(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3955552号
(P3955552)
(45)発行日　平成19年8月8日(2007.8.8)　(24)登録日　平成19年5月11日(2007.5.11)

(51)Int.Cl.　F I
B08B 9/093 (2006.01)　B08B 9/093

請求項の数 5　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2003-167936(P2003-167936)
(22)出願日　平成15年6月12日(2003.6.12)
(65)公開番号　特開2005-826(P2005-826A)
(43)公開日　平成17年1月6日(2005.1.6)
審査請求日　平成16年4月9日(2004.4.9)

(73)特許権者　503213279
新日本石油基地株式会社
鹿児島県揖宿郡喜入町中名字上ノ浜２８５６番の５
(73)特許権者　503213040
有限会社日東工業
神奈川県横浜市旭区善部町９番地
(73)特許権者　503213051
東邦工業株式会社
神奈川県横浜市神奈川区子安通三丁目３１０番地
(73)特許権者　593036888
日進工業株式会社
山口県下松市大字平田４４３番地

最終頁に続く

(54)【発明の名称】タンク洗浄システムとタンク洗浄方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを有するタンク洗浄システムにおいて、前記弁の開閉作動を空気圧で行うためのエア駆動手段と、このエア駆動手段に接続され前記エア駆動手段に印加される空気圧が前記エア駆動手段に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する圧力検知手段と、この圧力検知手段に接続され前記信号に従って前記弁の開閉状態を表示する弁開閉表示手段とを有するタンク洗浄システムであって、

前記エア駆動手段は、前記弁の作動部と、この作動部に接続されるマスターバルブと、このマスターバルブに接続され前記マスターバルブを開閉制御する空気圧を供給する制御用エア配管と、前記マスターバルブを介して前記弁の作動部に駆動用の空気圧を供給する駆動用エア配管とを有し、

前記マスターバルブは、前記制御用エア配管から供給される空気圧が、マスターバルブの作動に十分な圧力まで上昇した際に、前記弁の作動部に前記駆動用の空気圧を供給し、

前記圧力検知手段は、前記タンクの引火性の流体に晒される環境から離れた場所において前記制御用エア配管に接続され、前記マスターバルブの開閉制御に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生することを特徴とするタンク洗浄システム。

【請求項２】

前記制御用エア配管は、前記弁に印加される空気圧を急減させる急速排気弁を備えるこ

とを特徴とする請求項１記載のタンク洗浄システム。
【請求項３】
タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを有するタンク洗浄システムにおいて、前記洗浄機の周辺に設置され作動音を検知する集音手段と、この検知された作動音を解析する解析手段と、この解析手段による解析結果を表示する表示手段とを有することを特徴とするタンク洗浄システム。
【請求項４】
タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に空気圧で開閉作動を行う弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを用いて行うタンク洗浄方法において、
前記弁の開閉作動を空気圧で行うためのエア駆動手段を加圧又は減圧する工程と、前記エア駆動手段に印加される空気圧が前記エア駆動手段に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する圧力検知工程と、この圧力検知工程によって発生された前記信号に従って前記弁の開閉状態を表示する弁開閉表示工程とを有するタンク洗浄方法であって、
前記エア駆動手段は、前記弁の作動部と、この作動部に接続されるマスターバルブと、このマスターバルブに接続され前記マスターバルブを開閉制御する空気圧を供給する制御用エア配管と、前記マスターバルブを介して前記弁の作動部に駆動用の空気圧を供給する駆動用エア配管とを有し、
前記マスターバルブは、前記制御用エア配管から供給される空気圧が、マスターバルブの作動に十分な圧力まで上昇した際に、前記弁の作動部に前記駆動用の空気圧を供給するものであって、
前記エア駆動手段を加圧又は減圧する工程は、前記制御用エア配管を加圧又は減圧する工程であり、
前記圧力検知工程は、前記タンクの引火性の流体に晒される環境から離れた場所において、前記制御用エア配管に印加される空気圧が、前記マスターバルブの開閉制御に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する工程であることを特徴とするタンク洗浄方法。
【請求項５】
タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に空気圧で開閉作動を行う弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを用いて行うタンク洗浄方法において、前記洗浄機の周辺に設置され作動音を検知する集音手段によって作動音を検知し、この検知された作動音を解析手段によって解析し、前記解析手段による解析結果を表示手段によって表示することを特徴とするタンク洗浄システム
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、原油などを貯留するタンク内を洗浄するタンク洗浄システムとタンク洗浄方法に係り、特に、洗浄に用いられる洗浄液を洗浄機に供給する配管に設置されるエア駆動弁の開閉状態を確実に把握して作業安全に寄与するタンク洗浄システムとタンク洗浄方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
一般に、石油原油類の貯蔵に際しては、それら油分中に混入する土砂、その他の不溶解分又はそれらの油分の長期保存中の重緒合あるいは酸化などによる高分子化合物の生成により難溶性の沈殿物等が凝集、沈殿していわゆるスラッジ層を形成する。これらスラッジ層の生成やその量は、油の性質、貯蔵の期間、立地環境によって一様ではないが、著しい場合には層高５ｍ以上にも達し、油槽の貯油能力を低下させるばかりか、槽内配管類の操作

を不能にし、油槽の円滑なる管理上に少なからぬ支障を生ずる。これらの槽内残油並びにスラッジ類の除去清掃方法としては、従来槽内残油分を可及的少量まで排出し、さらに温水の投入、加熱などの方法で油分を溶解除去した後、マンホールを開放、換気し、スコップ、バケット等を使用して人力によりスラッジ層を剥離排除し、さらに洗浄する方法が講ぜられているが、この際には、多大の作業要員と日数を要し、油蒸気の存在する中で作業するため保健衛生上、安全上も様々な課題を残している。さらに処理作業において発生するスラッジ並びに使用汚水の処理には公害発生などの原因を生ずるので、その工法を自動化、簡易化することが重要な課題であった。
このような状況下、工法を自動化して作業要員と日数を低減可能な工法がいくつか開発されている。

【０００３】
例えば、特許文献１には、「タンク洗浄装置」という名称で、浮屋根の支柱孔から複数の洗浄機を挿入・固定して、この洗浄機にポンプから洗浄液を圧送し、洗浄機のノズルから洗浄液を噴射してタンク内に溜まったスラッジを崩壊・流動化してタンク外に排出するもので、洗浄液を供給・停止するためのバルブを設けると同時に、このバルブを駆動する手段とこのバルブとポンプを制御する制御装置を備える技術が開示されている。
このようなタンク洗浄装置では、高さ数十メートルのタンクに上り、さらにタンクの浮屋根に下りて洗浄機の切替を行うという危険な作業を行う必要がなく、遠隔で操作することが可能である。

【０００４】
また、特許文献２には、「タンク洗浄装置」として、洗浄液の液圧が過昇する際に、洗浄液をタンク内に放出する逃し弁を備えるタンク洗浄装置であって、洗浄機の作動や洗浄液の供給をタンク外の安全域から遠隔で制御する洗浄機制御手段と、洗浄機の作動状態を表示する作動表示手段を備えてさらに監視カメラとその撮像を表示するモニター手段を設けるものである。
このようなタンク洗浄装置においても、洗浄機の始動、停止などに際して、洗浄機制御手段やモニター手段を遠隔操作することで、運転員が逐次タンク屋根まで昇降する必要がなく安全性に優れると同時に作業効率も向上させることができる。また、逃し弁の作動によっても洗浄液の供給配管の過圧を防止することで安全性の向上を図ることも可能である。

