

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4151761号
(P4151761)

(45) 発行日 平成20年9月17日(2008.9.17)

(24) 登録日 平成20年7月11日(2008.7.11)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 3 1 1
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 A
F 2 5 B 41/04 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 3 1
F 2 5 B 49/02 (2006.01)	F 2 5 B 41/04 G
G O 1 R 33/3815 (2006.01)	F 2 5 B 49/02 D

請求項の数 11 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-100975 (P2003-100975)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成15年4月4日(2003.4.4)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2003-336921 (P2003-336921A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成15年11月28日(2003.11.28)		エルシー
審査請求日	平成18年3月30日(2006.3.30)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
(31) 優先権主張番号	10/063,269		188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
(32) 優先日	平成14年4月5日(2002.4.5)		ュー・ブルバード・ダブリュー・710
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・3000
		(74) 代理人	100093908
			弁理士 松本 研一
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 緊急保全機能を備えたパルス管冷凍システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

緊急保全機能を備えたパルス管冷凍システムであって、負荷(14)を冷却するための流体を収容している加圧タンク(42)と、前記加圧タンク(42)をパルス管冷凍機(12)の回転弁(22)に結合する圧力調整弁(44)であって、電源装置の停止の際に前記加圧タンク(42)から前記流体を放出させて、パルス管冷凍機(12)内の流体圧力を所定の圧力範囲まで増大させる圧力調整弁(44)と、前記回転弁(22)に動作上結合された空気モータ(46)であって、前記電源装置の停止の際に前記回転弁(22)を駆動する空気モータ(46)と、前記加圧タンク(42)を前記空気モータ(46)に結合するパワー調整弁(48)であって、前記電源装置の停止の際に前記空気モータ(46)を駆動するための駆動ガスを供給するパワー調整弁(48)と、前記電源装置の停止の際に前記流体圧力を前記所定の圧力範囲まで減少させるためにパルス管冷凍機(12)に結合されている放出弁(50)と、を有している当該システム。

【請求項 2】

前記負荷(14)は超伝導磁石である、請求項1記載のシステム(10)。

【請求項 3】

前記パワー調整弁(48)はソレノイド弁である、請求項1記載のシステム(10)。

【請求項 4】

前記圧力調整弁(44)及び前記放出弁(50)の少なくとも一方がそれに結合された圧力流れライン・タップを備えている、請求項1記載のシステム(10)。

【請求項 5】

前記放出弁（５０）はパルス管（３０）に結合されており、該パルス管（３０）はパルス管冷凍機（１２）内に一体に形成されており、また前記放出弁（５０）は、パルス管冷凍機（１２）内に一体に形成されている高温熱交換器（３２）を冷却するために前記パルス管（３０）から流体を放出させる、請求項１記載のシステム（１０）。

