

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-529211

(P2019-529211A)

(43) 公表日 令和1年10月17日(2019.10.17)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B63C 11/00 (2006.01)	B 63 C 11/00	E
B63C 11/48 (2006.01)	B 63 C 11/48	B
B63B 9/00 (2006.01)	B 63 C 11/48	D
	B 63 C 11/48	Z
	B 63 B 9/00	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2019-512722 (P2019-512722)	(71) 出願人	599130449 サウジ アラビアン オイル カンパニー
(86) (22) 出願日	平成29年8月29日 (2017.8.29)		サウジアラビア王国 31311 ダーラン, イースタン アベニュー 1
(85) 翻訳文提出日	平成31年3月5日 (2019.3.5)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(86) 國際出願番号	PCT/US2017/049011	(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(87) 國際公開番号	W02018/057250	(74) 代理人	100133400 弁理士 阿部 達彦
(87) 國際公開日	平成30年3月29日 (2018.3.29)		
(31) 優先権主張番号	62/397,175		
(32) 優先日	平成28年9月20日 (2016.9.20)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	15/677,509		
(32) 優先日	平成29年8月15日 (2017.8.15)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水中パイプライン検査クローラ

(57) 【要約】

検査クローラ(702)を含む水中検査のためのシステムが提供され、検査クローラ(702)は、第1及び第2の側を有するハウジング(704)と、電源と、コントローラと、検査ツールと、少なくとも2対の駆動輪と、可動重心とを含む。また、移動質量734)を有する検査クローラを用いて溶接接合部を横切る方法が提供され、クローラは接合部(138)に近接して駐車され、質量体はスライドレール(736)に沿って関節より遠位のクローラの第2の端にスライドされる。次いでクローラの第1の端が接合部の上に推進され、質量体はクローラの中心にスライドする。次いで、クローラの中心部は、接合部を越えて推進され、質量体がクローラの第1の端までスライドする。次いでクローラの第2の端は、接合部を越えて推進される。

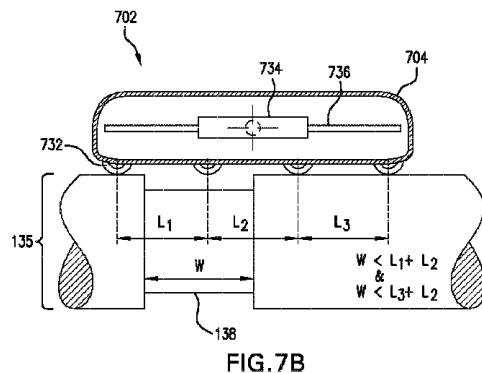


FIG.7B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査クローラを備える水中検査のためのシステムであって、
第1の側と、反対の第2の側と、電源と、コントローラとを有するハウジングと、
前記ハウジングに動作可能に接続された少なくとも1つの検査ツールと、
前記ハウジングの底部に取り付けられ、前記検査クローラをパイプラインの表面を横切
って推進させるように構成されている、少なくとも2対の駆動輪と、
可動重心であって、前記重心が、前記パイplineの表面上の障害物を横切る間、前記
ハウジングに取り付けられたスライドレールに沿って選択的に移動するように構成された
、前記可動重心と、
を有する、前記システム。

10

【請求項 2】

少なくとも1つの遠隔操作車両(ROV)をさらに備え、前記検査クローラが、前記ROVのドッキングステーションとして動作するように構成され、前記ROVが、前記ROVが前記検査クローラ内にドッキングされたとき、水中ナビゲーションで前記検査クローラを支援するように構成される、請求項1記載のシステム。

20

【請求項 3】

水面上に位置し、前記少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された、少なく
とも1つの通信ユニットであって、前記少なくとも1つの通信ユニットが、1つ以上の遠
隔装置と空中通信し、テザーを介して、前記少なくとも1つの検査クローラと通信するよ
うに構成される、前記通信ユニットと、

20

前記少なくとも1つの通信ユニットと動作可能に接続された、少なくとも1つの海面ユ
ニットと、をさらに備える、請求項1記載のシステム。

【請求項 4】

少なくとも1つの通信ユニットにおいて、前記水面上に浮かぶように構成される、請求
項3記載のシステム。

【請求項 5】

前記少なくとも1つの海面ユニットが、制御信号を介して、前記少なくとも1つの検査
クローラの動作を制御するように構成される、請求項3記載のシステム。

30

【請求項 6】

前記検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々が、少なくとも1つの送信
機及び少なくとも1つの受信機を備え、前記送信機及び受信機が、それぞれデータ及び制
御信号を送受信するように構成される、請求項3記載のシステム。

【請求項 7】

前記スライドレールが、前記ハウジング内に位置し、前記可動重心が、前記検査クロー
ラの内部構成要素を含む、請求項1記載のシステム。

【請求項 8】

検査クローラによって水中パイplineの表面に沿って溶接接合部を横断させる方法であ
って、前記検査クローラは、第1の端及び第2の端を備えるハウジングと、前記第1の
端から前記第2の端までの前記ハウジングの長さに沿って位置するスライドレールと、前
記スライドレールに沿ってスライドし、前記検査クローラの重心を変更させるように構成
された移動質量体と、前記検査クローラの底面に動作可能に取り付けられた少なくとも2
対のホイールとを有し、前記方法が、

40

前記溶接接合部に近接する場所に前記検査クローラを停車させることと、

前記スライドレールに沿って、前記検査クローラの実質的に前記第2の端である位置まで前記質量体をスライドされることであって、前記検査クローラの前記第2の端が、前記
検査クローラの前記第1の端に対して、前記溶接接合部の遠位にある、前記スライドさせ
ることと、

前記検査クローラの前記第1の端を、前記溶接接合部を超えて推進することと、

前記スライドレールに沿って、前記質量体を前記検査クローラの略中心である位置まで

50

スライドさせることと、

前記検査クローラの中心を、前記溶接接合部を超えて推進することと、

前記スライドレールに沿って、前記質量体を前記検査クローラの実質的に前記第1の端である位置までスライドさせることと、

前記検査クローラの前記第2の端を、前記溶接接合部を超えて推進することと、を含む方法。

【請求項9】

水中パイプラインの検査のためのシステムであって、

少なくとも1つの検査クローラであって、前記少なくとも1つの検査クローラが、ハウジングと、電源と、コントローラと、少なくとも1つの検査ツールと、それぞれが転動体を有する少なくとも2対のラッチアームと、少なくとも2対の駆動輪とを備え、前記少なくとも1つの検査クローラが、前記水中パイプラインに沿って移動し、前記水中パイプラインの一部を接続する溶接接合部を横切るように構成される、前記検査クローラと、

前記水面上に位置し、前記少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された、少なくとも1つの通信ユニットであって、前記少なくとも1つの通信ユニットが、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、テザーを介して、前記少なくとも1つの検査クローラと通信するように構成される、前記通信ユニットと、

前記少なくとも1つの通信ユニットと動作可能に接続された、少なくとも1つの海面ユニットと、をさらに備える、前記システム。

【請求項10】

少なくとも1つの通信ユニットにおいて、前記水面上に浮かぶように構成される、請求項9記載のシステム。

【請求項11】

前記少なくとも1つの海面ユニットが、制御信号を介して、前記少なくとも1つの検査クローラの動作を制御するように構成される、請求項9記載のシステム。

【請求項12】

少なくとも1つの遠隔操作車両(ROV)をさらに備え、前記検査クローラが、前記ROVのドッキングステーションとして動作するように構成され、前記ROVが、前記ROVが前記検査クローラ内にドッキングされたとき、水中ナビゲーションで前記検査クローラを支援するように構成される、請求項9記載のシステム。

【請求項13】

前記検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々が、少なくとも1つの送信機及び少なくとも1つの受信機を備え、前記送信機及び受信機が、それぞれデータ及び制御信号を送受信するように構成される、請求項9記載のシステム。

【請求項14】

前記転動体が、オムニホイールである、請求項9記載のシステム。

【請求項15】

前記検査クローラの前記ハウジングが、前部と、後部と、前記前部と前記後部とを接続する接続構造とをさらに備え、前記接続構造が、前記検査クローラの長さをそれぞれ伸縮せるように動作可能に拡張可能かつ伸縮可能な部材を備える、請求項9記載のシステム。

【請求項16】

前記少なくとも2対のラッチアームが、各ラッチアームを上部セグメントと下部セグメントとに分割する接合部を各々含み、前記接合部が、前記ラッチアームが可変径のパイプラインを収容することを可能にする、請求項9記載のシステム。

【請求項17】

少なくとも1つの検査クローラが、

前記ハウジング及び前記ラッチアームに動作可能に接続された空気圧式アクチュエータであって、前記空気圧式アクチュエータが、前記ラッチアームを構成して、前記パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成される、前記空気圧式アクチュエータをさらに

10

20

30

40

50

備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 18】

少なくとも 1 つの検査クローラが、

前記ハウジング及び前記ラッチアームに動作可能に接続する電気作動機構であって、前記電気作動機構が、前記ラッチアームが前記パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成する、前記電気作動機構をさらに備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 19】

検査クローラによって、水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横断させる方法であって、前記検査クローラが、ハウジングと、電源と、コントローラと、少なくとも 1 つの検査ツールと、前側対及び後側対を含む少なくとも 2 対のラッチアームであって、各々のラッチアームが転動体を有する、前記ラッチアームと、少なくとも 2 対の駆動輪と、を有し、前記方法が、

前記検査クローラを前記溶接接合部に近接した位置に駐車させることであって、前記駐車ステップが、前記少なくとも 2 対のラッチアームの前記転動体を前記パイプラインの前記表面に抗して押圧し、それによって、前記ラッチアームの前側対の前記転動体が、前記ラッチアームの後側対と略整列するようにされる、前記駐車させることと、

前記パイプラインの前記表面から、前記ラッチアームの前側対の前記転動体を引き上げることと、

前記駆動輪を使用して、前記検査クローラの前部を前記溶接接合部をわたって推進させることと、

前記ラッチアームの前側対の前記転動体を、前記パイプラインの前記表面と接触するように降下させ、前記パイプラインの前記表面から前記ラッチアームの後側対の前記転動体を引き上げることと、

前記駆動輪を使用して、前記検査クローラの後部を前記溶接接合部をわたって推進させることと、

前記ラッチアームの後側対の前記転動体を、前記パイプラインの前記表面と接触するように降下させることと、を含む、方法。

【請求項 20】

前部と、後部と、前記前部と前記後部とを接続する接続構造とを有する検査クローラを用いて、水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横断する方法であって、前記接続構造が、前記検査クローラの長さをそれぞれ伸縮させるように動作可能な拡張可能かつ伸縮可能な部材と、電源と、コントローラと、少なくとも 1 つの検査ツールと、前側対及び後側対を含む少なくとも 2 対のラッチアームであって、各々のラッチアームが転動要素を有する、前記ラッチアームと、少なくとも 2 対の駆動輪と、を備え、前記方法が、前記検査クローラを前記溶接接合部に近接した位置に駐車させることであって、前記駐車ステップが、前記少なくとも 2 対のラッチアームの前記転動要素を前記パイプラインの前記表面に抗して押圧し、それによって、前記ラッチアームの前側対の前記転動要素が、前記ラッチアームの後側対と略整列するようにされる、前記駐車させることと、

前記検査クローラの第 1 の部分を、前記溶接接合部を超えて推進させるように、前記接続構造を延長させることと、

前記検査クローラの第 2 の部分を、前記溶接接合部を超えて推進させるように、前記接続構造を縮小させることと、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本発明は、2016年9月20日に出願された米国特許出願第 62/397,175 号に対する優先権を主張し、その全体が参照により本明細書に組み入れられる。

【0002】

本発明は、水中ロボットならびに水中パイプラインの検査のための方法及びシステムに

10

20

30

40

50

関する。

【背景技術】

【0003】

水中パイプラインは、海底での安定性を確保するためのコンクリート製のウェイトコーティングを含むことができる。パイプラインのセグメントは、一般的には、ともに溶接されてセグメント間の溶接接合部を形成する。しかしながら、溶接接合部は、コンクリート被覆を有しておらず、ゆえに環境にさらされているか、あるいはそれらを外部の損傷から保護するためのある種のワイヤメッシュまたはガードを有している。このように、溶接接合部は、一般的には、劣化及び漏れ（例えば、腐食に起因する）に対してより脆弱であり、ゆえに頻繁な検査を必要とする。また、溶接接合部の断面径は、通常、パイプラインのコンクリート被覆セグメントよりも小さい。10

