

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-51746

(P2005-51746A)

(43) 公開日 平成17年2月24日(2005.2.24)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04Q 7/38	H04B 7/26 109G	5H223
G05B 23/02	G05B 23/02 V	5K067
H04B 7/26	H04B 7/26 M	

審査請求 未請求 請求項の数 60 O L 外国語出願 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2004-179085 (P2004-179085)
 (22) 出願日 平成16年6月17日 (2004.6.17)
 (31) 優先権主張番号 10/464,087
 (32) 優先日 平成15年6月18日 (2003.6.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Bluetooth
2. イーサネット

(71) 出願人 594120847
 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
 アメリカ合衆国 78759 テキサス
 オースティン リサーチ パーク プラザ
 ビルディング 111 リサーチ ブル
 ード 12301
 (74) 代理人 100065868
 弁理士 角田 嘉宏
 (74) 代理人 100106242
 弁理士 古川 安航
 (74) 代理人 100110951
 弁理士 西谷 俊男

最終頁に続く

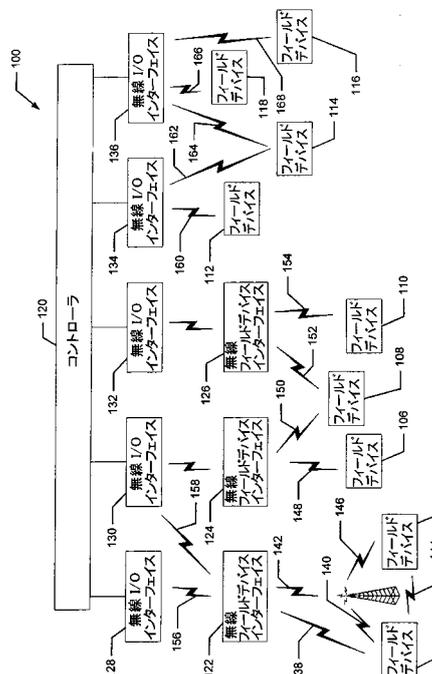
(54) 【発明の名称】 プロセス制御システムと共に用いる自己構成型通信ネットワーク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する通信ネットワークを構築する方法、装置を提供する。

【解決手段】 無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報をコンフィギュレーション情報と比較する。この無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報とコンフィギュレーション情報との比較に基づいて、上記の無線利用可能フィールドデバイスに関連するコンフィギュレーション情報が検索される。この検索されたコンフィギュレーション情報は、上記の無線利用可能フィールドデバイスを構成すべく、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、上記の無線利用可能フィールドデバイスに送信される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線利用可能フィールドデバイスを構成する方法であって、
前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を受信することと、
前記識別情報をコンフィギュレーションデータベース情報と比較することと、
前記識別情報と前記コンフィギュレーションデータベース情報との比較に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連するコンフィギュレーション情報を検索することと、
前記無線利用可能フィールドデバイスを構成すべく、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記コンフィギュレーション情報を送信することと
を有している方法。 10

【請求項 2】

前記識別情報がデバイスタグを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記識別情報を前記コンフィギュレーションデータベース情報と比較することが、前記識別情報の少なくとも一部が前記コンフィギュレーションデータベース情報の少なくとも一部と一致しているか否かを判定することを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信することが、複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を有するリストを受信することを含んでいる、請求項 1 記載の方法。 20

【請求項 5】

前記複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を有する前記リストに基づいて、現在アクティブな無線利用可能フィールドデバイスの統合リストを更新することをさらに含んでいる、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信することが、該無線利用可能フィールドデバイスに通信可能に接続されているコントローラから少なくとも一つのメッセージを受信することを含んでいる、請求項 1 記載の方法。 30

【請求項 7】

前記無線利用可能フィールドデバイスに前記コンフィギュレーション情報を送信することが、前記少なくとも一つの無線通信リンクおよび第二の無線通信リンクを介して該コンフィギュレーション情報を送信することを含んでいる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

無線利用可能フィールドデバイスを構成する装置であって、
メモリと、
前記メモリに接続されているプロセッサとを備え、
該プロセッサが、
前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を受信し、
前記識別情報をコンフィギュレーションデータベース情報と比較し、
前記識別情報と前記コンフィギュレーションデータベース情報との比較に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連するコンフィギュレーション情報を検索し、
前記無線利用可能フィールドデバイスを構成すべく、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記コンフィギュレーション情報を送信するようにプログラミングされてなる装置。 40

【請求項 9】

前記識別情報がデバイスタグを含んでなる、請求項 8 記載の装置。

【請求項 10】

前記プロセッサが、前記識別情報のうちの少なくとも一部が前記コンフィギュレーション 50

ンデータベース情報の少なくとも一部と一致しているか否かを判定することにより、前記識別情報を前記コンフィギュレーションデータベース情報と比較するようにプログラミングされてなる、請求項 8 記載の装置。

【請求項 1 1】

前記プロセッサが、複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を含むリストを受信することにより、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信するようにプログラミングされてなる、請求項 8 記載の装置。

【請求項 1 2】

前記プロセッサが、前記複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を有する前記リストに基づいて、現在アクティブな無線利用可能フィールドデバイスの統合リストを更新するようにプログラミングされてなる、請求項 1 1 記載の装置。 10

【請求項 1 3】

前記プロセッサが、前記無線利用可能フィールドデバイスに通信可能に接続されているコントローラから少なくとも一つのメッセージを受信することにより、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信するようにプログラミングされてなる、請求項 8 記載の装置。

【請求項 1 4】

前記プロセッサが、前記少なくとも一つの無線通信リンクおよび第二の無線通信リンクを介して前記コンフィギュレーション情報を送信することにより、前記コンフィギュレーション情報を前記無線利用可能フィールドデバイスに送信するようにプログラミングされてなる、請求項 8 記載の装置。 20

【請求項 1 5】

インストラクションが格納されるマシン読み取り可能媒体であって、
実行されると、マシンに、
無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を受信させ、
前記識別情報をコンフィギュレーションデータベース情報と比較させ、
前記識別情報と前記コンフィギュレーションデータベース情報との比較に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連するコンフィギュレーション情報を検索させ、
前記無線利用可能フィールドデバイスを構成すべく、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記コンフィギュレーション情報を送信させるように構成されている、マシン読み取り可能媒体。 30

【請求項 1 6】

前記識別情報がデバイスタグを含んでなる、請求項 1 5 記載のマシン読み込み可能媒体。

【請求項 1 7】

実行されると、前記マシンに、前記識別情報のうちの少なくとも一部が前記コンフィギュレーションデータベース情報の少なくとも一部と一致しているか否かを判定させることにより、前記識別情報を前記コンフィギュレーションデータベース情報と比較させるインストラクションが格納されてなる、請求項 1 5 記載のマシン読み込み可能媒体。

【請求項 1 8】

実行されると、前記マシンに、複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を含むリストを受信させることにより、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信させるインストラクションが格納されてなる、請求項 1 5 記載のマシン読み込み可能媒体。 40

【請求項 1 9】

実行されると、前記マシンに、前記複数の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を有する前記リストに基づいて、最新のアクティブ無線利用可能フィールドデバイスの統合リストを更新させるインストラクションが格納されてなる、請求項 1 8 記載のマシン読み込み可能媒体。

【請求項 2 0】

実行されると、前記マシンに、前記無線利用可能フィールドデバイスに通信可能に結合されたコントローラから少なくとも一つのメッセージを受信させることにより、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する前記識別情報を受信させるインスタレーションが格納されてなる、請求項 15 記載のマシン読み込み可能媒体。

【請求項 21】

実行されると、前記マシンに、前記少なくとも一つの無線通信リンクおよび第二の無線通信リンクを介して前記コンフィギュレーション情報を送信させることにより、前記コンフィギュレーション情報を前記無線利用可能フィールドデバイスに送信させるインスタレーションが格納されてなる、請求項 15 記載のマシン読み込み可能媒体。

【請求項 22】

無線利用可能フィールドデバイスを交換する方法であって、
他の無線利用可能フィールドデバイスによりアクセス可能なメモリに、前記無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別子を格納することと、
前記無線利用可能フィールドデバイスを取り除くことと、
前記取り除かれた無線利用可能フィールドデバイスの代わりに前記他の無線利用可能フィールドデバイスを設置することと、
前記無線利用可能フィールドデバイスに関する前記識別子を有する、前記他の無線利用可能フィールドデバイスに関連するコミショニング要求を処理することと、
データベースからのコミショニング情報を検索すべく、前記無線利用可能フィールドデバイスに関する前記識別子を用いることと、
少なくとも一つの無線通信リンクを介して、前記他の無線利用可能フィールドデバイスに前記コミショニング情報を送信することと
を有している方法。

【請求項 23】

前記無線利用可能フィールドデバイスに関する前記識別子がデバイスタグを含んでいる、請求項 22 記載の方法。

【請求項 24】

アラートまたはアラームのうちの少なくとも一つを受信することと、該アラートまたはアラームのうちの少なくとも一つに回答して、無線ユーザデバイスにメッセージを送信することとをさらに含んでいる、請求項 22 記載の方法。

【請求項 25】

前記無線ユーザデバイスが、電話、携帯情報端末、ポータブルコンピュータ、およびペー
ジャのうちの少なくとも一つである、請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】

前記データベースからの前記コミショニング情報を検索すべく、前記無線利用可能フ
ィールドデバイスに関連する前記識別子を用いることが、一致する識別子を前記データベ
ースが有するか否かを判定することと、該一致する識別子に基づいて、前記コミショニ
ング情報を検索することとを含んでいる、請求項 22 記載の方法。

【請求項 27】

コントローラと複数の無線利用可能フィールドデバイスとを備えるプロセス制御システム
において利用される通信ネットワークを確立する方法であって、
前記無線利用可能フィールドデバイスおよび前記コントローラの間における通信のルー
ティングに利用可能な複数の無線通信リンクを特定することと、
予め定めた信号判断基準に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記複数
の無線通信リンクのうちの通信リンクを自動的に割り当てることと
を有している方法。

【請求項 28】

前記複数の無線通信リンクを特定することが、前記複数のフィールドデバイスの各々と
、前記複数のフィールドデバイスのうちの他の一つ、無線入力/出力インターフェイス、
および無線フィールドデバイスインターフェイスのうちの少なくとも一つとの間で利用可

10

20

30

40

50

能な通信リンクを特定することを含んでいる、請求項 27 記載の方法。

【請求項 29】

前記複数の無線通信リンクを特定することが、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの少なくとも一つからの通信を前記コントローラにルーティングするために利用可能な少なくとも二つの通信リンクを特定することを含んでいる、請求項 27 記載の方法。

【請求項 30】

前記予め定めた信号判断基準に基づいて、前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを前記無線利用可能フィールドデバイスに自動的に割り当てることが、通信の品質を最大にすべく、前記無線通信リンクのうちの一つを前記無線利用可能フィールドデバイスの各々に割り当てることを含んでいる、請求項 27 記載の方法。

10

【請求項 31】

前記予め定めた信号判断基準が、信号強度およびノイズレベルのうちの少なくとも一つを含んでいる、請求項 30 記載の方法。

【請求項 32】

前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを前記無線利用可能フィールドデバイスに自動的に割り当てることが、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの少なくとも一つに前記複数の無線通信リンクのうちの少なくとも二つを割り当てることを含んでいる、請求項 27 記載の方法。

【請求項 33】

前記通信リンクのうちの少なくとも一つを前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの一つに自動的に再割り当てすることをさらに含んでいる、請求項 27 記載の方法。

20

【請求項 34】

前記通信リンクのうちの少なくとも一つを自動的に再割り当てすることが、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの一つに関連する通信問題に回答して、前記通信リンクのうちの少なくとも一つを自動的に再割り当てすることを含んでいる、請求項 33 記載の方法。

