

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6734029号
(P6734029)

(45) 発行日 令和2年8月5日 (2020. 8. 5)

(24) 登録日 令和2年7月13日 (2020. 7. 13)

(51) Int. Cl.

G O 5 B 23/02 (2006. 01)

F I

G O 5 B 23/02

Z

請求項の数 12 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2015-180607 (P2015-180607)	(73) 特許権者	512132022
(22) 出願日	平成27年9月14日 (2015. 9. 14)		フィッシャー・ローズマウント システムズ、インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2016-62611 (P2016-62611A)		アメリカ合衆国 テキサス 78681-7430 ラウンド ロック ウェスト
(43) 公開日	平成28年4月25日 (2016. 4. 25)		ルイス ヘナ ブルバード 1100 ビルディング 1 エマーソン プロセス
審査請求日	平成30年8月27日 (2018. 8. 27)		マネージメント
(31) 優先権主張番号	14/485201	(74) 代理人	100079049
(32) 優先日	平成26年9月12日 (2014. 9. 12)		弁理士 中島 淳
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセス制御システム内で、オンオフバルブをコントローラに通信可能に接続する方法、装置、及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コマンド信号を終端モジュールから、単一のツイストワイヤのペアを介して、受信して、第 1 のインタフェースであって、前記第 1 のインタフェースは、コントローラに、前記終端モジュールを介して、通信可能に接続され、前記コマンド信号は、プロセス制御システムのオンオフバルブに向けられ且つ前記コントローラにより提供されたディスクリート出力制御信号に対応し、前記第 1 のインタフェースは、前記コマンド信号を受信した時、前記終端モジュールへフィードバック信号を、前記単一のツイストワイヤのペアを介して、送信することを特徴とする、前記第 1 のインタフェースと、

スイッチボックス内の近接センサからの位置情報を受信する第 2 のインタフェースであって、前記近接センサは、前記オンオフバルブの状態を監視し、前記フィードバック信号は、前記位置情報に基づくことを特徴とする、前記第 2 のインタフェースと、

前記第 1 および第 2 のインタフェースに通信可能に接続され、前記コマンド信号、および前記フィードバック信号を処理する通信プロセッサと、
を備えた装置。

【請求項 2】

前記オンオフバルブの前記状態は、開放状態、および閉鎖状態である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ディスクリート出力制御信号は、前記オンオフバルブを駆動して、前記開放状態、

10

20

または前記閉鎖状態の1つにする、請求項2に記載の装置。

【請求項4】

前記ディスクリット出力制御信号をソレノイドに送信して、前記オンオフバルブを作動させる第3のインタフェースをさらに備えた、請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記位置情報は、前記オンオフバルブが、前記開放状態、または前記閉鎖状態にあるか否かを示す、請求項2～請求項4の何れか1項に記載の装置。

【請求項6】

前記オンオフバルブに物理的に接続され、前記第1のインタフェース、前記第2のインタフェース、前記通信プロセッサを収容するハウジングをさらに備えた、請求項1～請求項5の何れか1項に記載の装置。

【請求項7】

終端モジュールからのコマンド信号をインタフェースにより単一のツイストワイヤのペアを介して受信することであって、前記終端モジュールは、プロセス制御システム内のコントローラに通信可能に接続され、前記コマンド信号は、コントローラにより提供されたディスクリット出力制御信号に対応し且つ前記プロセス制御システム内のオンオフバルブに向けられ、前記インタフェースは、前記オンオフバルブに物理的に接続されたハウジング内に含まれることを特徴とする、前記受信すること、

前記コマンド信号に応答して、前記終端モジュールに対して、前記オンオフバルブの状態を監視するスイッチボックスから生成された、フィードバック信号を前記インタフェースを介して前記単一のツイストワイヤのペアを通して送信すること、

を備えた方法。

【請求項8】

前記オンオフバルブの前記状態は、開放状態、および閉鎖状態である、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

実行されると、機械に少なくとも、

終端モジュールからのコマンド信号をインタフェースで単一のツイストワイヤのペアを介して受信させ、

前記コマンド信号に応答して、前記終端モジュールに、前記インタフェースにより前記単一のツイストワイヤのペアを介して、フィードバック信号を送信させる、

命令を記憶した、実体的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

前記終端モジュールは、プロセス制御システム内のコントローラに通信可能に接続され、前記コマンド信号は、コントローラにより提供されたディスクリット出力制御信号に対応し且つ前記プロセス制御システム内のオンオフバルブに向けられ、前記インタフェースは、前記オンオフバルブに物理的に接続されたハウジング内に含まれ、

前記フィードバック信号は、前記オンオフバルブの状態を監視するスイッチボックスから生成される、

記憶媒体。

【請求項10】

前記オンオフバルブの前記状態は、開放状態、および閉鎖状態を備える、請求項9に記載の記憶媒体。

【請求項11】

前記コマンド信号は、前記オンオフバルブを駆動して、前記開放状態、または前記閉鎖状態の1つにする制御信号である、請求項10に記載の記憶媒体。

【請求項12】

前記スイッチボックスは、前記オンオフバルブが、開放状態、および閉鎖状態であるときを検出する近接センサを備える、請求項9～請求項11の何れか1項に記載の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般にはプロセス制御システム、詳細にはプロセス制御システム内で、オンオフバルブをコントローラに通信可能に接続する方法と装置に関する。

【背景技術】

【0002】

化学物質、石油、薬、パルプや紙、または他の製造プロセスで使用されているようなプロセス制御システムは、普通少なくとも1台のオペレータ用ワークステーションを含む少なくとも1台のホスト、およびアナログ、デジタル、または複合アナログ/デジタル通信プロトコルを介して通信するように構成された1台以上のフィールドデバイスに通信可能に接続された1台以上のプロセスコントローラを備える。フィールドデバイスは、例えばデバイスコントローラ、バルブ、バルブアクチュエータ、バルブポジショナー、スイッチと送信機（例えば、温度、圧力、流量、化学成分センサ）、またはその組合せでもよく、バルブを開閉する、プロセスパラメータを測定したり推定したりする、というようなプロセス制御システム内での機能を行う。プロセスコントローラは、フィールドデバイス、および/またはフィールドデバイスに関する他の情報によりなされたプロセス測定を示す信号を受信し、この情報を使用して制御手順を実装し、バス、または他の通信線を介してフィールドデバイスに送信され、プロセス制御システムの動作を制御する制御信号を生成する。

【0003】

プロセス制御システムは、いくつかの異なる機能を提供し、ポイントツーポイント（例えば、1つのフィールドデバイスが、フィールドデバイスバスに通信可能に接続される）、またはマルチドロップ（例えば、複数のフィールドデバイスが、フィールドデバイスバスに通信可能に接続される）有線接続配置を使用して、または無線通信で、プロセスコントローラに通信可能に接続されることが多い、複数のフィールドデバイスを含むことができる。比較的単純なコマンド、および/または通信（例えば、ONコマンド、およびOFFコマンド）を使用して操作するように構成されたフィールドデバイスもある。単純なコマンドが含まれていてもいなくてもよいが、多数のコマンド、および/または多数の通信情報を必要とするもっと複雑なフィールドデバイスもある。例えば、さらに複雑なフィールドデバイスは、例えばハイウエイアドレスサブリモートトランスデューサ（HART）通信プロトコルを使用して、アナログ値に重畳されたデジタル通信でアナログ値と通信することができる。デジタル通信（例えば、FOUNDATIONフィールドバス通信プロトコル）を全般的に使用できるフィールドデバイスもある。

【0004】

プロセス制御システムでは、各フィールドデバイスは普通、1つ以上のI/Oカード、および各通信媒体（例えば、2線ケーブル、無線リンク、または光ファイバ）を介してプロセスコントローラに接続される。こうして複数の通信媒体には、複数のフィールドデバイスを1つのプロセスコントローラに通信可能に接続することが求められる。フィールドデバイスに接続された複数の通信媒体が、1つ以上のフィールド接続ボックスを介して迂回され、その地点で、複数の通信媒体が、1つ以上のI/Oカードを介してフィールドデバイスをプロセスコントローラに、通信可能に接続するのに使用されるマルチ導体ケーブルの各通信媒体（例えば、各2線導体）に接続されることがよくある。

【発明の概要】

【0005】

プロセス制御システム内で、オンオフバルブをコントローラに通信可能に接続する実施例による方法と装置を開示する。実施例による装置は、終端モジュールからコマンド信号を受信して、プロセス制御システム内のコントローラに通信可能に接続される、第1のインタフェースを備える。コマンド信号は、プロセス制御システム内のオンオフバルブに向けられる。第1のインタフェースは、このコマンド信号に応答して、フィードバック信号を終端モジュールに送信する。実施例による装置はまた、オンオフバルブの状態を監視す

るスイッチボックス内の近接センサからの位置情報を受信する第2のインタフェースを備える。フィードバック信号は、位置情報に基づいている。実施例による装置はさらに、第1と第2のインタフェースに通信可能に接続され、コマンド信号とフィードバック信号とを処理する通信プロセッサも備える。

【0006】

実施例による装置は、プロセス制御システム内のコントローラに通信可能に接続された終端モジュールから、インタフェースを介してコマンド信号を受信することを含む。コマンド信号は、プロセス制御システム内のオンオフバルブに向けられる。インタフェースは、物理的にオンオフバルブに接続された筐体に含まれる。実施例による方法はさらに、コマンド信号に応答して、インタフェースを介してフィードバック信号を終端モジュールに送信することを含む。フィードバック信号は、オンオフバルブの状態を監視するスイッチボックスから生成される。

10

【0007】

命令を記憶した、実施例による実体的な機械読み出し可能な記憶媒体は、命令が実行されると、インタフェースを介して、プロセス制御システム内のコントローラに通信可能に接続された終端モジュールからのコマンド信号を、機械に少なくとも受信させる。コマンド信号は、プロセス制御システム内のオンオフバルブに向けられる。インタフェースは、オンオフバルブに物理的に接続された筐体に含まれる。実施例による命令はさらに、コマンド信号に応答して、インタフェースを介して、機械にフィードバック信号を終端モジュールへ送信させる。フィードバック信号は、オンオフバルブの状態を監視するスイッチボックスから生成される。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施例によるプロセス制御システムを示すブロック図である。

【図2】図2は、本明細書に開示された教示により実装された、実施例によるオンオフバルブを含む、別の実施例によるプロセス制御システムのブロック図を示す。

【図3】図3は、図1と図2の実施例による終端モジュールの、詳細ブロック図を示す。

【図4】図4は、図2の実施例によるマルチチャンネルトランシーバの、詳細ブロック図を示す。

【図5】図5は、本明細書に開示された教示による、図1、図2、図6の終端モジュールを実装するのに使用することができる、実施例による方法のフローチャートを示す。

30

【図6】図6は、本明細書に開示された教示による、図2、および図4のマルチチャンネルトランシーバを実装するのに使用することができる、実施例による方法のフローチャートを示す。

【図7】図7は、図5、および図6の実施例による方法を実行する、さらに一般的には、図3の実施例による終端モジュールを実装する、および/または図4の実施例によるマルチチャンネルトランシーバを実装するために、使用可能な、および/またはプログラム可能な、実施例によるプロセッサのプラットフォームの概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下では、他の構成要素の中で、ソフトウェア、および/またはハードウェア上で実行されるファームウェアを含む実施例による装置、およびシステムを説明するが、そのようなシステムは単に説明のためであり、制限するものと考えべきでないことに注意してほしい。例えば、このようなハードウェア、ソフトウェア、およびファームウェア構成要素のどれか、または全ては、ハードウェアのみで、ソフトウェアのみで、またはハードウェア、およびソフトウェアの任意の組合せで具現化できると考えられる。従って、以下では実施例による装置、およびシステムを説明するが、当業者であれば、提供されている実施例は、そのような装置、およびシステムを実装するための唯一の方法ではないことを、すぐに理解するであろう。

