

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 051 012

(21) Nº d'enregistrement national :

17 53402

(51) Int Cl⁸ : E 21 B 17/02 (2017.01)

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(54) JOINT METALLIQUE A POINT UNIQUE.

(22) Date de dépôt : 19.04.17.

(30) Priorité : 05.05.16 IB PCT/US2016/031042.

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : HALLIBURTON ENERGY
SERVICES, INC. — US.

(43) Date de mise à la disposition du public
de la demande : 10.11.17 Bulletin 17/45.

(45) Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 29.11.19 Bulletin 19/48.

(72) Inventeur(s) : EL MALLAWANY IBRAHIM.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(73) Titulaire(s) : HALLIBURTON ENERGY SERVICES,
INC..

(74) Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

FR 3 051 012 - B1



JOINT MÉTALLIQUE À POINT UNIQUE

CONTEXTE

Dans les puits de gaz et de pétrole, les joints métalliques sont quelquefois utilisés pour étanchéifier des structures entre elles dans des outils de puits, et dans l'équipement utilisé dans d'autres environnements. Cependant, on rencontre fréquemment plusieurs problèmes lorsque des joints métalliques sont utilisés. Par ex., les joints métalliques nécessitent des surfaces très lisses et très propres être étanches, et la plupart des métaux ne sont déformables élastiquement qu'à un certain degré (ce qui limite ainsi la force de sollicitation disponible à partir de la déformation élastique d'un joint métallique), etc.

Les joints élastomères, et d'autres types de joints non métalliques, peuvent permettre de faire un joint contre des surfaces irrégulières et sales, et peuvent procurer suffisamment de force de sollicitation résiliente pour pousser les joints contre les surfaces. Cependant, les joints non métalliques ont tendance à se dégrader rapidement lorsqu'ils sont utilisés dans des configurations dynamiques, c.-à-d., lorsque le joint doit entrer en contact avec une surface mouvante tout en procurant une étanchéité contre une différence de pression, ou lorsque le joint perd le contact avec la surface lorsque la différence de pression existe toujours à travers le joint.

Les joints métalliques sont préférés, dans certaines applications, par rapport aux joints élastomères. Un avantage des joints métalliques est leur capacité d'usure, une propriété qui est nécessaire pour des joints dynamiques et particulièrement importante lors de l'évacuation de la pression (lorsqu'un joint s'ouvre avec une différence de pression, tel que dans les vannes). Les joints métalliques radiaux possèdent deux points de contact qui étanchéifient seulement dans une direction comme, par ex., les joints métalliques en forme de C. Afin de procurer une étanchéité dans les deux directions, on a besoin d'au moins quatre points de contact. Le problème avec les quatre points de contact est la création de pièges pression entre les points, ce qui peut augmenter de façon importante la pression de frappe.

Par conséquent, il existe un besoin pour un joint métallique amélioré pour une étanchéité fiable à faible pression et à pression élevée.

Les figures suivantes sont présentées pour illustrer certains aspects de la présente description, et ne doivent pas être considérées comme des modes de réalisation exclusifs. L'objet divulgué est capable de modifications, d'altérations et d'équivalents considérables dans la forme et dans la fonction, comme il sera apparent à un homme de métier et qui bénéficie de cette description.

5 La figure 1 est un schéma en coupe transversale illustrant un système de puits de forage selon certains aspects de la présente divulgation.

La figure 2 est une vue en perspective d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation.

10 La figure 3A est une vue en coupe transversale d'une vanne avec un dispositif de fermeture dans une position fermée selon des aspects de la présente divulgation.

15 La figure 3B est une vue en coupe transversale d'une vanne avec un dispositif de fermeture dans une position ouverte selon des aspects de la présente divulgation.

La figure 4 est une vue en coupe transversale d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation.

La figure 5 est une vue en coupe transversale de profil d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation.

20 La figure 6 est une vue agrandie en coupe transversale d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation.

La figure 7A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

25 La figure 7B est une vue agrandie en coupe transversale des composants décomposés des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

La figure 8A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

La figure 8B est une vue agrandie en coupe transversale des composants décomposés des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

30 La figure 9A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

La figure 9B est une vue agrandie en coupe transversale des composants décomposés des joints métalliques selon des aspects de la divulgation.

35 La figure 10 est une vue explosée d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

La divulgation concerne généralement des joints métalliques bidirectionnels avec seulement deux points de contact pour une étanchéité fiable à 5 faible pression et à pression élevée. Le joint métallique contient une partie élastomère qui est sensiblement statique.

Un outil de puits de forage peut comprendre une surface d'étanchéité cylindrique interne ; une surface d'étanchéité cylindrique externe et un dispositif d'étanchéité pour étanchéifier la surface cylindrique interne et externe, le 10 dispositif d'étanchéité comprenant : un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, le second élément d'étanchéité, et des 15 combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint 20 non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique.

25 Le couplage énergétique au joint non métallique peut solliciter la première surface d'étanchéité contre la surface d'étanchéité cylindrique interne et sollicite la seconde surface d'étanchéité contre la surface d'étanchéité cylindrique externe. La sollicitation peut être ajustée en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité, du second élément 30 d'étanchéité et des combinaisons de ceux-ci. La flexibilité de l'au moins une paroi peut être modifiée en ajustant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons de celles-ci, de l'au moins une paroi. L'outil peut également comprendre au moins un renfort dans l'évidement. Le matériau de renfort peut être au moins l'un choisi à partir du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de 35 ceux-ci. Le premier et le second éléments d'étanchéité peuvent être fixés par au

moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci. La première surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe. Chacune des surfaces de contact métallique peuvent être une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métallique.

Un dispositif d'étanchéité peut comprendre : un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, le second élément d'étanchéité, et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique

Le couplage énergétique au joint non métallique peut solliciter la première surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique interne et sollicite la seconde surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique externe. La sollicitation peut être ajustée en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité, du second élément d'étanchéité et des combinaisons de ceux-ci. La flexibilité de l'au moins une paroi peut être modifiée en ajustant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons de celles-ci, de l'au moins une paroi. Le joint peut également comprendre au moins un renfort dans l'évidement. Le matériau de renfort peut être au moins l'un choisi à partir du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de ceux-ci. Le premier et le second éléments d'étanchéité peuvent être fixés par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons

de ceux-ci. La première surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe. Chacune des surfaces de contact métallique peuvent être des crêtes équatoriales sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métalliques.

