

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6188115号
(P6188115)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.

G05B 19/05 (2006.01)

F 1

G 05 B 19/05

L

請求項の数 10 外国語出願 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2011-92949 (P2011-92949)
 (22) 出願日 平成23年4月19日 (2011.4.19)
 (65) 公開番号 特開2011-227902 (P2011-227902A)
 (43) 公開日 平成23年11月10日 (2011.11.10)
 審査請求日 平成26年4月15日 (2014.4.15)
 審判番号 不服2016-2571 (P2016-2571/J1)
 審判請求日 平成28年2月22日 (2016.2.22)
 (31) 優先権主張番号 12/764,461
 (32) 優先日 平成22年4月21日 (2010.4.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】制御システム内のフィールドバス装置を識別する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御システム内のフィールドバス装置を識別する方法であって、

1つまたは複数の個々のリンク装置からコントローラで1つまたは複数のメッセージを受信するステップであって、各前記1つまたは複数のメッセージは、前記個々のリンク装置の複数のセグメントに関連する情報を含み、各前記複数のセグメントは、1つまたは複数のフィールドバス装置を接続することができる通信チャネルを備える、ステップと、

前記コントローラにより、各前記1つまたは複数の受信メッセージを解析して、1つまたは複数のフィールドバス装置が接続されている各個々のリンク装置の前記複数のセグメントの1つまたは複数を識別するステップと、

前記識別された1つまたは複数のセグメント各々について、当該セグメントに接続されている前記1つまたは複数のフィールドバス装置に関連する情報を要求する個々の照会メッセージを前記コントローラにより生成するステップと、

前記コントローラにより、前記個々の照会メッセージを各前記識別された1つまたは複数のセグメントに通信するステップと、

前記1つまたは複数の照会メッセージに対して、1つまたは複数の個々の応答を前記コントローラによって受信するステップであって、各応答は、前記セグメントに接続されている前記1つまたは複数のフィールドバス装置に関連する情報を含む、ステップと、

前記1つまたは複数の個々の応答に基づいて、前記制御システムに含まれる1つまたは複数のフィールドバス装置のリストを前記コントローラにより作成するステップと、

10

20

前記複数のセグメントに接続された 1 つまたは複数のフィールドバス装置への変化であつて受信した照会応答とそれぞれの以前記憶された照会応答との間の相違を含む変化を決定するステップと、

各個々のリンク装置のための前記複数のセグメントの少なくとも 1 つに対する変化であつて受信した第 2 の照会応答と以前記憶された前記複数のセグメントに関する情報との間の相違を含む変化を決定するステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

1 つまたは複数のフィールドバス装置のリストを、ユーザに対する該リストに関連する情報を表示する外部コンピュータに送るステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

1 つまたは複数のフィールドバス装置のリストの変化を識別するステップと、

前記識別された変化に関連する情報を外部コンピュータに送るステップと
をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記個々のリンク装置から受信した前記 1 つまたは複数のメッセージに関連する情報を記憶するステップをさらに含む、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記情報を記憶するステップに続けて、前記 1 つまたは複数のリンク装置の 1 つから、前記リンク装置の前記複数のセグメントに関連する情報を含む、前記 1 つまたは複数のメッセージに続く第 2 のメッセージを受信するステップと、

20

前記第 2 のメッセージに含まれる前記情報の少なくとも一部を前記記憶された情報の少なくとも一部と比較するステップと、

前記比較に基づいて、前記リンク装置の前記複数のセグメントに接続されている前記 1 つまたは複数のフィールドバス装置が変化したと判定するステップと、
をさらに含む請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記リンク装置の前記複数のセグメントに接続されている前記 1 つまたは複数のフィールドバス装置が変化した旨の判定に基づいて、1 つまたは複数のフィールドバス装置の前記リストを更新するステップをさらに含む請求項 5 に記載の方法。

30

【請求項 7】

前記比較に基づき、変化が起こった前記リンク装置のセグメントを識別するステップと、

前記識別されたセグメントに第 2 の照会メッセージを通信するステップと、

前記識別されたセグメントから、前記第 2 の照会メッセージに対する第 2 の応答を受信するステップと、

前記第 2 の応答に含まれる情報の少なくとも一部と前記識別されたセグメントのために記憶された情報の一部とを比較するステップと、

前記比較に基づき、前記セグメントに接続された 1 又は複数のフィールドバス装置の変化を識別するステップと、

をさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記情報を記憶するステップに続けて、前記 1 又は複数のリンク装置からの、前記 1 つまたは複数のメッセージに続く第 2 のメッセージを受信されていないと判断される場合、該リンク装置がもはや前記制御装置に接続されていないことを決定するステップと、

前記リンク装置がもはや前記制御装置に接続されていないことの前記決定に基づき、前記 1 又は複数のフィールドバス装置のリストを更新するステップと
をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 9】

前記接続された各フィールドバス装置のために各々の照会メッセージを生成するステッ

50

と、

前記各々の照会メッセージを各フィールドバス装置に通信するステップと、

前記照会メッセージに応じて、1又は複数のフィールドバス装置の応答であって各応答が各フィールドバス装置に関する情報を含む1又は複数のフィールドバス装置の応答を受信するステップと、

をさらに含む、請求項1乃至8のいずれか1項に記載の方法。

【請求項10】

前記複数のフィールドバス装置のリストを作成する前記ステップは、前記受信した1又は複数のフィールドバス装置の応答に基づき前記接続されたフィールドバス装置のプレゼンテーションを生成するステップを含む、請求項9に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には制御システムに関し、より具体的には外部制御システムとフィールドバス装置の同期に関する。

【背景技術】

【0002】

制御システムは、多種多様な用途で利用される。例えば、制御システムは、発電装置、発電所、および/またはプロセスプラントとの関連で利用される。制御システムは、一般に、制御システムの他のコンポーネント、例えばセンサ、測定装置、弁等と通信する中央コントローラを含む。中央コントローラは、一般に、適切なネットワーク通信を介してそれら他のコンポーネントと通信する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第6119122号明細書

【発明の概要】

【0004】

ファンデーションフィールドバス標準の開発と採用に伴って、フィールドバス装置が制御システムに組み込まれている。一般に、フィールドバス装置は、マクロサイクルまたは他の動作サイクル中に標準動作を行うように構成される。フィールドバス装置の動作サイクルは、しばしば、発電所内の中央コントローラ等の外部コントローラの動作サイクルよりもはるかに長い。この非同期の動作を考えると、コントローラとフィールドバス装置の間にタイミングのずれがある可能性がある。また、フィールドバス装置に対してコントローラから出力される通信および/または命令は、フィールドバス装置からコントローラに動作データが提供されたサイクルから2マクロサイクルも遅れて受信される場合がある。そのため、フィールドバス装置を外部コントローラまたは外部制御システムと同期させるための改良されたシステムおよび方法が望まれる。

30

【0005】

上記の必要性および/または問題の一部またはすべては、本発明の特定の実施形態によって対処することができる。本発明の実施形態は、フィールドバス装置を外部制御システムと同期させるシステムおよび方法を含むことができる。本発明の一実施形態によれば、フィールドバス装置の制御を同期させる方法が開示される。1つまたは複数のコンピュータを含むコントローラが、コントローラと直接または間接的に通信する少なくとも1つのフィールドバス装置についてのタイミング情報を含んだメッセージを受信することができる。コントローラは、受信したメッセージに含まれる情報に基づいて、少なくとも1つのフィールドバス装置の現在の動作サイクルの開始時間を判定することができる。現在の動作サイクルの開始時間および継続時間に基づいて、コントローラは、コントローラから出力された制御メッセージが現在の動作サイクル中に少なくとも1つのフィールドバス装置

40

50

に受信されるようにコントローラが少なくとも1つのフィールドバス装置に対する制御機能を実行する特定の時間を判定することができる。

【0006】

本発明の別の実施形態によれば、制御システムが開示される。制御システムは、少なくとも1つのメモリおよび少なくとも1つのプロセッサを備えることができる。少なくとも1つのメモリは、コンピュータ実行可能命令を記憶するように構成することができる。少なくとも1つのプロセッサは、少なくとも1つのメモリにアクセスし、コンピュータ実行可能命令を実行して、プロセッサと直接または間接的に通信する少なくとも1つのフィールドバス装置についてのタイミング情報を含むメッセージを受信し、受信したメッセージに含まれる情報に基づいて少なくとも1つのフィールドバス装置の現在の動作サイクルの開始時間を判定し、現在の動作サイクルの開始時間および継続時間に基づいて、少なくとも1つのプロセッサから出力された制御メッセージが現在の動作サイクル中に少なくとも1つのフィールドバス装置に受信されるように少なくとも1つのフィールドバス装置に対する制御機能が実行される特定の時間を判定する、ように構成することができる。

10

【0007】

さらなるシステム、方法、装置、機能、および態様が本発明の各種実施形態の技術を通じて実現される。本発明の他の実施形態および態様は本明細書で詳細に説明し、クレームに記載される本発明の一部と見なされる。他の実施形態および態様は、説明および図面を参照して理解することができる。

【0008】

20

上記で本発明について概説したので、次いで添付図面を参照する。図面は必ずしも一定の縮尺で描かれていない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の各種実施形態により利用することが可能な一例示的制御システムの概略図である。

【図2】本発明の例示的実施形態による、フィールドバス装置と外部制御システムを同期させる一例示的方法のフローチャートである。

【図3】本発明の各種実施形態により達成することが可能な同期の一例を説明する図である。

30

【図4】本発明の例示的実施形態による、外部コンピュータから受信したコマンドをフィールドバス装置に通信する一例示的方法のフローチャートである。

【図5】本発明の例示的実施形態による、外部コンピュータによるフィールドバス装置への値の書き込みを容易にする一例示的方法のフローチャートである。

【図6】本発明の例示的実施形態による、制御システム内のフィールドバス装置を識別する一例示的方法のフローチャートである。

【図7】本発明の例示的実施形態による、制御システム内のフィールドバス装置のリストを更新する一例示的方法のフローチャートである。

【図8】本発明の各種実施形態により生成することが可能な接続フィールドバス装置のプレゼンテーションの一例の図である。

40

【図9】本発明の各種実施形態により利用することが可能な一例示的制御システムの概略図である。

【図10】本発明の例示的実施形態による、1つまたは複数のフィールドバス装置と外部制御システムの間の通信を容易にする一例示的方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下で本発明の例示的実施形態について添付図面を参照してより完全に説明する。図面には、本発明のすべてではないがいくつかの実施形態を図示する。実際、本発明は、多くの異なる形態で実施することができ、本明細書に記される実施形態に限定されるものとは解釈すべきでない。むしろ、それらの実施形態は、この開示が、該当する法的要件を満た

50

すように提供される。明細書全体を通じて同様の参照符号は同様の要素を参照する。

【0011】

制御システム内でフィールドバス装置の制御を同期させるシステムおよび方法が開示される。より具体的には、外部コントローラまたは制御システムを1つまたは複数のフィールドバス装置と同期させるシステムおよび方法が開示される。1つのコントローラおよび任意の数のフィールドバス装置を提供することができる。コントローラは、各フィールドバス装置と直接または間接的に通信することができる。例えば、コントローラは、1つまたは複数の適切なリンク装置を介して1つまたは複数のフィールドバス装置と通信することができる。動作時、コントローラは、少なくとも1つのフィールドバス装置についてのタイミング情報を含むメッセージを受信することができる。例えば、コントローラは、リンク装置からメッセージを受信することができる。リンク装置に関連付けられた1つまたは複数のセグメントについての現在のタイミング情報等、受信したメッセージに含まれる情報に基づいて、コントローラは、フィールドバス装置またはフィールドバス装置の群についての現在の動作サイクル（例えば現在のマクロサイクル）の開始時間を判定することができる。コントローラは、また、例えば適切なメモリ装置の継続時間情報にアクセスすることにより、現在の動作サイクルの継続時間を識別または判定することもできる。動作サイクルの開始時間および継続時間に基づいて、コントローラは、フィールドバス装置または装置の群に対してコントローラが制御機能を実行する特定の時間または時点を決定することができる。例えば、コントローラは、現在時刻からのオフセットを決定することができる。決定された特定の時間に達すると、コントローラは、フィールドバス装置から受け取った入力を処理する、かつ／またはフィールドバス装置のための他の制御処理を行うことができる。そして、コントローラは、フィールドバス装置に通信するために任意の数の制御メッセージおよび／またはデータを出力することができる。本発明の一態様によれば、出力されたメッセージは、フィールドバス装置の現在の動作サイクル中に装置で受信することができる。この点で、コントローラとフィールドバス装置を同期させることができる。

【0012】

特定の実施形態で必要とされるように、コントローラは、1つまたは複数のフィールドバス装置との通信を容易にすることもできる。例えば、コントローラは、ヒューマンマシンインターフェース（HMI）コンピュータ等の外部コンピュータとフィールドバス装置の間の通信を容易にすることができる。この点に関して、コントローラは、HMIコンピュータからフィールドバスプロトコル以外のプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドを受信し、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドを生成し、生成したコマンドを1つまたは複数のフィールドバス装置に通信するために出力することができる。例えば、コントローラは、HMIコンピュータによるフィールドバスのデータ値および／または変数の読み出しえおよび／または書き込みを容易にするゲートウェイ装置として機能することができる。一例として、フィールドバス装置への値の書き込みを容易にするために、コントローラは、フィールドバス装置に値を書き込むことを指示する第1のコマンドをHMIコンピュータから受信することができる。コントローラは、対象フィールドバス装置を識別し、第1のコマンドに含まれる情報に基づいて、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされた第2のコマンドを生成することができる。そして、所望の値の書き込みを完了するために、識別されたフィールドバス装置に第2のコマンドを通信することができる。

【0013】

また、特定の実施形態では、コントローラは、制御システム内に接続されたフィールドバス装置を動的に識別することができる。例えば、コントローラは、1つまたは複数の個々のフィールドバスリンク装置から、通告メッセージ等の1つまたは複数のメッセージを受信することができる。受信される各メッセージは、個々のリンク装置の複数のセグメントに関連する情報を含むことができる。それら各セグメントは、フィールドバス装置をリンク装置に接続することが可能な通信チャネルを提供することができる。コントローラは

、少なくとも 1 つのフィールドバス装置が接続された各リンク装置のアクティブセグメントの 1 つまたは複数を識別するために、受信した各メッセージを解析または構文解析することができる。そして、コントローラは、そのセグメントに接続された 1 つまたは複数のフィールドバス装置に関連する情報を要求するために、識別された各アクティブセグメントに対する個々の照会メッセージを生成することができる。アクティブセグメントに照会メッセージを通信するのに応答して、コントローラは、接続されたフィールドバス装置に関連する情報を含む任意の数の応答を受信することができる。必要に応じて、コントローラは、次いで、フィールドバス装置についてのより詳細な情報を得るために、任意の数の接続されたフィールドバス装置に対して個々の装置照会メッセージを生成し、通信することができる。コントローラで情報が収集されると、コントローラは、制御システム内に接続されたフィールドバス装置の 1 つまたは複数のリストおよび / または接続されたフィールドバス装置に関連付けられた各種のグラフィックプレゼンテーションを作成することができる。作成されたリストおよび / またはプレゼンテーションは、次いで、制御システムの操作者に利用されるワークステーションコンピュータ等の任意の数の適切な受信者に送信することができる。10

【 0 0 1 4 】

特定の実施形態では、フィールドバス装置とコントローラ間の通信を容易にするために、複数の冗長なリンク装置を備えることができる。例えば、主要リンク装置および副リンク装置を備えることができる。主要リンク装置は、コントローラとのネットワーク接続性が失われたことを検出し、副リンク装置への通信制御の切り替えまたは移行を指示することができる。特定の実施形態では、切り替えは、副リンク装置と外部コントローラ間にネットワーク接続性が存在すると追加的に決定したに基づいて指示することができる。特定の実施形態で必要とされるように、移行後に副リンク装置を主要装置として設定することができる。20

