

明 細 書

発明の名称： 庫内空気調節装置

技術分野

[0001] 本開示は、収納庫の庫内空気の組成を調節する庫内空気調節装置に関するものである。

背景技術

[0002] 農産物等の植物の鮮度低下の抑制を目的として、農産物等を収容する倉庫や輸送用コンテナの庫内空気の組成（例えば、庫内空気の酸素濃度や二酸化炭素濃度）を調節する庫内空気調節装置が知られている。

[0003] 特許文献1には、庫内空気の組成を調節する装置を持ったコンテナが開示されている。この特許文献1の装置は、二酸化炭素の透過性が酸素の透過性よりも高いガス分離膜を用いて、庫内空気の組成を調節する。具体的に、この装置は、ガス分離膜の一方の表面に二酸化炭素を含む庫内空気を接触させ、ガス分離膜の他方の表面に二酸化炭素を殆ど含まない外気を接触させることによって、農産物等の呼吸によって生じた二酸化炭素をコンテナの外部へ排出する（特許文献1の明細書20ページ14行～21ページ2行を参照）。また、この装置は、庫内の酸素濃度が低下すると、コンテナの庫内と庫外を連通させる通路を開き、この通路を通じて外気を庫内へ流入させる（特許文献1の明細書20ページ5～12行を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2007/033668号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、従来の一般的な庫内空気調節装置では、庫内空気をガス分離膜に通して庫外へ排出したり、外気を庫内へ導入したりするために、エアポンプが用いられる。ここで、エアポンプのガス流量が一定（ポンプ圧が一定）

であると、ガス分離膜の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節することはできない。

[0006] 本開示の目的は、ガス分離膜の分離性能を必要なガス成分に合わせて調整できるようにすることである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の第1の態様は、収納庫(1)の内部の庫内空気の組成を調節する庫内空気調節装置を前提とする。

[0008] そして、この庫内空気調節装置は、上記収納庫(1)の外部の庫外空気から該庫外空気とは組成が異なる供給用空気をガス分離膜(85)で分離する第1分離部(41)を有し、上記供給用空気を上記収納庫(1)の内部へ供給する第1組成調節部(40)と、上記収納庫(1)の内部の庫内空気から該庫内空気とは組成が異なる排出用空気をガス分離膜(85)で分離する第2分離部(61)を有し、上記排出用空気を上記収納庫(1)の外部へ排出する第2組成調節部(60)と、上記第1分離部(41)及び第2分離部(61)へ空気を供給するエアポンプ(36, 37)と、を備え、上記第1分離部(41)及び第2分離部(61)の少なくとも一方へ上記エアポンプ(36, 37)から供給される空気の圧力を調節する圧力調節器(39, 46, 66, 48, 68)を備えていることを特徴とする。

[0009] この第1の態様では、上記ガス分離膜(85)へエアポンプ(36, 37)から供給される空気の圧力が圧力調節器(39, 46, 66, 48, 68)で調整される。したがって、ガス分離膜(85)を通るガスの圧力を変化させることができ、ガス分離性能を調整することができる。

[0010] 第2の態様は、第1の態様において、上記圧力調節器(39, 46, 66, 48, 68)が、上記ガス分離膜(85)の下流側に設けられた弁機構(46, 66)により構成されていることを特徴とする。この構成において、弁機構(46, 66)には、例えば流量調整弁や、口径が異なる複数の開閉弁を並列に接続したものをを用いることができる。

[0011] この第2の態様では、例えば流量調整弁や、口径が異なる複数の開閉弁を

並列に接続したものをを用いて構成した弁機構（46, 66）を用いることにより、ガス分離膜（85）を通るガスの圧力を変化させることができる。

[0012] 第3の態様は、第2の態様において、上記圧力調節器（66）が、上記第2組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側に設けられていることを特徴とする。

[0013] この第3の態様では、第2組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側に圧力調節器（66）を設けたことにより、庫内から庫外へ空気が流れる経路でガス分離膜（85）の分離圧力が調節される。

[0014] 第4の態様は、第2の態様において、上記圧力調節器（46, 66）が、第1組成調節部（40）の分離膜（85）の下流側と、上記第2組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側とに設けられていることを特徴とする。

[0015] この第4の態様では、第1組成調節部（40）の分離膜（85）の下流側と、第2組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側に圧力調節器（66）を設けたことにより、庫外から庫内へ空気が流れる経路と、庫内から庫外へ空気が流れる経路でガス分離膜（85）の分離圧力が調節される。

[0016] 第5の態様は、第1の態様において、上記圧力調節器（48, 68）が、上記エアポンプ（36, 37）への空気の流入側に設けられていることを特徴とする。

[0017] この第5の態様では、エアポンプ（36, 37）への空気の流入側で空気の圧力を調整することで、ガス分離膜（85）の分離圧力が調節される。

[0018] 第6の態様は、第1の態様において、上記圧力調節器（48, 68）が、上記エアポンプ（36, 37）からの空気の流出側に設けられていることを特徴とする。

[0019] この第6の態様では、エアポンプ（36, 37）からの空気の流出側で空気の圧力を調整することで、ガス分離膜（85）の分離圧力が調節される。

[0020] 第7の態様は、第1の態様において、上記圧力調節器（39, 46, 66）が、上記エアポンプ（36, 37）に供給される電流の周波数を変更して流量を変化させるインバータ（39）により構成されていることを特徴とする。

- [0021] この第7の態様では、インバータ（39）により電流の周波数を変化させてエアポンプ（36, 37）の吐出ガス流量を変化させることにより、ガス分離膜（85）を通るガスの圧力を変化させることができる。
- [0022] 第8の態様は、第1から第7の態様の何れか1つにおいて、第1組成調節部（40）に代えて、上記収納庫（1）の庫内空気から窒素と酸素及び二酸化炭素とを分離し、庫内空気よりも窒素濃度が高く酸素濃度及び二酸化炭素濃度が低い低酸素濃度ガスと、庫内空気よりも窒素濃度が低く酸素濃度及び二酸化炭素濃度が高い高酸素濃度ガスとを生成可能な吸着剤が設けられた吸着部（234, 235）を備えていることを特徴とする。
- [0023] この第8の態様では、収納庫（1）の庫内空気から窒素と酸素とをガス分離膜（85）で分離して低酸素濃度ガスと高酸素濃度ガスを生成する第1組成調節部（40）に加えて吸着剤が設けられた吸着部（234, 235）を備えた構成において、ガス分離膜（85）を通るガスの圧力を変化させることができ、ガス分離性能を調整することができる。
- [0024] 第9の態様は、第1から第8の態様の何れか1つにおいて、上記収納庫（1）の庫内の二酸化炭素濃度と酸素濃度を測定する濃度測定器（90）と、上記濃度測定器の測定値を予め定められた二酸化炭素濃度の目標値及び酸素濃度の目標値に近づけるように、エアポンプ（36, 37）から供給される空気の圧力を上記圧力調節器（39, 46, 66, 48, 68）で制御して、上記ガス分離膜（85）の分離圧力を調整する制御器（110）と、を備えていることを特徴とする。
- [0025] この第9の態様では、ガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空間の二酸化炭素濃度と酸素濃度が、それぞれの目標値に近づく制御が制御器（110）によって行われる。
- [0026] 第10の態様は、第9の態様において、上記制御器（110）は、上記収納庫（1）の庫内の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、上記収納庫（1）の庫内の酸素濃度が目標値よりも高い場合に、第1組成調節部（40）で庫外空気よりも酸素濃度が低い低酸素濃度ガスを生成して収納庫（1）の庫内へ供給し、

第2組成調節部(60)でガス分離膜(85)の分離圧力を低下させて庫外へのガスの排出量を低下させることを特徴とする。

[0027] この第10の態様では、図9に示すように、収納庫(1)の庫内の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、酸素濃度も目標値よりも高い場合は、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度が低下する制御が行われる。

[0028] 第11の態様は、第9の態様において、第2組成調節部(60)が組成調節後の空気を収納庫(1)の庫内へ供給可能に構成され、上記制御器(110)は、上記収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、上記収納庫(1)の酸素濃度が目標値よりも高い場合に、第1組成調節部(40)で庫外空気よりも酸素濃度が低い低酸素濃度ガスを生成して収納庫(1)の庫内へ供給し、第2組成調節部(60)のガス分離膜(85)の分離圧力を上昇させて収納庫(1)の庫内へ戻す組成調節後の空気量を増加させることを特徴とする。

[0029] この第11の態様では、図9に示すように、収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度が目標値よりも高い場合は、庫内空気の二酸化炭素濃度が上昇し、酸素濃度が低下する制御が行われる。

[0030] 第12の態様は、第9の態様において、第2組成調節部(60)が組成調節後の空気を収納庫(1)の庫内へ供給可能に構成され、上記制御器(110)は、上記収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、上記収納庫(1)の酸素濃度が目標値よりも低い場合に、第1組成調節部(40)で生成した庫外空気よりも酸素濃度が高い高酸素濃度ガスまたは庫外空気を収納庫(1)の庫内へ供給し、第2組成調節部(60)のガス分離膜(85)の分離圧力を上昇させて収納庫(1)の庫内へ戻す組成調節後の空気量を増加させることを特徴とする。

[0031] この第12の態様では、図9に示すように、収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度も目標値よりも低い場合は、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度が上昇する制御が行われる。

[0032] 第13の態様は、第9の態様において、上記制御器(110)は、上記収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、上記収納庫(1)の酸素濃度が

目標値よりも低い場合に、庫外空気を庫内空間（１）へ供給し、第２組成調節部（６０）のガス分離膜（８５）の分離圧力を上昇させて生成した、庫内空気よりも二酸化炭素濃度が高い二酸化炭素ガスを庫外空間（１）へ排出する動作か、または、第１組成調節部（４０）で生成した庫外空気よりも酸素濃度が高い高酸素濃度ガスを庫内空間（１）へ供給し、第２組成調節部（６０）のガス分離膜（８５）の分離圧力を低下させて庫外へ排出する組成調節後の空気量を減少させる動作を行うことを特徴とする。

- [0033] この第１３の態様では、図９に示すように、収納庫（１）の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、上記収納庫（１）の酸素濃度が目標値よりも低い場合は、庫内空気の二酸化炭素濃度が低下し、酸素濃度が上昇する制御が行われる。

発明の効果

- [0034] 本開示の第１の態様によれば、上記ガス分離膜（８５）へエアポンプ（３６，３７）から供給される空気の圧力が圧力調節器（３９，４６，６６）で調整される。したがって、エアポンプ（３６，３７）のガス流量が一定であっても、ガス分離膜（８５）を通るガスの圧力を変化させることができるので、ガス分離膜（８５）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節できる。
- [0035] 上記第２の態様によれば、圧力調節器（４６，６６）として、例えば流量調整弁や、口径が異なる複数の開閉弁を並列に接続したものをを用いることにより、ガス分離膜（８５）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。
- [0036] 上記第３の態様によれば、第２組成調節部（６０）の分離膜（８５）の下流側に圧力調節器（６６）を設けたことにより、庫内から庫外へ空気が流れる経路で、ガス分離膜（８５）の分離性能を調節する構成を実現できる。
- [0037] 上記第４の態様によれば、第１組成調節部（４０）の分離膜（８５）の下流側と、第２組成調節部（６０）の分離膜（８５）の下流側に圧力調節器（６６）を設けたことにより、庫外から庫内へ空気が流れる経路と、庫内から庫外へ空気が流れる経路で、ガス分離膜（８５）の分離性能を調節する構成を実現できる。

。

- [0038] 第5の態様によれば、圧力調節器（48, 68）をエアポンプ（36, 37）への空気の流入側に設けたことにより、エアポンプ（36, 37）への空気の流入側で空気の圧力を調整してガス分離膜（85）の分離性能を調節する構成を実現できる。
- [0039] 第6の態様によれば、上記圧力調節器（48, 68）をエアポンプ（36, 37）からの空気の流出側に設けたことにより、エアポンプ（36, 37）からの空気の流出側で空気の圧力を調整してガス分離膜（85）の分離性能を調節する構成を実現できる。
- [0040] 第7の態様によれば、インバータ（39）により電流の周波数を変化させてエアポンプ（36, 37）の吐出量を変化させることにより、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。
- [0041] 第8の態様によれば、収納庫（1）の庫内空気から窒素と酸素とをガス分離膜（85）で分離して低酸素濃度ガスと高酸素濃度ガスを生成する第1組成調節部（40）に加えて吸着剤が設けられた吸着部（234, 235）を備えた構成において、ガス分離膜（85）を通るガスの圧力を変化させてガス分離性能を調整する構成を実現できる。
- [0042] 第9の態様によれば、庫内空間の二酸化炭素濃度と酸素濃度をそれぞれの目標値に近づける制御を、ガス分離膜（85）の分離圧力を調節することによって行うことができる。
- [0043] 第10の態様によれば、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、酸素濃度も目標値よりも高い場合に、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。
- [0044] 第11の態様によれば、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度が目標値よりも高い場合は、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。

