

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :

3 144 638

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

23 13235

51 Int Cl⁸ : F 16 D 55/00 (2024.01), E 21 B 23/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.11.23.

30 Priorité : 04.01.23 US 63/436,944; 20.11.23 US 18/513,820.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.07.24 Bulletin 24/27.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

72 Inventeur(s) : SCOTT Bruce Edward et PASSMORE Kevin Robin.

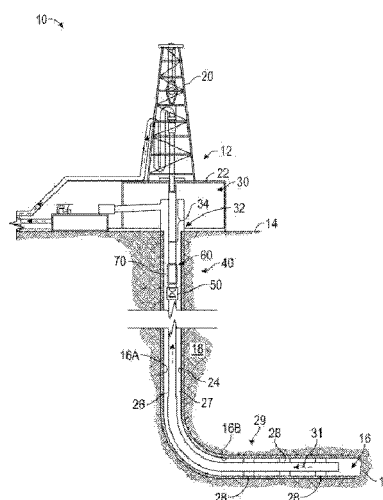
73 Titulaire(s) : HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC. Corporation.

74 Mandataire(s) : WR Europe SNC.

54 Frein électromécanique à enclenchement dynamique.

57 L'invention concerne des systèmes et des procédés comportant un frein électromécanique utilisé en fond de trou pour conférer des capacités de freinage dynamique ou statique tout en absorbant ou en réduisant d'une autre manière les charges de choc. Le frein électromécanique peut être utilisé pour qu'un actionneur linéaire électromécanique de fond de trou commande une soupape pour la production de fluide souterrain. Dans certains exemples, il peut être souhaitable qu'un actionneur linéaire électromécanique maintienne une position rétractée lors de certaines opérations de sécurité et/ou de maintenance. Le frein électromécanique comporte un boîtier de frein, un premier induit disposé en rotation dans le boîtier de frein, un second induit disposé en rotation dans le boîtier de frein pour une rotation par un moteur, une bobine électrique pouvant être excitée pour pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit, et un ressort rotatif destiné à solliciter le premier induit vers une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein tout en permettant une rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.

Figure pour l'abrégé : Figure 1



FR 3 144 638 - A1



Description

Titre de l'invention : Frein électromécanique à enclenchement dynamique

CONTEXTE

- [0001] Les puits de forage sont généralement forés pour permettre la production de fluides souterrains tels que des hydrocarbures (par exemple, le pétrole et le gaz). Une pluralité d'éléments tubulaires interconnectés, tels qu'un train de tubage, peuvent être placés et cimentés dans un trou de forage souterrain pour protéger l'intégrité structurelle du trou de forage souterrain qui forme ainsi un puits de forage. Le train de tubage peut en outre fournir un conduit pour transporter les fluides souterrains produits depuis une ou plusieurs formations souterraines (par exemple, des réservoirs) vers un emplacement en surface. L'équipement de puits de forage, qui peut être disposé dans le puits de forage ou connecté à celui-ci, peut comprendre un ou plusieurs dispositifs qui favorisent ou entravent la production de fluides souterrains depuis une formation souterraine vers un emplacement en surface. Par exemple, des pompes peuvent être utilisées pour transporter des fluides souterrains vers un emplacement en surface, tandis que des dispositifs d'isolation de production peuvent empêcher la production de fluides souterrains.
- [0002] Dans certains scénarios, les dispositifs d'isolation de production peuvent fonctionner comme des dispositifs de sécurité et constituer une barrière contre l'écoulement des fluides souterrains. Des dispositifs, tels que des actionneurs linéaires électromécaniques, peuvent être inclus ou utilisés dans l'équipement de puits de forage pour effectuer certaines tâches ou opérations. Par exemple, l'extension d'un actionneur linéaire électromécanique peut ouvrir une soupape qui peut en outre permettre l'écoulement d'un fluide à travers un conduit ou un passage. Lorsque l'actionneur linéaire électromécanique est en position rétractée, la soupape peut se fermer et limiter ou empêcher l'écoulement de fluide. En tant que tel, l'actionneur linéaire peut devoir rester en position étendue pour maintenir la soupape ouverte et favoriser l'écoulement de fluide à travers le conduit ou le passage.

