

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6430509号
(P6430509)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00	A
F 2 5 B 1/053 (2006.01)	F 2 5 B 1/053	C
F 2 5 B 45/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/053	A
F 0 4 D 29/056 (2006.01)	F 2 5 B 45/00	B
F 0 4 D 29/08 (2006.01)	F 0 4 D 29/056	A

請求項の数 13 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-536538 (P2016-536538)
 (86) (22) 出願日 平成26年11月6日(2014.11.6)
 (65) 公表番号 特表2017-500527 (P2017-500527A)
 (43) 公表日 平成29年1月5日(2017.1.5)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2014/052838
 (87) 国際公開番号 W02015/082789
 (87) 国際公開日 平成27年6月11日(2015.6.11)
 審査請求日 平成29年9月11日(2017.9.11)
 (31) 優先権主張番号 1362233
 (32) 優先日 平成25年12月6日(2013.12.6)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 591036572
 レール・リキード・ソシエテ・アノニム・
 ブール・レテュード・エ・レクスプロワタ
 シオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロ
 ード
 フランス国、75007 パリ、カイ・ド
 ルセイ 75
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74) 代理人 100153051
 弁理士 河野 直樹
 (74) 代理人 100179062
 弁理士 井上 正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却および／または低温液化装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体を低温液化および／または冷却する装置であって、前記装置(1)は、圧縮ステーション(2)およびコールドボックス(3)を備える作動回路を含み、前記圧縮ステーション(2)は1つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が1つまたは複数のコンプレッサを使用しており、前記コンプレッサは軸受(5)上で回転できるように取り付けられたスピンドル(25)に固定されたコンプレッサインペラ(12)を含み、各コンプレッサインペラ(12)の前記スピンドル(25)は、モータ(4)の出力軸(6)により、潤滑油(9)を含む機械的歯車箱(8)内に格納された歯車機構(7)を介して回転駆動される装置において、

10

前記機械的歯車箱(8)の内部空間内に、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物からなる気体雰囲気収容され、前記機械的歯車箱(8)内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は空気中のヘリウムのモル比より大きいことと、前記1つまたは複数のコンプレッサインペラ(12)の少なくとも1つの軸受(5)においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成する部材(10)を含むことと、前記回収領域の少なくとも一部は前記機械的歯車箱(8)を含み、すなわち、回収された漏出ヘリウムを含む前記バッファガスが前記機械的歯車箱(8)の前記内部空間に供給されることとを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記機械的歯車箱(8)の前記内部の気体雰囲気を精製するための、前記機械的歯車箱

20

(8) に前記機械的歯車箱 (8) から気体および油の混合物を抽出する第一の抽出管 (1 6) と精製した油を戻す第二の管 (1 3) を介して接続された精製部材 (1 1) を含み、前記精製部材 (1 1) は精製中に回収される作動気体を回収するための出口 (1 4) を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記機械的歯車箱 (8) 内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は 5 % ~ 1 0 0 % の間であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記機械的歯車箱 (8) 内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は優勢であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の装置。

10

【請求項 5】

前記機械的歯車箱 (8) 内部の前記気体雰囲気は、ヘリウムと、窒素、アルゴン、前記作動流体の 1 つまたは複数の成分のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記第一の抽出管 (1 6) により抽出された前記混合物を圧縮して、前記精製部材 (1 1) に所定の圧力まで圧縮された混合物を供給するための部材 (1 5) を含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 7】

前記機械的歯車箱の前記内部の前記気体雰囲気からの前記気体および油の混合物を圧縮するための部材 (1 5) は油潤滑式機構を含み、その油は前記機械的歯車箱 (8) の前記潤滑油 (9) と同一であるか、または同種であることと、前記精製部材 (1 1) は、両方に共通で、前記機械的歯車箱 (8) の前記潤滑油 (9) と、前記第一の抽出管 (1 6) により抽出された前記混合物を圧縮するための部材 (1 5) の前記油とを精製することとを特徴とする、請求項 6 に記載の装置。

