

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-106568
(P2017-106568A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 7 C 13/04 (2006.01)	F 1 7 C 13/04 3 0 1 D	3 E 1 7 2
B 6 3 B 25/16 (2006.01)	B 6 3 B 25/16 D	
F 1 7 C 13/00 (2006.01)	B 6 3 B 25/16 Z	
	F 1 7 C 13/00 3 0 2 A	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-241120 (P2015-241120)
(22) 出願日 平成27年12月10日 (2015.12.10)

(71) 出願人 000006208
三菱重工工業株式会社
東京都港区港南二丁目16番5号
(74) 代理人 100134544
弁理士 森 隆一郎
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100126893
弁理士 山崎 哲男
(74) 代理人 100149548
弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法

(57) 【要約】

【課題】安全弁を確実に作動させ、安全性、信頼性を向上させる。

【解決手段】安全弁システム20Aは、タンクからの圧力が導入される導入ポート21a、および圧力を開放する開放ポート21bを有する主弁21と、互いに異なる作動圧力値に設定され、圧力が作動圧力値を超えたときに導入ポート21aと開放ポート21bとを連通させて圧力を開放させる高圧側パイロット弁22、低圧側パイロット弁23と、作動圧力値が最も大きい高圧側パイロット弁22以外の低圧側パイロット弁23のみを作動しないように切り換える切換部24Aと、を備える。

【選択図】 図2

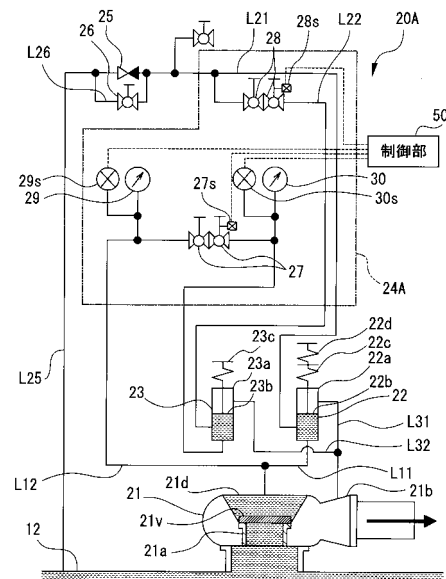


図2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧力源からの圧力が導入される導入ポート、および前記圧力を開放する開放ポートを有し、前記開放ポートと前記導入ポートとを仕切る主弁と、

互いに異なる作動圧力値に設定され、前記圧力が前記作動圧力値を超えたときに前記主弁を開くことで前記導入ポートと前記開放ポートとを連通させて前記圧力を開放させる複数のパイロット弁と、

複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の全ての前記パイロット弁を作動しないように切り換える切換部と、
を備える安全弁システム。

10

【請求項 2】

前記切換部は、他の前記パイロット弁に圧力を導入する圧力導入ラインに開閉弁を備える請求項 1 に記載の安全弁システム。

【請求項 3】

前記開閉弁は、他の前記パイロット弁を挟んだ両側にそれぞれ設けられている請求項 2 に記載の安全弁システム。

【請求項 4】

他の前記パイロット弁を挟んだ両側の前記開閉弁の間における圧力を検出する圧力検出部をさらに備える請求項 3 に記載の安全弁システム。

【請求項 5】

前記開閉弁は、電磁弁または開閉検出器付手動弁であり、
前記電磁弁の開閉動作を制御する制御部、または、前記開閉検出器付手動弁の開閉を検出する検出部をさらに備える
請求項 2 から 4 の何れか一項に記載の安全弁システム。

20

【請求項 6】

前記開閉弁の前後に設けられ、前記開閉弁への流れを遮断可能な遮断弁を備えていることを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の安全弁システム。

【請求項 7】

前記開閉弁に並行するバイパス流路と、
前記バイパス流路を開閉するバイパス弁と、
を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の安全弁システム。

30

【請求項 8】

複数の前記パイロット弁に導入される前記圧力を減圧する減圧部をさらに備える請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の安全弁システム。

【請求項 9】

前記圧力源から導入される前記圧力を検出する系内圧力検出部をさらに備える請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の安全弁システム。

【請求項 10】

前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁は、複数のバネを直列に備えることで最も大きい前記作動圧力値に設定され、かつ、複数の前記バネが着脱可能とされている請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の安全弁システム。

40

【請求項 11】

前記圧力源としての流体を収容するタンク本体と、
請求項 1 から 10 の何れか一項に記載の安全弁システムと、
を備えるタンク。

【請求項 12】

船体と、
前記船体に搭載された請求項 11 に記載のタンクと、
を備える船舶。

【請求項 13】

50

請求項 1 2 に記載の船舶における安全弁システムの運用方法であって、

前記船体が停泊中の状態では、複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の前記パイロット弁のみを作動しないようにして、

前記船体が航行中の状態では、複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の前記パイロット弁を作動可能とする安全弁システムの運用方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

LNG (Liquefied Natural Gas : 液化天然ガス)、LPG (Liquefied Petroleum Gas : 液化石油ガス)等の液化ガスを運搬する運搬船は、液化ガスを収容するタンクを備えている。タンク内の液化ガスが過冷却状態でなければタンク外部からタンク内部に侵入する熱によってタンク内の液化ガスが蒸発する。液化ガスの蒸発量がタンクから排出されるガスの量を上回ればタンク内の圧力が上昇する。

タンク内の圧力が過度に上昇しないよう、タンクは安全弁を備えている。タンクの許容圧力等に基づいて、安全弁が作動する圧力値が設定される。安全弁は、タンク内の圧力が 20
予め定めた作動圧力値に到達したときに安全弁内部の主弁を開き、タンク内のガスを外部に放出する。

【0003】

運搬船の航行中には、タンク外部からタンク内部へ侵入する熱に加え、タンク内の液化ガスの動揺により液化ガスの蒸発量が増加することがある。

そこで、特許文献 1 には、航行中に、安全弁の設定圧力値を変動させる構成が開示されている。

【0004】

ここで、安全弁には、直動式のものと、パイロット式のものがある。

直動式の安全弁では、バネで主弁の弁体を一方の側から直接弁座に押圧し、弁体の他方の側に作用した圧力が、バネによる押圧力を上回ったときに主弁が開く。 30

一方で、パイロット式の安全弁は、弁体の一方の側に作用する圧力と他方の側に作用する圧力を等しくしつつその圧力を受ける面積に違いを持たせ、弁体を弁座に押圧する荷重を作用させる構造を有している。このパイロット式の安全弁では、弁体を弁座に押し付けている圧力をパイロット弁が低下させることで弁体が弁座から離れ主弁が開く。パイロット弁の構造は上述の直動式の安全弁の構造に似ており、バネでパイロット弁の弁体を一方の側から直接押圧し、弁体の他方の側に作用した圧力がバネによる押圧力を上回ったときに、弁体が弁座から離れてパイロット弁が作動する。このようなパイロット式の安全弁は、主弁の他方の側の圧力がパイロット弁に作用して、パイロット弁のバネによる押圧力を上回ったときに開き、圧力を開放する。パイロット弁の弁体をバネに対して押圧する圧力は主弁の弁体に作用する圧力と同じであり、パイロット弁が作動すると主弁の弁体を弁座に押し付けている圧力が低下し主弁が開く。大型の液化ガス運搬船のタンクには、パイロット式の安全弁が一般に用いられている。 40

【0005】

このようなパイロット式の安全弁の作動圧力値を切り換えるには、パイロット弁のバネ自体をバネ定数の異なるものに交換するか、パイロット弁に装着するバネの数を変える必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4750097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載の安全弁では、作業者が手作業でパイロット弁のバネを追加することにより作動圧力値を切り換えているため、適正に切り換えられているか（追加のバネが適正に取り付けられているか）判別が難しい、という課題がある。

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、安全弁の作動圧力値の切換を容易に行うことができる安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

この発明の第一態様によれば、安全弁システムは、圧力源からの圧力が導入される導入ポート、および前記圧力を開放する開放ポート有し、前記開放ポートと前記導入ポートとを仕切る主弁と、互いに異なる作動圧力値に設定され、前記圧力が前記作動圧力値を超えたときに前記主弁を開くことで前記導入ポートと前記開放ポートとを連通させて前記圧力を開放させる複数のパイロット弁と、複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の全ての前記パイロット弁を作動しないように切り換える切換部と、を備える。

