

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6071011号  
(P6071011)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.  
G 0 1 B 7/00 (2006.01)

F I  
G O 1 B 7/00 I O 1 E

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-510356 (P2014-510356)	(73) 特許権者	500575824
(86) (22) 出願日	平成24年4月30日 (2012. 4. 30)		ハネウェル・インターナショナル・インコ
(65) 公表番号	特表2014-514588 (P2014-514588A)		ーポレーテッド
(43) 公表日	平成26年6月19日 (2014. 6. 19)		アメリカ合衆国ニュージャージー州079
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/035741		50, モリス・ブレインズ, テイバー・ロ
(87) 国際公開番号	W02012/158328		ード 115
(87) 国際公開日	平成24年11月22日 (2012. 11. 22)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成27年4月30日 (2015. 4. 30)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	13/107, 042	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成23年5月13日 (2011. 5. 13)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101373
			弁理士 竹内 茂雄
		(74) 代理人	100118902
			弁理士 山本 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LVDTコアフォールアウト状態の検出のための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

線形可変差動トランス (LVDT) (200, 300) の第 1 の感知コイル (204、304) にわたって第 1 の電圧 ( $V_A$ ) を測定するステップ (602) と、

LVDTの第 2 の感知コイル (206、306) にわたって第 2 の電圧 ( $V_B$ ) を測定するステップ (602) と、

( i )  $V_A$  及び  $V_B$  の比が 1 の値の特定のレンジに収まるかどうか判断するステップ (606) 、

( ii )  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和よりも、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ (608) )

に応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするステップ (614) と、を有し、

LVDTのコア (208、308) がLVDTの移動の一端にあるとき、 $V_{A0}$  は、LVDTの第 1 の感知コイルにわたる最小電圧であり、LVDTのコアがLVDTの移動の対向端部にあるとき、 $V_{B0}$  は、第 2 の感知コイルにわたる最小電圧であることを特徴とする方法。

【請求項 2】

$V_A$  と  $V_B$  の少なくとも一方が所定の閾値電圧よりも低い場合、エラー状態をシグナリングするステップ (610) を更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

線形可変差動トランス (LVDT) (200, 300) の第 1 の感知コイル (204, 304) にわたって第 1 の電圧 ( $V_A$ ) を測定し、前記 LVDT の第 2 の感知コイル (206, 306) にわたって第 2 の電圧 ( $V_B$ ) を測定する回路 (126) と、

(i)  $V_A$  及び  $V_B$  の比が 1 の値の特定のレンジに収まるかどうか判断するステップ、

(ii)  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和よりも、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ (608)

に応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするように構成された処理デバイス (122) と、

を有し、

LVDТのコア (208, 308) が LVDT の移動の一端にあるとき、 $V_{A0}$  は、LVDT の第 1 の感知コイルにわたる最小電圧であり、LVDT のコアが LVDT の移動の対向端部にあるとき、 $V_{B0}$  は、第 2 の感知コイルにわたる最小電圧である

ことを特徴とする装置。

#### 【請求項 4】

$V_A$  と  $V_B$  の少なくとも一方が所定の閾値電圧よりも低い場合、前記処理デバイスが、エラー状態をシグナリングするように更に構成され、前記所定の閾値電圧が、 $V_A$  と  $V_B$  の少なくとも一方に基づいていることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

#### 【請求項 5】

コンピュータプログラムを実装する非一時的なコンピュータ読取可能媒体であって、該コンピュータプログラムが、

線形可変差動トランス (LVDT) (200, 300) の第 1 の感知コイル (204, 304) 全体の第 1 の電圧 ( $V_A$ ) の測定と、LVDT の第 2 の感知コイル (206, 306) 全体の第 2 の電圧 ( $V_B$ ) を測定とを受信するステップ (602) と、

(i)  $V_A$  および  $V_B$  の比率が 1 の値の特定のレンジ内にあるかどうか判断するステップ (606) と、(ii)  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和と比べて、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ (608) と、に  
応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするステップ (614) と、

のためのコンピュータ読取可能プログラムコードを包含し、

LVDТのコア (208, 308) が LVDT の移動の一端にあるとき、 $V_{A0}$  は、LVDT の第 1 の感知コイルにわたる最小電圧であり、LVDT のコアが LVDT の移動の対向端部にあるとき、 $V_{B0}$  は、第 2 の感知コイルにわたる最小電圧である