Un procédé d'étanchéité peut comprendre : l'utilisation d'un dispositif d'étanchéité, comprenant : un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, du second élément d'étanchéité, et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique ; et l'application d'une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité lorsque le dispositif d'étanchéité étanchifie entre une surface d'étanchéité cylindrique externe et une surface d'étanchéité cylindrique interne.

Le couplage énergétique au joint non métallique peut solliciter la première surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique interne et sollicite la seconde surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique externe. La sollicitation peut être ajustée en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité, du second élément d'étanchéité et des combinaisons de ceux-ci. La flexibilité de l'au moins une paroi peut être modifiée en ajustant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons de celles-ci, de l'au moins une paroi. Le procédé peut également comprendre joint

avec au moins un renfort dans l'évidement. Le matériau de renfort peut être au moins l'un choisi à partir du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de ceux-ci. Le premier et le second éléments d'étanchéité peuvent être fixés par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci. La première surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique peut ne comporter qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe. Chacune des surfaces de contact métallique peuvent être une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métalliques.

Les exemples illustratifs suivants sont donnés afin d'introduire l'objet général de l'invention présenté ici et ne sont pas destinés à limiter la portée des concepts divulgués. Les sections suivantes décrivent divers modes de réalisation et exemples additionnels en référence aux figures parmi lesquelles des numéros identiques désignent des éléments identiques, et les descriptions de direction servent à décrire les modes de réalisation illustratifs mais, comme les modes de réalisation illustratifs, ils ne doivent pas servir à limiter la présente divulgation.

Joint métallique

Le joint peut comprendre deux pièces de métal qui sont soit boulonnées soit soudées ensemble par soudage aux faisceaux d'électrons. Du côté interne, il y a un joint élastomère statique avec des renforts optionnels. Les deux pièces de métal contiennent des trous pour la communication de la pression entre l'intérieur et l'extérieur du joint. La figure 1 est un système de puits de forage **10** dans lequel des aspects de la présente divulgation peuvent être implémentés. Dans le système de puits de forage **10**, un train de tubes **12** (tel qu'un train de tube de production) est positionné dans un puits de forage **14** doublé d'un tubage **16**. Le train de tubes **12** comprend des outils de puits de forage **18, 20**, qui, dans cet exemple, sont plus particulièrement un obturateur **18** et un dispositif de contrôle du flux **20**.

Le dispositif de contrôle du flux **20** peut être, par ex., une vanne ou un étrangleur. L'obturateur **18** constitue un joint annulaire entre le train de tubes **12** et le tubage **16**. Le dispositif de contrôle du flux **20** régule la communication de fluide entre l'intérieur du train de tubes et l'anneau **22** formé

entre le train de tubes et le tubage **16**. Le dispositif de contrôle du flux **20** comprend un mécanisme **24** de fermeture qui fonctionne pour réguler le flux.

Pour rappel, les aspects de cette divulgation ne sont pas limités à l'un quelconque des détails du système de puits de forage **10** décrit ici. Par ex., il
5 n'est pas nécessaire pour que le dispositif d'étanchéité de cette divulgation soit utilisé dans un puits de forage, dans un outil de puits de forage, dans un puits de forage tubé, dans un dispositif de contrôle du flux, dans un train de tubes, etc. Le mécanisme de fermeture **24** pourrait, comme autre exemple, être utilisé dans un dispositif hydraulique de positionnement de l'obturateur **18**, ou pourrait être utilisé
10 dans un autre type de d'outils de puits de forage. Ainsi, il doit être clairement compris que le système de puits de forage **10** représente seulement un exemple unique d'une grande variété d'utilisations pour les principes de la divulgation.

La figure 2 est une vue en perspective d'un dispositif d'étanchéité **26** qui peut être utilisé pour l'étanchéité dans le mécanisme de fermeture **24** est
15 illustrée de façon représentative. Cependant, il doit être compris que le dispositif d'étanchéité **26** peut être utilisé dans plusieurs autres applications d'étanchéité et il n'est pas nécessairement utilisé dans le système de puits de forage **10**.

Le dispositif d'étanchéité **26** illustré dans la figure 2 est un joint métallique avec un premier élément d'étanchéité **28** et un second élément
20 d'étanchéité **30**. Le joint métallique **28** comprend une première surface d'étanchéité **32**, une seconde surface d'étanchéité **34**, et des trous de communication de la pression **36**. Dans la figure 2, les surfaces d'étanchéité métalliques **32**, **34**, chacune ayant seulement une surface de contact métallique illustrée sous forme de crêtes équatoriales sur la première et la seconde surfaces
25 d'étanchéité métalliques **32**, **34**.

La figure 3A est une vue en coupe transversale d'une vanne selon des aspects de la divulgation. La surface d'étanchéité métallique **34** du joint **26** peut être utilisée pour l'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique interne dans le mécanisme de fermeture **24**. Si la surface d'étanchéité cylindrique
30 interne est fabriquée en métal, alors, un joint métallique peut être formé entre la surface d'étanchéité **34** et la surface d'étanchéité cylindrique interne. Dans la figure 3A, le mécanisme de fermeture **24** est dans la position fermée. La figure 3B est une vue en coupe transversale d'une vanne dans laquelle le mécanisme de fermeture **24** a été éloigné du joint **26**, révélant ainsi le mécanisme de fermeture
35 **24** dans une position partiellement ouverte.

De la même façon, la surface d'étanchéité métallique **32** du joint **26** peut être utilisée pour l'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique externe dans le mécanisme de fermeture **24**. Si la surface d'étanchéité cylindrique externe est fabriquée en métal, alors, un joint métallique sera formé entre la **5** surface d'étanchéité **32** et la surface d'étanchéité cylindrique externe.

Une vue en coupe transversale du joint métallique **26** est représentée de façon illustrative dans la figure 4. Un évidement faisant face transversalement **38** est positionné entre la première et la seconde surfaces d'étanchéité métalliques **32**, **34**. Un joint non métallique **40** est reçu dans **10** l'évidement faisant face transversalement **38**. Des trous de communication de la pression **36**, peuvent être localisés de part et d'autre du joint métallique **26**.