【0009】

このように構成することで、切換部において、複数のパイロット弁のうち、作動圧力値が最も大きいパイロット弁以外の他の全てのパイロット弁を作動不能な状態、つまり作動しないように切り換えると、作動圧力値が最も大きいパイロット弁のみが作動可能な状態となる。一方で、切換部において、複数のパイロット弁のうち、作動圧力値が最も大きいパイロット弁以外の他のパイロット弁を作動可能な状態に切り換えれば、作動圧力値が最も大きいパイロット弁の作動圧力値よりも低い作動圧力値の他のパイロット弁を作動可能な状態にすることができる。これによって、バネの着脱等を行うことなく切換部で切換操作を行うのみで、安全弁の作動圧力値を切り換えることが可能となる。

また、作動圧力値が最も大きいパイロット弁は、他のパイロット弁の状態にかかわらず、常に作動可能な状態となる。このようにすると、少なくとも、作動圧力値が最も大きいパイロット弁においては、作業者が何らの切換作業をする必要が無いので作業ミスも起こらず、切換にともなう可動部分も存在しないので故障等のトラブルも生じ難い。その結果、最大作動圧力に対する安全弁システムの信頼性を高めることができる。

【0010】

この発明の第二態様によれば、安全弁システムは、第一態様における切換部が、他の前記パイロット弁に圧力を導入する圧力導入ラインに開閉弁を備えるようにしてもよい。

このように構成することで、開閉弁を閉じれば、他のパイロット弁には圧力が導入されない状態となる。このように、開閉弁を開閉するのみで、切換部におけるパイロット弁の作動状態を容易に切り換えることが可能となる。

【0011】

この発明の第三態様によれば、安全弁システムは、第二態様において、前記開閉弁は、他の前記パイロット弁を挟んだ両側にそれぞれ設けられているようにしてもよい。

このように構成することで、パイロット弁の両側の開閉弁を閉めることで、他のパイロット弁に対し、圧力が確実に導入されない状態とすることができ、システムの信頼性が高まる。

【0012】

この発明の第四態様によれば、安全弁システムは、第三態様において、他の前記パイロット弁を挟んだ両側の前記開閉弁の間における圧力を検出する圧力検出部をさらに備えるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

このように構成することで、パイロット弁の両側の開閉弁を閉めたか否か、つまり複数のパイロット弁の切換操作が正しく行われたかどうかを確認することができる。また、パイロット弁の両側の開閉弁を閉めた状態で、圧力検出部で検出する圧力が上昇すれば、いずれかのパイロット弁を挟んだ両側の前記開閉弁の一方あるいは両方でリークが生じていることを検知することができる。

【0013】

この発明の第五態様によれば、安全弁システムは、第二から第四態様の何れか一つの態様において、前記開閉弁が、電磁弁または開閉検出器付手動弁であり、前記電磁弁の開閉動作を制御する制御部、または、前記開閉検出器付手動弁の開閉を検出する検出部をさらに備えていてもよい。

10

このように構成することで、開閉弁の開閉を遠隔操作により行うことができるとともに、開閉弁の開閉状態を開閉弁から離れた位置でモニタリングすることができる。

【0014】

この発明の第六態様によれば、安全弁システムは、第二から第五態様の何れか一つの態様において、前記開閉弁の前後に設けられ、前記開閉弁への流れを遮断可能な遮断弁を備えていてもよい。

このように構成することで、開閉弁をメンテナンスしたり交換したりする際には、前後の遮断弁を閉じることで、開閉弁への流れを遮断することができる。これにより、開閉弁をメンテナンス等する時の作業性を向上することができる。

【0015】

この発明の第七態様によれば、安全弁システムは、第六態様において、前記開閉弁に並行するバイパス流路と、前記バイパス流路を開閉するバイパス弁と、を備えていてもよい。

20

このように構成することで、開閉弁をメンテナンスしたり交換したりする際には、前後の遮断弁を閉じつつ、バイパス弁を開くことで、開閉弁に流入していた流体をバイパス流路によって迂回させることができる。

【0016】

この発明の第八態様によれば、安全弁システムは、第一から第七態様の何れか一つの態様において、複数の前記パイロット弁に導入される前記圧力を減圧する減圧部をさらに備えるようにしてもよい。

30

作動圧力値が最も高いパイロット弁のみを作動させた状態から、より低い作動圧力値のパイロット弁を作動させる状態に移行する際、システム内の圧力が、切換先のパイロット弁の作動圧力値を超えていると、切換部における切換と同時に、切換先のパイロット弁が作動し圧力が開放されてしまう可能性がある。そのような場合に、切換部で切換を行うに先だって減圧部で減圧することで、切換先のパイロット弁に導入される圧力を、作動圧力値よりも低い状態とすることができる。

【0017】

この発明の第九態様によれば、安全弁システムは、第一から第八態様の何れか一つの態様において、前記圧力源から導入される前記圧力を検出する系内圧力検出部をさらに備えるようにしてもよい。

40

このように構成することで、例えば、減圧部で減圧処理を行ったときに、減圧後の圧力が他のパイロット弁の作動圧力値を下回っているかどうかを確認することができる。

【0018】

この発明の第十態様によれば、安全弁システムは、第一から第九態様の何れか一つの態様において、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁が、複数のバネを直列に備えることで最も大きい前記作動圧力値に設定され、かつ、複数の前記バネが着脱可能とされていてもよい。

このように構成することで、複数のバネのうちの少なくとも一つを取り外せば、パイロット弁を、より低い作動圧力値に切り換えることができる。そのため、作動圧力値が低い他のパイロット弁にトラブル等が生じた場合に、作動圧力値が最も高いパイロット弁を代

50

わりに用いることができる。

【0019】

この発明の第十一態様によれば、タンクは、前記圧力源としての流体を収容するタンク本体と、第一から第十態様の何れか一つの態様の安全弁システムと、を備える。

このように構成することで、タンク内の圧力が過度に高くないように確実に維持することができる。

【0020】

この発明の第十二態様によれば、船舶は、船体と、前記船体に搭載された第十一態様のタンクと、を備える。

このように構成することで、船舶は、タンク内の圧力が過度に高くないように確実に維持することができる。

10

【0021】

この発明の第十三態様によれば、船舶における安全弁システムの運用方法は、第十二の船舶における安全弁システムの運用方法であって、前記船体が停泊中の状態では、複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の前記パイロット弁のみを作動しないようにし、前記船体が航行中の状態では、複数の前記パイロット弁のうち、前記作動圧力値が最も大きい前記パイロット弁以外の他の前記パイロット弁を作動可能とする。

このように構成することで、停泊中の状態では、航行中の状態に比較し、タンク内の圧力が開放される作動圧力値を、より高い状態に設定することができる。その結果、タンク内の流体を地上設備等に送出する際に、より多くの流体を送出することができる。

20

【発明の効果】

【0022】

上述した安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法によれば、安全弁の作動圧力値の切換を容易に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】この発明の第一実施形態に係るタンクを備えた船舶の概略構成を示す側断面図である。

【図2】上記タンクが備える安全弁システムの構成を示す図である。

30

【図3】2組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、高圧設定の運用状態を示す図である。

【図4】2組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、低圧設定の運用状態を示す図である。

【図5】上記安全弁システムにおいて、高圧側パイロット弁のバネを取り外した状態を示す図である。

【図6】この発明の第二実施形態に係る安全弁システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

次に、この発明の実施形態に係る安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法を図面に基づき説明する。

40

【0025】

(第一実施形態)

図1は、第一実施形態におけるタンクを備えた船舶の概略構成を示す側断面図である。図2は、タンクが備える安全弁システムの構成を示す図である。

図1に示すように、この実施形態の運搬船(船舶)10は、液化天然ガス(LNG)、液化プロパンガス(LPG)等の液化ガスを運搬する。この運搬船10は、船体11と、タンク(圧力源、タンク本体)12と、安全弁システム20Aと、を少なくとも備えている。

【0026】

50

船体 11 は、上方に開口したタンク収容部 15 を備えている。

タンク 12 は、例えばアルミニウム合金製で、タンク収容部 15 内に設けられている。
タンク 12 は、その内部に、運搬対象である液化ガスを収容する。

ここで、タンク 12 の形状や構造、設置数等については何ら限定するものではない。

【0027】

図 2 に示すように、安全弁システム 20A は、主弁 21 と、高圧側パイロット弁 22 と、低圧側パイロット弁 23 と、切換部 24A と、逆止弁 25 と、減圧弁（減圧部）26 と、を備えている。

