

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6954897号

(P6954897)

(45) 発行日 令和3年10月27日(2021.10.27)

(24) 登録日 令和3年10月4日(2021.10.4)

(51) Int.Cl.

F I

G O 5 B 23/02 (2006.01)

G O 5 B 23/02

Z

請求項の数 25 (全 85 頁)

(21) 出願番号	特願2018-519806 (P2018-519806)	(73) 特許権者	512132022
(86) (22) 出願日	平成28年10月12日 (2016.10.12)		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) 公表番号	特表2018-534683 (P2018-534683A)		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) 公表日	平成30年11月22日 (2018.11.22)		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
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/056614		マネージメント
(87) 国際公開番号	W02017/066304	(74) 代理人	100113608
(87) 国際公開日	平成29年4月20日 (2017.4.20)		弁理士 平川 明
審査請求日	令和1年10月15日 (2019.10.15)	(74) 代理人	100138357
(31) 優先権主張番号	62/240,084		弁理士 矢澤 広伸
(32) 優先日	平成27年10月12日 (2015.10.12)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 I/O抽象化フィールドデバイス構成を使用したプロセスプラントをコミショニングするための
方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フィールド環境及びバックエンド環境を有するプロセスプラントをコミショニングする方法であって、

前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内に配置された1つ以上のコンピューティングデバイスを使用して、前記フィールド環境内のフィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスを構成することであって、前記構成したデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスが、前記フィールドデバイスのI/O抽象化構成を定義する、構成することと、

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを前記プロセスプラントの前記バックエンド環境のコンピュータメモリに記憶することと、

前記プロセスプラントのオンライン動作中に、前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内のコンピュータ処理デバイス上で実行して、1つ以上の他のオブジェクトが前記フィールドデバイスと通信するように、前記プラントの前記バックエンド環境内の前記1つ以上の他のオブジェクトを構成することと、

前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内の1つ以上のコンピュータデバイスを使用して、前記1つ以上の他のオブジェクトを試験することであって、該試験が、

実行エンジン上で前記1つ以上の他のオブジェクトを実行して、前記フィールドデバイスとの通信を開始すること、

前記プロセスプラントの前記バックエンド環境に記憶した前記フィールドデバイスの

10

20

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスへのアクセスであって、
前記フィールドデバイスが I / O 割り当て解除状態又は I / O 割り当て状態である
かどうかを示す、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスの第 1
の構成フィールドにアクセスし、

前記フィールドデバイスが前記 I / O 割り当て解除状態である場合に、前記デバイス
ブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスのさらなる構成フィールドにアクセ
スし

前記フィールドデバイスが前記 I / O 割り当て状態である場合に、I / O ネットワ
ークを介して、前記フィールドデバイスへの通信経路を示すさらなる構成フィールドにア
クセスし、前記通信経路を使用して、前記フィールドデバイスと通信することを含む、

10

アクセスをして、前記フィールドデバイスの構成情報を取得すること、及び

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスから取得した前記フ
ィールドデバイスの前記構成情報に基づいて、前記フィールドデバイスとの前記通信が適
切であるかどうかを判定することを含む、試験することを含む、方法。

【請求項 2】

前記フィールド環境内の前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブ
ジェクトの前記インスタンスを構成することが、前記フィールドデバイスのソースタグを
取得し、前記バックエンド環境内の前記ソースタグから前記フィールドデバイスのシステ
ムタグを生成することと、前記フィールドデバイスの前記生成したシステムタグを、前記
デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスの対応する構成フィールドに
記憶することとを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトを試験することが、前記フィールドデバイスの前記生
成したシステムタグを使用して、前記フィールドデバイスとの前記通信を開始すること
を含み、前記プロセスプラントの前記バックエンド環境に記憶した、前記フィールドデ
バイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスにアクセスする
ことが、前記フィールドデバイスの生成された前記システムタグに基づいて、前記デバ
イスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを位置付けることを含む、請求
項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

30

前記フィールド環境内の前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブ
ジェクトの前記インスタンスを構成することが、前記フィールドデバイスと通信するた
めに使用される I / O チャネルの 1 つ以上のプロパティを定義することと、前記 I / O
チャネルの前記 1 つ以上のプロパティを、前記デバイスブレースホルダーオブジェ
クトの前記インスタンスに記憶することとを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記
載の方法。

【請求項 5】

前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記イン
スタンスを構成することが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記フ
ィールドデバイスの 1 つ以上のプロパティのそれぞれの値を記憶することを含み、そ
れぞれの値が、前記フィールドデバイスを記述するそれぞれのカテゴリまたはタイ
プを示す、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 6】

前記フィールドデバイスを記述する前記それぞれのカテゴリまたはタイプを示す前記
それぞれの値を記憶することが、1 つ以上の値を記憶することを含み、該 1 つ以上
の値の各々が、I / O インターフェースタイプ、デバイスタイプ、前記デバイスタイ
プの特徴、I / O 構成タイプ、前記 I / O 構成タイプのプロパティ、または前記 I / O
構成タイプのチャネルパラメータをそれぞれ示す、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトが、複数のプロパティを含み、前記方
法は、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記
インスタ

50

ンスの第2のプロパティについて記憶した値に基づいて、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスの第1のプロパティを公開することをさらに含む、請求項1～6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記フィールドデバイスはI/O割り当て解除のデバイス状態であり、前記1つ以上の他のオブジェクトをテストすることが、前記フィールドデバイスのシミュレーションした応答を生成することと、前記フィールドデバイスの前記シミュレーションした応答を使用して、前記1つ以上の他のオブジェクトのさらなる実行を行うこととを含む、請求項1～7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記1つ以上の他のオブジェクトを試験することが、前記1つ以上の他のオブジェクトをプロセスコントローラデバイスにダウンロードし、前記プロセスコントローラデバイスの実行エンジンにおいて前記1つ以上の他のオブジェクトを実行することを含む、請求項1～8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

前記1つ以上の他のオブジェクトを試験することが、前記バックエンド環境内の処理デバイスにおいて実行されるコミショニングアプリケーションの実行エンジンにおいて前記1つ以上の他のオブジェクトを実行することを含む、請求項1～9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスが、前記フィールドデバイスがI/O割り当て解除のデバイス状態であることを示すときに、前記バックエンド環境内の前記1つ以上のコンピューティングデバイスによって、前記フィールドデバイスに関する前記1つ以上の他のオブジェクトに関連する1つ以上のコミショニングアクションを開始することをさらに含む、請求項1～10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

前記1つ以上の他のオブジェクトが、
前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備の制御を行う制御ルーチンオブジェクトを備えること、
前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備に対して保守アクティビティを行う保守ルーチンオブジェクトを備えること、
前記フィールド環境内の前記プロセスフィールド設備の動作のシミュレーションを行うシミュレーションオブジェクトを備えること、
前記フィールド環境内の前記プロセスフィールド設備の動作に関する情報をユーザに提供するユーザグラフィカルインターフェースルーチンを備えること
の少なくとも1つを含む請求項1～11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

フィールド環境及びバックエンド環境を有するプロセスプラントをコミショニングするためのシステムであって、
前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内に配置された1つ以上のコンピューティングデバイス上で実行して、前記フィールド環境内のフィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスを作成し、構成する、構成ユニットであって、前記構成したデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスが、前記フィールドデバイスのI/O抽象化構成を定義する、構成ユニットと、
前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを記憶する、前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内に配置されたメモリと、
前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内のコンピュータ処理デバイス上で実行するように構成され、前記プロセスプラントのオンライン動作中に、前記フィールドデバイスと通信する、前記プラントの前記バックエンド環境内に配置された前記メモリに記憶

10

20

30

40

50

した前記 1 つ以上の他のオブジェクトと、

前記フィールドデバイスが前記プロセスプラントの前記バックエンド環境に通信的に接続されていないときに、または前記プロセスプラントの I / O ネットワークを通した前記フィールドデバイスへの通信経路が定義されていないときに、前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内の 1 つ以上のコンピュータデバイスに対して実行して、前記 1 つ以上の他のオブジェクトを試験動作させる、コミッシングユニットであって、前記コミッシングユニットが、

前記 1 つ以上の他のオブジェクトを実行して、前記フィールドデバイスとの通信を開始する、実行エンジン、及び

前記プロセスプラントの前記バックエンド環境の前記メモリに記憶した前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスにアクセスして、前記フィールドデバイスの構成情報を取得する、通信インターフェースを含み、

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスが、前記フィールドデバイスが I / O 割り当て解除状態であるか前記フィールドデバイスが I / O 割り当て状態であることを示す第 1 の構成フィールドを含み、

前記通信インターフェースが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスの前記第 1 の構成フィールドにアクセスし、

前記フィールドデバイスが前記 I / O 割り当て解除のデバイス状態である場合に、前記通信インターフェースが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスのさらなる構成フィールドにアクセスし、

前記フィールドデバイスが前記 I / O 割り当て状態である場合に、前記通信インターフェースが、I / O ネットワークを介して、前記フィールドデバイスへの通信経路を示すさらなる構成フィールドにアクセスし、前記通信経路を使用して、前記フィールドデバイスと通信し、

前記コミッシングユニットが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスから取得した前記フィールドデバイスの前記構成情報に基づいて、前記フィールドデバイスとの前記通信が適切であるかどうかを判定する、コミッシングユニットと、を備える、システム。

【請求項 14】

前記構成ユニットが、前記フィールドデバイスのソースタグを取得し、前記ソースタグから前記フィールドデバイスのシステムタグを生成すること、及び前記フィールドデバイスの前記生成したシステムタグを、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスの対応する構成フィールドに記憶することによって、前記フィールド環境内の前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを構成する、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトが、前記フィールドデバイスの前記システムタグを使用して、前記フィールドデバイスとの前記通信を開始するように構成され、前記通信インターフェースが、前記フィールドデバイスの前記システムタグに基づいて、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを位置付けることによって、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスにアクセスする、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記構成ユニットが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記フィールドデバイスの 1 つ以上のプロパティのそれぞれの値を記憶することによって、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記インスタンスを構成し、それぞれの値が、前記フィールドデバイスを記述するそれぞれのカテゴリまたはタイプを示す、請求項 13 ~ 15 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 17】

前記構成ユニットが、1 つ以上の値を記憶することによって、前記フィールドデバイス

10

20

30

40

50

を記述する前記それぞれのカテゴリまたはタイプを示す前記それぞれの値を記憶し、該 1 つ以上の値の各々が、I/O インターフェースタイプ、デバイスタイプ、前記デバイスタイプの特徴、I/O 構成タイプ、前記 I/O 構成タイプのプロパティ、または前記 I/O 構成タイプのチャンネルパラメータをそれぞれ示す、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトが、複数のプロパティを含み、前記構成ユニットが、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの第 2 のプロパティについて記憶した値に基づいて、前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの第 1 のプロパティを構成する、請求項 13 ~ 17 のいずれか一項に記載のシステム。

10

【請求項 19】

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトが、前記フィールドデバイスと通信するために使用される、I/O チャンネルと関連付けられた 1 つ以上のプロパティを含む、請求項 13 ~ 18 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 20】

前記フィールドデバイスは I/O 割り当て解除のデバイス状態であり、前記コミッシングユニットが、前記フィールドデバイスのシミュレーションした応答を生成し、前記フィールドデバイスの前記シミュレーションした応答を前記通信インターフェースに提供するシミュレーションユニットを含み、前記実行エンジンが、前記フィールドデバイスの前記シミュレーションした応答を使用して、前記 1 つ以上の他のオブジェクトのさらなる実行を行う、請求項 13 ~ 19 のいずれか一項に記載のシステム。

20

【請求項 21】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトが、前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備の制御を行う制御ルーチンオブジェクトを備える、請求項 13 ~ 20 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 22】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトが、前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備に対して保守アクティビティを行う保守ルーチンオブジェクトを備える、請求項 13 ~ 21 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 23】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトが、前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備のオンライン動作のシミュレーションを行うシミュレーションオブジェクトを備える、請求項 13 ~ 22 のいずれか一項に記載のシステム。

30

【請求項 24】

前記 1 つ以上の他のオブジェクトが、前記フィールド環境内のプロセスフィールド設備のオンライン動作に関する情報をユーザに提供するユーザグラフィカルインターフェースルーチンを備える、請求項 13 ~ 23 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 25】

前記フィールド環境内の複数のフィールドデバイスの各々の前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの各インスタンスを作成し、構成する、前記構成ユニットであって、前記複数のフィールドデバイスは前記フィールドデバイスを含み、前記構成したデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスが、前記複数のフィールドデバイスのそれぞれ 1 つの I/O 抽象化構成を定義する、前記構成ユニットと、

40

前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記複数のインスタンスを記憶する、前記プロセスプラントの前記バックエンド環境内に配置された前記メモリと、

前記複数のフィールドデバイスの少なくとも 1 つが前記プロセスプラントの前記バックエンド環境に通信的に接続されていないときに、または前記プロセスプラントの前記 I/O ネットワークを通じた前記複数のフィールドデバイスの前記少なくとも 1 つへの通信経路が定義されていないときに、前記 1 つ以上の他のオブジェクトの動作を試験する、前記コミッシングユニットであって、

50

前記 1 つ以上の他のオブジェクトの各々を実行して、前記複数のフィールドデバイスのうちの少なくとも 1 つとの通信を開始する前記コミッショニングユニットの前記実行エンジン、及び

前記フィールドデバイスの前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記記憶したインスタンスのうちの 1 つにアクセスして、前記複数のフィールドデバイスのうちの前記 1 つの構成情報を取得する、前記コミッショニングユニットの前記通信インターフェースを含み、

前記コミッショニングユニットが、前記デバイスブレースホルダーオブジェクトの前記記憶した複数のインスタンスから取得した前記複数のフィールドデバイスのうちの前記少なくとも 1 つの前記構成情報に基づいて、前記複数のフィールドデバイスのうちの前記少なくとも 1 つとの前記通信が適切であるかどうかを判定する、前記コミッショニングユニットと、を備える、請求項 13 ~ 24 のいずれか一項に記載のシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、「Smart Commissioning of Process Control Plants」という名称で、2015 年 10 月 12 日に提出された米国特許出願第 62 / 240, 084 号に対する優先権、及びその利益を主張するものであり、その開示全体は、参照により本明細書に組み込まれる。

20

【0002】

本出願は、「Commissioning Field Devices in a Process Control System Supported by Big Data」という名称で、2015 年 1 月 26 日に提出された米国特許出願第 14 / 605, 304 号、及び本出願と同時に提出され、「Method and System for Commissioning Process Control Hardware」（代理人整理番号 06005 - 593481）という名称の米国特許出願第 15 / 291, 200 号に関するものであり、これらの開示全体は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0003】

30

本開示は、一般に、プロセスプラント及びプロセス制御システムに関し、より具体的には、プロセスプラント及びプロセス制御システムのフィールドデバイス及びループのスマートまたはインテリジェントコミッショニングに関する。

【背景技術】

【0004】

物理的材料もしくは製品を製造、精製、変換、生成、または生産するために、化学、石油、工業、または他のプロセスプラントにおいて使用されるような分散型プロセス制御システムは、典型的に、アナログ、デジタル、もしくは複合アナログ / デジタルバスを介して、または無線通信リンクもしくはネットワークを介して、1 つ以上のフィールドデバイスに通信的に結合された 1 つ以上のプロセスコントローラを含む。例えば弁、弁ポジションナ、スイッチ、及び伝送器（例えば、温度、圧力、レベル、及び流量センサ）であり得るフィールドデバイスは、プロセス環境内に位置付けられ、一般に、弁の開閉、温度もしくは圧力等のプロセス及び / または環境パラメータの測定等の物理的もしくはプロセス制御機能を行って、プロセスプラントまたはシステム内で実行する 1 つ以上のプロセスを制御する。広く公知のフィールドバスプロトコルに準拠したフィールドデバイス等のスマートフィールドデバイスは、制御計算、アラーム機能、及び一般にコントローラ内に実装される他の制御機能も行い得る。典型的にプラント環境内にも位置付けられるプロセスコントローラは、フィールドデバイスによって行われるプロセス測定及び / またはフィールドデバイスに関係する他の情報を示す信号を受信し、例えば、プロセス制御の決定を下し、受信した情報に基づいて制御信号を生成し、フィールドデバイス内で行われている制御モジ

40

50

ジュールまたはブロックと協調する異なる制御モジュール（HART（登録商標）、Wireless HART（登録商標）、及びFOUNDATION（登録商標）フィールドバスフィールドデバイス等）を実行するコントローラアプリケーションを実行する。コントローラ内の制御モジュールは、通信回線またはリンクを通じて制御信号をフィールドデバイスに送り、それによって、プロセスプラントまたはシステムの少なくとも一部分の動作を制御して、例えば、プラントまたはシステム内で動作または実行する１つ以上の工業プロセスの少なくとも一部分を制御する。例えば、コントローラ及びフィールドデバイスは、プロセスプラントまたはシステムによって制御されているプロセスの少なくとも一部分を制御する。典型的にプラント環境内にも位置付けられるＩ／Ｏデバイスは、典型的に、コントローラと１つ以上のフィールドデバイスとの間に配置され、例えば電気信号をデジタル値に、及びその逆に変換することによって、それらの間の通信を可能にする。本明細書で利用されるとき、フィールドデバイス、コントローラ、及びＩ／Ｏデバイスは、一般に、「プロセス制御デバイス」と称され、また、一般に、プロセス制御システムまたはプラントのフィールド環境内に位置付けられ、配置され、または設置される。

【０００５】

フィールドデバイス及びコントローラからの情報は、通常、オペレータワークステーション、パーソナルコンピュータもしくはコンピューティングデバイス、データヒストリアン、レポート生成器、集中データベース、または典型的により過酷なプラントのフィールド環境から離れた制御室に、例えばプロセスプラントのバックエンド環境に配置される他の集中管理コンピューティングデバイス等の、１つ以上の他のハードウェアデバイスへのデータハイウェイもしくは通信ネットワークを通じて利用できるようにされる。これらのハードウェアデバイスの各々は、典型的に、プロセスプラント全体にわたって、またはプロセスプラントの一部分にわたって集中化される。これらのハードウェアデバイスは、例えば、プロセス制御ルーチンの設定変更、コントローラもしくはフィールドデバイス内の制御モジュールの動作の修正、プロセスの現在の状態の確認、フィールドデバイス及びコントローラによって生成されるアラームの確認、人員の訓練またはプロセス制御ソフトウェアの試験の目的でのプロセスの動作のシミュレーション、構成データベースの維持及び更新等の、プロセスの制御及び／またはプロセスプラントの動作に関する機能を、オペレータが行うことを可能にすることができる、アプリケーションを実行する。ハードウェアデバイス、コントローラ、及びフィールドデバイスによって利用されるデータハイウェイとしては、有線通信経路、無線通信経路、または有線通信経路及び無線通信経路の組み合わせが挙げられ得る。

【０００６】

一例として、Emerson Process Managementによって販売されるDelta V（商標）制御システムは、プロセスプラント内の様々な場所に位置付けられる異なるデバイスの内部に記憶され、それによって実行される複数のアプリケーションを含む。プロセス制御システムもしくはプラントのバックエンド環境において１つ以上のワークステーションまたはコンピューティングデバイス内に存在する構成アプリケーションは、ユーザが、プロセス制御モジュールを作成または変更し、これらのプロセス制御モジュールを、データハイウェイを介して、専用の分散型コントローラにダウンロードすることを可能にする。典型的には、これらの制御モジュールは、通信的に相互接続される機能ブロックから構成され、これらの機能ブロックは、オブジェクト指向プログラミングプロトコルにおけるオブジェクトであり、制御スキーム内でそれに対する入力に基づいて機能を行い、制御スキーム内の他の機能ブロックに出力を提供する。構成アプリケーションはまた、構成の設計者が、オペレータにデータを表示するために閲覧アプリケーションによって使用されるオペレータインターフェースを作成または変更することを可能にすること、及びオペレータが、プロセス制御ルーチン内の設定値等の設定を変更することを可能にすることもできる。各専用のコントローラ、及びいくつかの事例において１つ以上のフィールドデバイスは、それらに指定され、ダウンロードされる制御モジュールを実行するそれぞれのコントローラアプリケーションを記憶し、実行して、実際のプロセス制御機

10

20

30

40

50

能を実装する。1つ以上のオペレータワークステーション上で（またはオペレータワークステーション及びデータハイウェイと通信的に接続している1つ以上のリモートコンピューティングデバイス上で）実行することができる閲覧アプリケーションは、データハイウェイを介して、コントローラアプリケーションからデータを受信し、そして、ユーザインターフェースを使用して、このデータをプロセス制御システムの設計者、オペレータ、またはユーザに表示し、また、オペレータの画面、エンジニアの画面、及び技術者の画面等の、いくつかの異なる画面のうちのいずれかを提供することができる。データヒストリアンアプリケーションは、典型的に、データハイウェイ全体にわたって提供されるデータの一部または全部を収集し、記憶する、データヒストリアンデバイスに記憶され、それによって実行され、一方で、構成データベースアプリケーションは、データハイウェイに取り付けられるさらなるコンピュータで実行して、現在のプロセス制御ルーチン構成及びそれと関連付けられるデータを記憶することができる。代替的に、構成データベースは、構成アプリケーションと同じワークステーションに配置することができる。

10

【0007】

一般に、プロセスプラントまたはシステムのコミッショニングは、プラントまたはシステムの様々なコンポーネントを、システムまたはプラントを意図するように動作させることができる地点に持ってくることを伴う。一般的に知られているように、物理的プロセス要素（プロセスプラント内のプロセスを制御するために利用される弁、センサ等）は、例えばプラントフロアレイアウト及び／もしくはプロセスレイアウトの配管及び計装図（P & ID）ならびに／または他の計画もしくは「青写真」に従って、プラントのフィールド環境内のそれぞれの場所に設置される。プロセス要素が設置された後には、プロセス要素の少なくとも一部がコミッショニングされる。例えば、フィールドデバイス、サンプリング点、及び／または他の要素は、コミッショニングを受ける。コミッショニングは、典型的に複数のアクションまたはアクティビティを含む、入り組んだ複雑なプロセスである。例えば、コミッショニングは、とりわけ、設置されたプロセス制御デバイス（フィールドデバイス等）及びその予想される接続の識別を検証または確認すること、プロセス制御システムまたはプラント内のプロセス制御デバイスを一意的に識別するタグを決定し、提供すること、デバイスのパラメータ、限度等の初期値を設定または構成すること、例えばデバイスに提供される信号を操作し、他の試験を行うことによって、様々な条件下で、デバイスの設置、動作、及び挙動の正確性を検証すること、及び他のコミッショニングアクティビティ及びアクション等の、アクションまたはアクティビティを含み得る。コミッショニング中のデバイス検証は、安全性の理由から、ならびに規制及び品質要件に準拠するために重要である。

20

30

【0008】

他のコミッショニングアクションまたはアクティビティは、デバイスが含まれるプロセス制御ループ上で行われる。このようなコミッショニングアクションまたはアクティビティは、例えば、いくつか例を挙げれば、相互接続全体にわたって送信される様々な信号が、相互接続の両端において予想される挙動をもたらすことを検証すること、プロセス制御ループに関する完全性検査、プラント内に実装されるデバイスの実際の物理的接続を示すための現況I/Oリストを生成すること、ならびに、他の「設置時の」データを記録することを含む。

40

【0009】

いくつかのコミッショニング作業のために、ユーザは、様々な目標のプロセス制御デバイス、コンポーネント、及びループにおいてローカルにコミッショニングツール（例えば、ハンドヘルドまたはポータブルコンピューティングデバイス）を利用することができる。いくつかのコミッショニング作業は、プロセス制御システムのオペレータインターフェースにおいて、例えばプロセスプラントのバックエンド環境に含まれるオペレータワークステーションのオペレータインターフェースにおいて行うことができる。

【0010】

典型的に、プロセスプラントのコミッショニングは、プロセスプラントのフィールド環

50

境において設置され、設定され、相互接続される、物理的デバイス、接続、配線等が必要である。プラントのバックエンド環境において（例えば、典型的に制御室の中に、またはプラントのより過酷なフィールド環境から離れた他の場所にある、オペレータワークステーション、パーソナルコンピュータもしくはコンピューティングデバイス、集中データベース、構成ツール等の、集中管理コンピューティングデバイスにおいて）、特に、様々なデバイス、該デバイスの構成、及び該デバイスの相互接続を識別し、及び／または該デバイスをアドレス指定するデータが集積され、検証またはコミショニングされ、そして記憶される。このように、物理的ハードウェアが設置され、構成された後に、様々なデバイスが他のデバイスと通信することができるように、識別情報、論理命令、ならびに他の命令及び／またはデータがダウンロードされ、または別様には、フィールド環境内に配置される様々なデバイスに提供される。

10

【0011】

当然ながら、バックエンド環境において行われるコミショニングアクションに加えて、コミショニングアクションまたはアクティビティも行われて、個別的及び一体的の両方で、物理的デバイス及び論理的デバイス両方のフィールド環境における接続及び動作の正確性を検証する。例えば、フィールドデバイスは、物理的に設置され、例えば電源オン、電源オフ等が個別に検証され得る。フィールドデバイスの一部は、次いで、コミショニングツールに物理的に接続することができ、それを介して、シミュレーションされた信号をフィールドデバイスに送信することができ、様々なシミュレーションされた信号に回答するフィールドデバイスの挙動を試験することができる。同様に、その通信ポートがコミショニングされるフィールドデバイスは、最終的に、端子ブロックに物理的に接続して、端子ブロックとフィールドデバイスとの間の実際の通信を試験することができる。典型的に、フィールド環境におけるフィールドデバイス及び／または他のコンポーネントのコミショニングは、試験信号及び応答をフィールドデバイス及び他のループコンポーネントの間で通信し、また、結果として生じる検証された挙動を通信することができるように、コンポーネントの識別に関する知識、及びいくつかの事例では、コンポーネントの相互接続に関する知識を必要とする。現在公知のコミショニング技術において、このような識別及び相互接続の知識またはデータは、一般に、バックエンド環境によってフィールド環境内のコンポーネントに提供される。例えば、バックエンド環境は、制御モジュールにおいて使用されるフィールドデバイスタグを、実際のプラント動作中に制御モジュールによって制御されるフィールドデバイスにダウンロードする。

20

30

【0012】

最終的に、プロセス制御ループの様々なコンポーネント及び部分をそれぞれコミショニングし、検査し、試験した後に、ループ自体の全体をコミショニングし、検査し、及び／または試験し、例えば「ループ試験」する。典型的に、ループ試験は、様々な入力または条件に回答する、及び／または様々な状態におけるループの挙動を試験することを含む。バックエンド環境のオペレータは、フィールド環境のオペレータと協調して、プロセス制御ループにおいて、様々な入力を注入し、及び／または様々な条件及び／または状態を生成し、そして、許容可能な目標値及び／または範囲に対するそれらの一致レベルについて、結果として生じた挙動及び／または測定値を調査する。

40

【発明の概要】

【0013】

スマートコミショニング（「インテリジェントコミショニング」または「パラレルコミショニング」とも称される）のための技術、システム、装置、コンポーネント、デバイス、及び方法を本明細書で開示する。本技術、システム、装置、コンポーネント、デバイス、及び方法は、工業プロセス制御システム、環境、及び／またはプラントに適用することができ、これらは、本明細書において、互換的に「工業制御」、「プロセス制御」、「プロセス」システム、環境、及び／またはプラントと称される。典型的に、そのようなシステム及びプラントは、物理的原材料を製造、精製、または変換して製品を生成または生産するように動作する１つ以上のプロセス（本明細書において、「工業プロセス」と

50

も称される)の分散方式における制御を提供する。

【0014】

プロセス制御システム及び/またはプラントのスマートコミッショニングは、コミッショニングプロセスの少なくともいくつかの部分、ローカルに、自動的に、及び/または分配的に行うことを可能にし、よって、プロセスプラントのデバイス、コンポーネント、及び他の部分を、プラントまたはシステムの中へ全体的に組み込むまたは統合する前に、部分的に、さらには全体的にコミッショニングすることができる、様々な技術、システム、装置、コンポーネント、及び/または方法を含む。スマートコミッショニングは、例えば、プロセス制御システム及び/またはそれらのそれぞれの安全計装システム(SIS)(例えば、スタンドアロンまたは一体型安全システム(ICSS))の様々な部分を、プロセスプラントの所在場所またはサイトにおいてまとめられ、統合される前に、異なる地理的な場所(例えば、異なる「modヤード」)において構築し、少なくとも部分的にコミッショニングすることを可能にする。ある意味では、スマート/インテリジェントコミッショニングは、並行のコミッショニングアクティビティ及びアクションを行うことを可能にする。

10

【0015】

例えば、スマートコミッショニングは、(大部分ではなくとも)いくつかのコミッショニングアクティビティ及び/またはアクションを、プロセスプラントのフィールド環境において、及びバックエンド環境において独立に(及び実際には、所望に応じて、並行して)行うことを可能にする。フィールド環境に実装される設計及びエンジニアリングのコミッショニングは、もはや、バックエンド環境において行われて大部分が完了した機能的設計、エンジニアリング、及びコミッショニングの進捗(及び完了)に依存しない。このように、フィールド環境の物理的なコンポーネントのローカルコミッショニングアクティビティのかなりの部分を、バックエンド環境の機能的または論理的なコンポーネントのコミッショニングとは独立に行うことができ、逆もまた同様に行うことができる。すなわち、フィールド環境またはバックエンド環境のいずれかにおけるコミッショニングアクティビティ及びアクションの少なくともいくつかの部分は、フィールド環境及びバックエンド環境が通信的に切断されている間に、例えば、フィールド環境に設置された(または設置されている)ループ(またはその一部分)がバックエンド環境から通信的に切断されている間に行うことができる。例えば、スマートコミッショニング技術を使用すると、フィールド環境及び/またはバックエンド環境におけるコミッショニングアクティビティまたはアクションの少なくともいくつかの部分を、プロセス制御システムまたはプラントが、特定のI/Oカード及び/またはチャネルへのフィールドデバイスの指定に関する知識を有する前に行うことができる。

20

30

【0016】

同様に、プロセスプラントのプロセス制御ループに関して、スマートコミッショニングは、ループのコンポーネントの全てを最初に設置し、相互接続することを必要とすることなく、様々なコミッショニングアクティビティ及び/またはアクションを、ループの様々なコンポーネント及び部分に対して行うことを可能にする。故に、プロセス制御ループのコミッショニングアクティビティの少なくともいくつかの部分は、プロセス制御ループの様々なコンポーネントが切断されている間に、または互いに、ループに、及び/もしくはバックエンド環境にまだ割り当てられていない間に行うことができる。例えば、それぞれのコミッショニングアクティビティは、プロセスプラントのバックエンド環境及びフィールド環境が通信的に切断されている間、これらの2つの環境の両方において開始し、行うことができる。フィールド環境及びバックエンド環境は、それらのそれぞれの側のプロセス制御ループの様々なそれぞれの部分を同時にコミッショニングし、次いで、2つの側の結合に応じて、行われる残りのコミッショニングアクティビティの大部分は、全体としてループに従うコミッショニングアクティビティである。

40

【0017】

さらに、スマートコミッショニングは、いかなるユーザ入力も必要とすることなく、特

50

定の条件に基づいて、特定のコミッショニングアクション及びアクティビティを自動的にトリガーまたは開始することを可能にする。いくつかの状況において、多数のコミッショニングアクション及び／アクティビティは、ユーザが次にどのアクティビティを、どのコンポーネントに対して、及びどのように行うのかを示すことを必要とすることなく、自動的にトリガーし、実行することができる。

【 0 0 1 8 】

結果的に、スマートコミッショニングが、プロセスプラントのフィールド環境において行われる物理的な設計及びエンジニアリングを、プロセスプラントのバックエンド環境において行われる機能的な設計及びエンジニアリングとは独立に進めることを可能にし、また、スマートコミッショニングが、プロセス制御ループの様々な部分の区分的コミッショニングを、独立に、または設置状態に基づいて行うことも可能にするので、バックエンドとフィールドとの間のコミッショニングスケジューリングの依存性が低減され、また、プロセスプラントをコミッショニングするために必要とされる全体的なカレンダー時間も低減される。したがって、スマートコミッショニングは、時間及び人の両方のリソースの大幅な低減、したがって、コストの大幅な低減を伴って、コミッショニングプロセスを全体的に最適化する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの 1 つ以上を利用することによって、その少なくとも一部分がコミッショニングされ得る、例示的なシステムプロセスプラントを図示するブロック図である。

【図 2 A】図 1 のプロセスプラントに含まれ得る、及びスマートコミッショニング技術を利用して少なくとも部分的にコミッショニングされ得る、2 つの例示的なループのブロック図である。

【図 2 B】図 1 のプロセスプラントに含まれ得る、電子マーシャリングブロックまたは装置の例示的なアーキテクチャを図示する図である。

【図 2 C】図 1 のプロセスプラントに含まれ得る、及びスマートコミッショニング技術を利用して少なくとも部分的にコミッショニングされ得る、2 つの例示的なループのブロック図である。

【図 3 A】例示的なタグ構文解析装置またはデバイスのブロック図である。

【図 3 B】タグ構文解析の例示的な方法の流れ図である。

【図 4 A】スマートコミッショニング中に使用され得る、例示的なデバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトを図示する図である。

【図 4 B】プロセスプラントをコミッショニングするための例示的な方法の流れ図である。

【図 5 A】スマートコミッショニング中に使用され得る、電子マーシャリングコンポーネントのための例示的なエクステンダを図示する図である。

【図 5 B】ループがプロセスプラントのバックエンド環境から通信的に切断されている間に、プロセスプラントのフィールド環境においてアズビルトループ情報をローカルに生成するための例示的な方法の流れ図である。

【図 5 C】例示的なローカルアズビルトループ情報を生成する装置またはデバイスのブロック図である。

【図 6】プロセスプラントをコミッショニングするための例示的な方法の流れ図である。

【図 7 A】フィールド設備がプラント内の I / O ネットワークを介して接続される前に、及び／または割り当てられる前に、モジュール、アプリケーション、及びインターフェースプログラムなどのバックエンドコンポーネントに対するコミッショニングアクションを構成し、行う能力を提供する、プロセスまたは工業プラントのバックエンドシステム内のコンポーネントの図である。

【図 7 B】フィールド設備がプラント内の I / O ネットワークを介して接続される前に、及び／または割り当てられる前に、モジュール、アプリケーション、及びインターフェー

10

20

30

40

50

スプログラムなどのバックエンドコンポーネントに対するコミッショニングアクションを構成し、行う能力を提供する、プロセスまたは工業プラントのバックエンドシステム内のコンポーネントの図である。

【図 7 C】プラント内の I / O ネットワークを介してフィールド設備が接続及び / または割り当てられる前に、バックエンドシステムコンポーネントを構成し、コミッショニングするときに、フィールド設備へのプロキシとしてデバイスプレースホルダーオブジェクトと通信するためのシステム及び方法の図である。

【図 8】確立された I / O ネットワークを介して、プラントのバックエンドシステム内のオブジェクトをプラント内のフィールド設備と結合させるために、プロセッサまたは工業プラントにおいて使用される結合アプリケーション及びシステムの図である。

【図 9 A】本明細書で説明される自動ループ試験技術によって 1 つ以上のプロセス制御ループが試験され得る、例示的なプロセス制御ループを表すブロック図である。

【図 9 B】プロセス制御ループを自動的に試験するための例示的な方法の流れ図である。

【図 9 C】多数のプロセス制御ループを自動的に試験するための例示的な方法の流れ図である。

【図 10】従来のコミッショニング技術を、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの少なくともいくつかと比較するチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

上で論じたように、オンラインであるときに、リアルタイムで 1 つ以上の工業プロセスを制御するように動作するプロセスプラント、プロセス制御システム、またはプロセス制御環境は、本明細書で説明される新規なスマートコミッショニング技術、システム、装置、コンポーネント、デバイス、及び / または方法のうちの 1 つ以上を利用してコミッショニングすることができる。プロセスプラントは、オンラインでコミッショニングされ、動作するとき、プロセス制御システムと協調して物理的機能を行って、プロセスプラント内で実行する 1 つ以上のプロセスを制御する、1 つ以上の有線もしくは無線プロセス制御デバイス、コンポーネント、または要素を含む。プロセスプラント及び / またはプロセス制御システムは、例えば、1 つ以上の有線通信ネットワーク及び 1 つ以上の無線通信ネットワークを含み得る。加えて、プロセスプラントまたは制御システムは、連続データベース、バッチデータベース、資産管理データベース、ヒストリアンデータベース、及び他のタイプのデータベース等の、集中データベースを含み得る。

【0021】

例示のために、図 1 は、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの任意の 1 つ以上を使用することによって少なくともその一部分がコミッショニングされた、例示的なプロセスプラント、プロセス制御システム、またはプロセス制御環境 5 のブロック図である。プロセスプラント 5 は、フィールドデバイスによって作成されたプロセス測定値を示す信号を受信し、この情報を処理して制御ルーチンを実装し、そして、有線または無線プロセス制御通信リンクまたはネットワークを通じて他のフィールドデバイスに送信されてプラント 5 内のプロセスの動作を制御する制御信号を生成する、1 つ以上のプロセスコントローラを含む。典型的に、少なくとも 1 つのフィールドデバイスは、物理的機能（例えば、弁の開閉、温度の上昇または下降、測定値の取得、状態の感知等）を行って、プロセスの動作を制御する。いくつかのタイプのフィールドデバイスは、I / O デバイスを使用することによってコントローラと通信する。プロセスコントローラ、フィールドデバイス、及び I / O デバイスは、有線または無線とすることができ、任意の数及び組み合わせの有線及び無線プロセスコントローラ、フィールドデバイス、及び I / O デバイスを、プロセスプラント環境またはシステム 5 に含むことができる。

【0022】

例えば、図 1 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 に通信的に接続され、また、無線ゲートウェイ 35 及びプロセス制御データハイウェイまたはバックボーン 10 を介して、無線フィールドデバイス 40 ~ 46

10

20

30

40

50

に通信的に接続される、プロセスコントローラ 11 を図示する。プロセス制御データハイウェイ 10 は、1 つ以上の有線及び/または無線通信リンクを含むことができ、また、例えばイーサネットプロトコル等の、任意の所望のまたは適切なまたは通信プロトコルを使用して実装することができる。いくつかの構成において（図示せず）、コントローラ 11 は、1 つ以上の通信プロトコル、例えば、Wi-Fi または他の IEEE 802.11 に準拠する無線ローカルエリアネットワークプロトコル、モバイル通信プロトコル（例えば、WiMAX、LTE、もしくは他の ITU-R 対応プロトコル）、Bluetooth（登録商標）、HART（登録商標）、Wireless HART（登録商標）、Profibus、FOUNDATION（登録商標）フィールドバス等をサポートする、任意の数の他の有線または無線通信リンクの使用等によって、バックボーン 10 以外の 1 つ以上の通信ネットワークを使用して無線ゲートウェイ 35 に通信的に接続される。