La figure 5 est une vue en coupe transversale de profil d'un joint métallique selon des aspects de la divulgation. Le joint non métallique **40** est en **15** communication fluide avec les trous de communication de la pression **36**, et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité **26** transmet de l'énergie au joint non métallique **40**. Le joint élastomère **40** procure la pression de « couplage énergétique » des surfaces d'étanchéité métalliques **32**, **34**. Lorsque la **20** pression est appliquée d'une ou de l'autre direction, la pression sur le joint élastomère **40** est transférée aux crêtes métalliques **32**, **34** augmentant leur pression de contact et favorisant leurs capacité d'étanchéité. Ceci peut permettre une faible pression de contact (et de faibles forces de frappe) lorsqu'aucune **25** différence de pression n'est présente et permettant également une pression de contact élevé lors de l'étanchéité contre des pressions élevées.

La figure 6 est une vue en coupe transversale agrandie du dispositif **25** d'étanchéité **26** illustrant la façon dont le premier élément d'étanchéité **28** et le second élément d'étanchéité **30** peuvent être liés ensemble pour créer un évidement faisant face transversalement **38**. Le premier et le second éléments d'étanchéité **28**, **30** peuvent être fixés **42** par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci. Le couplage **30** énergétique de l'énergie au joint non métallique **40** dévie radialement la première surface d'étanchéité **32** contre une surface d'étanchéité cylindrique externe et dévie radialement la seconde surface d'étanchéité **34** contre une surface **35** d'étanchéité cylindrique interne. Cette déviation entraîne une déformation élastique des parois **44**, **46** des éléments d'étanchéité **28**, **30**, entraînant l'application d'une force de sollicitation par les parois **44**, **46** sur les surfaces d'étanchéité **32**, **34**. La

solicitation peut être ajustée en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois **44**, **46** et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité **28**, du second élément d'étanchéité **30** et des combinaisons de ceux-ci. La flexibilité des parois métalliques **44** et **46** peut être ajustée en modifiant leur longueur, leur épaisseur et des combinaisons de celles-ci. La force de sollicitation peut augmenter la pression de contact entre les surfaces d'étanchéité, **32**, **34** du joint et les surfaces d'un outil qui doit être étanchéifier, tel que le mécanisme de fermeture **24** dans la figure 3.

Les figures 7 à 9 démontrent plusieurs façons par lesquelles le premier élément d'étanchéité **28** et le second élément d'étanchéité **30** peuvent être liés ensemble. La figure 7A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation. La figure 7B est une vue décomposée des composants de la figure 7A illustrant la façon dont les éléments d'étanchéité **28A** et **30B** peuvent se rassembler pour former un dispositif d'étanchéité **26**. La figure 8A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation. La figure 8B est une vue décomposée des composants de la figure 8A illustrant la façon dont des éléments d'étanchéité **50A** et **52B** peuvent se rassembler pour former un joint **48**. La figure 9A est une vue agrandie en coupe transversale des composants des joints métalliques selon des aspects de la divulgation. La figure 9B est une vue décomposée des composants de la figure 9A illustrant la façon dont, dans un agencement préféré, des éléments d'étanchéité **56A** et **58B** ont une configuration de type « L » et peuvent être assemblés ensemble pour former un joint **54**.

La figure 10 est une vue explosée d'un joint **60** démontrant la façon dont les divers composants du joint **60** peuvent être assemblés ensemble. Entre le premier élément d'étanchéité **62** et le second élément d'étanchéité **64** se trouvent un renfort optionnel **68**, un joint non métallique **66**, et un renfort optionnel **70**.

Les joints métalliques dans la divulgation peuvent être fabriqués en un quelconque matériau suffisamment solide pour créer un joint à deux points de contact dans des conditions de fond de puits. Les surfaces d'étanchéité métalliques sont préférablement fabriqués en métaux solides, durables et résistant tels que l'Inconel 718, l'acier chromé-13 et l'acier inoxydable, etc. Il doit être clairement compris que tout matériau métallique peut être utilisé pour les joints métalliques dans les aspects de cette divulgation. L'anneau métallique peut être en acier inoxydable. Le premier et le second éléments d'étanchéité peuvent être fixés par au

moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci.

La partie non métallique des joints peut être fabriquée en matériaux élastomère solides, résistants à des températures élevées et résistants aux fluides du puits tels que le NBR, HNBR, fluoroélastomères, etc. Des matériaux non-élastomère tels que le plastique, le PTFE, le métal, et des combinaisons de ceux-ci, peuvent, également ou par ailleurs, être utilisés dans les parties non métalliques des joints. Quand ils sont utilisés avec des matériaux élastomère, les matériaux non élastomère peuvent être appelés des renforts. Le PEEK peut être utilisé comme matériau de renfort.

Un spécialiste du domaine réalisera qu'il existe plusieurs avantages aux dispositifs et aux procédés d'étanchéité de la divulgation. Un avantage est la possibilité d'avoir des forces de frappe faibles. Étant donné qu'il existe seulement deux points de contact métallique au lieu des quatre points usuels, la force de frappe peut être de moitié de la valeur d'un joint à quatre points de contact. En outre, les modèles de cette divulgation peuvent éliminer des pièges de pression, qui peuvent entraîner des forces de frappe qui augmentent de façon importante.

En outre, les joints et les procédés de la divulgation peuvent utiliser un couplage énergétique sous pression. Lorsque la différence de pression est appliquée à travers le joint, le joint non métallique transfère la pression aux parois métalliques dans les éléments d'étanchéité, augmentant ainsi la pression de contact des crêtes métalliques et augmentant leurs capacités d'étanchéité. En outre, la partie non métallique est statique et peut ne pas être soumise à l'usure en raison du chargement dynamique et/ou de l'érosion à partir de l'évacuation de pression.