【0010】

40

50

実施例によるプロセス制御システムは、制御室（例えば、図1の制御室108）、プロセスコントローラ領域（例えば、図1のプロセスコントローラ領域110）、終端領域（例えば、図1の終端領域140）、1つ以上のプロセス領域（例えば、図1のプロセス領域114、および118）を含む。プロセス領域は、特定のプロセス（例えば、化学プロセス、石油プロセス、薬プロセス、パルプと紙プロセス等）を行うことに関連付けられた操作を行う（例えば、バルブの制御、モータの制御、ボイラーの制御、監視、パラメータの測定等）、複数のフィールドデバイスを備える。環境条件が厳しい（例えば、比較的高温度、空気で運ばれる毒物、安全ではない放射レベル等）ために、人間がアクセスすることができないプロセス領域もある。制御室は普通、人間が安全にアクセスすることができる環境内にある、1台以上のワークステーションを備えている。ワークステーションは、例えば変数値、プロセス制御機能等を変更することにより、プロセス制御システムの制御操作に、ユーザ（例えば、エンジニア、オペレータ）がアクセスすることができる、ユーザアプリケーションを備える。プロセス制御領域は、制御室内のワークステーション（複数可）に通信可能に接続された、1台以上のコントローラを含む。コントローラは、ワークステーションを介して実装された、プロセス制御戦略を実行することにより、プロセス領域内のフィールドデバイスの制御を自動化する。実施例によるプロセス戦略は、圧力センサフィールドデバイスを使用して圧力を測定し、コマンドをバルブポジショナーに自動的に送信して、圧力測定に基づいてフローバルブを開け閉めする。終端領域は、コントローラがプロセス領域内で、フィールドデバイスと通信できるようにする、マーシャリングキャビネットを備える。特に、マーシャリングキャビネットは、フィールドデバイスから、コントローラに通信可能に接続された1つ以上のI/Oカードへの信号を、整理する、統合する、最適経路を決めるために使用する、複数の終端モジュールを備える。I/Oカードは、フィールドデバイスから受信した情報を、コントローラに適合するフォーマットに書き換えて、コントローラからの情報を、フィールドデバイスに適合するフォーマットに書き換える。

【0011】

プロセス制御システム内のフィールドデバイスを、コントローラに通信可能に接続するのに使用する従来技術では、各フィールドデバイスと、コントローラ（例えば、プロセスコントローラ、プログラマブルロジックコントローラ等）に通信可能に接続された各I/Oカードとの間の個別のバス（例えば、ワイヤ、ケーブル、または回路）を使用することを必要とする。I/Oカードは、コントローラとフィールドデバイス間で通信される情報を、書き換え、または変換することにより、様々なデータのタイプ、または信号のタイプ（例えば、アナログイン（AI）データタイプ、アナログアウト（AO）データタイプ、ディスクリートイン（DI）データタイプ、ディスクリートアウト（DO）データタイプ、デジタルインデータタイプ、デジタルアウトデータタイプ）、および様々なフィールドデバイス通信プロトコルに関連付けられた複数のフィールドデバイスに、コントローラを通信可能に接続できるようにする。例えばI/Oカードは、フィールドデバイスに関連付けられたフィールドデバイス通信プロトコルを使用して、フィールドデバイスと情報交換するように構成された、1つ以上のフィールドデバイスインタフェースを持つことができる。様々なフィールドデバイスインタフェースが、様々なチャンネルのタイプ（例えば、アナログイン（AI）チャンネルタイプ、アナログアウト（AO）チャンネルタイプ、ディスクリートイン（DI）チャンネルタイプ、ディスクリートアウト（DO）チャンネルタイプ、デジタルインチャンネルタイプ、デジタルアウトチャンネルタイプ）を介して通信する。さらにI/Oカードは、フィールドデバイスから受信した情報（例えば、電圧レベル）を、コントローラが使用してフィールドデバイスの制御に関する操作を行うことができるような情報（例えば、圧力測定値）に、変換することができる。複数のフィールドデバイスをI/Oカードに通信可能に接続するために、従来技術ではたくさんのワイヤまたはバス（例えば、マルチコアケーブル）が必要になる。

【0012】

個別のバスを使用して、各フィールドデバイスをI/Oカードに通信可能に接続するこ

10

20

30

40

50

のような従来技術とは異なり、終端パネル（例えば、マーシャリングキャビネット）で複数のフィールドデバイスを終端して、終端パネルとＩ／Ｏカード間を通信可能に接続する１つのバス（例えば、導体通信媒体、光通信媒体、無線通信媒体）を使用して、フィールドデバイスをＩ／Ｏカードに通信可能に接続することにより、各フィールドデバイスをＩ／Ｏカードに接続する、従来の装置、および方法もある。そのような装置、および方法は、２００６年９月１９日に出願された、米国特許第８、３３２、５６７号、２０１２年１２月１０日に出願された、米国特許第８、７６２、６１８号、２０１４年１月３１日に開示された、米国特許第１４／１７０、０７２号に開示されており、本明細書では参考として、その全てをそのまま組み込んでいる。要するに、そのような技術は、複数の終端モジュールを、コントローラに通信可能に接続された１つ以上のＩ／Ｏカードに通信可能に接続する実施例によるユニバーサルＩ／Ｏバス（例えば、共通、または共有通信バス）を使用することを含む。各終端モジュールは、それぞれのフィールドデバイスバス（例えば、アナログバス、またはデジタルバス）を使用して、１つ以上のそれぞれのフィールドデバイスに、通信可能に接続される。終端モジュールは、フィールドデバイスバスを介して、フィールドデバイスからフィールドデバイス情報を受信し、例えばフィールドデバイス情報をパケット化して、ユニバーサルＩ／Ｏバスを介してパケット化した情報をＩ／Ｏカードに通信することにより、フィールドデバイス情報をユニバーサルＩ／Ｏバスを介してＩ／Ｏカードに通信するように構成されている。Ｉ／Ｏカード（複数可）は、ユニバーサルＩ／Ｏバスを介して受信したフィールドデバイス情報を抽出して、そのフィールドデバイス情報をコントローラに連絡することができ、それによりコントローラは、その情報の一部、または全てを１台以上のワークステーション端末に連絡して引き続き解析を行うことができる。同様にしてＩ／Ｏカードは、ワークステーション端末からのフィールドデバイス情報をパケット化して、ユニバーサルＩ／Ｏバスを介してパケット化したフィールドデバイス情報を、複数の終端モジュールに連絡することができる。各終端モジュールは、各Ｉ／Ｏカードから受信したパケット化通信から、各フィールドデバイス情報を抽出、すなわち非パケット化して、フィールドデバイス情報を各フィールドデバイスに連絡することができる。

【００１３】

操作するために、マルチＩ／Ｏチャンネルを必要とするフィールドデバイスもある。例えば、オンオフバルブの多くは、バルブのＯＮ状態（開放）、およびＯＦＦ状態（閉鎖）を検出する位置センサを備えたスイッチボックスを実装しているが、その状態はコントローラに、２つの個別のディスクリート入力チャンネル上のフィードバック信号として送信される。さらに、オンオフバルブを制御、または駆動して、開放状態、および閉鎖状態間を切り換えるために、コントローラからの制御信号が、個別のディスクリート出力チャンネル上のバルブに送信される。こうして、オンオフバルブは３つのＩ／Ｏチャンネル（２つのディスクリート入力と、１つのディスクリート出力）を使用することができる。その場合、そのようなオンオフバルブは、個別のバスを使用して各フィールドデバイスをＩ／Ｏカードに通信可能に接続する制御システム内に実装されるので、オンオフバルブにはＩ／Ｏカード上で個別の終端ポイントを動作させるための、３本の個別のケーブル（例えば、ワイヤ対を備える）が必要になる。さらにそのような状況では、ケーブルが１台超のコントローラ（例えば、ディスクリート入力用第１のコントローラ内の第１のＩ／Ｏカード、およびディスクリート出力用第２のコントローラ内の第２のＩ／Ｏカード）に接続された、様々なＩ／Ｏカードに接続されるという場合もある。

【００１４】

制御システムがユニバーサルＩ／Ｏバスを実装している制御システムは、多数のコントローラ、および関連するＩ／Ｏカードに戻される、多数の独立したケーブルは必要なくなるが、従来技術を使用してそのようなシステム内にオンオフバルブを実装しようとするれば、オンオフバルブに関連付けられたディスクリートＩ／Ｏ信号の１つに各々が対応する、３つの個別の終端モジュールを使用すれば、実現することができる。そのため、装置１台（例えば、オンオフバルブ１台）専用の終端パネル内のスペース量、すなわち設置面積が

10

20

30

40

50

、 1 台だけでなく 3 台の終端モジュールに相当するので、終端モジュール 1 台（例えば、マーシャリングキャビネット 1 台）がサービスすることができるオンオフバルブの数は著しく制限されてしまう。例えば、もしマーシャリングキャビネットが、終端モジュール 9 6 台に制限されると、各バルブが終端モジュール 3 台を使用するので、通信可能に接続することができるオンオフバルブは、3 2 台だけになる。その結果、オンオフバルブを 3 2 台超制御するためには、終端モジュールを追加した別のマーシャリングキャビネットを設定する費用の追加が必要になる。マーシャリングキャビネットを追加するためのスペースがなくなる実施例もある。例えば、多数のオンオフバルブを備えたプロセススキッドはたくさんあるが、フィールド筐体、すなわちマーシャリングキャビネット用の所定のスペースには制限があるので、マーシャリングキャビネットの追加は選択肢にはならない。そのような実施例のあるものは、各オンオフバルブのために終端モジュール 3 台を使用すれば、スキッド上のフィールドデバイス全てが、制御目的で通信可能に接続される前に、利用可能なスペースの全てを使用することができる。

【 0 0 1 5 】

本明細書に開示された実施例は、従来の装置や方法の上記制限を克服するものである。特に、オンオフバルブの 2 つのディスクリート入力と、オンオフバルブのディスクリート出力各々と、（ディスクリート出力を介して）バルブを駆動するように構成された終端モジュール 1 台とを通信可能に接続し、（ディスクリート入力を介して）バルブからのフィールドバックを処理する、実施例によるマルチチャネルトランシーバが開示されている。トランシーバを搭載し、および / またはオンオフバルブに組み込んで、オンオフバルブの入力、および出力インタフェースに接続するためのワイヤを備える実施例を開示していることもある。その結果、オンオフバルブが送信、および / または受信する信号が、実施例によるトランシーバを通過するので、（トランシーバを介して）オンオフバルブと終端モジュール 1 台間を走行させるのに必要なケーブルは 1 本で済む。

【 0 0 1 6 】

ここで図 1 に目を向けると、米国特許第 8、3 3 2、5 6 7 号の教示に従って実装した、実施例によるプロセス制御システム 1 0 0 が示されている。実施例によるプロセス制御システム 1 0 0 には、バス、または一般的にアプリケーション制御ネットワーク（ACN）と呼ばれる、ローカルエリアネットワーク（LAN）1 0 6 を介してコントローラ 1 0 4 に通信可能に接続されたワークステーション 1 0 2 を備える。LAN 1 0 6 は、任意の望ましい通信媒体とプロトコルを使用して実装することができる。例えば、LAN 1 0 6 は、ハードウェア、または無線イーサネット通信プロトコルに基づいてもよい。けれども、任意の他の適切な有線、または無線通信媒体とプロトコルを使用することもできる。ワークステーション 1 0 2 は、1 つ以上の情報技術アプリケーション、ユーザインタラクティブアプリケーション、および / または通信アプリケーションと関連付けられた操作を行うように構成されてもよい。例えば、任意の望ましい通信媒体（例えば、無線、有線等）、およびプロトコル（例えば、HTTP、SOAP 等）を使用して、ワークステーション 1 0 2 とコントローラ 1 0 4 が、他の装置、またはシステムと通信することができるようにする、プロセス制御に関するアプリケーション、および通信アプリケーションと関連付けられた操作を行うように、ワークステーション 1 0 2 を構成することができる。システムエンジニア、または他のシステムオペレータが、例えば、ワークステーション 1 0 2、または任意の他のワークステーションを使用して作成し、コントローラ 1 0 4 にダウンロードされ、インスタンスを生成した、1 つ以上のプロセス制御ルーチン、または機能を実行するようにコントローラ 1 0 4 を構成してもよい。ここに示す実施例では、ワークステーション 1 0 2 は、制御室 1 0 8 内に置かれ、コントローラ 1 0 4 は、制御室 1 0 8 から離れているプロセスコントローラ領域 1 1 0 に置かれる。

【 0 0 1 7 】

ここに示す実施例では、実施例によるプロセス制御システム 1 0 0 は、第 1 のプロセス領域 1 1 4 内のフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および第 2 のプロセス領域 1 1 8 内のフィールドデバイス 1 1 6 a ~ 1 1 6 c を備える。コントローラ 1 0 4 と、フィー

10

20

30

40

50

ルドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c 間で情報通信するために、実施例によるプロセス制御システム 100 は、フィールド接続ボックス (FJB) 120a ~ 120b、およびマーシャリングキャビネット 122 を備える。各フィールド接続ボックス 120a ~ 120b は、それぞれフィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c の 1 つからマーシャリングキャビネット 122 への信号の経路を定める。マーシャリングキャビネット 122 は、今度はフィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c から受信した情報を集めて (例えばオーガナイズする、グループ化する)、フィールドデバイス情報を、コントローラ 104 の各 I/O カード (例えば、I/O カード 132a ~ 132b、および 134a ~ 134b) の経路を定める。ここに示す実施例では、コントローラ 104 とフィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c 間の通信は、双方向であるので、マーシャリングキャビネット 122 は、コントローラ 104 の I/O カードから受信した情報の、フィールド接続ボックス 120a ~ 120b を介した、各フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c の 1 つまでの経路を定めるのにも使用される。