【請求項 35】

コントローラと複数の無線利用可能フィールドデバイスとを備えるプロセス制御システムにおいて利用される通信ネットワークを確立するシステムであって、

メモリと、

30

前記無線利用可能フィールドデバイスおよび前記コントローラの間における通信のルーティングに利用可能な複数の無線通信リンクを特定し、予め定めた信号判断基準に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記複数の無線通信リンクのうちのリンクを自動的に割り当てるようにプログラミングされた、前記メモリに接続されているプロセッサと

を備えてなるシステム。

【請求項 36】

前記プロセッサが、前記無線利用可能フィールドデバイスの各々と、前記複数のフィールドデバイスの他の一つ、無線入力/出力インターフェイス、および無線フィールドデバイスインターフェイスのうちの少なくとも一つとの間で利用可能な通信リンクを特定することにより、前記複数の無線通信リンクを特定するようにプログラミングされてなる、請求項 35 記載のシステム。

40

【請求項 37】

前記プロセッサが、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの少なくとも一つからの通信を前記コントローラにルーティングするために利用可能な少なくとも二つの通信リンクを特定することにより、前記複数の無線通信リンクを特定するようにプログラミングされてなる、請求項 35 記載のシステム。

【請求項 38】

前記プロセッサが、通信の品質を最大にすべく前記無線通信リンクのうちの一つを前記無線利用可能フィールドデバイスの各々に割り当てることにより、前記予め定めた信号判

50

断基準に基づいて、前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを前記無線利用可能フィールドデバイスに割り当てるようにプログラミングされてなる、請求項 35 記載のシステム。

【請求項 39】

前記予め定めた信号判断基準が、信号強度およびノイズレベルのうちの少なくとも一つを含んでなる、請求項 38 記載のシステム。

【請求項 40】

前記プロセッサが、前記複数の無線通信リンクのうちの少なくとも二つを前記複数の無線通信リンクのうちの少なくとも一つに割り当てることにより、前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを前記無線利用可能フィールドデバイスに割り当てるようにプログラミングされてなる、請求項 35 記載のシステム。

10

【請求項 41】

前記プロセッサが、前記通信リンクのうちの少なくとも一つを前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの一つに再割り当てするようにプログラミングされてなる、請求項 35 記載のシステム。

【請求項 42】

前記プロセッサが、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの一つに関連する通信問題に回答して前記通信リンクのうちの少なくとも一つを再割り当てすることにより、前記通信リンクのうちの少なくとも一つを再割り当てするようにプログラミングされてなる、請求項 41 記載のシステム。

20

【請求項 43】

インストラクションが格納されるマシン読み取り可能媒体であって、
実行されると、マシンに、
複数の無線利用可能フィールドデバイスとコントローラとの間で通信をルーティングさせるために利用可能な複数の無線通信リンクを特定させ、
予め定めた信号判断基準に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを割り当てるように構成されている、マシン読み取り可能媒体。

【請求項 44】

実行されると、前記マシンに、前記複数のフィールドデバイスの各々と、前記複数のフィールドデバイスのほかの一つ、無線入出力インターフェイス、および無線フィールドデバイスインターフェイスのうちの少なくとも一つとの間で利用可能な通信リンクを特定させることにより、前記複数の無線通信リンクを特定させるインストラクションが格納されてなる、請求項 43 記載のマシン読み取り可能媒体。

30

【請求項 45】

実行されると、前記マシンに、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの少なくとも一つからの通信を前記コントローラにルーティングするために利用可能な少なくとも二つの通信リンクを特定させることにより、前記複数の無線通信リンクを特定させるインストラクションが格納されてなる、請求項 44 記載のマシン読み取り可能媒体。

【請求項 46】

実行されると、前記マシンに、通信の品質を最大にするために前記無線通信リンクのうちの一つを前記無線利用可能フィールドデバイスの各々に割り当てさせることにより、前記予め定めた信号判断基準に基づいて、前記無線利用可能フィールドデバイスに前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを割り当てさせるインストラクションが格納されてなる、請求項 44 記載のマシン読み取り可能媒体。

40

【請求項 47】

実行されると、前記マシンに、前記複数の無線通信リンクのうちの少なくとも二つを前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの少なくとも一つに割り当てさせることにより、前記複数の無線通信リンクのうちの通信リンクを前記無線利用可能フィールドデバイスに割り当てさせるインストラクションが格納されてなる、請求項 44 記載のマシン読み取

50

り可能媒体。

【請求項 48】

実行されると、前記マシンに、前記無線通信リンクのうちの少なくとも一つを前記無線利用可能フィールドデバイスに再割り当てさせるインストラクションが格納されてなる、請求項 44 記載のマシン読み取り可能媒体。

【請求項 49】

実行されると、前記マシンに、前記無線利用可能フィールドデバイスのうちの一つに関連する通信問題に応答して前記通信リンクのうちの少なくとも一つを再割り当てさせることにより、前記無線通信リンクのうちの少なくとも一つを再割り当てさせるインストラクションが格納されてなる、請求項 48 記載のマシン読み取り可能媒体。

10

【請求項 50】

フィールドデバイスとともに用いられる無線インターフェイスであって、無線トランシーバと、メモリと、

前記フィールドデバイスにより利用可能な無線通信リンクを特定し、予め定めた信号特性に基づいて前記利用可能な無線通信リンクのうちの少なくとも一つを選択し、前記利用可能な無線通信リンクのうちの選択された少なくとも一つを介して、プロセス制御システムのデバイスと通信するようにプログラミングされた、前記メモリに接続されているプロセッサと

を備えてなる無線インターフェイス。

20

【請求項 51】

前記フィールドデバイスから少なくとも一つの信号を受信するように構成された物理コネクションをさらに備えてなる、請求項 50 記載の無線インターフェイス。

【請求項 52】

前記物理的コネクションがネジ端部を備えてなる、請求項 51 記載の無線インターフェイス。

【請求項 53】

前記フィールドデバイスに関連するアナログ情報を処理するように構成された通信インターフェイス回路をさらに備えてなる、請求項 50 記載の無線インターフェイス。

【請求項 54】

前記通信インターフェイス回路が前記フィールドデバイスに関連するデジタル情報を処理するように構成されてなる、請求項 53 記載の無線インターフェイス。

30

【請求項 55】

前記デジタル情報が HART 準拠の情報を備えてなる、請求項 54 記載の無線インターフェイス。

【請求項 56】

前記無線インターフェイスが前記フィールドデバイスと一体化するように構成されている、請求項 50 記載の無線インターフェイス。

【請求項 57】

前記予め定めた信号特性が信号強度およびノイズレベルのうちの少なくとも一つである、請求項 50 記載の無線インターフェイス。

40

【請求項 58】

前記プロセッサが、前記フィールドデバイスにより使用されるコミッショニング情報を要求するようにプログラミングされてなる、請求項 50 記載の無線インターフェイス。

【請求項 59】

前記プロセッサが、前記コミッショニング情報を受信し、受信された前記コミッショニング情報を用いて前記フィールドデバイスをコミッショニングするようにプログラミングされてなる、請求項 58 記載の無線インターフェイス。

【請求項 60】

前記プロセッサが、前記利用可能な無線通信リンクのうちの選択された少なくとも一つを

50

介して、前記フィールドデバイスに関連するプロセス制御パラメータ、診断情報、アラーム情報、アラート情報、およびフィールドデバイス識別情報のうちの少なくとも一つを伝送するようにプログラミングされてなる、請求項50記載の無線インターフェイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的に、プロセス制御システムに関するものであり、さらに詳細には、プロセス制御システムと共に用いる自己構成型通信ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

プロセス制御システムは、製品が製造されるまたはプロセスが制御される工場またはプラントにおいて広く用いられている（たとえば、化学工場、電力プラントなど）。また、プロセス制御システムは、たとえば石油の掘削処理プロセスおよび天然ガスの掘削処理プロセスなどの如き天然資源の採掘に用いられている。製造プロセス、資源発掘プロセスなどのほとんどのプロセスであっても、一または複数プロセス制御システムの応用により自動化することができる。

10

【0003】

プロセス制御システムが実現される方法は、長年にわたり発展してきた。初期のプロセス制御システムは、専用の集中型ハードウェアを用いて実現されることが一般的であった。しかしながら、最近のプロセス制御システムは、ワークステーション、インテリジェントコントローラ、スマートフィールドデバイスなどからなる高度な分散型ネットワークを用いて実現されることが一般的であり、その一部または全部が、総合的なプロセス制御戦略またはプロセス制御スキームの一部を実行しうる。具体的にいえば、最新のプロセス制御システムは、一または複数のデジタルデータベースを介して、相互におよび/または一または複数のコントローラに、通信可能に接続されるスマートフィールドデバイスおよび他のプロセス制御コンポーネントを備えている。もちろん、これら最近のプロセス制御システムの多くは、たとえば、4~20ミリアンペア(MA)デバイス、0~10ボルト直流(VDC)デバイスなどの如き非スマートフィールドデバイスも備えている。これらのデバイスは、共有デジタルデータベースなどとは対照的に、通常、コントローラに直接接続されている。

20

30

【0004】

いずれの場合であっても、フィールドデバイスは、たとえば、入力デバイス（たとえば、温度、圧力、流量などの如きプロセス制御パラメータを表すステータス信号を提供するセンサの如きデバイス）と、コントローラおよび/または他のフィールドデバイスから受信した命令に回答してアクションを実行する制御オペレータまたは制御アクチュエータとを備えている。たとえば、コントローラは、圧力または流量を増加するバルブ、温度を変更するヒータまたはチラー、プロセス制御システム内の原料を攪拌するミキサーなどに対して信号を送信しうる。

【0005】

プロセス制御システム設計の一つの特に重要な特徴は、プロセス制御システム内で、フィールドデバイスを、相互に、コントローラに、および他のシステムまたはデバイスに通信可能に接続する方法が必要であることである。一般的に、フィールドデバイスがプロセス制御システム内において機能できるようにするさまざまな通信チャネル、通信リンク、および通信パスは、通常、まとめて、入力/出力(I/O)通信ネットワークと呼ばれる。

40

【0006】

通信ネットワークの接続形態、およびI/O通信ネットワークの実現に用いられる物理的な接続またはパスは、とくにそのI/O通信ネットワークがプロセス制御システムに関連する環境要因または環境条件から影響を受けるような場合には、フィールドデバイス通信のロバスト性または完全性に相当な影響を与えうる。たとえば、産業用制御の応用にお

50

いては、フィールドデバイスおよびそれらに関連するI/O通信ネットワークを過酷な物理的環境（たとえば、高い、低い、または変動の激しい周囲温度、振動、腐食性の気体または液体など）、困難な電気環境（たとえば、高ノイズ環境、劣悪な電力品質、過渡電圧など）などの影響下にさらすことが多い。いずれの場合であっても、環境要因により、一または複数のフィールドデバイス、コントローラなどの間における通信の完全性が危うくなる。場合によっては、このような障害が通信が発生すると、プロセス制御システムが有効にまたは正しくその制御ルーチンを実行しなくなることがあり、このことにより、プロセス制御システムの効率および/または収益性の低下、装置の過剰な摩耗または損傷、装置、建造物構造、および/または作業員に対して損傷または打撃などを与える危険な状態の発生などが起こる。

10

【0007】

従来、プロセス制御システムにおいて用いられるI/O通信ネットワークは、ハードワイヤードネットワークであった。具体的にいえば、これらのプロセス制御システム内のフィールドデバイスは、非スマートフィールドデバイスが、たとえば4~20mA、0~10VDCなどの如きアナログインターフェイスを介してコントローラに直接接続されているような階層的な接続形態を用いて、コントローラ、ワークステーション、および他のプロセス制御システムコンポーネントと通信可能に接続されていることが一般的であった。また、ほとんどの場合において、スマートフィールドデバイスも使用されており、ハードワイヤードデジタルデータバスを用いて相互に接続されており、これらのバスは、スマートフィールドデバイスインターフェイスデバイスを介してコントローラに接続されている。