20

【請求項 8】

前記圧縮ステーション (2) の前記コンプレッサのうち少なくともいくつかは遠心型コンプレッサであることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記バッファガスは、ヘリウム、窒素、作動流体の 1 つまたは複数の成分のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の装置。

30

【請求項 1 0】

ヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体を、圧縮ステーション (2) およびコールドボックス (3) を備える作動回路を含む冷凍機 / 液化機によって低温液化および / または冷却する方法であって、前記冷凍機 / 液化機は、前記作動回路内の前記作動流体に対し、前記圧縮ステーション (2) 内での前記作動流体の圧縮、前記コールドボックス (3) 内での冷却、および前記圧縮ステーション (2) に戻すための前記作動流体の加熱を逐次的に含むサイクルを実行し、前記圧縮ステーション (2) は 1 つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が 1 つまたは複数のコンプレッサを使用しており、前記コンプレッサは軸受 (5) 上で回転できるように取り付けられたスピンドル (2 5) に固定されたコンプレッサインペラ (1 2) を含み、各コンプレッサインペラ (1 2) の前記スピンドル (2 5) は、モータ (4) の出力軸 (6) により、潤滑油 (9) を含む機械的歯車箱 (8) 内に格納された歯車機構 (7) を介して回転駆動される方法において、

40

前記機械的歯車箱 (8) の内部空間内の気体雰囲気は、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物を含むように制御され、前記機械的歯車箱 (8) 内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は空気中のヘリウムのモル比より大きいことと、前記 1 つまたは複数のコンプレッサインペラ (1 2) の少なくとも 1 つの軸受 (5) においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成するための部材 (1 0) を含むことと、前記回収領域の少なくとも一部は前記機械的歯車箱 (8) を含み、すなわち、回収された漏出ヘリウムを含む前記バ

50

ッファガスが前記機械的歯車箱（８）の前記内部空間に供給されることを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

前記 1 つまたは複数のコンプレッサインペラ（1 2）の少なくとも 1 つの軸受（5）においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の前記漏出分を回収領域に向かって案内する気体バリアを形成するステップを含むことと、前記機械的歯車箱（８）の前記内部空間には、バッファガスおよび回収された漏出ヘリウムの混合物が供給されることを特徴とする、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記機械的歯車箱（８）の前記内部空間内の気体雰囲気気を精製して、前記作動流体と油とを分離し、前記精製した油が前記機械的歯車箱（８）に再注入されるようにするステップを含むことを特徴とする、請求項 1 0 または 1 1 に記載の方法。

10

【請求項 1 3】

前記精製ステップの前に前記内部空間内の気体雰囲気の前記作動流体および油の混合物を圧縮するステップを含むことを特徴とする、請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、低温液化 / 冷却装置および方法に関する。

【0 0 0 2】

本発明はとりわけ、ヘリウムに作用する液化方法および装置ならびに冷凍方法および装置に係り得る。

20

【0 0 0 3】

本発明は、より具体的には、ヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体の低温液化および / または冷却のための装置に関し、この装置は、圧縮ステーションおよびコールドボックスを備える作動回路を含み、圧縮ステーションは 1 つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が 1 つまたは複数のコンプレッサを使用しており、コンプレッサは軸受上で回転できるように取り付けられたスピンドルに固定されたコンプレッサインペラを含み、各コンプレッサのスピンドルは、モータの出力軸により、潤滑油を含む機械的歯車箱内に格納された歯車機構を介して回転駆動される。

30

【背景技術】

【0 0 0 4】

低温（例えば、8 0 K 未満、とりわけ 8 0 K ~ 4 K の間）で動作する冷凍機または液化機では従来、作動流体（例えばヘリウムまたはヘリウムを含む混合物）が利用され、それに対して圧縮、おそらくは膨張、冷却、加熱を含む作動サイクルが実行される。これらの装置は一般に、作動気体を圧縮するための複数のステージを必要とする。圧縮ステージごとに 1 つまたは複数のコンプレッサインペラが使用される。例えば、これらの装置では遠心型コンプレッサが使用される。