【0018】

ここに示す実施例では、導電体、無線、および/または光通信媒体を介して、フィールドデバイス 112a ~ 112c は、フィールド接続ボックス 120a に通信可能に接続され、フィールドデバイス 116a ~ 116c は、フィールド接続ボックス 120b に、通信可能に接続される。例えば、フィールド接続ボックス 120a ~ 120b は、1 つ以上の電気、無線、および/または光データトランシーバを備え、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c の電気、無線、および/または光トランシーバと通信する。ここに示す実施例では、フィールド接続ボックス 120b は、フィールドデバイス 116c に通信可能に無線接続される。別の実施例による実装では、マーシャリングキャビネット 122 は省略することができて、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c からの信号経路は、フィールド接続ボックス 120a ~ 120b から、直接コントローラ 104 の I/O カードへとすることができる。さらに別の実施例による実装では、フィールド接続ボックス 120a ~ 120b は省略することができて、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、マーシャリングキャビネット 122 に直接接続することができる (例えば、以下の図 2 に示すように)。

【0019】

フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、フィールドバス (Fieldbus) に準拠したバルブ、アクチュエータ、センサ等でもよく、その場合は、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、周知の FOUNDATION フィールドバス通信プロトコル (例えば、FF-H1) を使用してデジタルデータバスを介して通信する。もちろん、他の種類のフィールドデバイス、および通信プロトコルを、代わりに使用してもよい。例えば、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、周知の Profibus、および HART 通信プロトコルを使用して、データバスを介して通信する、Profibus (例えば、Profibus PA)、HART、または AS-i に準拠する装置でもよい。フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、デジタル通信の代わりに、アナログ通信、またはディスクリット通信を使用して情報通信することができる実施例による実装もある。さらに、通信プロトコルを使用して、異なるデータの種類の関連付けられた情報の通信を行うこともできる。

【0020】

各フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c は、フィールドデバイス識別情報を記憶するように構成されている。フィールドデバイス識別情報は、各フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c を独自に識別する、物理デバイスのタグ (PDT) 値、デバイスタグ名、電子シリアル番号等でよい。ここに示す図 1 の実施例では、フィールドデバイス 112a ~ 112c は、物理デバイスのタグ

10

20

30

40

50

値 P D T 0 ~ P D T 2 の形式でフィールドデバイス識別情報を記憶し、フィールドデバイス 1 1 6 a ~ 1 1 6 c は、物理デバイスのタグ値 P D T 3 ~ P D T 5 の形式でフィールドデバイス識別情報を記憶する。フィールドデバイス識別情報は、フィールドデバイス製造メーカー、および/またはフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の据え付けに関与したオペレータ、またはエンジニアにより、フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c 内に記憶させる、またはプログラミングすることができる。

【 0 0 2 1 】

マーシャリングキャビネット 1 2 2 内のフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c に関連付けられた情報の経路を定めるために、マーシャリングキャビネット 1 2 2 には、複数の終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c が備えられる。終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c は、第 1 のプロセス領域 1 1 4 内のフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c に関連付けられた情報を集めるように構成され、終端モジュール 1 2 6 a ~ 1 2 6 c は、第 2 のプロセス領域 1 1 8 内のフィールドデバイス 1 1 6 a ~ 1 1 6 c に関連付けられた情報を集めるように構成される。図示のように、終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c は、各マルチ導体ケーブル 1 2 8 a、および 1 2 8 b (例えば、マルチバスケーブル) を介してフィールド接続ボックス 1 2 0 a ~ 1 2 0 b に通信可能に接続される。マーシャリングキャビネット 1 2 2 が省略される別の実施例による実装では、終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c はそれぞれ、フィールド接続ボックス 1 2 0 a ~ 1 2 0 b の 1 つに据え付けることができる。

【 0 0 2 2 】

ここに示す図 1 の実施例では、マルチ導体ケーブル 1 2 8 a ~ 1 2 8 b 内の導体、または導体ペア (例えば、バス、ツイステッドペア通信媒体、2 線通信媒体等) 各々が、フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の 1 つに独自に関連付けられた情報の通信を行うという、ポイントツーポイント構成が描かれている。例えば、マルチ導体ケーブル 1 2 8 a は、第 1 の導体 1 3 0 a、第 2 の導体 1 3 0 b、第 3 の導体 1 3 0 c を備える。詳細には、第 1 の導体 1 3 0 a は、終端モジュール 1 2 4 a とフィールドデバイス 1 1 2 a 間で情報を通信するように構成された第 1 のデータバスを形成するのに使用され、第 2 の導体 1 3 0 b は、終端モジュール 1 2 4 b とフィールドデバイス 1 1 2 b 間で情報を通信するように構成された第 2 のデータバスを形成するのに使用され、第 3 の導体 1 3 0 c は、終端モジュール 1 2 4 c とフィールドデバイス 1 1 2 c 間で情報を通信するように構成された第 3 のデータバスを形成するのに使用される。マルチドロップ配線構成を使用する、別の実施例による実装では、各終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c は、1 つ以上のフィールドデバイスに、通信可能に接続することができる。例えば、マルチドロップ構成では、終端モジュール 1 2 4 a は、フィールドデバイス 1 1 2 a に、また別のフィールドデバイス (図示せず) は第 1 の導体 1 3 0 a を介して通信可能に接続することができる。無線メッシュネットワークを使用して、終端モジュールが複数のフィールドデバイスと無線通信するように構成することができる、実施例による実装もある。

【 0 0 2 3 】

各終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c は、異なるデータの種類を使用して、各フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の 1 つと通信するように構成することができる。例えば、終端モジュール 1 2 4 a は、デジタルフィールドデバイスインタフェースを備え、デジタルデータを使用してフィールドデバイス 1 1 2 a と通信することができるが、終端モジュール 1 2 4 b は、アナログフィールドデバイスインタフェースを備え、アナログデータを使用してフィールドデバイス 1 1 2 b と通信することができる。

【 0 0 2 4 】

コントローラ 1 0 4 (および/またはワークステーション 1 0 2) とフィールドデバイ

10

20

30

40

50

ス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の間の I / O 通信を制御するために、コントローラ 1 0 4 は、複数の I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b を備える。ここに示す実施例では、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b は、コントローラ 1 0 4 (および/またはワークステーション 1 0 2) と第 1 プロセス領域 1 1 4 内のフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c との間の I / O 通信を制御するように構成され、I / O カード 1 3 4 a ~ 1 3 4 b は、コントローラ 1 0 4 (および/またはワークステーション 1 0 2) と第 2 プロセス領域 1 1 8 内のフィールドデバイス 1 1 6 a ~ 1 1 6 c との間の I / O 通信を制御するように構成される。

【 0 0 2 5 】

ここに示す図 1 の実施例では、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b は、コントローラ 1 0 4 内にある。フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c からワークステーション 1 0 2 に情報を通信するために、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b は、コントローラ 1 0 4 に情報を通信し、コントローラ 1 0 4 は、その情報をワークステーション 1 0 2 に通信する。同様に、ワークステーション 1 0 2 からフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c に情報を通信するために、ワークステーション 1 0 2 は、その情報をコントローラ 1 0 4 に通信し、コントローラ 1 0 4 はその情報を I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b に通信し、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b はその情報を、終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c、および 1 2 6 a ~ 1 2 6 c を介してフィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c に通信する。別の実施例による実装では、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b は、コントローラ 1 0 4 の内部の LAN 1 0 6 に通信可能に接続することができるので、I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b、および 1 3 4 a ~ 1 3 4 b は、ワークステーション 1 0 2、および/またはコントローラ 1 0 4 と直接通信することができる。

【 0 0 2 6 】

I / O カード 1 3 2 a、および 1 3 4 a のどちらかが故障した場合に、フォールトトレラントな操作を提供するために、I / O カード 1 3 2 b、および 1 3 4 b は、冗長性を持つ I / O カードとして構成される。つまり、もし I / O カード 1 3 2 a が故障すれば、冗長化用 I / O カード 1 3 2 b が制御を肩代わりして行い、I / O カード 1 3 2 a が故障しなければ行っていたはずの同じ操作を行う。同様に、I / O カード 1 3 4 a が故障した場合は、冗長 I / O カード 1 3 4 b が制御を肩代わりして行う。

【 0 0 2 7 】

終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c と I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b 間、および終端モジュール 1 2 6 a ~ 1 2 6 c と I / O カード 1 3 4 a ~ 1 3 4 b 間の通信をイネーブルするために、終端モジュール 1 2 4 a ~ 1 2 4 c は、第 1 のユニバーサル I / O バス 1 3 6 a を介して通信可能に I / O カード 1 3 2 a ~ 1 3 2 b に接続され、終端モジュール 1 2 6 a ~ 1 2 6 c は、第 2 のユニバーサル I / O バス 1 3 6 b を介して通信可能に I / O カード 1 3 4 a ~ 1 3 4 b に接続される。フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の 1 つのために、個別の導体、または通信媒体を使用するマルチ導体ケーブル 1 2 8 a、および 1 2 8 b とは異なり、各ユニバーサル I / O バス 1 3 6 a ~ 1 3 6 b は、同じ通信媒体を使用して、複数のフィールドデバイス (例えば、フィールドデバイス 1 1 2 a ~ 1 1 2 c、および 1 1 6 a ~ 1 1 6 c) に対応する情報を通信するように構成される。例えば、通信媒体は、シリアルバス、2 線通信媒体 (例えば、ツイストペア)、光ファイバ、パラレルバス等がよく、例えばパケットベースの通信技術、マルチプレクス通信技術等を使用して、2 台以上のフィールドデバイスに関連付けられた情報がこれを介して通信される。

【 0 0 2 8 】

実施例による実装では、ユニバーサル I / O バス 1 3 6 a ~ 1 3 6 b は、RS - 485 シリアル通信基準を使用して実装される。RS - 485 シリアル通信基準は、他の既知の通信基準 (例えば、イーサネット) よりも通信制御オーバーヘッド (例えば、ヘッダー情

10

20

30

40

50

報)が少なくなるように構成することができる。けれども他の実施例による実装では、ユニバーサルI/Oバス136a~136bは、イーサネット、ユニバーサルシリアルバス(USB)、IEEE 1394を始めとする他の適切な通信基準を使用して、実装することができる。さらに、ユニバーサルI/Oバス136a~136bは、有線通信媒体であると上記で説明したが、別の実施例による実装では、ユニバーサルI/Oバス136a~136bのどちらか、または両方とも、無線通信媒体(例えば、無線イーサネット、IEEE-802.11、Wi-Fi(登録商標)、Bluetooth(登録商標)等)を使用して実装することができる。

【0029】

ユニバーサルI/Oバス136a~136bを使用して、殆ど同じ方法で情報を通信している。ここに示す実施例では、I/Oバス136aは、I/Oカード132a~132bと終端モジュール124a~124c間で情報を通信するように構成されている。I/Oカード132a~132b、および終端モジュール124a~124cは、I/Oカード132a~132bが、どの情報が終端モジュール124a~124cのどちらに対応するのかを識別できるようにし、各終端モジュール124a~124cが、どの情報がどのフィールドデバイス112a~112cに対応するのか判定できるようにする、アドレッシングスキームを使用する。終端モジュール(例えば、終端モジュール124a~124c、および126a~126cの1つ)が、I/Oカード132a~132b、および134a~134bの1つに接続されると、そのI/Oカードは(例えば、終端モジュールから)自動的に終端モジュールのアドレスを取得して、終端モジュールと情報を交換する。このようにして、I/Oカード132a~132b、および134a~134bに、終端モジュールアドレスを手入力する必要がなく、また各終端モジュール124a~124c、および126a~126cを、I/Oカード132a~132b、および134a~134bに個別に結線する必要がなく、各バス136a~136b上のどこでも、終端モジュール124a~124c、および126a~126cを通信可能に接続することができる。

【0030】

ユニバーサルI/Oバス136a~136bを使用することにより、マーシャリングキャビネット122とコントローラ104間で情報を通信するのに必要な通信媒体(例えば、ワイヤ)の数を、各終端モジュールがコントローラと通信するために個別の通信媒体が必要となる従来の構成に対して、実質的に減らすことができる。マーシャリングキャビネット122をコントローラ104に通信可能に接続するために必要な、通信媒体の数を減らすと(例えば、通信バス、または通信ワイヤの数を減らすと)、コントローラ104とフィールドデバイス112a~112c、および116a~116c間の接続の組み込み図を設計、製作するのに必要なエンジニアリングコストが低減できる。さらに、通信媒体の数を減らすと、据え付けコストとメンテナンスコストも減らせる。例えば、I/Oバス136a~136bの1つが、フィールドデバイスとコントローラを通信可能に接続する、既知のシステム内で使用されている複数の通信媒体の代わりになる。従って、フィールドデバイス112a~112c、および116a~116cをI/Oカード132a~132b、および134a~134bに通信可能に接続するための複数の通信媒体をメンテナンスする代わりに、I/Oバス136a~136bを使用することにより、ここに示す図1の実施例は、実質的に少ないメンテナンスで済む。