Utilisation dans le puits de forage

Les dispositifs d'étanchéité divulgués peuvent directement ou indirectement affecter les divers équipements et outils de fond de puits qui peuvent entrer en contact avec les dispositifs d'étanchéité au cours du fonctionnement. De tels équipements et outils peuvent comprendre, sans limitation, le tubage du puits de forage, la doublure du puits de forage, le train de complétion, les trains d'insertion, le train de tiges, le tubage enroulé, le câble lisse, la ligne câblée, la colonne de forage, les masse-tiges, les moteurs à boue, les moteurs et/ou les pompes de fond de puits, les moteurs et/ou les pompes montées en surface, les centralisateurs, les générateurs de turbulence, les grattoirs, les flotteurs (par ex.,

les sabots, les colliers, les vannes, etc.), les outils de diagraphie et les équipements de télémétrie apparentés, les actionneurs (par ex., les dispositifs électromécaniques, les dispositifs hydromécaniques, etc.), les manchons coulissants, les manchons de production, les bouchons, les écrans, les filtres, les dispositifs de contrôle du flux (par ex., les dispositifs de contrôle de l'influx, les dispositifs autonomes de contrôle de l'influx, les dispositifs de contrôle du flux de sortie, etc.), les dispositifs de couplage (par ex., un connecteur humide electrohydraulique, un connecteur sec, un coupleur inductif, etc.), des lignes de contrôle (par ex., électrique, fibre optique, hydraulique, etc.), des lignes de surveillance, des trépans de forage et des alésoirs, des capteurs ou des capteurs en réseau, des échangeurs de chaleur de fond de puits, des vannes et des dispositifs d'actionnement correspondant, des joints d'outils, des obturateurs, des bouchons de ciment, des bouchons provisoires, et d'autres dispositifs d'isolation du puits de forage, ou des composants, et ainsi de suite. L'un quelconque de ces composants peut faire partie des systèmes généralement décrits ci-dessus et décrits dans la figure 1.

Bien que les aspects préférés de l'invention aient été illustrés et décrits, un spécialiste du domaine pourra apporter des modifications à ceux-ci sans s'écartier de l'esprit ni des enseignements de l'invention. La modes de réalisation décrits ici n'ont de valeur que d'exemple, et ne visent pas à être limitatifs. Plusieurs variantes et modifications de l'invention divulguée ici sont possibles et font partie de la portée l'invention. L'utilisation du terme « éventuellement » à l'égard de tout élément d'une revendication vise à signifier que l'élément en question est nécessaire, ou sinon non requis. Les deux alternatives doivent faire partie de la portée de la revendication.

Les aspects décrits ici comprennent :

A : Un outil de puits de forage comprenant une surface d'étanchéité cylindrique interne ; une surface d'étanchéité cylindrique externeet un dispositif d'étanchéité pour étanchéifier la surface cylindrique interne et externe, le dispositif d'étanchéité comprenant : un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, le second élément d'étanchéité, et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint

métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique

B : Un dispositif d'étanchéité comprenant un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, le second élément d'étanchéité, et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique.

C : Un procédé d'étanchéité comprenant l'utilisation d'un dispositif d'étanchéité, comprenant : un premier élément d'étanchéité et un second élément d'étanchéité, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité cylindrique ; une première surface d'étanchéité et une seconde surface d'étanchéité sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité, le second élément d'étanchéité, et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique forme un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ; un évidement faisant face transversalement positionné entre

la première et la seconde surface d'étanchéité métallique ; un joint non métallique reçu dans l'évidement faisant face transversalement et au moins un trou de communication de la pression sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité, dans lequel le joint non métallique est en communication fluide avec

5 les trous de communication de la pression et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité transmet de l'énergie au joint non métallique ; et l'application d'une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité lorsque le dispositif d'étanchéité étanchéifie entre une surface d'étanchéité cylindrique externe et une surface d'étanchéité cylindrique interne.

10 Chacun des aspects A, B et C peut compter un ou plusieurs des éléments supplémentaires suivants, selon une combinaison quelconque : Élément 1 : dans lequel le couplage énergétique du joint non métallique sollicite la première surface d'étanchéité contre la surface d'étanchéité cylindrique interne et sollicite la seconde surface d'étanchéité contre la surface d'étanchéité cylindrique

15 externe. Élément 2 : dans lequel la sollicitation est ajustée en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité, du second élément d'étanchéité et des combinaisons de ceux-ci. Élément 3 : dans lequel la flexibilité de l'au moins une paroi est modifiée en ajustant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons de celles-ci, de l'au moins une paroi. Élément 4 : 20 comprenant également au moins un renfort dans l'évidement. Élément 5 : dans lequel le matériau de renfort est au moins l'un choisi à partir du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de ceux-ci. Élément 6 : dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité sont fixés par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci. Élément 7 : dans lequel la première surface d'étanchéité métallique ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe. Élément 8 : dans lequel chacune des surfaces de contact métallique est 25 une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métallique. Élément 9 : dans lequel le couplage énergétique du joint non métallique sollicite la première surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique interne et sollicite la seconde surface d'étanchéité contre une surface d'étanchéité cylindrique externe.

De nombreuses autres modifications, équivalents et variantes seront apparents aux spécialistes du domaine une fois que la description susmentionnée aura été totalement comprise. On vise à ce que les revendications suivantes soient interprétées pour englober toutes ces modifications, équivalents ou 5 variantes lorsque c'est applicable.

REVENDICATIONS

1. Outil de puits de forage (18, 20), comprenant :

une surface d'étanchéité cylindrique interne ;

5 une surface d'étanchéité cylindrique externe ; et

un dispositif d'étanchéité (26) pour étanchéifier la surface cylindrique interne et externe, le dispositif d'étanchéité (26) comprenant:

10 un premier élément d'étanchéité (28 ; 62) et un second élément d'étanchéité (30 ; 64), dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité (26) cylindrique ;

15 une première surface d'étanchéité (32) et une seconde surface d'étanchéité (34) sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), le second élément d'étanchéité (30 ; 64), et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique (32) forme un joint métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) formant un joint métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe ;

20 un évidement faisant face transversalement (38) est positionné entre la première et la seconde surfaces d'étanchéité métalliques ;

un joint non métallique (40) est reçu dans l'évidement faisant face transversalement (38) ; et

25 au moins un trou de communication de la pression (36) sur chacun du premier et du second élément d'étanchéité (30 ; 64), dans lequel le joint non métallique (40) est en communication fluide avec les trous de communication de la pression (36), et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité (26) effectue un couplage énergétique du joint non métallique (40).

30 2. Outil de la revendication 1, dans lequel le couplage énergétique du joint non métallique (40) est réglé de manière à solliciter la première surface

d'étanchéité (32) contre la surface d'étanchéité cylindrique interne et à solliciter la seconde surface d'étanchéité (34) contre la surface d'étanchéité cylindrique externe.

3. Outil de la revendication 2, dans lequel la sollicitation est ajustée
5 en modifiant la flexibilité d'au moins l'une des parois (44, 46) et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), du second élément d'étanchéité (30 ; 64) et des combinaisons de ceux-ci.