【 0 0 1 5 】

本発明の各種実施形態は、フィールドバス装置と外部コントローラまたは制御システムの同期を容易にする、1 つまたは複数の専用コンピュータ、システム、および / または特定の機械を含むことができる。特定の実施形態では、外部コンピュータと 1 つまたは複数のフィールドバス装置の間の通信を容易にする、1 つまたは複数の専用コンピュータ、システム、および / または特定の機械も提供されてよい。また、特定の実施形態では、制御システム内に接続された、かつ / または制御システム内でアクティブなフィールドバス装置の動的な識別を容易にする、1 つまたは複数の専用コンピュータ、システム、および / または特定の機械を備えることができる。専用コンピュータまたは特定の機械は、各種実施形態で必要に応じて多種多様なソフトウェアモジュールを含むことができる。下記でより詳細に説明するように、特定の実施形態では、それら各種のソフトウェアコンポーネントを利用して、フィールドバス装置に関連付けられたタイミング情報を処理し、外部コントローラとフィールドバス装置を同期させることができる。30

【 0 0 1 6 】

本明細書に記載される本発明の特定の実施形態は、フィールドバス装置と外部コントローラまたは制御システムとの同期を容易にする技術的効果を有することができる。また、本発明の特定の実施形態は、フィールドバス装置から受信したデータを処理し、フィールドバス装置に対する制御機能を行い、フィールドバス装置の 1 動作サイクルまたは 1 マクロサイクル中に 1 つまたは複数の制御メッセージをフィールドバス装置に出力する技術的効果を有することができる。この点で、フィールドバス装置と外部コントローラの動作を同期させることができる。また、本発明の特定実施形態は、制御システムに関連付けられた HMI コンピュータ等の外部コンピュータと、1 つまたは複数のフィールドバス装置との間の通信を容易にするという技術的効果を有することができる。例えば、1 つまたは複数のフィールドバス装置に通信できるコマンドを生成または作成するために、外部コンピュータから受信したコマンドを処理することができる。実際、特定の実施形態は、非フィールドバスプロトコルでフォーマットされたコマンドを受信し、フィールドバスプロトコ4050

ルに従ってフォーマットされたコマンドを生成して1つまたは複数のフィールドバス装置に出力する技術的効果を有することができる。必要に応じて、本明細書に記載される本発明の特定実施形態は、制御システムに接続された、かつ／または制御システム内にあるフィールドバス装置の動的な識別を容易にする技術的効果も有することができる。

【0017】

さらに、本発明の特定実施形態は、フィールドバス装置と外部コントローラ間の通信を容易にするという技術的効果を有することができる。外部コントローラと複数のリンク装置の間のネットワーク接続性を監視して、第1のリンク装置から第2のリンク装置への通信制御の切り替えを容易にすることができる。この点で、コントローラとフィールドバス装置間の通信を容易にする1つまたは複数のリンク装置とのネットワーク接続性が失われた場合でも、外部コントローラとフィールドバス装置間のネットワーク接続性を維持することができる。

【0018】

本発明の各種実施形態は、ファンデーションフィールドバスタイプ（以下「フィールドバス」）の装置を、制御システム、例えば発電装置（例えばガスタービン、蒸気タービン、風力タービン等）、発電所、および／またはプロセスプラントに関連する制御システムに組み込む。本発明の各種実施形態では必要に応じて多種多様なフィールドバス装置を利用することができる。フィールドバス装置の例には、これらに限定されないが、センサ、計器、測定装置、弁、アクチュエータ、入出力サブシステム、ホストシステム、リンク装置、任意の適切なフィールドバスH1装置、および／または任意の適切なフィールドバス高速イーサネット（商標）（HSE）装置が含まれる。特定の実施形態では、H1装置は、HSE装置とは異なる速度で動作および／または通信する場合がある。一例として、H1装置は毎秒およそ31.25キロビットで動作することができ、HSE装置は、毎秒およそ100メガビットで動作することができる。必要に応じて、リンク装置等の各種のHSE装置を利用して、H1装置を制御システムの中央コントローラと相互接続することができる。また、用語「HSEプロトコル」を利用して、HSEフィールドバス装置との通信を容易にするフィールドバスプロトコルを指す場合がある。

【0019】

フィールドバス装置間、および／または1つまたは複数のコントローラ間、および／または制御システムとフィールドバス装置のプロセッサ間の通信は、フィールドバスプロトコルを利用することによって容易にすることができる。フィールドバスプロトコルは、全デジタルシリアル、2方向の通信プロトコルであり、現場機器またはフィールドバス装置を相互接続するバスまたはネットワークとの標準化された物理インターフェースを提供する。フィールドバスプロトコルは、ファンデーションフィールドバスによって開発および管理されるオープンアーキテクチャプロトコルである。フィールドバスプロトコルは、実際、プラントまたは施設内の現場機器または現場装置のためのローカルエリアネットワークを提供し、それにより、それらの現場装置は、施設内全域に分散された場所で制御機能を行い、その制御機能を行う前後に相互と通信して全体的な制御方針を実装することができる。フィールドバスプロトコルではプロセス制御ネットワーク全体に制御機能を分散することができるので、中央コントローラの作業負荷を減らすことができる。

【0020】

図1は、本発明の各種実施形態に従って利用することができる1つの例示的な制御システム100のブロック図である。制御システム100は、1つまたは複数のコントローラ105（例えば中央コントローラ）および／もしくは制御装置、1つまたは複数のリンク装置110a～n、ならびに／または1つまたは複数のフィールドバス装置115a～nを含むことができる。コントローラ105は、1つまたは複数の適切なネットワーク120または通信バスを介してリンク装置110a～nと通信することができる。また、リンク装置110a～nは、1つまたは複数の適切なバス125a'～n'またはネットワークを介して各種のフィールドバス装置115a'～n'を通信することができる。

【0021】

10

20

30

40

50

必要に応じて、任意の数のリンク装置 110 a ~ n を制御システム 100 との関連で利用することができる。リンク装置 110 a ~ n は、フィールドバスネットワークまたはバス、およびコントローラ 105 との通信を容易にする 1 つまたは複数の比較的高速のネットワークを介して通信することが可能な装置であってよい。例えば、リンク装置（リンク装置 110 と総称する）は、HSE フィールドバス装置または HSE / H1 複合装置であってよい。そのため、リンク装置 110 は、適切なイーサネット（商標）ネットワークまたは他の適切なネットワークを介してコントローラ 105 と通信することができる。また、リンク装置 110 は、1 つまたは複数のフィールドバスネットワークおよび / またはデータバスを介して、接続されたフィールドバス装置 115 a ' ~ n ' と通信することができる。必要に応じて、リンク装置 110 a ~ n は、コントローラ 105 とフィールドバス装置 115 a ' ~ n ' の間の通信を容易にすることができる。あるいは、他の実施形態では、フィールドバス装置 115 は、適切なネットワーク 120 またはバス 125 を介してコントローラ 105 と直接通信状態にあってよい。

【 0022 】

リンク装置 110 は、フィールドバスデータバス 125 またはローカルフィールドバスネットワークを接続することができる任意の数のセグメントおよび / または接続を備えることができる。例えば、特定の実施形態では、リンク装置 110 は 4 つのセグメントを備えることができるが、必要に応じて他の数のセグメントが含まれてよい。各セグメントは、別個の通信チャネルを確立することができ、リンク装置 110 とそのセグメントに接続されたフィールドバス装置との間の通信を容易にするように構成することができる。

【 0023 】

動作時、リンク装置 110 は、タイミング情報を含むメッセージをコントローラ 105 に送信または通信するように構成することができる。特定の実施形態では、メッセージは周期的に通信することができる。通信の周期は、デフォルトの期間であっても、1 つまたは複数のユーザ嗜好によって設定される期間であってもよい。また、およそ 500 ミリ秒の期間等、種々の適切な期間を必要に応じて利用してよい。他の実施形態では、メッセージ要求に応答してコントローラ 105 にメッセージを通信することができる。本発明の一態様によれば、通信されるメッセージは、リンク装置 110 のセグメントおよび / またはそのセグメントに接続されたフィールドバス装置に関連付けられたタイミング情報を含むことができる。例えば、メッセージは、現在のマクロサイクルまたは他の動作サイクルにおけるセグメントおよび / または接続フィールドバス装置の現在の動作時間を含むことができる。必要に応じて、メッセージは、動作サイクルの継続時間等、多種多様な追加的情報を含んでよい。リンク装置 110 からメッセージを受信する代わりに、本発明の特定の実施形態では、フィールドバス装置 115 から直接メッセージを受信することもできる。

【 0024 】

引き続き図 1 を参照すると、制御システム 100 との関連で任意の数のフィールドバス装置 115 a ' ~ n ' を利用することができる。特定の実施形態では、各フィールドバス装置（装置 115 と総称する）は、ローカルフィールドバスネットワークまたはデータバス 125 を介してリンク装置 110 と通信することができる。この点に関して、フィールドバス装置 115 とコントローラ 105 間の通信をリンク装置 110 によって容易にすることができます。他の実施形態では、フィールドバス装置 115 はコントローラ 105 と直接通信することができる。本発明の各種実施形態で必要に応じて、任意の数の H1 フィールドバス装置および / または他の適切な装置を含む多様な異なる種類のフィールドバス装置を利用することができる。特定の実施形態では、フィールドバス装置 115 a ' ~ n ' は、発電所またはプロセスプラント内の異なる地点に分散または配置することができる。この点に関して、フィールドバス装置 115 a ' ~ n ' を利用して、プラントの各種側面および / または動作を監視および / または制御することができる。

【 0025 】

特定の実施形態では、リンク装置 110 a ~ n とフィールドバス装置 115 a ' ~ n ' 間の通信は、フィールドバスプロトコルを使用して容易にすることができる。また、リンク装置 110 a ~ n は、フィールドバスプロトコルを使用して容易にすることができる。

10

20

30

40

50

ク装置 110a～n とコントローラ 105 間の通信もフィールドバスプロトコルを使用して容易にすることができる。

【0026】

本発明の一態様によれば、リンク装置 110 のセグメントおよびそのセグメントに接続されたフィールドバス装置は、フィールドバスマクロサイクル等の動作サイクルに従って動作するように構成することができる。例えば、フィールドバスのマクロサイクルで、1 つのセグメント内のロジックの合計実行時間を定義することができる。特定の実施形態では、動作サイクルの継続時間または長さは、ユーザまたは技術者によって構成または設定することができる。他の実施形態では、動作サイクルの継続時間は、動的に決定および／または設定することができる。必要に応じて、対象セグメントに接続された最も低速の装置の待ち時間および／または動作速度に少なくとも部分的に基づいて、動作サイクルの最小継続時間を定義することができる。リンク装置 110 のセグメントについて動作サイクルを設定する代わりに、個々のフィールドバス装置またはフィールドバス装置の群について同様の方式で動作サイクルを設定してもよい。

10

【0027】

本発明の各種実施形態で必要に応じて任意の数の動作サイクルを設定してよい。例えば、各リンク装置 110a～n のセグメントごとに各自の動作サイクルを設定することができる。特定の実施形態では、設定された動作サイクルの継続時間が設定または決定されると、その継続時間をコントローラ 105 に通信する、かつ／またはコントローラ 105 で記憶することができる。

20

【0028】

特定の実施形態では、セグメントに接続された（または直接コントローラ 105 に接続された）フィールドバス装置 115 は、測定データ、事象データ、および／またはそのフィールドバス装置 115 の動作に関連する他の適切なデータをコントローラ 105 に通信するように動作可能であるか、または通信するように構成することができる。本発明の一態様によれば、フィールドバス装置 115 は、データが同じ動作サイクル中にコントローラ 105 で受信され、処理されるように該当の動作サイクル中にデータを出力するように構成することができる。また、データは、コントローラ 105 による当該データの処理に関連する制御信号または他のメッセージがその動作サイクル中にフィールドバス装置 115 で受信できるように出力することができる。この点で、フィールドバス装置 115 とコントローラ 105 の動作を同期させることができる。

30

【0029】

引き続き図 1 を参照すると、図示される 1 つまたは複数のネットワーク 120 は、リンク装置 110a～n とコントローラ 105 の間の通信を容易にする適切なネットワークまたはネットワークの組み合わせを含むことができる。同様に、フィールドバスデータバス 125a'～n' またはネットワークは、リンク装置 110 とそのリンク装置 110 に接続されたフィールドバス装置の間の通信を容易にする任意の数の適切なデータバスおよび／またはローカルエリアネットワークを含むことができる。適切なネットワークおよび／またはデータバスの例には、これらに限定されないが、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、無線周波（RF）ネットワーク、B1ue tooth（商標）対応ネットワーク、適切な有線ネットワーク、適切なワイヤレスネットワーク、または有線ネットワークとワイヤレスネットワークの適切な組み合わせが含まれる。イーサネット（商標）ネットワークを利用する実施形態等の本発明の特定の実施形態では、1 つまたは複数のイーサネット（商標）スイッチを備えることができる。イーサネット（商標）スイッチは、ネットワーク 120 内でデータをルーティングすることができる。各イーサネット（商標）スイッチは、ネットワーク 120 内のデータのルーティングを容易にするように動作することが可能なハードウェアおよび／またはソフトウェアコンポーネントを含むことができる。適切なイーサネット（商標）スイッチの例には、これらに限定されないが、ネットワークブリッジ、マルチレイヤスイッチ等が含まれる。

40

【0030】

50

本発明の各種実施形態で、必要に応じて、ネットワーク120および/またはシステム100内に冗長なコンポーネントを備えることができる。例えば、冗長な配線、スイッチ、および/またはルータを備えることができる。また、特定の実施形態では、冗長なリンク装置110a～nおよび/またはセグメントを備えることができる。この点で、ネットワーク装置の障害が発生した場合に制御システム100内で十分な動作を維持することができる。

【0031】

引き続き図1を参照すると、制御システム100は、中央コントローラ等のコントローラ105を含むことができる。適切なコントローラのいくつかの例は、General Electric Company製造のMark(商標)VI制御システムおよびMark(商標)Vie制御システムである。コントローラ105は、制御システム100の他のコンポーネント、および/または制御システム100で制御されるプラントもしくはシステムのコンポーネントと通信し、かつ/またはコンポーネントを制御するように構成することができる。また、コントローラ105は、フィールドバス装置115a'～n'および/またはリンク装置110a～nに関連するデータを受信して受信したデータの少なくとも一部分を処理し、かつ/または、任意の数のリンク装置110a～nおよび/またはフィールドバス装置115a'～n'に受信されるように1つまたは複数の制御信号もしくは他のメッセージを出力するように構成することができる。本発明の一態様によれば、コントローラ105は、フィールドバス装置115a'～n'とコントローラ105の同期を容易にするために、フィールドバス装置115a'～n'の動作に関連する受信データが処理される1つまたは複数の特定の時間を決定することができる。

【0032】

コントローラ105は、制御システム100の動作を制御する任意の数のプロセッサ駆動型装置を含むことができる。例えば、コントローラ105は、任意の数の専用コンピュータまたは特定の機械、特定用途向け回路、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)、マイクロコントローラ、パーソナルコンピュータ、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、スーパーコンピュータ等を含むことができる。特定の実施形態では、コントローラ105の動作は、コントローラ105に関連付けられた1つまたは複数のプロセッサで実行されるコンピュータ実行命令またはコンピュータ実装命令で制御することができる。命令は、本発明の各種実施形態で必要に応じて1つまたは複数のソフトウェアコンポーネントとして実施することができる。命令の実行で、制御システム100の動作を制御する、かつ/またはコントローラ105とフィールドバス装置115a'～n'の同期を容易にするように動作することが可能な専用コンピュータまたは他の特定の機械を形成することができる。コントローラ105の動作を制御する1つまたは複数のプロセッサは、コントローラ105に内蔵するか、かつ/または1つまたは複数の適切なネットワークを介してコントローラ105と通信状態にすることができる。本発明の特定の実施形態では、コントローラ105の動作および/または制御は、数個の処理コンポーネントに分散してよい。

