

(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2019-8790

(P2019-8790A)

(43) 公開日 平成31年1月17日(2019.1.17)

(51) Int.Cl.

G05B 23/02

(2006.01)

F 1

G 05 B 23/02

3 0 1 T

テーマコード(参考)

3 C 2 2 3

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L 外国語出願 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2018-115334 (P2018-115334)
 (22) 出願日 平成30年6月18日 (2018.6.18)
 (31) 優先権主張番号 15/629,390
 (32) 優先日 平成29年6月21日 (2017.6.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(特許庁注: 以下のものは登録商標)

1. BLUETOOTH

(71) 出願人 512132022
 フィッシュヤーローズマウント システムズ、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 テキサス 78681-7430 ラウンド ロック ウエスト
 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
 マネージメント
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100138357
 弁理士 矢澤 広伸

最終頁に続く

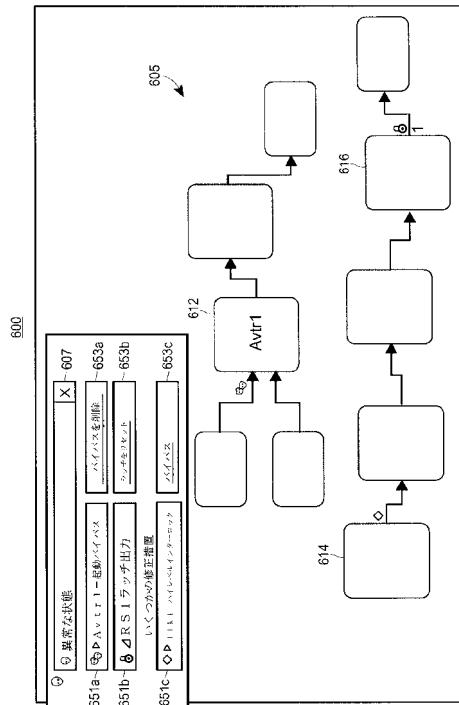
(54) 【発明の名称】ループインターフェース

(57) 【要約】 (修正有)

【解決手段】プロセスプラントの制御ループ用のループマップをディスプレイに表示することであって、前記ループマップは、前記制御ループの複数の制御ループ要素を描写する、前記ディスプレイに表示することと、前記ループマップに関連付けられた制御ループ状態を前記ディスプレイに表示する。

【効果】これにより、ユーザは、例えば、パラメータまたはデバイスの変更がプロセスの制御にどのように影響し得るかを理解することができる。ユーザは、制御ループ及びその構成要素の状態を理解するために、制御ループに関連付けられたロジックに精通している必要はない。さらに、一実施形態では、ユーザは、制御ループに関して生じる特定の状態(例えば、異常な状態)を容易に修正することができる。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

方法であつて、

プロセスプラントの制御ループ用のループマップをディスプレイに表示することであつて、前記ループマップは、前記制御ループの複数の制御ループ要素を描写する、前記ディスプレイに表示することと、

前記ループマップに関連付けられた制御ループ状態を前記ディスプレイに表示することと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記描写された複数の制御ループ要素は、前記制御ループの複数のハードウェア要素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記描写された複数のハードウェア要素は、前記制御ループの複数のデバイスと、前記複数のデバイスのうちの少なくとも 2 つの間の通信リンクと、を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記描写された複数のデバイスは、

(i) フィールドデバイスと、

(i i) I / O デバイスと、

(i i i) 前記フィールドデバイスと前記 I / O デバイスとの間の第 1 の通信リンクと、

(i v) 前記フィールドデバイスを制御するための制御信号を送信するか、または前記フィールドデバイスによって得られた測定値を受信するように構成されたコントローラと、

(v) 前記コントローラと前記 I / O デバイスとの間の第 2 の通信リンクと、

(v i) 前記フィールドデバイスを監視または制御するように構成されたオペレータステーションと、

(v i i) 前記オペレータステーションと前記コントローラとの間の第 3 の通信リンクと、を含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記描写された複数の制御ループ要素は、前記コントローラによって実装される制御ルーチンをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記制御ループ状態は、(i) 前記複数のデバイスのうちの 1 つ、または(i i) 前記通信リンクの状態である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記描写された複数の制御ループ要素は、前記制御ループの複数のソフトウェア要素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記描写された複数のソフトウェア要素は、複数の機能ブロックを含み、

前記複数の機能ブロックは、入力機能ブロック、制御機能ブロック、または出力機能ブロックを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ループマップを表示する前に、前記ループマップを見るためのユーザ要求を受信することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記制御ループ状態は、前記ユーザ要求が受信される前に表示される、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記表示された制御ループ状態のユーザ選択を表すユーザ入力を受信することと、

10

20

30

40

50

前記表示された制御ループ状態の前記ユーザ選択に対応する前記描寫された複数の制御ループ要素から制御ループ要素を強調表示することと、をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項12】

前記表示された制御ループ状態は、異常な状態であり、前記方法は、前記異常な状態を改善するための修正措置を表示することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項13】

ループマップシステムであって、

1つ以上のメモリデバイスであって、

(i) プロセスプラントの制御ループ用のループマップであって、前記制御ループの複数の制御ループ要素を描寫する、ループマップと、10

(ii) 前記複数の制御ループ要素に関連付けられた状態の記録と、を格納する、メモリデバイスと、

前記メモリに通信可能に結合されたプロセッサと、

前記プロセッサに通信可能に結合されたディスプレイと、

前記プロセッサによって実行されるとき、前記ループマップシステムに、制御ループ状態として前記状態の記録からある状態を指定させる、前記1つ以上のメモリデバイスに格納された第1のルーチンと、

前記プロセッサによって実行されるとき、前記ループマップシステムに、前記ディスプレイを介して、(i) 前記複数の制御ループ要素を描寫する前記ループマップと、(ii) 前記制御ループ状態とを表示させる、前記1つ以上のメモリデバイスに格納された第2のルーチンと、を含む、ループマップシステム。20

【請求項14】

前記描寫された複数の制御ループ要素は、前記制御ループの複数のハードウェア要素を含む、請求項13に記載のループマップシステム。

【請求項15】

前記描寫された複数のハードウェア要素は、前記制御ループの複数のデバイスと、前記複数のデバイスのうちの少なくとも2つの間の通信リンクと、を含む、請求項14に記載のループマップシステム。

【請求項16】

前記描寫された複数のデバイスは、

(i) フィールドデバイスと、

(ii) I/Oデバイスと、

(iii) 前記フィールドデバイスと前記I/Oデバイスとの間の第1の通信リンクと、30

(iv) 前記フィールドデバイスを制御するための制御信号を送信するか、または前記フィールドデバイスによって得られた測定値を受信するように構成されたコントローラと、

(v) 前記コントローラと前記I/Oデバイスとの間の第2の通信リンクと、

(vi) 前記フィールドデバイスを監視または制御するように構成されたオペレータステーションと、40

(vii) 前記オペレータステーションと前記コントローラとの間の第3の通信リンクと、を含む、請求項15に記載のループマップシステム。

【請求項17】

前記描寫された複数の制御ループ要素は、前記コントローラによって実装される制御ルーチンをさらに含む、請求項16に記載のループマップシステム。

【請求項18】

前記制御ループ状態は、(i) 前記複数のデバイスのうちの1つ、または(ii) 前記通信リンクの状態である、請求項15に記載のループマップシステム。

【請求項19】

50

前記描写された複数の制御ループ要素は、前記制御ループの複数のソフトウェア要素を含む、請求項 1 3 に記載のループマップシステム。

【請求項 2 0】

前記描写された複数のソフトウェア要素は、複数の機能ロックを含み、

前記複数の機能ロックは、入力機能ロック、制御機能ロック、または出力機能ロックを含む、請求項 1 9 に記載のループマップシステム。

【請求項 2 1】

前記プロセッサによって実行されるとき、前記ループマップを表示する前に、前記ループマップシステムに、ユーザ入力インターフェースを介して前記ループマップを見るためのユーザ要求を受信させる、前記メモリに格納された第 3 のルーチンをさらに含む、請求項 1 3 に記載のループマップシステム。

10

【請求項 2 2】

前記第 2 のルーチンは、前記ユーザ要求が受信される前に、前記ループマップシステムに、前記制御ループ状態を表示させる、請求項 2 1 に記載のループマップシステム。

【請求項 2 3】

前記プロセッサによって実行されるとき、前記ループマップシステムに、前記表示された制御ループ状態のユーザ選択を表すユーザ入力を受信させる、前記 1 つ以上のメモリデバイスに格納された第 3 のルーチンと、

前記プロセッサによって実行されるとき、前記ループマップシステムに、前記表示された制御ループ状態に対応する前記描写された複数の制御ループ要素から制御ループ要素を強調表示させる、前記 1 つ以上のメモリデバイスに格納された第 4 のルーチンと、をさらに含む、請求項 1 3 に記載のループマップシステム。

20

【請求項 2 4】

前記表示された制御ループ状態は、異常な状態であり、前記方法は、前記異常な状態を改善するための修正措置を表示することをさらに含む、請求項 1 3 に記載のループマップシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

開示の分野

30

本開示は、プロセス制御システムを監視し、プロセス制御システムと対話し、プロセス制御システムを制御するためのプロセス制御システムインターフェースに関し、特に、プロセス制御システムにおける制御ループ状態を見るためのインターフェースに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

化学プロセス、石油プロセス、または他のプロセスで使用されるものなどの分散プロセス制御システムは、典型的には、少なくとも 1 つのホストまたはオペレーターワークステーション及び 1 つ以上のフィールドデバイスに、アナログ、デジタル、もしくはアナログ/デジタルバスの組み合わせ、または無線通信リンクもしくはネットワークを介して、通信可能に結合された 1 つ以上のプロセスコントローラ及び入出力 (I/O) デバイスを含む。

40

【0 0 0 3】

例えばバルブ、バルブポジショナ、スイッチ、及びトランスマッタ（例えば、温度、圧力、レベル、及び流量センサを含む）であってもよいフィールドデバイスは、プロセス環境内に配置され、一般に、バルブの開閉、または、プロセスプラントもしくはシステム内で実行している 1 つ以上のプロセスを制御するためのプロセスパラメータを測定するなどの、物理的制御機能またはプロセス制御機能を実施する。周知の Fieldbus プロトコルに準拠するフィールドデバイスなどのスマートフィールドデバイスはまた、制御計算、警告機能、及びプロセスコントローラ内で一般的に実装される他の制御機能を実施し得る。

50

【0004】

プラント環境内にまた典型的に配置されるプロセスコントローラ（時には単に「コントローラ」と称される）は、フィールドデバイスによって行われたプロセス測定値及び／またはフィールドデバイスに関する他の情報を示す信号を受信し、例えば、プロセス制御決定を行う異なる制御モジュールを起動するコントローラアプリケーションを実行し、受信した情報に基づいて制御信号を生成し、H A R T（登録商標）、無線H A R T（登録商標）、及びFOU N D A T I O N（登録商標）F i e l d b u sフィールドデバイスなどのフィールドデバイスにおいて実施される制御モジュールまたはロックと調整する。プロセスコントローラ内の制御モジュールは、通信ラインまたはリンク越しにフィールドデバイスに制御信号を送信し、プロセスプラントまたはシステムのうちの少なくとも一部の動作を制御する。

10

【0005】

フィールドデバイス、プロセスコントローラ、制御モジュール、ならびに特定のプロセス出力を制御するために利用される様々な他のハードウェア及びソフトウェア要素の特定の配置は、「制御ループ」と称される場合がある。例えば、タンク内の水位を制御するための制御ループは、(i)タンクの水位を測定するように構成されたタンク内のレベルトランスマッタと、(ii)レベルトランスマッタに（例えば、I / Oデバイスを介して）結合され、レベルトランスマッタによって得られたレベル測定値を受信するように構成されたプロセスコントローラと、(iii)プロセスコントローラに結合され、プロセスコントローラから受信した制御信号に基づいて開閉するように構成された水入口バルブと、を含み得る。制御ループは、内部ロジック及び1つ以上の受信された測定値に基づいて制御信号を生成するように構成された制御モジュール（プロセスコントローラ及び／またはフィールドデバイスによって格納及び／または実行される）をさらに含み得る。例えば、水位を制御するための制御ループは、レベルトランスマッタから受信したレベル測定値に基づいて水入口バルブを開閉するための制御信号を生成するために、プロセスコントローラに格納され実行される制御モジュールを含んでもよい。プロセスプラントは、様々なプロセス出力（例えば、タンクレベル、流量、温度、圧力など）を制御するための数百または数千の制御ループを含んでもよい。