4. Outil de la revendication 3, dans lequel la flexibilité de l'au moins une paroi est modifiée en ajustant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons de
10 celles-ci, de l'au moins une paroi.

5. Outil de la revendication 1, comprenant également au moins un renfort (68, 70) dans l'évidement.

6 Outil de la revendication 5, dans lequel le matériau de renfort est au moins l'un choisi à partir du groupe composé du plastique, du PTFE, de
15 métal, et des combinaisons de ceux-ci.

7. Outil de la revendication 1, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci.

8. Outil de la revendication 1, dans lequel la première surface
20 d'étanchéité métallique (32) ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec la surface d'étanchéité cylindrique externe.

9. Outil de la revendication 8, dans lequel chacune des surfaces de
25 contact métallique est une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métallique.

10. Dispositif d'étanchéité (26), comprenant :

un premier élément d'étanchéité (28 ; 62) et un second élément
30 d'étanchéité (30 ; 64), dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité (26) cylindrique;

une première surface d'étanchéité (32) et une seconde surface d'étanchéité (34) sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), du second élément d'étanchéité (30 ; 64), et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique (32) forme un joint métallique avec une 5 surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ;

un évidement faisant face transversalement (38) est positionné entre la première et la seconde surfaces d'étanchéité métalliques ;

10 un joint non métallique (40) est reçu dans l'évidement faisant face transversalement (38) ; et

au moins un trou de communication de la pression (36) sur chacun du premier et du second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B), dans lequel 15 le joint non métallique (40) est en communication fluide avec les trous de communication de la pression (36), et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité (26) effectue un couplage énergétique du joint non métallique (40).

11. Dispositif de la revendication 10, dans lequel le couplage énergétique du joint non métallique (40) est réglé de manière à solliciter la 20 première surface d'étanchéité (32) contre une surface d'étanchéité cylindrique interne et à solliciter la seconde surface d'étanchéité (34) contre une surface d'étanchéité cylindrique externe.

12. Dispositif de la revendication 11, dans lequel la sollicitation est 25 ajustée en modifiant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons des celles-ci, des parois (44, 46) et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), du second élément d'étanchéité (30 ; 64) et des combinaisons de ceux-ci.

13. Dispositif de la revendication 10, comprenant également au moins un renfort (68, 70) dans l'évidement.

14. Dispositif de la revendication 13, dans lequel le matériau de 30 renfort est au moins choisi parmi l'un du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de ceux-ci.

15. Dispositif de la revendication 10, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés par au moins l'un de boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci.

16. Dispositif de la revendication 10, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique (32) ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe.

17. Dispositif de la revendication 16, dans lequel chacune des surfaces de contact métallique est une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métallique.

18. Procédé d'étanchéité, comprenant :

l'utilisation d'un dispositif d'étanchéité (26), comprenant :

15 un premier élément d'étanchéité (28 ; 62) et un second élément d'étanchéité (30 ; 64), dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés ensemble pour former un dispositif d'étanchéité (26) cylindrique ;

20 une première surface d'étanchéité (32) et une seconde surface d'étanchéité (34) sur au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), du second élément d'étanchéité (30 ; 64), et des combinaisons de ceux-ci, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique (32) forme un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) formant un joint métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe ;

25 un évidement faisant face transversalement (38) est positionné entre la première et la seconde surfaces d'étanchéité métalliques ;

un joint non métallique (40) reçu dans l'évidement faisant face transversalement (38) ; et

30 au moins un trou de communication de la pression (36) sur chacun du premier et du second élément d'étanchéité (30 ; 64), dans lequel le joint non métallique (40) est en communication fluide avec les trous de

communication de la pression (36), et une différence de pression à travers le dispositif d'étanchéité (26) effectue un couplage énergétique du joint non métallique (40) ; et

l'application d'une différence de pression à travers le dispositif
5 d'étanchéité (26) alors que le dispositif d'étanchéité (26) étanchifie entre une surface d'étanchéité cylindrique externe et une surface d'étanchéité cylindrique interne.

19. Procédé de la revendication 18, dans lequel le couplage énergétique du joint non métallique (40) est réglé de manière à solliciter la
10 première surface d'étanchéité (32) contre une surface d'étanchéité cylindrique interne et à solliciter la seconde surface d'étanchéité (34) contre une surface d'étanchéité cylindrique externe.

20. Procédé de la revendication 19, dans lequel la sollicitation est
ajustée en modifiant la longueur, l'épaisseur, et des combinaisons des celles-ci, de
15 l'au moins une des parois (44, 46) et d'au moins l'un du premier élément d'étanchéité (28 ; 62), du second élément d'étanchéité (30 ; 64) et des combinaisons de ceux-ci.

21. Procédé de la revendication 18, comprenant également au moins un renfort (68, 70) dans l'évidement.

20 22. Procédé de la revendication 21, dans lequel le matériau de renfort est au moins choisi parmi l'un du groupe composé du plastique, du PTFE, de métal, et des combinaisons de ceux-ci.

23. Procédé de la revendication 18, dans lequel le premier et le second éléments d'étanchéité (50A, 52B ; 56A, 58B) sont fixés par au moins l'un de
25 boulons, de soudage par faisceaux d'électrons, et des combinaisons de ceux-ci.

24. Procédé de la revendication 18, dans lequel la première surface d'étanchéité métallique (32) ne comporte qu'une seule surface de contact métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique interne, et la seconde surface d'étanchéité métallique (34) ne comporte qu'une seule surface de contact
30 métallique avec une surface d'étanchéité cylindrique externe.

25. Procédé de la revendication 24, dans lequel chacune des surfaces de contact métallique est une crête équatoriale sur chacune de la première et de la seconde surfaces d'étanchéité métalliques.