【0033】

コントローラ105は、1つまたは複数のプロセッサ140、1つまたは複数のメモリ装置141、および、1つまたは複数のネットワークインターフェース装置142を含むことができる。1つまたは複数のメモリ装置141は、任意の適切なメモリ装置、例えばキヤッシュ、読み取り専用メモリ装置、ランダムアクセスメモリ装置、磁気記憶装置等であつてよい。1つまたは複数のメモリ装置141は、データ、実行可能命令、および/またはコントローラ105が利用する各種のプログラムモジュール、例えば、制御システム、リンク装置110a～n、および/またはフィールドバス装置115a'～n'の動作に関連するデータ145、オペレーティングシステム146、制御モジュール147、同期化モジュール148、通信モジュール149、および/またはライブリストモジュール152を記憶することができる。また、メモリ141は、制御システムの動作に関連する情報を操作者に提示することができる、かつ/または操作者がユーザコマンドを入力するこ

10

20

30

40

50

とができる 1 つまたは複数のワークステーション 130 等の制御システム 100 の他のコンポーネントとの通信を容易にするフィールドバスプロトコルもしくは HSE プロトコル 150 、および / または第 2 の制御システムプロトコル 151 を記憶するように動作することができる。データ 145 は、制御システム 100 の動作および / または制御システム 100 で監視されるプラントもしくはシステムの動作に関連する適切なデータを含むことができ、例えば、測定データ、動作データ、1 つまたは複数のリンク装置 110a ~ n の動作に関連するデータ、1 つまたは複数のフィールドバス装置 115a' ~ n' の動作に関連するデータ、リンク装置 110a ~ n および / またはフィールドバス装置 115a' ~ n' の 1 つまたは複数の動作サイクルもしくはマクロサイクルに関連するデータ等を含むことができる。オペレーティングシステム (OS) 146 は、中央コントローラ 105 の全般的な動作を容易にする、かつ / または制御する、実行可能命令および / またはプログラムモジュールを含むことができる。例えば、OS 146 で、プロセッサ 140 による他のソフトウェアプログラムおよび / またはプログラムモジュールの実行を容易にすることができる。
10

【 0034 】

制御モジュール 147 は、制御システム 100 の全体動作、ならびに / または制御システム 100 で監視および / もしくは制御されるプラントもしくはシステムを監視および / もしくは制御するように動作することができる。その際、制御モジュール 147 は、各種測定値、および / または、制御システム 100 および / または監視対象のプラントもしくはシステムの動作に関連する他のデータを利用することができる。利用されるデータの少なくとも一部分は、フィールドバス装置 115a' ~ n' から直接、またはリンク装置 110a ~ n を介して受け取ることができる。制御モジュール 147 はさらに、制御システム 100 の動作に関連するコマンド信号を生成し、生成した信号を制御システム 100 の他のコンポーネント、例えばフィールドバス装置 115a' ~ n' に通信することを指示するように動作することができる。例えば、制御モジュール 147 は、1 つまたは複数のフィールドバス装置 115a' ~ n' から受信したデータを処理し、生成した制御信号または他のメッセージをフィールドバス装置 115a' ~ n' に通信することを指示するように動作できる、またはそのように構成することができる。
20

【 0035 】

同期化モジュール 148 は、コントローラ 105 とフィールドバス装置 115a' ~ n' の動作および / または処理を同期させるように動作可能であるか、そのように構成することができる。本発明の一態様によれば、同期化モジュール 148 は、コントローラ 105 で生成および / または出力された制御信号および他のメッセージがフィールドバス装置の 1 つまたは複数の該当する現在の動作サイクル中にフィールドバス装置に受信されるように、コントローラ 105 が 1 つまたは複数の個々のフィールドバス装置および / またはフィールドバス装置の群に対する制御機能および / または処理を実行する 1 つまたは複数の特定の時間を特定することができる。
30

【 0036 】

一例示的実施形態では、同期化モジュール 148 は、1 つのフィールドバス装置 115 、またはリンク装置 110 の同じセグメントもしくは同じデータバス 125 に接続されているフィールドバス装置の群等のフィールドバス装置の群に関連するタイミング情報を受信することができる。本発明の各種実施形態で必要に応じて多種多様なタイミング情報を受信することができる。一例示的実施形態では、現在の動作サイクルまたはマクロサイクルにおける現在時間に関連する情報を受信することができる。別の例示的実施形態では、現在の動作サイクルの開始時間に関連する情報を受信することができる。特定実施形態では、タイミング情報は、リンク装置 110 またはフィールドバス装置 115 から出力される同期化メッセージまたはタイミングメッセージで受信することができる。例えば、リンク装置 110 は、そのリンク装置 110 の各セグメントについての各自のタイミング情報を含むタイミングメッセージまたは同期化メッセージを出力することができる。特定の実施形態では、必要に応じて、タイミングメッセージまたは同期化メッセージは、コントロ
40
50

ーラ 105 に受信されるように周期的に出力することができる。すなわち、リンク装置 110 またはフィールドバス装置 115 は、所定の間隔または時間に周期的にタイミングデータを出力するように構成することができる。例えば、タイミングデータは、コントローラ 105 に受信されるように、動作サイクルまたはマクロサイクルの開始時または開始時近くに出力することができる。

【0037】

セグメントまたはフィールドバス装置 115 についてのタイミング情報が受信されると、同期化モジュール 148 は、セグメントまたは装置 115 に関連付けられた現在の動作サイクルの開始時間を判定するためにそのタイミング情報を利用することができる。例えば、同期化モジュール 148 は、コントローラ 105 に関連付けられた現在の時間（例えばロック時間）から、タイミング情報に含まれるタイミング値（例えば動作サイクル内における現在の時間を表す値）、および必要に応じて推定ネットワーク遅延時間を減算することにより、現在の動作サイクルの開始時間を求めることができる。また、同期化モジュール 148 は、動作サイクルの継続時間等、セグメントまたは装置 115 の動作サイクルに関連する情報にアクセスする、または情報を取得してもよい。例えば、同期化モジュール 148 は、コントローラ 105 に関連付けられた適切なメモリにある継続時間データにアクセスすることができる。別の例として、同期化モジュール 148 は、受信したタイミング情報または別の受信メッセージに含まれる継続時間情報を識別することもできる。

【0038】

動作サイクルの開始時間が判定されると、同期化モジュール 148 は、そのセグメントまたはフィールドバス装置 115 に対して制御モジュール 147 がコントローラ機能を実行すべき特定の時間を決定するために、判定した開始時間および動作サイクルの継続時間情報を利用することができる。例えば、コントローラ機能を実行するタイミングオフセット、またはコントローラ機能を実行すべき具体的なロック値を決定することができる。決定される特定の時間は、コントローラ 105 から出力される制御信号または他のメッセージが現在の動作サイクル中にフィールドバス装置 115、セグメント、および / またはセグメントに接続された装置に受信されるように、セグメントまたは装置 115 の制御動作が行われる時間とすることができる。この点で、コントローラ 105 の動作と接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' の動作を同期させることができる。また、コントローラ 105 と、接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' の動作速度の差を考慮することができる。決定された特定の時間に達すると、制御モジュール 147 は、フィールドバス装置 115、セグメント、および / またはそのセグメントに接続された装置にコントローラ機能を実行することができる。その際、制御モジュール 147 は、セグメントおよび / またはフィールドバス装置 115 から受信した入力（例えば測定データ、事象データ等）を処理し、かつ / または、フィールドバス装置 115、セグメント、および / またはそのセグメントに接続された装置に出力する任意の数の適切な制御信号および / または他のメッセージを生成することができる。そして、制御モジュール 147 は、生成した信号および / またはメッセージを指定された受信者に送信するよう指示することができる。

【0039】

コントローラ 105 とフィールドバス装置 115 a' ~ n' を同期させるために同期化モジュール 148 で行うことが可能な動作の例については、下記で図 2 を参照してより詳細に説明する。

【0040】

通信モジュール 149 は、ネットワーク 120 を通じて送信される通信、および / またはワークステーション 130 に送信する通信をフォーマットおよび / または生成するように動作することができる。また、通信モジュールは、中央コントローラ 105 に送信された通信、例えば、ワークステーション 130、リンク装置 110 a ~ n、および / またはフィールドバス装置 115 a' ~ n' から受信された通信を受信し、受信した通信からデータを抽出し、処理するように動作可能であることができる。通信モジュールは、通信を

10

20

30

40

50

フォーマットする際に、フィールドバスプロトコルもしくはHSEプロトコル150、および／または、制御システムプロトコルもしくは第2のプロトコル151等の1つまたは複数の他のプロトコルの両方を利用することができる。

【0041】

本発明の一態様によれば、通信モジュール149は、ワークステーション130とフィールドバス装置115a'～n'の間の通信を容易にするように動作可能であることができる。例えば、通信モジュール149は、1つまたは複数のワークステーション130からフィールドバス装置115a'～n'に関連するコマンドを受信するように構成することができる。一例示的実施形態では、ワークステーション130のユーザは、フィールドバス装置115の動作モードを変更するコマンド等、フィールドバス装置115a'～n'の動作に関連する1つまたは複数のコマンドを入力し、入力されたコマンドは、通信モジュール149および／または制御モジュール147による処理のためにコントローラ105に通信することができる。受信されたコマンドは、フィールドバスプロトコル以外のプロトコルに従ってフォーマットされていてよい。フィールドバス装置から値を読み出す、またはフィールドバス装置に値を書き込むコマンド等のコマンドが受信されると、通信モジュール149は、そのコマンドをフィールドバス装置115に対するコマンドと識別することができる。例えば、通信モジュール149は、コマンドに含まれる変数をフィールドバス装置115a'～n'についての変数に関連付けられた記憶情報と比較することにより、受信したコマンドに関連付けられた変数、または受信したコマンドで参照される変数が、フィールドバス装置115に関連付けられた変数であると識別することができる。一例示的実施形態では、受信したコマンドに含まれる変数を利用して、変数の参照表や変数のデータベース等、フィールドバス装置115a'～n'についての変数のデータリポジトリにアクセスおよび／または検索することができる。この点で、受信したコマンドに関連付けられたフィールドバス装置115を識別することができる。

【0042】

受信したコマンドに関連付けられたフィールドバス装置115が識別されると、通信モジュール149は、受信したコマンドを変換または翻訳して、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドにすることができる。特定の実施形態では、通信モジュール149は、受信したコマンドに含まれる情報の少なくとも一部分を利用して、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされた第2のコマンドを生成することができる。必要に応じて、通信モジュール149は追加的に、第2のコマンドを生成するためには、コマンドに関連付けられた変数の記憶メモリアドレス等、記憶データ145の一部を利用することができます。例えば、生成された第2のコマンドは、変更すべき変数またはパラメータが記憶されたフィールドバス装置115のメモリアドレス情報を含むことができる。生成されると、通信モジュール149は、第2のコマンドを識別されたフィールドバス装置115に通信するように指示することができる。この点で、通信モジュール149は、非フィールドバスワークステーション130とフィールドバス装置115a'～n'の間の通信を容易にするゲートウェイモジュールとして機能することができる。

【0043】

ワークステーション130から受信したコマンドの処理に加えて、通信モジュール149および／または制御モジュール147は、フィールドバス装置115a'～n'から情報を受信し、受信した情報の少なくとも一部をユーザに提示するためにワークステーション130に通信するように動作することができる。例えば、フィールドバス装置115は、フィールドバス装置115の1つまたは複数の動作変数および／もしくはパラメータの値、測定データ、計算値、ならびに／または他のデータ等、フィールドバス装置115の動作に関連する情報をコントローラ105に通信することができる。特定の実施形態では、実時間または近実時間でフィールドバス装置115からコントローラ105に情報を通信することができる。他の実施形態では、適切な所定の時間間隔で周期的にフィールドバス装置115からコントローラ105に情報を通信することができる。他の実施形態では、フィールドバス装置115に関連する動作変数の値を読み出す要求またはコマンド等、

10

20

30

40

50

情報の要求に応答してフィールドバス装置 115 からコントローラ 105 に情報を通信することができる。さらに他の実施形態では、識別された動作変数の変化や、測定値が閾値または閾値範囲の外側にあると判定されたこと等、フィールドバス装置 115 によってトリガ事象が識別されたことに基づいてフィールドバス装置 115 からコントローラ 105 に情報を通信することができる。フィールドバス装置 115 からコントローラ 105 への通信は、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットすることができる。

【0044】

受信されると、情報の少なくとも一部分を通信モジュール 149 によって利用して、フィールドバスプロトコル以外のプロトコル（例えば EGD プロトコル）に従ってフォーマットされたメッセージを生成することができる。そして、通信モジュール 149 は、生成したメッセージを出力してワークステーション 130 に通信するように指示することができる。この点で、フィールドバス装置 115 から受信した情報を、ワークステーション 130 に関連付けられたプロトコルまたは言語に変換または翻訳し、ユーザに表示するためにワークステーション 130 に通信することができる。そして、ワークステーション 130 のユーザは、表示された情報を見、フィールドバス装置 115 の動作の変更が要求されるかどうかを判断することができる。変更が要求される場合、ユーザは、ワークステーション 130 を利用して、上記でより詳細に説明したようにコマンドをコントローラ 105 に通信することができる。

【0045】

ワークステーション 130 と 1 つまたは複数のフィールドバス装置 115 a' ~ n' の間の通信を容易にするために通信モジュール 149 で行うことができる動作の例については、下記で図 4 および図 5 を参照してより詳細に述べる。

【0046】

ライプリストモジュール 152 は、制御システム 100 内に接続されたリンク装置 110 a ~ n、セグメント、および / またはフィールドバス装置 115 a' ~ n' のリストを動的に生成および / または維持するように動作することができる。特定の実施形態では、ライプリストモジュール 152 は、各種のリンク装置 110 a ~ n からの個々の通告メッセージまたはステータスマッセージの受信、および受信メッセージの評価に基づいて、装置のリストを生成および / または更新するように動作可能であることができる。例えば、受信した通告メッセージを以前に受信した通告メッセージと比較することにより、新たに接続および / または切断された装置を識別することができる。この点で、本発明の特定の実施形態では、接続された装置のリストが近実時間で維持される。接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' のリストを生成し、そのリストを動的に維持および / または更新するためにライプリストモジュール 152 によって行うことができる動作の一例は、下記で図 6 および図 7 を参照してより詳細に述べる。接続された装置のリストの生成および / または維持に加えて、ライプリストモジュール 152 は、グラフィック表示および / またはグラフィカルユーザインタフェース等、接続された装置に関連する多種多様なプレゼンテーションを生成することができる。必要に応じて、ライプリストモジュールは、制御システム 100 の操作者に表示するために、ワークステーション 130 等の 1 つまたは複数の受信側装置に生成したリストおよび / またはプレゼンテーションを通信するように指示することができる。

【0047】

引き続き図 1 を参照すると、ネットワークインタフェース装置 142 は、ネットワーク 120 および / またはワークステーション 130 へのコントローラ 105 の接続を容易にすることができる。ネットワークインタフェース装置 142 は、任意の数の入出力カード（例えばイーサネット（商標）カード）および / またはネットワーク通信を容易にする他の装置を含むことができる。

【0048】

本発明の特定実施形態では、1 つまたは複数のワークステーション 130 を備えることができる。必要に応じて、それらのワークステーション 130 は、制御システム 100 と

10

20

30

40

50

制御システム 100 の 1 人または複数の操作者の間のヒューマンマシンインタフェース (HMI) を提供することができる。例えば、ワークステーション 130 で、制御システム 100 の動作に関連するユーザ入力および / またはユーザコマンドの受信を容易にすることができます。また、ワークステーション 130 は、接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' に関連するプレゼンテーションおよび / または他の情報等のデータをコントローラ 105 から受信するように構成することができる。ワークステーション 130 はさらに、受信したデータの少なくとも一部分を、モニタ等の適切な表示装置を介してユーザに表示するように構成することができる。この点で、フィールドバス装置 115 a' ~ n' の動作に関連する各種のデータ値をワークステーション 130 に通信してユーザに表示することができる。

