



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ユーザインタフェースと、コントローラと、プロトコルバスと、プロセッサと、リンキングデバイスと、複数の測定ブロックを有する配線不良検出部と、信号切換え部とを備えたプロセス制御システム内で利用する配線不良を検出するためのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、

前記リンキングデバイスは、コントローラが前記複数のスマートフィールドデバイスと通信することを可能にし、前記配線不良検出部及び配線不良診断マネージャを有し、

前記プログラムが、

該コンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されると共に前記プロセッサにより実行されるように構成され、前記配線不良検出部に前記プロトコルバスの信号線を前記複数の測定ブロックの一つと接続させる第 1 のルーチンと、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されると共に前記プロセッサにより実行されるように構成され、前記配線不良検出部に前記複数の測定ブロックの一つを利用して前記プロトコルバスに関連する電気特性を測定させる第 2 のルーチンと、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されると共に前記プロセッサにより実行されるように構成され、測定された電気特性に基づいて前記配線不良の種類を判定する第 3 のルーチンと、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されると共に前記プロセッサにより実行されるように構成され、前記ユーザインタフェースに前記配線不良の種類を自動的に報告する第 4 のルーチンと、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されると共に前記プロセッサにより実行されるように構成され、前記リンキングデバイスにより前記コントローラが複数の前記スマートフィールドデバイスと通信可能にし、前記プロトコルバスが実質的にアクティブである間に該プロトコルバスに関連する通信問題を自動的に検出する第 5 ルーチンとを前記コントローラに実行させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 2】

前記第 2 のルーチンは、前記配線不良検出部に通信回路から前記プロトコルバスの信号線を切断するように更に構成されることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 3】

前記第 2 のルーチンは、電気抵抗、電気容量、信号振幅、雑音レベル、及び電源電圧の一つを測定するように更に構成されることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 4】

前記第 3 のルーチンは、測定された電気特性を前記配線不良に関連する所定値と比較するように更に構成されることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 5】

前記第 3 のルーチンは、短絡回路、開回路、アース不良、不適切なターミネーション、不十分な信号強度、質の悪いアース接続、及び不適切な供給電圧の一つに関連する所定値を利用するように更に構成されることを特徴とする請求項 4 載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 6】

前記第 5 ルーチンが、さらに前記プロトコルバスの非同期通信間隔の間に通信問題を検出するように構成されている請求項 1 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体。

## 【請求項 7】

コントローラ及びプロトコルバスを備えたプロセス制御システム内で利用する配線不良を検出するシステムであって、

前記コントローラに通信可能に結合され、前記プロトコルバスに結合されるように構成

10

20

30

40

50

された複数の測定ブロックを備え、

前記コントローラは、前記プロトコルバスに前記複数の測定ブロックの少なくとも一つを接続するようにプログラムされ、配線不良を検出して前記プロトコルバスが実質的にアクティブである間に前記プロトコルバスに関連する電気的特性を測定し、

前記複数の測定ブロックがリンクデバイス内にあり、該リンクデバイスは、前記コントローラが前記複数のスマートフィールドデバイスと通信することを可能にし、前記プロトコルバスが実質的にアクティブである間に該プロトコルバスに関連する通信問題を自動的に検出するように動作可能になっていることを特徴とするシステム。

【請求項 8】

前記複数の測定ブロックは、オーム計ブロック、電圧計ブロック、信号生成ブロック、雑音計ブロック、アース不良検出器ブロック、及び容量計ブロックの一つを有することを特徴とする請求項 7 記載のシステム。

【請求項 9】

前記配線不良は、短絡回路、開回路、アース不良、不適切なターミネーション、不十分な信号強度、質の悪いアース接続、及び不適切な供給電圧の一つであることを特徴とする請求項 7 記載のシステム。

【請求項 10】

前記リンクデバイスは、さらに前記プロトコルバスの非同期通信間隔の間に前記プロトコルバスに関連する通信問題を自動的に検出するように構成されている請求項 7 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的にプロセス制御システムに関し、特に、プロセス制御システムの通信セグメント内の配線不良の自動検出、診断、及び報告に関する。

【背景技術】

【0002】

最近のプロセス制御システムは、通常、マイクロプロセッサ型の分散型制御システム（DCS）である。従来のDCS構造には、データバス（例えば、イーサネット（登録商標））により一又は複数のコントローラに接続される一又は複数のユーザインタフェースデバイス（例えば、ワークステーション）が含まれる。これらのコントローラは、一般的に、制御されるプロセスに物理的に近く配置されており、プロセス全体に亘って設置されている、例えば、電子センサ、トランスミッタ、電流圧力変換器、及びパルプポジションナ等のような複数の電子監視デバイス及びフィールドデバイスに接続されている。

【0003】

従来のDCSにおいて、制御タスクは、各コントローラ内に制御アルゴリズムを提供することにより分散されている。コントローラは、独立して制御アルゴリズムを実行し、そのコントローラに結合されているフィールドデバイスを制御している。この制御タスクの非集中化は、システム全体としての優れた柔軟性を提供する。例えば、もしユーザがDCSに新しいプロセス又はプロセスの一部を追加したいと望むならば、そのユーザは、適切なセンサ及びアクチュエータ等に接続されている更なるコントローラ（適切な制御アルゴリズムを有する）を追加することができる。或いは、もしそのユーザが既存のプロセスを変更したいと望むならば、新しい制御パラメータ又は制御アルゴリズムを、例えば、ユーザインタフェースから適切なコントローラにデータバスを介してダウンロードしてもよい。

【0004】

モジュール型の改善及び製造業者相互の互換性を提供するために、プロセスコントローラ製造業者は、最近、プロセス内の制御の非集中化の方向への動きをより一層呈してきている。これらの最近のアプローチは、開放型プロトコル、例えば、HART（登録商標）プロトコル、PROFIBUS（登録商標）プロトコル、WORLDFIP（登録商標）プロトコル、Device-Net（登録商標）プロトコル、CANプロトコル、及びFieldbusプロトコルを利用して通信す

10

20

30

40

50

るスマートフィールドデバイスに基づくものである。これらのスマートフィールドデバイスは、実質的に、マイクロプロセッサ型のデバイス（例えば、センサ及びアクチュエータ等）であり、或る場合においては、例えばFieldbusデバイスは、従来のDCSコントローラにより実行されていた幾つかの制御ループ機能をもまた実行する。幾つかのスマートフィールドデバイスは、制御能力を提供し、開放型プロトコルを用いて通信するので、多種の製造業者からのフィールドデバイスは、共通デジタルデータバス上で互いに通信して、従来のDCSコントローラの介入なしに制御ループを実行することが可能である。

#### 【 0 0 0 5 】

公知のように、スマートフィールドデバイス（例えば、Fieldbusデバイス）は、制御機能又は制御機能の一部を実行する一又は複数の論理機能ブロックを有していてもよい。これらの機能ブロックは、例えば、アナログ入力機能，アナログ出力機能，比例積分及び微分（PID）制御機能，又は所望のその他どのような制御機能でさえも実行し得る。以下により詳細に説明するように、スマートフィールドデバイス内の機能ブロックは、そのスマートフィールドデバイス内の他の機能ブロックと、又は他のスマートフィールドデバイス内の機能ブロックと通信可能にリンクされ、任意の所望の制御機能を実行してもよい。例えば、アナログ入力ブロックは、液流を流量センサを介して監視するのに用いられてもよく、PIDブロックは、アナログ入力ブロックにより提供される液流数値を処理し、アナログ出力ブロックを介して応答信号をバルブプラグの位置を調節するアクチュエータに提供してもよい。従って、これらの機能ブロックは互いに通信可能にリンクされ、PID型の制御ループを形成し、バルブを介して液体の流れを制御し得る。