【0 0 0 5】

ヘリウム（またはヘリウムを含む混合物）を圧縮する圧縮ステーションは、各ステージの低圧縮比を補償するために多数の圧縮ステージを必要とする（例えば、F R 2 9 1 9 7 1 6 A 1 号明細書参照）。

40

【0 0 0 6】

特に、各コンプレッサシャフトはまた、良好な圧縮効率を確保するために、比較的高速で回転しなければならない。

【0 0 0 7】

マルチステージコンプレッサの全体的な効率は、数多くの基準、とりわけ、

- 圧縮インペラおよび螺旋構造の効率（圧縮比率を高めるため）、
- ステージ間冷却の効率（システム内の圧力低下を制限するための）、
- 機械的損失（とりわけ、可動部品間の摩擦に起因する）

50

に依存する。

【0008】

圧縮ステーション内の回転部品と固定部品との間の境界における作動気体の漏出は避けられない。特に、作動気体がヘリウムである場合、比較的大量の気体の漏出が、コンプレッサインペラのシャフトを支持する軸受で発生する。比較的高価な作動気体のこの損失を制限するために、各圧縮ステージの各軸受での漏出を、気体を漏出させないラビリンス構造を形成するパッキン、オイルシール、フローティングリングシール、ガスシール、その他等の構成部品を使って制限する手法が知られている。

【0009】

これらの装置により設置コストが増すという事実以外にも、このような既知のシステムが必ずしも冷却/液化技術に適しているとはかぎらない。

10

【0010】

それに加えて、圧縮ステーションの機構内に存在する油が、作動気体を（ヘリウムとの混合によって、または水分および/または軟質炭化水素を取り込むことによって）汚染してはならない。具体的には、作動回路内に入り込むそのような不純物には、極低温度で閉塞を引き起こす危険や機器が破損する危険が伴う。

【0011】

それゆえ、このような装置は任意選択により、例えばFR2953913A1号明細書に記載されているように、ヘリウムが漏出した場合にこれを回復するための回収システムを含んでいてもよい。同文献によれば、ヘリウム漏出分を回収するために、バッファガスが注入されてもよい。

20

【0012】

したがって、ヘリウム遠心圧縮機の気密液密性には、潤滑油を含む部品を、バッファガス（窒素）を使って隔離することを含む技術が利用される。窒素が作動気体（ヘリウム）中へと一切漏出しないようにするために、気体ヘリウムとのバッファリングが計画される。

【0013】

この技術は有利ではあるが、この密封システムをコンプレッサの各ステージに取り付ける必要があるため、高額なコストの原因となる。

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明の目的は、上述の先行技術の欠点の全部または一部を緩和させることである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

そのために、本発明による装置は基本的に、前述の前提部分でそれに与えられた包括的定義による他の点において、機械的歯車箱の内部空間に、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物からなる気体雰囲気収容されることを特徴とする。

【0016】

さらに、本発明のいくつかの実施形態は、以下の特徴のうちの1つまたは複数を含んでいてもよい：

40

- 機械的歯車箱内部の気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は空気中のヘリウムの（モル）比より大きい、
- 機械的歯車箱内部の気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は5%～100%の間である、
- 機械的歯車箱内部の気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は優勢である、
- 機械的歯車箱内部の気体雰囲気は、ヘリウムと、窒素、アルゴン、作動流体の1つまたは複数の成分のうち少なくとも1つを含む、
- 装置は、1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサの少なくとも1つの軸受においてバッファガスを注入して、作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって

50

案内するガスバリアを形成する部材を含み、回収領域の少なくとも一部は機械的歯車箱を含み、すなわち、回復された漏出ヘリウムを含むバッファガスが機械的歯車箱の内部空間に供給される、

- 装置は、モータ歯車箱の内部雰囲気を精製するための、前記モータ歯車箱に歯車箱から気体および油の混合物を抽出する第一の管と精製した油を戻す第二の管とを介して接続された部材を含み、精製部材は精製中に回収される作動気体を回収するための出口を含む、