【0028】

主弁 21 は、導入ポート 21a と、開放ポート 21b と、ドーム室 21d と、弁体 21v を有している。導入ポート 21a は、タンク 12（図 1 参照）の上部に連結されており、この導入ポート 21a に、タンク 12 内の蒸発ガス等のガスが導入される。これにより、主弁 21 の弁体には、導入ポート 21a を通じてタンク 12 内の圧力 P が作用する。開放ポート 21b は、ライザ（図示無し）等に向けて開放している。弁体 21v は、導入ポート 21a とドーム室 21d との間の圧力差に応じて開閉する。これら導入ポート 21a の圧力とドーム室 21d の圧力が同一の場合には、弁体が閉状態となる。弁体が閉状態では、導入ポート 21a と開放ポート 21b とを遮断し、開状態では、導入ポート 21a と開放ポート 21b とを連通する。

【0029】

高圧側パイロット弁 22 は、ハウジング 22a 内に、弁体 22b を備えている。この弁体 22b は、弁体 22b に対して直列に接続されたバネ 22c, 22d により、弁体 22b の閉塞方向に付勢されている。これらバネ 22c, 22d のうち一方のバネ 22d は、着脱可能となっている。この実施形態におけるバネ 22c, 22d は、同一のものを、弁体 22b に対して直列に設けている。

【0030】

ハウジング 22a 内の弁体 22b の一方の側には、第一圧力導入ライン L11 と、第一リターンライン L21 とが接続されている。

第一圧力導入ライン L11 は、主弁 21 のドーム室 21d に接続されている。

第一リターンライン L21 は、リターンライン L25 を介し、タンク 12 へと繋がっている。第一リターンライン L21 は、タンク 12 内の蒸発ガス等のガスをハウジング 22a 内の弁体 22b の一方の側に導入する。

【0031】

ハウジング 22a には、弁体 22b の他方の側に、第一圧力開放ライン L31 が接続されている。この第一圧力開放ライン L31 は、主弁 21 の開放ポート 21b に接続されている。

【0032】

高圧側パイロット弁 22 は、第一リターンライン L21 を介してタンク 12 内のガスがハウジング 22a 内に流れ込むことで、ガスの圧力 P が、弁体 22b の一方の側に作用する状態となる。弁体 22b の他方の側には、バネ 22c, 22d による付勢力が作用しているため、圧力 P が付勢力を上回らない限り、弁体 22b は閉じた状態を維持する。

圧力 P がバネ 22c, 22d の付勢力を上回ると、弁体 22b が開く。これにより、第一リターンライン L21 からハウジング 22a 内に導入されたガスが、第一圧力開放ライン L31 を介して、主弁 21 の開放ポート 21b に流れ込む。すると、ハウジング 22a に接続された第一圧力導入ライン L11 の圧力が下がり、主弁 21 のドーム室 21d の圧力が低下する。その結果、主弁 21 の導入ポート 21a とドーム室 21d との間に圧力差が生じ、弁体 21v が開いて導入ポート 21a と開放ポート 21b とが連通する。これによって、タンク 12 内の圧力 P は、主弁 21 を通じて開放される。

【0033】

ここで、高圧側パイロット弁 22 は、バネ 22c, 22d の数が、低圧側パイロット弁 23 よりも多く、圧力 P を開放する際の圧力値、すなわち高圧側パイロット弁 22 の作動

10

20

30

40

50

圧力値 X 1 が高く設定されている。

【 0 0 3 4 】

低圧側パイロット弁 2 3 は、ハウジング 2 3 a 内に弁体 2 3 b を備えている。弁体 2 3 b は、バネ 2 3 c により弁体 2 3 b が閉じる方向に付勢されている。バネ 2 3 c は、高圧側パイロット弁 2 2 のバネ 2 2 c , 2 2 d と同等のものである。低圧側パイロット弁 2 3 は、高圧側パイロット弁 2 2 よりもバネ 2 3 c の装備数が少なくなっていることで、弁体 2 3 b が開放される圧力 P が高圧側パイロット弁 2 2 よりも低くなっている。

【 0 0 3 5 】

ハウジング 2 3 a 内の弁体 2 3 b の一方の側には、第二圧力導入ライン（圧力導入ライン）L 1 2 と、第二リターンライン L 2 2 と、が接続されている。

10

第二圧力導入ライン L 1 2 は、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d に接続されている。

第二リターンライン L 2 2 は、リターンライン L 2 5 を介し、タンク 1 2 へと繋がっている。第二リターンライン L 2 2 は、タンク 1 2 内のガスをハウジング 2 3 a 内の弁体 2 2 b の一方の側に導入する。ハウジング 2 3 a 内の弁体 2 3 b の他方の側には、第二圧力開放ライン L 3 2 が接続されている。この第二圧力開放ライン L 3 2 は、主弁 2 1 の開放ポート 2 1 b に接続されている。

【 0 0 3 6 】

低圧側パイロット弁 2 3 は、第二リターンライン L 2 2 からタンク 1 2 内のガスがハウジング 2 3 a 内に流れ込むことで、タンク 1 2 内のガスの圧力 P が、弁体 2 3 b の一方の側に作用する。弁体 2 3 b の他方の側には、バネ 2 3 c による付勢力が作用しており、圧力 P が付勢力を上回らない限り、弁体 2 3 b は閉じた状態を維持する。

20

【 0 0 3 7 】

圧力 P がバネ 2 3 c の付勢力を上回ると、弁体 2 3 b が開き、第二リターンライン L 2 2 からハウジング 2 3 a 内に導入されたガスが、第二圧力開放ライン L 3 2 を通して、主弁 2 1 の開放ポート 2 1 b に流れ込む。すると、第二圧力導入ライン L 1 2 の圧力が下がり、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d の圧力も低下する。その結果、主弁 2 1 の導入ポート 2 1 a とドーム室 2 1 d との間に圧力差が生じ、弁体 2 1 v が開いて導入ポート 2 1 a と開放ポート 2 1 b とが連通する。これによって、タンク 1 2 内の圧力 P は、主弁 2 1 を通して開放される。ここで、低圧側パイロット弁 2 3 のバネ 2 3 c の数は、高圧側パイロット弁 2 2 のバネ数よりも少なく、作動圧力値 X 2 が低く設定されている。

30

【 0 0 3 8 】

切換部 2 4 A は、低圧側パイロット弁 2 3 へのタンク 1 2 内のガスの導入、非導入を切り換える。切換部 2 4 A は、第一開閉弁（開閉弁）2 7 と、第二開閉弁（開閉弁）2 8 と、を備えている。

【 0 0 3 9 】

第一開閉弁 2 7 は、低圧側パイロット弁 2 3 よりも主弁 2 1 側の第二圧力導入ライン L 1 2 に設けられている。第一開閉弁 2 7 は、同一のものが直列に二重に設けられている。第一開閉弁 2 7 は、通常、何れか一方を開閉し、他方は常時開状態とされる。低圧側パイロット弁 2 3 側の第一開閉弁 2 7 には、その開閉状態を検知するリミットスイッチ 2 7 s が設けられ、リミットスイッチ 2 7 s の検知信号は、安全弁システム 2 0 A の制御部 5 0

40

【 0 0 4 0 】

第二開閉弁 2 8 は、低圧側パイロット弁 2 3 を挟んで、主弁 2 1 とは反対側の第二リターンライン L 2 2 に設けられている。第二開閉弁 2 8 も、第一開閉弁 2 7 と同様に、同一のものが直列に二重に設けられている。第二開閉弁 2 8 は、通常、何れか一方を開閉し、他方は常時開状態とされる。低圧側パイロット弁 2 3 側の第二開閉弁 2 8 には、その開閉状態を検知するリミットスイッチ 2 8 s が設けられ、リミットスイッチ 2 8 s の検知信号は、安全弁システム 2 0 A の制御部 5 0 に出力される。

【 0 0 4 1 】

これら第一開閉弁 2 7 と第二開閉弁 2 8 とを開閉することで、低圧側パイロット弁 2 3

50

へのタンク 1 2 内のガスの導入、非導入を切り替えることができる。より具体的には、第一開閉弁 2 7 および第二開閉弁 2 8 の双方を開くことで、タンク 1 2 内のガスが低圧側パイロット弁 2 3 に導入される。また、第一開閉弁 2 7、第二開閉弁 2 8 の双方を閉じれば、低圧側パイロット弁 2 3 へのタンク 1 2 内のガスの導入が遮断される。

【 0 0 4 2 】

切換部 2 4 A は、圧力計（系内圧力検出部）2 9 と、圧力計（圧力検出部）3 0 と、をさらに備える。

圧力計 2 9 は、第二圧力導入ライン L 1 2 において第一開閉弁 2 7 よりも主弁 2 1 側に設けられ、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d の圧力 P を検知する。この圧力計 2 9 には、圧力トランスミッター 2 9 s が設けられ、その検知信号は、安全弁システム 2 0 A の制御部 5 0 10