Brève description des dessins

- [0003] Ces dessins illustrent certains aspects de certains des modes de réalisation de la présente invention et ne doivent pas être utilisés pour limiter ou définir le procédé.
- [0004] La [Fig.1] est une vue en coupe d'un site de puits dans lequel un actionneur linéaire électromécanique peut être déployé.
- [0005] La [Fig.2] est un diagramme schématisé d'un actionneur linéaire électromécanique selon un exemple de configuration.

- [0006] La [Fig.3] est une vue en coupe d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique.
- [0007] La [Fig.4] est une vue éclatée d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique.
- [0008] La [Fig.5] est une vue en perspective d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique comportant un ressort rotorique.
- [0009] La [Fig.6] est une vue en perspective d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique comportant une barre de torsion.
- [0010] La [Fig.7] est une autre vue en perspective d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique comportant une barre de torsion.
- [0011] La [Fig.8] est une vue en perspective d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique comportant une pluralité de barres de torsion.
- [0012] La [Fig.9] est une vue en perspective d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique comportant un ensemble à cliquet anti-rotation.
- [0013] La [Fig.10] illustre une autre perspective de pattes à cliquet selon un mode de réalisation de la présente invention.
- [0014] La [Fig.11] montre un ou plusieurs profils d'engrenage à cliquet selon un mode de réalisation de la présente invention.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

- [0015] Certains aspects de l'invention concernent un dispositif (par exemple, un frein) utilisé en fond de trou pour conférer des capacités de freinage dynamique ou statique tout en absorbant ou en réduisant d'une autre manière les charges de choc. Les exemples présentés ci-dessous comprennent un frein pour un actionneur linéaire électromécanique de fond de trou utilisé pour commander une soupape pour la production de fluide souterrain. Dans certains exemples, il peut être souhaitable qu'un actionneur linéaire électromécanique maintienne une position rétractée lors de certaines opérations de sécurité et/ou de maintenance. Dans des exemples associés, il peut être souhaitable qu'un actionneur linéaire électromécanique passe en position rétractée en cas de défaillance. Par exemple, s'il y a une interruption de l'alimentation électrique de l'actionneur linéaire électromécanique, il peut alors être souhaitable que l'actionneur linéaire électromécanique prenne une position rétractée. Alternativement, pendant les activités de fonctionnement normales, il peut être souhaitable que l'actionneur linéaire électromécanique maintienne une position étendue. Comme décrit ici, le dispositif qui peut être utilisé, au moins en partie, pour maintenir la position étendue de l'actionneur linéaire électromécanique peut être appelé frein électromécanique à enclenchement dynamique, ou simplement frein. Dans certains exemples, le frein peut être utilisé conjointement avec d'autres équipements ou dispositifs pour effectuer des opérations ou des tâches dans un environnement souterrain. Dans certains exemples,

l'environnement souterrain peut comprendre un puits de forage. Le frein peut en outre être utilisé à des fins de freinage dans un équipement ou des dispositifs situés à la surface du puits de forage.

[0016] De nombreux exemples non limitatifs de modes de réalisation sont décrits avec diverses combinaisons d'éléments mécaniques et d'autres caractéristiques. Les éléments qui peuvent être communs aux exemples de configurations du frein tel que décrit ici peuvent comprendre une bobine électrique, une paire d'induits coopérants (par exemple, un induit supérieur et un induit inférieur) et un ressort. Le frein est enclenché en mettant en prise les deux induits, par exemple en alimentant la bobine électrique pour magnétiser l'un des induits (par exemple, l'induit supérieur) pour entraîner l'autre induit en prise avec celui-ci. La magnétisation peut agir sur l'induit inférieur pour déplacer axialement l'induit inférieur en direction de l'induit supérieur de sorte qu'une interface de l'induit inférieur vient en prise avec une interface de l'induit supérieur. Au moment de l'enclenchement, l'induit inférieur peut tourner à une vitesse congrue à celle d'un module de moteur, cependant, l'induit inférieur peut tourner à une vitesse qui est incongrue à la vitesse de rotation de l'induit supérieur. Ainsi, une force mécanique peut être exercée par l'induit inférieur sur l'induit supérieur en raison des vitesses de rotation discordantes des induits respectifs. Cela peut en outre créer une force mécanique indésirable (par exemple, un choc) sur les composants du frein. Le composant ressort peut permettre d'amortir tout choc ou toute force encouru(e) lors du contact entre les interfaces de l'induit supérieur et de l'induit inférieur. En amortissant le choc qui se produit lorsque les induits supérieur et inférieur s'enclenchent dynamiquement, le ressort peut réduire l'usure du frein, ce qui peut prolonger la durée de vie fonctionnelle du frein et des composants couplés au frein tels que l'actionneur linéaire électromécanique.