- 装置は、抽出管により抽出された混合物を圧縮して、精製部材に所定の圧力まで圧縮された混合物を供給するための部材を含む、

- 歯車箱の内部雰囲気からの気体および油の混合物を圧縮するための部材は、油潤滑式機構を含み、その油は機械的歯車箱の潤滑油と同一であるか、または同種であり、精製部材は、両方に共通で、機械的歯車箱の潤滑油と、抽出管により抽出された混合物を圧縮するための部材の油とを精製する、

- 圧縮ステーションのコンプレッサのうちの少なくともいくつかは遠心型コンプレッサである、

- バッファガスは、ヘリウム、窒素、作動流体の1つまたは複数の成分のうちの少なくとも1つを含む、

- 機械的歯車箱は密封される、

- 歯車箱の内部雰囲気からの気体および油の混合物を圧縮する圧縮部材は、潤滑ねじコンプレッサ型のコンプレッサを含む、

- 作動回路は作動気体に対して、圧縮ステーション内での作動流体の圧縮、コールドボックス内での作動流体の冷却とおそらく膨張、圧縮ステーションに戻すための作動流体の加熱とを逐次的に含むサイクルを実行する。

【0017】

本発明はまた、作動流体、特にヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体を、圧縮ステーションおよびコールドボックスを備える作動回路を含む冷凍機/液化機によって低温液化および/または冷却する方法にも関し、冷凍機/液化機は、作動回路内の作動気体に対し、圧縮ステーション内の作動流体の圧縮、コールドボックス内での冷却、および圧縮ステーションに戻すための作動流体の加熱を逐次的に含むサイクルを実行し、圧縮ステーションは1つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が1つまたは複数のコンプレッサを使用しており、コンプレッサは軸受上で回転できるように取り付けられたスピンドルに固定されたコンプレッサインペラを含み、各コンプレッサのスピンドルは、モータの出力軸により、潤滑油を含む機械的歯車箱内に格納された歯車機構を介して回転駆動され、機械的歯車箱の内部空間内の気体雰囲気は、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物を含むように制御される。

【0018】

他の考えうる具体的特徴によれば、

- 方法は、1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサの少なくとも1つの軸受においてバッファガスを注入して、作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成するステップを含み、歯車箱の内部空間には、バッファガスおよび回収された漏出ヘリウムの混合物が供給され、

- 方法は、歯車箱の内部雰囲気を精製して、作動気体と油とを分離し、精製した油が歯車箱に再注入されるようにするステップを含み、

- 方法は、精製ステップの前に雰囲気の気体および油の混合物を圧縮するステップを含み、

- 歯車箱の内部雰囲気からの気体および油の混合物を圧縮するステップは、油潤滑式機構を使用し、その油は機械的歯車箱の潤滑油と同一であるか、または同じ性質であり、機械的歯車箱の内部雰囲気を精製するステップは、精製ステップの上流で混合物を圧縮する圧縮部材のオイルを精製するステップと共通である。

【0019】

10

20

30

40

50

本発明また、上述および後述の特徴のあらゆる組み合わせを含むいずれの代替的装置または方法にも関し得る。

【0020】

その他の詳細と利点は、下記のような図面を参照しながら行われる以下の説明を読むことにより明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明による冷凍機および/または液化機の1つの例示的实施形態の構造および動作を説明する概略部分図面を示す。

【図2】本発明による駆動機構を含む、軸受に取り付けられたコンプレッサインペラの1つの例を説明する、長手方向の断面における概略部分図を示す。

【図3】複数のコンプレッサスピンドルがモータによってどのように駆動されるかを説明する、図3の機構の一方の端の概略的部分正面図を示す。

【図4】潤滑油を含む装置のガスの精製を説明する、本発明による冷凍機および/または液化機の他の例示的实施形態の詳細部の構造および動作を説明する概略部分図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1に部分的かつ概略的に描かれている冷凍機および/または液化機は、極低温度、例えば4 K ~ 80 Kの間で動作する。この装置は好ましくは、ヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動気体を含む。装置1は従来、圧縮ステーション2およびコールドボックス3を備える作動回路を含む。