【0031】

さらに、マーシャリングキャビネット122をI/Oカード132a~132b、および134a~134bに通信可能に接続するために必要な、通信媒体の数を減らすと、より多くの終端モジュール(例えば、終端モジュール124a~124c、および126a~126c)のために、より多くのスペースが使用できるようになるので、既知のシステムに対してマーシャリングキャビネット122のI/O密度を増やすことができる。ここに示す図1の実施例では、マーシャリングキャビネット122は、既知のシステム実装であれば、さらにマーシャリングキャビネット(例えば、マーシャリングキャビネット3台

10

20

30

40

50

が必要になるような、多数の終端モジュールを維持することができる。

【0032】

異なるデータタイプのインタフェース（例えば、チャネルタイプが異なる）を使用して、フィールドデバイス112a～112c、および116a～116cと通信するように構成することができ、各共通I/Oバス136a～136bを使用して、I/Oカード132a～132b、および134a～134bと通信するように構成されている、終端モジュール124a～124c、および126a～126cを提供することにより、ここに示す図1の実施例では、I/Oカード132a～132b、および134a～134b上に、複数の異なるフィールドデバイスインタフェースタイプを実装する必要なく、異なるフィールドデバイスデータタイプ（例えば、フィールドデバイス112a～112c、および116a～116cが使用するデータタイプ、またはチャネルタイプ）に関連付けられたデータの、I/Oカード132a～132b、および134a～134bまでの経路を定めることができるようにしている。従って、1つのインタフェースタイプ（例えば、I/Oバス136a、および/またはI/Oバス136bを介して通信するためのI/Oバスインタフェースタイプ）を持つI/Oカードが、異なるフィールドデバイスインタフェースタイプを持つ、複数のフィールドデバイスと通信することができる。

10

【0033】

I/Oバス136a、および/またはI/Oバス136bを使用して、コントローラ104と終端モジュール124a～124c、および126a～126c間の情報を交換すれば、その後の設計、または据え付けプロセスでの、フィールドデバイスからI/Oカードへの接続経路を定義することができる。例えば、I/Oバス136a～136bのどちらかへのアクセスを維持しながら、マーシャリングキャビネット122内の様々な場所に、終端モジュール124a～124c、および126a～126cを置くことができる。

20

【0034】

ここに示す実施例では、マーシャリングキャビネット122、終端モジュール124a～124c、および126a～126c、I/Oカード132a～132b、および134a～134b、コントローラ104は、既存のプロセス制御システムの設備を、図1のプロセス制御システム100の実施例の構成に大体類似した構成に移行しやすくしている。例えば、終端モジュール124a～124c、および126a～126cは、任意の適切なフィールドデバイスのインタフェースタイプを含むように構成することができるので、終端モジュール124a～124c、および126a～126cは、プロセス制御システム内に既に設置されている既存のフィールドデバイスと、通信可能に接続するように構成することができる。同様に、コントローラ104は、既知のLANインタフェースを含み、LANを介して既に設置されているワークステーションと通信するように構成することができる。プロセス制御システム内に既に設置されているコントローラを置き換える必要がなくなるように、I/Oカード132a～132b、および134a～134bを、既知のコントローラ内に設置、または通信可能に接続することができる、実施例による実装もある。

30

【0035】

ここに示す実施例では、I/Oカード132aはデータ構造133を含み、I/Oカード134aはデータ構造135を含む。データ構造133は、ユニバーサルI/Oバス136aを介してI/Oカード132aと通信するように割り当てられた、フィールドデバイス（例えば、フィールドデバイス112a～112c）に対応するフィールドデバイス識別番号（例えば、フィールドデバイス識別情報）を記憶する。終端モジュール124a～124cは、データ構造133に記憶されたフィールドデバイス識別番号を使用して、フィールドデバイスが終端モジュール124a～124cの1台に間違っ

40

50

御システム 100 の構成時間中、または動作中に、ワークステーション 102 を介して、エンジニア、オペレータ、および/またはユーザがデータ構造 133、および 135 を追加することができる。図示はしないが、冗長 I/O カード 132b は、データ構造 133 と同一のデータ構造を記憶し、冗長 I/O カード 134b は、データ構造 135 と同一のデータ構造を記憶する。さらに、またはその代わりに、データ構造 133、および 135 は、ワークステーション 102 に記憶することができる。

【0036】

ここに示す実施例では、マーシャリングキャビネット 122 は、プロセス制御領域 110 とは別の終端領域 140 に置かれているのが示されている。十分に多くの通信媒体（例えば、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c の 1 つ、またはマルチドロップセグメントに沿って限定されたグループの 1 つに、独自に関連付けられている、複数の通信バス）の代わりに I/O バス 136a ~ 136b を使用して、終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c をコントローラ 104 に通信可能に接続することにより、通信の信頼性を大幅に低下させずに、既知の構成よりもマーシャリングキャビネット 122 から比較的離して、コントローラ 104 を置くことが容易になる。マーシャリングキャビネット 122 とコントローラ 104 を同じ領域に置くように、プロセス制御領域 110 と終端領域 140 を組み合わせることができる、実施例による実装もある。どのような場合でも、マーシャリングキャビネット 122 とコントローラ 104 を、プロセス領域 114、および 118 から離れた領域内におけば、I/O カード 132a ~ 132b、および 134a ~ 134b、終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c、およびユニバーサル I/O バス 136a ~ 136b を、プロセス領域 114、および 118 に関連付けることができる厳しい環境条件（例えば、熱、湿気、電磁ノイズ）から隔離することができる。このようにして、終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c、および I/O カード 132a ~ 132b、および 134a ~ 134b は、プロセス領域 114、および 118 の環境条件だったら動作させるのに必要になる、高信頼動作（例えば、高信頼データ通信）の保証を要する動作仕様特性（例えば、シールドリング、より強固な回路、より複雑なエラーチェック等）を必要としないので、終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c、および I/O カード 132a ~ 132b、および 134a ~ 134b を設計し、製造するコストや手間を、フィールドデバイス 112a ~ 112c、および 116a ~ 116c のための通信回路、および制御回路の製造コストに対して、大幅に低減することができる。

【0037】

実施例によるマーシャリングキャビネット 122、および終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c の、詳細の追加、および代替となる実施例による実装と同様に、ワークステーション、コントローラ、および I/O カードを通信可能に接続するために使用することができる、詳細の追加、および代替となる実施例による実装は、上記に組み込んだ米国特許第 8、332、567 号に開示されている。

【0038】

図 2 は、本明細書に開示された教示により実装された、実施例によるオンオフバルブ 202 を含む、実施例によるプロセス制御システム 200 を示すブロック図である。説明のために、図 2 の実施例によるプロセス制御システム 200 は、図 1 の実施例によるプロセス制御システム 100 と関連して記載されたものと、同じ共通部品用参照番号を使用して記載する。こうして、ここに示す図 2 の実施例では、プロセス制御システム 200 は、LAN 106 を介してコントローラ 104 に通信可能に接続されたワークステーション 102 を含む。さらに、実施例によるコントローラ 104 は、対応するユニバーサル I/O バス 136a ~ 136b を介して、実施例によるマーシャリングキャビネット 122 内で、終端モジュール 124a ~ 124c、および 126a ~ 126c に通信可能に接続された I/O カード 132a ~ 132b、および 134a ~ 134b を含む。

【0039】

ここに示す図 2 の実施例に示すように、実施例によるプロセス制御システム 200 は、

本明細書に開示された教示により実装された、実施例によるオンオフバルブ202と、既知の技術により実装された、第2のオンオフバルブ204を含む。ここに示す実施例では、第2のオンオフバルブ204は、第1のオンオフバルブ202が、以下で詳細に説明するマルチチャネルトランシーバ230を含むことを除けば、実施例による第1のオンオフバルブ202に類似している。ここに示す実施例では、第1の、および第2のオンオフバルブ202および204は、メインバルブ206と、それを經由して、空気圧供給装置がメインバルブ206に接続されるパイロットバルブ208と、パイロットバルブ208を作動させるためのソレノイドバルブ210を備える。さらに、実施例によるオンオフバルブ202、および204は、ブラケット、すなわちフレーム214を介してメインバルブ206に搭載される、フィードバック信号ボックス、すなわちスイッチボックス212を備える。スイッチボックス212が、メインバルブ206に関連付けられたシャフト216の回転を監視して、メインバルブ206の動作状態（例えば、開放、または閉鎖）を検出する近接センサを備える、という実施例もある。例えば、第1のセンサが、バルブ206が開放されていることを検出すると、第1の近接センサはオン信号を生成することができ、第2のセンサが、バルブ206が閉鎖されていることを検出すると、第2の近接センサはオフ信号を生成することができる。こうして、図2の実施例の説明に示すように、第1の、および第2のオンオフバルブ202、および204の実施例による配置では、オン信号（バルブ開放状態を示す）、およびオフ信号（バルブ閉鎖状態を示す）に対応する2つのディスクリット入力（DI）218、および制御信号をソレノイド210に供給して、メインバルブ206を駆動して開放状態、または閉鎖状態のどちらかにする1つのディスクリット出力（DO）220を備える、3つのI/Oチャンネルが必要となる。

【0040】

既知の技術では、第2のオンオフバルブ204に示すように、2つのDI218と1つのDO220各々は、個別の導体222a~222c（例えば、個別のツイストワイヤのペア）を介して別々の終端モジュール126a~126cに戻る通信が行われる。そのような実装では、オンオフバルブ204は3つの終端モジュール126a~126cが必要になるが、そのようなオンオフバルブと通信するのに必要な設置面積、つまりマーシャリングキャビネット122内の必要空間を著しく増加する、および/または一定寸法の1台のマーシャリングキャビネット122を介して制御可能なオンオフバルブの数が、著しく制限されることになる。

【0041】

オンオフバルブ204の既知の実装とは異なり、実施例によるオンオフバルブ202は、本明細書で開示された教示により実装され、単一導体224（例えば、単一のツイストワイヤのペア）を介してオンオフバルブ202が操作できるようにしている。このようにして、ここに示す実施例のように、他のフィールドデバイス226および228を、他の終端モジュール124b~124cに接続できるように、オンオフバルブ202は、1つの終端モジュール124aだけと通信可能に接続される。従って、本明細書で開示した教示によれば、マーシャリングキャビネット122内で第1のオンオフバルブ202を操作するために必要な設置面積は、既知の技術を使用して実装された第2のオンオフバルブ204を操作するために使用する空間の1/3に減少する。言い換えれば、マーシャリングキャビネット（例えば、同じサイズの）が同じなら、本明細書で開示した教示により実装すれば、既知の方法と比べて、3倍のオンオフバルブを収納することができる。

【0042】

上記のように、実施例によるオンオフバルブ202は、オンオフバルブ202に関連付けられた3つのI/O（例えば、2つのDI218と1つのDO220）各々に通信可能に接続され、導体224を介して終端モジュール124aにも接続された、実施例によるマルチチャネルトランシーバ230を備える。こうして、ここに示す実施例では、トランシーバ230は、終端モジュール124aを介してコントローラ104からコマンド、または信号を受信し、そのような信号を、ソレノイド210に関連付けられたDO220に送信して、メインバルブ206を駆動するように構成されている。さらに、ここに示す実

施例のトランシーバ 230 は、バルブの状態（例えば、開放、または閉鎖）を示すスイッチボックス 212 内の近接センサにより検出された位置情報に基づき、2つの D I 218 に対応するフィードバック信号を受信するように構成されている。ここに示す実施例では、同じ導体 224 を介したコントローラ 104 からの要求に応答して、トランシーバ 230 は終端モジュール 124 a を介して、コントローラ 104 にフィードバック信号（例えば、D I 信号）を戻す。