[0017] La [Fig.1] est une vue en coupe d'un site de puits dans lequel un actionneur linéaire électromécanique peut être déployé selon des aspects de cette invention. Tandis que la [Fig.1] illustre de manière générale un site de puits 10 comme étant destiné à la production d'hydrocarbures terrestre, les principes décrits ici sont également applicables aux opérations de production offshore ou sous-marines qui utilisent des plates-formes et des installations de forage flottantes ou en mer, sans s'écarter de la portée de l'invention. Le site de puits 10 peut comprendre une installation de forage 12 agencée à la surface 14 de la terre (par exemple, la surface 14) et un puits de forage 16 s'étendant à partir de celle-ci et pénétrant dans une formation terrestre souterraine 18. Le puits de forage 16 peut être achevé et prêt pour la production ou déjà en production dans cet exemple. Une grande structure de support telle qu'un derrick 20 est érigée sur le site de puits 10 sur une fondation ou une plate-forme de support, telle qu'un plancher d'installation de forage 22. Dans un contexte sous-marin, la surface 14

terrestre peut en variante représenter le plancher d'un fond marin, et le plancher d'installation de forage 22 peut être sur la plate-forme offshore ou l'installation flottante sur l'eau au-dessus du fond marin. Le derrick 20 peut être utilisé pour soutenir un équipement lors de la construction, l'achèvement, l'exploitation ou l'entretien du puits de forage 16. Le derrick 20 peut être utilisé, par exemple, pour soutenir et manipuler la position axiale d'un train de tiges, d'un câble ou d'un autre moyen de transport à l'intérieur du puits de forage 16. Un tel moyen de transport peut remplir diverses fonctions, telles que la descente et la récupération d'outils, notamment de soupapes de sécurité souterraines (« SSSV »), le transport de fluides depuis ou vers la surface 14, et/ou la prise en charge de la communication de signaux et de puissance pendant les opérations de puits de forage.

[0018] Le puits de forage 16 peut suivre n'importe quel chemin de puits de forage donné s'étendant de la surface 14 jusqu'à une extrémité du puits de forage 16, appelé pied 15 du puits de forage 16. Le puits de forage 16 comprend dans cet exemple une section verticale 16A s'étendant à partir de la surface 14, suivie d'une section horizontale 16B passant par une zone de production 29, et se terminant au pied 15 du puits de forage 16. Des parties du puits de forage 16 peuvent être renforcées par un ou plusieurs tubages métalliques 24 cimentés à l'intérieur du puits de forage 16. Le tube de production 26 est installé à l'intérieur du puits de forage 16, qui sert de conduit de fluide pour le fluide de production 31. Dans certains exemples, le fluide de production 31 peut comprendre n'importe quel fluide de réservoir, y compris, mais sans s'y limiter, des hydrocarbures, de l'eau connée, de l'eau de saumure et/ou de l'eau douce. Le fluide de production 31 peut être produit à partir de la formation terrestre souterraine 18 jusqu'à la surface 14 au moyen d'un tube de production 26, de tubages métalliques 24 et/ou d'une tête de puits 32. Le tube de production 26 peut être intérieur aux tubages métalliques 24 de sorte qu'un espace annulaire 27 est formé entre le tube de production 26 et les tubages métalliques 24. Les garnitures d'étanchéité 28 peuvent être positionnées dans l'espace annulaire 27 pour éloigner l'écoulement de fluide de production 31 de l'espace annulaire 27 et le diriger vers le conduit formé par la surface interne du tube de production 26. Ainsi, les garnitures d'étanchéité 28 peuvent empêcher l'écoulement dans l'espace annulaire 27. Un arbre de production 30 peut être positionné à proximité d'une tête de puits 32 pour commander l'écoulement du fluide de production 31 hors du puits de forage 16. Dans certains exemples, l'arbre de production 30 peut contenir une ou plusieurs soupapes qui peuvent permettre la régulation du débit à travers l'arbre de production 30.