10

20

#### 【 0 0 0 6 】

スマートフィールドデバイスは、通常、プロセス制御システム内で、コントローラが用いるプロトコルとは異なる開放型プロトコルを利用して通信をしている。結果として、インタフェースデバイス（例えば、入力/出力（I/O）デバイス又はリンキングデバイス）は、通常、各セグメント（即ち、スマートフィールドデバイスの相互接続された各グループ）とコントローラとの間に通信ゲートウェイを提供するのに用いられる。これらのリンキングデバイスは、セグメント内のスマートフィールドデバイスがプロトコルデータバス（例えば、Fieldbusデータバス）を介して、コントローラの機能ブロック、及びそのプロセス制御システムの他のセグメントに接続されているスマートフィールドデバイスと相互作用することを可能にしている。従って、これらのリンキングデバイスは分散型プロセス制御システム内のスマートフィールドデバイスのシームレスな統合を可能にしている。これは、それらがフィールドデバイス情報（例えば、一又は複数のフィールドデバイス内にある機能ブロック情報）を、そのコントローラと、又はそのプロセス制御システム全体に亘って分散している他のフィールドデバイス及びコントローラとリンクすることを可能にしているからである。

30

#### 【 発明の開示 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 0 7 】

通常分散型プロセス制御システム内で利用されている複数のセグメントのプロトコルバス配線が設置されている間、一又は複数のバス配線は不注意に誤った端末（即ち、誤った信号ポート及び電源電圧等）に接続され得るし、一又は複数のバス配線が接続されずに残ったままであり得るし（即ち、開回路状態）、及び/又は一又は複数のバス配線は不適切に切断され得る。或いは、もし全てのプロトコルバス配線が初期段階で適切に設置されているとしても、一又は複数のバス配線は、そのプロセス制御システムの次の動作の間に、切断されるか又はもう一つの配線又は電位（例えば、電圧源、アース線等）に短絡され得る。

40

#### 【 0 0 0 8 】

セグメント内の配線不良を検出し、診断し、及び報告することは、通常、非常に困難である。これは、現在のリンキングデバイスは、電気特性，例えばそのセグメントバスの抵抗及び容量等，又はそのセグメントプロトコルバスを介して伝送される信号の振幅，周波

50

数，及び雑音レベル等を測定したり解析したりできないからである。その結果、システムレベル（例えば、画像ユーザインタフェースを有するオペレータ端末において）のユーザは、特定のセグメント上の配線不良を容易には検出できず、通常そのシステムにより全体的に見たプロセスは、適切に動作していない旨、及び／又は通信エラーが発生している旨を通知されるだけである。例えば、セグメント内の二つ以上のプロトコルバスが互いに（又は他の共通電位に）短絡する場合には、コントローラは、ユーザインタフェースを介して、そのセグメント上のスマートフィールドデバイスが応答していないとユーザに報告してもよい。しかしながら、そのコントローラは、通常、そのデバイスが何故応答しないかを判断するのに利用できる追加の情報は何もそのユーザに提供しない。事実、そのコントローラ又はそのリンクデバイスのもつちも、そのバス配線抵抗を測定してその短絡状態を検出することはできなく、それにより、そのような配線不良の検出及び報告を妨げている。

#### 【0009】

既存のプロセス制御システムでは、セグメントプロトコルバス配線不良の診断は、通常、現場の技術者を派遣して実質的に疑わしいセグメントのそれぞれを調査することにより達成される。加えて、その現場の技術者は、通常、多種の試験装置（例えば、オーム計，電圧計，オシロスコープ，信号発生器，及び容量計等）を使用してそのセグメントプロトコルバスの電気特性を期待される範囲又はレベルと比較し、それらのバス配線を介して伝送される通信信号及び供給電源信号の質（例えば、雑音レベル，振幅，及び周波数等）を評価する。セグメントプロトコルバスの測定された電気特性、及びバス配線を介して伝送されるそれらの信号の測定された電気特性は、現場の技術者が配線不良の特定の性質又は種類（例えば、短絡回路，開回路，不適切なターミネーション等）を診断するのに利用されてもよく、それにより、その現場の技術者が適切な訂正行動を取ることを可能にしている。

#### 【0010】

従って、既存のシステムでは、現場の技術者は、通常、通信問題が存在するという以外には、どのセグメントでその配線不良が発生しているのか、又はどのような種類の配線不良が多分その通信問題を引き起こしているのかを指摘するような情報は何も持っていない。結果として、その現場の技術者は、疑わしい（又は多分全ての）セグメントバスのそれぞれの場所に比較的多くの装置を運び込まねばならず、それにより適切な診断をその場所で行なうことが可能になる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

配線不良検出、診断、及び報告技術は、プロセス制御システム内のリンクデバイス（即ち、スマートフィールドデバイスとコントローラとの間にあるインタフェース）が、セグメントプロトコルバス及びそのプロトコルバスを介して伝送される信号の電気特性を測定することを可能にする。本文で記述される技術は、また、そのリンクデバイスが、測定された電気特性を解析してそのリンクデバイスに接続されているプロトコルバス上に配線不良が存在するか否かを判断することを可能にする。加えて、本文で記述される技術は、リンクデバイスが配線不良情報（例えば、電気特性情報，信号性能情報，及び診断情報等）をそれぞれのコントローラに報告し、それに代わって、それぞれのコントローラは、この配線不良情報をユーザインタフェースを介してユーザに報告することを可能にする。この方法で、本文で記述される配線不良検出，診断，及び報告技術は、ユーザが指令活動（例えば、配線チェック）をオペレータ端末から効率的に且つ便利な方法で実行し、それにより現行のシステムで必要である、現場の技術者が物理的にプロセス制御システム全体に亘る全てのセグメントを検査する必要性を減少又は削除することを可能にする。

#### 【0012】

本発明の一つの態様によれば、ユーザインタフェース，コントローラ，及びプロトコルバスを有するプロセス制御システム内で用いられるシステム及び方法は、複数の測定プロ

ックを有する配線不良検出部と、信号切換え部と、配線不良診断マネージャとを備えている。そのシステム及び方法では、プロトコルバスの信号線を複数の測定ブロックの一つに接続することが可能である。加えて、そのシステム及び方法では、複数の測定ブロックの一つを利用してプロトコルバスに関連する電気特性を測定してもよく、測定された電気特性を配線不良診断マネージャに送信してもよい。更に、そのシステム及び方法では、その測定された電気特性に基づいて配線不良の種類を判定してもよく、その配線不良の種類をユーザインタフェースに自動的に報告してもよい。

#### 【0013】

本発明のもう一つの態様によれば、ユーザインタフェース、コントローラ、プロトコルバス、及びプロセッサを有するプロセス制御システム内で用いられる配線不良を検出するシステムは、配線不良検出部を備えている。配線不良検出部は、複数の測定ユニット及び信号切換え部を備えていてもよい。このシステムは、更に、コンピュータ読み取り可能な媒体と、そのコンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され、プロセッサにより実行されるように構成された第1のルーチンを有してもよい。この第1のルーチンは、配線不良検出部にプロトコルバスの信号線を複数の測定ブロックの一つに接続させる。このシステムは、更にコンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され、プロセッサにより実行されるように構成された第2のルーチンを有してもよい。この第2のルーチンは、配線不良検出部に、複数の測定ブロックの一つを用いて、プロトコルバスに関連する電気特性を測定させる。更に、このシステムは、コンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され、プロセッサにより実行されるように構成された第3のルーチンを有してもよい。この第3のルーチンは、測定された電気特性に基づいて配線不良の種類を判定する。加えて、このシステムは、コンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され、プロセッサにより実行されるように構成された第4のルーチンを有してもよい。この第4のルーチンは、自動的に配線不良の種類をユーザに報告する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

分散型プロセス制御システム内での配線不良の検出、診断、報告技術は、Fieldbusデバイスを用いてプロセス制御機能を実現するプロセス制御システムと関連して詳細に記述されているが、本文で記述される配線不良の検出、診断、報告技術は、他のフィールドデバイス及び通信プロトコルを用いて制御機能を実行するプロセス制御システムを利用してもよく、2線型バス以外に依存するプロトコル、及びアナログのみ又はアナログとデジタルとの両方をサポートするプロトコル（例えば、前述したプロトコル等）が含まれる。