[0045] 第12の態様によれば、収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度も目標値よりも低い場合に、圧力調節器(39, 46, 66)で第2組成調節部(60)のガス分離膜(85)の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。

[0046] 第13の態様によれば、収納庫(1)の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、上記収納庫(1)の酸素濃度が目標値よりも低い場合に、圧力調節器(39, 46, 66)で第2組成調節部(60)のガス分離膜(85)の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]図1は、実施形態1の庫内空気調節装置を備えた輸送用コンテナの概略断面図である。

[図2]図2は、輸送用コンテナに設けられたコンテナ用冷凍機の冷媒回路の構成を示す冷媒回路図である。

[図3]図3は、実施形態1の庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図4]図4は、実施形態1の庫内空気調節装置に設けられた分離モジュールの概略断面図である。

[図5]図5は、実施形態1の庫内空気調節装置が行う酸素濃度低減動作を示すブロック図である。

[図6]図6は、実施形態1の庫内空気調節装置が行う二酸化炭素濃度低減動作を示すブロック図である。

[図7]図7は、実施形態2の庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図8]図8は、実施形態2の変形例1に係る庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図9]図9は、圧力調節動作の詳細を示す図である。

[図10]図10は、実施形態2の変形例2に係る庫内空気調節装置の構成を示す

す配管系統図である。

[図11]図 1 1 は、実施形態 2 の変形例 3 に係る庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図12]図 1 2 は、実施形態 2 の変形例 4 に係る庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図13]図 1 3 は、実施形態 2 に変形例 5 に係る庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図14]図 1 4 は、実施形態 3 の庫内空気調節装置の構成を示す配管系統図である。

[図15]図 1 5 は、実施形態 3 の第 1 組成調節部の第 1 動作中の状態を示す庫内空気調節装置の配管系統図である。

[図16]図 1 6 は、実施形態 3 の第 1 組成調節部の第 2 動作中の状態を示す庫内空気調節装置の配管系統図である。

発明を実施するための形態

[0048] 実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下で説明する実施形態および変形例は、本質的に好ましい例示であって、本開示、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

[0049] 《実施形態 1》

実施形態 1 について説明する。本実施形態の庫内空気調節装置 (30) は、いわゆる C A (Controlled Atmosphere) 輸送を行うために輸送用コンテナ (収納庫) (1) に設けられる。そして、庫内空気調節装置 (30) は、輸送用コンテナ (1) 内の庫内 (内部空間) の空気の組成を、外部空間の空気である大気の組成と異なるように調節する。

[0050] 図 1 に示すように、収納庫を構成する輸送用コンテナ (1) は、コンテナ本体 (2) と、コンテナ用冷凍機 (10) とを備えている。この輸送用コンテナ (1) は、庫内の温度管理が可能なリーファーコンテナ (reefer container) である。本実施形態の庫内空気調節装置 (30) は、コンテナ用冷凍機 (10) に設置される。この輸送用コンテナ (1) は、空気中の酸素 (O_2) を取り込ん

で二酸化炭素（ CO_2 ）を放出する呼吸を行う農産物等の植物を貨物（6）として輸送するために用いられる。植物の例としては、バナナやアボカド等の果物、野菜、穀物、球根、生花等が挙げられる。

[0051] コンテナ本体（2）は、細長い直方体形状の箱状に形成されている。コンテナ本体（2）は、一方の端面が開口し、この開口端を塞ぐようにコンテナ用冷凍機（10）が取り付けられる。コンテナ本体（2）の内部空間は、貨物（6）を収納するための荷室（5）を構成する。

[0052] 荷室（5）の底部には、貨物（6）を載せるための床板（3）が配置される。この床板（3）とコンテナ本体（2）の底板との間には、コンテナ用冷凍機（10）が吹き出した空気を流すための床下流路（4）が形成される。床下流路（4）は、コンテナ本体（2）の底板に沿ってコンテナ本体（2）の長手方向へ延びる流路である。床下流路（4）は、一端がコンテナ用冷凍機（10）の吹出口（27）に接続し、他端が床板（3）の上側の空間（即ち、貨物（6）が収容される空間）と連通する。

[0053] ーコンテナ用冷凍機ー

図1，図2に示すように、コンテナ用冷凍機（10）は、ケーシング（20）と、冷凍サイクルを行う冷媒回路（11）と、庫外ファン（16）と、庫内ファン（17）とを備えている。

[0054] ケーシング（20）は、庫外壁部（21）と、庫内壁部（22）と、背面板（24）と、区画板（25）とを備えている。後述するように、このケーシング（20）には、冷媒回路（11）と、庫外ファン（16）と、庫内ファン（17）とが設けられる。

[0055] 庫外壁部（21）は、コンテナ本体（2）の開口端を覆うように配置される板状の部材である。庫外壁部（21）は、下部がコンテナ本体（2）の内側へ膨出している。庫内壁部（22）は、庫外壁部（21）に沿った形態の板状の部材である。庫内壁部（22）は、庫外壁部（21）におけるコンテナ本体（2）の内側の面を覆うように配置される。庫外壁部（21）と庫内壁部（22）の間の空間には、断熱材（23）が充填されている。

[0056] ケーシング (20) は、その下部がコンテナ本体 (2) の内側へ窪んだ形状となっている。ケーシング (20) の下部は、輸送用コンテナ (1) の外部空間と連通する庫外機器室 (28) を形成する。この庫外機器室 (28) には、庫外ファン (16) が配置される。

[0057] 背面板 (24) は、概ね矩形の平板状の部材である。背面板 (24) は、庫内壁部 (22) よりもコンテナ本体 (2) の内側に配置され、庫内壁部 (22) との間に庫内空気流路 (29) を形成する。この庫内空気流路 (29) は、その上端がケーシング (20) の吸込口 (26) を構成し、その下端がケーシング (20) の吹出口 (27) を構成する。

[0058] 区画板 (25) は、庫内空気流路 (29) を上下に区画するように配置された板状の部材である。区画板 (25) は、庫内空気流路 (29) の上部に配置される。この区画板 (25) によって、庫内空気流路 (29) は、区画板 (25) の上側の一次流路 (29a) と、区画板 (25) の下側の二次流路 (29b) に区画される。一次流路 (29a) は、吸込口 (26) を介して荷室 (5) と連通する。二次流路 (29b) は、吹出口 (27) を介して床下流路 (4) と連通する。区画板 (25) には、庫内ファン (17) が取り付けられる。庫内ファン (17) は、一次流路 (29a) から吸い込んだ空気を二次流路 (29b) へ吹き出すように配置される。

[0059] 図 2 に示すように、冷媒回路 (11) は、圧縮機 (12) と、凝縮器 (13) と、膨張弁 (14) と、蒸発器 (15) とを配管で接続することによって形成された閉回路である。圧縮機 (12) を作動させると、冷媒回路 (11) を冷媒が循環し、蒸気圧縮冷凍サイクルが行われる。図 1 に示すように、凝縮器 (13) は、庫外機器室 (28) における庫外ファン (16) の吸込側に配置され、蒸発器 (15) は、庫内空気流路 (29) の二次流路 (29b) に配置される。また、図 1 では図示を省略するが、圧縮機 (12) は、庫外機器室 (28) に配置される。

[0060] ー庫内空気調節装置ー

図 1 に示すように、庫内空気調節装置 (30) は、本体ユニット (31) と、

センサユニット（濃度測定器）（90）と、換気用排気管（100）と、制御器（110）とを備えている。本体ユニット（31）は、コンテナ用冷凍機（10）の庫外機器室（28）に設置される。センサユニット（90）は、輸送用コンテナ（1）の庫内空気流路（29）に設置される。換気用排気管（100）は、輸送用コンテナ（1）の庫内空気流路（29）と庫外機器室（28）に亘って設置される。制御器（110）は、本体ユニット（31）に設けられて、庫内空気調節装置（30）の構成機器を制御する。センサユニット（90）、換気用排気管（100）、及び制御器（110）の詳細は、後述する。

[0061] 図3に示すように、庫内空気調節装置（30）の本体ユニット（31）は、第1組成調節部（40）と、第2組成調節部（60）と、ポンプユニット（35）と、ユニットケース（32）とを備えている。ユニットケース（32）は、箱状の密閉容器である。第1組成調節部（40）と、第2組成調節部（60）と、ポンプユニット（35）とは、このユニットケース（32）の内部空間に配置される。第1組成調節部（40）、第2組成調節部（60）、及びポンプユニット（35）の詳細は、後述する。

[0062] また、庫内空気調節装置（30）は、供給管（120）と、庫内側吸入管（75）と、測定用配管（125）とを備えている。供給管（120）、庫内側吸入管（75）、及び測定用配管（125）は、本体ユニット（31）をコンテナ用冷凍機（10）の庫内空気流路（29）に接続するための配管である。

[0063] 供給管（120）は、第1組成調節部（40）及び第2組成調節部（60）から流出した空気を荷室（5）へ供給するための配管である。供給管（120）は、入口端が第1組成調節部（40）及び第2組成調節部（60）に接続され、出口端が庫内空気流路（29）の二次流路（29b）に開口する。

[0064] 庫内側吸入管（75）は、荷室（5）内の庫内空気を第2組成調節部（60）へ供給するための配管である。庫内側吸入管（75）は、入口端が庫内空気流路（29）の二次流路（29b）に開口し、出口端が後述する第2組成調節部（60）の第2ポンプ（37）に接続される。なお、庫内空気流路（29）の二次流路（29b）において、庫内側吸入管（75）の入口端は、供給管（120）の出口端の上

流側に配置される。

[0065] 測定用配管（125）は、供給管（120）を流れる空気をセンサユニット（90）へ供給するための配管である。測定用配管（125）は、入口端が供給管（120）に接続され、出口端がセンサユニット（90）に接続される。また、測定用配管（125）には、電磁弁からなる測定用開閉弁（126）が設けられる。この測定用開閉弁（126）は、本体ユニット（31）のユニットケース（32）に収容される。

[0066] なお、換気用排気管（100）と、供給管（120）と、庫内側吸入管（75）と、測定用配管（125）と、後述する各組成調節部（40, 60）に設けられた配管（51～55, 71～74, 95）とは、硬質のパイプで構成されていてもよいし、柔軟なホースで構成されていてもよいし、パイプとホースを組み合わせることで構成されていてもよい。なお、上記の各配管（53, 55, 73, 75, 120）は、本開示のガス通路を構成する配管である。

[0067] <ポンプユニット>

図3に示すように、ポンプユニット（35）は、第1ポンプ（エアポンプ）（36）と、第2ポンプ（エアポンプ）（37）と、駆動モータ（38）とを備えている。

[0068] 第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）のそれぞれは、吸い込んだ空気を吐出する空気ポンプである。第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）のそれぞれは、例えば容積型の流体機械によって構成される。第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）は、一体化されている。駆動モータ（38）は、第1ポンプ（36）及び第2ポンプ（37）に連結された電動機である。駆動モータ（38）は、第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）の両方を駆動する。

[0069] <第1組成調節部>

第1組成調節部（40）は、輸送用コンテナ（1）の外部から吸い込んだ庫外空気（未処理庫外空気）を第1庫外空気（低酸素濃度ガス）と第2庫外空気（高酸素濃度ガス）に分離するように構成される。本実施形態の第1組成調節部（40）は、供給用空気である第1庫外空気を荷室（5）へ供給し、第2庫

外空気を輸送用コンテナ（１）の外部へ排出する。

[0070] 第１組成調節部（４０）は、エアフィルタ（４７）と、第１分離モジュール（４１）と、第１バイパス弁（５０）と、第１圧力センサ（４５）と第１調節弁（弁機構（圧力調節器））（４６）とを備えている。また、第１組成調節部（４０）は、庫外側吸入管（５５）と、第１導入管（５２）と、第１一次側管（５３）と、第１二次側管（５４）と、第１バイパス管（５１）とを備えている。また、ポンプユニット（３５）の第１ポンプ（３６）は、この第１組成調節部（４０）を構成する。