【請求項 6】

前記駆動ガスは、前記空気モータ（４６）を駆動した後に、パルス管冷凍機（１２）の高温熱交換器（３２）を冷却する、請求項１記載のシステム（１０）。

【請求項 7】

前記流体はヘリウムである、請求項１記載のシステム（１０）。

10

【請求項 8】

前記パルス管冷凍機（１２）は二段パルス管冷凍機（１２）である、請求項１記載のシステム（１０）。

【請求項 9】

前記パルス管冷凍機（１２）は、前記流体の前記流体圧力を前記所定の圧力範囲まで増大させる電動コンプレッサ（１６）と、前記電動コンプレッサ（１６）に結合されているアフタークーラー（２０）であって、前記電動コンプレッサ（１６）から前記流体を受け取って、前記流体を冷却するアフタークーラー（２０）と、前記アフタークーラー（２０）に結合されている前記回転弁（２２）であって、前記アフタークーラー（２０）から前記流体を受け取って、前記流体を所定の圧力振動まで振動させる前記回転弁（２２）と、前記回転弁（２２）に結合されている蓄冷器（２６）であって、前記回転弁（２２）から前記流体を受け取って、前記流体を冷却する蓄冷器（２６）と、前記蓄冷器（２６）に結合されている低温熱交換器（２８）であって、前記低温熱交換器（２８）は前記蓄冷器（２６）から前記流体を受け取り、前記流体には前記負荷（１４）から熱が伝達される、低温熱交換器（２８）と、前記低温熱交換器（２８）に結合されているパルス管（３０）であって、前記低温熱交換器（２８）から前記流体を受け取り、前記流体を前記低温熱交換器（２８）から離れるように輸送するパルス管（３０）と、前記パルス管（３０）に結合されている高温熱交換器（３２）であって、前記パルス管（３０）から前記流体を受け取って、前記流体を冷却する高温熱交換器（３２）と、前記高温熱交換器（３２）に結合されているオリフィス（３６）であって、ガス流と前記所定の圧力範囲との間に所望の位相シフトを与えるオリフィス（３６）と、前記オリフィス（３６）に結合されている溜め（３４）であって、前記流体を受け取って、ガス流と前記所定の圧力範囲との間に所望の位相シフトを与える溜め（３４）と、で構成されている、請求項１記載のシステム（１０）。

20

30

【請求項 10】

更に、パルス管冷凍機（１２）に供給される電流を検出するためにパルス管冷凍機（１２）に結合されている電気センサ（５４）と、前記電気センサ（５４）に結合されている制御器（５６）であって、前記電流を検出し、前記電流が所定の電源装置範囲内にあるかどうか判定し、前記流体圧力を前記所定の圧力範囲内に調整するために前記パワー調整弁（４８）を作動する制御器（５６）と、を含んでいる請求項１記載のシステム（１０）。

40

【請求項 11】

更に、パルス管冷凍機（１２）内の前記流体圧力を検出するためにパルス管冷凍機（１２）に結合されている圧力センサ（５２）と、前記圧力センサ（５２）に結合されている制御器（５６）であって、前記流体圧力を検出し、前記流体圧力が前記所定の圧力範囲内にあるかどうか判定し、前記流体圧力を前記所定の圧力範囲内に調整するために前記圧力調整弁（４４）及び前記放出弁（５０）を作動する制御器（５６）と、を含んでいる請求項１記載のシステム（１０）。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

50

本発明は一般的にはパルス管冷凍機（PTR）に関し、具体的には補助パワー源を備えたパルス管冷凍システム（PTRS）に関するものである。

【0002】

【発明の背景】

1970年代における磁気共鳴イメージング（MRI）スキャナの導入により診断医学に画期的な変革が生じた。MRIスキャナは磁場と複数の無線周波信号を用いて、身体組織の即時の写像及び分析を可能にする。

【0003】

典型的なMRIスキャナは超伝導磁石を含んでいる。当業者に理解させていれるように、超伝導磁石は、磁場を発生するために電流を通すワイヤ・コイル又は巻線を有している。更に、ワイヤを典型的には液体ヘリウムによって冷却することにより、ワイヤが超伝導状態にされて、ワイヤを通る電流が永久的に持続し、磁石が電源システムとは無関係になる。

10

【0004】

現今のMRIスキャナは、超伝導磁石を冷却するためにパルス管冷凍機（PTR）を使用することができる。PTRは典型的には、電動コンプレッサと、電気モータによって駆動される回転弁とを含んでいる。無停電電源装置がMRIスキャナに必要な電力を供給していない場合には、MRIスキャナは停電の際には通常運転停止させなければならない。その上、液体冷凍剤の貯蔵量が不十分な場合は超伝導磁石のクエンチが生じることがある。当業者には理解させていれるように、クエンチは、超伝導体が抵抗性になって、ほぼ全ての冷凍剤を追い出し、バースト・ディスクを破碎し、最終的には磁石の再立上げ(re-ramp)を必要とするプロセスを表す。その結果、磁石を運転状態に戻すためにコストのかかる様々なプロセスが必要とされることがある。例えば、再立上げ時に磁場を再調整する経費のかかる試みが必要とされることがある。このような事態は明らかに望ましくない。