20

【0006】

構成エンジニア、オペレータ、技術者などの様々なプラント要員が、プロセスプラントにおいて制御ループと対話してもよい。一般に、構成エンジニアは、制御ループ内のプロセスコントローラにダウンロードされる制御モジュールを作成する。オペレータは、制御ループ内の様々な変数を監視し、制御ループの実行時動作に影響を及ぼす設定を設定または変更し得る（例えば、設定点を調整することによって）。技術者及び保守要員は、現場のデバイス（例えば、プロセスコントローラ及びフィールドデバイス）にサービスを提供してもよく、デバイスをオフラインにする必要がある場合がある。

30

【0007】

残念ながら、プラント要員は、例えば、制御ループの全体的な状態を理解するために、制御ループ内の複数の機能ロックの複数のメニュー、画面、及びパラメータリストを頻繁に調べなければならないため、制御ループの状態（「c o n d i t i o n」または「s t a t u s」）を評価するのに苦労することがよくある。さらに、たとえプラント要員が何らかの形で制御ループの全体的な状態または状態を完全に把握できたとしても、プラント要員は、制御ループデバイス及びパラメータとの対話が制御ループ内の他のデバイス及びパラメータにどのように影響を及ぼすかを十分に理解できないことがある。制御ループの特定の要素との対話が制御ループの他の要素にどのように影響を及ぼすかの評価に伴うこの困難は、少なくとも部分的には、プラント要員がしばしば、制御ループの構造の不明瞭または不完全な構想を持ち、制御ループが事実上複雑な場合には、ループ全体を直ちに思い出すことができないという事実によるものとされる。

40

【0008】

例えば、構成エンジニアは、新しい制御モジュールが制御ループ内のパラメータ及びフ

50

フィールドデバイスにどのように影響を及ぼすかを容易に思い出すことができないことがある。別の例として、オペレータは、設定点の変更、または警告の無視が制御ループ内の他のパラメータまたはフィールドデバイスにどのように影響を及ぼすかを理解していない場合がある。さらに、オペレータは、制御ループの要素が、特定することが困難なエラーまたは状態を有している可能性があり、制御ループの状態を評価するのに苦労する場合があり、どのデバイス及び制御モジュールが制御ループに含まれるかという明確な構想を持っていない場合がある。

【0009】

さらに別の例として、技術者及び保守要員は、制御ループ内の1つ以上のデバイスに関する彼らの活動が、制御ループまたは関連するループ内の他のデバイスに対する影響を常に意識するとは限らない。具体的には、技術者は、測定デバイスまたは制御デバイスの調整、交換、オフライン化などがプロセスの残りの部分にどのように影響を及ぼすかを理解していない場合がある。保守要員が彼らの作業のこの様子を理解するために、(記憶ではなく)文書を基にしている限りでは、そのような文書は通常エンジニアリング図面の形式で、静的であり、プラント内で変更が行われたときに常に更新されるとは限らないので、文書は頻繁に期限切れになる。さらに、そのような文書は、通常、ベンダーによって生成されるループシート(デバイス及びI/O)を含むが、システムコンテキスト(制御及びオペレータディスプレイ)は含まない。クライアントは、ループシートの生成後及び/またはシステムの初期設定後に、システムの一部を頻繁に再構成する。

10

【発明の概要】

【0010】

一実施形態では、方法は、プロセスプラントの制御ループ用のループマップをディスプレイに表示することを含む。ループマップは、制御ループの複数の制御ループ要素を描写してもよい。ループマップは、制御機能、監視機能(例えば、タンクレベル表示の監視)、または制御機能及び監視機能の両方に利用されてもよい。本方法は、ループマップに関連付けられた制御ループ状態をディスプレイに表示することを含んでもよい。

20

【0011】

一実施形態では、ループマップシステムは、1つ以上のメモリデバイスを含む。1つ以上のメモリデバイスは、(i)プロセスプラントの制御ループ用のループマップであって、制御ループの複数の制御ループ要素を描写するループマップと、(ii)複数の制御ループ要素に関連付けられた状態の記録とを格納してもよい。ループマップシステムは、メモリに通信可能に結合されたプロセッサを含んでもよい。ループマップシステムは、プロセッサに通信可能に結合されたディスプレイを含んでもよい。ループマップシステムは、プロセッサによって実行されるとき、ループマップシステムに、制御ループ状態として状態の記録からある状態を指定させる、1つ以上のメモリデバイスに格納された第1のルーチンを含んでもよい。さらに、ループマップシステムは、プロセッサによって実行されるとき、ループマップシステムに、ディスプレイを介して、(i)複数の制御ループ要素を描写するループマップと、(ii)制御ループ状態とを表示させる、1つ以上のメモリデバイスに格納された第2のルーチンを含んでもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】一実施形態による、プロセスプラント用の例示的なプロセス制御システムのプロック図である。

40

【図2】一実施形態による、ループインターフェースによって生成され、ユーザインターフェースデバイスで表示され得る、例示的な汎用ディスプレイを描写する。

【図3】一実施形態による、ユーザインターフェースデバイスのプロック図である。

【図4】一実施形態による、ループインターフェースを実装する例示的な方法を描写する。

【図5】一実施形態による、ユーザインターフェースデバイスによって提示され得る例示的なオペレータディスプレイを示す。

50

【図6】一実施形態による、ループマップ及び制御ループ状態ビューアを描写する例示的なディスプレイを描写する。

【図7】一実施形態による、ループインターフェースによって生成され、ユーザインターフェースデバイスで表示され得る、例示的なデバイスディスプレイを描写する。

【図8】一実施形態によるループマップを含む例示的なディスプレイを描写する。

【図9】一実施形態による、関連状態を表示するためにループマップが更新された後のループマップを含む例示的なディスプレイを描写する。

【図10】一実施形態によるループマップを含む例示的なディスプレイを描写する。

【図11】一実施形態による、モータと流量トランスマッタとを含むフィールドデバイスを描写するループマップを含む例示的なディスプレイを描写する。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

本開示は、プロセス制御システムにおける制御ループ状態を見るためのループインターフェースに関する。記載された方法及びシステムは、プラント要員にプロセス制御システムにおける制御ループに関する状況認識を与える。具体的には、ユーザは、所与の要素（例えば、デバイス、接続、または機能ブロック）が制御ループの他の要素にどのように関係するかを迅速に理解するために、本明細書に記載のループインターフェースを利用することができます。これにより、ユーザは、例えば、パラメータまたはデバイスの変更がプロセスの制御にどのように影響し得るかを理解することができる。ユーザは、制御ループ及びその構成要素の状態を理解するために、制御ループに関するロジックに精通している必要はない。さらに、一実施形態では、ユーザは、制御ループに関する特定の状態（例えば、異常な状態）を容易に修正することができる。ユーザは、所与の要素（例えば、デバイス、接続、または機能ブロック）が制御ループの他の要素にどのように関係するかを迅速に理解するために、本明細書に記載のループインターフェースを利用することができます。これにより、ユーザは、例えば、パラメータまたはデバイスの変更がプロセスの制御にどのように影響し得るかを理解することができる。プロセスプラント10の概要

20

【0014】

図1は、プロセス制御システムまたはプロセスプラント10で動作する例示的なプロセス制御ネットワーク100のブロック図である。プロセス制御ネットワーク100は、様々な他のデバイス間で直接的または間接的に接続性を提供するネットワークバックボーン105を含んでもよい。ネットワークバックボーン105に結合されたデバイスは、様々な実施形態において、アクセスポイント72、他のプロセスプラントへのゲートウェイ75（例えば、イントラネットもしくは企業広域ネットワークを介して）、外部システムへのゲートウェイ78（例えば、インターネットへの）、固定（例えば、従来のオペレーターウォーターステーション）またはモバイルコンピューティングデバイス（例えば、モバイルデバイスマートフォン）になり得るUIデバイス112、サーバ150、コントローラ11、入力/出力（I/O）カード26及び28、フィールドデバイス14（有線フィールドデバイス15～22、無線フィールドデバイス40～46、ならびに有線フィールドデバイス48及び50を含む）、無線ゲートウェイ35、ならびに無線通信ネットワーク70を含む。通信ネットワーク70は、無線フィールドデバイス40～46、無線アダプタ52a及び52b、アクセスポイント55a及び55b、ならびにルータ58を含む無線デバイス40～58を含んでもよい。

30

【0015】

無線アダプタ52a及び52bは、それぞれ非無線フィールドデバイス48及び50に接続されてもよい。コントローラ11は、プロセッサ30、メモリ32、及び1つ以上の制御ルーチン38を含んでもよい。図1は、ネットワークバックボーン105に接続されたデバイスのいくつかのうちのただ1つを示しているが、デバイスの各々がネットワークバックボーン105上に複数のインスタンスを有することができ、実際に、プロセスプラント10は、複数のネットワークバックボーン105を含んでもよい。

40

50

【0016】

U I デバイス 112 は、ネットワークバックボーン 105 を介してコントローラ 11 及び無線ゲートウェイ 35 に通信可能に接続されてもよい。コントローラ 11 は、入力 / 出力 (I / O) カード 26 及び 28 を介して有線フィールドデバイス 15 ~ 22 に通信可能に接続されてもよく、ネットワークバックボーン 105 及び無線ゲートウェイ 35 を介して無線フィールドデバイス 40 ~ 46 に通信可能に接続されてもよい。コントローラ 11 は、フィールドデバイス 15 ~ 22 及び 40 ~ 46 のうちの少なくともいくつかを使用してバッチプロセスまたは連続プロセスを実装するように動作してもよい。コントローラ 11 は、例として、Emerson Process Management によって販売されている DeltaV (商標) コントローラであってもよく、プロセス制御ネットワークバックボーン 105 に通信可能に接続されている。コントローラ 11 もまた、例えば、標準の 4 ~ 20 mA デバイス、I / O カード 26、28 及び / または FOUNDATION (登録商標) Fieldbus プロトコル、HART (登録商標) プロトコル、Wireless HART (登録商標) プロトコルなどの任意のスマート通信プロトコルに関連付けられた任意の所望のハードウェア及びソフトウェアを使用して、フィールドデバイス 15 ~ 22 及び 40 ~ 46 に通信可能に接続されてもよい。図 1A に例示される実施形態では、コントローラ 11、フィールドデバイス 15 ~ 22、及び I / O カード 26、28 は、有線デバイスであり、フィールドデバイス 40 ~ 46 は、無線フィールドデバイスである。

10

【0017】

20

一般に、I / O デバイス 26、28 はそれぞれ、1 つ以上のフィールドデバイス 14 とコントローラ 11 との間のインターフェースとして機能する。例えば、一実施形態では、フィールドデバイス 14 は、標準 4 ~ 20 mA 通信用の有線接続を介して I / O デバイス 26、28 に通信可能に接続されてもよい。I / O デバイス 26、28 はさらに、(例えば、I / O デバイス及びコントローラによって共有されるマウント上のバックプレーンバスを介して) コントローラ 11 に通信可能に接続され、コントローラ 11 は、I / O デバイス 26、28 を介して、適切なフィールドデバイス 14 と通信することが可能になる。場合によっては、I / O デバイス 26、28 は複数の「終端点」を有してもよく、各終端点はフィールドデバイス 14 に結合されてもよい。各 I / O デバイス 26、28 は、任意の所望の通信プロトコルまたはコントローラプロトコルに準拠する任意のタイプの I / O デバイスであってもよい。例えば、I / O デバイス 26、28 は、Fieldbus インターフェース、Profibus インターフェース、HART インターフェース、Wireless HART インターフェース、標準 4 ~ 20 mA インターフェースなどであってもよい。一実施形態では、コントローラ 11 及び I / O デバイス 26、28 は、レール上に (例えばマーシャリングキャビネット内に) 取り付けられ、バックプレーンを介して通信する。

30

【0018】

30

例示的な I / O デバイス 26、28 は、アナログ入力 (AI) カード、アナログ出力 (AO)、離散入力 (DI) カード、及び離散出力 (DO) カードを含む。制御入力は、アナログ信号の形態で AI カードで、またはデジタル信号の形態で DI カードで受信されてもよく、コントローラ 11 に転送されてもよい。さらに、制御部 11 は、AO カードにアナログ信号を介して制御出力を送信させ、DO カードにデジタル信号を介して制御信号を送信されてもよい。適切なアナログまたはデジタル通信プロトコル用に構成されたフィールドデバイス 14 は、I / O デバイス 26、28 に通信可能に接続してもよい。

40

【0019】

前述のように、U I デバイス 112 は、コントローラ 11 に通信可能に接続されてもよい。動作中、U I デバイス 112 は、いくつかの実施形態では、U I デバイス 112 が入力インターフェースを介して入力を受け入れ、ディスプレイに出力を提供することを可能にする、ユーザインターフェース (「U I」) を実行してもよい。U I デバイス 112 は、サーバ 150 からデータ (例えば、プロセスパラメータ、ログデータ、センサデータ、