【0043】

ここに示す実施例ではトランシーバ 230 は、ブラケット 214 を介して、オンオフバルブ 202 上に搭載される。トランシーバ 230 は、別の方法で（例えば、オンオフバルブ 202 の別の構成部品に搭載される）オンオフバルブ 202 に物理的に接続される、という実施例もある。例えばトランシーバ 230 は、ケーブルのグランドエントリで、スイッチボックス 212 に接着されるような構造にすることができる（例えば、ネジ式インタフェースで）。他の実施例では、トランシーバ 230 は、ソレノイドバルブ 210 の隣に置かれた、ソレノイドバルブアダプタ板に搭載してもよい。このようにして、トランシーバ 230 を既存のオンオフバルブに簡単に組み込むことができる。トランシーバ 230 を、スイッチボックス 212 に組み込むことができる実施例もある。トランシーバ 230 を、自身のハウジングに収納することができる実施例もある。トランシーバ 230 を、オンオフバルブ 202 に直接搭載、または物理的に接続せずに、トランシーバ 230 をオンオフバルブ 202 から離しておくが、オンオフバルブ 202 と関連付けられた I / O 218、220 各々と通信可能に接続できるように、十分近くに置いておく実施例もある。ソレノイド 210 を介して作動される空気式オンオフバルブを、図 1 の実施例に示すが、実施例によるトランシーバ 230 は、異なる種類のアクチュエータを備える異なる種類のオンオフバルブに各々接続されるように構成することができる。例えば、オンオフバルブはあるいは、120 V の交流電力で動作する、モータ駆動バルブでもよい。さらに、またはその代わりに、終端モジュール 124 a、および / またはトランシーバ 230 は、例えば前進 / オフ / 逆進のアプリケーション、または左 / ホールド / 右のアプリケーションのようにさらに複雑な制御能力に関連付けられたオンオフバルブを扱うように構成することができる実施例もある。

【0044】

図 3 は、図 1 ~ 2 の実施例による終端モジュール 124 a の詳細ブロック図である。実施例による終端モジュール 124 a は、ユニバーサル I / O バスインタフェース 302 を備え、実施例による終端モジュール 124 a が図 1 の I / O カード 132 a ~ 132 b（または任意の他の I / O カード）と通信できるようにする。例えば、RS - 485 シリアル通信基準、マンチェスタバスパワード（MBP）伝送技術、イーサネット等を使用すれば、I / O バスインタフェース 302 を実装することができる。終端モジュール 124 a のアドレス、および / または I / O カード 132 a のアドレスを識別するために、終端モジュール 124 a はアドレス識別子 304 を備える。終端モジュール 124 a がマーシャリングキャビネット 122 に挿入されると、I / O カード 132 a（図 1）に対して終端モジュールのアドレス（例えば、ネットワークアドレス）を問い合わせるようにアドレス識別子 304 を構成することができる。このようにして、I / O カード 132 a に情報を伝える場合は、終端モジュール 124 a は終端モジュールアドレスをソースアドレスとして使用でき、終端モジュール 124 a に情報を伝える場合は、I / O カード 132 a は終端モジュールアドレスを宛先アドレスとして使用できる。

【0045】

終端モジュール 124 a の様々な操作を制御するために、終端モジュール 124 a には操作コントローラ 306 が備えられている。実施例による実装では、マイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用して、操作コントローラを実装することができる。操作コントローラ 306 は命令、すなわちコマンドを、実施例による終端モジュール 124 a の他の部分に伝え、その部分の操作を制御する。

【0046】

実施例による終端モジュール124aは、I/Oバス通信プロセッサ308が備えられ、ユニバーサルI/Oバス136aを介してI/Oカード132aと情報交換する。ここに示す実施例では、I/Oバス通信プロセッサ308は、I/Oカード132aに伝送する情報をパケット化し、I/Oカード132aから受信した情報を非パケット化する。ここに示す実施例では、I/Oバス通信プロセッサ308は、送信する各パケットのヘッダー情報を生成し、受信したパケットからヘッダー情報を読み出す。実施例によるヘッダー情報には、宛先アドレス（例えば、I/Oカード132aのネットワークアドレス）、ソースアドレス（例えば、終端モジュール124aのネットワークアドレス）、パケットタイプ、またはデータタイプ（例えば、アナログフィールドデバイス情報、フィールドデバイス情報、コマンド情報、温度情報、リアルタイムデータ値等）、エラーチェック情報（例えば、周期的冗長検査（CRC））が含まれる。同じマイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用して、I/Oバス通信プロセッサ308と操作コントローラ306を実装することができる、実施例による実装もある。

10

【0047】

図1のフィールドデバイス112a、または図2のオンオフバルブ202（または、任意の他のフィールドデバイス）に供給される電力量を制御するために、終端モジュール124aにはフィールドパワーコントローラ310が備えられている。マーシャリングキャビネット122内の電源が、終端モジュール124aに電力を供給して、フィールドデバイス112aと通信するために、通信チャネルインタフェースに電力を供給するという実施例もある。例えば、12ボルトを使用して通信するフィールドデバイスがあれば、24ボルトを使用して通信するものもある。ここに示す実施例では、終端モジュール124aに供給する電力を、フィールドパワーコントローラ310が電源により規定し、調整し、ステップアップ/ステップダウンする。フィールドパワーコントローラ310が、フィールドデバイスとの通信で使用する電力量、および/またはフィールドデバイスへの配電量を制限し、引火性の高い、または可燃性の高い環境で点火するリスクを大幅に低減または消去している、という実施例による実装もある。

20

【0048】

電源から受け取った電力を、終端モジュール124a、および/またはフィールドデバイス112a用の電力に変換するために、終端モジュール124aにはパワーコンバータ312が備えられている。ここに示す実施例では、終端モジュール124aを実装するのに使用する回路は、フィールドデバイス112aで要求される電圧レベルとは異なる、1つ以上の電圧レベル（例えば、3.3V）を使用する。パワーコンバータ312は、電源から受電した電力を使用して、終端モジュール124a、およびフィールドデバイス112aにレベルの異なる電圧を供給するように構成されている。ここに示す実施例では、パワーコンバータ312が生成した電力出力は、終端モジュール124a、およびフィールドデバイス112aに電力を供給し、終端モジュール124aとフィールドデバイス112a間で情報通信するのに使用される。他の通信プロトコルと比較して高い、または低い電圧レベル、および/または電流レベルを要するフィールドデバイス通信プロトコルもある。ここに示す実施例では、フィールドパワーコントローラ310は、パワーコンバータ312を制御して、フィールドデバイス112aに電力を供給し、フィールドデバイス112aと通信するための電圧レベル（複数可）を提供する。けれども、パワーコンバータ312により生成された出力電力を使用して、終端モジュール124aには電力を供給するが、マーシャリングキャビネット122の外部の個別の電源を使用して、フィールドデバイス112aには電力を供給する他の実施例による実装もある。

30

40

【0049】

終端モジュール124aの回路とI/Oカード132aとを電氣的に絶縁するために、終端モジュール124aには1台以上の絶縁装置314が備えられる。絶縁装置314は、電気絶縁装置、および/または光絶縁装置を使用して実装することができる。

【0050】

アナログ信号とデジタル信号間の変換を行うために、終端モジュール124aにはデジ

50

タル - アナログコンバータ 3 1 6 とアナログ - デジタルコンバータ 3 1 8 が備えられる。デジタル - アナログコンバータ 3 1 6 は、I / O カード 1 3 2 a から受信したデジタル表示されたアナログ値を、図 1 のフィールドデバイス 1 1 2 a に伝えることができるアナログ値に変換するように構成されている。アナログ - デジタルコンバータ 3 1 8 は、フィールドデバイス 1 1 2 a から受信したアナログ値（例えば、測定値）を、I / O カード 1 3 2 a に伝えることができる、デジタル表示された値に変換するように構成される。終端モジュール 1 2 4 a がフィールドデバイス 1 1 2 a とデジタル信号で通信するように構成されている、別の実施例による実装では、デジタル - アナログコンバータ 3 1 6 とアナログ - デジタルコンバータ 3 1 8 を、終端モジュール 1 2 4 a から省略することができる。

【 0 0 5 1 】

フィールドデバイス 1 1 2 a との通信を制御するために、終端モジュール 1 2 4 a にはフィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 が備えられている。フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、I / O カード 1 3 2 a から受信した情報は、フィールドデバイス 1 1 2 a と通信するのに正しいフォーマットと電圧タイプ（例えば、アナログ - デジタル）であることを保証する。もし、フィールドデバイス 1 1 2 a がデジタル情報を使用して通信するように構成されていれば、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 もまた、情報をパケット化、または非パケット化するように構成される。さらに、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、フィールドデバイス 1 1 2 a から受信した情報を抽出して、その情報をアナログ - デジタルコンバータ 3 1 8、および / または I / O バス通信プロセッサ 3 0 8 に伝え、次いで I / O カード 1 3 2 a に伝えるように構成されている。

【 0 0 5 2 】

ここに示す実施例では、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、フィールドデバイス 1 1 2 a から受信した情報にタイムスタンプするようにも構成されている。終端モジュール 1 2 4 a でタイムスタンプを生成すれば、サブミリ秒の領域でのタイムスタンプの正確さを利用して、一連の事象（S O E）の操作の実装が容易になる。例えば、タイムスタンプとそれぞれの情報は、コントローラ 1 0 4、および / またはワークステーション 1 0 2 に伝えることができる。例えば、ワークステーション 1 0 2（図 1）（または任意の他の処理システム）により実行される一連の事象の操作を使用すれば、操作（例えば、故障モード）の特定の状態になる前、最中、なった後で何が起こったかを解析し、操作の特定の状態の発生原因を判定することができる。サブミリ秒領域でタイムスタンプをとれば、時間的粒度を比較的高くしてイベントをキャプチャすることができる。同じマイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用して、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0、および操作コントローラ 3 0 6 を実装することができる実施例による実装もある。

【 0 0 5 3 】

一般的に、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 に類似したフィールドデバイス通信コントローラは、通信するために構成されたフィールドデバイスの種類に対応する通信プロトコル機能、または他の通信機能（例えば、フィールドバス通信プロトコル機能、H A R T 通信プロトコル機能等）を備える。例えば、もし H A R T 装置を使用して、フィールドデバイス 1 1 2 a が実装されれば、終端モジュール 1 2 4 a のフィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 には、H A R T 通信プロトコル機能が備えられる。フィールドデバイス 1 1 2 a に向けた I / O カード 1 3 2 a からの情報を、終端モジュール 1 2 4 a が受信すると、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、H A R T 通信プロトコルに従ってその情報をフォーマットして、その情報をフィールドデバイス 1 1 2 a に届ける。図 2 に示すオンオフバルブ 2 0 2 に関連して、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、適切なディスクリット出力を伝えて、ソレノイド 2 1 0 を駆動するように構成され、ワイヤの単一ペア（例えば、導体 2 2 4）を介して、スイッチボックス 2 1 2 からディスクリット入力を受信するように構成されている。

【 0 0 5 4 】

ここに示す実施例では、フィールドデバイス通信プロセッサ 3 2 0 は、通過するメッセ

ージを処理するように構成されている。通過するメッセージは、ワークステーション（例えば、図1のワークステーション102）で発生し、ペイロード（例えば、通信パケットのデータ部分）としてコントローラ（例えば、図1のコントローラ104）を介して、終端モジュール（例えば、図1の終端モジュール124a）に伝えられ、フィールドデバイス（例えば、フィールドデバイス112a）へ送付される。例えば、ワークステーション102で発生し、フィールドデバイス112aに配信されるように指定されたメッセージは、ワークステーション102にて通信プロトコル記述子（例えば、HARTプロトコル記述子）でタグ付けされ、および/またはフィールドデバイス112aの通信プロトコルに従ってフォーマットされる。ワークステーション102は、メッセージを1つ以上の通信パケットのペイロード（複数可）内に包み込み、そのメッセージを、ワークステーション102からI/Oコントローラ104を介して、通過メッセージとして終端モジュール124aへ配信する。メッセージの包み込みとは、例えば、フィールドデバイスと通信するのに使用される通信プロトコル（例えば、Fieldbusプロトコル、HARTプロトコル等）に従ってヘッダー情報内のメッセージをパケット化することを意味する。終端モジュール124aが、I/Oカード132からの通過メッセージを含む通信パケット（複数可）を受信すると、I/Oバス通信プロセッサ308（図3）は、受信した通信パケット（複数可）からペイロード（複数可）を抽出する。その後、フィールドデバイス通信プロセッサ320（図3）は、ペイロード（複数可）からの通過メッセージの包みをほどこき、（ワークステーション102で、既にフォーマットされていなければ）ワークステーション102により生成された通信プロトコル記述子に従ってメッセージをフォーマットして、そのメッセージをフィールドデバイス112aに伝える。

【0055】

フィールドデバイス通信プロセッサ320は、通過メッセージをワークステーション102に同様にして伝えるように構成されている。例えば、もしフィールドデバイス112aが、ワークステーション102に配信しようとするメッセージ（例えば、ワークステーションメッセージへの返事、または任意の他のメッセージ）を生成すれば、フィールドデバイス通信プロセッサ320は、フィールドデバイス112aからのメッセージを、1つ以上の通信パケットのペイロードに包み込み、I/Oバス通信プロセッサ308は、包み込んだメッセージを含む1つ以上のパケットを、I/Oカード132aに伝える。ワークステーション102が、包み込んだメッセージを含むコントローラ104からのパケットを受信すると、ワークステーション102は包みをほどこいて、メッセージを処理することができる。

