

(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2020-514755  
(P2020-514755A)

(43) 公表日 令和2年5月21日(2020.5.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 33/00 (2006.01)	GO 1 N 33/00	A
E 2 1 B 47/00 (2012.01)	E 2 1 B 47/00	
E 2 1 B 49/00 (2006.01)	E 2 1 B 49/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2019-551369 (P2019-551369)  
 (86) (22) 出願日 平成30年3月13日 (2018. 3. 13)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年11月18日 (2019. 11. 18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2018/022229  
 (87) 国際公開番号 W02018/169992  
 (87) 国際公開日 平成30年9月20日 (2018. 9. 20)  
 (31) 優先権主張番号 62/472, 353  
 (32) 優先日 平成29年3月16日 (2017. 3. 16)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 15/879, 783  
 (32) 優先日 平成30年1月25日 (2018. 1. 25)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 506018363  
 サウジ アラビアン オイル カンパニー  
 サウジアラビア国 3 1 3 1 1 ダーラン  
 、 イースタン アベニュー 1  
 (74) 代理人 100097320  
 弁理士 宮川 貞二  
 (74) 代理人 100215049  
 弁理士 石川 貴志  
 (74) 代理人 100131820  
 弁理士 金井 俊幸  
 (74) 代理人 100155192  
 弁理士 金子 美代子  
 (74) 代理人 100100398  
 弁理士 柴田 茂夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 逸泥防止剤性能評価装置

(57) 【要約】

逸泥ゾーンにおける逸泥防止剤 ( L C M ) を評価するための装置が記載される。この装置は、掘削流体を運ぶことができる掘削流体リザーバを含む。この装置は、 L C M を運ぶことができる L C M リザーバを含む。この装置は、スぺーサ流体を運ぶことができるスぺーサ流体リザーバを含む。この装置は、複数の開口部を含むディスク部材を含む L C M 試験セルを含む。ディスク部材は、掘削流体を用いて掘削される坑井が掘削される地下ゾーンにおける逸泥ゾーンを表す。 L C M 試験セルは、掘削流体リザーバ、 L C M リザーバ及びスぺーサ流体リザーバに流体的に接続される。 L C M 試験セルは、 L C M リザーバから所定量の L C M を流体的に受け取り、逸泥ゾーンを通る逸泥を減少させる L C M の能力を評価するように構成される。

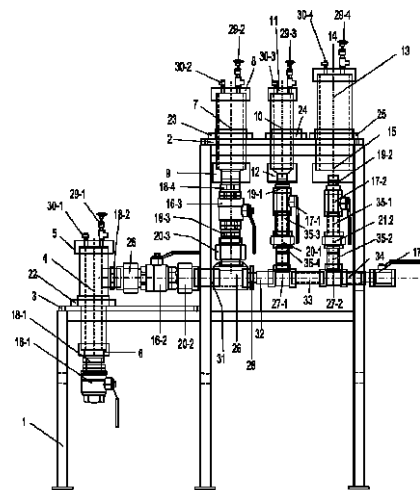


FIG. 3A

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

逸泥防止剤（LCM）試験装置であって：

坑井掘削流体を運ぶように構成された掘削流体リザーバと；

逸泥防止剤（LCM）を運ぶように構成されたLCMリザーバと；

スぺーサ流体を運ぶように構成されたスぺーサ流体リザーバと；

複数の開口部を備えるディスク部材を備えるLCM試験セルと；を備え、

前記ディスク部材は、前記坑井掘削流体を使用して坑井が掘削される地下ゾーン内の逸泥ゾーンを表し、前記LCM試験セルは、前記掘削流体リザーバ、前記LCMリザーバ及び前記スぺーサ流体リザーバに流体的に接続され、前記LCM試験セルは、前記LCMリザーバから所定量のLCMを流体的に受け取って、前記LCMが逸泥ゾーンを通る逸泥を減少させる能力を評価するように構成される、

LCM試験装置。

10

## 【請求項 2】

前記LCM試験セルは前記LCMの封止効率を評価するように構成され、前記封止効率は、前記ディスク部材の前記複数の開口部を通る前記坑井掘削流体の流れを防止する前記LCMの能力である、

請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記掘削流体リザーバ、前記LCMリザーバ、前記スぺーサ流体リザーバ及び前記LCM試験セルのそれぞれが、窒素を受け取り、受け取った窒素をLCM試験セルに移送して、前記LCMが逸泥ゾーンを通る逸泥を減少させる能力を評価するための前記所定量のLCMを備える前記掘削流体と前記スぺーサ流体との混合物に圧力を加えるように構成された、窒素圧力入口を備える、

請求項 1 に記載の装置。

20

## 【請求項 4】

前記LCM試験セルに流体的に接続された第 1 の細長い管状部材と；

前記掘削流体リザーバ及び前記第 1 の細長い管状部材に流体的に接続された第 2 の細長い管状部材と；

前記LCMリザーバ及び前記第 1 の細長い管状部材に流体的に接続された第 3 の細長い管状部材と；

前記スぺーサ流体リザーバ及び前記第 1 の細長い管状部材に流体的に接続された第 4 の細長い管状部材と；を備え、

少なくとも 1 つの前記坑井掘削流体、前記LCM又は前記スぺーサ流体を前記LCM試験セルに流すように構成された流体移送ネットワークをさらに備える、

請求項 1 に記載の装置。

30

## 【請求項 5】

前記第 1 の細長い管状部材を通る流路内の第 1 の弁と；

前記第 2 の細長い管状部材を通る流路内の第 2 の弁と；

前記第 3 の細長い管状部材を通る流路内の第 3 の弁と；

前記第 4 の細長い管状部材を通る流路内の第 4 の弁と；を備え、

少なくとも 1 つの前記坑井掘削流体、前記LCM又は前記スぺーサ流体を前記LCM試験セルに選択的に流すように構成された弁ネットワークをさらに備える、

請求項 1 に記載の装置。

40

## 【請求項 6】

前記掘削流体リザーバ、前記LCMリザーバ及び前記スぺーサ流体リザーバを支持する第 1 のベース部材と；

前記LCM試験セルを支持する第 2 のベース部材であって、前記第 1 のベース部材及び前記第 2 のベース部材が配置される床に対して前記第 1 のベース部材よりも垂直方向下方に配置される、前記第 2 のベース部材と；をさらに備える、

50

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記 L C M 試験セルは：

前記第 1 の細長い管状部材に流体的に接続された入口と；

出口であって、前記入口と前記出口との間の前記 L C M 試験セルの領域が流体流路を画定し、前記ディスク部材は前記入口から前記出口に流れる流体が前記ディスク部材を通過して少なくとも部分的に流れるように前記流路内に配置される、前記出口と；を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記 L C M 試験セルは、13.790 MPa まで加圧されるように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 9】

前記掘削流体リザーバ、前記スペース流体リザーバ及び前記 L C M リザーバの各々は、3.447 MPa まで加圧されるように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記複数の開口部を含む前記ディスク部材は、第 1 の複数の開口部を含む第 1 のディスク部材であり、前記第 1 の複数の開口部の各々は、実質的に 40 mm までのサイズである、