[0071] エアフィルタ（４７）は、庫外空気に含まれる塵埃や塩分などを捕捉するためのメンブレンフィルタである。エアフィルタ（４７）は、本体ユニット（３１）のユニットケース（３２）に取り付けられる。エアフィルタ（４７）は、庫外側吸入管（５５）を介して第１ポンプ（３６）の吸入口に接続する。なお、本実施形態の庫内空気調節装置（３０）では、庫外側吸入管（５５）を省略し、密閉容器であるユニットケース（３２）の内部空間を介してエアフィルタ（４７）と第１ポンプ（３６）を連通させてもよい。

[0072] 詳しくは後述するが、第１分離モジュール（４１）は、第１導入口（４２）と、第１一次側導出口（４３）と、第１二次側導出口（４４）とを備える。第１導入口（４２）は、第１導入管（５２）を介して第１ポンプ（３６）の吐出口に接続する。第１一次側導出口（４３）は、第１一次側管（５３）を介して供給管（１２０）に接続する。第１二次側導出口（４４）には、第１二次側管（５４）の一端が接続する。第１二次側管（５４）は、ユニットケース（３２）の外部へ延びている。第１二次側管（５４）の他端は、庫外機器室（２８）における庫外ファン（１６）の吸込側に開口する。

[0073] 第１バイパス弁（５０）は、三つのポートを有する切換弁であって、第１バイパス弁機構を構成する。第１バイパス弁（５０）は、第１のポートが第２のポートと連通して第３のポートから遮断される第１状態（図３に実線で示す状態）と、第１のポートが第３のポートと連通して第２のポートから遮断される第２状態（図３に破線で示す状態）とに切り換わるように構成される。

- [0074] 第1バイパス弁(50)は、第1導入管(52)の途中に配置される。第1バイパス弁(50)は、第1のポートが第1ポンプ(36)の吐出口に接続し、第2のポートが第1分離モジュール(41)の第1導入口(42)に接続する。第1バイパス弁(50)の第3のポートには、第1バイパス管(51)の入口端が接続する。第1バイパス管(51)の出口端は、第1一次側管(53)に接続する。第1バイパス管(51)は、第1バイパス通路を構成する。
- [0075] 第1圧力センサ(45)と第1調節弁(46)とは、第1一次側管(53)に設けられる。第1圧力センサ(45)と第1調節弁(46)とは、第1一次側管(53)に接続する第1バイパス管(51)の他端よりも第1分離モジュール(41)寄りに配置される。また、第1圧力センサ(45)は、第1調節弁(46)よりも第1分離モジュール(41)寄りに配置される。
- [0076] 第1圧力センサ(45)は、第1分離モジュール(41)の第1一次側導出口(43)から流出した第1庫外空気の圧力を計測する。第1圧力センサ(45)の計測値は、第1ポンプ(36)が第1分離モジュール(41)へ供給する未処理庫外空気の圧力と実質的に等しい。
- [0077] 第1調節弁(46)は、開度可変の電動弁であって、第1弁機構を構成する。第1調節弁(46)の開度を変更すると、第1ポンプ(36)が第1分離モジュール(41)へ供給する未処理庫外空気の圧力が変化する。
- [0078] 第1分離モジュール(41)は、第1分離部を構成する。詳しくは後述するが、第1分離モジュール(41)は、ガス分離膜(85)を備えている。そして、第1分離モジュール(41)は、未処理庫外空気を、ガス分離膜(85)を透過しなかった第1庫外空気(第1一次側管(53)を流れる空気)と、ガス分離膜(85)を透過した第2庫外空気(第1二次側管(54)を流れる空気)に分離する。
- [0079] 第1庫外空気は、窒素濃度が未処理庫外空気よりも高く、酸素濃度が未処理庫外空気よりも低い。第2庫外空気は、窒素濃度が未処理庫外空気よりも低く、酸素濃度が未処理庫外空気よりも高い。このように、第1庫外空気と第2庫外空気は、それぞれを構成する物質の濃度が互いに異なる。なお、本

明細書における濃度は、体積割合を意味する。

[0080] 〈第2組成調節部〉

第2組成調節部(60)は、輸送用コンテナ(1)の内部空間から吸い込んだ庫内空気(未処理庫内空気)を第1庫内空気(低酸素濃度ガス)と第2庫内空気(高酸素濃度ガス)に分離するように構成される。本実施形態の第2組成調節部(60)は、第1庫内空気を荷室(5)へ供給し、排出用空気である第2庫内空気を輸送用コンテナ(1)の外部へ排出する。

[0081] 第2組成調節部(60)は、第2分離モジュール(61)と、第2バイパス弁(70)と、第2圧力センサ(65)と第2調節弁(弁機構(圧力調節器)) (66)とを備えている。また、第2組成調節部(60)は、第2導入管(72)と、第2一次側管(73)と、第2二次側管(74)と、第2バイパス管(71)とを備えている。また、ポンプユニット(35)の第2ポンプ(37)は、この第2組成調節部(60)を構成する。

[0082] 詳しくは後述するが、第2分離モジュール(61)は、第2導入口(62)と、第2一次側導出口(63)と、第2二次側導出口(64)とを備える。第2導入口(62)は、第2導入管(72)を介して第2ポンプ(37)の吐出口に接続する。第2一次側導出口(63)は、第2一次側管(73)を介して供給管(120)に接続する。第2二次側導出口(64)には、第2二次側管(74)の一端が接続する。第2二次側管(74)は、ユニットケース(32)の外部へ延びている。第2二次側管(74)の他端は、庫外機器室(28)における庫外ファン(16)の吸込側に開口する。また、第2ポンプ(37)の吸入口には、庫内側吸入管(75)が接続する。

[0083] 第2バイパス弁(70)は、三つのポートを有する切換弁であって、第2バイパス弁機構を構成する。第2バイパス弁(70)は、第1のポートが第2のポートと連通して第3のポートから遮断される第1状態(図3に実線で示す状態)と、第1のポートが第3のポートと連通して第2のポートから遮断される第2状態(図3に破線で示す状態)とに切り換わるように構成される。

[0084] 第2バイパス弁(70)は、第2導入管(72)の途中に配置される。第2バ

イパス弁（70）は、第1のポートが第2ポンプ（37）の吐出口に接続し、第2のポートが第2分離モジュール（61）の第2導入口（62）に接続する。第2バイパス弁（70）の第3のポートには、第2バイパス管（71）の入口端が接続する。第2バイパス管（71）の出口端は、第2一次側管（73）に接続する。第2バイパス管（71）は、第2バイパス通路を構成する。

[0085] 第2圧力センサ（65）と第2調節弁（66）とは、第2一次側管（73）に設けられる。第2圧力センサ（65）と第2調節弁（66）とは、第2一次側管（73）に接続する第2バイパス管（71）の他端よりも第2分離モジュール（61）寄りに配置される。また、第2圧力センサ（65）は、第2調節弁（66）よりも第2分離モジュール（61）寄りに配置される。

[0086] 第2圧力センサ（65）は、第2分離モジュール（61）の第2一次側導出口（63）から流出した第2庫外空気の圧力を計測する。第2圧力センサ（65）の計測値は、第2ポンプ（37）が第2分離モジュール（61）へ供給する未処理庫内空気の圧力と実質的に等しい。

[0087] 第2調節弁（66）は、開度可変の電動弁であって、第2弁機構を構成する。第2調節弁（66）の開度を変更すると、第2ポンプ（37）が第2分離モジュール（61）へ供給する未処理庫内空気の圧力が変化する。

[0088] 第2分離モジュール（61）は、第2分離部を構成する。詳しくは後述するが、第2分離モジュール（61）は、ガス分離膜（85）を備えている。そして、第2分離モジュール（61）は、未処理庫内空気を、ガス分離膜（85）を透過しなかった第1庫内空気（第2一次側管（73）を流れる空気）と、ガス分離膜（85）を透過した第2庫内空気（第2二次側管（74）を流れる空気）に分離する。

[0089] 第1庫内空気は、窒素濃度が未処理庫内空気よりも高く、酸素濃度および二酸化炭素濃度が未処理庫内空気よりも低い。第2庫内空気は、窒素濃度が未処理庫内空気よりも低く、酸素濃度および二酸化炭素濃度が未処理庫内空気よりも高い。このように、第1庫内空気と第2庫内空気は、それぞれを構成する物質の濃度が互いに異なる。

[0090] 〈分離モジュール〉

第1分離モジュール(41)及び第2分離モジュール(61)の構造について、図4を参照しながら説明する。第1分離モジュール(41)と第2分離モジュール(61)の構造は、互いに同じである。

[0091] 各分離モジュール(41,61)は、一つの筒状ケース(80)と、二つの隔壁部(81a,81b)とを備えている。筒状ケース(80)は、両端が閉塞された細長い円筒状の容器である。隔壁部(81a,81b)は、筒状ケース(80)の内部空間を仕切るための部材であって、筒状ケース(80)の内部空間を横断するように設けられる。隔壁部(81a,81b)は、筒状ケース(80)の内部空間の一端寄りの位置と他端寄りの位置とに一つずつ配置される。図4において、筒状ケース(80)の内部空間は、左側の隔壁部(81a)の左側に位置する導入室(82)と、二つの隔壁部(81a,81b)の間に位置する二次側導入室(84)と、右側の隔壁部(81b)の右側に位置する一次側導入室(83)とに仕切られる。

[0092] 各分離モジュール(41,61)は、中空糸状(即ち、外径が1mm以下の非常に細い管状)に形成されたガス分離膜(85)を多数備えている。中空糸状のガス分離膜(85)は、一方の隔壁部(81a)から他方の隔壁部(81b)に亘って設けられる。各ガス分離膜(85)は、一端部が一方の隔壁部(81a)を貫通して導入室(82)に開口し、他端部が他方の隔壁部(81b)を貫通して一次側導入室(83)に開口する。筒状ケース(80)の内部空間は、二つの隔壁部(81a,81b)に挟まれた空間のうちガス分離膜(85)の外側の部分が、二次側導入室(84)を構成する。各分離モジュール(41,61)において、導入室(82)と一次側導入室(83)は、中空糸状のガス分離膜(85)を介して連通する一方、二次側導入室(84)は、ガス分離膜(85)の内側の空間、導入室(82)、及び一次側導入室(83)と非連通となる。

[0093] 筒状ケース(80)には、導入口(42,62)と、一次側導出口(43,63)と、二次側導出口(44,64)とが設けられる。導入口(42,62)は、図4における筒状ケース(80)の左端部に配置され、導入室(82)と連通する。一次側導出口(43,63)は、図4における筒状ケース(80)の右端部に配置され、一次

側導出室（83）と連通する。二次側導出口（44,64）は、筒状ケース（80）の長手方向の中間部に配置され、二次側導出室（84）と連通する。

[0094] ガス分離膜（85）は、高分子からなる非多孔膜である。このガス分離膜（85）は、物質毎に分子がガス分離膜（85）を透過する速度（透過速度）が異なることを利用して、混合ガスに含まれる成分を分離する。

[0095] 本実施形態の庫内空気調節装置（30）では、第1分離モジュール（41）と第2分離モジュール（61）のそれぞれに同じガス分離膜（85）が設けられる。各分離モジュール（41,61）のガス分離膜（85）は、窒素の透過速度が酸素の透過速度と二酸化炭素の透過速度の両方よりも低いという特性を有している。中空糸状の多数のガス分離膜（85）は、それぞれの膜厚が実質的に同じである。従って、各分離モジュール（41,61）に設けられたガス分離膜（85）は、窒素の透過率が酸素の透過率と二酸化炭素の透過率の両方よりも低いという特性を有している。

[0096] 各分離モジュール（41,61）では、導入口（42,62）を通して導入室（82）へ流入した空気が、中空糸状のガス分離膜（85）の内側の空間を一次側導出室（83）へ向かって流れる。ガス分離膜（85）の内側の空間を流れる空気は、その一部がガス分離膜（85）を透過して二次側導出室（84）へ移動し、残りが一次側導出室（83）へ流入する。

[0097] 各分離モジュール（41,61）のガス分離膜（85）は、窒素の透過率が酸素および二酸化炭素の透過率よりも低い。つまり、窒素は、酸素および二酸化炭素に比べてガス分離膜（85）を透過しにくい。このため、中空糸状のガス分離膜（85）の内側を流れる空気は、一次側導出室（83）へ近付くにつれて、その窒素濃度が上昇すると同時に、その酸素濃度および二酸化炭素濃度が低下する。また、中空糸状のガス分離膜（85）を流れる空気に含まれる酸素と二酸化炭素は、ガス分離膜（85）を透過して二次側導出室（84）へ移動する。