【０００５】
特許文献３には、「タンク洗浄装置の制御方法」として、特許文献２と同一の出願人から、タンク洗浄装置の洗浄機を運用する制御手段を備え、その洗浄機の作動順序と洗浄機の作動時間とが予め記録された制御データに基づいて洗浄機を順次切り換えて作動させるようにしたタンク洗浄装置の制御方法の内容が開示されている。
このようなタンク洗浄装置の制御方法によれば、特許文献２と同様な効果を奏することができる。

【０００６】
【特許文献１】
特開平６－３２０１３１号公報
【特許文献２】
特開平１０－１５５１６号公報
【特許文献３】
特開平１０－５７９１９号公報

【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
上述の従来の技術においては、まず、特許文献１に開示された発明では、洗浄機に洗浄液を供給・停止するためのバルブを設けており駆動手段として空気圧を選択している。これは、洗浄するタンクの中身が原油などの引火性の液体であることが多く、火花などの発生による爆発を防止するためにバルブの駆動手段として電力を駆動源とするものが避けられているためである。

しかしながら、このような防爆設計が採用されるものの、そのバルブの制御手段としては、駆動源として電力を利用する電磁弁が用いられている。また、具体的に記載はないものの、このようなバルブの開閉信号としてはリミットスイッチをこのバルブに直に設置して電気信号を取る方法が一般的である。したがって、洗浄水を供給するためのバルブの操作には何らかの形で電気信号が関与しており、防爆設計として完璧とは言い難いという課題があった。また電気信号を取ってバルブの開閉を確認するため、リミットスイッチ自体の故障の他、電気信号線の断線などによる不具合も生じる可能性もありバルブ開閉信号の管理の信頼性が必ずしも高くないという課題があった。

【０００８】

一方、特許文献２及び特許文献３に記載された発明においても、特許文献１に記載された発明と同様の課題を備える。また、これらの文献に開示された発明では洗浄液の液圧が過昇する際に洗浄液をタンク内に放出するための逃し弁を備えている。過昇は、圧送される洗浄液を洗浄機のノズルに供給するためのボールバルブ１ｂがすべて閉状態となってしまう場合などにおいて発生するが、本発明においては、そのような過昇のみならず通常の運転時においても開閉作動を行っている。具体的には、図１１に示されるように設定されたボールバルブを開く前にはまず逃し弁を開いておき、ボールバルブの開表示があった場合に逃し弁を閉止し、さらにボールバルブを閉止する際には再度逃し弁を開いてから設定されたボールバルブを閉止する。

【０００９】

このように逃し弁を利用して過昇を防止しながら洗浄機を作動させるボールバルブを選定しているのである。しかしながら、そもそもこのように逃し弁の開閉をボールバルブの開閉作動と併せて実施するのは、ボールバルブ自体の開閉の信頼性によるものである。もし、ボールバルブ開閉の表示の信頼性が高いならば、逐一逃し弁を開閉することなく次の洗浄機に係るボールバルブを開作動させてからその開状態にあるボールバルブの閉作動を行ってよいはずである。ところが、次のボールバルブの開閉に関する誤信号が発生し、次のボールバルブが閉止されたまま開状態にあるボールバルブを閉止すると過昇状態となってしまう。それで一旦逃し弁を開き次のボールバルブを開いてから開状態にあるボールバルブを閉止させるのである。すなわち、逃し弁と次のボールバルブのいずれかが閉止したままであったり、あるいはいずれかが誤信号を発生するという単一故障があったとしても過昇しない設計となっている。このような発明は確かに安全性は向上しているものの、逃し弁を必要としシステムやその操作が複雑化してしまうという課題があった。

【００１０】

さらに、特許文献２及び３に開示された発明においては、ビデオカメラをタンク最上部に備えて安全域に設置されたコントロールルーム内に設けられたビデオモニターによって浮き屋根の上を常時監視しているが、洗浄機の駆動状況を監視する場合、洗浄機の上部に露出するノズルに連結される回転部を監視することで実施されている。しかしながら、この回転部とノズルの連結部が外れている場合もあり必ずしも回転部の監視によって洗浄機の作動を監視できないという課題があった。

【００１１】

本発明はかかる従来の事情に対処してなされたものであり、洗浄機への洗浄液供給のためのバルブの開閉信号としてエア駆動手段の空気圧を検出し、リミットスイッチを用いることなく精度の高いバルブの開閉管理を行うことで逃し弁を削除してシステムを簡略化可能とし、さらに集音手段によって洗浄機のノズルから洗浄液が放出されている作動状態を精度よく監視可能なタンク洗浄システムとタンク洗浄方法と提供することを目的とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項１に記載の発明であるタンク洗浄システムは、タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを有するタンク洗浄システムにおいて、弁の開閉作動を空気圧で行うためのエア駆動手段と、このエア駆動手段に

接続されエア駆動手段に印加される空気圧がエア駆動手段に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する圧力検知手段と、この圧力検知手段に接続され信号に従って弁の開閉状態を表示する弁開閉表示手段を備えるタンク洗浄システムであって、
前記エア駆動手段は、前記弁の作動部と、この作動部に接続されるマスターバルブと、このマスターバルブに接続され前記マスターバルブを開閉制御する空気圧を供給する制御用エア配管と、前記マスターバルブを介して前記弁の作動部に駆動用の空気圧を供給する駆動用エア配管とを有し、
前記マスターバルブは、前記制御用エア配管から供給される空気圧が、マスターバルブの作動に十分な圧力まで上昇した際に、前記弁の作動部に前記駆動用の空気圧を供給し、
前記圧力検知手段は、前記タンクの引火性の流体に晒される環境から離れた場所において前記制御用エア配管に接続され、前記マスターバルブの開閉制御に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生するものである。

【００１３】

上記構成のタンク洗浄システムは、洗浄機に洗浄液を圧送するための弁の開閉をエア駆動手段によって印加される空気圧で行い、その空気圧が作動圧力を満足するか否かを圧力検知手段で検出して信号を発生し、その信号によって弁の開閉状態を表示するため、原油など引火性の液体に曝される弁に直接設置されるリミットスイッチを備える必要がなく、そのリミットスイッチによって発生する電気信号の発生もない。したがって、静的に弁の開閉状態を検知するという作用と弁の駆動源から信号を発生するため高精度に検出するという作用を備えるものである。

【００１４】

また、請求項２に記載の発明であるタンク洗浄システムは、請求項１に記載のタンク洗浄システムにおいて、制御用エア配管が弁に印加される空気圧を急減させる急速排気弁を備えるものである。

【００１５】

上記構成のタンク洗浄システムにおいては、請求項１の発明の作用に加えて、弁に印加される空気圧を急減させて弁の閉作動を迅速に促進させる作用を有する。

【００１８】

請求項３に記載の発明であるタンク洗浄システムは、タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを有するタンク洗浄システムにおいて、洗浄機の周辺に設置され作動音を検知する集音手段と、この検知された作動音を解析する解析手段と、この解析手段による解析結果を表示する表示手段とを有するものである。

【００１９】

上記構成のタンク洗浄システムにおいては、作動音を解析するためより定性的あるいは定量的に作動状況を把握することができるという作用を備える。解析としては、例えば高速フーリエ変換などを行い作動音の周波数解析や洗浄機の故障などを捉えるノイズ解析などである。複数存在する洗浄機について予め作動音の解析を行っておくことで、個別の詳細な作動確認の他、故障時においても故障部位や程度なども検知可能となる作用を備える。