50

及び／または捕捉され格納され得る他の任意のデータ）を受信してもよい。他の実施形態では、UIは、サーバ150で全体的または部分的に実行されてもよく、サーバ150は、表示データをUIデバイス112に送信してもよい。UIデバイス112は、コントローラ11、無線ゲートウェイ35、またはサーバ150などのプロセス制御ネットワーク100内の他のノードから、バックボーン105を介して、UIデータ（表示データ及びプロセスパラメータデータを含み得る）を受信してもよい。UIデバイス112で受信されたUIデータに基づいて、UIデバイス112は、プロセス制御ネットワーク100に関連付けられたプロセスの態様を表す出力（すなわち、視覚的表現またはグラフィックス）を提供し、ユーザがプロセスを監視することを可能にする。ユーザはまた、UIデバイス112に入力を提供することによって、プロセスの制御に影響を及ぼしてもよい。例示すると、UIデバイス112は、例えば、タンク充填プロセスを表すグラフィックスを提供してもよい。そのようなシナリオでは、ユーザは、タンクレベルの測定値を読み取り、タンクを満たす必要があると判断してもよい。ユーザは、UIデバイス112に表示された入口バルブグラフィックと対話し、入口バルブを開くようにコマンドを入力してもよい。

10

【0020】

ある実施形態では、UIデバイス112は、シンクライアント、ウェブクライアント、またはシッククライアントなど、任意のタイプのクライアントを実装してもよい。例えば、UIデバイス112は、UIデバイスがメモリ、電力など（例えば、ウェアラブルデバイス内の）に制限されているような場合では、UIデバイス112の動作に必要な大量の処理のために、他のノード、コンピュータ、UIデバイス、またはサーバに依存してもよい。そのような実施例では、UIデバイス112は、サーバ150または他のUIデバイスと通信してもよく、サーバ150または他のUIデバイスは、プロセス制御ネットワーク100上の1つ以上の他のノード（例えばサーバ）と通信し、UIデバイス112に送信する表示データ及び／またはプロセスデータを判定し得る。さらに、UIデバイス112は、受信したユーザ入力に関連する任意のデータをサーバ150に渡して、サーバ150がユーザ入力に関連するデータを処理し、それに応じて動作するようにしてよい。言い換えれば、UIデバイス112は、グラフィックをレンダリングするだけでなく、データを格納し、UIデバイス112の動作に必要なルーチンを実行する、1つ以上のノードまたはサーバへのポータルとして機能してもよい。シンクライアントUIデバイスは、UIデバイス112に対する最小限のハードウェア要件の利点を提供する。

20

【0021】

他の実施形態では、UIデバイス112は、ウェブクライアントであってもよい。そのような実施形態では、UIデバイス112のユーザは、UIデバイス112のブラウザを介してプロセス制御システムと対話してもよい。ブラウザは、ユーザが、バックボーン105を介して別のノードまたはサーバ150（サーバ150など）のデータ及びリソースにアクセスすることを可能にする。例えば、ブラウザは、表示データまたはプロセスパラメータデータなどのUIデータをサーバ150から受信し、ブラウザがプロセスの一部または全部を制御及び／または監視するためのグラフィックスを描写することを可能にする。ブラウザはまた、ユーザ入力（グラフィック上でのマウスクリックなど）を受け取ってもよい。ユーザ入力は、ブラウザに、サーバ150に格納された情報資源を検索またはアクセスさせてもよい。例えば、マウスクリックは、ブラウザに、クリックされたグラフィックに関する情報を（サーバ150から）検索させ、表示させてもよい。

30

【0022】

さらに他の実施形態では、UIデバイス112の処理の大部分は、UIデバイス112で行ってもよい。UIデバイス112はまた、データをローカルに格納し、アクセスし、分析してもよい。

40

【0023】

動作中、ユーザは、UIデバイス112と対話して、フィールドデバイス15～22またはデバイス40～48のいずれかなど、プロセス制御ネットワーク100内の1つ以上

50

のデバイスを監視または制御してもよい。ユーザは、例えば、コントローラ11に格納された制御ルーチンに関連付けられたパラメータを修正または変更するために、U Iデバイス112と対話してもよい。コントローラ11のプロセッサ30は、制御ループを含み得る1つ以上のプロセス制御ルーチン(メモリ32に記憶されている)を実装または統括する。プロセッサ30は、フィールドデバイス15~22及び40~46と、バックボーン105に通信可能に接続された他のノードと通信してもよい。本明細書に記載される任意の制御ルーチンまたはモジュール(品質予測及び故障検出モジュールまたは機能ロック)は、そのように所望される場合は、その一部を異なるコントローラまたは他のデバイスによって実装または実行させてもよいことに留意されたい。同様に、プロセス制御システム内で実装される本明細書に記載の制御ルーチンまたはモジュールは、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェアなどを含む任意の形態を取ってもよい。制御ルーチンは、オブジェクト指向プログラミング、ラダーロジック、シーケンシャルファンクションチャート、ファンクションロックダイアグラム、または他のソフトウェアプログラミング言語もしくは設計パラダイムを使用したものなど、任意の所望のソフトウェアフォーマットにおいて実装されてもよい。具体的には、制御ルーチンは、U Iデバイス112を介してユーザによって実装されてもよい。制御ルーチンは、ランダムアクセスメモリ(RAM)または読み出し専用メモリ(ROM)などの任意の所望のタイプのメモリに格納されてもよい。同様に、制御ルーチンは、例えば、1つ以上のEEPROM、EEPROM、特定用途向け集積回路(ASIC)、または他の任意のハードウェアまたはファームウェア要素にハードコードされてもよい。したがって、コントローラ11は、任意の所望の方法で制御戦略または制御ルーチンを実装するように(ある実施形態ではU Iデバイス112を使用するユーザによって)構成されてもよい。

10

20

30

40

【0024】

いくつかの実施形態では、ユーザはU Iデバイス112と対話して、一般に機能ロックと称されるものを使用してコントローラ11で制御戦略を実装してもよく、各機能ロックは、制御ルーチン全体のオブジェクトまたは他の部分(例えばサブルーチン)であり、プロセス制御システム内でプロセス制御ループを実装するために(リンクと呼ばれる通信を介して)他の機能ロックと連携して動作する。制御ベースの機能ロックは、典型的には、トランスマッタ、センサまたは他のプロセスパラメータ測定デバイスに関連付けられたものなどの入力機能、PID、ファジー論理などを実行する制御ルーチンに関連付けられたものなどの制御機能、または、プロセス制御システム内の何らかの物理的機能を実行するためのバルブなどの一部のデバイスの動作を制御する出力機能のうちの1つを実行する。無論、ハイブリッド及び他の種類の機能ロックが存在する。機能ロックは、U Iデバイス112で提供されるグラフィカル表現を有してもよく、ユーザが、機能ロックのタイプ、機能ロック間の接続、及び制御システムにおいて実装された各機能ロックに関連付けられた入力/出力を容易に修正することを可能にする。機能ロックは、典型的には、これらの機能ロックが標準の4~20mAデバイス及びHARTデバイスなどのいくつかのタイプのスマートフィールドデバイスに使用されるか、またはそれらに関連付けられる場合、コントローラ11に記憶され、コントローラ11によって実行されてもよく、または、Fieldbusデバイスの場合のように、フィールドデバイス自体に格納され、フィールドデバイス自体によって実装されてもよい。コントローラ11は、1つ以上の制御ループを実装し得る1つ以上の制御ルーチン38を含んでもよい。各制御ループは、典型的には、制御モジュールと称され、機能ロックのうちの1つ以上を実行することによって行われてもよい。

【0025】

さらに図1を参照すると、無線フィールドデバイス40~46は、無線HARTプロトコルなどの無線プロトコルを使用して無線ネットワーク70内で通信する。ある実施形態では、U Iデバイス112は、無線ネットワーク70を使用して無線フィールドデバイス40~46と通信できてもよい。このような無線フィールドデバイス40~46は、プロセス制御ネットワーク100の1つ以上の他のノードと直接通信してもよく、これらのノ

50

ードは、（例えば、無線プロトコルを使用して）無線通信するようにも構成される。無線で通信するように構成されていない1つ以上の他のノードと通信するために、無線フィールドデバイス40～46は、バックボーン105に接続された無線ゲートウェイ35を利用してもよい。無論、フィールドデバイス15～22及び40～46は、将来開発される任意の標準規格またはプロトコルを含む任意の有線もしくは無線プロトコルなどの任意の他の所望の標準規格またはプロトコルに準拠してもよい。

【0026】

無線ゲートウェイ35は、無線通信ネットワーク70の様々な無線デバイス40～58へのアクセスを提供し得るプロバイダデバイス110の一例である。具体的には、無線ゲートウェイ35は、無線デバイス40～58とプロセス制御ネットワーク100の他のノード（図1Aのコントローラ11を含む）との間の通信結合を提供する。無線ゲートウェイ35は、場合によっては、共有層または有線及び無線プロトコルスタックの層にトンネリングしながら、有線及び無線プロトコルスタックの下位層（例えば、アドレス変換、ルーティング、パケットセグメンテーション、優先順位付けなど）へのルーティング、バッファリング、ならびにタイミングサービスによって、通信結合を提供する。他の場合には、無線ゲートウェイ35は、いかなるプロトコル層も共有しない有線プロトコルと無線プロトコルとの間でコマンドを翻訳してもよい。

10

【0027】

有線フィールドデバイス15～22と同様に、無線ネットワーク70の無線フィールドデバイス40～46は、プロセスプラント10内の物理的制御機能、例えば、バルブの開閉、またはプロセスパラメータの測定を行ってもよい。しかしながら、無線フィールドデバイス40～46は、ネットワーク70の無線プロトコルを用いて通信するように構成される。このように、無線フィールドデバイス40～46、無線ゲートウェイ、及び無線ネットワーク70の他の無線ノード52～58は、無線通信パケットの生産者及び消費者である。

20

【0028】

一部のシナリオにおいては、無線ネットワーク70は、非無線デバイスを含んでもよい。例えば、図1Aのフィールドデバイス48は、レガシー4～20mAデバイスであってもよく、フィールドデバイス50は、従来の有線HARTデバイスであってもよい。ネットワーク70内で通信するために、フィールドデバイス48及び50は、無線アダプタ（WA）52aまたは52bを介して無線通信ネットワーク70に接続されてもよい。これに加えて、無線アダプタ52a、52bは、Foundation（登録商標）Fieldbus、PROFIBUS、DeviceNetなどの他の通信プロトコルをサポートしてもよい。さらに、無線ネットワーク70は、無線ゲートウェイ35と有線通信する別の物理デバイスであり得る1つ以上のネットワークアクセスポイント55a、55bを含むか、または、一体的なデバイスとして無線ゲートウェイ35を備えていてもよい。無線ネットワーク70はまた、1つの無線デバイスから無線通信ネットワーク70内の別の無線デバイスにパケットを転送する1つ以上のルータ58を含んでもよい。無線デバイス32～46及び52～58は、無線通信ネットワーク70の無線リンク60を介して、互いに、及び無線ゲートウェイ35と通信してもよい。

30

【0029】

ある実施形態では、プロセス制御ネットワーク100は、他の無線プロトコルを使用して通信するネットワークバックボーン105に接続された他のノードを含んでもよい。例えば、プロセス制御ネットワーク100は、Wi-Fiもしくは他のIEEE802.11準拠の無線ローカルエリアネットワークプロトコル、WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）などの移動通信プロトコル、LTE（Long Term Evolution）または他のITU-R（International Telecommunication Union Radio communication Sector）互換プロトコル、近距離無線通信（NFC）及びBluetoothなどの短波長無線通信、または他の無線通

40

50

信プロトコルなどの他の無線プロトコルを利用する1つ以上の無線アクセスポイント72を含んでもよい。典型的には、このような無線アクセスポイント72は、ハンドヘルドまたは他のポータブルコンピューティングデバイスが、無線ネットワーク70とは異なり無線ネットワーク70とは異なる無線プロトコルをサポートするそれぞれの無線ネットワーク越しに通信することを可能にする。いくつかの実施形態では、UIデバイス112は、無線アクセスポイント72を使用してプロセス制御ネットワーク100越しに通信する。いくつかのシナリオでは、ポータブルコンピューティングデバイスに加えて、1つ以上のプロセス制御デバイス（例えば、コントローラ11、フィールドデバイス15～22、または無線デバイス35、40～58）も、アクセスポイント72によってサポートされる無線ネットワークを使用して通信してもよい。