20

【0005】

従って、停電の場合にMRIスキャナのPTRを動作させ続ける、すなわち、停電のライドスルー(ride-through; 緊急保全機能)を備えたパルス管冷凍システム(PTRS)を提供する必要性が存在する。

【特許文献1】

米国特許第6412290号

【0006】

30

【発明の概要】

本発明の目的は、電源装置の停止の場合にパルス管冷凍機（PTR）が運転できるようにすることである。本発明の更に別の目的は、PTRの冷却効率を改善することである。

【0007】

本発明の上記及びその他の目的に従って、電源装置の停止の際にPTR内に適切な流体圧力を維持するための方法及びシステムを提供する。

【0008】

本書では、PTRのためのライドスルー予備力(reserve)を供給する方法及びシステムを開示する。本方法及びシステムでは、電源装置の停止の際にPTRへ所望の流体圧力及び補助パワーを供給するために使用される加圧タンクが設けられる。圧力調整弁(圧力弁)により、加圧タンクから流体をPTR内へ放出させる。また、パワー調整弁(パワー弁)により、加圧タンクから、空気モータを駆動するための一容積の駆動ガスを放出させる。空気モータはPTRの回転弁を駆動する。また、放出弁により、流体圧力を所定の圧力範囲まで下げるためにPTRから流体を放出させる。

40

【0009】

本発明の他の目的及び利点は、添付の図面を参照した以下の説明及び特許請求の範囲から明白になるう。

【0010】

本発明をより完全に理解するために、本発明の様々な例として添付の図面に示し且つ以下に説明する実施形態を参照されたい。

50

【 0 0 1 1 】

【 発明の実施のための最良の形態 】

本発明を、本書では、特に磁気共鳴イメージング（MRI）スキャナに適したパルス管冷凍システム（PTRS）に関して例示する。しかしながら、本発明は冷凍を必要とする可能性のある様々な他の用途に適用可能である。

【 0 0 1 2 】

図1を参照すると、本発明の好ましい実施形態によるライドスルーを備えたパルス管冷凍システム（PTRS）10が示されている。これに関連して、用語「ライドスルー（緊急保全機能）」は、PTRS 10の冷却流体として且つ空気圧構成部品の駆動力として作用する加圧流体によって与えられる補助パワー予備力を有する。

10

【 0 0 1 3 】

PTRS 10は通常のパルス管冷凍機（PTR）12を含んでおり、またMRI磁石のような負荷14を冷却するための流体（図示せず）を用いる。一般的には、ヘリウムがPTRに使用される好ましい作業流体である。しかしながら、他の流体を利用してもよい。

【 0 0 1 4 】

PTR 12は、典型的には外部の電源装置18によって給電される電動コンプレッサ16を含んでいる。電動コンプレッサ16は二段対向往復動ピストンを有するものであってよい。このような構成では典型的にはPTRSにおける振動が低減される。勿論、他の構成のコンプレッサを希望により使用してもよい。電動コンプレッサ16は流体の流体圧力を所定の圧力範囲まで増大させる。MRIスキャナ用のPTRは典型的には、1.75気圧の最低圧力値と6.0気圧の最高圧力値とを持つ所定の圧力範囲を必要とする。明らかに、このような圧力振動範囲は、システムの要求に応じて別の範囲であってよい。当業者が理解しているように、電動コンプレッサ16は流体圧力を増大させ、もって流体温度を上昇させる。

20

【 0 0 1 5 】

アフタークーラー20が電動コンプレッサ16に結合されていて、それから流体を受け取る。アフタークーラー20においては、流体から熱が除去されて、その流体の冷却能力を高める。典型的には、アフタークーラー20に隣接して結合された水冷ループ（図示せず）へ流体から熱を伝達することによって、流体は冷却される。

【 0 0 1 6 】

回転弁22がアフタークーラー20に結合されていて、アフタークーラー20から流体を受け取る。回転弁22は、電気モータ24によって駆動されて、流体圧力を所定の圧力範囲の最低及び最高圧力値の間で振動させる。MRIスキャナの場合、回転弁は好ましくは流体圧力を1.75気圧と6.0気圧との間で振動させる。前に述べたように、圧力振動範囲は希望により他のものであってよい。