10

【0049】

特定の実施形態では、ワークステーション 130 は、フィールドバス装置 115 に通信するコマンドに関連するユーザ入力の受信を容易にすることができます。例えば、フィールドバス装置 115 のメモリに値を書き込むコマンドをワークステーション 130 に入力する、かつ / またはワークステーション 130 によって生成することができる。入力または生成されたコマンドは、ワークステーション 130 からコントローラ 105 に通信することができる。コントローラ 105 は、受信したコマンドを処理し、フィールドバス装置 115 へのコマンドの通信を容易にすることができます。特定の実施形態では、コントローラ 105 は、非フィールドバスプロトコルでフォーマットされたコマンドを受信し、受信したコマンドを利用してフィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドを生成し、生成したコマンドをフィールドバス装置 115 に受信されるように出力することができます。この点で、コントローラは、ワークステーション 130 とフィールドバス装置 115 a' ~ n' の間の通信を容易にすることができます。例えば、コントローラ 105 は、ワークステーション 130 によるフィールドバス装置 115 a' ~ n' からの値の読み出し、および / またはフィールドバス装置 115 a' ~ n' への値の書き込みを容易にすることができます。

20

【0050】

ワークステーション 130 は、パーソナルコンピュータ、手持ち型コンピューティング装置、ミニコンピュータ等、1つまたは複数の適切なコンピュータまたはコンピューティング装置を含むことができる。また、ワークステーション 130 は、1つまたは複数の適切なネットワーク接続、例えば、直接リンクまたは直接接続、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、無線周波 (RF) ネットワーク、B1 ue to oot h (商標) 対応ネットワーク、任意の適切な有線ネットワーク、または任意の適切なワイヤレスネットワークを介してコントローラ 105 と通信することができます。この点で、制御システム 100 の動作に関連するユーザコマンド、命令、および / または他の入力をワークステーション 130 で受信し、コントローラ 105 に通信することができます。また、制御システム 100 および / または制御システム 100 に監視されるプラントもしくは他のシステムの動作に関連する出力データを、ユーザに出力および / または表示するために、コントローラ 105 からワークステーション 130 に通信することができます。

30

【0051】

必要に応じて、本発明の実施形態は、図 1 に示すコンポーネントよりも多い、または少ないコンポーネントを備える制御システム 100 を含むことができる。図 1 の制御システム 100 は、単なる例として提供する。

40

【0052】

フィールドバスの同期

図 2 は、本発明の例示的実施形態による、フィールドバス装置と外部制御システムを同期する一例示的方法 200 のフローチャートである。方法 200 は、図 1 の制御システム 100 に関連付けられたコントローラ 105 等、制御システムに関連付けられた適切なコントローラによって行うことができる。方法はブロック 205 で開始することができる。

50

【0053】

ブロック205で、図1に示すフィールドバス装置115a'~n'および/またはリンク装置110a'~n等の、任意の数のフィールドバス装置および/またはリンク装置を初期化することができる。また、フィールドバス装置および/またはリンク装置110a'~nとコントローラ105の間の通信を確立することができる。

【0054】

ブロック210で、タイミングメッセージまたは同期化メッセージを受信することができる。例えば、リンク装置110に関連付けられた1つまたは複数のセグメントについてのタイミング情報を含むタイミングメッセージをリンク装置110から受信することができる。別の例として、対象フィールドバス装置115から直接タイミングメッセージを受信することができる。本発明の特定の実施形態は、コントローラ105と直接通信する1つまたは複数のフィールドバス装置を含むことができるが、図2の方法200の残りの部分は、リンク装置110を介してコントローラ105と通信するフィールドバス装置との関連で説明する。本発明の各種実施形態で、必要に応じて、セグメントまたはフィールドバス装置115の現在の動作サイクルの開始時間や、現在の動作サイクルにおける現在時間等の多種多様なタイミング情報を受信することができる。

10

【0055】

ブロック215で、受信したタイミングメッセージに含まれる情報に基づいて、リンク装置に関連付けられた1つまたは複数の対象セグメントまたはリンクを識別することができる。例えば、作動状態になっているリンク装置110の1つまたは複数のセグメント、および/または少なくとも1つのフィールドバス装置が接続されているリンク装置110の1つまたは複数のセグメントを識別することができる。そして、動作はブロック220に進み、処理のために次のセグメントを識別することができる。

20

【0056】

ブロック225で、セグメントについての動作サイクル情報にアクセスするか、または他の方法で取得することができる。例えば、動作サイクル情報は、メモリにアクセスして得る、または外部データ源から取得することができる。別の例として、セグメントの動作サイクル情報は、受信したタイミングメッセージおよび/または別の受信メッセージから識別または解析することができる。セグメントの動作サイクルの継続時間または長さ等、セグメントの動作サイクルに関連する多種多様な情報にアクセスまたは取得することができる。

30

【0057】

ブロック230で、受信したタイミングメッセージに含まれる情報に基づいて、セグメントの現在の動作サイクルの開始時間を判定または識別することができる。例えば、現在の動作サイクルの開始時間は、コントローラ105に関連付けられた現在時間（例えばクロック時間）から、タイミングメッセージに含まれるタイミング値（例えば動作サイクル内における現在時間を表す値）、および必要に応じて推定ネットワーク遅延時間を減算することにより求めることができる。別の例として、現在の動作サイクルの開始時間は、タイミングメッセージに含まれる開始時間情報を識別することによって求めることができる。

40

【0058】

ブロック235で、セグメントおよび/またはそのセグメントに接続されたフィールドバス装置に対してコントローラ105によってコントローラ機能を実行すべき特定の時間を決定するために、求められた開始時間および動作サイクルの継続時間情報を利用することができる。例えば、コントローラ機能を実行するタイミングオフセット、またはコントローラ機能を実行すべき特定のクロック値を求めることができる。求められる特定の時間は、コントローラ105から出力された制御信号または他のメッセージが現在の動作サイクルまたは現在のマクロサイクル中にセグメントおよび/またはセグメントに接続された装置に受信されるように、セグメントおよび/または装置に対する制御動作が行われる時間とすることができる。この点で、コントローラ105の動作とセグメントの動作を同期

50

させることができる。

【0059】

ブロック240で、現在のセグメントが利用可能な最後のセグメントであるかどうかについて判定を行うことができる。ブロック240で現在のセグメントがリンク装置110の利用可能な最後のセグメントでないと判定された場合は、動作はブロック220に進み、次のセグメントを処理のために識別することができる。一方、ブロック240で現在のセグメントが利用可能な最後のセグメントであると判定された場合は、動作はブロック245に進むことができる。

【0060】

ブロック245で、セグメントおよび/または接続されたフィールドバス装置に対するコントローラ機能を実行することができる。例えば、あるセグメントについて求められた特定の時間に達すると、コントローラ105は、そのセグメントおよび/またはそのセグメントに接続された装置にコントローラ機能を実行することができる。その際、コントローラ105は、セグメントおよび/または接続されたフィールドバス装置から受信される入力（例えば測定データ、事象データ等）を処理し、かつ/または、セグメントおよび/または接続されたフィールドバス装置に出力するために任意の数の適切な制御信号および/または他のメッセージを生成することができる。そして、コントローラ105は、生成した信号および/またはメッセージを指定受信者に通信するように指示することができる。

【0061】

方法200は、ブロック245の後終了することができる。

【0062】

図2に示す方法200は、リンク装置110に関連するセグメントを処理し、コントローラ105を各セグメントと同期させるための反復的な方法を記載するが、特定の実施形態では1つまたは複数のセグメントを並行して処理することができる。また、必要に応じて、方法200は任意の数のリンク装置との関連で利用することができる。

【0063】

図2の方法200に記載する動作は、必ずしも図2に示す順序で行う必要はなく、代わりに任意の適切な順序で行ってよい。また、本発明の特定の実施形態では、図2に示すすべての要素または動作よりも多い、または少ない要素または動作を行ってよい。

【0064】

図3は、本発明の各種実施形態によって達成することができる同期化の一例の説明図300である。図3に示すように、本発明の実施形態は、図1に示すコントローラ105等の外部コントローラと、図1に示すフィールドバス装置115等の接続されたフィールドバス装置の同期を容易にすることができます。フィールドバス装置115とコントローラを同期させることにより、フィールドバス装置115から入力を受け取り、コントローラ105からフィールドバス装置115に出力を通信して1動作サイクルまたは1マクロサイクル中にフィールドバス装置115で受信できるように入力をコントローラ105で処理することができる。この点で、コントローラ105の機能とフィールドバス装置115の機能の間の適正なタイミングを提供することができる。

【0065】

対して、非同期のタイミング法（図3にも示す）では、コントローラは、出力された制御メッセージまたは信号が同じ動作サイクル中にフィールドバス装置によって受信されないような形である時点でフィールドバス装置に対する制御機能を実行する可能性がある。その結果、フィールドバス装置は、自身の機能を実行する前に必要な入力を受信できない可能性があり、それによりフィールドバス装置とコントローラ間でタイミングエラーおよび/またはデータエラーを招く。場合によっては、コントローラの動作が、接続されたフィールドバス装置よりも最高で2動作サイクルまたはマクロサイクル遅れる場合もある。本発明の各種実施形態によりコントローラとフィールドバス装置を同期させることにより、そのようなタイミングエラーを低減または解消することができる。

10

20

30

40

50

【0066】

フィールドバスの通信

図4は、本発明の例示的実施形態による、外部コンピュータから受信したコマンドをフィールドバス装置に通信する一例示的方法400のフローチャートである。方法400は、図1の制御システム100に関連付けられたコントローラ105等、制御システムに関連付けられた適切なコントローラによって行うことができる。方法はブロック405で開始することができる。

【0067】

ブロック405で、図1に示すワークステーション130の1つ等、ヒューマンマシンインタフェース(HMI)コンピュータから、制御システム100の動作に関連するコマンドを受信することができる。コマンドは、上記で図1を参照して説明したネットワーク120と同様のネットワークを介して等、任意の数の適切なネットワークおよび/またはネットワーク接続を介して受信することができる。また、受信したコマンドは、フィールドバスプロトコル以外のプロトコルに従ってフォーマットされていてもよい。例えば、特定の実施形態では、受信されるコマンドは、EGDプロトコルまたは別の適切なプロトコルに従ってフォーマットされている場合がある。

【0068】

ブロック410で、そのコマンドが、図1に示すフィールドバス装置115a'~n'の1つ等のフィールドバス装置に対するコマンドであるかどうかについて判定を行うことができる。特定の実施形態では、そのコマンドがフィールドバス装置115に対するコマンドであるかどうかを判定するために、コマンドに含まれる情報を解析することができる。例えば、コマンドに含まれる装置識別子を識別し、その装置識別子がフィールドバス装置115に関連付けられているかどうかを判定することができる。別の例として、コマンドに含まれる、またはコマンドで識別される変数またはパラメータを解析することができる、その変数がフィールドバス装置115に関連付けられているかどうかを判定することができる。例えば、コマンドに含まれる変数を利用して、任意の数のフィールドバス装置115a'~n'に関連付けられた変数を含むデータベースまたは参照表にアクセス、または検索することができる。一致の識別に基づいて、変数に関連付けられたフィールドバス装置115を識別することができる。ブロック410でコマンドがフィールドバス装置115に対するコマンドではないと判定された場合、方法400は終了することができる。一方、ブロック410でコマンドがフィールドバス装置115に対するコマンドであると判定された場合は、動作はブロック415に進むことができ、コマンドに関連付けられたフィールドバス装置115を識別することができる。例えば、コマンドに含まれる装置識別子または変数を利用して、コマンドに関連付けられたフィールドバス装置115を識別することができる。

【0069】

ブロック420で、HMIコンピュータから受信したコマンドに基づいて、識別されたフィールドバス装置115に対するフィールドバスコマンドを生成することができる。例えば、受信したコマンドに含まれる情報および/または受信したコマンドで識別される変数もしくはパラメータに関連付けられた記憶情報(例えばフィールドバス装置115の識別子、変数に関連付けられたフィールドバス装置115の記憶場所等)を利用して、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたフィールドバスコマンドを生成することができる。この点で、HMIコンピュータから受信したコマンドをフィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドに変換または翻訳することができる。

【0070】

ブロック425で、生成したフィールドバスコマンドをフィールドバス装置115に通信するために出力することができる。例えば、フィールドバスコマンドは、直接フィールドバス装置115に通信することができる。別の例として、フィールドバスコマンドは、フィールドバス装置115に送達するためにリンク装置110に通信することができる。

【0071】

10

20

30

40

50

方法は、ブロック410または425のいずれかの後に終了することができる。

【0072】

多種多様なコマンドをHMIコンピュータから受信し、コントローラ105および/または通信モジュール149で処理することができる。処理する事が可能な適切なコマンドの一例は、フィールドバス装置に値を書き込むコマンドである。図5は、本発明の例示的実施形態による、外部コンピュータがフィールドバス装置に値を書き込むことを容易にする一例示的方法500のフローチャートである。方法500は、図1の制御システム100に関連付けられたコントローラ105等、制御システムに関連付けられた適切なコントローラによって行うことができる。方法はブロック505で開始することができる。

【0073】

ブロック505で、図1に示すフィールドバス装置115等のフィールドバス装置に値を書き込むコマンドを、図1に示すワークステーション130の1つ等のヒューマンマシンインターフェース(HMI)コンピュータから受信することができる。コマンドは、上記で図1を参照して説明したネットワーク120と同様のネットワークを介して等、任意の数の適切なネットワークおよび/またはネットワーク接続を介して受信することができる。また、受信したコマンドは、フィールドバスプロトコル以外のプロトコルに従ってフォーマットされていてよい。例えば、特定の実施形態では、受信されるコマンドは、EGDプロトコルまたは別の適切なプロトコルに従ってフォーマットされている場合がある。

【0074】

ブロック510で、受信した書き込みコマンドに関連付けられた変数またはパラメータを識別することができる。例えば、値を書き込むことが要求される変数またはパラメータを識別することができる。ブロック515で、その変数に基づいてフィールドバス装置115が識別されるかどうかについて判定を行うことができる。例えば、変数を利用して、フィールドバス装置115'a'~n'に関連付けられた変数の参照表またはデータベースを検索またはアクセスし、一致が見つかった場合はその変数がフィールドバス装置115に関連付けられていると判定することができる。ブロック515でその変数で識別される、またはその変数に関連付けられたフィールドバス装置がないと判定される場合は、動作は終了することができる。一方、ブロック515でその変数でフィールドバス装置115が識別される、または変数にフィールドバス装置115が関連付けられていると判定された場合は、動作はブロック520に進むことができる。

【0075】

ブロック520で、識別された変数への書き込みが可能または許可されるかどうかについて判定を行うことができる。特定の実施形態では、HMIコンピュータが識別された変数に値を書き込む許可またはアクセス権を有するかどうかを判定することができる。例えば、識別された変数への書き込みが可能である、または許可されるかどうかを判定するために、書き込みの許可および/またはアクセス権に関連する記憶情報を調べることができる。ブロック520で識別された変数への書き込みが許可されないと判定される場合は、動作は終了することができる。一方、ブロック520で変数への書き込みが許可されると判定された場合は、動作はブロック525に進むことができる。

【0076】

ブロック525で、フィールドバスプロトコルを使用して、変数に対する第2の書き込みコマンドを生成することができる。必要に応じて、第2の書き込みコマンドの生成は、HMIコンピュータから受信したコマンドに基づくことができる。例えば、受信した書き込みコマンドに含まれる情報をを利用してフィールドバス書き込みコマンドを生成することができる。また、必要に応じて、識別された変数またはパラメータに関連付けられた記憶情報、例えばフィールドバス装置115の識別子、および/または変数の値が記憶されているフィールドバス装置115の記憶場所もしくはメモリアドレスを利用してフィールドバス書き込みコマンドを生成することができる。この点で、HMIコンピュータから受信したコマンドをフィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされたコマンドに変換または翻訳することができる。

10

20

30

40

50

【0077】

ブロック530で、生成したフィールドバス書き込みコマンドをフィールドバス装置115に通信するために出力することができる。例えば、フィールドバス書き込みコマンドは直接フィールドバス装置115に通信することができる。別の例として、フィールドバスコマンドは、リンク装置110に通信してフィールドバス装置115に送達することもできる。