#### 【0015】

Fieldbusプロトコルは、全デジタル、シリアル、双方向通信プロトコルであり、それは、例えば工場又はプラントの計測器又はプロセス制御環境内に位置する2線型ループ又はバス相互接続フィールド装置（例えば、センサ、アクチュエータ、コントローラ、及びバルブ等）に標準化された物理的インタフェースを提供する。Fieldbusプロトコルは、事実上、プロセス内のフィールドデバイスのためのローカルエリアネットワークを提供し、これらのフィールドデバイスが相互動作してプロセス全体に亘って分散した位置で制御機能を実行すると共に、これらの制御機能の実行の前後において互いに通信して全体としての制御戦略を実現することを可能にしている。Fieldbusプロトコルは、プロセス制御システム内で利用するために開発された比較的新しい全デジタル式通信プロトコルであるが、Fieldbusプロトコルは、この分野においては公知であり、数ある中でも、テキサス州オースチンに本社を持つ非営利団体、Fieldbus Foundationから発行され、頒布され、及び入手できる多くの論文、小冊子、及び仕様書に詳細に記述されている。

図1は、例えばFieldbusフィールドデバイスを用いる例示のプロセス制御システム10を示している。プロセス制御システム10は、ユーザインタフェース12、14を備えており、それらは、例えば通信ネットワーク内で複数の他のデバイス（例えば、データストレージデバイス16及びコントローラ18）にシステムレベルデータバス20を介して接続されているワークステーションであってもよい。システムレベルデータバス20は、イーサネット（登録

10

20

30

40

50

商標) データバス、又はデータの伝送に適切な他の任意のデータバスであってもよい。

【0016】

コントローラ18は、DCSコントローラであってもよく、ユーザインタフェース12、14と、メーカ独自の通信プロトコル、又は他の適切な任意の方法でシステムレベルデータバス20を介して通信してもよい。例えば、コントローラ18は、アラーム情報、状況情報、及び診断情報をユーザインタフェース12、14に送信してもよく、加えて、ユーザコマンド/要求をユーザインタフェース12、14からシステムレベルデータバス20を介して受信してもよい。コントローラ18は、更に、フィールドデバイスを制御する際に利用する制御アルゴリズムを有してもよく、これらのデバイスは、コントローラ18に従来の任意の方法で、又は所望の他の任意の方法で接続されている。

10

【0017】

特に、コントローラ18は、スマートフィールドデバイス22~26及びリンキングデバイス28を介して通信する。それらのフィールドデバイス22~26は、通信ネットワーク内で一般的なプロトコルデータバス30を介して接続されており、互いに及びリンキングデバイス28と通信して、コントローラ18と連動するか又はそれから独立して一又は複数のプロセス制御ループを実行する。スマートフィールドデバイス22~26は、例えばFieldbusデバイスであってもよく、その場合には、一般的なプロトコルデータバス30は、Fieldbus信号プロトコルを使用する。しかしながら、他の種類のデバイス及びプロトコルもまた同様に用いることが可能である。

【0018】

スマートフィールドデバイス22~26は、図1では一般的なプロトコルデータバス30に標準バス型構造で接続しているように図示され、そこでは、複数のデバイスが同対の配線に接続されている。しかしながら、Fieldbusプロトコルは、他のデバイス/配線トポロジを可能にし、各デバイスがコントローラ又はホストに別個の2線型ペア(典型的な4~20mAアナログDCSシステムと同様)を介して接続されるポイントツーポイント型接続と、各デバイスが2線型バス内の共通ポイント(例えばプロセス制御システムのフィールドデバイスの一つ内のジャンクションボックス又はターミネーションエリア)で接続されるツリー型又はスパー型接続とが含まれる。

20

【0019】

各スマートフィールドデバイス22~26は、一般的なプロトコルデータバス30上で通信でき、そのフィールドデバイスにより、プロセスから又は異なるフィールドデバイスからバス30上の通信信号を介して得られたデータを用いて、一又は複数のプロセス制御機能を独立して実行することができる。特に、Fieldbusデバイスは、過去においてもっばらDCSコントローラにより実行されていた全体としての制御戦略の一部を直接実施することができる。

30

【0020】

プロセス制御システム全体に亘って分散している機能ブロックを用いて任意の制御戦略を実施するためには、これらの機能ブロックの実行は、特定の制御ループ内の他の機能ブロックの実行に関連して正確にスケジュールさなければならない。同様に、異なる機能ブロック間の通信は、バス30上で正確にスケジュールされなければならない、それにより適切なデータが各ブロックにそのブロックが実行される前に提供される。

40

【0021】

バス30上で通信が発生するためには、リンキングデバイス28、又はリンクマスタ能力(例えば、それらのフィールドデバイス22~26の一つ)を有する他の任意のスマートフィールドデバイスであり得るリンクアクティブスケジューラ(LAS)は、プロトコルバス30上の通信をアクティブにスケジュールすると共に制御しなければならない。LASは、通信スケジュール(即ち、リンクアクティブスケジュール)を記憶すると共に更新し、それには、各デバイスの各機能ブロックがバス30上で周期的な(即ち、同期した)通信活動を開始するスケジュール時間、及びこの通信活動が発生している期間が含まれている。バス30上には、一つの、即ち唯一の動作LASがあるだけでよいが、リンクマスタデバイス能力を有

50

する他のスマートフィールドデバイス（例えば、デバイス22）がバックアップLASとして役目を果たし、例えば現在のLASが故障した場合にアクティブになるようにしてもよい。

【0022】

一般的に言えば、バス30上の通信活動は、繰り返しマクロサイクルに分割され、そのそれぞれには、バス30上で動作する（外部リンクを有する）各機能ブロックのための一つの同期通信、及びバス30上で動作する一又は複数の機能ブロック又はデバイスのための一又は複数の非同期通信が含まれる。バス上で帯域幅を確保するために、単一デバイス内の二つの機能ブロック間の通信は、バス30上にパブリッシュされる必要はなく、そのデバイスの完全に内部にある通信リンクを用いて達成されてもよい。

【0023】

一般的に言えば、リンキングデバイス28は、一般的なプロトコルを用いて通信するスマートフィールドデバイス22~26と、一般的なプロトコルを用いなくてもよいコントローラ18との間に通信ゲートウェイ又はブリッジを提供する。更に詳細には、リンキングデバイス28は、スマートフィールドデバイスプロトコルバス30上の全ての通信を監視し、その監視された通信を処理する。その結果、コントローラ18によりサブスクライブされた機能ブロック情報は、必要に応じてコントローラ18に伝達されてもよく、フィールドデバイスに関連する識別情報（例えば、アドレス及びタグ等）は、ユーザ端末に伝達されてもよく、フィールドデバイスプロトコルバス30に関連する通信診断情報（例えば、タイミング及びリンク問題等）は、バス30上の実際の通信とリンキングデバイス28内に記憶されるリンクアクティブスケジュールに準じてスケジュールされた通信との間の違いを検出することにより生成されてもよい。

【0024】

図2は、図1に示されたリンキングデバイス28のより詳細な例示のブロック図である。リンキングデバイス28は、フィールドデバイス22~26（図1）をプロセス制御システム10（図1）と一体化することを可能にする。例えば、一般的なプロトコルバス30上のスマートフィールドデバイス22~26の機能ブロックパラメータ間の従来の通信リンクを提供することに加えて、リンキングデバイス28は、それらのフィールドデバイス22~26の機能ブロックとコントローラ18内にある機能ブロックとの間の通信リンクをも可能にする。従って、リンキングデバイス28は、ユーザがコントローラ18内及び一又は複数のフィールドデバイス22~26内にある機能ブロックの組み合わせを用いて制御ループを定義することを可能にする。

【0025】

上述したように、リンキングデバイス28は、診断能力を提供してフィールドデバイスプロトコルバス30上の通信問題の問題解決を容易にしている。リンキングデバイス28は、プロトコルバス30上の全ての通信を実質的に監視すると共に解析しており、リンクアクティブスケジュールを通信テンプレートとして利用して通信問題及びリンク問題、例えば、何処でフィールドデバイスが正しい時間に新しいデータを正しい受信者に提供することを失敗したのか、又は任意のデータを提供することを失敗したのかを確認している。リンキングデバイス28は、コントローラ18と自由に通信できるので、診断情報をシステムレベル（即ち、ユーザインタフェース）のユーザに容易に伝達することが可能であり、ユーザがフィールドデバイスの通信問題をローカルで監視し、手動で判断する必要性をなくす。