30

【 0 0 1 7 】

蓄冷器(regenerator) 26が回転弁22に結合されていて、回転弁22から流体を受け取る。当該分野で公知のように、蓄冷器26は流体と外部源との間で熱を伝達せず、しかも流体の冷却能力を最適化するように流体の現在の低い温度を維持する。

【 0 0 1 8 】

低温熱交換器28が蓄冷器26に結合されていて、蓄冷器26から流体を受け取る。低温熱交換器28において、流体がPTRS 10内の負荷14から熱を受け取る。負荷14はMRIスキャナ用の超伝導磁石や、冷凍を必要とする様々な他の熱源であってよい。

40

【 0 0 1 9 】

パルス管30が低温熱交換器28に結合されていて、低温熱交換器28から流体を受け取る。パルス管30において、流体圧力と流体の流れとの間の所望の位相関係により、熱をパルス管30の低温端（図示せず）からパルス管30の暖温端（図示せず）へ輸送することができる。換言すると、該位相関係により、負荷14から遠ざけるようにパルス管30を通して熱を輸送することが可能になる。

【 0 0 2 0 】

50

高温熱交換器 32 がパルス管 30 の暖温端に結合されていて、パルス管 30 から流体を受け取る。高温熱交換器 32 において、熱が流体から高温熱交換器 32 の表面を通してヒートシンクへ伝達される。典型的には、ヒートシンクは、高温熱交換器 32 の表面に沿って PTR 12 を循環する空気の流れである。

【0021】

溜め 34 がオリフィス 36 を介して高温熱交換器 32 に動作上結合されている。当該分野で公知のように、オリフィス 36 及び溜め 34 は協力して、PTR 12 内の所望の熱流を可能にするのに必要な位相シフトを行う。

【0022】

本発明の好ましい実施形態では、図 1 に示すように、PTR 12 は冷凍能力を高めるために二段構成を有する。この二段には第 1 段 38 と同様な第 2 段 40 とが含まれている。第 1 段は蓄冷器 26、低温熱交換器 28、パルス管 30、高温熱交換器 32、オリフィス 36 及び溜め 34 を含んでいる。第 2 段は、第 1 段に相互接続され且つ第 1 段と同様に動作し、好ましくは、蓄冷器 26'、低温熱交換器 28'、パルス管 30'、高温熱交換器 32'、オリフィス 36' 及び溜め 34' を含んでいる。二段構成によれば、第 1 段 38 の低温熱交換器 28 が負荷 14 から熱を除去すると共に、第 2 段 40 の高温熱交換器 32' を冷却する。その結果、第 2 段 40 の低温熱交換器 28' の冷却能力が高められる。

【0023】

PTRS 10 は更に、電源装置の停止・故障の際に負荷 14 を冷却するための予備量の流体（例えば、ヘリウム）を収容する加圧タンク 42 を含んでいる。動作時には、加圧タンク 42 は所定の圧力範囲内の流体圧力を PTRS 10 に供給する。

【0024】

圧力調整弁（圧力弁）44 が加圧タンク 42 を PTR 12 の回転弁 22 に結合する。圧力弁 44 は、電源装置の停止の際に加圧タンク 42 から PTR 12 へ流体を選択的に放出させる。好ましくは、圧力弁 44 は「圧力及び流れライン・タップ」である。当業者には理解していれるように、圧力及び流れライン・タップは、該タップの両端間に所定の圧力差が生じたときに、該タップを通して流体を流れさせる。例えば、6.25 気圧の圧力差で流通を可能にするタップは、該タップを通して流体が流れることができるようになるのに、該タップの両端間に少なくとも 6.25 気圧の圧力差を必要とする。これに関連して、1.75 気圧の最低流体圧力を必要とし且つ 8.0 気圧の加圧タンク 42 を含んでいる PTR 12 は、典型的には、6.25 気圧の圧力差で流通を可能にするタップを必要とする。その結果、追加の加圧流体が PTR 12 に注入されて、PTR 12 内の作業流体の量と共に、PTR 12 内の流体圧力を増大させる。