【0078】

本発明の実施形態は、HMIコンピュータがフィールドバス装置115に関連する多種多様な変数またはパラメータに値を書き込むことを容易にすることができます。例えば、本発明の実施形態は、フィールドバス装置115に関連する動作モード(operation mode or operational mode)に値を書き込むことを容易にすることができます。この点で、HMIコンピュータを利用してフィールドバス装置115の動作モードを設定することができる。例えば、動作モードは、手動動作モード、運転休止の動作モード、自動動作モード、または他の適切な動作モードの1つに設定することができる。

10

【0079】

本発明の特定実施形態では必須でない場合もあるブロック535で、フィールドバス装置115の動作に関連する情報をコントローラ105で受信することができる。例えば、測定データ、ならびに/またはフィールドバス装置115の1つまたは複数の変数および/もしくパラメータの値に関連するデータを受信することができる。受信した情報は、フィールドバスプロトコルに従ってフォーマットされている場合もある。

20

【0080】

本発明の特定の実施形態では必須でない場合もあるブロック540で、受信した情報の少なくとも一部分を利用してHMIコンピュータに出力するメッセージを生成することができます。例えば、書き込まれた更新後の変数値を含むメッセージを生成することができる。生成されるメッセージは、EGDプロトコル等、フィールドバスプロトコル以外のプロトコルに従ってフォーマットすることができる。生成されると、ブロック545でHMIコンピュータに通信するため、および/またはHMIコンピュータのユーザに提示するためにメッセージを出力することができる。この点で、コントローラ105は、フィールドバス装置115とHMIコンピュータ間の通信を容易にするゲートウェイ装置として機能することができる。

30

【0081】

フィールドバス装置115からHMIコンピュータへの通信は、図5ではフィールドバス装置に関連付けられた変数に書き込みを行った後に行われるものと説明するが、本発明の特定の実施形態では、それに代えて、またはそれに加えて、変数値に関連する情報および/または測定データは、フィールドバス装置115に値を書き込むコマンドを受信する前にHMIコンピュータに通信してもよい。

【0082】

ブロック515、520、または545のいずれかの後に方法は終了することができる。

40

【0083】

図4および図5の方法400、500に説明する動作は必ずしも図4および図5に示す順序で行う必要はなく、代わりに任意の適切な順序で行ってよい。また、本発明の特定の実施形態では、図4および図5に示すすべての要素または動作よりも多い、または少ない要素または動作を行ってよい。

【0084】

図4および図5の方法400、500では、フィールドバス装置115a'~n'に対するコマンドの受信を説明するが、必要に応じて同様の動作を行って1つまたは複数のリンク装置110a~nに対するコマンドを受信および処理することができる。

【0085】

50

フィールドバス装置の識別

図6は、本発明の例示的実施形態による、制御システム内のフィールドバス装置を識別する一例示的方法600のフローチャートである。方法600は、図1の制御システム100に関連付けられたコントローラ105等、制御システムに関連付けられた適切なコントローラによって行うことができる。方法はブロック605で開始することができる。

【0086】

ブロック605で、リンク装置110a～nやフィールドバス装置115a'～n'等、1つまたは複数のリンク装置および/またはそれに関連付けられたフィールドバス装置を制御システム100に接続する、かつ/または初期化することができる。例えば、H1装置等の任意の数のフィールドバス装置115a'～n'を適切なフィールドバスデータバスおよび/または他の適切なネットワーク接続を介してリンク装置110に接続することができる。そして、リンク装置110(適切なH1/HSE装置であってよい)を任意の数の適切なネットワーク接続を介して制御システム100の中央コントローラ105に接続することができる。リンク装置110a～nがコントローラ105に接続されると、各リンク装置110a～nは、通告メッセージまたはステータスマッセージを周期的にコントローラ105に通信することができる。必要に応じて、通告メッセージを通信する期間を各種のユーザパラメータで設定することができ、本発明の各種実施形態により多種多様なタイム期間を利用することができる。そのメッセージを利用して、コントローラ105に接続されたリンク装置110a～nおよびフィールドバス装置115a'～n'のリストを生成および/または動的に更新することができる。

10

20

【0087】

ブロック610で、コントローラ105に接続された1つまたは複数のリンク装置110a～nの群から次のリンク装置110を選択することができる。例えば、次のリンク装置110は、コントローラ105に各自の通告メッセージを通信した1つまたは複数のリンク装置110a～nの群から選択することができる。ブロック615で、選択されたリンク装置110から受信した通告メッセージを識別することができる。特定の実施形態では、識別された通告メッセージは、下記で図7を参照してより詳細に説明するように、後に、接続されたフィールドバス装置115a'～n'の変化を検出する際に使用するために記憶しておくことができる。

30

【0088】

選択されたリンク装置110について受信した通告メッセージは、そのリンク装置110の1つまたは複数のセグメントに関連する多種多様な情報を含むことができる。各セグメントは、リンク装置110と任意の数のフィールドバス装置115a'～n'の間の通信を容易にするリンク装置110の岐路または通信岐路とすることができます。例えば、各セグメントは、リンク装置110と各種フィールドバス装置115a'～n'の間の通信を容易にするフィールドバスデータバスまたはローカルネットワークに接続することができる。特定の実施形態では、1つのリンク装置110が4つのセグメントを含むことができるが、リンク装置は任意の数のセグメントを備えてよい。通告メッセージは、リンク装置のセグメントに関連する多種多様な情報を含むことができる。例えば、通告メッセージは、各セグメントのバージョン番号または他の識別子を含むことができる。特定の実施形態では、バージョン番号は、セグメント、そのセグメントが使用中であるかどうかの指示、そのセグメントに接続されたフィールドバス装置があるかどうかの指示、接続されたフィールドバス装置の数、および/または必要に応じて他の情報を識別することができる。

40

【0089】

ブロック620で、リンク装置110に関連付けられたアクティブなセグメントを識別するために、受信した通告メッセージを構文解析するか、または他の方法で解析することができる。そして、セグメントに接続された個々のフィールドバス装置を識別または判定するために、識別された各セグメントを解析することができる。ブロック625で、選択されたリンク装置110の次のセグメントを識別および選択することができる。そして、ブロック630で、選択されたセグメントに対する照会メッセージを生成することができ

50

る。生成した照会メッセージで、そのセグメントに接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' に関する情報を要求することができる。本発明の各種実施形態では、フィールドバス装置 115 a' ~ n' の識別子および / またはバージョン番号等、必要に応じて多様な情報を要求することができる。あるいは、照会メッセージは、そのセグメントに接続されたフィールドバス装置に関する情報を含む、当該セグメントについての標準化されたステータスマッセージを要求することもできる。生成されると、照会メッセージをセグメントに通信することができる。

【 0090 】

ブロック 635 で、照会メッセージに対する応答を受信することができる。応答は、当該セグメントに接続されたフィールドバス装置 115 a' ~ n' を識別するメッセージを含むことができる。特定の実施形態では、応答は、セグメントの識別情報、接続された各フィールドバス装置 115 の識別子、フィールドバス装置 115 がアクティブであるかどうかの指示、および / またはフィールドバス装置 115 に関する他の適切な情報を含むことができる。必要に応じて、セグメントに接続された 1 つまたは複数のフィールドバス装置 115 a' ~ n' を識別するために、受信したメッセージを構文解析するか、または他の方法で解析することができる。そして、フィールドバス装置 115 に関する追加的な情報を得るために、識別された各フィールドバス装置 115 を解析することができる。

【 0091 】

ブロック 640 で、次のフィールドバス装置 115 を識別および / または選択することができる。そして、ブロック 645 で、選択されたフィールドバス装置 115 に対する装置照会メッセージを生成することができる。生成した装置照会メッセージは、各種実施形態で必要に応じてフィールドバス装置 115 の多種多様な情報を要求することができ、それらの情報には、これらに限定されないが、装置識別子、装置 115 のユーザタグ、製造者識別子、装置のタイプ、装置の改定識別子、装置の記述の改定、1 つまたは複数の機能ブロック改定、および / または他の適切な情報が含まれる。生成されると、装置照会メッセージをフィールドバス装置 115 に送信、または他の方法で通信することができる。例えば、装置照会メッセージをリンク装置 110 に通信することができ、リンク装置 110 が装置照会メッセージをフィールドバス装置 115 に通信することができる。

【 0092 】

ブロック 650 で、装置照会メッセージに対する応答を受信することができる。受信される応答メッセージは、フィールドバス装置 115 で生成することができ、上記でブロック 645 を参照して説明した情報の一部またはすべて等、フィールドバス装置 115 に関する多種多様な情報を含むことができる。この点で、フィールドバス装置 115 および / またはその動作に関連する正確な情報をコントローラ 105 によって収集することができる。

【 0093 】

ブロック 655 で、選択されたフィールドバス装置 115 が、選択されたセグメントに接続された最後のフィールドバス装置であるかどうかについて判定を行うことができる。ブロック 655 でフィールドバス装置 115 がセグメントに接続された最後の装置ではないと判定された場合、動作はブロック 640 に進むことができ、次のフィールドバス装置を処理のために識別または選択することができる。この点で、当該セグメントに接続された各フィールドバス装置に関する情報をコントローラ 105 によって収集または他の方法で取得することができる。一方、ブロック 655 で選択されたフィールドバス装置 115 がセグメントに接続された最後のフィールドバス装置であると判定された場合は、動作はブロック 660 に進むことができる。

【 0094 】

ブロック 660 で、選択されたセグメントが選択されたリンク装置 110 の最後のアクティブなセグメントであるかどうかについて判定を行なうことができる。ブロック 660 でセグメントが最後のセグメントでないと判定された場合は、動作はブロック 625 に進み、次のセグメントを処理のために識別または選択することができる。この点で、リンク装

10

20

30

40

50

置の各セグメントに関する情報をコントローラ 105 によって収集または他の方法で入手することができる。一方、ブロック 660 で選択されたセグメントがリンク装置の最後のセグメントであると判定された場合は、動作はブロック 665 に進むことができる。

【0095】

ブロック 665 で、選択されたリンク装置 110 がコントローラ 105 に接続された最後のリンク装置であるかどうかについて判定を行うことができる。ブロック 665 でリンク装置 110 が最後のリンク装置ではないと判定された場合は、動作はブロック 610 に進むことができ、次のリンク装置を処理のために識別または選択することができる。この点で、接続された各リンク装置 110a ~ n に関する情報をコントローラ 105 によって収集または他の方法で入手することができる。一方、ブロック 665 で選択されたリンク装置 110 が最後のリンク装置であると判定された場合は、動作はブロック 670 に進むことができる。10

【0096】

ブロック 670 で、制御システム 100 に接続された、かつ / または制御システム 100 内で機能しているフィールドバス装置 115a' ~ n' のリストを作成または生成することができる。生成されるリストには、各リンク装置 110a ~ n、セグメント、および / またはフィールドバス装置 115a' ~ n' の識別情報および / または動作情報等の多種多様な情報を含めることができる。特定の実施形態では、1つまたは複数のグラフィカルユーチュイナタフェース等、生成したリストに関連付けられた1つまたは複数のプレゼンテーションを作成または生成することができる。プレゼンテーションは、接続されたフィールドバス装置 115a' ~ n' および / またはそれらの動作の視覚的表現を提供することができる。必要に応じて、多様な種々の技術および / またはレイアウトを利用してプレゼンテーションをフォーマットすることができる。プレゼンテーションレイアウトの一例については図 8 を参照して下記でより詳細に説明する。20

【0097】

必要に応じて、生成したリストおよび / またはプレゼンテーションは、コントローラ 105 から、図 1 に示す1つまたは複数のワークステーションコンピュータ 130 等の1つまたは複数の受信者に送信または他の方法で通信することができる。特定の実施形態では、生成したリストおよび / またはプレゼンテーションは、制御システム 100 に関連付けられたプロトコルに従って通信することができる。この点で、制御システム 100 の操作者に、接続されたフィールドバス装置 115a' ~ n' に関する情報を提供することができる。したがって、操作者は、フィールドバス装置 115a' ~ n' の1つまたは複数を適正に、または正確に割り当てることができる。また、操作者は、フィールドバス装置 115a' ~ n' に任意の数の診断を行い、かつ / またはフィールドバス装置 115a' ~ n' が適正に動作しているかどうかを判定することができる。30

【0098】

方法 600 は、ブロック 670 の後終了することができる。

【0099】

図 6 に示す方法 600 は、リンク装置を処理し、様々なリンク装置セグメントおよび / またはそのセグメントに接続されたフィールドバス装置に関する情報を収集するための反復的方法を記載するが、特定の実施形態では、1つまたは複数のリンク装置、セグメント、および / またはフィールドバス装置を並行して処理してよい。例えば、1つのリンク装置の複数セグメントについての照会メッセージを並行して生成および / または通信することができる。別の例として、1つのセグメントに接続された複数のフィールドバス装置に対する装置照会メッセージを並行して生成および / または通信してもよい。40

【0100】

図 7 は、本発明の例示的実施形態による、制御システム内のフィールドバス装置のリストを更新するための一例示的方法のフローチャートである。方法 700 は、図 1 の制御システム 100 に関連付けられたコントローラ 105 等、制御システムに関連付けられた適切なコントローラによって行うことができる。方法 700 は、ブロック 705 で開始する50

ことができる。

【0101】

ブロック705で、リンク装置110から通告メッセージまたはステータスマッセージを受信すべき時点を特定することができる。特定の実施形態では、リンク装置から周期的に出力される通告メッセージを受信するためのタイミング閾値を特定することができる。リンク装置110から最後の通告メッセージが受信されたタイミングおよびタイミング閾値に基づいて、続く通告メッセージが受信されるべき時点を求めることができる。必要に応じて、特定される時点は、送信遅延、接続性制約のエラー、および／またはメッセージを出力するリンク装置の障害等、通告メッセージの受信において一定量の誤差を許してもよい。特定の実施形態では、コントローラ105は、代わりに、リンク装置110に通告メッセージを要求し、応答が受信されるかどうかを判定するように構成してもよい。
10

【0102】

ブロック710で、予期される通告メッセージがリンク装置110から受信されたかどうかについて判定を行うことができる。ブロック710で通告メッセージが受信されていないと判定される場合は、動作はブロック715に進み、リンク装置110がもはやコントローラ105および／または制御システム100に接続されていないと判定することができる。そして、下記により詳細に説明するブロック780に動作が進むことができ、制御システム100に接続されたフィールドバス装置115a'～n'に関連付けられたリストおよび／またはプレゼンテーションを更新することができる。

【0103】

一方、ブロック710でリンク装置110から通告メッセージが受信されたと判定された場合は、動作はブロック720に進むことができる。ブロック720で、受信した通告メッセージに含まれる情報を、以前にリンク装置110から受信した通告メッセージについての記憶情報と比較することができる。比較に基づいて、リンク装置110のセグメントに関連する情報が変化しているかどうかについて判定を行うことができる。例えば、受信した通告メッセージと記憶されている通告との間に相違がある場合は、リンク装置110の1つまたは複数のセグメントについての情報が変化したと判定することができる。ブロック725で、受信した通告メッセージと以前に受信された通告メッセージについて記憶された情報との間に相違があるかどうかを判定することができる。ブロック725で相違が識別されない場合は、動作はブロック730に進むことができ、リンク装置110に接続されたフィールドバス装置のリストに更新は必要ないと判定することができる。方法はブロック730の後終了することができる。
20

【0104】

一方、ブロック725で相違が識別される場合は、動作はブロック735に進むことができる。ブロック735で、変化が発生したセグメントを識別することができる。例えば、各セグメントのバージョン番号を、記憶されている各セグメントの各自のバージョン番号と比較することができる。通告メッセージで受け取られたバージョン番号と記憶された個々のバージョンの間に相違を識別することにより、変化したセグメントを識別することができる。ブロック735では単一のセグメント内の変化の識別を説明するが、2つ以上のセグメント内で同様に変化を識別してもよい。また、バージョン番号または通告メッセージに含まれる他の情報を利用して、リンク装置110に関連付けられた、新たに作動状態にされたセグメントを識別してもよい。
30