10

【0023】

コントローラ 11 は、一例として、Emerson Process Management によって販売されている、Delta V（商標）コントローラとすることができ、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施するように動作させることができる。一実施形態において、プロセス制御データハイウェイ 10 に通信的に接続されることに加えて、コントローラ 11 はまた、例えば標準的な 4 ~ 20 mA デバイス、I/O カード 26、28、及び/または FOUNDATION（登録商標）フィールドバスプロトコル、HART（登録商標）プロトコル、Wireless HART（登録商標）プロトコル等の任意のスマート通信プロトコルと関連付けられる、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 のうちの少なくともいくつかにも通信的に接続される。図 1 において、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。当然ながら、有線フィールドデバイス 15 ~ 22 及び無線フィールドデバイス 40 ~ 46 は、将来開発される任意の規格またはプロトコルを含む、任意の有線または無線プロトコル等の、任意の他の所望の規格（複数可）またはプロトコルに準拠させることができる。

20

【0024】

図 1 のプロセスコントローラ 11 は、1 つ以上のプロセス制御ルーチン 38（例えば、メモリ 32 内に記憶される）を実装または監督するプロセッサ 30 を含む。プロセッサ 30 は、フィールドデバイス 15 ~ 22 及び 40 ~ 46 と、ならびにコントローラ 11 に通信的に接続される他のノードと通信するように構成される。本明細書で説明される任意の制御ルーチンまたはモジュールは、所望に応じて、その一部が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れ得ることに留意されたい。同様に、プロセス制御システム 5 内に実装される、本明細書で説明される制御ルーチンまたはモジュール 38 は、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア等を含む、任意の形態をとり得る。制御ルーチンは、オブジェクト指向プログラミング、ラダー論理、シーケンシャルファンクションチャート、ファンクションブロックダイアグラムを使用すること、または任意の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すること等によって、任意の所望のソフトウェアの形式で実装することができる。制御ルーチン 38 は、ランダムアクセスメモリ（RAM）またはリードオンリーメモリ（ROM）等の、任意の所望のタイプのメモリ 32 に記憶することができる。同様に、制御ルーチン 38 は、例えば 1 つ以上の EPROM、EEPROM、特定用途向け集積回路（ASIC）、または任意の他のハードウェアもしくはファームウェア要素にハードコードすることができる。したがって、コントローラ 11 は、任意の所望の状態で制御ストラテジまたは制御ルーチンを実装するように構成することができる。

30

40

【0025】

コントローラ 11 は、一般に機能ブロックと称されるものを使用して制御ストラテジを実装し、各機能ブロックは、全体的な制御ルーチンのオブジェクトまたは他の部分（例え

50

ば、サブルーチン）であり、また、（リンクと呼ばれる通信を介して）他の機能ブロックと共に動作して、プロセス制御システム5内でプロセス制御ループを実施する。制御ベースの機能ブロックは、典型的に、伝送器、センサ、もしくは他のプロセスパラメータ測定デバイスと関連付けられるもの等の入力機能、PID、ファジー論理等の制御を行う制御ルーチンと関連付けられるもの等の制御機能、または弁等のいくつかのデバイスの動作を制御して、プロセス制御システム5内のいくつかの物理的機能を行う出力機能、のうちの1つを行う。当然ながら、ハイブリッド及び他のタイプの機能ブロックが存在する。機能ブロックは、コントローラ11に記憶され、それによって実行することができ、これは典型的に、これらの機能ブロックが、標準的な4～20mAデバイス、及びHART（登録商標）デバイス等のあるタイプのスマートフィールドデバイスに使用されるときに、または該デバイスと関連付けられるときに当てはまり、または機能ブロックは、フィールドデバイス自体に記憶され、それによって実装することができ、これは、FOUNDATION（登録商標）フィールドバスデバイスの場合に当てはまり得る。コントローラ11は、1つ以上の制御ループを実装することができ、機能ブロックのうちの1つ以上を実行することによって行われる、1つ以上の制御ルーチン38を含むことができる。

【0026】

有線フィールドデバイス15～22は、センサ、弁、伝送器、ポジショナ等の任意のタイプのデバイスとすることができ、一方で、I/Oカード26及び28は、任意の所望の通信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デバイスとすることができる。図1において、フィールドデバイス15～18は、アナログ回線または複合アナログ/デジタル回線を通じてI/Oカード26に通信する、標準的な4～20mAデバイスまたはHART（登録商標）デバイスであり、一方で、フィールドデバイス19～22は、FOUNDATION（登録商標）フィールドバス通信プロトコルを使用して、デジタルバスを通じてI/Oカード28に通信する、FOUNDATION（登録商標）フィールドバスフィールドデバイス等のスマートデバイスである。しかし、いくつかの実施形態において、有線フィールドデバイス15、16、及び18～21のうちの少なくともいくつか、ならびに/またはI/Oカード26、28のうちの少なくともいくつかは、追加的または代替的に、プロセス制御データハイウェイ10を使用して、及び/または他の好適な制御システムプロトコル（例えば、Profibus、DeviceNet、Foundationフィールドバス、ControlNet、Modbus、HART等）を使用することによって、コントローラ11と通信する。

【0027】

図1において、無線フィールドデバイス40～46は、WirelessHART（登録商標）プロトコル等の無線プロトコルを使用して、無線プロセス制御通信ネットワーク70を介して通信する。そのような無線フィールドデバイス40～46は、1つ以上の他のデバイスと、または（例えば、この無線プロトコルまたは別の無線プロトコルを使用して）同じく無線で通信するように構成される、無線ネットワーク70のノードと直接通信することができる。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、プロセス制御データハイウェイ10または別のプロセス制御通信ネットワークに接続される無線ゲートウェイ35を利用することができる。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する。具体的には、無線ゲートウェイ35は、無線デバイス40～58と、有線デバイス11～28と、及び/またはプロセス制御プラント5の他のノードもしくはデバイスとの間の通信可能な結合を提供する。例えば、無線ゲートウェイ35は、プロセス制御データハイウェイ10を使用することによって、及び/またはプロセスプラント5の1つ以上の他の通信ネットワークを使用することによって、通信可能な結合を提供することができる。

【0028】

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5内で物理的制御機能を、例えば弁の開閉また

10

20

30

40

50

はプロセスパラメータの測定値の取得を行う。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使用して通信するように構成される。したがって、無線ネットワーク 70 の無線フィールドデバイス 40 ~ 46、無線ゲートウェイ 35、及び他の無線ノード 52 ~ 58 は、無線通信パケットの生産者かつ消費者である。

【0029】

プロセスプラント 5 のいくつかの構成において、無線ネットワーク 70 は、非無線デバイスを含む。例えば、図 1 において、図 1 のフィールドデバイス 48 は、レガシーである 4 ~ 20 mA デバイスであり、フィールドデバイス 50 は、有線 HART (登録商標) デバイスである。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 52 a、52 b を介して、無線通信ネットワーク 70 に接続される。無線アダプタ 52 a、52 b は、Wireless HART 等の無線プロトコルをサポートし、また、Foundation (登録商標) フィールドバス、PROFIBUS、DeviceNet 等の他の通信プロトコルもサポートすることができる。加えて、いくつかの構成において、無線ネットワーク 70 は、1 つ以上のネットワークアクセスポイント 55 a、55 b を含み、これらは、無線ゲートウェイ 35 と有線通信する別個の物理的デバイスとすることができ、または一体型デバイスとして無線ゲートウェイ 35 を備えることができる。無線ネットワーク 70 はまた、無線通信ネットワーク 70 内の一方の無線デバイスからもう一方の無線デバイスにパケットを転送するために、1 つ以上のルータ 58 も含むことができる。図 1 において、無線デバイス 40 ~ 46 及び 52 ~ 58 は、無線通信ネットワーク 70 の無線リンク 60 を通じて、及び / またはプロセス制御データハイウェイ 10 を介して、互いに及び無線ゲートウェイ 35 と通信する。

【0030】

図 1 において、プロセス制御システム 5 は、データハイウェイ 10 に通信的に接続される、1 つ以上のオペレータワークステーション 71 を含む。オペレータワークステーション 71 を介して、オペレータは、プロセスプラント 5 のランタイム動作を確認し、監視することができ、ならびに任意の診断アクション、補正アクション、保守アクション、及び / または必要とされ得る他のアクションを行うことができる。オペレータワークステーション 71 の少なくともいくつかは、プラント 5 内の、またはその近くの様々な保護された領域に位置付けることができ、いくつかの状況では、オペレータワークステーション 71 の少なくともいくつかは、遠隔に位置付けることができるが、それでも、プラント 5 と通信可能な接続状態である。オペレータワークステーション 71 は、有線または無線のコンピューティングデバイスとすることができる。

【0031】

例示的なプロセス制御システム 5 は、構成アプリケーション 72 a 及び構成データベース 72 b を含むようにさらに図示され、その各々はまた、データハイウェイ 10 に通信的に接続される。上で論じたように、構成アプリケーション 72 a の様々な事例は、1 つ以上のコンピューティングデバイス (図示せず) 上で実行して、ユーザが、データハイウェイ 10 を介して、プロセス制御モジュールを作成または変更し、これらのモジュールをコントローラ 11 にダウンロードすることを可能にし、ならびに、ユーザが、オペレータがプロセス制御ルーチン内のデータを確認し、データ設定を変更することができるオペレータインターフェースを作成または変更することを可能にする。構成データベース 72 b は、作成した (例えば、構成した) モジュール及び / またはオペレータインターフェースを記憶する。一般に、構成アプリケーション 72 a 及び構成データベース 72 b は、集中化され、プロセス制御システム 5 に対する一体的な論理的な外観を有するが、構成アプリケーション 72 a の複数の事例は、プロセス制御システム 5 内で同時に実行することができ、構成データベース 72 b は、複数の物理的データ記憶デバイスにわたって実装することができる。故に、構成アプリケーション 72 a、構成データベース 72 b、及びそれらへのユーザインターフェース (図示せず) は、制御及び / または表示モジュールのための構成または開発システム 72 を備える。典型的に、必ずしもそうではないが、構成システム 7

2のユーザインターフェースは、プラント5がリアルタイムで動作しているかどうかにかかわらず、構成システム72のユーザインターフェースが構成及び開発エンジニアによって利用されるので、オペレータワークステーション71と異なるのに対して、オペレータワークステーション71は、プロセスプラント5のリアルタイムの動作中（本明細書では、互換的にプロセスプラント5の「ランタイム」動作とも称される）に、オペレータによって利用される。

【0032】

例示的なプロセス制御システム5は、データヒストリアンアプリケーション73a及びデータヒストリアンデータベース73bを含み、その各々はまた、データハイウェイ10に通信的に接続される。データヒストリアンアプリケーション73aは、データハイウェイ10にわたって提供されるデータの一部または全部を収集するように、及び長期記憶のために、データをヒストリアンデータベース73bにおいて履歴化または記憶するように動作する。構成アプリケーション72a及び構成データベース72bと同様に、データヒストリアンアプリケーション73a及びヒストリアンデータベース73bは、集中化され、プロセス制御システム5に対して一体的な論理的外観を有するが、データヒストリアンアプリケーション73aの複数の事例は、プロセス制御システム5内で同時に実行することができ、データヒストリアン73bは、複数の物理的データ記憶デバイスにわたって実装することができる。

【0033】

いくつかの構成において、プロセス制御システム5は、Wi-Fiまたは他のIEEE 802.11に準拠する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)、LTE (Long Term Evolution) もしくは他のITU-R (International Telecommunication Union Radio communication Sector) 互換のプロトコル等のモバイル通信プロトコル、近距離無線通信 (NFC) 及びBluetooth等の短波長無線通信、または他の無線通信プロトコルといった、他の無線プロトコルを使用して他のデバイスと通信する、1つ以上の他の無線アクセスポイント74を含む。典型的に、そのような無線アクセスポイント74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（例えば、ユーザインターフェースデバイス75）が、無線ネットワーク70と異なり、かつ無線ネットワーク70と異なる無線プロトコルをサポートする、それぞれの無線プロセス制御通信ネットワークを通じた通信を可能にする。例えば、無線またはポータブルユーザインターフェースデバイス75は、プロセスプラント5内のオペレータによって利用される、モバイルワークステーションまたは診断試験設備（例えば、オペレータワークステーション71の一事例）とすることができる。いくつかのシナリオにおいて、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）もまた、アクセスポイント74によってサポートされる無線プロトコルを使用して通信する。

【0034】

いくつかの構成においては、プロセス制御システム5は、直近のプロセス制御システム5の外部にあるシステムへの1つ以上のゲートウェイ76、78を含む。典型的に、このようなシステムは、プロセス制御システム5によって生成または運用される情報の需要者または供給者である。例えば、プロセス制御プラント5は、直近のプロセスプラント5と別のプロセスプラントとを通信的に接続するために、ゲートウェイノード76を含むことができる。加えて、または代替的に、プロセス制御プラント5は、直近のプロセスプラント5を、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）、オペレータラウンドデータベース、マテリアルハンドリングシステム、保守管理システム、製品在庫制御システム、生産スケジューリングシステム、気象データシステム、出荷及び取扱システム、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等の、外部のパブリックシステムまたはプライベートシステムと通信的に接続するために、ゲートウェイノード 78 を含むことができる。

【 0 0 3 5 】

図 1 は、プロセスプラント 5 内に含まれる、有限数のフィールドデバイス 15 ~ 22 及び 40 ~ 46、無線ゲートウェイ 35、無線アダプタ 52、アクセスポイント 55、ルータ 58、ならびに無線プロセス制御通信ネットワーク 70 を伴う、単一のコントローラ 11 を図示するだけであるが、これは、例示的かつ非限定的な実施形態に過ぎないことに留意されたい。任意の数のコントローラ 11 を、プロセス制御プラントまたはシステム 5 に含むことができ、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デバイス及びネットワーク 15 ~ 22、40 ~ 46、35、52、55、58、及び 70 と通信して、プラント 5 内のプロセスを制御することができる。

10

【 0 0 3 6 】

さらに、図 1 のプロセスプラントまたは制御システム 5 は、データハイウェイ 10 によって通信的に接続される、フィールド環境 122 (例えば、「プロセスプラントフロア 122」) 及びバックエンド環境 125 を含むことに留意されたい。図 1 に示されるように、フィールド環境 122 は、その中に配置され、設置され、相互接続されて、ランタイム中にプロセスを制御する、物理的コンポーネント (例えば、プロセス制御デバイス、ネットワーク、ネットワーク要素等) を含む。例えば、コントローラ 11、I/O カード 26、28、フィールドデバイス 15 ~ 22、ならびに他のデバイス及びネットワークコンポーネント 40 ~ 46、35、52、55、58、及び 70 は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 122 内に位置付けられ、配置され、または別様には含まれる。全般的に言えば、プロセスプラント 5 のフィールド環境 122 において、原材料は、該フィールド環境内に配置される物理的コンポーネントを使用して受容され、処理されて、1 つ以上の製品を生成する。

20

【 0 0 3 7 】

プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 は、フィールド環境 122 の苛酷な状態及び材料から遮蔽及び / または保護される、コンピューティングデバイス、オペレータワークステーション、データベース、またはデータバンク等の様々なコンポーネントを含む。図 1 を参照すると、バックエンド環境 125 は、例えば、オペレータワークステーション 71、制御モジュール及び他の実行可能モジュールのための構成または開発システム 72、データヒストリアンシステム 73、ならびに / またはプロセスプラント 5 のランタイム動作をサポートする他の集中管理システム、コンピューティングデバイス、及び / もしくは機能を含む。いくつかの構成において、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 内に含まれる様々なコンピューティングデバイス、データベース、ならびに他のコンポーネント及び装置は、異なる物理的な場所に物理的に位置付けることができ、このうちのいくつかをプロセスプラント 5 に対してローカルとすることができ、また、このうちのいくつかを遠隔とすることができる。

30

【 0 0 3 8 】

図 2 A は、スマートまたはインテリジェントフィールドデバイス 102 a が含まれ、また、本明細書で説明されるスマートコミショニング技術のうちの任意の 1 つ以上を使用してコミショニングされ得る、例示的な制御ループ 100 a の例示的なアーキテクチャを表すブロック図を含む。一般に、本明細書で使用するときに、「スマート」または「インテリジェント」フィールドデバイスは、1 つ以上のプロセッサ及び 1 つ以上のメモリを一体的に含む、フィールドデバイスである。一方で、本明細書で使用するときに、「ダム (dumb)」または「レガシー」フィールドデバイスは、オンボードプロセッサ (複数可) 及び / またはオンボードメモリを含まない。

40

【 0 0 3 9 】

ループ 100 a は、プロセスプラントのランタイム動作中にその中のプロセスを制御する際に利用されるように、プロセスプラントの中に一体化する、または組み込むことができる。例えば、ループ 100 a は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 122 内に設置

50

または配置することができる。

【0040】

図2Aに示される例示的なプロセス制御ループ100a内で、スマートまたはインテリジェントフィールドデバイス102aは、電子マーシャリングデバイスまたはコンポーネント110a（例えば、Emerson Process Managementによって提供される特徴付けモジュール（CHARACTERIZATION ModuleまたはCHARM））に（例えば、有線または無線方式で）通信的に接続される。電子マーシャリングコンポーネント110aは、I/O端子ブロック105aに通信的に接続され（112a）、これが次に、I/Oカード108aに通信的に接続される。I/Oカード108aは、コントローラ120aに通信的に接続され（118a）、これが次に、プロセスプラント5のバックエンド環境125に通信的に接続される（121a）。プロセスプラント5のオンライン動作中に、プロセスコントローラ120aは、スマートフィールドデバイス102aによって生成される信号のデジタル値を受信し、受信した値で動作して、プラント5内のプロセスを制御し、及び/または信号を送信して、フィールドデバイス102aの動作を変更させる。加えて、コントローラ120aは、通信可能な接続121aを介して、バックエンド環境125に情報を送信し、そこから情報を受信することができる。

10

【0041】

図2Aにおいて、電子マーシャリングコンポーネント110a、I/O端子ブロック105a、及びI/Oカード108aは、（I/Oキャビネット等の）キャビネットまたはハウジング115a内に一緒に位置付けられるように表され、該キャビネットは、バス、バックプレーン、または他の適切な相互接続機構を介して、キャビネット115a内に収容した電子マーシャリングコンポーネント110a、I/O端子ブロック105a、及びI/Oカード108a、ならびに/または他のコンポーネントを電氣的に相互接続する。当然ながら、図2Aに表されるような、キャビネット115a内のCHARM110a、I/O端子ブロック105a、及びI/Oカード108aの筐体は、数多くの可能なハウジング構成のうちの1つに過ぎない。

20

【0042】

特に電子マーシャリングコンポーネント110aに関して、図2Bは、図2Aに示される電子マーシャリングコンポーネント110aをサポートする例示的な電子マーシャリングブロックまたは装置140の側面図を図示し、したがって、同時に図2Aを参照して下で論じられる。図2Bにおいて、電子マーシャリングブロックまたは装置140は、（例えば、図2Aに示される、有線または無線接続118aを介して）プロセスコントローラ120aを接続することができる1つ以上のCHARM I/Oカード（CIOC）145をサポートする、CHARMキャリア142を含む。加えて、電子マーシャリングブロックまたは装置140は、CHARMキャリア142に（したがって、CHARM I/Oカード145に）通信的に接続し、複数の個別に構成可能なチャネルをサポートする、1つ以上のCHARMベースプレート148を含む。各チャネルは、専用のCHARM端子ブロック150に対応し、該CHARM端子ブロックでは、CHARM110aを確実に受容し、電氣的に接続することができ、それによって、コントローラ120aによってフィールドデバイス102a及びI/Oカード108aを電子的にマーシャリングする。例えば、I/O端子ブロック105aは、CHARM端子ブロック150であり、該CHARM端子ブロックでは、CHARM110aが受容され、I/Oカード108aは、CHARM端子ブロック150に対応し、コントローラ120aが接続される（118a）、CIOC145である。図2Bはまた、それぞれのCHARM端子ブロック150によって受容されており、また、プロセスプラント5のフィールド環境122内の他のそれぞれのデバイス（図示せず）に接続され得る、他のCHARM152も示す。

30

40

【0043】

以下、図2Aを参照すると、図2Aは、例示的なプロセス制御ループ100bの例示的なアーキテクチャを表すブロック図をさらに含み、該アーキテクチャには、スマート/イ

50

ンテリジェントフィールドデバイス 102b が含まれるが、ループ 100a とは異なり、ループ 100b は、いかなる電子マーシャリングコンポーネントも排除し、代わりに、直接マーシャリングなどのレガシーマーシャリング技術を利用する。具体的には、スマートフィールドデバイス 102b は、（例えば、有線または無線状態で）I/O 端子ブロック 105b に通信的に接続され、次に、プロセスコントローラ 120b への特定の直接マーシャリングされた接続 118b を有する I/O カード 108b に接続される。I/O 端子ブロック 105b、I/O カード 108b、及び/または他のコンポーネントは、例えば I/O マーシャリングキャビネット 115b に収容または含まれ、接続 118b は、バス、バックプレーン、または他の適切な相互接続機構（図 2A に図示せず）を通して実現される。この状態で、ループ 100b は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 122 内に設置または配置し、例えばコントローラ 120b を介して、バックエンド環境 125 に通信的に接続 121b することができる。プロセスプラント 5 のオンライン動作中に、I/O カード 108b がプロセスコントローラ 120b と通信的に接続 118b されているときに、プロセスコントローラ 120b は、スマートフィールドデバイス 102b によって生成された信号のデジタル値を受信し、受信した値で動作して、プラント 5 内のプロセスを制御し、及び/または信号を送信して、フィールドデバイス 102b の動作を変更させる。加えて、コントローラ 120b は、通信的な接続 121b を介して、バックエンド環境 125 に情報を送信し、そこから情報を受信することができる。

10

【0044】

図 2C は、レガシーフィールドデバイス 102c が含まれるプロセス制御ループ 100c の例示的なアーキテクチャを表すブロック図である。例示的なプロセス制御ループ 100a 及び 100b のように、プロセス制御ループ 100c は、本明細書で説明されるスマートコミッシング技術のうちの任意の 1 つ以上を使用してコミッシングすることができる。加えて、上で論じたように、レガシーフィールドデバイス 102c は、該当する場合があったとしても、最小のローカルメモリ及び/または処理能力を含む。ループ 100c は、プロセスプラント 5 のランタイム動作中にその中のプロセスを制御する際に利用されるように、図 1 のプロセスプラント 5 などのプロセスプラントの中に一体化する、または組み込むことができる。例えば、ループ 100c は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 122 内に設置または配置することができる。

20

【0045】

図 2C において、レガシーデバイス 102c は、（例えば、有線または無線状態で）電子マーシャリングデバイスまたはコンポーネント 110c（例えば、CHARM）に通信的に接続される。電子マーシャリングコンポーネント 110c は、I/O 端子ブロック 105c に通信的に接続され（112c）、これが次に、I/O カード 108c に通信的に接続される。I/O カード 108c は、コントローラ 120c に通信的に接続され 118c、次に、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 に通信的に接続される（121c）。このように、I/O 端子ブロック 105c は、CHARM 端子ブロック（図 2B に表される CHARM 端子ブロック 150 のうちの 1 つ）とすることができ、I/O カード 108c は、CIOC（例えば、図 2B に表される CIOC 145 のうちの 1 つ）とすることができる。

30

40

【0046】

図 2C において、電子マーシャリングコンポーネント 110c、I/O 端子ブロック 105c、及び I/O カード 108c は、キャビネットまたは筐体 115c（I/O キャビネットなど）内に位置付けられるように表され、該キャビネットまたは筐体は、バス、バックプレーン、または他の適切な相互接続機構を介して、電子マーシャリングコンポーネント 110c、I/O 端子ブロック 105c、及び I/O カード 108c、ならびに/またはキャビネット 115c 内に収容した他のコンポーネントを電氣的に相互接続する。このように、プロセスプラント 5 のオンライン動作中に、コントローラ 120c は、レガシーフィールドデバイス 102c によって生成された信号の値を受信し、受信した値で動作して、プラント 5 内のプロセスを制御し、及び/または信号を送信して、フィールドデバ

50

イス 102c の動作を変更させる。加えて、コントローラ 120c は、例えばデータハイウェイ 10 を介して、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 と通信的に接続される (121c)。

【0047】

図 2C はまた、例示的なプロセス制御ループ 100d の例示的なアーキテクチャを表すブロック図も含み、該アーキテクチャには、レガシーデバイス 102d が含まれるが、ループ 100c とは異なり、ループ 100d は、いかなる電子マーシャリングコンポーネントも排除し、代わりに、直接マーシャリングなどのレガシーマーシャリング技術を利用する。図 2C において、レガシーフィールドデバイス 102d は、(例えば、有線または無線様態で) I/O 端子ブロック 105d に通信的に接続され、次に、プロセスコントローラ 120d への特定の直接マーシャリングされた接続 118d を有する I/O カード 108d に接続され、コントローラ 120d は、例えばデータハイウェイ 10 を介して、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 に通信的に接続される (121d)。I/O 端子ブロック 105d、I/O カード 108d、及び/または他のコンポーネントは、図 2C に示される例示的な配設で表されるように、I/O キャビネット 115d に収容または含まれる。プロセスプラント 5 のオンライン動作中に、I/O カード 108c がプロセスコントローラ 120c と通信的に接続されているときに (118c)、プロセスコントローラ 120c は、レガシーフィールドデバイス 102d によって生成された信号の値を受信し、受信した値で動作して、プラント 5 内のプロセスを制御し、及び/または信号を送信して、フィールドデバイス 102d の動作を変更させる。加えて、コントローラ 120d は、例えばデータハイウェイ 10 を介して、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 と通信的に接続される (121d)。

【0048】

図 2A 及び 2C はそれぞれ、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 内に配置され、また、コミショニングする目的で使用される、集中データベースまたはデータストア 128 をさらに例示する。集中データベース 128 は、とりわけ、プロセスプラントフロアまたはフィールド環境 122 に実装されるように計画または所望される様々なデバイスまたはコンポーネント及びそれらの相互接続を特に識別及び/またはアドレス指定する、データ及び他の情報を記憶する。このコミショニングデータのうちのいくつかは、フィールド環境 122 内のデバイス及びループをコミショニングする際に使用するために、該フィールド環境内のコンポーネントに提供することができ、このデータのうちのいくつかは、例えば、プロセスプラント 5 の実動作中に、フィールド環境 122 と連動して動作する制御モジュール及び/またはオペレータインターフェースモジュールの設計、開発、及び準備のために、バックエンド環境 125 において利用することができる。一実施例では、承認された制御モジュールが、プロセスコントローラ 120 にダウンロードされ、よって、実動作中に実行されたときに、プロセスコントローラ 120 は、その常駐制御モジュールに従って動作して、そのループ 100 内の他のコンポーネントとの間で(また、いくつかの事例では、他のプロセスコントローラとの間で)信号を送信及び受信し、それによって、プロセスプラント 5 内のプロセスの少なくとも一部分を制御する。

【0049】

したがって、バックエンド環境 125 及びフィールド環境 122 において知られ、かつ利用されるデータは、同期され、かつ首尾一貫していなければならない。例えば、プロセスプラント 5 内で、フィールドデバイス 102 は、フィールド環境 122 及びバックエンド環境 125 の両方において、同じ特定のデバイスタグ(例えば、図 2A 及び 2C に例示されるタグ ST-A、ST-B、ST-C、及び ST-D)によって一意的に識別される。同様に、フィールドデバイス 102 によって生成または受信された信号は、プラント 5 のフィールド環境 122 及びバックエンド環境 125 の両方において、同じ特定のデバイス信号タグ(図示せず)によって一意的に識別される。さらに、プロセスループ 100 に含まれる様々なコンポーネントの所望または計画された関連付けは、フィールド環境 122 とバックエンド環境 125 との間で同期され、かつ整合していなければならない。例え

ば、バックエンド環境 1 2 5 において、データベース 1 2 8 は、デバイスタグ S T によって識別されたフィールドデバイス 1 0 2 が特定の I / O カード 1 0 8 及び / もしくは特定の I / O 端子ブロックまたはチャネル 1 0 5 を介して通信するように指定されたこと、特定の I / O カード 1 0 8 が特定のコントローラ 1 2 0 と通信するように指定されたこと、などを示す情報を記憶する。バックエンド環境 1 2 5 において論理的に知られているこの一組の関連付け及び相互接続は、フィールド環境 1 2 2 に物理的に実装されなければならない。したがって、プロセスプラントのコミッショニング中には、フィールド環境 1 2 2 内の様々なデバイス、コンポーネント、及び接続の物理的動作が試験されるだけでなく、名前付け、関連付け、相互接続、及び他のコミッショニングデータもまた、フィールド環境 1 2 2 とバックエンド環境 1 2 5 との間の整合性及び首尾一貫性について検証される。

10

【 0 0 5 0 】

上で論じたように、従来のコミッショニング技術は、フィールド環境 1 2 2 においてコミッショニングを任意の有意な状態で開始することができるようになる前に、フィールド環境 1 2 2 内に配置された様々なコンポーネントの名前または識別情報、ならびに該コンポーネントの他のコンポーネントとの関連付け及び相互接続を、バックエンド環境 1 2 5 において定義する必要がある。すなわち、従来のコミッショニング技術は、最初に、様々なフィールドコンポーネントの名前、関連付け、及び相互接続をバックエンド環境 1 2 5 において構成または定義し、次いで、フィールド環境 1 2 2 のコンポーネントをコミッショニングする際に使用するため、そのようなコミッショニングデータをフィールド環境 1 2 2 において利用できるようにするために、プロセス制御システム 5 内の確立された通信経路を介して、フィールド環境 1 2 2 にダウンロードまたは別様には伝送する必要がある。例えば、従来のコミッショニング技術を使用すると、フィールド環境 1 2 2 において 1 つ以上のコミッショニングアクションまたはアクティビティを行う際にコミッショニングデータを利用できるように、コミッショニングデータ（構成及び定義を含む）は、典型的に、データハイウェイ 1 0 を介して、バックエンド環境 1 2 5 から、コントローラ 1 2 0 及び I / O デバイス 1 0 8 に、またいくつかの事例では、フィールド環境 1 2 2 内のフィールドデバイス 1 0 2 に伝送される。

20

【 0 0 5 1 】

一方で、プロセス制御システム及び / またはプラントのスマートコミッショニングは、フィールド環境 1 2 2 においてコミッショニングアクティビティを開始する前に、バックエンド環境 1 2 5 において構成及び定義の大部分を完了しておく必要はない。代わりに、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術は、プロセスプラントのバックエンド環境 1 2 5 において行われている機能的 / 論理的設計及びエンジニアリングの進捗とは独立に、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 において、物理的設計、設置、エンジニアリング、及びコミッショニングを開始し、行うことを可能にする。例えば、フィールド環境 1 2 2 がプロセスプラント 5 のバックエンド環境 1 2 5 に通信的に接続される前に、例えば、フィールド環境 1 2 2 及びバックエンド環境 1 2 5 が通信的に接続されている間に、及び / またはフィールド環境 1 2 2 内に設置されたループ 1 0 0（またはその一部分）がバックエンド環境 1 2 5 から通信的に切断されている間に、様々なコミッショニングアクティビティまたはアクションを、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 において行うことができる。例えば、プロセス制御システムまたはプラント 5 が、特定の I / O カード 1 0 8 及び / または I / O チャネルへのフィールドデバイス 1 0 2 の指定に関する知識を有する前に、コミッショニングアクティビティ及びアクションの一部分の少なくともいくつかを、フィールド環境 1 2 2 において行うことができる。加えて、または代替的に、様々なコンポーネントがプロセス制御ループ 1 0 0 の他のコンポーネントから切断されている間に、及び / または様々なコンポーネントがループ 1 0 0 の他のコンポーネントにまだ割り当てられていない間に、様々なコミッショニングアクティビティまたはアクションをプロセス制御ループ 1 0 0 の様々なコンポーネントに対して形成することができる。故に、スマートコミッショニングは、コミッショニングプロセスの少なくともいくつかの部分のローカルに、自動的に、分配的に、及び / または並行して行うことを可能に

30

40

50

し、よって、プラントまたはシステム 5 に全体として組み込まれる、または統合される前に、プロセスプラント 5 のデバイス、コンポーネント、及び他の一部分を、部分的に、さらには全体的にコミッショニングすることができ、それによって、従来のコミッショニング技術と比較して、プロセスプラントをコミッショニングするために必要とされる時間、人員、及びコストが大幅に低減される。

【 0 0 5 2 】

プロセスプラントまたはプロセス制御システム 5 をスマートにコミッショニングするための様々な態様、装置、システム、コンポーネント、デバイス、方法、及び技術の説明を続ける。スマートコミッショニング技術は、図 1、図 2 A、2 B、及び 2 C を同時に参照して下で説明するが、これは、単に読み取りを容易にするためのものであり、限定を目的とするものではない。実際に、当業者は、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの少なくともいくつかを、スタンドアロンのデバイスに適用することができ、及び/またはその間にプロセスプラントの一部がコミッショニングされていないシナリオにおいて、そのような一部分に適用することができることを認識するであろう。

【 0 0 5 3 】

論理的識別子

【 0 0 5 4 】

スマートコミッショニングの鍵となる態様は、コミッショニング中に使用するための、フィールド環境内のコンポーネントの論理的識別子の独立した可用性である。そのような論理的識別子の例としては、その各々が特定の計器、コントローラ、弁、または他の物理的フィールドデバイスを表すデバイスタグ (Device Tag: DT)、及びその各々が特定のデバイスによって受信または生成され、また典型的に、フィールドデバイスによって利用される特定のパラメータに対応する特定の信号を表すデバイス信号タグ (Device Signal Tag: DST) が挙げられる。いくつかのデバイスについて、デバイス信号タグは、デバイスのデバイスタグと、そのデバイスによって受信または生成された固有の信号の識別子、例えば、制御モジュールによって参照される固有のパラメータの識別子との組み合わせを含む。いくつかのデバイス、典型的には、レガシーまたはダム (dumb) デバイスについて、デバイスタグは、物理的デバイス、及びデバイスによって生成された信号の両方を表す。全般的に言えば、デバイスの論理的識別子は、デバイスを一意的に識別するために、フィールド環境 1 2 2 及びバックエンド環境 1 2 5 の両方において、プロセスプラント 5 によって使用される。

【 0 0 5 5 】

いずれにしても、上で論じたように、従来のコミッショニングプロシージャは、最初に、例えば機能の設計及びエンジニアリング段階中に、プロセスプラントのバックエンド環境 1 2 5 においてデバイスのそのような論理的識別子及び信号を定義し、続いて、フィールド環境 1 2 2 内に配置された物理的デバイス及び設備をコミッショニングする際に使用するために、該フィールド環境に提供することが必要とされる。しかし、スマートコミッショニングによれば、そのような論理的識別子は、フィールド環境 1 2 2 及びバックエンド環境 1 2 5 において独立かつ非同期的に導出及び/または取得され、よって、論理的識別子は、例えば必要に応じて、及び必要なときに、ローカルコミッショニングアクティビティ及びアクションで使用するために、それぞれのローカル環境 1 2 2、1 2 5 において容易に利用することができる。重要なことに、論理的識別子は、コミッショニングプロセスのかなり早い時期にフィールド環境 1 2 2 において使用するために利用することができ、それによって、フィールド環境 1 2 2 におけるコミッショニングアクティビティの開始及び進捗の、バックエンド環境 1 2 5 におけるコミッショニングアクティビティの進捗への依存を少なくする。

【 0 0 5 6 】

一般に、特定のデバイス 1 0 2 を表す論理的識別子は、フィールド環境 1 2 2 がローカルに利用することができるデバイス 1 0 2 の物理的または他のソース識別子から論理的識別子をそれぞれ導出することによって、フィールド環境 1 2 2 において独立に、かつロー

10

20

30

40

50

カルに導出される。同様であるが別途に、バックエンド環境 1 2 5 において、特定のデバイス 1 0 2 を表す論理的識別子は、バックエンド環境 1 2 5 がローカルに利用することができるデバイス 1 0 2 のソース識別子から独立に、かつローカルに導出される。一実施例において、デバイス 1 0 2 の論理的識別子は、物理デバイス 1 0 2 の一意の識別子であるソース識別子から導出される。全般的に言えば、ローカルに利用することができるデバイス 1 0 2 の物理的または他の識別子は、本明細書において「ソース識別子」または「ソースタグ」と称され、システム識別子またはタグから導出されるデバイス 1 0 2 の論理的識別子は、本明細書において「システム識別子」または「システムタグ」と称される。

【 0 0 5 7 】

典型的に、必ずしもそうではないが、システム識別子またはタグが導出されるデバイス 1 0 2 のソース識別子またはタグは、論理的識別子の総文字数とは異なる総文字数を有し、また、任意の所望のフォーマットとすることができる。識別子タグの文字は、ソースであるかシステムであるかにかかわらず、一般に、ダッシュまたは他の非英数字を散在させることができる英数字を含む。一実施形態において、システム識別子またはタグの所望のフォーマットは、ユーザによって指示または選択される。

【 0 0 5 8 】

いくつかの事例において、デバイス 1 0 2 のソースタグに含まれる文字の総数は、デバイス 1 0 2 のシステムタグに含まれる総文字数よりも多い。例えば、デバイス 1 0 2 のソースタグが、デバイス 1 0 2 を識別する 3 2 文字の H A R T ロングタグなどの物理的識別子であるときに、デバイス 1 0 2 の導出されたシステムタグは、デバイス 1 0 2 を一意的に識別するために、8 文字の H A R T ショートタグ（例えば、初期の H A R T プロトコル仕様及びリビジョン 6 より前のリビジョンによって定義される、8 文字のショートタグ）などの短縮タグ、またはプロセス制御システム 5 及びその制御論理によって利用される 1 6 文字のホストタグとすることができる。

【 0 0 5 9 】

いくつかの事例において、デバイス 1 0 2 のソースタグに含まれる総文字数は、デバイス 1 0 2 のシステムタグに含まれる総文字数よりも少ない。例えば、デバイス 1 0 2 のソースタグが、初期の H A R T プロトコル仕様及びリビジョン 6 より前のリビジョンによって定義される、8 文字の H A R T ショートタグであるときに、デバイス 1 0 2 の導出されたシステムタグは、プロセス制御システム 5 によって利用される 1 6 文字のホストタグとすることができ、または導出されたシステムタグは、先頭に付加されるか、追加されるか、または別様に追加的な文字を含むように修正された、8 文字の H A R T ショートタグとすることができる。

【 0 0 6 0 】

本明細書で説明される、例示的であるが非限定的な実施例において、デバイス 1 0 2 のソースタグは、「ロングタグ (L T) 」と称され、デバイスのシステムタグは、デバイス 1 0 2 の「短縮タグ (S T) 」と称される。図面の参照を容易にするために、特定のデバイスのロングタグは、「 L T - x 」によって参照され、特定のデバイスの短縮タグは、「 S T - x 」によって参照され、ここで、x は、特定の例示されたフィールドデバイス 1 0 2 a、1 0 2 b、1 0 2 c、または 1 0 2 d を示す。加えて、読み取りを容易にするために、ロングタグは、一般に、「 L T 」と称され、短縮タグは、一般に、「 S T 」と称される。

【 0 0 6 1 】

デバイス 1 0 2 のロングタグ (L T) は、例えば、モデル及びシリアル番号、バーコード、H A R T、W i r e l e s s H A R T、または H A R T - I P プロトコルに従う識別子（例えば、3 2 文字の H A R T ロングタグ）、別の工業プロトコルに従う識別子、またはローカルに利用することができる他の適切な識別子とすることができる。フィールドデバイス 1 0 2 の長いタグ L T の特定の文字は、例えば、プロセスフロー図 (P F D) ならびに / または配管及び計装図 (P & I D) を生成している間に、または別様にはプロセスプラントを計画している間に、その製造業者によって指定することができ、またはプロセ

