

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6973754号
(P6973754)

(45) 発行日 令和3年12月1日 (2021. 12. 1)

(24) 登録日 令和3年11月8日 (2021. 11. 8)

(51) Int. Cl.	F 1
F 1 7 D 5/06 (2006. 01)	F 1 7 D 5/06
G O 1 N 17/02 (2006. 01)	G O 1 N 17/02
F 1 6 L 55/00 (2006. 01)	F 1 6 L 55/00 D

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-559703 (P2018-559703)	(73) 特許権者	506018363
(86) (22) 出願日	平成29年2月16日 (2017. 2. 16)		サウジ アラビアン オイル カンパニー
(65) 公表番号	特表2019-525076 (P2019-525076A)		サウジアラビア国 3 1 3 1 1 ダーラン
(43) 公表日	令和1年9月5日 (2019. 9. 5)		、 イースタン アベニュー 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/018048	(74) 代理人	100097320
(87) 国際公開番号	W02017/196420		弁理士 宮川 貞二
(87) 国際公開日	平成29年11月16日 (2017. 11. 16)	(74) 代理人	100131820
審査請求日	令和2年2月12日 (2020. 2. 12)		弁理士 金井 俊幸
(31) 優先権主張番号	15/150, 862	(74) 代理人	100155192
(32) 優先日	平成28年5月10日 (2016. 5. 10)		弁理士 金子 美代子
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100215049
			弁理士 石川 貴志
		(74) 代理人	100100398
			弁理士 柴田 茂夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スマート高保全性保護システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローブ (110) と通信可能に結合されたコンピュータベースの腐食／侵食モジュール (112) であって、侵食成分又は腐食成分とともにパイプライン (104) を通過する液体又はガスによる前記パイプライン (104) 内の腐食／侵食率を推定するように構成された、コンピュータベースの腐食／侵食モジュール (112) と；

前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールと通信可能に結合された前記プローブの上流にある高保全性保護システム (101) であって、
前記パイプラインに接続され、前記パイプラインの内部圧力に関連する圧力読取値を捕捉する少なくとも2つの圧力検出素子 (108) と、
前記パイプラインを通る流体の流れを止めるように構成された少なくとも2つの最終要素 (106) と、

を備える高保全性保護システムと；

前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールと前記高保全性保護システムとに結合されたロジックソルバ (102) と；を備え、

前記ロジックソルバは：

前記捕捉された圧力読取値と、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールからの推定された腐食／侵食率と、を用いてリアルタイムで前記パイプラインの機械的保全性を自動的に監視するように構成され、

前記自動的に監視することは：

前記パイプラインに対する要件を報告する高保全性保護システムに関連する金属濃度閾値と腐食／侵食率閾値とを格納することと；

前記腐食／侵食率が前記腐食／侵食率閾値に到達した場合に警報を提供することと；

現在の金属濃度が前記金属濃度閾値を超えた場合に警報を提供することと；

データと、予めロードされた閾値と、トリップ設定点との解析に従って前記ロジックソルバ内の前記トリップ設定点を、下流配管網の最大許容使用圧力の低下に基づいて、自動的に調整することと；を更に含み、

前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールから受けた前記腐食／侵食率を用いて前記トリップ設定点調整を特定するように構成され、且つ、

前記腐食／侵食率に基づいて特定された前記トリップ設定点調整を前記高保全性保護システムの前記少なくとも2つの最終要素に提供するように構成された、

統合型保護システム。

【請求項2】

前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールのための監視地点は、油井頭に在り、又は、距離を隔てて設置され、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールのための監視地点は、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールと通信する、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項3】

保護される前記パイプライン内の前記流体は、石油又はガスを備える石油製品である、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項4】

前記ロジックソルバにおいて3つのうちから2つを採るために構成された少なくとも2つの圧力値が一致する場合、又は、2つのうちから1つを採る構成において少なくとも2つの圧力検出素子のうちの少なくとも1つに対して、検出された圧力が安全である場合、前記コンピュータで実施される統合型保護システムは安全状態に達する、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項5】

前記高保全性保護システムは、油井頭に、又は、前記油井頭から離れた位置に配置されている、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項6】

前記最終要素は、高保全性保護システム弁、電動水中ポンプ、又は開閉装置を含む、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項7】

前記統合型保護システムは、機械的に、電氣的に、且つコンピュータ化されて実施される、

請求項1に記載の統合型保護システム。

【請求項8】

高保全性保護システムの少なくとも1つの圧力検出素子（108）から圧力読取値を受信するステップと；

前記高保全性保護システムの下流の、コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールから、侵食成分又は腐食成分とともにパイプライン（104）を通過する液体又はガスによる前記パイプライン（104）内の腐食／侵食率を受信するステップと；

ロジックソルバ（307）によって、前記圧力読取値及びコンピュータで実施される前記腐食／侵食モジュールから受信した推定した腐食／侵食率を用いてリアルタイムで前記パイプライン（104）の機械的保全性を自動的に監視するステップと；を備え、

前記自動的に監視するステップは：

前記パイプラインに対する要件を報告する前記高保全性保護システムに関連する金属濃度閾値と腐食／侵食率閾値とを格納するステップと；

前記腐食／侵食率が前記腐食／侵食率閾値に到達した場合に警報を提供するステップ

10

20

30

40

50

と；

現在の金属濃度が前記金属濃度閾値を超えた場合に警報を提供するステップと；
データと、予めロードされた閾値と、トリップ設定点との解析に従って前記ロジック
ソルバ内の前記トリップ設定点を、下流配管網の最大許容使用圧力の低下に基づいて、自
動的に調整するステップと；を更に含み、

前記コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールから受けた前記腐食／侵食率を用
いて前記トリップ設定点調整を特定するステップと；

前記腐食／侵食率に基づいて特定された前記トリップ設定点調整を前記高保全性保護シ
ステムの少なくとも1つの高保全性保護システム弁に提供するステップと；を更に備える
、

コンピュータで実施される方法。

【請求項9】

前記コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールのための監視地点は、油井頭に在り、又は、距離を隔てて設置され、前記コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールのための前記監視地点は、前記コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールと通信する、

請求項8に記載のコンピュータで実施される方法。

【請求項10】

前記ロジックソルバにおいて3つのうちから2つを採るために構成された少なくとも2つの圧力値が一致する場合、又は、2つのうちから1つを採る構成において少なくとも2つの圧力検出素子のうちの少なくとも1つに対して、検出された圧力が安全である場合、前記コンピュータで実施される統合型保護システムは安全状態に達する、

請求項8に記載のコンピュータで実施される方法。

【請求項11】

コンピュータで実行可能なコンピュータ読取可能命令を格納している非一時的なコンピュータ読取可能媒体であって、請求項8乃至請求項10のいずれか1項に記載のコンピュータで実施される方法を実行するように構成された、

非一時的な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】

本願は、2016年5月10日に出願された米国特許出願第15／150，862号に基づく優先権を主張し、当該米国特許出願のすべての記載内容を援用する。

【背景技術】

【0002】

石油パイプラインは、例えば供給施設から精製施設又は輸出地まで、石油を長距離輸送するために用いられる。通常の実施において、パイプラインは、金属、プラスチック、又は他の材料から作ることが可能であり、埋設されても地上に設けてもよい。パイプラインで用いられる材料は、時間の経過とともに劣化する可能性がある。例えば、腐食が生じる可能性があり、それは石油の成分とパイプラインの材料との間の化学反応、温度／温度変動、パイプライン圧力等が原因であるかもしれない。例えば、原油又は原油に添加される化学薬品（例えば、パイプラインの流れを改善する添加剤）は、金属又はプラスチックと化学的に相互作用する。パイプラインを製造する会社、所有する会社、又は運営する会社は、大概、パイプラインの劣化に関連して生ずる不具合の可能性を見つけて、これを防ぐことに関心がある。