20

【0008】

ハードワイヤードI/O通信ネットワークは、初期段階においては、ロバスト性を有するI/O通信ネットワークを提供することができるが、これらのロバスト性は、環境ストレス（たとえば、腐食性の気体または液体、振動、湿度など）により、時間の経過とともに著しく劣化する。たとえば、I/O通信ネットワークの配線に関連する接触抵抗は、腐食、酸化などにより大幅に増加する。それに加えて、配線の絶縁および/または遮蔽が、劣化または損傷して、その周囲の電氣的な干渉またはノイズが、I/O通信ネットワークの配線を通じて伝送される信号の品質を以前よりも容易に低下させようような状態を作り出す。場合によっては、絶縁性が失われると、回路が短絡する状態が発生し、それに関連したI/O通信配線が完全に損傷することがある。

30

【0009】

さらに、ハードワイヤードI/O通信ネットワークは、比較的広範囲の地理的領域全体にわたり分散される大規模な工業プラントまたは工業設備にそのI/O通信ネットワークが関連する場合はとくに、設置費用が高い。ほとんどの場合、I/O通信ネットワークに関連する配線は、比較的長い距離を配線しなければならない場合および/または多くの構造物（たとえば、壁、建物、装置など）の間、下方、または周りを通して配線しなければならない場合がある。このような長い距離を配線するには、多くの労力、すなわち多くの費用が必要となる。さらに、このような長い距離を配線すると、とくに、配線インピーダンスと電氣的相互干渉とが原因で、信号が劣化し、それにより、通信が不安定になるおそれがある。

40

【0010】

また、ハードワイヤードI/O通信ネットワークは、一般的に、再構成が非常に困難である。たとえば、新規のフィールドデバイスを追加するには、通常、その新規のフィールドデバイスとコントローラとの間に配線を設けることが必要となる。このような方法でフィールドデバイスを後付することは、古くから存在するプロセス制御プラントおよび/またはプロセス制御システムにおいて多くみかけるような長距離配線およびスペース制約が原因となり、非常に困難かつ費用のかかるものとなる場合がある。たとえば、導管、装置、および/または構造物の内の使用可能な配線パスの間に介在している配線の数が多いと、既存システムに対するフィールドデバイスの後付に伴う困難が著しく増加する。同様に

50

、既存のフィールドデバイスを現場における配線の要求仕様が異なる新規のデバイスと交換する場合、その新規のデバイスを収容すべくさらなるおよび/または異なる配線を設けなければならないケースと同様の困難がある。

【0011】

無線 I/O 通信ネットワークは、ハードワイヤード I/O ネットワークに関連する困難の一部を回避すべく用いられることが多い。しかしながら、全てではないにしてもほとんどの無線 I/O 通信ネットワークは、比較的高コストのハードウェアデバイス（たとえば、無線を使用可能なルータ、ハブ、スイッチなど）を用いて実現され、それらのほとんどは、比較的多量の電力を消費する。さらに、ハードウェアおよびソフトウェアを備える公知の無線 I/O 通信ネットワークは、ポイント・ツー・ポイント通信パスを用いており、このポイント・ツー・ポイント通信パスは、取り付け調整時に慎重に選択され、その後のシステムの動作中は固定される。これらの公知の無線 I/O 通信ネットワーク内に固定の通信パスを確立するためには、通常、トランシーバおよび他の通信装置のタイプおよび/または位置を決定できるようにするために、費用のかかる現場調査を実行すべく一または複数の専門家を利用する必要がある。さらに、この現場調査により固定のポイント・ツー・ポイント通信パスが選択されると、次に、その専門家のうちの一または複数が、装置の構成、アンテナの調整などを行わなければならない。

10

【0012】

公開されている無線 I/O 通信ネットワークは、たとえばハードワイヤード通信パスに関連する長期ロバスト性の課題を多少なりとも解決するが、これらの公知の無線 I/O 通信ネットワークは相対的に柔軟性に乏しい。詳細に言えば、ポイント・ツー・ポイント通信パスが用いられているので、確立された無線 I/O 通信ネットワークに対して一または複数のさらなるまたは異なるフィールドデバイスを後付する場合、新規のまたは変更される通信パスを収容するために、既存の通信パスを比較的大規模に再構成する必要がある。さらに、通信パスを追加または変更するためには、新規のまたは修正された現場調査を作成し、追加のまたは異なるフィールドデバイスを収容するように、装置、アンテナなどを構成または再構成するための一または複数の専門家の協力が必要となる。したがって、無線 I/O 通信ネットワークの設置に関連するコスト（たとえば、現場調査、専門家による構成など）に起因して、無線 I/O 通信ネットワークは、とくに産業用途に通常用いられる比較的大規模なプロセス制御システムの場合には、法外なコストがかかることが多い。

20

30

【0013】

すべてとしないがほとんどのハードワイヤード式および無線の I/O 通信ネットワークの場合のさらに困難ところは、このようなネットワークを採用するシステムにおけるフィールドデバイスに関連する物理的な位置および接続がロジック制御戦略に依存するということである。換言すれば、このロジック制御戦略は、そのプロセス制御システム全体にわたる特定の通信パスおよび物理的位置に、特定のフィールドデバイスを関連付けすべく作成されている。この結果、フィールドデバイスの位置、および/または（そのフィールドデバイスを使用する）制御戦略全体の少なくとも一部を実行するコントローラに通信デバイスを結合する通信パスを変更するには、通常、それに応じてその制御戦略を変更する必要がある。制御戦略に対するこのような変更には、時間がかかり、一または複数のシステムワークステーションを利用したシステムオペレータまたは他のユーザによる高価な労力も必要となる。

40

【0014】

同様に、損傷したまたは異常なフィールドデバイスの交換は、既存のハードワイヤード式および無線の I/O 通信ネットワークの場合、比較的時間のかかる作業である。たとえば、フィールドデバイス（たとえば、バルブ、温度センサなど）が現場において故障するかまたは故障しつつある場合、メンテナンス作業員はそのフィールドデバイスを交換することが一般的である。しかしながら、そのような交換が行われるまえに、交換用デバイスはプログラミングされなければならない。このプログラミングには、故障しつつあるまたは故障したフィールドデバイスにより用いられていた固有の識別子を上記の交換用フィー

50

ルドデバイスに格納することが含まれる。このプログラミングは、通常現場では行われず、メンテナンス作業員により、中央ステーションにおいて実行されることがほとんどである。中央ステーションにおけるプログラミングのあと、交換用デバイスは、現場に持ち込まれて設置される。広域の地理的領域全体にわたり複数のフィールドデバイスが分散されているような場合、メンテナンス作業員が、それらのフィールドデバイスの交換の必要性をいつ知ったかによって、このメンテナンス作業員は、その現場から中央ステーションまで複数回移動しなければならないので、中央ステーションにおいて交換用のコンポーネントをプログラミングすることは、時間のかかる作業である。

【0015】

また、固有の識別子に加えて、スマートフィールドデバイスは、他のデータおよび/またはルーチンを格納していることが一般的である。したがって、適切な固有の識別子で交換用デバイスをプログラミングすることに加えて、交換用デバイスは、また、取り替えの時点において故障したデバイスに格納されていた最新のバージョンのプロセスまたはルーチンを用いてプログラミングされなければならない。

【0016】

以上のことから容易に明らかになるように、固有の識別子、プロセス、ルーチン、および/または他のプロセス制御データを用いておこなう交換用フィールドデバイスのプログラミングは、とくにフィールドデバイスが広域の地理的領域全体にわたり分散されているような場合には非常に厄介である。さらに、以上では、フィールドデバイスコンポーネントの交換に関連する問題が記載されたが、当業者にとり明らかなるように、プロセス制御システム内のフィールドデバイス以外のコンポーネントの交換も厄介である。たとえば、コントローラ、入力/出力(I/O)デバイス(有線または無線)、通信ハブなどの交換にも相当の再プログラミング労力が必要である。したがって、プロセス制御コンポーネントまたはプロセス制御デバイスの交換およびそれに付随する再プログラミングには、非常に多くの時間と費用を要することがわかる。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0017】

一つの態様によれば、無線利用可能なフィールドデバイスを構築する方法および装置は、その無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別情報を受信し、その識別情報をコンフィギュレーションデータベース情報と比較する。また、かかる方法および装置は、この識別情報とコンフィギュレーション情報との比較に基づいて、上記の無線利用可能フィールドデバイスに関連するコンフィギュレーション情報を検索しうる。さらに、かかる方法および装置は、上記無線利用可能フィールドデバイスを構成すべく、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、そのコンフィギュレーション情報を上記の無線利用可能フィールドデバイスに送信しうる。

【0018】

他の態様によれば、無線利用可能フィールドデバイスを交換する方法は、他の無線利用可能フィールドデバイスによりアクセス可能なメモリに、上記の無線利用可能フィールドデバイスに関連する識別子を格納することと、上記の無線利用可能フィールドデバイスを取り除くことと、この取り除かれた無線利用可能フィールドデバイスに代えて、他の無線利用可能フィールドデバイスを搭載することとを有している。また、かかる方法は、他の無線利用可能フィールドデバイスに関連するコミショニング要求を処理することを含んでいる。このコミショニング要求は、その無線利用可能フィールドデバイスに付随する識別子を含みうる。さらに、かかる方法は、コミショニング情報をデータベースから検索すべく上記の無線利用可能フィールドデバイスに付随する識別子を用いることと、少なくとも一つの無線通信リンクを介して、そのコミショニング情報を他の無線利用可能フィールドデバイスに送信することとを含んでいる。

【0019】

さらに他の態様によれば、コントローラと複数の無線利用可能フィールドデバイスとを

10

20

30

40

50

備えるプロセス制御システムにおいて利用される通信ネットワークを確立するシステムおよび方法は、これらの無線利用可能フィールドデバイスとコントローラとの間での通信のルーティングに利用可能な複数の通信リンクを特定しうる。さらに、かかるシステムおよび方法は、予め定めた信号判断基準に基づいて、複数の無線通信リンクのうちの一部を上記の無線利用可能フィールドデバイスに自動的に割り当てうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1は、無線I/O通信ネットワークを備えるプロセス制御システム100の一部分の一例を示すブロック線図である。図1に示されているように、プロセス制御システム100の一部は、複数の無線フィールドデバイス102~118を備えている。一般的に、フィールドデバイス102~118は、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126と無線入力/出力(I/O)インターフェイス128~136とを介して、コントローラ120に通信可能に接続されている。

10

【0021】

本明細書においてさらに詳細に記載されるように、フィールドデバイス102~118には、スマートタイプのフィールドデバイスおよび非スマートタイプのフィールドデバイスが含まれる。これらのフィールドデバイスは、他の同様に無線利用可能なフィールドデバイス、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちの一または複数、および/または無線I/Oインターフェイス128~136のうちの一または複数と無線通信を行うことができる。詳細に言えば、フィールドデバイス102~118の各々は、一または複数の無線通信チャンネル、無線通信パス、または無線通信リンクを用いて、フィールドデバイス102~118のうち他のフィールドデバイス、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、および/または無線I/Oインターフェイス128~136と通信するように構成されうる。その結果、所望ならば、フィールドデバイス102~118の各々は、複数のまたは冗長の通信チャンネル、通信パス、または通信リンクを介して、コントローラ120と通信可能であってもよい。