【0025】

空気モータ 46 が回転弁 22 に結合されていて、電源装置の停止・故障の際に回転弁 22 を駆動する。より詳しく述べると、空気モータ 46 を回転弁 22 の駆動軸（図示せず）に結合するのに典型的な付属装置を含んでいてよい。パワー調整弁（パワー弁）48 が、電源装置の停止・故障の際に空気モータ 46 を駆動するために加圧タンク 42 から流体を選択的に放出させる。パワー弁 48 は、それに電気が供給されている間は閉止状態に留まるソレノイド弁であるのが好ましい。勿論のこと、パワー弁 48 は、電気の供給によって電磁的に閉止状態に留まる任意の他の弁であってよい。電源装置の停止・故障の際、パワー弁 48 が開いて、空気モータ 46 を駆動するために加圧タンク 42 から流体を放出させる。その後、その流体はモータ 46 から放出されて、高温熱交換器 32 の表面にわたって流れて該表面から熱を除去し且つ冷凍プロセスを向上させる。流体はまた、冷凍動作を改善するために本発明の他の素子を冷却するように使用してもよい。

【0026】

放出弁 50 は、好ましくは、PTR 12 内の流体圧力を下げるために PTR 12 に結合される。より詳しく述べると、放出弁 50 は、好ましくは、流体圧力が所定の圧力範囲を越えて上昇したとき PTR 12 から流体を選択的に放出するためにパルス管 30、30' に結合される。圧力弁 44 と同様に、放出弁 50 は、好ましくは、所定の圧力差が存在する

10

20

30

40

50

ときに流体を流通させる圧力及び流れライン・タップである。放出弁 50 は、流体圧力が最高流体圧力よりも高く上昇したときのみ PTR 12 から流体を放出させることができる。典型的な最高流体圧力は約 2.0 気圧である。勿論、当業者には理解されるように、様々な他の圧力閾値を用いてもよい。更に、放出弁 50 は、好ましくは、冷凍プロセスを最適化するために高温熱交換器 32 の表面に流体を放出させる。また、当業者には明らかなように、放出された流体は、冷凍プロセスを改善するために PTR 12 の他の素子を冷却するようにしてもよい。

【0027】

次いで図 2 を参照すると、本発明の代替の実施形態による PTRS 10 が示されている。この代替実施形態は、変更した圧力調整弁 44' (圧力弁)、パワー調整弁 48' (パワ
10
ー弁)及び放出弁 50' 以外は上記の好ましい実施形態の全ての素子を含んでいる。代替実施形態は、これらの弁 44'、48' 及び 50' が制御器 56 によって制御され且つ補助電源装置 58 から給電されることを必要とする。当業者には知られているように、制御器はまた、そのパワーを供給し且つその制御機能を得得するために流体論理素子も含んでいてよい。弁 44'、48' 及び 50' 並びに制御器 56 の作動により、加圧タンク 42 内の流体がライドスルー予備パワーを供給することが可能になる。弁 44'、48' 及び 50' 並びに制御器 56 の作動のために必要な電力は、典型的には電動コンプレッサを動作させるのに必要な電力よりも実質的に小さい。従って、補助電源装置は蓄電池アレイ、内燃機関発電機、又は任意の他の希望による電源であってよい。

【0028】

加えて、PTRS 10 は更に、PTR 12 内の流体圧力及び圧力振動を検出するために PTR 12 に結合された少なくとも 1 つの圧力センサ 52 を含んでいる。より詳しく述べると、圧力センサ 52 は、好ましくは、PTR 12 内の流体圧力及び圧力振動を検出するために回転弁 22 に結合される。また更に、電動コンプレッサ 16、圧力弁 44 及びパワー
20
弁 48 に十分な電流が供給されているかどうかを検出するために、少なくとも 1 つの電気センサ 54 が PTR 12 に結合されている。

【0029】

制御器 56 は圧力センサ 52 及び電気センサ 54 に電氣的に結合されている。制御器 56 は、流体圧力が所定の圧力範囲内にあるかどうか判定すると共に、電流が PTRS 10 の電気構成部品を動作させるのに充分であるかどうか判定する。
30