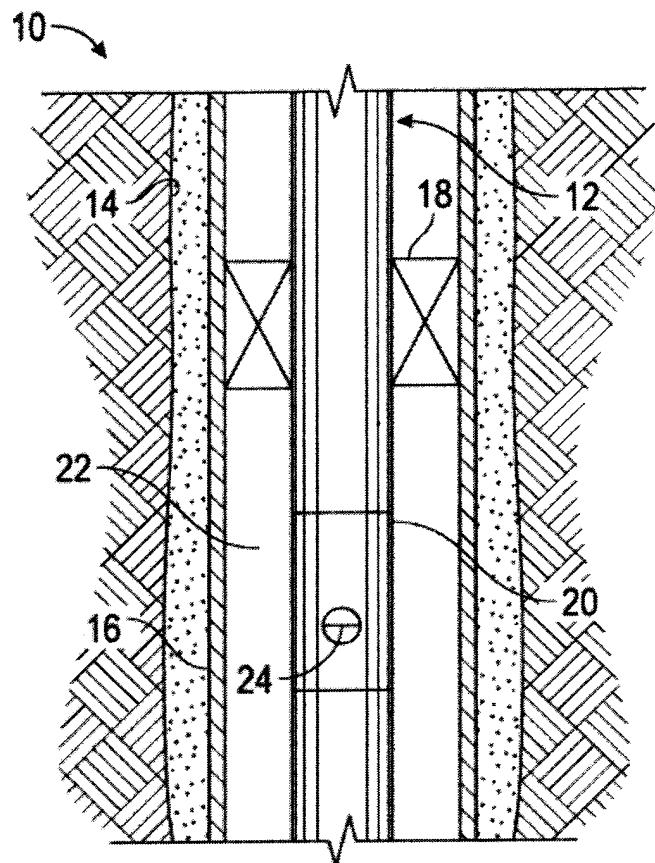


FIG. 1

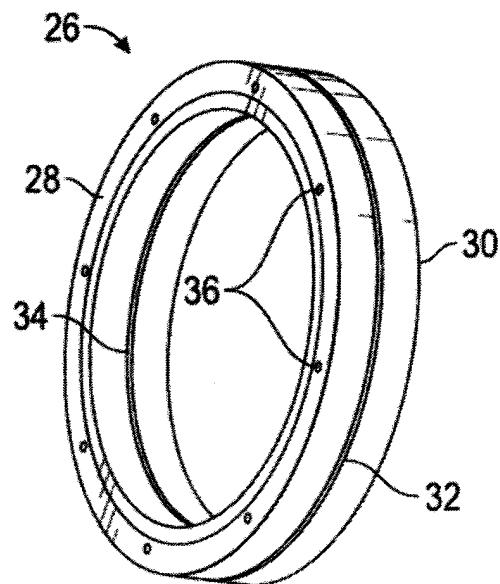


FIG. 2

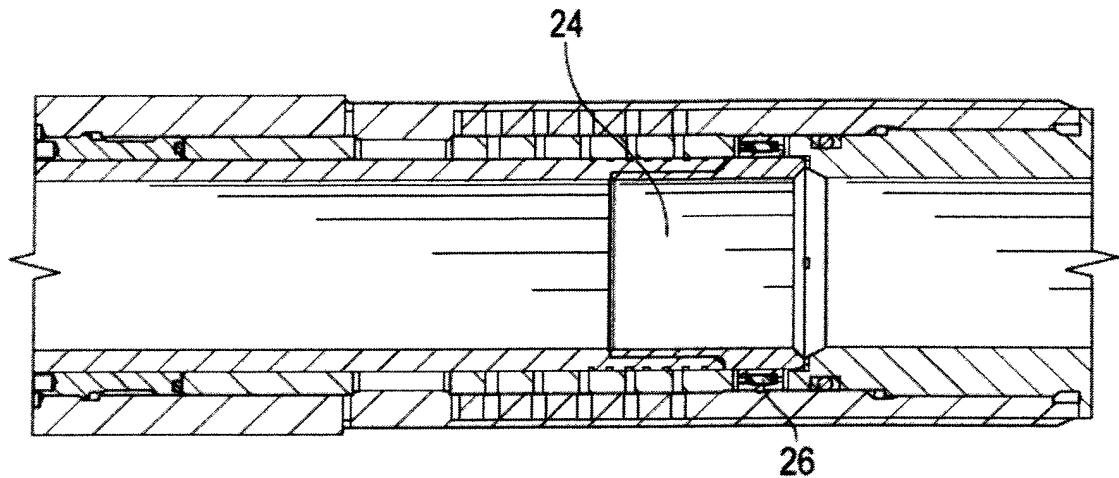


FIG. 3A

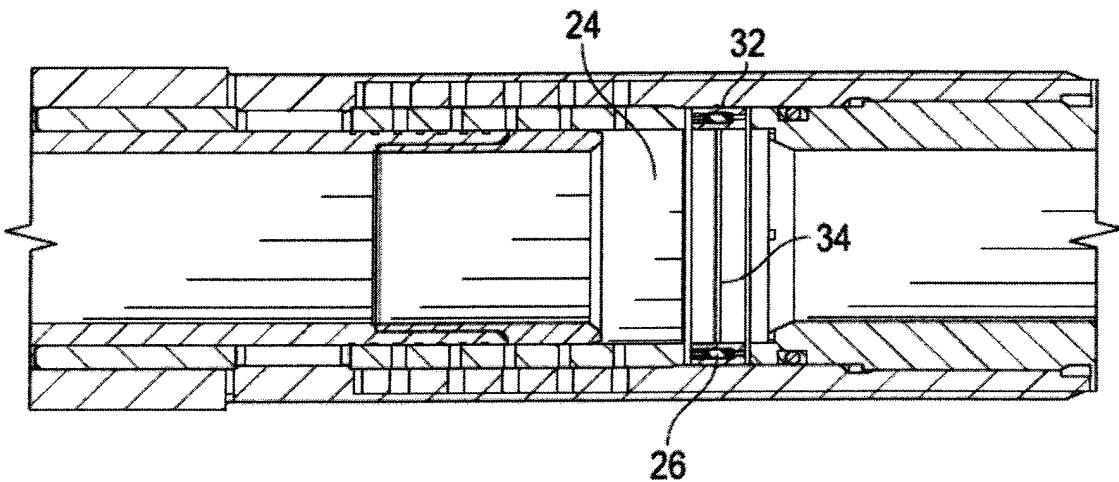


FIG. 3B

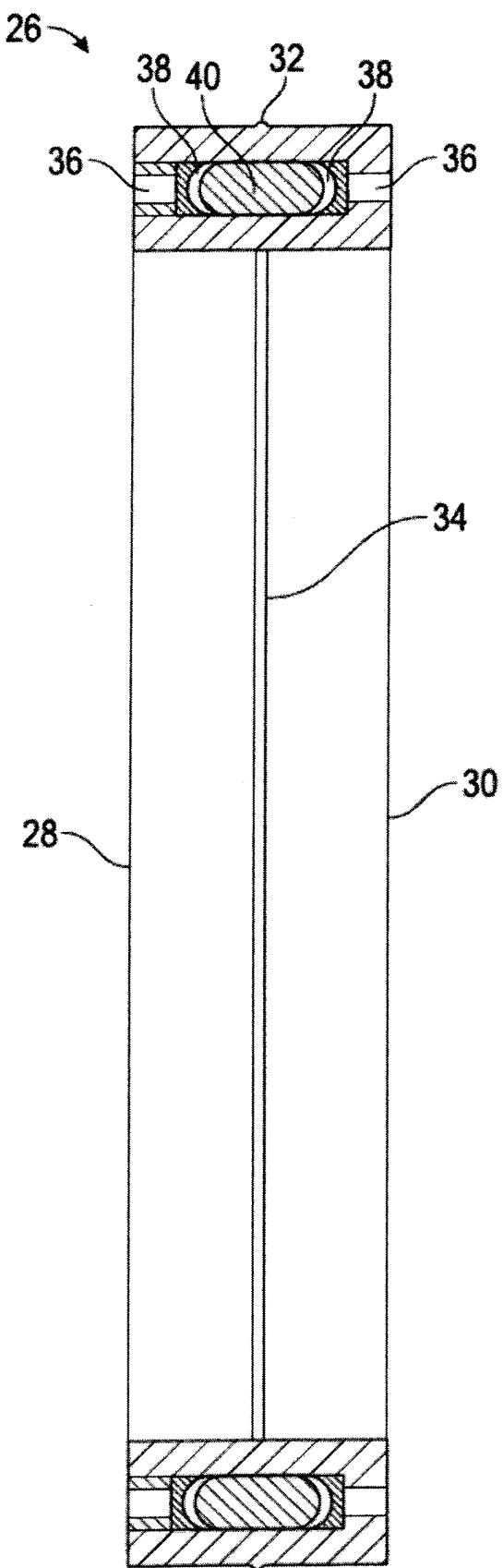


FIG. 4

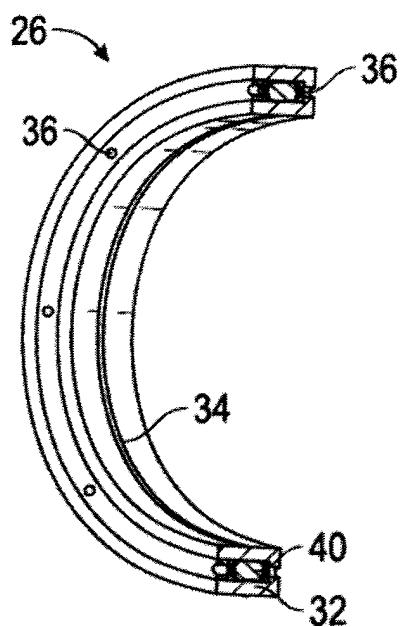