[0019] Un système de commande d'écoulement souterrain 40 est représenté schématiquement comme déployé ou en cours de déploiement dans le puits de forage 16 au-dessus de la zone de production 29 et au-dessous de l'arbre de production 30. Le

système de commande d'écoulement souterrain 40 peut comprendre une soupape de sécurité souterraine (« SSSV ») 50 interconnectée au tube de production 26. Un actionneur linéaire électromécanique 60 peut être utilisé pour actionner sélectivement la soupape de sécurité souterraine 50. Comme cela sera décrit plus en détail ci-dessous, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut comprendre un frein électromécanique à enclenchement dynamique (également appelé « frein ») 70. Bien que la [Fig.1] soit orientée vers l'utilisation d'un actionneur linéaire électromécanique 60 pour commander sélectivement la soupape de sécurité souterraine 50, des actionneurs linéaires électromécaniques peuvent être utilisés soit en surface, soit sous la surface pour diverses opérations liées à la production d'hydrocarbures. Dans certains exemples, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être utilisé avec des dispositifs de commande d'écoulement d'entrée tels que des manchons coulissants, des portes coulissantes ou des vannes d'étranglement. Comme illustré, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être un sous-ensemble intégral de la soupape de sécurité souterraine 50 dans au moins certaines mises en œuvre. Généralement, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut convertir la rotation d'un moteur en mouvement linéaire d'un élément d'actionnement pour faire fonctionner ou manipuler une pièce séparée ou intégrée d'équipement de puits de forage. Par exemple, l'extension linéaire de l'actionneur peut manœuvrer la soupape de sécurité souterraine 50 vers une position ouverte. Dans certains exemples, la soupape de sécurité souterraine 50 peut comprendre un élément de sollicitation qui maintient de préférence la soupape de sécurité souterraine 50 dans une configuration ou une position par défaut à moins qu'une force externe ne soit appliquée. Par exemple, il peut être souhaitable que la soupape de sécurité souterraine 50 adopte de préférence une configuration fermée (par exemple, pour empêcher l'écoulement). Dans d'autres exemples, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être excité et peut en outre prendre une position étendue de sorte que la soupape de sécurité souterraine 50 adopte une configuration ouverte (par exemple, pour permettre l'écoulement). Dans d'autres exemples, l'extension de l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être étendue contre l'action de sollicitation d'un élément de sollicitation disposé sur la soupape de sécurité souterraine 50 ou solidaire à celle-ci. Dans certains exemples, l'élément de sollicitation peut être un ressort. Ceci peut être accompli par diverses mises en œuvre, y compris, mais sans s'y limiter, des éléments filetés ou un mécanisme de type à crémaillère et pignon.

[0020] Comme décrit ci-dessus, la soupape de sécurité souterraine 50 peut être utilisée pour arrêter l'écoulement de fluide de production 31 en réponse à un événement d'arrêt. Un événement d'arrêt peut être toute urgence ou tout autre événement pouvant justifier la fermeture du puits à l'aide du système de commande d'écoulement souterrain 40 pour arrêter l'écoulement de fluide de production 31. Un événement d'arrêt peut être

associé, par exemple, à une défaillance de puits, mais il peut également être associé à l'exécution d'une maintenance planifiée de puits de forage. La fermeture du puits en réponse à un événement d'arrêt peut aider à empêcher un écoulement incontrôlé de fluide de production, qui pourrait autrement provoquer des explosions, des dommages aux installations de surface, des blessures au personnel, des dommages environnementaux et/ou empêcher l'exécution des travaux de maintenance. Dans certains exemples, la soupape de sécurité souterraine 50 peut être intégrée au train de tiges (par exemple, le tube de production 26) en tant que soupape de sécurité récupérable par tube (TRSV). Dans d'autres exemples, la soupape de sécurité souterraine 50 peut être insérée dans un réceptacle dans le train de tiges en tant que soupape de sécurité souterraine récupérable par câble (WLRV), qui peut également être connue sous le nom de soupape de sécurité souterraine à insertion.