【0026】

リンキングデバイス28は、自動的にプロトコルバス30上の全ての通信を例えばリンクアクティブスケジュールを利用してサブスクライブする。リンクアクティブスケジュールがプロトコルバス30の通信テンプレートを有しているので、リンキングデバイス28は、特定のフィールドデバイスがバス30上で通信するスケジュールの正確な時間を判断することができる。従って、リンクアクティブスケジュールをバス30上の実際の通信と比較することにより、リンクアクティブスケジュールからの違いを特定のフィールドデバイスの恐らく通信問題であるとの識別が可能である。これらリンクアクティブスケジュールからの違いは、リンキングデバイスによりスマートフィールドデバイス22~26に関連する通信診断情

10

20

30

40

50

報を生成するのに用いることができ、プロセス制御システム10(図1)の問題解決及び/又は設定に有益であり得る。例えば、その診断情報には、例えば或るデバイスがサブスクライブデバイスにデータを適切に伝送することを失敗するリンク問題が含まれていてもよく、及び/又は統計的な情報(例えば、或るデバイスが新しいデータをサブスクライブデバイスに失敗してきた回数)を用いることにより識別され得るタイミング問題が含まれてもよい。勿論、通信に関連する多種の他の診断情報を、実際の通信活動及びスケジュールされている通信活動を適切に比較及び解析することにより生成することが可能である。

#### 【0027】

リンキングデバイス28は、また、配線不良検出、診断、及び報告能力を提供する。以下に更に詳しく記述するように、リンキングデバイス28は、プロトコルバス30の電気特性(例えば、抵抗及び容量等)を測定することが可能であり、そのバス30を介して伝送される信号の電気特性(例えば、その信号の振幅、周波数、及び雑音レベル等)を測定することが可能である。リンキングデバイス28は、更に、これらの測定された電気特性を処理すると共に解析し、配線不良がバス30上に存在するか否かを判断してもよく、配線不良の特定の性質を診断してもよい。例えば、リンキングデバイス28は、バス30の一若しくは複数のバス配線又は信号線に関連する一若しくは複数の抵抗を測定してもよく、その測定された抵抗を所定の抵抗値又は抵抗値の範囲と比較することにより、配線不良(例えば、短絡回路、開回路、及び不適切なターミネーション等)が一又は複数のバス配線上に存在することを判断してもよい。リンキングデバイスは、それから、配線不良診断情報を含み得るその検出された配線不良情報をコントローラ18に伝達又は報告してもよく、これに代えてこの情報を一又は複数のユーザインタフェース12, 14を介してユーザに報告してもよい。

#### 【0028】

図2に示すように、リンキングデバイス28は、複数の機能ブロック100を有しており、それらは、プロセッサ102により制御され、通信スタック104を介してプロトコルバス30上の通信をパブリッシュすると共にサブスクライブし、バス30上での配線不良の検出、診断、及び自動システムレベル報告を可能にする。機能ブロック100は、ハードウェア及びソフトウェアの所望の任意の組み合わせを利用して実現されてもよい。一般的に、機能ブロック100は、プロセッサ102を用いて効果的に実現され、ローカルコンピュータ読み取り可能なメモリ106から引き出される複数のソフトウェアコードセグメント又はモジュールを実行してもよい。しかしながら、ハードウェアとソフトウェアとの他の組み合わせ(例えば、アルゴリズム特定集積回路、即ちASIC)又は他の種類のハードウェアを、本発明の範疇及びその精神から逸脱することなく同一の機能を達成するのに利用してもよい。

#### 【0029】

リンキングデバイス28内の機能ブロック100は、通信モニタ108、接続マネージャ110、自動感知マネージャ112、フィールドデバイスマネージャ114、機能ブロックデータマネージャ116、データベースマネージャ118、リンクアクティブスケジュールマネージャ120、ライブラリマネージャ122、通信診断マネージャ124、及び配線不良診断マネージャ126を有するが、それらに限定されるものではない。リンキングデバイス28は、また、配線不良検出部128を有し、以下に更に詳しく記述されるように、そのユニットは、バス30の電気特性及びバス30上を伝送される信号の電気特性を測定することができる機能ブロックを有している。図2に示されるように、配線不良検出部128は、配線不良診断マネージャ126に通信可能に結合されており、電気特性情報を配線不良診断マネージャ126に提供し、更に処理し、システムレベルでユーザに報告する。

#### 【0030】

上述された機能ブロック100の動作の概要は、以下に提供されており、その次に、どのように多種の機能ブロックが協力して通信問題解決能力を提供し、システムユーザが、例えばユーザインタフェースを使ってセグメントプロトコルバスの問題解決を遠隔から行うことを可能にしているのかが提供されている。

#### 【0031】

通信スタック104は、従来のFieldbus通信スタックであり、機能ブロック100がプロトコ

10

20

30

40

50

ルバス30に沿って情報をフィールドデバイス22～26に通信（即ち、受信及び送信）することを可能にしている（図1）。通信モニタ108は、バス30上の全ての通信を監視し、更に処理するために、一又は複数のその他の機能ブロック110～124へのその情報の道順を決定する。

#### 【0032】

接続マネージャ110は、通信スタック104を利用してプロトコルバス30上の通信を調整する。例えば、接続マネージャ110は、そのコピーがメモリ106に記憶されているリンクアクティブスケジュールを利用して、フィールドデバイスからの情報を、マクロサイクルの非同期通信間隔又は同期通信間隔のどちらかの間にバス30上で送信/受信する。同期させて伝送した情報の幾つかは、コントローラ18内の機能ブロックにより必要とされる又は送信される機能ブロック情報を有している。この方法で、接続マネージャ110は、リンクデバイス28がフィールドデバイスの同期通信特性をエミュレートすることを可能にする。

10

#### 【0033】

フィールドデバイスマネージャ114は、Fieldbusデバイス22～26への設定情報のダウンロードを制御する。例えば、仮想通信関係（VCR）、アドレス、及びタグ等は、ユーザインタフェース12、14、コントローラ18、及びリンクデバイス28を介して一又は複数のフィールドデバイス22～26にユーザにより送信されてもよい。

#### 【0034】

リンクアクティブスケジュールマネージャ120は、プロトコルバス30上に存在し得る他の任意のリンクアクティブスケジュール内にリンクアクティブスケジュールをロードすることを制御する。データベースマネージャ118は、コントローラ18に報告するためにFieldbus情報を記憶する。データベースマネージャ118に記憶されるFieldbus情報には、閲覧目録情報、コントローラ18によりサブスクライブされるデータ（即ち、機能ブロック情報）、及びバス30上の通信に関連する統計的情報等が含まれる。通信診断マネージャ124は、プロトコルバス30上の通信問題（例えば、タイミング問題）を検出し、その問題をユーザインタフェース12、14の一つ、コントローラ18、及びシステムレベルネットワーク20を介してユーザに報告する。

20

#### 【0035】

自動感知マネージャ112、ライブラリマネージャ122、及び通信診断マネージャ124は、協働し、自動的にプロトコルバス30上の通信に関連する通信問題を解析/検出及びユーザに報告し、それによりユーザがシステムレベルから（例えば、ユーザインタフェース12、14）通信問題解決に関与することを可能にする。自動感知マネージャ112は、リンクアクティブスケジュール及びライブラリを利用して、接続マネージャ110及び通信スタック108を介してフィールドデバイス22～26を識別し、フィールドデバイス22～26と通信する。ライブラリマネージャ122は、いつフィールドデバイスがプロトコルバス30に追加されたか、又はプロトコルバス30上で通信しなくなったかを検出し、変化を自動感知マネージャ112及び通信診断マネージャ124に報告する。自動感知マネージャ112は、一又は複数のフィールドデバイス22～26に関連する識別情報（例えば、アドレス、タグ、シリアル番号、及び機能役割（例えば、そのデバイスは基本デバイスなのか又はブリッジデバイスなのか否か））を収集及び生成し、その識別情報をデータベースマネージャ118及び/又はメモリ106内に記憶されている指令（即ち、設定）情報と比較する。その比較に基づいて、自動感知マネージャ112は、不一致、例えば或るデバイスがプロトコルバス30に追加されているか又はそれから取り除かれているかを判断する。リンクデバイス28の診断能力を更に改善するために、自動感知マネージャ112は、自動的にどのような不一致であってもユーザに報告するように構成されてもよい。