スプラント5の提供者によって推測的に指定することができる。ロングタグは、例えば、Emerson Process Managementによって提供される資産管理ソフトウェア(Asset Management Software:AMS)スイートなどの資産管理システム、または他のインベントリ及び設置システム132によって、ローカル環境122、125にそれぞれ提供される。いくつかのインテリジェントまたはスマートフィールドデバイス(例えば、フィールドデバイス102a、102b)について、それぞれのロングタグLTは、フィールドデバイス102をコミショニングする前に、物理的なフィールドデバイス102のメモリに予めプロビジョニングされるか、または予め記憶される。例えば、図2Aは、デバイス102bのロングタグLT-Bが、例えば、工場において、フィールドサイトに到着した時点で、設置を行っている間などに、物理

10

【0062】

フィールドデバイス102を示すシステムタグ(この例示的な実施例では、短縮タグSTによって表される)を生成または判定することは、タグ構文解析デバイス、コンポーネント、または装置200によって行うことができ、その例示的なブロック図は、図3Aに例示される。タグ構文解析装置200は、入力202を含み、該入力を介して、デバイス102のソースタグ(この例示的な実施例では、ロングタグLTによって表される)が受信または取得される。入力202は、リンク205を介して、ロングタグLTの送信側に通信的に接続される。リンク205は、任意の所望の実現形態、例えば、有線リンク、(例えば、長距離、短距離、ニアフィールドとすることができる)無線リンク、ネットワークリンク、ファンクションコールもしくは他のタイプのソフトウェア実装リンク、またはいくつかの他の適切なリンクとすることができ、該リンクを介して、デバイス102のロングタグLTが受信される。一実施例において、ロングタグLTは、通信リンクを介して、別のデバイスから、またはデータストアから取得される。別の実施例において、タグ構文解析装置200は、ローカルデータベースにアクセスすることによってロングタグLTを取得する。

20

【0063】

いくつかの実現形態(図示せず)において、ロングタグLTは、光インターフェースを介して、タグ構文解析装置200の入力202において取得される。例示的な構成において、タグ構文解析装置200は、ロングタグLTのラベル、バーコード、画像、QRコード(クイックレスポンスコード)、または他の二次元表現から、ロングタグLTをスキャンする、読み取る、または別様に光学的に取得する光インターフェースを含む。タグ構文解析装置200は、取得した画像からロングタグLTの特定の文字を自動的に判定または取得するために、画像及び/または光プロセッサをさらに含む。

30

【0064】

図3Aに示されるように、タグ構文解析装置200は、入力202を介して受信したロングタグLTに対して動作する、タグ構文解析部208を含む。タグ構文解析部208は、(i)1つ以上の有形の不揮発性メモリに記憶され、1つ以上のプロセッサによって実行することができる一組のコンピュータ実行可能命令、(ii)実行可能ファームウェア命令、及び/または(iii)実行可能ハードウェア命令を備えることができる。タグ構文解析装置200はまた、一組の構文解析規則210も含み、該構文解析規則は、タグ構文解析部208がアクセスすることができ、また、フィールドデバイス102のロングタグLTの一組の文字に基づいて、フィールドデバイス102の短縮タグSTの一組の文字をどのように抽出する、選択する、導出する、または別様に判定するのかを定義または示す。例えば、ロングタグLTが、表記法またはフォーマットAABB-CCCCxxxyyyD-zzEに従う場合、一組の構文解析規則210は、対応する短縮タグSTが表記法またはフォーマットCCCCxxxyyyD-zzEに従うことを示すことができる。一組の構文解析規則210は、タグのトランケーション、様々な連続もしくは不連続文字の削除、数値演算による数字の組み合わせもしくは操作などに対応する規則などの、タグ

40

50

の長さを短縮する任意のタイプの規則を含むことができる。

【 0 0 6 5 】

この例示的な実施例では、ソースタグが、ロングタグ (L T) として実装され、導出されたシステムタグが、短縮タグ (S T) として実装されているが、これは、数多くの可能な実施形態のうちの 1 つに過ぎないことに留意されたい。他の例示的なシナリオにおいて、導出したシステムタグの長さが、ソースタグの長さよりも長かったときなどに、構文解析規則 2 1 0 は、それでも、ソースタグの一組の文字に基づいて、システムタグの一組の文字をどのように判定または導出するのかを定義または示す。例えば、構文解析規則 2 1 0 は、システムタグを生成するために、ソースタグの文字内で先頭に加えられる、末尾に加えられる、及び / または散在される追加的な文字を含むことができる。全般的に言えば、構文解析規則 2 1 0 は、デバイス 1 0 2 のそれぞれのシステムタグを生成または導出するために、デバイス 1 0 2 のソースタグに適用される修正を定義または示す。実際には、異なるタイプの構文解析規則 2 1 0 を定義し、異なるソースタグに基づく異なるフォーマット及び / または通信プロトコルに適用することができる。さらに、構文解析規則 2 1 0 のうちの少なくともいくつかは、所望に応じて、異なるプロセス制御システムプロバイダ全体にわたって、異なるプラント場所全体にわたって、異なるタイプのコンポーネントもしくはデバイス全体にわたって、及び / または他の基準に基づいて異なり得る。実際には、いくつかの実現形態において、構文解析ルール 2 1 0 の少なくともいくつかは、構成または修正することができる。

【 0 0 6 6 】

以下、例示的な実施例に戻ると、タグ構文解析装置 2 0 0 はまた、出力 2 1 2 も含み、該出力を介して、導出または判定した短縮タグ S T がフィールドデバイス 1 0 2 などの別の装置またはデバイスに提供され、及び / または記憶するために 1 つ以上のローカルもしくはリモートメモリに提供される。出力 2 1 2 は、リンク 2 0 5 または異なるリンクとすることができるリンク 2 1 5 を介して、受信者装置またはデバイスに通信的に接続することができる。リンク 2 1 5 は、任意の所望の実現形態、例えば、有線リンク、無線リンク、ネットワークリンク、ファンクションコールもしくは他のタイプのソフトウェア実装リンク、または他の適切なリンクとすることができる。

【 0 0 6 7 】

フィールド環境 1 2 2 において、タグ構文解析装置 2 0 0 のインスタンスは、該フィールド環境内の任意の 1 つ以上の場所に配置することができる。例えば、タグ構文解析装置 2 0 0 は、A M S または他の資産システム 1 3 2 に、及び / または 1 つ以上のフィールドコミッショニングツール 1 3 5 a、1 3 5 b に含むことができる。フィールドコミッショニングツール 1 3 5 は、A M S システム 1 3 2 の一部とすることができ、またはスタンドアロンのフィールドコミッショニングデバイスまたはツールとすることができる。全般的に言えば、例えば、フィールドコミッショニングツール 1 3 5 は、ラップトップコンピュータ (例えば、参照番号 1 3 5 a)、タブレットまたはハンドヘルドスマートデバイス (例えば、参照番号 1 3 5 b)、またはフィールド環境 1 2 2 に至る、例えばフィールド環境 1 2 2 のステージング領域及び / または設置領域に至る、他のポータブルコンピューティングデバイスである。オペレータは、コミッショニングツール 1 3 5 を利用し、(例えば、有線及び / または無線接続を介して) 目標のデバイスまたはコンポーネント (例えば、フィールドデバイス 1 0 2、I / O 端子ブロック 1 0 5、I / O カード 1 0 8、C H A R M 1 1 0、コントローラ 1 2 0 など) に一時的に接続して、接続したコンポーネントで 1 つ以上のコミッショニングアクティビティを行う。

【 0 0 6 8 】

いくつかの配設において、タグ構文解析装置 2 0 0 のインスタンスは、キャビネット 1 1 5 に、またはフィールド環境 1 2 2 に配置された別のキャビネットに含まれる。例えば、タグ構文解析装置 2 0 0 は、I / O 端子ブロック 1 0 5、I / O カード 1 0 8、電子マーシャリング装置 1 4 0、コントローラ 1 2 0 に、またはフィールド環境 1 2 2 内のキャビネットに収容したいいくつかの他のデバイスもしくは装置を含むことができる。

【 0 0 6 9 】

しかしながら、タグ構文解析装置 2 0 0 は、単一デバイスまたは装置に実装する必要はない。例えば、一組の構文解析規則 2 1 0 を、キャビネット 1 1 5 内に収容したメモリに記憶することができ、一方で、タグ構文解析部 2 0 8 は、フィールドコミッシングツール / ポータブルデバイス 1 3 5 に含まれる。代替的に、タグ構文解析部 2 0 8 を、キャビネット 1 1 5 内に収容したメモリに記憶することができ、一組の構文解析規則 2 1 0 を、フィールドコミッシングツール / ポータブルデバイス 1 3 5 に記憶することができる。別の実施形態において、構文解析規則 2 1 0 は、タグ構文解析部 2 0 8 にアクセスできるリモートな場所（例えば、リモートデータバンク、クラウド）に記憶することができる。多数のデバイス及び / または装置全体にわたってタグ構文解析装置 2 0 0 の一部分を分配することによって、どの構文解析規則をどのタイプのソースタグに適用するかに関する柔軟性が可能になる。

10

【 0 0 7 0 】

さらに、フィールド環境 1 2 2 は、タグ構文解析装置 2 0 0 の多数のインスタンスを含むことができる。一実施例において、多数のフィールドコミッシングツールまたはデバイス 1 3 5 は、各々がタグ構文解析装置 2 0 0 のそれぞれのインスタンスを含む。加えて、または代替的に、資産管理システム 1 3 2 は、タグ構文解析装置 2 0 0 のそれぞれのインスタンスを含むことができる。実際に、フィールド環境 1 2 2 内に設置されたいくつかのインテリジェントフィールドデバイス 1 0 2 及び / または他のコンポーネントは、各々がそれぞれのオンボードタグ構文解析装置 2 0 0 を含むことができる。

20

【 0 0 7 1 】

同様に、バックエンド環境 1 2 5 では、タグ構文解析デバイス、コンポーネント、または装置 2 0 0 のインスタンスを、該バックエンド環境内の任意の 1 つ以上の場所に配置することができる。一実施例では、タグ構文解析装置 2 0 0 のそれぞれのインスタンスが、1 つ以上のバックエンドコミッシングツール 1 3 8 a、1 3 8 b に含まれる。一般に、バックエンドコミッシングツール 1 3 8 は、ラップトップもしくはデスクトップコンピュータ（例えば、参照番号 1 3 8 a）、タブレットもしくはハンドヘルドスマートデバイス（例えば、参照番号 1 3 8 b）、またはバックエンド環境 1 2 5 内に配置された他のポータブルまたは固定コンピューティングデバイスである。バックエンドコミッシングツール 1 3 8 のうちの少なくともいくつかは、スタンドアロンのバックエンドコミッシングデバイスまたはツールとすることができる。加えて、または代替的に、バックエンドコミッシングツール 1 3 8 のうちの少なくともいくつかは、AMS もしくは他の資産システム 1 3 2 の一部とすることができ、及び / またはバックエンドコミッシングツール 1 3 8 のうちの少なくともいくつかは、制御モジュールもしくは機能エンジニアリング開発システム、集中管理システム、集中オペレータインターフェースシステムなどの、他の集中バックエンドシステムの一部とすることができる。

30

【 0 0 7 2 】

一組の構文解析規則 2 1 0 の全てのインスタンスは、プロセスプラント 5 全体にわたって整合していることに留意されたい。具体的には、一組の構文解析ルール 2 1 0（及びその任意の一部）は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 及びバックエンド環境 1 2 5 全体にわたって、ならびにプロセスプラントをコミッシングするために利用されるコミッシングツール 1 3 5、1 3 8 全体にわたって、また、プラント 5 のための一組の構文解析ルール 2 1 0 が配置された任意の他の場所において整合している。しかしながら、タグ構文解析装置 2 0 0 の異なるインスタンスは、異なる目標のデバイスまたはコンポーネントのための、例えば効率的な目的で、構文解析規則 2 1 0 の異なるサブセットを含むことができる。

40

【 0 0 7 3 】

図 3 B は、図 3 A のタグ構文解析装置 2 0 0 によって、または任意の他の適切な装置によって少なくとも部分的に行うことができるタグ構文解析の例示的な方法 2 3 0 を表す。一実施形態において、タグ構文解析装置 2 0 0 のタグ構文解析部 2 0 8 は、方法 2 3 0 ま

50

たはその一部分を行う。典型的に、必ずしもそうではないが、方法 2 3 0 の少なくとも一部分は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 において行われる。

【 0 0 7 4 】

ブロック 2 3 2 で、方法 2 3 0 は、プロセスプラント 5 内の物理的なフィールドデバイス 1 0 2 を一意的に識別するソース識別子またはタグを取得すること (2 3 2) を含む。ソース識別子またはタグのフォーマット (例えば、英数文字、ダッシュ、ドットなどの他のタイプの文字、文字の順序及び数など) は、HART、Wireless HART、もしくは HART - IP 通信プロトコル、またはいくつかの他の工業プロセスプロトコル等の、特定のプロセス通信プロトコルに従うことができる。代替的に、ソースタグは、モデル/シリアル番号、バーコード、QRコードなどの、いくつかの他の適切なフォーマット

10

【 0 0 7 5 】

フィールドデバイス 1 0 2 のソース識別子またはタグは、1 つ以上のフィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 によって、及び/またはプロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された資産管理または他のシステム 1 3 2 によって取得することができる (2 3 2) 。いくつかのデバイスについて、ソースタグは、フィールドデバイス 1 0 2 自体によって取得することができる 2 3 2 。一実施例において、ソースタグは、インテリジェントフィールドデバイス 1 0 2 a、1 0 2 b のメモリから取得される。別の実施例において、ソースタグは、資産管理または他のインベントリ/設置システム 1 3 2 から取得される。さらに別の実施例において、ソースタグは、フィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 によって、例えば、ファイルを読み出すことによって、または通信インターフェースを介してソースタグを受信することによって取得される。いくつかの状況において、フィールドデバイス 1 0 2 のソースタグは、フィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 のインターフェースによって、例えば、ニアフィールドもしくは短距離通信インターフェース (例えば、NFC、RFID など) によって、またはスキャナもしくはカメラ等の光インターフェースによって取得される。例えば、フィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 は、ラベル、バーコード、画像、QRコード、またはフィールドデバイス 1 0 2 のソースタグの他の表現をスキャンし、読み取り、または別様に光学的に取得し 2 3 0、フィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 は、画像処理及び/または他の適切な技術を使用することによって、フィールドデバイス 1 0 2 のソースタグに含まれる文字を自動的に判定

20

30

【 0 0 7 6 】

ソースタグのフォーマット (英数文字、ダッシュ、ドットなどの他のタイプの文字、文字の順序及び数など) は、HART、Wireless HART、もしくは HART - IP 通信プロトコル、またはいくつかの他の工業プロセスプロトコル等の、特定のプロセス通信プロトコルに従うことができる。代替的に、ソースタグは、モデル/シリアル番号、バーコードなどの、いくつかの他の適切なフォーマットとすることができる。フィールドデバイス 1 0 2 のソースタグは、フィールドデバイス 1 0 2 が、電力遮断、電力投入、I/O 割り当て解除、I/O 割り当て、切断、接続、及び/または同類のこと等の、いくつかの状態のうちのいずれかである間に取得する (2 3 2) ことができる。フィールドデバイス 1 0 2 の様々な状態に関する議論は、本開示の他の節において説明される。

40

【 0 0 7 7 】

ブロック 2 3 5 で、方法 2 3 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 を示す取得したソースタグ及び一組の構文解析ルール 2 1 0 に基づいて、フィールドデバイス 1 0 2 に対応する 1 つ以上のシステムタグを判定または導出することを含む。例えば、ブロック 2 3 5 で、フィールドデバイス 1 0 2 と関連付けられたデバイスタグまたは 1 つ以上のデバイス信号タグが判定または導出される。典型的に、システムタグの総文字数は、ソースタグの総文字数とは異なり、そのため、一組の構文解析ルール 2 1 0 は、トランケーション、様々な文字の削除、様々な文字の追加、ソースタグに含まれる数字の組み合わせ及び/もしくは操作、ならびに/またはソースタグの長さを修正するための別の技術を示す。故に、ブロッ

50

ク 2 3 5 で、システムタグの文字が、ソースタグの文字から導出または判定される。

【 0 0 7 8 】

いくつかの実施形態（図示せず）において、方法 2 3 0 は、デバイス 1 0 2 のソースタグ、デバイス 1 0 2 のシステムタグ、及び／または一組の構文解析規則 2 1 0 に基づいて、プロセスループ 1 0 0 と関連付けられた他のタグまたは識別子を判定または導出することを含む。一実施例において、プロセスプラント 5 内のプロセスループ 1 0 0 を識別する制御タグは、デバイス 1 0 2 のソースタグ、デバイス 1 0 2 のシステムタグ、及び／または一組の構文解析規則 2 1 0 に基づいて判定または導出される。

【 0 0 7 9 】

いくつかの実施形態（同じく図示せず）において、方法 2 3 0 は、一組の構文解析規則 2 1 0 を定義すること、構成すること、及び／または別様には修正することを含む。例えば、構文解析規則 2 1 0 は、追加的なデバイスまたはデバイスタイプ 1 0 2、プロセスプラント 5 の異なる部分、異なるプラントの場所、異なるコミショニングデバイス 1 3 5 に対して、または別様には所望に応じて、定義する、構成する、及び／または修正することができる。

【 0 0 8 0 】

いずれにしても、ブロック 2 3 8 で、方法 2 3 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグ（及び随意に、ブロック 2 3 5 で自動的に導出または判定した任意の他の情報）を、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された 1 つ以上のメモリに記憶することを含む。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 がインテリジェントフィールドデバイスであるときに、システムタグは、フィールドデバイス 1 0 2 の内部メモリに記憶することができる。システムタグは、加えて、または代替的に、I / O 端子ブロック 1 0 5、I / O カード 1 0 8、電子マーシャリングブロックまたは装置、CHARM 1 1 0 などの電子マーシャリングコンポーネントなどの、プロセスループ 1 2 2 内の他のコンポーネントのメモリに記憶することができる。さらに加えて、または代替的に、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグは、1 つ以上のフィールドコミショニングツール 1 3 5、及び／または資産管理または他のシステム 1 3 2 に記憶することができる。

【 0 0 8 1 】

ブロック 2 4 0 で、方法 2 3 0 は、記憶したフィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグを利用して、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内のフィールドデバイス 1 0 2 において、1 つ以上のコミショニングアクティビティまたはアクションを行うことを含む。典型的に、必ずしもそうではないが、フィールドデバイス 1 0 2 は、1 つ以上のコミショニングアクティビティまたはアクションが行われている間、I / O 割り当て解除または I / O 切断状態である（さらには、方法 2 3 0 のブロック 2 3 2 ~ 2 3 8 のうちの任意の 1 つ以上の実行中に、I / O 割り当て解除状態である）。記憶したシステムタグを使用してフィールドデバイス 1 0 2 において行うことができるコミショニングアクティビティまたはアクション（ブロック 2 3 8 ）の例としては、フィールドデバイス 1 0 2 の電力投入及び電力遮断、試験信号の注入及びそれぞれの応答の検証、フィールドデバイス 1 0 2 を含むアズビルト I / O リストの少なくとも一部分の自動生成、フィールドデバイス 1 0 2 を含むアズビルトループ図またはマップの少なくとも一部分の自動生成などが挙げられる。

【 0 0 8 2 】

いくつかのシナリオにおいて、ブロック 2 4 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグを利用して 1 つ以上のコミショニングアクティビティまたはアクションを開始することを含む。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグを使用した特定のコミショニングアクションは、システムタグの導出（ブロック 2 3 5 ）の完了時またはシステムタグの記憶（ブロック 2 3 8 ）の完了時に自動的に開始される。いくつかのシナリオにおいて、ブロック 2 3 8 は、加えて、または代替的に、例えばフィールドデバイス 1 0 2 及び別のデバイスの両方が関係する別のコミショニングアクションにおいて使用するために、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグを、プロセスプラント 5 のフィールド

10

20

30

40

50

環境 1 2 2 内に配置された別のデバイスに提供することを含む。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグは、それぞれの C H A R M 1 1 0 に提供することができ、フィールドデバイス 1 0 2 及び C H A R M 1 1 0 の両方を含む制御ループ 1 0 0 の一部分は、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグを使用してコミッショニングすることができる。

【 0 0 8 3 】

入力 / 出力 (I / O) 割り当て状態

【 0 0 8 4 】

スマートコミッショニングの別の鍵となる態様は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 における、フィールドデバイス 1 0 2 などのデバイスの I / O 割り当て状態の可用性、及びその I / O 割り当て状態に基づいてデバイスを少なくとも部分的に構成する能力である。全般的に言えば、デバイス 1 0 2 の I / O 割り当て状態は、デバイスが、特定の I / O カードに、及びいくつかの事例では特定の I / O チャンネルに割り当てられているかどうか、または割り当てられるかどうかを示す。例えば、デバイス 1 0 2 は、特定の物理的 I / O アドレス及び / または特定の I / O チャンネルがフィールド環境 1 2 2 内のデバイス 1 0 2 にまだ指定されていないときに、I / O 割り当て解除状態であるとみなされ、すなわち、特定のデバイス 1 0 2 の特定の物理的 I / O アドレス / チャンネルへのマッピングは、フィールド環境 1 2 2 において利用できない。一方で、デバイス 1 0 2 は、特定の物理的 I / O アドレス (及び随意に、例えば有線デバイスの場合、特定の I / O チャンネル) がフィールド環境 1 2 2 内のデバイス 1 0 2 に指定されているときに、I / O 割り当て状態であるとみなされ、該指定は、フィールド環境 1 2 2 内に設置された 1 つ以上のコンポーネントに記憶され、それによって、デバイス 1 0 2 と指定された特定の I / O カード及び / または特定の I / O チャンネルとの間のマッピングを利用できるようにする。フィールド環境 1 2 2 内のデバイスの I / O 割り当て状態の可用性、及び割り当て解除されたデバイスを少なくとも部分的に構成する能力によって、従来のフィールドコミッショニング中に現在必要とされるような、特定の I / O カード及び特定の I / O チャンネルへの指定に対する待機を必要とすることなく、様々なデバイスが I / O 割り当て解除状態である間に、様々なコミッショニングアクション及び / またはアクティビティを開始すること、行うこと、さらには完了することができる (1 2 2) 。

【 0 0 8 5 】

例示される図 2 A ~ 2 C を参照すると、フィールドデバイス 1 0 2 b、1 0 2 d の I / O 割り当て状態は、フィールドデバイス 1 0 2 b、1 0 2 d が、そのそれぞれの I / O カード 1 0 8 に、及び / またはカード 1 0 8 のそれぞれの I / O チャンネルに割り当てられた可動化を示す。電子的にマーシャリングされるフィールドデバイス 1 0 2 a、1 0 2 c について、フィールドデバイス 1 0 2 a、1 0 2 c の I / O 割り当て状態は、フィールドデバイス 1 0 2 a、1 0 2 c が、そのそれぞれの C I O C 1 4 5、C H A R M 端子ブロック 1 5 0、及び / または C I O C チャンネルに割り当てられたかどうかを示す。しかし、一般に、本明細書での読み取りを容易にするために、デバイスの「I / O 割り当て状態」、及び「I / O 割り当て」、「I / O 割り当て解除」などの関連する用語は、デバイスが、任意のタイプの I / O カード及び / または I / O チャンネル全体に指定されているかどうか、例えば、任意のレガシーまたはスマート I / O カード、C I O C、W I O C (無線 I / O カード)、安全情報システム論理ソルバー (例えば、単体、複合、スマート論理ソルバー、C S L S (C H A R M スマート論理ソルバー) など)、またはプロセス制御及び / もしくは安全情報システムにおいて使用して、デバイスに対応する I / O 機能を行う任意の他の既知のタイプのカード / チャンネルに割り当てられているかどうかを示す。そのため、読み取りを容易にするために、「I / O カード」、「I / O チャンネル」、及び「I / O ノード」という用語は、一般に、任意のタイプの I / O カード、I / O チャンネル、及び I / O ノードを指すために本明細書で使用される。

【 0 0 8 6 】

デバイスコンテナまたはブレースホルダーは、フィールド環境 1 2 2 内のデバイス 1 0

10

20

30

40

50

2のI/O割り当て状態の可用性、ならびにその特定のI/O接続がバックエンド環境125によってまだ定義または提供されていない間に、フィールド環境122内のデバイス102を少なくとも部分的に構成し、コミショニングする能力を可能にする。全般的に言えば、デバイスコンテナまたはフィールドデバイス102のためのプレースホルダーは、下で説明するように、デバイス102のI/O抽象化構成を保持または記憶する。

【0087】

デバイスコンテナまたはプレースホルダーは、例えば、フィールド環境122において、構成することができる構成可能なオブジェクトとして（または別の適切な定義記憶表現として）、それぞれのデバイスのためのコンテナまたはプレースホルダーの特定のインスタンスに実装される。デバイスコンテナまたはプレースホルダーは、フィールド環境122において、資産管理もしくは他のインベントリもしくは設置システム132によって、及び/またはフィールドコミショニングデバイス135によって提供することができる。特定のスマートフィールドデバイス102c、102bについて、スマートフィールドデバイス102a、102bに対応するデバイスプレースホルダーまたはコンテナのそれぞれのインスタンスは、例えば、デバイス102がフィールド環境122に設置される前に、またはデバイス102がフィールド環境102内に設置された後に、デバイスのメモリに推測的に、またはデバイスのメモリへの転送により記憶することができる。

【0088】

デバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトは、デバイスのI/O割り当て状態を記憶するためのフィールドまたはプロパティを含む。デバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトは、デバイスの物理的なI/Oレイアウトが定義される前に様々なデバイス構成パラメータ値を記憶するための、追加的なフィールドまたはプロパティを含む。すなわち、I/O割り当て解除状態のデバイス102について、デバイス102の少なくとも部分的な、または抽象化構成を定義し、抽象化I/Oタイプ情報と共に、その対応するデバイスコンテナまたはプレースホルダーに記憶することができ、よって、デバイスの正確なI/O構成に関する知識を伴わずに、さらにはいくつかの事例において、デバイスの対応する物理的I/Oノードの存在さらには作成を伴わずに、デバイス102を少なくとも部分的に構成し、コミショニングすることができる。さらに、デバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトは、多数のタイプのデバイスについて共通であり、また、対応する物理的デバイスの特定のタイプのI/Oとは独立である。全般的に言えば、デバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトの様々なプロパティは、公開プロパティとすることができ、及び/またはデバイスコンテナ/プレースホルダーオブジェクトの様々なプロパティは、隠されたプロパティとすることができ。

【0089】

図4Aは、プロセスプラント5のフィールド環境122において利用される例示的なデバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクトテンプレート300を表す。デバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクト300を使用すると、ユーザは、デバイスプレースホルダーオブジェクト300のインスタンスを作成して、I/O抽象化情報を使用してデバイス102をプロセス制御システム5に対して定義することができ、よって、例えば、デバイス102が関係する様々なコミショニングアクションは、デバイス102がI/O割り当て解除状態である間に（すなわち、デバイス102が特定の物理的I/Oカード、I/Oチャネル、及び/またはI/Oノードに割り当てられる前に）行うことができる。例えば、ユーザは、デバイス102に対応する一組の一般プロパティ302の所望の値、例えば、名前、説明、ケーブルID、典型的な配線図などを入力することによって、デバイス102のデバイスコンテナまたはプレースホルダーオブジェクト300のインスタンスを定義することを開始することができる。特にHARTデバイスについて、一般プロパティ302は、加えて、いくつか例を挙げれば、HARTの説明、HARTデバイスの定義、HARTロングタグ、名前付け参照タイプ、及び名前付け参照サブタイプなどの、HART固有のプロパティを含む。非HARTである他のタイプのデバイス（図示せず）について、デバイスのタイプに対応する他のプロパティは、オブジェクト

300に含むことができる。一実施形態において、デバイスコンテナまたはブレースホルダーオブジェクト300は、例えば別の一般プロパティ302を公開することによって、または異なるタイプのデバイスブレースホルダーオブジェクト300をそれぞれベシックプロセス制御システム(BPCS)または及び安全計装システム(SIS)デバイスに対応させることによって、オブジェクト300が、BPCSデバイスデバイスに対応するか、またはSISデバイスに対応するかを示す。

【0090】

デバイスブレースホルダーオブジェクト300はまた、接続経路プロパティ305も含み、その値は、対応するデバイスが、I/O割り当て状態であるか、I/O割り当て解除状態であるかを示す。典型的に、必ずしもそうではないが、ユーザが対応するデバイスを構成することを望むデバイスブレースホルダーオブジェクト300のインスタンスの初期化に応じて、インスタンスの接続経路プロパティ305のデフォルト値が「I/O割り当て解除」に設定され、明示的なI/Oハードウェア接続が定義された後に、インスタンスの接続経路プロパティ305が「I/O割り当て」に変更される。いずれにしても、デバイス102の接続経路プロパティ302が「I/O割り当て解除」に設定されていることに基づいて、オブジェクト300の1つ以上の他のプロパティまたはフィールド(例えば、参照番号308~338)は、ユーザがそれぞれの値をそこに入力してインスタンスをさらに定義または構成するように公開される。プロパティ308~338のうちの少なくともいくつかは、「I/O抽象化」プロパティであり、すなわち、その値が、対象のデバイスの能力、特徴、及び/または挙動を示し、その値は、対象のデバイスに対する実際の指定された物理的I/O接続に基づいていない(また、該物理的I/O接続に関する知識を必要としない)。

【0091】

例えば、デバイスブレースホルダーオブジェクト300は、一組のI/O抽象化デバイス定義プロパティ308を含み、それを介して、ユーザは、I/O抽象化を使用して対象のデバイスを定義または構成することができる。I/O割り当て解除状態のデバイス102(例えば、接続経路プロパティ305によって示される)について、I/O抽象化デバイス定義308は、I/O抽象化インターフェースタイププロパティ310を含み、その値は、I/Oインターフェースのタイプまたはカテゴリを示すように定義または選択することができ、該I/Oインターフェースを介して、物理的デバイス102を物理的に接続することができる。I/O抽象化インターフェースタイププロパティ310の可能な値としては、例えば、「従来」(例えば、ダム(dumb)、非スマート、非HART、従来の、及び/またはレガシーデバイスの場合)、「HART」、「WirelessHART」、「SIS従来」、「SISHART」などが挙げられる。

【0092】

オブジェクト300内のI/O抽象化インターフェースタイプ310を定義した後に、定義/ポピュレートされたI/O抽象化インターフェースタイプ310に対応する追加的なプロパティを公開して、ユーザがI/O抽象化デバイス定義308をさらに精緻化することを可能にする。例えば、「従来」、「SIS従来」、または「HART」の定義されたI/O抽象化インターフェースタイプ310について、I/O抽象化デバイスタイププロパティ312が公開される。全般的に言えば、I/O抽象化デバイスタイププロパティ312は、デバイス102のタイプまたはカテゴリを示し、それによって、デバイス102のI/O抽象化デバイス定義308をさらに精緻化する。可能なI/O抽象化デバイスタイプ312の例としては、電流入力、電流出力、離散入力、離散出力、パルス入力、連続パルス出力、熱電対入力、ミリボルト入力、RTD(抵抗温度検出器)入力、熱電対入力、電圧入力、24VDC電源、HARTアナログ入力、HART2状態DVC出力、WirelessHARTなどが挙げられる。

【0093】

しかし、いくつかのI/Oインターフェースデバイスタイプ310は、いかなるI/O抽象化デバイスタイプ312も公開しない結果になり得る(例えば、様々なプロパティが

10

20

30

40

50

隠されたままであり得る)が、一方で、他のI/Oインターフェースデバイスタイプ310は、1つ、2つ、またはそれ以上のI/O抽象化デバイスタイプ312を公開する結果になり得る。特定のI/O抽象化インターフェースタイプ310の1つ以上のI/O抽象化デバイスタイプ312(該当する場合)へのマッピングまたは関連付けは、推測的に定義することができ、いくつかの事例では、修正することができる。

【0094】

オブジェクト300内のI/O抽象化デバイスタイプ312を定義した後に、いくつかのI/O抽象化デバイスタイプ312について、1つ以上のI/O抽象化デバイス特徴プロパティ315を公開して、I/O抽象化デバイス定義308をさらに精緻化することができる。例えば、I/O抽象化デバイスタイプ312が「電流入力」と定義された場合は、対応する記述値、例えば「0~20mA」、「4~20mA」などを記憶するために、対応するI/O抽象化デバイス特徴315、例えば「デバイスサブタイプ」が公開される。別の例において、I/O抽象化デバイスタイプ312があるタイプのHARTデバイス(例えば、HARTアナログ入力、HART2状態DVC出力、WirelessHARTなど)であった場合は、それぞれのHART情報を定義308に記憶することができるよう、デバイス102の「HART製造業者」、「HARTモデル」、及び「HARTリビジョン」などの、対応するI/O抽象化デバイス特徴315が公開される。いくつかのI/O抽象化デバイスタイプ312は、いかなるI/O抽象化デバイス特徴315も公開しない結果になり得るが、一方で、他のI/O抽象化デバイスタイプ312は、1つ、2つ、またはそれ以上のI/O抽象化デバイス特徴315を公開する結果になり得る。特定のI/O抽象化デバイスタイプ312の1つ以上のI/O抽象化デバイス特徴315(該当する場合)へのマッピングまたは関連付けは、推測的に定義することができ、いくつかの事例では、修正することができる。

【0095】

I/O抽象化デバイス定義308はまた、一組のI/O抽象化I/Oインターフェース構成プロパティ318も含み、それを介して、デバイス102のI/Oインターフェース構成が定義される。I/O抽象化I/Oインターフェース構成プロパティ318の可能なタイプ及びカテゴリ(及びいくつかの事例では、固有の値)は、少なくとも部分的に、定義されたI/Oデバイス定義308に基づく。図4Aに示されるように、I/O抽象化I/Oインターフェース構成プロパティ318は、公開された様々なI/O構成パラメータプロパティ320及び/またはI/Oチャンネルパラメータ322を含むことができる。

【0096】

例えば、構成または定義されたデバイス102のI/O抽象化デバイス定義308の定義されたプロパティ値310~315に基づいて、構成または定義されたデバイス102と互換性があるI/Oハードウェア(例えば、CHARM、I/Oカードなど)のタイプが判定される。様々なデバイス定義値308と様々なタイプのI/Oハードウェアとの互換性は、推測的に定義することができ、また、いくつかの事例では、修正することができる。一実施形態において、デバイス定義値308とI/Oハードウェアのタイプとの間の互換性は、互換性マトリックスで、または他の適切なフォーマットで記憶される。加えて、デバイス102のI/O抽象化デバイス定義308と互換性がある、構成または定義された各タイプのI/Oハードウェアが、次に、一組のI/O抽象化I/O構成パラメータプロパティ320のそれぞれに対応する。故に、デバイス102についてその定義をさらに精緻化するために、一組のI/O抽象化I/O構成パラメータプロパティ320のそれぞれが、I/O抽象化I/Oインターフェース構成318に公開される。いくつかのアナログ、有線、または従来タイプのI/Oハードウェアについて、それぞれのI/O抽象化I/O構成パラメータプロパティ320は、デバイス102のI/O抽象化I/Oインターフェース構成318をさらに精緻化するために公開される、1つ以上のチャンネルパラメータプロパティ322を含む。アナログ、有線、及び/または従来タイプではないI/Oハードウェア(例えば、デジタルまたはスマートI/Oハードウェアタイプ)について、チャンネルパラメータプロパティ322は、排除される、例えば、公開されないか、または

隠される。

【 0 0 9 7 】

例示のために、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8 が従来の電流入力 4 ~ 2 0 m A のデバイスとして構成されると想定する。そのような I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8 は、(例えば、互換性マッピングまたは関連付けに基づいて判定したときに) 2 つの特定のタイプの I / O ハードウェア、例えば、A I (アナログ入力) 4 ~ 2 0 m A H A R T C H A R M 及び I S (本質安全) A I 4 ~ 2 0 m A H A R T C H A R M と互換性がある。故に、構成及び/または定義するために、A I (アナログ入力) 4 ~ 2 0 m A H A R T C H A R M 及び I S A I 4 ~ 2 0 m A H A R T C H A R M の両方のそれぞれ一組の I / O 抽象化 I / O 構成パラメータプロパティ 3 2 0 が、I / O 抽象化 I / O インターフェース構成 3 1 8 に公開される。両方の互換性のあるタイプの I / O ハードウェアが従来のタイプの I / O ハードウェアであるので、互換性のあるタイプ(例えば、アンチエイリアシングフィルタ、アンダーレンジリミット、オーバーレンジリミット、N A M U R リミット検出など)の各々に対応するそれぞれのチャンネルプロパティ 3 2 2 が、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化 I / O インターフェース構成 3 1 8 のさらなる精緻化のために公開される。

10

【 0 0 9 8 】

1 つ以上の特定のチャンネルプロパティ 3 2 2 の、1 つ以上の特定のタイプの I / O 抽象化 I / O 構成パラメータプロパティ 3 2 0 への、及び/または 1 つ以上の特定のタイプの I / O ハードウェア(したがって、それぞれの特定の I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8)へのマッピングまたは関連付けは、推測的に定義することができ、また、修正することができる。同様に、アナログ、有線、及び/または従来のタイプではない I / O ハードウェア(例えば、デジタルまたはスマート I / O ハードウェアタイプ)について、1 つ以上の特定の I / O 抽象化 I / O インターフェース構成プロパティ 3 1 8 の、1 つ以上の特定のタイプの I / O ハードウェア(したがって、特定の I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8)へのマッピングまたは関連付けは、推測的に定義することができ、また、修正することができる。

20

【 0 0 9 9 】

I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8 に含むことができる他のプロパティとしては、例示的な H A R T デバイス警告プロパティ 3 2 8、例示的な H A R T デバイスアラームプロパティ 3 3 0、自動ループ試験構成プロパティ 3 3 2、及び/または他の I / O 抽象化プロパティ 3 3 5 などの、デバイスプロトコル固有のプロパティが挙げられる。当然ながら、ファンデーションフィールドバスプロトコルデバイス、C A N デバイス、P r o f i b u s デバイスなどの他のデバイスプロトコルは、そうしたプロトコルに従って構成することができる他の予め定義されたプロパティを有することができる。図 4 A に例示されるように、I / O 抽象化デバイスタイプ 3 1 2 が H A R T または W i r e l e s s H A R T に設定されたときに定義するために、例示的な H A R T デバイス警告プロパティ 3 2 8 及び H A R T デバイスアラームプロパティ 3 3 0 が、公開される。全般的に言えば、H A R T デバイス警告プロパティ 3 2 8 及び H A R T デバイスアラームプロパティ 3 3 0 は、どのタイプのアラーム(該当する場合)を様々なタイプの警告に対して起動させるか、及び該アラームのそれぞれの挙動を定義する。アラームのタイプの例としては、勧告、障害、保守、通信切断、アラームなし、などが挙げられる。警告のタイプの例としては、例えば、フィールドデバイスの故障、構成の変更、プライマリ変数の限度超、C P U E E P R O M の書き込み障害、及び/または H A R T デバイスに関する他の警告が挙げられる。自動ループ試験構成プロパティ 3 3 2 は、対象のデバイスが関係する自動ループ試験の、及びその様々な態様の値を定義する。例えば、自動ループ試験について生成される試験信号のタイプ及びレベルを示す値は、自動ループ試験構成プロパティ 3 3 2 に記憶することができる。当然ながら、I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8 の任意の他の所望の I / O 抽象化プロパティ 3 3 5 を、定義または構成のために、追加的または代替的に公開することができる。加えて、(I / O 抽象化となる、またはならない場合がある)オブジェクト 3 0 0 の任意