【 0 0 4 3 】

圧力計 3 0 は、第一開閉弁 2 7 と第二開閉弁 2 8 との間に設けられている。この実施形態では、圧力計 3 0 は、第二圧力導入ライン L 1 2 において、第一開閉弁 2 7 と低圧側パイロット弁 2 3 との間に配置されている。圧力計 3 0 は、低圧側パイロット弁 2 3 へ導入されるガスの圧力 P を検出する。圧力計 3 0 には、圧力トランスミッター 3 0 s が設けられ、その検知信号は、安全弁システム 2 0 A の制御部 5 0 10

【 0 0 4 4 】

逆止弁 2 5 は、リターンライン L 2 5 に設けられ、高圧側パイロット弁 2 2 および低圧側パイロット弁 2 3 側からタンク 1 2 側へのガスの流れを遮断する。その反対に、逆止弁 2 5 は、タンク 1 2 から高圧側パイロット弁 2 2 および低圧側パイロット弁 2 3 へ向けてのガスの流入は可能となっている。 20

【 0 0 4 5 】

減圧弁 2 6 は、逆止弁 2 5 を迂回するバイパスライン L 2 6 に設けられている。この減圧弁 2 6 を開放することで、安全弁システム 2 0 A 内の各ラインのガスをタンク 1 2 に戻すことができ、各ラインの圧力を減圧することができる。この実施形態における減圧弁 2 6 は、手動のマニュアルバルブに限られず、例えば、電磁弁や、ポジションスイッチを備えるマニュアルバルブに置き換えても良い。

【 0 0 4 6 】

上述した運搬船 1 0 の航行中には、タンク 1 2 内でガスが蒸発してガス化するのに加え、タンク 1 2 内で液化ガスが動揺したり加速度を受けたりして圧力 P が上昇しやすい。これに対し、運搬船 1 0 が停泊中の場合には、タンク 1 2 内のガスの動揺が少なく意図しない圧力 P の上昇が生じ難い。そこで、この実施形態では、航行中と停泊中とで、安全弁システム 2 0 A の作動圧力値を異ならせている。 30

【 0 0 4 7 】

図 3 は、2 組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、高圧設定の安全弁システム 2 0 A の運用状態を示す図である。図 3 において、太線で示す部分は、ガスが通っている部位を示している。

図 3 に示すように、2 組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、高圧設定状態では、低圧側パイロット弁 2 3 の切換部 2 4 A の第一開閉弁 2 7、第二開閉弁 2 8 の双方を閉じ、低圧側パイロット弁 2 3 へタンク 1 2 内のガスが導入されることを遮断する。すると、タンク 1 2 内の圧力 P は、高圧側パイロット弁 2 2 のみに作用する。 40

【 0 0 4 8 】

高圧側パイロット弁 2 2 は、圧力 P が、作動圧力値 X 1 を超えない限り、閉状態を維持する。圧力 P が作動圧力値 X 1 を超えると、高圧側パイロット弁 2 2 が開く。すると、高圧側パイロット弁 2 2 内の圧力 P が、主弁 2 1 の開放ポート 2 1 b を介して開放される。これによって第一圧力導入ライン L 1 1 の圧力が下がり、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d の圧力も低下する。その結果、主弁 2 1 の導入ポート 2 1 a とドーム室 2 1 d との間に圧力差が生じ、主弁 2 1 の弁体 2 1 v が開いて導入ポート 2 1 a と開放ポート 2 1 b とが連通する。これにより、タンク 1 2 内の圧力 P が主弁 2 1 を通して開放され、タンク 1 2 内の圧 50

力Pが過度に高くなることを抑制できる。

【0049】

さらに、高圧設定状態では、安全弁システム20Aの制御部50は、圧力トランスミッター30sの検出値を取得して定期的にモニタリングする。

【0050】

また、高圧設定状態では、第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方が閉じているので、圧力計30の検出値が相対的に低い状態を維持している。しかし、圧力計30の検出値が、上昇傾向にあることが確認された場合、第一開閉弁27、第二開閉弁28の少なくともいずれか一方において、リークが生じていることになる。すると、停泊状態にありながら、低圧側パイロット弁23が作動し、高圧側パイロット弁22の作動圧力値X1よりも低い圧力Pで低圧側パイロット弁23が開放してしまう可能性がある。

10

【0051】

そこで、圧力計30の検出値が、上昇傾向にあることが確認された場合には、第一開閉弁27、第二開閉弁28は、同一のものが二重に設けられているので、第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方において、通常使用していない側の第一開閉弁27、第二開閉弁28を閉じる。これにより、高圧設定状態で低圧側パイロット弁23が作動することを防ぐことができる。

【0052】

図4は、2組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、低圧設定の安全弁システム20Aの運用状態を示す図である。図4において、太線で示す部分は、ガスが通っている部位を示している。

20

図4に示すように、2組のパイロット弁を備える安全弁システムにおいて、低圧設定状態では、低圧側パイロット弁23の切換部24Aの第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方を開く。すると、タンク12内の圧力Pは、高圧側パイロット弁22および低圧側パイロット弁23に作用する。

【0053】

低圧側パイロット弁23は、圧力Pが低圧側パイロット弁23の作動圧力値X2を超えない限り閉状態を維持する。圧力Pが作動圧力値X2を超えると、低圧側パイロット弁23が開き、低圧側パイロット弁23内の圧力Pが、主弁21の開放ポート21bを介して開放される。これによって第二圧力導入ラインL12の圧力が下がり、主弁21のドーム室21dの圧力も低下する。その結果、主弁21の導入ポート21aとドーム室21dとの間の圧力差が生じ、弁体21vが開いて導入ポート21aと開放ポート21bとが連通する。これにより、タンク12内の圧力Pが主弁21を通して開放され、タンク12内の圧力Pが過度に高くなることを抑えることができる。

30

【0054】

ここで、低圧設定状態では、切換部24Aの第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方を閉じる。第一開閉弁27、第二開閉弁28のそれぞれに設けられたリミットスイッチ27s、28sからの検知信号により、安全弁システム20Aの制御部50では、第一開閉弁27、第二開閉弁28の開閉状態を確認することができる。

【0055】

さらに、安全弁システム20Aの制御部50において、圧力計30の検出値を、圧力トランスミッター30sから取得し、第一開閉弁27、第二開閉弁28の開閉状態をモニタリングすることができる。制御部50においては、圧力トランスミッター30sにおける検出値が、予め定めた閾値よりも低ければ、第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方が閉じ、図3に示すように、高圧側パイロット弁22のみにタンク12の圧力Pが作用している状態に移行していることを確認できる。

40

【0056】

運搬船10が高圧設定状態から低圧設定状態に移行するときには、切換部24Aの第一開閉弁27、第二開閉弁28の双方を開く。このとき圧力Pが低圧側パイロット弁23の作動圧力値X2を超えていると、切換部24Aの第一開閉弁27、第二開閉弁28を開く

50

と同時に、低圧側パイロット弁 23 が開放してしまう。そこで、運搬船 10 が高圧設定状態から低圧設定状態に移行するときには、まず、減圧弁 26 を操作し、安全弁システム 20 A の系内の圧力を作動圧力値 X 2 以下に減圧する処理を行う。減圧処理後、圧力計 29 で主弁 21 のドーム室 21 d の圧力 P を検出し、安全弁システム 20 A の制御部 50 では、この圧力計 29 の検出値を、圧力トランスミッター 29 s から取得する。圧力トランスミッター 29 s における検出値が、作動圧力値 X 2 よりも低ければ、減圧弁 26 による減圧処理が正しく行われていることを確認できる。

【0057】

したがって、上述した実施形態によれば、切換部 24 A において、低圧側パイロット弁 23 のみを作動しないように切り換えると、作動圧力値 X 1 が最も大きい高圧側パイロット弁 22 のみを作動可能な状態にすることができる。また、切換部 24 A において、低圧側パイロット弁 23 を作動可能な状態に切り換えれば、低圧側パイロット弁 23 が作動可能な状態とすることができる。これによって、パネの着脱等を行うことなく、切換部 24 A で切換操作を行うのみで、安全弁システム 20 A における作動圧力値 X 1, X 2 を容易に切り換えることが可能となる。