【0023】

作動回路18は作動気体に対して、圧縮ステーション2での作動流体の圧縮、コールドボックス3での作動流体の冷却(および、おそらくは膨張)、および作動流体を圧縮ステーション2に戻すことができるようにするための作動流体の加熱を、逐次的に含むサイクルを実行する。

【0024】

圧縮ステーション2は、1つまたは複数の圧縮ステージを含み、各々が1つまたは複数のコンプレッサ12を使用する。

【0025】

図2に概略的に示されるように、各コンプレッサインペラ12は、軸受5で回転するように取り付けられたスピンドル25に固定される。シール17が、とりわけスピンドル25の一方の端に位置付けられる。

【0026】

各コンプレッサ12のスピンドル25は従来のように、機械的歯車箱8に格納された歯車機構7(とりわけ、増速システム)を介してモータ4の出力軸6により回転駆動される。

【0027】

図3から分かるように、モータの出力軸6は、少なくとも1つの歯車7の複数のコンプレッサ12のスピンドル25を駆動できる。

【0028】

機械的歯車箱8は閉じられて、油性雰囲気と、例えば機械的可動部品の運動により動作させられる潤滑油槽9とを含む。

【0029】

1つの有利な特徴によれば、機械的歯車箱8の内部空間に、平均モル質量が空気のモル質量より低い気体混合物からなる気体雰囲気が収容される。すなわち、この歯車箱8に空気または窒素雰囲気を供給する代わりに、内部の気体雰囲気のモル質量が空気または窒素より低くなるようにする。例えば、歯車箱の内部には所定の比のヘリウムが収容される。

【0030】

好ましくは、機械的歯車箱8内部の気体環境は、ヘリウムと、おそらくは窒素、アルゴ

10

20

30

40

50

ン、作動流体の1つまたは複数の成分のうちの少なくとも1つとを含む。機械的歯車箱8内部の気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は例えば、空気中のヘリウムの比より大きい。好ましくは、機械的歯車箱8の内部の気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は優勢であり、おそらくは窒素、アルゴン、空気、作動流体の1つまたは複数の成分のうちの少なくとも1つにより補足される。

【0031】

この気体雰囲気によって、コンプレッサの機械的損失の寄与を大幅に削減し、それゆえ、装置の効率を改善することが可能となる。具体的には、可動部品（スピンドル、歯車、歯車装置、その他）間の摩擦が、比較的モル質量の小さい気体の雰囲気内で減少する。機械的可動部品の動く速度が速いほど、この摩擦減少が大きくなる。

10

【0032】

低いモル質量の気体の供給源を設置して、歯車箱8内のこの雰囲気を保持できる。1つまたは複数のセンサを設置して、この雰囲気をモニタし、必要に応じてその組成を調整してもよい。

【0033】

したがって、好ましくは、機械的歯車箱8は密封される。

【0034】

図1および2に示されているように、装置1は、任意選択により、バッファガスを1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサ12の少なくとも1つの軸受5において注入することにより、作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成するための部材10を含んでいてもよい。

20

【0035】

それに加えて、有利な点として、ただし必須ではないが、バッファガスのおよび回復された作動ガスの混合物を、機械的歯車箱8の内部に供給するために使用できる（モル質量の小さい雰囲気を形成するため）。

【0036】

実際に、このような場合、すでにヘリウムが作動気体中に存在していれば、この同じヘリウムガスをバッファガスとして使用し、および/またはヘリウムもしくは作動気体を歯車箱8の中に「漏出」させることが有利である（図2で矢印を使って概略的に示されている）。

30

【0037】

これに対して、スピンドル25上の他の密封システムは、先行技術において提案されているソリューションより単純とすることができる。それゆえ、コンプレッサの全体的製造コストを削減できる。