30

40

50

他のプロパティ 338 を、定義または構成のために、追加的または代替的に公開することができる。全般的に言えば、デバイス 102 について、そのデバイスコンテナオブジェクト 300 のインスタンスに記憶した特定の値 302 ~ 338 は、少なくとも部分的に I/O 抽象化した状態で特定のデバイス 102 を定義または構成する。

【0100】

一般に、従来デバイスは、その対応する I/O 抽象化 I/O インターフェースタイプ 310、I/O 抽象化デバイスタイプ 312、デバイスサブタイプ特徴 315 プロパティが提供されたとき、選択されたとき、または別様に定義されたときに、I/O 抽象化情報を使用して、十分に定義または構成されたものとみなされ、HART デバイスは、その I/O 抽象化 I/O インターフェースタイプ 310、I/O 抽象化デバイスタイプ 312、な
10
らびに I/O 抽象化デバイス特徴 315 の製造業者、モデル、及びリビジョンプロパティが提供されたとき、選択されたとき、または別様に定義されたときに、I/O 抽象化情報を使用して、十分に定義または構成されたものとみなされる。

【0101】

さらに、いくつかの実現形態において、フィールドデバイス 102 のデバイスブレースホルダー 300 のインスタンスに保持または記憶したプロパティの値の少なくともいくつかは、メタデータとして記憶される。例えば、プロパティ値 305 ~ 308 のうちの任意の 1 つ以上、及び 1 つ以上の一般プロパティ値 302 を、メタデータとして保持または記憶することができる。

【0102】

したがって、デバイスコンテナまたはブレースホルダーオブジェクト 300 は、デバイスの特定の I/O カード、I/O チャンネル、及び/または I/O ノードがデバイス 102 に指定される前に、特定のデバイス 102 及びフィールド環境 122 を、I/O 抽象化状態で構成することを可能にする。具体的には、デバイスブレースホルダーオブジェクト 300 は、フィールドデバイス 102 の特定の識別情報（例えば、デバイス 102 が HART デバイスである場合の、その名前、そのロングタグ、その HART デバイス定義など）、及びデバイス 102 の様々な属性（参照番号 308 ~ 335、随意に、302 及び 338 において選択されたプロパティ）を構成することを可能にし、これらのうちの少なくともいくつかは、I/O 抽象化される。フィールドデバイス 102 の属性は、アンダーレンジ及び/またはオーバーレンジ限度のアラーム、警告、検出などの様々な条件が起こったときのデバイス 102 の記述属性ならびにデバイス 102 の挙動属性または挙動、なら
30
びに他の挙動を含む。フィールドデバイス 102 の属性のうちの少なくともいくつかは、明示的な識別情報（例えば、タイプ 310、312、318 など）の代わりに、デバイス 102 に対応するそれぞれのカテゴリ、タイプ、または特徴を示し、したがって「I/O 抽象化」である。さらに、デバイス 102 のデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスに保持または記憶したプロパティ値 302 ~ 338 のうちの少なくともいくつかは、デバイス 102 を特定の I/O カード、特定の I/O チャンネル、及び/または特定の I/O ノードに指定する時点で、または指定した後に、例えば、下の節で説明されるように、デバイスの接続経路プロパティ 305 が変更されて、デバイス 102 が I/O 割り当て状態であることを示した後に、プロセス制御システム 5 を通して保存または実行される。
40

【0103】

明確にするために、デバイスコンテナまたはブレースホルダーオブジェクト 300 を構成することに関する上の議論は、ユーザが、資産管理システム 132 及び/またはフィールドコミショニングツール 135 のユーザインターフェースなどのユーザインターフェースを介して、様々なプロパティ 302 ~ 338 の所望の値を入力すること、構成すること、または別様に定義することを含む。しかしながら、少なくとも、I/O 割り当て解除状態であるデバイスのデバイス定義 308 の I/O 抽象化の性質のため、（例えば、公開されたプロパティについて、及び/または隠されたプロパティについて）所望のプロパティ値 302 ~ 338 を、資産管理システム 132 において、（例えば、図 2A 及び 2C に
50

表されるように)フィールドコミッショニングツール135において、またはいくつかの他のコンピューティングデバイスにおいて実行する構成アプリケーション340によって、自動的に構成すること、定義すること、及びボピュレートすることができる。一実施例において、構成アプリケーション340は、1つ以上のファイル、データベース、またはデータストア342に記憶した情報に基づいて、プロパティ値302~338のうちの少なくともいくつかを自動的にボピュレートする。データファイルまたはストア342のうちの少なくともいくつかは、構成アプリケーション340に対してローカルに(例えば、図2A及び2Cに表されるように資産管理システム132に、フィールドコミッショニングルール135に、及び/またはいくつかの他のローカルデータストアに)配置することができる。加えて、または代替的に、1つ以上のファイルまたはデータベース342のうちの少なくともいくつかは、リモートに(例えば、リモートサーバ、データバンク、クラウドストレージなど(図示せず)に)配置することができ、また、構成アプリケーション340がリモートにアクセスすることができる。

10

【0104】

データストア342は、例えば、様々なI/O抽象化インターフェースタイプ310と様々なI/O抽象化デバイスタイプ312との間、様々なI/O抽象化デバイスタイプ312と様々なI/O抽象化デバイス特徴315との間、様々なI/O抽象化デバイス定義308と様々なタイプのI/Oハードウェアとの間、様々なタイプのI/Oハードウェアと様々なI/O抽象化I/Oインターフェース構成プロパティ318との間、様々なI/O抽象化デバイス定義308と様々なI/O抽象化I/O構成プロパティ318との間、様々なI/O抽象化I/O構成プロパティ318と様々なI/O抽象化構成パラメータプロパティ320との間、様々なI/O抽象化構成パラメータのプロパティ320と様々なチャンネルパラメータプロパティ332との間などの、I/O抽象化情報の様々なマッピングまたは関連付けの指示または定義を記憶する。加えて、または代替的に、ファイルまたはデータベース342はまた、名前、説明、ケーブリングID、典型的な配線図、HARTロングタグ、HARTデバイス定義などの一般プロパティ302の値、及び/または他のデバイスプロパティ338の値も記憶することができる。ファイル、データベース、またはデータストア342は、任意の適切なフォーマット(例えば、互換性マトリックス、テーブル、参照データベースなど)で実装することができ、また、任意の数のデータ記憶デバイス全体にわたって実装することができる。

20

30

【0105】

故に、I/O割り当て解除状態であるデバイスのデバイス定義308のI/O抽象化の性質に基づいて、及びデータストア342のコンテンツを使用して、構成アプリケーション340は、多数のデバイスの、例えば1つ以上の共通のプロパティ値302~338を共有する多数のデバイスのプロパティ値302~338の少なくともいくつかを、バルク構成することができ、それによって、プロセスプラント5内の異なる領域全体にわたってデバイス構成を追跡する際の整合性、及びコミッショニング中の効率を促進する。

【0106】

以下、オブジェクト300の一般プロパティ302に含まれる名前プロパティを参照すると、名前プロパティは、デバイスタグ及びデバイス信号タグの名前付け及び名前空間規則などの、プロセス制御システム5内で利用される論理デバイス識別子が受けるものと同じ名前付け及び名前空間規則に従う。そのため、一実施形態において、名前プロパティは、デバイス102の短縮タグ(ST)を記憶し、これは、図3A及び3Bに関して上で論じたように、例えばタグ構文解析装置200によって、デバイスのロングタグ(LT)から自動的に導出される。故に、いくつかの状況において、タグ構文解析装置200は、構成アプリケーション340から特定のデバイスのロングタグ(LT)を受信し、またはファイルもしくはデータベース342に直接アクセスして特定のデバイスのロングタグを読み出し、もしくは別様に取得し、次いで、取得したロングタグで動作して、例えば上で説明したような状態で、デバイスの短縮タグ(ST)を判定する。いくつかの状況において、タグ構文解析装置200は、ファイルまたはデータベース342から複数のデバイスロ

40

50

ングタグ (L T) をバルク読み出しし、対応する複数の短縮タグ (S T) を生成し、そして、その後に構成アプリケーション 3 4 0 がアクセスして多数のデバイスのそれぞれの名前プロパティをポピュレートするために、生成した複数の短縮タグ (S T) を、ファイルまたはデータベース 3 4 2 のうちの 1 つ以上に記憶する。いくつかの状況では、ファイル 3 4 2 を読み出して、またはアクセスしてデバイスの短縮タグ (S T) を取得するのではなく、構成アプリケーション 3 4 0 が、タグ構文解析装置 2 0 0 からデバイスの短縮タグ (S T) を、デバイス基準で、またはバルクで受信する。

【 0 1 0 7 】

構成アプリケーション 3 4 0 及びタグ構文解析部装置 2 0 0 は、別個のエンティティとして論じられているが、いくつかの実現形態において、構成アプリケーション 3 0 0 及びタグ構文解析部装置 2 0 0 は、少なくとも部分的に統合されたエンティティであることに留意されたい。例えば、タグ構文解析部装置 2 0 0 を構成アプリケーション 3 4 0 に含むことができ、またはタグ構文解析部 2 0 8 を構成アプリケーション 3 4 0 に含むことができる。

10

【 0 1 0 8 】

図 4 B は、プロセスプラントをコミショニングする例示的な方法 3 5 0 を表し、該方法は、フィールド環境内に配置された資産管理システムもしくは他のシステム 1 3 2 によって、1 つ以上のフィールドコミショニングデバイス 1 3 5 によって、及び / またはプロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された任意の他の適切な装置によって、少なくとも部分的に行うことができる。例示を容易にするためのものであるが、限定を目的とするものではなく、方法 3 5 0 は、図 1 ~ 図 4 A を同時に参照して説明する。全般的に言えば、方法 3 5 0 の少なくとも一部分 (及びいくつかの状況では、方法 3 5 0 の全体) は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内で、例えばフィールド環境 1 2 2 のステージング領域において、及び / またはフィールド環境 1 2 2 の設置領域において実行する。

20

【 0 1 0 9 】

ブロック 3 5 2 で、方法 3 5 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 のデバイスプレースホルダーオブジェクト 3 0 0 の様々なプロパティにポピュレートするためのデバイス 1 0 2 を記述する、一組の値を取得することを含む。プロセスプラント 5 のランタイム中に、フィールドデバイス 1 0 2 は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 において物理的機能を行い、また、物理的機能に対応するデータを送信及び / または受信してプロセスプラント 5 内のプロセスを制御する。物理的機能に対応するデータは、I / O デバイスに通信的に接続されるポートを介して、送信及び / または受信される。しかしながら、方法 3 5 0 の実行中に、フィールドデバイス 1 0 2 は、I / O 割り当て解除状態であり、例えば、フィールドデバイス 1 0 2 は、いかなる I / O デバイスを介しても通信するように指定されない (例えば、まだ指定されていない) 。

30

【 0 1 1 0 】

一組の値のうちの少なくともいくつかは、プロセスプラント 5 内のフィールドデバイス 1 0 2 を、例えばその名前、そのロングタグ、HART デバイス定義 (フィールドデバイス 1 0 2 が HART デバイスである場合) などを特に識別する。加えて、一組の値のうちの少なくともいくつかは、それぞれ、フィールドデバイス 1 0 2 を記述する、それぞれのカテゴリのタイプを示す。例えば、一組の値は、1 つ以上の値を含むことができ、該値の各々は、それぞれ、I / O インターフェースタイプ 3 1 0、デバイスタイプ 3 1 2、デバイスタイプ 3 1 5 の特徴、I / O 構成タイプ 3 1 8、I / O 構成タイプの 1 つ以上のプロパティ / パラメータ 3 2 0、I / O 構成タイプの 1 つ以上のチャンネルパラメータ 3 2 2、デバイス警告構成 3 2 8、デバイスアラーム構成 3 3 0、自動ループ試験構成 3 3 2、またはフィールドデバイス 1 0 2 の記述属性の他のタイプまたはカテゴリ 3 3 5、3 3 8 を示す。

40

【 0 1 1 1 】

フィールドデバイス 1 0 2 に対応する一組の値のうちの少なくともいくつかは、1 つ以

50

上のソースから取得される（ブロック 3 5 2）。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 を記述する値のうちの少なくともいくつかは、ファイルもしくはデータストアから値を読み出すことによって、通信リンクを介して値を受信することによって、ユーザインターフェースを介して値を受信することによって、別のアプリケーションから値を受信することによって、及び／またはデータを取得する任意の他の既知の手段によって、取得することができる。しかし、重要なことに、フィールドデバイス 1 0 2 を記述する一組の値は、フィールドデバイス 1 0 2 が含まれるループ（またはその一部分）がプロセスプラント 5 のバックエンド環境 1 2 5 から通信的に切断されている間に取得される（ブロック 3 5 2）。例えば、制御ループ 1 0 0 を介した（例えば、フィールドデバイス 1 0 2、指定された I / O カード、コントローラ 1 2 0、及びバックエンドデータハイウェイまたはバックボーン 1 0 を介した）フィールド環境 1 2 2 とバックエンド環境 1 2 5 との間の通信経路が、（まだ）設定または確立されていないときには、一組の値のうちのいずれも、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 1 2 5 において利用される制御構成ツールまたはアプリケーションから取得することができない。

【 0 1 1 2 】

フィールドデバイス 1 0 2 に対応する一組の値のうちのいくつかは、別の取得した値から自動的に導出することによって取得することができる（ブロック 3 5 2）。例えば、デバイスのソースタグは、ソースから取得することができ、フィールドデバイス 1 0 2 のシステムタグは、取得したソースタグから自動的に導出することができる。

【 0 1 1 3 】

ブロック 3 5 5 で、方法 3 5 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 を記述する取得した値を使用して、フィールドデバイス 1 0 2 のデバイスブレースホルダーオブジェクト 3 0 0 のインスタンスを構成し、それによって、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成を定義することをさらに含む。フィールドデバイス 1 0 2 のデバイスブレースホルダーオブジェクトのインスタンスを構成することは、オブジェクト 3 0 0 のそれぞれのフィールドまたはプロパティを、フィールドデバイス 1 0 2 を記述するそれぞれの値でポピュレートすることを含む。

【 0 1 1 4 】

デバイスブレースホルダーオブジェクト 3 0 0 の全ての構成されたインスタンスが、同じ一組のプロパティを含むわけではないことに留意されたい。オブジェクト 3 0 0 に含まれる他のプロパティの 1 つ以上のポピュレートした値に基づいて、異なる一組のプロパティを公開することができる。そのため、フィールドデバイス 1 0 2 のデバイスブレースホルダーオブジェクト 3 0 0 のインスタンスを構成すること（ブロック 3 5 5）は、いくつかのシナリオについて、オブジェクト 3 0 0（図 4 B に示さず）の別のプロパティにポピュレートした値に基づいて、オブジェクト 3 0 0 の追加的なプロパティを公開することを含む。例えば、従来としてポピュレートされている I / O 抽象化インターフェースタイププロパティ 3 1 0 に基づいて、I / O 抽象化デバイスタイププロパティ 3 1 2 は、それぞれのポピュレーションについて（例えば、電流入力、電流出力などに）公開される。他のプロパティの特定のポピュレートされた値に基づいた追加的なプロパティの特定の公開の関連付けは、例えば、関連付けまたはマッピングの指示を記憶するファイル、データベース、またはデータストア 3 4 2 に記憶することができる。さらに、新しく公開したプロパティの可能なポピュレーション値の範囲もまた、ファイル、データベース、またはデータストア 3 4 2 に記憶することができる。

【 0 1 1 5 】

また、デバイスブレースホルダーオブジェクト 3 0 0 の構成したインスタンスは、様々なプロパティの I / O 抽象化値（例えば、I / O 抽象化インターフェースタイプ、I / O 抽象化デバイスタイプなど）を含むが、構成したインスタンスは、他のプロパティの明示的な値を含むことができることにも留意されたい。例えば、アラーム限度を明示的な値に設定することができ、また、特定の I / O 構成プロパティパラメータ値を明示的な値に設定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

ブロック 3 5 8 で、方法 3 5 0 は、フィールドデバイスが I / O 割り当て解除状態である間に、フィールドデバイス 1 0 2 において 1 つ以上のコミッシュニングアクションを開始することを含む。1 つ以上のコミッシュニングアクションは、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に基づいて開始される。一実施例において、フィールドデバイス 1 0 2 の構成したデバイスプレースホルダーオブジェクトのインスタンスに保持または記憶した値によって示されるように、フィールドデバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態であることを検出すると、1 つ以上のコミッシュニングアクションが開始される（ブロック 3 5 8 ）。加えて、または代替的に、1 つ以上のコミッシュニングアクションは、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に記憶した情報またはデータのうちの少なくともいくつかを利用することができる。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 の名前（それは、例えば、フィールドデバイス 1 0 2 に対応するデバイスタグまたはデバイス信号タグとすることができる）を利用して、設置したデバイス 1 0 2 の識別情報を検証し、試験信号を生成することができる。別の実施例において、HART デバイス警告 3 2 8 及び HART デバイスアラーム構成 3 3 0 にポピュレートした値は、警告及び / またはアラームに対する挙動またはフィールドデバイス 1 0 2 を定義し、これらの予想される挙動は、1 つ以上のコミッシュニングアクションによって識別され、試験され、及び / または検証される。

10

【 0 1 1 7 】

随意のブロック 3 6 0 において、方法 3 5 0 は、デバイス 1 0 2 が I / O 割り当て状態に変更され、したがって、フィールドデバイス 1 0 2 が特定の I / O デバイス、特定の I / O チャネル、及び / または特定の I / O ノードに指定されたことを示すことを検出または判定することを含む。デバイス 1 0 2 が I / O 割り当て状態であることを検出したことに基づいて、1 つ以上の他のコミッシュニングアクションを開始することができ、これらの他のコミッシュニングアクションは、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成によって保持または記憶した情報またはデータのうちの少なくともいくつかを利用することができる。例えば、ループ 1 0 0 で行われる自動ループ試験は、フィールドデバイス 1 0 2 の自動ループ試験構成プロパティ 3 3 2 にポピュレートされ、プロセス制御ループ 1 0 0 の挙動を試験及び / または検証するためにフィールドデバイス 1 0 2 において生成される異なる信号レベルを示す値を利用することができる。

20

【 0 1 1 8 】

いくつかの実施形態において、方法 3 5 0 は、場合によりユーザインターフェースから方法 3 5 0 の開始コマンドを受信することを除いて、いかなるユーザ入力も必要することなく、または使用することなく、全体として実行される。例えば、方法 3 5 0 を開始するユーザコマンドを受信すると、いかなるユーザ入力の介在も伴わずに、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成が自動的に生成または定義され（例えば、ブロック 3 5 2 、 3 5 5 ）、また、いかなるユーザ入力の介在も伴わずに、生成したデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成を利用する 1 つ以上のコミッシュニングアクションが自動的に生成または定義される（例えば、ブロック 3 5 8 ）。

30

【 0 1 1 9 】

さらに、いくつかのシナリオにおいて、方法 3 5 0 は、異なるタイプのフィールドデバイス（例えば、センサ、弁、測定デバイスなど）を挙げることができる、複数のフィールドデバイス 1 0 2 に適用するように拡張される。例示的なシナリオにおいて、方法 3 5 0 のブロック 3 5 5 は、複数のフィールドデバイス 1 0 2 について（例えば、いかなるユーザ入力の介在も伴わずに、連続して、及び / または並行して）行われ、それによって、複数のフィールドデバイス 1 0 2 を I / O 抽象化状態でバルク構成する。実際に、一実施形態において、方法 3 5 0 全体は、（場合によりユーザインターフェースから開始コマンドを受信することを除いて）いかなるユーザ入力も必要することなく、または使用することなく、複数のフィールドデバイスについて自動的に行われる。すなわち、複数のフィールドデバイスの I / O 抽象化構成は、いかなるユーザ入力の介在も伴わずに、自動的に生成または定義され、生成した I / O 抽象化構成を利用する 1 つ以上のコミッシュニングアク

40

50

ションが、いかなるユーザ入力の介在も伴わずに、自動的に開始される。

【 0 1 2 0 】

フィールド環境におけるデバイス情報の分配

【 0 1 2 1 】

故に、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成は、デバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態である間に、及び / またはデバイス 1 0 2 を含むループ 1 0 0 がバックエンド環境 1 2 5 から通信的に切断されている間、様々なコミショニングアクティビティにおいて使用するために、フィールド環境 1 2 2 において利用することができる。フィールド環境 1 2 2 において、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に保持または含まれる情報のうちの少なくともいくつかを利用する 1 つまたはコミショニングアクティビティは、例えば、デバイス 1 0 2 が最初に設置されたとき、デバイス 1 0 2 において通信的な接続が利用できるとき（例えば、デバイスのポートでワイヤを受容する、デバイスの 1 0 2 の無線トランシーバを起動させる、など）、デバイス 1 0 2 が CHARM 1 1 0 a に通信的に接続されたときなどに、デバイス 1 0 2 において行うことができる。例えば、デバイスの I / O 抽象化構成を使用すると、デバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態である場合であっても、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化デバイス定義 3 0 8 に従う試験信号をデバイス 1 0 2 において入力して、その応答挙動を試験する。

10

【 0 1 2 2 】

そのため、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成は、フィールド環境 1 2 2 内の場所に記憶され、よって、フィールドコミショニングツール 1 3 5 は、その場所に保持または記憶した情報に容易にアクセスすることができる。例えば、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成の少なくとも一部分は、コミショニングデバイス 1 3 5 に、資産管理システム 1 3 2 に、及び / またはコミショニングデバイス 1 3 5 がアクセスできるいくつかの他のファイルもしくはデータストア 3 4 2 に、ローカルに記憶することができる。いくつかの実施形態では、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成の全体が、コミショニングデバイス 1 3 5 に、資産管理システム 1 3 2 に、及び / またはファイルもしくはデータストア 3 4 2 にローカルに記憶される。

20

【 0 1 2 3 】

加えて、いくつかのシナリオにおいて、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に記憶した情報のうちの少なくともいくつかは、フィールドデバイス 1 0 2 と関連付けられた、かつフィールド環境 1 2 2 におけるランタイム動作のために設置された（及び / または設置することを意図する）1 つ以上のコンポーネントに記憶するために分配されて、フィールドデバイス 1 0 2 が一部であるプロセス制御ループ 1 0 0 の他のコンポーネントなどの、工業プロセスの少なくとも一部分を制御する。デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に保持または記憶した一組の情報のうち、全般的に言えば、少なくとも、フィールドデバイス 1 0 2 の名前プロパティ値、短縮タグ（S T）、または他の固有の識別情報などの、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報が、受信側コンポーネント（複数可）において分配され、記憶される。いくつかのデバイスについて、及び / またはいくつかの受信側コンポーネントについて、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に記憶または保持した追加的な情報もまた、受信側コンポーネントのメモリに分配され、記憶される。典型的に、フィールドデバイスの I / O 抽象化構成の情報のうちの少なくともいくつかは分配される 1 つ以上のコンポーネントは、任意のユーザインターフェースデバイスを排除する（例えば、フィールドコミショニングツール 1 3 5、資産管理システム 1 3 2 のユーザインターフェース、及び他のユーザインターフェースデバイスを排除する）。

30

40

【 0 1 2 4 】

代わりに、いくつかのコミショニングシナリオにおいて、フィールドコミショニングデバイス 1 3 5 及び / または資産管理システム 1 3 2 は、デバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に記憶した情報（例えば、デバイス 1 0 2 の名前、及び随意に、他の情報）のうちの少なくともいくつかを、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された 1 つ以上の受信側コンポーネントにコピー、転送、または分配することができる。一実施例

50

において、フィールドコミッショニングデバイス 135 及び / または資産管理システム 132 は、(人間の支援の有無にかかわらず) 受信側コンポーネントとの有線または無線通信リンクまたは接続を確立し、そして、受信側コンポーネントのメモリに記憶するために確立した接続を介して、フィールドデバイス 102 の I / O 抽象化構成の所望の情報を受信側コンポーネントにコピー、転送、または別様には分配する。

【 0125 】

所望のフィールドデバイス 102 の I / O 抽象化構成情報の受信側コンポーネントへの分配は、任意の適切な電子通信技術または技法を利用することができる。そのような適切な電子通信技術の一例は、短距離無線条件プロトコル、例えば、RFID (無線周波数識別)、Bluetooth、NFC (近距離無線通信)、または、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる、本明細書と同時出願された「Method and System for Commissioning Process Control Hardware」という名称の米国特許出願第 15 / 291, 200 号 (代理人整理番号 06005 - 593481) において説明されるような、他の短距離無線通信プロトコルである。しかしながら、異なる短距離無線技術を異なる状況で利用することに留意されたい。例えば、受信側コンポーネントが (まだ) 電力投入されていないときに、RFID は、所望のフィールドデバイス 102 のデバイス構成情報を、ポータブルコミッショニングデバイス 135 または他のハンドヘルドデバイスから、受信側コンポーネントの外周またはいくつかの他の外周部分に取り付けられたメモリに転送するために使用することができ、一方で、受信側コンポーネントが電力投入されているときには、Bluetooth、Wi-Fi、または直接的な物理的ワイヤもしくはケーブルなどの別の技術を利用することができる。

【 0126 】

実際に、受信側コンポーネントが少なくとも部分的に電力投入され、内部メモリを含むときには、様々な無線及び / または有線技術を使用して、受信側コンポーネントに記憶するために、所望のフィールドデバイス 102 の構成情報を転送することができる。典型的に、これらの状況において、受信側コンポーネントは、受信側コンポーネントの有線または無線ポートを介して所望のデバイス 102 の構成情報を受信し、受信した情報を内部メモリに記憶するように構成された、ハードウェア、ソフトウェア、及び / またはファームウェアを含む。一実施例において、ポータブルコミッショニングデバイス 135 または他のハンドヘルドデバイスは、Bluetooth、NFC、または他の短距離無線プロトコルを利用して、フィールドデバイス 102 の所望のデバイス構成情報を、無線リンクを介して、受信側コンポーネントの無線ポートに伝送し、受信側コンポーネントは、受信した情報をその内部メモリに記憶させる。別の実施例では、 dongle または他の類似する有線通信インターフェースが、ポータブルコミッショニングデバイス 135 または他のハンドヘルドデバイスを、受信側コンポーネントのポートに確実にかつ一時的に接続し、該ポートは、デバイス 102 の所望の I / O 抽象化構成を、ポータブルコミッショニングデバイス 135 または他のハンドヘルドデバイスから、受信側コンポーネントに伝送し、そして、受信側コンポーネントは、受信した情報をその内部メモリに記憶させる。例えば、有線 dongle の第 1 の端部がポータブルコミッショニングデバイス 135 または他のハンドヘルドデバイスのポートに接続され、第 2 の端部が受信側コンポーネントに接続される。

【 0127 】

例示的なシナリオにおいて、フィールドデバイス 102 がスマートフィールドデバイス (例えば、フィールドデバイス 102 a、102 b) などであるときに、フィールドデバイス 102 の構成情報の受信側コンポーネントは、フィールドデバイス 102 自体である。スマートフィールドデバイスについて、所望のデバイス構成情報は、その内部メモリに直接記憶される。レガシーフィールドデバイス (例えば、デバイス 102 c、102 d) について、または所望に応じて、スマートフィールドデバイス 102 a、102 b について、フィールドデバイス 102 の所望の構成情報は、フィールドデバイス 102 に通信的に接続された (または接続されるべき) 別のコンポーネントまたはデバイス (例えば、フ

フィールドデバイス 102 がその一部であるプロセス制御ループ 100 に含まれるコンポーネント)のメモリに記憶され、それによって、構成情報をレガシーフィールドデバイス 102 のプロキシ場所に記憶する。一実施例において、フィールドデバイス 102 の構成情報は、フィールドデバイス 102 に物理的に接続されるが、CHARM 端子ブロック 150 または CIOC 145 にはまだプラグイン及び/または指定されていない、CHARM 110a に分配され、記憶される。別の実施例において、フィールドデバイス 102 の構成情報は、CHARM 110a と CHARM 端子ブロック 150 のそのスロットとの間に配置された CHARM エクステンダに分配され、記憶される。

【0128】

電子マーシャリングコンポーネント(例えば CHARM エクステンダ)のためのエクステンダの一実施例を図 5A に示す。図 5A は、フィールドデバイス 102 の CHARM 110a、CHARM エクステンダ 402、及び CHARM 端子ブロック 150 を含む、例示的な分解図 400 を例示する。全般的に言えば、CHARM エクステンダ 402 は、一方の端部において CHARM 110a に確実に取り付けることができ、もう一方の端部において CHARM 端子ブロック 150 のスロットに確実に取り付けることができる。例えば、図 5A に例示されるように、CHARM 110c は、CHARM エクステンダ 402 において確実に受容することができ、これを次に、CHARM 端子ブロック 150 において確実に受容することができる。CHARM 110a、CHARM エクステンダ 402、及び CHARM 端子ブロック 150 が互いに確実に取り付けられたときに、CHARM エクステンダ 402 を通した CHARM 110a から CHARM 端子ブロック 150 への信号経路が確立される。

【0129】

CHARM エクステンダ 402 は、デバイス 102 の構成情報(デバイスのシステムタグ及び/または他の所望の情報など)のうちの少なくともいくつかを記憶することができる、オンボードまたは内部メモリ 405 を含む。いくつかの構成において、CHARM エクステンダ 402 は、ソースからの(例えば、フィールドコミッショニングデバイス 135 及び/または資産管理システム 132 からの)デバイスの構成情報の読み出しまたは受信を可能にするためのプロセッサ 408、及びメモリ 405 へのデバイスの構成情報の記憶装置を含む。いくつかの構成において、多数の CHARM エクステンダ 402 は、例えば、レガシーデバイス 102 の追加的なメモリストレージ能力を提供するために、または他の理由で、CHARM 110a とその端子ブロック 150 との間に配置され、相互接続される。

【0130】

1 つ以上の受信側コンポーネントのメモリに記憶するために、フィールドデバイス 102 の構成情報のうちの少なくともいくつかを分配することに関する上の議論は、受信側コンポーネントがフィールド環境 122 内に設置された後に行うが、他のシナリオにおいて、所望のフィールドデバイス 102 のデバイス構成情報は、受信側コンポーネントがフィールド 122 内に設置される前の任意のときに、受信側コンポーネントのメモリに記憶されることに留意されたい。例えば、所望のフィールドデバイス 102 の構成情報は、例えば工場において、受信側コンポーネントに予め構成される。別の実施例において、所望のフィールドデバイス 102 の構成情報は、フィールド環境 122 内に受信側コンポーネントを物理的に設置する前に、フィールド環境 122 のステージング領域の受信側コンポーネントのメモリにロードすることができる。

【0131】

さらに、所望のフィールドデバイス 102 の構成情報をフィールドデバイス 102 自体に、またはそのプロキシに分配することに加えて、フィールドデバイスの構成情報は、フィールドデバイス 102 と関連付けられた他のコンポーネントに(例えば、フィールドデバイス 102 と共にプロセスループ 100 内に含まれる他のコンポーネントに)記憶するように、自動的に分配することができる。該追加的な受信側コンポーネントへの自動分配は、1 つ以上の他の条件によってトリガーすることができる。例えば、フィールドデバイ

スの構成情報の別のコンポーネントへの自動分配は、フィールドデバイス102と他のコンポーネントとの間に確立された接続の検出によってトリガーすることができ、及び/または自動分配は、フィールドデバイス102において行われる1つ以上のコミッショニングアクションの完了が成功した時点でトリガーすることができる。いくつかのコンポーネントへの自動分配は、フィールドデバイス102がI/O割り当て解除状態である間に生じさせることができ、他のコンポーネントへの他の自動分配は、フィールドデバイス102がI/O割り当て状態に移行した後に生じさせることができる。実際に、フィールドデバイス102のI/O割り当て状態への移行は、それ自体が、フィールドデバイスの構成情報の1つ以上のコンポーネントへの自動分配をトリガーすることができる。一般に、しかし排他的ではなく、フィールドデバイスの構成情報の自動分配は、フィールド環境122 10
22内の上流方向において行われ、例えば、フィールドデバイス102により近いコンポーネントから、フィールドデバイス102からより遠く離れているがバックエンド環境125により近いコンポーネントに向かって分配される。

【0132】

上で論じた分配概念は、本開示のこれらの及び他の技術を利用する例示的なコミッショニングシナリオによって例示される。この例示的なシナリオにおいて、スマートフィールドデバイス102は、プロセスプラント5のフィールド環境122内に設置されているが、いかなる他のデバイスにもまだ接続されていない。フィールドオペレータは、ハンドヘルドフィールドコミッショニングツール135を利用して、資産管理システム132からデータを取得し、デバイスブレースホルダーオブジェクト300のインスタンスを構成し、それによって、スマートデバイス102のI/O抽象化構成を定義する。デバイス102のI/O抽象化構成は、デバイス102を示す短縮タグを含むが、短縮タグ(ST)は、資産管理システム132に記憶したロングタグ(LT)(例えば、デバイスのHARTタグ)から自動的に導出されている。この例示的なシナリオにおいて、デバイス102のI/O抽象化構成(またはそのコピー)は、フィールドデバイス102を含むプロセスプラント5の一部分のコミッショニング中に使用するために、フィールドコミッショニングデバイス135に記憶される。 20

【0133】

フィールドオペレータは、フィールドコミッショニングツール135、及びフィールドデバイス102のI/O抽象化デバイス構成に保持または記憶した情報のうちの少なくともいくつかを使用することによって、フィールドデバイス102において1つ以上のコミッショニングアクションを行う。例えば、オペレータは、コミッショニングデバイス135を利用して、デバイスのI/O抽象化構成情報に保持または記憶したデバイス識別情報を、物理的に設置したデバイス102に取り付けられたラベル(RFIDタグまたは貼着されたラベル)に記載された、または物理的に設置したデバイス102のケーブルに取り付けられたタグまたはラベルに提供された識別情報と比較/検証する。識別情報の検証の成功に応じて、フィールドコミッショニングツール135は、フィールドデバイス102の短縮タグ(ST)(及び随意に、他の情報)を、フィールドデバイス102の内部メモリにおけるオンボード記憶のために、フィールドデバイス102に分配する。分配は、フィールドコミッショニングツール135でのフィールドオペレータの手動コマンドによってトリガーすることができ、または分配は、自動的に、例えばフィールドデバイスの識別情報の検証の成功を検出した時点で、フィールドコミッショニングデバイス135またはフィールドデバイス102によって自動的にトリガーすることができる。 30
40

【0134】

加えて、1つ以上の他のコミッショニングアクティビティは、フィールドデバイス102がスタンドアロン(したがって、I/O割り当て解除)状態である間に、フィールドデバイス102において行って、デバイス102が予想通りに動作していること、例えば電力投入、電力遮断、リセット、ハード及びソフトリスタートなどを行っていることを検証する。これらのコミッショニングアクションまたはアクティビティのうちのいくつかは、フィールドコミッショニングデバイス135をフィールドデバイス102のポートに接続 50

すること、及びシミュレーションしたコミッショニングデバイス135からの信号を、そのポートを介して送信して、フィールドデバイスの結果として生じた挙動を検証することを含むことができる。シミュレーションした信号は、フィールドコミッショニングデバイス135が利用できる、デバイス102のI/O抽象化構成に従うフォーマットとすることができる。

【0135】

例示的なシナリオをさらに続けると、初期ラウンドのコミッショニングアクション/アクティビティが、スタンドアロンのデバイス102に対して行われた後に、フィールドオペレータは、次いで、デバイス102を別のコンポーネント(例えば、デバイス102のプロセス制御ループ100に含まれる別のコンポーネント)に接続し、2つの接続されたコンポーネントの組み合わせに対して1つ以上のコミッショニングアクションまたはアクティビティを行う。例えば、フィールドオペレータは、ワイヤまたはケーブルの一方の端部をスマートデバイス102のポートに接続し、ワイヤまたはケーブルのもう一方の端部をCHARM110aに接続し、それによって、スマートデバイス102をCHARM110aに接続する。したがって、CHARM110aが(通信経路の観点から)フィールドデバイス102よりもバックエンド環境125に近いので、CHARM110aは、デバイス102の「上流に」配置されているとみなされる。スマートデバイス102とCHARM110aとの接続の確立を検出した時点で、フィールドデバイス102の内部メモリに記憶したデバイス構成情報(例えば、デバイス102の短縮タグ(ST)及び随意に他の情報)のうちの少なくともいくつか、例えば情報を上流のCHARM110aに自動的にプッシュすることによって、または上流のCHARM110aが情報をスマートフィールドデバイス102から自動的にプルすることによって、上流のCHARM110aの内部メモリに自動的に分配される。そのため、デバイスの構成情報は、現在、CHARM110a及びスマートデバイス102の両方において利用することができ、また、CHARM110a及びスマートデバイス102の両方が関係する1つ以上のコミッショニングアクション、ならびに他のコミッショニングアクションまたはアクティビティが行われている間、CHARM110a及びスマートデバイス102の両方がそれぞれ利用することができる。CHARM110a及びスマートデバイス102の両方が関係する例示的なコミッショニングアクティビティとしては、フォーマット、忠実性、信号強度などを検証するために、CHARM110aとスマートデバイス102との間で、デバイスの構成情報によって示されるフォーマットに従って信号またはメッセージを送信すること、及び/またはCHARM110aにおいてデバイスの構成情報に従ってシミュレーションしたCIOC信号を注入して、フィールドデバイス102の結果として生じた挙動を試験することが挙げられる。

【0136】

さらに、フィールドデバイス102の構成情報の自動上流分配、及び分配した構成情報のコミッショニングデバイスでの使用は、フィールドデバイス102がI/O割り当て解除状態である間、フィールド環境122がバックエンド環境125から通信的に切断されている間、及び/またはループ(またはその一部)100がバックエンド環境125から通信的に切断されている間にだけ生じさせる必要はない。例えば、例示的なシナリオを続けると、最初にスマートデバイス102に分配され、その後CHARM110aに分配されたデバイス102の構成情報のコンテンツは、デバイス102の短縮タグ、ならびにCHARM110aがプラグイン/挿入されるバンク及びスロットを含む。CHARM110aがCHARM端子ブロック150にプラグインされると、フィールドデバイス102に対応し、CHARM110aに記憶した、記憶したバンク及びスロット情報を使用して、CHARM110aが正しい場所にプラグインされたことを検証することができる。加えて、CHARM110aをCHARM端子ブロック150にプラグインした時点で、フィールドデバイス102の構成情報(例えば、短縮タグ(ST)及び随意に他の情報)が、CHARMキャリア142のメモリに自動的に分配され、記憶される。例えば、フィールドデバイス102の構成情報は、CHARMキャリア142に対して自動的にブルマ