【0056】

終端モジュール124aは、終端モジュール124aをフィールドデバイス（例えば、図1のフィールドデバイス112a）に通信可能に接続するように構成された、フィールドデバイスインタフェース322を備える。例えば、フィールドデバイスインタフェース322は、コンタクトの1つ以上を介して、終端モジュール124aに関連付けられた終端ネジに、通信可能に接続することができる。

【0057】

図2の終端モジュール124aを実装する実施例による方法を図3に示すが、図3に示す要素、プロセス、および/または装置の1つ以上は、任意の他の方法で結合、分割、再編成、省略、消去、および/または実装することができる。さらに、実施例によるI/Oバスインタフェース302、実施例によるアドレス識別子304、実施例による操作コントローラ306、実施例によるI/Oバス通信プロセッサ308、実施例によるフィールドパワーコントローラ310、実施例によるパワーコンバータ312、実施例による絶縁装置314、実施例によるデジタル-アナログコンバータ316、実施例によるアナログ-デジタルコンバータ318、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ320、実施例によるフィールドデバイスインタフェース322、および/または、さらに一般的には、実施例による図3の終端モジュール124aは、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、および/またはハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウ

エアの任意の組合せにより実装することができる。こうして、任意の実施例による I / O バスインタフェース 302、実施例によるアドレス識別子 304、実施例による操作コントローラ 306、実施例による I / O バス通信プロセッサ 308、実施例によるフィールドパワーコントローラ 310、実施例によるパワーコンバータ 312、実施例による絶縁装置 314、実施例によるデジタル - アナログコンバータ 316、実施例によるアナログ - デジタルコンバータ 318、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ 320、実施例によるフィールドデバイスインタフェース 322、および / または、さらに一般的には、実施例による終端モジュール 124a のどれでも、1 つ以上のアナログ、またはデジタル回路 (複数可)、論理回路、プログラマブルプロセッサ (複数可)、特定用途向け集積回路 (複数可) (ASIC)、プログラム可能論理装置 (複数可) (PLD)、および / またはフィールドプログラム可能論理装置 (複数可) (FPLD) により実装することができる。純粋にソフトウェア、および / またはファームウェアの実装を網羅している、本特許の任意の装置のクレーム、またはシステムのクレームを読むと、実施例による I / O バスインタフェース 302、実施例によるアドレス識別子 304、実施例による操作コントローラ 306、実施例による I / O バス通信プロセッサ 308、実施例によるフィールドパワーコントローラ 310、実施例によるパワーコンバータ 312、実施例による絶縁装置 314、実施例によるデジタル - アナログコンバータ 316、実施例によるアナログ - デジタルコンバータ 318、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ 320、および / または実施例によるフィールドデバイスインタフェース 322 のうち少なくとも 1 つは、本明細書では、ソフトウェア、および / またはファームウェアを記憶する、メモリ、デジタル多用途ディスク (DVD)、コンパクトディスク (CD)、ブルーレイディスク等のような実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶装置、または記憶ディスクを含むことが、本明細書で明確に定義されている。さらにまた、実施例による図 2 の終端モジュール 124a は、図 3 での説明に加え、またはその代わりに、1 つ以上の要素、プロセス、および / または装置を含むことができ、および / または任意の、または全ての説明した要素、プロセス、および / または装置の 1 つ超を含むことができる。

【0058】

図 4 は、実施例による図 2 のトランシーバ 230 の詳細なブロック図である。実施例によるトランシーバ 230 は、終端モジュールインタフェース 402 を備え、実施例によるトランシーバ 230 が終端モジュール 124a と通信できるようにしている。実施例によるトランシーバ 230 は、ソレノイドインタフェース 404 を備え、実施例によるトランシーバ 230 がソレノイド 210 と通信する (例えば、ディスクリット出力信号を送信する) ことができるようにしている。実施例によるトランシーバ 230 のソレノイドインタフェース 404 は、任意の適切な接続を使用して、ソレノイド 210 に通信可能に接続することができるワイヤを備えている、という実施例もある。実施例によるトランシーバ 230 は、近接センサインタフェース 406 を備え、実施例によるトランシーバ 230 が、スイッチボックス 212 内の位置センサと通信 (例えば、ディスクリット入力信号を受信する) できるようにしている。実施例によるトランシーバ 230 の近接センサインタフェース 406 が、バルブ 206 の動作状態 (例えば、開放、または閉鎖) を監視する対応するオン、およびオフ近接センサに通信可能に接続することができる 2 本のワイヤ (すなわち、ワイヤの 2 組) を備える、という実施例もある。

【0059】

ここに示す実施例では、トランシーバ 230 は、終端モジュール 124a、ソレノイド 210、スイッチボックス 212 内の近接センサと情報を交換する通信プロセッサ 408 を備える。ここに示す実施例では、通信プロセッサ 408 が、終端モジュール 124a から受信したディスクリット出力信号の送受信を制御してソレノイド 210 を駆動する。さらに、ここに示す実施例では、通信プロセッサ 408 が、スイッチボックス 212 の近接センサに関連付けられたディスクリット入力から受信したフィードバック信号の送信を制御する。

【0060】

10

20

30

40

50

トランシーバ230の様々な動作を制御するために、実施例によるトランシーバ230には動作コントローラ410が備えられる。実施例による実装では、動作コントローラ410は、マイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用して実装することができる。動作コントローラ410は、実施例によるトランシーバ230の他の部分に指示やコマンドを伝えて、その部分の動作を制御する。例えば、動作コントローラ410は通信プロセッサ408を指示して、通信プロセッサ408が終端モジュール124aから（例えば、終端モジュールインタフェース402を介して）以前受信した出力信号を（例えば、ソレノイドインタフェース404を介して）ソレノイド210へ送信させる。同様に、動作コントローラ410が通信プロセッサ408に指示して、通信プロセッサ408がスイッチボックス212から（例えば、近接センサインタフェース406を介して）以前受信した、入力信号、またはフィードバック信号を、（例えば、終端モジュールインタフェース402を介して）終端モジュール124aに送信させるという実施例もある。さらに、制御システムにある種の故障があると、動作コントローラ410が、オンオフバルブ202が適切に制御されるように管理するという実施例もある。例えば、トランシーバが（終端モジュール124aを介して供給されていた）電力を受信できなくなると、出力信号はオフに設定される。そのような場合には、受電が再開されると、動作コントローラ410は通信プロセッサ408に指示して、（例えば、ソレノイドインタフェース404を介して）故障動作信号をソレノイドに送信させて、オンオフバルブ202を予め定義してある故障状態にする。そのような実施例のあるものでは、動作コントローラ410はさらに通信プロセッサ408に指示して、オンオフバルブ202が故障状態にあることを示す指摘を、（例えば、終端モジュールインタフェース402を介して）終端モジュール124aに送信させる。同じマイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用して、通信プロセッサ408と動作コントローラ410が実装される、という実施例による実装もある。

【0061】

図2のトランシーバ230を実装する実施例による方法を図4に示すが、図4に示す要素、プロセス、および/または装置の1つ以上は、任意の他の方法で結合、分割、再編成、省略、消去、および/または実装することができる。さらに、実施例による終端モジュールインタフェース402、実施例によるソレノイドインタフェース404、実施例による近接センサインタフェース406、実施例による動作コントローラ410、実施例による通信プロセッサ408、および/またはさらに一般的には、図4の実施例による終端モジュール124aは、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、および/またはハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアの任意の組合せにより実装することができる。こうして、例えば、任意の実施例による終端モジュールインタフェース402、実施例によるソレノイドインタフェース404、実施例による近接センサインタフェース406、実施例による動作コントローラ410、実施例による通信プロセッサ408、および/またはさらに一般的には、終端モジュール124aは、1つ以上のアナログ、またはデジタル回路（複数可）、論理回路、プログラマブルプロセッサ（複数可）、特定用途向け集積回路（複数可）（ASIC）、プログラム可能論理装置（複数可）（PLD）、および/またはフィールドプログラム可能論理装置（複数可）（FPLD）により実装することができる。純粋にソフトウェア、および/またはファームウェア実装を網羅している、本特許の任意の装置またはシステムのクレームを読むと、実施例による終端モジュールインタフェース402、実施例によるソレノイドインタフェース404、実施例による近接センサインタフェース406、実施例による動作コントローラ410、および/または、実施例による通信プロセッサ408のうち少なくとも1つは、本明細書では、ソフトウェア、および/またはファームウェアを記憶する、メモリ、デジタル多用途ディスク（DVD）、コンパクトディスク（CD）、ブルーレイディスク等のような実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶装置、または記憶ディスクを含むことが、本明細書で明確に定義されている。さらにまた、図2の実施例によるトランシーバ230は、図4での説明に加え、またはその代わりに、1つ以上の要素、プロセス、および/または装置を

10

20

30

40

50

含むことができ、および/または任意の、または全ての説明した要素、プロセス、および/または装置の1つ超を含むことができる。

【0062】

図3の終端モジュール124aを実装するための実施例による方法を表すフローチャートを図5に示す。この実施例では、この方法は、図7に関連して以下で議論する、実施例によるプロセッサプラットフォーム700内に示すプロセッサ712のようなプロセッサにより、実行されるプログラムを備える、機械読み取り可能な命令として実装される。このプログラムは、CD-ROM、フロッピーディスク、ハードドライブ、デジタル多用途ディスク(DVD)、ブルーレイディスク、またはプロセッサ712に関連付けられたメモリのような、実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体内に記憶されたソフトウェア内で具現化することができるが、プログラム全体、および/またはその一部は、プロセッサ712以外の装置により実行されるか、および/またはファームウェア、または専用ハードウェアで具現化させるかどちらかである。さらに、実施例によるプログラムは、図7に示すフローチャートを参照して記述しているが、実施例による終端モジュール124aを実装する他の方法の多くを、代わりに使用してもよい。例えば、ブロックを実行する順番を変えてもよいし、および/または記載したあるブロックを変更、消去、または結合してもよい。

【0063】

図5を詳しく見ると、実施例によるプロセスは、ブロック500で開始され、実施例による終端モジュール124aが、オンオフバルブ(例えば、図2のオンオフバルブ202)を駆動するための制御信号を(例えば、オペレータから)受信したか否かを判定する。例えば、もしI/Oバス通信プロセッサ308が、制御信号を受信したことを、例えば割り込みレジスタ、またはステータスレジスタを介して指摘すれば、終端モジュール124aは、そのような制御信号を受信したと判定する。もし実施例による終端モジュール124aが、制御信号を受信したと判定すると、制御はブロック502に進み、実施例による操作コントローラ306が、制御信号がオンオフバルブ202を開放するのか、または閉鎖するのかを判定する。もし実施例による操作コントローラ306が、制御信号がオンオフバルブ202を開放すると判定すると(ブロック502)、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ320は(例えば、フィールドデバイスインタフェース322を介して)信号をトランシーバ230に送信し、オンオフバルブ202を開放する(ブロック504)。ブロック506では、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ320が、オンオフバルブ202が開放していることの確認を(例えば、フィールドデバイスインタフェース322を介してトランシーバ230から)受信する。ブロック508では、実施例によるI/Oバス通信プロセッサ308が(例えば、I/Oバスインタフェース302を介して)、オンオフバルブ202が開放していることを示すメッセージをコントローラ104に送信し、その後制御がブロック516に進む。もし実施例による操作コントローラ306が、制御信号がオンオフバルブ202が閉じるものであると判定すると(ブロック502)、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ320は(例えば、フィールドデバイスインタフェース322を介して)信号をトランシーバ230に送信し、オンオフバルブ202を閉鎖する(ブロック510)。ブロック512では、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ320は(例えば、フィールドデバイスインタフェース322を介してトランシーバ230から)、オンオフバルブ202が閉鎖していることの確認を受信する。ブロック514では、実施例によるI/Oバス通信プロセッサ308が(例えば、I/Oバスインタフェース302を介して)、オンオフバルブ202が閉鎖していることを示すメッセージをコントローラ104に送信し、その後制御がブロック516に進む。ブロック500に戻り、もし実施例による終端モジュール124aが、オンオフバルブ202を開放、または閉鎖するための制御信号を受信していないと判定すると、制御は直接ブロック516に進む。