[0098] その結果、ガス分離膜（85）を透過せずに一次側導出室（83）へ流入した空気は、その窒素濃度が導入室（82）の空気よりも高くなり、その酸素濃度

および二酸化炭素濃度が導入室（82）の空気よりも低くなる。また、ガス分離膜（85）を透過して二次側導入室（84）へ移動した空気は、その窒素濃度が導入室（82）の空気よりも低くなり、その酸素濃度および二酸化炭素濃度が導入室（82）の空気よりも高くなる。

[0099] 第1分離モジュール（41）では、第1導入口（42）から導入室（82）へ未処理庫外空気が流入し、ガス分離膜（85）を透過せずに一次側導入室（83）へ流入した空気が第1庫外空気として第1一次側導出口（43）から流出し、ガス分離膜（85）を透過して二次側導入室（84）へ流入した空気が第2庫外空気として第1二次側導出口（44）から流出する。一方、第2分離モジュール（61）では、第2導入口（62）から導入室（82）へ未処理庫内空気が流入し、ガス分離膜（85）を透過せずに一次側導入室（83）へ流入した空気が第1庫内空気として第2一次側導出口（63）から流出し、ガス分離膜（85）を透過して二次側導入室（84）へ流入した空気が第2庫内空気として第2二次側導出口（64）から流出する。

[0100] <センサユニット>

図1及び図3に示すように、センサユニット（90）は、コンテナ用冷凍機（10）の庫内空気流路（29）の二次流路（29b）に配置される。図3に示すように、センサユニット（90）は、酸素センサ（91）と、二酸化炭素センサ（92）と、センサケース（93）とを備えている。

[0101] 酸素センサ（91）は、空気等の混合気体の酸素濃度を計測するジルコニア電流方式のセンサである。二酸化炭素センサ（92）は、空気等の混合気体の二酸化炭素濃度を計測する非分散型赤外線吸収（NDIR：non dispersive infrared）方式のセンサである。酸素センサ（91）及び二酸化炭素センサ（92）は、センサケース（93）に収容される。

[0102] センサケース（93）は、やや細長い箱状の部材である。センサケース（93）は、長手方向の一方の端部に測定用配管（125）の出口端が接続され、他方の端部に出口管（95）の一端が接続される。出口管（95）の他端は、庫内空気流路（29）の一次流路（29a）に開口する。また、センサケース（93）には

、庫内空気流路（29）を流れる庫内空気をセンサケース（93）の内部空間へ導入するためのエアフィルタ（94）が取り付けられる。エアフィルタ（94）は、庫内空気に含まれる塵埃などを捕捉するためのメンブレンフィルタである。

[0103] 後述するように、庫内ファン（17）の作動中は、二次流路（29b）の気圧が一次流路（29a）の気圧よりも若干高くなる。このため、測定用開閉弁（126）が閉じた状態では、二次流路（29b）の庫内空気がエアフィルタ（94）を通過してセンサケース（93）へ流入し、その後には出口管（95）を通過して一次流路（29a）へ流入する。この状態で、センサユニット（90）は、酸素センサ（91）が庫内空気の酸素濃度を計測し、二酸化炭素センサ（92）が庫内空気の二酸化炭素濃度を計測する。

[0104] <換気用排気管>

換気用排気管（100）は、輸送用コンテナ（1）の内部と外部を繋ぐための配管である。この換気用排気管（100）は、換気用排気通路を構成する。図1に示すように、換気用排気管（100）は、コンテナ用冷凍機（10）のケーシング（20）を貫通する。換気用排気管（100）の一端は、庫内空気流路（29）の二次流路（29b）に開口する。換気用排気管（100）の他端は、庫外機器室（28）における庫外ファン（16）の吸入側に開口する。

[0105] 図3に示すように、換気用排気管（100）の一端には、エアフィルタ（102）が取り付けられる。エアフィルタ（102）は、庫内空気に含まれる塵埃などを捕捉するためのメンブレンフィルタである。また、換気用排気管（100）には、換気用排気弁（101）が設けられる。換気用排気弁（101）は、電磁弁からなる開閉弁である。

[0106] <制御器>

制御器（110）は、制御動作を行うCPU（111）と、制御動作に必要なデータ等を記憶するメモリ（112）とを備える。制御器（110）には、酸素センサ（91）、二酸化炭素センサ（92）、第1圧力センサ（45）、及び第2圧力センサ（65）の計測値が入力される。制御器（110）は、ポンプユニット（35）

）、第1調節弁（46）、第2調節弁（66）、第1バイパス弁（50）、第2バイパス弁（70）、及び換気用排気弁（101）を操作するための制御動作を行う。

[0107] ーコンテナ用冷凍機の運転動作ー

コンテナ用冷凍機（10）は、輸送用コンテナ（1）の庫内空気を冷却する冷却運転を行う。

[0108] 冷却運転では、冷媒回路（11）の圧縮機（12）が作動し、冷媒回路（11）において冷媒が循環することによって蒸気圧縮冷凍サイクルが行われる。冷媒回路（11）では、圧縮機（12）から吐出された冷媒が、凝縮器（13）と膨張弁（14）と蒸発器（15）とを順に通過し、その後に圧縮機（12）へ吸入されて圧縮される。

[0109] また、冷却運転では、庫外ファン（16）と庫内ファン（17）とが作動する。庫外ファン（16）が作動すると、輸送用コンテナ（1）の外部の庫外空気が庫外機器室（28）へ吸い込まれて凝縮器（13）を通過する。凝縮器（13）では、冷媒が庫外空気へ放熱して凝縮する。庫内ファン（17）が作動すると、輸送用コンテナ（1）の荷室（5）内の庫内空気が庫内空気流路（29）へ吸い込まれて蒸発器（15）を通過する。蒸発器（15）では、冷媒が庫内空気から吸熱して蒸発する。

[0110] 庫内空気の流れについて説明する。荷室（5）に存在する庫内空気は、吸込口（26）を通過して庫内空気流路（29）の一次流路（29a）へ流入し、庫内ファン（17）によって二次流路（29b）へ吹き出される。二次流路（29b）へ流入した庫内空気は、蒸発器（15）を通過する際に冷却され、その後に吹出口（27）から床下流路（4）へ吹き出され、床下流路（4）を通過して荷室（5）へ流入する。

[0111] 庫内空気流路（29）において、一次流路（29a）は庫内ファン（17）の吸い込み側に位置し、二次流路（29b）は庫内ファン（17）の吹き出し側に位置する。このため、庫内ファン（17）の作動中は、二次流路（29b）の気圧が一次流路（29a）の気圧よりも若干高くなる。

[0112] ー庫内空気調節装置の運転動作ー

庫内空気調節装置（30）は、輸送用コンテナ（1）の荷室（5）内の庫内空気の組成（本実施形態では、庫内空気の酸素濃度と二酸化炭素濃度）を調節するための運転を行う。ここでは、本実施形態の庫内空気調節装置（30）の運転動作について、庫内空気の酸素濃度の目標範囲が $5\% \pm 1\%$ であり、庫内空気の二酸化炭素濃度の目標範囲が $2\% \pm 1\%$ である場合を例に説明する。

[0113] 〈庫内空気調節装置の運転動作の概要〉

本実施形態の庫内空気調節装置（30）は、荷室（5）内の庫内空気の酸素濃度を低下させるための酸素濃度低減動作と、荷室（5）内の庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させるための二酸化炭素濃度低減動作と、荷室（5）内の庫内空気の酸素濃度を上昇させるための酸素濃度増加動作とを行う。

[0114] 輸送用コンテナ（1）への貨物（6）の積み込みが完了した時点において、荷室（5）内に存在する庫内空気の組成は、大気の組成（窒素濃度： 78% 、酸素濃度： 21% 、二酸化炭素濃度： 0.04% ）と実質的に同じである。そこで、庫内空気調節装置（30）は、庫内空気の酸素濃度を低下させるための酸素濃度低減動作を行う。庫内空気の酸素濃度が目標範囲の上限値（ 6% ）に達すると、庫内空気調節装置（30）は、酸素濃度低減動作を停止する。

[0115] 庫内空気の酸素濃度が 6% に達して庫内空気調節装置（30）の酸素濃度停止動作が停止した後は、貨物（6）である植物が呼吸することによって、庫内空気の酸素濃度が次第に低下してゆくと同時に、庫内空気の二酸化炭素濃度が次第に上昇する。

[0116] 庫内空気の二酸化炭素濃度が目標範囲の上限値（ 3% ）に達すると、庫内空気調節装置（30）は、庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させるための二酸化炭素濃度低減動作を行う。庫内空気の二酸化炭素濃度が目標範囲の下限值（ 1% ）に達すると、庫内空気調節装置（30）は、二酸化炭素濃度低減動作を停止する。

[0117] また、庫内空気の酸素濃度が目標範囲の下限值（ 4% ）に達すると、庫内

空気調節装置（30）は、庫内空気の酸素濃度を上昇させるための酸素濃度増加動作を行う。庫内空気の酸素濃度が目標範囲の上限値（6%）に達すると、庫内空気調節装置（30）は、酸素濃度増加動作を停止する。

[0118] このように、庫内空気調節装置（30）は、荷室（5）内の庫内空気の酸素濃度を21%（大気の酸素濃度）から目標範囲にまで引き下げるために、酸素濃度低減動作を行う。また、庫内空気調節装置（30）は、荷室（5）内の庫内空気の酸素濃度と二酸化炭素濃度を、それぞれの目標範囲に維持するために、二酸化炭素低減動作と酸素濃度増加動作とを適宜繰り返して行う。

[0119] <酸素濃度低減動作>

庫内空気調節装置（30）の酸素濃度低減動作について、図3～図5を適宜参照しながら説明する。この酸素濃度低減動作では、第1組成調節部（40）が酸素濃度の低い第1庫外空気を荷室（5）へ供給し、第2組成調節部（60）が酸素濃度の低い第1庫内空気を荷室（5）へ供給する。

[0120] 酸素濃度低減動作において、制御器（110）は、第1バイパス弁（50）と第2バイパス弁（70）のそれぞれを第1状態（図3に実線で示す状態）に設定し、ポンプユニット（35）の駆動モータ（38）に通電して第1ポンプ（36）及び第2ポンプ（37）を作動させ、換気用排気弁（101）を開状態に設定する。

[0121] 先ず、第1ポンプ（36）が作動すると、輸送用コンテナ（1）の外部に存在する庫外空気が、エアフィルタ（47）と庫外側吸入管（55）を通過して第1ポンプ（36）に吸い込まれる。第1ポンプ（36）は、吸い込んだ庫外空気を加圧して吐出する。第1ポンプ（36）が吐出する庫外空気の圧力は、大気圧の2倍程度である。第1ポンプ（36）から吐出された庫外空気は、第1導入管（52）を流れ、第1分離モジュール（41）の第1導入口（42）へ未処理庫外空気として流入する。

[0122] 第1分離モジュール（41）において、第1導入口（42）を通過して導入室（82）へ流入した未処理庫外空気は、中空糸状のガス分離膜（85）へ流入する。中空糸状のガス分離膜（85）の内側を流れる空気は、その一部がガス分離膜

(85)を透過して第2庫外空気として二次側導出室(84)へ移動し、残りが第1庫外空気として一次側導出室(83)へ流入する。上述したように、ガス分離膜(85)は、窒素の透過率が酸素の透過率よりも低い特性を持つ。このため、図5に示すように、第1庫外空気の酸素濃度は、未処理庫外空気の酸素濃度よりも低く、第2庫外空気の酸素濃度は、未処理庫外空気の酸素濃度よりも高い。

[0123] 第1分離モジュール(41)の第1一次側導出口(43)から第1一次側管(53)へ流出した第1庫外空気は、供給管(120)へ流入する。一方、第1分離モジュール(41)の第1二次側導出口(44)から第1二次側管(54)へ流出した第2庫外空気は、輸送用コンテナ(1)の外部へ排出される。

[0124] 次に、第2ポンプ(37)が作動すると、輸送用コンテナ(1)の内部(具体的には、コンテナ用冷凍機(10)の二次流路(29b))に存在する庫内空気が、庫内側吸入管(75)を通過して第2ポンプ(37)に吸い込まれる。第2ポンプ(37)は、吸い込んだ庫内空気を加圧して吐出する。第2ポンプ(37)が吐出する庫外空気の圧力は、大気圧よりも若干高い程度である。第2ポンプ(37)から吐出された庫内空気は、第2導入管(72)を流れ、第2分離モジュール(61)の第2導入口(62)へ未処理庫内空気として流入する。