ことを特徴とするコンピュータ読取可能媒体。

#### 【請求項 6】

前記特定のレンジが、約  $\pm 10\%$  であり、前記所定の量が約  $30\%$  であることを特徴とする請求項 5 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

[0001] この開示は、全体的に制御システムに関する。より具体的には、この開示は、線形可変差動トランス (LVDT) コアフォールアウト状態の検出のための装置および方法に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

[0002] 処理施設は、プロセスコントロールシステムシステムを使用して、概して管理される。他の機能の中で、これらの制御システムはしばしばバルブの使用を管理し、それは処理施設の材料の流れを制御する。例示の処理施設は、製造工場、化学プラント、原油精製所および鉱石処理工場を含む。これらの施設において、バルブは水の流れ、油、塩化水素酸または施設のいかなる他または追加的な材料も制御することができる。

#### 【0003】

[0003] 線形可変差動トランス (LVDTs) は、位置または置換を測定するために広く使

10

20

30

40

50

われている電気機械トランスデューサである。LVDTが、バルブまたは他の制御装置の物理的な位置に関するフィードバックを提供するプロセスコントロールシステムシステムで使われることができる。この例では、LVDTの磁気コアの位置は、プロセスコントロールシステムシステムによって検出される。いくつかの失敗モードにおいて、コアはLVDTの中で物理的にフォールアウトする。この失敗モードが検出されない場合、プロセスコントロールシステムシステムは関連する制御装置に誤った制御信号を提供することができる。これは、処理施設へのダメージまたは処理施設の人員の危険な条件に結果としてなり得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

[0004] この開示は、線形可変差動トランス (LVDT) コアフォールアウト状態の検出のための方法と装置を提供する。

[0005] 第1の実施形態では、方法は、線形可変差動トランス (LVDT) の第1の感知コイル全体の第1の電圧 ( $V_A$ ) を測定するステップと、LVDTの第2の感知コイル全体の第2の電圧 ( $V_B$ ) を測定するステップを含む。(i)  $V_A$  および  $V_B$  の比率が1の値の指定されたレンジの中にあるかどうか判断するステップと、(ii)  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和よりも、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ、に応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするステップを有し、LVDTのコアがLVDTであるとき、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  は、それぞれ、LVDTの第1及び第2の感知コイルにわたる最小電圧であることを特徴とする。

【0005】

[0006] 第2の実施形態では、装置は、LVDTの第1の感知コイル全体の第1の電圧 ( $V_A$ ) を測定し、LVDTの第2の感知コイル全体の第2の電圧 ( $V_B$ ) を測定するように構成される回路を含む。装置はまた、(i)  $V_A$  および  $V_B$  の比率が1の値の指定されたレンジの中にあるかどうか判断するステップと、(ii)  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和よりも、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ、に応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするように構成された処理デバイスを包含し、LVDTのコアがLVDTであるとき、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  は、それぞれ、LVDTの第1及び第2の感知コイルにわたる最小電圧であることを特徴とする。

【0006】

[0007] 第3の実施形態では、非遷移コンピュータ読取可能媒体は、コンピュータプログラムを具現化する。コンピュータプログラムは、線形可変差動トランス (LVDT) の第1の感知コイル全体の第1の電圧 ( $V_A$ ) の測定を受信し、LVDTの第2の感知コイル全体の第2の電圧 ( $V_B$ ) を測定を受信するためのコンピュータ読取可能プログラムコードを包含する。コンピュータプログラムはまた、(i)  $V_A$  および  $V_B$  の比率が1の値の指定されたレンジの中にあるかどうか判断するステップと、(ii)  $V_A$  と  $V_B$  との和が、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  との和よりも、所定の量よりも多い量だけ小さいかどうか判断するステップ、に応答してコアフォールアウト状態をシグナリングするためのコンピュータ読取可能プログラムコードを包含し、LVDTのコアがLVDTであるとき、 $V_{A0}$  と  $V_{B0}$  は、それぞれ、LVDTの第1及び第2の感知コイルにわたる最小電圧であることを特徴とする。

【0007】

[0008] 他の技術的特徴は、以下の図、説明および特許請求の範囲から直ちに当業者にとって明らかであろう。

[0009] この開示のより完全な理解のため、添付の図面を参照して以下の発明の詳細な説明を考慮する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】 [0010] 図1は、この開示による例示のプロセスコントロールシステムシステムを例示する。