10

【0058】

また、作動圧力値 X 1 が最も大きい高圧側パイロット弁 22 は、低圧側パイロット弁 23 の作動状態にかかわらず、常に作動する。そのため、少なくとも、高圧側パイロット弁 22 においては、作業者が何らの切換作業をする必要が無いので作業ミスも起こらず、切換にともなう可動部分も存在しないので故障等のトラブルも生じにくく、安全弁システム 20 A の信頼性が高まる。

20

【0059】

また、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 を開閉するのみで、高圧側パイロット弁 22 と低圧側パイロット弁 23 との切換を容易に行うことが可能となる。

【0060】

さらに、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 が、低圧側パイロット弁 23 を挟んだ両側にそれぞれ設けられていることで、低圧側パイロット弁 23 の両側の第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 を閉めると、低圧側パイロット弁 23 に対し、圧力 P が確実に導入されない状態とすることができる。その結果、システム信頼性を向上できる。

30

【0061】

また、低圧側パイロット弁 23 を挟んだ両側の第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の間の圧力を検出する圧力計 30 を備えていることで、低圧側パイロット弁 23 の両側の第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 を閉めた状態で、圧力計 30 で検出する圧力 P が上昇すれば、いずれの第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 でリークが生じていることを検知することができる。

【0062】

また、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 が、それぞれ複数基、直列に設けられているので、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 において、複数基のうちの一つにトラブルが生じた場合に、他の第一開閉弁 27、他の第二開閉弁 28 に切り換えることができる。そのため、高圧側パイロット弁 22、低圧側パイロット弁 23 の切換を確実に行うことができ、システム信頼性を高めることができる。

40

【0063】

さらに、作動圧力値 X 1 が最も高いパイロット弁のみを作動させた状態から、より低い作動圧力値 X 2 の低圧側パイロット弁 23 を作動させる状態に移行する際、圧力 P が、低圧側パイロット弁 23 の作動圧力値 X 2 を超えていると、切換部 24 A における切換と同時に、圧力 P が開放されてしまうことがある。しかし、そのような場合に、切換部 24 A で切換を行うに先だつて減圧弁 26 で減圧することで、低圧側パイロット弁 23 に作用する圧力 P を、作動圧力値 X 2 よりも低い状態とすることができる。これによって、切換部 24 A における切換と同時に、圧力 P が開放されてしまうことを抑制できる。

【0064】

50

例えば、減圧弁 26 で減圧処理を行ったときに、減圧後の圧力 P が低圧側パイロット弁 23 の作動圧力値 X1, X2 を下回っているかどうかを確実に確認することができる。そのため、システム信頼性をさらに高めることができる。

【0065】

図 5 は、高圧側パイロット弁 22 において、バネ 22d を取り外した状態を示す図である。

高圧側パイロット弁 22 は、複数のバネ 22c, 22d が着脱可能とされているので、例えば、図 5 に示すように、複数のバネ 22c, 22d のうちの少なくとも一つを取り外すことで、高圧側パイロット弁 22 を、より低い作動圧力値 X1 に変更することができる。そのため、低圧側パイロット弁 23 にトラブル等が生じた場合に、高圧側パイロット弁 22 を代わりに用いることができる。

10

【0066】

運搬船 10 が高圧設定状態では、低圧設定状態に比較し、タンク 12 内の圧力 P が開放される作動圧力値 X1 を、より高い状態に設定することができる。そのため、タンク 12 内の圧力 P が無駄に開放されることを抑制できる。また、地上設備にタンク 12 内の貯蔵物を効率よく送出させることができる。

【0067】

(第一実施形態の変形例)

上記第一実施形態では、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 のそれぞれに設けられたリミットスイッチ 27s, 28s からの検知信号により、安全弁システム 20A の制御部 50 で、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の開閉状態を確認するようにしたが、これに限らない。リミットスイッチ 27s, 28s を省略し、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の開閉状態を、作業員が目視で確認するようにしてもよい。さらに、第一実施形態では、第一開閉弁 27 と第二開閉弁 28 がそれぞれリミットスイッチ 27s, 28s を備える電磁弁である場合について説明した。しかし、これら第一開閉弁 27 と第二開閉弁 28 とをそれぞれ開閉検出器付手動弁としても良い。この場合、制御部 50 に代えて開閉検出器付手動弁の開閉状態を検出する検出部を設けても良い。この場合、開閉検出器付手動弁から離れた位置に配置されている検出部によって開閉状態を確認したユーザーが、手動で開弁操作、および閉弁操作を行う。

20

【0068】

上記第一実施形態では、圧力計 30 の検出値を、圧力トランスミッター 30s から取得し、安全弁システム 20A の制御部 50 で、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の開閉状態をモニタリングするようにしたが、これに限らない。第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の開閉状態は、作業員が目視で確認するようにしてもよい。また、圧力トランスミッター 30s を省略しつつ、リミットスイッチ 27s, 28s を備える構成とするのであれば、リミットスイッチ 27s, 28s からの検知信号により、安全弁システム 20A の制御部 50 で、第一開閉弁 27、第二開閉弁 28 の開閉状態を確認するようにしてもよい。

30

【0069】

上記第一実施形態では、主弁 21 のドーム室 21d の圧力 P を検出する圧力計 29 の検出値を、圧力トランスミッター 29s から取得し、減圧弁 26 による減圧処理が正しく行われているか否かを、安全弁システム 20A の制御部 50 で確認するようにしたが、これに限らない。圧力トランスミッター 29s を省略するようにしてもよい。

40

【0070】

(第二実施形態)

次に、この発明に係る安全弁システム、タンク、船舶、船舶における安全弁システムの運用方法第二実施形態について説明する。以下に説明する第二実施形態においては、第一実施形態と切換部の構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

【0071】

図 6 は、この発明の第二実施形態に係る安全弁システムの構成を示す図である。

50

図 6 に示すように、この実施形態における安全弁システム 20B は、主弁 21 と、高圧側パイロット弁 22 と、低圧側パイロット弁 23 と、切換部 24B と、逆止弁 125 と、減圧用電磁弁 126 と、を備えている。

【0072】

高圧側パイロット弁 22 は、リターンライン L25、及び、第一リターンライン L21 を介してタンク 12 内のガスがハウジング 22a に流れ込むことで、ガスの圧力 P が、弁体 22b の一方の側に作用する状態となる。弁体 22b の他方の側には、バネ 22c、22d による付勢力が作用しているため、圧力 P が付勢力を上回らない限り、弁体 22b は閉じた状態を維持する。

圧力 P がバネ 22c、22d の付勢力を上回ると、弁体 22b が開く。これにより、第一リターンライン L21 からハウジング 22a 内に導入されたガスが、第一圧力開放ライン L31 を介して、主弁 21 の開放ポート 21b に流れ込む。すると、ハウジング 22a に接続された第一圧力導入ライン L11 の圧力が下がり、主弁 21 のドーム室 21d の圧力が低下する。その結果、主弁 21 の導入ポート 21a とドーム室 21d との間に圧力差が生じ、弁体 21v が開いて導入ポート 21a と開放ポート 21b とが連通する。これによって、タンク 12 内の圧力 P は、主弁 21 を通して開放される。

【0073】

低圧側パイロット弁 23 は、リターンライン L25、及び、第二リターンライン L22 を介してタンク 12 内のガスがハウジング 23a 内に流れ込むことで、タンク 12 内のガスの圧力 P が、弁体 23b の一方の側に作用する。弁体 23b の他方の側には、バネ 23c による付勢力が作用しており、圧力 P が付勢力を上回らない限り、弁体 23b は閉じた状態を維持する。

【0074】

圧力 P がバネ 23c の付勢力を上回ると、弁体 23b が開き、第二リターンライン L22 からハウジング 23a 内に導入されたガスが、第二圧力開放ライン L32 を通して、主弁 21 の開放ポート 21b に流れ込む。すると、第二圧力導入ライン L12 の圧力が下がり、主弁 21 のドーム室 21d の圧力も低下する。その結果、主弁 21 の導入ポート 21a とドーム室 21d との間に圧力差が生じ、弁体 21v が開いて導入ポート 21a と開放ポート 21b とが連通する。これによって、タンク 12 内の圧力 P は、主弁 21 を通して開放される。ここで、低圧側パイロット弁 23 のバネ 23c の数は、高圧側パイロット弁 22 のバネ数よりも少なく、作動圧力値 X2 が低く設定されている。

【0075】

切換部 24B は、低圧側パイロット弁 23 へのタンク 12 内のガスの導入、非導入を切り換える。切換部 24B は、第一電磁弁（開閉弁）127 と、第二電磁弁（開閉弁）128 と、を備えている。