【発明の概要】

【0003】

本開示は、パイプライン向けに、統合された保護を提供するための、コンピュータで実施される方法と、コンピュータプログラム製品と、コンピュータシステムとを含む、方法

10

20

30

40

50

及びシステムについて述べる。コンピュータベースの腐食／侵食モジュールは、金属損失測定値に基づいてパイプライン内の腐食／侵食率を推定するプローブと通信可能に結合されている。高保全性保護システム（H I P S）は、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールの上流に配置されている。H I P Sは、前記パイプラインに接続された少なくとも2つの圧力検出素子を含んでいる。少なくとも2つの圧力検出素子は、前記パイプラインの内部圧力に関連する圧力読取値を捕捉する。H I P Sは、また、前記パイプラインを通る流体の流れを止めるように構成された少なくとも2つの最終要素を含んでいる。ロジックソルバは、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールと前記H I P Sとに結合されている。ロジックソルバは、前記捕捉された圧力読取値と、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールからの推定された金属損失測定値と、を用いてリアルタイムで前記パイプラインの機械的保全性を自動的に監視するように構成されている。ロジックソルバは、前記推定された金属損失測定値を用いてトリップ設定点調整を特定するロジックソルバは、また、前記トリップ設定点調整を前記最終要素に提供する。

10

【0004】

ここで述べる方法、コンピュータプログラム製品、及びコンピュータシステムは、例えば、機械工学、腐食／侵食、機器搭載保護機能（I P F）、及び機械的保全性／検査の各領域における、パイプラインに関連する問題を解決するための一助となる。

【0005】

使用中のパイプラインシステムは、高保全性保護システム（H I P S）又は同様のシステムで保護された配管網における腐食又は侵食に起因する金属壁薄肉化にさらされる可能性がある。このシステムは、下流側システムの機械的な堅牢性／保全性の変化及び劣化により、時間の経過とともに、要求された保護を提供できなくなるかもしれない。より早い時点で腐食を検出することにより、配管の保全性に影響を及ぼす腐食メカニズムに起因して生産分野で発生し得るインシデントを防ぐことができる。例えば、H I P Sの高いトリップ設定を変えるための腐食情報の解析を現時点では行わないかもしれない。

20

【0006】

配管及び機器に生ずる腐食及び侵食の影響と、H I P Sによって提供される過圧保護と、の間の関係にずれ（分断）が生じる可能性がある。例えば、H I P Sの設計で最初に用いた条件は時間の経過とともに変化する可能性があり、システムの元の最大許容使用圧力（MAWP）は腐食／侵食の影響を受ける可能性がある。腐食／侵食の検出を怠ると、新たな劣化条件（例えば、金属損失及び壁部薄肉化）の下で過圧保護を提供するH I P Sの能力が制限されてしまう可能性がある。

30

【0007】

前記及び他の実装は、以下の特徴のうちの1つ以上を、単独又は組み合わせで、それぞれ任意に含むことができる。

【0008】

上記の一般的な実施に組み合わせ可能な第1の態様は、自動的に監視することは、受信された金属濃度測定値を時間をかけて格納することと、前記受信された金属濃度測定値と前記格納された金属濃度測定値とを用いて、前記パイプラインのための前記腐食／侵食率を特定することを含む。

40

【0009】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第2の態様は、自動的に監視することは、前記パイプラインに対する要件を報告するH I P Sに関連する金属濃度閾値と腐食／侵食率閾値とを格納することと、前記腐食／侵食率が前記腐食／侵食率閾値に到達した場合に警報を提供することと、現在の前記金属濃度が前記金属濃度閾値を超えた場合に警報を提供することと、前記データと、前記予めロードされた閾値と、トリップ設定点との解析に従って前記ロジックソルバ内の前記トリップ設定点を、前記下流配管網のMAWPの低下に基づいて、自動的に調整することと、を更に含む。

【0010】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第の態様は、前記コンピュータベースの腐食

50

／侵食モジュールのための監視地点は、油井頭に在り、又は、距離を隔てて設置され、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールのための監視地点は、前記コンピュータベースの腐食／侵食モジュールと通信する。

【0011】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第4の態様は、前記保護されるシステム内の前記流体は、石油又はガスを備える石油製品である。

【0012】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第5の態様は、前記ロジックソルバにおいて3つのうちから2つを採るために構成された少なくとも2つの圧力値が一致する場合、又は、2つのうちから1つを採る構成において2つの圧力検出素子のうちの少なくとも1つに対して、検出された圧力が安全である場合、前記コンピュータで実施される統合型保護システムは安全状態に達する。

10

【0013】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第6の態様は、前記HIPSは、油井頭に、又は、前記油井頭から離れた位置に配置されている。

【0014】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第7の態様は、前記最終要素は、HIPS弁、電動水中ポンプ(ESP)、又は開閉装置を含む。

【0015】

前述の態様のいずれかに組み合わせ可能な第8の態様は、前記統合型保護システムは、機械的に、電気的に、且つコンピュータ化されて実施される。

20

【0016】

本明細書で述べる主題は、以下の利点のうちの1つ以上を実現するように、特定の実施において実施され得る。その利点とは、第1に、パイプの不具合を防止することができると共に、パイプ壁部金属薄肉化が時間通りに検出されたときにパイプの不具合を予測することができる。第2に、HIPS高圧トリップ設定点を下げることができる。例えば、HIPS設定点を下げる行動(アクション)は、通常、安全を期して、トリップ設定点を低い値へ向ける傾向がある。このため、HIPSトリップ設定点を、MAWP近くに設定することができる。第3に、既存の実績のある技術を組み合わせることで、既存の技術自体ではできない目的を達成することができる(例えば、独立して作動するHIPSとオンライン腐食／侵食監視)。例えば、それらの技術を統合システムとせずに、別々に用いることによって被る内容物の損失を回避することができる。第5に、腐食／侵食に抗する保護機能をHIPSに統合することによって、人の介在に依存しない独立した保護層を提供して資産の機械的保全性を保護することができる。第6に、記載する主題は、パイプ内容物の損失を生じる可能性を低減できる。石油及びガス産業において、保護施設は、職員及び一般人の安全と環境を護るため、そして最も大きい財務的損失を回避するために最も重要である。他の利点は、当業者にとっては明らかであろう。

30

【0017】

本明細書の主題のひとつ以上の実装の詳細を、添付図面および以下の説明において述べる。主題の他の特徴、局面、及び利点は、明細書、図面、及び特許請求の範囲から明らかとなろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施に従う例示の統合型保護システム(IPS)の概略図である。

【0019】

【図2】実施に従う統合型保護システム内のパイプラインの保護方法を示す図である。

【0020】

【図3】実施に従うパイプラインの統合型保護を提供するために用いられる模範的分散型コンピュータシステム(EDCS)を示すブロック図である。

【0021】

50

種々の図面における同様の参照番号及び符号は、同様の構成要素を示している。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本開示は、概して、パイプライン向けに、統合された保護を提供するための、コンピュータで実施される方法と、コンピュータプログラム製品と、コンピュータシステムとを含む、方法及びシステムについて述べる。本開示は、スマート（高性能の、ハイテクの、自動式の）高保全性保護システム（HIPS）と、配管系等の資産の機械的保全性の自己調整、自己診断、及び持続的監視のための方法と、について述べる。これは、保護層（レイヤ）のトリップ設定点に対するリアルタイム調整を可能にする。HIPSシステムの一部として腐食又は侵食のオンライン監視能力を統合することにより、下流側の機器又は配管網が長期間にわたって、金属損失及び壁部薄肉化にさらされる場合でも、資産の寿命のための過圧保護を保証し、これを維持する。

10

【0023】

以下の説明は、当業者が本開示の主題を作り上げて、これを使えるように述べられていて、1つ以上の特定の実施の文脈で提示される。開示する実施に対する様々な改変は、当業者にとって容易に明らかになろう。本明細書で定義する一般原理は、開示の適用範囲から逸脱することなく、他の実施及び用途に適用できる。したがって、本開示は、説明及び図示の実施に制限する意図はなく、本明細書に開示する原理及び特徴と一致する最も広い適用範囲と一致するものとする。