【図2】 [0011] 図2は、この開示によるプロセスコントロールシステムシステムの用途

10

20

30

40

50

に適している第1の例示の線形可変差動トランス (LVDT) を例示する。

【図3】[0012] 図3は、この開示によるプロセスコントロールシステムシステムの用途に適している第2の例示のLVDTを例示する。

【図4】[0013] 図4は、測定された電圧を複数の状況に関してLVDTに示している例示のグラフを図示する。

【図5】[0014] 図5は、この開示に従うLVDTを試験する例示の方法を図示する。

【図6】[0015] 図6は、この開示によるLVDTコアフォールアウト状態を検出する例示の方法を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

[0016] 図1乃至6、下記の議論、および、この特許文献の本発明の原理を記載するために用いるさまざまな実施形態は、説明だけに限定され、本発明の範囲を制限するいかなる方法として解釈されてはならない。当業者は、本発明の原則が最適に配置された装置またはシステムのいかなるタイプにもおいて実装されることができると理解する。

【0010】

[0017] 図1は、この開示による実施形態プロセスコントロールシステムシステム100を例示する。図1に示されるプロセスコントロールシステムシステム100は、説明だけのためにある。他のシステムが、この開示の範囲内において、使われることができる。

【0011】

[0018] 図1に示すように、プロセスコントロールシステムシステム100は、位置が線形可変差動トランス (LVDT) 104によって検出されるバルブ102 (または他の制御エレメント) を含む。バルブ102の位置は、アクチュエータ106によって制御される。バルブ102は、流体またはガスがパイプまたは他の構造で流れるレートを制御する。これは、速度、温度、または、プロセスコントロールシステムシステム100が作動する処理施設の一つ以上のエレメントの他の特徴に影響を及ぼすことができる。バルブ102は、材料の流れを物理的に制御するためのいかなる適切な構造も含む。LVDT 104は、バルブの位置または磁気コアを使用している他の構造を測定するためのいかなる適切な構造も含む。アクチュエータ106は、バルブを開閉するためのいかなる適切な構造も含む。

20

【0012】

[0019] 第1の入出力 (I/O) モジュール108は、LVDT 104に連結し、LVDT 104のコアの位置に基づいて、LVDT 104によって出される信号を受信するように構成される。第2のI/Oモジュール110は、アクチュエータ106に連結し、アクチュエータ106にバルブ102の位置を変えさせるためにアクチュエータ106に信号を送るように構成される。

30

【0013】

[0020] I/Oモジュール108は、LVDT 104から受信し、電圧信号を処理するように構成される回路126を含む。例えば、回路126はLVDT 104から受け取られる電圧をフィルターをかけることができ、または拡大・縮小することができる。回路126はまた、アナログ・デジタル・フォーマットからLVDT 104から受け取られる電圧を変換することができる。回路126は、更に過電圧保護をI/Oモジュール108に提供することができる。具体例において、回路126は電圧のための値がLVDT 104から受け取った平方二乗平均 (RMS) を測定する。

40

【0014】

[0021] この例では、I/Oモジュール108も、受け取られ、回路126によって処理される電圧信号から、コアフォールアウト状態を検出する。この機能性は、いかなる適切な仕方で提供されることができる。図1において、I/Oモジュール108は、コアフォールアウト状態を検出するように構成される少なくとも一つの処理装置122を含む。また、少なくとも一つのメモリ124は、少なくとも一つの処理装置122によって実行されるデータおよび命令 (例えば一つ以上のソフトウェア・ルーチン) を保存する。処理装置122は、いかなる適切な処理装置 (例えばマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、FPGAまたはASIC) であってもよい。メモリ124は、いかなる適切なストレージおよび検索デバイス (例えばRAMまたはROM) であってもよい。しかし、I/Oモジュール108

50

は、LVDTから信号を検出するためのいかなる適切な構造も含み、限定されない

[0022] I/Oモジュール108は、コントローラ112に連結し、それはLVDT 104から受け取られる信号に関するI/Oモジュール108へ / から、メッセージを送受信するように操作可能である。I/Oモジュール108にコントローラ112によって送られるメッセージは、構成、命令およびプログラムコードを含むことができる。I/Oモジュール108からコントローラ112によって受け取られるメッセージは、位置データ、警報およびエラー・メッセージを含むことができる。コントローラ112はまた、I/Oモジュール110に連結し、アクチュエータ106を作動することに関するI/Oモジュール110に、メッセージを送受信するように操作可能である。そして、それによってコントローラ112がバルブ102を所望の設定を成し遂げるために制御することができる。