【0004】

水中パイプライン（例えば、溶接接合部）の構成に一部起因して、水中パイプラインの外部検査は困難な作業となる可能性がある。パイプラインに沿った標的箇所で検査値を読み取ることによってこれらのパイプラインを検査するために、遠隔操作車両（ROV）が使用されてきた。しかしながら、パイプラインが海岸から始まり浅い水域に移行すると、これらの外部検査はさらに難しくなり、浅い水域の大きな海流は、ROVがパイプライン、特に溶接接合部にアクセスすることを困難にする。

【0005】

そのため、水中パイプラインを検査するための新しい手法に対する要望がある。本発明は、水中パイプラインのための従来の検査プロトコルに関連したこれら及び他の制限に対処する。20

【発明の概要】

【0006】

本発明の一態様によれば、検査クローラを含む水中検査のためのシステムが提供される。検査クローラは、ハウジングを備え、それによって、ハウジングが第1の側と第2の側（すなわち、対向する側面）を有し、電源及びコントローラを含むようにされる。検査クローラは、ハウジングに動作可能に接続された少なくとも1つの検査ツールと、ハウジングの底部に取り付けられた少なくとも2対の駆動輪とをさらに含み、駆動輪は、検査クローラをパイプラインの表面にわたって推進するように構成される。検査クローラはさらに、可動重心を含む。可動重心は、パイプラインの表面上の障害物を横切る際に、ハウジングに取り付けられたスライドレールに沿って選択的に移動するように構成される。30

【0007】

別の態様によれば、システムは、少なくとも1つの遠隔操作車両（ROV）をさらに含み、検査クローラは、ROV用のドッキングステーションとして動作するように構成される。ROVは、ROVが検査クローラにドッキングされたときに、水中でのナビゲーションにおいて検査クローラを支援するように構成される。

【0008】

別の態様によれば、システムは、水面上に配置され少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された少なくとも1つの通信ユニットをさらに含む。少なくとも1つの通信ユニットは、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、テザーを介して、少なくとも1つの検査クローラと通信するように構成される。本システムは、少なくとも1つの通信ユニットに動作可能に接続された少なくとも1つの海面ユニットをさらに含む。40

【0009】

別の態様によれば、少なくとも1つの通信ユニットは水面上に浮かぶように構成される。別の態様によれば、少なくとも1つの海面ユニットは、制御信号を介して、少なくとも1つの検査クローラの動作を制御するように構成される。

【0010】

別の態様によれば、検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々は、少なくとも1つの送信機及び少なくとも1つの受信機を含み、送信機及び受信機はそれぞれデー50

タ信号及び制御信号を送信及び受信するように構成される。

【0011】

別の態様によれば、検査クローラのスライドレールは、ハウジング内に位置付けられ、可動重心は検査クローラの内部構成要素を含む。

【0012】

本発明の別の態様によれば、可動質量体を有する検査クローラを用いて水中パイプラインの溶接接合部を横切るための方法が提供される。検査クローラは、第1及び第2の端を有し、検査クローラの重心を変えるためにスライドレールに沿ってスライドするように構成された移動質量体を有する。本方法によれば、検査クローラは溶接接合部に近接した位置に駐車され、スライドレールに沿った質量体は、実質的に検査クローラの第2の端の位置にスライドされ、検査クローラの第2の端は、検査クローラの第1の端に対して溶接接合部の遠位にある。次いで検査クローラの第1の端は、溶接接合部の上に推進される。スライドレールに沿った質量体は、その後、検査クローラの略中心である位置までスライドされ、検査クローラの中心部は、溶接接合部を越えて推進される。最終的に、スライドレールに沿った質量体は、実質的に検査クローラの第1の端の位置までスライドされ、検査クローラの第2の端は、溶接接合部上を推進される。

10

【0013】

本発明の一態様によれば、水中パイplineの検査のためのシステムが提供される。本システムは、水中パイplineに沿って移動するように構成された少なくとも1つの検査クローラと、水中パイplineの部分を接続する横断溶接接合部とを含む。少なくとも1つの検査クローラは、ハウジングと、電源と、コントローラと、少なくとも1つの検査ツールと、各々が転動体を有する少なくとも2対のラッチアームと、少なくとも2対の駆動輪とを備える。本システムは、水面上に位置し、少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された少なくとも1つの通信ユニットをさらに含む。少なくとも1つの通信ユニットは、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、テザーを介して、少なくとも1つの検査クローラと通信するように構成される。本システムは、少なくとも1つの通信ユニットに動作可能に接続された少なくとも1つの海面ユニットをさらに含む。

20

【0014】

別の態様によれば、少なくとも1つの通信ユニットは水面上に浮かぶように構成される。別の態様によれば、少なくとも1つの海面ユニットは、制御信号を介して、少なくとも1つの検査クローラの動作を制御するように構成される。別の態様によれば、システムは少なくとも1つの遠隔操作車両(ROV)をさらに含み、検査クローラはROVのためのドッキングステーションとして動作するように構成される。ROVは、ROVが検査クローラにドッキングされたときに水中でのナビゲーションにおいて検査クローラを支援するように構成される。

30

【0015】

別の態様によれば、検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々は、少なくとも1つの送信機及び少なくとも1つの受信機を含み、送信機及び受信機はそれぞれデータ信号及び制御信号を送信及び受信するように構成される。

40

【0016】

別の態様によれば、検査クローラの転動体は、オムニホイールである。

【0017】

別の態様によれば、検査クローラのハウジングは、前部と後部と、前部と後部とを接続する接続構造とをさらに含む。接続構造は、検査クローラの長さをそれぞれ伸縮させるように動作可能な拡張可能かつ伸縮可能な部材を備える。

【0018】

別の態様によれば、少なくとも2対のラッチアームは、各ラッチアームを上部セグメントと下部セグメントとに分割する関節を各々含む。接合部は、ラッチアームが様々な直径のパイplineを収容することを可能にする。

【0019】

50

別の態様によれば、検査クローラは、ハウジング及びラッチアームに動作可能に接続された空気圧式アクチュエータをさらに含む。空気圧式アクチュエータは、ラッチアームを、パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成する。

【0020】

別の態様によれば、検査クローラは、ハウジング及びラッチアームに動作可能に接続された電気作動機構を含み、電気作動機構は、ラッチアームを、パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成する。

【0021】

本発明のさらに別の態様によれば、検査クローラを用いて水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横切るための方法が提供される。この方法によれば、検査クローラは、溶接接合部に近接した位置に駐車され、検査クローラを駐車させるために、少なくとも2対のラッチアームの転動体が、パイプラインの表面に抗して押圧され、それによって、ラッチアームの前側対の転動体が、ラッチアームの後側対の転動体と略整列するようになれる。次に、ラッチアームの前側対の転動体が、パイプラインの表面から引き上げられ、検査クローラの前部が、駆動輪を使用して溶接接合部を横切って推進される。次に、ラッチアーム前側対の転動体が下降してパイプラインの表面に接触し、ラッチアームの後側対の転動体がパイプラインの表面から引き上げられる。次いで、検査クローラの後部が、駆動輪を使用して溶接接合部を横切って推進され、ラッチアームの後側対の転動体が下降してパイプラインの表面に接触する。

10

【0022】

本発明の別の態様によれば、接続構造を有する検査クローラを用いて溶接接合部を横切る方法が提供される。本方法によれば、検査クローラは、溶接接合部に最も近い位置に駐車され、検査クローラを駐車させるために、少なくとも2対のラッチアームの転動体がパイプラインの表面に抗して押圧され、それによって、ラッチアームの前側対の転動体が、ラッチアームの後側対の転動体と実質的に整列するようになれる。次いで、接続構造体を延長させて検査クローラの第1の部分を溶接接合部を越えて推進させる。次いで、接続構造体を収縮させて検査クローラの第2の部分を溶接接合部を越えて推進させる。

20

【0023】

これら及び他の態様、特徴、及び利点は、本発明の特定の実施形態の以下の説明及び添付の図面、ならびに特許請求の範囲から理解することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中クローラの構成例を図示するプロック図である。

【図2】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中パイプライン検査のための例示的なシステムの図である。

【図3A】本出願の少なくとも1つの実施形態による、水中クローラの水中パイプラインへの取り付けの斜視図を図示する。

【図3B】本出願の少なくとも1つの実施形態による、水中クローラの水中パイプラインへの取り付けの正面図を図示する。

40

【図4A】本出願の特定の実施形態による水中クローラのラッチアームの作動機構（空気圧作動）を図示する。

【図4B】本出願の特定の実施形態による水中クローラのラッチアームの作動機構（電気作動）を図示する。

【図4C】本出願の特定の実施形態による、水中クローラのばね荷重式能動接合部へのラッチアームの接続を示す。

【図5A】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中クローラの代替構成及び水中パイプラインへのその取り付けを示す。

【図5B】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中クローラの代替構成及び水中パイプラインへのその取り付けを示す。

50

【図5C】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中クローラの検査ツールの代替の実施態様を図示する。

【図6】図6A～6Dは、本出願の少なくとも1つの実施形態による、セグメントを横断する水中クローラの動きと水中パイプラインの溶接接合部とを図示する。

【図7】図7A～7Cは、本出願の少なくとも1つの実施態様による4対の駆動輪を有する水中クローラ、セグメントを横切るその移動、及び水中パイプラインの溶接接合部の別の実施形態を図示する。

【図8】図8A～8Bは、本出願の少なくとも1つの実施形態による、3対の駆動輪を有する水中クローラ、セグメントを横切るその移動、及び水中パイプラインの溶接接合部の実施形態を図示する。

【図9】本出願の少なくとも1つの実施形態による水中クローラ、ならびにセグメントを横断するその移動及び水中パイプラインの溶接接合部の別の実施形態を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本出願は、水中検査クローラ、及び水中パイプラインの検査のためのシステム及び方法を詳述する。特に、本発明は、水中パイプラインを横切り、そのパイプライン上で検査を行うことが可能である水中検査クローラのいくつかの実施形態に関して説明される。本出願の水中検査クローラは、とりわけ、水中パイプラインに沿って溶接接合部を横断し、パイプライン上でクローラを安定させるという課題を目標としている。さらに、検査クローラは、水中の流れ、重力、及びパイプラインに沿った不連続性に抗してそれを修正することによって、クローラの上方位置が水中パイプラインの上部にあることを確実にする。

【0026】

1つ以上の実施形態では、水中検査クローラは、電源及びコントローラを収容するハウジングを備える。1つ以上の実施形態では、水中クローラはまた、ハウジングに動作可能に接続された少なくとも1つの検査ツールを含むことができる。クローラはまた、ハウジングに動作可能に接続する少なくとも2対のラッチアームを含むことができる。各ラッチアームは、各ラッチアームの遠位部分に取り付けられた転動体を備え、転動体は、検査クローラがパイプラインの表面から外れるのを防ぐため、張力を介してパイプラインの表面との接触を選択的に維持するように構成される。クローラはまた、ハウジングの底部に取り付けられた少なくとも2対の駆動輪を備えることができ、駆動輪は、検査クローラをパイプラインの表面にわたって推進するように構成される。

【0027】

1つまたは複数の実施形態では、クローラを使用して水中パイプラインを検査するためのシステム及び方法の実施形態が提供される。特に、システムは、少なくとも1つの水中クローラと、水面上に設置され検査クローラにつなぎ留められた少なくとも1つの通信ユニットとを備えることができる。通信ユニットは、1つ以上の遠隔コンピューティング装置と空中通信し、テザーを介してクローラと通信することができる。通信ユニットはまた、テザーを介して、または、代替的には水中無線接続（例えば、音響、レーザ、可視LED光、無線周波数〔RF〕）を介して、支援船または海上ロボット車両に接続されることもできる。