FIG. 5

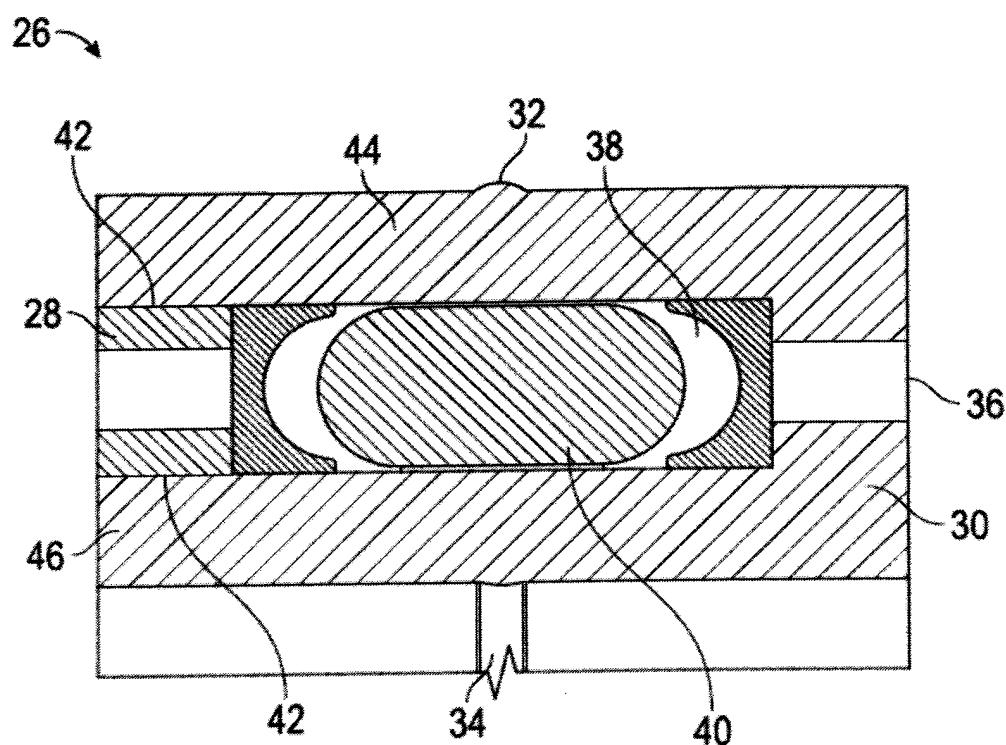
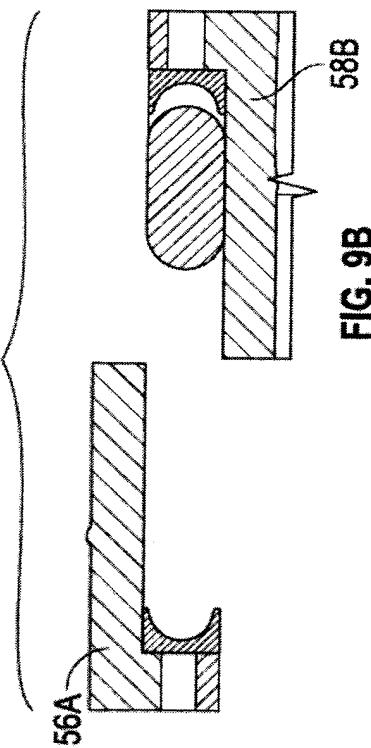
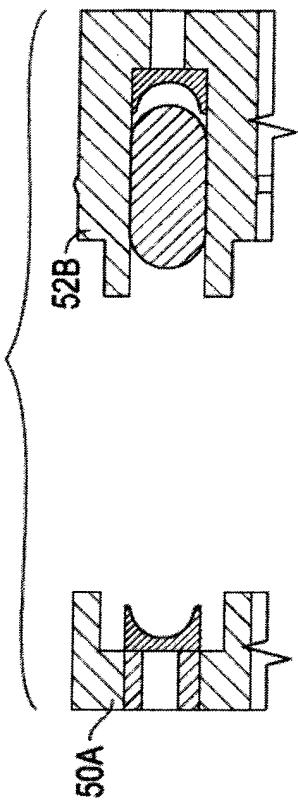
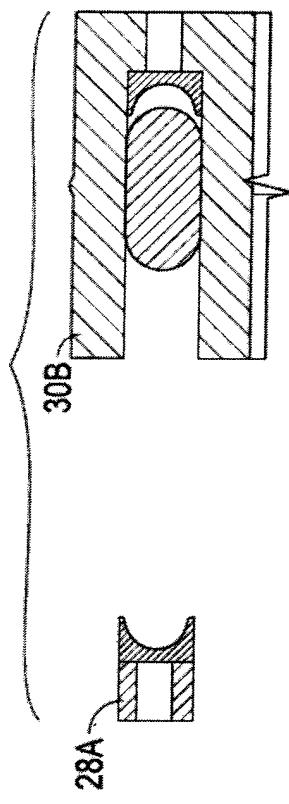
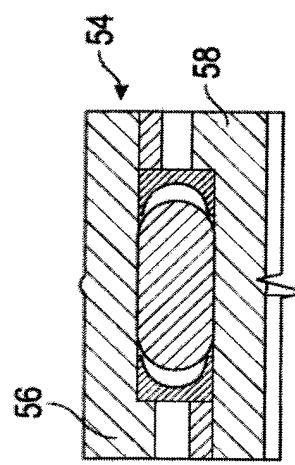
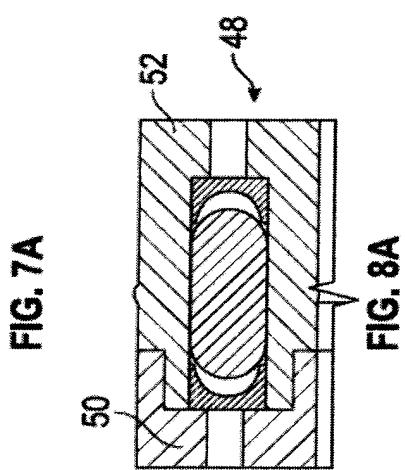
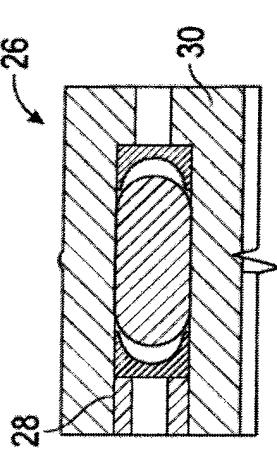