10

【 0 0 1 5 】

[0023] コントローラ112は、演算処理システムの制御少なくとも一つの要素のためのいかなる適切な構造も含む。特定の実施形態として、コントローラ112はストア・データおよび命令（例えば一つ以上のソフトウェア・ルーチン）が少なくとも一つの処理装置118によって、実行した少なくとも一つの処理装置118および少なくとも一つのメモリ120を含むことができる。

【 0 0 1 6 】

[0024] 動作の一態様において、コントローラ112はI/Oモジュール108および110に、個々に、そして、集合的に、バルブ102、LVDT 104およびアクチュエータ106上の初期化手順および試験を実行するよう命令することができる。例えば、I/Oモジュール108はLVDT 104の回路を試験することができ、I/Oモジュール110はアクチュエータ106の回路を試験することができる。さらに、一緒に、I/Oモジュール108および110はバルブ102をその全開で完全に閉位置に駆動することができ、I/Oモジュール108は少なくともそれらの2つの位置のLVDT 104から受け取られる信号を記録する。

20

【 0 0 1 7 】

[0025] 一つ以上のこれらのテストのあるいは他の時間の中に、I/Oモジュール108は、機械的な故障や予期しないバルブの活動を通じて、LVDT104のコアは、もはや（「コア降下物」状態と呼ばれる）LVDT104に存在しないかどうか判断する。応答では、I/Oモジュール108は、コントローラ112にメッセージを送ることができるかまたは他の適当な修正処置をすることができる。このようなメッセージに回答して、コントローラ112は、トラブルシューティングや修理、バルブ102とLVDT104をスケジュールするメンテナンスシステム114に関連したメッセージを送信することができる。コントローラ112はまた、警報をワークステーション116に見えるように作ることによって通知をオペレータ・ワークステーション116に送信することができる。コントローラ112は、更にその処理制御を変えることができ、またはいくつかのシャットダウンまたは処理施設の全てを開始することができる。

30

【 0 0 1 8 】

[0026] このような方法で、LVDT 104の1つの前に検知されていない失敗モードはプロセスコントロールシステムシステム100によって検出されることができ、適切な措置がとられ得る。これは、処理施設への損傷を低減または処理施設における危険な状態の形成を防止するのを助けることができる。

40

【 0 0 1 9 】

[0027] 図1がプロセスコントロールシステムシステム100の1つの実施形態を例示するにもかかわらず、さまざまな変化を図1にすることができる。例えば、プロセスコントロールシステムシステム100は、いかなる数のバルブ、LVDTs、アクチュエータ、I/Oモジュールおよびコントローラを含むことができる。また、図1に示される機能的な分割は、説明だけのためにある。図1のさまざまな構成要素は結合されることができ、再分割されることができ、または省略されることができ、追加的な構成要素は特定のニーズによって加えられることができる。たとえば、I/Oモジュール108の動作をモニタしているLVDTコアは、コントローラ112においてインプリメントされることができ。この場合、I/Oモジュール108の回路126は、コントローラ112に電圧測定値を提供することができ、コントローラ1

50

12はLVDTコアフォールアウト検出機能性をインプリメントすることができる。加えて、システム100の構成要素は、有線または無線リンクを介して、および、直接であるかネットワーク化された接続を介して通信することができる。

【0020】

[0028] 図2は、この開示によるプロセスコントロールシステムシステムの用途に適している第1の実施形態のLVDT 200を例示する。このLVDT 200は、励起（またはプライマリ）コイル202、2つの検知（またはセカンダリ）コイル204および206および可動磁気コア208を有するトランスを含む。感知コイル204は物理的にコア208の移動の一端にあり、感知コイル206は物理的にコア208の移動の対向端部にある。図4を参照して説明したように、交流電流（AC）入力電圧（ $V_{EX}$ ）が、感知コイル204および206（それぞれ、 $V_A$ 及び $V_B$ ）で出力電圧を発生する励起コイル202に印加される。出力電圧 $V_A$ および $V_B$ は、コア208の位置に従い変化する。3つの別々の導線のペアがLVDT 200に接続するので、LVDT 200は「6つの導線」構成と称してもよい。