20

【0022】

さらに、以下でさらに詳細に記載するように、フィールドデバイス102~118は、無線I/O通信ネットワークの自動構成または自己構成を可能にするように構成されている。たとえば、フィールドデバイス102~118の各々をコントローラ120に通信可能に接続すべく確立される無線通信パスは、所与のハードウェア配置および動作環境条件(たとえば、電力品質、ノイズ、サービスのコスト、伝搬遅延、伝送エラー率など)に対して可能な最もロバストまたは効果的な無線通信を実現するように、システム100内において自動的に決定されうる(または、図4に示される他のデバイスまたはシステムと共に自動的に決定されうる)。さらに、その結果得られた自動的に確立された無線I/O通信ネットワークは自己回復機能を可能としうる。この自己回復機能では、故障しつつある、故障した、または問題のある通信リンクに直面するフィールドデバイスは、I/O通信ネットワーク内の通信の完全性(たとえば、信号品質、信号強度など)を維持するために、新規の通信リンクを確立するか、または冗長通信リンクを利用する。

30

【0023】

さらに、図1に例示されているフィールドデバイス102~118などの如き本明細書記載の無線利用可能フィールドデバイスが一または複数の無線通信チャンネル、無線通信パス、または無線通信リンクを介したコントローラ120との通信を自動的に確立することに加えて、本明細書記載の無線利用可能フィールドデバイスは、システムオペレータまたは他の作業員からのいかなる介入をも必要とすることなく、自動的にコミッショニングまたは構成されうる。その結果、新規のおよび/または異なる(たとえば、交換、後付など)フィールドデバイスが、いかなるユーザの介入(プログラミング、構成またはコミッショニングのアクティビティなど)を必要とせず、システム100に追加され、既存のロジック制御戦略内で用いられうる。したがって、本明細書記載の無線利用可能フィールドデバイスおよびI/O通信ネットワークにより、無線利用可能フィールドデバイスにより用いられる

40

50

物理的通信用のパスまたはリンクの間の分離または独立と、システム100により実行されているプロセス制御戦略（またはその一部）により定義が規定されるフィールドデバイス間の論理的な接続または関係とが実現される。

【0024】

ここで、図1に示されているシステム100の一例を詳細に説明する。フィールドデバイス102~118は、センサ（たとえば、温度センサ、湿度センサなど）、駆動装置またはアクチュエータ（たとえば、バルブ、ダンパモータなど）、または無線通信を実行可能なその他のタイプのフィールドデバイスでありうる。たとえば、フィールドデバイス102~118には、図2に示される無線インターフェイスデバイスに接続されるアナログまたはデジタル用の出力部（たとえば、4~20mA、0~10VDC、可変周波数など）を備える従来型のフィールドデバイスが含まれうる。あるいは、フィールドデバイス102~118は、従来型のインターフェイス（たとえば、4~20mA）の代わりにまたはそれに加えて、無線通信インターフェイスを一体的に組み入れうる。

10

【0025】

図2に関連して以下でさらに詳細に記載するように、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、いかなる所望の無線通信技術を用いてもよい。所望の場合には、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、同時に複数のタイプの媒体を用いる、一を超える数の通信技術を用いてもよい。たとえば、無線利用可能フィールドデバイス102~118の各々内の無線通信インターフェイスは、任意の所望のモジュールーションおよび/または通信プロトコルに用いる任意の所望の通信周波数を用いて、アナログまたはデジタルのうちの任意の形式により、情報（たとえば、プロセス制御情報、プロトコル情報、バージョン情報、タイムスタンプ、ローディング情報、アドレス指定情報など）の送受信を行うように構成されてもよい。さらに詳細に言えば、無線利用可能フィールドデバイス102~118により用いられる無線通信インターフェイスは、エンバー社（Ember Corporation）からのエンバーネット（EmberNet）や、アクソンエルエルシー社（Axonn LLC）の無線技術を用いて、および/またはアエロコム（AEROCOM）社により提供されている製品を利用した900MHzおよび/または2.4GHzのラジオ周波数におけるスペクトラム拡散通信方式を用いて実現しうる。このようなスペクトラム拡散通信方式を用いたデバイスの一例としては、コンピュータショナルシステム社（Computational System, Inc）からのアールエフマイクロアナライザシステム（RF Micro Analyzer System）が挙げられる。無線デバイスの他の例としては、フローライン社からのエコーネット（EchoNet）無線超音波レベルトランスミッタが挙げられる。このトランスミッタは、ネットワーク接続を行うためにセルラーネットワークを用いる。さらに、モバイルメッセージ用の技術およびサービス（たとえば、GSM、SMS、MMS、EMS）を用いて、ワイドエリアネットワーク上にI/O通信を実現しうる。また、フィールドデバイス102~122に関連する無線通信には、無線センシング用の無線規格であるIEEEの1451、802.11の如き規格、ブルーツース（Bluetooth）タイプの信号、および/またはその他の所望のプロトコルもしくは規格が利用されうる。

20

30

【0026】

ラジオ通信は、フィールドデバイス102~118のうちの一または複数、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126に接続するために用いられうる。無線利用可能フィールドデバイス102~118と同様に、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126は、通信ハブとして機能しうるし、また、エンバー社（Ember Corporation）からのエンバーネット（EmberNet）や、アクソンエルエルシー社（Axonn LLC）の無線技術を用いて、またはアエロコム（AEROCOM）社により提供されている製品を利用した900メガヘルツ（MHz）および/または2.4ギガヘルツ（GHz）のラジオ周波数におけるスペクトラム拡散通信方式を用いて実現しうる。また、ラジオ通信は、無線センシング用のIEEEの1451無線規格、ブルーツース（Bluetooth）、モdbus（Modbus）などの如き通信規格またはプロトコルを利用し

40

50

うる。一般的に、無線フィールドデバイスインターフェイス122～126は、一または複数の無線フィールドノードを形成すべく用いられうる。たとえば、フィールドデバイス102、104と無線フィールドデバイスインターフェイス122とが一つのフィールドノードを形成し、フィールドデバイス106～110と無線フィールドデバイスインターフェイス124、126とが他の無線フィールドノードを形成しうる。このような無線フィールドノードは、コントローラ120から物理的に離れた場所に設置されていることが一般的であるが、必ずしもこれに限定されない。無線フィールドデバイスインターフェイス122～126の各々は、一例として示されるとともに図3に関連して以下でさらに詳細に記載される無線通信インターフェイス回路を備えうる。

【0027】

コントローラ120との無線通信は、無線I/Oインターフェイス128～136を介して、無線フィールドデバイスインターフェイス122～126とフィールドデバイス112～118との間で実行される。これらの無線I/Oインターフェイス128～136は、上記の無線フィールドデバイスインターフェイス122～126および無線利用可能フィールドデバイス112～118に適合する通信用のプロトコルまたはスキームを用いる。たとえば、無線I/Oインターフェイス128～136は、それぞれ、図3に関連して以下に示され、記載されるインターフェイスの一例と同等または同一の一または複数の無線通信インターフェイスを備えている。しかしながら、無線フィールドデバイスインターフェイス122～126とは対照的に、無線I/Oインターフェイス128～136は、差し込み可能カードエッジコネクタ、レイルバスコネクタなどを介して、コントローラ120に電氣的に接続されるように物理的に構成されうる。

【0028】

コントローラ120は、たとえばDelta V（登録商標）コントローラの如きいかなる所望のコントローラを用いて実現されてもよい。このDelta Vコントローラは、フィッシャーローズマウントシステムズ社より販売されている。このコントローラ120は、プロセス制御戦略の全体または一部を実行するために、（無線I/Oインターフェイス134、136を介して直接に、または無線フィールドデバイスインターフェイス122～126を介して直接に、）フィールドデバイス102～118と通信しうる。さらに、コントローラ120は、制御戦略を協働して実行すべく、他のコントローラ、ワークステーションなど（いずれも図示せず）に接続されうる。いずれの場合であっても、コントローラおよびそのコントローラとともに制御戦略を実行する方法は、周知のことであるため、本明細書では詳細に記載しない。

【0029】

無線利用可能フィールドデバイス102～118により用いられる通信プロトコルに関係なく、フィールドデバイス102～118は、自動的に検出し、一または複数の利用可能な通信用のパスまたはリンクを利用して通信することができる。さらに一般的にいえば、無線利用可能フィールドデバイス102～118、無線フィールドデバイスインターフェイス122～126、無線I/Oインターフェイス128～136、およびコントローラ120は、そこで利用可能な通信チャネル、通信パス、または通信リンクの特性および/または品質を検査し、協働して自動的に、ロバストな無線I/O通信ネットワークを形成することができる。具体的にいえば、I/O通信ネットワークにとって最良の品質または可能な限り最高度の通信の完全性を実現する、利用可能な無線通信チャネル、無線通信パス、または無線通信リンクの組み合わせを選択・利用することにより、与えられたいかなるハードウェアの配置および環境条件のセットに対してであっても、そのI/O通信ネットワークのロバスト性および/または完全性を最大にすることができる。

【0030】

フィールドデバイス102～118は、利用可能な通信チャネル、通信パス、または通信リンクからの選択に関して複数の判断基準を用いうる。たとえば、より短い通信パスまたは通信リンク（たとえば、より短い距離、より少ない論理ホップ）の方が、より長い通信パスまたは通信リンクよりも通常好ましいので、フィールドデバイス102～118の各々は、コントローラ120との情報交換を可能にする最も短いリンクまたはリンクの組み合わせを選択

10

20

30

40

50

することが好ましい。このようにして、フィールドデバイス102~118により形成されるI/O通信ネットワークの構成または配置は、従来より公知であるI/O通信ネットワークにおいて一般的であるより集中的なI/O通信ネットワークと対照的に、制御戦略に物理的に近い状態に維持されることが可能になる。また、信号強度、信号品質、通信干渉、論理ホップなどの如き他の検討項目も、ロバストな無線I/O通信ネットワークを形成するための、利用可能な通信チャンネル、通信パス、通信リンクのうちの適切なものの選択のために、フィールドデバイス102~118により用いられうる。

【0031】

以上により得られる無線I/O通信ネットワークのロバスト性をさらに向上させるために、フィールドデバイス102~118のうちの一または複数は、コントローラ120と通信するための複数のまたは冗長な通信チャンネル、通信パス、または通信リンクを用いて選択しうる。たとえば、フィールドデバイス102~118のうちの一または複数は、利用可能な通信チャンネル、通信パス、または通信リンクが比較的劣悪な品質であると判定しうるし、またその結果として、二つ以上のチャンネル、パス、またはリンクを同時に利用してコントローラ120と通信することを選択しうる。上記のように、これらの二つ以上のチャンネル、パス、またはリンクは、異なる通信プロトコルおよび/または媒体を用いて実現されうる。このようにして、フィールドデバイス102~118のうちの一または複数および/またはコントローラ120は、連続的に、どの通信チャンネル、通信パス、または通信リンクが現時点において最良品質の伝送特性および伝送信号を提供するかを調べ、それらを特定すると、それらの高品質の信号から制御信号を選択的に抽出することができる。しかしながら、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、さまざまな異なる方法で、複数のまたは冗長な通信チャンネル、通信パス、通信リンクを、確立して用いてもよい。たとえば、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうちの一または複数は、コントローラ120との通信のために、複数の利用可能な通信チャンネル、通信パス、または通信リンクから一つを積極的に選択する。この場合、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうちの一または複数は、コントローラ120との通信のために、一つの通信チャンネル、通信パス、または通信リンクを、必要に応じて(すなわち、実行中に)選択してもよい。もちろん、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうちの一つが、使用中の通信チャンネル、通信パス、または通信リンクの信号品質および/または伝送特性が、他の利用可能なチャンネル、パス、またはリンクと比較して低下したと判定した場合、または他の利用可能なチャンネル、パス、またはリンクに関連する伝送特性または信号品質の方が比較的良くなった場合、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうちの一つは、そのチャンネル、パス、またはリンクを介するように、その通信の経路指定をしてもよい。