[0125] 第2分離モジュール(61)において、第2導入口(62)を通過して導入室(82)へ流入した未処理庫内空気は、中空糸状のガス分離膜(85)へ流入する。中空糸状のガス分離膜(85)の内側を流れる空気は、その一部がガス分離膜(85)を透過して第2庫内空気として二次側導出室(84)へ移動し、残りが第1庫内空気として一次側導出室(83)へ流入する。上述したように、ガス分離膜(85)は、窒素の透過率が酸素の透過率よりも低い特性を持つ。このため、図5に示すように、第1庫内空気の酸素濃度は、未処理庫外空気の酸素濃度よりも低く、第2庫内空気の酸素濃度は、未処理庫外空気の酸素濃度よりも高い。

[0126] 第2分離モジュール(61)の第2一次側導出口(63)から第2一次側管(73)へ流出した第1庫内空気は、供給管(120)へ流入する。一方、第2分離

モジュール (61) の第 2 二次側導出口 (64) から第 2 二次側管 (74) へ流出した第 2 庫内空気は、輸送用コンテナ (1) の外部へ排出される。

[0127] 上述したように、供給管 (120) には、第 1 分離モジュール (41) から流出した第 1 庫外空気と、第 2 分離モジュール (61) から流出した第 1 庫内空気とが流入する。そして、供給管 (120) を流れる第 1 庫外空気と第 1 庫内空気の混合空気は、コンテナ用冷凍機 (10) の二次流路 (29b) へ流入し、二次流路 (29b) を流れる空気と共に荷室 (5) へ供給される。

[0128] 通常、酸素濃度低減動作中は、輸送用コンテナ (1) の外部から内部へ供給される第 1 庫外空気の流量 Q_{o1} が、輸送用コンテナ (1) の内部から外部へ排出される第 2 庫内空気の流量 Q_{i2} よりも大きくなっており ($Q_{o1} > Q_{i2}$)、輸送用コンテナ (1) 内の気圧が陽圧となる (図 5 を参照)。つまり、第 1 組成調節部 (40) は、輸送用コンテナ (1) 内の気圧が陽圧となるように、第 1 庫外空気を輸送用コンテナ (1) の内部へ供給する。輸送用コンテナ (1) 内の気圧が陽圧であるため、庫内空気の一部は、換気用排気管 (100) を通って輸送用コンテナ (1) の外部へ排出される。

[0129] このように、酸素濃度低減動作では、大気に比べて酸素濃度の低い第 1 庫外空気を供給すると同時に、換気用排気管 (100) を通じて荷室 (5) 内の庫内空気を輸送用コンテナ (1) の外部へ排出し、荷室 (5) 内の庫内空気の酸素濃度を低下させる。また、酸素濃度低減動作では、未処理庫内空気から分離された酸素濃度の高い第 2 庫内空気を輸送用コンテナ (1) の外部へ排出することによって、荷室 (5) 内の庫内空気の酸素濃度を低下させる。

[0130] <二酸化炭素濃度低減動作>

庫内空気調節装置 (30) の二酸化炭素濃度低減動作について、図 3, 図 4, 図 6 を適宜参照しながら説明する。この二酸化炭素低減動作では、第 1 組成調節部 (40) が酸素濃度の低い第 1 庫外空気を荷室 (5) へ供給し、第 2 組成調節部 (60) が二酸化炭素濃度の低い第 1 庫内空気を荷室 (5) へ供給する。

[0131] 二酸化炭素濃度低減動作において、制御器 (110) は、第 1 バイパス弁 (50) と第 2 バイパス弁 (70) のそれぞれを第 1 状態 (図 3 に実線で示す状態)

に設定し、ポンプユニット（35）の駆動モータ（38）に通電して第1ポンプ（36）及び第2ポンプ（37）を作動させ、換気用排気弁（101）を開状態に設定し、測定用開閉弁（126）を閉状態に設定する。そして、第1組成調節部（40）と第2組成調節部（60）のそれぞれにおいて、空気は、酸素濃度低減動作と同様に流れる。ただし、二酸化炭素濃度低減動作において、第1ポンプ（36）が吐出する庫外空気の圧力と、第2ポンプ（37）が吐出する庫内空気の圧力は、いずれも大気圧よりも若干高い程度である。

[0132] 第1組成調節部（40）では、第1分離モジュール（41）へ流入した未処理庫外空気が、未処理庫外空気よりも窒素濃度が高く酸素濃度が低い第1庫外空気と、未処理庫外空気よりも窒素濃度が低く酸素濃度が高い第2庫外空気とに分離される。そして、第1庫外空気が輸送用コンテナ（1）の内部へ供給され、第2庫外空気が輸送用コンテナ（1）の外部へ排出される。なお、未処理庫外空気の二酸化炭素濃度は、大気中の二酸化炭素濃度（0.04%）と実質的に同じである。このため、第1庫外空気の二酸化炭素濃度は実質的にゼロと見なせる。

[0133] 第2組成調節部（60）では、第2分離モジュール（61）へ流入した未処理庫内空気が、未処理庫内空気よりも窒素濃度が高く酸素濃度および二酸化炭素濃度が低い第1庫内空気と、未処理庫内空気よりも窒素濃度が低く酸素濃度および二酸化炭素濃度が高い第2庫内空気とに分離される。そして、第1庫内空気が輸送用コンテナ（1）の内部へ供給され、第2庫内空気が輸送用コンテナ（1）の外部へ排出される。

[0134] 通常、二酸化炭素濃度低減動作中は、酸素濃度低減動作中と同様に、第1庫外空気の流量 Q_{o1} が第2庫内空気の流量 Q_{i2} よりも大きくなっており（ $Q_{o1} > Q_{i2}$ ）、輸送用コンテナ（1）内の気圧が陽圧となる（図6を参照）。つまり、第1組成調節部（40）は、輸送用コンテナ（1）内の気圧が陽圧となるように、第1庫外空気を輸送用コンテナ（1）の内部へ供給する。輸送用コンテナ（1）内の気圧が陽圧であるため、荷室（5）内の庫内空気の一部は、換気用排気管（100）を通して輸送用コンテナ（1）の外部へ排出される。

[0135] このように、二酸化炭素濃度低減動作では、二酸化炭素濃度の極めて低い第1庫外空気を供給すると同時に、換気用排気管(100)を通じて庫内空気を輸送用コンテナ(1)の外部へ排出し、荷室(5)内の庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させる。また、二酸化炭素濃度低減動作では、未処理庫内空気から分離された二酸化炭素濃度の高い第2庫内空気を輸送用コンテナ(1)の外部へ排出することによって、荷室(5)内の庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させる。

[0136] <酸素濃度増加動作>

庫内空気調節装置(30)の酸素濃度増加動作について、図3を参照しながら説明する。この酸素濃度増加動作では、第1組成調節部(40)が輸送用コンテナ(1)の外部から吸い込んだ庫外空気をそのまま荷室(5)へ供給し、第2組成調節部(60)が輸送用コンテナ(1)の内部から吸い込んだ庫内空気をそのまま荷室(5)へ送り返す。

[0137] 酸素濃度増加動作において、制御器(110)は、第1バイパス弁(50)と第2バイパス弁(70)のそれぞれを第2状態(図3に破線で示す状態)に設定し、ポンプユニット(35)の駆動モータ(38)に通電して第1ポンプ(36)及び第2ポンプ(37)を作動させ、換気用排気弁(101)を開状態に設定し、測定用開閉弁(126)を閉状態に設定する。

[0138] 第1組成調節部(40)において、第1ポンプ(36)から吐出された庫外空気は、第1バイパス管(51)へ流入し、その窒素濃度と酸素濃度を保った状態で第1一次側管(53)へ流入し、その後に供給管(120)を通過して輸送用コンテナ(1)の内部へ供給される。一方、第2組成調節部(60)において、第2ポンプ(37)へ吸い込まれた庫内空気は、第2ポンプ(37)から吐出された後に第2バイパス管(71)を通過して第2一次側管(73)へ流入し、その後に供給管(120)を通過して輸送用コンテナ(1)の内部へ戻る。また、荷室(5)内の庫内空気の一部は、換気用排気管(100)を通過して輸送用コンテナ(1)の外部へ排出される。

[0139] このように、酸素濃度増加動作では、庫内空気よりも酸素濃度の高い庫外

空気を輸送用コンテナ（１）の内部へ供給することによって、荷室（５）内の酸素濃度を上昇させる。

[0140] －制御器の制御動作－

庫内空気調節装置（３０）の制御器（１１０）は、酸素センサ（９１）及び二酸化炭素センサ（９２）の計測値を監視する。そして、庫内空気調節装置（３０）が上述した動作を行うことによって、庫内空気の酸素濃度と二酸化炭素濃度をそれぞれの目標範囲に保たれるように、酸素センサ（９１）及び二酸化炭素センサ（９２）の計測値に基づいて庫内空気調節装置（３０）の構成機器を制御する。

[0141] ところで、従来一般的な庫内空気調節装置では、庫内空気をガス分離膜に通して庫外へ排出したり、外気を庫内へ導入したりするために、回転速度が一定でガス流量が一定のエアポンプが用いられており、ポンプ圧が一定であるために、ガス分離膜の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節することができなかった。そこで、本実施形態では、エアポンプ（３６，３７）と第１，第２分離モジュール（４１，６１）（第１，第２組成調節部（４０，６０））のガス分離膜（８５）との間に圧力調節器（弁機構）として第１調節弁（４６）及び第２調節弁（６６）を設け、ガス分離膜（８５）へ供給される空気の圧力を調節する制御を上記制御器（１１０）で行えるようにしている。

[0142] 〈圧力調節動作〉

まず、圧力調節動作の代表例として、酸素濃度を調節する動作について説明する。

[0143] 輸送用コンテナ（１）の庫内空間の酸素濃度は酸素センサ（９１）で検出されており、庫内空間の酸素濃度が目標値からずれると、制御器（１１０）は圧力調節動作を行って酸素濃度を目標値に維持する。

[0144] ここで、ガス分離膜（８５）を通過する空気の圧力は、第１圧力センサ（４５）及び第２圧力センサ（６５）で検出されており、その検出値が制御器（１１０）へ入力される。制御器（１１０）は、第１分離モジュール（４１）の第１一次側導出口（４３）から流出する低酸素濃度の第１庫外空気と、第２分離モジュール

(61) の第 2 一次側導出口 (63) から流出する低酸素濃度の第 1 庫内空気について、検出された圧力に応じた酸素濃度を、計算により求めるか、あるいはメモリに格納されたデータテーブルから求める。

[0145] そして、求められた酸素濃度では必要な分離性能が得られないと判断される場合には、制御器 (110) は、第 1 調節弁 (46) 及び第 2 調節弁 (66) の開度を、必要な分離性能が得られるように制御する。例えば、第 1 庫外空気の酸素濃度が目標値より高い場合は、第 1 調節弁 (46) を絞り、第 1 庫外空気の酸素濃度を低下させる。また、第 1 庫内空気の酸素濃度が目標値より高い場合は、第 2 調節弁 (66) を絞り、第 1 庫内空気の酸素濃度を低下させる。

[0146] 上記の制御は、第 1 庫外空気及び第 1 庫内空気の二酸化炭素濃度についても同様に行うことができる。

[0147] このように、本実施形態では、第 1 調節弁 (46) 及び第 2 調節弁 (66) の開度を調整し、ガス分離膜 (85) へ供給される空気の圧力を調節する制御を行うことにより、輸送用コンテナ (1) の庫内空間へ供給される空気中の酸素や二酸化炭素の濃度が調節される。

[0148] ー圧力調節動作の詳細ー

この実施形態は、上述したように、上記輸送用コンテナ (1) の庫内の二酸化炭素濃度と酸素濃度を測定する濃度測定器であるセンサユニット (90) を備えている。また、上記制御器は、上記センサユニット (90) の測定値を、予め定められた二酸化炭素濃度の目標値及び酸素濃度の目標値に近づけるように、エアポンプ (36, 37) から供給される空気の圧力を、圧力調節器である第 1 調節弁 (46) と第 2 調節弁 (66) で制御して、上記ガス分離膜 (85) の分離圧力を調整する。