10

【0021】

[0029] 図3は、この開示によるプロセスコントロールシステムシステムの用途に適している第2の実施形態LVDT 300を例示する。この例では、LVDT 300は励起コイル302、2つの感知コイル304および306および可動コア308を有する。各々の感知コイル304および306の一端は、電氣的に共通のコンタクト310に連結する。LVDT 300のために5つの電氣的コンタクトがあるので、LVDT 300の構成は「5つの導線」構成と称してもよい。

【0022】

20

[0030] 図2および3のLVDT 200および300は、移動の対向端部でコア208および308を例示する。コア208は、感知コイル206に対してよりも更に強く磁氣的に励起コイル202を感知コイル204に連結し、結果として、感知コイル206よりも、感知コイル204において誘導される高い電圧になる。同様に、コア308は、感知コイル304に対してよりも更に強く磁氣的に励起コイル302を感知コイル306に連結し、結果として、感知コイル304よりも、感知コイル306において誘導されている高い電圧になる。その結果、出力電圧は検出されることができ、その移動位置の2つの端の間のコイル208または308の相対的な位置を決定するために比較されることができる。

【0023】

[0031] 図4は、測定された電圧を複数の状況に関してLVDTに示している実施形態グラフ400を例示する。説明の単純性のために、参照はバルブに連結する図2のLVDT 200になされが、グラフ400の原則はいかなる制御要素にも連結するいかなるLVDTにもあてはめることができる。

30

【0024】

[0032] LVDT 200の感知コイル204および206の測定された電圧は、グラフ400の垂直軸に沿って示され、LVDT 200のコア208の位置はグラフ400の水平軸に沿って示される。コア208の位置に関連したバルブの状態（「閉」乃至「開」）は、水平軸にラベルをつけるのに用いる。他の実施形態では、LVDT 200によって検出される制御要素の他の条件は、水平軸に沿って示されるコア208の位置にすることができる。

【0025】

40

[0033]  $V_A$ および $V_B$ のためのトレース402および404はそれぞれ、グラフ400に示される。コア208がその移動の一端にある（バルブは、その完全に閉位置にある）とき、図2に関して記載されているように、感知コイル204にコア208は強く更に励起コイル202を感知コイル206に連結する。グラフ400において、この構成は、最大値 $V_{B\_max}$ である $V_B$ および最小限の値 $V_{A\_min}$ である $V_A$ によって示される。コア208が移動のその対向端部にある（バルブは、その全開位置にある）とき、感知コイル206にコア208は強く更に励起コイル202を感知コイル204に連結する。グラフ400において、この構成は、最小限の値 $V_{B\_min}$ である $V_B$ および最大値 $V_{A\_max}$ である $V_A$ によって示される。

【0026】

[0034] グラフ400は、コア降下状態を検出するための最小閾値電圧を表す電圧406を示

50

している。 $V_A$ が $V_B$ が電圧406以下に落ちる場合、誤り状態があり、コアフォールアウト状態が検出されない。このようなオープンワイヤやその他のハード障害などの障害状態、 $V_A$ または $V_B$ は、電圧406を下回ることが発生する場合がある。電圧406は、測定された電圧 $V_{A\_min}$ または $V_{B\_min}$ から算出されることができる。コア208がLVDT200から除去されているが、励磁コイル202に通電すると、他の実施形態では、電圧406は、感知コイル204および206の一方または両方で測定された「コアアウト」電圧（「 $V_{CO}$ 」）から決定されてもよい。

#### 【0027】

【0035】 図2および3がこの開示によるプロセスコントロールシステムシステムの用途に適している実施形態LVDT 200および300を例示するにもかかわらず、さまざまな変化は図2および3になされることができる。例えば、LVDT 200および300の各々のコイルは、任意の適当な数のターンを有することができる。図4が測定された電圧を複数の状況に関するLVDTに示しているグラフ400のある実施形態を例示するにもかかわらず、さまざまな変化が図4になされることができる。例えば、電圧カーブは、線形である必要は全くない。

#### 【0028】

【0036】 図5は、この開示によるLVDTを試験する実施形態方法500を例示する。説明の単純性のために、リファレンスは、図1のプロセスコントロールシステムシステム100になされるが、方法500がいかなる適切なシステムによっても使われ得る。

#### 【0029】

【0037】 ステップ502において、I/Oモジュール108は、LVDT 104の励起コイル回路を試験する。例えば、励起電圧は、ハードウェアループバック回路を介して生成された励起をリードバックし、測定電圧が定義済みのしきい値内にあることを確認することによって試験することができる。励起試験が失敗する場合、プロセス500はステップ508に続き、I/Oモジュール108は失敗をコントローラ112に報告する。