【0032】

図1に示されているシステム100の一例を詳細に説明する。無線利用可能フィールドデバイス102、104は、複数の異なるチャンネル、パス、リンク138~146を介して、コントローラ120と通信しうる。たとえば、フィールドデバイス102は、通信リンク138を用いて、通信リンク140、142の組み合わせを用いて、および/または通信リンク144、146、142の組み合わせを用いて、無線フィールドデバイスインターフェイス122および無線I/Oインターフェイス128を介したコントローラ120との通信を行いうる。同様に、フィールドデバイス104は、通信リンク146、142の組み合わせ、通信リンク144、140、142の組み合わせ、および/または通信リンク144、138の組み合わせを利用してコントローラ120と通信しうる。上述のように、無線利用可能フィールドデバイス102、104の一方または両方は、コントローラ120と、複数のまたは冗長な通信パスを確立するように構成されうる。その場合、所望ならば、無線利用可能フィールドデバイス102、104の一方または両方は、同時に複数の通信パスを介して、コントローラ120と通信してもよい。これに加えてまたはこれに代えて、無線利用可能フィールドデバイス102、104の一方または両方は、コントローラ120との通信のために、複数の利用可能な通信チャンネル、通信パス、または通信リンクの最良の一つを連続的にまたは周期的に選択してもよい。

【0033】

10

20

30

40

50

図1においてフィールドデバイス102、104に対して示されている様態などのように、単一の無線フィールドデバイスインターフェイスを介してコントローラ120と通信するために複数の通信パスを利用するように構成されていることに加えて、無線利用可能フィールドデバイス102~118および無線フィールドデバイスインターフェイス122~126もまた、複数のまたは冗長な通信パスを利用して相互に通信するように構成されてもよい。図1に示されているように、無線利用可能フィールドデバイス106~110は、通信リンク148~154を介して、無線フィールドデバイスインターフェイス124、126と通信するように構成されている。具体的にいえば、無線フィールドデバイス108は、通信リンク150、152を介して、それぞれに対応する無線フィールドデバイスインターフェイス124、126の一方または両方と通信するように構成されているものとして例示されている。さらに一般的に言えば、明瞭さのために図示されていないが、無線利用可能フィールドデバイス102~110のうちのいずれであっても、直接におよび/またはフィールドデバイス102~110のうちの他のフィールドデバイスを通じて、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちの一方または複数と通信するように構成されうる。したがって、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちのいずれかが故障するかまたは劣悪な通信を供するような場合は、その無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちの故障した一つを利用してコントローラ120と現在通信している無線利用可能フィールドデバイスは、直接におよび/またはフィールドデバイス102~110のうちの他のフィールドデバイスを介して、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちの他の利用可能な一つを利用する通信に経路変更してもよい。

10

20

【0034】

また、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126は、無線I/Oインターフェイス128~136のうちの一以上を介してコントローラ120と通信するように構成されうる。たとえば、図1に示されているように、無線フィールドデバイスインターフェイス122は、通信リンク156、158のうち的一方または両方を介したコントローラ120との通信を確立するように構成されうる。したがって、無線フィールドデバイスインターフェイス122が無線I/Oインターフェイス128との通信に困難をきたした場合、無線フィールドデバイスインターフェイス122は、通信リンク158および無線I/Oインターフェイス130を介したコントローラ120との通信を継続または開始することができる。もちろん、必要に応じてまたは所望ならば、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちのいずれかと無線I/Oインターフェイス128~136のうちのいずれかとの間に通信リンクを確立してもよいが、明瞭さのために図1には示されていない。

30

【0035】

無線利用可能フィールドデバイスが物理的にコントローラ120の近くに存在する場合、これらの無線利用可能フィールドデバイスのうちの一または複数は、無線I/Oインターフェイス128~136のうちの一または複数と直接に通信するように構成されうる。たとえば、図1に示されているように、無線利用可能フィールドデバイス112~118は、通信リンク160~168および無線I/Oインターフェイス134~136を介してコントローラ120と通信するように構成されているものとして例示されている。もちろん、フィールドデバイス112~118のうちの一または複数は、直接にまたはそれに代えて、フィールドデバイス112~118のうち他のフィールドデバイスを利用して、無線I/Oインターフェイス128~136のうちの一つ以上と通信するように構成されてもよい。図1に一例として例示されているように、無線利用可能フィールドデバイス114は、無線I/Oインターフェイス134、136と、そのそれぞれに対応するリンク162、164を介して通信するように構成されている。

40

【0036】

以下でさらに詳細に記載するように、無線利用可能フィールドデバイス102~118の各々が最初に構成されると、この無線利用可能フィールドデバイス102~118の各々は、コントローラ120との通信を確立しうる利用可能な通信チャネル、通信パス、または通信リンクを特定することから始める。これらのフィールドデバイス102~118の各々に対する好ましいチャネル、パス、またはリンクは、信号強度、伝送チャネル特性などに基づいて選択さ

50

れうる。このようにして、最終的には、最高品質かつ最もロバストな通信チャネル、通信パス、または通信リンクの組み合わせが、例示のシステム100のI/O通信ネットワークを形成するために用いられる。

【0037】

一旦確立されると、I/O通信ネットワークは、システム100に対しての無線利用可能フィールドデバイスの環境条件の変化、移動、交換、および/もしくは追加または通信に影響を与えるその他の変更に対する補正を行うべく、それらに適応して変更されうる。たとえば、無線利用可能フィールドデバイス102が、通信リンク138を利用しているとき、通信に困難を（たとえば、信号品質の低下）きたした場合、フィールドデバイス102は、リンク140、142を介した、および/またはリンク144、146、142の組み合わせを介した通信に自動的に経路変更しうる。また、たとえば、無線利用可能フィールドデバイス108が無線フィールドデバイスインターフェイス124から離れて無線フィールドデバイスインターフェイス126の近くに物理的に移動された場合、この無線利用可能フィールドデバイス108は、通信リンク150の利用を停止し、通信リンク152を選択しうる。他の例では、無線利用可能フィールドデバイス116が最初システム100に設置されておらず、I/O通信ネットワークの初期構成のあとに追加された場合、この無線利用可能フィールドデバイス116は、コントローラ120と通信すべく、無線I/Oインターフェイス136との通信リンク168を自動的に確立しうる。

10

【0038】

いずれの場合であっても、コントローラ120は、連続的または周期的に、I/O通信ネットワークを監視し、I/O通信ネットワークの現在の物理的な構成に論理的な制御戦略をマッピングする。したがって、コントローラ120により実行される論理的な制御戦略は、無線利用可能フィールドデバイス102~118、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、および無線I/Oインターフェイス128~136により形成されるI/O通信ネットワークの物理的な形態に依存せずまたは分離して動作することができる。換言すれば、多くの従来のシステムとは対照的に、フィールドデバイスの通信パスの変更、移動、追加および/または除去、並びに交換などの如きI/O通信ネットワークに関連する物理的な条件を変更しても、通常、論理的な制御戦略を変更をしなくとも良く、よって、システムオペレータまたは他のユーザがその制御戦略を再構成する必要がない。

20

【0039】

たとえば流量、温度、レベル、設定値などの如き制御情報および/または制御パラメータに加えて、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、他のタイプの情報をコントローラ120と交換しうる。たとえば、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、ステータス情報および/または診断情報をコントローラ120に提供してもよい。具体的にいえば、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、通信信号の品質または強度に関する情報、通信再試行、古いまたは再生されたデータまたは情報の識別に用いられるうるタイムスタンプなどを供しうる。このようなI/O通信ネットワークのステータス情報は、通信問題の回避または削除のためにI/O通信ネットワークを自動的に再構成すべく、コントローラ120および/またはコントローラ120に接続されたなんらかの他のシステム、ワークステーションなどにより用いられうる。

30

40

【0040】

さらに、システム100により、ユーザまたは他のオペレータは、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうち特定のフィールドデバイスがコントローラ120との通信に利用すべき（すなわち、好ましい）または利用しなければならない固定の通信パスならびに/または代替のおよび/もしくは冗長な通信パスを指定できる。さらに、無線利用可能フィールドデバイス102~118、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、および/または無線I/Oインターフェイス128~136は、通信ドロップアウト（たとえば、少なくとも所定の期間の通信の停止または劣化）を検出し、このドロップアウトに関連するデータを疑わしデータ、不良データ、不確かなデータなどとしてフラッグを付しうる。

【0041】

50

無線利用可能フィールドデバイス102~118、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、および/または無線I/Oインターフェイス128~136により用いられる通信は、安全保護通信でありうる。たとえば、無線通信は、その通信に含まれる情報に権限を有していない人がアクセスできないようにするいかなる所望の符号化スキームおよび/または暗号化スキームを利用してもよい。さらに、所望のレベルの安全保護を実現すべく、パスワード保護および他の公知のまたは開発された安全保護技術を必要に応じて採用してもよい。また、通信の完全性の点検を可能にすべく、符号化スキームが、無線利用可能フィールドデバイス102~118、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、無線I/Oインターフェイス128~136、および/またはコントローラ120により用いられてもよい。このようなエラー点検の結果は、そのようなエラーを削減または削除すべく、I/O通信ネットワークの再編(たとえば、代替えのまたは冗長な通信パスの利用)に用いられうる。

10

【0042】

図2~図4に関連して以下でさらに詳細に記載するように、無線利用可能フィールドデバイス102~118のうちの一または複数は、図2に例示されているインターフェイスの如き無線通信インターフェイスが設けられるとともに、たとえば4~20mAまたはHARTに準拠するインターフェイスを備えている従来のフィールドデバイスでありうる。このようにして、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークは、そのI/Oネットワーク内のフィールドデバイスの一部または全部のハードワイヤードI/Oコネクションと共に用いられうる。たとえば、一部の例では、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークの方法および装置は、既存のハードワイヤードI/O通信ネットワークに後付されることにより、ハードワイヤード通信パスと無線通信パスとを備えるロバストなI/O通信ネットワークを実現している。一部のケース、とくに配線、コネクションなどの完全性やそれらにより搬送される通信信号が劣化したりまたは不安定になってきている旧式のハードワイヤードI/O通信ネットワークの場合には、そのシステムに本明細書記載の無線I/O通信ネットワークが後付けされ、この無線I/O通信ネットワークに対して信頼が得られた時点で、そのハードワイヤード通信パスが撤去または除去される。さらに、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークが、たとえば4~20mAおよび/またはHARTに準拠するフィールドデバイスと共に用いられる場合、HART信号に関連する情報またはパラメータは、それらのデバイスに関連する無線リンクを介してコントローラ120に伝送される。このようにして、所望ならば、コントローラ120は、HART信号などにより提供されうるさらなる情報を利用することができる。

20

30

【0043】

以上より明らかなように、無線利用可能フィールドデバイス102~118は、自動的に、利用可能な通信チャネル、通信パス、または通信リンクを検出し、コントローラ120との最良のまたは最もロバストな通信を提供するチャネル、パス、またはリンクのセットまたは組み合わせを選択することができる。これにより、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126および無線I/Oインターフェイス128~136と共に、無線利用可能フィールドデバイス102~118を利用することにより、システム100は、自己構成(たとえば、自動的に構成可能)I/O通信ネットワークを実現することができ、それにより、公知の無線通信システムの構成の際に通常発生する現場調査、専門家の助力などに関連する費用が著しく削減または排除される。さらに、無線利用可能フィールドデバイス102~118が、通信の困難性および/または不良を検出し、その通信問題を削減または排除すべく、必要に応じて通信の経路変更を自動的に行うことができるので、図1に例示されているシステム100により形成されるI/O通信ネットワークは、自己修正または自己回復する。したがって、この通信システムは、通信の不良または困難性の削減または排除にユーザまたはシステムオペレータの介入を通常必要とする公知のI/O通信ネットワークによりも優れたロバスト性を有する。さらに、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークの方法および装置を、既存のハードワイヤードI/O通信ネットワークまたは既存の公知の無線通信ネットワーク(たとえば、従来のポイント・ツー・ポイントタイプの通信ネットワーク)に組

40

50

み入れることが可能である。このようにして、既存のハードワイヤードシステムおよび/または従来の無線システム、とくに配線が問題視されてきているかまたは劣化してきているシステム内の通信性能を、そのシステムの完全停止を必要としうる完全なシステム解体の費用に悩む必要もなく、著しく向上させることができる。