【0028】

本システムは、以前の水中パイプライン検査システムを超えるいくつかの利点を提供する。例えば、本出願の検査クローラは、駆動輪を介して水中パイプラインに沿って効果的な推進力を提供し、検査クローラのラッチアームを介してパイプラインに沿った安定性を維持する。これらの利点は、その鋼製の壁とそれらの下の海底の砂との周りにコンクリートのおもりコートを有する水中の水平パイプラインに沿って移動する場合に、特に明確である。本出願の検査クローラはまた、沖合で始まる水中パイプライン上に容易に配置される。この機能は、検査クローラに、浅い水域において水泳ロボットを越える明確な利点を提供するが、これは、水泳ロボットが、低い視認性に起因して浅い水域でパイプラインを見つけることが困難であるためである。さらに、水泳ロボットとは異なり、本出願の検査

クローラは、安定した検査測定のために浮力制御を必要としない。本検査クローラはまた、水中パイプラインの溶接接合部を横切る新規で効果的な移動を可能にする。

【0029】

ここで、添付の図面を参照して、参考される水中検査クローラと、水中パイプライン検査のためのシステム及び方法をより十分に説明し、1つ以上の図示された実施形態及び／またはシステムならびに方法の配置が示される。本出願のシステム及び方法は、例示された実施形態及び／または配置が、システム及び方法の単なる例示であるため、例示された実施形態及び／または配置に限定されることは全くなく、当業者には明らかであるとして、様々な形態で組み入れられることができる。したがって、本明細書に開示されたいかなる構造的及び機能的詳細も、システム及び方法を限定するものとして解釈されるべきではなく、むしろ当業者にシステム及び方法を実施するための1つ以上的方法を教示するための代表的な実施形態及び／または配置として提供されることを理解されたい。

10

【0030】

検査クローラ

図1は、本出願の少なくとも1つの実施形態による水中検査クローラの構成例を示すブロック図である。図1を参照すると、1つ以上の実施形態によれば、水中検査クローラ102は、ハウジング104を備える。ハウジング104は、電源106と、少なくとも1つの送信機／受信機108と、コントローラ110とを含む。1つ以上の実施形態では、少なくとも1つの送信機／受信機108は、信号（例えば、制御信号）を送受信することに加え、データを送受信するように構成される。1つ以上の実施形態では、少なくとも1つの送信機・受信機は、送受信機であることができるか、または分離した送信機及び分離した受信機であることができる。1つ以上の実施形態では、テザーは、送受信機108の代わりに、またはそれに加えて、1つ以上の遠隔装置と通信するために検査クローラ102に取り付けられることがある。コントローラ110は、ハードウェアプロセッサ112、メモリ114、及び記憶装置116を含む、検査クローラ102の様々な動作を可能にるように機能する様々なハードウェア及びソフトウェアコンポーネントで構成することができる。プロセッサ112は、メモリ114内にロードすることができるソフトウェア命令を実行する働きをする。特定の実施に依存して、多数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、またはその他の種類のプロセッサを備えることができる。

20

【0031】

好ましくは、メモリ114及び／または記憶装置116は、プロセッサ112によってアクセス可能であり、それによって、メモリ114及び／または記憶装置116上に記憶された命令をプロセッサ112が受信し実行することを可能にする。メモリ114は、例えばランダムアクセスメモリ（RAM）または任意の他の好適な揮発性または不揮発性のコンピュータ可読記憶媒体であることができる。加えて、メモリ114は、固定されることができるか、または取り外し可能であることができる。記憶装置116は、特定の実施に依存して、様々な形態をとることができる。例えば、記憶装置116は、1つ以上の構成要素またはデバイス、例えばハードドライブ、フラッシュメモリ、書き換え可能光ディスク、書き換え可能磁気テープ、または上記のいくつかの組み合わせを含むことができる。記憶装置116もまた、固定されることができるか、または取り外し可能であることができる。

30

【0032】

1つ以上の実施形態では、1つ以上のソフトウェアモジュール118は、記憶装置116及び／またはメモリ114内で符号化される。ソフトウェアモジュールは、プロセッサ112で実行されるコンピュータプログラムコードまたは命令のセットを有する1つ以上のソフトウェアプログラムまたはアプリケーションを含むことができる。本明細書に開示されたシステム及び方法の動作を実行し、態様を実施するためのかかるコンピュータプログラムコードまたは命令は、1つ以上のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述されることができる。プログラムコードは、スタンドアロンのソフトウェアパッケージとして全体的に検査クローラ102上で、部分的に検査クローラ102上で、及び部分的に遠

40

50

隔コンピュータ / デバイス上で、または全体的にかかる遠隔コンピュータ / デバイス上で実行されることができる。後者のシナリオでは、遠隔コンピュータシステムは、ローカルエリアネットワーク (LAN) またはワイドエリアネットワーク (WAN) を含む任意のタイプのネットワークを通して検査クローラ 102 に接続されることができるか、または外部コンピュータを介して (例えば、インターネットサービスプロバイダーを使用したインターネット経由で) 接続をなすことができる。

【 0033 】

1つ以上の実施形態では、ソフトウェアモジュール 118 の中には、プロセッサ 112 によって実行される通信モジュール 120、ドライバモジュール 122、ラッチモジュール 124、及び / または検査モジュール 126 が含まれることができる。ソフトウェアモジュール 118 の実行中、プロセッサ 112 は、検査クローラ 102 の構成に関連する様々な動作を実行するように構成される。加えて、本システム及び方法の動作に関連する他の情報及び / またはデータ、例えば、検査クローラ 102 の構成において使用される様々な制御プログラムもまた、記憶装置 130 に記憶されることが可能であることに留意すべきである。10

【 0034 】

同様に、代替の実施形態では、検査クローラ 102 は、検査クローラの様々な機能を実行するために、プロセッサ、メモリ、通信モジュール、ドライバモジュール、ラッチモジュール、及び / または検査モジュール、及びコンピュータ可読記憶媒体を含む、システムの動作を可能にする働きをする様々なハードウェア及びソフトウェアコンポーネントとともに配置されることができる制御モジュール (コントローラ 110 に代えて) を含むことができる。20

【 0035 】

1つ以上の実施形態では、検査クローラ 102 は、ハウジング 104 に対してハウジングに動作可能に (例えば、ばね荷重式能動接合部を介して) 接続された少なくとも 2 対のラッチアーム 128 をさらに含む。1つ以上の実施態様 (例えば、図 3A) では、2 対のラッチアーム 128 は、前側対及び後側対を含むことができる。前側対及び後側対の各々の第 1 のラッチアームは、ハウジングの第 1 の側面から延び、前側対及び後側対の各々の第 2 のラッチアームは、ハウジングの第 2 の反対側から延びる。ラッチアーム 128 は各々、その遠位端に転動体 130 を含み、これは、張力を介してパイプラインの表面との接触を選択的に維持し、水中パイプラインの表面からの検査クローラ 102 の分離を防止するように構成される。1つ以上の実施形態では、検査クローラ 102 は、ハウジング 104 の底部に取り付けられた少なくとも 2 対の駆動輪 132 をさらに含む。1つ以上の実施態様では、駆動輪 132 は、パイプラインの表面をわたって検査クローラ 102 を推進するように構成される。30

【 0036 】

1つ以上の実施形態では、検査クローラ 102 は、ハウジングに動作可能に接続された1つ以上の検査ツール 134 をさらに含む。1つ以上の実施形態では、少なくとも 1 つの検査ツール 134 は、以下でさらに詳細に述べるように、水中パイプラインの検査に関するデータを収集するための検査プローブを含むことができる。検査ツールの移動は、検査モジュール 126 によって実施される命令を介して、コントローラ 110 によって制御される。40

【 0037 】

水中パイプライン検査システム

図 2 は、本出願の少なくとも 1 つの実施形態による、水中パイプライン検査のための例示的システム 200 を図示する。システム 200 は、1 つ以上の検査クローラ 102 と、1 つ以上の通信ユニット 202 と、1 つ以上の海面ユニット 302 とを含むことができる。検査クローラ 102、通信ユニット 202、及び海面ユニット 302 の各々は、少なくとも 1 つの送信機 / 受信機を含むことができ、以下により詳細に述べられるように、送信機及び受信機は、検査クローラ 102、通信ユニット 202、及び海面ユニット 302 間50

で送信されるデータ及び制御信号をそれぞれ送受信するように構成される。

【0038】

1つ以上の実施形態では、通信ユニット202は、水面上に配置され、例えばテザー204を介して、検査クローラ102に動作可能に接続される。通信ユニット202は、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、検査クローラ102と（例えば、テザー204を介して）通信するように構成される。例えば、少なくとも1つの実施態様では、通信ユニット202は、水面に浮かべることができる（例えば、ブイ）。1つ以上の実施形態では、通信ユニット202は、信号（例えば、制御信号）を送受信するためだけでなく、データを送受信するための少なくとも1つの送信機／受信機208を備えることができる。1つ以上の実施形態では、1つ以上の送信機・受信機は、送受信機であることができるか、または別個の送信機及び受信機であることができる。

10

【0039】

1つ以上の実施形態では、海面ユニット302は、通信ユニット202に動作可能に接続される。1つ以上の実施形態では、海面ユニット302は、任意の数の異なるタイプの海上車両であることができ、ボート、海上ロボット車両、または支援船内の制御ステーションを含むがこれらに限定されない。適切な海上ロボット車両の一例は、「Water Environment Mobile Robots」と題する2016年3月14日出願の米国特許出願第15/069,631号に記載され、これは、その全体が述べられているかのように、参照により本明細書に組み入れられる。表面ユニット302が制御センタである実施形態では、制御センタ（302）は、制御センタ（302）と検査クローラ102及び／または通信ユニット202との間で通信される制御信号を使用して、検査クローラ102及び／または通信ユニット202の動作を制御するように構成することができる。特定の実施形態では、検査クローラ102の動作を制御するために制御センタ302から送信された制御信号は、通信ユニット202を介して、検査クローラ102に中継されることができる。制御センタ（302）は、信号（例えば、制御信号）を送受信することに加えて、データを送受信するための少なくとも1つの送信機・受信機308を含むことができる。1つ以上の実施形態では、1つ以上の送信機・受信機は、送受信機であることができるか、または別個の送信機及び受信機であることができる。

20

【0040】

海面ユニット302が制御センタを備える実施形態では、制御センタは、1つ以上のコンピューティングデバイスを含むことができ、これは、上記のようなコントローラ110と同じかまたは類似の動作及び特徴を有することができる。例えば、1つ以上の制御センタのコンピューティング装置は、制御センタ、検査クローラ（複数可）102、及び／または通信ユニット（複数可）202の様々な動作を可能にするための働きをする様々なハードウェア及びソフトウェアコンポーネントを有することができる。これらの様々なハードウェア及びソフトウェアコンポーネントは、1つ以上のハードウェアプロセッサと、プロセッサによってアクセス可能なメモリ及び／または記憶装置とを含むことができる。プロセッサは、メモリ／記憶装置内にロードされることができるソフトウェア命令を実行する働きをする。より具体的には、1つ以上のソフトウェアモジュールは、記憶装置及び／またはメモリ内で符号化されることができる。ソフトウェアモジュールは、プロセッサで実行されるコンピュータプログラムコードまたは命令のセットを有する1つ以上のソフトウェアプログラムまたはアプリケーションを含むことができる。特定の実施形態では、制御センタ302はまた、検査クローラ（複数可）102及び／または通信ユニット（複数可）202の移動及び動作を制御するためのジョイスティックまたは他の機構を含むことができる。

30

40

【0041】

1つ以上の実施形態では、本出願のシステムは、クローラ102にドッキングするように構成されるか、または代替的には、環境的認識の向上及び協働（例えば、検査業務）のためにクローラ102に接続された、少なくとも1つの遠隔浮動する操作車両（ROV）402をさらに備えることができる。より具体的には、1つ以上の実施形態では、クロー