【0064】

ブロック516では、実施例による操作コントローラ306が、オンオフバルブ202

10

20

30

40

50

の動作状態をチェックするか否か（例えば、最後に送信した制御信号に対して、バルブを開くか、閉じるか）を判定する。制御信号が最後に送信されてから、および／またはバルブの状態が最後にチェックされてから、経過した閾値期間に基づいて操作コントローラ 306 が、オンオフバルブ 202 の動作状態をチェックするか否かを判定するという実施例もある。オンオフバルブ 202 をチェックするコマンドの（例えば、オペレータからの）受信に基づき、オンオフバルブ 202 の動作状態をチェックするか否かを操作コントローラ 306 が判定するという別の実施例もある。もし実施例による操作コントローラ 306 が、オンオフバルブ 202 の動作状態をチェックしないと判定すれば（ブロック 516）、制御はブロック 500 に戻る。もし実施例による操作コントローラ 306 が、オンオフバルブ 202 の動作状態をチェックすると判定すれば（ブロック 516）、制御はブロック 518 に進み、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ 320 が、テスト信号を（例えば、フィールドデバイスインタフェース 322 を介して）送信し、オンオフバルブ 202 をチェックする。ブロック 520 では、実施例による終端モジュール 124a が、現在のバルブの状態の確認を受信したか否かを判定する。例えば、もしフィールドデバイス通信プロセッサ 320 が、トランシーバ 230 からのフィードバックを受信したことを、例えば割り込みレジスタ、またはステータスレジスタを介して指摘すれば、終端モジュール 124a は、現在のバルブの状態の確認を受信したと判定する。もし実施例による終端モジュール 124a が、現在のバルブの状態の確認を受信した（例えば、トランシーバ 230 が要求された情報に回答した）と判定すれば、実施例による操作コントローラ 306 が、現在のバルブの状態が、最後の制御信号の状態に一致するか否かを判定する（ブロック 522）。つまり、実施例による操作コントローラ 306 が、（バルブが開放か、または閉鎖かどちらかを示す）スイッチボックス 212 の近接センサにより発生したディスクリット入力信号が、ソレノイド 210 に送信された（オンオフバルブ 202 を開放、または閉鎖するための）最後のディスクリット出力信号に一致するか否かを判定する。もし実施例による操作コントローラ 306 が、現在のバルブの状態が、最後の制御信号の状態に一致すると判定すれば（ブロック 522）、制御はブロック 524 に進む。ブロック 524 で、実施例による I/O バス通信プロセッサ 308 が、オンオフバルブ 202 の動作状態が良好であることを示すメッセージを（例えば、I/O バスインタフェース 302 を介して）コントローラ 104 に送信し、その後制御はブロック 500 に戻る。

【0065】

もし実施例による操作コントローラ 306 が、現在のバルブの状態が、最後の制御信号の状態に一致しないと判定すると（ブロック 522）、制御はブロック 526 に進む。もし実施例による終端モジュール 124a が、現在のバルブの状態の確認を受信していないと判定すると（ブロック 520）、制御はブロック 526 に直接進む。ブロック 526 では、実施例による I/O バス通信プロセッサ 308 が、オンオフバルブ 202 の状態がよいことを示すメッセージを、（例えば、I/O バスインタフェース 302 を介して）コントローラ 104 に送信する。ブロック 528 では、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ 320 が、故障動作信号を（例えば、フィールドデバイスインタフェース 322 を介して）トランシーバ 230 に送信する。ブロック 530 では、実施例によるフィールドデバイス通信プロセッサ 320 が、オンオフバルブ 202 が故障状態であることの確認を（例えば、フィールドデバイスインタフェース 322 を介してトランシーバ 230 から）受信する。ブロック 532 では、実施例による I/O バス通信プロセッサ 308 が、オンオフバルブ 202 が故障状態であることを示すメッセージを（例えば、I/O バスインタフェース 302 を介して）コントローラ 104 に送信し、その時点で実施例による図 5 のプロセスが終了する。

【0066】

図 4 のトランシーバ 230 の実装方法の実施例を表すフローチャートを、図 6 に示す。この実施例で、図 7 に関して以下で議論する、実施例によるプロセッサのプラットフォーム 700 に示すプロセッサ 712 のようなプロセッサにより実行されるプログラムを備えた、機械読み取り可能な命令として、この方法は実装される。このプログラムは、C D - R

10

20

30

40

50

OM、フロッピーディスク、ハードドライブ、デジタル多用途ディスク(DVD)、ブルーレイディスク、またはプロセッサ712に関連付けられたメモリのような、実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体内に記憶されたソフトウェア内で具現化することができるが、プログラム全体、および/またはその一部は、プロセッサ712以外の装置により実行されるか、および/またはファームウェア、または専用ハードウェアで具現化させるかどちらかである。さらに、実施例によるプログラムは、図7に示すフローチャートを参照して記述しているが、実施例によるトランシーバ230を実装する他の方法の多くを、代わりに使用してもよい。例えば、ブロックを実行する順番を変えてもよいし、および/または記載したあるブロックを変更、消去、または結合してもよい。

【0067】

図6を詳しく見ると、実施例によるプロセスは、ブロック600で開始され、実施例によるトランシーバ230が、終端モジュール(例えば、図2の終端モジュール124a)からコマンド信号を受信したか否かを判定する。例えば、もし信号が受信されたことを、通信プロセッサ408が、例えば割り込みレジスタ、またはステータスレジスタを介して指摘すると、トランシーバ230は、信号が受信されたと判定する。この信号が、図5のブロック504、510、518あるいは528のどれかで送信された信号に対応する実施例もある。もし信号が受信されなければ、動作コントローラ410は、最後に信号を受信してから閾値期間が経過したか否かを判定する(ブロック602)。もし動作コントローラ410が、閾値期間が経過していないと判定すれば(ブロック602)、制御はブロック600に戻る。もし動作コントローラ410が、最後の信号から閾値期間が経過していると判定すれば(ブロック602)、制御はブロック604に進み、実施例による通信プロセッサ408が(例えば、ソレノイドインタフェース404を介して)故障動作信号をソレノイド210に送信して、オンオフバルブ202を作動させて故障状態にする。ブロック606では、実施例による通信プロセッサ408は、オンオフバルブ202が故障状態であることを示すフィードバック信号を、(例えば、終端モジュールインタフェース402を介して)終端モジュール124aに送信する。ブロック608では、実施例による動作コントローラ410が、実施例によるプロセスを継続するか否かを判定する。もし継続するなら、制御はブロック600に戻る。継続しないなら、実施例による図6のプロセスは終了する。

【0068】

ブロック600に戻ると、実施例によるトランシーバ230が、終端モジュール214aからのコマンド信号を受信したと判定すれば、制御はブロック610に進む。ブロック610では、実施例による通信プロセッサ408は、信号が(例えば、オンオフバルブ202の動作状態を調べるための)テスト信号か、または(例えば、オンオフバルブ202を駆動して、開放状態、または閉鎖状態にする)制御信号か、どちらであるかを判定する。もし実施例による通信プロセッサ408が、信号がテスト信号であると判定すると、実施例による通信プロセッサ408は、オンオフバルブ202の現在の状態を示す信号を、終端モジュール124aに送信する(ブロック612)。スイッチボックス212内の近接センサにより生成されたディスクリット入力信号に基づき、近接センサインタフェース406を介して、オンオフバルブ202の現在の状態が通信プロセッサ408により読み出される、という実施例もある。近接センサからのフィードバックにより指摘されたように最初に変更した場合、テスト信号を介して要求されるまで、または新しい制御信号を介して変更されるまで、実施例による通信プロセッサ408がオンオフバルブ202の現在の状態を記憶しておく、という他の実施例もある。オンオフバルブ202の現在の状態を示す信号を、実施例による通信プロセッサ408が送信してから(ブロック612)、実施例によるトランシーバ230は、バルブ状態のエラーを示す信号を受信したか否かを判定する(ブロック614)。もし終端モジュール124aが、トランシーバ230により報告された現在のバルブの状態が、トランシーバに送信された最後の制御信号に一致しないと判定すれば、バルブ状態のエラーを示す信号が受信される可能性がある。もし通信プロセッサ408が、エラーを示す信号が受信されたことを、例えば割り込みレジスタ、ま

10

20

30

40

50

たはステータスレジスタを介して指摘すれば、トランシーバ 230 が、そのような信号を受信したと判定する、という実施例もある。エラーを示す信号が、図 5 のブロック 528 で送信された故障動作信号に相当する可能性があるという実施例もある。もし実施例によるトランシーバ 230 が、パルプ状態のエラーを示す信号を受信すると（ブロック 614）、制御がブロック 604 に進み、ソレノイド 210 に故障動作信号を送信する。もし実施例によるトランシーバ 230 が、パルプ状態のエラーを示す信号を受信しなければ（ブロック 614）、制御はブロック 608 に進む。

【0069】

もし実施例による動作コントローラ 410 が、コマンド信号が制御信号であると判定すると（ブロック 610）、制御はブロック 616 に進み、実施例による動作コントローラ 410 が、制御信号がオンオフバルブ 202 を開放するのか、または閉鎖するのかを判定する。もし実施例による動作コントローラ 410 が、制御信号がオンオフバルブ 202 を開放すると判定すれば（ブロック 616）、実施例による通信プロセッサ 408 は、（例えば、ソレノイドインタフェース 404 を介して）出力信号をソレノイド 210 に送信してオンオフバルブ 202 を開放する（ブロック 618）。ブロック 620 では、実施例による通信プロセッサ 408 は、オンオフバルブ 202 が開放したという確認を（例えば、近接センサインタフェース 406 を介して）受信する。ブロック 622 では、実施例による通信プロセッサ 408 は、オンオフバルブ 202 が開放していることを示すフィードバック信号を、（例えば、終端モジュールインタフェース 402 を介して）終端モジュール 124a に送信する。その後、制御はブロック 608 に進む。

【0070】

もし実施例による動作コントローラ 410 が、制御信号がオンオフバルブ 202 を閉鎖するものであると判定すると（ブロック 616）、実施例による通信プロセッサ 408 は、出力信号を（例えば、ソレノイドインタフェース 404 を介して）ソレノイド 210 に送信してオンオフバルブ 202 を閉鎖する（ブロック 624）。ブロック 626 では、実施例による通信プロセッサ 408 は、オンオフバルブ 202 が閉鎖しているという確認を、（例えば、近接センサインタフェース 406 を介して）受信する。ブロック 628 では、実施例による通信プロセッサ 408 は、オンオフバルブ 202 が閉鎖していることを示すフィードバック信号を、（例えば、終端モジュールインタフェース 402 を介して）終端モジュール 124a に送信する。その後、制御はブロック 608 に進む。

【0071】

上記のように、実施例による図 5 および図 6 のプロセスは、ハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、リードオンリーメモリ（ROM）、コンパクトディスク（CD）、デジタル多用途ディスク（DVD）、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、および/または情報を任意の期間（例えば、期間を延長して、永久に、短時間、一時的にバッファリングして、および/または情報をキャッシングして）記憶することができる、任意の他の記憶装置、または記憶ディスクのような、実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された符号化命令（例えば、コンピュータ、および/または機械読み出し可能な命令）を使用して実装することができる。本明細書で使用しているが、実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体という用語は、コンピュータ読み取り可能な記憶装置、および/または記憶ディスクの任意の種類を含み、伝搬信号、および伝送媒体は含まないことは、明白に定義されている。本明細書で使用しているが、「実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体」、および「実体的な機械読み取り可能な記憶媒体」は交換可能に使用している。さらに、またはその代わりに、実施例による図 5 および図 6 のプロセスは、ハードドライブ、フラッシュメモリ、リードオンリーメモリ、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ、および/または情報を任意の期間（例えば、期間を延長して、永久に、短時間、一時的にバッファリングして、および/または情報をキャッシングして）記憶することができる、任意の他の記憶装置、または記憶ディスクのような、持続性があるコンピュータ、および/または機械読み取り可能な記憶媒体に記憶された符号化命令（例えば、コンピュータ、および/または機械読

10

20

30

40

50

み取り可能な命令)を使用して、実装することができる。本明細書で使用しているが、持続性があり、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体という用語は、任意の種類のコンピュータ読み取り可能な記憶装置、および/または記憶ディスクを含み、伝搬信号、および伝送媒体は含まないことは、明白に定義されている。本明細書で使用しているが、「少なくとも」という句は、特許請求の範囲の前提部の中で、移行句として使用され、「を備えた」という用語がオープンエンドであるのと同様にオープンエンドである。

【0072】

図7は、図3の終端モジュール124a、および/または図4のトランシーバ230を実装するための図5および図6の方法を行う命令を実行することができる、実施例によるプロセッサプラットフォーム700のブロック図である。プロセッサプラットフォーム700は、例えば、サーバ、パーソナルコンピュータ、インターネットアプライアンス、または任意の他の種類のコンピュータ装置でもよい。