請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 11】

各々がそれぞれ複数の開口部を含む複数のディスク部材であって、前記複数のディスク部材は、第 1 のディスク部材を備えると共に、第 2 の複数の開口部を含む第 2 のディスク部材をさらに備え、前記第 2 の複数の開口部は、実質的に 5 mm ~ 40 mm の範囲のサイズである、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

逸泥防止剤 ( L C M ) を評価する方法であって：

掘削流体リザーバ内に掘削流体を貯留するステップと；

L C M リザーバに L C M を貯留するステップと；

スペース流体をスペース流体リザーバに貯留するステップと；

前記掘削流体リザーバ、前記 L C M リザーバ及び前記スペース流体リザーバに流体的に接続された L C M 試験セルに L C M 試験材料を流すステップであって、前記 L C M 試験材料は、前記 L C M リザーバからの所定量の L C M を備える、ステップと；

前記 L C M 試験材料を複数の開口部を備えるディスク部材を通過して流れるように加圧するステップであって、前記ディスク部材は前記 L C M 試験セル内に配置され、前記ディスク部材は前記坑井掘削流体を使用して坑井が掘削される地下ゾーンにおける逸泥ゾーンを表す、ステップと；

前記ディスク部材を通る前記 L C M 試験材料の少なくとも一部の流れに基づいて、前記逸泥ゾーンを通る逸泥を減少させる L C M の能力を評価するステップと；を備える、L C M を評価する方法。

30

40

【請求項 13】

前記 L C M 試験材料を前記複数の開口部を備える前記ディスク部材を通過して流れるように加圧するステップは：

前記 L C M 試験セルへの入口と前記 L C M 試験セルへの出口との間で前記ディスク部材を前記 L C M 試験セルに封止するステップと；

特定の期間内に前記入口から前記ディスク部材を通過して前記出口へ流れる前記 L C M 試験材料の量を測定するステップと；を備える、

請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

50

前記 L C M 試験材料を加圧するステップは、前記 L C M 試験セルを加圧して前記 L C M 試験材料を前記ディスク部材に向かって流すために窒素圧力を印加するステップを備える、

請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記 L C M の能力を評価するステップは、前記 L C M の封止効率を特定するステップを備え、前記封止効率は前記ディスク部材の前記複数の開口部を通る前記坑井掘削流体の流れを防止する前記 L C M の能力である、

請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記 L C M 試験材料を前記 L C M 試験セルに流すステップは：

前記掘削流体リザーバ、前記 L C M リザーバ及び前記スペース流体リザーバを前記第 1 のベース部材上に位置決めするステップと；

前記第 1 のベース部材と第 2 のベース部材とが配置されている床に対して、前記第 1 のベース部材よりも垂直方向下方に配置された前記第 2 のベース部材上に前記 L C M 試験セルを位置決めするステップであって、前記 L C M 試験材料は重力下で前記 L C M 試験セルに流れる、ステップと；を備える、

請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記掘削流体リザーバ、前記スペース流体リザーバ及び前記 L C M リザーバを流体的に接続する流体移送ネットワークと、前記掘削流体、前記スペース流体及び前記 L C M の前記 L C M 試験セルへの流れを制御する弁ネットワークとを使用して、前記 L C M 試験セルに流される前記掘削流体の第 1 の量、前記スペース流体の第 2 の量又は前記 L C M の第 3 の量を選択的に制御するステップをさらに備える、

請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記 L C M 試験材料は、実質的に 1 3 . 7 9 0 M P a の圧力で前記ディスク部材を流すように加圧される、

請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記 L C M 試験材料は、実質的に 3 . 4 4 7 M P a の圧力で前記 L C M 試験セルに流される、

請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本願は 2 0 1 7 年 3 月 1 6 日に提出された米国仮特許出願第 6 2 / 4 7 2 , 3 5 3 号及び 2 0 1 8 年 1 月 2 5 日に提出された米国特許出願第 1 5 / 8 7 9 , 7 8 3 号に対する優先権の利益を主張し、その内容は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0 0 0 2】

本開示は試験装置、例えば坑井の地層への流体の流れを試験する装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

坑井掘削において、掘削流体（又は掘削泥水）は、坑井の表面からドリルストリングを流す下孔（down hole）に循環される。流体はドリルビットのポート（又はジェット）を流す吐出し、切削片を拾い上げ、この切削片を掘削孔の内壁とドリルストリングの外壁との間に形成された環状部（annulus）において運ぶ。流体及び切削片は、環状部を流す表面に流す、そこで切削片は流体から分離される。流体は、上記プロセスを繰り返すために、化学的に処理され、ドリルストリングを流す坑井内にポンプによ

10

20

30

40

50

り送ることができる。

【0004】

逸泥 (lost circulation、ロストサーキュレーション、逸水) とは、地表に向かって環状部を上る掘削流体の流れが減少するか、又は完全になくなる状況のことである。例えば、掘削中に遭遇する地下ゾーンの一部が透水性、開口部、流路、割れ目、くぼみ及び/又は凹みを有し、掘削流体の全部又は一部がこれらの損失ゾーン内へ損失するために、逸泥が生じる。逸泥は、逸泥防止剤 (loss circulation material、LCM、ロストサーキュレーションマテリアル、逸水防止剤) を坑井内に導入することによって打ち消すことができる。LCMは、地下ゾーンの一部の透過性又は流体流動能力を全体的に又は部分的に低下させ、その部分への掘削流体の損失を最小限に抑える又は防止する。

10

【発明の概要】

【0005】

本明細書では、LCM性能評価に関する技術について説示する。本明細書はまた、LCMの性能を試験及び評価するための試験装置について説示する。

【0006】

ここで説示される主題のいくつかの態様は、LCM試験装置として実施することができる。この装置は、掘削流体を運ぶことができる掘削流体リザーバを含む。この装置は、LCMを運ぶことができるLCMリザーバを含む。この装置は、スペース流体を運ぶことができるスペース流体リザーバを含む。この装置は、漏出(浸出)、中程度及び重度といった様々な性質の損失ゾーンをシミュレートするために、様々なサイズの複数の開口部を含む様々なディスク部材を含むLCM試験セルを含む。ディスク部材は、掘削流体を用いて掘削される坑井が掘削される地下ゾーンにおける逸泥ゾーンを表す。LCM試験セルは、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ及びスペース流体リザーバに流体的に接続される。LCM試験セルはLCMリザーバからある量のLCMを流体的に受け取り、逸泥ゾーンを通過する逸泥を停止又は減少させるLCMの能力を評価するように構成される。

20

【0007】

この態様及び他の態様は、以下の特徴のうちの1つ又は複数を含むことができる。この装置は、4つの細長い管状部材を含むことができる流体移送ネットワークを含むことができる。第1の細長い管状部材は、LCM試験セルに流体的に連結され得る。第2の細長い管状部材は、掘削流体リザーバ及び第1の細長い管状部材に流体的に連結され得る。第3の細長い管状部材は、掘削流体リザーバ及び第1の細長い管状部材に流体的に連結され得る。第4の細長い管状部材は、スペース流体リザーバ及び第1の細長い管状部材に流体的に連結され得る。流体移送ネットワークは、坑井掘削流体、LCM、又はスペース流体のうちの少なくとも1つをLCM試験セルに流すことができる。