50

ラ 1 0 2 は、接続されたテザーを介して動力を供給され制御される配置可能な検査用 R O V 4 0 2 のドッキングステーションとして機能することができる。例えば、そのような R O V は、パイプが海底に埋設されているパイプラインに沿った区域で浮かび、パイプを探索することによって、クローラの通路を誘導または案内することを助けることができる。R O V 4 0 2 の助けによって、クローラ 1 0 2 は、埋設されたパイプが再び見つかるまで海底を進むことができる。1つ以上の実施形態では、R O V 4 0 2 は、1つ以上のコンピューティング装置をさらに含むことができ、これは、上述のようにコントローラ 1 1 0 と同じかまたは類似の動作を有することができる。少なくとも1つの実施形態では、R O V 4 0 2 は、送信機 / 受信機 4 0 8 をさらに含むことができる。

【0042】

10

水中パイプラインに沿った検査クローラの取り付け及び移動

図 3 A 及び 3 B は、少なくとも1つの実施形態による、水中クローラの水中パイプラインへの取り付けを図示する。図 3 A ~ 図 3 B を参照すると、1つ以上の実施形態において、検査クローラ 1 0 2 は、多数のパイプセグメント 1 3 5 を有する水中パイプラインに沿って這わせられるように構成される。パイプ 1 3 5 は、パイプの内層として鋼壁 1 3 6 を、そしてクローラ 1 0 2 が取り付けられるパイプの外側層としてコンクリートウェイトコート 1 3 7 を各々備えることができる。パイプセグメント 1 3 5 は、一般に、互いに溶接されてセグメント間に溶接接合部 1 3 8 を形成する。しかしながら、溶接接合部 1 3 8 は、コンクリートコーティングを有しておらず、ゆえに環境に曝されるか、またはそれらを外部の損傷から保護するためのある種のワイヤメッシュまたはガードを有する。

20

【0043】

引き続き図 3 A 及び図 3 B を参照すると、検査クローラ 1 0 2 は、ハウジング 1 0 4 と、少なくとも2対のラッチアーム 1 2 8 とを備える。図 3 A 及び図 3 B に示すように、1つ以上の実施形態では、ラッチアーム 1 2 8 は湾曲形状を有する。1つ以上の実施形態では、各ラッチアーム 1 2 8 は、ばね荷重式能動接合部 1 4 0 を介してハウジングに動作可能に接続される。ラッチアーム 1 2 8 は、その遠位端に取り付けられた転動体 1 3 0 を各々含む。転動体 1 3 0 は、張力を介してパイプラインの表面との接触を選択的に維持して、検査クローラ 1 0 2 がパイプラインの表面から外れるのを防止するように構成される。少なくとも1つの実施形態では、図 3 A 及び図 3 B に示すように、転動体 1 3 0 はオムニホイールである。少なくとも1つの実施態様では、オムニホイールは、パイプ 1 3 5 との接触を維持しながらパイプラインの長手方向に沿って転動するように構成された受動オムニホイールである。オムニホイールの使用により、検査クローラ 1 0 2 は、従来のホイールと比較して、様々な異なるパイプラインの直径範囲に対応することが可能になる。1つ以上の代替の実施形態では、転動体 1 3 0 は、パイプ 1 3 5 との接触を維持しながらパイプラインの長手方向に沿って転動するように構成された従来のホイールである。少なくとも1つの代替の実施形態では、転動要素 1 3 0 は、パイプラインの前方及び横方向にのみ転動するように構成された、作動メカナムホイールである。メカナムホイールを利用する実施形態では、クローラの速度を制御することによって、クローラはパイプ 1 3 5 の上部でその上向き位置を調整することができる。別の代替の実施形態では、転動体は、パイプ 1 3 5 に沿った任意の方向に転動するように構成されるボールキャスタホイールである。

30

【0044】

40

図 3 A 及び図 3 B の実施形態は、オムニホイールを有するラッチアーム 1 2 8 を示す。検査クローラ 1 0 2 がパイプラインに沿って移動すると、少なくとも1対のオムニホイール（例えば、対向するラッチアームのオムニホイール）が引っ張られ、パイプ 1 3 5 の各側の少なくとも1つの点（接触点）でのパイプラインの表面との接触を維持する。1つの特定の実施形態では、検査クローラ 1 0 2 がパイプから外れないことを保証するために、パイプ外周の中心との接触点間の角度は 180 度未満である（図 3 B 参照）。少なくとも1つの実施態様では、検査クローラ 1 0 2 が、海底に埋設されているかまたは海底に実質的に埋設されている水中配管区画に沿って移動しているとき、ラッチアーム 1 2 8 はパイプの表面からラッチ解除されて、（転動体 1 3 0 を介して）海底を転動するように構成さ

50

れることができる。

【0045】

1つ以上の実施態様では、ラッチアーム128は、空気圧作動機構を使用して作動させることができる。図4Aは、1つ以上の実施形態による例示的な空気圧作動機構を示す。空気圧作動機構は、ラッチモジュール124を含む1つ以上のソフトウェアモジュール118を実行するプロセッサ112によって制御されることができる。図4Aに示されるように、空気圧作動機構は、各ラッチアーム対128に対する二重空気圧式アクチュエータ142を含み、アクチュエータ142は、ハウジング104とラッチアーム128とを動作可能に接続している。より具体的には、空気圧作動機構は、空気圧式アクチュエータ142に接続された各ラッチアーム用のクランクピストン144と、クランクピストン144をラッチアーム128に接続させる回転接合部146とをさらに含む。空気圧作動機構を使用して、クローラのラッチアームは、(転動体130を介して)パイプ135の表面を選択的に抱き込み、表面から外すように構成される。空気圧作動機構は、作動力及びばね様弾性の両方を提供するという点で有利であることができる。空気圧作動機構の作動力及びばね様弾性は、ラッチアームが、パイプのコンクリート面の不規則性に適応することを可能にする。さらに、空気圧作動機構がオムニホイールを有するラッチアームとともに使用される実施形態では、オムニホイールは、長手方向及び円周方向の両方での摩擦のない運動を可能にし、異なる管径に対する取り付けを可能にする。

10

【0046】

少なくとも1つの実施態様では、ラッチアームは、電気作動機構を使用して作動させることができる。図4Bは、1つ以上の実施形態による例示的な電気作動機構を示す。電気作動機構は、ラッチモジュール124を含む1つ以上のソフトウェアモジュール118を実行するプロセッサによって制御されることがある。図4Bに示すように、電気作動機構は、各ラッチアーム128に対するピニオンギア148を含み、ピニオンギア148は、ハウジング104に動作可能に接続されている。電気作動機構は、各ラッチアーム用のねじりバネ150及びウォームギアモータ機構152をさらに含み、ねじりバネ150及びウォームギアモータ機構152の両方が、各ラッチアーム用128のピニオンギア148に動作可能に接続されている。電気作動機構を特徴とする少なくとも1つの実施態様では、ラッチアーム128は、ねじりバネ150を使用して、パイプ135を(例えば、転動体130を介して)抱き込みながら張力を維持する。電気アクチュエータ機構は、ラッチアームを、パイプ135の表面上に選択的に抱き込み、パイプ135の表面から後退させるように構成する。特定の実施態様では、ウォームギアモータ機構152は、ラッチアームを電力消費なしに張力で保持するように構成される。このように、本実施態様では、電力は、パイプ135の表面からのラッチアームの取り付け(ハグ)及び取り外し中にのみ必要とされる。

20

【0047】

図4Cは、1つ以上の実施形態による、検査クローラ102のばね荷重式能動接合部140の構成要素を図示する。上述したように、各ラッチアーム128は、ばね荷重式能動接合部140を介して、検査クローラ102のハウジング104に動作可能に接続されることができる。図4Cに示すように、1つ以上の実施態様において、ばね荷重式能動接合部140は、軸受149を有するピニオンギア148と、ラッチアーム128とピニオンギア148との間に配置されたねじりバネ150と、ウォームギアモータ機構152とを含むことができる。ラッチアーム128は、ラッチアームにしっかりと結合され、能動接合部140への取り付けのために構成されるシャフト129を含むことができる。図4Cに示すように、少なくとも1つの実施形態では、シャフト129は自由に回転し、その遠位端は、ピニオンギア148の軸受149内部に配置されている。ウォームギアモータ機構152のモータは、ウォームギアを回転させ、これがひいては、自由に回転するシャフト129を内部に収容するピニオンギア148を回転させる。ピニオンギア148は、回転すると、ラッチアーム128を回転させるねじりバネ150を巻き上げ、その回転に弾力性を提供する。

30

40

50

【0048】

図5A及び図5Bを参照すると、1つ以上の代替の実施態様では、ラッチアーム128は、接合部154を含むことができる。図5A及び図5Bに示すように、接合部154は、ラッチアーム128を上部セグメント156と下部セグメント158とに分割する。ラッチアームに接合部154を追加することにより、ラッチアームに2つの自由度を提供し、ゆえに検査クローラ102が、ラッチアーム128の有効長を調整することによって、異なる外周のパイプに容易に適合することを可能にする。例えば、図5Aでは、接合部154を有するラッチアーム128は、比較的大きい円周を有するパイプを横切ることが可能であり、図5Bでは、同じラッチアーム128が、ラッチアーム128の有効長を短くすることによって、はるかに小さい円周を有するパイプを収容することができる。1つ以上の実施態様では、ラッチアーム128の有効長は、回転式に調整することができる。例えば、図5A及び図5Bは、上部セグメント156と検査クローラのハウジングとの間の回転接続部160を示す。回転接続部160を介してラッチアーム128を回転させることで、結果として、異なる管周長に対応することができるよう、ラッチアーム128の有効長を長くしたり(図5A)短くしたりする(図5B)。図5A～図5Bに示すように、上部セグメント156は、並進接続を介して検査クローラ102のハウジング104に取り付けられることができ、それによって、上部セグメント156の並進が、結果としてラッチアーム128の有効長を長くしたり短くしたりする。

10

【0049】

図3A及び図3Bを再度参照すると、1つ以上の実施形態において、検査クローラ102は、ハウジング104の底部に取り付けられた少なくとも2対の駆動輪132をさらに備える。1つ以上の実施態様では、駆動輪132は、検査クローラ102をパイプラインの表面をわたって推進するように構成される。1つ以上の実施形態では、駆動輪132の対ごとに、検査クローラ102の左下部に1つの駆動輪が割り当てられ、検査用クローラ102の右下部に1つの駆動輪が割り当てられている。1つ以上の実施態様では、パイプラインに沿って検査クローラ102が移動する間、ホイールの少なくとも最前及び最後の対を作動させて、少なくとも1対の駆動輪が、常に検査クローラ102を推進させていることを確実にする。このことは、一対のホイールがパイプラインの溶接接合部138を横切っているときに特に重要であるが、それは、溶接接合部138を横切っている一対のホイールはいかなる表面とも接触しておらず、ゆえに検査クローラ102を推進することを支援することができないためである。例えば、駆動輪の最前対が溶接接合部を横切っているとき、少なくとも最後の駆動輪が作動し、それによって駆動輪の最前対(及びクローラの前部)を溶接接合部をわたって推進させる。反対に、駆動輪の最後対が溶接接合部を横切っているとき、少なくとも最前の駆動輪が作動し、それによって駆動輪の最後対(及びクローラの後部)を溶接接合部をわたって推進させる。

20

30

【0050】

1つ以上の代替の実施形態では、検査クローラは、ホイールを駆動するのではなく、クローラの左右両側にトレッドを備えることができる。この実施形態では、トレッド長さは、好ましくは溶接接合部の幅より長く、クローラの重心は、クローラの安定性を確保するためにクローラのハウジングの略中央にある。1つ以上の実施態様では、トレッド長さは、溶接接合部の幅の少なくとも2倍である。少なくとも1つの実施態様では、トレッドは、クローラの外側にヒンジ止めされ、パイプの周囲に伸張させることができる。

40

【0051】

引き続き図3Aを参照すると、1つ以上の実施形態では、検査クローラ102は、ハウジングに動作可能に接続された1つ以上の検査ツール134をさらに含む。1つ以上の実施形態では、図3Aに示すように、少なくとも1つの検査ツール134は、目視検査及び/または水中パイプライン(例えば、パイプラインの溶接接合部)の検査に関するデータを収集するための検査プローブ162を備える検査アーム(134)であることができる。この実施態様では、検査アームは、水中パイプラインに沿った溶接接合部138の検査のために、6時の位置に達するのに十分な自由度を有する(図3A参照)。検査アームの