たはプッシュすることができ、C I O C 1 4 5 のコミッショニングは、C H A R M キャリア 1 4 2 のメモリに記憶したフィールドデバイス 1 0 2 の構成情報を利用することができる。

【 0 1 3 7 】

当然ながら、短縮タグなどのデバイス構成情報及び他の情報の分配はまた、フィールドデバイス 1 0 2 とのランタイム動作のために設置された（または設置されるべき）コンポーネントによって自動的に検知し、分配するのではなく、フィールド通信デバイス 1 3 5 から上流のコンポーネントに直接分配することもできる。例えば、フィールドオペレータは、フィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 を利用して、例えばデバイス構成情報を C H A R M 1 1 0 a、C H A R M エクステンダ 4 0 2、及びフィールドデバイス 1 0 2 に分配するための上で論じた様態に類似する様態で、多数のフィールドデバイスの構成情報を C H A R M キャリア 1 4 2 または C I O C 1 4 5 のメモリにバルクロードすることができる。

10

【 0 1 3 8 】

例示的なコミッショニングアクティビティ

【 0 1 3 9 】

したがって、この議論を考慮すると、本明細書で説明される新規なスマートコミッショニング技術のうちの 1 つ以上の使用することによって、個々のフィールドデバイス、コンポーネント、及びプロセス制御ループの様々な部分を、それぞれが設置され、相互接続されたときにコミッショニングすることができる。加えて、本明細書で説明される新規なスマートコミッショニング技術は、ループ全体が設置され、コミッショニングされるのを待機することを必要とするのではなく、プロセス制御ループのデバイス、コンポーネント、及び一部分をそれぞれコミッショニングするときに、ループ関連のコミッショニングアクティビティの漸増的または区分的な実現形態を可能にする。

20

【 0 1 4 0 】

例えば、アズビルトリスト、アズビルトループ図、アズビルトループマップ、及びアズビルトドキュメンテーションの一部分を、ループ 1 0 0 の個々のデバイス、コンポーネント、及び一部分がそれぞれコミッショニングされるときに、漸増的に生成することができる。従来のコミッショニングでは、専門のソフトウェアアプリケーションをプロセス制御システム 5 内に提供しなければならないので、及び典型的に、ループがコミッショニングされ、かつプロセスプラント 5 のバックエンド環境 1 2 5 に接続された後にだけ、アズビルトのリスト、図、マップ、及びドキュメンテーションを生成することができるので、アズビルトのリスト、図、マップ、及びドキュメンテーションを生成することは困難である（本明細書の読み取りを容易にするために、アズビルトリスト、アズビルトループ図、アズビルトループマップ、及びアズビルトドキュメンテーションは、一般に、「アズビルト情報」と称される。したがって、「アズビルト情報」という用語は、本明細書で使用されるときに、任意の数の個々の及び／または組み合わせた、アズビルトリスト、アズビルトループ図、アズビルトループマップ、及び／またはアズビルトドキュメンテーションを指す。）。

30

【 0 1 4 1 】

しかし、スマートコミッショニングによって与えられるように、アズビルトループ情報の一部分をローカルかつ漸増的に生成することは、従来のコミッショニングの制限及び遅延を取り除く。代わりに、アズビルトループ情報は、ループ 1 0 0 がプロセスプラント 5 のバックエンド環境 1 2 5 から通信的に切断されている（該バックエンド環境にまだ通信的に接続されていない）間に、ローカルかつ漸増的に生成される。例えば、アズビルト情報の一部分は、フィールドデバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態である間に、コントローラ 1 2 0 が I / O キャビネット 1 1 5 に物理的に接続される前に、フィールドデバイス 1 0 2 が特定の I / O カード 1 0 8 に指定される前に、及び／またはプロセスループ 1 0 0 またはプラント 5 をコミッショニングする他の類似する暫定的な状態である間に、ローカルに生成される。アズビルト情報のローカルな生成は、プロセスプラントがモジュー

40

50

ル的に構築されるときに、例えば、プロセスプラントの様々な一部分が、プラントサイトにおいてまとめられてプロセスプラント5に全体として統合される前に、異なる物理的な場所で別々に構築されるときに、特定の有用性を有し、また、特定の利点を提供する。アズビルト情報のローカルな生成はまた、プロセスプラントのオンライン動作を途絶または遅延させることなく、新しいループをコミショニングすることができるので、新しいループがオンラインプロセスプラントに加えられるときにも、特定の有用性を有し、また、特定の利点を提供する。一般に、アズビルト情報のローカルな生成は、所望に応じて、異なる物理的な場所でコミショニングループを行うことを可能にし、したがって、プラントサイトにおいてシステム全体のコミショニングを行うために必要とされる時間及び人 - 時間を節減する。

10

【0142】

図5Bは、ループがプロセスプラント5のバックエンド環境125から通信的に切断されている（例えば、該バックエンド環境にまだ通信的に接続されていない）間に、アズビルトループ情報をローカルに生成するための例示的な方法420の流れ図である。例えば、方法420の少なくともいくつかの部分は、ループが、プロセスプラント5のフィールド環境122内に、またはオフサイトのステージング領域に構築され、コミショニングされている間に実行することができる。方法420の少なくとも一部分は、一実施形態において、（図5Cに関してより詳細に説明される）ローカルなアズビルトループ情報生成器によって行うことができ、方法420は、それ自体が議論を容易にするために下で説明され、限定を目的とするものではない。典型的に、必ずしもそうではないが、方法420は、例えば、フィールドコミショニングデバイス135によって、及び/または資産管理システム132によって、プロセスプラント5のフィールド環境122において実行される。さらに、議論を容易にするためのものであり、限定を目的とするものではなく、方法420は、図1～図5Aを同時に参照して下で説明する。

20

【0143】

ブロック422で、方法420は、例えば1つ以上のそれぞれのコミショニングアクティビティの完了に基づいて、プロセス制御ループ100の第1の部分が検証された旨の指示を取得することを含む。例えば、ローカルなアズビルトループ情報生成器は、プロセス制御ループ100の第1の部分がフィールドコミショニングツール135または資産管理システム132から検証された旨の指示を取得する（ブロック422）。

30

【0144】

方法420はまた、構築するときにはプロセス制御ループの第1の部分をその中で示すまたは説明する、アズビルトI/Oリストの第1の部分を生成することを含む（ブロック425）。ブロック428で、生成したアズビルトI/Oリストの第1の部分が、例えば、フィールドコミショニングツール135に、資産管理システム132に、アズビルト情報生成器がアクセスすることができる1つ以上のデータストア342に、及び/またはいくつかの他の適切なメモリまたはデータに記憶される。所望に応じて（ブロック430）、ブロック422～428は、それぞれのコミショニングアクションまたはアクティビティを介してその後の部分がそれぞれ検証されるときに、プロセス制御ループ100のその後の部分について繰り返すことができる。

40

【0145】

方法420は、随意に、アズビルトI/Oリストの記憶した部分に基づいて、他のタイプのアズビルト情報を生成し、記憶することを含むことができる（ブロック432）。例えば、アズビルトI/Oリストのそれぞれの部分に対応するI/Oループ図またはマップの部分は、アズビルトI/Oリスト自体の各部分が生成され（425）、記憶され（428）たときに漸増的に、または記憶したアズビルトI/Oリストの多数の部分のバッチについて、生成し、記憶する（432）ことができる。同様に、アズビルトI/Oループ図またはマップのそれぞれの部分に対応するアズビルトI/Oドキュメンテーションの部分は、アズビルトI/O図またはマップの各部分が生成され、記憶されたときに漸増的に、または記憶したアズビルトI/O図またはマップの多数の部分のバッチについて、生成し

50

、記憶する（４３２）ことができる。

【０１４６】

ブロック４３５で、方法４２０は、ローカルに生成したアズビルトＩ／Ｏ情報を、プロセス制御システム５のバックエンド環境１２５に提供することを含む。ローカルに生成したアズビルトＩ／Ｏ情報は、例えば手動及び／または外部のネットワーク転送を介して、ループ１００がバックエンド環境１２５から通信的に切断されている間に、プロセス制御システム５のバックエンド環境１２５に提供することができる（ブロック４３５）。一実施例では、ループ１００がバックエンド環境１２５から通信的に切断されている間に、ローカルに生成したアズビルトＩ／Ｏ情報が、フィールドコミッシングツール１３５または資産管理システム１３２から、プロセスプラント５のバックエンド環境１２５に含まれる集中データベースまたはデータストア１２８にダウンロードされる。アズビルトＩ／Ｏ情報は、漸増的な状態で、例えばアズビルトＩ／Ｏ情報の各部分が生成されたときに、またはアズビルトＩ／Ｏ情報の多数の部分を含むバッチにおいて、バックエンド環境１２５に提供することができる（ブロック４３５）。

10

【０１４７】

別の実施例において、ローカルに生成したアズビルトＩ／Ｏ情報は、ループ１００をプロセスプラント５のバックエンド環境１２５に接続した時点で、プロセス制御システム５に自動的に提供される（例えば、プロセス制御システム５のコントローラ１２０及び１つ以上の内部ランタイム通信ネットワークを介して自動的に提供される）。例えば、ループ１００のバックエンド環境１２５への通信的な接続の確立を検出した時点で、フィールド環境１２２において生成し、記憶したアズビルトＩ／Ｏ情報の少なくとも一部分が、ループの通信的な接続を介して、バックエンド環境１２５に自動的に提供される。バックエンド環境１２５では、例えばオペレータワークステーション７１を介して、プロセス制御システム５は、ループ１００の部分を、ならびにループ１００全体として試験、トラブルシューティング、及び視覚化するために、ローカルに生成したアズビルトＩ／Ｏループ情報を利用することができる。例えば、アズビルトループ図またはマップを利用して、ループ１００全体を試験し、検証することができる。

20

【０１４８】

図５Ｃは、例示的なローカルアズビルトループ情報生成器４５０のブロック図を表す。一実施形態において、ローカルアズビルトループ情報生成器４５０は、ローカルループ情報生成デバイスまたは装置４５２に含まれるか、または実装され、該ローカルループ情報生成デバイスまたは装置は、Ｉ／Ｏキャビネット１１５内に収容したフィールドコミッシングツール１３５、資産管理システム１３２、Ｉ／Ｏ端子ブロック１０５、Ｉ／Ｏカード１０８、及び／または任意の他のコンポーネントに、少なくとも部分的に収容または実装することができる。一実施例において、ローカルループ情報生成デバイスまたは装置４５２は、Ｉ／Ｏキャビネット１１５内に収容され、そのため、ローカルアズビルトループ情報生成器４５０は、参照番号４５５で示されるように、同じくキャビネット１１５内に収容されるループ１００の他のコンポーネントに通信的に接続される。別の実施例において、ローカルループ情報生成デバイスまたは装置４５２は、フィールドコミッシングツール／ポータブルデバイス１３５に少なくとも部分的に含まれるか、または実装され、結果的に、ローカルアズビルトループ情報生成器４５０は、参照番号４５５で示されるように、フィールド環境１２２内に配置されたフィールドデバイス１０２に、Ｉ／Ｏカード１０８に、及び／または任意の他のコンポーネントに（例えば有線及び／または無線の様態で）通信的に接続することができる。

30

40

【０１４９】

ローカルアズビルトループ情報生成器４５０は、（ｉ）有形の不揮発性メモリに記憶され、プロセッサによって実行することができる一組のコンピュータ実行可能命令、（ｉｉ）実行可能ファームウェア命令、及び／または（ｉｉｉ）ループ１００が設置され、コミッシングされているフィールド環境１２２においてローカルに実行される実行可能ハードウェア命令を備えることができる。ローカルアズビルトループ情報生成器４５０を備

50

える命令は、例えば、方法 4 2 0 の少なくとも一部分を行うように実行することができる。

【 0 1 5 0 】

さらに、ローカルループ情報生成デバイスまたは装置 4 5 2 は、ローカルに生成したアズビルトループ情報が記憶され、ループ情報生成器 4 5 0 がアクセスすることができる、ループ情報記憶領域 4 5 8 を含むことができる。例えば、ループ情報記憶領域 4 5 8 は、フィールドデバイス 1 0 2 の内部メモリ、I / Oカード 1 0 8、キャビネット 1 1 5 に常駐する他のメモリに含むことができる。加えて、または代替的に、ループ情報記憶領域 4 5 8 は、フィールドコミッショニングツール 1 3 5 の内部メモリ、資産管理システム 1 2 3 のメモリ、及び / またはデータストア 3 4 2 に含むことができる。

10

【 0 1 5 1 】

図 6 は、プロセスプラント 5 をコミッショニングする例示的な方法 4 6 0 を表し、該方法は、フィールド環境内に配置された資産管理システムもしくは他のシステム 1 3 2 によって、1 つ以上のフィールドコミッショニングデバイス 1 3 5 によって、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された 1 つ以上のループコンポーネント 1 0 2、1 0 5、1 0 8、1 1 0、1 2 0 によって、ならびに / またはプロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置された任意の他の適切なコンポーネント、デバイス、及び / もしくは装置によって、少なくとも部分的に行うことができる。例示を容易にするためのものであるが、限定を目的とするものではなく、方法 4 6 0 は、図 1 ~ 図 5 B を同時に参照して説明する。全般的に言えば、必ずしもそうではないが、方法 4 6 0 の少なくとも一部分（及びいくつかの状況では、方法 4 6 0 の全体）は、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内で、例えばフィールド環境 1 2 2 のステージング領域において、及び / またはフィールド環境 1 2 2 の設置領域において実行する。

20

【 0 1 5 2 】

ブロック 4 6 2 で、方法 4 6 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態である間に、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を取得することを含む。上で論じたように、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 割り当て解除状態は、フィールドデバイス 1 0 2 が任意の特定の I / Oカード 1 0 8 に指定されていない（例えば、まだ指定されていない）ことを示す。フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報は、典型的に（必ずしもそうではないが）、プロセスプラント 5 のフィールドデバイス 1 0 2 を識別するシステムタグを含む。システムタグは、例えば、フィールドデバイス 1 0 2 を示すデバイスタグまたはデバイス信号タグとすることができ、また、フィールドデバイス 1 0 2 のソースタグから自動的に導出したものとすることができる。

30

【 0 1 5 3 】

一実施例において、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を取得すること（ブロック 4 6 2）は、例えば、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内に配置されたフィールドコミッショニングツール 1 3 5 または資産管理システム 1 3 2 から、フィールドデバイス識別情報を受信することを含む。別の実施例において、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を取得すること（ブロック 4 6 2）は、フィールド環境 1 2 2 内に配置されたデータストア 3 4 2 にアクセスして、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を取得することを含む。いくつかのシナリオにおいて、フィールドデバイス 1 0 2 に対応する追加的な情報は、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報と併せて取得される（ブロック 4 6 2）。例えば、フィールドデバイス 1 0 2 に関連する CHARM 1 1 0 a に対応するキャビネット 1 1 5 のバンク及びスロット、フィールドデバイス 1 0 2 の I / O 抽象化構成に含まれる選択した情報、及び / またはフィールドデバイス 1 0 2 に対応する他の情報は、フィールドデバイスの識別情報と併せて取得される（ブロック 4 6 2）。

40

【 0 1 5 4 】

ブロック 4 6 5 で、方法 4 6 0 は、フィールドデバイス 1 0 2 が I / O 割り当て解除状態である間に、取得したフィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を、フィールドデバイス 1 0 2 が一部であるプロセス制御ループ 1 0 0 のコンポーネントのメモリに記憶することを

50

含む。随意に、ブロック 4 6 5 は、加えて、フィールドデバイスの識別情報と併せて取得した（ブロック 4 6 2）、フィールドデバイス 1 0 2 に対応する任意の他の情報を記憶することを含む。

【 0 1 5 5 】

フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報が記憶される（ブロック 4 6 5）コンポーネントは、フィールドデバイス 1 0 2 がスマートデバイスであり、かつオンボードメモリを含むときなどに、フィールドデバイス 1 0 2 自体とすることができる。非スマートフィールドデバイスについて、または所望に応じてスマートフィールドデバイスについて、コンポーネントは、CHARM 1 1 0 a、CHARM エクステンダ 4 0 2、または同じくループ 1 0 0 に含まれるフィールドデバイス 1 0 2 の他の上流のコンポーネントなどの、フィールドデバイス 1 0 2 のプロキシとすることができる。

10

【 0 1 5 6 】

ブロック 4 6 8 で、方法 4 6 0 は、記憶したフィールドデバイス 1 0 2 の識別情報（及びフィールドデバイスの識別情報と併せて記憶した任意の情報）を、プロセスプラント 5 のフィールド環境 1 2 2 内のフィールドデバイス 1 0 2 に通信的に接続され、フィールドデバイス 1 0 2 が一部であるループ 1 0 0 に含まれる第 2 のデバイスに分配することを含む。フィールドデバイス識別情報は、コンポーネントから第 2 のデバイスに分配され（4 6 8）、よって、分配されたフィールドデバイス識別情報は、フィールドデバイス 1 0 2 及び第 2 のデバイスの両方を含むプロセス制御ループ 1 0 0 の一部分をコミショニングする際に使用することができる。典型的に、必ずしもそうではないが、第 2 のデバイスは、フィールドデバイス 1 0 2 の上流にあり、また、分配されたフィールドデバイス 1 0 2 の識別情報が書き込まれるか、または記憶されるオンボードメモリを含む。例えば、フィールドデバイスの識別情報が記憶される（ブロック 4 6 5）コンポーネントがCHARM エクステンダ 4 0 2 であるときに、第 2 のデバイスは、CHARM 端子ブロック 1 5 0 またはCHARM キャリア 1 4 2 とすることができる。

20

【 0 1 5 7 】

いくつかのシナリオにおいて、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を、該識別情報を記憶したコンポーネントから第 2 のデバイスに分配すること（ブロック 4 6 8）は、フィールドデバイス 1 0 2 と第 2 のデバイスとの間の通信的な接続の確立を検出した時点で、記憶したフィールドデバイス識別情報を自動的に分配することを含む。例えば、スマートフィールドデバイス 1 0 2 とそのCHARM 1 1 0 a との間に有線接続が確立されたことを検出した時点で、例えばフィールドデバイス識別情報をCHARM 1 1 0 a に自動的にプルすることによって、またはスマートフィールドデバイス 1 0 2 からフィールドデバイス識別情報を自動的にプッシュすることによって、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報が、スマートフィールドデバイス 1 0 2 からCHARM 1 1 0 a に自動的に分配される。

30

【 0 1 5 8 】

いくつかのシナリオにおいて、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報を、該識別情報を記憶したコンポーネントから第 2 のデバイスに分配すること（ブロック 4 6 8）は、フィールドデバイスにおいて行われるコミショニングアクションが完了した時点で、記憶したフィールドデバイス識別情報を自動的に分配することを含む。例えば、スマートフィールドデバイス 1 0 2 において行われるコミショニングアクションの完了の検出を受信した時点で（例えば、フィールドオペレータが、コミショニングアクションの完了を電子的にサインオフする、またはフィールドコミショニングツール 1 3 5 が、コミショニングアクションの成功結果を自動的に記録する）、フィールドデバイス 1 0 2 の識別情報が、例えばフィールドデバイス識別情報をCHARM 1 1 0 a に対して自動的にプッシュまたはプルすることによって、スマートフィールドデバイス 1 0 2 からCHARM 1 1 0 a に自動的に分配される。

40

【 0 1 5 9 】

随意のブロック 4 7 0 において、方法 4 6 0 は、第 2 のデバイスに記憶したフィールドデバイス 1 0 2 の識別情報（及びフィールドデバイスの識別情報と併せて記憶した任意の

50

情報)を、プロセスプラント5のフィールド環境122内の第2のデバイスに通信的に接続された第3のデバイスに分配することを含む。典型的に、必ずしもそうではないが、フィールドデバイス102、第2のデバイス、及び第3のデバイスは、プロセス制御ループ100に含まれる。フィールドデバイス識別情報は、第2のデバイスから第3のデバイスに分配され(470)、よって、分配されたフィールドデバイス識別情報は、プロセス制御ループ100の別の一部分、例えばフィールドデバイス102、第2のデバイス、及び第3のデバイスを含むループ100の一部分をコミショニングする際に使用することができる。典型的に、必ずしもそうではないが、第3のデバイスは、第2のデバイスの上流にあり、また、分配されたフィールドデバイス102の識別情報が書き込まれるか、または記憶されるオンボードメモリを含む。一実施例において、フィールドデバイス102の識別情報は、第2のデバイスと第3のデバイスとの間の通信的な接続の確立の第3の検出に応じて、第2のデバイスから第3のデバイスに自動的に分配することができる。別の実施例において、フィールドデバイス102の識別情報は、通信的に接続したフィールドデバイス102と第2のデバイスに対して行ったコミショニングアクションの完了の指示を受信した時点で、第2のデバイスから第3のデバイスに自動的に分配される。

【0160】

随意のブロック472において、方法460は、フィールドデバイス102がI/O割り当て解除状態からI/O割り当て状態に変化したことを検出することを含み、ここで、I/O割り当て状態とは、フィールドデバイスが、特定のI/Oデバイス108を介して通信するように指定されていることを示す。フィールドデバイス102がI/O割り当て状態であることを検出した時点で、方法460のブロック472は、記憶したフィールドデバイス102の識別情報を、プロセスプラント5のバックエンド環境125に記憶したそれぞれのフィールドデバイス102の識別情報と同期させることを含む。例えば、フィールドデバイス102のそれぞれのコントローラ120への通信経路が、現在、指定された特定のI/Oデバイスを介しており、それによって、ループ100をバックエンド環境と通信的に接続するように定義されているので、フィールド環境122に記憶したフィールドデバイス102の識別情報を、該通信経路を介して、プロセスプラント5のバックエンド環境125に知られているフィールドデバイス102の識別情報と同期させることができる。同期中に不一致が発見された場合は、オペレータワークステーション71、コミショニングツール135、138、及び/またはいくつかの他のオペレータインターフェースにおいて警告を生成し、提示することができる。加えて、または代替的に、不一致を緩和するステップを自動的にとることができる。同期化プロセスのこれらの及び他の態様は、後に続く本開示の節においてさらに詳細に説明される。

【0161】

加えて、上で述べたように、様々な構成及びコミショニングアクティビティを、フィールドデバイス122において行う、上で説明したコミショニングアクティビティの少なくともいくつかと同時に、または並行してバックエンドシステム125において開始し、行うことができる。このバックエンドシステム125の並行のコミショニングは、例えば、フィールド設備がコントローラもしくは他のバックエンドシステムのデバイスに設置される、もしくは接続される前に、ならびに/またはI/Oカード及び/もしくはチャネルがフィールド設備をコントローラに接続し、バックエンド装置が指定される、構成される、もしくは割り当てられる前に、(最終的には、コントローラに、またはバックエンドシステムのコンピュータデバイスのうちの1つに実装される)制御ルーチン、通信ルーチン、シミュレーションルーチン、ユーザインターフェイスルーチンなどを開発し、試験することを可能にする。

【0162】

全般的に言えば、プラントのコミショニングプロセス中に、プラントのオンライン動作中に走らせるまたは実行する様々なアプリケーション及びモジュールを、作成する、構成する、及びコミショニングすることが必要である。そのようなアプリケーションまたはモジュールとしては、例えば、制御モジュール(例えば、プラントコントローラまたは

フィールドデバイスに実装される制御ルーチン)、安全システムモジュール(例えば、プラントにおいて安全論理ソルバー内の安全システム機能またはS I S機能を実行する、安全システム論理モジュール)、制御及び安全アプリケーションインタフェース(バックエンド環境125内の様々なユーザインタフェースデバイスにおいて実行して、プラントの動作中に、制御及び安全オペレータを制御及び安全システムとインタフェースすることを可能にする)、通信モジュール(他のモジュール及びデバイスが、フィールド環境122内のデバイスと通信することを可能にする)、資産管理モジュール及びアプリケーション(保守人員が使用して、プラント内のフィールド設備と通信し、フィールド設備を追跡、修理し、また、いくつかの事例では制御する)、シミュレーションモジュール(シミュレーション環境において、制御モジュール及びユーザインタフェースモジュールなどの様々な他のモジュール及びアプリケーションを実行して、これらのモジュールの動作の試験、ユーザの訓練などを行う)、データベースモジュール(プラント設備からデータを収集し、記憶する)、分析モジュール(プラントからのデータに対して解析を行う)、などが挙げられる。

【0163】

重要なことに、これらのモジュール、アプリケーション、ユーザインタフェースプログラムなどは、典型的に、プラント内の様々なフィールドデバイス及び他のフィールド設備と通信するが、そうするためには、一般に、特定のフィールドデバイスにどのように到達するのか(すなわち、フィールドデバイスと通信するために使用するI/O通信経路)を知るための十分な情報によって構成しなければならない、また、一般に、デバイス自体と互換性のある状態でフィールドデバイスと通信するようにプログラムしなければならない。すなわち、バックエンド環境125内のモジュール、アプリケーション、またはユーザインタフェースプログラムなどは、デバイスがプラントフィールド環境122内で接続されているときに、デバイスと適切に通信できるようにするために、デバイスのタイプ及びデバイスの能力(例えば、どのような通信または設計プロトコルがデバイスに準拠するか、どのような情報をデバイスから入手することができるか、どのようなアクションまたはデータ要求をデバイスに送信することができるか、どのような限度または範囲をデバイスが有するか、どのような信号をデバイスから入手することができるか、またはデバイスによって作成することができるか、など)を知っていなければならない。過去において、この構成及びコミッシング情報は、プロセス制御システムにおいてデバイス(またはデバイスと関連付けられた特定の信号)を一意的に定義し、また、構成したI/Oネットワークを介して、モジュール、アプリケーション、またはプログラムがデバイスと通信することを可能にする、デバイスのシステムタグを使用して、モジュール、アプリケーション、ユーザインタフェースプログラムなどに提供されていた。加えて、通信経路は、デバイスのシステムタグと関連付けられており、この通信経路は、フィールドデバイスに到達するためにトラバースすることが必要であるプラントのI/Oネットワークを通して経路を定義していた。この通信経路情報は、典型的に、モジュール、アプリケーション、プログラムなどに記憶され、またはバックエンドシステム125の構成データベースに記憶され、デバイスのシステムタグに基づいて必要なときにモジュール、アプリケーションプログラムなどに提供されていた。モジュール、アプリケーション、またはユーザインタフェースプログラムは、次いで、デバイスのシステムタグ及び/または通信経路情報を使用して、設置し、割り当てたI/Oネットワークを介して、フィールドデバイスと通信していた。しかしながら、全般的に言えば、フィールド設備のシステムタグ及び/または通信経路情報は、フィールド設備がフィールド環境122内に接続され、I/Oネットワークが(例えば、プロセスコントローラを介して)フィールド設備をバックエンドシステム125に実際に接続するように構成されるまで、これらのモジュール、アプリケーション、及びユーザインタフェースプログラムが利用できなかった(利用できたとしても、通信には使用できなかった)。さらに、システムタグ及び/または通信経路情報は、フィールド設備が設置され、プラント内のI/Oネットワークのうちの特定の1つを介して割り当てられたときに、フィールド設備と通信するためにだけしか使用することができない。

10

20

30

40

50

そのため、所望のまたは適切なフィールドデバイスと実際に通信するように適切に構成された、これらのモジュール、アプリケーション、及びプログラムを試験することができなかった。バックエンドモジュール、アプリケーション、及びプログラムは、フィールド設備がプラントに接続され、かつＩ／Ｏネットワークが構成され、割り当てられる前に、適切な動作について完全に試験することができなかった。具体的には、これらのモジュール、アプリケーション、及びプログラムを試験して、これらのエンティティが正しいフィールドデバイスまたは他のフィールド設備と通信するように構成されたこと、該エンティティが特定のデバイスとどのように通信するのに関して正しい構成情報を含んでいること、モジュール、アプリケーション、またはプログラムによって必要とされる情報または能力をデバイスが有しているかどうかを判定すること、などを確認することができなかった、または少なくとも極めて困難であった。このＩ／Ｏ接続要件は、それによって、コミッショニングの早期の段階中に、すなわち、Ｉ／Ｏネットワークが構成され、プラントのフィールドデバイスがＩ／Ｏネットワークの特定のカード及び／またはチャネルに割り当てられる前に、バックエンド環境１２５内で走らせる様々なモジュール、アプリケーション、及びプログラムを完全に開発し、試験することを困難にしていた。

10

【０１６４】

図７Ａは、フィールド設備がプラント内の様々なＩ／Ｏネットワークカード及び／またはチャネルに接続される、及び／または割り当てられる前に、バックエンドシステムを（少なくとも部分的に）作成すること、試験すること、構成すること、及びコミッショニングすることを可能にするハードウェア及びソフトウェアエンティティを含む、例示的なバックエンドシステム７００を例示する。バックエンドシステム７００は、例えば図１、図２Ａ、及び２Ｃ実施形態を含む、前の実施形態のバックエンドシステム１２５のうちのいずれかとして使用されることができる。いくつかの事例では、図７Ａ～７Ｃにおいて、同じコンポーネントは、前の図と同じように番号付けされる。

20

【０１６５】

より具体的には、図７Ａに例示されるように、バックエンドシステム７００は、制御システム７１０、資産管理システム（ＡＭＳ）７１２、及びシミュレーションシステム７１４として表される、典型的な制御、保守、及びシミュレーションシステムを含むことができる。簡潔にするために単一のブロックとして例示される制御システム７１０は、図１の様々な異なる処理デバイス、ユーザワークステーション、サーバ、及びデータベースなどの、同じまたは異なる制御システム処理デバイスにおいて記憶され、実行される、多くの異なる制御アプリケーション及びデータベースを含むことができる。より具体的には、制御システム７１０は、（図７Ａにモジュール７１０Ｂで例示される）様々な制御モジュールを作成し、ユーザインターフェースアプリケーション及び他の制御プログラムを制御するために使用することができる、１つ以上の制御システム設計アプリケーション７１０Ａを含むことができる。最終的に１つ以上のプロセスコントローラまたは安全システム論理デバイスにおいて記憶し、実行することができる制御モジュール７１０Ｂは、制御論理を行って制御アクションを実装すること、安全システム論理を行って安全論理を実装することなどを行うことができる。ユーザインターフェースなどを有するワークステーションなどの１つ以上のバックエンドシステムコンピュータデバイスにおいて実行することができる制御ユーザインターフェースアプリケーションは、制御エンジニア、制御オペレータ、他の人員が、プラント内の様々な制御に基づくアクティビティを行うことを可能にすることができる。またさらに、制御アプリケーション７１０Ａを使用して、プロセスプラントからデータを収集し、そのデータをデータベースに記憶するデータベースモジュール、プラントからのデータに対して解析を行う解析モジュールなどを作成することができる。作成されると、そのような制御モジュール、ルーチン、アプリケーション、及びプログラム７１０Ｂは、プロセスプラントのランタイム中に、制御システムのコントローラ、Ｉ／Ｏデバイス、フィールドデバイス、データベース、ユーザインターフェースデバイス、サーバ、処理デバイスなどのそれぞれにおいてダウンロードし、実行することができる。さらに、作成した制御モジュール（例えば、様々な相互接続した機能ブロックで構成すること

30

40

50

ができる)、安全計装モジュール、ユーザインターフェースモジュール、通信モジュール、分析モジュール、データベースモジュールなどは、構成データベース716に記憶することができる。ある時点で、これらの制御モジュール、プログラム、インターフェースなどもまた、コミッシングプロセス中に、プロセスコントローラ、ワークステーション、ユーザインターフェースデバイス、データベース、サーバなどの、様々なコンピュータ処理デバイスにダウンロードし、設置することができる。

【0166】

同様に、資産管理システム(AMS)712は、様々な保守システム作成及び構成アプリケーション712Aを含むことができ、該アプリケーションを使用して、保守システムオブジェクト、ユーザインターフェース、データベースオブジェクト、または他のアプリケーションもしくはモジュール712Bを作成し、これらは、プラント内の様々なデバイスにおいて記憶し、実行して、ユーザワークステーションデバイス、ハンドヘルドデバイス、ポータブルコンピューティングデバイスなどを含む、プラントにおける保守アクティビティを行うことができる。モジュール、オブジェクト、プログラム、及びアプリケーション712Bは、他の保守システムコンポーネントによって、またはそれと併せて走らせることができ、また、バックエンドシステムデバイス、プロセスプラント内で移動させることができるハンドヘルドまたはポータブルデバイスなどの、様々なプラットフォームまたはデバイス上で走らせることができる。さらに、これらのモジュール、アプリケーション、プログラム、インターフェースなどを使用して、プラントの制御システム及び安全計装システム内のデバイス上を含む、プロセスまたは工業プラント内のデバイス上で、任意の所望のまたは既知のタイプの保守アクティビティを行うことができる。図7Aに例示されるように、AMSシステム712のコンポーネントは、プラントの動作中に、構成データベース716に接続することができ、該構成データベースに情報を記憶し、そこから情報を受信することができ、また、構成データベース716内のデータ、オブジェクト、または他の情報を更新または変更するように動作することができる。

【0167】

またさらに、図7Aのバックエンド環境700は、様々なアプリケーション714Aを含むことができるシミュレーション及び試験システム714を含むように例示され、該アプリケーションを使用して、制御システム710内のアプリケーション710A及び712A、ならびにAMS712を使用して開発した、及び/または構成データベース716に記憶した、制御モジュール710B、安全モジュール710B、通信モジュール710B、資産管理システムモジュール712B、ユーザインターフェースアプリケーション710B及び712Bなどのそれぞれを試験することができる。いくつかの事例では、シミュレーションシステムアプリケーション714Aを使用して、オペレータ、ユーザ、保守人員などを訓練するために他のモジュール及びアプリケーション710B及び712Bのそれぞれを走らせるためのシミュレーション環境を作成することができる。いくつかの事例では、シミュレーションシステムアプリケーション714Aを使用して、プラント内の特定のタイプの問題、条件、アクション等をシミュレーションするシミュレーションシナリオまたはモジュール714Bを作成することができ、これらのモジュール714Bは、その動作中に、プラント内の様々なデバイスと通信することが必要であり得る。

【0168】

同様に、図7Aに例示されるように、バックエンド環境700は、一組のデバイスブレースホルダーオブジェクト732を記憶する資産オブジェクトシステムデータベース730、及びプラントコミッシング人員がプラント内でコミッシングアクティビティを行うことを可能にまたは支援する、本明細書で説明されるコミッシングアプリケーション等の、1つ以上の構成/コミッシングアプリケーション738を含む。コミッシングアプリケーション738は、図1～図4に関して上で説明したコミッシングアプリケーション340またはコミッシングデバイス138と同じまたは類似するものとすることができ、また、上で説明したように、これらのアプリケーションの様々な機能を行うことができる。しかしながら、この事例において、コミッシングアプリケー

ションまたはデバイス 738 は、バックエンド環境 700 において動作して、バックエンド環境 700 内のデータ、ソフトウェア、モジュール、及びデバイスに対してコミッシングアクティビティを行う。さらに、多くの事例において、アプリケーション 738 は、バックエンド環境 700 が（図 2 A 及び 2 C の）フィールド環境 122 内のフィールド設備に通信的に接続される前に、及び／またはフィールド環境 122 内のフィールド設備をバックエンド環境 700 内のコントローラまたは他の設備に接続する I/O ネットワークが割り当てられる、または構成される前に動作させることができる。

【0169】

バックエンド環境 700 がフィールド設備に通信的に接続される前に、または I/O ネットワークがバックエンド環境からフィールド設備への通信経路を提供するように構成される前に、コミッシングアクティビティをバックエンド環境 700 のソフトウェア及びハードウェアコンポーネントに対して行うことを可能にするために、バックエンド環境 700 は、図 7 A に例示されるように、制御システム 710、AMS 712、シミュレーションシステム 714、コミッシングアプリケーション 738、ならびに構成データベース 716 に接続される、資産オブジェクトシステム 730 を含む。いくつかの事例において、資産オブジェクトシステム 730 は、構成データベース 716 の一部とすることができる。重要なことに、資産オブジェクトシステム 730 は、その中に様々なデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 を記憶し、また一般に、フィールド環境内のフィールド設備の各部分（例えば、各フィールドデバイス）のためのそのようなデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 を記憶する。フィールドデバイスまたはハードウェアの他の部分のためのデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、一般に、デバイスタグ（DT）プレースホルダーオブジェクトとして示される。加えて、資産オブジェクトシステム 730 は、デバイスの異なる信号またはアドレス指定可能なパラメータ毎にデバイスプレースホルダーオブジェクトを記憶することができ、これらのデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、一般に、デバイス信号タグ（DST）オブジェクトとして示される。DST オブジェクト 732 は、デバイス信号タグがルートタグとして対応するデバイスのデバイスタグと同じデバイスタグを使用することができ、その中に追加的な、または他の情報が含まれる。したがって、DST オブジェクトのデバイスタグは、例えば、信号が属する DT オブジェクトのデバイスタグとすることができ、追加的な信号タグ情報がそれに連結される。

【0170】

デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、一般に、上の図 4 A に関して説明したデバイスプレースホルダーオブジェクト 300 と同じまたは類似し、全般的に言えば、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、上で説明したフィールド設備環境 122 において作成したように、同じデバイス（及び適切な場合には、デバイス信号）の各々について作成される。したがって、バックエンド環境 700 内のデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、フィールド設備環境 122 内のデバイスプレースホルダーオブジェクト 300 について説明したものと同一フォーマット及び同じタイプの情報がその中に記憶される。しかしながら、資産オブジェクトシステム 730 内のデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、フィールド設備デバイスプレースホルダーオブジェクト 300 とは別に作成され、また、バックエンド環境 700 に記憶されて、フィールド環境 122 がバックエンド環境 700 に通信的に接続される前に、ならびに／または I/O ネットワークがフィールド設備をプラントの I/O ネットワーク内の特定のカード及び／もしくははチャンネルに割り当てるように構成される前に、フィールド環境 122 内のフィールド設備またはフィールドデバイスのそれぞれを説明または定義することに留意されたい。さらに、所望される場合に、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732（またはそのインスタンス）は、定義、パラメータ、I/O デバイスタイプなどであり得る I/O チャンネルプロパティなどの I/O 通信チャンネル情報を記憶することができ、これを使用して、フィールドデバイスを、バックエンド環境 700 内のプロセスコントローラなどのバックエンド環境 700 に通信的に接続する。

【 0 1 7 1 】

具体的には、構成及びコミッシングアプリケーション 7 3 8 を使用して、図 4 A に関して上で説明した状態で、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 (そのうちの 2 つは、デバイスプレースホルダーオブジェクト D T 7 3 2 m 及び D S T 7 3 2 n として例示される) を作成することができる。しかしながら、ここでも、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を作成することができ、また、例えばフィールド設備環境 1 2 2 内の下流のフィールドデバイス 1 0 2 及び I / O デバイス 1 0 5 、 1 0 8 に記憶される、図 4 A に関して説明したデバイスプレースホルダーオブジェクト 3 0 0 とは独立に、これらのオブジェクト 7 3 2 を資産オブジェクトデータベースまたはシステム 7 3 0 に保存することができることに留意されたい。当然ながら、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、図 4 A に関して説明したものと同一組の構成規則、予め定義されたデータフォーマットなどを使用して、フィールド設備環境 1 2 2 について説明したものと本質的に同じ状態で、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を作成することができる。