10

【0030】

これに加えて、またはこれに代えて、プロバイダデバイスは、即時プロセス制御システムの外部にあるシステムへの1つ以上のゲートウェイ75、78を含んでもよい。そのような実施形態では、UIデバイス112は、外部システムを制御、監視、または他の方法で外部システムと通信するために使用されてもよい。典型的には、そのようなシステムは、プロセス制御システムによって生成または操作される情報の顧客または供給者である。例えば、プラントゲートウェイノード75は、（そのそれぞれのプロセス制御データネットワークバックボーン105を有する）即時プロセスプラント10を、そのそれぞれのネットワークバックボーンを有する別のプロセスプラントと通信可能に接続してもよい。一実施形態では、単一のネットワークバックボーン105は、複数のプロセスプラントまたはプロセス制御環境にサービスを提供してもよい。

20

【0031】

別の例では、プラントゲートウェイノード75は、即時プロセスプラントを、プロセス制御ネットワーク100またはバックボーン105を含まないレガシーまたは従来のプロセスプラントに通信可能に接続してもよい。この例では、プラントゲートウェイノード75は、プラント10のプロセス制御ビッグデータバックボーン105によって利用されるプロトコルと、レガシーシステムによって利用される異なるプロトコル（例えば、イーサネット、Profibus、Fieldbus、DeviceNetなど）との間で、メッセージを変換または翻訳してもよい。そのような実施例では、UIデバイス112は、上記レガシーまたは従来技術のプロセスプラント内のシステムまたはネットワークを制御、監視、または他の方法でそれらと通信するために使用されてもよい。

30

【0032】

プロバイダデバイスは、プロセス制御ネットワーク100と、実験室システム（例えば、実験室情報管理システムまたはLIMS）、要員巡回データベース、物流システム、保守管理システム、製品在庫管理システム、生産スケジューリングシステム、気象データシステム、出荷手配システム、包装システム、インターネット、別のプロバイダのプロセス制御システム、または他の外部システムなどの外部の公的もしくは私的システムのネットワークとを通信可能に接続するための、1つ以上の外部システムゲートウェイノード78を含んでもよい。外部システムゲートウェイノード78は、例えば、プロセス制御システムとプロセスプラント外の要員（例えば、自宅の要員）との間の通信を容易にしてもよい。

40

【0033】

図1は、限定された数のフィールドデバイス15～22及び40～46を有する単一のコントローラ11を示しているが、これは例示的かつ非限定的な実施形態に過ぎない。任意の数のコントローラ11がプロセス制御ネットワーク100のプロバイダデバイスに含まれてもよく、コントローラ11のいずれかが、任意の数の有線または無線フィールドデバイス15～22、40～46と通信して、プラント10内のプロセスを制御してもよい。さらに、プロセスプラント10はまた、任意の数の無線ゲートウェイ35、ルータ58、アクセスポイント55、無線プロセス制御通信ネットワーク70、アクセスポイント72、及び/またはゲートウェイ75、78を含んでもよい。

50

【0034】

U I デバイス 112 は、U I デバイス 112 のプロセッサによって実行され、ループマップを見て対話するためのインターフェースを提供するループマップインターフェースルーチン（「ループインターフェース」または「ループマップインターフェース」）119 を格納するメモリを含む。

【0035】

ループインターフェース 119 を実行するとき、U I デバイス 112 は、ループマップを見て対話するためのインターフェースを（例えば、ディスプレイを介して）提供する。ループマップは、プロセス制御システム 10 内の制御ループのグラフィカル表現である。ループマップは、ハードウェア及び／またはソフトウェア要素を含む制御ループの要素を描写してもよい。オペレータ及び他のユーザは、制御ループ及びその要素に関する状況認識について、ループマップを基にしてもよい。場合によっては、U I デバイス 112 自体が、U I デバイス 112 でループインターフェース 119 によって表示されるループマップによって描写されてもよい。例えば、U I デバイス 112 が、コントローラ 11 によって制御される制御ループを監視するために典型的に使用される場合、ループマップは、U I デバイス 112 をループマップ内に描写してもよい。

10

【0036】

所与の制御ループのループマップを表示することにより、ループインターフェース 119 は、ユーザが、（i）制御ループがより広範なプロセス制御システムに適合する方法と、（ii）制御ループを編成する要素と、（iii）制御ループの様々な要素の状態と、（iv）ユーザが制御ループに関して取り得る潜在的な措置の結果とをより理解することを可能にする。例示的なディスプレイ 200 及び例示的なループマップ 205 は、図 2 に示されており、その各々は、ループインターフェース 119 によって生成されてもよい。2. U I デバイス 112 及びループインターフェース 119 を、図 3 を参照してより詳細に説明する。

20

【0037】

I. ループインターフェース 119 によって生成される例示的な汎用ディスプレイ 200

図 2 は、一実施形態による、ループインターフェース 119 によって生成され、U I デバイス 112 に表示され得る、例示的な汎用ディスプレイ 200 を描写する。ディスプレイ 200 は、制御機能及び／または監視機能のために利用され得るループマップ 205 及び制御ループ状態ビューア 207 を含む。制御ループ状態ビューア 207 は、1 つ以上の状態 251 及び 1 つ以上の修正措置 253 を描写する。

30

【0038】

ループマップ 205 は、制御ループ内のフィールドデバイス 211、制御ループ内の I/O デバイス 213、制御ループ内のコントローラ 215、及び制御ループ内のオペレータディスプレイ 217 などの、プロセス制御システム 10 のための制御ループの様々な要素を描写する。ループマップ 205 によって描写されるフィールドデバイス 211 は、センサ 221 及びアクチュエータ 223 を含む。I/O デバイス 213 は、I/O カード 225 及び 227 を含む。コントローラ 215 は、コントローラ 229 によって実装される制御ルーチンの機能ブロック 231～235 を含むコントローラ 229 を含む。オペレータディスプレイ 217 は、U I デバイス 241 及び 243 を含む。さらに、ループマップ 205 は、（i）フィールドデバイス 211 と I/O デバイス 213 との間の通信リンク 261 及び 263 と、（ii）I/O デバイス 213 とコントローラ 229 との間の通信リンク 265、267 と、（iii）コントローラ 229 とオペレータディスプレイ 217 との間の通信リンク 269 及び 271 とを描写する。

40

【0039】

ループマップ 205 を使用して、要員は、彼らの措置の潜在的な影響に基づいて意思決定を行うことができ、問題になっているデバイスのコンテキストの中だけではなく、ループマップ 205 によって描写される制御ループのコンテキスト中に表示され得る障害の位置に基づいて、誰を呼び出すかを決定することができる。つまり、ループマップ 205 及

50

びループ状態ビューア 207 は、制御ループに関するコンテキスト情報を提供する。ユーザは、ループマップ 205 を見て、制御ループの特定の要素が他の要素とどのように関連しているかを迅速に理解することができる。例えば、ユーザは、制御ループが、コントローラ 229 によって実装される機能ブロック 231 ~ 235 を含むことを迅速に判定することができる。さらに、ユーザは、プラント内のどのフィールドデバイス 211 及び I/O デバイス 213 がコントローラ 229 に通信可能に結合されているかを迅速に判定することができる。

【0040】

ループマップ 205 は、ユーザがボタンをクリックするか、またはドロップダウンメニューから項目をクリックすることに応答して表示されてもよい。例えば、ユーザは、UI デバイス 241 で制御されたプロセスを監視してもよい。ユーザは、アクチュエータ 223 に何か問題があることに気付く場合があり、グラフィックボタンまたは制御をクリックして、アクチュエータ 223 に関連付けられたループマップを見て、UI デバイス 112 にループマップ 205 を示すディスプレイ 200 を生成させてもよい。この実施例では、ループマップ 205 は、アクチュエータ 223 が接続されている制御ループのハードウェア及びソフトウェア要素を描写し、アクチュエータ 223 がプロセス制御システム 10 の他の様にどのように関連しているかをユーザが迅速に理解することを可能にする。場合によっては、単一のデバイスを複数のコントローラ、制御ルーチン、及び / または機能ブロックに接続してもよい。例えば、アクチュエータ 223 は、複数の制御ループに関連付けられてもよく、UI デバイス 112 は、複数の制御ループの各々についてループマップを表示してもよい。場合によっては、UI デバイス 112 は、カスケード制御（すなわち、単一の制御変数を制御するように構成された複数の制御ループ）用に構成された複数の制御ループ用のループマップを表示してもよい。以下に説明するように、UI デバイス 112 は、ループマップ 205 に関連付けられたインターロックデータを表示してもよい。

【0041】

一実施形態では、ループインターフェース 119 は、ループマップ 205 を自動的に更新して、プロセス制御システム 205 の現在の構成を反映し、再構成または手動更新を必要としなくてもよい。例えば、センサ 221 が新しいセンサに交換された場合、ループインターフェース 119 は、ループマップ 205 を自動的に更新して、新しいセンサを描写してもよい。さらに、デバイス及びソフトウェアがエラーまたは通信障害を発生させると、例えば、ループインターフェース 119 は、これらのエラーまたは障害を描写するようにループマップ 205 及び / またはビューア 207 を更新してもよい。

【0042】

一般に、状態 251 は、制御ループに関連付けられた状態である。場合によっては、状態 251 は、制御ループの特定の要素に関連付けられた状態であってもよい。例えば、状態 251 は、正常状態、警告、または異常な状態であってもよい。状態 251 は、ループマップ 205 によって描写される制御ループの任意の要素に対応してもよい。例えば、状態 251 のうちの 1 つ以上は、制御ループのハードウェア要素（例えば、フィールドデバイス 211、I/O デバイス 213、コントローラ 229、またはオペレータディスプレイ 217）に対応してもよい。例示すると、状態 251 は、ハードウェア要素がアクティブまたは正常であることを示してもよい。状態 251 はまた、ハードウェア要素が非アクティブまたは障害があることを示してもよい。例えば、状態 251 は、I/O カード 225 が故障していることを示してもよい。ユーザは、ループマップ 205 を見て、コントローラ 229 及びセンサ 221 がこの故障の影響を受けることを迅速に判定することができ、例えば、コントローラ 229 に伴う問題が、I/O カード 225 がオフラインであるという事実に起因し得ると判定してもよい。ユーザはまたループマップ 205 を見て、警告フラッドの根本的な原因を判定してもよい。つまり、ループマップ 205 は、要員が、彼らの措置の潜在的な影響に基づいて意思決定を行い、デバイスのコンテキストの中だけではなく、制御ループのコンテキスト中に表示され得る、障害の位置に基づいて誰を呼び出すかを決定することを可能にする。別の例として、状態 251 のうちの 1 つ以上が、通信

10

20

30

40

50

リンク 261～271 の状態を特定してもよい。

【0043】

状態 251 のうちの 1 つ以上は、制御ループのソフトウェア要素（例えば、機能ブロック 231～235）に対応してもよい。

【0044】

場合によっては、ディスプレイ 200 は、状態 251 に対応する 1 つ以上の修正措置 253 を提供してもよい。ユーザは、例えば、表示された修正措置 253 をクリックして、対応する状態をクリアまたはリセットしてもよい。場合によっては、修正措置 253 をクリックすると、UI デバイス 112 に命令またはタスク（例えば、別の状態または状態の設定）を表示させてもよい。

10

【0045】

場合によっては、表示された状態 251 及び / または措置 253 とのユーザの対話は、ループマップ 205 上のコンテキスト強調表示を駆動してもよい。例えば、ユーザがマウスカーソルを状態 251 でホバリングさせると、UI デバイス 112 は、ループ 205 上に示された対応する要素を強調表示させてもよい。強調表示は、対応する要素の色または陰影の変更または強調すること、対応する要素に下線を付すこと、対応する要素を円または四角で囲むこと、ループマップ 205 に描写されている他の要素をぼかすこと、要素のサイズを変更すること、要素の他の視覚特性を変更することと、を含んでもよい。

20

【0046】

場合によっては、表示された状態 251 及び / または措置 253 とのユーザの対話は、対応する要素へのナビゲーションジャンプを駆動してもよい。例えば、ユーザが表示された状態 251 をクリックするとき、UI デバイス 112 は、マウスカーソルを対応する要素に「ジャンプ」させててもよい。

30

【0047】

一実施形態では、UI デバイス 112 は、対応する要素の近く（すなわち、特異な状態または異常な状態になっている要素の近く）に状態 251（例えば、アイコンとして）を描写してもよい。例えば、センサ 221 と I/O カード 225 との間に通信障害が存在する場合、UI デバイス 112 は、通信リンク 261 の隣にアイコンを描写して、リンク 261 に関連付けられた通信障害を示してもよい。場合によっては、アイコンをクリックすると、状態 251 を設定またはクリアしてもよい。場合によっては、要素自体をクリックすると、状態 251 を設定またはクリアしてもよい。