【００２０】

請求項４に記載の発明であるタンク洗浄方法は、請求項１に記載したタンク洗浄システムの発明を方法発明として捉えたものであり、タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に空気圧で開閉作動を行う弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを用いて行うタンク洗浄方法において、弁の開閉作動を空気圧で行うためのエア駆動手段を加圧又は減圧する工程と、エア駆動手段に印加される空気圧がエア駆動手段に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する圧力検知工程と、この圧力検知工程によって発生された信号に従って弁の開閉状態を表示する弁開閉表示工程を有するタンク洗浄方法であって、
前記エア駆動手段は、前記弁の作動部と、この作動部に接続されるマスターバルブと、このマスターバルブに接続され前記マスターバルブを開閉制御する空気圧を供給する制御

用エア配管と、前記マスターバルブを介して前記弁の作動部に駆動用の空気圧を供給する駆動用エア配管とを有し、
　前記マスターバルブは、前記制御用エア配管から供給される空気圧が、マスターバルブの作動に十分な圧力まで上昇した際に、前記弁の作動部に前記駆動用の空気圧を供給するものであって、
　前記エア駆動手段を加圧又は減圧する工程は、前記制御用エア配管を加圧又は減圧する工程であり、
　前記圧力検知工程は、前記タンクの引火性の流体に晒される環境から離れた場所において、前記制御用エア配管に印加される空気圧が、前記マスターバルブの開閉制御に必要な作動圧力を満足するか否かに従って信号を発生する工程であるものである。

【００２１】
上記構成のタンク洗浄方法においては、請求項１に記載の発明と同様の作用を有する。

【００２２】
請求項５に記載の発明であるタンク洗浄方法は、請求項３に記載したタンク洗浄システムの発明を方法発明として捉えたものであり、タンクの浮屋根上に設置されこの浮屋根からノズル部を挿入して内部を洗浄する洗浄機と、この洗浄機に空気圧で開閉作動を行う弁を備えた配管を介して洗浄液を圧送する洗浄ポンプとを用いて行うタンク洗浄方法において、洗浄機の周辺に設置され作動音を検知する集音手段によって作動音を検知し、この検知された作動音を解析手段によって解析し、前記解析手段による解析結果を表示手段によって表示するものである。

【００２３】
上記構成のタンク洗浄方法においては、請求項３に記載の発明と同様の作用を有する。

【００２４】
【発明の実施の形態】
以下に、本発明に係るタンク洗浄システム及びタンク洗浄方法の実施の形態を図１乃至図９に基づき説明する。
図１は本発明の第１の実施の形態に係るタンク洗浄システムの概念図である。図１において、洗浄の対象となる原油タンク１は、内部に貯留される原油の量に応じて上下動する浮屋根２をその内側に備えている。浮屋根２の上部には洗浄機３が設置され原油タンク１内部にノズル３ａが挿入されており洗浄液が放出される。

【００２５】
また浮屋根２には支持マスト４が設置されており浮屋根２を支持している。洗浄液は、洗浄ヘッダ５を介して分岐ライン６より洗浄機３に供給される。通常洗浄機３は複数備えられているが、すべての洗浄機３から洗浄液が放出されるには原油タンク１の外部に設置された洗浄ポンプ９の容量が不足するなどの理由から、作動する洗浄機３を選択してから洗浄液を放出して洗浄する。そのため、分岐ライン６にはエア作動弁７が設けられており、選択された洗浄機３以外の洗浄機３には洗浄液が供給されないようになっている。
洗浄ヘッダ５には洗浄ライン８が接続されており、この洗浄ライン８には前述の洗浄ポンプ９を介して油水分離槽１３が接続され、洗浄液を供給する。

【００２６】
洗浄機による洗浄法には大きく分けて、洗浄液として温水を用いる温水洗浄と、洗浄液として原油を用いる共油（ともゆ）洗浄の２種類があるが、図１に示すのは、洗浄液として温水を用いる温水洗浄のシステムである。油水分離槽１３においては原油タンク１から回収ライン１０及び回収ポンプ１１を介して回収される原油と温水の混合流体から上部に浮く原油と下部に沈む温水とに分離させ、温水を再度洗浄液として洗浄ライン８から供給するものである。

【００２７】
なお、共油洗浄の場合には、別個の原油タンクとの間で原油を循環させる構成となっており図９を用いながら後述する。
油水分離槽１３に示されるスチームラインは、温水の温度を上げあるいは維持するために

蒸気を供給するものである。油水分離された後の原油はスロップライン１４及び浮上油回収ポンプ１２を介して回収、処理される。
エア作動弁７は、空気圧によって駆動する作動部７ａによって開閉される。作動部７ａには給気配管１７及び給気配管１９を介してマスターバルブ１５が接続されており、このマスターバルブ１５は急速排気弁１６を介して制御用エア配管２４に接続され、さらに別に駆動用エア配管２０、ヘッダ分岐止め弁２１及びエアヘッダ管２２を介して駆動用エア配管２３に接続されている。
【００２８】
駆動用エア配管２３はコンプレッサー３３に接続され、加圧された空気が供給される。圧縮空気はマスターバルブ１５から給気配管１８を経由して洗浄機３のノズルを作動させるために用いられるのと同時に、給気配管１９を経由して作動部７ａを作動させることでエア作動弁７を開け、洗浄液を洗浄機３に供給するために用いられる。
また、エア作動弁７を閉止する場合には、作動部７ａに対してマスターバルブ１５から給気配管１７側に圧縮空気を供給するようにする。マスターバルブ１５の作動の制御には制御用エア配管２４から供給される圧縮空気が用いられるが、この圧縮空気は、コンプレッサー３４から供給される。急速排気弁１６は、制御用エア配管２４に印加される圧縮空気を抜き、マスターバルブ１５の閉作動を促進するものである。
【００２９】
制御用エア配管２４には、メカバルブエア配管３２を介してメカバルブ２６が設置されており、このメカバルブ２６を原油タンク１から離れた安全なコントロールセンターのような場所に設置された制御盤２７内に設けて開閉作動させることで制御用エア配管２４に圧縮空気を印加したり、制御用エア配管２４の脱圧をしたりという制御を行う。圧縮空気の印加はメカバルブエア配管３０を介してコンプレッサー３４に接続されるようにメカバルブ２６を切替え、脱圧は脱圧管３１に接続されるように切り替える。
【００３０】
制御用エア配管２４にはメカバルブ２６の他、圧力スイッチ２５が接続されており制御用エア配管２４に印加される圧縮空気の圧力に従って電気信号を発生する。制御用エア配管２４に印加された圧縮空気がマスターバルブ１５を作動させるのに十分な圧力に到達した場合には、マスターバルブ１５は駆動用エア配管２０から供給される駆動用の圧縮空気を給気配管１９を介して作動部７ａに供給し、エア作動弁７が開作動する。その際、制御用エア配管２４に接続された圧力スイッチ２５はマスターバルブ１５の作動に十分な圧力であることを検知して開信号を発生し、開信号は開信号線４１を介して開表示灯２８を点灯させる。
【００３１】
一方、制御用エア配管２４にマスターバルブ１５の作動に十分な圧力がない場合には、圧力スイッチ２５は圧力が不十分として閉信号を発生し、閉信号線４２を介して閉表示灯２９を点灯させる。
圧力スイッチ２５や開表示灯２８及び閉表示灯２９も制御盤２７に設置されているため、圧力スイッチ２５による電気的な開信号や閉信号は引火性の流体に曝される環境から離れて発生し、安全に処理される。
マスターバルブ１５は、図１では省略されているが、各エア作動弁７に設置される作動部７ａにそれぞれ設けられるものであり、各洗浄機３に対して独立に駆動用圧縮空気を供給することが可能である。
【００３２】
次に、このように構成された本実施の形態に係るタンク洗浄システムにおける監視装置について説明する。
原油タンク１の上端部には、ビデオカメラ３５が設置されており、このビデオカメラ３５によって浮屋根２の上部全体を詳細に見渡すことができる。ビデオカメラ３５からの映像情報は、映像信号線３６を経由して解析装置３９に接続され、解析装置３９に備えられたモニタリング画面によって常時監視することが可能である。また、解析装置３９に備えら