FIG. 6



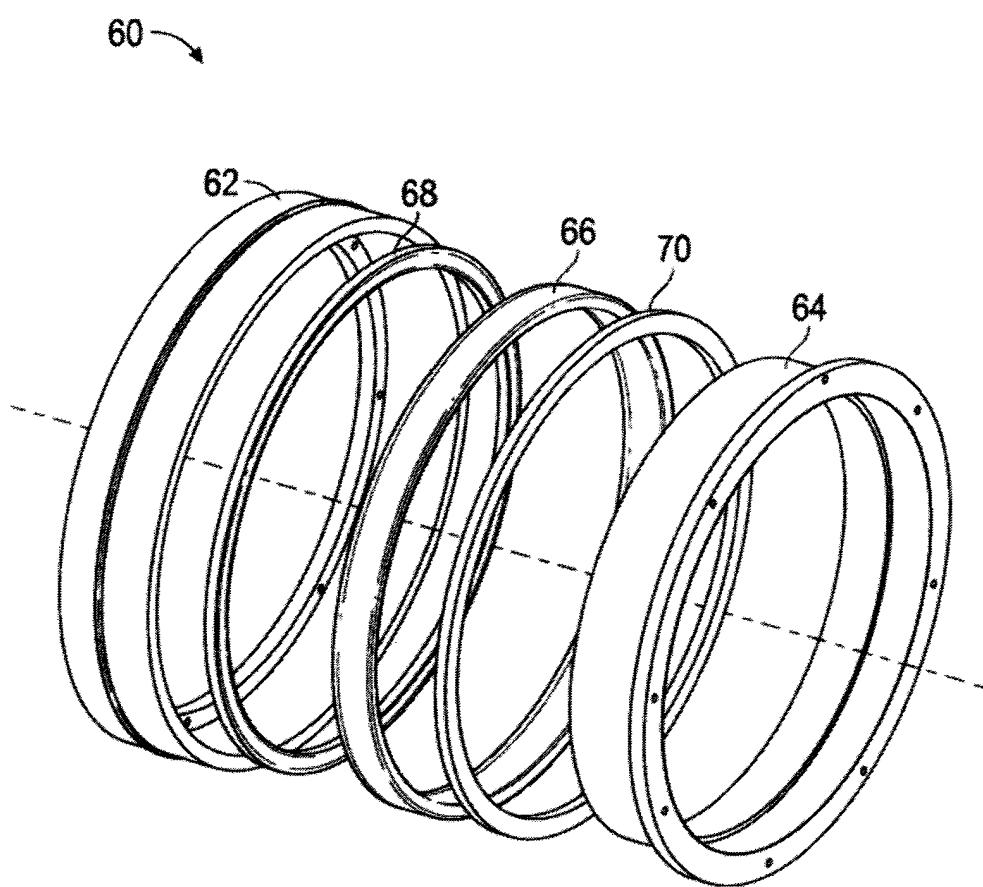


FIG. 10

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- [X] Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- [X] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2009/194945 A1 (BHAT GIREESH K [US] ET
AL) 6 août 2009 (2009-08-06)

US 2009/277642 A1 (CURINGTON ALFRED R
[US]) 12 novembre 2009 (2009-11-12)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT