

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4762140号  
(P4762140)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl. F I  
G05B 9/02 (2006.01) G05B 9/02 C

請求項の数 48 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-522716 (P2006-522716)	(73) 特許権者	597115727
(86) (22) 出願日	平成16年8月5日(2004.8.5)		ローズマウント インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2007-501979 (P2007-501979A)		アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州
(43) 公表日	平成19年2月1日(2007.2.1)		、エデン プレイリー、テクノロジー ド
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/025289		ライブ 12001
(87) 国際公開番号	W02005/017851	(74) 代理人	100084870
(87) 国際公開日	平成17年2月24日(2005.2.24)		弁理士 田中 香樹
審査請求日	平成19年7月12日(2007.7.12)	(74) 代理人	100079289
(31) 優先権主張番号	10/635,944		弁理士 平木 道人
(32) 優先日	平成15年8月7日(2003.8.7)	(74) 代理人	100119688
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 田邊 壽二
(31) 優先権主張番号	10/733,558	(72) 発明者	ヒュイセンガ, ガリー, ディー.
(32) 優先日	平成15年12月11日(2003.12.11)		アメリカ合衆国 55318 ミネソタ州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		、チャスカ、ハイランド ドライブ 17 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ループオーバーライド付きプロセス装置、及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセス制御システムで使用されるプロセス装置(12)において、  
プロセス制御ループ(18)に接続されて該ループを流れる電流を制御し、プロセス関連情報を送信するように構成された出力回路(60)と、

前記出力回路(60)による前記プロセス制御ループ(18)を介した通常動作を無効にして前記プロセス制御ループ(18)内の電流を所望の警告レベルに設定するように構成されており、かつ、前記出力回路(60)と分離して設けられたループオーバーライド回路(62)と、

警告状態を検出し、それに応じて前記ループオーバーライド回路を作動させて前記出力回路の動作を無効にするように構成された診断回路(64)とを具備するプロセス装置。

【請求項 2】

前記診断回路(64)が零入力電流レベルを測定する請求項1記載の装置。

【請求項 3】

前記診断回路(64)が前記ループに直列に接続された感知用抵抗器(76)を含んでいる請求項1記載の装置。

【請求項 4】

前記診断回路(64)がアナログ/デジタル変換器(80)を含んでいる請求項1記載の装置。

【請求項 5】

10

20

前記診断回路（６４）が電流の動向を監視する請求項１記載の装置。

【請求項６】

前記診断回路（６４）がマイクロコントローラ（１３８）を含んでいる請求項１の装置

【請求項７】

前記プロセス装置（１２）がプロセス変数送信器である請求項１記載の装置。

【請求項８】

前記プロセス装置（１２）がプロセスコントローラである請求項１記載の装置。

【請求項９】

前記プロセス装置（１２）が安全装置化システムで使用されるように構成されている請求項１記載の装置。 10

【請求項１０】

前記所望の電流レベルが 21 mA 以上または 3.8 mA 以下である請求項１記載の装置

【請求項１１】

前記ループオーバーライド回路（６２）がマイクロコントローラ（１３８）を含んでいる請求項１記載の装置。

【請求項１２】

前記プロセス装置（１２）がプロセス制御ループを経由して受け入れた電力ですべての電力をまかなわれる請求項１記載の装置。 20

【請求項１３】

前記プロセス制御ループが HART（登録商標）プロトコルに従って動作する請求項１記載の装置。

【請求項１４】

前記ループ電流が予定のしきい値の外側である場合に前記ループオーバーライド回路（６２）を作動させるように構成された比較器（７４）を含んでいる請求項１記載の装置。

【請求項１５】

前記ループオーバーライド回路（６２）が前記出力回路（６０）に並列に接続されている請求項１記載の装置。

【請求項１６】

前記ループオーバーライド回路（６２）が前記出力回路（６０）に直列に接続されている請求項１記載の装置。 30

【請求項１７】

前記ループオーバーライド回路（６２）がプロセス制御ループ（１８）から前記出力回路（６０）を切り離すように構成されている請求項１記載の装置。

【請求項１８】

前記ループオーバーライド回路（６２）が前記出力回路（６０）を流れる電流を分流するように構成された請求項１記載の装置。

【請求項１９】

前記ループオーバーライド回路（６２）を始動させるように構成されたウォッチドッグ回路（１５０）を含んでいる請求項１記載の装置。 40

【請求項２０】

前記ループオーバーライド回路（６２）を始動させるように構成されたマイクロコントローラ（１３８）を含んでいる請求項１記載の装置。

【請求項２１】

前記マイクロコントローラ（１３８）が前記ループ電流の動向に基づいて前記ループオーバーライド回路（６２）を始動する請求項２０記載の装置。

【請求項２２】

前記マイクロコントローラ（１３８）が前記ループ電流の期待値とループ電流との比較に基づいて前記ループオーバーライド回路（６２）を作動させる請求項２０記載の装置。 50