10

【0073】

ここに示す実施例のプロセッサプラットフォーム700は、プロセッサ712を備える。ここに示す実施例のプロセッサ712は、ハードウェアある。例えば、プロセッサ712は、1つ以上の集積回路、論理回路、マイクロプロセッサ、または任意の望ましいファミリー、すなわちメーカーからのコントローラにより、実装することができる。

【0074】

ここに示す実施例のプロセッサ712は、ローカルメモリ713(例えば、キャッシュ)を備える。ここに示す実施例のプロセッサ712は、バス718を介して、揮発性メモリ714および不揮発性メモリ716を備えたメインメモリと通信する。揮発性メモリ714は、同期型ダイナミックランダムアクセスメモリ(SDRAM)、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)、RAMBUSダイナミックランダムアクセスメモリ(RDRAM)、および/または任意の他の種類のランダムアクセスメモリ装置により実装できる。不揮発性メモリ716は、フラッシュメモリ、および/または任意の他の望ましい種類のメモリ装置により実装できる。メインメモリ714および716へのアクセスは、メモリコントローラにより制御される。

20

【0075】

ここに示す実施例のプロセッサプラットフォーム700は、インタフェース回路720も備える。インタフェース回路720は、イーサネットインタフェース、ユニバーサルシリアルバス(USB)、および/またはPCIエクスプレスインタフェースのような、任意の種類のインタフェース基準により実装することができる。

30

【0076】

ここに示す実施例では、1台以上の入力装置722がインタフェース回路720に接続される。入力装置(複数可)722によりユーザが、データ、およびコマンドを、プロセッサ712に入力することができる。入力装置(複数可)は、例えばオーディオセンサ、マイクロホン、カメラ(静止画、または動画)、キーボード、ボタン、マウス、タッチスクリーン、トラックパッド、トラックボール、i s o p o i n t、および/または音声認識システムにより実装することができる。

【0077】

1台以上の出力装置724も、ここに示す実施例のインタフェース回路720に接続されている。出力装置724は、例えば、表示装置(例えば、発光ダイオード(LED)、有機発光ダイオード(OLED)、液晶ディスプレイ、陰極線管ディスプレイ(CRT)、タッチスクリーン、触覚出力装置、発光ダイオード(LED)、プリンタ、および/またはスピーカ)により実装することができる。このように、ここに示す実施例のインタフェース回路720は普通、グラフィックドライバカード、グラフィックドライバチップ、またはグラフィックドライバプロセッサを備える。

40

【0078】

ここに示す実施例のインタフェース回路720もまた、送信機、受信器、送受信機、モデム、および/またはネットワークインタフェースカードのような通信装置を備え、ネッ

50

トワーク 7 2 6 (例えば、イーサネット接続、デジタル加入者回線 (DSL)、電話回線、同軸ケーブル、携帯電話システム等) を介して外部の機械 (例えば、任意の種類のコンピューティング装置) とのデータ交換を容易にする。

【 0 0 7 9 】

ここに示す実施例のプロセッサプラットフォーム 700 もまた、ソフトウェア、および / またはデータを記憶するための、1 台以上の大容量記憶装置 728 を備える。そのような大容量記憶装置 728 の実施例は、フロッピーディスクドライブ、ハードディスクドライブ、コンパクトディスクドライブ、ブルーレイディスクドライブ、RAID システム、デジタル多用途ディスク (DVD) ドライブを含む。

【 0 0 8 0 】

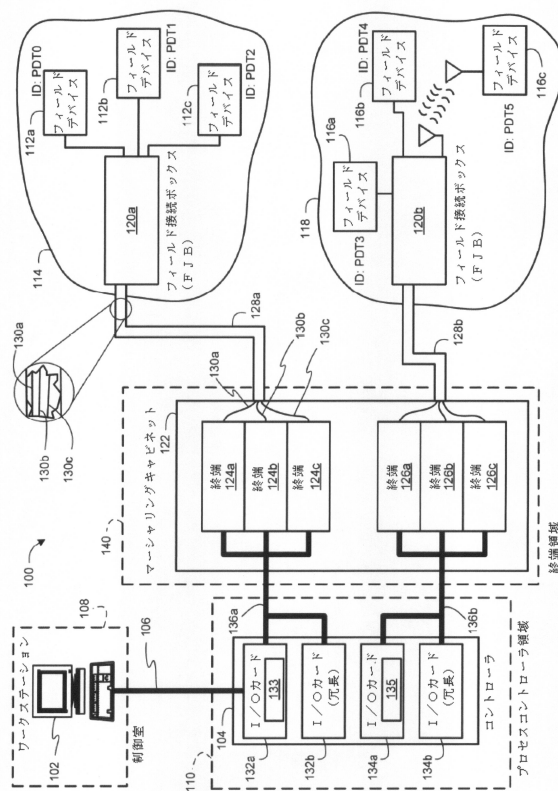
図 5 および図 6 の方法を実装するための符号化命令 732 は、大容量記憶装置 728、揮発性メモリ 714、不揮発性メモリ 716、および / または CD、または DVD のようなリムーバブルな実体的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶することができる。

【 0 0 8 1 】

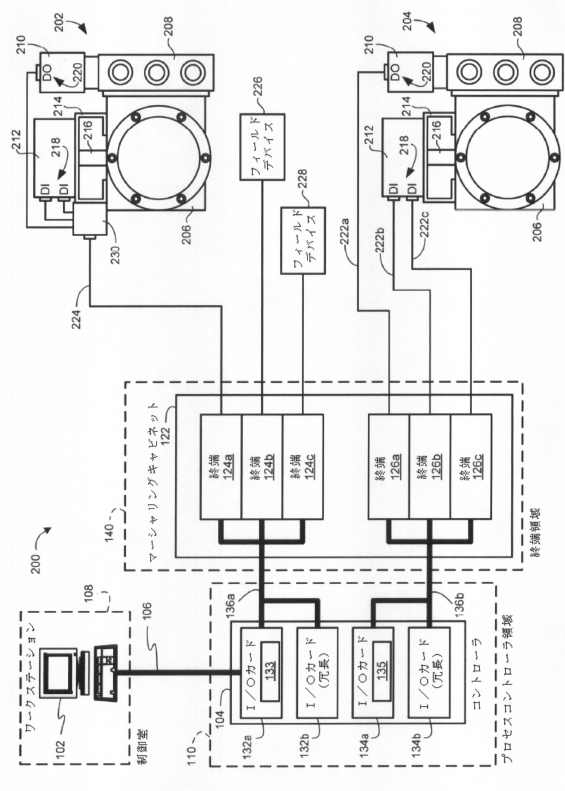
ある実施例による方法、装置、メーカーの商品が本明細書に開示されているが、本特許の対象範囲はそれに制限されることはない。一方、本特許は本特許の特許請求の範囲に明確に含まれる、全ての方法、装置、メーカーの商品を網羅する。

10

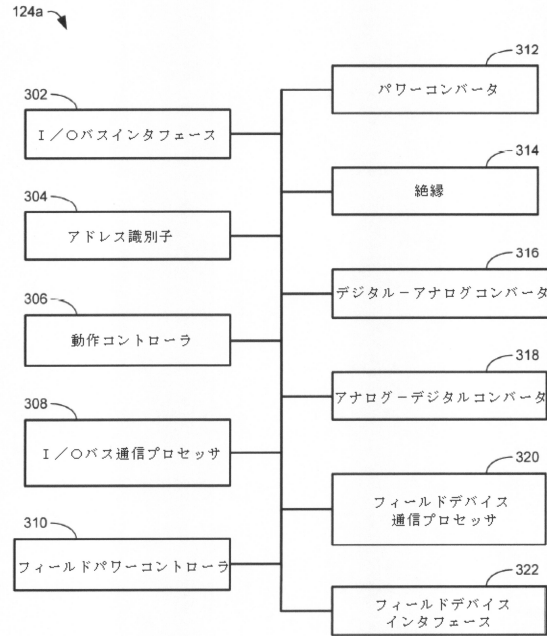
【 図 1 】



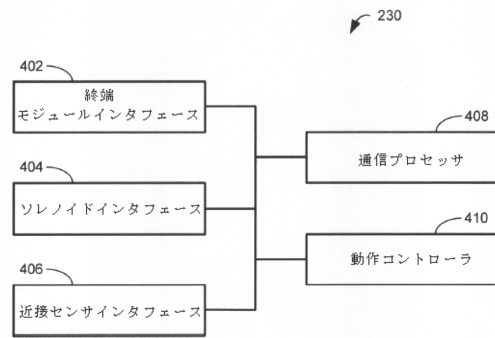
【 図 2 】



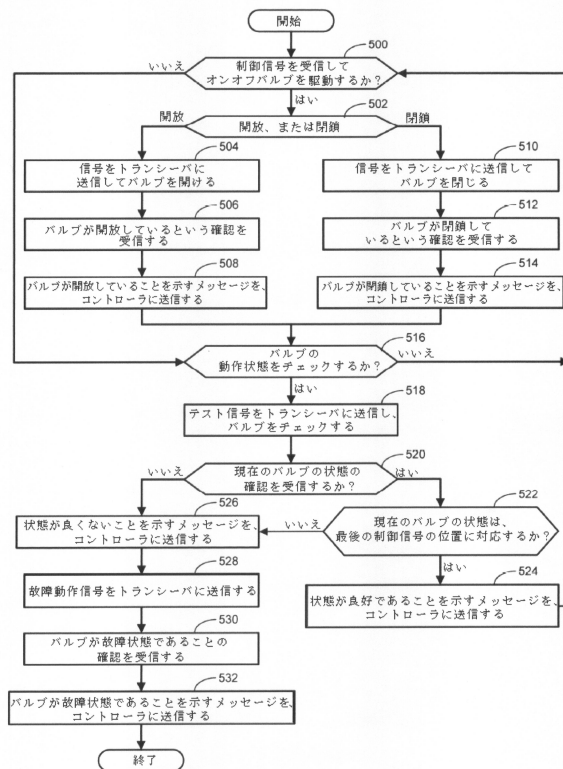
【 図 3 】



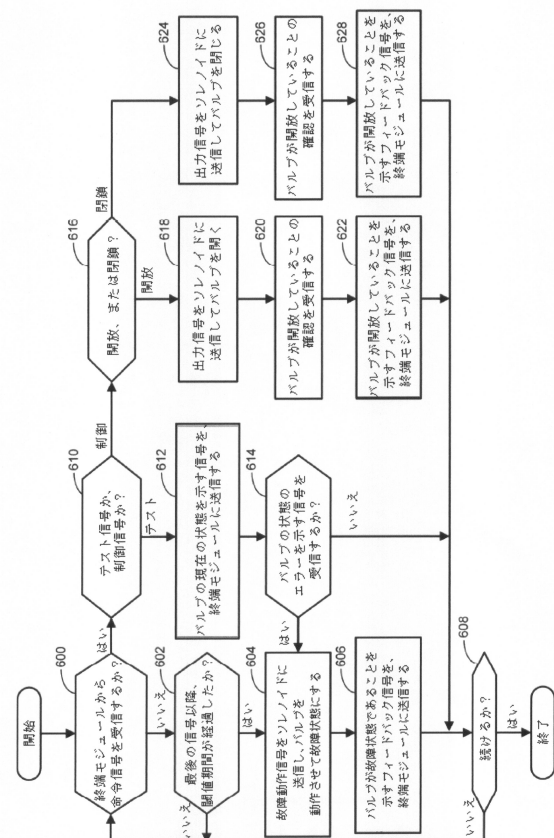
【 図 4 】



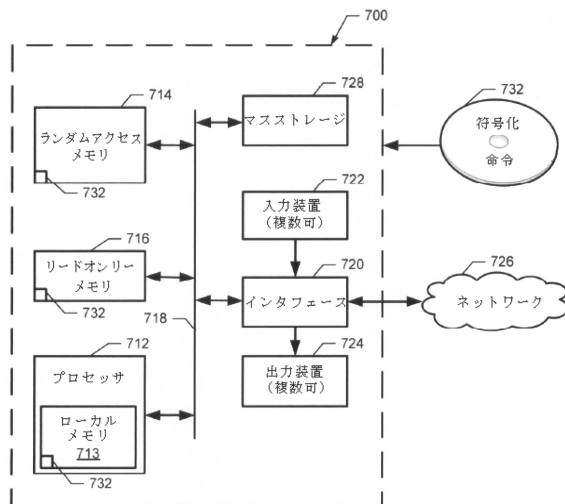
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 クラウス、 エルニ

アメリカ合衆国 7 8 7 1 7 テキサス州 オースティン ペッパー ロック ドライブ 8 6 0
4

審査官 大古 健一

(56)参考文献 特開2014-135020(JP, A)

特表2008-502997(JP, A)

特開2005-31964(JP, A)

特開2008-77660(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 23/00 - 23/02