[0149] 圧力調節の具体的な制御を図 9 に基づいて説明する。

[0150] まず、図 9 の右上領域に示すように、上記輸送用コンテナ (1) の庫内の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、酸素濃度も目標値よりも高い場合、制御器 (110) は、第 1 組成調節部 (40) で庫外空気よりも酸素濃度が低い低酸素濃度ガスを生成して輸送用コンテナ (1) の庫内へ供給し、第 2 組成調節部 (

60) でガス分離膜 (85) の分離圧力を低下させて庫外へのガスの排出量を低下させる。こうすることで、庫内の二酸化炭素濃度と酸素濃度をいずれも低下させる。

[0151] 次に、図9の右下領域に示すように、上記輸送用コンテナ (1) の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度が目標値よりも高い場合、制御器 (110) は、第1組成調節部 (40) で庫外空気よりも酸素濃度が低い低酸素濃度ガスを生成して輸送用コンテナ (1) の庫内へ供給し、且つ、第2組成調節部 (60) が組成調節後の空気を輸送用コンテナ (1) の庫内へ供給可能に構成されていることを利用して、第2組成調節部 (60) のガス分離膜 (85) の分離圧力を上昇させて輸送用コンテナ (1) の庫内へ戻す組成調節後の高二酸化炭素ガスの量を増加させる。こうすることで、庫内の二酸化炭素濃度を上昇させ、酸素濃度を低下させる。

[0152] また、図9の左下領域に示すように、上記輸送用コンテナ (1) の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度も目標値よりも低い場合、制御器 (110) は、第1組成調節部 (40) で生成した庫外空気よりも酸素濃度が高い高酸素濃度ガスまたは庫外空気を輸送用コンテナ (1) の庫内へ供給し、且つ第2組成調節部 (60) が組成調節後の空気を輸送用コンテナ (1) の庫内へ供給可能に構成されていることを利用して、第2組成調節部 (60) のガス分離膜 (85) の分離圧力を上昇させて輸送用コンテナ (1) の庫内へ戻す組成調節後の高二酸化炭素ガスの量を増加させる。こうすることで、庫内の二酸化炭素濃度を上昇させ、酸素濃度も上昇させる。

[0153] そして、図9の左上領域に示すように、上記輸送用コンテナ (1) の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、酸素濃度が目標値よりも低い場合、制御器 (110) は、庫外空気を庫内空間 (1) へ供給し、第2組成調節部 (60) のガス分離膜 (85) の分離圧力を上昇させて生成した、庫内空気よりも二酸化炭素濃度が高い二酸化炭素ガスを庫外空間 (1) へ排出する第1の動作と、第1組成調節部 (40) で生成した庫外空気よりも酸素濃度が高い高酸素濃度ガスを庫内空間 (1) へ供給し、第2組成調節部 (60) のガス分離膜 (85) の分離圧力

を低下させて庫外へ排出する組成調節後の空気量を減少させる第2の動作の何れかを行う。こうすることで、庫内の二酸化炭素濃度を低下させ、酸素濃度を上昇させる。

[0154] 以上のように、この実施形態では、ガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空間の二酸化炭素濃度と酸素濃度が、それぞれの目標値に近づく制御が制御器（110）によって行われる。

[0155] ー実施形態1の効果ー

本実施形態によれば、上記ガス分離膜（85）へエアポンプ（36, 37）から供給される空気の圧力が第1調節弁（46）及び第2調節弁（66）で調整される。そのため、回転速度が一定のポンプを用い、ポンプ圧が一定であっても、ガス分離膜（85）を通るガスの圧力を変化させることができる。したがって、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節できる。

[0156] 本実施形態によれば、庫外から庫内への空気の経路となる第1組成調節部（40）の分離膜（85）の下流側に圧力調節器（46）を設けるだけでなく、庫内から庫外への空気の経路となる第2組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側にも圧力調節器（66）を設けたことにより、2つの経路でガス分離膜（85）の分離圧力を調節し、その分離性能を調節する構成を実現できる。

[0157] 本実施形態によれば、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、酸素濃度も目標値よりも高い場合に、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させるとともに酸素濃度も低下させ、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。また、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも低く、酸素濃度が目標値よりも高い場合は、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度を上昇させるとともに酸素濃度を低下させ、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。

[0158] また、本実施形態によれば、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも

低く、酸素濃度も目標値よりも低い場合に、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度を上昇させるとともに酸素濃度も上昇させ、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。また、収納庫（1）の二酸化炭素濃度が目標値よりも高く、上記収納庫（1）の酸素濃度が目標値よりも低い場合に、圧力調節器（39, 46, 66）で第2組成調節部（60）のガス分離膜（85）の分離圧力を調節することにより、庫内空気の二酸化炭素濃度を低下させるとともに酸素濃度を上昇させ、庫内空気の二酸化炭素濃度と酸素濃度の両方を目標値に近づけることができる。

[0159] このように、本実施形態によれば、庫内空間の二酸化炭素濃度と酸素濃度をそれぞれの目標値に近づける制御を、ガス分離膜（85）の分離圧力を調節することによって行うことができる。

[0160] 《実施形態2》

実施形態2について説明する。本実施形態の庫内空気調節装置（30）は、実施形態1の庫内空気調節装置（30）において、第1組成調節部（40）及び第2組成調節部（60）の構成を変更したものである。ここでは、本実施形態の庫内空気調節装置（30）について、実施形態1の庫内空気調節装置（30）と異なる点を説明する。

[0161] <第1組成調節部>

図7に示すように、本実施形態の第1組成調節部（40）には、第1一次側切換弁（56）と、第1一次側排出管（57）と、第1二次側切換弁（58）と、第1二次側供給管（59）とが追加される。

[0162] 第1一次側切換弁（56）と第1二次側切換弁（58）のそれぞれは、三つのポートを有する切換弁である。第1一次側切換弁（56）と第1二次側切換弁（58）のそれぞれは、第1のポートが第2のポートと連通して第3のポートから遮断される第1状態（図7に実線で示す状態）と、第1のポートが第3のポートと連通して第2のポートから遮断される第2状態（図7に破線で示す状態）とに切り換わるように構成される。

- [0163] 第1一次側切換弁(56)は、第1一次側管(53)の途中に配置される。第1一次側管(53)において、第1一次側切換弁(56)は、第1バイパス管(51)の出口端よりも供給管(120)寄りに配置される。第1一次側切換弁(56)は、第1のポートが第1調節弁(46)に接続し、第2のポートが供給管(120)に接続する。第1一次側切換弁(56)の第3のポートには、第1一次側排出管(57)の一端が接続する。第1一次側排出管(57)の他端は、第1二次側管(54)に接続する。
- [0164] 第1二次側切換弁(58)は、第1二次側管(54)の途中に配置される。第1二次側管(54)において、第1二次側切換弁(58)は、第1一次側排出管(57)の他端よりも第1分離モジュール(41)寄りに配置される。第1二次側切換弁(58)は、第1のポートが第1分離モジュール(41)の第1二次側導出口(44)に接続し、第2のポートが第1二次側管(54)を介して輸送用コンテナ(1)の庫外機器室(28)と連通する。第1二次側切換弁(58)の第3のポートには、第1二次側供給管(59)の一端が接続する。第1二次側供給管(59)の他端は、供給管(120)に接続する。
- [0165] <第2組成調節部>
- 本実施形態の第2組成調節部(60)には、第2一次側切換弁(76)と、第2一次側排出管(77)と、第2二次側切換弁(78)と、第2二次側供給管(79)とが追加される。
- [0166] 第2一次側切換弁(76)と第2二次側切換弁(78)のそれぞれは、三つのポートを有する切換弁である。第2一次側切換弁(76)と第2二次側切換弁(78)のそれぞれは、第1のポートが第2のポートと連通して第3のポートから遮断される第1状態(図7に実線で示す状態)と、第1のポートが第3のポートと連通して第2のポートから遮断される第2状態(図7に破線で示す状態)とに切り換わるように構成される。
- [0167] 第2一次側切換弁(76)は、第2一次側管(73)の途中に配置される。第2一次側管(73)において、第2一次側切換弁(76)は、第2バイパス管(71)の出口端よりも供給管(120)寄りに配置される。第2一次側切換弁(76)

）は、第1のポートが第2調節弁（66）に接続し、第2のポートが供給管（120）に接続する。第2一次側切換弁（76）の第3のポートには、第2一次側排出管（77）の一端が接続する。第2一次側排出管（77）の他端は、第2二次側管（74）に接続する。

[0168] 第2二次側切換弁（78）は、第2二次側管（74）の途中に配置される。第2二次側管（74）において、第2二次側切換弁（78）は、第2一次側排出管（77）の他端よりも第2分離モジュール（61）寄りに配置される。第2二次側切換弁（78）は、第1のポートが第2分離モジュール（61）の第2二次側導出口（64）に接続し、第2のポートが第2二次側管（74）を介して輸送用コンテナ（1）の庫外機器室（28）と連通する。第2二次側切換弁（78）の第3のポートには、第2二次側供給管（79）の一端が接続する。第2二次側供給管（79）の他端は、供給管（120）に接続する。

[0169] この実施形態2の構成は、以上説明した点を除いては実施形態1と同様である。

[0170] ー運転動作ー

第1組成調節部（40）において、第1一次側切換弁（56）と第1二次側切換弁（58）の両方が第1状態（図7に実線で示す状態）に設定された場合、第1庫外空気は、第1一次側管（53）を通過して輸送用コンテナ（1）の内部へ供給され、第2庫外空気は、第2二次側管（74）を通過して輸送用コンテナ（1）の外部へ排出される。一方、第1一次側切換弁（56）と第1二次側切換弁（58）の両方が第2状態（図7に破線で示す状態）に設定された場合、第1庫外空気は、第1一次側排出管（57）を通過して輸送用コンテナ（1）の外部へ排出され、第2庫外空気は、第1二次側供給管（59）を通過して輸送用コンテナ（1）の内部へ供給される。

[0171] 第2組成調節部（60）において、第2一次側切換弁（76）と第2二次側切換弁（78）の両方が第1状態（図7に実線で示す状態）に設定された場合、第1庫内空気は、第2一次側管（73）を通過して輸送用コンテナ（1）の内部へ供給され、第2庫内空気は、第2二次側管（74）を通過して輸送用コンテナ（1

）の外部へ排出される。一方、第２一次側切換弁（76）と第２二次側切換弁（78）の両方が第２状態（図７に破線で示す状態）に設定された場合、第１庫内空気は、第２一次側排出管（77）を通過して輸送用コンテナ（１）の外部へ排出され、第２庫内空気は、第２二次側供給管（79）を通過して輸送用コンテナ（１）の内部へ供給される。

[0172] この実施形態２においても、実施形態１と同様の作用効果が得られる。

[0173] ー実施形態２の変形例ー

〈変形例１〉

図３に示した実施形態１や図７に示した実施形態２では、開度調整可能な第１調節弁（46）及び第２調節弁（66）として開度可変の電動弁を用い、これらを圧力調節器（弁機構）としているが、図８に示すように、第１調節弁（46）及び第２調節弁（66）は、それぞれ、口径が異なる複数の電磁弁（開閉弁）（46a, 46b, 46c, 66a, 66b, 66c）を並列に接続したものを採用してもよい。このようにしても、圧力センサ（45, 65）の検出値に応じて、開放する電磁弁と閉鎖する電磁弁を決定する制御を行うことにより、ガス分離膜（85）を通過する空気の圧力を調節できる。したがって、この変形例の構成を採用しても、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。

[0174] 上記実施形態１と同様に、第１調節弁（46）は第１組成調節部（40）の分離膜（85）の下流側に設けられ、第２調節弁（66）は第２組成調節部（60）の分離膜（85）の下流側に設けられている。

[0175] 〈変形例２〉

図１０に示すように、圧力調節器（48, 68）には、エアポンプ（36, 37）への空気の流入側に設けられた、開度調整可能な第３調節弁（48a（48））及び第４調節弁（68a（68））を採用してもよい。

[0176] このようにしても、圧力センサ（45, 65）の検出値に応じて、第３調節弁（48a）及び第４調節弁（68a）の開度を調節する制御を行うことにより、エアポンプ（36, 37）の吐出圧力を変化させ、ひいてはガス分離膜（85）を通

過する空気の圧力を調節できる。したがって、この変形例 2 の構成を採用しても、ガス分離膜 (85) の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。

[0177] なお、この変形例では、第 1 調節弁 (46) 及び第 2 調節弁 (66) は電磁弁 (開閉弁) でよい。

[0178] 〈変形例 3〉

図 1 1 に示すように、圧力調節器 (48, 68) には、エアポンプ (36, 37) からの空気の流出側に設けられた、開度調整可能な第 3 調節弁 (48b (48)) 及び第 4 調節弁 (68b (68)) を用いてもよい。