30

【0048】

状態 251 は、ユーザによって指定されたロジックによって駆動されてもよい。図 3 に示すユーザ設定 377 は、このロジックを含んでもよい。場合によっては、描写された状態 251 は、ユーザによって明示的に設定されてもよい。状態 251 は、通常機能または正常機能を示す状態を含んでもよい。すなわち、いくつかの実施形態では、状態 251 は、ループマップ 205 によって示されるために、エラー、特異な状態または異常な状態を必ずしも反映する必要はない。

40

【0049】

ループマップ 205 及び状態 251 は、描写された制御ループ状態及びその構成要素に関する状況認識をユーザに与える。状態 251 は、ユーザが、状態を駆動するロジックに精通していないくとも、ユーザが理解できる方法で提示される。さらに、ループインターフェース 119 により、ユーザは、状態 251 を駆動するロジックを直接操作することが可能となり、バイパス設定などの作業をユーザが容易に行うことができる。

【0050】

これは、問題の診断とトラブルシューティングがより困難な従来のシステムとは対照的である。従来のシステムでは、異常な状態が発生すると、状況を診断するために制御エンジニアが呼び出される。実行中のロジックを理解するために、制御エンジニアは、論理図から個々の機能ブロックを選択し、パラメータリスト内のブロックのエラーパラメータを検査して、異常な状態（例えば、バイパス、オーバーライド、ラッチされた値）を解読す

50

る。状況に応じて、制御エンジニアは、一時的に問題を回避するために、非標準または非定型の状態を生成するタスク（例えば、バイパスを設定する）を実行しなければならないことがある。これも典型的には、ロックをクリックしてパラメータ値を設定することで行われる。この従来のアプローチは、制御エンジニアがロックとパラメータリストの間を転々とするため、時間がかかり、精神的にひどく骨の折れるものである。例えば、エンジニアが、パラメータリストを参照するために表示された図から目をそらすように強制されるこの従来のアプローチは、非常に困難であり得る。

【0051】

オペレータは、1つ以上の制御ループを監視するときに同様の問題を抱える可能性がある。例えば、オペレータは、制御ループの全体的な状態を評価しようと試みて、複数のメニュー、制御ビュー、及び複数の機能ロックのパラメータリストを調べる可能性がある。制御ループが多数の異常な状態を有する場合、オペレータは、異常な状態が互いに関連しているかどうか、もしそうであれば、異常な状態が別の状態を引き起こす程度を確かめるために苦労する可能性がある。これらの問題は、オペレータが時々トンネル視を経験するストレスの多い状況によって悪化する。つまり、最適な制御では、オペレータが状況認識を迅速に得る必要があるが、プラントの稼働中に問題を解決する時間はほとんどない。ループインターフェース119及びUIデバイス112は、オペレータが状況認識を迅速に得ることを可能にする。

【0052】

I I . UIデバイス112及びループインターフェース119

図3は、一実施形態による、UIデバイス112（図1にも示されている）のロック図である。UIデバイス112は、例えば、プロセスの様子を表す出力（すなわち、視覚的表現またはグラフィックス）を提供することによって、プロセス制御システム10によって制御されるプロセスを制御及び/または監視するためのユーザインターフェースとして機能してもよい。

【0053】

ある実施形態では、UIデバイス112は、シンクライアントまたはシッククライアントなど、任意のタイプのクライアントであってもよい。例えば、UIデバイス112は、UIデバイス112の動作に必要な処理の大部分のために、他のノード、コンピュータ、またはサーバに依存してもよい。いくつかの実施形態では、UIデバイス112の処理の大部分はUIデバイス112で行われる。

【0054】

UIデバイス112は、プロセッサ351、通信インターフェース355、及びメモリ357を含んでおり、各々がシステムバス352を介して通信可能に接続されてもよい。メモリ357は、データ361及びルーチン363を格納する。データ361は、プラント構成データ371、ループマップデータ373、制御ループ状態データ375（「状態データ375」とも称される）、及び/またはユーザ設定データ377を含む。ルーチン363は、ループインターフェース119（図1にも示されている）及び様々な他のルーチン365（例えば、オペレーティングシステム、ユーザインターフェースルーチンなど）を含む。ループインターフェース119は、ループマップ381とループモニタ383とを含む。一実施形態では、ルーチン381及び383のうちの1つ以上は、ループインターフェース119のサブルーチンである。一実施形態では、ルーチン381及び383のうちの1つ以上は、スタンドアロンルーチンである。

【0055】

A . 通信インターフェース355

UIデバイス112は、通信インターフェース355を介して他のデバイスまたはシステムに通信可能に接続されてもよい。通信インターフェース355は、ネットワークインターフェース（例えば、ネットワークカードを含む）として機能し、UIデバイス112が（無線もしくは有線接続を介して）ネットワーク105に接続することを可能にしてもよく、及び/または入出力インターフェース（例えば、USBインターフェース、シリアル

10

20

30

40

50

ルポート、パラレルポート、SCSIなどを含む)として機能し、UIデバイス112が1つ以上の入力デバイス(例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、カメラなど)を介して入力を受信することを可能にしてもよく、1つ以上の出力デバイス(例えば、ディスプレイ、スピーカなど)を介して出力を提供してもよい。

【0056】

通信インターフェース353は、任意の適切な通信プロトコルを使用する1つ以上のデバイスまたはシステムとの無線及び/または有線通信のための回路を含んでもよい。無線通信は、短距離及び/または長距離になり得る。例えば、通信インターフェースは、Wi-Fi(例えば802.11プロトコル)、Ethernet、Bluetooth、高周波システム(例えば900MHz、2.4GHz及び5.6GHzの通信システム)、赤外線、伝送制御プロトコル/インターネットプロトコル('TCP/IP')(TCP/IPレイヤーの各々で使用されるプロトコルのいずれか)、ハイパーテキスト転送プロトコル('HTTP')、BitTorrent、ファイル転送プロトコル('FTP')、リアルタイム転送プロトコル('RTSP')、リアルタイムストリーミングプロトコル('RTSP')、セキュアシェルプロトコル('SSH')、他の任意の通信プロトコル、またはそれらの任意の組み合わせをサポートしてもよい。通信インターフェース353は、(例えば、同軸ケーブルまたは光ファイバケーブルを介して)UIデバイス112を他のデバイスに電気的または光学的に結合させ、その他のデバイスと通信させることを可能にする回路を含んでもよい。

【0057】

ユーザは、プロセスの制御に影響を及ぼすために、そのような入出力デバイスを利用してもよい。例示すると、UIデバイス112は、例えば、タンク充填プロセスを表す表示グラフィック項目を、(例えば、通信インターフェース355に接続されたディスプレイで)生成してもよい。そのようなシナリオでは、ユーザは、タンクレベルの測定値を読み取り、タンクを満たす必要があると判断してもよい。ユーザは、UIデバイス112に表示された入口バルブグラフィックと対話し(例えば、通信インターフェース355に接続されたマウスまたはキーボードを介して)、入口バルブを開くようにするコマンドを入力してもよい。

【0058】

B. プラント構成データ371

プラント構成データ371は、プロセス制御システム10の構成に関するデータである。例えば、プラント構成データ371は、プロセス制御システム10の要素、要素間の関係、及び/または要素によって使用されるパラメータを特定してもよい。例えば、プラント構成データ371は、プロセス制御システム10によって制御されるプラントに設置されたデバイス(例えば、フィールドデバイス14、I/Oデバイス26~28、コントローラ11、サーバ、ルータ、モデム、スイッチなど、ワークステーション110、など)、デバイス間の関係、デバイスのうちの1つ以上によって利用される(例えば、コントローラ11及び/またはフィールドデバイス14によって利用される)機能ブロック、機能ブロック間の関係、ならびに/または、デバイス及び/または機能ブロックによって使用されるパラメータを特定してもよい。

【0059】

プラント構成データ371はまた、ループシートのような文書を含んでもよい。

【0060】

C. ループマップデータ373

ループマップデータ373は、プロセス制御システム10用に構成された1つ以上のループマップを特定する。一実施例として、ループマップデータ373は、図2に示すループマップ205を特定してもよい。2.

【0061】

特定の制御ループのループマップでは、ループマップデータ373は、特定の制御ループの以下の要素の少なくとも1つを表すデータを含んでもよい(または参照しても

10

20

30

40

50

よい）。制御ループに含まれるフィールドデバイス 14 と、制御ループに含まれる I/O デバイス 26 ~ 28 と、制御ループに含まれるコントローラ 11 と、制御ループを閲覧及び／または構成するために利用することができるワークステーション 110 と、制御ループ（制御ルーチン 38 を定義するように構成された 1 つ以上の機能ブロックを含み得る）によって実装される制御ルーチン 38 などが含まれる。さらに、特定の制御ループのループマップについて、ループマップデータ 373 は、要素間の関係を特定してもよい。例えば、ループマップデータ 373 は、フィールドデバイス 14 とコントローラ 11 との間の物理リンクを指定してもよい（例えば、I/O デバイス 26 ~ 28 のうちの 1 つ、フィールドデバイス 14 とコントローラ 11 との間の特定の通信リンク、及び／またはフィールドデバイス 14 とコントローラ 11 との間で送信される特定のデータを指定すること）。別の例として、ループマップデータ 373 は、機能ブロック間の論理リンクを指定してもよい。

10

【0062】

さらに、ループマップデータ 373 は、前述の制御ループ要素を描写するグラフィック項目を含んでもよい（または参照してもよい）。これらのグラフィック項目は、制御ループ及びその構成要素をグラフを使って描写するために（例えば、UI デバイス 112 によって）利用されてもよい。

【0063】

ループデータ 373 は、ループマップ 205 を含んでもよい。より詳細には、ループデータ 373 は、フィールドデバイス 211、I/O デバイス 213、コントローラ 229、オペレータディスプレイ 217、及び／または機能ブロック 231 ~ 235 のためのグラフィック項目を含む、描写された制御ループの要素を表すグラフィック項目を含んでもよい。ループデータ 373 はまた、描写された要素の各々のプラント構成データ 371 を含むか、または参照してもよい。これは、例えば、各要素用の固有の特定子（例えば、「タグ」）、及び／または描写された要素に関する様々なパラメータを含んでもよい。例えば、構成データ 371 は、センサ 221 によって検出され送信された情報のタイプを示してもよい。特定の制御ループの場合、ループマップデータ 373 は、対応する状態データ 375 を参照してもよい。

20

【0064】

D. 状態データ 375

30

状態データ 375 は、制御ループまたは制御ループの要素に対する 1 つ以上の状態 251 を特定する。例えば、状態データ 375 は、制御ループ 205 の状態 251 を表すデータを含んでもよい。状態 251 は、例えば、センサ 221、I/O カード 225、またはリンク 261 の正常状態を含んでもよい。状態 251 は、制御ループによって測定または制御されるパラメータに対する警告（例えば、高いまたは低い流量、温度など）を含んでもよい。状態 251 は、バイパス、オーバーライド、及びラッチされた値などの異常な状態を含んでもよい。オーバーライドは、警告などの状態が生じた場合に、制御ルーチンまたは機能ブロックに入力する値を指定してもよい。バイパスは、警告などの状態が生じた場合に起動される（バイパスバルブを開けるなどして起動される）代替マテリアルフローを指定してもよい。バイパスはまた、状態が生じた場合にアクティブにする代替ルーチンまたは機能ブロックのセットを指定してもよい。ラッチされた値は、一時的であっても、限界を超えた場合に設定される値であってもよい。

40

【0065】

状態データ 375 は、（例えば、「異常な状態」を修正するために）1 つ以上の状態 251 に対する修正措置 253 を指定してもよい。

【0066】

E. ユーザ設定データ 377

50

ユーザ設定データ 377 は、ユーザによって提供される設定及び他の情報を含む。例えば、ユーザ設定データ 377 は、ユーザによって明示的に設定される状態 251 または状態を含んでもよい。ユーザ設定データ 377 はまた、（制御ループ状態 375 によって反

映され得る)ある状態 251 を設定または引き起こすためのルールを含んでもよい。ループモニタ 383 は、これらのルールに従ってプロセスを監視し、状態 251 を設定してもよい。

【0067】

F. ループマップ 381

ループマップ 381 は、ループマップ 205 などのループマップを生成する。マップ 381 は、例えば、プラント構成データ 371 を参照して、制御ルーチンを特定してもよい。次いで、マップ 381 は、例えば、制御ルーチンに関連付けられた入力変数及び出力変数、ならびにそれら入力及び出力に関連付けられたフィールドデバイス及び他のデバイス(例えば、流量測定に関連付けられた流量インジケータ、またはバルブ位置コマンドに関連付けられたバルブ)を特定することによって、マップを「マッピング」してもよい。マップ 381 は、制御ループの要素のグラフィック項目を生成するときに、様々なプロセス制御要素のためのテンプレートのライブラリを基にしてもよい。マップ 381 がループマップを「マッピング」すると、ループマップはループマップデータ 373 として格納されてもよい。