【0044】

図2は、フィールドデバイスとの無線通信を可能にすべくフィールドデバイスとともに用いられうる無線インターフェイスデバイス200の一例を示すブロック線図である。図2に示されているように、無線インターフェイスデバイス200は、一または複数のフィールドデバイス204、206からの信号を無線インターフェイスデバイス200に電氣的に結合する物理コネクションを備えている。プロセッサ208、メモリ210、無線トランシーバ212、および通信インターフェイス回路214は、すべてバス216を介して、物理コネクション202のうちの一または複数に接続されうる。バス216は、複数の配線、回路トレースなどを用いて実現されうる。無線トランシーバ200は、一または複数の他の無線利用可能フィールドデバイス、無線フィールドデバイスインターフェイス、および/または無線I/Oインターフェイス(たとえば、図1に例示されているフィールドデバイス102~118、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126、および/または無線I/Oインターフェイス128~136)を相手にラジオ通信を送受信するように構成されている。

10

【0045】

ここで、図2に例示されている無線インターフェイスデバイス200を詳細に説明する。物理コネクション202は、ネジ端子、差し込み可能コネクション(雌頭部または雄頭部)、圧接コネクション、またはその他の所望のタイプの電氣的接続部を備えている。フィールドデバイス204、206は、たとえば、一般に入手可能な4~20mA HARTプロトコルに準拠したフィールドデバイスであってもよい。その場合、4~20mA信号およびHART信号は、配線220、222を介して伝送され、これらの配線は、物理コネクション202で終端となる。配線220、222は、多芯ワイヤもしくは多芯ケーブル、ツイストペアケーブル、または電気信号をフィールドデバイス204、206から物理コネクション202まで伝送するいかなる適切なタイプのワイヤであってもよい。

20

【0046】

通信インターフェイス回路214は、物理コネクション202およびバス216を介して、フィールドデバイス204、206からの信号を受信し、次いで、プロセッサ208により用いられるようにこれらの信号を調節または処理しうる。具体的にいえば、通信インターフェイス回路214は、レベルシフト回路、過電圧保護回路、過渡応答保護回路、静電放出保護回路、短絡回路保護回路、ノイズフィルタ、アンチエイリアス保護回路、増幅および/またはバッファ回路、減衰回路、アナログ-デジタルコンバータ回路、デジタル-アナログコンバータ回路などが含まれる。既存のハードワイヤードI/O通信ネットワークを維持することが望ましい場合、通信インターフェイス回路214は、フィールドデバイス204、206により配線220、222上に出力された信号の複製を回線224、226を介して出力しうる。したがって、フィールドデバイス204、206が4~20mA出力を供する場合、通信インターフェイス回路214は、既存のハードワイヤードI/O通信ネットワークによる利用のために、実質的に同一の4~20mA信号を回線224、226上に出力しうる。

30

40

【0047】

通信インターフェイス回路214は、フィールドデバイス204、206から受信したアナログ信号(たとえば、4~20mA信号)を、デジタル情報に変換し、次いで、このデジタル情報は、バス216を介して伝達され、プロセッサ208により処理されうる。これに代えてまたはこれに加えて、通信インターフェイス回路214は、プロセッサ208からのデジタル情報または命令を受信し、その情報または命令を、フィールドデバイス204、206に対して出力される一または複数のアナログ信号(たとえば、4~20mA信号)に変換しうる。さらに、通信インターフェイス回路214は、フィールドデバイス204、206によりアナログ信号とともに供されるデジタル信号を抽出するように構成されうる。たとえば、フィールドデバイス204、206がHARTに準拠するデバイスである場合、それらのフィールドデバイス

50

204、206に関連する4～20mA信号のうちのHARTに準拠する部分に含まれるデバイス情報は、通信インターフェイス回路214により抽出され、プロセッサ208へ伝送され、次いで、トランシーバ212を介して伝送される。

【0048】

メモリ210は、たとえばSRAM、DRAM、EEPROM、フラッシュメモリなどの如き個体メモリであってもよく、たとえばディスクドライブの如き任意の所望のタイプの磁氣的または光学的な格納媒体であってもよく、スマートカードの如き着脱可能なメモリデバイスであってもよく、またはその他のタイプのメモリもしくはメモリデバイスの組み合わせであってもよい。いずれの場合であっても、メモリ210は、プロセッサ208により読み取り可能であり、本明細書記載の方法のうちの一または複数をプロセッサ208に実行させるソフトウェアまたはインストラクションを内部に格納している。

10

【0049】

無線トランシーバ212は、プロセッサ208とバス216を介した通信をし、ラジオ信号および任意の所望の通信規格または通信プロトコルを用いて、アンテナ218を介した通信をするように構成されている。好ましいが必ずしもこれに限定されるわけではないが、無線トランシーバ212およびプロセッサ208は、協働して、複数の通信リンクをフィールドデバイス204、206が同時に利用できる無線通信プロトコルを実現する。たとえば、フィールドデバイス204、206によって、そのプロセス制御情報、診断情報などが、一を超える他の無線フィールドデバイスインターフェイス、無線I/Oインターフェイス、および無線利用可能フィールドデバイスなどに対して局所的にブロードキャストされることを可能にするべく、パケットをベースにするトランスミッションプロトコルを用いる。これに加えて、プロセッサ208および無線トランシーバ212は、たとえば、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークの方法およびシステムを実現するために、エンバー社(Ember Corporation)および/またはアクソンLLC社(Axon LLC)から販売されているシステムおよびソフトウェアを用いてもよい。

20

【0050】

プロセッサ208および無線トランシーバ212が協働して本明細書記載の無線I/O通信ネットワークのシステムおよび方法を実現する特定の方法に関係なく、無線インターフェイスデバイス200の利用により、フィールドデバイス204、206が、プロセス制御情報、制御パラメータ、診断情報などを、ラジオ信号を用いてコントローラ120に伝送することが可能となる(図1)。無線インターフェイスデバイス200が、それ自体を介して接続するデバイスから物理的に離れているユニットまたはモジュールとして実現される場合、このインターフェイスデバイス200は、ハウジングなど(図示せず)内に配設される集積回路、受動素子、ディスクリット半導体デバイスなどを含む一または複数のプリント回路基盤などを用いて組み立てられうる。その場合、無線インターフェイスデバイス200に関連するハウジングは、フィールドデバイス、装置、壁、またはその他の表面への取り付けを容易にするように構成されている。あるいは、無線インターフェイスデバイス200は、各フィールドデバイス内に組み込まれうる(たとえば、図1に例示されている無線利用可能フィールドデバイス102~118)。無線インターフェイスデバイス200がフィールドデバイス内に組み込まれる場合、物理コネクション202は全く用いられないかまたは削除されうる。また、無線インターフェイスデバイス200のフィールドデバイス204、206と機能ブロック208~214との間のコネクションは、回路トレース、ワイヤなどにより形成されてもよい。

30

40

【0051】

無線インターフェイスデバイス200の特定の物理構成に関係なく、無線インターフェイスデバイス200は、接続または関連付けされているフィールドデバイスからその電力を導入しうる。さらに、所望ならば、無線インターフェイスデバイス200は、本質安全デバイスを必要とする環境における利用に適切に作成されうる。

【0052】

図3は、無線利用可能フィールドデバイスとの通信に用いられうる無線インターフェイスデバイス300の一例を示すブロック線図である。一般的に、図3の無線インターフェイ

50

スデバイス300は、図2に例示された無線インターフェイスデバイス200と補完関係にある。図3に例示されているように、無線インターフェイスデバイス300は、アンテナ304に接続されている無線トランシーバ302と、プロセッサ306と、メモリ308と、通信インターフェイス回路310と、物理コネクション312とを備えており、これらのすべては、バス314を介して通信可能に接続されうる。

【0053】

無線インターフェイスデバイス300は、たとえばフィールドデバイス102~110のうちの一または複数(図1)との通信を可能にするために、たとえば無線フィールドデバイスインターフェイス122~126のうちの一つ(図1)内で用いられうる。したがって、無線トランシーバ302は、無線トランシーバ218(図2)と通信するように構成されている。また、図3に示されている無線インターフェイスデバイス300は、フィールドデバイス(たとえば、図1の無線利用可能フィールドデバイス112~118)および/または無線フィールドデバイスインターフェイス122~126(図1)との直接通信を可能にするために、無線I/Oインターフェイス128~136(図1)内で用いられうる。

10

【0054】

プロセッサ306、メモリ308、無線トランシーバ302、および通信インターフェイス回路310のブロックは、図2に示されているプロセッサ208、メモリ210、無線トランシーバ218、および通信インターフェイス回路214のブロックと同等または同一でありうるが、物理コネクション312は、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126(図1)および無線I/Oインターフェイス128~136(図1)の異なるコネクション要件に適応するように構成されうる。たとえば、無線I/Oインターフェイス128~136(図1)とともに用いられる場合、物理コネクション312は、レイルバスと対の関係にあるエッジコネクタでありうる。その一方、無線フィールドデバイスインターフェイス122~126(図1)とともに用いられる場合、物理コネクション312は、電源接続用のネジ端子などおよび/またはワイヤピッグテイルなどでありうる。

20

【0055】

図4は、本明細書記載の無線I/O通信ネットワークを実現しうるプロセス制御システムの一例を示すブロック線図である。図4に例示されているように、プロセス制御システム400は、一または複数のワークステーション402、404と、一または複数のコントローラ406、408とを備えており、これらは、すべて、バス410を介して通信可能に接続されている。あるいは、ワークステーション402、404は、それぞれ、内部に格納されるインストラクションを実行するパーソナルコンピュータを用いて実現されてもよい。いずれの場合であっても、ワークステーション402、404は、コンフィギュレーションタスク、エンタープライズ最適化および/または管理タスク、キャンペーン管理タスク、システム診断タスク、通信タスクなどを実行しうる。たとえば、ワークステーション402は、実行されるとシステムオペレータによる一または複数のフィールドデバイス、コントローラなどのステータスの問い合わせや、アラートまたはアラームに関連する一または複数の問題を診断する診断ルーチンの実行などを可能にするソフトウェアまたはルーチンを有しうる。その一方、ワークステーション404は、実行されるとバッチプロセスまたはなんらかの他のプロセス制御スキームを実行すべくシステム400全体の動作の調整や、ネットワーク414および無線通信リンク416を介した無線ユーザデバイス412間の通信の調整などを行うソフトウェアまたはルーチンを有しうる。

30

40

【0056】

バス410は、従来型のハードワイアードバス、ローカルエリアネットワーク(LAN)などでありうる。たとえば、バス410は、従来型のイーサネットをベースにしたバスでありうる。図4には示されていないが、所望ならば、ワークステーション402、404の間および/またはコントローラ406、408の間に、追加のまたは冗長な通信バスまたは通信リンクが用いられてもよい。

【0057】

アラーム情報またはアラート情報の処理、診断ルーチンの実行、バッチ管理ルーチンの

50

実行、メンテナンス管理ルーチンの実行などに加えて、ワークステーション402、404のうち的一方または両方は、制御戦略情報（たとえば、プロセス制御ルーチンまたはその一部）をコントローラ406、408へダウンロードするように構成されうる。これらのコントローラ406、408は、たとえばテキサス州オースティンにあるフィッシャーローズマウントシステムズ社から販売されているDelta Vコントローラの如きいかなる適切なコントローラを用いて実現されてもよい。

【0058】

コントローラ406、408は、それぞれ対応する無線I/Oインターフェイス418、420に接続されており、これらの無線I/Oインターフェイスは、図1に関連して示されまたは記載された無線I/Oインターフェイス128~136と同等または同一である。複数の無線利用可能フィールドデバイス422~430は、チャンネル、パス、またはリンク432~442を介して、無線I/Oインターフェイス418、420を通じて、通信可能に接続されている。