【0024】

20

本開示において、用語「リアルタイム」（リアルタイム、リアルタイム）、「リアル（高速）タイム（RFT）」、「略リアルタイム（NRT）」、「準リアルタイム」、又は同様の用語（当業者によって理解されるような）は、行動及び応答が実質的に同時に起こっていると人が感じ取るように、行動と応答とが時間的に接近していることを意味する。例えば、データにアクセスする個人の行動に続くデータ表示への応答に対する（又は表示の開始に対する）時間差は、1ミリ秒未満、1秒未満、5秒未満等かもしれない。要求されたデータは瞬時に表示される（又は表示が開始される）必要はないが、それは、記載されたコンピューティングシステムの処理限界と、データ等を収集し、正確に測定し、解析し、処理し、格納し、伝送するために（又は、それら組み合わせ若しくは他の機能の組み合わせに）必要な時間と、を考慮して、何ら意図的な遅延もなく表示される（又は表示が始まる）。

30

【0025】

容器又は配管の金属壁上の腐食又は侵食の影響／結果のインライン監視は、機器を破裂させる可能性のある工程での圧力エクスカッション（逸脱）を防ぐHIPS圧力トリップ設定点を変える自動化／インテリジェントシステムに、劣化条件（金属損失による壁部薄肉化）を入力する。

【0026】

インテリジェントシステムを用いる（又は、スタンドアロン油圧HIPSの検査による）2つの実証済み技術（HIPS及びオンライン腐食／侵食監視システム）を融合することにより、資産の寿命にわたって過圧保護を提供するHIPSシステムの能力を維持することになる。

40

【0027】

既存の実証済み技術（HIPS及び腐食／侵食オンライン監視）の統合は、ロジックソルバ（ソリッドステート又はプログラマブルロジックコントローラ）と革新的なアルゴリズムとを介して、リアルタイムに相互作用し、機器、容器、又は配管系の機械的保全性を損なう可能性のある予測金属損失に基づいてHIPSのトリップ設定点を調整するように、工程からデータ（腐食又は侵食による壁厚／材料損失の劣化）を収集し、よって、システムは上流側の保護によって常に保護される、という保証が得られる。

【0028】

図1は、実施態様に係る統合型保護システム（IPS）100の例の概略図である。例

50

えば、IPS100は、配管系（例えば、パイプライン又はパイプライン網）の機械的安全性の自己調整、自己診断、及び持続的監視のためのスマート高保全性保護システムを提供することができる。IPS100は、例えば、パイプライン上で用いられる保護層のトリップ設定点へのリアルタイム調整を容易にすることができる。IPS100をコンピュータに実装することができ、これは記憶装置に相互運用可能に結合された少なくとも1つのコンピュータを含む。IPS100は、機械的に、電氣的に、又は、コンピュータ化されて実施される、構成部品の任意の実現可能な組み合わせであり得る。実施によっては、IPS100は、過圧及びそれに関連する状態に抗して特定し、管理し、保護するような統合型過圧保護システムであり得る。例えば、IPSは、トリップ設定点調整を特定することができ、トリップ設定点調整を、最終要素を作動させるための閾値として提供することができる。

10

【0029】

図1に示すように、IPS100は、プローブ110に通信可能に結合されたコンピュータベースの（コンピュータを土台にした（用いた））腐食／侵食モジュール112を含み、この腐食／侵食モジュール112は、侵食又は腐食成分とともにパイプライン104を通過する液体（例えば、石油や他の何種類かの石油製品）又はガスによる金属損失測定値（例えば金属濃度の測定）に基づいてパイプライン内の腐食／侵食率を推定する。実施によっては、腐食／侵食モジュール112による監視地点を、油井頭（ウェルヘッド）に、又は、パイプ網の中で最大の腐食／侵食率が予想される離れた場所に設け得る。監視地点は、本開示に適した任意の通信ハードウェア、ソフトウェア、プロトコル、方法等を用いて（例えば、ハードウェア又はソフトリンクを用いて）腐食／侵食モジュール112との間で通信することができる。実施によっては、石油、ガス、又は他の石油製品は、何らかの量の、産出された水、砂、土などの天然成分を含む（又はそれらと混ぜる）ことができ、また、パイプラインを通る原料の流れを促進する添加剤等の人工成分を含む（又はそれらと混ぜる）ことができる。

20

【0030】

高保全性保護システム（HIPS）101は、コンピュータベースの腐食／侵食モジュール112より上流にあり、パイプライン104の内部圧力に関連する圧力読取値を捕捉する（パイプライン104に接続される）少なくとも2つの圧力検出素子108を含んでいる。HIPS101は、パイプライン104を通る流体の流れを止めるように構成された少なくとも2つの最終要素（例えば、HIPS弁106）も含んでいる。実施によっては、HIPS101を油井頭又は油井頭から離れた場所に配置することができる。

30

【0031】

腐食／侵食モジュール112は、プローブ110から、金属濃度測定値122を受信することができる。腐食／侵食モジュール112は、パイプライン104内の腐食／侵食率122をリアルタイムで自動的に特定及び監視するために、受信した金属濃度測定値122を用いることができる。腐食／侵食モジュール112は多様な構成とすることができ、各モジュールは、1つ以上のプローブ110に通信可能に結合されている。

【0032】

少なくとも1つの圧力検出素子108は、パイプライン104に接続されており、パイプライン104の内部圧力に関連する圧力読取値116を捕捉することができる。実施によっては、複数の圧力検出素子108を用いることができ、例えば、3つのうちから2つを採る構成の3個の圧力検出素子108を用いることができる。パイプライン104に沿う圧力検出素子108は、他の個数、構成、及び配置としてもよい。

40

【0033】

少なくとも1つの最終要素（例えば、HIPS弁106）は、パイプライン104を通る液体の流れを止めるように構成され得る。実施によっては、例えば、2つのうちから1つを採る構成で用いられる、例えば、2個のHIPS弁106など、複数のHIPS弁106を用いることができる。例えば、圧力トリップ設定点に達し、ロジックソルバ102等のロジックソルバがHIPS弁106を閉じる信号を送信したときに、どちらか一方の

50

弁がパイプライン104内の流体の流れを止めることができる。HIPS弁106は、別の個数であってもよく、別の編成であってもよい。更に、最終要素は、弁、又は、本開示に適した他の最終要素（例えば、電動水中ポンプ（ESP））を含むことができる。

【0034】

ロジックソルバ102は、腐食／侵食モジュール112及びHIPS101と結合している。ロジックソルバ102は、腐食／侵食モジュール112からの入力进行处理するようにビルトインアルゴリズム（組み込みアルゴリズム）を含み、金属損失予測に従って高圧トリップ設定点を変えるロジック（例えば、計算ブロック）を実行することができる。ロジックソルバは、捕捉された圧力読取值と、腐食／侵食モジュール112から推定された金属損失測定値とを用いて、リアルタイムでパイプライン104の機械的保全性を自動的に監視するように構成されている。ロジックソルバは、推定された金属損失測定値を用いてトリップ設定点調整を特定することができ、新規の高圧設定点の下で必要であれば最終要素を作動させることができる。例えば、ロジックソルバ102を、受信した様々な入力に少なくとも部分的に基づいてHIPS弁106をトリップさせるためにトリップ設定点を調整するように構成することができる。例えば、ロジックソルバ102によって受信された入力は、腐食／侵食率120と、圧力検出素子108から受信した圧力読取值116とを含むことができる。ロジックソルバ102は、ソリッドステート（半導体）であっても、電子的（例えば、電子プログラマブルロジックコントローラ（e-PLC））であってもよい。ロジックソルバ102からのHIPS弁106（又は他の最終点）によって受信された信号は、様々なコマンド（指令）を含むことができる。実施によっては、例えば、弁の全閉を指示するように弁アクチュエータからロジックソルバへフィードバックを提供するリミットスイッチがあってもよい。実施によっては、例えば、ロジックソルバが検出素子108からの3つのうちから2つを採るために構成されている場合に、少なくとも2つの値が合致する場合（例えば、閉じている各HIPS弁106によって）、IPS100は安全状態を達成することができる。