[0179] このようにしても、圧力センサ (45, 65) の検出値に応じて、第 3 調節弁 (48b) 及び第 4 調節弁 (68b) の開度を調節する制御を行うことにより、エアポンプ (36, 37) の吐出圧力を変化させ、ひいてはガス分離膜 (85) を通過する空気の圧力を調節できる。したがって、この変形例 3 の構成を採用しても、ガス分離膜 (85) の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。

[0180] 〈変形例 4〉

図 1 2 に示すように、圧力調節器 (48, 68) には、エアポンプ (36, 37) からの空気の流出側に設けられた、開度調整可能な第 3 調節弁 (48c (48)) 及び第 4 調節弁 (68c (68)) を用い、圧力調節器 (48, 68) を通過する空気を上記エアポンプ (36, 37) への空気の流入側に戻す戻し通路 (49a, 69a (49, 69)) を設けてもよい。言い換えると、エアポンプ (36, 37) をバイパスするバイパス通路として戻し通路 (49a, 69a (49, 69)) を設け、この戻し通路 (49a, 69a (49, 69)) に開度調整可能な第 3 調節弁 (48c (48)) 及び第 4 調節弁 (68c (68)) を設けてもよい。

[0181] このようにしても、圧力センサ (45, 65) の検出値に応じて、第 3 調節弁 (48c) 及び第 4 調節弁 (68c) の開度を調節する制御を行うことにより、エアポンプ (36, 37) の吐出圧力を変化させ、ひいてはガス分離膜 (85) を通過する空気の圧力を調節できる。したがって、この変形例 4 の構成を採用し

ても、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。

[0182] 〈変形例5〉

図13に示すように、圧力調節器（48, 68）には、エアポンプ（36, 37）からの空気の流出側に設けられた、開度調整可能な第3調節弁（48d（48））及び第4調節弁（68d（68））を用い、圧力調節器（48, 68）を通過する空気を排気する排気通路（49b, 69b（49, 69））を設けてもよい。

[0183] このようにしても、圧力センサ（45, 65）の検出値に応じて、第3調節弁（48d）及び第4調節弁（68d）の開度を調節する制御を行うことにより、エアポンプ（36, 37）の吐出側の空気の圧力を変化させ、ひいてはガス分離膜（85）を通過する空気の圧力を調節できる。したがって、この変形例5の構成を採用しても、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を容易に実現できる。

[0184] 《実施形態3》

実施形態3の庫内空気調節装置（30）について説明する。実施形態3の庫内空気調節装置（30）は、実施形態2の庫内空気調節装置（30）において、第1組成調節部（40）及び制御器（110）を変更したものであり、第2組成調節部（60）の構成は実施形態2と同様である。庫内空気調節装置（30）には、後述する第1組成調節部（40）の第1方向制御弁（232）及び第2方向制御弁（233）に加えて、第3方向制御弁（291）及び第2方向制御弁（292）が設けられている。ここでは、実施形態3の庫内空気調節装置（30）について、実施形態1, 2の庫内空気調節装置（30）と異なる点を説明する。

[0185] ー第1組成調節部の構成ー

本実施形態の第1組成調節部（40）は、実施形態1の第1組成調節部（40）と同様に、輸送用コンテナ（1）の外部から吸い込んだ庫外空気（未処理庫外空気）を第1庫外空気と第2庫外空気に分離するように構成される。本実施形態の第1組成調節部（40）は、いわゆるPSA（Pressure Swing Adsorption）法によって、未処理庫外空気を第1庫外空気と第2庫外空気に分離す

るように構成されており、この点で実施形態 1 の第 1 組成調節部 (40) と相違する。

[0186] 図 1 2 に示すように、本実施形態の第 1 組成調節部 (40) は、ポンプユニット (35) の第 1 ポンプ (36) に代えて、エアポンプ (231) を備える。つまり、本実施形態の庫内空気調節装置 (30) において、ポンプユニット (35) は、第 2 ポンプ (37) 及び駆動モータ (38) を備えるが、第 1 ポンプ (36) を備えていない。また、本実施形態の第 1 組成調節部 (40) は、第 1 方向制御弁 (232) 及び第 2 方向制御弁 (233) と、第 1 吸着筒 (234) 及び第 2 吸着筒 (235) とを備える。後述するように、各吸着筒 (234, 235) には、空気中の窒素を吸着する吸着剤が設けられる。

[0187] <エアポンプ>

エアポンプ (231) は、ユニットケース (32) の内部空間に配置される。エアポンプ (231) は、それぞれが空気を吸引して加圧して吐出する第 1 ポンプ機構 (231a) 及び第 2 ポンプ機構 (231b) を備える。第 1 ポンプ機構 (231a) 及び第 2 ポンプ機構 (231b) は、潤滑油を使用しないオイルレスのポンプである。加圧部である第 1 ポンプ機構 (231a) と、減圧部である第 2 ポンプ機構 (231b) とは、それらの両方が駆動モータ (231c) の駆動軸に接続される。第 1 ポンプ機構 (231a) 及び第 2 ポンプ機構 (231b) のそれぞれは、駆動モータ (231c) で回転駆動されることによって、吸込口から空気を吸引して加圧し、加圧した空気を吐出口から吐出する。

[0188] <外気管、吐出管、フィルタユニット>

第 1 ポンプ機構 (231a) の吸込口には、外気通路を形成する外気管 (241) の一端が接続される。外気管 (241) は、ユニットケース (32) を貫通するように設けられる。ユニットケース (32) の外部に位置する外気管 (241) の他端は、フィルタユニット (220) に接続される。

[0189] フィルタユニット (220) は、エアフィルタ (47) を備える。エアフィルタ (47) は、庫外空気に含まれる塵埃や塩分などを捕捉するためのフィルタである。本実施形態では、通気性と防水性を有するメンブレンフィルタが、エ

アフィルタ（47）として用いられる。フィルタユニット（220）は、箱状に形成された部材であり、エアフィルタ（47）を通過した空気（庫外空気）を外気管（241）へ導入する。図示しないが、フィルタユニット（220）は、庫外機器室（28）における凝縮器（13）の下流側に配置される。

[0190] 第1ポンプ機構（231a）の吐出口には、吐出通路を形成する吐出管（242）の一端が接続される。吐出管（242）は、他端側で二つの分岐管に分岐しており、一方の分岐管が第1方向制御弁（232）に、他方の分岐管が第2方向制御弁（233）に、それぞれ接続される。

[0191] <吸引管、供給管>

第2ポンプ機構（231b）の吸込口には、吸引通路を形成する吸引管（243）の一端が接続される。吸引管（243）は、他端側で二つの分岐管に分岐しており、一方の分岐管が第1方向制御弁（232）に、他方の分岐管が第2方向制御弁（233）に、それぞれ接続される。

[0192] 第2ポンプ機構（231b）の吐出口には、供給通路を形成する供給用接続管（244）の一端が接続される。供給用接続管（244）の他端は、供給管（120）に接続される。

[0193] 供給用接続管（244）には、その一端から他端へ向かって順に、逆止弁（264）と供給側開閉弁（273）とが設けられる。逆止弁（264）は、供給用接続管（244）の一端から他端へ向かう向きの空気の流通のみを許容し、空気の逆流を防止する。供給側開閉弁（273）は、電磁弁からなる開閉弁である。

[0194] <第1、第2方向制御弁>

第1方向制御弁（232）及び第2方向制御弁（233）のそれぞれは、三つのポートを有する切換弁である。各方向制御弁（232, 233）は、第1のポートが第2のポートと連通して第3のポートから遮断される第1状態と、第1のポートが第3のポートと連通して第2のポートから遮断される第2状態とに切り換わるように構成される。

[0195] 第1方向制御弁（232）は、第1のポートが第1吸着筒（234）の一端に接続される。また、第1方向制御弁（232）は、第2のポートに吐出管（242）

の分岐管が接続され、第3のポートに吸引管(243)の分岐管が接続される。
第1方向制御弁(232)は、第1吸着筒(234)を、第1ポンプ機構(231a)に連通する状態と、第2ポンプ機構(231b)に連通する状態とに切り換える。

[0196] 第2方向制御弁(233)は、第1のポートが第2吸着筒(235)の一端に接続される。また、第2方向制御弁(233)は、第2のポートに吐出管(242)の分岐管が接続され、第3のポートに吸引管(243)の分岐管が接続される。
第2方向制御弁(233)は、第2吸着筒(235)を、第1ポンプ機構(231a)に連通する状態と、第2ポンプ機構(231b)に連通する状態とに切り換える。

[0197] <吸着筒>

第1吸着筒(234)及び第2吸着筒(235)のそれぞれは、両端が閉塞された円筒状の容器と、その容器に充填された吸着剤とを備える部材である。

[0198] これら吸着筒(234, 235)に充填された吸着剤は、圧力が大気圧よりも高い加圧状態において窒素成分を吸着し、圧力が大気圧よりも低い減圧状態において窒素成分を脱着させる性質を有する。本実施形態では、吸着剤として、例えば、窒素分子の分子径(3.0オングストローム)よりも小さく且つ酸素分子の分子径(2.8オングストローム)よりも大きな孔径の細孔を有する多孔体のゼオライトが用いられる。

[0199] 本実施形態の第1組成調節部(40)では、第1吸着筒(234)及び第2吸着筒(235)が第1分離部(41)を構成する。第1分離部(41)を構成する二つの吸着筒(234, 235)は、未処理庫外空気を、未処理庫外空気よりも窒素濃度が高く酸素濃度が低い第1庫外空気と、未処理庫外空気よりも窒素濃度が低く酸素濃度が高い第2庫外空気に分離する。

[0200] <酸素排出管>

酸素排出通路を形成する酸素排出管(245)は、一端側で二つの分岐管に分岐しており、一方の分岐管が第1吸着筒(234)の他端に、他方の分岐管が第2吸着筒(235)にそれぞれ接続される。酸素排出管(245)の各分岐管には

、逆止弁（261）が一つずつ設けられる。各逆止弁（261）は、対応する吸着筒（234, 235）から流出する向きの空気の流れを許容し、逆向きの空気の流れを遮断する。

[0201] 酸素排出管（245）の集合部分には、逆止弁（262）とオリフィス（263）とが設けられる。逆止弁（262）は、オリフィス（263）よりも酸素排出管（245）の他端寄りに配置される。この逆止弁（262）は、酸素排出管（245）の他端へ向かう空気の流れを許容し、逆向きの空気の流れを遮断する。

[0202] <パージ管>

酸素排出管（245）の各分岐管には、パージ通路を形成するパージ管（250）が接続される。パージ管（250）は、一端が第1吸着筒（234）に接続する分岐管に接続され、他端が第2吸着筒（235）に接続する分岐管に接続される。パージ管（250）の一端は、第1吸着筒（234）と逆止弁（261）の間に接続される。パージ管（250）の他端は、第2吸着筒（235）と逆止弁（261）の間に接続される。

[0203] パージ管（250）には、パージ弁（251）が設けられる。パージ弁（251）は、電磁弁からなる開閉弁である。パージ弁（251）は、第1吸着筒（234）と第2吸着筒（235）を均圧する際に開かれる。また、パージ管（250）におけるパージ弁（251）の両側には、オリフィス（252）が一つずつ設けられる。

[0204] <排気用接続管>

供給用接続管（244）には、排気用接続通路を形成する排気用接続管（271）が接続される。排気用接続管（271）は、一端が供給用接続管（244）に接続され、他端が酸素排出管（245）に接続される。排気用接続管（271）の一端は、供給用接続管（244）における第2ポンプ機構（231b）と逆止弁（264）の間に接続される。排気用接続管（271）の他端は、酸素排出管（245）の逆止弁（262）よりも庫外側に接続される。

[0205] 排気用接続管（271）には、排気用開閉弁（272）が設けられる。排気用開閉弁（272）は、電磁弁からなる開閉弁である。排気用開閉弁（272）は、供給用接続管（244）を流れる空気を庫外へ排出する際に開かれる。

[0206] 〈測定用接続管〉

供給用接続管（244）には、測定用通路を形成する測定用接続管（281）が接続される。この測定用接続管（281）は、第1組成調節部（40）をセンサユニット（90）に接続するための配管である。