30

【0008】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験セルは、LCMの封止効率を評価するように構成することができる。封止効率は、LCMがディスク部材の複数の開口部を通る坑井掘削流体の流れを防止する能力である。スペース流体は、場合によってはLCMビル又は損失制御スラリーの掘削泥水との混合効果による坑井掘削流体の汚染を防止するために組み込まれる。

40

【0009】

他の態様の有無にかかわらず、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ、スペース流体リザーバ及びLCM試験セルのそれぞれは、模擬的な(シミュレーションの)逸泥ゾーンを通過する逸泥を減少させるLCMの能力を評価するために、掘削流体と所定量のLCMを含むスペース流体との混合物に圧力を加えるため、窒素を受け取り、受け取った窒素をLCM試験セルに移送するように構成された各窒素圧入口を含むことができる。

【0010】

他の態様の有無にかかわらず、装置は、4つの弁を含むことが可能な弁ネットワークを含むことができる。第1の弁は、第1の細長い管状部材を通る流路内であってもよい。第

50

2の弁は、第2の細長い管状部材を通る流路内にあってもよい。第3の弁は、第3の細長い管状部材を通る流路内にあってもよい。第4の弁は、第4の細長い管状部材を通る流路内にあってもよい。弁ネットワークは、坑井掘削流体、LCM、又はスぺーサ流体のうちの少なくとも1つをLCM試験セルに選択的に流すことができる。

【0011】

他の態様の有無にかかわらず、この装置は、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ及びスぺーサ流体リザーバを支持する第1のベース部材と、LCM試験セルを支持する第2のベース部材とを含むことができる。第2のベース部材は、第1のベース部材及び第2のベース部材が配置される床に対して第1のベース部材よりも垂直方向に低く配置するとよく、この床は第1のベース部材及び第2のベース部材の下にある。

10

【0012】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験セルは、第1の細長い管状部材に流体的に接続された入口と、出口とを含むことができる。入口と出口との間のLCM試験セル領域は、流体流路を画定することができる。ディスク部材は入口から出口へ流れる流体がディスク部材を通過して少なくとも部分的に流れるように、流路内に配置することができる。

【0013】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験セルは2000ポンド/平方インチ(psi)(13.790MPa)まで加圧することができる。

【0014】

他の態様の有無にかかわらず、掘削流体リザーバ、スぺーサ流体リザーバ及びLCMリザーバのそれぞれは、500psi(3.447MPa)まで加圧することができる。

20

【0015】

他の態様の有無にかかわらず、複数の開口を含むディスク部材は様々なサイズの複数の開口を含む第1のディスク部材とすることができ、当該様々なサイズは、実質的に40ミリメートル(mm)以下である。

【0016】

他の態様の有無にかかわらず、この装置は、各々が複数の開口部を含む複数のディスク部材を含むことができる。複数のディスク部材のうちの第2のディスク部材は、実質的に5mm~40mmの範囲の大きさの開口部を含むことができる。

【0017】

ここで説示される主題のいくつかの態様は、LCMを評価する方法として実施することができる。坑井掘削流体は、掘削流体リザーバ内に貯留される。LCMはLCMリザーバ内に貯留される。スぺーサ流体は、スぺーサ流体リザーバ内に貯留される。LCM試験材料は、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ及びスぺーサ流体リザーバに流体的に接続されたLCM試験セルに流される。LCM試験材料は、LCMリザーバからの所定量のLCMを含む。LCM試験材料は、複数の開口部を含むディスク部材を通過して流れるように加圧される。ディスク部材は、LCM試験セル内に配置され、坑井掘削流体を使用して坑井が掘削される地下ゾーン内の逸泥ゾーンを表す。逸泥ゾーンを通過する逸泥を減少させるLCMの能力は、ディスク部材を通るLCM試験材料の少なくとも一部の流れに基づいて評価される。

30

40

【0018】

この態様及び他の態様は、以下の特徴のうちの1つ又は複数を含むことができる。複数の開口部を含むディスク部材を通過して流れるようにLCM試験材料を加圧するために、LCM試験セルへの入口とLCM試験セルへの出口との間で、ディスク部材をLCM試験セル内に設置することができる。所定の期間内に入口からディスク部材を通過して出口へ流れるLCM試験材料の量を測定することができる。

【0019】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験セル内の模擬的な損失としてのディスク部材に向かってLCM試験材料を流すために、LCM試験セルを加圧可能な窒素圧力を加えることでLCM試験材料を加圧する。

50

## 【 0 0 2 0 】

他の態様の有無にかかわらず、LCMの能力を評価するために、LCMの封止（シール）効率を特定することができる。封止効率は、LCMがディスク部材の複数の開口を通る坑井掘削流体の混合物の流れを防止する能力である。スペース流体は、時には、界面におけるLCMスラリーと坑井流体との混合作用による坑井流体の汚染を防止するために使用される。

## 【 0 0 2 1 】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験材料をLCM試験セルに流すために、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ及びスペース流体リザーバを、第1のベース部材上に配置することができる。LCM試験セルは、第1のベース部材及び第2のベース部材が配置される床に対して第1のベース部材よりも垂直方向下方に配置された第2のベース部材上に配置することができ、床は第1のベース部材及び第2のベース部材の下方にある。LCM試験材料は、LCMスラリーが重力の作用下で流動することができない場合、重力下または印加圧力の作用下でLCM試験セルに流れる。

10

## 【 0 0 2 2 】

他の態様の有無にかかわらず、第1の量の掘削流体、第2の量のスペース流体、又はLCM試験セルに流される第3の量のLCMは、掘削流体リザーバ、スペース流体リザーバ及びLCMリザーバを流体的に接続する流体移送ネットワークと、掘削流体、スペース流体及びLCMのLCM試験セルへの流れを制御する弁ネットワークとを使用して制御することができる。

20

## 【 0 0 2 3 】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験材料を実質的に2000psi（13.790MPa）の圧力に加圧することができる。

## 【 0 0 2 4 】

他の態様の有無にかかわらず、LCM試験材料は、実質的に500psi（3.447MPa）の圧力でLCM試験セルに流すことができる。

## 【 0 0 2 5 】

本明細書で説明される主題の1つまたは複数の実施の詳細は、添付の図面及び後の説明に記載される。主題の他の特徴、態様及び利点は、明細書、図面及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 図 1 は、LCM試験装置の一例を示す概略図である。

## 【 0 0 2 7 】

【 図 2 】 図 2 A 乃至図 2 D は、各々が複数の開口を有するディスク部材の概略図である。

## 【 0 0 2 8 】

【 図 3 A 】 図 3 A は、LCM試験装置の別の例を示す概略図である。

## 【 0 0 2 9 】

【 図 3 B 】 図 3 B は、図 3 A に例示されるLCM試験装置の概略図である。

## 【 0 0 3 0 】

【 図 4 】 図 4 は、図 3 A 及び図 3 B に例示されるLCM試験装置を使用してLCMを評価するためのプロセスの一例を示すフローチャートである。

40

## 【 0 0 3 1 】

様々な図面における同様の参照番号及び名称は、同様の要素を示す。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 3 2 】