10

【 0 1 7 2 】

したがって、例えば、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、(例えば、構成データベース 7 1 6 などのデータベースからの) フィールドデバイスの各々のソースタグに関する情報を含む、様々な目的でプラントにおいて使用されるフィールドデバイス及び / または他のフィールド設備のリストを取得することができ、また、そのようなフィールドデバイスの各々について、及び / またはそのようなフィールドデバイスの各々の信号について、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を作成することができる。いくつかの事例において、アプリケーション 7 3 8 は、そのようなデバイスの各々について、デバイスプレースホルダー 7 3 2 を自動的に作成することができ、他の事例において、ユーザは、フィールドデバイス及び他のフィールド設備について、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を個々に作成することができる。これらの事例のいずれかにおいて、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、例えば、(図 3 A に関して上で説明した) ソースタグ - システムタグ変換アプリケーションまたはシステム 2 0 0 をコールすること、またはそこにアクセスすることができ、該システムは、(同じく図 3 A に関して上で説明した) 一組の構文解析規則 2 1 0 を使用して、デバイスソースタグ (複数可) をデバイスシステムタグ (複数可) に変換する。コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、次いで、フィールドデバイスまたは他のフィールド設備のソースタグ及び / またはシステムタグのいずれかまたは両方を、特定のフィールドデバイス (D T オブジェクト) について、または特定のフィールドデバイス信号 (D S T オブジェクト) について、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 に記憶することができる。一実施例として、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、特定のプロセス制御デバイスの一意の識別子を取得することによって、特定のプロセス制御デバイスのデバイスソースタグを取得することができ、一意の識別子は、HART 通信プロトコル、Wireless HART 通信プロトコル、Foundation フィールドバス通信プロトコル、または別の工業通信プロトコルに従う。さらに、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、プロセス制御デバイスの制御タグ、デバイスタグ、またはデバイス信号タグ、のうちの少なくとも 1 つを判定することによって、特定のプロセス制御デバイスを識別するシステムタグを判定することができ、及び / または上で説明したように、一組の構文解析規則に基づいて、システムタグを判定することができる。したがって、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、ソースタグのトランケーション、ソースタグからの 1 つ以上の文字の削除、1 つ以上の文字のソースタグへの追加、ソースタグに含まれる数字のうちの少なくともいくつかの組み合わせまたは操作、ソースタグの拡大もしくは縮小、またはソースタグをシステムタグに変換するための別の技術のうちの少なくとも 1 つに基づいて、システムタグを生成することができる。

20

30

40

【 0 1 7 3 】

またさらに、コミッシングアプリケーション 7 3 8 は、ユーザ、データベース (構

50

成データベース 716 など) などから、フィールドデバイスに関するデバイスタイプ及び他のデバイス説明情報 (例えば、図 4 A のフィールド 308 ~ 318 の I/O 抽象化デバイス定義情報、及び/または図 4 A のフィールド 325 ~ 338 のデバイス構成及びプロパティ情報) を取得することができ、アプリケーション 738 は、この情報を使用して、プラントで使用されるフィールドデバイスまたは他のフィールド資産の各々について、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 の様々なフィールドをポピュレートすることができる。このプロセスの一部として、コミショニングアプリケーション 738 を構成すること、またはコミショニングすることは、デバイスタイプまたはデバイスの他のより一般の情報に基づいて、各デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 の様々な形態、サブフィールド、または可能なサブフィールドを定義する、予め定義された I/O 抽象化定義 740 にアクセスし、それによって、異なるデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 の様々なフィールドまたはプロパティ、異なるデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 の様々なフィールド/プロパティのコンテンツ、ならびにデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 に関してなされる可能な構成及びコミショニングアクティビティを定義することができる。いくつかの事例において、フィールドデバイスについてデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 のインスタンスを構成することは、デバイスプレースホルダーオブジェクトの 1 つ以上の公開した、または隠されたプロパティのそれぞれの値を記憶することを含むことができ、それぞれの値は、フィールドデバイスを記述するそれぞれのカテゴリまたはタイプを示す。さらに、フィールドデバイスを記述するそれぞれのカテゴリまたはタイプを示すそれぞれの値を記憶することは、1 つ以上の値を記憶することを含むことができ、1 つ以上の値の各々は、それぞれ、例えば、I/O インターフェースタイプ、デバイスタイプ、デバイスタイプの特徴、I/O 構成タイプ、I/O 構成パラメータタイプのプロパティ、または I/O 構成タイプのチャネルパラメータを示す。同様に、コミショニングアプリケーション 738 または他のシステムは、フィールドデバイスのデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 のインスタンスの第 2 のプロパティについて記憶した値に基づいて、フィールドデバイスのデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 のインスタンスの第 1 のプロパティを公開すること、設定すること、構成すること、または記憶することができる。

【0174】

上で述べたように、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 はまた、関連付けられた I/O チャネルについて (またはそれを定義する)、パラメータ、定義、タイプ、構成情報などのプロパティも記憶することができ、該 I/O チャネルを使用して、I/O チャネルの場所 (例えば、I/O チャネルのデバイス及び通信経路) が知られる、または設定される前であっても、プラント内の I/O ネットワークを通して、関連付けられたフィールドデバイスを通信的に接続する。デバイスプレースホルダーオブジェクトに記憶したこのフィールドデバイスの I/O チャネル情報は、このプレースホルダーオブジェクトを特定の I/O チャネルに対して指定することなく、コミショニングシステムに、デバイスプレースホルダーオブジェクト (またはそのインスタンス) を構成する、使用する、及び試験する能力を提供する。この構成情報はまた、コミショニングシステムが、フィールドデバイスと通信するために作成された他のオブジェクトを試験することも可能にして、これらの他のオブジェクトが、適切な I/O のチャネル、タイプ、デバイスなどを介してフィールドデバイスと通信するように適切に構成されることを確実にする。

【0175】

またさらに、コミショニングアプリケーション 738 は、ユーザが、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 に基づいて、またはそれを使用して、バックエンド環境 700 内の様々な中間コミショニングアクションをとることを可能にすることができる。具体的には、情報が、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 に記憶され、これらのオブジェクトが属するフィールドデバイスまたはフィールド資産のタイプ及び性質、ならびにフィールドデバイスに到達するために使用される I/O チャネルプロパティを定義するので、フィールド環境 122 内の実際のフィールドデバイスまたは他のフィールド資

産のプロキシとしてこれらのデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を使用して、ますます多くのコミショニングアクティビティ及び試験アクティビティを、バックエンド環境 7 0 0 内の他のオブジェクトに対して行うことができる。例えば、プラント内で使用される様々なフィールドデバイスが、様々なデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 によって定義され、これらのデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 が、関連付けられたフィールドデバイスが I / O 割り当て解除状態であることを示すときに、制御システム 7 1 0 及び、具体的には、制御モジュール作成または試験アプリケーション 7 1 0 A のうちの 1 つ以上は、例えばデバイスのシステムタグを使用して、（あたかも、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 が、プラント内の実際のフィールドデバイスであるかのように）これらのデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 と接続または通信することができ、これらのアプリケーション 7 1 0 A は、次いで、プラントの動作中にモジュール、アプリケーション、またはプログラムを接続するフィールドデバイスとの通信に関する適切な構成及び動作について、作成したモジュール、アプリケーション、及びプログラムの動作を試験することができる。したがって、1 つの事例において、コミショニングアプリケーションもしくはユニット 7 3 8、またはそれらと関連付けられた実行エンジンもしくは通信インターフェースは、記憶したデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 のうちの 1 つから取得され、本明細書においてデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 のインスタンスとも称される、複数のフィールドデバイスのうちの 1 つの構成情報に基づいて、複数のフィールドデバイスのうちの 1 つに関して試験されている、モジュール、アプリケーション、プログラムなどによって開始された通信が適切であるかどうか（例えば、正しいフォーマット、構文、デバイス、または信号タグなどを有するか、実際にデバイスから入手できる情報を要求しているか、デバイスの能力の範囲内である、またはサポートされた通信であるメッセージであるか、適切なタイプの I / O チャネルまたはデバイスを介して送信されるように構成されているか、など）を判定する。類似する状態で、保守及びシミュレーション作成アプリケーション 7 1 2 A 及び 7 1 4 A は、同じ状態でプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を使用して、様々なモジュール、オブジェクト、アプリケーション、及びプログラム 7 1 2 B 及び 7 1 4 B を作成すること、構成すること、及び試験することができる。

【 0 1 7 6 】

したがって、プラント内のフィールドデバイスのうちの 1 つ以上に対して信号を送信する、または信号を受信することを必要とする、またはそれが関係する、作成したオブジェクト、モジュール、アプリケーション、及びプログラム 7 1 0 B、7 1 2 B、7 1 4 B は、（フィールドデバイスのシステムタグを使用して、フィールドデバイスの固有の信号またはパラメータを指す）フィールドデバイスのシステムタグまたはデバイス信号タグを使用して、制御システム構成アプリケーション 7 1 0 A において、保守システム構成アプリケーション 7 1 2 A において、及びシミュレーションシステム作成アプリケーション 7 1 4 B において（典型的には）作成することができる。次いで、ユーザは、制御、保守、及びシミュレーションシステムアプリケーション 7 1 0 A、7 1 2 A、7 1 4 A、またはスタンドアロンのシミュレーションまたは構成アプリケーションを使用して、モジュール、オブジェクト、アプリケーション、及びプログラム 7 1 0 B、7 1 2 B、7 1 4 B を構成し、実行することができ、これらは、実行中に、デバイスシステムタグ（及び／またはデバイスシステムタグに基づくデバイス信号タグ）をして、参照したデバイスまたはデバイス信号について、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 を資産オブジェクトシステム 7 3 0 に位置付ける。資産オブジェクトシステム 7 3 0 に記憶したデバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 が I / O 割り当て解除状態であることを示したとき、制御システム 7 1 0、保守システム 7 1 2、シミュレーションシステム 7 1 4、またはその他のシミュレーションもしくは試験エンジンは、実際のフィールドデバイスが、制御システム I / O コミュニケーションネットワークを介して、バックエンドシステム 7 0 0 に接続されていないことを認識する。しかしながら、これらの事例において、デバイスプレースホルダーオブジェクト 7 3 2 は、それでも、呼び出しモジュール、アプリケーション、また

10

20

30

40

50

はプログラムによって必要とされる、または参照されるデバイス（及び／またはＩ／Ｏネットワークを介してデバイスに到達するために必要とされるＩ／Ｏ経路またはチャネル）に関する情報を記憶することができ、よって、デバイスプレースホルダーオブジェクト７３２は、デバイスプレースホルダーオブジェクト７３２内に記憶した構成データに基づいて、応答を提供して、または応答を提供するために使用して、デバイスの動作または実際のデバイスの応答を模倣することができ、またはアドレッシングされているデバイスに関して記憶したデバイス及びＩ／Ｏチャネル情報に基づいて、呼び出しが適切に構成されたかどうかを示すことができる。他の事例において、デバイスプレースホルダーオブジェクト７３２からデバイスがＩ／Ｏ割り当て解除のデバイス状態であることを認識した時点で、例えば資産オブジェクトシステム７３０内の、コミッショニングアプリケーション７３８、制御アプリケーション７１０Ａ、保守アプリケーション７１２Ａ、シミュレーションアプリケーション７１４Ａ、または別個の検索エンジンは、デバイスからのシミュレーションした応答を作成して、既知の信号を要求側オブジェクトに戻し、あたかもデバイスが、制御システムのＩ／Ｏネットワークを介して、実際にバックエンド環境７００に接続されているかのように、要求側オブジェクトを試験し、シミュレーションすることを可能にすることができる。

【０１７７】

図７Ｂは、バスまたは通信ネットワーク７６０を介して共に相互接続された図７Ａの様々なバックエンド機能システムを有する、バックエンドシステム７００を例示し、具体的には、通信バス７６０に接続された制御システム７１０、資産管理システム７１２、シミュレーションシステム、構成データベース７１６、構成／コミッショニングユーティリティアプリケーション７３８、及び資産オブジェクトシステムデータベース７３０を含み、該通信バスは、有線または無線イーサネット接続などの任意のタイプの通信ネットワークとすることができる。加えて、１つ以上のコントローラ７６２が、バス７６０に接続されているように例示される。コントローラ７６２は、図７Ｂにおいて、Ｉ／Ｏネットワーク７６３を通して、様々なフィールドデバイスまたはフィールド資産７６４に接続されているように例示される。しかしながら、Ｉ／Ｏネットワーク７６３は、コミッショニングプロセス中にコントローラ７６２に接続することができず、またはＩ／Ｏネットワーク７６３をコントローラ７６２に接続することができる間にＩ／Ｏネットワーク７６３を構成または割り当てることができず、それは、コントローラ７６２が、（Ｉ／Ｏネットワーク７６３を通した、そのようなフィールドデバイス７６４への信号経路が、まだ確立されていない、または割り当てられていないので）Ｉ／Ｏネットワーク７６３を介して特定のフィールドデバイスまたはフィールド資産７６３にどのようにアクセスするかについていかなる理解または指示も有することができないことを意味するか、またはフィールドデバイス７６４がＩ／Ｏネットワーク７６３にまだ物理的に接続することができないので、コントローラ７６２が、構成した信号経路を介して、フィールドデバイスと通信することができないことを意味することに留意されたい。したがって、図７ＢにはＩ／Ｏネットワーク７６３及びフィールドデバイス７６４が例示されているが、コミッショニングアクティビティのうちのいくつかはバックエンドシステム７００において生じている間は、Ｉ／Ｏネットワーク７６３を実際にコントローラ７６２に接続することができず、及び／またはフィールドデバイス７６４のそれぞれをＩ／Ｏネットワーク７６３に接続することができない。

【０１７８】

加えて、図７Ｂに例示されるように、様々なシステム７１０、７１２、及び７１４は、制御アプリケーションまたは制御モジュール作成アプリケーション７１０Ａ、保守オブジェクトまたはインターフェース作成アプリケーション７１２Ａ、及びシミュレーションシステムアプリケーション７１４Ａなどの構成アプリケーションを含み、これらは、プラントのコミッショニング中に使用することができ、またはこれらを使用して、モジュール、オブジェクト、アプリケーション、及び／またはユーザインターフェースプログラム７１０Ｂ、７１２Ｂ、７１４Ｂのそれぞれを作成することができ、これらは、図１に示される

もののいずれかなどの、バックエンドネットワーク 700 内の様々なコンピューティングデバイスのいずれかにダウンロードされ、潜在的に走らされ、またはこれらは、プラントがオンラインで動作しているとき、すなわち、プラントがコミッショニングされた後に、プラントの動作中に実行するために、コントローラ 762 (または図示しない、安全システム論理ソルバー) のうちの 1 つに提供することができる。さらに、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 を使用して、これらの他のタイプのオブジェクト、モジュール、プログラム、アプリケーションなども同様に試験することができる。またさらに、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732、特にその中に記憶した構成情報を使用することで、コミッショニングアプリケーション 738 などのコミッショニングシステムが、オブジェクト 732 の状態に基づいて、様々な異なるコミッショニングまたは構成アクションをとることを可能にすることができる。したがって、例えば、コミッショニングアプリケーション 738 は、最初に、1 つ以上のモジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどを試験することを可能にすることができ、これらの試験に成功した場合には、これらのモジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどを、インスタンス化することを可能にすることができ、及び/またはプラントのオンライン動作中にこれらのモジュール、アプリケーション、プログラム、及びユーザインターフェースなどが実行される、様々なバックエンド環境のデバイスにダウンロードすることを可能にすることができる。そのようなインスタンス化を行って、モジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどが、通信の目的でフィールドデバイスのシステムタグを使用することを可能にすることができる。さらに、モジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどは、実行するために、バックエンド環境内のプロセスコントローラ、ワークステーション (関連付けられたユーザインターフェースを有する)、データベース、サーバ、または任意の他のコンピューティングデバイスにダウンロードすることができる。さらに、モジュール、アプリケーション、プログラム、及びユーザインターフェースなどのインスタンス化及びダウンロードなどの、これらのさらなるコミッショニング及び構成アクションを、コミッショニングアプリケーション 738 が実行されるワークステーション、異なるワークステーション、構成データベース 716 などの、バックエンド環境 700 内の任意の所望のコンピューティングデバイスにおいて、またはそこから行うことができる。さらに、理解されるように、これらのさらなるまたは追加的なコミッショニングアクションは、フィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 が、フィールドデバイスが I/O 割り当て解除のデバイス状態 (フィールドデバイスが I/O ネットワークを介してバックエンド環境 700 に接続されていないことを意味する) であることを示すとき、または I/O ネットワークが、フィールドデバイスへの通信経路を提供する状態で割り当てられていないことを示すとき、または接続したフィールドデバイスへの、割り当てた I/O ネットワークを介したそのような通信が可能である場合であっても、コミッショニングアクションを行う人員などのユーザが実際のフィールドデバイスとの通信を使用することが好ましくないことを示すときに行うことができる。

【0179】

理解されるように、資産オブジェクトシステムまたはデータベース 730 は、フィールドデバイス資産 764 の各々について、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 を記憶し、したがって、これらのブレースホルダーオブジェクトが I/O 割り当て解除状態であるときに、これらのオブジェクトに関する構成情報を他のシステム 710、712、714 に提供する。資産オブジェクトシステムデータベース 730、具体的にはデバイスブレースホルダーオブジェクトの使用は、フィールドデバイス 764 が I/O ネットワーク 763 を通して様々なコントローラ 762 に実際に接続される、または割り当てられる前に、プログラム 710A、712A、714A などの他のアプリケーションが、オブジェクト、モジュール、アプリケーション、及びプログラム 710B、712B、714B に対する様々なコミッショニング及び試験アクティビティを完了することを可能にする。上で述べたように、構成アプリケーション 738 は、プロセスプラントで使用されるフィ

10

20

30

40

50

ールド資産の全てまたは群について、スプレッドシートなどから、デバイスタイプ、デバイス名、ロングもしくはソースタグ、I/Oチャンネル情報などの、フィールド資産に関する様々な情報を含む、ユーザ入力を個々に、または一群の入力を受信するように動作することができ、構成及びコミッショニングアプリケーション 738 は、次いで、様々なデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 を作成し、及び/または様々な情報をその中に記入する。このプロセス中に、構成及びコミッショニングアプリケーション 738 は、上で説明したように、ソースタグ - システムタグ (また、ロングタグ - ショートタグとも呼ばれる) 変換器アプリケーション 200、及び様々な変換規則 210、ならびに様々なフィールドデバイスと関連付けられた I/O 割り当てまたは抽象定義 740 を使用して、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 を作成する。

10

【0180】

デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 が、例えば、デバイスタイプを判定すること、またはそれに基づくことができるデバイスシステムタグ、デバイスタイプ、及び様々なサブ情報 (ユーザによって提供されるそのようなサブ情報を含む) などの情報によって、及び/またはフィールドデバイスと通信するために使用される I/O チャンネルに関する I/O チャンネル情報によって、少なくともある程度構成されると、様々な他のアプリケーション 710A、712A、714A は、これらのデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 を、実際のフィールドデバイスと、またはフィールドデバイス 764 内の信号と通信するためのプロキシとして使用することができる。したがって、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 は、実際のフィールドデバイス 764 のプロキシとしての役割を果たし、制御、保守、及びシミュレーションアプリケーション 710A、712A、714A などの他のアプリケーションは、I/O ネットワーク 763 を介して実際のデバイスと通信しようとする代わりに、(システム、デバイス、またはデバイス信号タグを使用して) デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 と通信することができる。この特徴は、フィールドデバイス 764 が I/O ネットワーク 763 を介して制御システムに接続され、割り当てられる前に、アプリケーション 710A、712A、714A が、それらのオンライン動作中に有する情報 (すなわち、デバイスシステムタグ) だけを使用して、該アプリケーションによって作成したモジュールを試験して、試験、構成、シミュレーション、及び様々な他の通信アクティビティを行うことを可能にする。

20

【0181】

さらに、ますます多くの情報をデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 内のフィールドデバイスに、またはそれに関して記憶するので、ますます多くの構成及びコミッショニングアクティビティをバックエンドシステム 700 において行うことができることに留意されたい。したがって、ある事例において、構成アプリケーション 738 は、デバイスブレースホルダーオブジェクトのそれぞれに情報を記入することができ、次いで、そうしたオブジェクトに対して他のアプリケーションがとる様々な異なる固有のコミッショニングまたは試験アクティビティを可能にすることができる。ますます多くの情報 (例えば、I/O チャンネル情報、範囲、限度など) がデバイスブレースホルダーオブジェクトに記憶されるので、ますます多くのそのようなコミュニケーションアクティビティを可能にすること、または開始することができる。すなわち、固有のタイプの構成情報をデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に含むことは、ますます多くの固有のコミッショニングアクティビティを構成アプリケーション 738 によって開始することを可能にすることができる。さらに、いくつかの事例において、そのようなコミッショニングアクティビティは、1 つ以上の制御モジュールもしくは他のアプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースアプリケーションなどをインスタンス化すること、及び/またはインスタンス化したモジュール、プログラム、ユーザインターフェースアプリケーション、もしくは他のアプリケーションを、プラントの動作中にこれらのモジュール、プログラムなどを実行するプロセスコントローラ、ワークステーション、サーバ、または他のコンピューティングデバイスを処理することを含むことができる。

30

40

【0182】

50

バックエンドシステム 700 におけるコミッショニング及び試験アクティビティ中に、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 がバックエンドシステム 700 内の実際のフィールドデバイス 764 のプロキシとして作用するシステムまたは環境の 1 つの実施例が、図 7C に関して例示される。より具体的には、図 7C は、シミュレーションまたは試験システム 770 を例示し、該システムは、プラントのコミッショニング中に作成されている 1 つ以上の制御モジュール 710B の動作をシミュレーションまたは試験し、それによって、そうしたモジュールまたはオブジェクトがコントローラ 762 に（または制御モジュールの試験を行う役割を果たすコントローラ 762 に接続される 1 つ以上のフィールドデバイス 764 に）ダウンロードされる前に、制御オブジェクトまたはモジュール 710B を試験することを可能にするために使用される、制御システム設計アプリケーション 710A のうちの 1 つと併せて動作させることができる。具体的には、図 7C のシステム 770 は、通信リンクと相互接続した、一組の相互接続した機能ブロック 772a、772b、772c で構成された制御モジュール 710B を実行し、試験するように例示され、制御モジュール 710B は、制御システム 710 の一部である。しかしながら、システム 770 はさらに、または代替的に、資産管理システム 712 及びシミュレーションシステム 714 などの、バックエンドシステム 700 内の他のシステムと関連付けられた他のモジュール、アプリケーション、プログラム、オブジェクトなどを実行し、試験することもできる。

【0183】

いずれにしても、システム 770 は、次に、制御モジュール 710B の機能ブロック 772a ~ 772c の各々を実行し、通信リンクによって定義されるようにこれらの機能ブロック 772a ~ 772c 間の通信を提供する、実行エンジン 780 を含む。実行エンジン 780 は、アプリケーション 710A、712A、714A のうちのいずれか 1 つを実装するコンピュータ処理デバイスとすることができること、またはコミッショニングアプリケーション 738 を走らせる実行エンジン、コミッショニングの目的に設計された専用のシミュレーションまたは試験アプリケーション（シミュレーションアプリケーション 714A とは異なり得る）を走らせるプロセッサとすることができること、などに留意されたい。したがって、実行エンジン 780 は、制御システム 710、資産管理システム 712、シミュレーションシステム 714 などの一部とすることができ、または実行エンジン 780 は、プラントのフィールドデバイス 764 がプラント内の I/O ネットワークを介して接続または割り当てられる前にコミッショニングアプリケーション 738 によって呼び出されたときに、試験及びコミッショニングアクティビティを実装するように設計された、または試験することを専用とする、スタンドアロンのコンポーネントとすることができる。さらに、実行エンジン 780 は、実行エンジン 780 が資産オブジェクトシステムまたはデータベース 730 に通信的に結合されている限り、バックエンドシステム 700 内のどこか（任意の所望のコンピューティングデバイス）に実装することができる実行エンジン 780 がコミッショニングアプリケーション 738 と関連付けられている、またはそれによって実装されている場合、コミッショニングアプリケーション 738 は、例えば、制御モジュール 710B に対してコミッショニング試験を行って、構成したデバイス通信に関してこれらのモジュールの動作を試験することができる。この事例において、コミッショニングアプリケーション 738 は、これらのモジュールがコントローラ 762 のうちの 1 つにダウンロードされる前に、制御システム 710（または他のシステム 712、714）から、または構成データベース 716 から、試験される制御モジュール 710B（または他のモジュール、アプリケーションなど、712A、714A）を取得することができる。

【0184】

いずれにしても、フィールドデバイスまたは他のフィールド資産との通信を必要とする特定の機能ブロック 772 の実行中に、実行エンジン 780 は、通信インターフェース 782 を呼び出して、または使用して、例えば（制御、保守、及びシミュレーションモジュールに共通である）フィールドデバイスのシステムタグを使用したフィールドデバイスと

10

20

30

40

50

インターフェースする。この時点で、通信エンジン 782 は、フィールド環境内のフィールドデバイスに到達するために必要な通信経路（すなわち、I/O ネットワーク経路）を知らない。しかしながら、通信インターフェース 782 は、資産オブジェクトシステムデータベース 730 にアクセスし、試験されるモジュールによって提供されるフィールドデバイスのシステムタグまたはデバイス信号を使用して、特定のデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 をフィールドデバイスの資産オブジェクトデータベース 730 に位置付ける。

【0185】

次に、通信インターフェース 782 は、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 から、関連付けられたフィールドデバイス（または他のフィールド資産）が I/O 割り当て解除のデバイス状態であるか、I/O 割り当てのデバイス状態であるかどうかを判定する。デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 が、フィールドデバイスが I/O 割り当てのデバイス状態である（フィールドデバイスへの I/O 経路が構成され、指定されたことを意味する）ことを示す場合、通信インターフェース 782 は、デバイスブレースホルダーオブジェクトの他のフィールドから他の構成を取得することができる。具体的には、この事例において、インターフェース 782 は、要求することができ、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 は、デバイスに以前に割り当てられ、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に記憶した、デバイスの I/O 通信経路を返すことができ、通信インターフェース 782 は、この経路を使用して、フィールド環境内の実際のフィールドデバイスに対して信号を送信し、信号を受信し、すなわち、割り当てられた I/O 通信経路を介してフィールドデバイスと通信する。いくつかの事例において、通信インターフェース 782 は、フィールドデバイスが取り付けられた I/O ネットワーク 763 に接続されたコントローラ 762 のうちの 1 つを介して、これらの通信を開始することができる。

【0186】

しかしながら、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 が、フィールドデバイスが I/O 割り当て解除のデバイス状態であることを示す場合、通信インターフェース 782 は、デバイスの他の構成情報及び/またはデバイスの I/O チャネルに再度アクセスして、要求された情報がデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に記憶されているかどうかを判定することができる。記憶されていた場合、通信インターフェース 782 は、所望のまたは必要な情報を取り出し、その情報を実行エンジン 780 に提供する。いくつかの事例において、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 は、デバイスタイプ、ソース（ロング）タグ、システム（ショート）タグ、デバイスの範囲、限度、能力などの、実際のフィールドデバイスと関連付けられた、またはそれを定義する構成情報を記憶することができる。要求された情報がデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に実際に記憶されている事例において、この情報は、あたかもそれがフィールドデバイス自体からのものであるかのように、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 から返すことができる。またさらに、いくつかの事例において、通信インターフェース 782 は、単に、制御モジュール 710B からの要求された通信が、ブレースホルダーオブジェクト 732 と関連付けられたデバイスの適切なプロトコルもしくはデバイス構成、またはデバイスの I/O チャネルに一致するかどうか、または準拠するかどうかを判定することができる。この判定は、コミッショニング人員が、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732 内に記憶したデバイスタイプ、デバイス構成パラメータ、I/O チャネル構成パラメータなどに基づいて、制御モジュール 710B が特定のデバイスと通信するように正しく構成されたかどうかを、判定することをさらに可能にする。

【0187】

しかしながら、要求されたデバイスデータ（またはデバイスパラメータ）がデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に記憶されていない（該要求されたデバイスデータがフィールドデバイスの実際の動作に基づいて、フィールドデバイスによって収集または生成された非構成データに関連し得る）他のインスタンスにおいて、通信インターフェース

782は、フィールドデバイスのシミュレーションした応答を提供することができるシミュレーション応答ブロックまたはモジュール784にアクセスして、フィールドデバイスの動作をシミュレーションすることができる。シミュレーション応答ブロックまたはモジュール784は、コミショニングプロセスに固有のものとすることができ、したがって、コミショニングアプリケーション738の一部とすることができ、または所望に応じて、資産オブジェクトシステム730の一部として提供することができる。そのようなシミュレーションされた応答は、ユーザまたは試験システムによって提供することができ、試験のために作成したシミュレーションファイルに記憶することができ、オンザフライで生成することができ、または他の状態で提供することができる。このシミュレーションされたデバイス応答（デバイス状態、デバイス測定、デバイスパラメータなどのシミュレーションされた値であり得る）は、この値があたかもフィールドデバイス自体に返された値または信号であるかのように、実行エンジン780に提供される。このシミュレーションされた応答は、それによって、予め定義されたデバイス応答に基づいて、制御モジュール710Bをさらに試験することを可能にする。全般的に言えば、シミュレーションブロック784は、デバイスプレースホルダーオブジェクト732を、スマートオブジェクトのように見せること、または実際のデバイス応答を要求元モジュールに提供すること（すなわち、モジュールを試験すること）ができるように出現させることができる。しかしながら、通常の事例において、通信インターフェース782は、単に、シミュレーションブロック784を使用して、試験だけを目的とするいくつかの既知の様態でデバイスプレースホルダーオブジェクトによって定義されるデバイスの動作を模倣する。さらに、通信アプリケーション738または資産オブジェクトシステム730の一部とすることができる通信インターフェース782は、実際のデバイスまたはデバイスに接続するI/Oチャネルによって必要とされたときに、適切なフォーマット、コンテキスト、構文、I/Oアドレス指定、または他のI/O固有のパラメータなどについて、デバイスプレースホルダー732に記憶した構成データに対して、実行エンジン780によって試験されるモジュールからの通信要求を試験して、この要求が実際のデバイスに送信され、送信されたデバイスに到達した場合に、実際のプラントにおいて、通信要求がその意図する目的で機能することを確実にすることができる。当然ながら、例えばデバイスプレースホルダーオブジェクトの構成データが制御モジュール710Bからの要求に一致していない、または準拠していないので、これらの通信のいずれかにエラーが存在した場合、通信インターフェース782または実行エンジン780は、試験される機能ブロックまたはモジュール内に構成または他のタイプのエラーまたは問題があることを示す、エラー指示を生成することができる。そのようなエラー指示は、試験システムまたはコミショニングアプリケーション738と関連付けられたユーザインターフェースを介して、ユーザに提供することができる。

【0188】

別の実施形態において、コミショニングシステム770は、これらの制御モジュールを、プラントの動作中にこれらのモジュールを実際に実装するプロセスコントローラ762または他のコンピューティングデバイスにダウンロードし、次いで、これらのモジュールをプロセスコントローラにおいて実行してモジュールを試験することによって、制御モジュールなどのモジュールを試験するように動作させることができる。この事例において、コントローラ762のプロセッサは、図7Cの実行エンジン780として動作することができる。しかしながら、通常はI/Oネットワーク763内のI/Oデバイスを介してフィールドデバイスに接続されるコントローラ762の出力は、コミショニングアプリケーション738内などの、バックエンド環境700内の上流にある通信インターフェース782に（物理的または電子的に）接続することができる。典型的に、コントローラ762は、このシナリオにおいてベンチ試験を受けることができ、またはコントローラ762がプラントに設置されている場合、別個のシャント接続を、図7Bのコントローラ762のフィールド側通信ポートからネットワーク760に、例えば、コミショニングアプリケーション738を実行することができるハンドヘルドデバイスに提供することができ

10

20

30

40

50

る。したがって、この事例において、コントローラ 762 の通信ポートに面するシールド側は、バックエンド環境 700 にループバックさせて、通信インターフェース 782 に接続することができ、これは、コントローラ 762 の出力をとり、この出力を使用して、資産オブジェクトシステム 730 に記憶した適切なデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 にアクセスする。次いで、インターフェース 782 は、上で説明したように（例えば、通信要求のシステムタグに基づいて）適切なデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 を使用して、通信に対する構成、フォーマット、構文、I/Oチャネルプロパティなどの試験を行うことができ、及び/またはシミュレーションオブジェクト 784 に係合して、シミュレーションしたデバイス応答を生成することができ、これは、あたかもこの応答がコントローラ 762 に接続された実際のフィールドデバイスからのものであるかの
10
ように、コントローラ 762 のフィールド側通信ポートに提供することができる。同様に、いくつかの構成エラーのため、通信にエラーまたは問題がある事例において、通信インターフェース 782 は、コミショニングアプリケーション 738 に問題を知らせることができて、よって、ユーザにコミショニングエラーを知らせることができる。当然ながら、他のタイプのモジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどを、バックエンド環境 700 内のワークステーション、データベース、サーバなどの他のコンピューティングデバイスにインスタンス化及びダウンロードし、また、同じ状態で試験することができる。

【0189】

I/O 結合

【0190】

デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 が完全に記入または構成され（しかし、依然として I/O 割り当て解除のデバイス状態である）、他のコミショニングアクティビティが行われたときに、例えば、アプリケーション 710A、712A、714A は、それらのデバイスプレースホルダーオブジェクト 732 を使用して、それらのモジュール、アプリケーション、オブジェクト、モデルなどのそれぞれを試験したときに、デバイスプレースホルダーオブジェクト 732 は、プラント内のフィールドデバイスの各々を一意的に定義するための十分な情報を含むことになる。次いで、コミショニングプロセスの最終段階のうちの 1 つが、フィールドデバイス 764 及び他のフィールド設備を I/O ネットワーク 763 の特定の構成要素に割り当てる、または指定することによって、
30
フィールド設備環境 122 内のフィールドデバイス 764 をバックエンドシステム 700 内のコントローラ 762 及び他の設備と結合させる。本明細書で「I/O 結合」と称されるこの結合は、フィールドデバイス 764 が I/O ネットワークに物理的に接続された後に生じさせることができる。この結合プロセスの一部として、コミショニングシステムは、（バックエンドシステム 700 において作成した）デバイスプレースホルダー 732 を、バックエンドシステム 700 内のコンポーネントが実際のフィールドデバイスと通信することを可能にする I/O 通信経路を決定することに関係する実際のフィールドデバイスと一
40
致させなければならない。しかしながら、プラントネットワークのフィールド設備 122 側には、デバイスプレースホルダー 300 が、フィールドデバイス及び/またはフィールドデバイスと関連付けられた信号タグの各々について作成されていること、及びこれらのフィールド設備のデバイスプレースホルダーオブジェクト 300 が、I/O ネットワークデバイスのうちの 1 つの中、I/O カードのうちの 1 つの中、フィールドデバイス自体の中などの、フィールド設備環境 122 の中の下流のどこかに記憶されることを覚えておくことが重要である。さらに、理論的には、コミショニングアクティビティは、両側（バックエンド環境 700 及びフィールド設備環境 122）のデバイスプレースホルダーオブジェクトを使用して、両側から行われているので、それぞれの対応する一対のプレースホルダーオブジェクト内の情報は、同じでなければならない（すなわち、特定のフィールドデバイスまたはフィールドデバイス信号について、2 つのプレースホルダーオブジェクトに記憶した情報は、正確に互いに一致しなければならない）。換言すれば、フィールドデバイス自体に記憶した、及び場合によりフィールド環境内に作成した
50

デバイスブレースホルダーオブジェクトに記憶したフィールドデバイス構成情報は、バックエンドシステム 700 内のデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 内に記憶した構成情報に一致しなければならない。しかしながら、そのような条件は補償されておらず、よって、特定のフィールドデバイスまたはフィールドデバイス信号の 2 つのデバイスブレースホルダーオブジェクト（本明細書では、バックエンドデバイスブレースホルダーオブジェクト及びフィールド設備デバイスブレースホルダーオブジェクトと称される）の情報の間に不一致が存在する場合がある。プラントのバックエンドシステム 700 及びプラントのフィールド環境 122 において別々に行われる様々なコミッショニングアクティビティが、異なるフィールドデバイス及び I/O チャネル構成情報を使用して行われており、それが、動作上のエラーまたは問題につながり得るので、フィールドデバイスが I/O ネットワーク 763 に実際に結合され、その中に割り当てられたときに、この状況に対処する必要がある。

10

【0191】

図 8 は、プロセスプラントのコミッショニングを完了するために、I/O 結合、例えば I/O ネットワーク 763 を通してフィールドデバイス 764 をコントローラ 762 及びバックエンドシステム 700 内の他のデバイスに結合させるシステム及び方法を例示する。全般的に言えば、結合ツール 790 は、図 7B の通信ネットワーク 760 上のデバイス内などのバックエンドシステム 700 内のどこかに、及び/またはフィールドデバイス 764 のうちの 1 つ、I/O ネットワークデバイス 763 のうちの 1 つ、フィールドデバイス 764 のうちの 1 つもしくは I/O ネットワーク 763 内の I/O ネットワークデバイスのうちの 1 つに接続されたハンドヘルドもしくはポータブルデバイス 791 などの、フィールド設備環境内のどこかに記憶することができる。全般的に言えば、結合ツールまたはアプリケーションを使用して、プラントの、またはプラント内の特定のフィールドデバイスのコントローラ 762 への、及び図 2A 及び 2C のバックエンドシステム 125 であり得る、バックエンドシステム 700 内の他のデバイスへの結合を開始するために使用することができる。

20

【0192】

より具体的には、図 8 に例示されるように、バックエンドシステム 700 は、コンピュータ、データベースなどのそれぞれを含むことができ、図 7A ~ 7C において説明されるバックエンドシステム 700 内に記憶したブロック 795 として例示される。ブロック 795 内のデバイスは、様々なコントローラ 762 に接続され、これが次に、この時点で、割り当て解除された I/O ネットワーク 763 を通して、フィールドデバイス 764 のそれぞれに接続される。具体的には、I/O ネットワーク 763 は、様々な標準的な I/O デバイスもしくはカード及び端末、CHARM に基づく I/O デバイスまたはモジュール、ならびに/または例えば図 2A 及び 2C に関して例示し、説明した他の I/O ネットワークデバイスのいずれかを含むことができる。重要なことに、図 8 に例示されるように、現在、フィールドデバイス 764 または他のフィールド資産の各々について、（構成したままの）フィールドデバイス自体に及び/もしくは各フィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクトに記憶した構成情報、及び/またはプラント 5 のフィールド環境内に記憶したフィールドデバイスのデバイス信号、ならびにバックエンド環境 700 内のデバイスブレースホルダーオブジェクト 732 に記憶した構成情報を含む、二組の構成情報が存在する。具体的には、バックエンドシステム 700 において、資産オブジェクトデータベース 730 は、フィールドデバイス及び（より複雑なフィールドデバイスと関連付けられた）フィールド信号タグの各々について、デバイスブレースホルダーオブジェクト 732_{BE} を記憶し、一方で、フィールド設備 122 側において、（デバイスブレースホルダーとなる、またはならない場合がある）デバイス構成 732_{FE} は、フィールドデバイス及びフィールドデバイス信号の各々について、フィールドデバイス自体内に、または I/O ネットワーク 763 の I/O デバイス内のどこかに記憶される。留意されるように、バックエンドシステム 700 において作成されるデバイスブレースホルダーオブジェクトは、オブジェクト 732_{BE} と称され、フィールドデバイスについて作成され、フィ