れた格納装置（図示せず）に定期的に映像や画像を記録することも可能である。この解析装置３９も前述の制御盤２７と同様に原油タンク１から離れ作業員が詰めるコントロールセンターのような場所に設置される。

【００３３】

さらに、浮屋根２の上面にはマイク３７を設置して洗浄機３のノズル３ａから洗浄液が放出される音や洗浄機３に発生している異常音に関する情報を集め、音信号線３８を介して解析装置３９に送信して解析装置３９に備えられたスピーカ（図示せず）などで再生する。集積された音に関する情報は、解析装置３９によって高速フーリエ変換などによって処理され、周波数、振幅あるいは音色などを分析してもよい。

マイク３７によって集められる洗浄機３に関する音は、表面的にしか捉えることのできない映像による情報を補完することが可能である。例えば、ノズル３ａは浮屋根２から原油タンク１内に挿入されているため、ビデオカメラ３５からその作動状況について撮像することができないが、作動音をマイク３７で捉えることは可能である。特に、複数設置される洗浄機３毎に予め作動音に関するデータを取得しておき、解析装置３９の格納装置にデータベースとして保存しておくことで、個別に精度の高い管理を行うことができる。例えば、洗浄機３の中に故障とは言えない程度の不具合を有するものがあり、他の洗浄機３とは異なる作動音を発生する場合に、その作動音を予めデータとして取得しておけば、その洗浄機３については故障とはまでは言えない通常音として認識可能であり、他の洗浄機３においてこのような作動音が生じた場合と異なる対応を取ることが可能である。

【００３４】

また、予めデータベースとして格納された作動音と実際に作業を行っている際に取得される作動音を、解析装置３９によって周波数などの解析を実施した後に相関分析を施すことによって、作動状況を自動的に判断することも可能である。

その結果、予め格納されている作動音と現状の作動音が相違すると判断された場合には警報を発生するようにしてもよい。これらの解析結果は遠隔操作を行う作業員が確認可能に解析装置３９の画面に表示する。

【００３５】

なお、マイク３７は図１中１つのみ表示しているものの、もちろん、すべての洗浄機３の周囲に独立に設置されることが望ましい。但し、近接する２つの洗浄機３に対して、予めそれぞれの洗浄機３の作動音のデータを取得しておき、１つのマイク３７でそれぞれの洗浄機３から発生される音を分別可能であるような場合、あるいは音の方向性を検知可能であるような場合にはマイク３７を兼用してもよい。

【００３６】

以上のように構成された本実施の形態に係るタンク洗浄システムにおいて、洗浄機の選択と起動や停止、エア作動弁への圧縮空気の供給、洗浄液の供給などの操作について図２乃至図８を参照しながら説明する。なお、図２乃至図８を用いて説明する内容はそのままタンク洗浄方法の実施の形態に関する説明でもある。

【００３７】

図２は本実施の形態に係るタンク洗浄システムを用いて実施される洗浄作業において、洗浄機を選択し、駆動させ、停止させるまでの工程を示すフロー図である。図２を参照しながら説明する場合でも、システムを構成する機器などについては図１に示される符号をそのまま用いて説明する。図３は図１に示された本実施の形態に係るタンク洗浄システムのうち、エア作動弁の駆動系に関連する部分を抽出し、洗浄機を選択する以前の初期状態を示す概念図である。また、図４はメカバルブを切り替えて圧縮空気をマスターバルブに供給する開放操作の状態を示す概念図である。図５及び図６は、制御用エア配管を減圧してマスターバルブを閉止操作する状態を示す概念図であり、図７は圧縮空気を制御用エア配管に供給したまま遮断された状態を示す概念図である。なお、図３乃至図７において、図１と同一の構成には同一符号を付し、その構成については一部省略する場合がある。

【００３８】

図２において、ステップＳ１－１は洗浄機３を選択する工程である。前述のとおり洗浄ポ

ンプ９の吐出容量による制限のためすべての洗浄機３を稼動させることができない場合が多いため、まず、稼動させる洗浄機３の選択を行うのである。このように洗浄機３を選択する状態では、図３に示すようにエア作動弁７の作動部７ａではコンプレッサー３３から供給される駆動用の圧縮空気が駆動用エア配管２３、エアヘッダ管２２、駆動用エア配管２０、マスターバルブ１５のＰポート（吸気ポート）及びＢポートを経由して給気配管１７から供給されており、エア作動弁７は閉止状態にある。また、制御用の圧縮空気はコンプレッサー３４からメカバルブエア配管３０を経由してメカバルブ２６まで印加される状態にあるが、メカバルブ２６はＲポートに接続されており制御用エア配管２４は脱圧状態となっている。従って、制御用エア配管２４に接続された圧力スイッチ２５は、閉信号を閉信号線４２に発し閉表示灯２９を点灯させている。

【００３９】

このような状態において、図２に示すとおり洗浄機３を選択した後、制御盤２７内に設けられた選択した洗浄機３のメカバルブ２６を切り替えて、図３に示される遮断しているＡポートにコンプレッサー３４から圧縮空気を供給して制御用エア配管２４を加圧する。この工程がステップＳ１－２及びステップＳ１－３である。

メカバルブ２６のＡポートにコンプレッサー３４を接続した状態を示すのが図４である。図４において、圧縮空気は急速排気弁１６を介してマスターバルブ１５に供給される。マスターバルブ１５の作動圧力は０．３ＭＰａであり、この作動圧力まで上昇するには、制御用エア配管２４を約１５０ｍとすると約５～７秒の時間を要する。

【００４０】

制御用エア配管２４が０．３ＭＰａまで加圧されるとマスターバルブ１５が図４に示されるように、ＰポートとＡポート、Ｒ２ポートとＢポートが接続されコンプレッサー３３からの駆動用圧縮空気が給気配管１８及び給気配管１９を経由して作動部７ａに供給される。このようにマスターバルブ１５のＰポートの接続先がＡポートからＢポートに切り替えられると（ステップＳ１－４）、作動部７ａ内のシリンダー７ｂが、エア作動弁７を開作動する方向へ押し出され、エア作動弁７が開かれる（ステップＳ１－５）。エア作動弁７の開動作によって、洗浄ヘッダ５から洗浄液が洗浄機３に供給可能となる。

制御用エア配管２４が作動圧力まで上昇した状態では、圧力スイッチ２５は開信号を発生するため開信号線４１に接続されている開表示灯２８が点灯する。

【００４１】

コンプレッサー３３から供給される駆動用の圧縮空気は、給気配管１８を介して洗浄機３供給され、洗浄機３のノズル３ａが回転しながら洗浄液を放出する。

洗浄機３の稼動によって、洗浄液である温水を原油タンク１内に射出し、原油タンク１内に溜まるスラッジ４０を溶解させて回収する作業を実施する。所定の時間、洗浄機３を運転させた後、停止させる。