逸泥は、掘削の非生産的な時間の一因となる。掘削中の逸泥は、漏出（低損失）から中程度又は重度の損失までの範囲であり得る。掘削中に、高い透水性、スーパーk、破碎、渦状又は海綿状の地層に遭遇すると、坑井内に泥柱が急速に落下し大量の掘削泥水が地層中に失われることがある。泥柱の落下はパイプの詰まり、坑井の不安定性、坑井の枝掘り

50

(サイドトラッキング)や廃棄につながるキック又はブローアウト(暴墳)等の掘削問題を引き起こす可能性がある。逸泥事象によって引き起こされる問題と共に逸泥に対処することは高価であり得(例えば、年間数百万ドルの範囲)、費用の一部は漏出、中程度または重度の損失ゾーンを処置するための種々のLCMの調達に向けられる。

#### 【0033】

LCMは、逸泥に対抗するように特に設計される。LCMの設計及び開発は、実験室で行われた孔閉塞試験を用いた性能評価を含む。孔閉塞試験は漏出(すなわち、低損失)から中程度の損失について、材料を評価するために使用することができる。孔閉塞試験では、異なるサイズ(例えば、0.5mm、1mm、2mm、又は異なるサイズ)の開口部(例えば、スロット)を有するディスクを使用して、LCMと掘削流体との混合物をディスクに流すことにより、所定の温度及び圧力条件下でLCMを評価する。開口部の大きさは、地下ゾーンの逸泥ゾーンの破損の大きさに対応する。前述のサイズのディスクを使用する孔閉塞試験は、しばしば過酷な損失ゾーンのために設計されたLCMを評価するには不十分であるが、これは過酷な損失ゾーンの開口部のサイズが、漏出又は中程度タイプのゾーンの開口部のサイズよりも大きく、前述のディスクを無効又は不適切にするからである。

10

#### 【0034】

本開示はLCM性能評価のための、例えば、過酷な損失ゾーンでの使用のために設計されたLCMのための、試験装置の設計、開発及び使用方法を記載する。評価することができるLCMの種類には、例えば、微粒子型LCM、フレーク型LCM、繊維状LCM、微粒子状、フレーク状及び繊維状LCMの様々な組み合わせ、2成分系、高速スクイズ(圧搾)型LCM、成形LCM等が含まれ得る。評価されたLCMは任意のタイプの逸泥アプリケーション、例えば、深刻な又は全逸泥において使用され得る。後述するように、試験装置は複数の構成要素、例えば、試験セル、泥水リザーバ、スぺーサ又は活性剤リザーバ及びLCMリザーバを含む。これらの構成要素は様々な固定具、例えば、ボール弁、リリーフ弁、接続パイプ、圧力入口、流体出口、スロット及び(断面が非円形又は円形の)開口部又は穴を有するディスク及び関連する構成要素を使用し、体系立てられた方法で設計及び組み立てられ、様々な損失ゾーンをシミュレートする。試験セルはいくつかのディスクのうちの一つ又は複数、例えば、損失ゾーンを表す開口部を有する金属ディスクを保持するように構成される。一般に、ディスクは後述するリザーバ内の圧力に耐性があり、またディスクを通して流れる流体に化学的に耐性がある材料で形成することができる。開口部は破損した損失ゾーンを表すスロット(例えば、サイズが40mm以下)であってもよく、又は、不規則な損失ゾーンを表す円形の穴であってもよい。いくつかの実施では、スロットは円形の穴であってもよい。あるいは、又はそれに加えて、スロットは非円形であってもよい。円形開口の直径又は同じディスク上の非円形スロットの幅は、同じであっても異なってもよい。

20

30

#### 【0035】

後述するように、試験装置は作業圧力閾値以下(例えば、2000ポンド/平方インチ(psi)(13.790MPa)以下)で様々なLCM製品を試験するために使用することができる。それぞれに掘削流体、スぺーサ及びLCMスラリーを含むリザーバチャンバのそれぞれは、ある流体圧力(例えば、500psi(3.447MPa)以下)でそれぞれの流体を試験セルに流すことができる流体ラインを使用して、試験セルに個別に接続される。所望の材料(例えば、LCMスラリー及び掘削流体又はスぺーサの少なくとも一つ)を流した後は、試験セルを密封し、リザーバを閉じることができる。次いで、試験セルは作業圧力閾値以下の作業圧力を適用することによって、所定の期間(例えば、30分又はこれと同程度の期間)にわたって加圧され得る。この圧力により、試験セル内の材料は、試験セル内のディスクを通して試験セルの出口に向かって流れる。LCMの性能を評価するために、試験期間内に試験セルから流出する材料の量が収集される。試験が完了した後、試験セルの圧力を解放し、残った材料を除去し、試験装置を洗浄して、次の試験の準備をする。

40

50



## 【0036】

本明細書に開示される主題の実施は、小空洞 (vug) 又は大きな破損 (又はその両方) を有する逸泥ゾーンにおいて適用可能な、極端な掘削条件でLCMを評価するための試験装置を構築することを可能にできる。実施はまた、LCMをテストすることを可能にできる。実施はまた、重度の損失ゾーン、中程度の損失ゾーン、又は漏出ゾーンにおける逸泥を防止又は最小限に抑えるためにLCMの適合性を特定することを許容できる。

## 【0037】

図1は、LCM試験装置100の一例を示す概略図である。装置100は、小空洞又は大きな破損 (又はその両方) を有する逸泥ゾーンにおける極端な掘削条件での適用のためのLCMの有効性を評価するために実施することができる。例えば、10mmを超える破損又は10mmを超える直径の小空洞を有するゾーンは、深刻な逸泥をもたらし得る。装置100は、坑井掘削流体を運ぶことができる掘削流体リザーバ102と、スペース流体を運ぶことができるスペース流体リザーバ104と、逸泥防止剤 (LCM、具体的には評価されるLCM) を運ぶことができるLCMリザーバ106と、LCM試験セル108とを含む。LCM試験セル108は、複数の開口部を有するディスク部材200 (図2A) を含む。

10

## 【0038】

図2A乃至図2Dは、各々が複数の開口を有するディスク部材の概略図である。図2Aは厚さT1 (例えば2mm~5mm、例えば約3mm) を有するディスク部材200を示す。ディスク部材200は円周方向のシール溝204a、例えば、リング又は同様のシールを保持するための溝を含む。図2Bは、T1の厚さよりも大きい厚さT2を有するディスク部材202を示す。例えば、厚さT2は、例えば15mm~50mm (例えば、約20mm又は約40mm) の範囲とすることができる。このようなディスクは、互いに軸方向に分離された2つの円周方向シール溝204b及び204cを有することができる。図2Cは、円形開口を示す概略図である。各開口は、ディスク部材の一方の軸方向端面から他方の軸方向端面まで延在する貫通孔である。図2Dは、非円形開口を示す概略図である。図2C及び図2Dに示される端面上の開口部 (円形または非円形) の配置は一例である。他の配置も可能である。例えば、開口部は対称的に形成される必要はない。非円形開口部は、異なる方向に向けることができる。(ディスク部材200のような) ディスク部材は、複数の開口部と共に、坑井掘削流体を使用して坑井が掘削される地下ゾーンにおける逸泥ゾーンを表す (逸泥ゾーンの代りをする)。

20

30

## 【0039】

各リザーバは、それぞれの流体を運ぶことができる開放容積を有する。例えば、掘削流体リザーバ102はLCMリザーバ106と比較してより大きな流体搬送容積を有することができる。これは、スペース流体リザーバ104と比較してもより大きな流体搬送容積を有することができる。LCM試験セルはまた、LCM試験材料を運ぶことができる開放容積を有することができる。LCM試験材料は、所定量のLCMと、所定量の掘削流体又はスペース流体のいずれか又はその両方を含む。異なる流体運搬体積は、数百ミリリットル (mL) ~ 数リットル (L) の範囲であり得る。いくつかの実施では、各リザーバ及びLCM試験セルが実質的に円筒形の流体搬送容積を有することができる。実質的に円筒形の容積は、製造公差以内で円筒形状である構造又は表面によって囲まれた容積である。他の断面も可能である。

40

## 【0040】

各リザーバ及びLCM試験セルは圧力に耐えることができる材料 (例えば、500psi (3.447MPa) より大きく、3000psi (20.684MPa) まで) で構成することができる。例えば、材料はステンレス鋼とすることができる。一般に、LCM試験セルは、セルを通して流れる流体に対して化学的に耐性がある材料から構築され得る。例えば、LCM試験セル材料は、セルを通して流れる流体の腐食作用に耐えることができる。

## 【0041】

50

LCM試験セル108は、流体移送ネットワーク及び弁ネットワークを使用して、掘削流体リザーバ102、スぺーサ流体リザーバ104及びLCMリザーバ106に流体的に接続される。流体移送ネットワークは、LCM試験セル108に流体的に連結された第1の細長い管状部材110aを含む。弁ネットワークは、第1の細長い管状部材110aを通る流路内に第1の弁112aを含む。流体移送ネットワークの第2の細長い管状部材110bは、掘削流体リザーバ102を第1の細長い管状部材110bに流体的に結合する。第2の細長い管状部材110bの流路内の弁ネットワークの第2の弁112bは、掘削流体リザーバ102から第2の細長い管状部材110bと、さらに第1の細長い管状部材110aとを通り、LCM試験セル108へ流れる、掘削流体の流れを制御する。流体移送ネットワークの第3の細長い管状部材110cは、スぺーサ流体リザーバ104を第1の細長い管状部材110aに流体的に結合する。第3の細長い管状部材110cの流路内の弁ネットワークの第3の弁112cは、スぺーサ流体リザーバ104から第3の細長い管状部材110cと、さらに第1の細長い管状部材110aとを通り、LCM試験セル108へ流れる、スぺーサ流体の流れを制御する。流体移送ネットワークの第4の細長い管状部材110dは、LCMリザーバ106を第1の細長い管状部材110cに流体的に結合する。第4の細長い管状部材110dの流路内の弁ネットワークの第4の弁112dは、LCMリザーバ106から第4の細長い管状部材110dを通り、さらに第1の細長い管状部材110aへのLCMの流れを制御する。

10

**【0042】**

いくつかの実施では、装置100が掘削流体リザーバ102、LCMリザーバ106及びスぺーサ流体リザーバ104を支持する第1のベース部材114を含む。例えば、第1のベース部材114は、3つのリザーバが互いに隣接して配置される実質的に水平なボード又はプレートであり得る。実質的に水平なボード又はプレートは床に対して水平であり、製造公差以内の表面を有するボード又はプレートである。装置100はまた、LCM試験セル108を支持する第2のベース部材116を含む。例えば、第2のベース部材116は、第1のベース部材114及び第2のベース部材116が配置される床118に対して、第1のベース部材114よりも垂直方向下方に配置された、実質的に水平なボード又はプレートであり得る。この配置は、重力を使用することでポンプを必要とせずにLCM試験セル108への流体移送を可能にする。あるいは、ポンプを使用して、LCM試験セル108を通して流体を流すために圧力を加えることができる。そのような実施では、第1のベース部材114及び第2のベース部材116を床118から実質的に同じ高さに配置することができ、又は第1のベース部材114が第2のベース部材116よりも床118に近い配置とすることができる。実質的に同じ高さとは、第1のベース部材114の床118からの距離と第2のベース部材116の床118からの距離との差が5%以下のずれの範囲内であることを意味する。

20

30

**【0043】**

例えば、第1のベース部材114は、掘削流体リザーバ102、スぺーサ流体リザーバ104及びLCMリザーバ106が通るそれぞれの開口部を含むことができる。リザーバはリザーバへの入口が上向きに（すなわち、床118から離れて）面し、出口が下向きに（すなわち、床118に向かって）面するように、それぞれの開口部内に垂直に配置することができる。第2、第3及び第4の細長い管状部材（それぞれ110b、110c及び110d）の端部は、それぞれ掘削泥水リザーバ102、スぺーサ流体リザーバ104及びLCMリザーバ106の下向き出口に接続する。第2、第3及び第4の細長い管状部材（それぞれ110b、110c及び110d）の反対側の端部は、実質的に水平である第1の細長い管状部材110aの円周面に接続する。第1の細長い管状部材110aの一方の軸方向端部は、LCM試験セル108への入口に接続する。第1の細長い管状部材110aの他方の軸方向端部は、蓋をすることができる。あるいは、第2、第3、又は第4の細長い部材のうちの1つ（例えば、第2の細長い管状部材110b）は、第1の細長い管状部材110aの円周面に代えて他方の軸方向端部に接続することができる。

40

**【0044】**

50

第2のベース部材116はまた、LCM試験セル108が通る開口部を含むことができる。LCM試験セル108は、LCM試験セル108への出口が下向きに（すなわち、床118に向かって）面するように、第2のベース部材116の開口部内に垂直に配置することができる。LCM試験セル108への入口は、LCM試験セル108の円周面上に形成することができる。代替的に、入口はLCM試験セル108の軸方向端面上に形成することができる、入口は垂直方向上方に（すなわち、床118から離れて）面する。そのような実施では、第1の細長い管状部材110aは、この部材110aの実質的に水平なセクションをLCM試験セル108の上向きの入口に接続するための垂直セクションを含むことができる。

【0045】

前述したように、リザーバ及び試験セル、並びに細長い管状部材の配置は、試験されるLCMがLCM試験セル108内に形成されるように、リザーバから試験セルへ成分を順番に流すことを可能にできる。この配置はまた、酸をリザーバのうちの1つから（または異なるリザーバ（図示せず）から）LCM試験セル108に流して、LCM試験セル108中のLCMが溶解され得るかどうかを特定することを可能にする。この配置はさらに、LCM試験に対するスペーサ流体の効果を特定し、汚染物質に対するLCMの耐性を研究するために、LCM試験セル108に汚染物質を送り込むことを可能にする。