【0038】

それゆえ、好ましくは、機械的歯車箱8へと送られたヘリウムは、それが失われるとこのソリューションの経済的利益が縮小するため、回収する必要がある。

【0039】

それを実現するために、機械的歯車箱8の中へと運ばれるこのヘリウムは、回収され、処理されることが好ましい。それゆえ、コンプレッサ12の歯車箱8から出る油の量を制限するために、第一の油分離システムを設置してもよい。回復されたヘリウムは、機械的歯車箱8が外部から完全に密封されていないと、空気の不純物を含んでいるかもしれない。

40

【0040】

したがって、機械的歯車箱8（とりわけ増速機構を含む）を外部環境からできるだけ密封して、外部へのヘリウムの過剰な損失を回避することが必要である。

【0041】

したがって、図1に概略的に示されているように、精製システム11を設置し、回復されたヘリウム（線16）を精製して、残留油を分離し、また、このヘリウムを精製して他の混入物（例えば、空気、水、その他）を取り除き、それを回収し、おそらくはこのヘリ

50

ウムを作動サイクルに再注入（線 14）できるようにすることが好ましい。

【0042】

通常、この機械的歯車箱の油 9 はまた、その外部にある、タンク、ポンプ、ならびに注入および調整バルブを備えるシステムによって管理される。

【0043】

ヘリウムと接触する油回路はまた、外部へのヘリウムの損失を制限する必要がある。

【0044】

精製システム 11 は好ましくは、機械的濾過、コアレッサ、および / または吸収型の従来の要素を含み、それによってヘリウム中に存在する油蒸気および油滴を除去できる。

【0045】

図 3 の例に示されているように、第一の抽出管 16 は歯車箱 8 からの気体および油の混合物を精製部材 111 へと回収する。図 3 の精製部材 111 は「コアレッサ」を含み、またはそれからなり、歯車箱から液体の形態で流出する油の量を、ライン 13 を介して直接戻すことによって制限することができる。精製部材 111 の別の出口 14 は、蒸気および / またはその他の不純物に対する処理が依然として必要な流れを含んでもよい。

【0046】

この部材 111 が精製作業のすべてを実行する場合、精製した油は第二の、戻り管 13 を介して機械的歯車箱 8 に戻ることができる。精製中に回復されたヘリウムは、例えば作動回路の中へと送られる。

【0047】

図 4 に示されるように、処理（精製）の前に、抽出管 16 により回復された油と混合されたこのヘリウムを圧縮する必要があるかもしれない。この目的のために、回収コンプレッサ 15 を精製部材 11 の上流に設置してもよい。

【0048】

1 つの有利な具体的特徴によれば、この回収コンプレッサ 15 がオイルコンプレッサ型である場合、圧縮ステーション 2 のコンプレッサ 12 の機械的歯車箱 8 のため、および回収コンプレッサ 15 のために同じ油（または化学的に適合可能な油）が使用される。この回収コンプレッサ 15 が潤滑ねじ型コンプレッサである場合、油とヘリウムとの最終的な分離がより良好に行われるような所定の油が必要である。例えば、飽和蒸気圧の低い合成型の油を使用できる。

【0049】

それゆえ、精製部材 11 は 2 つの圧縮システム（ステーション 2 のコンプレッサ 12 および回収コンプレッサ 15）に共通していてもよい。

【0050】

これによって、標準化と、装置の全体的コストの削減とが可能となる。

【0051】

それゆえ、この装置および方法により、軸受 5 の構造を単純化できる。装置 1 およびその動作のコストが低減化される。機械的歯車箱 8 内のコンプレッサ駆動機構の性能はとりわけ改善される。

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載の事項を、そのまま、付記しておく。

[1] ヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体を低温液化および / または冷却する装置であって、前記装置 (1) は、圧縮ステーション (2) およびコールドボックス (3) を備える作動回路を含み、前記圧縮ステーション (2) は 1 つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が 1 つまたは複数のコンプレッサを使用しており、前記コンプレッサは軸受 (5) 上で回転できるように取り付けられたスピンドル (25) に固定されたコンプレッサインペラ (12) を含み、各コンプレッサ (12) の前記スピンドル (25) は、モータ (4) の出力軸 (6) により、潤滑油 (9) を含む機械的歯車箱 (8) 内に格納された歯車機構 (7) を介して回転駆動される装置において、