10

【0068】

マップ 381 は、UI デバイス 112 にループマップを表示させてもよい。マップ 381 は、ループマップデータ 373 を参照してディスプレイ(ディスプレイ 200 など)を生成してもよい。具体的には、ループマップ 381 は、ループマップデータ 373 を参照し、ユーザ要求に応じて UI デバイス 112 にループマップ 205 を表示させてもよい。ループマップ 381 はまた、状態データ 375 を参照して、UI デバイス 112 にループマップ 205 に関連付けられた状態 251 を表示させてもよい。

20

【0069】

G. ループモニタ 383

ループモニタ 383 は、図 2 に示すループマップ 205 によって描写される制御ループなどの制御ループを監視する。2. 例えば、ループモニタ 383 は、ワークステーション 110 に、フィールドデバイス 14 と通信させ、フィールドデバイス 14 の状態 251(例えば、正常状態への)に関するフィールドデバイスから様々なパラメータを受信させてもよい。これらのパラメータは、フィールドデバイス 14 の警告または動作パラメータになり得る。簡単に言えば、ループモニタ 383 は、プロセス制御システムの他の要素によって(例えば、フィールドデバイス 14、I/O デバイス 26~38 などによって)収集または生成されたデータを正確に映し出すデータを含むように状態データ 375 を更新してもよい。

30

【0070】

さらに、ループモニタ 383 は、制御ループまたは制御ループ要素の状態 251 に関するパラメータの値を設定するためのロジックを含んでもよい。ループモニタ 383 は、ユーザによって定義され、ユーザ設定 377 に格納され得る 1 つ以上のルールに基づいて、特定の制御ループ要素の状態 251 を引き起こしてもよい。

【0071】

例えば、通信リンク 261 が故障したときに(通信障害を示すために)、ユーザ設定 377 は、「通信なし」状態が設定または引き起こされるべきであることを規定するルールを含んでもよい。したがって、ループモニタ 383 は、例えば、通信リンク 261 が正常であることを保証するために、センサ 221 を定期的にポーリングすることによって、そのような故障をチェックしてもよい。センサ 221 が一定時間内にポーリングに応答しない場合、ループモニタ 383 は、(ユーザ設定 377 によって定義されたルールに従って)通信状態変数を設定して、(例えば、CommStat 261 を 0 の値に設定することにより)通信障害を示してもよい。

40

【0072】

I. I. I. 例示的な方法 400

図 4 は、一実施形態による、ループインターフェースを実装する例示的な方法 400 を

50

描写する。本方法は、全体または一部において、本明細書に記載される1つ以上のシステムまたはデバイスによって実装されてもよい。

【0073】

方法400は、プラント構成データ371が生成されると開始する（ブロック405）。構成データ371は、ユーザがプラントの様々な態様を構成することによって生成されてもよい。

【0074】

制御ループは、プラント構成データ371から特定される（ブロック410）。制御ループは、ループマップ381によって特定されてもよい。一実施形態では、ループマップ381は、UIデバイス112によって実装される。別の実施形態では、ループマップ381は、UIデバイス112以外のコンピューティングデバイスによって実装される。ループマップ381は、プラント構成データ371を評価してプロセス制御システム10の要素（例えば、デバイス及び／または機能ブロック）間のリンクを特定することによって制御ループを特定してもよい。

10

【0075】

制御ループが特定された後、ループマップ381は、ループマップ205を生成して、特定された制御ループを描写してもよい（ブロック415）。ループマップ381は、特定された制御ループの要素に対応するグラフィック項目をメモリに格納してもよい。

20

【0076】

ループマップ205を見るためのユーザ要求は、UIデバイス112において受信されてもよい（ブロック420）。その要求は、図5に示すオペレータディスプレイ500と対話するユーザによって受信されてもよい。

【0077】

要求の受信に応答して、ループマップ381は、ループマップ205を表示してもよい（ブロック425）。ループマップ205に関連付けられた状態251は、ループマップ381によって表示されてもよい（ブロック430）。

30

【0078】

制御ループは、ループモニタ383によって監視される（ブロック445）。制御ループへの変更に応答して、制御ループモニタ383は、ループマップ381に、描写されたループマップ205及び状態251を更新させてもよい。例えば、ループモニタ383は、アクチュエータ223が経験した異常状態を検出してもよい。例示すると、アクチュエータ223がポンプである場合、ループモニタ383は、ポンプを駆動するモータが故障したとき、または予防的な停止を経験したときを検出してもよい。この検出に応じて、制御ループモニタ383は、ループマップ381に適切な状態251を表示させてもよい。別の例として、ループモニタ383は、アクチュエータ223を交換するために新しいアクチュエータが設置されたことを検出してもよい。ループモニタ383は、ループマップ381に、新しいアクチュエータを描写するようにループマップ205を更新させてもよい。

【0079】

要素または状態の選択を表すユーザ入力が受信されたとき（ブロック435）、対応する要素または状態が強調表示されてもよい（ブロック440）。すなわち、ユーザは状態251を選択してもよい。ユーザの選択を検出することに応答して、ループマップ381は、選択された状態251に対応するループマップ205によって描写される要素を強調表示してもよい。同様に、ユーザは、ループマップ205によって描写される要素を選択してもよい。ユーザの選択を検出することに応答して、ループマップ381は、選択された要素に対応する1つ以上の状態251を強調表示してもよい。ループモニタ383は、ユーザ入力に応答して制御ループを監視し続けてもよい。

40

【0080】

I V . 例示的なオペレータディスプレイ500

50

図5は、一実施形態による、UIデバイス112によって提示され得る例示的なオペレ

ータディスプレイ 500 を示す。ディスプレイ 500 は、サブディスプレイ 514a、514b、及びまたは 514c を含んでもよい。ディスプレイ 514a は、ポンプ 521、制御バルブ 522、及び蓄積タンク 523 を含む機器モジュール（すなわち、特定のグループまたは機器のセット）の一部の概略図を含む。ディスプレイ 514a はまた、関連パラメータ（例えば、タンクレベルまたは流量レベル）の値を含み得るデータテーブル 524 を含む。ディスプレイ 514b は、トレンドグラフィック 525 を含む。ディスプレイ 514c は、（例えば、ディスプレイ 514a の概略図に描写された機器に関連付けられた様々な変数に対して）数値形式で進行中のデータ蓄積を示し得るグリッドグラフィック 526 を含む。

【0081】

10

ユーザは、ディスプレイ 500 を利用して、プロセス制御システム 10 のうちの少なくとも一部を監視してもよい。例えば、タンク 523 が充填されるにつれて、データテーブル 524 はタンクレベル（例えば、ガロン単位で）を表示してもよい。追加の情報が有用であり得るため、ディスプレイ 514b はタンクレベルまたはタンクに入る液体の流れの傾向を描写してもよい。場合によっては、傾向は警告の設定点または限界値を描写し、ユーザが、所与の変数が所望の値またはある限界に近づいている程度を視覚化することを可能にしてもよい。

【0082】

20

場合によっては、ユーザは、ディスプレイ 500 と対話して、UI デバイス 112 に図 2 に示すディスプレイ 200 を表示させてもよい。2. 例えば、ユーザは、機器 521 ~ 523 を描写するグラフィック項目のうちの 1 つをクリックしてもよい。UI デバイス 112 は、例えば、ユーザが「ループマップを見る」などのコマンドを選択し得るドロップダウンメニューを表示してもよい。コマンドをクリックすることにより、UI デバイス 112 にディスプレイ 200 を表示させてもよい。

【0083】

V. 例示的なディスプレイ 600 ~ 1100

図 6 は、一実施形態による、ループインターフェース 119 によって生成され、図 1 に示された UI デバイス 112 に表示される、例示的なディスプレイ 600 を示す。ディスプレイ 600 は、ループマップ 605 及び制御ループ状態ビューア 607 を含む。ループマップ 605 は、制御ループのソフトウェア要素、より詳細には、機能ブロック 612、614、及び 616 を含む制御ループの機能ブロックを描写する。状態ビューア 607 は、状態 651a ~ c 及び修正措置 653a ~ c を含む。図示されているように、状態 651a（始動バイパス）は機能ブロック 612 の状態である。したがって、ループマップ 605 は、状態 651 を表す機能ブロック 612 の隣にアイコンを描写する。同様に、状態 651b は機能ブロック 614 に対応し、状態 651c は機能ブロック 616 に対応する。状態 651a ~ c は、修正措置 653a ~ c と対話するユーザによって修正されてもよい。

30

【0084】

図 7 は、一実施形態による、ループインターフェース 119 によって生成され、UI デバイス 112 によって表示され得る、例示的なデバイスディスプレイ 700 を描写する。ディスプレイ 700 は、タイトルバー 701、デバイス情報 703、ループ接続 705、状態ディスプレイ 707、及びメニュー 709 を含む。

40

【0085】

タイトルバー 701 は、デバイス（例えば、PT-10143）の名前またはタグと、デバイスを制御するように構成されたコントローラ（例えば、Crude-CTRL1）の名前とを含んでもよい。デバイス情報 703 は、デバイスに関する情報を含んでもよい。例えば、デバイス情報 703 は、デバイスのブランド及び／またはタイプを示してもよい。

【0086】

ループ接続 705 は、表示されたデバイスのループ接続を含んでもよい。例えば、ループ接続 705 は、表示されたデバイスのループ接続を含んでもよい。例えば、ループ接続 705 は、表示されたデバイスのループ接続を含んでもよい。

50

プ接続 705 は、デバイス（例えば、CHM6-02 及び Crude-CIOC1）と通信する特定の I/O デバイス、デバイス（例えば Crude-CTRL1）と通信するコントローラ、ならびに / または、デバイス（例えば、PIC-10143）を制御するように構成された制御ルーチンを特定してもよい。ループ接続 705 は、ユーザが、デバイスに関連付けられた完全ループマップを見るために選択することができる、対話型要素（例えば、ボタン）を含んでもよい。この要素を選択することにより、UI デバイス 112 に、例えば、ループマップ 205 などのループマップを表示させてもよい。

【0087】

状態ディスプレイ 707 は、正常状態など、デバイスに関連付けられた状態を特定してもよい。一実施形態では、状態ディスプレイ 707 は、ユーザが関連付けられた状態を修正するために選択してもよい状態に関連付けられた修正措置を表示してもよい。

10

【0088】

メニュー 709 は、追加情報を表示するためのインタラクティブな要素を含んでもよい。例えば、メニュー内の項目は、ユーザが、デバイスに関連付けられた警告を見たり、デバイスに関連付けられた概要もしくは方法画面を見たり、または、通信上の問題もしくはデバイスの問題をトラブルシューティングすることを可能にしてもよい。

【0089】

図 8 は、一実施形態による、ループマップ 805 を含む例示的なディスプレイ 800 を描写する。ループマップ 805 は、フィールドデバイス 811、I/O デバイス 813、コントローラ 815、及びオペレータディスプレイ 817 を描写する。

20

【0090】

図 9 は、一実施形態による、関連付けられた状態を表示するためにループマップ 805 が更新された後のループマップ 805 を含む、例示的なディスプレイ 900 を描写する。図 9 に示すように、ループマップ 805 は、状態 901 ~ 905 を含む。状態 901 は、圧力トランスマッタ PT-10143 が通信していないことを示す。同様に、状態 903 は、圧力トランスマッタ PT-10143 と I/O デバイス CHM6-02 との間の通信リンクの故障を示す。最後に、状態 905 は、圧力トランスマッタ PT-10143 からのフィードバックの欠如のために開ループが存在することを示す。

【0091】

図 10 は、一実施形態による、ループマップ 1005 を含む例示的なディスプレイ 1000 を描写する。ループマップ 1005 は、フィールドデバイス 1011、I/O デバイス 1013、コントローラ 1015、及びオペレータディスプレイ 1017 を描写する。

30

【0092】

図 11 は、一実施形態による、ループマップ 1105 を含む例示的なディスプレイ 1100 を描写する。ループマップ 1105 は、フィールドデバイス 1111、I/O デバイス 1113、コントローラ 1115、及びオペレータディスプレイ 1117 を描写する。フィールドデバイス 1111 は、モータ (MTR-126) と流量トランスマッタ (FT-10208) とを含む。I/O デバイス 1113 は、流量トランスマッタに接続された I/O デバイス (CHM8-02) を含む。ループマップ 1105 によって示されるように、フィールドデバイス（すなわち、この場合は MTR-126）はコントローラと直接通信してもよい。ディスプレイ 1100 は、I/O デバイス (CHM8-02) とコントローラ 1115 との間の通信リンクの状態 1101 を描写する。

40

【0093】

VI. さらなる考慮事項

本明細書を通して、複数のインスタンスは、単一のインスタンスとして記述されたコンポーネント、オペレーション、または構造を実装し得る。1 つ以上の方法の個々の操作が別々の操作として図示され説明されているが、ある実施形態では、個々の操作のうちの 1 つ以上が同時に実行される場合がある。