[0021] La [Fig.2] peut illustrer un exemple de configuration d'un actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en se référant à la [Fig.1]) comprenant différentes combinaisons de modules. Chaque module peut avoir différentes caractéristiques mécaniques et/ou électriques pour remplir une fonction particulière ou un ensemble de fonctions associées. Les modules peuvent être décrits ici de manière abrégée par leur description fonctionnelle (sans l'utilisation du mot « module »). Les modules peuvent être utilisés collectivement pour construire différentes configurations d'actionneurs linéaires électromécaniques 60 (par exemple, en se référant à la [Fig.1]). Les modules peuvent être modulaires au moins dans le sens où ils peuvent comprendre des unités indépendantes qui peuvent être combinées pour réaliser différentes configurations d'actionneurs linéaires électromécaniques 60 (en se référant par exemple à la [Fig.1]). Les modules peuvent être préconfigurés dans le sens où leurs caractéristiques mécaniques et/ou électriques peuvent être spécifiques au module respectif mais sont conçus de manière à être compatibles avec d'autres modules et peuvent donc être combinés et fonctionner ensemble dans les différentes configurations. Ainsi, une sélection différente de modules peut permettre d'obtenir différents résultats souhaités ou spécifications de performances. Cette modularité peut également permettre à un module d'être sélectivement retiré, réparé ou remplacé par un module équivalent ou différent. Cependant, les aspects divulgués ne nécessitent pas une construction modulaire, et des modes de réalisation peuvent comprendre un système ou un dispositif qui exécute les fonctions divulguées et des combinaisons de fonctions sans nécessairement être structuré comme une combinaison de modules discrets. Ainsi, n'importe quel module donné dans un exemple de configuration peut être remplacé par un composant non modulaire remplissant cette fonction pour obtenir une configuration alternative sans s'écarter de la portée de cette invention.

[0022] La [Fig.2] est un diagramme schématique 200 d'un exemple de configuration d'un

actionneur linéaire électromécanique 60 qui comprend un frein électromécanique à enclenchement dynamique. L'actionneur linéaire électromécanique 60 peut comprendre une section d'entraînement mécanique 110 et une section de commande d'actionneur 120 comprenant divers composants. Les composants de l'actionneur linéaire électromécanique 60 peuvent être regroupés dans un boîtier d'actionneur 102, qui peut être solidaire d'un boîtier de la soupape de sécurité souterraine (« SSSV ») 50. Dans certains exemples, le boîtier d'actionneur 102 peut comprendre une ou plusieurs sections de boîtier interconnectées, et avec des connecteurs appropriés pour incorporer un actionneur linéaire électromécanique 60 dans un train d'outils ou une colonne de travail. Dans d'autres exemples, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être un sous-ensemble solidaire de la soupape de sécurité souterraine 50 (par exemple, en se référant à la [Fig.1]) ou un autre dispositif à actionner.

[0023] En référence continue à la [Fig.2], le présent exemple de la section d'entraînement mécanique 110 comprend un mécanisme fileté 112 pour convertir la sortie de rotation d'un élément en translation linéaire d'un élément. Le mécanisme fileté 112 peut être de tout type approprié pour étendre au moins sélectivement un élément d'actionnement 52. Dans certains exemples, l'élément d'actionnement 52 peut être étendu pour se connecter à un élément sollicité. Le mécanisme fileté 112 peut être capable de rétracter l'élément d'actionnement 52. Le mécanisme fileté 112 comprend des éléments filetés coopérants qui sont en prise par filetage pour entraîner un mouvement linéaire d'un élément fileté en réponse à une rotation relative entre les éléments filetés. Dans cet exemple, un premier élément fileté est une section cylindrique 114 qui possède un filetage interne qui correspond à un filetage externe de l'autre élément fileté, qui comprend une tige filetée 116. L'élément d'actionnement 52 dans cet exemple peut être l'arbre 116 ou une partie de l'arbre 116, ou un autre élément mis en prise par l'arbre 116. Le mécanisme fileté 112 peut comprendre, par exemple, une vis à billes, une vis à rouleaux, une vis-mère ou tout autre mécanisme à vis approprié. Le mécanisme à vis peut comprendre des vis-mères uniques ou des vis-mères multiples. Si une vis-mère multiple est utilisée, la force et les exigences opérationnelles peuvent déterminer le nombre de fils.