前記機械的歯車箱 (8) の内部空間内に、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物からなる気体雰囲気

10

20

30

40

50

に含まれるヘリウムのモル比は空気中のヘリウムの（モル）比より大きいことと、前記1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサ（12）の少なくとも1つの軸受（5）においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成する部材（10）を含むことと、前記回収領域の少なくとも一部は前記機械的歯車箱（8）を含み、すなわち、回復された漏出ヘリウムを含む前記バッファガスが前記機械的歯車箱（8）の前記内部空間に供給されることとを特徴とする装置。

[2] 前記モータ歯車箱（8）の前記内部雰囲気を精製するための、前記モータ歯車箱（8）に前記歯車箱（8）から気体および油の混合物を抽出する第一の管（16）と精製した油を戻す第二の管（13）を介して接続された部材（11）を含み、前記精製部材（11）は精製中に回収される作動気体を回収するための出口（14）を含むことを特徴とする、[1]に記載の装置。

10

[3] 前記機械的歯車箱（8）内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は5%～100%の間であることを特徴とする、[1]または[2]に記載の装置。

[4] 前記機械的歯車箱（8）内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は優勢であることを特徴とする、[1]～[3]の何れか1項に記載の装置。

[5] 前記機械的歯車箱（8）内部の前記気体雰囲気は、ヘリウムと、窒素、アルゴン、前記作動流体の1つまたは複数の成分のうち少なくとも1つとを含むことを特徴とする、[1]～[4]の何れか1項に記載の装置。

[6] 前記抽出管（16）により抽出された前記混合物を圧縮して、前記精製部材（11）に所定の圧力まで圧縮された混合物を供給するための部材（15）を含むことを特徴とする、[2]に記載の装置。

20

[7] 前記歯車箱の前記内部雰囲気からの前記気体および油の混合物を圧縮するための部材（15）は油潤滑式機構を含み、その油は前記機械的歯車箱（8）の前記潤滑油（9）と同一であるか、または同種であることと、前記精製部材（11）は、両方に共通で、前記機械的歯車箱（8）の前記潤滑油（9）と、前記抽出管（16）により抽出された前記混合物を圧縮するための部材（15）の前記油とを精製することとを特徴とする、[6]に記載の装置。

[8] 前記圧縮ステーション（2）の前記コンプレッサのうち少なくともいくつかは遠心型コンプレッサであることを特徴とする、[1]～[7]の何れか1項に記載の装置。

30

[9] 前記バッファガスは、ヘリウム、窒素、作動流体の1つまたは複数の成分のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする、[1]～[8]の何れか1項に記載の装置。

[10] 作動流体、特にヘリウムを含むか、または純粋なヘリウムからなる作動流体を、圧縮ステーション（2）およびコールドボックス（3）を備える作動回路を含む冷凍機/液化機によって低温液化および/または冷却する方法であって、前記冷凍機/液化機は、前記作動回路内の前記作動気体に対し、前記圧縮ステーション（2）内での前記作動流体の圧縮、前記コールドボックス（3）内での冷却、および前記圧縮ステーション（2）に戻すための前記作動流体の加熱を逐次的に含むサイクルを実行し、前記圧縮ステーション（2）は1つまたは複数の圧縮ステージを含み、その各々が1つまたは複数のコンプレッサを使用しており、前記コンプレッサは軸受（5）上で回転できるように取り付けられたスピンドル（25）に固定されたコンプレッサインペラ（12）を含み、各コンプレッサ（12）の前記スピンドル（25）は、モータ（4）の出力軸（6）により、潤滑油（9）を含む機械的歯車箱（8）内に格納された歯車機構（7）を介して回転駆動される方法において、