## 【請求項 2 3】

警告状態が検出されると、前記プロセス制御ループから切り離されるプロセス装置内の回路を含んでいる請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 2 4】

前記ループオーバーライド回路 ( 6 2 ) が出力回路を切り離してループ電流レベルを制御するように構成されている請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 2 5】

前記ループ電流レベルが冗長出力回路によって制御される請求項 2 4 記載の装置。

## 【請求項 2 6】

プロセス変数を感知するように構成されたセンサ ( 2 1 ) をさらに具備している請求項 1 記載の装置。 10

## 【請求項 2 7】

プロセス装置 ( 1 2 ) がプロセス変数送信器である請求項 2 6 記載の装置。

## 【請求項 2 8】

前記出力回路 ( 6 0 ) が、フィールドバス、プロファイバス、および HART ( 登録商標 ) からなる通信プロトコル群の一つに従って動作するように構成されている請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 2 9】

前記出力回路 ( 6 0 ) が 2 線、3 線、および 4 線からなるグループから選択された形式のプロセス制御ループに接続されるように構成された請求項 1 記載の装置。 20

## 【請求項 3 0】

前記ループオーバーライド回路 ( 6 2 ) がプロセス制御ループからプロセス装置を電氣的に切り離すようにさらに構成された請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 3 1】

プロセス制御ループ ( 1 8 ) 上に所望の電流信号を送出するプロセス装置 ( 1 2 ) 内で実施される方法において、

プロセス制御ループに接続されたプロセス装置内の警告状態を検出し、

検出された警告状態に応じて、プロセス制御ループ内の電流を制御するように構成された出力回路 ( 6 0 ) の動作を、該出力回路 ( 6 0 ) と分離して設けられるループオーバーライド回路 ( 6 2 ) によって無効にし、 30

前記出力回路 ( 6 0 ) の無効動作の処理の間、前記ループ電流を所望レベルにして該出力回路の動作を無効にするように制御する方法。

## 【請求項 3 2】

前記警告状態が零入力消費電流に関連する請求項 3 1 記載の方法。

## 【請求項 3 3】

前記検出が零入力消費電流内の動向を検出することを含んでいる請求項 3 2 記載の方法。

## 【請求項 3 4】

前記所望の電流レベルが 2 1 m A 以上または 3 . 8 m A 以下である請求項 3 1 記載の方法。 40

## 【請求項 3 5】

前記無効の処理がマイクロコントローラ ( 1 3 8 ) で実施される請求項 3 1 記載の方法。

## 【請求項 3 6】

前記検出の処理がマイクロコントローラ ( 1 3 8 ) で実施される請求項 3 1 記載の方法。

## 【請求項 3 7】

前記プロセス装置 ( 1 2 ) がプロセス制御ループ ( 1 8 ) を経由して受け入れた電力ですべての電力がまかなわれる請求項 3 1 記載の方法。

## 【請求項 3 8】

前記プロセス制御ループ(18)がHART(登録商標)プロトコルに従って動作する請求項31記載の方法。

【請求項39】

前記検出の処理が電流と予定のしきい値レベルとの比較を含んでいる請求項31記載の方法。

【請求項40】

前記無効の処理が前記プロセス制御ループからの出力回路の切り離しを含んでいる請求項31記載の方法。

【請求項41】

冗長出力回路でループ電流レベルを制御することをさらに具備している請求項40記載の方法。

10

【請求項42】

前記制御の処理が出力回路を流れる電流の分流を含んでいる請求項31記載の方法。

【請求項43】

前記検出の処理が前記ループ電流の動向を監視することを含んでいる請求項31記載の方法。

【請求項44】

前記検出の処理がループ電流とループ電流の期待値との比較を含んでいる請求項31記載の方法。

【請求項45】

請求項31記載の方法を実施するプロセス装置。

20

【請求項46】

プロセス変数の感知をさらに具備している請求項31記載の方法。

【請求項47】

フィールドバス、プロファイバス、およびHART(登録商標)からなるプロトコル群から選択されたプロトコルに従ってプロセス制御ループを介して行われる通信をさらに具備している請求項31記載の方法。

【請求項48】

安全装置化システム内で使用されるように構成された装置内で実施される請求項31記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、産業プロセスにおいて使用される形式のプロセス装置に関する。より具体的には、本発明はこの種のプロセス装置のプロセス制御ループ内の電流を制御する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロセス制御産業において遠隔でプロセス変数を制御、監視もしくは感知するために、プロセス制御装置、監視装置、および送信器等のフィールド装置が使用されている。例えば、プロセスを制御するため、またはプロセス運転に関する情報を制御装置に供給するため、プロセス変数が送信器によって制御室へ送信される。例えば、プロセス流体の圧力に関する情報が制御室へ送信され、石油精製等のプロセスを制御するために使用される。