【0076】

第一電磁弁 127 は、低圧側パイロット弁 23 よりも主弁 21 側の第二圧力導入ライン L12 に設けられている。第一電磁弁 127 は、安全弁システム 20B の制御部 150 により、その開閉動作が制御される。

【0077】

第一電磁弁 127 は、その前後に、手動の遮断弁 140v1、140v2 を備えている。

第一電磁弁 127 が設けられた第二圧力導入ライン L12 と並行して、バイパスライン（バイパス流路）L12B が設けられている。バイパスライン L12B は、第二圧力導入ライン L12 から分岐して、第一電磁弁 127 を迂回するように形成されている。バイパスライン L12B は、手動のバイパス弁 141 を備えている。

ここで、手動の遮断弁 140v1、140v2 は、通常時は常時開いている。バイパス弁 141 は、通常時は常時閉じている。第一電磁弁 127 をメンテナンスしたり交換する際に、手動の遮断弁 140v1、140v2 が閉じられるとともに、バイパス弁 141 が開かれる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

第二電磁弁 1 2 8 は、低圧側パイロット弁 2 3 を挟んで、主弁 2 1 とは反対側の第二リターンライン L 2 2 に設けられている。第二電磁弁 1 2 8 は、安全弁システム 2 0 B の制御部 1 5 0 により、その開閉動作が制御される。

【 0 0 7 9 】

第二電磁弁 1 2 8 は、その前後に、手動の遮断弁 1 4 2 v 1 , 1 4 2 v 2 を備えている。

第二電磁弁 1 2 8 が設けられた第二リターンライン L 2 2 と並行して、バイパスライン（バイパス流路）L 2 2 B が設けられている。バイパスライン L 2 2 B は、第二リターンライン L 2 2 から分岐して、第二電磁弁 1 2 8 を迂回するように形成されている。バイパスライン L 2 2 B は、手動のバイパス弁 1 4 3 を備えている。

ここで、手動の遮断弁 1 4 2 v 1 , 1 4 2 v 2 は、通常時は常時開いている。バイパス弁 1 4 3 は、通常時は常時閉じている。第二電磁弁 1 2 8 をメンテナンスしたり交換したりする際に、手動の遮断弁 1 4 2 v 1 , 1 4 2 v 2 が閉じられるとともに、バイパス弁 1 4 3 が開かれる。

【 0 0 8 0 】

この第二実施形態における第一リターンライン L 2 1 と、第二リターンライン L 2 2 と、バイパスライン L 2 2 B とは、それぞれ連結ライン L 2 8 によって連結されている。具体的には、連結ライン L 2 8 は、後述する逆止弁 1 2 5 よりも低圧側パイロット弁 2 3 に近い位置で第一リターンライン L 2 1 に接続されている。連結ライン L 2 8 は、更に、第二電磁弁 1 2 8 と隣り合う遮断弁 1 4 2 v 2 と、後述する減圧用電磁弁 1 2 6 と隣り合う遮断弁 1 4 4 v 1 との間の位置で、第二リターンライン L 2 2 に接続されている。連結ライン L 2 8 は、更に、直列に接続されたバイパス弁 1 4 3 と後述するバイパス弁 1 4 5 との間の位置で、バイパスライン L 2 2 B に連結されている。

【 0 0 8 1 】

これら第一電磁弁 1 2 7 と第二電磁弁 1 2 8 とを開閉することで、低圧側パイロット弁 2 3 へのタンク 1 2 内のガスの導入、非導入を切り替えることができる。より具体的には、第一電磁弁 1 2 7 および第二電磁弁 1 2 8 の双方を開くことで、タンク 1 2 内のガスが低圧側パイロット弁 2 3 に導入される。第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 の双方を閉じれば、低圧側パイロット弁 2 3 へのタンク 1 2 内のガスの導入が遮断される。

【 0 0 8 2 】

切換部 2 4 B は、圧力計（系内圧力検出部）1 2 9 と、圧力トランスミッター 1 2 9 s と、圧力計（圧力検出部）1 3 0 と、圧力トランスミッター 1 3 0 s と、をさらに備えている。

【 0 0 8 3 】

圧力計 1 2 9 は、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d の圧力 P を計測して表示する。この圧力計 1 2 9 は、第一電磁弁 1 2 7 と主弁 2 1 との間の位置の第二圧力導入ライン L 1 2、より具体的には、手動の遮断弁 1 4 0 v 1 よりも主弁 2 1 に近い位置の第二圧力導入ライン L 1 2 に分岐接続されている。この圧力計 1 2 9 は、メンテナンス時等に第二圧力導入ライン L 1 2 から切り離せるように、手動の遮断弁 1 6 0 v 1 を介して設けられている。

【 0 0 8 4 】

圧力トランスミッター 1 2 9 s は、主弁 2 1 のドーム室 2 1 d の圧力 P を検知して、その検知信号を安全弁システム 2 0 B の制御部 1 5 0 に出力する。この圧力トランスミッター 1 2 9 s は、圧力計 1 2 9 と隣り合うように並んで設けられている。圧力トランスミッター 1 2 9 s は、第二圧力導入ライン L 1 2 の第一電磁弁 1 2 7 よりも主弁 2 1 に近い位置、より具体的には、遮断弁 1 4 0 v 1 よりも主弁 2 1 に近い位置に、遮断弁 1 6 0 v 2 を介して設けられている。図 6 においては、圧力トランスミッター 1 2 9 s が圧力計 1 2 9 よりも主弁 2 1 に近い位置に配置されている。しかし、圧力計 1 2 9 と圧力トランスミッター 1 2 9 s との配置は、この配置に限定されるものではない。例えば、図 6 に示す圧力トランスミッター 1 2 9 s は、圧力計 1 2 9 よりも第一電磁弁 1 2 7 に近い側に配置す

るようにしても良い。

【0085】

圧力計130は、低圧側パイロット弁23へ導入されるガスの圧力Pを計測して表示する。この圧力計130は、第一電磁弁127と低圧側パイロット弁23との間の位置の第二圧力導入ラインL12、より具体的には、手段の遮断弁140v2よりも低圧側パイロット弁23に近い側の位置の第二圧力導入ラインL12に分岐接続されている。この圧力計130は、上述した圧力計129と同様に、メンテナンス時等に第二圧力導入ラインL12から切り離せるように、手動の遮断弁161v1を介して設けられている。

【0086】

圧カトランスミッター130sは、低圧側パイロット弁23へ導入されるガスの圧力Pを検知して、その検知信号を安全弁システム20Bの制御部150に出力する。この圧カトランスミッター130sは、圧力計130と隣り合うように並んで設けられている。圧カトランスミッター130sは、第二圧力導入ラインL12の第一電磁弁127よりも低圧側パイロット弁23に近い位置、より具体的には、遮断弁140v2よりも低圧側パイロット弁23に近い位置に、遮断弁161v2を介して設けられている。図6においては、圧カトランスミッター130sが圧力計130よりも低圧側パイロット弁23に近い位置に配置されている。しかし、圧力計130と圧カトランスミッター130sとの配置は、この配置に限定されるものではない。例えば、図6に示す圧カトランスミッター130sは、圧力計130よりも第一電磁弁127に近い側に配置するようにしても良い。

【0087】

ここで、図6においては、圧力計129と、圧カトランスミッター129sとを、個別に第二圧力導入ラインL12に分岐接続し、更に、圧力計130と、圧カトランスミッター130sとを、個別に第二圧力導入ラインL12に分岐接続する場合について説明した。しかし、これらの構成に限られず、第一実施形態の圧力計30、及び、圧カトランスミッター30sのように、第二圧力導入ラインL12に対して樹枝状に分岐接続させるようにしても良い。

【0088】

逆止弁125は、リターンラインL25に設けられ、第一実施形態の逆止弁と同様に、高圧側パイロット弁22からタンク12へ向かうガスの流れを遮断する。その反対に、逆止弁25は、タンク12から高圧側パイロット弁22および低圧側パイロット弁23へ向けてのガスの流入は可能となっている。

【0089】

減圧用電磁弁126は、逆止弁125を迂回するバイパスラインL26に設けられている。この減圧用電磁弁126を開放することで、安全弁システム20B内の各ラインのガスをタンク12に戻すことができ、各ラインの圧力を減圧することができる。減圧用電磁弁126は、安全弁システム20Bの制御部150により、その開閉動作が制御される。