30

40

50

ールド設備環境 1 2 2 に記憶されるフィールドデバイス構成情報またはオブジェクトは、オブジェクト 7 3 2_{F E} と称される。

【 0 1 9 3 】

I / O 結合プロセス中に、結合アプリケーション 7 9 0 は、結合アクションを行って、I / O ネットワーク 7 6 3 を介して、バックエンドシステム 7 0 0 をフィールド設備 7 6 4 と結合させる。結合アプリケーション 7 9 0 は、バックエンドユーザインターフェースデバイス、コントローラ 7 6 2、ネットワーク 7 6 0 に接続されたハンドヘルドデバイス、またはコミショニングアプリケーション 7 3 8 などの、バックエンドシステム 7 0 0 に接続されたデバイス内に実装することができ、または結合アプリケーション 7 9 0 は、フィールドデバイス 7 6 4 のうちの 1 つ、I / O ネットワーク 7 6 3 の I / O ネットワークデバイスのうちの 1 つ、またはフィールドデバイス 7 6 4 に、または I / O カードもしくは I / O ネットワーク 7 6 3 の他の部分などの I / O ネットワーク 7 6 3 内の I / O デバイスに接続することができるハンドヘルドもしくはポータブルデバイス 7 9 1 などの、フィールド設備環境内のデバイスに実装することができる。ポータブルで、典型的に着脱可能なこの接続は、図 8 において破線で例示される。したがって、本明細書で説明される結合アクションは、フィールド設備 1 2 2 側またはバックエンド設備 7 0 0 側のいずれかから開始して、I / O ネットワーク 7 6 3 を通して、フィールド設備 7 6 4 のバックエンドシステム 7 0 0 への結合を行うことができる。

【 0 1 9 4 】

さらに、結合アプリケーション 7 9 0 は、一度にプラントネットワーク全体について結合を行うことができ、または単一のデバイス、特定の I / O カードもしくはネットワークに接続された一組のデバイス、特定のコントローラ 7 6 2 に接続された一組のデバイス、またはデバイスの任意の他の組み合わせなどの、プラントまたはプラントネットワークの限定された部分について結合を行うことができる。このアクションを行うために、結合アプリケーション 7 9 0 は、プラント内の全てのフィールドデバイスまたはフィールド設備のサブセットに対して生じる実際の結合を制限するために、ユーザまたはコミショニング人員が、フィールドデバイス 7 6 4 及び / またはコントローラ 7 6 2 及び / または I / O ネットワーク 7 6 3 内の I / O デバイスのそれぞれに対して行う結合アクティビティを制限することを可能にする。これらの状況において既にネットワーク内に結合されている全ての他の影響を受けないフィールドデバイスを再結合させないようにするために、制限され、制御された結合は、例えば、新しいフィールドデバイス 7 6 4 が、既に結合された既存の I / O ネットワーク 7 6 3 に加えられるとき、新しいコントローラ 7 6 2 がプラントに加えられるとき、新しいもしくは異なる I / O デバイスがプラントの I / O ネットワーク 7 6 3 内の別のデバイスに加えられるとき、または置き換えられるときなどが好ましい。

【 0 1 9 5 】

いずれにしても、結合中に、結合アプリケーション 7 9 0 は、フィールド設備側からバックエンドシステム 7 0 0 への上流に、またはバックエンドシステム 7 0 0 から（例えば、コントローラ 7 6 2 から）下流に接続されるデバイスを通して通信して、そのデバイスが接続されるデバイスを自動感知する。したがって、全般的に言えば、結合アプリケーション 7 9 0 は、第 1 のデバイスを検出することによって、I / O ネットワークを通して発見プロセスを行い、次いで、第 1 のデバイスに通信的に接続されたさらなるデバイスの各々を自動検出して、第 1 のデバイスを通じたさらなるデバイスの各々の通信経路を判定し、そして、第 1 のデバイスに接続された全てのデバイスを見つけ出すまで、または結合アプリケーション 7 9 0 が結合しようとする特定のデバイスを見つけ出すまで、このプロセスを繰り返す。結合アプリケーション 7 9 0 は、任意の数のデバイスについてこの発見プロセスを繰り返すことができ、また、一方向または両方向に（例えば、コントローラ側から I / O ネットワークを通してフィールドデバイスまで下流に、またはフィールドデバイス側から I / O ネットワークを通してコントローラまで上流に）プロセスを行うことができる。さらに、この発見プロセスは、有線または無線デバイス接続、または両方を介して

行うことができ、また、プラント内の接続したままのデバイス及びネットワークのデバイスまたは通信プロトコルの自動検出能力（プロトコル、コマンドなど）を使用することができる。

【0196】

具体的には、結合アプリケーション790がバックエンドシステム700から実装された場合、結合アプリケーション790は、図8のコントローラ762Aを通して通信しようとし、そのコントローラ762Aに接続された全てのI/Oカードを自動感知することができる。そのようなI/Oカードは、標準的なI/Oカードとすることができ、またはダムカードは、CHARM I/Oカードなどの構成可能なI/Oカードとすることができる（この通信は、図8に概略的に例示されるように、有線I/Oネットワークまたは無線I/Oネットワークを介して行うことができる）。さらに、結合アプリケーション790は、これらのデバイスがコントローラ762Aに接続される、様々なポート、アドレスなどを含む、自動感知した、または検出したI/Oカードまたは他のI/O設備の各々を識別する「接続された」デバイスのリストを記憶する。その後、結合アプリケーション790は、I/Oネットワーク763内の次のレベルのデバイスまで下って（または上って）、次のレベルのデバイスが接続され、また、これらのデバイスの各々及びそれらの構成したままの接続を自動感知することができる、特定のデバイス、ポート、アドレス、端子ブロックなどを検出することができる。したがって、特定のコントローラ762Aについて、結合アプリケーション790は、コントローラ762Aに接続された各I/Oカードを識別することができ、次いで、そうしたI/Oカードの各々の各端子ブロックに接続されたデバイスを自動感知することができる。スマートまたはCHARM I/Oカードの事例において、I/Oカードは、どのデバイスが、カードのどの端子に、またはカードの下デバイスアドレスまたは信号経路に接続されているのかをコントローラ762Aに伝えることができる。例えば、図1のシステムに例示されるような典型的なI/Oの事例において、結合アプリケーション790は、コントローラに、I/Oカードを通して通信させ、I/Oカードの特定のポートまたは端子ブロックを通した通信を提供させて、その端子ブロックに接続されたデバイスを自動感知することができる。その事例において、結合アプリケーション790は、フィールドデバイス、例えばI/OカードのI/Oポートの特定の端子ブロックに接続された他のフィールド資産を検出し、アプリケーション790は、次いで、フィールドデバイスに到達するために必要な信号経路を識別する。結合アプリケーション790は、次いで、フィールドデバイスと通信し、フィールドデバイスに、それ自体を識別し、その識別に関する情報を提供するように求める。他の事例において、結合アプリケーション790は、スマートまたはCHARM I/OカードなどのI/Oネットワークデバイスに到達することができ、これは、I/Oカードにおいてアプリケーション790に接続されるネットワークカード及び端子またはポートの下デバイスの各々に関する情報を提供することができる。いずれにしても、アプリケーション790は、アプリケーション790が、I/O接続ポート、端子などを通して接続されたフィールドデバイスに関するいくつかの情報を見つけ出すレベルに達するまで、I/Oネットワーク要素及びサブ要素の各々のポート、端子、接続の各々を通して循環する。

【0197】

いくつかの事例において、結合アプリケーション790は、（I/Oデバイスに接続されたフィールドデバイスのフィールドデバイス構成情報、または実際のフィールドデバイス764に記憶した構成情報732_{FE}を提供する、I/Oデバイスに記憶したデバイスプレースホルダーオブジェクト732_{FE}などの）1つ以上のフィールド側構成オブジェクトをその中に有するデバイスに到達したことを検出し、また、フィールドデバイスのシステムタグを、または構成オブジェクトもしくはファイルと関連付けられたフィールドデバイスの他の識別情報を要求する。フィールド設備側の構成オブジェクトまたは情報は、例えば資産のシステムタグによって、それらと関連付けられた、構成したままのフィールド資産を識別する。上で述べたように、フィールドデバイス構成情報は、フィールドデバイス自体に記憶することができ、または例えば実際のフィールドデバイスに記憶すること

ができるフィールド設備のデバイスブレースホルダーオブジェクトに記憶することができ、またはI/OカードもしくはI/Oネットワーク内に記憶したデータベースに記憶することができる。いずれにしても、アプリケーション790が、デバイスブレースホルダーなどのそのようなフィールドデバイス構成情報を検出したときに、アプリケーション790は、データベース730に進んで、同じシステムタグまたはフィールドデバイスに対応する、対応するバックエンドシステムのデバイスブレースホルダーオブジェクトを見つけ出し、次いで、二組の構成情報に照合する。好ましい事例において、2つのデバイスブレースホルダーオブジェクトは、正確に、少なくともより高いレベルで一致し、この時点で、結合アプリケーション790は、そのデバイスがバックエンドシステム700内のデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{BE}に（ならびにフィールドデバイス内、またはフィールド設備のデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{FE}内のフィールドデバイス構成情報に）到達するために必要なI/O経路接続情報を提供することができ、それによって、将来の両側からのそうしたデバイスとの直接通信を可能にする。加えて、この事例において、結合アプリケーション790は、フィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクト（2つ存在する場合はどちらも）をI/O割り当てのデバイス状態に設定することができ、それは、実際のI/Oネットワーク接続経路情報が、デバイスブレースホルダーオブジェクト内に、またはフィールドデバイス構成自体内に記憶されていることを意味し、この通信経路情報は、デバイスブレースホルダーオブジェクトと通信する、またはデバイスブレースホルダーを使用してプラント内のI/Oネットワークを介して通信を行う、他のオブジェクト、モジュール、アプリケーション、及びプログラムに提供することができる。この通信経路情報はまた、構成データベース716に記憶し、システム710、712、714のモジュール、アプリケーション、プログラムなどの、プラント内の他のオブジェクトに提供することもできる。同様に、結合アプリケーション790が、プラントのフィールド設備側から開始される場合、結合アプリケーション790は、コントローラ762を見つけ出すまで、I/Oネットワーク763内のデバイスを通じて上る。結合アプリケーション790は、次いで、コントローラ762をデータベース730と通信させて、結合が行われるデバイスと関連付けられたデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{BE}を見つけ出し、それによって、アプリケーション790が、フィールド設備側の各フィールドデバイスまたはフィールド資産について、二組のデバイス構成情報を検出し、比較することを可能にすることができる。

【0198】

当然ながら、いくつかの場合において、対応する一対の構成メモリ内の情報（例えば、フィールドデバイス及びバックエンドデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{BE}の2つのデバイスブレースホルダーオブジェクトまたは構成情報）は、同じでない場合があり、またはいくつかの様態において誤って構成される場合がある。その事例において、構成アプリケーション790は、規則またはポリシーデータベースを含み、これは、デバイスブレースホルダーオブジェクト732_{BE}内の情報がプラントのフィールド設備側の対応するフィールドデバイスの構成情報に一致しないとき、すなわち、特定のデバイスまたはデバイス信号の二組の構成情報が異なるときに、アプリケーション790が結合を行うことを可能にする。いくつかの事例において、規則またはポリシーデータベース内の規則またはポリシーは、バックエンドデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{BE}が、正しい情報であること（またはマスターオブジェクトであること）を示し、また、バックエンド側のマスターデバイスブレースホルダーオブジェクトの情報が、フィールドデバイスに提供もしくは記憶されること、またはフィールドデバイスのフィールド設備デバイスブレースホルダーオブジェクト732_{FE}に記憶されることを示すことができる。他の事例において、規則またはポリシーは、フィールドデバイス内またはブレースホルダーデバイスブレースホルダーオブジェクト732_{FE}内の構成情報などの、フィールド設備デバイス構成情報が、制御またはマスターオブジェクトであることを示すことができ、次いで、結合アプリケーション790が、プラントのフィールド設備側に記憶したフィールド設備デバイス構成情報を、バックエンドシステムのデバイスブレースホルダーオブジェク

10

20

30

40

50

ト 7 3 2_{B E} にコピーする。しかしながら、いくつかの事例において、規則またはポリシーは、ユーザがコンフリクトに関与することを可能にまたは必要とし、また、ユーザがどちらの情報が実際に正しいのかを判定し、したがって、どの情報を、デバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} 及びプラントのフィールド設備側内の構成フィールド内またはメモリ内の両方において使用するかを判定することを必要とすることができる。そのような規則またはポリシーは、アラームまたは警告を、ユーザインターフェースを介して結合アプリケーション 7 9 0 から送信させることができ、ユーザに、二組のデバイス構成オブジェクト間の情報が異なることを伝え、それによって、ユーザが、どちらの情報が両方の場所に記憶すべき正しい情報であるのかに関する判定を提供することを可能にする。当然ながら、他の規則またはポリシーを使用することができ、任意の特定のインスタンスにおいて使用される規則またはポリシーは、システム毎に構成可能とすることができる。したがって、結合アプリケーション 7 9 0 によって行われるコンフリクト解決プロセスは、構成可能とすることができる。さらに、いくつかの事例において、一方の一組の構成情報の空のまたは構成されていないフィールドは、もう一方の一組内の構成情報に基づいて記入することができる。したがって、特定のデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} がその中に構成フィールドのうちのいくつかの値を含んでいない場合、フィールドデバイスに、またはフィールドデバイスのブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{F E} に記憶した値は、バックエンドデバイスのブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} の空のフィールドにコピーすることができる。当然ながら、構成情報は、バックエンドデバイスのブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} から、フィールドデバイスの、またはフィールドデバイスと関連付けられたデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{F E} の構成メモリにコピーすることができる。

【 0 1 9 9 】

したがって、フィールドデバイスのバックエンドデバイスブレースホルダーオブジェクトに記憶した情報と、プラントのフィールド設備側に記憶したフィールドデバイスの構成情報との間の検出した違いを調停することは、これらのメモリうちの第 2 の 1 つ、またはその様々なフィールドがその中にいかなる構成情報も記憶していないときに、これらの構成メモリのうちの第 1 の 1 つに記憶した構成情報を、これらのメモリのうちの第 2 の 1 つに記憶することを含むことができる。同様に、検出した違いを調停することは、これらの構成メモリの第 1 のフィールド内の情報が一致しないときに、バックエンド環境に記憶したフィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} の第 1 の構成フィールドに記憶した構成情報を、フィールド環境に記憶したフィールドデバイスの構成メモリ（デバイスブレースホルダーオブジェクトなど）の第 1 の構成フィールドに自動的に記憶することを含むことができる。またさらに、検出した違いを調停することは、これらの構成メモリの第 1 のフィールド内の情報が一致していないときに、フィールド環境に記憶したフィールドデバイスの構成メモリの第 1 のフィールドに記憶した構成情報を、バックエンド環境に記憶したフィールドデバイスのデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{B E} の第 1 のフィールドに自動的に記憶することを含むことができる。加えて、構成情報間の検出した違いを調停することは、記憶した構成情報の違いが二組の構成情報間に存在する旨の、ユーザへのメッセージを生成することを含むことができ、また、ユーザが（結合システムのユーザインターフェースを介して）、二組の構成情報間の検出した違いをどのように解決するかの様態に関する情報を明示することを可能にすることができる。したがって、例えば、結合システムは、構成情報の検出した違いのコンフリクトをどのように解決するのかに関する一組の規則を記憶するメモリを含むことができ、結合システムは、ユーザが、どの 1 つまたは複数の規則を使用して、プラントの特定のフィールドデバイス、ユニット、領域などの構成情報の検出した違いのコンフリクトを解決するのかを構成することを可能にすることができる。いずれにしても、フィールドデバイスをプロセスコントローラに結合することは、フィールドデバイスのまたはフィールド環境内のデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_{F E} のフィールドデバイス構成メモリの一方または両方に、及びバックエンド環境内のデバイスブレースホルダーオブジェクト 7 3 2_B

E に、検出した通信経路を記憶することによって、フィールドデバイスと関連付けられた、検出した通信経路を構成メモリに記憶することを含むことができる。

【0200】

デバイスプレースホルダーオブジェクト情報のコンフリクトが解決され、特定のフィールドデバイスのデバイスプレースホルダーオブジェクトの両方が同じであるときに、I/Oネットワーク経路または通信経路情報は、フィールドデバイスのデバイスプレースホルダーオブジェクトの両方などにおいて、構成メモリの両方に記憶することができ、この経路は、他のアプリケーション、プログラムなどに提供し、使用して、通信を行うことができる。さらに、結合アプリケーション790は、デバイスプレースホルダーオブジェクトのいずれかまたは両方(2つ存在する場合)を、I/O割り当てしたデバイス状態にすることができ、したがって、その後、これらのデバイスプレースホルダーオブジェクトを使用して、プラントの、したがってI/Oネットワーク763を通した通信経路の動作中に、バックエンド環境700内のモジュール、アプリケーション、プログラムなどの他のエンティティに、これらのフィールドデバイスの各々の実際のI/O割り当てが使用されることを通知することができる。さらに、この情報は、構成データベース716に記憶することができる。この割り当て情報を、構成データベース716に、及びその情報を必要とするデバイスモジュール、システムなどの各々に記憶することは、ネットワークデバイスが、結合アプリケーション790によって検出及び構成される実際の割り当てたI/O信号経路を使用して、バックエンドからフィールド設備に、及びその逆も同様に、互いに実際に通信することを可能にする。さらに、この時点で、デバイスプレースホルダーオブジェクトは、I/O割り当てのデバイス状態に設定することができ、これは、フィールドデバイスがプラント内に実際に割り当てられたこと、したがって、判定したデバイス割り当て及び信号経路を使用して、通常の通信チャネルを介して、フィールド側とバックエンド側との間で通信を行うことができることを示す。いくつかの事例では、結合が生じた後に、デバイスプレースホルダーオブジェクトを破棄すること、消去すること、または単に使用しないことができる(すなわち、I/O割り当てのデバイス状態に設定したとき)。さらに、所望に応じて、結合アプリケーションまたはシステム790は、制御モジュールをプロセスコントローラにインスタンス化及び/またはダウンロードすることなどの、他の結合アクションをとって、フィールドデバイスをプロセスコントローラに結合することができ、制御モジュールは、制御モジュールの動作中に、フィールドデバイスと通信する。結合アプリケーションまたはシステム790はまた、または代わりに、結合したフィールドデバイスと通信する他のモジュール、アプリケーション、プログラム、ユーザインターフェースなどを、ワークステーション、サーバ、ハンドヘルドもしくはポータブルデバイスなどの、プラント内の他のコンピュータデバイスにインスタンス化及び/またはダウンロードすることができる。

【0201】

自動ループ試験

【0202】

プロセス制御ループのコンポーネント及び部分が(例えば、本明細書で説明される技術などによって、異なる地理的な場所において)コミッショニングされた後に、プロセス制御ループ(複数可)を、「ループ試験」を行うことによって全体として試験することができる。本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術は、自動ループ試験(本明細書において、「自動化されたループ試験」と称されることもある)自動ループ試験を行うことを含み、これは、従来のループ試験と異なり、バックエンド環境125内のオペレータがフィールド環境122内のオペレータと協調して、プロセス制御ループにおいて、様々な入力を注入すること、ならびに/または様々な条件及び/もしくは状態を生成することを必要としない。代わりに、以下の技術により、他のコミッショニングされたプロセス制御ループのうちのいくつかまたは全てのループ試験を行うために、単一のオペレータが単一の動作(例えば、自動ループ試験を開始する旨の指示を提供すること)を行うことができる。他の実現形態において、自動ループ試験は、さらに下で論じられるように、任意

のオペレータがいかなるユーザ入力も提供することなく開始することができる。またさらに下で論じられるように、いくつかの実現形態において、自動ループ試験は、プロセス制御ループがコミショニングされ、リアルタイム（いくつかの事例では、「ランタイム」または「オンライン」とも称される）で動作した後を含む、任意の適切なまたは所望のときに行うことができる。例えば、自動ループ試験は、所望に応じてプロセス制御ループを連続的に行うことを確実にするために、プロセス制御ループがランタイムで動作した後に、所望に応じて断続的に行うことができる。

【0203】

図9Aは、例示的なプロセス制御ループ800a～800cを表し、そのうちの1つ以上を、本明細書で説明される自動ループ試験技術によって試験することができる。当然ながら、任意の適切な数のプロセス制御ループ800を、フィールド環境122に含むことができる。図9Aに示されるように、プロセス制御ループ800a～800cは、それぞれのフィールドデバイス802a～802c、それぞれのI/Oデバイス804a～804c、及びそれぞれのコントローラ806a～806cを含む。本明細書の教示及び開示から認識されるように、様々な実現形態において、プロセス制御ループ800のうちの1つ以上は、図2A及び2Cに示されるプロセス制御ループ100のうちの1つ以上であるか、またはそのコンポーネントを含む。様々な実現形態において、下で論じられるように、自動ループ試験技術は、例えば試験入力信号をフィールドデバイス802a～802cに注入または供給することによって、フィールドデバイス802a～802cを様々な試験状態で動作させること、及びコントローラ806a～806cによって生成された、結果として生じた信号、及び/またはプロセス制御ループ800a～800cの他の結果として生じた挙動に基づいて、プロセス制御ループ800a～800cの各々が所望の及び/または予想した通りに動作しているかどうかを判定することを含む。

【0204】

フィールドデバイス802a～802cの各々は、任意の適切なスマートまたはレガシーフィールドデバイスとすることができ、I/Oデバイス804a～804cの各々は、上でさらに論じたように、レガシーI/Oカード、CIOC及びCHARM、WIOC、安全情報システム論理ソルバーなどの任意の適切な1つまたは複数のI/Oコンポーネントすること、またはそれを含むことができる。図9Aに示されるように、プロセス制御ループ800a及びそのコンポーネントは、「ループA」、または「ループA」のコンポーネントと称される。「ループB」及び「ループC」は、同様に、それぞれ、プロセス制御ループ800b及び800c、及びそのコンポーネントと称する。したがって、例えば、図9Aは、I/Oデバイス804aを「ループA I/Oデバイス」として例示する。

【0205】

図9Aはまた、バックエンド環境125内に配置され、試験自動ループに利用することができる、1つ以上のバックエンドコンピューティングデバイス808を例示する。読み取り易くするために、1つ以上のバックエンドコンピューティングデバイス808は、本明細書において、「バックエンドコンピューティングデバイス808」と単数形で称されることもあるが、任意の適切な数のバックエンドコンピューティングデバイス808を実装することができるものと理解されたい。様々な実施例において、下でさらに説明されるように、バックエンドコンピューティングデバイス808は、とりわけ、下で説明するように、フィールドデバイス802a～802cをそれぞれの複数の試験状態で動作させることによって、及びプロセス制御ループ800a～800cのそれぞれの結果として生じた挙動を評価することによって、自動ループ試験に利用される。図9Aに示されるように、バックエンドコンピューティングデバイス808は、コントローラ806a～806cを介して、各プロセス制御ループ800a～800cに通信的に結合される。加えて、または代替的に、バックエンドコンピューティングデバイス808は、フィールドデバイス802a～802cに直接通信的に結合させることができ（例示を簡単にするために図9Aに示さず）、よって、バックエンドコンピューティングデバイス808は、本明細書で説明されるような自動ループ試験中に、フィールドデバイス802a～802cを様々な

10

20

30

40

50

試験状態で動作させる。バックエンドコンピューティングデバイス 808 の少なくとも一部分は、プラント 5 のバックエンド環境 125 内に配置され、本明細書で説明される自動ループ試験技術を行う際に使用するための、オペレータワークステーション（複数可）71、AMS システム 132、バックエンドコミッシングツール 138 a または 138 b のうちの 1 つ以上（上で述べたように、AMS システム 132 の一部とすることができる）、及び／または任意の他の適切なコンピューティングデバイスに含むこと、またはそれらによって実装することができる。

【0206】

図 9 A に示されるように、バックエンド環境 125 はまた、バックエンドコンピューティングデバイス 808 に結合された 1 つ以上のバックエンドメモリ 810 も含む。図 9 A に例示される配設などのいくつかの配設において、1 つ以上のバックエンドメモリ 810 は、コントローラ 806 a ~ 806 c の各々に通信的に結合される。1 つ以上のバックエンドメモリ 810 は、例えば、自動ループ試験において使用される試験状態を示す情報（例えば、本明細書で説明されるように、フィールドデバイス 802 a に供給される入力試験信号を示す情報）、自動ループ試験の結果（下でさらに説明される）、ならびに／または各入力試験信号、例えば生成された信号及びそれらの予想される値及び／または値範囲にそれぞれ対応する、プロセス制御ループ 800 a の許容可能な、及び／または予想された結果として生じた挙動を示す情報などを記憶する。一実現形態において、集中データベース 128 は、1 つ以上のバックエンドメモリの少なくとも一部分を含む。

【0207】

自動ループ試験の実行をより詳細に参照すると、図 9 B は、プロセス制御プラント 5 のプロセス制御ループ 800 a などのプロセス制御ループを自動的に試験する例示的な方法 820 を表す。いくつかの実現形態において、上で説明した 1 つ以上のコンピューティングデバイス（例えば、バックエンドコンピューティングデバイス 808 または他の適切なコンピューティングデバイスもしくはプロセッサ）は、方法 820 を、または少なくともその一部分を行う。

【0208】

ブロック 822 で、方法 820 は、プロセス制御ループ 800 a の自動試験が行われる旨の指示を受信することを含む。1 つの実施例において、指示は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 のユーザインターフェースまたは別のユーザインターフェースを介して受信される、任意の適切なユーザ入力である。別の実施例において、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、プロセス制御ループ 800 a の自動試験が任意のユーザ入力だけで行われる旨の指示を受信する。例えば、プロセス制御ループ 800 a の自動試験が行われる旨の指示は、フィールドデバイス 802 a が I/O デバイス 804 a 及び／または I/O デバイス 804 a の特定チャンネルを介して通信するように指定された時点で、別のデバイスまたはアプリケーション（例えば、本明細書で説明されるコンピューティングデバイスのうちの 1 つなどの、別のプロセッサまたは他の適切なデバイス）によって自動的に生成される。一実現形態において、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、次いで、プロセス制御ループ 800 a の自動試験が他のデバイスまたはアプリケーションから行われる旨の指示を受信する。

【0209】

方法 820 はまた、自動ループ試験が行われる旨の指示を受信することに応答して、任意のユーザ入力だけで、フィールドデバイス 802 a を複数の試験状態の各々で自動的に動作させる。より具体的には、ブロック 825 で、方法 820 は、フィールドデバイス 802 a の試験状態（例えば、フィールドデバイス 802 a の複数の試験状態のうちの第 1 の試験状態）の指示を取得することを含む。一実現形態において、試験状態の指示は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 によって、1 つ以上のバックエンドメモリ 810 から取得される。

【0210】

ブロック 828 で、方法 820 は、入力試験信号を（例えば、バックエンドコンピュー

ティングデバイス 808 によって) フィールドデバイス 802a に自動的に注入または供給して、フィールドデバイス 802a を示された試験状態で動作させることを含む。例えば、いくつかの実現形態において、フィールドデバイス 802a が HART (登録商標) フィールドデバイスであるときなどに、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、入力試験信号を供給するために、または供給される入力試験信号を示すために、HART (登録商標) 通信プロトコルに従って、1つ以上のコマンドをフィールドデバイス 802a に送信し、それによって、フィールドデバイス 802a を示された試験状態で自動的に動作させる。同様に、フィールドデバイス 802a が別の工業プロトコルに従って動作するときに、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、フィールドデバイス 802a の工業通信プロトコルに従って、1つ以上のコマンドをフィールドデバイス 802a に送る。

10

【0211】

ブロック 828 に関して続けると、いくつかの実現形態において、入力試験信号は、パーセンテージ信号強度として表される信号強度(本明細書では、「信号レベル」とも称される)を有する、または示す信号である。単に1つの実施例として、入力試験信号は、(例えば、フィールドデバイス 802a と、対応する I/O デバイス 804a との間の全体にわたる)フィールドデバイス 802a の全信号強度の 0%、25%、50%、75%、または 100% として表される信号強度を有する。そのため、一実現形態において、本明細書でさらに説明されるような方法 820 を行った結果としてフィールドデバイス 802a にそれぞれが供給される、複数の入力試験信号は、フィールドデバイス 802a における全信号強度の 0%、25%、50%、75%、及び 100% として表される信号強度を有する信号を含む。フィールドデバイス 802a の全信号強度は、例えば、フィールドデバイス 802a の通常動作中のフィールドデバイス 802a における最大信号強度(例えば、センサにおける最大信号強度)、通常動作の最大信号強度を超えるフィールドデバイス 802a における信号に対応する、所定の条件中のフィールドデバイス 802a における最大信号強度、または任意の適切な信号強度である。

20

【0212】

ブロック 828 をさらに参照すると、いくつかの実現形態において、入力試験信号は、工学単位で表される信号強度を有する、または示す信号である。単に1つの実施例として、入力試験信号は、摂氏度、ポンド平方インチ(PSI)といった単位で、または任意の他の適切な工学単位で表される信号強度を有する。工学単位で表される信号強度を有する入力試験信号について、一実現形態において、バックエンドコンピューティングデバイス 808 のプロセス制御ループ 800a への(例えば、上で説明したように、フィールドデバイス 802a への)通信的な接続は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 が、入力試験信号の1つ以上の指示を工学単位の1つ以上の指示に適切に変換またはフォーマットすることを可能にする。その結果、一実施例において、入力試験信号は、最大信号強度の特定のパーセンテージである信号強度を有し、特定のパーセンテージは、次に、示されたエンジニアリングユニットに対応する。様々な実現形態において、入力試験信号の信号強度が表される工学単位の指示(または複数の指示)は、ブロック 825 において示される試験状態でフィールドデバイス 802a を動作させるように、プロセス制御ループ 800a に通信される。

30

40

【0213】

ブロック 830 で、方法 820 は、ブロック 825 において指示された試験状態について、プロセス制御ループ 800a の結果として生じた挙動が、試験状態に対応するフィールドデバイス 802a の一組の予想される挙動に含まれるかどうかを判定する。一実現形態において、ブロック 830 に関して説明される判定は、1つ以上のバックエンドメモリ 810 に記憶した情報に基づく。様々な実施例において、(本明細書でさらに説明されるように)方法 820 を行っている間にフィールドデバイス 802a を動作させる複数の試験状態のうちのそれぞれは、プロセス制御ループ 800a の一組の予想される挙動のそれぞれに対応する。したがって、いくつかの実現形態では、複数の入力試験信号のそれぞれ

50

が、プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれ一組の予想される挙動のそれぞれ 1 つに対応することになる。全般的に言えば、一組の予想される挙動のそれぞれは、いくつかの事例において、単一の予想される挙動を含み、いくつかの事例では、代替的に、または組み合わせて生じると予想することができる 2 つ以上の予想される挙動を含む。

【 0 2 1 4 】

例えば、一実現形態において、プロセス制御ループ 8 0 0 a の結果として生じた挙動は、フィールドデバイス 8 0 2 a に供給された入力試験信号に応答して、コントローラ 8 0 6 a によって生成されたそれぞれの信号を含むことができる。例えば、フィールドデバイス 8 0 2 a における最大動作信号強度の 2 5 % として表される信号強度を有する入力試験信号をフィールドデバイス 8 0 2 a に供給することで、コントローラ 8 0 6 a は、コントローラ 8 0 6 a によって提供される最大出力信号強度の 2 5 % である対応する信号を生成することになる。そのような場合に、コントローラ 8 0 6 a によって生成される信号は、ブロック 8 2 5 において示された試験状態に対応するそれぞれ一組の予想される挙動に含まれると判定され、ここで、ブロック 8 2 5 において示される試験状態は、最大信号強度の 2 5 % に対応する。

10

【 0 2 1 5 】

加えて、または代替的に、プロセス制御ループ 8 0 0 a の結果として生じた挙動は、フィールドデバイス 8 0 2 a によって生成されたそれぞれの出力信号であるか、またはそれを含む（例えば、入力試験信号がフィールドデバイス 8 0 2 a に供給された結果、それによって、コントローラ 8 0 6 a に、I / O デバイス 8 0 4 a によりフィールドデバイス 8 0 2 a に提供されるそれぞれの入力信号を生成させる）。

20

【 0 2 1 6 】

ブロック 8 3 0 をさらに参照すると、様々な実現形態において、プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれの結果として生じた挙動は、（上で説明したように）コントローラ 8 0 6 a によって生成されたそれぞれの信号が予想される値（例えば、予想されるパーセンテージ信号強度）を有するときに、複数の試験状態のうちの 1 つに対応するそれぞれ一組の予想される挙動に含まれるとみなされる、予想される値の範囲内（例えば、コントローラ 8 0 6 a、バックエンドコンピューティングデバイス 8 0 8、または他の適切なコンピューティングデバイスのオペレータによって予め定義された範囲内）である、及び / またはいくつかの他の予想される基準などを満たす、などである。加えて、または代替的に、別の実現形態において、プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれの結果として生じた挙動は、（上で説明したように）それぞれの入力試験信号の結果として、フィールドデバイス 8 0 2 a によって生成されたそれぞれの出力信号が予想される値を有するときに、複数の試験状態のうちの 1 つに対応するそれぞれ一組の予想される挙動に含まれるとみなされる、予想される値の範囲にある、いくつかの他の予想される基準などを満たす、などである。

30

【 0 2 1 7 】

また、フィールドデバイス 8 0 2 a の単一の試験状態（例えば、ブロック 8 2 5 において示される試験状態）は、ループ 8 0 0 a の単一または多数の結果として生じた挙動をもたらす得ることに留意されたい。同様に、フィールドデバイス 8 0 2 a の単一の試験状態に対応する予想される一組の挙動は、ループ 8 0 0 a の単一または多数の予想される挙動を含むことができる。

40

【 0 2 1 8 】

ブロック 8 3 2 で、方法 8 2 0 は、プロセス制御ループ 8 0 0 a の自動ループ試験の結果、及び示される試験状態（すなわち、ブロック 8 2 5 において示される試験状態）を記憶することを含む。一実施例において、ブロック 8 3 2 において生成される自動ループ試験の結果は、1 つ以上のバックエンドメモリ 8 1 0 に記憶される。様々な実施例において、ブロック 8 3 2 において生成される自動ループ試験の結果は、プロセス制御ループ 8 0 0 a の結果として生じた挙動が、ブロック 8 2 5 において示される試験状態に対応する一組の予想される挙動に含まれるかどうかの指示であるか、またはそれを含む。一実施例において、プロセス制御ループ 8 0 0 a の結果として生じた挙動が、一組の予想される挙動

50

に含まれるとき、プロセス制御ループ 8 0 0 a の自動ループ試験の結果は、ブロック 8 2 5 において示される試験状態について、「成功」であること（例えば、プロセス制御ループ 8 0 0 a が適切に動作していること）を示す。それに応じて、一実施例において、プロセス制御ループ 8 0 0 a の結果として生じた挙動が、一組の予想される挙動に含まれないとき、自動ループ試験の結果は、ブロック 8 2 5 において示される試験状態について、「失敗」である（例えば、そのプロセス制御ループ 8 0 0 a が適切に動作していないこと）を示す。実際の出力データ（例えば、実際の出力値）もまた、所望に応じて、指示と共に記憶することができる。

【 0 2 1 9 】

ブロック 8 3 5 で、方法 8 2 0 は、プロセス制御ループ 8 0 0 a を別の試験状態で動作させるかどうかを（例えば、1 つ以上のバックエンドメモリ 8 1 0 に記憶した指示を有する複数の試験状態のうちの任意の試験状態が、ブロック 8 2 5 ~ 8 3 2 に関して説明したように実装されているかどうかを）判定することを含む。プロセス制御ループ 8 0 0 a を別の試験状態で動作させる場合は、ブロック 8 2 5 ~ 8 3 5 を繰り返す。

【 0 2 2 0 】

プロセス制御ループ 8 0 0 a を別の試験状態で動作させない（例えば、フィールドデバイス 8 0 2 a を、複数の試験状態のうちの全ての所望の試験状態で動作させたと判定される）場合は、ブロック 8 3 8 で、方法 8 2 0 は、（例えば、複数の所望の試験状態のうちの全てについて）プロセス制御ループ 8 0 0 a の自動ループ試験の結果を生成することを含む。例えば、自動ループ試験の結果は、（ i ）プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれの結果として生じた挙動が、第 1 の一組の試験状態のうちの試験状態に対応する 1 つ以上のそれぞれ一組の予想される挙動に含まれる、フィールドデバイス 8 0 2 a の試験状態の第 1 の一組の試験状態（例えば、複数の試験状態のうちの 1 つ以上）、及び / または（ i i ）プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれの結果として生じた挙動が、第 2 の一組の試験状態のうちの試験状態に対応する 1 つ以上のそれぞれ一組の予想される挙動に含まれない、フィールドデバイス 8 0 2 a の試験状態の第 2 の一組の試験状態（例えば、複数の試験状態のうちの 1 つ以上）を示す。本明細書の教示及び開示から、上で論じた第 2 の一組の試験状態は、自動ループ試験が「範囲外」または「失敗」を示す試験状態、例えば、それぞれの結果として生じた挙動（例えば、上で論じたような、コントローラ出力、フィールドデバイス出力など）が予想された通りではなかった試験状態を含むことが認識されるであろう。自動ループ試験の結果は、加えて、所望に応じて、各試験状態の出力データ（例えば、実際の出力値）を含むことができる。

【 0 2 2 1 】

ブロック 8 3 8 の参照を続けると、一実施例において、自動ループ試験の結果は、自動ループ試験の結果を構成する情報（例えば、上で論じたような、第 1 及び / または第 2 の一組（複数可）の試験状態の指示）を、任意の適切なコンピューティングデバイスのユーザインターフェースを介して提示することができるよう生成される。例えば、自動ループ試験の結果を構成する情報は、バックエンドコンピューティングデバイス 8 0 8 のうちの 1 つ以上のディスプレイ画面を介して、オペレータまたは他のユーザに提示される。加えて、または代替的に、自動ループ試験の結果は、プラント 5 と関連付けられた任意の所望のコンピューティングデバイス（オペレータワークステーション 7 1 またはバックエンドコミッシングツール 1 3 8 など）に伝送することができ、及び / または 1 つ以上のメモリ 8 1 0 または集中データベース 1 2 8 などの、任意の所望のデータ記憶装置に記憶することができる。

【 0 2 2 2 】

本明細書の教示及び開示から、様々な実現形態において、フィールドデバイス 8 0 2 a を、任意のユーザ入力だけで、複数の試験状態の各々で自動的に動作させることは、フィールドデバイス 8 0 2 a が複数の試験状態のうちの第 1 の試験状態での動作を完了した時点で、任意のユーザ入力だけで、ブロック 8 2 5 ~ 8 3 5 を自動的に繰り返すことによって、その後の試験の状態の間で、フィールドデバイスを自動的に変化させることを含むこ