40

【0003】

情報を送信するための一つの代表的な従来技術は、プロセス制御ループを流れる電力量を制御することである。電流は制御室内の電流源から供給され、送信器はフィールド内のその送信器の場所から電流を制御する。例えば、零表示の指示に4mAの信号を使うことができ、最大の(フルスケール)表示の指示に20mAの信号を使うことができる。さらに近年、送信器はプロセス制御ループを流れるアナログ電流信号上に重畳されるデジタル信号を使って制御室と通信するデジタル回路を使用している。このような技術の一例は、

50

ローズマウント社 (Rosemount Inc.) によって開発されたハート (HART「登録商標」) 通信プロトコルである。ハートプロトコルや他の同様のプロトコルは、代表的には、送信器制御または質問等、所望の応答を引き出すために送信器に送ることができる命令または指示のセットを含む。

【0004】

フィールドバス (Fieldbus) はフィールドバス財団によって提案されている通信プロトコルであり、プロセス制御ループ上に情報を送信するための通信レイヤまたはプロトコルの規定を指示している。フィールドバスプロトコルでは、ループを流れる電流はアナログ信号を送信するために使用されない。その代わりに全ての情報はプロセス制御ループ中を流れる電流を変調することによってデジタル的に送信される。また、フィールドバス規格や、プロファイバス (Profibus) として知られる規格により、送信器は、一つ以上の送信器が同じプロセス制御ループに接続されるマルチドロップ形式に構成されることができる。その他の通信プロトコルはモdbus (MODBUS「登録商標」) プロトコルおよびイーサネット (登録商標) を含む。ある形式では、プロセス装置を接続するために、RF (無線周波数) 等、非物理的な接続を含む2本、3本、4本もしくは任意の数の線を使うことができる。

10

【0005】

ある種のプロセス送信器はプロセス変数測定値が飽和した (つまりプロセスが正常でなくなった) ことの指示を供給することができる警告信号の送信が可能である。警告信号の一つのタイプはループを流れる電流を予定レベルまたは予定のしきい値の外側に固定する。例えば、警告信号の一つのタイプの警告信号は、「ハイアラーム」を送出するための21 mA以上の電流レベル、または「ローアラーム」を送出するための3.8 mA以下の電流レベルである。警告信号は警告状態が発生したときに送信器によって送することができる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

プロセス制御システムに使用される装置は、プロセス制御ループに接続されて、該ループを介して電流を制御するように構成された出力回路を含んでいる。ループオーバライド回路は出力回路の動作を無効にし、ループ内の電流を所望のレベルに設定するように構成される。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、プロセス装置内の出力回路動作を無効 (override) にするように構成されたループオーバライド回路を提供する。本発明は、プロセス制御ループ内で電流を制御するために使用されるあらゆるプロセス装置において実施することができ、ここで論じられたプロセス装置の例に限定されない。例えば、ここに記述された一つのプロセス装置はプロセス変数を感知するために使用されるセンサを含む送信器である。しかしながら、それは、本発明の種々の特徴を実施するためにプロセス変数を感知するプロセス装置である必要はない。ループオーバライド回路はプロセス装置内の別の回路の故障時でもプロセス制御ループ上に警告信号 (またはその他の信号) を送することができる。これによって、該装置が、もしそうでなかったら発見できなかった (警告されなかった) 警告信号を送ることができるようになる。もう一つの実施例では、ループ電流を制御するための装置能力の損失を検出するための技術が提供される。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図1は、プロセスパイプ16に接続された送信器12を含むプロセス制御システム10を示すシステム図である。送信器12はファウンデーション (FOUNDATION「登録商標」)、フィールドバス (Fieldbus)、プロファイバス (Profibus)、またはハート (HART「登録商標」) 規格に従って動作する2線プロセス制御ループ18に接続される。しかし

50

ながら、この発明はこれらの規格または2線構成に限定されない。2線プロセス制御ループ18は送信器12および制御室20間に配線されている。ループ18がハート(HART「登録商標」)プロトコルに従って動作するこの実施例では、該ループ18は感知されたプロセス変数を表す電流Iを流すことができる。またハート(HART「登録商標」)プロトコルは、ループ18を流れる電流にデジタル信号を重畳でき、このデジタル情報は送信器12で送受されることができる。フィールドバス規格に従って動作する場合、ループ18はデジタル信号を搬送し、その他の送信器等、複数のフィールド装置に接続されることができる。

#### 【0009】

図2は、回路ブロックが装着された一つの構成例を示す送信器12の斜視図である。この例では、送信器12は感知モジュール42に接続された機能モジュール(feature module)40を含んでいる。感知モジュール42は、マニホールドプロセス接続部44を介してプロセスパイプ16(図1に示した)に接続される。