30

40

#### 【0036】

配線不良診断マネージャ126は、バス30の信号線又は配線に関連する測定された電気特性を示す信号を配線不良検出部128から受信し、これらの信号を更に処理してバス30上に何らかの配線不良が存在するか否かを判断する。特に、配線不良診断マネージャ126は、システム内の特定のセグメントバス（例えば、バス30）上に配線不良が存在すると判断し

50

てもよく、その配線不良の特定の性質又は種類を更に確認してもよい。例えば、配線不良診断マネージャ126は、バス30の信号線の特定の 하나가短絡している、開回路である、不適切に終了されている、及び著しく雑音が多いと判断してもよい。配線不良診断マネージャ126により生成されるそのような配線不良情報は、何れもコントローラ18に通信されてもよく、これに代えて、その配線不良情報をユーザにユーザインタフェース12, 14の一つを介して報告してもよい。従って、配線不良検出部128及び配線不良診断マネージャ126は、ユーザインタフェース12, 14の一つにおけるシステムユーザがプロセス制御システム10内の任意のセグメントバス内の配線不良を識別することを可能にし、それにより、現場の技術者がシステムチェック又は指令間の全ての通信セグメントを物理的に調査する必要性をなくす。配線不良診断マネージャ126は、また、配線不良検出部128に制御信号及びコマンドを送信し、配線不良検出部128の動作を制御する。例えば、配線不良診断マネージャ126は、配線不良検出部128にコマンドを送信して配線不良検出部128に特定の電気特性の測定、又は特定時間における一連の測定を実行させてもよい。

10

**【0037】**

図3は、図2に示された配線不良検出部128の更に詳細な例示のブロック図である。図3に示されるように、配線不良検出部128は、信号切換え部150, 複数の測定ブロック152, 発光ダイオード(LED)動作回路154, 及び複数のLED 156を備えている。例示のみにおいて、複数の測定ブロック152は、オーム計ブロック158, 電圧計ブロック160, 信号生成ブロック162, 雑音計ブロック164, アース不良検出器ブロック, 及び容量計ブロック168を有している。勿論、もし所望ならば、バス30又はそのバス30を介して伝送される信号の電気特性を測定する他のどのようなブロックを有してもよい。

20

**【0038】**

信号切換え部150は、信号スイッチ回路を備えており、配線不良診断マネージャ126からのコマンドに回答して、バス30の一又は複数の信号線又は配線を一又は複数の測定ブロック158~168に接続する。加えて、信号切換え部150は、バス30の信号線をリンキングデバイス28内の通信回路(即ち、通信スタック104の物理層)に接続してもよい。信号切換え部150は、電気機械的なデバイス(例えば、リレー及びリードスイッチ等)を用いて実現されてもよく、及び/又は半導体デバイス(例えば、離散型トランジスタ及びアナログマルチプレクサ等)を利用してもよい。勿論、適切な他のどのような信号切換えデバイスが本発明の範疇及び精神から逸脱することなく代わりに用いられ得る。

30

**【0039】**

オーム計ブロック158は、好ましくは、しかし必須ではないが、比較的小さい直流(DC)をバス30の選択された対の信号線を通じて流し、その結果として起きる電圧降下を測定することにより、0オームと少なくとも20MΩとの間の抵抗を測定するように構成される。しかしながら、この抵抗測定技術により用いられる比較的小さいDC電流のために、オーム計ブロック158は、信号切換え部150に、バス30の信号線をリンキングデバイス28内の通信から、オーム計ブロック158がその抵抗測定を実行している間、切断するように要求する。

**【0040】**

一方、電圧計ブロック160は、バス30の信号線がリンキングデバイス28の通信回路に接続されている間、及びFieldbus通信がバス30上でアクティブである間、ピークツーピーク交流(AC)電圧, DC電圧, 及び二乗平均(RMS)AC電圧等を測定するように構成されている。この方法で電圧計ブロック160をバス30の信号線に接続することはアクティブ通信になんの実用的な効果もない。これは、電圧計ブロック160が高入力インピーダンス(例えば、1MΩより大きい)を有しているからである。動作において、電圧計ブロック160は、バス30上の任意のDC供給電圧、バス30上の信号振幅又は強度(例えば、ピークツーピーク電圧測定機能を用いて)、又はバス30を介して伝送される信号の品質を示す他の任意の電圧を測定するのに利用されてもよい。

40

**【0041】**

信号生成ブロック162は、バス30の一又は複数の信号線を介して伝送され、例えば電圧

50

計ブロック160によりそのバス信号線の伝送特性を判断するのに測定されるAC信号を生成するように構成されている。信号生成ブロック162は、所望のどのような種類の波形（例えば、矩形波形、鋸波形、正弦波形、衝撃波形、ステップ関数波形、周波数変調波形、及び振幅変調波形）を提供してもよい。従って、信号生成ブロック162は、バス30の多種の通信又は信号に対する応答を測定するのに用いられてもよく、それにより、これらの測定が多種の配線不良を診断するのに利用されることを可能にする。例えば、信号生成器162は、バス30の一又は複数の信号線上に固定振幅正弦波電流波形を出力してもよく、その結果として現れるピークツーピーク電圧は、電圧計ブロック160により測定されてもよい。電圧計ブロック160により測定されるピークツーピーク電圧は、バス30上の負荷を指してもよく、ピークツーピーク電圧が実質的に0Vに近い場合には、それは、一又は複数のバス線の短絡回路を指してもよい。一般的に、信号生成器162をバス30上で信号を伝送するのに利用するには、信号切換え部150にリンキングデバイス28の通信回路をバス30から切断させることが要求される。

10

#### 【0042】

雑音計ブロック164は、信号切換え部150を介してバス30に接続されてもよく、その間、Fieldbus通信は、バス30上でアクティブであり、一又は複数の周波数帯域内のバス30の一又は複数の信号線上に存在する雑音レベルを測定する。雑音計ブロック164は、任意の従来の又は適切なその他のフィルタ技術を用いて、所望の周波数帯域内のピーク雑音電力及び平均雑音電力等を選択的に測定してもよい。

20

#### 【0043】

アース不良検出器ブロック166は、信号切換え部150を介してバス30に接続されてもよく、そのとき、バス30の信号線は、通信スタック104に通信回路から切断され、アース信号線又はバス30の配線がもう一つの電荷に不適切にアースされているか否かを判断する。アース不良検出器ブロック166は、バス信号線とシステムアースとの間における異常に低い抵抗（例えば、短絡）、例えばバス30のアース信号線又は配線が、シールド回線又はバス30の他の任意の信号線若しくは配線と短絡して引き起こされる異常に低い抵抗を測定する。

#### 【0044】

容量計ブロック168は、信号切換え部150を介して接続され（バス30の信号線がリンキングデバイス28の通信回路から切断されるとき）、一对のバス線間の容量を測定してもよい。容量計ブロック168は、任意の従来技術、例えば充電率を測定する技術（時間を基準にする技術）又はインピーダンスを測定する技術、そうでなければ他の任意の技術を用いて実現されてもよい。

30

#### 【0045】

一般的に、測定ブロック158～168は、信号線及びその信号線を介して伝送される信号の電気特性を測定するのに適切な任意の技術を用いて実現されてもよい。例えば、測定ブロック158～168は、デジタル信号処理技術又はアナログ信号処理技術、若しくは本発明の範疇及び精神から逸脱することのなしにアナログ信号処理技術及びデジタル信号処理技術の任意の組み合わせを用いて実現されてもよい。

#### 【0046】

測定ブロック158～168は、例示において、別個の機能ブロックとして示されているが、もし所望ならば、測定ブロック158～168により実行される一又は複数の測定機能が組み合わされてもよい。例えば、電圧計ブロック160及び雑音計ブロック164は、デジタルオシロスコープブロックを用いて実現されてもよく、それは、バス信号をデジタル数値に変換してこれらのデジタル数値を処理することにより、電圧を測定し、及び/又は、例えばデジタルフィルタ技術及びスペクトル解析技術（例えば、高速フーリエ変換式技術）等を用いて雑音を測定する。