【0094】

本明細書で使用されるように、「一実施形態」または「ある実施形態」のいずれかの言

50

及は、実施形態に関連して説明した特定の要素、特徴、構造、または特性が少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。本明細書の様々な場所における「一実施形態では」という句の出現は、必ずしも全てが同じ実施形態を指しているとは限らない。

【0095】

本明細書で使用されるように、用語「comprises（備える、含む）」、「comprising（備える、含む）」、「includes（含む）」、「including（含む）」、「has（有する）」、「having（有する）」またはそれらの任意の他の変形例は、非排他的な包含を対象とするように意図されている。例えば、プロセス、方法、物品、もしくは要素のリストを含む装置は、必ずしもそれらの要素のみに限定されるものではなく、明示的に列挙されていないか、またはそのようなプロセス、方法、物品、もしくは装置に固有の他の要素を含んでもよい。さらに、それとは反対に明示的に述べられていない限り、「または」は、排他的なまたは、ではなく包括的なまたは、であることを指す。例えば、条件AまたはBは、以下のいずれかによって満たされる：Aが真（または存在する）かつBが偽（または存在しない）、Aが偽（または存在しない）かつBが真（または存在する）、及び、AとBの両方が真（または存在する）。

10

【0096】

さらに、「a」または「a n」の使用は、本明細書の実施形態の要素及び構成要素を説明するために用いられる。この説明及び以下の特許請求の範囲は、1つまたは少なくとも1つを含むように読まれるべきである。単数形は、それが他の意味であることが明らかでない限り、複数形も含む。

20

【0097】

本明細書を通して、以下の用語のうちのいくつかが使用される。

【0098】

通信リンク。「通信リンク」または「リンク」は、2つ以上のノードを接続する経路または媒体である。リンクは、物理リンク及び/または論理リンクであってもよい。物理的リンクは、情報が転送されるインターフェース及び/または媒体であり、現実には、有線または無線であってもよい。物理リンクの実施例には、電気エネルギーの伝送のための導体を有するケーブル、光伝送のための光ファイバ接続、及び/または電磁波の1つ以上の特性に加えられた変更を介して情報を搬送する無線電磁信号が含まれ得る。

30

【0099】

2つ以上のノード間の論理リンクは、2つ以上のノードを接続する基礎となる物理リンク及び/または中間ノードの抽象を表す。例えば、2つ以上のノードは、論理リンクを介して論理的に結合されてもよい。論理リンクは、物理リンクと中間ノード（例えば、ルータ、スイッチ、または他のネットワーク機器）の任意の組み合わせを介して確立されてもよい。

【0100】

リンクは、「通信チャネル」と称されることがある。無線通信システムにおいて、用語「通信チャネル」（または単に「チャネル」）は、一般に、特定の周波数または周波数帯域を指す。搬送信号（または搬送波）は、特定の周波数で、またはチャネルの特定の周波数帯域内で、送信されてもよい。場合によっては、単一の帯域/チャネルを介して複数の信号が送信されてもよい。例えば、信号は、異なるサブバンドまたはサブチャネルを介して単一の帯域/チャネル越しに同時に送信されることがある。別の例として、信号は、それぞれのトランスマッタ及びレシーバが問題の帯域を使用するタイムスロットを割り当てるによって、同じ帯域を介して送信されることがある。

40

【0101】

コントローラに受信したレベル測定値に基づいて制御信号を水入口バルブに送信させる制御ルーチンを定義する1つ以上のソフトウェア要素（例えば、機能ブロック）を、コントローラは格納及び実装してもよい。例えば、ソフトウェア要素は、コントローラに、水測定レベルがある閾値を下回ったときにコントローラに弁を開くための制御信号を送信するように、構成されてもよい。

50

【0102】

メモリ及びコンピュータ読み取り可能媒体。一般に、本明細書で使用する「メモリ」または「メモリデバイス」という句は、コンピュータ読み取り可能媒体（「CRM」）を含むシステムまたはデバイスを指す。「CRM」は、情報（例えば、データ、コンピュータ読み取り可能命令、プログラムモジュール、アプリケーション、ルーチンなど）を配置、保持、及び／または検索するために、関連するコンピューティングシステムによってアクセス可能な1つの媒体または複数の媒体を指す。「CRM」は、現実には、非一時的な媒体を指し、電波などの実体のない一時的な信号を指すものではないことに留意されたい。

【0103】

CRMは、関連するコンピューティングシステムにおいて、または関連するコンピューティングシステムと通信する任意の技術、デバイス、またはデバイスのグループにおいて、実装されてもよい。CRMは、揮発性及び／または不揮発性媒体、ならびに取り外し可能及び／または取り外し不可能な媒体を含んでもよい。CRMは、情報を格納するために使用することができ、コンピューティングシステムによってアクセスすることができる、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ、または他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）または他の光ディスク記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置もしくは他の磁気記憶装置、または、任意の他の媒体を含んでもよいが、これらに限られない。CRMは、システムバスに通信可能に結合され、CRMと、システムバスに結合された他のシステムまたはコンポーネントとの間の通信を可能にする。いくつかの実装形態では、CRMは、メモリインターフェース（例えば、メモリコントローラ）を介してシステムバスに結合されてもよい。メモリインターフェースは、CRMとシステムバスとの間のデータの流れを管理する回路である。

10

20

30

40

【0104】

ネットワーク。本明細書で使用されるように、特に指定がない限り、情報またはデータを通信するシステムまたはデバイスの文脈で使用される場合、用語「ネットワーク」は、ノード（例えば、情報を送信、受信、及び／または転送することができるデバイスまたはシステム）の集合と、ノード間の電気通信を可能にするように接続されたリンクとを指す。

【0105】

ネットワークは、ノード間のトラフィックの整理を担当する専用ルータと、オプションとして、ネットワークの構成及び管理を担当する専用デバイスとを含んでもよい。ノードの一部または全部はまた、他のネットワークデバイス間で送信されるトラフィックを整理するために、ルータとして機能するように適合されてもよい。ネットワークデバイスは、有線または無線で相互接続されてもよく、ネットワークデバイスは、異なるルーティング及び転送能力を有してもよい。例えば、専用ルータは大量の送信が可能であってもよく、同時に、一部のノードは同じ期間に比較的少量のトラフィックを送受信することができる場合がある。さらに、ネットワーク上のノード間の接続は、異なるスループット能力及び異なる減衰特性を有してもよい。例えば、光ファイバケーブルは、媒体固有の物理的限界の違いのために、無線リンクよりけた違いに高い帯域幅を提供することができてもよい。ネットワークは、ローカルエリアネットワーク（LAN）またはワイドエリアネットワーク（WAN）などのネットワークまたはサブネットワークを含んでもよい。

【0106】

ノード。一般に、「ノード」という用語は、接続ポイント、再配布ポイント、または通信エンドポイントを指す。ノードは、情報を送信、受信、及び／または転送することができる任意のデバイスまたはシステム（例えば、コンピュータシステム）であってもよい。例えば、メッセージを発信及び／または最終的に受信するエンドデバイスまたはエンドシステムは、ノードである。（例えば、2つのエンドデバイス間で）メッセージを受信し転送する中間デバイスも、一般に「ノード」であるとみなされる。

【0107】

プロセッサ。本明細書で説明される例示的方法の様々な動作は、少なくとも部分的に1

50

つ以上のプロセッサによって実行されてもよい。一般に、「プロセッサ」及び「マイクロプロセッサ」という用語は同義で使用され、各々は、メモリに格納された命令をフェッチして実行するように構成されたコンピュータプロセッサを指す。これらの命令を実行することにより、プロセッサは、命令によって定義される様々な動作または機能を実施することができる。特定の実施形態に応じて、プロセッサは、関連する動作または機能を実行するように、(例えば、命令もしくはソフトウェアによって)一時的に構成されてもよく、または恒久的に構成されてもよい(例えば、特定用途向け集積回路もしくはASIC用のプロセッサ)。プロセッサは、例えば、メモリコントローラ及び/またはI/Oコントローラをも含むチップセットの一部であってもよい。チップセットは、I/O及びメモリ管理機能ならびに複数の汎用及び/または専用レジスタ、タイマなどを提供するように通常は構成された集積回路内の電子コンポーネントの集合である。一般に、説明したプロセッサのうちの1つ以上は、システムバスを介して他の構成要素(メモリデバイス及びI/Oデバイスなど)に通信可能に結合され得る。

【0108】

動作のうちの一部の性能は、単一のマシン内に存在するだけでなく、複数のマシンに配置されて、1つ以上のプロセッサの間で分散されてもよい。いくつかの例示的な実施形態では、1つのプロセッサまたは複数のプロセッサは、単一の場所(例えば、家庭環境内に、オフィス環境内に、またはサーバファームとして)に配置されてもよく、他の実施形態では、プロセッサは複数の場所にわたって分散されてもよい。

【0109】

「processing(処理すること)」、「computing(コンピューティングすること、算出すること)」、「calculating(計算すること)」、「determining(判定すること)」、「presenting(提示すること)」、「displaying(表示すること)」などの単語は、1つ以上のメモリ(例えば、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、またはそれらの組み合わせ)内の物理的(例えば、電子的、磁気的もしくは光学的)量として表されるデータを操作または変換する機械(例えば、コンピュータ)、レジスタ、または情報を受信、格納、送信、もしくは表示する他の機械構成要素の措置またはプロセスを指す場合がある。

【0110】

システムバス。一般に、プロセッサまたは特定のシステムまたはサブシステムは、1つ以上の通信リンクを介して、システムまたはサブシステムの他のコンポーネントと通信し得る。例えば、共有住宅内の構成要素と通信する場合、プロセッサは、システムバスによって構成要素に通信可能に接続されてもよい。特に指定のない限り、本明細書で使用されるように、「システムバス」という句は、(データを搬送するための)データバス、(データをどこに送るべきかを判定するための)アドレスバス、(実行すべき動作を判定するための)制御バス、またはそれらのいくつかの組み合わせを指す。さらに、「システムバス」は、メモリバスもしくはメモリコントローラ、周辺バス、または種々のバスアーキテクチャのいずれかを使用するローカルバスを含むバス構造のいくつかのタイプのいずれかを指してもよい。限定としてではなく、例として、そのようなアーキテクチャは、Industry Standard Architecture(ISA)バス、Micro Channel Architecture(MCA)バス、Enhanced ISA(EISA)バス、Video Electronics Standards Association(VESA)ローカルバス、及び(Mezzanineバスとしても知られている)Peripheral Component Interconnect(PCI)バスを含む。