10

20

30

40

50

とが認識されるであろう。例えば、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、ブロック 835 においてフィールドデバイス 802 a を動作させるためのいかなる追加的な試験状態も残っていないと判定されるまで、ブロック 825 ~ 835 を繰り返す。一実現形態において、フィールドデバイス 802 a は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 におけるユーザ入力に応答して、第 1 の試験状態で動作し、ユーザ入力は、プロセス制御ループ 800 a の自動試験が行われるバックエンドコンピューティングデバイス 808 への指示を提供する。しかしながら、上記の議論から理解されるように、フィールドデバイス 802 a は、ユーザがフィールドデバイス 802 a にそのように指示することなく、その後、他の試験状態の各々で動作するように自動的に移行する。

【0223】

上記の議論から、プロセス制御ループ 800 a について、自動ループ試験を行い、自動ループ試験の結果を生成することができることがさらに認識されるであろう。プロセス制御ループ 800 a の自動ループ試験の説明、ならびにフィールドデバイス 802 a、I/O デバイス 804 a、コントローラ 806 a が関係するアクションの説明はまた、または代替的に、プロセス制御プラント 5 の他のプロセス制御ループに適用することができることを認識されたい。例えば、図 9 A の参照を続けると、様々な実施例において、自動ループ試験は、プロセス制御ループ 800 b 及び 800 c の各々をそれぞれ試験することをさらに含む。一実現形態において、プロセス制御ループ 800 b 及び 800 c を試験することは、プロセス制御ループ 800 a を試験することと並行して行われる。当然ながら、様々な実現形態において、任意の適切な数のプロセス制御ループ（例えば、図 9 A に示されない追加的なプロセス制御ループを含む）が、他のプロセス制御ループの自動試験と並行して、逐次的に、または異なる時間に自動的に試験され、いくつかの実施例において、各プロセス制御ループは、それぞれのフィールドデバイスをそれぞれ複数の試験状態で動作させる任意のユーザ入力だけで、または（本明細書の別の場所で説明されるように）全く任意のユーザ入力だけで、自動的に試験される。

【0224】

プロセス制御ループ 800 a ~ 800 c の同時の自動試験をより具体的に参照すると、図 9 C は、プロセス制御ループ 800 a ~ 800 c などの多数のプロセス制御ループを自動的に試験する例示的な方法 850 を表す。いくつかの実現形態において、上で説明した 1 つ以上のコンピューティングデバイス（例えば、バックエンドコンピューティングデバイス 808 または他の適切なコンピューティングデバイスもしくはプロセッサ）は、方法 850 を、または少なくともその一部分を行う。

【0225】

ブロック 852 で、方法 850 は、追加的なプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 800 b）の自動試験を行う旨の指示を受信することを含む。1 つの実施例において、指示は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 のユーザインターフェースまたは別のユーザインターフェースを介して受信される、任意の適切なユーザ入力である。別の実施例において、バックエンドコンピューティングデバイス 808 は、全般的に言えば、（図 9 B に関して上で説明したような）自動ループ試験を行うことを指示するユーザ入力を受信するが、プロセス制御ループ 800 b の自動試験を行う旨の指示は、ユーザ入力だけで受信される。例えば、プロセス制御ループ 800 b の自動試験を行う旨の指示は、自動試験を行う任意の他のプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 800 c）の指示と共に、1 つ以上のバックエンドメモリ 810 に記憶することができる。プロセス制御ループ 800 b の自動試験を行う旨の記憶した指示は、ブロック 822 に関して説明したように自動ループ試験を行う旨の指示を受信することに応じて、またはそれと並行して受信することができる。

【0226】

ブロック 855 で、方法 850 は、（例えば、バックエンドコンピューティングデバイス 808 によって）追加的なプロセス制御ループ（例えば、フィールドデバイス 802 b）のそれぞれのフィールドデバイスを、図 9 B に関して説明した様態などで、それぞれ複

数の試験状態で自動的に動作させることを含む。いくつかの実現形態において、複数の試験状態のそれぞれは、フィールドデバイス 8 0 2 a の複数の試験状態と比較して、異なる複数の試験状態である。したがって、そのような実現形態において、プロセス制御ループ 8 0 0 b のそれぞれ一組の予想される挙動もまた、プロセス制御ループ 8 0 0 a のそれぞれ一組の予想される挙動と異なり、そのため、プロセス制御ループ 8 0 0 a 及び 8 0 0 b が試験に成功したときに、それらのそれぞれの結果として生じた挙動もまた、プロセス制御ループ 8 0 0 a 及び 8 0 0 b の間で異なる。

【 0 2 2 7 】

ブロック 8 5 8 で、方法 8 5 0 は、図 9 B に関して説明したプロセス制御ループ 8 0 0 a に関して説明したのと同じ様態で、または類似する様態で、追加的なプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 8 0 0 b ）について、それぞれの結果として生じた挙動が、予想される挙動である（例えば、それぞれ一組の予想される挙動に含まれる）かどうかを判定することを含む。

10

【 0 2 2 8 】

ブロック 8 6 0 で、方法 8 5 0 は、プロセス制御ループ 8 0 0 a に関する試験状態の各々の自動ループ試験の結果が図 9 B に関して説明したように記憶されるのと同じ様態で、または類似する様態で、追加的なプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 8 0 0 b ）の自動ループ試験の結果を記憶することを含む。例えば、プロセス制御ループ 8 0 0 b の自動ループ試験の結果は、1 つ以上のバックエンドメモリ 8 1 0 に記憶される。

【 0 2 2 9 】

20

ブロック 8 6 2 で、方法 8 5 0 は、別のプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 8 0 0 c ）について、別の自動試験を行うかどうかを判定することを含む。1 つの実施例において、別の自動試験を行うかどうかを判定することは、1 つ以上のバックエンドメモリ 8 1 0 に記憶した 1 つ以上の指示に基づく。別の自動試験を行う場合は、ブロック 8 5 5 ~ 8 6 2 を繰り返すことができる。

【 0 2 3 0 】

別の自動試験を行わない（自動的に試験されることが所望されるプロセス制御プラント 5 の全てのプロセス制御ループが試験されている）と判定した場合は、ブロック 8 6 5 で、本方法は、プロセス制御ループ 8 0 0 a に対応する情報に加えて、プロセス制御ループ 8 0 0 b 及び 8 0 0 c に対応する情報（例えば、それらの結果）を含む、自動ループ試験の結果を生成することを含むことができる。一実現形態において、プロセス制御ループ 8 0 0 a ~ 8 0 0 c の自動ループ試験の結果を構成する情報は、バックエンドコンピューティングデバイス 8 0 8 のディスプレイ画面などの任意の適切なユーザインターフェースを介して提示される。加えて、または代替的に、ループ 8 0 0 a ~ 8 0 0 c の自動ループ試験の結果は、プラント 5 と関連付けられた任意の所望のコンピューティングデバイス（オペレータワークステーション 7 1 またはバックエンドコミッシングツール 1 3 8 など）に伝送することができ、及び / または 1 つ以上のメモリ 8 1 0 または集中データベース 1 2 8 などの、任意の所望のデータ記憶装置に記憶することができる。

30

【 0 2 3 1 】

ブロック 8 6 5 の参照を続けると、一実現形態において、自動ループ試験の結果は、プロセス制御ループ 8 0 0 a ~ 8 0 0 c のそれぞれについて、(i) それぞれの結果として生じた挙動が、第 1 の一組のそれぞれ複数の試験状態に対応する 1 つ以上のそれぞれ一組の予想される挙動に含まれる、第 1 の一組のそれぞれ複数の試験状態（例えば、それぞれ複数の試験状態の 1 つ以上の試験状態）、及び / または (i i) それぞれの結果として生じた挙動が、第 2 の一組のそれぞれ複数の試験状態に対応する 1 つ以上のそれぞれ一組の予想される挙動に含まれない、第 2 の一組のそれぞれ複数の試験状態を示す。

40

【 0 2 3 2 】

図 9 C は、プロセス制御ループ 8 0 0 b 及び 8 0 0 c の自動ループ試験を行うかどうかを逐次的に判定するように例示しているが、本明細書の教示及び開示から、様々な実現形態において、そのようなループ試験を行うかどうか、及びその後の図 9 C に関して説明さ

50

れるアクションを行うかどうかを判定することは、プロセス制御ループ 800a ~ 800c の間で並行して実行されることが認識されることに留意されたい。すなわち、いくつかの実現形態において、自動ループ試験、及び自動ループ試験の結果の生成（ならびにいくつかの事例では、上で説明したように、自動ループ試験の結果を提供すること）は、多数のプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ 800a ~ 800c）について、並行して行われる。

【0233】

さらに、自動ループ試験は、プロセスプラント 5 のバックエンド環境 125 内に配置されたバックエンドコンピューティングデバイス 808 及び 1 つ以上のバックエンドメモリ 810 に関して上で説明したが、いくつかのシナリオにおいて、自動ループ試験は、加えて、または代替的に、フィールド環境 122 内に配置されたコンピューティングデバイス 870 及びメモリ 872 を使用して行われる。具体的には、図 9A にさらに示されるように、フィールド環境 122 は、1 つ以上のフィールドメモリ 872 を含み、該フィールドメモリは、自動ループ試験において使用される試験状態を示す情報（例えば、本明細書で説明されるようにフィールドデバイス 802a に供給される入力試験信号を示す情報）、自動ループ試験の結果、ならびに / または各入力試験信号にそれぞれ対応するプロセス制御ループ 800a の許容可能な、及び / もしくは予想される結果として生じた挙動、例えば生成した信号及びそれらの予想される値及び / または値範囲などを示す情報を記憶する。様々な実現形態において、そのような情報は、1 つ以上のバックエンドメモリ 810 に記憶する代わりに、またはそれに加えて、1 つ以上のフィールドメモリ 872 に記憶される。一実現形態において、データファイルまたはストア 342 は、1 つ以上のフィールドメモリ 872 の少なくとも一部分を含む。

【0234】

図 9A はまた、自動ループ試験に利用されているバックエンドコンピューティングデバイス 808 の代わりに、またはそれに加えて、自動ループ試験に利用することができる、フィールド環境 122 内に配置された 1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 も表す（例えば、1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 は、バックエンドコンピューティングデバイス 808 によって行われる、本明細書の他の場所で説明されるアクションのうちの少なくともいくつかを行う）。1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 の少なくとも一部分は、フィールド環境 122 内に配置された、AMS システム 132、（上で述べたように、AMS システム 132 の一部とすることができる）フィールドコミッショニングツール 135a もしくは 135b のうちの 1 つ以上、及び / または任意の他の適切なコンピューティングデバイス（複数可）に含むこと、または実装することができる。図 9A に示されるように、1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 は、フィールドデバイス 802a ~ 802c を介して、プロセス制御ループ 800a ~ 800c の各々に通信的に結合され、よって、1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 は、本明細書で説明されるような自動ループ試験中に、フィールドデバイス 802a ~ 802c を動作させることができる。同じく図 9A に示されるように、1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 は、1 つ以上のフィールドメモリ 872 に通信的に結合される。いくつかの構成において、フィールドデバイス 802a ~ 802c を介して、プロセス制御ループ 800a ~ 800c の各々に通信的に結合することに加えて、またはその代わりに、1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 は、コントローラ 806a ~ 806c（例示を簡単にするために、図 9A にはそのように示されない）を介して、プロセス制御ループ 800a ~ 800c の各々に直接通信的に接続される。

【0235】

フィールド環境 122 におけるいくつかの実現形態において、自動ループ試験に利用されている 1 つ以上のフィールドコンピューティングデバイス 870 及び / または 1 つ以上のフィールドメモリ 872 の代わりに、またはそれに加えて、フィールドデバイス 802a ~ 802c のうちの 1 つ以上は、自動ループ試験に利用される 1 つ以上のプロセッサ及

び／または１つ以上のメモリを含む。例えば、図９Ａは、自動ループ試験をサポートするように（例えば、バックエンドコンピューティングデバイス８０８によって行われるように、本明細書の他の場所で説明されるアクションのうちの少なくともいくつかを行うように）構成される、プロセッサ８７４及びメモリ８７６を含むように、フィールドデバイス８０２ａを表す。様々な実施例において、フィールドデバイス８０２ａは、ＨＡＲＴ（登録商標）フィールドデバイスなどの、任意の適切なタイプのスマートフィールドデバイスである。加えて、または代替的に、様々な実施例において、（ｉ）１つ以上のフィールドメモリ８７２または（ｉｉ）メモリ８７６のうち的一方または両方は、自動ループ試験において使用される試験状態を示す情報、自動ループ試験の結果、ならびに／または各入力試験信号、例えば生成された信号及びそれらの予想される値及び／または値範囲にそれぞれ対応する、プロセス制御ループ８００ａの許容可能な、及び／または予想された結果として生じた挙動を示す情報などを記憶する。様々な実現形態において、そのような情報は、１つ以上のバックエンドメモリ８１０に記憶することに加えて、またはその代わりに、１つ以上のフィールドメモリ８７２及び／またはメモリ８７６に記憶される。

【０２３６】

故に、上で論じたように、自動ループ試験を行うことは、好都合に、バックエンド環境１２５内のオペレータがフィールド環境１２２内のオペレータと協調して、プロセス制御ループにおいて、様々な入力を注入（例えば、供給）すること、ならびに／または様々な条件及び／もしくは状態を生成することを必要としない。代わりに、いくつかの実現形態では、コミショニングされたプロセス制御ループのうちのいくつかまたは全ての自動ループ試験を行うために、単一のオペレータが単一の動作（例えば、自動ループ試験（複数可）を開始する旨の指示を提供すること）を行う。他の実現形態において、自動ループ試験（複数可）は、上で論じたように、任意のオペレータがいかなるユーザ入力も提供することなく開始される。

【０２３７】

他の考慮事項

【０２３８】

上で論じたように、本明細書で説明されるスマートコミショニング技術は、プロセスプラント５をコミショニングする時間、人員、及びコストを大幅に低減させる。図１０は、従来のコミショニング技術９０２を使用することによって、及び本明細書で説明されるスマートコミショニング技術９０５のうちの少なくともいくつかを使用することによって、例示的なフィールドデバイス（例えば、フィールドデバイス１０２）及び／またはフィールドデバイスが含まれる例示的なプロセス制御ループ（例えば、プロセス制御ループ１００）をローカルにコミショニングするために必要とされる、時間及びリソースを比較したチャート９００を例示する。チャート９００に示されるデータは、本明細書で説明されるスマートコミショニング技術の開発及び実験的な試験中に収集した。

【０２３９】

図１０で分かるように、典型的に、ユーザがフィールドデバイスをローカルにコミショニングすることによって行われるタスク９０８ａ～９０８ｇは、物理的なフィールドデバイスまで歩いて行くこと（参照場号９０８ａ）、物理的なフィールドデバイスが、予想されるデバイスであることを確認し、その配線接続を検証すること（参照番号９０８ｂ）、例えばフィールドデバイスのメモリに記憶したデバイスタグを介して、フィールドデバイスの識別情報を検証し、デバイスタグを、プロセス制御システム、資産管理システム、安全システムなどのプロセスプラント５の他のシステムが利用できるようにすること（参照番号９０８ｃ）、デバイスパラメータを構成すること（９０８ｄ）、デバイスに対応する制御モジュールをダウンロードすること（参照番号９０８ｅ）、デバイスのコミショニング検査または試験を行うこと（参照番号９０８ｆ）、及びフィールドデバイスを示すアズビルトループ情報を生成すること（参照番号９０８ｇ）を含む。当然ながら、デバイスコミショニング中に、図１０に示されるアクション９０８ａ～９０８ｇ以外の、よりも多い、よりも少ない、置き換えた、及び／または代替のコミショニングアクションを

行うことができる。

【0240】

同じく図10で分かるように、従来のフィールドデバイスのコミッショニング902を行うために必要とされる人・時間における時間は、各コミッショニングアクション908a~908gについて、チャート900に示され、従来のフィールドデバイスのコミッショニングの人・時間の累計は、2時間20分である。フィールドデバイスのスマートコミッショニング905に必要とされる人・時間における時間は、各コミッショニングアクション908a~908gについて、チャート900に示され、スマートコミッショニングの人・時間の累計は、僅か10分であり、これは、単一のフィールドデバイスを構成するために必要とされる人・時間を93%低減させる。プロセスプラントは、プラントを動作させ始める前にそれぞれコミッショニングしなければならない数百、数千、さらには数万のフィールドデバイスを含み得るので、人・時間の（したがって、財政的な）リソースの節約は、莫大である。さらに、スマートコミッショニング技術のうちの少なくともいくつかは、自動的に行われるので、該技術は、ユーザエラーに影響され難く、したがって、従来のコミッショニング技術よりも正確である。

10

【0241】

本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術は、プロセス制御システム5に関して説明されるが、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの任意の1つ以上を、Emerson Process Managementによって提供されるDeltaV SIS（商標）製品等の、プロセス制御プラントのプロセス制御安全情報システムに同様に適用することができることに留意されたい。例えば、スタンドアロンのプロセス制御安全システムまたは統合型の制御及び安全システム（「ICSS」）は、本明細書で説明されるスマートコミッショニング技術のうちの任意の1つ以上を使用してコミッショニングすることができる。

20

【0242】

加えて、ソフトウェアに実装されたとき、本明細書で説明されるアプリケーション、サービス、及びエンジンのうちのいずれかは、磁気ディスク、レーザーディスク、固体メモリデバイス、分子メモリ記憶デバイス、他の記憶媒体、コンピュータまたはプロセッサのRAMまたはROM等の、任意の有形の非一時的なコンピュータ読み出し可能なメモリに記憶することができる。本明細書で開示される例示的なシステムは、他のコンポーネントの中でも特に、ハードウェア上で実行されるソフトウェア及び/またはファームウェアを含むように開示されるが、そのようなシステムは、単なる事例に過ぎないこと、及び限定するものとみなされるべきではないことに留意されたい。例えば、これらのハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアのコンポーネントのいずれかまたは全てを、ハードウェアだけに、ソフトウェアだけに、またはハードウェア及びソフトウェアの任意の組み合わせに具現化できることが想定される。故に、本明細書で説明される例示的なシステムは、1つ以上のコンピュータデバイスのプロセッサ上で実行されるソフトウェアに実装されているように説明されるが、当業者は、提供される実施例がそのようなシステムを実装するための唯一の方法ではないことを容易に認識するであろう。

30

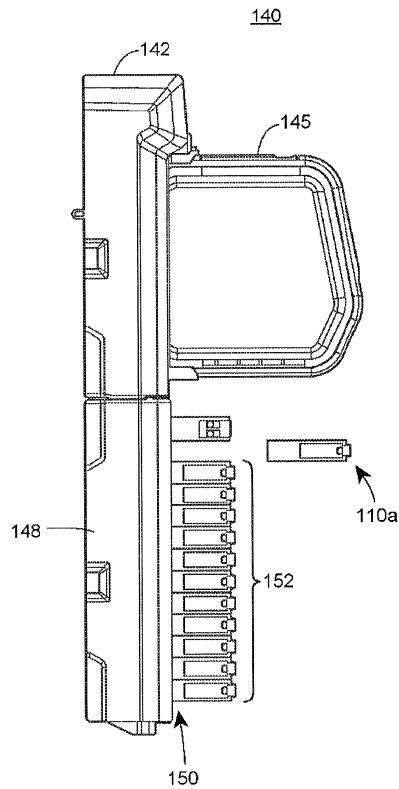
【0243】

したがって、本発明は、単に図示することを意図し、本発明を限定することを意図しない、特定の実施例を参照して説明されているが、当業者には、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、開示される実施形態に対して変更、追加、または削除が行われ得ることが明らかになるであろう。さらに、上述の本文は、多数の異なる実施形態の詳細な説明を示しているが、本特許の範囲は、本特許及びそれらの同等物の最後に示される特許請求の範囲の用語によって定義されることを理解されたい。あらゆる可能な実施形態を説明することは、不可能ではないにしても実用的ではないので、詳細な説明は、例示的なものに過ぎないと解釈されるべきであって、本発明のあらゆる可能な実施形態は説明するものではない。現在の技術または本特許の出願日以降に開発される技術のいずれかを使用して、多数の代替の実施形態を実施することができるが、それらは、依然として、特許請求の範

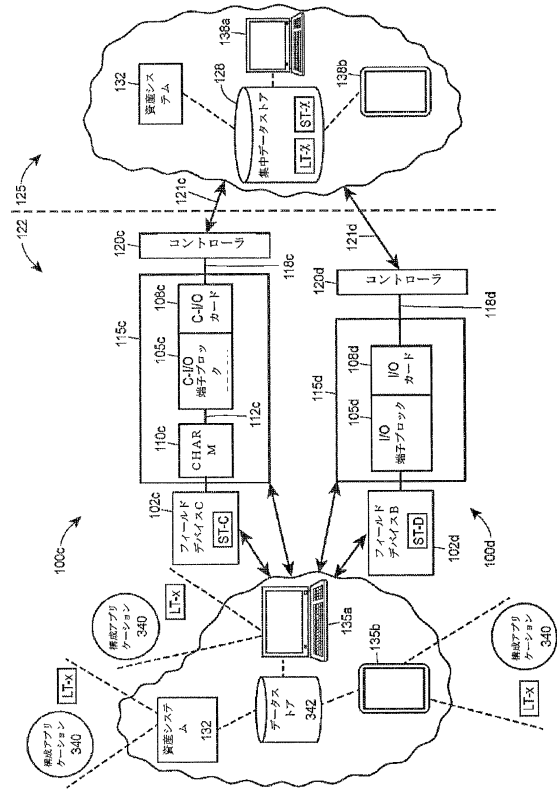
40

50

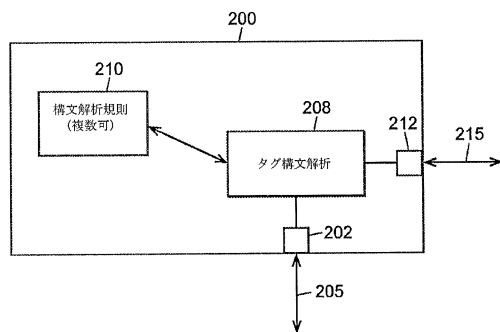
【図 2 B】



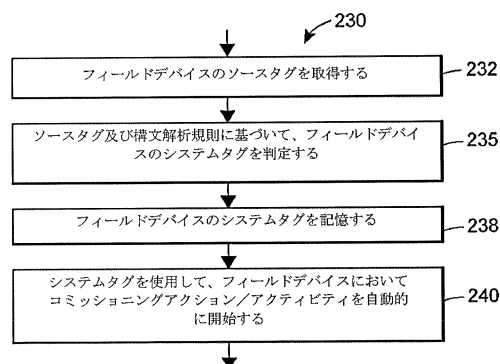
【図 2 C】



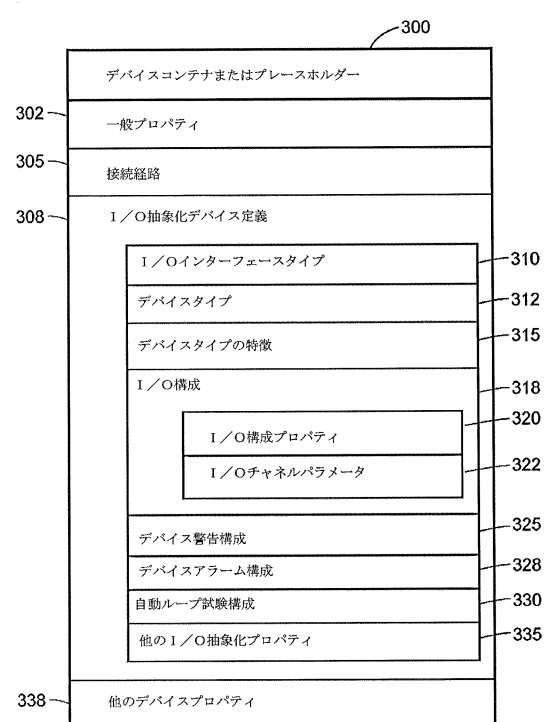
【図 3 A】



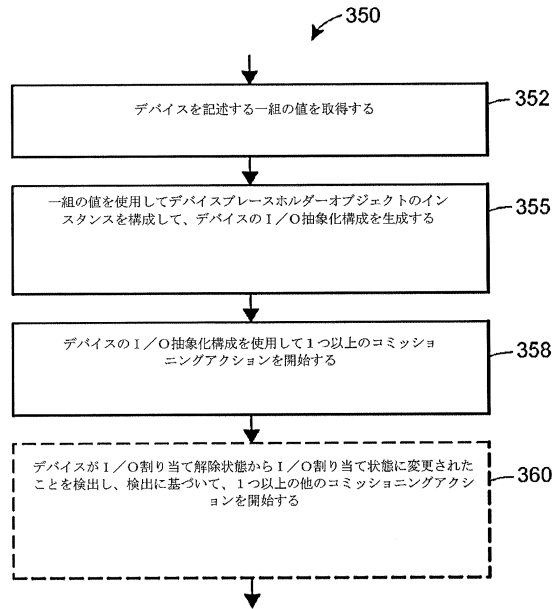
【図 3 B】



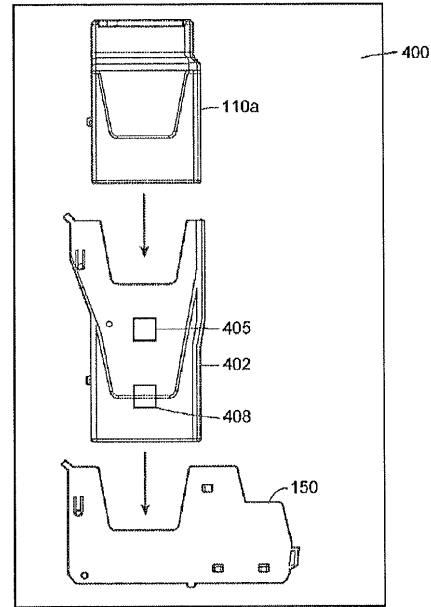
【図 4 A】



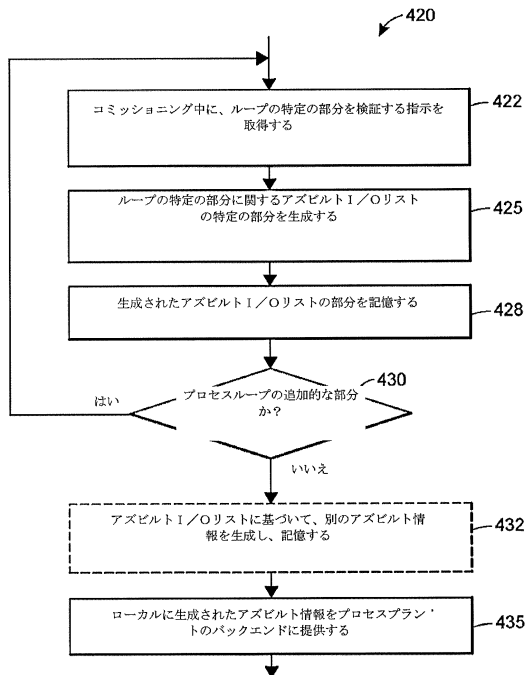
【図 4 B】



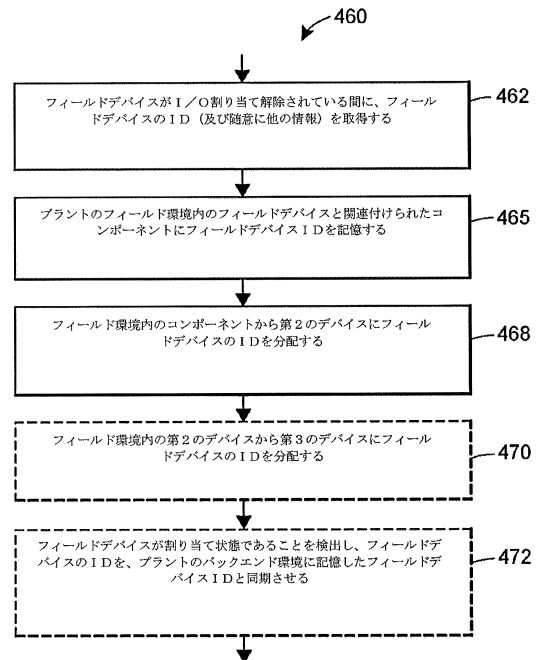
【図 5 A】



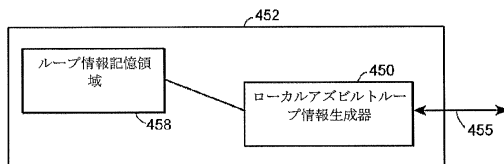
【図 5 B】



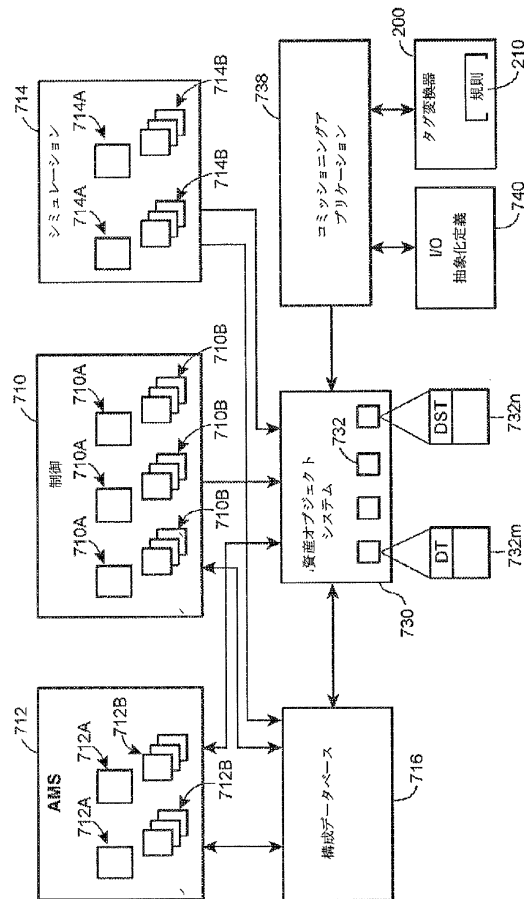
【図 6】



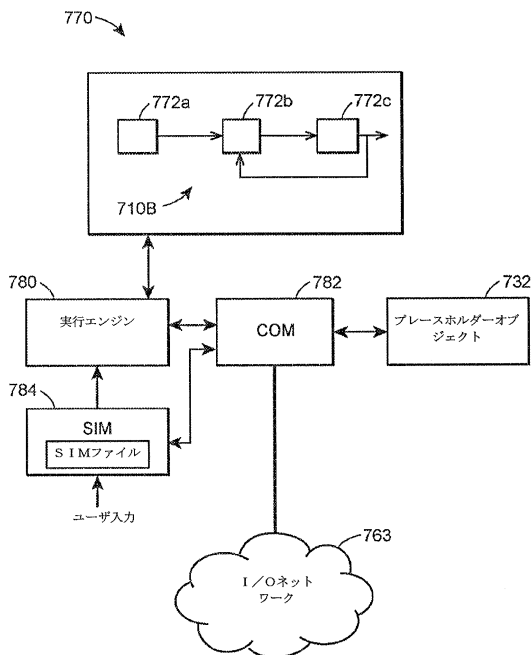
【図 5 C】



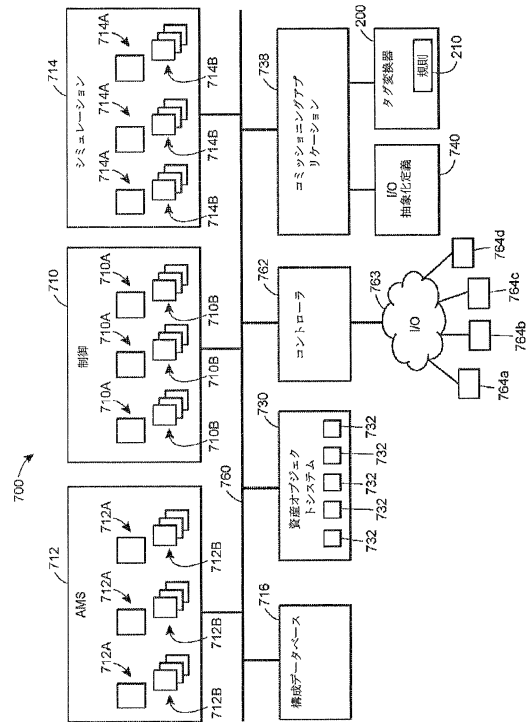
【図 7 A】



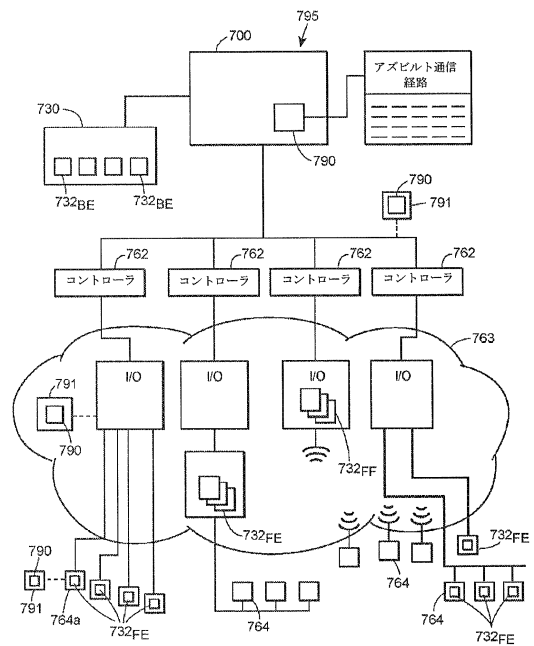
【図 7 C】



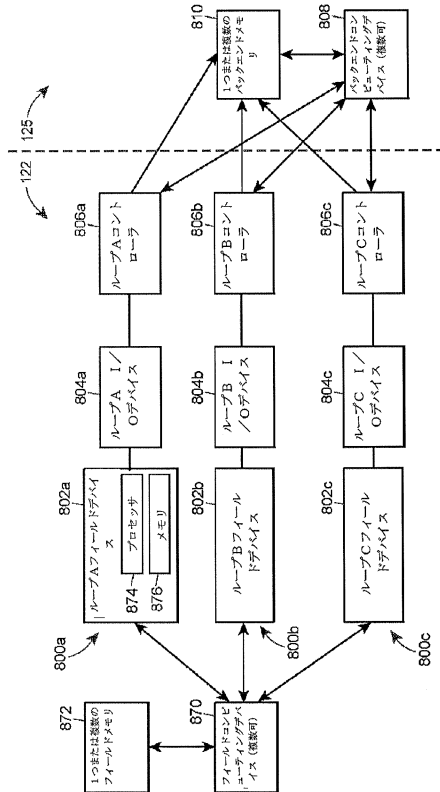
【図 7 B】



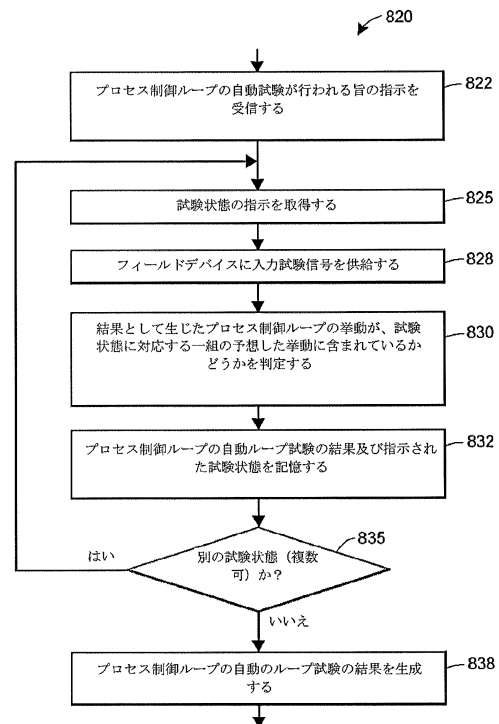
【図 8】



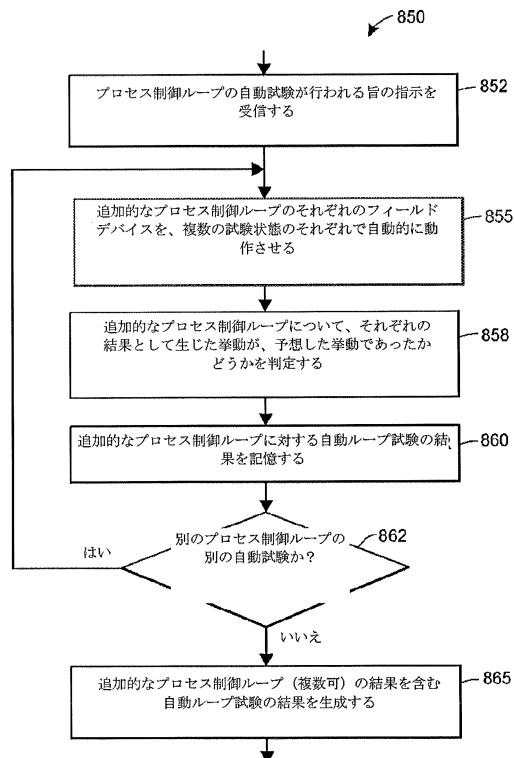
【図 9 A】



【図 9 B】



【図 9 C】



【図 10】

タスク	従来	902	905
908a デバイスの場所まで歩き、到達する			スマートコミッショニング
908b デバイスを確認し、配線を検証する	0.20	0.02	-
908c デバイスを識別し、スキャンし、AMSに割り当てる	0.10	0.06	0.02
908d デバイスパラメータを構成する	0.18	0.01	0.01
908e モジュールをダウンロードする	0.01	0.15	0.01
908f コミッショニング検査を行う	0.10	0.05	0.01
908g アズレブル図を生成する	1.10	0.10	0.05
総所要時間	2	1	0.10
平均人数	2.20	0.10	0.10
合計人・時間			

9.8%の低減

フロントページの続き

- (72)発明者 ユント, ラリー オー.
アメリカ合衆国 テキサス 78681 ラウンド ロック ノースフィールド ストリート 3
05
- (72)発明者 ロウ, ゲーリー ケー.
アメリカ合衆国 テキサス 78633 ジョージタウン ミシエル コート 110
- (72)発明者 ウィ, クリストファー イアン エス.
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 エー. パ
ブロ ストリート ナンバー60 - エー
- (72)発明者 コルクレイジャー, デボラ アール.
アメリカ合衆国 テキサス 78664 ラウンド ロック イースト ナコーマ 304
- (72)発明者 ディアス, セルジオ
アメリカ合衆国 テキサス 78660 フラッグービル レイブン カウ パス 3700
- (72)発明者 ナイドー, ジュリアン ケー.
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 ピーターソン, ネイル ジェイ.
アメリカ合衆国 テキサス 78759 オースチン サマーヒル コーブ 9203
- (72)発明者 パール, ケント エー.
アメリカ合衆国 テキサス 78681 ラウンド ロック オークランズ ドライブ 1132
- (72)発明者 ストリンデン, ダニエル アール.
アメリカ合衆国 テキサス 78721 オースチン ロレット ドライブ 1700

審査官 影山 直洋

- (56)参考文献 特開2010-170586(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0233790(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 23/02