【0035】

実施によっては、遮断弁、電動水中ポンプ（ESP）への電力を遮断する電気開閉装置（電気スイッチ）、及びESPを停止させる可変周波数駆動装置（VFD）などの様々な種類の最終要素を用いることができる。最終要素のこうした種類のそれぞれは、HIPSによって保護されている配管網内の1つ又は複数の地点で腐食／侵食監視モジュールによって解析されている機械的保全性条件に基づいて、HIPSトリップ設定点を変える概念に対応することができる。例えば、システムのために用いられる最終要素の種類（例えば、バルブ、ポンプ、コンプレッサ、及び他の構成部品）にかかわらず、HIPSトリップ設定点をリアルタイムで変更するために、条件に関連する情報をロジックソルバ102へ常に送ることができる。

【0036】

実施によっては、ロジックソルバ102によってHIPS弁106へ送信されるコマンド（指令）及び制御は、例えば、電動ポンプへの電力を遮断するようにエネルギー源を遮断すること又は圧力を分離させるように弁を閉じること等によって流れを止めるための、開閉以外のコマンドを含むことができる。例えば、統合型保護システムの健全性を監視した結果として、他のコマンドを用いてもよい。実施によっては、配管網下流側の実際の最大許容作動圧力（MAOP）を超える過圧シナリオにさらされることから、下流側のシステムを保護するという最終目的を達成するために、他のコマンドを用いることができる。

【0037】

実施によっては、ロジックソルバ102は、例えば、既存のロジックソルバ型ハードウェアボックスにおいて、カスタムハードウェア及びソフトウェアを含むことができる。通常のハイエンド安全保全性レベル（SIL）3のHIPSアプリケーションは、多くの場合、例えば、ハードワイヤードビルトインロジックを有する非プログラマブルハードウェアであるソリッドステート型ロジックソルバを用いる。その結果、ロジックソルバ102の実施は、本開示において説明する機能を含む／提供するように特別仕様ソリッドステ

トリックソルバを含むことができる。例えば、強化策としての腐食監視機能を含む候補としてみなされてもよいソリッドステートロジックソルバを有する既存のH I P Sアプリケーションのために、外部（外付けの）ロジックソルバをシステムに追加することができる。外部ロジックソルバは、例えば、アルゴリズムを実行することができると共に、ソリッドステートロジックソルバに新しいトリップ設定点を提供することができる。更に、外部ロジックソルバは、下流側で検出された又は疑われる機械的保全性のリスクに因ってシステムをトリップさせることができる。実施によっては、他のH I P Sアプリケーションは、例えば、本開示で述べる新たな能力を含む新しいロジックを追加することによって改変することができるロジックソルバを用いることができる。これらの実施及び他の実施において、既存のロジックソルバに対するソフトウェアのみの改変は、ロジックソルバの余力が新たな入力及び出力を受け入れるのであれば、十分であろう。

10

【0038】

実施によっては、P L Cは、基本的な閾値／比較及び比較に基づく決定ゲートと組み合わせて特別な専用のアルゴリズムを用いることができる。例えば、アプリケーションは、例えば、閾値／比較及び実際の読取値に基づく決定ゲートを用いるソリッドステート型のロジックソルバにおいて実施することができる。

【0039】

実施によっては、ロジックソルバ102は、石油会社の制御施設又は他の何らかの場所に存在することができる。例えば、H I P Sアプリケーションは、洋上プラットフォーム上又はスタンドアロン型ユニットを有する陸上環境（例えば、砂漠の中央にある油井頭）に存在することができる。H I P Sアプリケーションは、監視制御及びデータ取得（S C A D A）システム、例えば、警告又は報知のための制御室、を用いて通信することができる。更に、高い保全性を提供するために、例えば、エグゼクティブ行動（高位運営レベル行動）のためのハードワイヤード（配線で接続された）接続を用いている通信リンクのスタンドアロン型ユニット独自で、行動を採ることができる。

20

【0040】

実施によっては、ロジックソルバ102、H I P S101、及び腐食／侵食モジュール112は、ハードワイヤード通信を用いることができる。実施によっては、通信は、例えば、インターネット及び他のネットワーク（単数又は複数）を用いるソフト通信リンクを含むことができる。選択される通信技術は、例えば、圧力源から離れた地点での腐食劣化を捕捉するために、例えば、所望する保全性レベルに依存してもよい。例えば、H I P S101が通常設置される場所（例えば、典型的には遠隔地）に依存して、かかる構成は、ソフトリンク又はロジックソルバに与える他の通信プロトコルに依存してもよい。

30

【0041】

実施によっては、腐食／侵食モジュール112により（又は、ロジックソルバ102等のI P S100の他の構成部品により）行われる監視は、ある期間にわたって受信された金属濃度測定値122を格納することを含むことができる。例えば、格納された金属濃度測定値122を解析することによって、腐食／侵食モジュール112は、パイプライン104の腐食／侵食率120を特定することができる。実施によっては、格納された金属濃度測定値122は、定量的及び定性的な金属濃度情報に加えて、測定値が採取された時を示すタイムスタンプ、プローブ110に関連する位置情報、及びある期間にわたって必要とされる他の情報を含むことができる。実施によっては、腐食／侵食モジュール112は、（例えば、プローブ110に加えて）油井頭から遠く離れて腐食／侵食データを収集する他の読取地点からの信号及び入力を受信することができる。

40

【0042】

実施によっては、腐食／侵食モジュール112により（又は、ロジックソルバ102等のI P S100の他の構成部品により）行われる監視は、例えば、パイプライン104のための要件を報告する（伝える）H I P Sに関連する金属濃度閾値と腐食／侵食率閾値とを格納することを含むことができる。例えば、腐食／侵食率120が腐食／侵食率閾値に達した場合、又は、現在の金属濃度が金属濃度閾値を超えた場合に、警告を発することが

50

できる。トリップ設定点は、データと、予めロードされた閾値と、トリップ設定点を解析することにより、ロジックソルバにおいて自動的に調整することができる。例えば、この自動的調整は、下流側配管網の最大許容使用圧力（MAWP）の劣化に基づくものであってもよい。

【0043】

I P S 1 0 0を用いて、トリップ設定点を、腐食率又は侵食率のリアルタイム測定値に従って調整することができる。例えば、腐食／侵食モジュール112によって提供されるオンライン腐食／侵食監視システムは、腐食／侵食率を測定し、フィードバックをロジックソルバ102に提供することができる。次に、ロジックソルバ102のビルトインロジック（内蔵の論理）が、腐食又は侵食メカニズムによる材料損失を配管系（例えば、パイプライン104）の実際のMAWPと相関付けることができる。配管系の壁部からの材料損失は、概して、圧力に耐えるように機器／配管の容量に直接相関付けられる。更に、材料が失われるにつれて（例えば、パイプライン104の壁部から）、システムは、より低い圧力にしか耐えられなくなる。例えば、パイプライン内の金属腐食／侵食等の状態が変化する場合、パイプラインを監視するためにI P S 1 0 0をある期間にわたって用いることができる。

10

【0044】

選択された腐食／侵食監視技術に応じて、腐食／侵食監視システムは、内部モジュール内でプローブ110の読取値を解析し、トリップ設定点を調整するために入力をロジックソルバ102に提供することができる。実施によっては、電気抵抗プローブは、石油、ガス、及び大気等の非導電性環境はもちろん、導電性システムで用いることができる。例えば、このようなシステムは、腐食／侵食条件に曝露される際にプローブ110の抵抗の変化を監視し、これを測定することができる。特定される情報は、トリップ設定点を变えるように、プログラムされたロジック／アルゴリズム（例えば、ソフトウェア又はビルトインソリッドステートロジック）においてこの情報を用いることができるロジックソルバ102への電気信号として用いられてもよい。

20

【0045】

実施によっては、プローブ110は、パイプラインに沿って散在するように、異なる方法で離間させてもよい。例えば、システムの長さ及び最も弱い地点（単数又は複数）（腐食／侵食のリスクが高い地点）に応じて（例えば、産出水の停滞／蓄積は高い腐食率の原因となることが知られており、それ故、パイプラインの低速区域又は水蓄積が生じる可能性のある低い部位は、パイプライン104を速く腐食させる可能性がある）、プローブ110を、多数の測定点のみならず、H I P S 弁106の直ぐ下流に1つ設置してもよい。