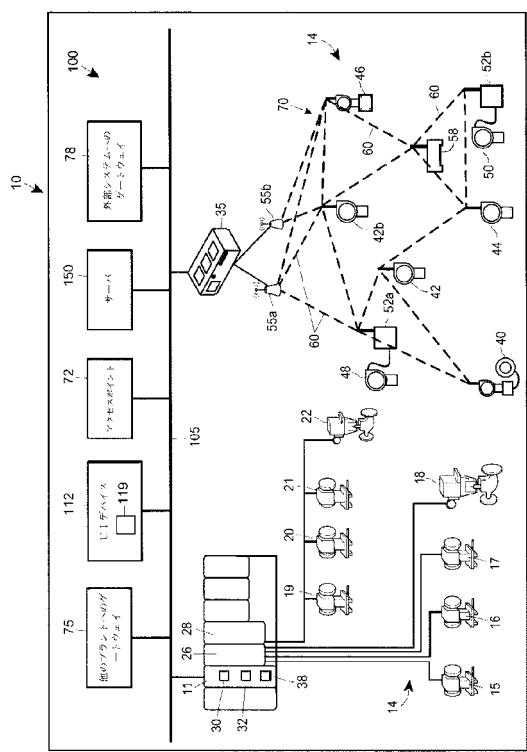
10

20

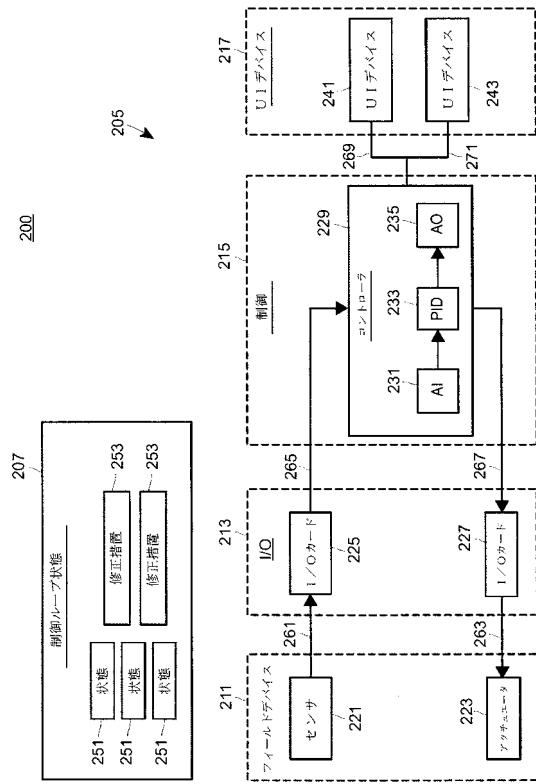
30

40

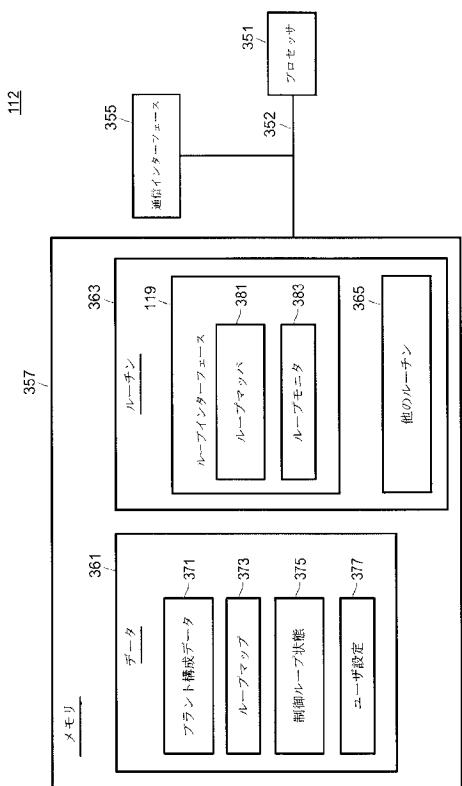
【図 1】



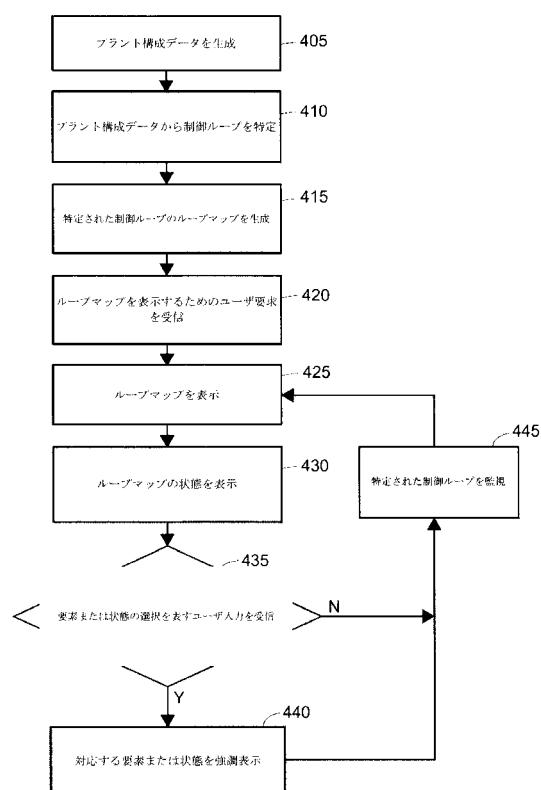
【図 2】



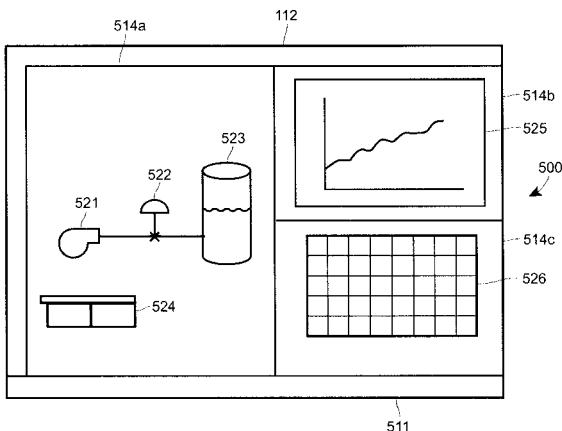
【図 3】



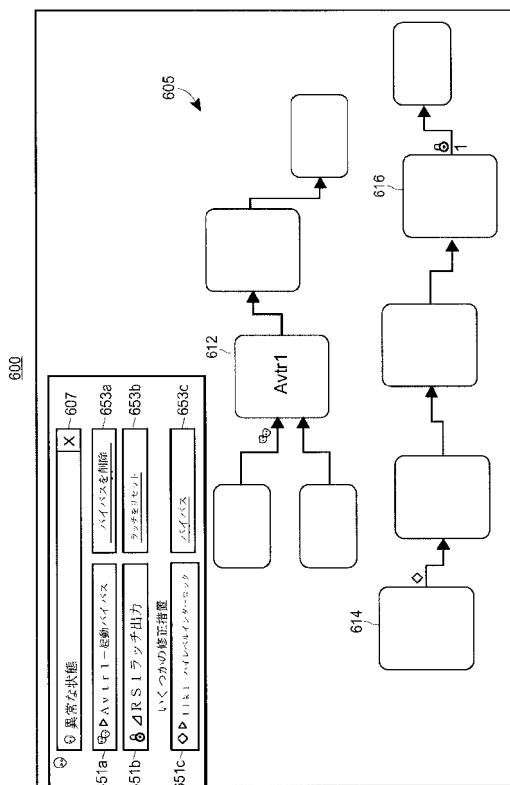
【図 4】



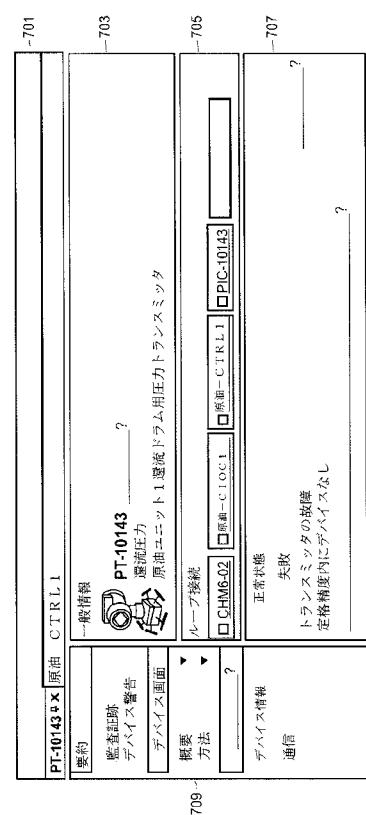
【 四 5 】



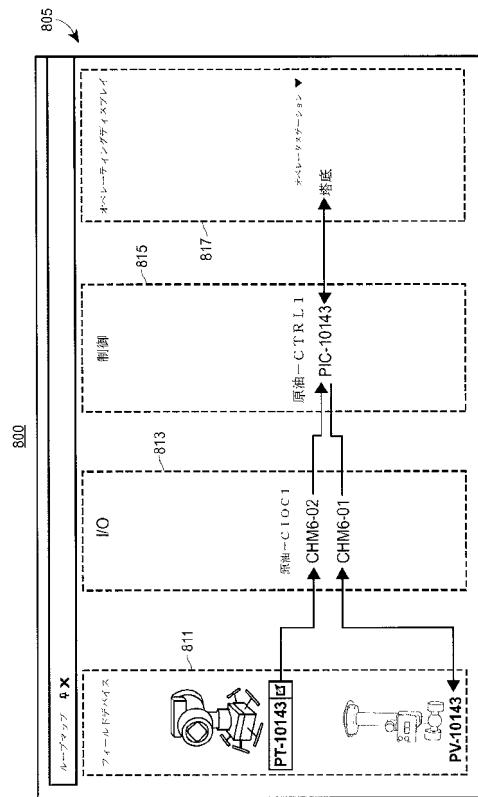
【 四 6 】



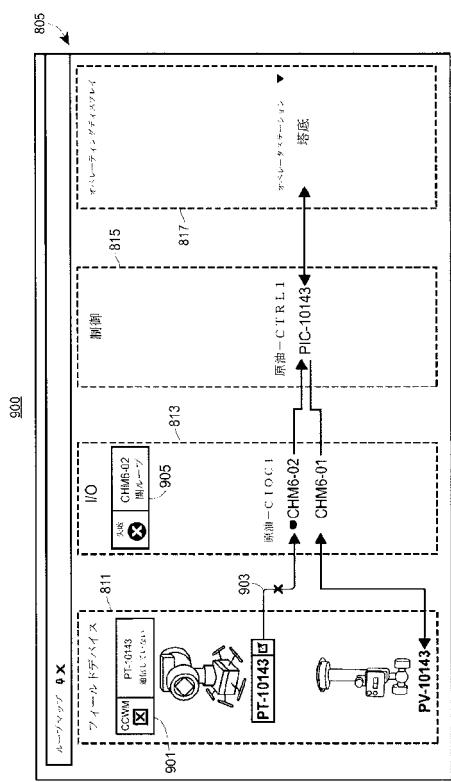
【 义 7 】



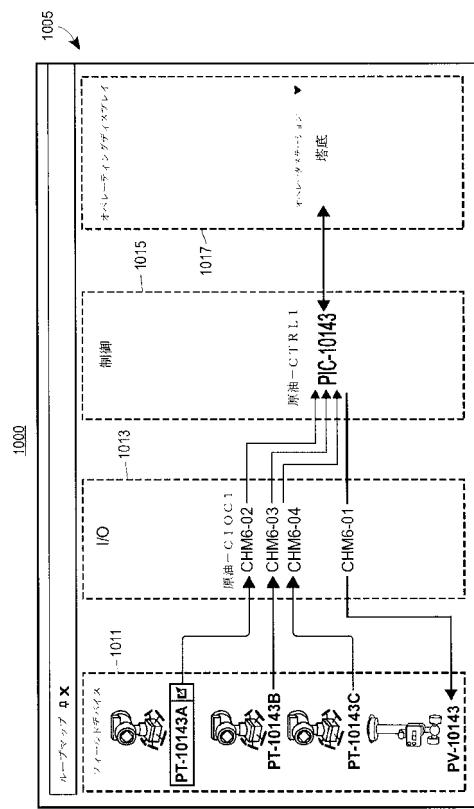
【 四 8 】



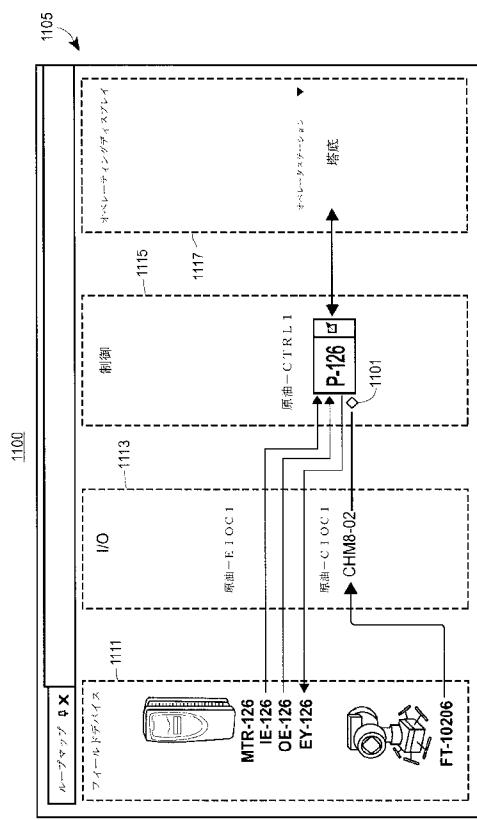
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 ジュリアン ケー. ナイドー
アメリカ合衆国 テキサス 78613 セダー パーク オーク ツリー レーン 1507

(72)発明者 ゲーリー ケー. ロウ
アメリカ合衆国 テキサス 78633 ジョージタウン ミッセル コート 110

(72)発明者 ゴッドフリー アール. シエリフ
アメリカ合衆国 テキサス 78717 オースチン ウエスト ドーマン ドライブ 1641
0

(72)発明者 ダニエル アール. ストリンデン
アメリカ合衆国 テキサス 78721 オースチン ロレト ドライブ 1700

(72)発明者 クリストファー イアン サルミエント ウイ
フィリピン 1441 メトロ マニラ ヴァレンズエラ シティ カルーファタン エ. パ
ブロ ストリート ナンバー 60 - エー

(72)発明者 プラシャント ジョシ
イギリス L E 4 8 L N レスター リッジウェイ ドライブ 10

F ターム(参考) 3C223 AA01 AA05 BA03 BB06 CC02 DD03 EA09 EB05 FF12 GG01
HH02 HH03 HH05 HH08 HH29

【外國語明細書】

2019008790000001.pdf