【0030】

次いで図 3 を参照すると、そのフローチャートは、パルス管冷凍機 (PTR) 12 のためのライドスルー予備パワーを供給する方法を例示する。動作について説明すると、本発明の方法は、工程 60 で開始し、その直ぐ後に工程 62 へ進む。工程 62 で、図 1 についての説明に従って PTR 12 及び空気モータ 46 を用意する。次いで、本シーケンスは直ちに問合せ工程 64 へ進む。

【0031】

問合せ工程 64 で、通常、PTR 12 に十分な電力が供給されているかどうか判定する。問合せ工程 64 で肯定的な返答がなされた場合、何らライドスルー予備パワーは必要ではなく、その結果、本シーケンスは単に問合せ工程 64 を繰り返す。問合せ工程 64 で否定的な返答がなされた場合、本シーケンスは工程 66 へ進む。工程 66 で、通常、空気モータを作動して、回転弁 22 を駆動し、流体圧力を所定の圧力範囲内で振動させる。典型的な所定の圧力範囲は大体 1.75 気圧 ~ 6.0 気圧の値を含む。
40

【0032】

より詳しく述べると、好ましい実施形態では、工程 64 及び 66 を実行するために、空気モータ 46 と加圧タンク 42 との間に動作上結合されたパワー調整弁 48 として単にソレノイド弁を用いる。ライドスルー予備パワーが必要でないときに流体圧力を振動させる電動コンプレッサ 16 へ供給される電流が該ソレノイド弁を通る。電動コンプレッサ 16 を動作させ且つソレノイド弁を電磁的に閉止状態に作動するように十分な電流が供給されているときは、該ソレノイド弁は閉止状態に留まる。停電が生じた場合は、該弁は自動的に
50

開放して、それを通して加圧タンク 4 2 から駆動ガスが空気モータ 4 6 へ流れることができるようにする。典型的には、駆動ガスは空気モータ 4 2 を作動して、空気モータ 4 2 に結合された回転弁 2 2 の駆動軸を回転させる。そこで、回転弁 2 2 は流体圧力を所定の圧力範囲内で振動させ続ける。

【 0 0 3 3 】

代替実施形態では、工程 6 4 及び 6 6 を実行するために、制御器 5 6 を使用して、PTR 1 2 に供給される電気量を検出する。具体的に述べると、制御器 5 6 は電気センサ 5 4 を使用して、PTR 1 2 に供給される電気量を検出する。例えば、電気センサ 5 4 は、電気モータ 2 4 に供給される電気量を検出するために電気モータ 2 4 に結合する。勿論、電気センサ 5 4 は、希望により PTR 1 2 の他の適当な電子装置に結合してもよい。

10

【 0 0 3 4 】

制御器 5 6 が不十分な電気供給量を検出した場合、制御器 5 6 はパワー調整弁 4 8 ' を作動して、加圧タンク 4 2 から流体を放出させることができる。この放出された流体により空気モータ 4 6 を駆動して、PTR 1 2 を動作させるのに必要なパワーを供給することができる。次いで、本シーケンスは問合せ工程 6 8 へ進む。

【 0 0 3 5 】

問合せ工程 6 8 で、通常、PTR 1 2 内の流体圧力が最低圧力閾値よりも低いかどうか判定する。最低圧力閾値についての典型的な値は約 6 . 0 気圧であってよい。しかしながら、最低圧力閾値は希望により変えてもよい。流体圧力が最低圧力閾値よりも高い場合、本シーケンスは工程 6 4 へ戻る。しかしながら、流体圧力が最低圧力閾値よりも低い場合、本シーケンスは工程 7 0 へ進み、該工程で流体圧力を増大させる。