50

リンクの長さは交換可能であることができ、正しい長さの選択は、パイプのサイズ及びその検査される溶接接合部に基づくことができる。検査ツールの移動は、検査モジュール 126 によって実施される命令を介して、コントローラ 110 によって制御される。

【0052】

少なくとも 1 つの実施形態では、1 つ以上の検査ツール 134 は、クローラ 102 の下側に動作可能に接続された延長可能プローブを含むことができる。この実施形態では、延長可能プローブは、溶接接合部上で、12 時の位置でスポットチェックを行うように構成することができる。延長可能プローブは、表面に対して垂直に配置するように作動させることができるか、あるいは懸下システムを通してクローラに受動的に装着されることができる。

10

【0053】

1 つ以上の実施形態では、1 つ以上の検査ツール 134 は、陰極防食 (C P) 及び超音波厚 (U T) 測定を行うように構成された、ホイールの形状のプローブを含むことができる。この実施形態では、プローブは、溶接接合部の外周の周りでプローブを動かすリング上に取り付けられている。少なくとも 1 つの実施態様では、図 5 C に示すように、プローブは、円形レール / トランク 564 上に装着されることができる、(例えば、ホイールを有するプローブキャリア上に担持された) ホイール形状のプローブ 562 であることができ、円形レール / トランクに沿って、パイプ 135 の溶接接合部 138 の全外周に沿って読み取り値を取得するように転がらせることができる。レール 564 は、2 つの半円で作ることができ、これらは、最初は分離され、いったん溶接接合部の読み取り値が必要とされると、ホイール形状のプローブ 562 のための連続的なトランクを (例えば、繋止接合部 566 を介して) 形成するように配置される。

20

【0054】

図 6 A ~ 図 6 D は、本出願の少なくとも 1 つの実施形態による、セグメント間の検査クローラの動きと、水中パイプラインの溶接接合部 138 とを図示する。図 6 A ~ 図 6 D は、少なくとも 1 つの実施形態による、検査クローラ 102 の側面図を示す。本実施形態では、検査クローラ 102 は、2 対のラッチアーム 128 と、検査アーム 134 に近接して位置する前側対と、後側対とを含む。図 6 A に示すように、検査クローラ 102 が溶接接合部 138 に遭遇すると、ドライバモジュール 122 を含む 1 つ以上のソフトウェアモジュール 118 を実行するプロセッサ 112 は、検査クローラを、溶接接合部 138 に近接した位置で制止または停車するように構成する。図 6 A に示すように、クローラ 102 が停車しているとき、少なくともラッチアーム 128 の転動体 130 が、パイプラインの表面に抗して押圧され、それによって、ラッチアームの前側対の転動体 130 が、ラッチアームの後側対の転動要素 130 と略整列するようになる。特定の実施形態では、検査クローラ 102 は、クローラ 102 が停車している間に溶接接合部 138 を検査するように構成されることがある (例えば、検査モジュール 126 を含む 1 つ以上のソフトウェアモジュール 118 を実行するプロセッサ 112 が、検査ツール 134 を、溶接接合部 138 を検査するように構成する) 。

30

【0055】

図 6 A ~ 図 6 D に示す 1 つ以上の実施形態によれば、検査クローラ 102 が溶接接合部 138 を横切るために、ラッチモジュール 124 を含む 1 つ以上のソフトウェアモジュール 118 を実行するプロセッサ 112 は、検査クローラを、ラッチアームの前側対の転動体を、パイプ 135 の表面から引き上げるように構成する。図 6 B に示すように、ラッチアームの前側対の転動体はパイプ 135 の表面から引き上げられ、一方、ラッチアームの後側対及び各自の転動体は、図 6 A に示されたような検査クローラが「停車」されたときの同じ位置に留まる。検査クローラは、ラッチアームの前側対の転動体を引き上げた後、駆動輪 118 を介して、溶接接合部 138 を越えて前方に推進するように構成され、それによって、検査クローラの前部が溶接接合部 138 を横切るようにされる。検査クローラ 102 が 4 組の駆動輪を含む図 6 A ~ 図 6 D の実施形態では、検査車両の前部は一般に、駆動輪の 2 つの最前対を有するクローラの部分に対応し、一方で、クローラの後部は、駆

40

50

動輪の 2 つの最後対を有するクローラの部分に対応する。

【 0 0 5 6 】

図 6 C に示すように、いったん検査クローラ 102 の前部が溶接接合部 138 を横切ると、クローラ 102 は、ラッチアームの前側対を降下させよう構成され、それによって、ラッチアームの前側対の転動体がパイプ 135 の表面に再度接触するようにさせる。さらに、次いでクローラ 102 は、ラッチアームの後側対を引き上げるように構成され、それによって、後側対のラッチアームの転動体がパイプ 135 の表面と接触しないようにさせる。少なくとも 1 つの実施態様では、検査クローラ 102 は、どのラッチアームがパイプに抗して押圧されるかを切り替えるために、横断中に溶接接合部の途中で制止される。
1 つ以上の実施形態では、検査クローラ 102 は、ラッチアームの切り替えが、後側対のホイールが溶接接合部を横切る前に完了する限り、いずれのラッチアームがパイプに抗して押圧されるかを切り替えるときに溶接接合部を横切って移動し続けることができる。いったんラッチアームの前側対の転動体がパイプ 135 に接触し、ラッチアームの後側対の転動体がパイプ 135 から引き上げられると、検査クローラは、駆動輪 132 を介して、溶接接合部 138 をわたってクローラの残余の部分（後部）を推進するように構成される。クローラ 102 の後部が溶接接合部 138 を横切った後、ラッチアームの後側対を下降させて、ラッチアームの後側対の転動体をパイプの表面に再度接触させる（図 6 D 参照）。このように、クローラが溶接接合部を完全に横切った後、クローラは、パイプの表面に接触しそれに沿って転がる両方の対のラッチアームの転動体によって、パイプラインに沿って移動し続けるように構成されることがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

上述したように、1 つ以上の実施態様では、駆動輪の最前対が溶接接合部を横切っているとき、少なくとも駆動輪の最後対が作動し、それによって、駆動輪の最前対（及び、クローラの前部）を、溶接接合部をわたって推進させる。反対に、駆動輪の最後対が溶接接合部を横切っているとき、少なくとも駆動輪の最前対が作動し、それによって、駆動輪の最後対（及び、クローラの後部）を、溶接接合部をわたって推進させる。

【 0 0 5 8 】

図 7 A ~ 図 7 C は、上述の実施形態に類似した代替の実施形態による、本出願の水中クローラの側面図を図示する。したがって、「1」の接頭辞の代わりに「7」の接頭辞が使用されることを除き、同様の部分は同様の番号付け規則を共有する。図 7 A に例示されるように、本実施形態では、検査クローラ 702 は、ハウジング 704 を備える。図示されていないが、ハウジング 704 は、図 1 のハウジング 104 に示されるものと実質的に同じ構成要素、例えば電源、コントローラ、及びプロセッサを特徴とすることができる。さらに、少なくとも 1 つの実施形態では、ハウジングは、ハウジングに動作可能に接続されている少なくとも 1 つの検査ツールをさらに含むことができる。前の実施形態と同様に、クローラ 702 もまた、検査クローラをパイプラインの表面をわたって推進するように構成された、ハウジング 704 の底面に取り付けられた少なくとも 2 対の駆動輪 732 を含むことができる。図 7 A に示すように、少なくとも 1 つの実施態様では、クローラ 702 は、ハウジング 704 の底面に取り付けられた 4 対の駆動輪 732 を含むことができる。この実施形態では、クローラ 702 の重心は、クローラの略中心に位置している。1 つ以上の実施態様では、図 7 A に示されるように、重心は、駆動輪 732 の中間対の間に位置する。

【 0 0 5 9 】

引き続き図 7 A を参照すると、少なくとも 1 つの実施態様では、駆動輪の前側対と隣接するホイール対との間の長さ (L_1)、及び駆動輪の後側対とその隣接するホイール対との間の長さ (L_3) は、検査クローラが移動しているパイプラインの溶接接合部の幅 (W) より各々長い。第 1 の実施形態に関して上述したように、検査クローラ 702 が動いているとき、少なくとも駆動輪の前側対及び後側対が作動し、したがってクローラをパイプ 135 に沿って推進させる。このように、 W よりも大きい L_1 を有することは、クローラの推進力である駆動輪の前側対が、溶接接合部 138 が隣接する駆動輪対に引っ掛かるこ

とを防止することを助ける。同様に、Wよりも大きい L_3 を有することは、クローラの他の推進力である駆動輪の後側対が、溶接接合部138が隣接する駆動輪対に引っ掛かることを防止することを助ける。2つの最も内側の駆動輪対間の長さ(L_2)は、重心が2つの最も内側の駆動輪対の間にある限り、Wより長くすることができ、または短くすることができる。

【0060】

図7B～図7Cを参照すると、1つ以上の実施態様において、検査クローラ702の重心は移動可能である。図7Bに示すように、クローラの有意量(移動質量)734は、スライドレール736上に位置し、スライドレール736に沿って水平方向に移動可能である。1つ以上の実施態様では、有意量734は、バッテリ、電子機器、及び／または安定器等のクローラの内部コンポーネントのうちの少なくともいくつかを含むことができる。少なくとも1つの実施形態では、有意量734のいくつかまたはすべてを、別個の重量とすることができます。スライドレール736に沿った有意量734の移動は、ドライバモジュール122を含む1つ以上のソフトウェアモジュール118を実行するプロセッサ112によって制御することができる。本実施形態のいくつかの実施態様では(図7Bに示すように)、駆動輪の前側対と隣接するホイール対との間の長さ(L_1)及び2つの最も内側の駆動輪対間の長さ(L_2)との間の長さ(すなわち、 $L_1 + L_2$)は、パイプラインの溶接接合部の幅(W)よりも大きい。この間隔は、4対の駆動輪のうち少なくとも2つが、常にパイプの表面と接触することを確実にする。

【0061】

図7Cは、検査クローラ702が障害物(例えば、溶接接合部138)を横切るとき、有意量734がスライドレール上の位置に移動するように構成され、それによって、重心が、クローラが溶接接合部138内で動けなくなることを防止するようにすることを示す。特に、図7Cの(1)に示すように、検査クローラ602の前部が、溶接接合部に近接した位置に停車されて、溶接接合部138を横断し始めると、ドライバモジュール122を含む1つ以上のソフトウェアモジュール118を実行するプロセッサ112は、検査クローラ702に、スライドレールに沿って有意量734をクローラの後部(例えば、略後端)まで移動またはスライドさせるように構成し、それによりクローラの前部が溶接接合部138に落ちないようにする。クローラ702の前部が(例えば、駆動輪732を介して)溶接接合部を越えて推進され、駆動輪の最前対が溶接接合部138の他方の側面と接触すると(図7Cの描写(2))、有意量734はその後、クローラ702の中心または略中心の位置までスライドレール上をスライドするように構成され、これは、示された実施形態では、2対の最も内側の駆動輪間である。最終的に、クローラ702の中心部が(例えば、駆動輪732を介して)溶接接合部を横切って推進され、検査クローラの後部が溶接接合部138を横切り始めると(図7Cの描写(3))、有意量734は、クローラの後部が溶接接合部138内に落ちないように、スライドレール上をクローラの前部(例えば、略前端)内の位置までスライドするように構成される。いったん有意量734がスライドレール上でクローラの前部に動かされると、クローラの後部が溶接接合部上でその交差を完了する(例えば、駆動輪732を介して推進される)。1つ以上の実施態様では、有意量734及びスライドレール736は、ハウジング704内に位置する。少なくとも1つの実施では、有意量734及びスライドレール736は、ハウジング704の外面に位置する。

【0062】

図8A～図8Bは、図7A～7Cのものと同様の可動重心を有する検査クローラの別の実施態様を示す。したがって、「7」の接頭辞の代わりに「8」の接頭辞が使用されることを除き、同様の部分は同様の番号付け規則を共有する。図8Aに示すように、ハウジング804を有するクローラ802は、3対の駆動輪832と、スライドレール836に沿って配置された有意量834とを含む。この実施態様において、好ましくは、駆動輪の前側対とホイールの中間対との間の長さ(L_1)、及び駆動輪の後側対とホイールの中間対との間の長さ(L_2)は、検査クローラが移動しているパイプラインの溶接接合部の幅(

10

20

30

40

50

W) よりも長い。

【 0 0 6 3 】

図 8 B は、どのようにして検査クローラ 8 0 2 がパイプラインの溶接接合部 1 3 8 を横切るかを示す。この実施態様では、溶接接合部 1 3 8 を横切るとき、2 対の駆動輪は常にパイプ 1 3 5 の表面と接触しており、有意量 8 3 4 は、スライドレール 8 3 6 に沿って水平に移動し、それによって、重心が、現在パイプ 1 3 5 の表面と接触している2対の駆動輪の間にあるようにされる。より具体的には、図 8 B の描写 (1) に示されるように、駆動輪の前側対が溶接接合部 1 3 8 を横切ると、有意量 8 3 4 は、スライドレール 8 3 6 に沿って駆動輪の中間対と後側対との間に位置に移動するように構成され、それによって、クローラの前部が溶接接合部 1 3 8 内に落ちないようにされる。いったん溶接接合部 1 3 8 及び中輪が溶接接合部 1 3 8 を横切り始めると (図 8 B の描画 (2))、有意量 8 3 4 は、スライドレール 8 3 6 に沿って検査クローラ 8 0 2 の略中央の位置 (すなわち、駆動輪の中間対と、そして駆動輪の前後対との間に略一致する位置) に移動するように構成される。最終的に、図 8 B の描写 (3) に示すように、ホイールの後側対が溶接接合部 1 3 8 を横切り始めると、有意量 8 3 4 は、スライドレール 8 3 6 に沿って、駆動輪の中間対と前側対との間に位置まで移動するように構成され、それによって、クローラの後部が溶接接合部 1 3 8 内に落ちないようにされる。

10

【 0 0 6 4 】

また、1つ以上の実施態様では、駆動輪の最前対が溶接接合部を横切っているとき、少なくとも駆動輪の最後対が作動し、それによって、駆動輪の最前対 (及び、クローラの前部) を、溶接接合部をわたって推進する。反対に、駆動輪の最後対が溶接接合部を横切ると、少なくとも駆動輪の最前対が作動し、それによって、駆動輪の最後対 (及び、クローラの後部) を、溶接接合部をわたって推進する。

20

【 0 0 6 5 】

図 9 は、上述の実施形態と同様のさらに別の実施形態による、本出願の水中クローラの側面図を示す。したがって、「9」の接頭辞が使用されることを除き、同様の部分は同様の番号付け規則を共有する。図 9 に示すように、本実施形態では、検査クローラ 9 0 2 は、ハウジング 9 0 4 を備える。図示されていないが、ハウジング 9 0 4 は、電源、コントローラ、及びプロセッサなど、図 1 のハウジング 1 0 4 に示すものと実質的に同じ構成要素を特徴とすることができる。前述の実施形態と同様に、クローラ 9 0 2 は、検査クローラをパイプラインの表面にわたって推進するように構成された、ハウジング 9 0 4 の底面に取り付けられた少なくとも2対の駆動輪 9 3 2 も含むことができる。図 7 A に示すように、少なくとも実施態様では、クローラ 9 0 2 は、前部 9 0 6 及び後部 9 0 8 と、それぞれが転動体 9 3 0 を有する2対のラッチアーム 9 2 8 と、ハウジング 9 0 4 の底面に取り付けられた4対の駆動輪 9 3 2 と、検査ツール 9 3 4 とを含むことができる。各ラッチアーム 9 2 8 は、ばね荷重式能動接合部 9 4 0 を介してハウジングに取り付けられる。検査クローラ 9 0 2 はまた、ハウジング 9 0 4 の前部 9 0 6 及び後部 9 0 8 を接続する一対の接続構造 9 4 2 を備える。接続構造 9 4 2 は、前部 9 0 6 及び後部 9 0 8 を接続する機械的に剛性の構造体であり、クローラ 9 0 2 の長さを能動的に調整する。少なくとも1つの実施態様では、接続構造 9 4 2 は、延びるリニアアクチュエータである (図 9 に示される)。代替の実施態様では、リニアアクチュエータは、ラックアンドピニオン機構、空気圧式アクチュエータ、または他の好適な動力式アクチュエータと置き換えることができる。

30

【 0 0 6 6 】

クローラ 9 0 2 の長さを調整するためのクローラ 9 0 2 の接続構造 9 4 2 の動きは、ドライバモジュール 1 2 2 を含む1つ以上のソフトウェアモジュールを実行するプロセッサ 1 1 2 を介して制御することができる。クローラ 9 0 2 の長さを調整する能力により、クローラ 9 0 2 は、「キャタピラ様」運動で接合部を相互溶接する。例えば、図 9 (描写 1) に示すように、検査クローラ 9 0 2 が溶接接合部 1 3 8 に遭遇すると、検査クローラは、溶接接合部 1 3 8 に近接した位置で制止または停車するように構成される。図示のよ

40

50

うに、クローラ 102 が停車すると、少なくともラッチアーム 128 の転動体 930 が、パイプラインの表面に抗して押圧され、それによって、ラッチアーム前側対の転動体 930 が、ラッチアーム後側対の転動体 930 と略整列するようにされる。特定の実施形態では、検査クローラ 902 は、クローラ 902 が停止している間に溶接接合部 138 を検査するように構成されることができる。さらに、図 9 の描写 2 に示すように、クローラ 902 が溶接接合部 138 で停車した後、ドライバモジュール 122 を含む 1 つ以上のソフトウェアモジュール 118 を実行するプロセッサ 112 は、検査クローラ 902 に、ハウジング 904 の前部 906 (第 1 の部分) が溶接接合部 138 を越えるまで接続構造 942 を前方に延長するように構成する (図 9 、描写 (1) 及び (2)) 。いったんハウジング 904 の前部 906 が溶接接合部 138 を横断すると、クローラ 902 は、接続構造 942 を縮小するように構成され、それによって、クローラ が停止している間に後部 908 (第 2 の部分) が溶接接合部 138 を横切るようにされる (図 9 、描写 (2) 及び (3)) 。少なくとも 1 つの実施態様では、後部 908 の交差は、クローラ が停止された (例えば、前駆動輪にブレーキがかけられ、前ラッチアームの転動体がパイプの表面に押し付けられた) ときに生じる。

10

【 0067 】

検査クローラの移動方法は、パイプライン上の溶接接合部に限定されず、パイプの表面が不均一であるパイプラインに沿った他の欠陥にも適用可能であることができる。検査クローラの上記実施形態は、水中パイプラインに沿って前方方向かつ溶接接合部を超えて移動するものとして上述されてきたが、1 つ以上の実施形態において、クローラはパイプに沿って後方に移動することもでき、溶接接合部または他の欠陥を逆方向に横断することを含むことが理解されるべきである

20

【 0068 】

前述の説明のほとんどは、水中検査クローラのためのシステム及び方法に向けられてきたが、本明細書に開示されるシステム及び方法は、参照されたシナリオをはるかに超えるシナリオ、状況、及び設定で同様に展開及び / または実装されることが理解されるべきである。さらに、そのような実装及び / または展開は、本明細書に記載されたシステム及び方法の範囲内であることが理解されるべきである。

【 0069 】

さらに、図面において同様の番号は、いくつかの図面を通して同様の要素を表し、図面を参照して説明され例示されたすべての構成要素及び / またはステップが、すべての実施形態または構成に必要とされるわけではないことが理解されるべきである。また、本明細書に開示されたシステム及び方法の実施形態、実施、及び / または配置は、ハードウェア、ファームウェア内に常駐の、及び / またはコンピュータシステムまたはコンピューティングデバイスのプロセッサ内で実行して、プロセッサ及び / または他の要素に、本明細書に記載の機能及び / または動作を実行させるように構成される能够なコンピュータ使用可能媒体 (ソフトウェアモジュール及びプラウザプラグインを含む) 上のソフトウェアアルゴリズム、アプリケーション、プログラム、モジュール、またはコードとして組み込まれることができる。少なくとも 1 つの実施形態によれば、実行されると本開示の方法を行う 1 つ以上のコンピュータプログラム、モジュール、及び / またはアプリケーションは、単一のコンピュータまたはプロセッサ上に常駐する必要はないが、本明細書で開示されるシステム及び方法の様々な態様を実施するために、多くの異なるコンピュータまたはプロセッサの間でモジュール方式で分散させることができることが理解されるべきである。

30

【 0070 】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態を説明することのみを目的としており、本発明を限定することを意図するものではない。本明細書で使用される場合、単数形「 a 」、「 an 」及び「 the 」は、文脈が明らかに示さない限り、複数形も含むことを意図している。さらに、本明細書で使用される場合、用語「含む (comprises) 」及び / または「含む (comprising) 」は、述べられた特徴、整数、ステップ、動

40

50

作、要素、及び／または構成要素の存在を特定するが、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、及び／またはそれらの群の存在または追加を排除しない。

【0071】

クレームされた要素を変更するための、請求項における「第1」、「第2」、「第3」等の序数用語の使用は、それ自体ではいかなる優先度、優先順位、または1つのクレーム要素が別のクレーム要素を超える順序、または方法の動作が行われる時間的順序も暗示しないが、区別するために、ある名称を有するクレーム要素と同じ名称を有する別の要素と区別して（ただし序数用語の使用）、クレーム要素を区別するためのラベルとしてのみ使用されることに留意されたい。

【0072】

また、本明細書で使用されている語法及び用語は、説明を目的とし、限定と見なされるべきではない。本明細書における「含む（including）」、「含む（comprising）」、「有する（having）」、「包含する（containing）」、「伴う（involving）」、及びそれらの変形の使用は、その後に列挙される項目及びその均等物、ならびに追加の項目を包含することを意味する。

【0073】

上記の主題は、例示としてのみ提供され、限定として解釈されるべきではない。本明細書に記載された主題に対し、例示され説明された例示的な実施形態及び応用例に従うことなく、また添付の特許請求の範囲に記載された本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、様々な改変及び変更をなすことができる。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

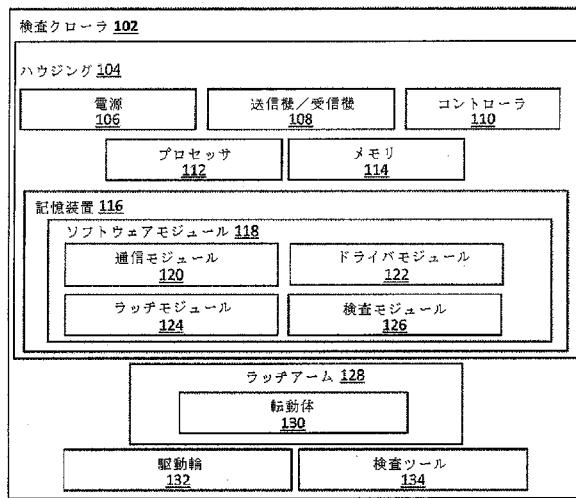
【0074】

102	検査用クローラ
104	ハウジング
106	電源
108	送受信機
110	コントローラ
112	プロセッサ
114	メモリ
116	記憶装置
118	ソフトウェアモジュール
120	通信モジュール
122	ドライバモジュール
124	ラッチモジュール
126	検査モジュール
128	ラッチアーム
129	シャフト
130	転動体
132	駆動輪
134	検査ツール
135	パイプセグメント
136	鋼壁
137	コンクリートウェイトコート
138	溶接接合部
140	荷重式能動接合部
142	空気圧式アクチュエータ
144	クランクピストン
146	回転接合部
148	ピニオンギア
149	軸受

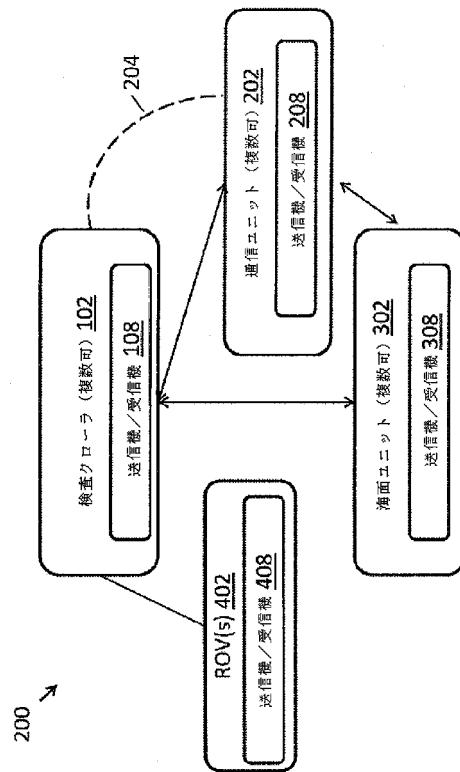
1 5 0 バネ
 1 5 2 ウォームギアモータ機構
 1 5 4 接合部
 1 5 6 上部セグメント
 1 5 8 下部セグメント
 1 6 0 回転接続部
 1 6 2 検査プローブ
 2 0 0 システム
 2 0 2 通信ユニット
 2 0 4 テザー
 2 0 8 送信機 - 受信機
 3 0 2 海面ユニット
 3 0 8 送信機 - 受信機
 4 0 2 ROV

10

【図1】



【図2】



【図 3 A】

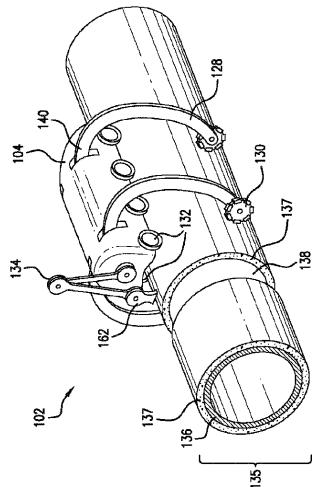


FIG.3A

【図 3 B】

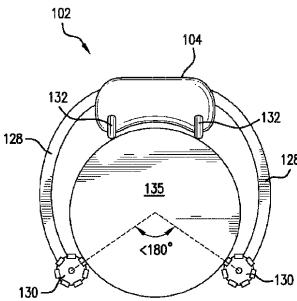


FIG.3B

【図 4 A】

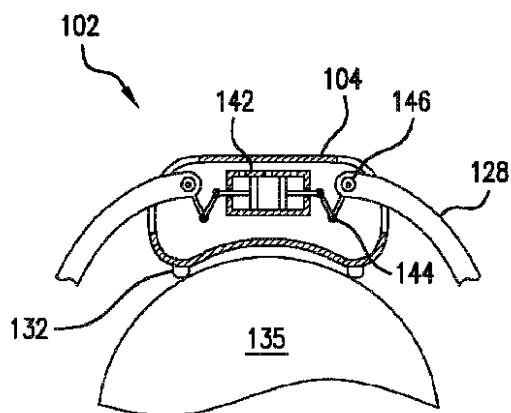


FIG.4A

【図 4 B】

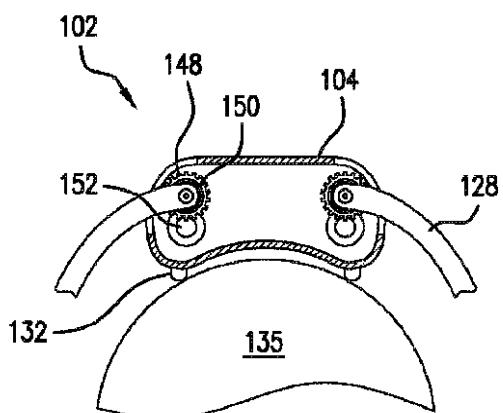


FIG.4B

【図 4 C】

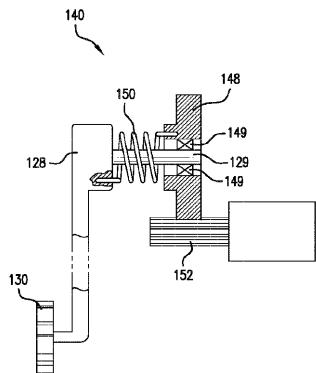


FIG.4C

【図 5 B】

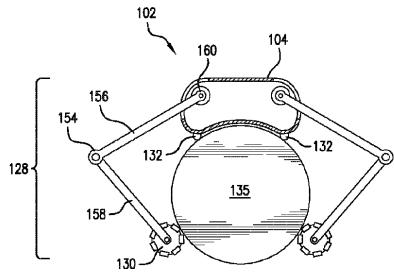


FIG.5B

【図 5 A】

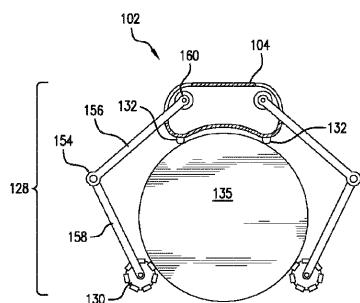


FIG.5A

【図 5 C】

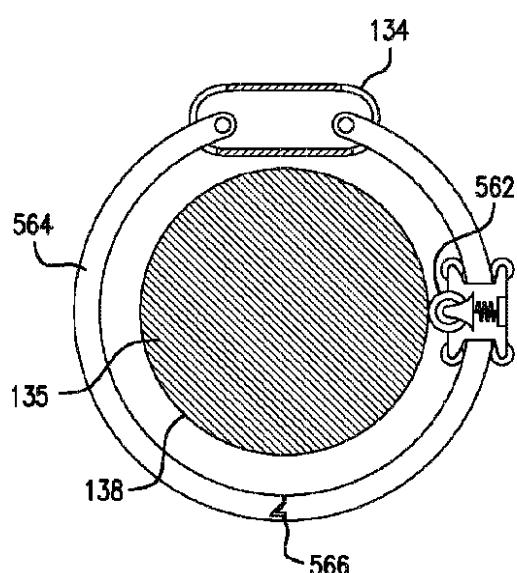


FIG.5C

【図 6 A】

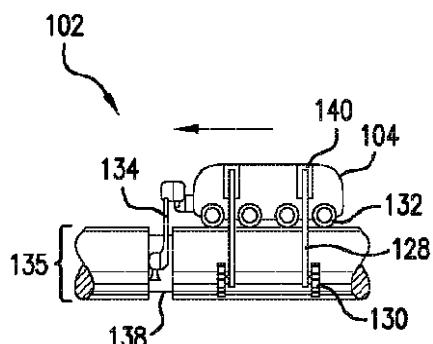


FIG.6A

【図 6 B】

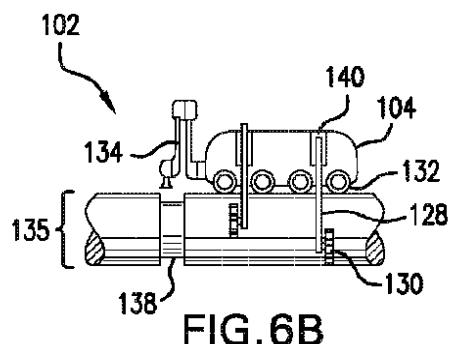
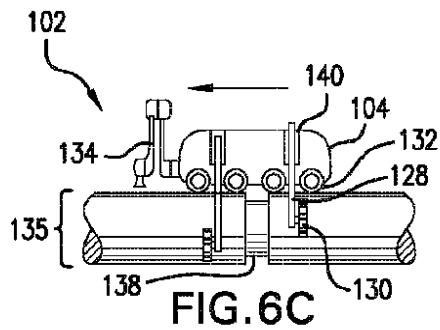
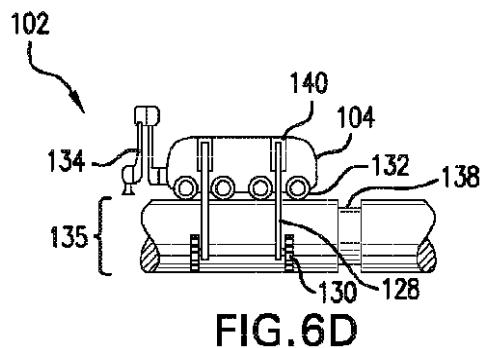


FIG.6B

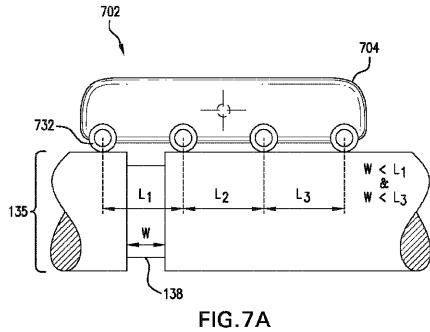
【図 6 C】



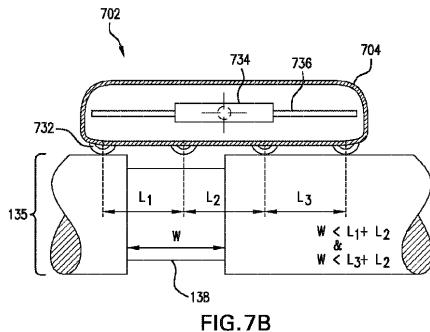
【図 6 D】



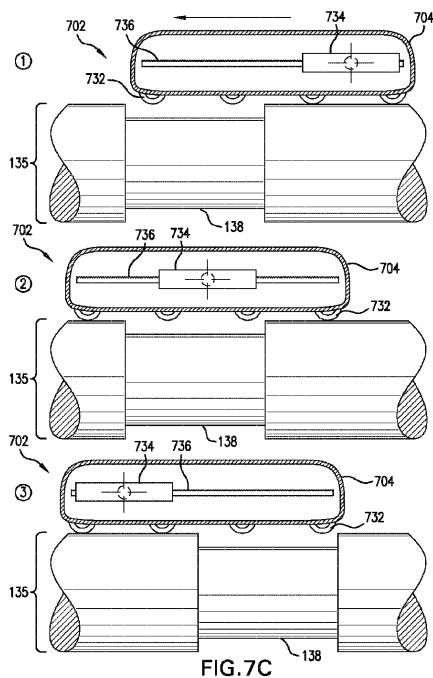
【図 7 A】



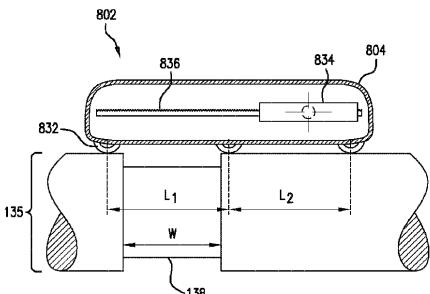
【図 7 B】



【図 7 C】



【図 8 A】



【図 8B】

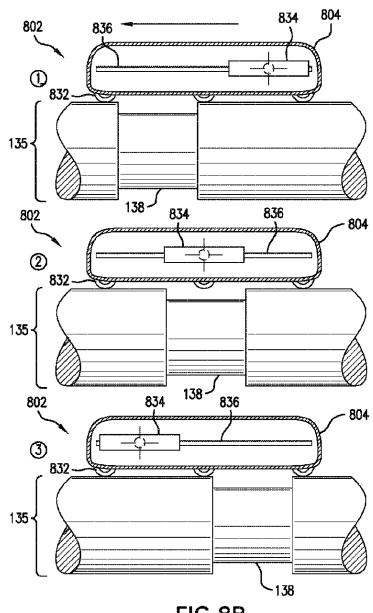


FIG.8B

【図 9】

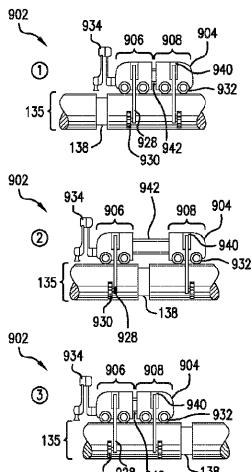


FIG.9

【手続補正書】

【提出日】平成30年3月14日(2018.3.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

検査クローラを備える水中検査のためのシステムであって、

第1の側と、反対の第2の側と、電源と、コントローラとを有するハウジングと、

前記ハウジングに動作可能に接続された少なくとも1つの検査ツールと、

前記ハウジングの底部に取り付けられ、前記検査クローラをパイプラインの表面を横切って推進させるように構成されている、少なくとも2対の駆動輪と、

可動重心であって、前記重心が、前記パイプラインの表面上の障害物を横切る間、前記ハウジング内に配置されたスライドレールに沿って選択的に移動するように構成された、前記可動重心と、