10

#### 【0010】

機能モジュール40は、感知モジュール42内に設けられた感知モジュール電気回路52に接続される機能モジュール電気回路50を含んでいる。典型的には、感知モジュール電気回路52は、プロセスの運転に関連するプロセス変数を感知するために使用されるプロセス変数センサ、例えば図1に示したセンサ21に接続される。機能モジュール電気回路50は、出力回路60、ループオーバライド回路62、および診断回路64を含んでいる。回路60、62、および64は、ハードウェア、ソフトウェア、またはこれら二つのハイブリッド組み合わせによって実施でき、送信器12内の任意の位置に配置することができる。

20

#### 【0011】

運転中、出力回路60は、例えば、測定されたプロセス変数を表すためにループ18を流れる電流Iの値を制御する。測定されたプロセス変数は、産業プロセスの運転を監視または制御するために使用することができる。ある用途では、出力回路60はループ18を介して受入れられた電力を使って発生された電力を送信器12内の回路に供給するためにも使用される。安全無瑕疵レベル(Safety Integrity Level: SIL)保証を取得する等、ある用途では、送信器12は特定の信頼ある基準に合致する必要がある。例えば、プロセスは故障または差し迫った故障の際にプロセスの遮断を確実にするため、ある種の検定(certification)では、送信器12内の別の部品が故障した場合でも、警告信号が適正に送信されて安全な遮断が行われることを要求している。

30

#### 【0012】

本発明の一つの特徴によれば、診断回路64は、送信器12の内部故障モード及び/または後述するスタベーションつまりEMI等の外部影響を検出するために使用する診断を提供することができる。診断回路64は出力回路60の故障つまり差し迫った故障を検出することができる。診断回路64は出力回路60の動作を無効にし、ループ18を警告電流レベル状態にするループオーバライド回路62を始動するために使用される。例えば、ループオーバライド回路62はループ電流を予定の値にセットすることができる。4-20mA電流ループにおいて、電流Iはループオーバライド回路62によって3.8mA以下または21mA以上にセットすることができ、これによって警告信号をループ18上に送出する。これらの電流レベルは、それぞれ、「ローアラーム」および「ハイアラーム」と呼ぶ。しかしながら、この電流はプロセス変数を表すレベルを含む所望のいかなるレベルにでも設定することができる。

40

#### 【0013】

図3は、送信器12の簡略化されたブロック図である。図3に示すように、送信器12はプロセス変数センサ21に接続される測定回路70を含む。回路70は、図2に示したセンサモジュール回路52上に含めることができる。出力ステージ72が測定回路70に接続され、プロセス制御ループ18上に情報を送出(ある実施例では受信)するように構成される。出力ステージ72はループオーバライド回路62および出力回路60を含む。

50

しかしながら、回路60および62は別の実施例に従って構成することができる。測定回路70はセンサ21で感知されるプロセス変数の初期処理を提供するように構成される。測定回路70の実施に際しては、マイクロプロセッサがよく使われる。マイクロプロセッサは図3に示した他の回路を機能的に実施するためにも使用される。

#### 【0014】

正常な運転では、センサ21によって感知されたプロセス変数は、プロセス制御ループ18上での伝送のため、出力回路60を使ってアナログ電流レベルまたはデジタル信号に変換される。しかしながら、診断回路64によって警告状態が感知されたとき、ループオーバーライド回路62は出力回路60によって生成された出力を無効にするように構成され、ループ18内を搬送される電流レベル $I$ を、予定の警告レベル、例えば予定のしきい値レベル以上または以下に駆動する。ループオーバーライド回路62は出力回路60に直列もしくは並列接続されるか、または該回路60中に含めることができる。その他の構成も使用することができる。ある実施例では、ループオーバーライド回路62は出力回路60もしくは送信器12内のその他の構成部分を、スイッチを切って停止したり、切り離したりするように構成される。

10

#### 【0015】

診断回路64はユーザが望むように警告状態を感知することができる。診断回路64は任意の診断技術に従って動作でき、特にここで説明されているものに限定されない。例えば、診断回路64は、送信器12内の個別の構成部分または送信器12内のすべての構成部分の零入力消費電流(quiescent current draw)を感知するように構成することができる。多くの故障メカニズムの兆候は零入力時の「動作」電流レベルの増大によって認識することができる。このことは、2003年8月7日出願の、「零電流診断装置を有するプロセス装置」という名称の米国特許出願第10/635,944号中に記述されている。零入力消費電流に基づいて検出される故障の例は、静電気放電の損傷による潜在的な故障、稲光または瞬間的な電流の流れによる部品の損傷、ツェナーダイオード等、半導体内のリーク、コンデンサ等フィルタ部品のリーク、デンドライト成長すなわち腐食によるリーク、または他の故障もしくは差し迫った故障である。

20

#### 【0016】

零入力電流診断機能は、零入力電流の増大によって、プロセスループ電流 $I$ を制御することができないことの予測、及び/又は検出を可能にし、これによってループオーバーライド回路62を始動する。