30

【0046】

H I P Sの性能は、腐食又は侵食環境にさらされる長年の運用後であっても、下流側システムを保護する堅固で／強い層としてH I P Sを構成することによって向上する。機器の機械的保全性の継続監視により、H I P Sは、高圧トリップ設定点を適切に調節するために、オンライン腐食／監視システムからの入力をを用いることができるであろう。

【0047】

腐食／侵食オンライン監視に対応するようにP L Cの一部としてプログラムされた対数をベースとするアルゴリズムは、下流側システムの保全性と相関付けられた監視対象条件との劣化を報知し及びタイムスタンプを付すためのマンマシンインターフェース（人間と機器との間のインターフェース）と共に用いられる診断機能に対応することができる。システムは、システム内で最も弱い可能性があるものを保護するために、トリップ設定点を下げる前に、相当量の金属損失を検出するようにプログラムされていてもよい。

40

【0048】

開示する主題は、スマートロジック及びP L Cを必要とするアプリケーションに適用可能なだけでなく、油圧H I P S型システムと共に遠隔領域に展開されるスタンドアロン型過圧保護システムのために考慮することもできる。

【0049】

50

遠隔領域に展開された油圧H I P Sユニットは、構成部品の保全性及びH I P Sの可用性を保証するように規定された及び義務付けられた頻度で試験を受けるように命令される。試験はH I P Sの機能を実証するが、通常、H I P S 高圧トリップ設定点を、下流側システムの実際の状態と一致するように変えることはなく、往々にして、配管の機械的保全性とH I P Sシステムの保全性との管理にずれが生ずる。

【0050】

統合型腐食監視システムは、開示するH I P S設計の一部であり、過圧に抗して保護される配管系の実際の状態を確認するように定期的な検査が可能である。この情報はオペレータが収集することができ、安全機能のライフサイクル管理の一部であってもよい。

【0051】

資産のライフサイクル管理の2つの重要な要素は、リアルタイムでの行動を採ることを可能にするフィードバックループを用いて、相互に依存する。行動は、下流側システムの劣化の予測に基づいてH I P Sトリップ設定点を調整する。

【0052】

腐食若しくは侵食プローブ又は金属損失検出システムの実施は、H I P Sトリップ設定点及び配管系の現在の状態との相関関係を維持する検証要素を提供するように、下流側配管の、生じ得る金属損失を専用機器により予測するために用いられる。

【0053】

腐食又は侵食プローブは、H I P Sスキッド機器と統合され、そのため、関連するH I P Sシステムの試験及び検証の一部として規定の頻度で追跡され、除去され、検査され得る。

【0054】

開示する主題は、ある期間にわたるパイプの状態に関する1対1に基づく情報を提供し、このことから、システムが下流側でさらされることになるかもしれない金属損失を推定することができる。配管網の機械的保全性は、維持されなければ腐食／侵食メカニズムにより劣化する可能性のある設計上の重要な特徴である。腐食／侵食が、劣化を防ぐために間に合うように通知されない可能性があり、H I P Sが効果的ではない保護層になり得る。

【0055】

現行の工業的な実践において、システム内でさらされることになるかもしれない金属損失に従ってある期間にわたって調整されない固定値として、H I P Sトリップ設定が確立されている。開示する主題は、システム内の最も弱いリンク、この場合であれば、容器又は配管網の腐食した／侵食された、又は劣化した部分、を保護するH I P Sトリップ設定点の修正を可能にする実績のある技術を用いる必要不可欠なリアルタイム情報を提供する。

【0056】

図2は、統合型保護システム内のパイプラインを保護するための方法200を示す。説明を明確にするために、以下の記載は、概して、図1との関連で方法200を説明する。方法200は、任意のシステム、環境、ソフトウェア、及びハードウェア、又は、必要に応じてこれら（システム、環境、ソフトウェア、及びハードウェア）の組み合わせ（例えば、後述する図3において説明するコンピュータシステム）によって実行されてもよい。実施によっては、方法200の様々なステップは、並列に、又は組み合わせて、又はループで、又は任意の順序で実行することができる。

【0057】

202において、高保全性保護システム（H I P S）の少なくとも1つの圧力検出素子から圧力読取値を受信する。例として、ロジックソルバ102は、圧力検出素子108から圧力読取値116を受信することができる。方法200は、202より204へ進む。

【0058】

204において、H I P Sの下流（ダウンストリーム）の、コンピュータで実施される腐食／侵食モジュールから金属濃度測定値及び腐食／侵食率を受信する。例えば、ロジッ

10

20

30

40

50

クソルバ102は、腐食／侵食モジュール112から腐食／侵食率120及び金属濃度測定値122を受信することができる。実施によっては、例えば、一定の又は予定通りの間隔で、ある期間にわたって情報を受信することができる。実施によっては、ロジックソルバ102から要求されればいつでも情報を受信することができる。実施によっては、必要に応じて、例えば、腐食／侵食率120においてスパイクが検出された場合、又は金属濃度測定値122が閾値レベルに達した場合に、腐食／侵食モジュール112が情報を送信してもよい。方法200は、204より206へ進む。

【0059】

206において、金属濃度測定値及び腐食／侵食率を用いてトリップ設定点調整を特定する。例として、ロジックソルバ102は、パイプライン104に関連する工業標準又は革新的なアルゴリズム及び特定のガイドラインを用いてトリップ設定点調整を特定することができる。方法200は、206より208へ進む。実施によっては、トリップ設定点調整は、例えば、現在の地震又は他の地政学的条件、気象条件、パイプラインの運用への脅威に関する情報、規制入力、及びパイプラインの所有者から受信した入力等の、他の要因に少なくとも部分的に基づいていてもよい。

【0060】

208において、HIPSの少なくとも1つの最終要素に対してトリップ設定点調整を提供する。例えば、ロジックソルバ102は、新しい圧力トリップ設定点検出素子108によって検出された場合に、最終要素弁106を作動させるためのトリップ設定点調整を提供することができる。方法200は208で終了する。

【0061】

図3は、実施による、パイプラインの統合された保護を提供するために用いられる模範的分散型コンピュータシステム(EDCS)300を示すブロック図である。実施によっては、EDCS300は、コンピュータ302及びネットワーク330を含む。

【0062】

図示のコンピュータ302は、コンピュータベースの腐食／侵食モジュール及びHIPSに結合されたロジックソルバ307(例えば、ロジックソルバ102又は少なくとも1つの他のロジックソルバ)とを含んでいる。例えば、ロジックソルバ307は、コンピュータベースの腐食／侵食モジュールからの捕捉した圧力読取值及び推定した金属損失測定値を用いてリアルタイムでパイプラインの機械的保全性を自動的に監視するように構成されていてもよい。受信した情報に基づいて、ロジックソルバ307は、推定した金属損失測定値を用いてトリップ設定点調整を特定し(及び、HIPSに提供し)、トリップ設定点調整をHIPSの最終要素に提供することができる。

【0063】

図示のコンピュータ302はコンピューティングデバイスを包含するように意図されており、コンピューティングデバイスの例として、サーバ、デスクトップコンピュータ、ラップトップ／ノートブックコンピュータ、無線データポート、スマートフォン、携帯情報端末(PDA)、タブレットコンピューティングデバイス、これらのデバイス内部の1つ以上のプロセッサ、又は、コンピューティングデバイスの物理的及び仮想ステップ(工程)の一方又は両方を含むその他の処理装置等が挙げられる。コンピュータ302は、キーパッド、キーボード、タッチスクリーン、又はユーザ情報を受け入れることができる他のデバイス(不図示)等の入力デバイスと、デジタルデータ、視覚及び音声情報、又はユーザインターフェースを含む、コンピュータ302の動作に関連する情報を伝達する出力デバイス(不図示)と、を含むコンピュータを備えていてもよい。

【0064】

コンピュータ302は、クライアント又はサーバとしての機能を果たすことができる。典型的な実施において、コンピュータ302は、並列処理ノード、ソフトウェアエージェント用のホスト、この開示と一致する(不図示だとしても)他のアプリケーションのいずれかとして作動する。図示のコンピュータ302は、例えばコンピュータベースの腐食／侵食モジュール112及びHIPS101と例えば通信できるネットワーク330と通信

10

20

30

40

50

可能に連結されている。実施によっては、コンピュータ302の1つ以上のコンポーネントは、並列処理内又はクラウドコンピューティングベースの環境内で動作するよう構成されていてもよい。コンピュータ302の実施は、また、ネットワーク330上のメッセージパッシングインターフェース(MPI)又は他のインターフェースを用いて通信することができる。

【0065】

高いレベルにおいて、コンピュータ302は、蓄積形式のモデリング及び岩相分布に関連するデータ及び情報を受信、送信、処理、格納、又は管理するように動作可能な電子コンピューティングデバイスである。ある実施によれば、コンピュータ302は、また、シミュレーションサーバ、アプリケーションサーバ、電子メールサーバ、webサーバ、キャッシングサーバ、ストリーミングデータサーバ、ビジネスインテリジェンス(BI:企業の業務データを活用する手法)サーバ、又はその他のサーバを含むか、それらと通信可能に連結されていてもよい。

10

【0066】

コンピュータ302のコンポーネントのそれぞれは、システムバス303を用いて通信することができる。実施によっては、コンピュータ302(ハードウェア及びソフトウェアの両方)のいずれか又はすべてのコンポーネントは、アプリケーションプログラミングインターフェース(API)312又はサービス層313を用いてシステムバス303によって、互いに、及び、インターフェース304と、インターフェース接続してもよい。API312は、ルーチン、データ構造、及びオブジェクトクラスに対する仕様を含んでもよい。API312は、コンピュータ言語非依存又は依存のどちらか一方であってもよく、完全なインターフェース、単一の関数、又はAPIのセットでさえも参照してもよい。サービス層313は、ソフトウェアサービスを、コンピュータ302に、又は、コンピュータ302がその一部であるシステムに提供する。コンピュータ302の機能性は、このサービス層を用いるすべてのサービス消費者のためにアクセス可能であってもよい。サービス層313によって提供されるもののようなソフトウェアサービスは、規定されたインターフェースを介して再利用可能な、規定されたビジネス機能性を提供する。例えば、インターフェースは、JAVA(登録商標)、C++、あるいは拡張マークアップ言語(XML)形式又は他の形式においてデータを提供する他の言語で書かれたソフトウェアかもしれない。コンピュータ302の統合型コンポーネントとして説明する一方で、代替の実施が、コンピュータ302の他のコンポーネントに関連した独立型コンポーネントとしてAPI312又はサービス層313を説明してもよい。その上、API312又はサービス層313のいずれか又はすべての部分を、この開示の適用範囲から逸脱することなく、別のソフトウェアモジュールの子又はサブモジュール、企業用アプリケーション、又はハードウェアモジュールとして実施してもよい。

20

30

【0067】

コンピュータ302はインターフェース304を含んでいる。図3において単一のインターフェース304として示しているが、2つ以上のインターフェース304を、特定の必要性、要望、又はコンピュータ302の特定の実施に従って用いてもよい。ネットワーク330に(図示であろうと不図示であろうと)接続された分散環境(並列処理環境を含む)内の他のシステムと通信するために、コンピュータ302がインターフェース304を用いている。例えば、インターフェース304は、コンピュータベースの腐食/侵食モジュール112及びHIPS101との通信を促進することができる。一般に、インターフェース304は、ネットワーク330と通信するように作動可能な、ソフトウェア又はハードウェア内で符号化されたロジックを備えている。より詳細には、インターフェース304は、ネットワーク330による通信に関連する1つ以上の通信プロトコルに対応するソフトウェアを備えていてもよい。

40

【0068】

コンピュータ302はプロセッサ305を含んでいる。図3において単一のプロセッサ305として示しているが、2つ以上のプロセッサを、特定の必要性、要望、又はコンピ

50

ュータ 302 の特定の実施に従って用いてもよい。一般に、プロセッサ 305 は、コンピュータ 302 の動作を行うように、命令を実行してデータを操作する。

【0069】

コンピュータ 302 は、コンピュータ 302 又はコンピュータがその一部であるシステムの他のコンポーネントのためのデータを保持するメモリ 306 も含んでいる。図 3 において単一のメモリ 306 として示しているが、2 つ以上のメモリを、特定の必要性、要望、又はコンピュータ 302 の特定の実施に従って用いてもよい。メモリ 306 は、コンピュータ 302 の統合型コンポーネントとして図示されている一方で、代替の実施において、メモリ 306 はコンピュータ 302 の外部にあってもよい。実施によっては、例えば、メモリ 306 は、パイプラインシステムを保護するために用いられるアルゴリズム 314 を保持することができる。

10

【0070】

この開示と一致する機能を実行するコンピュータシステムに関連するいくつかの数のコンピュータ 302 が存在してもよい。更に、用語「クライアント」、「ユーザ」、及び他の適切な用語は、この開示の適用範囲から逸脱することなく、必要に応じて、交換可能に用いられていてもよい。その上、この開示は、多くのユーザ／プロセスが 1 つのコンピュータ 302 を用いてもよいこと、又は、1 つのユーザ／プロセスが多数のコンピュータ 302 を用いてもよいことを想定している。

【0071】

本明細書中で説明した主題及び機能的動作の実施は、デジタル電子回路において、又は、本明細書中に開示した構造及びそれらの構造的均等物を含む明白に具現化されたコンピュータソフトウェア又はファームウェアにおいて、若しくはコンピュータハードウェアにおいて、又は、これらのうちの 1 つ以上の組み合わせにおいて実施することができる。本明細書中で説明した主題の実施は、データ処理装置による実行のために、又は、データ処理装置の動作を制御するように、有形の非一時的なコンピュータストレージ媒体上で符号化された、1 つ以上のコンピュータプログラム、すなわち、コンピュータプログラム命令の 1 つ以上のモジュールとして実施することができる。代替として、又は、加えて、プログラム命令は、人工的に生成された伝搬信号、例えば、データ処理装置による実行のために受信機装置への送信のための情報を符号化するように生成された、機械生成された電氣的、光学的、又は電磁的信号上で符号化され得る。コンピュータストレージ媒体は、機械読取可能ストレージデバイス、機械読取可能ストレージ基板、ランダム又はシリアルアクセスメモリデバイス、又はこれらのうちの 1 つ以上の組み合わせであってもよい。

20

30

【0072】

用語「データ処理装置」は、データ処理ハードウェアを指し、例として、プログラム可能なプロセッサ、コンピュータ、若しくはマルチプロセッサ又はコンピュータを含むデータを処理するためのすべての種類の装置、デバイス、及び機械を包含する。装置は、特殊用途論理回路、例えば、中央処理装置（CPU）、コプロセッサ（例えば、グラフィック／視覚処理装置（GPU/VPU））、FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）、又はASIC（特定用途向け集積回路）であってもよく、又は、更にそれらを含むこともできる。実施によっては、データ処理装置又は特殊用途論理回路は、ハードウェアベース又はソフトウェアベースであってもよい。装置は、コンピュータプログラムのための実行環境を生成するコード、例えば、プロセッサファームウェア、プロトコルスタック、データベース管理システム、オペレーティングシステム、又はこれらのうちの 1 つ以上の組み合わせを構成するコードを任意に含むことができる。本開示は、従来のオペレーティングシステム、例えば、LINUX、UNIX（登録商標）、WINDOWS（登録商標）、MAC OS、ANDROID（登録商標）、IOS 又はその他の従来のオペレーティングシステムを用いるか、又はそれらを用いないデータ処理装置の利用を想定している。

40

【0073】

プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション、モジュール、ソフトウェ

50

アモジュール、スクリプト、又はコードとも称されるか、それらとして説明されるかもしれないコンピュータプログラムは、コンパイル又はインタープリタ言語、若しくは宣言型又は手続き型言語を含むどのような形態のプログラミング言語で書かれてもよく、それは、独立型プログラムとして、若しくは、モジュール、コンポーネント、サブルーチン、又はコンピューティング環境で使用されるための他の単位として含むどのような形態で展開されてもよい。コンピュータプログラムは、ファイルシステム内のファイルに対応してもよいが、そうである必要はない。プログラムは、他のプログラム又はデータ、例えば、マークアップ言語文書に格納された1つ以上のスクリプトを保持するファイルの一部に、問題とするプログラム専用の単一ファイル内に、若しくは、多数の整合させたファイル、例えば、1つ以上のモジュール、サブプログラム、又はコードの一部を格納するファイル内に、格納することができる。コンピュータプログラムは、1つのコンピュータ、又は、一箇所に位置するか、多数箇所にわたって分散されて通信ネットワークによって相互接続された多数のコンピュータ上で実行されるように展開することができる。様々な形で説明したプログラムの一部は、様々なオブジェクト、方法、又は他のプロセスを介して様々な特徴及び機能を実装する個々のモジュールとして示しているが、プログラムは、代わりに、必要に応じて、多くのサブモジュール、サードパーティサービス、コンポーネント、ライブラリ等を含んでいてもよい。反対に、様々なコンポーネントの特徴及び機能は、必要に応じて、単一のコンポーネントに結合することができる。

10

【0074】

本明細書中に説明するプロセス及び論理フローは、入力データ上で操作して出力を生成することによって機能を実行するように、1つ以上のコンピュータプログラムを実行する1つ以上のプログラム可能なコンピュータによって実行することができる。また、プロセス及び論理フローは、特殊用途論理回路、例えば、CPU、FPGA、又はASICによって実行することができ、装置もまた、この特殊用途論理回路として実装することができる。

20

【0075】

コンピュータプログラムを実行するためのコンピュータは、汎用の又は特殊用途のマイクロプロセッサ、両方、又はその他の種類のCPUに基づくことができる。一般に、CPUは、読出し専用メモリ（ROM）又はランダムアクセスメモリ（RAM）若しくは両方から命令及びデータを受信する。コンピュータの必須要素は、命令を実施又は実行するためのCPUと、命令及びデータを格納するための1つ以上のメモリデバイスとである。一般に、コンピュータは、データを格納するための1つ以上の大容量ストレージデバイス、例えば、磁気、光磁気ディスク、又は光学ディスクも含むか、これに動作可能に結合され、それからデータを受信するか、それにデータを送信するか、又は両方を行う。しかし、コンピュータはかかるデバイスを有する必要はない。その上、コンピュータを別のデバイスに組み込むことができ、この別のデバイスは、例えば、ほんの数例を挙げると、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、携帯用音声又は動画プレーヤ、ゲーム機、全地球測位システム（GPS）受信機、又は可搬型ストレージデバイス、例えば、ユニバーサルシリアルバス（USB）フラッシュドライブ、である。

30

【0076】

コンピュータプログラム命令及びデータを格納するためのコンピュータ読取り可能媒体（必要に応じて、一時的又は非一時的）は、例として、半導体メモリデバイス、例えば、消去可能なプログラム可能読出し専用メモリ（EPROM）、電気消去可能なプログラム可能読出し専用メモリ（EEPROM）、及びフラッシュメモリデバイス；磁気ディスク、例えば、内部ハードディスク又はリムーバブルディスク；光磁気ディスク；並びに、CD-ROM、DVD+/-R、DVD-RAM、及びDVD-ROMディスクを含むすべての形態の不揮発性メモリ、媒体、及びメモリデバイスを含んでいる。メモリは、キャッシュ、クラス、フレームワーク、アプリケーション、バックアップデータ、ジョブ、webページ、webページテンプレート、データベーステーブル、ビジネス又は動的情報を格納するリポジトリ、及び、何らかのパラメータ、変数、アルゴリズム、命令、規則、制

40

50

約、又はそれらに対する参照を含むその他の適切な情報を含んでいる様々なオブジェクト又はデータを格納してもよい。加えて、メモリは、ログ、ポリシー、セキュリティ又はアクセスデータ、報告ファイル、並びにその他等の、その他の適切なデータを含んでもよい。プロセッサ及びメモリは、特殊用途論理回路によって補われてもよく、又は、特殊用途論理回路に組み込まれてもよい。

【0077】

ユーザとの対話を提供するため、本明細書中に説明する主題の実施は、情報をユーザに表示するための表示デバイス（例えば、CRT（陰極線管）、LCD（液晶ディスプレイ）、LED（発光ダイオード）、又はプラズマモニタ）と、ユーザがコンピュータに入力を提供できるキーボード及びポインティングデバイス（例えば、マウス、トラックボール、又はタッチパッド）とを有するコンピュータ上で実施することができる。入力、また、感圧性を有するタブレットコンピュータ表面、静電容量検知又は電気検知を用いるマルチタッチスクリーン、又は他の種類のタッチスクリーン等のタッチスクリーンを用いて、コンピュータに提供してもよい。他の種類のデバイスを、同様にユーザとの対話の提供に用いてもよく；例えば、ユーザに提供されるフィードバックは、いずれかの形態の感覚フィードバック（例えば、視覚フィードバック、音声フィードバック、又は触覚フィードバック）であってもよく；そして、ユーザからの入力を、音響、音声、又は触覚入力を含むいずれかの形態で受信してもよい。加えて、コンピュータは、ユーザによって用いられるデバイスにドキュメントを送信し、それからドキュメントを受信することによって、例えば、webブラウザから受信したリクエストに応答して、ユーザのクライアントデバイス 上のwebブラウザにwebページを送信することによって、ユーザと対話することができる。

【0078】

用語「グラフィカルユーザインターフェース」、すなわちGUIは、1つ以上のグラフィカルユーザインターフェース及び特定のグラフィカルユーザインターフェースの表示のそれぞれを説明するために単数形又は複数形で用いられてもよい。従って、GUIは、webブラウザ、タッチスクリーン、又は情報を処理してユーザに情報結果を効果的に表すコマンドラインインターフェース（CLI）を含むが、これらに限定されない、あらゆるグラフィカルユーザインターフェースを表していてもよい。一般に、GUIは、ビジネススイートユーザによって操作可能な対話フィールド、プルダウンリスト、及びボタン等の 、そのいくつか又はすべてがwebブラウザに関連する複数のUI要素を含んでもよい。これら及び他のUI要素は、webブラウザの機能に対して、関連するか、それを表してもよい。

【0079】

本明細書中に説明する主題の実施は、例えば、データサーバのようなバックエンドコンポーネントを含むか、例えば、アプリケーションサーバのミドルウェアコンポーネントを含むか、例えば、ユーザが本明細書中に説明する主題の実施と対話することができるグラフィカルユーザインターフェース又はWebブラウザを有するクライアントコンピュータのフロントエンドコンポーネントを含むか、又はかかるバックエンド、ミドルウェア、又はフロントエンドコンポーネントの1つ以上の組み合わせのコンピューティングシステム において実施することができる。システムのコンポーネントは、有線又は無線デジタルデータ通信、例えば、通信ネットワークのあらゆる形態又は媒体によって相互接続することができる。通信ネットワークの例は、ローカルエリアネットワーク（LAN）、無線アクセスネットワーク（RAN）、都市規模ネットワーク（MAN）、広域ネットワーク（WAN）、ワールドワイド・インターオペラビリティ・フォー・マイクロウェーブ・アクセス（WIMAX）、例えば802.11a/b/g/n又は802.20を用いる無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）、インターネットのすべて又は一部、又はその他の通信システム又は1つ以上の位置におけるシステムを含んでいる。ネットワークは、例えば、インターネットプロトコル（IP）パケット、フレームリレーフレーム、非同期転送モード（ATM）セル、音声、動画、データ、又はネットワークアドレス間の他の情報に

より通信してもよい。

【0080】

コンピューティングシステムは、クライアント及びサーバを含むことができる。クライアント及びサーバは、一般に、互いに遠隔にあり、典型的には、通信ネットワークを介して相互に作用する。クライアント及びサーバの関係は、それぞれのコンピュータ上で動作し、互いにクライアントーサーバ関係を有するコンピュータプログラムによって生じる。

【0081】

実施によっては、コンピュータシステムのあらゆる又はすべてのコンポーネント（ハードウェア又はソフトウェアの両方）は、互いに、又は、アプリケーションプログラミングインターフェース（API）又はサービス層を用いたインターフェースと、インターフェース接続していてもよい。APIは、ルーチン、データ構造、及びオブジェクトクラスに対する仕様を含んでいてもよい。APIは、コンピュータ言語非依存又は依存のどちらか一方であってもよく、完全なインターフェース、単一の関数、又はAPIのセットでさえも参照してもよい。サービス層は、ソフトウェアサービスをコンピューティングシステムに提供する。コンピューティングシステムの様々なコンポーネントの機能性は、このサービス層を利用するすべてのサービス消費者のためにアクセス可能であってもよい。ソフトウェアサービスは、定義されたインターフェースを介して、再利用可能な、定義されたビジネス機能性を提供する。例えば、インターフェースは、J A V A（登録商標）、C ++、あるいは拡張マークアップ言語（XML）又は他の形式においてデータを提供する他の言語で書かれたソフトウェアであってもよい。API及びサービス層は、コンピューティングシステムの他のコンポーネントに関する統合型又は独立型（スタンドアロン）コンポーネントであってもよい。その上、サービス層の任意の又はすべての部分は、この開示の適用範囲から逸脱することなく、別のソフトウェアモジュールの子又はサブモジュールとして、企業用アプリケーションとして、又はハードウェアモジュールとして、実装されていてもよい。

【0082】

この明細書は、多くの具体的な実施詳細を含んでいる一方で、これらは、いずれかの発明の適用範囲に関する限定として、又は、請求されるかもしれない適用範囲に関する限定として、解釈すべきではなく、どちらかということ、特定の発明の特定の実施に対して特有であってもよい特徴の説明として解釈すべきである。別々の実施の文脈において本明細書中で説明するある特定の特徴も、単一の実施において組み合わせて実施することができる。反対に、単一の実施の文脈において説明される様々な特徴も、別々に多数の実施において、又は、任意の部分的組み合わせにおいて実施することができる。その上、特徴は、ある特定の組み合わせにおいて機能するように上で説明され、更にはそういうものとして最初に請求されたかもしれないが、請求した組み合わせからの1つ以上の特徴は、ある場合においては、その組み合わせから削除されてもよく、請求した組み合わせを、部分的組み合わせ（サブコンビネーション）又は部分的組み合わせの変形例に導いてもよい。

【0083】

同様に、動作は特定の順序で図面に示されているが、これは、かかる動作が図示した特定の順序又は一連の順序で実行されること、又は、図示したすべての動作が所望の結果を達成するように実行されることが必要であると理解すべきではない。ある特定の状況において、マルチタスク及び並列処理が有利であるかもしれない。その上、上で説明した実施における様々なシステムモジュール及びコンポーネントの分離及び統合は、すべての実施においてかかる分離又は統合が必要であると理解すべきではなく、説明したプログラムコンポーネント及びシステムは、一般に、単一のソフトウェア製品に共に統合されるか、多数のソフトウェア製品にパッケージ化されてもよいことは、言うまでもない。

【0084】

主題の特定の実施を説明してきた。説明した実施の他の実施、代替、及び置換は、当業者に対して明らかなように、以下の特許請求の範囲の適用範囲内である。例えば、特許請求の範囲において列挙される動作は、異なる順序で実行することができ、依然として所望

の結果を達成することができる。

【0085】

従って、上記の例示の実施の説明は、この開示を定義し、限定するものではない。他の変更、代用、又は代替も、この開示の精神及び適用範囲から逸脱することなく可能である。

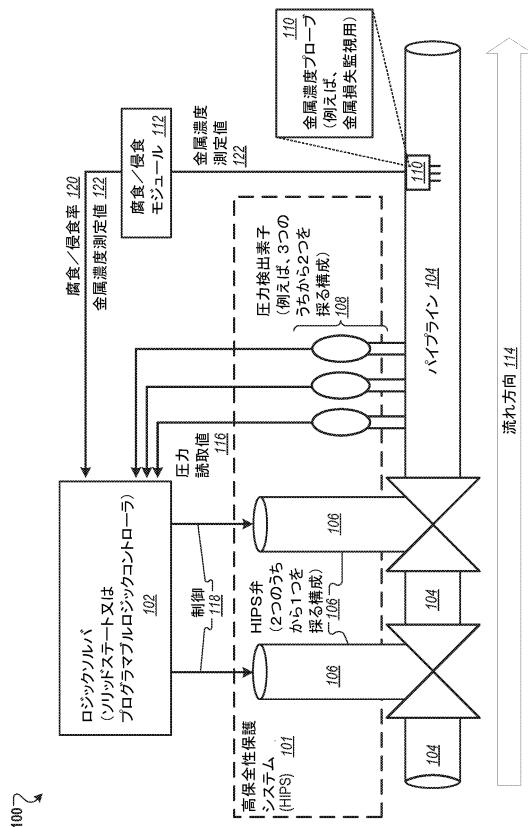
【符号の説明】

【0086】

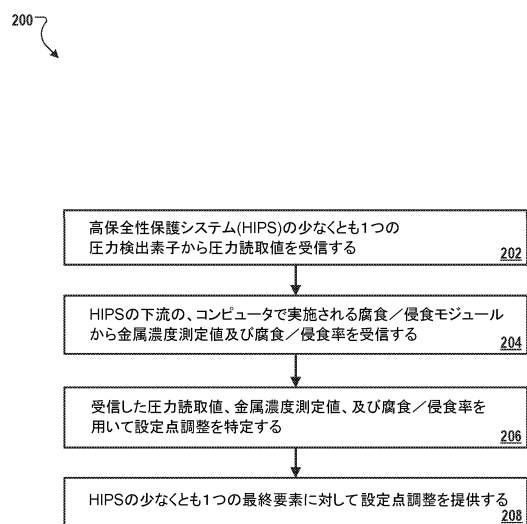
- 100 統合型保護システム (IPS)
- 101 高保全性保護システム (HIPS)
- 102 ロジックソルバ
- 104 パイプライン
- 106 HIPS弁 (最終要素)
- 108 圧力検出素子
- 110 プローブ
- 112 腐食／侵食モジュール
- 116 圧力読取値
- 118 制御
- 120 腐食／侵食率
- 122 金属濃度測定値
- 124 金属濃度測定用プローブ (例えば、金属損失監視用)

10

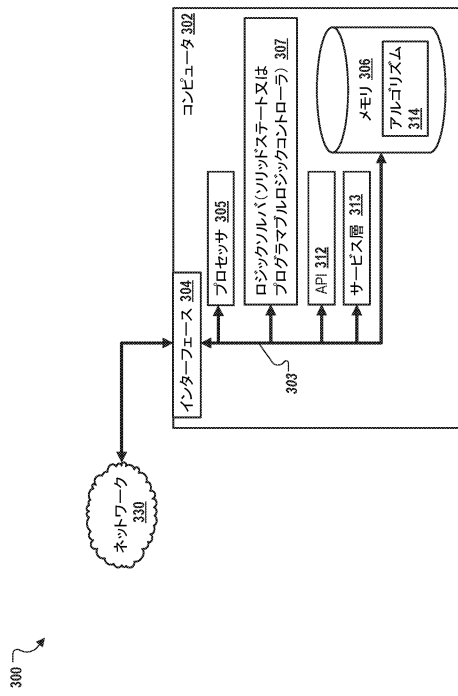
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 ムヒカ, ペドロ エイ.
サウジアラビア王国 ダーラン 31311, アル ミドラ ビルディング, ピー. オー. ボック
ス 20337 サウジ アラムコ

審査官 渡邊 聡

(56)参考文献 特開2005-308841 (JP, A)
国際公開第2007/132725 (WO, A1)
国際公開第2012/100044 (WO, A1)
特開2011-053161 (JP, A)
特表2009-544008 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F17D 5/06
G01N 17/02
F16L 55/00