#### 【0030】

【0038】 励起試験が成功した場合、ステップ504で、I/Oモジュール108はLVDT 104の感知コイル回路の中で機能し、本来の試験にフィードバック試験を実行する。例えば、フィードバック試験は、LVDTからの帰還信号を読み込んで、測定された電圧を最小限の閾値と比較することによって実行されることができる。フィードバック試験が失敗する場合、プロセス500はステップ508に続き、I/Oモジュール108は失敗をコントローラ112に報告する。

#### 【0031】

【0039】 フィードバック試験が成功した場合、ステップ506で、I/Oモジュール108はコアフォールアウト試験を実行する。図6を参照してコアフォールアウト試験の1つの実施形態について詳細に説明する。コアフォールアウト試験が失敗する場合、プロセス500はステップ508に続き、I/Oモジュール108は失敗をコントローラ112に報告する。コアフォールアウト試験が成功した場合、I/Oモジュール108は他の制御および処理作業へ移動する。

#### 【0032】

【0040】 I/Oモジュール108は、コントローラ112からの構成メッセージによって、または、メモリ124の内部プログラミングによってセットされる周期的な基礎に、コントローラ112からまたは他の適切な励起に命令メッセージを受けるとプロセス500を実行することができる。

#### 【0033】

【0041】 図5がLVDTを試験する方法500の1つの実施形態を例示するにもかかわらず、さまざまな変化を図5になすことができる。例えば、LVDT 104の更なる又は他の試験またはI/Oモジュール108のハードウェアは、実行されることができる。また、I/Oモジュール108のソフトウェア・テストは、実行されることができる。加えて、一連のステップとして示されると共に、図5におけるさまざまなステップは重なることができ、平行に起こることができる。異なる命令で起こることができる。または、いかなる数の時で起こることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

[0042] 図 6 は、この開示によるLVDTコアフォールアウト状態を検出する例示の方法600を図示する。説明の単純性のために、リファレンスは、図 2 のLVDT 200および図 4 のグラフ400になされるが、方法600はいかなるLVDTもおよび対応するフィードバック電圧レベルにもあてはまることができる。

## 【 0 0 3 5 】

[0043] ステップ602において、電圧VAおよびVBは、それぞれ、感知コイル204および206から読み込まれる。感知コイル204および206からの生の電圧レベルは、拡大・縮小されることができ、フィルターをかけられることができ、または、一方、ステップ602において読み込まれる前にハードウェアまたはソフトウェアで（例えばRMS値を計量することによって）処理されることができ。

10

## 【 0 0 3 6 】

[0044] ステップ604において、VAおよびVBは各々、最小限の閾値電圧406と比較される。VAまたはVBのいずれかが最小のしきい値電圧406を下回っている場合、エラー条件は、（オープンワイヤやその他のハード障害などが）検出され、ステップ610に方法400に進み、に設定され、「コアフォールアウト」フラグを指定して返すように偽のエラー状態が検出されたことを示す。VAおよびVBが最小限の閾値電圧406より上にある場合、方法600はステップ606へ進む。感知コイル回路の適切な機能は、他の試験により決定される他の実施形態では、ステップ602は実行されなくてもよい。

20

## 【 0 0 3 7 】

[0045] ステップ606において、 $V_A$ および $V_B$ の比率が算出される。比率が1の値の規定範囲内でない場合、LVDT200は、コア降下試験をパスし、コアフォールアウトの状態を示すためにステップ612に方法600は進み、「コアフォールアウト」フラグに戻すことによって真ではない偽に設定される。比率が1の値の指定された範囲の中である場合、しかしながら、コアフォールアウト状態はまだ除外されることができず、方法600はステップ608へ進む。指定された範囲の1の実施形態は、約±10%（約0.9乃至約1.1）である。コア208の非存在下で、励磁コイル202と検出コイル204と206との間の磁気結合が、よりバランスのよくないLVDTにおいて、レンジは±10%を超える範囲で用いることができる。

## 【 0 0 3 8 】

[0046] ステップ608において、 $V_A$ および $V_B$ の合計は、 $V_{A0}$ および $V_{B0}$ の合計と比較される。ここで、 $V_{A0}$ および $V_{B0}$ はそれぞれ、LVDTの第1および第2の感知コイル全体の最小限の電圧である。 $V_A+V_B$ が指定された量を超えて $V_{A0}+V_{B0}$ 未満の場合は、コアフォールアウトの状態が真であり、「コアフォールアウト」フラグを返すことで、コアフォールアウト状態を識別するために、ステップ614に方法600は進む。 $V_A+V_B$ が指定された量を超えて $V_{A0}+V_{B0}$ 以上である場合、コアフォールアウト状態は真ではなく、偽に設定され、「コアフォールアウト」フラグを指定して返すことで、これを示すために、ステップ612に方法600は進む。特定の量に関する例示の値は、 $V_{A0}+V_{B0}$ の約30%である。すなわち、ステップ608において試験されるとき、 $V_A+V_B$ が $V_{A0}+V_{B0}$ の約70%未満の場合、コアフォールアウト状態は真である。

30

## 【 0 0 3 9 】

[0047] 図 5 のステップ506の「コアフォールアウト」のテストとして使用されている場合、方法600は、ステップ506失敗の「コアフォールアウト」テストで真の結果に設定され、「コアフォールアウト」フラグを指定して戻る。「コアフォールアウト」フラグを指定して返す方法600は、ステップ506パスの「コアフォールアウト」テストで間違った結果に設定される。

40

## 【 0 0 4 0 】

[0048] 図6が、LVDTコアフォールアウト状態を検出する方法600の1つの実施形態を例示するにもかかわらず、さまざまな変化が図6になされることができ。例えば、一連のステップとして示されると共に、図 6 におけるさまざまなステップは重なることができ、平行に起こることができ、異なる命令で起こることができ、または、いかなる数で起こる

50



ことができる。

【 0 0 4 1 】

[0049] 実施形態によっては、上記したさまざまな機能は、実装されるかまたはコンピュータ読取可能なプログラムコードから形成され、コンピュータ読取可能な媒体に表現されるコンピュータプログラムによってサポートされる。用語「コンピュータ読取可能なプログラムコード」は、いかなる種類のコンピュータ・コードを含み、ソースコード、オブジェクト・コードおよび実行コードを含む。用語「コンピュータ読取可能な媒体」は、コンピュータ（例えば読出し専用メモリ（ROM）、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、ハードディスク装置、コンパクトディスク（CD）、デジタルビデオディスク（DVD）または他のいかなるタイプのメモリ）によってアクセスされることができる媒体のいかなるタイプも含む。

10

【 0 0 4 2 】

[0050] この特許文献の全体にわたって使用する特定の語句の定義を記載することは、有用であろう。用語「結合」及びその派生語は、それらのエレメントが互いに物理的に接触しているか否かについて二つ以上のエレメント間の直接的又は間接的な繋がりを指す。用語「アプリケーション」および「プログラム」は一つ以上のコンピュータプログラム、ソフトウェア構成要素、命令の集合、手順、機能、目的、クラス、インスタンス、関連したデータ、または、適切なコンピュータコード（ソースコード、オブジェクト・コードまたは実行コードを含むこと）の実装のために適合したその一部に関する。用語「送信」、「受信」、「通信」は、その派生語と同様に、直接および間接の両方を含む。用語「包含」および「～なる」およびその派生語は、限定しないことを含むことを意味する。用語「または」は、および／またはを意味することを含む。用語「関連」およびその派生語は、包含、接続、結合、通信、協働、インターリーブ、並列、近い、有するなどの意味を含む。用語「コントローラ」は、デバイス、システム、または、少なくともオペレーションを制御するものの一部を意味する。コントローラは、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェアまたは同じもののうちの少なくとも2つのいくつかの組合せにおいてインプリメントされることができる。局所的にまたは遠隔的であるにせよいかなる特定のコントローラとも関連する機能性は集中されることができ、または分配されることができる。

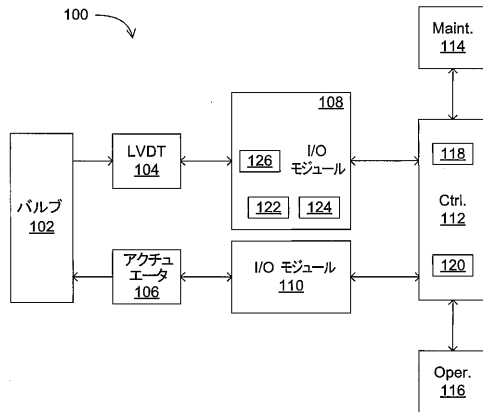
20

【 0 0 4 3 】

[0051] この開示が特定の実施形態を記載して、全体的に方法と関連すると共に、これらの実施形態および方法の変更および修正は当業者にとって明らかである。したがって、例示の実施形態の上記の説明は、この開示を限定しないかまたは拘束しない。以下の特許請求の範囲に記載の、他の変化、置換および変更はまた、この開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、可能である。