を有する、前記システム。

【請求項2】

少なくとも1つの遠隔操作車両(ROV)をさらに備え、前記検査クローラが、前記ROVのドッキングステーションとして動作するように構成され、前記ROVが、前記ROVが前記検査クローラ内にドッキングされたとき、水中ナビゲーションで前記検査クローラを支援するように構成される、請求項1記載のシステム。

【請求項3】

水面上に位置し、前記少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された、少なく

とも1つの通信ユニットであって、前記少なくとも1つの通信ユニットが、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、テザーを介して、前記少なくとも1つの検査クローラと通信するように構成される、前記通信ユニットと、

前記少なくとも1つの通信ユニットと動作可能に接続された、少なくとも1つの海面ユニットと、をさらに備える、請求項1記載のシステム。

【請求項4】

少なくとも1つの通信ユニットにおいて、前記水面上に浮かぶように構成される、請求項3記載のシステム。

【請求項5】

前記少なくとも1つの海面ユニットが、制御信号を介して、前記少なくとも1つの検査クローラの動作を制御するように構成される、請求項3記載のシステム。

【請求項6】

前記検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々が、少なくとも1つの送信機及び少なくとも1つの受信機を備え、前記送信機及び受信機が、それぞれデータ及び制御信号を送受信するように構成される、請求項3記載のシステム。

【請求項7】

前記可動重心が、前記検査クローラの内部構成要素を含む、請求項1記載のシステム。

【請求項8】

検査クローラによって水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横断させる方法であって、前記検査クローラは、第1の端及び第2の端を備えるハウジングと、前記第1の端から前記第2の端までの前記ハウジングの長さに沿って位置するスライドレールと、前記スライドレールに沿ってスライドし、前記検査クローラの重心を変更させるように構成された移動質量体と、前記検査クローラの底面に動作可能に取り付けられた少なくとも2対のホイールとを有し、前記方法が、

前記溶接接合部に近接する場所に前記検査クローラを停車させること、

前記スライドレールに沿って、前記検査クローラの実質的に前記第2の端である位置まで前記質量体をスライドさせることであって、前記検査クローラの前記第2の端が、前記検査クローラの前記第1の端に対して、前記溶接接合部の遠位にある、前記スライドさせることと、

前記検査クローラの前記第1の端を、前記溶接接合部を超えて推進することと、

前記スライドレールに沿って、前記質量体を前記検査クローラの略中心である位置までスライドさせることと、

前記検査クローラの中心を、前記溶接接合部を超えて推進することと、

前記スライドレールに沿って、前記質量体を前記検査クローラの実質的に前記第1の端である位置までスライドさせることと、

前記検査クローラの前記第2の端を、前記溶接接合部を超えて推進することと、を含む、方法。

【請求項9】

水中パイplineの検査のためのシステムであって、

少なくとも1つの検査クローラであって、前記少なくとも1つの検査クローラが、ハウジングと、電源と、コントローラと、少なくとも1つの検査ツールと、それぞれが転動体を有する少なくとも2対のラッチアームと、少なくとも2対の駆動輪とを備え、前記少なくとも1つの検査クローラが、前記水中パイplineに沿って移動し、前記水中パイplineの一部を接続する溶接接合部を横切るように構成される、前記検査クローラと、

前記水面上に位置し、前記少なくとも1つの検査クローラに動作可能に接続された、少なくとも1つの通信ユニットであって、前記少なくとも1つの通信ユニットが、1つ以上の遠隔装置と空中通信し、テザーを介して、前記少なくとも1つの検査クローラと通信するように構成される、前記通信ユニットと、

前記少なくとも1つの通信ユニットと動作可能に接続された、少なくとも1つの海面ユニットと、をさらに備える、前記システム。

【請求項 1 0】

少なくとも 1 つの通信ユニットにおいて、前記水面上に浮かぶように構成される、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 1】

前記少なくとも 1 つの海面ユニットが、制御信号を介して、前記少なくとも 1 つの検査クローラの動作を制御するように構成される、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 2】

少なくとも 1 つの遠隔操作車両（R O V）をさらに備え、前記検査クローラが、前記 R O V のドッキングステーションとして動作するように構成され、前記 R O V が、前記 R O V が前記検査クローラ内にドッキングされたとき、水中ナビゲーションで前記検査クローラを支援するように構成される、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記検査クローラ、通信ユニット、及び海面ユニットの各々が、少なくとも 1 つの送信機及び少なくとも 1 つの受信機を備え、前記送信機及び受信機が、それぞれデータ及び制御信号を送受信するように構成される、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記転動体が、オムニホイールである、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記検査クローラの前記ハウジングが、前部と、後部と、前記前部と前記後部とを接続する接続構造とをさらに備え、前記接続構造が、前記検査クローラの長さをそれぞれ伸縮するように動作可能に拡張可能かつ伸縮可能な部材を備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記少なくとも 2 対のラッチアームが、各ラッチアームを上部セグメントと下部セグメントとに分割する接合部を各々含み、前記接合部が、前記ラッチアームが可変径のパイプラインを収容することを可能にする、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 7】

少なくとも 1 つの検査クローラが、

前記ハウジング及び前記ラッチアームに動作可能に接続された空気圧式アクチュエータであって、前記空気圧式アクチュエータが、前記ラッチアームを構成して、前記パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成される、前記空気圧式アクチュエータをさらに備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 8】

少なくとも 1 つの検査クローラが、

前記ハウジング及び前記ラッチアームに動作可能に接続する電気作動機構であって、前記電気作動機構が、前記ラッチアームが前記パイプラインの表面を選択的に抱き込むように構成する、前記電気作動機構をさらに備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 1 9】

検査クローラによって、水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横断させる方法であって、前記検査クローラが、ハウジングと、電源と、コントローラと、少なくとも 1 つの検査ツールと、前側対及び後側対を含む少なくとも 2 対のラッチアームであって、各々のラッチアームが転動体を有する、前記ラッチアームと、少なくとも 2 対の駆動輪と、を有し、前記方法が、

前記検査クローラを前記溶接接合部に近接した位置に駐車されることであって、前記駐車ステップが、前記少なくとも 2 対のラッチアームの前記転動体を前記パイプラインの前記表面に抗して押圧し、それによって、前記ラッチアームの前側対の前記転動体が、前記ラッチアームの後側対と略整列するようにされる、前記駐車させることと、

前記パイプラインの前記表面から、前記ラッチアームの前側対の前記転動体を引き上げることと、

前記駆動輪を使用して、前記検査クローラの前部を前記溶接接合部をわたって推進させ

ること、

前記ラッチアームの前側対の前記転動体を、前記パイプラインの前記表面と接触するように降下させ、前記パイプラインの前記表面から前記ラッチアームの後側対の前記転動体を引き上げることと、

前記駆動輪を使用して、前記検査クローラの後部を前記溶接接合部をわたって推進させることと、

前記ラッチアームの後側対の前記転動体を、前記パイプラインの前記表面と接触するように降下させることと、を含む、方法。

【請求項 20】

前部と、後部と、前記前部と前記後部とを接続する接続構造とを有する検査クローラを用いて、水中パイプラインの表面に沿って溶接接合部を横断する方法であって、前記接続構造が、前記検査クローラの長さをそれぞれ伸縮させるように動作可能な拡張可能かつ伸縮可能な部材と、電源と、コントローラと、少なくとも 1 つの検査ツールと、前側対及び後側対を含む少なくとも 2 対のラッチアームであって、各々のラッチアームが転動要素を有する、前記ラッチアームと、少なくとも 2 対の駆動輪と、を備え、前記方法が、前記検査クローラを前記溶接接合部に近接した位置に駐車させることであって、前記駐車ステップが、前記少なくとも 2 対のラッチアームの前記転動要素を前記パイプラインの前記表面に抗して押圧し、それによって、前記ラッチアームの前側対の前記転動要素が、前記ラッチアームの後側対と略整列するようにされる、前記駐車させることと、

前記検査クローラの第 1 の部分を、前記溶接接合部を超えて推進させるように、前記接続構造を延長させることと、

前記検査クローラの第 2 の部分を、前記溶接接合部を超えて推進させるように、前記接続構造を縮小させることと、を含む、方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2017/049011																		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B63C11/52 B08B9/023 ADD.																				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B63C B08B G01H																				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding-right: 10px;">Category*</th> <th style="padding-right: 10px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="padding-right: 10px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2016/059939 A1 (LAMONBY ROSS JAMES [GB] ET AL) 3 March 2016 (2016-03-03) abstract; figures paragraph [0103]</td> <td>1-6,9-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>----- EP 0 000 808 A1 (WALTON MOLE CO [GB]) 21 February 1979 (1979-02-21) abstract; figures</td> <td>7,8</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>----- US 4 290 123 A (PICKENS GEORGE O) 15 September 1981 (1981-09-15) abstract; figures</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>----- -----</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2016/059939 A1 (LAMONBY ROSS JAMES [GB] ET AL) 3 March 2016 (2016-03-03) abstract; figures paragraph [0103]	1-6,9-20	A	----- EP 0 000 808 A1 (WALTON MOLE CO [GB]) 21 February 1979 (1979-02-21) abstract; figures	7,8	X	----- US 4 290 123 A (PICKENS GEORGE O) 15 September 1981 (1981-09-15) abstract; figures	1-6	A	----- -----	7			1-20
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	US 2016/059939 A1 (LAMONBY ROSS JAMES [GB] ET AL) 3 March 2016 (2016-03-03) abstract; figures paragraph [0103]	1-6,9-20																		
A	----- EP 0 000 808 A1 (WALTON MOLE CO [GB]) 21 February 1979 (1979-02-21) abstract; figures	7,8																		
X	----- US 4 290 123 A (PICKENS GEORGE O) 15 September 1981 (1981-09-15) abstract; figures	1-6																		
A	----- -----	7																		
		1-20																		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																				
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																				
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report																			
6 December 2017	14/12/2017																			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Balzer, Ralf																			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2017/049011

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2016059939	A1	03-03-2016	BR 102015021051 A2		04-10-2016	
			GB 2531893 A		04-05-2016	
			US 2016059939 A1		03-03-2016	
<hr/>						
EP 0000808	A1	21-02-1979	DE 2861667 D1		15-04-1982	
			DK 316378 A		17-01-1979	
			EP 0000808 A1		21-02-1979	
			IE 47522 B1		18-04-1984	
			IT 1097951 B		31-08-1985	
			JP S5421061 A		16-02-1979	
			NO 782451 A		17-01-1979	
			US 4205694 A		03-06-1980	
<hr/>						
US 4290123	A	15-09-1981	NONE			

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(72)発明者 アマール・アル・ナーウイ
サウジアラビア・31311・ダーラン・サウジ・アラビアン・オイル・カンパニー・リサーチ・
アンド・ディベロップメント・センター・フロア・3・ルーム・エー-318

(72)発明者 ファドゥル・アブデラティフ
サウジアラビア・23955-6900・トゥワル・キング・アブドウッラー・ユニバーシティ・
オブ・サイエンス・アンド・テクノロジー・ビルディング・24・(アールピー・アイシー-3)・
ルーム・1-355

(72)発明者 アリ・オータ
サウジアラビア・23955-6900・トゥワル・キング・アブドウッラー・ユニバーシティ・
オブ・サイエンス・アンド・テクノロジー・ビルディング・24・(アールピー・アイシー-3)・
ルーム・1-355

(72)発明者 イーサン・アル・タイエ
サウジアラビア・31311・ダーラン・サウジ・アラビアン・オイル・カンパニー・アール-ジ
ーシー-121・リサーチ・アンド・ディベロップメント・センター・ビルディング・2297