【0090】

減圧用電磁弁126は、その前後に、手動の遮断弁144v1, 144v2を備えている。

減圧用電磁弁126が設けられたバイパスラインL26と並行して、第二バイパスラインL26Bが設けられている。第二バイパスラインL26Bは、バイパスラインL26から分岐して、減圧用電磁弁126を迂回するように形成されている。第二バイパスラインL26Bは、手動のバイパス弁145を備えている。

バイパスラインL26、第二バイパスラインL26Bは、連結ラインL28に接続されている。

ここで、手動の遮断弁144v1, 144v2は、通常時は常時開いている。バイパス弁145は、通常時は常時閉じている。減圧用電磁弁126をメンテナンスしたり交換したりする際に、手動の遮断弁144v1, 144v2が閉じられるとともに、バイパス弁145が開かれる。

【0091】

上述した運搬船 10 では、上記第一実施形態と同様、航行中と停泊中とで、安全弁システム 20 B の作動圧力値を異ならせている。

すなわち、運搬船 10 が停泊しているときには、低圧側パイロット弁 23 の切換部 24 B の第一電磁弁 127、第二電磁弁 128 の双方を閉じ、低圧側パイロット弁 23 へタンク 12 内のガスが導入されることを遮断する。すると、タンク 12 内の圧力 P は、高圧側パイロット弁 22 のみに作用する。高圧側パイロット弁 22 は、圧力 P が、作動圧力値 X1 を超えない限り、閉状態を維持し、圧力 P が作動圧力値 X1 を超えると、高圧側パイロット弁 22 が開く。これにより、タンク 12 内の圧力 P が主弁 21 を通して開放され、タンク 12 内の圧力 P が過度に高くなることを抑制できる。

【0092】

運搬船 10 が航行しているときには、低圧側パイロット弁 23 の切換部 24 B の第一電磁弁 127、第二電磁弁 128 の双方を開く。すると、タンク 12 内の圧力 P は、高圧側パイロット弁 22 および低圧側パイロット弁 23 に作用する。低圧側パイロット弁 23 は、圧力 P が低圧側パイロット弁 23 の作動圧力値 X2 を超えない限り閉状態を維持し、圧力 P が作動圧力値 X2 を超えると、低圧側パイロット弁 23 が開く。これにより、タンク 12 内の圧力 P が主弁 21 を通して開放され、タンク 12 内の圧力 P が過度に高くなることを抑えることができる。

【0093】

したがって、上述した第二実施形態によれば、上記第一実施形態と同様、切換部 24 B において、低圧側パイロット弁 23 のみを作動しないように切り換えると、作動圧力値 X1 が最も大きい高圧側パイロット弁 22 のみを作動可能な状態にすることができる。また、切換部 24 B において、低圧側パイロット弁 23 を作動可能な状態に切り換えれば、低圧側パイロット弁 23 を作動可能な状態とすることができる。これによって、バネの着脱等を行うことなく、切換部 24 B で切換操作を行うのみで、安全弁システム 20 B における作動圧力値 X1, X2 を容易に切り換えることが可能となる。

【0094】

さらに、作動圧力値 X1 が最も大きい高圧側パイロット弁 22 は、低圧側パイロット弁 23 の作動状態にかかわらず、常に作動する。そのため、少なくとも、高圧側パイロット弁 22 においては、作業者が何らの切換作業をする必要が無いので作業ミスも起こらず、切換にともなう可動部分も存在しないので故障等のトラブルも生じにくく、安全弁システム 20 B の信頼性が高まる。

【0095】

さらに、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 が、電磁弁であるので、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 の開閉を、遠隔操作により行うことができるとともに、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 の開閉状態もモニタリングすることができる。したがって、高圧側パイロット弁 22 と低圧側パイロット弁 23 との切換、減圧用電磁弁 126 の開閉を容易に行うことが可能となる。

【0096】

さらに、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 の前後に、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 への流れを遮断する遮断弁 140v1, 140v2, 142v1, 142v2, 144v1, 144v2 が開閉可能に設けられている。これにより、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 をメンテナンスしたり交換したりする際には、前後の遮断弁 140v1, 140v2, 142v1, 142v2, 144v1, 144v2 を閉じることで、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 への流れを遮断することができる。これにより、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 をメンテナンス等する時の作業性が向上する。

【0097】

さらに、第一電磁弁 127、第二電磁弁 128、減圧用電磁弁 126 に並行するパイバ

10

20

30

40

50

スライン L 1 2 B , L 2 2 B、第二バイパスライン L 2 6 B と、バイパスライン L 1 2 B , L 2 2 B、第二バイパスライン L 2 6 B を開閉するバイパス弁 1 4 1 , 1 4 3 , 1 4 5 と、を備えている。これにより、第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8、減圧用電磁弁 1 2 6 をメンテナンスしたり交換したりする際には、それらの前後に配置された遮断弁 1 4 0 v 1 , 1 4 0 v 2 , 1 4 2 v 1 , 1 4 2 v 2 , 1 4 4 v 1 , 1 4 4 v 2 を閉じつつ、バイパス弁 1 4 1 , 1 4 3 , 1 4 5 を開くことで、第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8、減圧用電磁弁 1 2 6 を流れるガスをバイパスライン L 1 2 B , L 2 2 B、第二バイパスライン L 2 6 B に迂回させることができる。したがって、作業を行いながらも、安全弁システム 2 0 B を運用することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

さらに、第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 が、低圧側パイロット弁 2 3 を挟んだ両側にそれぞれ設けられていることで、低圧側パイロット弁 2 3 の両側の第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 を閉めると、低圧側パイロット弁 2 3 に対し、圧力 P が確実に導入されない状態とすることができる。その結果、システム信頼性を向上できる。

【 0 0 9 9 】

さらに、低圧側パイロット弁 2 3 を挟んだ両側の第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 の間の圧力を検出する圧力計 1 3 0 を備えていることで、低圧側パイロット弁 2 3 の両側の第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 を閉めた状態で、圧力計 1 3 0 で検出する圧力 P が上昇すれば、いずれの第一電磁弁 1 2 7、第二電磁弁 1 2 8 でリークが生じていることを検知することができる。

【 0 1 0 0 】

(その他の変形例)

この発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、実施形態で挙げた具体的な形状や構成等は一例にすぎず、適宜変更が可能である。

例えば、上記実施形態では、タンク 1 2 に LNG や LPG 等の液化ガスを搭載するようにしたが、他の種類のガスや液体を収容する場合であっても、この発明を適用可能である。

また、タンク 1 2 に限らず、配管等にも上記安全弁システム 2 0 A , 2 0 B を適用することができる。さらに、船舶に搭載されないタンクや配管以外にも、この発明は適用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 0 1 】

- 1 0 運搬船 (船舶)
- 1 1 船体
- 1 2 タンク (圧力源、タンク本体)
- 1 5 タンク収容部
- 2 0 A , 2 0 B 安全弁システム
- 2 1 主弁
- 2 1 a 導入ポート
- 2 1 b 開放ポート
- 2 1 d ドーム室
- 2 1 v 弁体
- 2 2 高圧側パイロット弁
- 2 2 a ハウジング
- 2 2 b 弁体
- 2 2 c , 2 2 d バネ
- 2 3 低圧側パイロット弁
- 2 3 a ハウジング
- 2 3 b 弁体