【0105】

ブロック740で、図6のブロック630を参照して上述したのと同様にして、照会メッセージを生成し、識別されたセグメントに通信することができる。次いで、ブロック745で、通信した照会メッセージに対する応答が受信されるかどうかについて判定を行うことができる。例えば、タイミング閾値または所定の期間内に応答が受信されるかどうかについて判定を行うことができる。ブロック745で応答が受信されないと判定される場合は、動作はブロック750に進むことができ、そのセグメントがもはやアクティブでない、かつ／またはリンク装置110を介してコントローラ105に接続されていないと判
40

定することができる。次いで、下記により詳細に説明するブロック 780 に動作が進むことができ、制御システム 100 に接続されたフィールドバス装置 115a' ~ n' に関連付けられたリストおよび / またはプレゼンテーションを更新することができる。

【0106】

一方、ブロック 745 で照会メッセージに対する応答が受信されたと判定される場合は、動作はブロック 755 に進むことができる。ブロック 755 で、受信した応答を、図 6 のブロック 650 の後に記憶された応答等、当該セグメントについて以前に受信された応答に関連付けられた記憶情報と比較することができる。ブロック 755 の比較に基づいて、変化が発生したフィールドバス装置 115 を識別することができる。例えば、変更されたフィールドバス装置 115 は、受信した照会応答と、当該セグメントについて記憶された個々の照会応答との相違を識別することによって識別することができる。ブロック 755 では単一のフィールドバス装置内の変化の識別を説明するが、同様にして 2 つ以上のフィールドバス装置内で変化を識別してもよい。また、新たに作動状態にされた、または接続されたフィールドバス装置を同様にして識別することもできる。

【0107】

ブロック 760 で、図 6 のブロック 645 を参照して上記で説明したのと同様にして、識別されたフィールドバス装置 115 に対する装置照会メッセージを生成し、フィールドバス装置 115 に通信することができる。次いで、ブロック 765 で、通信した装置照会メッセージに対する応答が受信されるかどうかについて判定を行うことができる。例えば、タイミング閾値または所定の期間内に応答が受信されるかどうかについて判定を行うことができる。ブロック 765 で応答が受信されないと判定される場合は、動作はブロック 770 に進むことができ、フィールドバス装置 115 がもはやアクティブでない、かつ / またはリンク装置 110 を介してコントローラ 105 に接続されていないと判定することができる。次いで、下記により詳細に説明するブロック 780 に動作が進むことができ、制御システム 100 に接続されたフィールドバス装置 115a' ~ n' に関連付けられたリストおよび / またはプレゼンテーションを更新することができる。

【0108】

一方、ブロック 765 で装置照会メッセージに対する応答が受信されたと判定される場合は、動作はブロック 775 に進むことができる。ブロック 775 で、受信した応答を解析、かつ / または他の方法で利用してフィールドバス装置 115 に関連する情報を識別することができる。この点で、フィールドバス装置 115 の動作の変化を識別することができる。次いで動作はブロック 780 に進むことができる。

【0109】

ブロック 780 で、制御システム 100 に接続されたフィールドバス装置 115a' ~ n' に関連付けられたリストおよび / またはプレゼンテーションを更新することができる。例えば、新たに接続されたフィールドバス装置および / または新たに切断されたフィールドバス装置を識別することができる。リンク装置またはセグメントが切断されたと識別され（かつ、冗長なリンク装置および / またはセグメントが利用できない）場合は、そのリンク装置またはセグメントに接続された各フィールドバス装置はもはや接続されていないと判定することができる。また、1 つまたは複数のフィールドバス装置の動作の変化を識別することができる。識別された変化に基づいて、図 6 のブロック 670 で当初生成されたリスト等、フィールドバス装置のリストおよび / またはプレゼンテーションを更新または改定することができる。この点で、接続されたフィールドバス装置の比較的正確なリストを動的に維持することができる。

【0110】

必要に応じて、更新されたリストおよび / またはプレゼンテーションを、図 1 に示すワークステーションコンピュータ 130 等の 1 つまたは複数の受信者に通信することができる。特定の実施形態では、変化が識別された時に、更新された情報を受信者に通信することができる。他の実施形態では、変化が発生した旨の指示を受信者に通信することができる。その後、更新された情報を求める要求の受信に基づいて、更新情報を受信者に通信する

10

20

30

40

50

ことができる。さらに他の実施形態では、更新された情報を周期的に受信者に通信するか、または更新情報を求める要求の受信に基づいて通信することができる。

【0111】

方法700は、ブロック715、730、750、または770のいずれかの後に終了することができる。

【0112】

図7の方法700は単一のリンク装置110に対する動作を説明するが、コントローラ105に接続された他のリンク装置110a～nに対して必要に応じて同様の動作を行うことができる。この点で、コントローラ105に接続されたフィールドバス装置115a'～n'のリストを動的に判定し、更新することができる。また、特定の実施形態では、新しいリンク装置から通告メッセージを受信することができ、そのリンク装置に関連付けられたセグメントおよびフィールドバス装置のリストを判定し、利用して、制御システム100内に接続されたリンク装置115a'～n'の以前に生成されたリストを更新することができる。

10

【0113】

図6および図7の方法600、700で説明する動作は、必ずしも図6および図7に示す順序で行う必要はなく、代わりに任意の適切な順序で行ってよい。また、本発明の特定実施形態では、図6および図7に示すすべての要素または動作よりも多い、または少ない要素または動作を行ってよい。

【0114】

20

図8は、本発明の各種実施形態により生成することができる、接続されたフィールドバス装置のプレゼンテーション800の一例の図である。図8に示すように、生成されるプレゼンテーション800は、コントローラ105に接続され、かつ／または制御システム100内に接続されたリンク装置110a～n、セグメント、および／またはフィールドバス装置115a'～n'を表す、ライブリスト、または動的に生成されるリスト、またはグラフィックプレゼンテーションとすることができる。

【0115】

図8を参照すると、例示的プレゼンテーション800は、コントローラ105に接続された3つのリンク装置を示す。第1のリンク装置には2つのフィールドバス装置が接続され、第2のリンク装置には3つのフィールドバス装置が接続され、第3のリンク装置には2つのフィールドバス装置が接続されている。図8の例示的プレゼンテーション800を利用することにより、ワークステーションのユーザ（例えば制御システム100の操作者）は、接続されたリンク装置110a～nおよび／またはフィールドバス装置115a'～n'を識別することができる。この点で、ユーザは、各種のフィールドバス装置115a'～n'を割り当てる、かつ／または制御システム100に関連する各種診断を行うことができる。

30

【0116】

図8に示すプレゼンテーション800は単なる例として提供する。本発明の各種実施形態で必要に応じて、多種多様なプレゼンテーションを生成する、かつ／または受信側システムもしくは装置に提供することができる。それらのプレゼンテーションは、多種多様なレイアウトを利用する、かつ／または多種多様な情報を含むことができる。

40

【0117】

冗長なリンク装置

本発明の特定実施形態では、フィールドバス装置と、図1に示すコントローラ105等の外部コントローラの間の通信を容易にするために複数の冗長なリンク装置を備えることができる。例えば、主要リンク装置および副リンク装置を備えることができる。主要リンク装置は、コントローラ105とのネットワーク接続性が失われたことを検出し、副リンク装置への通信制御の切り替えまたは移行を指示することができる。特定の実施形態では、副リンク装置と外部コントローラの間にネットワーク接続性が存在すると追加的に判定したことに基づいて切り替えを指示することができる。特定の実施形態で必要とされるよ

50

うに、副リンク装置は、移行後に主要装置として設定することができる。

【0118】

図9は、本発明の各種実施形態により利用することができる制御システム900の一例のブロック図である。制御システム900は、1つまたは複数のコントローラ905(例えば中央コントローラ)および/もしくは制御装置、第1のリンク装置910、第2のリンク装置912、ならびに/または1つまたは複数のフィールドバス装置915a~nを含むことができる。コントローラ905は、1つまたは複数の適切なネットワーク920または通信バスを介してリンク装置910、912と通信することができる。また、リンク装置910、912は、1つまたは複数の適切なバス925またはネットワークを介してフィールドバス装置915a~nと通信することができる。

10

【0119】

必要に応じて、第1のリンク装置910および第2のリンク装置912を含む任意の数のリンク装置を制御システム900との関連で利用することができる。各リンク装置は、図1を参照して上述したリンク装置110と同様であってよい。本発明の一態様によれば、リンク装置910、912は、コントローラ905とフィールドバス装置915a~nの間に冗長な通信能力および/または接続性を提供することができる。例えば、第1のリンク装置910または主要リンク装置は、コントローラ905と、主要リンク装置910に接続されたフィールドバス装置915a~nの間の通信を制御することができる。コントローラ905とのネットワーク接続性が失われたと主要リンク装置910が判定したことに基づいて、主要リンク装置910は、第2のリンク装置912または副リンク装置に通信制御を移行するように構成することができる。特定の実施形態では、通信制御の移行は、さらに、副リンク装置910とコントローラ905の間におおネットワーク接続性が存在していると主要リンク装置910が判定したことに基づくことができる。

20

【0120】

動作時、主要リンク装置910等のリンク装置は、コントローラ905に通信するためには、タイミングメッセージ、マルチキャストメッセージ等のメッセージを送信または出力するように構成することができる。例えば、所定または事前に設定された時間間隔に従って、タイミングメッセージまたはマルチキャストメッセージを周期的に出力することができる。本発明の各種実施形態で、必要に応じて、およそ500ミリ秒の時間間隔等、多種多様な時間間隔を利用することができる。特定の実施形態では、時間間隔は、コントローラ905、またはリンク装置910のユーザによって設定または確立することができる。特定の実施形態で必要とされるように、主要リンク装置910は、第2のタイミングメッセージを出力するように副リンク装置912に指示してもよい。あるいは、副リンク装置912は、主要リンク装置910と同様にして第2のタイミングメッセージを周期的に出力するように構成してもよい。

30

【0121】

タイミングメッセージの出力後、主要リンク装置910は、メッセージに対する応答がコントローラ905から受信されるかどうかを判定することができる。例えば、リンク装置910は、特定のタイミング閾値期間内、またはメッセージが出力された時にリンク装置910によって開始されるタイマが満了する前に応答が受信されるかどうかを判定することができる。本発明の各種実施形態で、必要に応じて、多種多様なタイミング閾値および/または初期タイマ値を利用することができる。応答が受信されたと判定された場合は、リンク装置910は、自身の現在の動作状態を維持することができる。一方、応答が受信されないと判定された場合は、主要リンク装置910は、副リンク装置912への通信制御の切り替えまたは移行を指示することができる。必要に応じて、主要リンク装置910は、移行を開始または指示する前に、副リンク装置912とコントローラ905の間にネットワーク接続性が存在するかどうかを判定することができる。例えば、主要リンク装置910は、副リンク装置912が副リンク装置912から出力された第2のタイミングメッセージに対する応答をコントローラ905から受信したかどうかを判定するために、副リンク装置912を照会することができる。照会への応答に基づいて、主要リンク装置

40

50

910は、第2のタイミングメッセージが副リンク装置912から出力されたかどうか、および／または第2のタイミングメッセージに対する応答が受信されたかどうかを判定することができる。第2のタイミングメッセージに対する応答が副リンク装置912に受信されなかったと判定された場合は、主要リンク装置910は移行を行わなくてよく、必要に応じて、エラーメッセージを生成するか、またはネットワーク接続性が失われたことを知らせるために何らかの他の制御動作を取ることができる。一方、第2のタイミングメッセージに対する応答が副リンク装置912に受信されたと判定された場合は、主要リンク装置910は、副リンク装置912への通信制御の移行を指示することができる。例えば、副リンク装置912を新しい主要リンク装置に指定することができる。この点で、主要リンク装置910とのネットワーク接続性が失われた場合でも、コントローラ905とフィールドバス装置915a～n間のネットワーク接続性を維持することができる。10

【0122】

引き続き図9を参照すると、任意の数のフィールドバス装置115a'～n'を制御システム900との関連で利用することができる。特定の実施形態では、各フィールドバス装置（装置915と総称する）は、ローカルフィールドバスネットワークまたはデータバス925を介して1つまたは複数のリンク装置910、912と通信することができる。この点で、フィールドバス装置915とコントローラ905間の通信をリンク装置910、912の1つまたは複数によって容易にすることができる。本発明の各種実施形態では、任意の数のH1フィールドバス装置および／または他の適切な装置を含む、多種多様な種類のフィールドバス装置を必要に応じて利用することができる。特定の実施形態では、フィールドバス装置915a～nは、発電所またはプロセスプラント内の異なる箇所に分散または配置することができる。この点で、フィールドバス装置915a～nを利用してプラントの各種側面および／または動作を監視および／または制御することができる。特定実施形態では、リンク装置910、912とフィールドバス装置915a～n間の通信は、フィールドバスプロトコルを使用して容易にすることができる。20

【0123】

引き続き図9を参照すると、1つまたは複数の図のネットワーク920は、リンク装置910、912とコントローラ905間の通信を容易にする任意の適切なネットワークまたはネットワークの組み合わせを含むことができる。同様に、フィールドバスデータバス925またはネットワークは、リンク装置910、912と、リンク装置910、912に接続されたフィールドバス装置915a～nとの間の通信を容易にする任意の数の適切なデータバスおよび／またはローカルエリアネットワークを含むことができる。適切なネットワークおよび／またはデータバスの例には、これらに限定されないが、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、無線周波（RF）ネットワーク、Blue tooth（商標）対応ネットワーク、任意の適切な有線ネットワーク、任意の適切なワイヤレスネットワーク、または有線ネットワークとワイヤレスネットワークの任意の適切な組み合わせが含まれる。イーサネット（商標）ネットワークを利用する実施形態等の本発明の特定実施形態では、1つまたは複数のイーサネット（商標）スイッチを備えることができる。イーサネット（商標）スイッチは、ネットワーク920内でデータをルーティングすることができる。各イーサネット（商標）スイッチは、ネットワーク920内のデータのルーティングを容易にするように動作することが可能なハードウェアおよび／またはソフトウェアコンポーネントを含むことができる。適切なイーサネット（商標）スイッチの例には、これらに限定されないが、ネットワークブリッジ、マルチレイヤスイッチ等が含まれる。30

【0124】

引き続き図9を参照すると、制御システム900は、中央コントローラ等のコントローラ905を含むことができる。適切なコントローラのいくつかの例は、General Electric Company製造のMark（商標）V1制御システムおよびMark（商標）Vie制御システムである。コントローラ905は、制御システム900の他のコンポーネントおよび／または制御システム900で制御されるプラントもしくはシ40

10

20

30

40

50

ステムのコンポーネントと通信する、かつ／またはそれらを制御するように構成することができる。また、コントローラ 905 は、フィールドバス装置 915a～n および／またはリンク装置 910、912 の動作に関連するデータを受信して、受信したデータの少なくとも一部分を処理する、かつ／または、リンク装置 910、912 および／またはフィールドバス装置 915a～n に受信されるように 1 つまたは複数の制御信号もしくは他のメッセージを出力するように構成することができる。コントローラ 905 は、図 1 のコントローラ 105 を参照して上記で説明したものと同様のコンポーネントを含むことができる。そのため、コントローラ 905 は、任意の数のプロセッサ 940、メモリ装置 941、および／またはネットワークインターフェース装置 942 を含むことができる。メモリ装置 941 は、データファイル 945、オペレーティングシステム 946、制御モジュール 947、フィールドバス HSE プロトコル 950、および／または制御システムプロトコル 951 等、多種多様なデータを記憶することができる。これらの各コンポーネントは、図 1 を参照して上記で説明したのと同様にして機能することができる。
10

