７３９

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, F04B37/08(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, F04B37/08

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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 2008-14599 A (住友重機械工業株式会社) 2008.01.24, 段落 49-58, 図 1、5 (ファミリーなし)	１－７
Y	JP 3090110 U (長州産業株式会社) 2002.11.29, 段落 13-17, 図 1-2 (ファミリーなし)	１－７

☑　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
２０．０７．２０１０	０３．０８．２０１０

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　３５１８
田谷　宗隆
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 2003-113779 A (ヘリックス・テクノロジー・コーポレーション) 2003.04.18, 段落5、7 & US 2003/0014985 A1 & US 2007/0107448 A1 & GB 2380248 A & DE 10232987 A1 & FR 2827665 A1 & FR 2838813 A1 & FR 2838814 A1 & KR 10-2003-0009209 A	１－７
Y	JP 2005-48764 A (住友重機械工業株式会社) 2005.02.24, 図4-7 & US 2005/0034465 A1	7