【0046】

ディスク部材200は、LCM試験セル108に連結することができ、例えば、下方からLCM試験セル108に挿入され留めることができる。このようにして、入口と出口との間のLCM試験セル108の領域は、流体流路を形成する。ディスク部材200は流路内に配置されているので、LCM試験セル108に流入したLCM試験材料の少なくとも一部は、入口からディスク部材200の複数の開口部を通して出口に向かって流れる。流体移送ネットワークは、LCM試験セル108の出口に取り付けられた第5の細長い管状部材110eと、第5の細長い管状部材110dを通る流路内の第5の弁112eとを含む。ディスク部材200の複数の開口部を通してLCM試験セル108の出口から流出するLCM試験材料の部分は第5の細長い管状部材110eを通して流れることができ、第5の弁112eを開くことによって収集することができる。

【0047】

図3Aは、別の例示的なLCM試験装置300の概略図である。図3Bは、図3Aの例示的なLCM試験装置300の概略図である。特に、図3Bは、LCM試験装置300の弁ネットワークに含まれるキャップ、ニードル弁及び安全弁を示す。LCM試験装置300は、前述したLCM試験装置100と実質的に同様である。LCM試験装置300の構成を表1に示す。

10

20

30

【表 1】

表1 部品一覧

#	種類	数量
1	スタンド	1
2	位置決めプレート1 上部	1
3	位置決めプレート2 中部	1
4	主試験セル 2リットル	1
5	主試験上部キャップ	1
6	主試験下部キャップ	1
7	LCMリザーバ	1
8	LCM上部キャップ	1
9	LCM下部キャップ	1
10	スぺーサリザーバ	1
11	スぺーサリザーバ上部キャップ	1
12	スぺーサリザーバ下部キャップ	1
13	泥リザーバ	1
14	泥リザーバ上部キャップ	1
15	泥リザーバ下部キャップ	1
16	ボール弁1 1	3
17	ボール弁2 2	3
18	ニップル1	4
19	ニップル2	2
20	結合部1	3
21	結合部2	2
22	主試験セル調整ナット	2
23	LCMリザーバセル調整ナット	2
24	スぺーサリザーバセル調整ナット	2
25	掘削泥水リザーバセル調整ナット	2
26	T字管1	1
27	T字管2	2
28	絞りコネクタ	1
29	安全弁	4
30	ニードル弁	4
31	T字管と結合部の接続パイプ	1
32	T字管と絞りコネクタの接続パイプ	1
33	T字管とT字管の接続パイプ	1
34	T字管とボール弁の接続パイプ	1
35	ボール弁と結合部の接続パイプ	4
36	アレンボルト	8 (付与なし)

10

20

30

## 【0048】

LCMは、種々のスロット付き及び小空洞付き金属ディスク（図3A及び図3Bには不図示）を用いて、主試験セル4において評価される。例えば、LCMの封止効率を評価する。封止効率とは、LCMが掘削泥水として知られる坑井掘削流体がディスクの複数のスロットを通して流れるのを防止する能力である。スぺーサ流体は、界面での掘削泥-LCM汚染を防ぐために使用されることがある。閉塞（plugging）効率及び封止（sealing）効率は、同一のパラメータを表すために使用される。主試験セル4は、ねじ込み式上部キャップC1と下部キャップC1.1とを有する。圧力入口/出口ニードル弁NV1及び安全弁SV1は、上部キャップC1に固定される。ボール弁V2は、主試験セル4の出口である下部キャップC1.1に取り付けられている。LCM試験装置300は、3つのリザーバ、すなわちLCMリザーバ7、スぺーサ流体リザーバ10及び泥リザーバ13を含む。これらのリザーバはそれぞれ、ねじ込み式上部キャップ（C2、C3及びC4）と下部キャップ（C2.1、C3.1及びC4.1）とを有する。リザーバチャンバの上部キャップはそれぞれ、圧力入口/出口ニードル弁（NV2、NV3及びNV4）及び安全弁（SV2、SV3及びSV4）で固定される。リザーバチャンバの下部キャップは、結合部に接続されたそれぞれのボール弁（V3、V4及びV5）で固定される。3つのリザーバの結合部の他端は、T字管継手に接続され、このT字管継手はボール弁V1を介してパイプを主試験セル4に接続する。パイプの他端には弁が固定されている。アセンブリ全体はスタンド（例えば、金属スタンド）によって支持され、床に載置することができる。主試験セル1と3つのリザーバチャンバは、様々なボール弁を介して相互接

40

50

続され、異なる部品を接続する結合部を取り外すことによって分離することができる。異なる構成要素を相互接続及び分離する能力は、試験装置の洗浄を容易にする。

【0049】

作動中、流体をリザーバから主試験セル4に流入させるために、窒素が各圧力入口ニードル弁(NV1、NV2、NV3及びNV4)に流入する。窒素は、流体に下向きの圧力を加え、流体をスロット付きディスクに向かって押しやる。理想的なLCMは、流体がディスクのスロットを通過して流れることを許容しない。実際には、実質的に30ミリリットル(ml)(約5mlの増減がある)以下の排出量は、LCMの許容可能な封止効率を示す。場合によっては、掘削流体の損失が20~25%減少することも、LCMにとって許容可能な封止効率を示す。いくつかの実施では、窒素圧力を、他のリザーバからの流体がセル4に流入した後に、主試験セル14の圧力入口ニードル弁(NV4)に加えてもよい。

10

【0050】

図4は、例示的なLCM試験装置300を使用してLCMを評価するための処理400の一例を示すフローチャートである。この処理は、LCM試験装置のオペレータが実施することができる。この方法は、実験室で、又は実験室条件下で実施することができる。試験を開始する前に、全ての弁を閉じることができ、全てのレギュレータを完全に回転させることができる。必要に応じて、すべてのシール(例えば、リング又は同様のシール)を点検し、交換することができる。グリース(例えば、シリコングリース)の薄いコーティングを、シール及びセルキャップの周りに適用することができる。リングの凹部は清浄度についてチェックするとよく、リングは、LCM試験セルの軸方向端部上のセル凹部の内側に挿入することができる。複数の開口部を有するディスク部材を選択し、例えば底部からLCM試験セルに挿入することができる。前述のように、多数の開口部を有するディスク部材は、LCM試験セルを使用してシミュレートされる逸泥ゾーンに基づいて選択することができる。例えば、過酷な損失ゾーンをシミュレートするために、複数の開口部が少なくとも40mm(例えば、50mm)の寸法を有するディスク部材を選択することができる。中程度又は漏出タイプの逸泥ゾーンをシミュレートするために、比較的小さい開口部を有するディスク部材を選択することができる。次に、LCM試験セルの下部キャップをディスク部材に固定することができる。次いで、LCM試験セルの上部キャップを試験セル本体に固定することができる。同様に、掘削流体リザーバ、LCMリザーバ及びスペース流体リザーバのそれぞれのキャップは、それぞれのリザーバに固定することができる。