40

#### 【0047】

加えて、測定ブロック158～168の幾つかは、通信が非動作の状態の間、バス30に接続され、それにより、これらの測定ブロックが通信を干渉することを防ぐように記述されてい

50

るが、代わりに、干渉を防ぐ他の方法が利用されてもよい。例えば、Fieldbus通信を干渉し得る測定ブロックは、非同期Fieldbus通信間隔の間、接続されてもよく、バス30上のFieldbusデバイスがスケジュールされた同期間隔の間、損なわれない方法で通信することを可能にする。或いは、これらの通信ブロックは、バス30上の他の同期通信を干渉しない方法で、特定の同期間隔の間、測定活動を実行するようにスケジュールされてもよい。何れにしても、バス30の配線又は回線は、抵抗測定、容量測定、又はその他の任意の測定が行なわれている間、通信スタックから切断されていることは必ずしも必要ではないということは認識されるべきである。

#### 【0048】

LED駆動回路154は、一若しくは複数の測定ブロック152及び/又は診断マネージャ126から、信号又はコマンドを受信して、一又は複数のLED 156を発光させてもよい。各LED 156は、独自に特定の種類の配線不良に対応してもよく、及び/又は、バス30の特定の信号線に対応してもよい。例えば、LED 156の一つは、オーム計ブロックがバス30の「+」信号線と「-」信号線との間の短絡回路を検出した場合に発光してもよく、もう一つのLED 156は、配線不良診断マネージャ126が「+」信号線は不適切に切断されたと判断（例えば、容量計ブロック168を用いて）した場合に発光しても構わず、更に、もう一つのLED 156は、配線不良診断マネージャ126が「+」信号線と「-」信号線との間に測定された信号強度は所定の最小閾値よりも低いと判断（例えば、電圧計ブロック160を用いて）した場合に発光してもよい。勿論、LED駆動回路154及びLED 156は、特定の配線不良が存在するというローカルな（即ち、そのセグメントの位置で）視覚的指標を提供し、それにより現場の技術者がセグメントプロトコルバス配線不良の位置と特性を識別することが可能な所望の任意の方法で発光させよう構成されてもよい。

#### 【0049】

図4A及び図4Bは、図1及び図2に示されているリンキングデバイス28がセグメントプロトコルバス配線不良を検出し、診断し、及び報告するのに利用され得る一つの方法を示す例示のフローチャートである。好ましくは、しかし必要と言うわけではないが、図4A及び図4Bに示されているブロックは、配線不良検出部128と関連して動作している診断マネージャ126により実行される。或いは、図4A及び図4Bに示されている幾つかのブロックは、コントローラ18及び/又は一若しくは複数のユーザインタフェース12, 14により実行されてもよい。更に、配線不良診断マネージャ126は、リンキングデバイス28に完全に属しているように示されているが、配線不良診断マネージャ126の機能の幾つか又は全ては、代わりに、コントローラ18内に、ユーザインタフェース12, 14内に、又はプロセス制御システム10内の他の任意のデバイス内であってもよい。

#### 【0050】

図4Aに示されるように、ブロック200は、セグメントプロトコルバス30の信号線をリンキングデバイス28の通信回路（即ち、通信スタック104の物理層）から切断する。ブロック202は、オーム計ブロック158（図3）を用いてバス30の「+」信号線と「-」信号線との間の抵抗を測定し、測定した抵抗が50K より大きいかな否かを判断する。もし、測定した抵抗が50K より大きい場合には、制御はブロック206に移行する。一方、もし、測定した抵抗が50K より小さいか又はそれと等しい場合には、制御は、ブロック204に移行する。ブロック204は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、特定のセグメント（例えば、バス30と関連するセグメント）の「+」信号線及び「-」信号線が互いに短絡していることを指摘し、それから制御をブロック206に移行する。その配線不良をシステムレベルのユーザに報告するために、診断マネージャ126は、その配線不良情報をコントローラ18に伝達してもよく、代わりに、コントローラ18は、その配線不良情報をユーザインタフェース12, 14の一つ又は両方に伝達してもよい。

#### 【0051】

ブロック206は、バス30の「+」信号線及び「-」信号線のそれぞれとシールド回線との間の抵抗を測定する。加えて、ブロック206は、「+」信号線及び「-」信号線とシステムアース電位（例えば、システムアース棒）との間の抵抗を測定する。ブロック206は

、それから、測定した抵抗のどれかは20M より大きいかな否かを判断し、もし、測定した抵抗のどれかが20M より大きい場合には、制御は、ブロック210に移行し、そうでなければ、制御は、ブロック208に移行する。ブロック208は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、短絡が特定のセグメントの特定の信号線間に存在し得ると指摘する。もし、複数の不良、例えば複数の短絡が発見された場合には、ブロック208は、それらの不良を全てシステムレベルのユーザに報告する。ブロック208は、それから、制御をブロック210に移行する。

#### 【 0 0 5 2 】

ブロック210は、「+」信号線と「-」信号線との間の容量を測定し、測定した容量値をその所定範囲（例えば、0.8 $\mu$ Fから1.2 $\mu$ Fまで）と比較する。もし、ブロック210により測定された容量が容量値の所定範囲外にある場合には、制御は、ブロック212に移行し、そうでなければ、制御は、ブロック214に直接移行する。ブロック212は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、特定のセグメントが適切に切断され得ないと指摘する。通常、0.5 $\mu$ Fより小さい測定容量値は、そのセグメントに結合されるターミネータがないことを指し、一方、2 $\mu$ Fより大きい測定容量値は、そのセグメントに二つのターミネータ（即ち、一つの付加的なターミネータ）が結合していることを示す。ブロック212は、それから、制御をブロック214に移行する。

10

#### 【 0 0 5 3 】

ブロック214は、「+」信号線及び「-」信号線とシールド回線との間の容量、並びに、「+」信号線及び「-」信号線とシステムアースとの間の容量を測定する。もし、測定された容量値のどれかが300nFよりも小さければ、ブロック214は、制御をブロック218に移行し、そうでなければ、ブロック214は、制御をブロック216に移行する。ブロック216は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、質の悪い接続が過度の容量（即ち、300nFより大きい）を有してそれらの回線（特定のセグメント内に）上に存在し得ることを指摘する。ブロック216が配線不良を報告した後、その処理は終了する。

20

#### 【 0 0 5 4 】

ブロック218は、ブロック204～212のどれかが配線不良を報告しているかな否かを判断し、もし、不良が報告されている場合には、その処理は終了し、そうではなく、何の不良も報告されていなければ、制御は、ブロック220に移行する。ブロック220は、バス30の回線をリンクデバイス28の通信回線（即ち、通信スタックの104内の物理層）に再接続する。この接続の結果として、電力がフィールドデバイス22～26に供給され、フィールドデバイス22～26とコントローラ18との間のFieldbus通信が再開し得る。ブロック220は、それから、制御をブロック222に移行する。

30

#### 【 0 0 5 5 】

ブロック222は、バス30の「+」信号線と「-」信号線との間のDC電圧を測定し、もし測定したDC電圧が18.6VDCと19.4VDCとの間にあれば、制御をブロック226に移行し、そうでなければ、制御を224に移行する。ブロック224は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、バス30上に供給されている電力が範囲外であると指摘する。ブロック224は、それから、制御をブロック226に移行する。

#### 【 0 0 5 6 】

ブロック226は、「+」信号線と「-」信号線との間のピークツーピーク電圧を測定し、もし測定したピークツーピーク電圧が500mVと900mVとの間ならば、その処理は停止する。そうでなければ、ブロック226は、制御をブロック228に移行する。ブロック228は、配線不良をシステムレベルのユーザに報告し、バス30上の信号強度が不十分であると指摘する。公知のように、セグメントプロトコルバス上の不十分な信号は、過度のバス長（即ち、配線長）、そのセグメント上で接続される過度の数のデバイス、及び/又は不十分な信号駆動を有する一又は複数のフィールドデバイスを引き起こす結果となる。勿論、セグメント上の過度の数のターミネータは、また、信号強度を500mVより下にする原因になり得る。しかしながら、ブロック210に関連して記述される容量試験は不適切に停止されたセグメントバスを明確に識別するのに用いられてもよい。ブロック228が任意の配線不良を