20

【 0 0 3 6 】

より詳しく説明すると、工程 6 8 及び 7 0 を実行するために、好ましくは、圧力及び流れライン・タップを圧力弁 4 4 と一体化する。圧力弁 4 4 は加圧タンク 4 2 と回転弁 2 2 との間に動作上結合される。当業者が理解しているように、弁と一体化した圧力及び流れライン・タップは、弁の両端間の間に所定の圧力差が存在するとき、自動的にそれを通して流体を通過させることができる。例えば、PTR 1 2 は約 6 . 0 気圧の最低圧力を必要としており、1 3 5 気圧以上の流体を収容する加圧タンク 4 2 を含むようにしてよい。この場合、タップは、2 . 0 気圧の圧力差が弁に対して存在するとき、圧力調整された流体を自動的に流通させることができる。この結果、圧力弁 4 4 は PTR 1 2 内の流体圧力を所定の圧力範囲まで自動的に増大させる。次いで、本シーケンス工程 6 4 へ戻る。

30

【 0 0 3 7 】

代替例として、工程 6 8 及び 7 0 を実行するために、制御器 5 6 を用いて、PTR 1 2 内の流体圧力を検出するようにしてもよい。具体的に述べると、制御器 5 6 は、回転弁 2 2 内の流体圧力を検出するために回転弁 2 2 に結合される圧力センサ 4 0 を用いてもよい。工程 6 8 で、流体圧力が所定の圧力範囲内にあることを制御器が検出した場合、本シーケンスは工程 6 4 へ戻る。しかしながら、流体圧力が最低圧力閾値よりも低いことを制御器が検出した場合、本シーケンスは工程 7 0 へ進む。工程 7 0 で、制御器 5 6 は圧力弁 4 4 ' を開くように作動して、加圧タンク 4 2 から流体を PTR 1 2 内へ放出させる。その結果、放出された流体は、圧力センサ 4 0 により流体圧力が所定の圧力範囲内になったことを検出するまで、PTR 1 2 内の流体圧力を増大させる。次いで、本シーケンスは工程 7 2 へ進む。

40

【 0 0 3 8 】

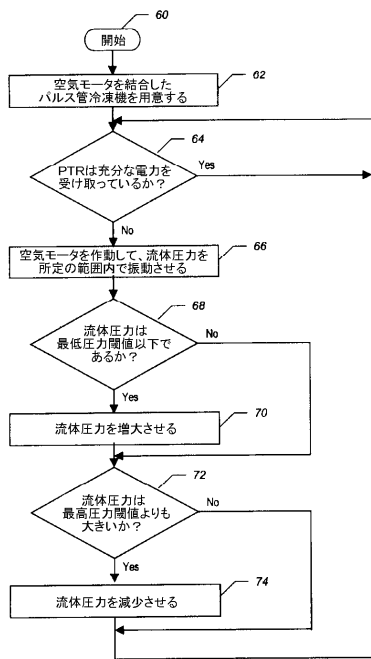
工程 7 2 で、制御器は熱交換器 3 2 内の流体圧力が最高圧力閾値よりも高いかどうか判定する。好ましい最高圧力閾値は約 3 気圧であるが、この最高圧力閾値は希望により変えてもよい。流体圧力が最高圧力閾値よりも低いか又は等しい場合、本シーケンスは直ちに工程 6 4 へ戻る。しかしながら、流体圧力が最高圧力閾値よりも高い場合、本シーケンスは、流体圧力を減少させる工程 7 4 へ進む。

【 0 0 3 9 】

工程 7 4 で、制御器 5 6 は放出弁 5 0 ' を作動して開放させることにより、PTR 1 2 か

50

【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 1 N 24/06 5 1 0 C

(72)発明者 フィリップ・ウィリアム・エッケルズ

アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、エベニーザー・チェイス・ドライブ、3
3 2 2 番

審査官 山村 秀政

(56)参考文献 特開平04 - 151467 (JP, A)
特開2001 - 194018 (JP, A)
米国特許第05410286 (US, A)
特開昭57 - 024479 (JP, A)
実開平05 - 083551 (JP, U)
特開2000 - 292024 (JP, A)
特開平11 - 248326 (JP, A)
特表平10 - 510135 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F25B 9/00
A61B 5/055
F25B 41/04
F25B 49/02
G01R 33/3815