[0207] 測定用接続管（281）は、一端が供給用接続管（244）に接続され、他端が測定用配管（125）に接続される。測定用接続管（281）の一端は、供給用接続管（244）における逆止弁（264）と供給側開閉弁（273）の間に接続される。測定用接続管（281）の他端は、測定用配管（125）における測定用開閉弁（126）とセンサユニット（90）の間に接続される。

[0208] 測定用接続管（281）には、測定用開閉弁（282）が設けられる。測定用開閉弁（282）は、電磁弁からなる開閉弁である。測定用開閉弁（282）は、供給用接続管（244）を流れる空気をセンサユニット（90）へ送る際に開かれる。

[0209] 〈バイパス管〉

吐出管（242）には、バイパス通路を形成するバイパス接続管（255）が接続される。バイパス接続管（255）は、一端が吐出管（242）に接続され、他端が測定用接続管（281）に接続される。バイパス接続管（255）の一端は、吐出管（242）の分岐箇所よりも第1ポンプ機構（231a）寄りに接続される。バイパス接続管（255）の他端は、測定用接続管（281）の一端と測定用開閉弁（282）の間に接続される。このバイパス接続管（255）は、第1吸着筒（234）及び第2吸着筒（235）をバイパスさせて庫外空気を輸送用コンテナ（1）の庫内空間へ供給するための第1バイパス通路を形成する。

[0210] バイパス接続管（255）には、バイパス開閉弁（256）が設けられる。バイパス開閉弁（256）は、電磁弁からなる開閉弁である。バイパス開閉弁（256）は、バイパス接続管（255）へ流入する庫外空気の流量を変更するための第1バイパス弁機構を構成する。このバイパス開閉弁（256）は、第1ポンプ機構（231a）が吐出した庫外空気を、その組成を変更せずに荷室（5）へ供給する際に開かれる。

[0211] 〈第3, 第4方向制御弁〉

第3方向制御弁(291)及び第4方向制御弁(292)のそれぞれは、三つのポートを有する切換弁である。各方向制御弁(291, 292)は、第1のポートが第2のポートと連通して第3のポートから遮断される第1状態と、第1のポートが第3のポートと連通して第2のポートから遮断される第2状態とに切り換わるように構成される。

[0212] 合流した酸素排出管(245)の他端と排気用接続管(271)の他端には、第1排気管(301)の一端が接続される。第1排気管(301)の途中には、第3方向制御弁(291)が接続される。具体的には、第3方向制御弁(291)の第1のポートと第2のポートに第1排気管(301)が接続される。第1排気管(301)は、ユニットケース(32)を貫通するように設けられる。第1排気管(301)の他端は、輸送用コンテナ(1)の庫外空間に開口する。

[0213] 第4方向制御弁(292)は、供給用接続管(244)の供給側開閉弁(273)と供給管(120)との間に設けられる。具体的には、第4方向制御弁(292)の第1のポートと第2のポートに供給用接続管(244)が接続される。供給用接続管(244)には、第4方向制御弁(292)の第2のポートと供給管(120)との間に供給用分岐接続管(302)の一端が接続される。供給用分岐接続管(302)の他端は、第3方向制御弁(291)の第3のポートに接続される。第4方向制御弁(292)の第3のポートには、第2排気管(303)の一端が接続される。第2排気管(303)の他端は、第1排気管(301)に、本体ユニット(31)のユニットケース(32)の内部で接続される。

[0214] －第1組成調節部の運転動作－

本実施形態の第1組成調節部(40)の運転動作を説明する。

[0215] 本実施形態の第1組成調節部(40)は、後述する第1動作と第2動作を所定の時間(例えば、14.5秒)ずつ交互に繰り返し行うことによって、未処理庫外空気を第1庫外空気と第2庫外空気に分離する。また、本実施形態の第1組成調節部(40)は、実施形態1, 2の第1組成調節部(40)と同様に、庫内空気調節装置(30)の酸素濃度低減動作と二酸化炭素濃度低減動作

のそれぞれにおいて、未処理庫外空気を第1庫外空気と第2庫外空気に分離する動作を行う。

[0216] 〈第1動作〉

図13に示すように、第1動作では、第1方向制御弁(232)が第1状態に設定され、第2方向制御弁(233)が第2状態に設定される。その結果、第1ポンプ機構(231a)の吐出口が第1吸着筒(234)に接続し、第2吸着筒(235)が第2ポンプ機構(231b)の吸込口に接続する。また、第1動作では、供給側開閉弁(273)が開かれ、残りの開閉弁(251, 256, 272, 282)が閉じられる。そして、第1動作では、第1吸着筒(234)を対象とする吸着動作と、第2吸着筒(235)を対象とする脱離動作とが行われる。

[0217] 第1ポンプ機構(231a)は、外気管(241)から未処理庫外空気を吸い込んで加圧し、加圧した未処理庫外空気を第1吸着筒(234)へ供給する。第1吸着筒(234)では、供給された未処理庫外空気に含まれる窒素が吸着剤に吸着される。その結果、第1吸着筒(234)では、未処理庫外空気よりも窒素濃度が低くて酸素濃度が高い第2庫外空気が生成する。第2庫外空気は、第1吸着筒(234)から流出して酸素排出管(245)を流れ、第3方向制御弁(291)を通過して排出用空気として庫外空間へ排出される。

[0218] 一方、第2ポンプ機構(231b)は、第2吸着筒(235)から空気を吸引する。第2吸着筒(235)では、その内部の圧力が低下して吸着剤から窒素が脱離する。その結果、第2吸着筒(235)では、未処理庫外空気よりも窒素濃度が高くて酸素濃度が低い第1庫外空気が生成する。第1庫外空気は、第1吸着筒(234)から吸引管(243)へ流入して第2ポンプ機構(231b)へ吸い込まれる。第2ポンプ機構(231b)は、吸い込んだ第1庫外空気を加圧して供給用接続管(244)へ吐出する。第1庫外空気は、供給用空気として供給用接続管(244)を流れ、供給管(120)を流れる空気と合流後に庫内空間へ供給される。

[0219] 〈第2動作〉

図14に示すように、第2動作では、第1方向制御弁(232)が第2状態に

設定され、第2方向制御弁(233)が第1状態に設定される。その結果、第1ポンプ機構(231a)の吐出口が第2吸着筒(235)に接続し、第1吸着筒(234)が第2ポンプ機構(231b)の吸込口に接続する。また、第2動作では、供給側開閉弁(273)が開かれ、残りの開閉弁(251, 256, 272, 282)が閉じられる。そして、第2動作では、第1吸着筒(234)を対象とする脱離動作と、第2吸着筒(235)を対象とする吸着動作とが行われる。

[0220] 第1ポンプ機構(231a)は、外気管(241)から未処理庫外空気を吸い込んで加圧し、加圧した未処理庫外空気を第2吸着筒(235)へ供給する。第2吸着筒(235)では、供給された未処理庫外空気に含まれる窒素が吸着剤に吸着される。その結果、第2吸着筒(235)では、未処理庫外空気よりも窒素濃度が低くて酸素濃度が高い第2庫外空気が生成する。第2庫外空気は、第2吸着筒(235)から流出して酸素排出管(245)を流れ、第3方向制御弁(291)を通して排出用空気として庫外空間へ排出される。

[0221] 一方、第2ポンプ機構(231b)は、第1吸着筒(234)から空気を吸引する。第1吸着筒(234)では、その内部の圧力が低下して吸着剤から窒素が脱離する。その結果、第1吸着筒(234)では、未処理庫外空気よりも窒素濃度が高くて酸素濃度が低い第1庫外空気が生成する。第1庫外空気は、第1吸着筒(234)から吸引管(243)へ流入して第2ポンプ機構(231b)へ吸い込まれる。第2ポンプ機構(231b)は、吸い込んだ第1庫外空気を加圧して供給用接続管(244)へ吐出する。第1庫外空気は、供給用空気として供給用接続管(244)を流れ、供給管(120)を流れる空気と合流後に庫内空間へ供給される。

[0222] この実施形態3によれば、収納庫(1)の庫内空気から窒素と酸素とをガス分離膜(85)で分離して低酸素濃度ガスと高酸素濃度ガスを生成する第1組成調節部(40)に加えて吸着剤が設けられた吸着部(234, 235)を備えた構成において、ガス分離膜(85)を通るガスの圧力を変化させてガス分離性能を調整する構成を実現できる。

[0223] 《その他の実施形態》

上記各実施形態の庫内空気調節装置（30）については、次のような変形例を適用してもよい。なお、以下の変形例は、庫内空気調節装置（30）の機能を損なわない限り、適宜組み合わせたり、置換したりしてもよい。

[0224] ー 第1変形例ー

海上コンテナでは、使用される電源電圧が陸上設備で用いられている電源電圧とは異なるので、インバータを用いて電流の周波数を変更することは、海上コンテナ用冷凍装置の圧縮機においても普通は行われない。しかしながら、海上コンテナの電源電圧に対応したインバータ（39）（図3に仮想線で表示）を用いれば、電流の周波数を変化させてエアポンプ（36, 37）の吐出量を変化させることは可能である。したがって、圧力調節器としてインバータ（39）を用いた場合でも、ガス分離膜（85）の分離性能を必要なガス成分に合わせて調節する構成を実現することは可能である。

[0225] ー 第2変形例ー

実施形態1の庫内空気調節装置（30）において、第1分離モジュール（41）のガス分離膜（85）と第2分離モジュール（61）のガス分離膜（85）とは、それぞれの特性が互いに異なってもよい。

[0226] ー 第3変形例ー

実施形態1の庫内空気調節装置（30）において、第1バイパス弁（50）は、第1分離モジュール（41）へ流入する未処理庫外空気の流量と、第1バイパス管（51）へ流入する未処理庫外空気の流量の割合を、多段階に又は連続的に変更できるように構成されていてもよい。また、第2バイパス弁（70）は、第2分離モジュール（61）へ流入する未処理庫内空気の流量と、第2バイパス管（71）へ流入する未処理庫内空気の流量の割合を、多段階に又は連続的に変更できるように構成されていてもよい。

[0227] ー 第4変形例ー

実施形態1, 2の庫内空気調節装置（30）では、第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）のそれぞれに駆動モータが連結されていてもよい。この変形例では、第1ポンプ（36）と第2ポンプ（37）の一方を作動させて他方を休止

させることが可能となる。

[0228] － 第 5 変形例－

実施形態 2 の庫内空気調節装置 (30) において、第 1 組成調節部 (40) と第 2 組成調節部 (60) のそれぞれは、いわゆる P S A (Pressure Swing Adsorption) 法によって、吸い込んだ空気を互いに組成が異なる二種類の空気に分離するように構成されていてもよい。実施形態 2 3、第 2 組成調節部 (60) に P S A 法の構成を用いた例であるが、第 1 組成調節部 (40) と第 2 組成調節部 (60) のそれぞれに P S A 法を用いる構成では、組成調節部 (40, 60) は、吸い込んだ空気に含まれる窒素を吸着剤に吸着させることによって、窒素濃度が低くて酸素濃度および二酸化炭素濃度が高い空気を生成する工程と、吸着剤から窒素を脱離させて窒素濃度が高くて酸素濃度及び二酸化炭素濃度が低い空気を生成する工程とを交互に繰り返し行う。

[0229] － 第 6 変形例－

上記各実施形態の庫内空気調節装置 (30) は、定置型の冷蔵庫または冷凍庫に設けられてもよい。また、上記各実施形態の庫内空気調節装置 (30) は、トラックや鉄道などで輸送される陸上輸送用の冷蔵・冷凍コンテナに設けられていてもよい。また、上記各実施形態の庫内空気調節装置 (30) は、荷室を形成する箱体が車台と一体になった冷蔵・冷凍トラックに設けられていてもよい。

産業上の利用可能性

[0230] 以上説明したように、本開示は、収納庫の庫内空気の組成を調節する庫内空気調節装置について有用である。

符号の説明

- [0231] 1 輸送用コンテナ (収納庫)
 30 庫内空気調節装置
 36 第 1 ポンプ (エアポンプ)
 37 第 2 ポンプ (エアポンプ)
 39 インバータ (圧力調節器)

- 40 第1組成調節部（ガス組成調節部）
- 46 第1調節弁（弁機構（圧力調節器））
- 53 第1一次側管（ガス通路）
- 55 庫外側吸入管（ガス通路）
- 60 第2組成調節部（ガス組成調節部）
- 66 第2調節弁（弁機構（圧力調節器））
- 73 第2一次側管（ガス通路）
- 75 庫内側吸入管（ガス通路）
- 85 ガス分離膜
- 120 供給管（ガス通路）