【００４２】

図２において、停止させる際にはまずステップＳ１－６に示されるようにメカバルブ２６の切替を行う。具体的には、図５に示されるようにＡポートをＲポートに接続する操作を行う。このようにすることで、脱圧管３１を経由して制御用エア配管２４に充填された圧縮空気を抜き、制御用エア配管２４の減圧を行うのである（ステップＳ１－７）。図５の状態では、まだ閉止操作の最初の段階であるため、制御用エア配管２４の減圧は十分ではなく圧力スイッチ２５は切り替わっておらず、開表示灯２８が点灯したままの状態となっている。また、マスターバルブ１５も切り替わっておらず、駆動用の圧縮空気は給気配管１９からエア作動弁７に供給されたままであり、洗浄機３にも給気配管１８を介して供給されている。

【００４３】

次に、制御用エア配管２４が急速排気弁１６の作動圧まで減圧された状態を図６に示す。図６では、制御用エア配管２４に印加された圧縮空気が脱圧管３１から抜かれ、減圧が進んでいる。しかも、急速排気弁１６の作動圧にまで到達したため、急速排気弁１６が作動し、急速排気弁１６のＲポートが開いてマスターバルブ１５に印加されていた残存の圧縮

空気を急激に逃している（ステップＳ１－８）。このため、急速排気弁１６がない場合に比べて早期にマスターバルブ１５のポートが初期状態と同じ状態へと切り替わっている（ステップＳ１－９）。
このような状態では、コンプレッサー３３からの駆動用圧縮空気は、給気配管１７を経由して作動部７ａに供給されるため、シリンダー７ｂが今度はエア作動弁７が閉止する方向へ押し出されエア作動弁７は閉止する（ステップＳ１－１０）。また、洗浄機３に供給されていた圧縮空気も供給を断たれる。

【００４４】
圧力スイッチ２５は制御用エア配管２４の減圧を検知し、閉止信号を発生し、閉表示灯２９を点灯させる。

【００４５】
図７は、コンプレッサーから供給される圧縮空気の遮断時の状態を示す概念図である。図７において、コンプレッサー３４の故障などによって圧縮空気の供給が遮断された場合には、メカバルブ２６に設けられた逆止弁が作動し、制御用エア配管２４に充填された圧縮空気の漏洩を防止する。従って、圧力スイッチ２５から発生される信号は変化がなく、開表示灯２８が点灯したままの状態が維持される。但し、時間が経過して制御用エア配管２４の圧力が低下するとマスターバルブ１５が作動し、コンプレッサー３３から供給される駆動用の圧縮空気がエア作動弁７を作動させるので、コンプレッサー３４とコンプレッサー３３を共用したり、駆動用エア配管２３とメカバルブエア配管３０を接続してコンプレッサーの単一故障による圧縮空気の供給断を防ぐとよい。
また、コンプレッサー３３からの駆動用の圧縮空気が遮断された場合には、制御用エア配管２４の圧力が低下しないためマスターバルブ１５が作動することがなくエア作動弁７は開状態を維持することになる。

【００４６】
次に、図８を参照しながら本実施の形態に係るタンク洗浄システムを用いて実施される洗浄作業において、洗浄機を選択し、駆動させ、さらに別の洗浄機を選択して起動し、既に駆動している洗浄機を停止するまでの工程を説明する。
図８では、一の洗浄機が既に稼動していることを前提としており、この稼動している洗浄機は停止されるためその工程には（停）を付して示し、次に稼動させる洗浄機に関する工程には（起）を付して示している。各工程における各装置の作用などは既に図３乃至図６を参照しながら説明したのでここでは省略する。

【００４７】
このように一の洗浄機を稼動させて、次に別の洗浄機を稼動させるのは、前述のとおり広い原油タンク１内において、１つの洗浄機３によって洗浄液を到達させることができる範囲は限られており、従って複数の洗浄機３によって原油タンク１内をカバー可能なように浮屋根２上に配置して順次稼動させるためである。

【００４８】
図８において、ステップＳ２－１では次に起動させる洗浄機３の選択を行う。選択した洗浄機３のメカバルブ２６を切り替え（ステップＳ２－２）、起動させる洗浄機３に係る制御用エア配管２４を加圧し（ステップＳ２－５）、マスターバルブ１５の切り替えを行い、エア作動弁７を開く（ステップＳ２－５）。このとき、制御用エア配管２４の圧力がマスターバルブ１５の作動圧力に到達した際に起動させる洗浄機３の圧力スイッチ２５が動作し、エア作動弁７が開状態にあることを表示する。

【００４９】
このような状態では、２つの洗浄機３が稼動中である。すなわち、逃し弁を作動させることなく、次に稼動させる洗浄機３のエア作動弁７を開作動させておき、既に稼動させている洗浄機３の閉作動が万一実行されなくとも洗浄ヘッダ５などの過圧を防止するのである。

【００５０】
次に、停止させる洗浄機３を選択し（ステップＳ２－６）、その洗浄機３に係るメカバル

ブ２６を切り替えて（ステップＳ２－７）、制御用エア配管２４の減圧を行う（ステップＳ２－８）。停止させる洗浄機３に係る急速排気弁１６の作動圧まで減圧されると急速排気弁１６が作動し（ステップＳ２－９）、マスターバルブ１５が切り替わり（ステップＳ２－１０）、エア作動弁７が閉止し（ステップＳ２－１１）、圧力スイッチ２５も閉止状態を表示する。この状態では、新たに起動させた洗浄機３のみが稼動している。
このように洗浄機３の作動を順次実施してゆくことで洗浄ヘッダなど洗浄液を供給する配管を過圧することなく安全に洗浄作業を行うことができる。
なお、自己の他にいずれの圧力スイッチ２５も開状態を示していない状態において、自己のメカバルブ２６を切り替えることができないようなインターロックを設けることによれば、より安全に洗浄機３の切替操作が可能となることは言うまでもない。

【００５１】
最後に、図９を参照しながらタンク洗浄システムの第２の実施の形態である共油洗浄を行う場合について説明する。
図９において図１と同一部分については同一符号を付し、その構成の説明は省略する。本実施の形態においては、共油洗浄を行うため、洗浄する原油タンク１に隣接する原油タンク５１に貯留された原油を洗浄液として利用する。
原油タンク５１に貯留された原油は洗浄ライン５３、熱交換器５２、洗浄ヘッダ５５を介して洗浄ポンプ９によって洗浄機３から原油タンク１内に放出される。途中、熱交換器５２で原油を加熱することで原油タンク１内に溜まったスラッジの溶解を促進するのである。加熱源として蒸気を用いるため、熱交換器５２にはスチームラインが接続されている。
スラッジを溶解した原油は原油タンク１のドレン口から回収ライン５４へ回収ポンプ１１によって吸引され再び原油タンク５１に戻される。