30

#### 【0017】

零入力電流診断は、専らフィールドバスのようなデジタル形式で通信する装置において特に有利である。このような装置において零入力電流レベルがデジタル信号の送信を妨げた場合、該装置はプロセスに関連する情報を送信する他の手段を有していない。したがって、このような零入力電流診断の構成によって、送信器12は本質的な故障の前に、差し迫った故障の指示を送信することができる。一つの実施例では、ループオーバーライド回路62は送信器12の通信回路をプロセス制御ループ18から切り離すことができる。もう一つの実施例では、零入力消費電流が、送信器12またはプロセス制御ループ18の機能が停止するレベルに達したときに、ループオーバーライド回路62が送信器12をプロセス制御ループ18から切り離すので、プロセス制御ループ18は動作を継続することができる。

40

#### 【0018】

図4は、診断回路64の一実施例を示す簡略化されたブロック図である。図4において、比較器74はループ電流 $I$ と直列に接続された抵抗器76での電圧降下を感知するのに使用される。比較器74は予め定められたしきい値を超えるループ電流の変化を検出し、これに応じてループオーバーライド回路62に信号を供給するように構成できる。比較器74からの信号にตอบสนองして、ループオーバーライド回路62は出力回路60の通常動作を無効にしてループ電流 $I$ を警告レベルに駆動する。比較器74は、例えば、上方および下方のしきい値を超える電流の逸脱を検出するための複数の比較器を備えることができる。比較

50

器 7 4 への基準入力は、例えば、抵抗ラダーネットワーク、ダイオードなどの適当な手段、または他の手法を使って発生することができる。比較器 7 4 の出力はループオーバーライド回路 6 2 に接続するように記載されている。ループオーバーライド回路 6 2 は比較器 7 4 の出力を受信するマイクロプロセッサを含むことができるか、または比較器 7 4 の出力はループオーバーライド回路 6 2 の電気部品を直接制御するために使用することができる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 5 は、本発明の他の実施例を示す簡略化された図であり、診断回路 6 4 は抵抗器 7 6 の両側に接続されたアナログ/デジタル変換器 8 0 を使用して構成されている。上述のように、抵抗器 7 6 はループ 1 8 に直列に接続されているので、該抵抗器 7 6 での電圧降下はループ電流  $I$  を示している。アナログ/デジタル変換器 8 0 の出力は図 7 に示したループオーバーライド回路 6 2 またはマイクロプロセッサ 1 3 8 に接続することができる。マイクロプロセッサはデジタル化されたループ電流値をメモリ内に格納されているしきい値と比較し、その結果によってループオーバーライド回路 6 2 を始動し、ループ電流を警告信号レベルに駆動する。しきい値は、例えばメモリ内に格納しておくことができる。さらに、診断回路 6 4 はループ電流  $I$  を監視してループ電流値の動向を検出することができる。例えば、欠乏 (starvation) または電磁妨害 (EMI) によるループ電流の動向中の異常はループオーバーライド回路 6 2 を始動するために使用できる。端子電圧が不十分である場合 (つまり欠乏している場合)、出力回路 6 0 は所望の出力を行うことができない。電磁妨害のレベルが大きい場合には、ループ電流  $I$  に変化が生じる。もう一つの例では、マイクロプロセッサはデジタル化されたループ電流値をループ電流の期待値と比較することができる。例えば、ループ電流の期待値は、感知されたプロセス変数の特定の値に対応して設定されるべきループ電流値とすることができる。感知されたループ電流値が、電流期待値から予定量、例えば、1 パーセント以上変化した場合、マイクロプロセッサはループオーバーライド回路 6 2 の動作を起動することができる。

#### 【 0 0 2 0 】

図 6 A および 6 B は出力回路 6 0 およびループオーバーライド回路 6 2 の構成例を示す二つの簡略化されたブロック図である。図 6 A において、ループオーバーライド回路 6 2 は出力回路 6 0 と並列に接続されている。ループオーバーライド回路 6 2 および出力回路 6 0 間のオプション的な (任意選択できる) 接続が示され、ある実施例ではループオーバーライド回路 6 2 がループ 1 8 から出力回路 6 0 を遮断するか、さもなければ切り離す。図 6 B では、ループオーバーライド回路 6 2 は出力回路 6 0 と直列に接続されているように記載されている。ループオーバーライド回路 6 2 および出力回路 6 0 間のオプション的な接続は、ループ 1 8 から出力回路 6 0 を切り離すか、出力回路 6 0 をバイパスするために使用することができる。直列 - 並列接続、または出力回路 6 0 およびループオーバーライド回路 6 2 のいくつかの部品もしくはすべてを共用する実施例等、他の構成を使用することができる。本装置は、例えば、一つまたはそれ以上のスイッチやヒューズを使うことによってループから電氣的に切り離すことができる。

#### 【 0 0 2 1 】

診断回路 6 4 によってループ電流を制御できないことが一旦検出されると、ループオーバーライド回路 6 2 は送信器 1 2 が確実に無効警告信号を出力する。例えば、図 6 A に示すようにループオーバーライド回路 6 2 が出力回路 6 0 と並列に接続されている場合、ループオーバーライド回路 6 2 は合計ループ電流がハイアラーム信号を示す 2 1 ミリアンペア以上となるように付加的な電流を分流 (shunt) することができる。別の実施例では、ループオーバーライド回路 6 2 は問題となっている回路を切り離すことによってハイアラーム信号およびローアラーム信号のいずれかの送出手を可能にする切り離し機構を有する。この実施例では、切り離し回路を前記問題の回路に直列に接続することができる。もう一つの実施例では、ループオーバーライド回路 6 2 は、必要に応じてループ電流を制御するために使用することができる第 2 の (つまりバックアップの) ループ制御回路を含むことができる。もう一つの実施例では、診断回路 6 4 は、マイクロプロセッサまたは送信器内 1 2 内の他の手段によって周期的にトリガされるウォッチドッグ回路 1 5 0 を含む。ウォッチドッグ

10

20

30

40

50

回路150はハードウェアまたはソフトウェアに含まれる故障を検出することができる。ウォッチドッグ回路150が予定の制限時間以内にトリガされない場合、ループオーバーライド回路62が始動されてハイまたはローアラーム信号が送出される。

#### 【0022】

図7は送信器12内の回路の一例を示すさらに詳細なブロック図である。図7において、シャントレギュレータ100およびループフィードバック抵抗器104を介して2線プロセス制御ループ18に接続される機能モジュール電気回路50が示されている。パワーレギュレータ110がセンサモジュール電気回路52に接続される。また、プロセス変数センサ112を介してプロセスに接続されたセンサモジュール電気回路52が示されている。オプション的な出力表示装置114も示されている。

10

#### 【0023】

ループオーバーライド回路62はデジタル/アナログ(D/A)変換器122およびアナログ/デジタル(A/D)変換器64に接続されるマイクロコントローラ138内に部分的に設けてもよい。アナログ/デジタル変換器64はループ電流を測定するように構成され、かつ診断回路64の機能を備えることもできる。

#### 【0024】

動作中、マイクロコントローラ138は、D/A変換器122およびシャントレギュレータ100を使ってループ18を通る電流Iを制御し、該電流に変調された任意のデジタルデータを乗せるように構成される。アナログ/デジタル変換器64はループ18を流れる電流Iを示す出力を提供する。アナログ/デジタル変換器64はまた送信器12または送信器12内の構成部品によってもたらされる零入力(動作)電流に関連する出力を提供するために接続される。マイクロプロコントローラ138は、警告状態を検出するために使用されるしきい値を格納するメモリ140を有する。測定されたループ電流をメモリ140内に格納されているしきい値と、あるいは感知されたプロセス変数に基づくループ電流の期待値と周期的に比較することによって、マイクロコントローラ138は警告状態が発生したかどうかを判断することができる。もちろん、必要に応じてその他の警告状態を検出でき、本発明はここで説明したものに限定されない。

20

#### 【0025】

警告状態が検出されると、マイクロコントローラ138はループオーバーライド回路62を始動することによって警告信号をプロセス制御ループ18上に送信する。それから、ループ18を流れる電流Iは固定の電流レベルに設定される。実施例では、所望の出力を供給する他の回路に十分な電力を供給するため、装置内の回路は切り離すか遮断されることができる。ループ無効を提供する一つの手法は装置を切り離すか、さもなければ装置をプロセス制御ループに対してオフラインにすることである。

30

#### 【0026】

図7はまたマイクロコントローラ138に接続されたウォッチドッグ回路150を示している。ウォッチドッグ回路150はマイクロコントローラ138によって周期的にトリガされなければならない。マイクロコントローラ138がウォッチドッグ回路150のトリガを停止した場合、故障が発生したと推定される。故障の例としては、不適切なプログラムの流れ、マイクロプロセッサまたはメモリの故障、クロック誤差等を含むが、これらに限定されない。ウォッチドッグ回路150がトリガされない場合、ウォッチドッグ回路150はループオーバーライド回路62に信号を送出し、ループオーバーライド回路62がプロセス制御ループ18を警告電流レベルに駆動するようにする。

40

#### 【0027】

本発明は好ましい実施形態を参照して説明されたが、当業者は形状および細部において本発明の範囲から逸脱しないで変形できることを認識できるであろう。上記は一つの構成例を示したものであり、4-120mA、2,3または4線ループ、マルチ・ドロップループ、およびプロセス制御ループ内を流れる電流を制御することによってプロセス関連情報を送信するフィールドバス、プロファイバス、HART(登録商標)またはその他の通信プロトコルに従って動作するループ等の、適当なプロセス制御ループを任意に使用する

50

ことができる。本発明は特にプロセス制御ループに対する追加の安全レイヤを提供する安全装置化システム (Safety Instrumented System: SIS) の構成に有用である。本発明はプロセス装置の安全無瑕疵レベル (SIL) 評価を向上させる技術を提供することができる。これらの技術は、未発見の故障、つまり潜在的に不安全な状態を、安全状態に従って起きる検出された故障に転換するために使用することができる。それによって、安全装置化システム (SIS) で使用されるプロセス装置用の安全故障フラクション (Safety Failure Fraction: SFF) を増大することができる。本発明は2003年11月21日に管理オーバレイヤ付きプロセス装置という名称で出願された米国出願番号10/719163号で明らかにした技術に関連して使用することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0028】

【図1】プロセス制御ループに接続するプロセス装置を含むプロセス制御システムを表す図である。

【図2】図1のプロセス装置内を示す斜視図である。

【図3】プロセス装置内回路の簡略化されたブロック図である。

【図4】診断回路を実施するための比較器を含む回路の簡略化されたブロック図である。

【図5】診断回路を実施するためのアナログ/デジタル変換器を含む回路の簡略化されたブロック図である。

【図6A】出力回路と並列に接続されたループオーバーライド回路を示す簡略化された電気回路である。

20

【図6B】出力回路と直列に接続されたループオーバーライド回路を示す簡略化された電気回路である。

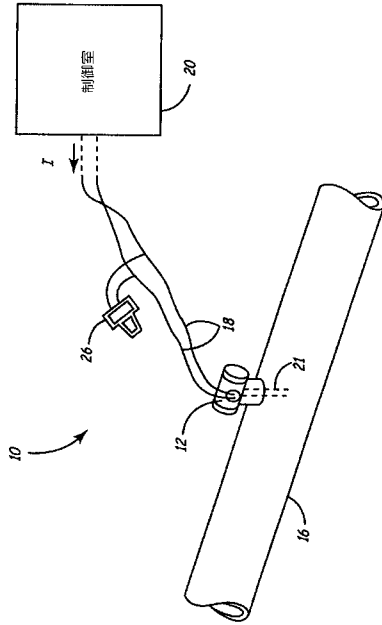
【図7】図1のプロセス装置内の電気回路の、より詳細なブロック図である。

【符号の説明】

【0029】

10 ..... プロセス制御システム、 12 ..... 送信器、 16 ..... プロセスパイプ、 18 ..... 2線プロセス制御ループ、 20 ..... 制御室、 21 ..... センサ、 60 ..... 出力回路、 62 ..... ループオーバーライド回路、 64 ..... 診断回路、 70 ..... 測定回路、 72 ..... 出力ステージ

【図1】



【図2】

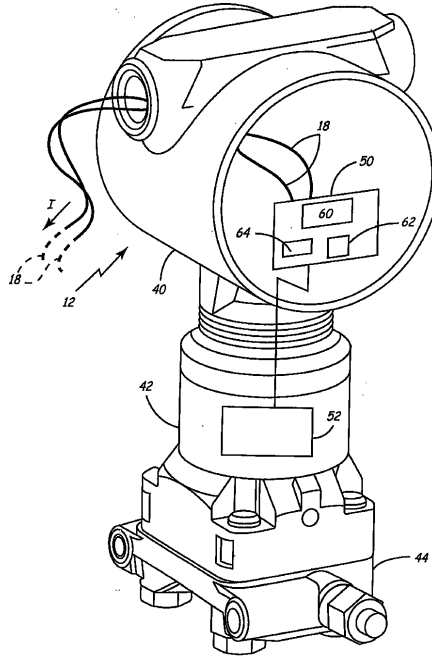
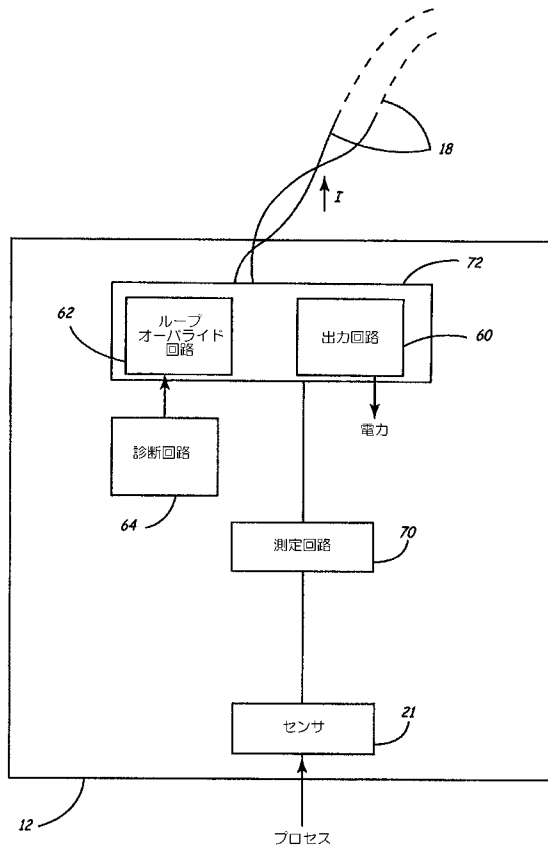
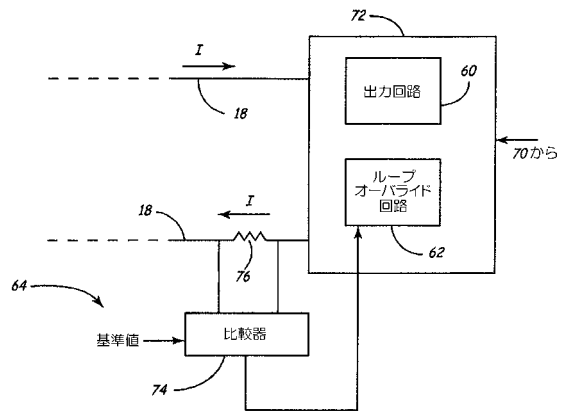


FIG. 2

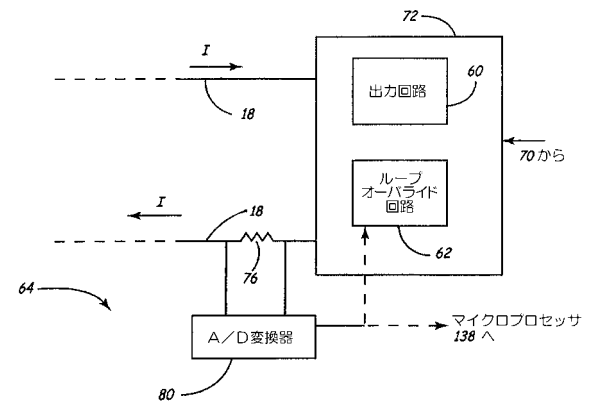
【図3】



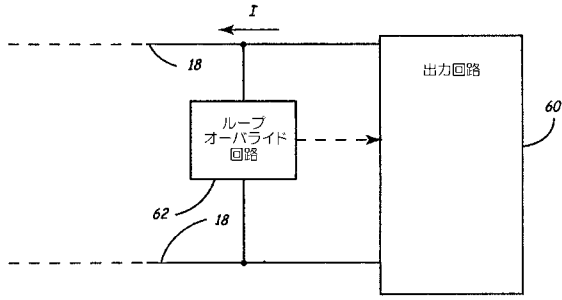
【図4】



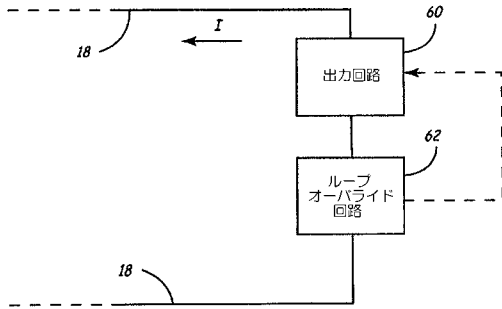
【図5】



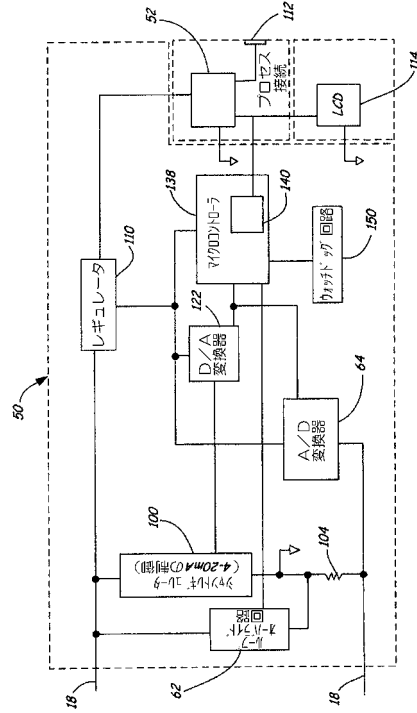
【図6A】



【図6B】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ロングスドルフ, ランディ, ジェイ.

アメリカ合衆国 55318 ミネソタ州、チャスカ、ヘリテージ コート 1343

審査官 佐藤 彰洋

(56)参考文献 国際公開第03/060851(WO, A1)

特開平11-182443(JP, A)

特表平03-500584(JP, A)

特開平02-227670(JP, A)

特表平08-507868(JP, A)

特開平05-216501(JP, A)

特開昭61-109337(JP, A)

特開昭63-197197(JP, A)

特開2002-062903(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 9/02-9/03

G05B 23/02

G08C 19/02

G08C 25/00

G01R 19/00

G01R 31/28