40

50

報告した後で、その処理は終了する。

【 0 0 5 7 】

図 5 は、図 1 及び図 2 に示されたリンクデバイス 28 がセグメントプロトコルバス配線不良を検出、診断、及び報告するのに用いられ得るもう一つの方法を示している例示のフローチャートである。ブロック 300 は、バス 30 上に致命的な通信不良が発生しているかどうかを判断する。致命的な通信不良には、セグメントプロトコルバス上のフィールドデバイスを適切に相互動作することを妨げる不良が含まれる。致命的な通信不良は、実際の通信（その通信のタイミング）をリンクアクティブスケジュール内に記憶されているスケジュールされた通信と比較することにより検出されてもよい。例えば、もし或るデバイスがリンクアクティブスケジュールに基づいてスケジュールされた時間での通信に失敗した場合には、ブロック 300 は、致命的な通信不良が発生したと判断し得る。もし致命的な通信不良が発生した場合には、制御は、ブロック 302 に移行する。ブロック 302 は、致命的な通信エラーをシステムレベルのユーザにパブリッシュし、ブロック 302 は、それから、制御をブロック 304 に移行する。ブロック 304 は、通信不良診断手順を呼び出す。例えば、ブロック 304 は、図 4 A 及び図 4 B に示されている手順を呼び出してよく、それにより、その通信問題が配線関係の問題の結果なのかをシステムユーザが判断することを可能にしている。

10

【 0 0 5 8 】

もしブロック 300 が致命的な通信エラーを検出しなかった場合には、制御は、ブロック 306 に移行する。ブロック 306 は、バス 30 上の雑音レベルを測定し、その測定された雑音レベルを所定の閾値と比較する。もし測定された雑音レベルが所定の閾値よりも大きい場合には、制御は、ブロック 308 に移行し、そうでなければ、制御は、ブロック 310 に移行する。ブロック 308 は、システムレベルのユーザに過度の雑音バス 30 上に存在すると報告し、それから、制御をブロック 310 に移行する。

20

【 0 0 5 9 】

ブロック 310 は、バス 30 の「+」信号線と「-」信号線とに亘る信号レベル（例えば、ピークツーピーク電圧）を測定し、その測定された信号レベルを所定の数値範囲と比較する。もし測定された信号レベルが所定の数値範囲外にある場合には、制御は、ブロック 312 に移行し、そうでなければ、制御は、ブロック 300 に戻る。ブロック 312 は、測定された信号レベルが所定範囲外にあるとシステムレベルのユーザに報告し、それから制御をブロック 300 に戻す。

30

【 0 0 6 0 】

図 4 A 及び図 4 B に関連して例示として上述された配線不良検出、診断、及び報告技術は、システム 10（図 1）の通信の間、用いてもよく、それにより現場の技術者が物理的にバス 30 の配線又はシステム 10 内の他の任意のセグメントプロトコルバスの配線を調査する必要性をなくす。換言すれば、システム 10 は、ユーザインタフェース 12, 14 の一つに配置されたユーザにより経済的な方法で指令されてもよい。更に、システム配線統合チェックの技術が、システム 10 の動作の間、自動的に及び / 又はシステムオペレータの要請かのどちらか又はそれらの両方で、周期的に発動されてもよい。また更に、本文で記述される配線不良、診断、及び報告技術は、図 5 に例示として示されるように、検出された通信不良に応答して自動的に実行されてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

もしソフトウェア内に実現されれば、本文で説明された機能ブロック及びプロセス制御ルーチンは、任意のコンピュータ読み取り可能メモリ（例えば、コンピュータ、コントローラ、及びフィールドデバイス等の磁気ディスク、レーザディスク、又は ROM 若しくは ROM 内の記憶媒体）に記憶してもよい。同様に、このソフトウェアは、ユーザ又はデバイスに、公知の又は所望の搬送方法で搬送してもよく、例えば電話回線及びインターネット等のような通信チャネルが含まれる。

【 0 0 6 2 】

配線不良検出、診断、及び報告技術は、分散型プロセス制御システムの一又は複数のリ

50

ンキングデバイス内で一体化されるように本文において記述されているが、この技術は、それに代わって、携帯型デバイス内で実施されてもよい。そのような携帯型デバイスは、配線不良診断マネージャ126及び配線不良検出部128の特徴及び機能を携帯型ユニットに組み込むことにより実現されてもよく、該携帯型ユニットは、現場の技術者により携帯され得、例えば、セグメントプロトコルバスにローカル接続され、それにより、配線不良がそのセグメントプロトコルバス上に存在するか否かを判断し得る。

【0063】

図6は、携帯型配線不良検出及び診断デバイス400の例示の模式的ブロック図である。図6に示されるように、携帯型配線不良検出及び診断デバイス400は、配線不良診断マネージャ126及び配線不良検出部128を備えており、それらは、図2及び図3に関連して上に記述されている。そのデバイス400は、更に、メモリ402と、そのメモリ404に通信可能に結合されたプロセッサ404と、ディスプレイ406と、キーボード408と、電源410とを備えている。

10

【0064】

配線診断マネージャ126及び配線不良検出部128は、配線不良がシステムレベルのユーザインタフェースに必ず報告されるわけではないという点を除いて、一般的に、上述されたように機能する。代わりに、配線不良情報は、ディスプレイ406内にグラフィック及び/又はテキスト情報として表示される。ユーザは、特定の試験シーケンスを要求してもよく、メモリ406に記憶された情報を検索してもよく、又はキーボード408を用いて試験パラメータ等を入力若しくは変更してもよい。好ましくは、しかし必ずしも必要ではないが、電源410は、バッテリーを備えており、その結果、バス30は、試験される各セグメントの近くのローカル電源を必要とすることなく試験することができ得る。動作において、現場の技術者は、デバイス400を配線不良を有すると疑われているセグメント、又は指令される必要のある任意のセグメントに接続し、所望の試験シーケンスを呼び出してもよい。

20

【0065】

本発明は、特定の例を引用して記述されており、それは例示だけを意図するものであり本発明を限定するものではないが、変更、追加、又は削除が、本発明の精神及び範疇から逸脱することなく、開示された実施の形態に対して加えられてもよいことは、当業者にとって自明のことである。

【図面の簡単な説明】

30

【0066】

【図1】セグメントプロトコルバス配線不良を検出し、診断し、及び報告するリンクングデバイスを有する例示のプロセス制御システムの模式的ブロック図である。

【図2】図1に示されたリンクングデバイスの更に詳細な例示ブロック図である。

【図3】図2に示された配線障害検出ユニットの更に詳細な例示ブロック図である。

【図4A】図1及び図2に示されたリンクングデバイスがセグメントプロトコルバス配線不良を検出し、診断し、及び報告するのに用いられ得る一つの方法を示した例示のフローチャートである。

【図4B】図1及び図2に示されたリンクングデバイスがセグメントプロトコルバス配線不良を検出し、診断し、及び報告するのに用いられ得る一つの方法を示した例示のフローチャートである。

40

【図5】図1及び図2に示されたリンクングデバイスがセグメントプロトコルバス配線不良を検出し、診断し、及び報告するのに用いられ得るもう一つの方法を示した例示のフローチャートである。