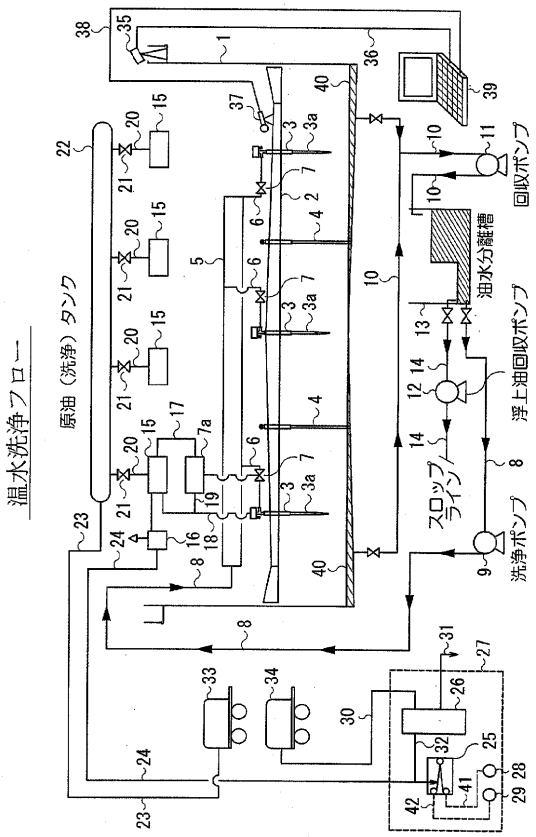
【００５２】
図９においては、洗浄機３に洗浄液である原油を供給するエア作動弁７を駆動する図１に示したようなエア配管やヘッダあるいはビデオカメラ３５やマイク３７などの監視装置については省略しているが、エア作動弁７、エア作動弁７廻りや監視装置の構成やこれらの作用及び効果については図１に記載された内容、図２乃至図８を参照しながら説明した内容と同一であり特にここでは説明しない。
以上、本実施の形態に係るタンク洗浄システムは、エア作動弁７の作動部７ａを制御するマスターバルブ１５への圧縮空気の圧力を圧力スイッチ２５によって検知しているため、エア作動弁７の開閉作動とのマッチングの精度が高く、よって開閉状態の管理精度も高くなる。

【００５３】
また、リミットスイッチなどの動的機器を用いることなく、圧力による検知という静的な手段を用いているため故障も少なく、このことによっても高精度を実現することができる。
よって、運転する洗浄機の切り替えの作業時においても、新たに運転を開始する洗浄機に係るエア作動弁の開作動確認と、既に運転中の洗浄機を停止する際のエア作動弁の閉止確認も精度高く実行可能であり、逃し弁の開作動を逐一行う必要がなく、作業者の労力の低減と作業時間の短縮という効果を奏することができる。

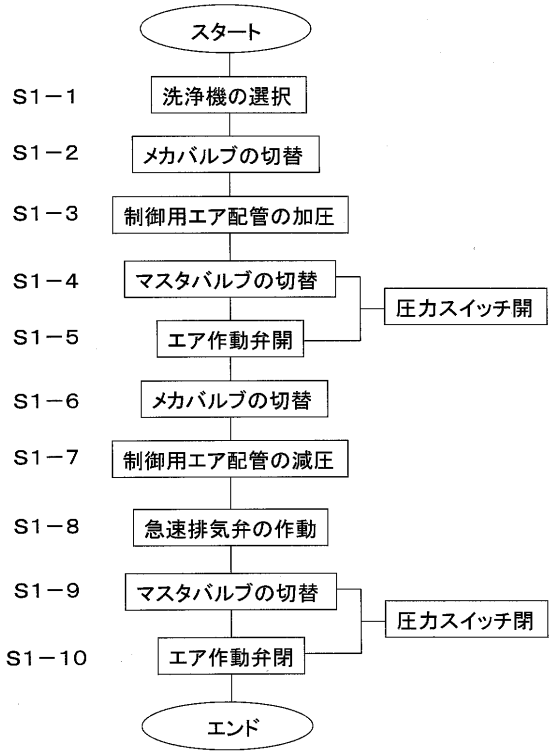
【００５４】
さらに、マイク３７によって洗浄機３の作動音を取得可能であることから、遠隔操作であってもより正確に洗浄機３の作動を確認することができる。このことによって、複数の洗浄機３を順次作業する場合において、既に運転している洗浄機３の作動状況を確認してから、次の洗浄機３を起動させることができ、また、この新たに起動させた洗浄機３の作動状況、すなわちエア作動弁７の開作動も確認することも可能である。従って、既に運転している洗浄機３のエア作動弁７を閉止させても過圧状態を確実に避けることができるという効果もある。
また、本実施の形態に係るタンク洗浄方法においても上述の効果と同様の効果を奏することができる。

【００５５】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明の請求項１に記載のタンク洗浄システム及び請求項４に記載のタンク洗浄方法においては、エア駆動手段に印加される空気圧がエア駆動手段に必要な作動圧力を満足するか否かに従って、圧力検知手段が弁の開閉信号を発生させるため弁の開閉作動とのマッチングに優れた開閉状態の管理が可能となる。また、動的機器を扱うことなく圧力を検知することで弁の開閉状態を検知するため故障が少なく、これによっても精度の高い弁の開閉状態の管理を行うことが可能である。
【００５６】
また、特に本発明の請求項２に記載のタンク洗浄システムにおいては、急速排気弁によってエア駆動手段の減圧を促進して、弁の閉止操作を迅速に実行することができる。
【００５８】
請求項３に記載のタンク洗浄システム及び請求項５に記載のタンク洗浄方法においては、作動音を解析することによってより詳細に洗浄機の作動確認を行うことができるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係るタンク洗浄システムの概念図である。
【図２】本実施の形態に係るタンク洗浄システムを用いて実施される洗浄作業において、洗浄機を選択し、駆動させ、停止させるまでの工程を示すフロー図である。
【図３】本実施の形態に係るタンク洗浄システムのうち、エア作動弁の駆動系に関連する部分を抽出し、洗浄機を選択する以前の初期状態を示す概念図である。
【図４】本実施の形態に係るタンク洗浄システムのメカバルブを切り替えて圧縮空気をマスターバルブに供給する開放操作の状態を示す概念図である。
【図５】本実施の形態に係るタンク洗浄システムの制御用エア配管を減圧してマスターバルブを閉止操作する状態を示す概念図である。
【図６】本実施の形態に係るタンク洗浄システムの制御用エア配管を減圧してマスターバルブを閉止操作する状態を示す概念図である。
【図７】本実施の形態に係るタンク洗浄システムのコンプレッサーから供給される圧縮空気の遮断時の状態を示す概念図である。
【図８】本実施の形態に係るタンク洗浄システムにおいて、洗浄機を選択し、駆動させ、さらに別の洗浄機を選択して起動し、既に駆動している洗浄機を停止するまでの工程を示すフロー図である。
【図９】本発明の第２の実施の形態に係るタンク洗浄システムの概念図である。
【符号の説明】
１…原油タンク　２…浮屋根　３…洗浄機　３ａ…ノズル　４…支持マスト　５…洗浄ヘッダ　６…分岐ライン　７…エア作動弁　７ａ…作動部　７ｂ…シリンダー　８…洗浄ライン　９…洗浄ポンプ　１０…回収ライン　１１…回収ポンプ　１２…浮上油回収ポンプ　１３…油水分離槽　１４…スロップライン　１５…マスターバルブ　１６…急速排気弁　１７…給気配管　１８…給気配管　１９…給気配管　２０…駆動用エア配管　２１…ヘッダ分岐止め弁　２２…エアヘッダ管　２３…駆動用エア配管　２４…制御用エア配管　２５…圧力スイッチ　２６…メカバルブ　２７…制御盤　２８…開表示灯　２９…閉表示灯　３０…メカバルブエア配管　３１…脱圧管　３２…メカバルブエア配管　３３…コンプレッサー　３４…コンプレッサー　３５…ビデオカメラ　３６…映像信号線　３７…マイク　３８…音信号線　３９…解析装置　４０…スラッジ　４１…開信号線　４２…閉信号線　５１…原油タンク　５２…熱交換器　５３…洗浄ライン　５４…回収ライン　５５…洗浄ヘッダ

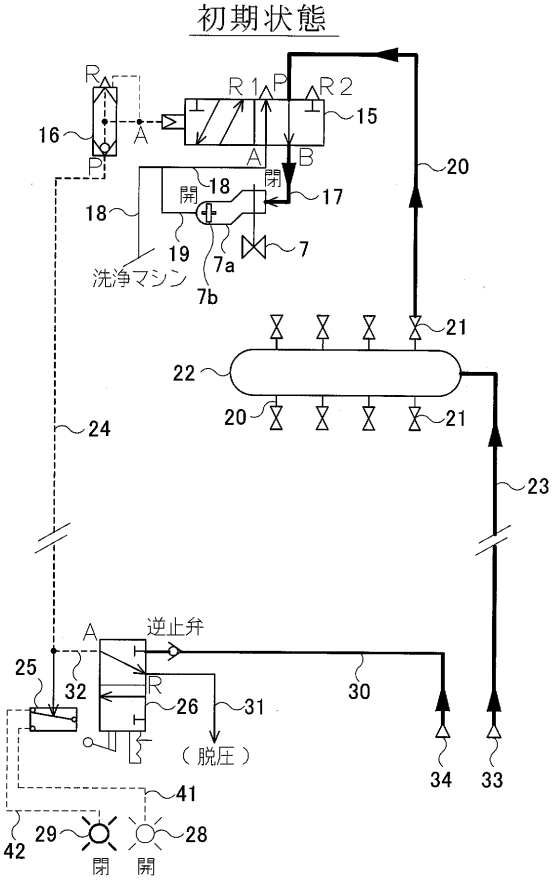
【図１】


温水洗浄フロー
原油（洗浄）タンク
油水分離槽
回収ポンプ
浮上油回収ポンプ
スロップライン
洗浄ポンプ

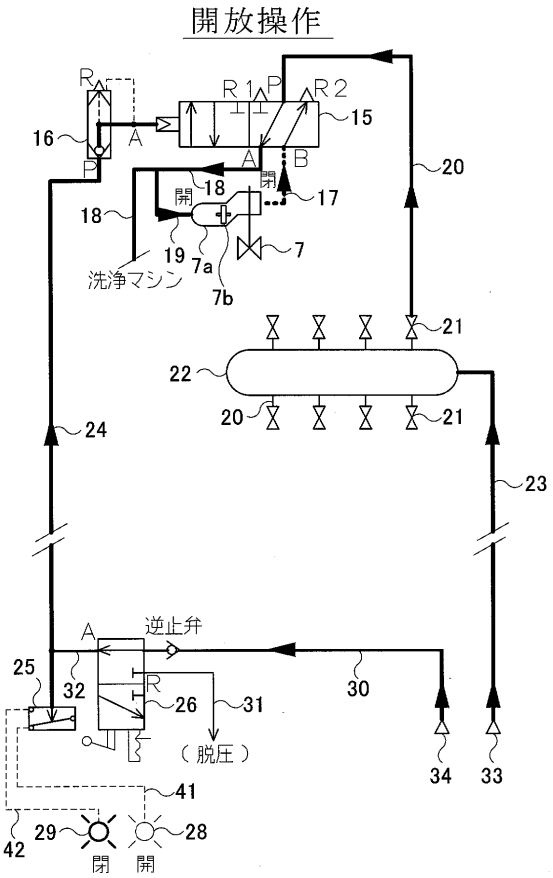
【図２】


スタート
S1－1
洗浄機の選択
S1－2
メカバルブの切替
S1－3
制御用エア配管の加圧
S1－4
マスタバルブの切替
圧力スイッチ開
S1－5
エア作動弁開
S1－6
メカバルブの切替
S1－7
制御用エア配管の減圧
S1－8
急速排気弁の作動
S1－9
マスタバルブの切替
圧力スイッチ閉
S1－10
エア作動弁閉
エンド

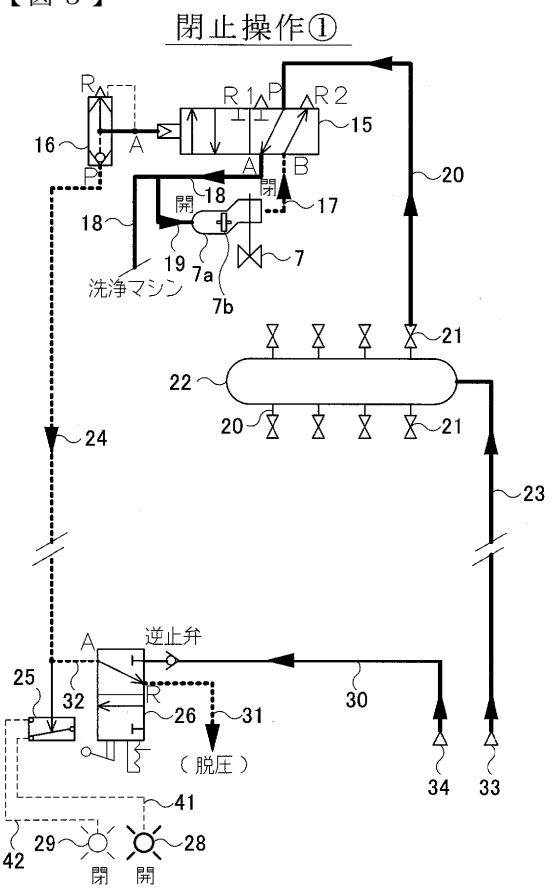
【図３】


初期状態
洗浄マシン
逆止弁
（脱圧）
閉
開

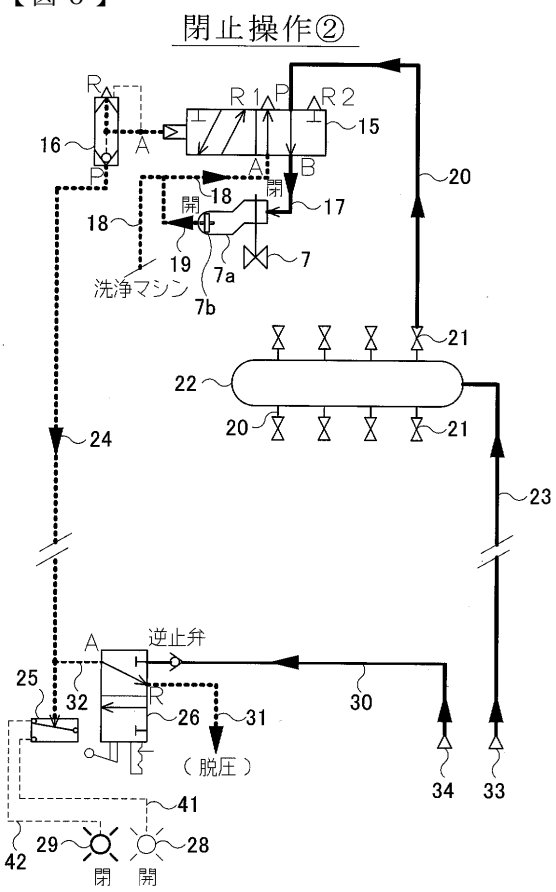
【図４】


開放操作
洗浄マシン
逆止弁
（脱圧）
閉
開

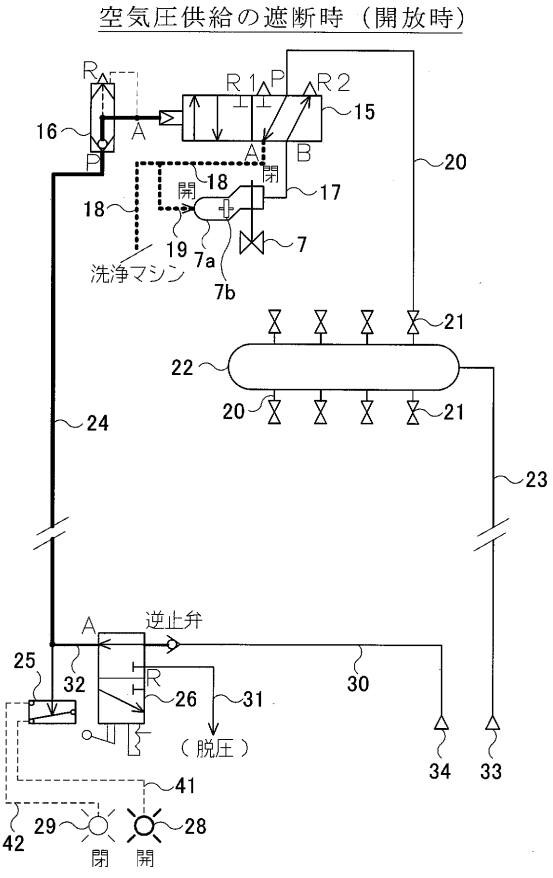
【図５】


閉止操作①
R
R1
P
R2
15
16
A
B
20
開
18
閉
17
18
19
7a
7
洗浄マシン
7b
21
22
20
21
24
23
逆止弁
A
25
32
R
26
31
30
（脱圧）
34
33
41
42
29
28
閉
開

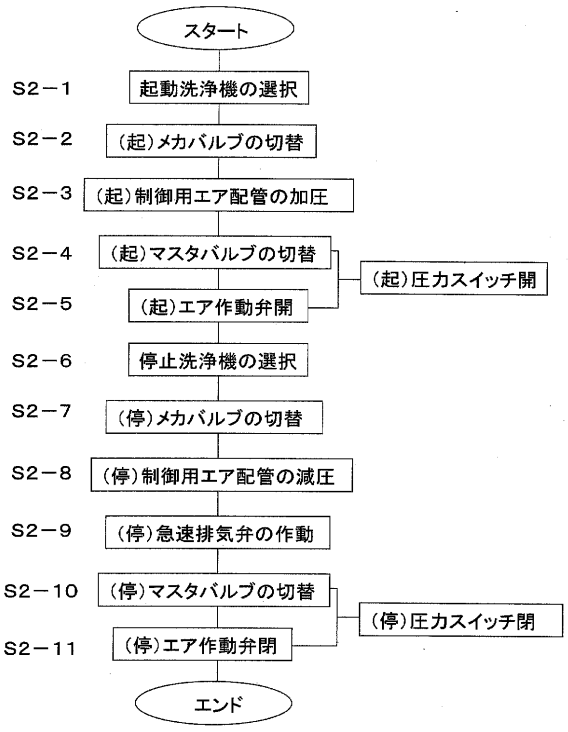
【図６】


閉止操作②
R
R1
P
R2
15
16
A
B
20
開
18
閉
17
18
19
7a
7
洗浄マシン
7b
21
22
20
21
24
23
逆止弁
A
25
32
R
26
31
30
（脱圧）
34
33
41
42
29
28
閉
開

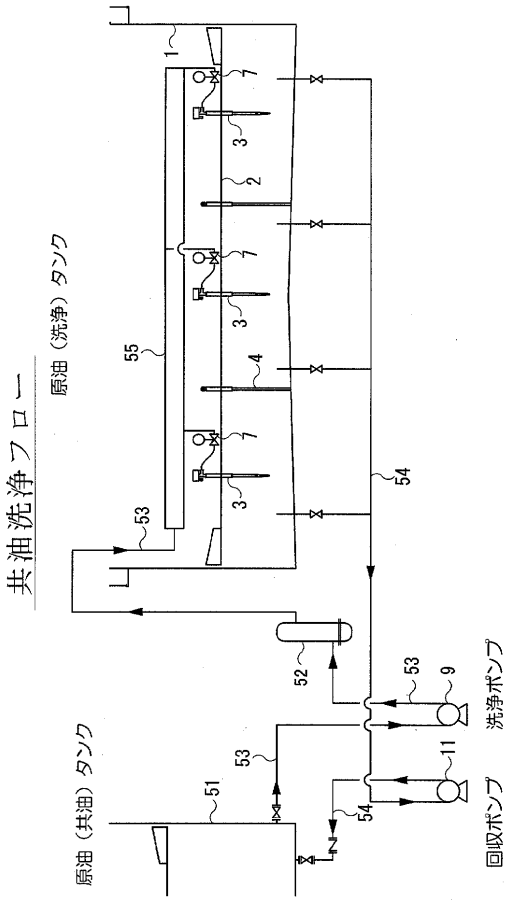
【図７】


空気圧供給の遮断時（開放時）
R
R1
P
R2
15
16
A
B
20
開
18
閉
17
18
19
7a
7
洗浄マシン
7b
21
22
20
21
24
23
逆止弁
A
25
32
R
26
31
30
（脱圧）
34
33
41
42
29
28
閉
開

【図８】


スタート
S2－1
起動洗浄機の選択
S2－2
（起）メカバルブの切替
S2－3
（起）制御用エア配管の加圧
S2－4
（起）マスタバルブの切替
S2－5
（起）エア作動弁開
（起）圧力スイッチ開
S2－6
停止洗浄機の選択
S2－7
（停）メカバルブの切替
S2－8
（停）制御用エア配管の減圧
S2－9
（停）急速排気弁の作動
S2－10
（停）マスタバルブの切替
S2－11
（停）エア作動弁閉
（停）圧力スイッチ閉
エンド

【図９】



フロントページの続き

(74)代理人 100111132
弁理士 井上 浩
(72)発明者 成尾 俊二
鹿児島県揖宿郡喜入町中名字上ノ浜２８５６番の５ 新日本石油基地株式会社内
(72)発明者 井上 恒夫
神奈川県横浜市旭区善部町９番地 有限会社日東工業内
(72)発明者 川島 英彦
神奈川県横浜市神奈川区子安通三丁目３１０番地 東邦工業株式会社内
(72)発明者 弘中 美光
山口県下松市大字平田４４３番地 日進工業株式会社内
(72)発明者 中野 隆文
山口県下松市大字平田４４３番地 日進工業株式会社内
(72)発明者 中光 眞史
山口県下松市大字平田４４３番地 日進工業株式会社内
(72)発明者 松浦 慎一
山口県下松市大字平田４４３番地 日進工業株式会社内

審査官 久保 克彦

(56)参考文献 特開平１０－０１５５１６（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－０３１９８７（ＪＰ，Ｕ）
特開平１１－２４４７６１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３２３３１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B08B 9/093