20

30

【0051】

その後、各リザーバの圧力安全弁のための事前設定を個別に開始することができる。それを行うために、リザーバに接続された全てのキャップ及び弁を完全に閉じることができる。所望の設定圧力をカバーするばねを選択、設置し、最大に調整することができる。例えば、第1のばねは、350psi~750psi(2.413MPa~5.171MPa)の圧力範囲で選択することができる。第2のばねは、1500psi~2250psi(10.342MPa~15.513MPa)の圧力範囲で選択することができる。必要な圧力に達するまで、チャンバに圧力を加えることができる。入口弁は閉じることができる。安全弁は、チャンバ内の圧力が解放されるまで開くことができる。安全弁キャップの位置はロックすることができる。

40

【0052】

402において、LCMはLCMリザーバ内に貯留する(例えば、LCMリザーバ内に注入する)ことができる。LCMリザーバは、対応する上部キャップ及び下部キャップを使用して密封することができる。それを行うために、キャップC2を開き、LCMをLCMリザーバ内の流体搬送容積内に設置することができる。次に、キャップC2を閉じることができる。404において、掘削流体は掘削流体リザーバ内に貯留する(例えば、注ぐ)ことができる。406において、スペース流体は、スペース流体リザーバ内に貯留することができる。それぞれの流体は、ステップ402と同様の手法を実施することによって

50

、それぞれのリザーバに貯留することができる。

【0053】

408において、LCMをLCM試験セルに流すことができる。いくつかの実施では、LCM、掘削流体又はスーサ流体のそれぞれの量を計量することができる。加えて、流体は所望の順番、例えば、LCM、スーサ流体、掘削流体の順番、又は類似する順番でLCM試験セルに流すことができる。LCMをLCM試験セルに流すために、圧力を、NV2を通してある持続時間（例えば、2分間または異なる持続時間）にわたって加えることができる。この持続時間の後、十分なLCMがLCM試験セルに流された場合には、圧力の印加を停止することができ、キャップC1ならびに弁V1及びV3を閉じることができる。同様の手順を採用して、それぞれのキャップ及び弁を使用して掘削流体又はスーサ流体（またはその両方）を流すことができる。

10

【0054】

410において、LCMと掘削流体又はスーサ流体のいずれか又はその両方を含むLCM試験材料は、LCM試験セル内に配置されたディスク部材を通して流れるように加圧され得る。それを行うために、例えば、弁V2を開くことができ、収集容器をLCM試験セルの出口に配置することができる。圧力は所望の試験圧力に到達するまで、ある増分（例えば、50psi（0.345MPa）以上又はそれ以下の増分）で適用され得る。弁NV1を閉じることができ、LCM試験セル内の圧力はある期間（例えば、30分以上またはそれ以下の期間）にわたって乱されない。LCM試験材料の大量で急速な排出がLCM試験セルの出口を通して観察される場合、圧力の印加を停止することができる。あるいは、出口を通して排出されたLCM試験材料の量を収集し、記録することができる。

20

【0055】

412において、損失循環を減少させるLCMの能力を、ディスク部材を通るLCM試験材料の流れに基づいて評価することができる。LCMセルの出口を通る流体排出がないか、または流体排出が最も少ないLCMが、最も効果的なLCMである。異なるLCMサンプルは掘削流体中のLCMの濃度、又は掘削流体とスーサ流体との組み合わせを変化させる（例えば、増加させる）ことによって調製することができる。各LCMサンプルは、LCM試験セルに適用される異なる圧力で評価することができる。各LCMサンプルはさらに、それぞれが異なるサイズの開口部を有する異なるスロット付きディスクを使用して評価することができる。LCMが2つの成分から作製される実験においては、LCMを形成するために使用される活性化剤の濃度を変えることができる。

30

【0056】

試験後、ニードル弁NV1、NV2、NV3及びNV4からの全ての圧力ラインが切断される。セル内の圧力は、ニードル弁NV1、NV2、NV3及びNV4を開くことによって解放される。LCM試験セル内に圧力が閉じ込められた場合、圧力は、ニードル弁NV1を介して最初に解放される。不十分な圧力が解放される場合、安全弁SV1が圧力を減少させるために使用される。圧力をさらに解放するために、弁V1のための結合部は、捕捉された圧力が主試験セルから逃げるようにゆっくりと解放される。次の試験の前に、試験セル、セルキャップ及び全ての取付具を徹底的に洗浄することができる。全てのねじを洗浄し、あらゆる破片を除去することができる。全ての取付具は、例えば、空気を吹き付けることによって、さらに清浄にすることができる。全てのOリングは、適正な嵌合及び寿命の増大を保證するために潤滑されることができる。ねじは、損傷又は摩耗について定期的に検査し、必要に応じて交換することができる。

40

【0057】

本明細書に記載される技術を実施することによって、40mmより大きい（例えば、50mmまで）開口サイズを有する逸泥ゾーンにおけるLCMの有効性を特定することができる。上に述べたように、主題の特定の実施を説明した。他の実施は、以下の特許請求の範囲の範囲内である。

【符号の説明】

【0058】

50

- 100 LCM試験装置
- 102 掘削流体リザーバ
- 104 スペース流体リザーバ
- 106 LCMリザーバ
- 108 LCM試験セル
- 110 a ~ 110 e 第1 ~ 第5の細長い管状部材
- 112 a ~ 112 e 第1 ~ 第5の弁
- 114 第1のベース部材
- 116 第2のベース部材
- 118 床
- 200、202 ディスク部材

【図1】

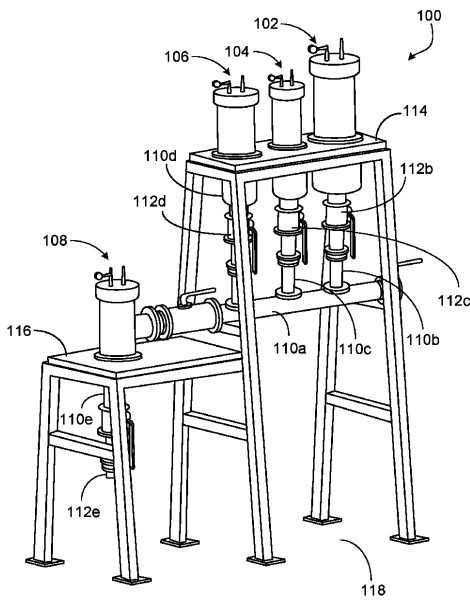


FIG. 1

【図2A】

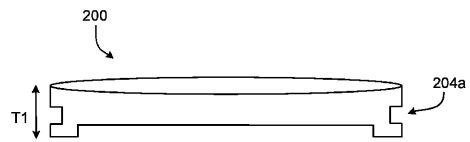


FIG. 2A

【図2B】

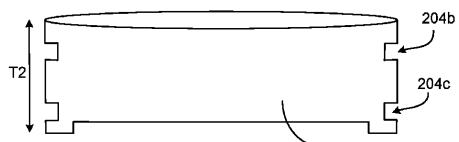


FIG. 2B

【 図 2 C 】

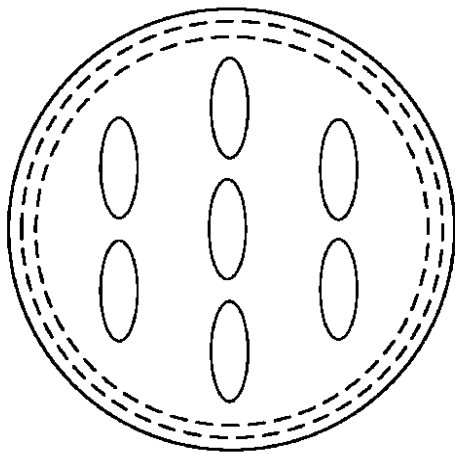


FIG. 2C

【 図 2 D 】

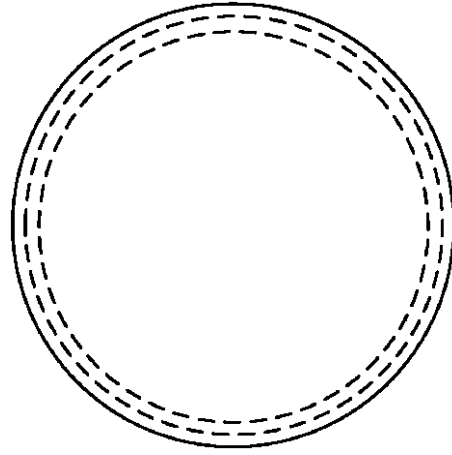


FIG. 2D

【 図 3 A 】

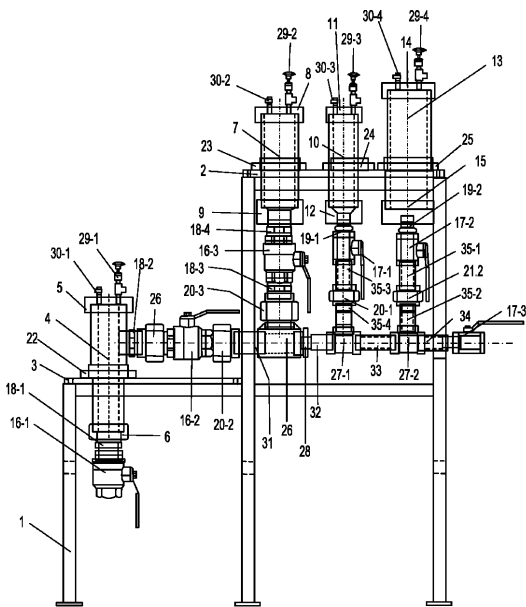


FIG. 3A

【 図 3 B 】

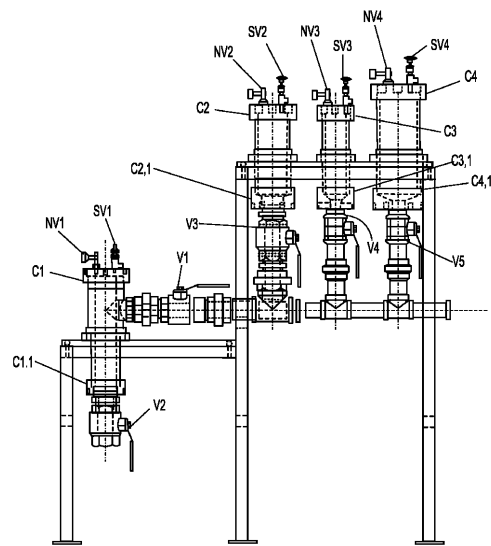


FIG. 3B



【 図 4 】

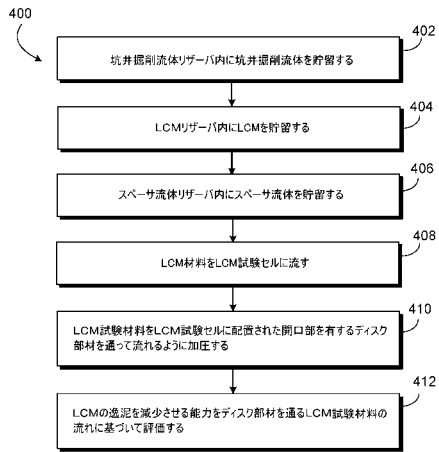


FIG. 4

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2018/022229
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01N33/28 G01N11/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N E21B		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2009/029451 A1 (MI LLC [US]; JAPPY TREVOR G [GB]; JENKINS LYNN H [GB]; SANDERS MARK W) 5 March 2009 (2009-03-05) paragraphs [0017] - [0038]; figures 1-7 -----	1-19
Y	WO 2010/064009 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERV INC [US]; JAMISON DALE E [US]; MURPHY ROBERT []) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraphs [0024] - [0029]; figures 1-3 ----- -/--	1-19
<input checked="" 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  22 June 2018		Date of mailing of the international search report  06/07/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Gilow, Christoph

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2018/022229

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"PERMEABILITY PLUGGING APPARATUS (PPA)", 1 January 2007 (2007-01-01), XP055060626, Houston, Texas, USA Retrieved from the Internet: URL: <a href="http://www.fann.com/public1/products/pubsdata/Brochures/PPA.pdf">http://www.fann.com/public1/products/pubsdata/Brochures/PPA.pdf</a> [retrieved on 2013-04-22] the whole document -----	1-19
A	US 2016/130939 A1 (MURPHY ROBERT J [US] ET AL) 12 May 2016 (2016-05-12) abstract; figures 1-3 -----	1-19

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2018/022229

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009029451 A1	05-03-2009	EP 2188489 A1	26-05-2010
		US 2011290012 A1	01-12-2011
		WO 2009029451 A1	05-03-2009
WO 2010064009 A1	10-06-2010	AU 2009323867 A1	10-06-2010
		BR P10922751 A2	05-01-2016
		CA 2744967 A1	10-06-2010
		CA 2806479 A1	10-06-2010
		CA 2936908 A1	10-06-2010
		DK 2352997 T3	29-09-2014
		EA 201170763 A1	30-12-2011
		EC SP11011111 A	30-09-2011
		EP 2352997 A1	10-08-2011
		ES 2500641 T3	30-09-2014
		MY 161409 A	14-04-2017
		PT 2352997 E	11-09-2014
		US 2010139387 A1	10-06-2010
		US 2012152000 A1	21-06-2012
		WO 2010064009 A1	10-06-2010
US 2016130939 A1	12-05-2016	AU 2013215590 A1	14-08-2014
		CA 2862293 A1	08-08-2013
		EA 201491355 A1	29-05-2015
		EP 2810062 A1	10-12-2014
		MX 349925 B	21-08-2017
		US 2013192358 A1	01-08-2013
		US 2016130939 A1	12-05-2016
		WO 2013116012 A1	08-08-2013

## 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, RO, 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 アマヌラ , エムディー  
サウジアラビア王国 ダーラン 3 1 3 1 1 , ピー . オー . ボックス 9 6 7 6 , サウジ アラム  
コ

(72)発明者 ラマサミー , ジョティバス  
サウジアラビア王国 ダーラン 3 1 3 1 1 , ピー . オー . ボックス 1 1 4 1 5