10

20

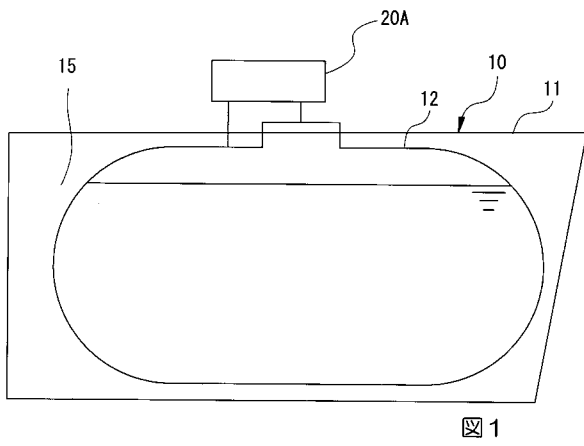
30

40

50

2 3 c	バネ	
2 4 A , 2 4 B	切換部	
2 5	逆止弁	
2 6	減圧弁 (減圧部)	
2 7	第一開閉弁 (開閉弁)	
2 7 s	リミットスイッチ	
2 8	第二開閉弁 (開閉弁)	
2 8 s	リミットスイッチ	
2 9 , 1 2 9	圧力計 (系内圧力検出部)	
2 9 s , 1 2 9 s	圧カトランスミッター	10
3 0 , 1 3 0	圧力計 (圧力検出部)	
3 0 s , 1 3 0 s	圧カトランスミッター	
1 2 5	逆止弁	
1 2 6	減圧用電磁弁	
1 2 7	第一電磁弁 (開閉弁)	
1 2 8	第二電磁弁 (開閉弁)	
1 2 9	圧力計	
1 2 9 s	圧カトランスミッター	
1 3 0	圧力計	
1 3 0 s	圧カトランスミッター	20
1 4 0 v 1 , 1 4 0 v 2 , 1 4 2 v 1 , 1 4 2 v 2	遮断弁	
1 4 1 , 1 4 3	バイパス弁	
1 4 4 v 1 , 1 4 4 v 2	遮断弁	
1 4 5	バイパス弁	
5 0 , 1 5 0	制御部	
1 6 0 v 1 , 1 6 0 v 2 , 1 6 1 v 1 , 1 6 1 v 2	遮断弁	
L 1 1	第一圧力導入ライン	
L 1 2	第二圧力導入ライン (圧力導入ライン)	
L 1 2 B , L 2 2 B	バイパスライン (バイパス流路)	
L 2 1	第一リターンライン	30
L 2 2	第二リターンライン	
L 2 5	リターンライン	
L 2 6	バイパスライン	
L 2 6 B	第二バイパスライン	
L 3 1	第一圧力開放ライン	
L 3 2	第二圧力開放ライン	
P	圧力	
X 1	作動圧力値	
X 2	作動圧力値	

【 図 1 】



【 図 2 】

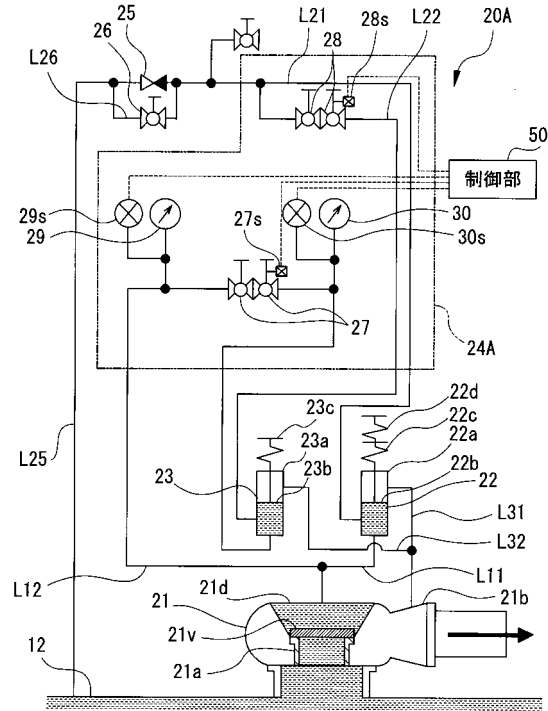


図 2

【 図 3 】

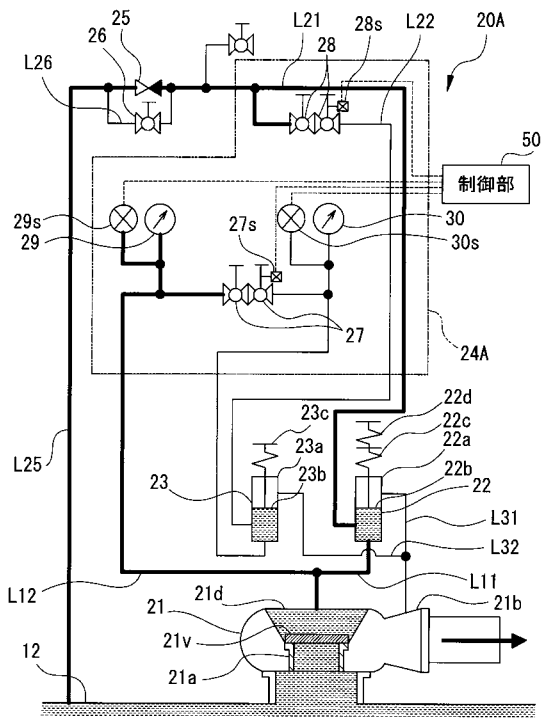


図 3

【 図 4 】

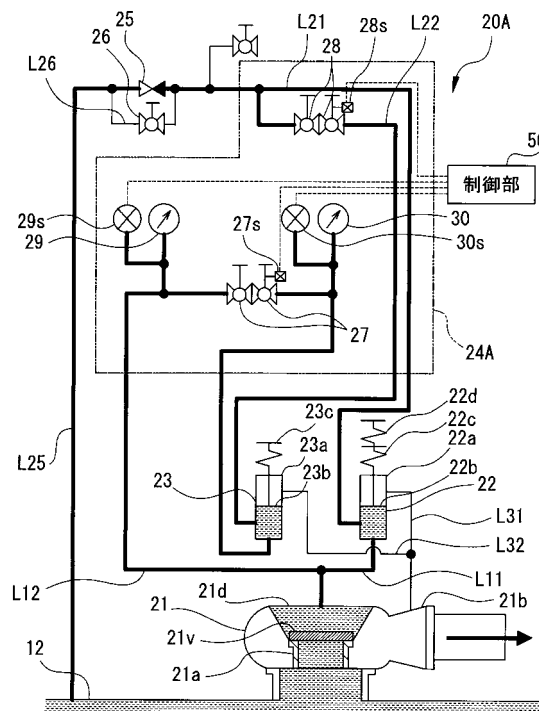


図 4

【 図 5 】

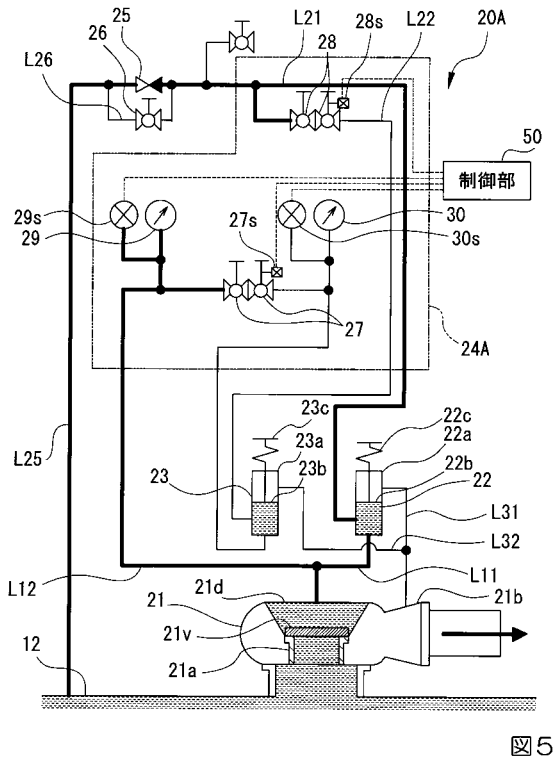


図 5

【 図 6 】

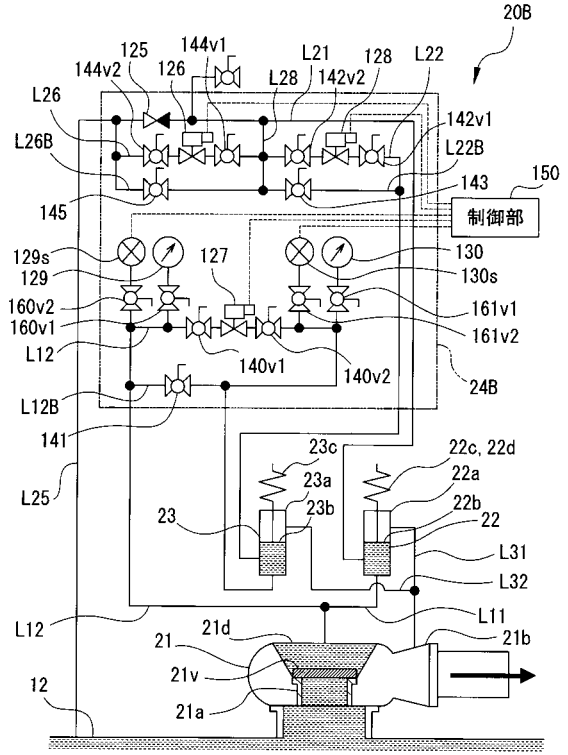


図 6

フロントページの続き

(72)発明者 石田 聡成

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 3E172 AA03 AA06 AB04 AB05 BA06 BB05 BB12 BB17 BD01 HA04
JA05 KA03 KA22