【0125】

引き続き図 9 を参照すると、主要リンク装置 910 は、リンク装置 910 の動作および／または副リンク装置 912 への切り替えもしくは移行を容易にする、任意の数のプロセッサ駆動型装置、および／または処理コンポーネントを含むことができる。例えば、主要リンク装置 910 は、任意の数の専用処理コンポーネント、コンピューティング装置、特定の機械、特定用途向け回路、プログラマブルロジックコントローラ (PLC)、マイクロコントローラ、ミニコンピュータ等を含むことができる。特定の実施形態では、主要リンク装置 910 の動作は、主要リンク装置 910 に関連付けられた 1 つまたは複数のプロセッサまたは処理コンポーネントで実行される、コンピュータ実行命令またはコンピュータ実装命令で制御することができる。命令は、本発明の各種実施形態で必要に応じて 1 つまたは複数のソフトウェアコンポーネントとして実施することができる。命令の実行で、主要リンク装置 910 の動作を制御するように、かつ／または副リンク装置 912 への切り替えもしくは移行を容易にするように動作することが可能な専用コンピュータまたは他の特定の機械を形成することができる。主要リンク装置 910 の動作を制御する 1 つまたは複数の処理コンポーネントは、主要リンク装置 910 に組み込むか、かつ／または 1 つまたは複数の適切なネットワークを介して主要リンク装置 910 と通信状態にすることができる。本発明の特定の実施形態では、主要リンク装置 910 の動作および／または制御は、数個の処理コンポーネントに分散することができる。
20
30

【0126】

主要リンク装置 910 は、1 つまたは複数のプロセッサ 952、1 つまたは複数のメモリ装置 953、および 1 つまたは複数のネットワークインターフェース装置 954 もしくは通信インターフェース装置を含むことができる。1 つまたは複数のメモリ装置 953 は、任意の適切なメモリ装置、例えばキャッシュ、読み取り専用メモリ装置、ランダムアクセスメモリ装置、磁気記憶装置等とすることができる。1 つまたは複数のメモリ装置 953 は、主要リンク装置 910 で利用されるデータ、例えば、主要リンク装置 910 の動作に関連するデータ 955、コントローラ 905 に関連するデータ、フィールドバス装置 915a～n に関連するデータ、タイミングメッセージの出力に関連するデータ等を記憶することができる。また、1 つまたは複数のメモリ装置 953 は、実行可能命令、および／または、オペレーティングシステム 956 や切り替えモジュール 957 等、主要リンク装置 910 によって利用される各種プログラムモジュールを記憶することができる。また、必要に応じて、メモリ 953 は、コントローラ 905 やフィールドバス装置 915a～n 等の制御システム 900 の他コンポーネントとの通信を容易にするフィールドバスプロトコルまたは HSE プロトコルを記憶するように動作可能とすることができます。オペレーティングシステム (OS) 956 は、本発明の特定実施形態では必須でない場合もあるが、主要リンク装置 910 の全般的な動作を容易にする、かつ／または制御する実行可能命令および／またはプログラムモジュールを含むことができる。例えば、OS 956 は、プロセッサ 952 による他のソフトウェアプログラムおよび／またはプログラムモジュールの実行
40
50

を容易にすることができます。

【0127】

切り替えモジュール957は、タイミングメッセージまたはマルチキャストメッセージが主要リンク装置910、および必要に応じて副リンク装置112から出力される特定の時間または時点の判定または特定を容易にすることができます。例えば、切り替えモジュール957は、タイミングメッセージを出力する所定の時間間隔（例えば500ミリ秒）を判定することができ、切り替えモジュール957は、タイミングメッセージが出力される時点を決定するために、その時間間隔をリンク装置のクロック信号と併せて利用することができます。そして切り替えモジュール957は、コントローラ905に通信するために、主要リンク装置910および必要に応じて副リンク装置912からタイミングメッセージを出力するように指示することができます。そして、切り替えモジュール957は、出力されたタイミングメッセージに対する応答が主要リンク装置910および/または副リンク装置912で受信されるかどうかを判定することができます。それらの判定については上記でより詳細に説明し、下記では続いて図10を参照して説明するが、それらの判定に基づいて、切り替えモジュール957は、通信制御を副リンク装置912に切り替えるべきかどうかを判定することができます。移行を行うべきと判定された場合、切り替えモジュール957は、切り替えまたは移行を指示することができます。

【0128】

切り替えモジュール957、967によって行うことが可能な動作の例は下記で図10を参照してより詳細に説明する。

【0129】

引き続き主要リンク装置910を参照すると、ネットワークインターフェース装置954は、ネットワーク920および/またはフィールドバス925への主要リンク装置910の接続を容易にすることができます。ネットワークインターフェース装置954は、任意の数の入出力カードおよび/またはネットワーク通信を容易にする他の装置を含むことができる。

【0130】

引き続き図9を参照すると、副リンク装置912は、主要リンク装置910と同様のコンポーネントを含むことができる。例えば、副リンク装置912は、1つまたは複数のプロセッサ960もしくは処理コンポーネント、1つまたは複数のメモリ装置961、および/または1つまたは複数のネットワークインターフェース装置962もしくは通信インターフェース装置を含むことができる。これら各コンポーネントは、主要リンク装置910の対応するコンポーネントと同様に動作することができます。例えば、メモリ装置961は、主要リンク装置910の対応する要素と同様のデータファイル965、オペレーティングシステム966、および/または切り替えモジュール967を記憶するように構成することができる。

【0131】

動作時、副リンク装置912は、コントローラ905に受信されるタイミングメッセージまたはマルチキャストメッセージを出力するように構成またはプログラムすることができます。特定の実施形態では、メッセージは、主要リンク装置910に関して上記で説明したのと同様に周期的に出力することができます。他の実施形態では、メッセージは、主要リンク装置910からの指示で出力することができます。そして、副リンク装置912は、主要リンク装置910に関して上記で説明したのと同様に、タイミングメッセージに対する応答がコントローラ905から受信されたかどうかを判定することができます。この判定に基づいて、副リンク装置912は、応答が受信されたかどうかの指示を記憶することができます。副リンク装置912はさらに、副リンク装置912がタイミングメッセージへの応答を受信したかどうかに関連する照会メッセージを主要リンク装置910から受信するように構成することができ、副リンク装置912は、照会メッセージに対して、応答が受信されたか否かの指示を主要リンク装置910に通信することができます。あるいは、特定実施形態では、副リンク装置912は、主要リンク装置910から照会メッセージを受信す

ることなく、タイミングメッセージへの応答が受信されたかどうかの指示を出力してもよい。そして、主要リンク装置910は、副リンク装置912に通信制御を切り替えるべきかどうかを判定するために、受信した指示を利用することができる。

【0132】

本発明の特定実施形態では、1つまたは複数のワークステーション930を備えることができる。必要に応じて、それらのワークステーション930は、制御システム900と制御システム900の1人または複数の操作者の間のヒューマンマシンインタフェース(HMI)を提供することができる。例えば、ワークステーション930は、制御システム900の動作に関連するユーザ入力および/またはユーザコマンドの受信を容易にすることができる。すなわち、ワークステーション930は、コントローラ905とのユーザ対話を容易にすることができる。また、ワークステーション930は、接続されたフィールドバス装置915a~nに関連するプレゼンテーション等のデータをコントローラ905から受信するように構成することができる。ワークステーション930はさらに、受信したデータの少なくとも一部分を、モニタ等の適切な表示装置を介してユーザに表示するように構成することができる。ワークステーション930は、図1のワークステーション130について上述したコンポーネントと同様のコンポーネントを含むことができる。

【0133】

必要に応じて、本発明の実施形態は、図9に示すコンポーネントよりも多い、または少ないコンポーネントを備える制御システム900を含むことができる。図9の制御システム900は、単なる例として提供する。

【0134】

図10は、本発明の例示的実施形態による、少なくとも1つのフィールドバス装置と外部コントローラまたは外部制御システムとの間の通信を容易にする一例示的方法1000のフローチャートである。方法1000は、図9に示す主要リンク装置910や副リンク装置912等の適切なリンク装置によって行うことができる。方法はブロック1005で開始することができる。

【0135】

ブロック1005で、主要リンク装置910または第1のリンク装置を初期化することができる。主要リンク装置910は、図9に示すフィールドバス装置915a~n等の任意の数のフィールドバス装置と、図9に示すコントローラ905等の外部コントローラとの間の通信を容易にすることができる。特定の実施形態で必要に応じて、副リンク装置912または第2のリンク装置もブロック1005で初期化してよい。副リンク装置912もフィールドバス装置915a~nとコントローラ905の間の通信を容易にすることができる。例えば、副リンク装置912は、主要リンク装置910で提供される通信能力に加えて冗長な通信能力を提供することができる。

【0136】

ブロック1010で、主要リンク装置910は、コントローラ905に通信するためタイミングメッセージやマルチキャストメッセージ等のメッセージが主要リンク装置910から出力される特定の時間または時点を特定することができる。特定の実施形態では、主要リンク装置910は、周期的にタイミングメッセージを出力するように構成またはプログラムしてもよい。例えば、タイミングメッセージは、およそ500ミリ秒の間隔または他の適切な間隔等、所定の時間間隔に従って周期的に出力することができる。主要リンク装置910は、タイミングメッセージが出力される次の特定の時間または次の時点を特定するために所定の時間間隔を利用することができる。

【0137】

ブロック1015で、主要リンク装置910は、コントローラ905に通信するため、またはコントローラ905に受信されるように、タイミングメッセージまたはマルチキャストメッセージを出力することができる。例えば、主要リンク装置910は、特定された特定の時間または時点に達したことを判定することができ、主要リンク装置910は、その判定に基づいてタイミングメッセージを出力することができる。本発明の特定実施形態

10

20

30

40

50

では必須でない場合もあるブロック 1020 で、主要リンク装置 910 は、追加的に、コントローラ 905 に受信されるようにタイミングメッセージを出力するよう副リンク装置 912 に指示することができる。例えば、主要リンク装置 910 は、タイミングメッセージを出力する命令を副リンク装置 912 に通信することができる。あるいは、副リンク装置 912 は、主要リンク装置 910 に利用されるのと同様の方式で周期的にタイミングメッセージを出力するように構成してもよい。

【0138】

ブロック 1025 で、主要リンク装置 910 は応答タイマを開始することができる。応答タイマは、主要リンク装置 910 とコントローラ 905 の間に適正なネットワーク接続性が確立されていることを知らせるために、出力されたタイミングメッセージへの応答がコントローラ 905 から受信されるべき期間を監視するために利用することができる。特定実施形態では、タイマは、およそゼロから計数するタイマとすることができます、タイマの値を所定の閾値と比較することができます。他の実施形態では、タイマは、所定の閾値に設定された初期値を有することができます、タイマはゼロまでカウントダウンするように構成することもできる。いずれの場合も、タイミングメッセージへの応答が所定の時間間隔内、または適正なネットワーク接続性に関連付けられた期間内に受信されるかどうかを判定するためにタイマを利用することができる。本発明の各種実施形態で、必要に応じて多種多様な時間間隔または期間を利用することができます。

【0139】

ブロック 1030 で、タイマが満了したかどうか、またはタイマの値が閾値に達したかどうかについて主要リンク装置 910 で判定を行うことができる。ブロック 1030 でタイマが満了していない、または閾値に達していないと判定された場合は、動作はブロック 1035 に進むことができる。ブロック 1035 で、出力されたタイミングメッセージに対する応答がコントローラ 905 から受信されたかどうかについて判定を行うことができる。ブロック 1035 で応答が受信されたと判定された場合は、動作は上記のブロック 1010 に進むことができる。一方、ブロック 1035 で応答が受信されていないと判定された場合は、動作はブロック 1030 に進み、主要リンク装置 910 はタイマの監視を続けることができる。

【0140】

一方、ブロック 1030 でタイマが満了した、または閾値に達したと判定された場合は、主要リンク装置 910 とコントローラ 905 間に適正なネットワーク接続性が確立されていないと判定することができる。必要に応じて、特定実施形態では、主要リンク装置 910 は、適正なネットワーク接続性が利用できない、または確立されていないと判定する前に、2つのメッセージや3つのメッセージ等、複数の連続したタイミングメッセージにわたって応答が受信されないことを判定することができる。いずれの場合も、主要リンク装置 910 とコントローラ 905 間に適正なネットワーク接続性が利用できない、または確立されていないと判定されると、動作はブロック 1045 に進むことができる。

【0141】

ブロック 1045 で、主要リンク装置 910 は、副リンク装置 912 から出力された第 2 のタイミングメッセージに対する応答が副リンク装置 912 でコントローラ 905 から受信されたかどうかを判定するために、副リンク装置 912 を照会することができる。例えば、主要リンク装置 910 は、第 2 のタイミングメッセージが副リンク装置 912 から出力されたかどうか、および / または第 2 のタイミングメッセージに対する応答が副リンク装置 912 で受信されたかどうかの指示を含むデータを主要リンク装置に提供させる命令を含む照会メッセージを生成することができる。生成されると、照会メッセージは、副リンク装置 912 に通信するために主要リンク装置 910 から出力することができる。特定実施形態では、主要リンク装置 910 は次いで、副リンク装置 910 から照会メッセージへの応答を受信することができる。副リンク装置 912 を照会する代わりに、主要リンク装置 910 は、第 2 のタイミングメッセージに対する応答が副リンク装置 910 で受信されたかどうかに関して、副リンク装置 912 から指示が受信されたかどうかを判定する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0142】

ブロック1050で、副リンク装置912が第2のタイミングメッセージへの応答をコントローラ905から受信したかどうかについて判定を行うことができる。例えば、第2のタイミングメッセージに関連する情報が副リンク装置912から受信されたかどうか、および／または、受信した情報が、第2のタイミングメッセージへの応答が受信されたことを示すかどうかを判定することができる。この点で、副リンク装置912とコントローラ905の間にネットワーク接続性が確立されているかどうかについて判定を行うことができる。ブロック1050で副リンク装置912が第2のタイミングメッセージに対する応答を受信していないと判定された場合は、副リンク装置912に通信制御を切り替えずに動作が終了することができる。また、必要に応じて、主要リンク装置910は、コントローラ905とフィールドバス装置915a～nの間のネットワーク接続性が失われたことを知らせるために、1つまたは複数の制御行動を取ることができる。例えば、主要リンク装置910は、コントローラ905、ワークステーション930、および／または、発電所やプロセスプラントの操作者または管理者に関連付けられた移動装置等の別の装置に受信されるように、1つまたは複数のネットワーク接続性エラーメッセージを出力することができる。

【0143】

一方、ブロック1050で第2のタイミングメッセージへの応答を副リンク装置が受信したと判定された場合は、動作はブロック1055に進むことができる。ブロック1055で、主要リンク装置910は、副リンク装置912への通信制御の切り替えまたは移行を指示することができる。例えば、主要リンク装置910は、副リンク装置912に通信制御を引き継ぐように命令する制御信号を副リンク装置912に通信することができる。この点で、コントローラ905とフィールドバス装置915a～n間の継続的なネットワーク接続性および／または通信を維持することができる。必要に応じて、副リンク装置912を新たな主要リンク装置として設定することができる。そして、副リンク装置912は、図10の方法1000に示す動作の一部またはすべてを行うことができる。

【0144】

方法1000はブロック1050または1055の後に終了することができる。

【0145】

図10に示す方法1000では、外部コントローラ905と1つまたは複数のフィールドバス装置915a～nの間の通信を容易にする2つのリンク装置910、912を切り替えるための方法を説明するが、本発明の各種実施形態では、必要に応じて、任意の数の冗長なリンク装置（例えば3つのリンク装置、4つのリンク装置等）を利用してよい。また、特定の実施形態では、リンク装置910に関連付けられた冗長なセグメントの切り替えにも同様の方法を利用することができる。例えば、リンク装置910に関連付けられた複数のセグメントに1つまたは複数のフィールドバス装置915a～nを接続することができる。主要セグメントとフィールドバス装置915a～nの間のネットワーク通信が失われたことの検出に基づいて、副セグメントに通信制御を切り替える、または移行することができる。この点で、主要セグメントとフィールドバス装置915a～nの間にネットワーク接続性の消失がある場合に、リンク装置910とフィールドバス装置915a～nの間の通信を維持することができる。

【0146】

図10の方法1000に記載される動作は、必ずしも図10に示す順序で行う必要はなく、任意の適切な順序で行ってよい。また、本発明の特定実施形態では、図10に示すすべての要素または動作よりも多い、または少ない要素または動作を行ってよい。