30

【図 1】



【図 2】

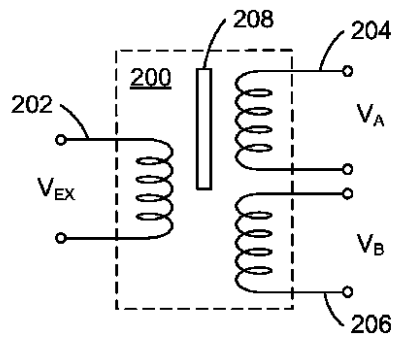
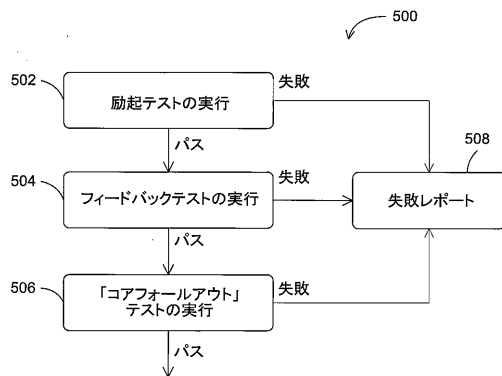


FIGURE 2

【図 5】



【図 3】

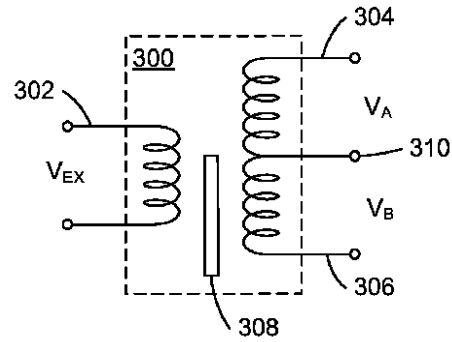
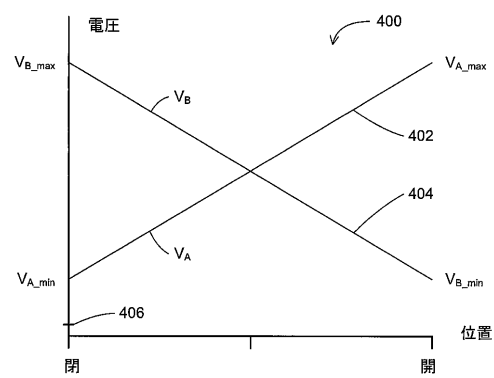
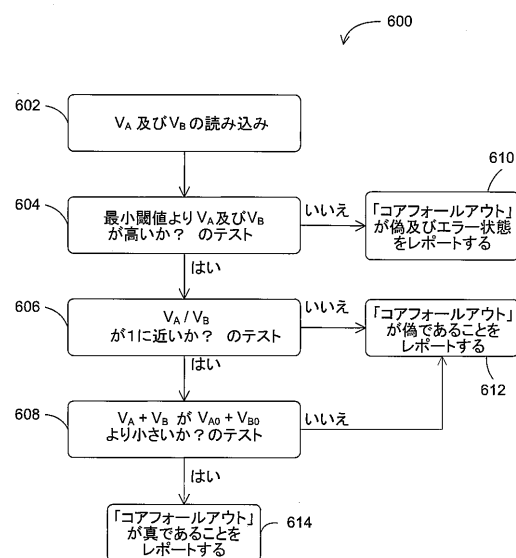


FIGURE 3

【図 4】



【図 6】



## フロントページの続き

(74)代理人 100147681

弁理士 夫馬 直樹

(72)発明者 ネアー, ラケシュ・ダモダラン

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 セラムトゥ, アルルヴェル

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 スンダレシュ, ナガラジャ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 アラブル, マンジュナタ・コトレシ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 キナゲ, アモル

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 ギリタラン, カルティク

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 シャストリー, アナンダ・フチャッパ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ビー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

審査官 神谷 健一

(56)参考文献 特開2011-017563(JP, A)

特開2001-291182(JP, A)

特開平11-257907(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/00 - 7/34

G01D 5/00 - 5/252,

5/39 - 5/62