【図6】携帯型配線不良検出及び診断デバイスの例示の模式的ブロック図である。

【符号の説明】

【0067】

10 プロセス制御システム

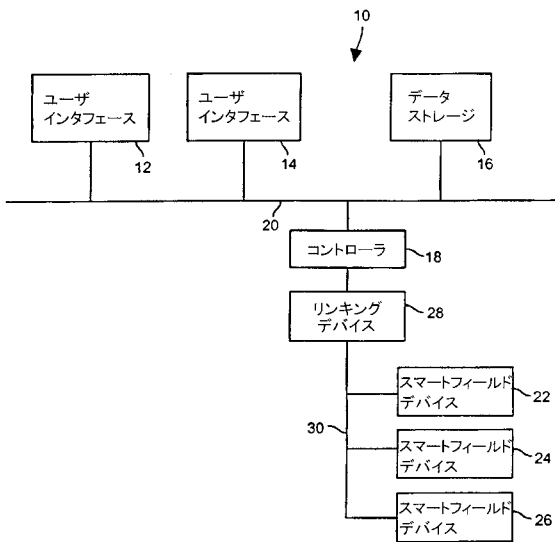
12, 14 ユーザインタフェース

16 データストレージ

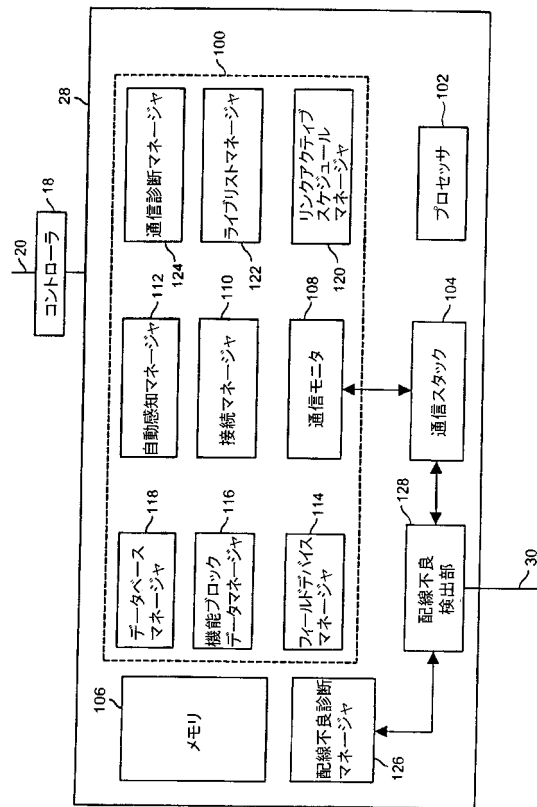
50

- 18 コントローラ
- 20 システムレベルデータバス
- 22, 24, 26 スマートフィールドデバイス
- 28 リンキングデバイス
- 30 非独自のプロトコルデータバス
- 100 機能ブロック
- 126 配線不良診断マネージャ
- 128 配線不良検出部
- 152 測定ブロック
- 156 LED
- 400 携帯型配線不良検出及び診断デバイス

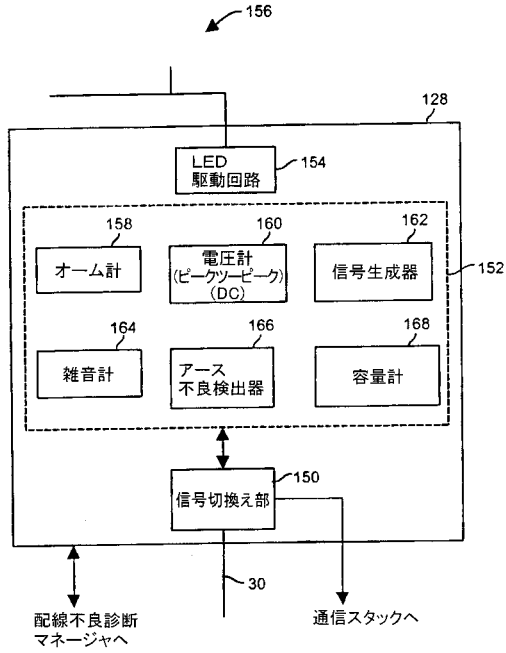
【 図 1 】



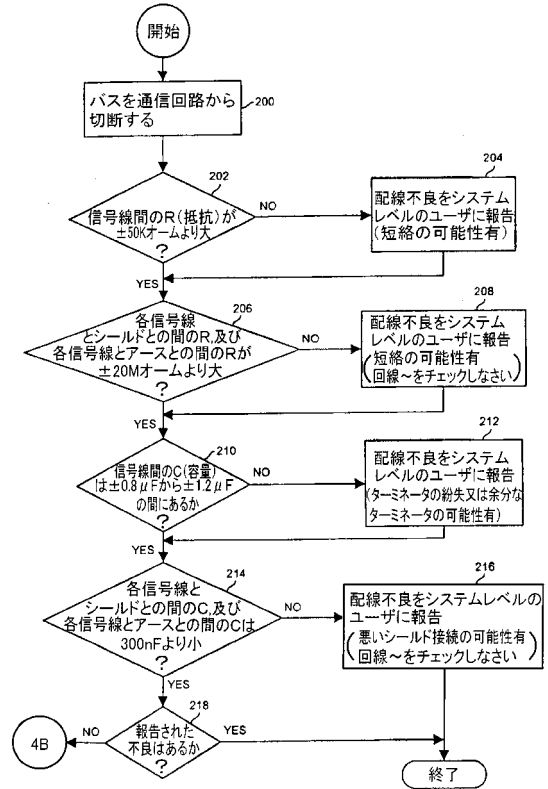
【 図 2 】



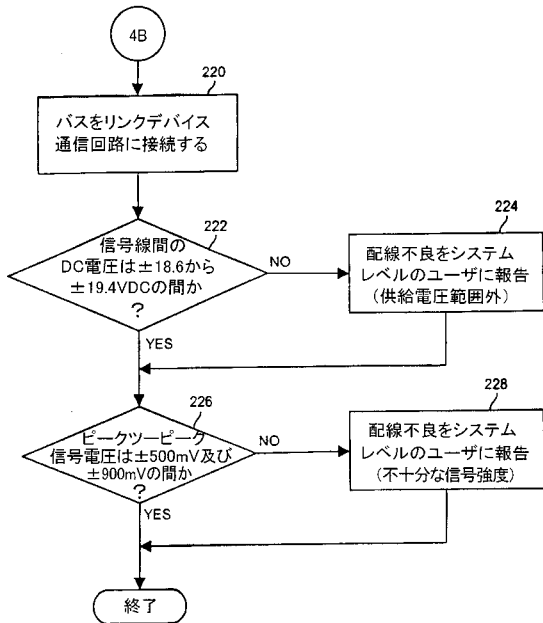
【図3】



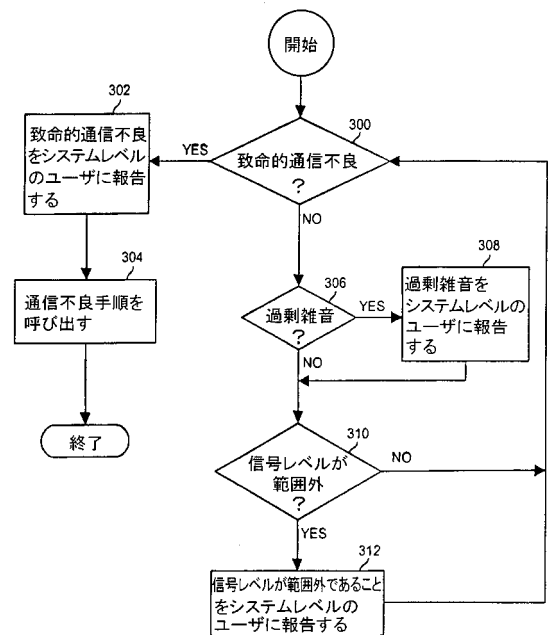
【図4A】



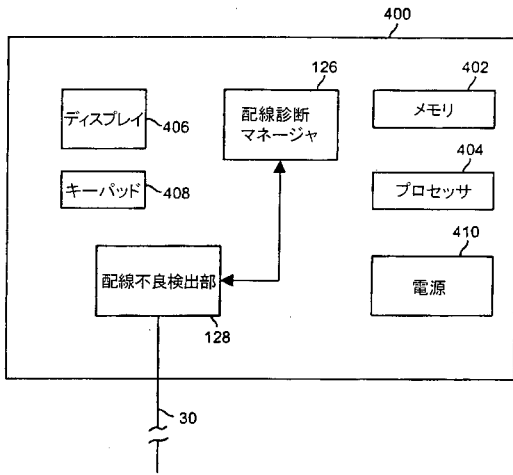
【図4B】



【図5】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ボンウェル, スティーブン ディー.

アメリカ合衆国 78717 テキサス オースティン プリムストーン レーン 9112

(72)発明者 マーシャル, マイケル エル.

アメリカ合衆国 78626 テキサス ジョージタウン イーストビュー ドライブ 350

Fターム(参考) 5H223 AA01 CC09 DD03 EE11