10

【0059】

無線利用可能フィールドデバイス422~430との通信に加えて、コントローラ406、408は、また、一または複数の非スマートフィールドデバイス432、434に接続されうる。これらの非スマートフィールドデバイス432、434は、従来型の4~20mA、0~10VDCの非スマートフィールドデバイスまたはその他のタイプの非スマートフィールドデバイスでありうる。また、コントローラ408は、I/Oデバイス440を介して、複数のスマートフィールドデバイス436、438に通信可能に接続される。スマートフィールドデバイス436、438は、公知のデジタルデータトランスミッションプロトコルを用いてデジタルデータバス422上で通信するFieldbusデバイス、HARTデバイス、Profibusデバイス、またはその他のタイプのスマートフィールドデバイスでありうる。このようなスマートフィールドデバイスは公知であるので、本明細書において、これ以上詳細には記載しない。

20

【0060】

図4に示されているように、ワークステーション402は、データベース444に接続されており、このデータベースはいかなる所望のタイプのメモリを用いて実現されてもよい。たとえば、データベース444は、磁気メモリデバイスと、光学式メモリデバイスと、個体メモリデバイスとのいかなる所望な組み合わせを備えていてもよい。データベース444は、プロセス制御情報、制御パラメータ、コンフィギュレーション情報、診断情報などを格納すべくワークステーション402により用いられうるし、これらの情報の一部または全部は、無線利用可能フィールドデバイス422~430と関連しうる。

30

【0061】

ネットワーク414は、ハードワイヤードネットワーク（たとえば、公衆交換電話網、インターネットなど）と、無線ネットワーク（セルラー式ラジオ通信ネットワーク、衛星通信ネットワークなど）との任意の所望の組み合わせを用いて実現されるワイドエリアネットワークでありうる。具体的にいえば、ネットワーク414の一部または全部が無線通信を用いる場合、通信は、グローバルシステム・フォー・モバイル・コミュニケーションズ（Global System for Mobile Communications）（GSM）プロトコルおよび/もしくはセルラー・デジタル・パケット・データ（Cellular Digital Packet Data）（CDPD）プロトコル、GPRSプロトコル、TDMAベースプロトコル、ならびに/またはCDMAベースプロトコルに準拠しうる。したがって、無線ユーザデバイス412は、モバイル電話、ページャ、無線利用可能個人情報端末、無線利用可能ラップトップコンピュータなどでありうる。無線ユーザデバイス412は、無線利用可能フィールドデバイス422~430、非スマートフィールドデバイス432、434、およびスマートフィールドデバイス436、438に関連するアラート情報、診断情報、またはその他のプロセス制御情報などを受信するように構成されうる。さらに、無線ユーザデバイス412は、ワークステーション402、404、コントローラ406、408、および/またはフィールドデバイス422~438に対して、制御情報、命令情報、情報要求、またはその他の情報を送信するようにも構成されうる。以上のように、サービステク

40

50

ニション、現場管理者、またはその他のシステムのユーザもしくはオペレータは、実質的にいかなる遠隔の位置からであっても、制御システム400を運用することができる。

【0062】

図5、図6、および図7は、本明細書記載の方法および装置を用いて無線フィールドデバイスをコミショニングしうる方法の一例を示すフローダイアグラムである。図5を説明すると、無線利用可能フィールドデバイス（図4の無線利用可能フィールドデバイス422~430のうちの一つ）が、プロセス制御システム（たとえば、図4のプロセス制御システム400）に追加され、そのプロセス制御システム内で移動され、および/または交換されるとき、当該無線利用可能フィールドデバイスは、まず、始動される（ブロック502）。始動のあと、無線利用可能フィールドデバイスは、その存在を公表する（ブロック504）。その存在を公表するために、無線利用可能フィールドデバイスは、利用可能なすべての通信チャネル、通信パス、または通信リンクを介して、その存在を表す一または複数のメッセージを周期的にまたは連続的にブロードキャストしうる。このブロードキャストメッセージは、フィールドデバイス識別情報（たとえば、タグ）を有しうるし、たとえば一または複数無線I/Oインターフェイス（たとえば、無線I/Oインターフェイス418、420）により受信され、これらの無線I/Oインターフェイスに関連する一または複数コントローラ（たとえば、コントローラ406、408）へ伝送されうる。

10

【0063】

この無線利用可能フィールドデバイスは、コミショニング要求を受信したか否かを判定すべくチェックを行い（ブロック506）、コミショニング要求が受信されていない場合、当該無線利用可能フィールドデバイスは、その存在を公表し続ける（ブロック504）。それとは逆に、無線利用可能フィールドデバイスがコミショニング要求を受信した場合（ブロック506）、当該無線利用可能フィールドデバイスはコミショニングされる。このコミショニングは、無線利用可能フィールドデバイスにダウンロードされ、その内に格納される制御戦略、制御パラメータなどの格納および/または機能を有効にすることが含まれる。一旦コミショニングされると、無線利用可能フィールドデバイスは、通信するように構成されているコントローラと（たとえば無線I/Oインターフェイスを介して）通信する（ブロック510）。

20

【0064】

図6は、無線利用可能フィールドデバイスの公表に対してコントローラが応答する方法の一例を示している。図6に示されているように、コントローラは、なんらかの新規のデバイスが存在するか否かを判定する（ブロック600）。たとえば、コントローラは、受信しているすべてのメッセージを処理し、これらのメッセージのうちのいずれかが新規のデバイス（たとえば、コミショニングを要求しているデバイス）の存在を示すか否かを判定する。新規のデバイスが検出されると、コントローラは、その新規のデバイスに関連する情報を、アクセス可能なメモリ（図示せず）に格納されているアクティブデバイスのリスト追加しうる（ブロック602）。次いで、コントローラは、ワークステーション（たとえば、図4のワークステーション402）に関連する共通データベース（たとえば、図4のデータベース444）にそのアクティブリスト情報をアップロードしうる。コミショニングプロセスを促進または実行すべくアクティブリスト情報が上記のワークステーションにより用いられる方法については、図7に関連して以下で記載する。コントローラが新規のデバイス情報とともに共有データベースをアップロードまたは更新したあと（ブロック604）、このコントローラは、なんらかの新規のデバイスが存在するか否かの検出に戻る（ブロック600）。新規のデバイスがブロック600で検出されない場合、コントローラは、アクティブリストの更新要求が受信されたか否かをチェックする（ブロック606）。アクティブリストの更新要求がブロック606で受信されている場合、コントローラは、共有データベース内のアクティブリストをアップロードまたは更新する（ブロック604）。それとは逆に、そのような要求がブロック606で受信されていない場合、コントローラは、制御をブロック600に戻す。

30

40

【0065】

50

図7は、ワークステーション（たとえば、ワークステーション402）が、一または複数のコントローラから受信したアクティブリスト情報に基づいて、無線利用可能フィールドデバイスを自動的に感知・構成しうる方法の一例を示している。ワークステーション（たとえば、ワークステーション402）は、そのデータベース（たとえば、データベース444）内に格納されている統合アクティブリスト（すなわち、一または複数のコントローラから受信したアクティブリストを結合したもの）を再検討し、その統合アクティブリストを、コンフィギュレーションデータベースまたはコンフィギュレーション情報（これもまた、たとえば、データベース444内に格納されていてもよい）と比較することにより、新規の無線利用可能フィールドデバイスを自動的に感知しうる（ブロック700）。たとえば、ワークステーションは、タグ情報および/または他のデバイス識別情報を比較しうる。上記のコンフィギュレーションデータベース内の情報は、プロセス制御システム内で用いられるフィールドデバイスのコミッショニング情報を含みうるし、システムデザイナーまたは他のシステムユーザにより生成され、その制御システムの作動まえにデータベース内に前もって格納されうる。

10

【0066】

いずれの場合であっても、アクティブリスト内に存在するデバイスに関連するとともにコンフィギュレーションデータベース内に格納されるコミッショニング情報は、そのコンフィギュレーションデータベースから検索され（ブロック702）、適切なデバイスに自動的にダウンロードされる（ブロック704）。統合アクティブリスト内のデバイスの内の制御戦略に割り当てられていないデバイス（たとえば、コンフィギュレーションデータベース内にコンフィギュレーション情報が予め格納されていないデバイス）は、システムデザイナーまたは他のユーザにより選択・構成されてもよく、そのデザイナーまたは他のユーザの命令のもとにコミッショニングされてもよい。

20

【0067】

図8は、本明細書記載の方法および装置を用いて無線利用可能フィールドデバイスの交換を促進する一つの方法の例を示すフローダイアグラムである。まず、交換用の無線利用可能フィールドデバイスは、そのメモリにダウンロードまたは格納されるタグ情報および/または他の識別情報を有している（ブロック800）。次いで、この交換用無線利用可能フィールドデバイスは、現場に設置され、故障したまたは故障しつつあるデバイスと交換される。この交換用デバイスが、始動されると、コミッショニング情報を必要とするか否かを判定しうる（ブロック804）。コミッショニング情報は、その情報が交換用のデバイスによりすでにダウンロードされているかまたはローカルに格納されて利用可能になっている場合には、必要とされないこともある。しかしながら、コミッショニング情報が必要とされる場合は、その交換用デバイスはコミッショニングされる（ブロック806）。コミッショニングプロセスは、図5から図7に例示されている方法と同等または同一でありうる。

30

【0068】

上記で図8に関連して一般的に記載されたフィールドデバイス交換技術をよりよく理解するために、例示のプロセス制御システム400内における無線利用可能フィールドデバイスの交換のさらに詳細な一例を以下に記載する。たとえば、ワークステーション404のシステムオペレータは、無線利用可能フィールドデバイス422に関連するアラートまたはアラームを受信するとする。そのアラートまたはアラームがフィールドデバイス422の交換が必要であると示している場合、システムオペレータは、ネットワーク414および通信リンク416を介して、無線ユーザデバイス412のうちの一つにそのアラートまたはアラームを送信しうる。このアラートまたはアラームが送信された無線ユーザデバイスは、たとえば、メンテナンス作業員に関連するページャであってもよいしセルラー電話であってもよい。

40

【0069】

アラートまたはアラームを受信すると、メンテナンス作業員は、交換用デバイスを取得し、その交換用デバイスにタグ情報を割り当てうる（たとえば、ダウンロードまたは格納しうる）。次いで、メンテナンス作業員は、故障しつつあるまたは故障したデバイスを取

50

り除き、上記の交換用デバイスを設置する。新規の無線利用可能フィールドデバイス422であるこの交換用デバイスは、始動されると、コミッシュヨニング要求を、通信リンク432と、無線I/Oインターフェイス418と、コントローラ406とを通じて、コンフィギュレーションアプリケーションを実行しうるワークステーション402へルーティングする。このワークステーション402は、上記の交換用無線利用可能フィールドデバイス422のタグまたは他の識別子に関連するコミッシュヨニング情報がデータベース444内にすでに格納されているか否かを判定する。交換用デバイス422のコミッシュヨニング情報がデータベース444内に格納されている場合、ワークステーション402のオペレータは、フィールドデバイス422の交換要求がワークステーション422により受理されていることを通知される。オペレータは、その交換をメンテナンス作業員に確認し、ワークステーション402においてその交換要求を受諾しうる。ワークステーション402において交換要求が一旦受諾されると、ワークステーション402は、該当するコミッシュヨニング情報を交換用無線利用可能フィールドデバイス422へダウンロードしうる。

10

【0070】

本発明の教示に従って構成される特定の装置が本明細書に記載されているが、本特許に該当する範疇はそれにより限定されない。それどころか、本特許は、文字通りにまたは均等論的に、添付されたクレームの範疇に該当する本発明の教示にかかるすべての装置、方法、および製品を網羅するものである。

【図面の簡単な説明】

【0071】

20

【図1】無線I/O通信ネットワークを備えているプロセス制御システムの一部の一例を示すブロック線図である。

【図2】フィールドデバイスとともに用いられてこれらのフィールドデバイスとの無線通信を可能にしうる無線インターフェイスデバイスの一例を示すブロック線図である。

【図3】無線利用可能フィールドデバイスとの通信に用いられうる無線インターフェイスデバイスの一例を示すブロック線図である。

【図4】本明細書に記載の無線I/O通信ネットワークを実現しうるプロセス制御システムの一部を示すブロック線図である。

【図5】無線フィールドデバイスをコミッシュヨニングしうる方法の一例を示すフローダイアグラムである。

30

【図6】無線フィールドデバイスをコミッシュヨニングしうる方法の一例を示すフローダイアグラムである。

【図7】無線フィールドデバイスをコミッシュヨニングしうる方法の一例を示すフローダイアグラムである。

【図8】本明細書に記載の方法および装置を用いてフィールドデバイスの交換を容易にする一つの方法の一例を示すフローダイアグラムである。

【符号の説明】

【0072】

100 プロセス制御システム

102~118 無線フィールドデバイス

40

120 コントローラ

122~126 無線フィールドデバイスインターフェイス

128~136 無線入力/出力(I/O)インターフェイス

138~146 チャンネル、パス、リンク

148~168 通信リンク

200 無線インターフェイスデバイス

204、206 フィールドデバイス

208 プロセッサ

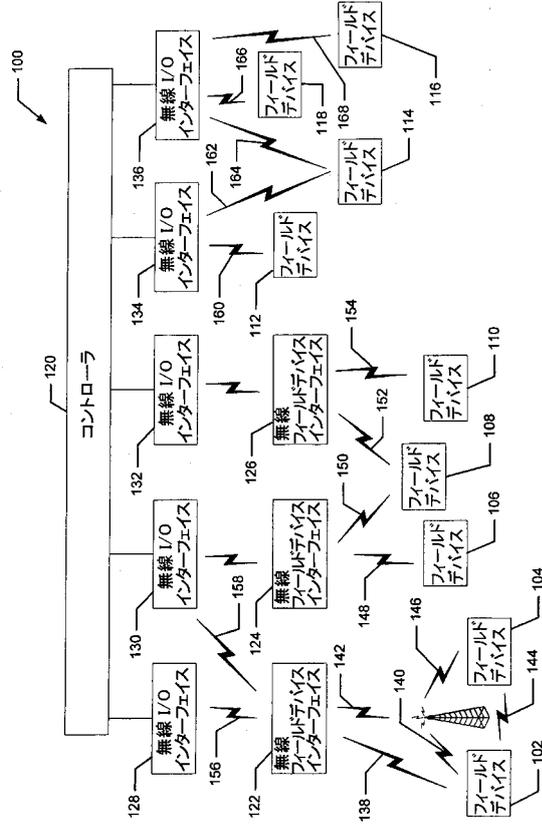
210 メモリ

212 無線トランシーバ

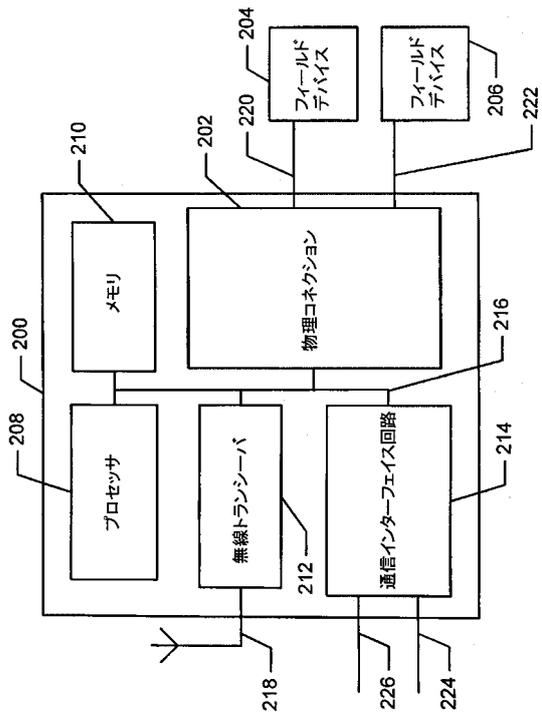
50

214	通信インターフェイス回路	
216	メモリ	
218	アンテナ	
220、222	配線	
224、226	回線	
300	無線インターフェイスデバイス	
302	無線トランシーバ	
304	アンテナ	
306	プロセッサ	
308	メモリ	10
310	通信インターフェイス回路	
312	物理コネクション	
314	バス	
400	プロセス制御システム	
402、404	ワークステーション	
406、408	コントローラ	
410	バス	
414	ネットワーク	
416	無線通信リンク	
418、420	無線 I / O インターフェイス	20
422 ~ 430	無線利用可能フィールドデバイス	
432、434	非スマートフィールドデバイス	
436、438	スマートフィールドデバイス	
440	I / O デバイス	
442	スマートフィールドデバイスデータバス	
444	データベース	

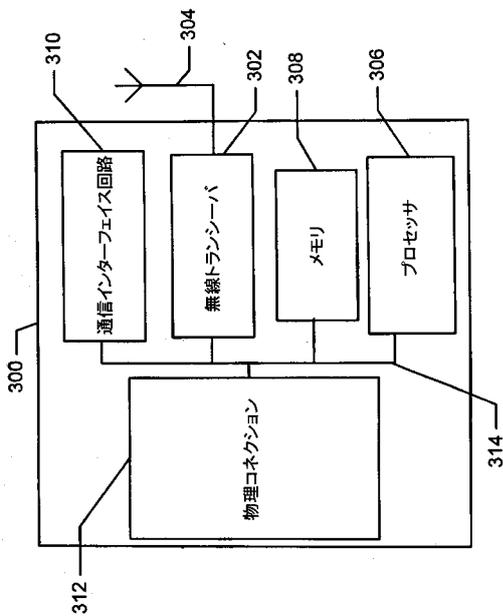
【図1】



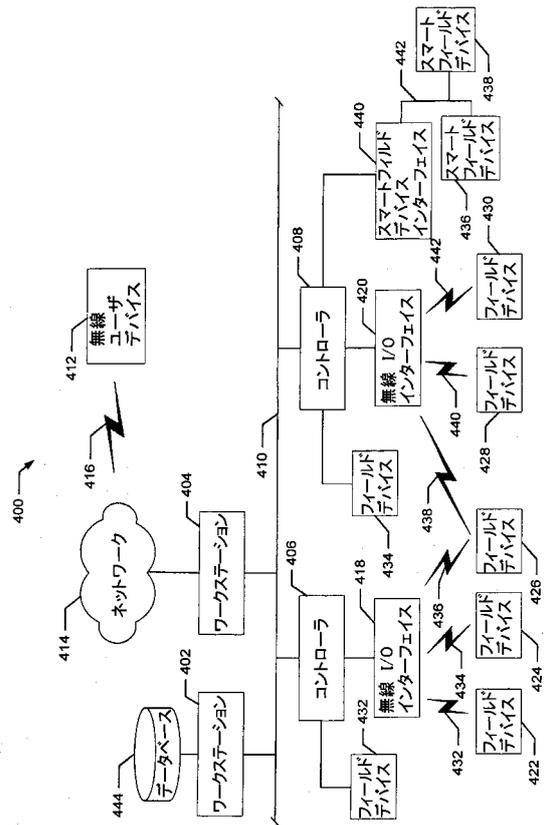
【図2】



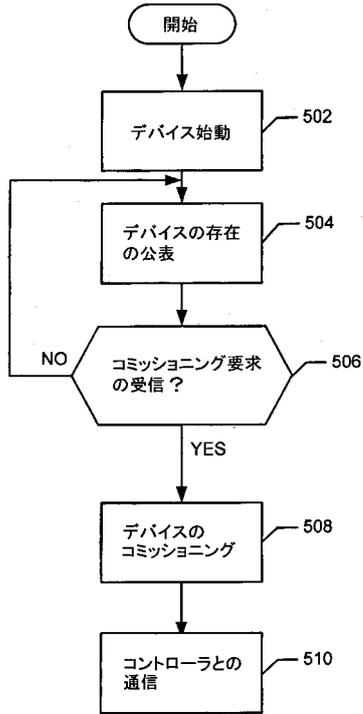
【図3】



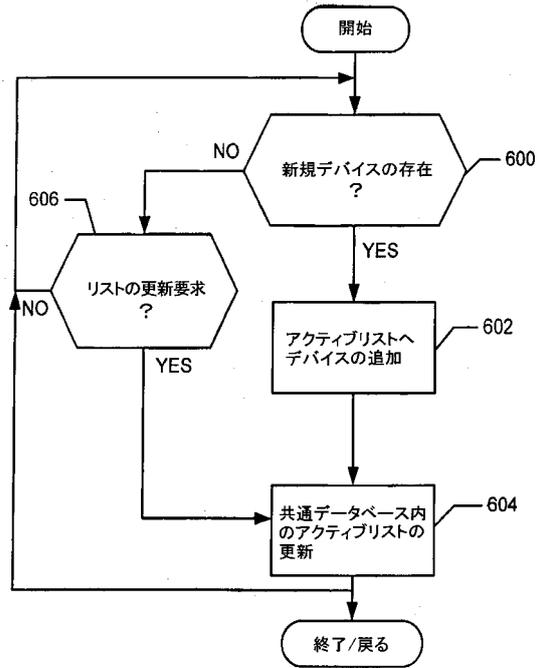
【図4】



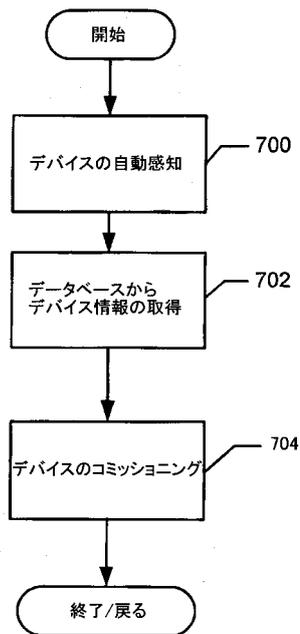
【 図 5 】



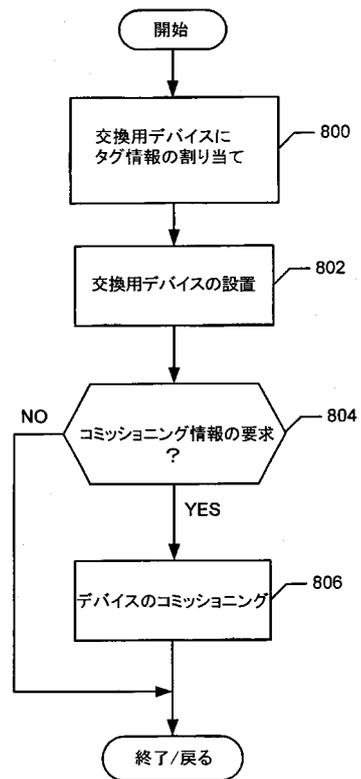
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ニクソン, マーク ジェイ .
アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス ラウンド ロック ブラックジャック ドライブ 1 5
0 3
- (72)発明者 アニウィアー, トム
アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス ラウンド ロック ロガン ドライブ 2 0 0 9
- (72)発明者 ブー, ケント
アメリカ合衆国 7 8 6 8 1 テキサス ラウンド ロック オークランズ ドライブ 1 1 3 2
- (72)発明者 エディ, ロン
アメリカ合衆国 7 8 7 2 6 テキサス オースティン チェストナッツ リッジ 1 0 7 2 0
- Fターム(参考) 5H223 AA01 BB01 CC01 DD07 DD09 EE11
5K067 AA44 BB21 EE02 EE12 EE35 FF16 JJ11

【外国語明細書】

2005051746000001.pdf