40

前記機械的歯車箱（8）の前記内部空間内の前記気体雰囲気は、平均モル質量が空気のモル質量より小さい気体混合物を含むように制御され、前記機械的歯車箱（8）内部の前記気体雰囲気に含まれるヘリウムのモル比は空気中のヘリウムの（モル）比より大きいことと、前記1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサ（12）の少なくとも1つの軸

50

受(5)においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の漏出分を回収領域に向かって案内するガスバリアを形成するための部材(10)を含むことと、前記回収領域の少なくとも一部は前記機械的歯車箱(8)を含み、すなわち、回復された漏出ヘリウムを含む前記バッファガスが前記機械的歯車箱(8)の前記内部空間に供給されることを特徴とする方法。

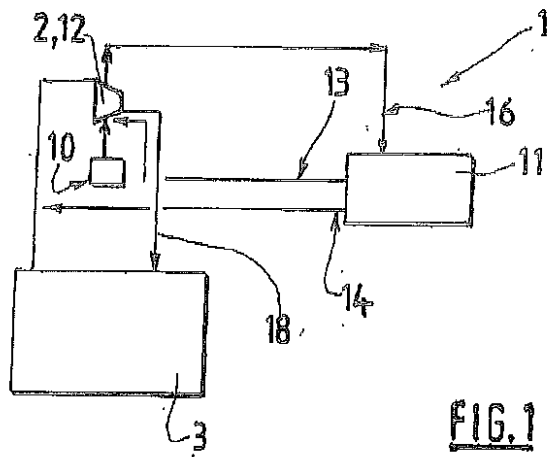
[11] 前記1つのコンプレッサまたは複数のコンプレッサ(12)の少なくとも1つの軸受(5)においてバッファガスを注入して、前記作動回路からの作動流体の前記漏出分を回収領域に向かって案内する気体バリアを形成するステップを含むことと、前記歯車箱(8)の前記内部空間には、バッファガスおよび回収された漏出ヘリウムの混合物が供給されることを特徴とする、[10]に記載の方法。

[12] 前記歯車箱(8)の前記内部雰囲気を精製して、前記作動気体と前記油とを分離し、前記精製した油が前記歯車箱(8)に再注入されるようにするステップを含むことを特徴とする、[10]または[11]に記載の方法。

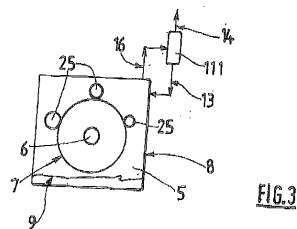
[13] 前記精製ステップの前に前記雰囲気のの前記気体および油の混合物を圧縮するステップを含むことを特徴とする、[12]に記載の方法。

10

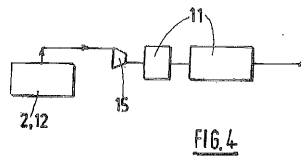
【図1】



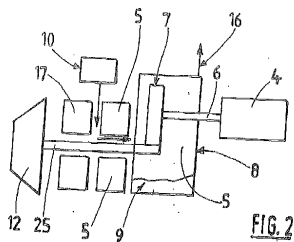
【図3】



【図4】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 4 D 29/08 F

(74)代理人 100189913

弁理士 鷗飼 健

(74)代理人 100199565

弁理士 飯野 茂

(72)発明者 ジャン - マルク・ベルナル

フランス共和国 ラ・ビュイッス エフ - 3 8 5 0 0 リュ・デ・イゼール 1 0 3

(72)発明者 ファビアン・デュランド

フランス共和国 ヴォルupp エフ - 3 8 3 4 0 リュ・デ・ドクター・ローム 8

審査官 笹木 俊男

(56)参考文献 特表2013-513776(JP,A)

特開2000-097506(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 5 B 1 / 1 0

F 2 5 B 7 / 0 0

F 2 5 B 9 / 0 0 ~ 1 1 / 0 4

F 0 4 D 2 9 / 0 0 ~ 3 5 / 0 0

F 0 4 B 2 5 / 0 0 ~ 3 7 / 2 0

F 0 4 B 4 1 / 0 0 ~ 4 1 / 0 6