【0147】

本発明について、上記で、本発明の例示的実施形態によるシステム、方法、装置、および／またはコンピュータプログラム製品のブロック図および流れ図を参照して説明した。ブロック図および流れ図の1つまたは複数のブロック、ならびにブロック図および流れ図

のブロックの組み合わせは、それぞれコンピュータ実行可能プログラム命令で実装できることが理解されよう。同様に、本発明の一部の実施形態によれば、ブロック図および流れ図の一部ブロックは必ずしも提示した順序で行う必要はなく、または全く行わなくともよい。

【0148】

これらのコンピュータ実行可能プログラム命令は、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、プロセッサ、または他のプログラム可能なデータ処理装置にロードして特定の機械を生成することができ、コンピュータ、プロセッサ、または他のプログラム可能な処理装置で実行される命令が、フローチャートのブロックに記される1つまたは複数の機能を実装する手段を形成する。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ可読メモリに記憶することもでき、これらの命令でコンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置に特定の方式で機能するように指示して、コンピュータ可読メモリに記憶された命令で、流れ図のブロックに記される1つまたは複数の機能を実装する命令手段を含む製造物品を形成する。一例として、本発明の実施形態は、コンピュータ可読プログラムコードまたはプログラム命令が実施されたコンピュータ使用可能媒体を備えるコンピュータプログラム製品を提供することができ、コンピュータ可読プログラムコードは、実行されて流れ図のブロックに記される1つまたは複数の機能を実装するようになされる。コンピュータプログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置にロードして、一連の動作要素またはステップをコンピュータまたは他のプログラム可能装置で行わせてコンピュータ実装プロセスを形成することもでき、コンピュータまたは他のプログラム可能装置で実行される命令が、流れ図のブロックに記される機能を実装する要素またはステップを提供する。

10

20

【0149】

したがって、ブロック図および流れ図のブロックは、それらに記された機能を行う手段の組み合わせ、記された機能を行う要素またはステップの組み合わせ、および、記された機能を行うプログラム命令手段をサポートする。ブロック図および流れ図の各ブロック、ならびにブロック図および流れ図のブロックの組み合わせは、それらに記された機能、要素もしくはステップを行うための専用のハードウェアベースのコンピュータシステム、または専用ハードウェアとコンピュータ命令の組み合わせにより実装できることも理解されよう。

30

【0150】

本発明について現時点で最も実際的と考えられる事柄および各種実施形態との関係で説明したが、本発明は開示される実施形態に限定されず、反対に、特許請求の範囲内に含まれる各種の変更および均等構成を包含することを意図されることを理解されたい。

【0151】

この書面による説明では例を使用して最良の形態を含む本発明を開示し、また当業者が、装置またはシステムの作成および使用ならびに組み込まれる方法の実行を含めて本発明を実施することを可能にする。本発明の特許可能範囲は、特許請求の範囲に定義され、当業者に想到される他の例を含むことができる。そのような他の例は、特許請求の範囲の字義通りの文言と異なる構造要素を有する場合、または特許請求の範囲の字義通りの文言とごくわずかに異なる均等構造要素を含む場合は、特許請求の範囲にあるものとする。

40

【符号の説明】

【0152】

100 システム

105 コントローラ

110 a ~ n リンク装置

115 a' ~ n' フィールドバス装置

120 ネットワーク

125 a' ~ n' バス

130 ワークステーション

50

1 4 0	プロセッサ	
1 4 1	メモリ	
1 4 2	ネットワークインターフェース装置	
1 4 5	データファイル	
1 4 6	オペレーティングシステム	
1 4 7	制御モジュール	
1 4 8	同期化モジュール	
1 5 0	フィールドバスプロトコルまたはHSEプロトコル	
1 5 1	制御システムプロトコル	10
8 0 0	プレゼンテーション	
9 0 0	制御システム	
9 0 5	コントローラ	
9 1 0	第1のリンク装置	
9 1 2	第2のリンク装置	
9 1 5 a ~ n	フィールドバス装置	
9 2 0	ネットワーク	
9 2 5	バス	
9 4 0	プロセッサ	
9 4 1	メモリ	
9 4 2	ネットワークインターフェース装置	20
9 4 5	データファイル	
9 4 6	オペレーティングシステム	
9 4 7	制御モジュール	
9 5 0	フィールドバスHSEプロトコル	
9 5 1	制御システムプロトコル	

【図1】

【図2】

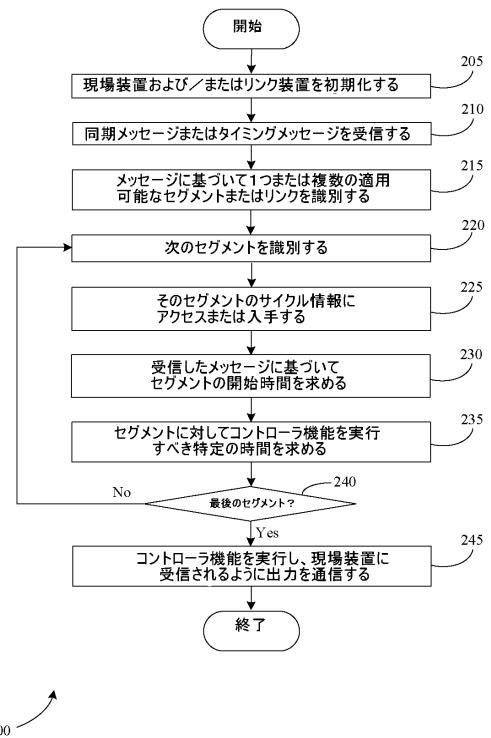
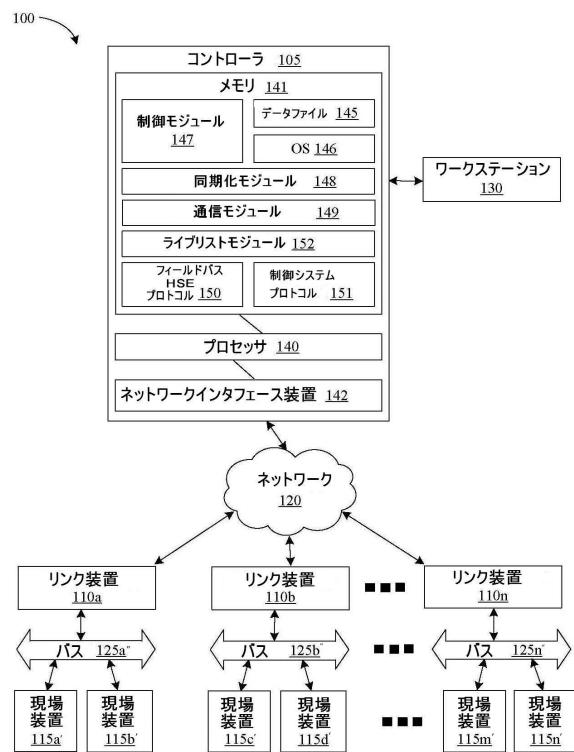


FIG. 2

FIG. 1

【図3】

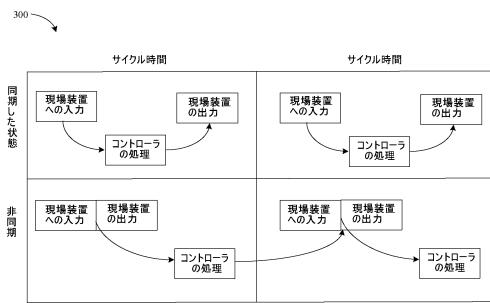


FIG. 3

【図4】

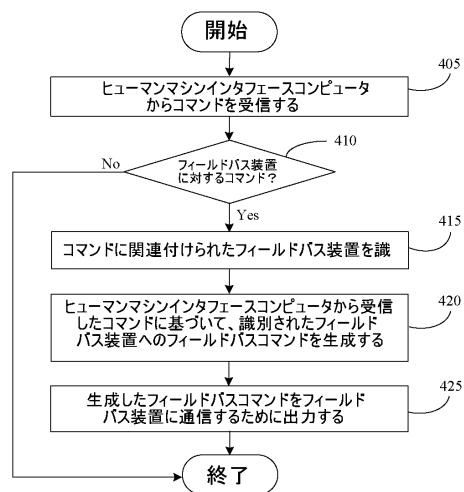


FIG. 4

【図5】

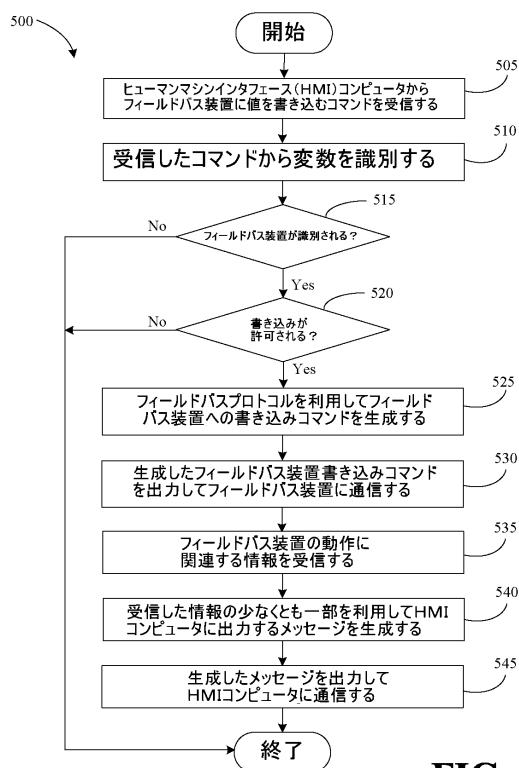


FIG. 5

【図6】

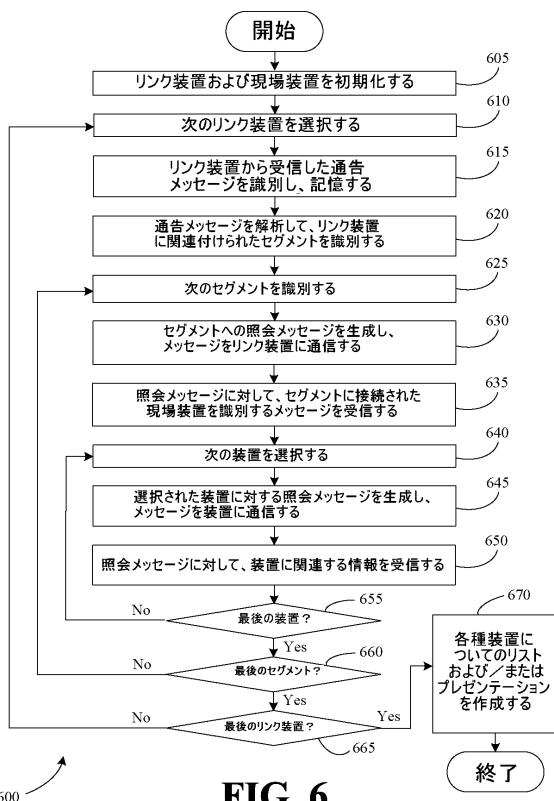


FIG. 6

【図7】

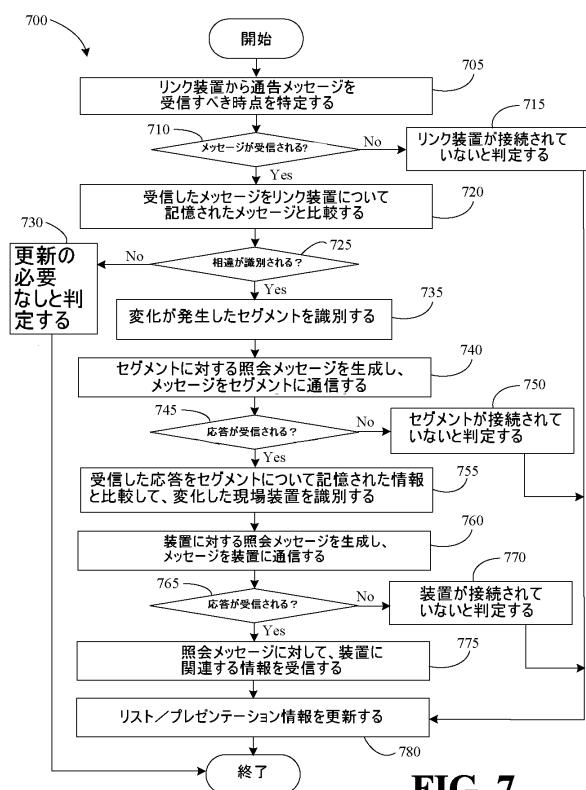


FIG. 7

【図8】

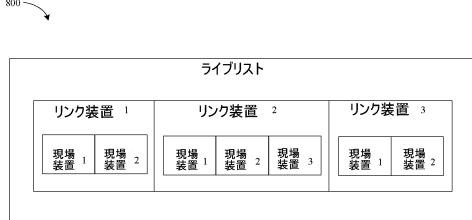


FIG. 8

【図9】

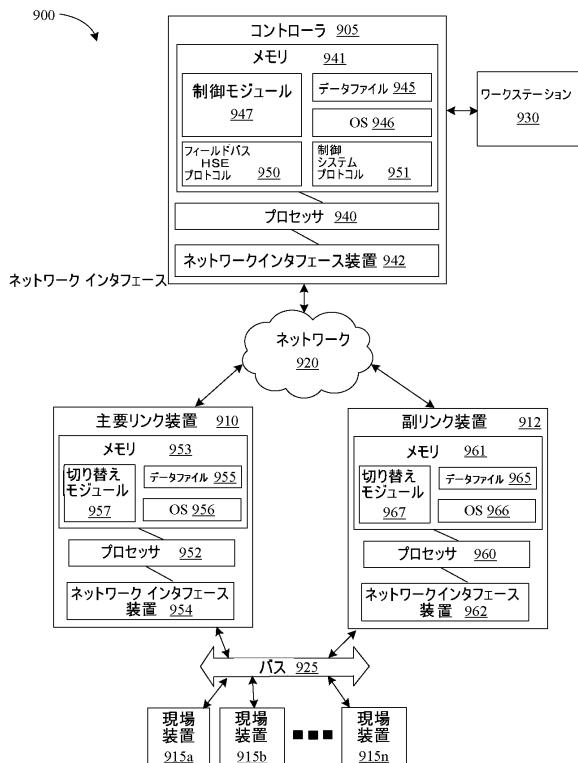


FIG. 9

【図10】

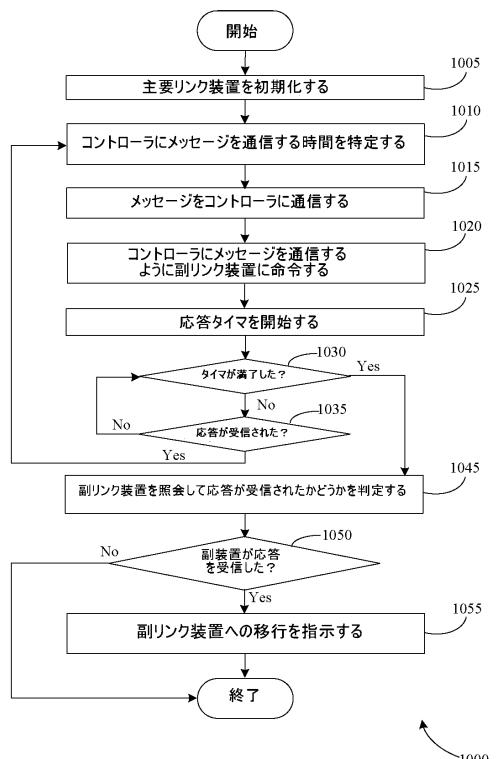


FIG. 10

フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム・ロバート・ペティグリュー

アメリカ合衆国、バージニア州、ブラックスバーグ、プロッサム・トレイル・イー、2862番

(72)発明者 ダナ・ロバート・クレフト

アメリカ合衆国、バージニア州、ロアノーク、アヴェネル・アヴェニュー、2715番

合議体

審判長 西村 泰英

審判官 刈間 宏信

審判官 栗田 雅弘

(56)参考文献 特開2010-86535 (JP, A)

特表2008-512059 (JP, A)

特開2008-90841 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/05