[0024] La section de commande d'actionneur 120 est couplée à la section d'entraînement mécanique 110 et comprend une pluralité de modules fonctionnels pour alimenter et commander le fonctionnement de la section d'entraînement mécanique 110. Les modules dans cet exemple comprennent un module de frein 130, un module de capteur de moteur 140, un module de moteur 150, deux modules d'engrenage 160A, 160B comprenant chacun son propre train d'engrenages, et un module d'embrayage 170 qui coopèrent pour commander le mécanisme d'entraînement mécanique 110. Bien que ce qui précède puisse fournir un exemple des modules qui peuvent être inclus dans un ac-

tionneur électromécanique, les actionneurs électromécaniques ne requièrent pas ou n'incluent pas nécessairement tous les modules énoncés et peuvent en outre comprendre des modules supplémentaires qui ne sont pas énoncés. Comme cela sera décrit plus en détail ci-dessous, le module de freinage 130 peut en outre comprendre un frein électromécanique à enclenchement dynamique (par exemple, un frein). Le frein peut permettre à l'actionneur linéaire électromécanique 60 de maintenir une position étendue sans nécessiter que le module de moteur 150 effectue un travail continu pour maintenir l'actionneur linéaire électromécanique 60 dans la position étendue. En option, des signaux d'alimentation et/ou de commande peuvent être envoyés depuis la surface via le système d'achèvement sur le site de puits. Alternativement, l'actionneur linéaire électromécanique 60 peut être un système autonome, qui peut en outre comprendre un module d'alimentation de fond de trou 180 (par exemple, une batterie) et un module de commande 190 avec une logique de commande pour commander le fonctionnement de l'actionneur linéaire électromécanique 60. Ces différents modules comprennent éventuellement leurs propres boîtiers de modules et peuvent être regroupés dans un boîtier d'actionneur 102, ensemble ou distinct d'un boîtier du mécanisme d'entraînement mécanique 110. Les modules peuvent être en communication électrique les uns avec les autres ou au moins avec d'autres modules spécifiques dans la section de commande d'actionneur éventuellement modulaire 120 et/ou avec un système de traitement d'informations en surface (au-dessus du sol) (non expressément représenté).

[0025] Le module de moteur 150 peut alimenter électriquement le mouvement du mécanisme d'entraînement mécanique 110, par exemple la rotation de l'ensemble à vis. Le module de moteur 150 peut comprendre un ou plusieurs ensembles de fils électriques 151 pour fournir de l'énergie électrique à partir d'une source d'alimentation électrique (par exemple, un module d'alimentation) et tout signal de commande au module de moteur 150, tel que ON/OFF, tr/min et d'autres paramètres de moteur. Des exemples d'options de moteur comprennent des moteurs pas à pas, des moteurs à balais ou des moteurs à courant continu sans balais (BLDC). Un BLDC peut également être appelé servomoteur. Le terme courant continu sans balais peut être utilisé ici pour décrire tout moteur qui n'est pas un moteur pas à pas ou un moteur à balais. Ces moteurs utilisent généralement une tension continue, mais un moteur à courant alternatif peut remplacer le moteur à courant continu.

[0026] Un module de capteur de moteur 140 est éventuellement inclus avec l'actionneur linéaire électromécanique 60 pour fournir un retour de position (par exemple, des informations de position angulaire) concernant le moteur ou l'arbre de moteur de celui-ci. Ces dispositifs peuvent comprendre des résolveurs (ou directeur de terrain) et des capteurs à effet Hall, qui peuvent être connus sous d'autres noms. En règle générale,

un moteur à courant continu sans balais fonctionne mieux avec un capteur de moteur, mais peut fonctionner sans. Un moteur pas à pas ne nécessite généralement pas de capteur de moteur séparé.

[0027] Le module de capteur de moteur 140 peut renvoyer un signal de position au module de moteur 150 lui-même ou au module de commande 190 ou à un dispositif de commande de surface, de manière à garantir que le module de moteur 150 tourne dans la direction prévue, pour déterminer ou commander une vitesse angulaire ou une position du module de moteur 150, ou d'autres paramètres. Le module de moteur 150 dans n'importe quelle configuration donnée peut être couplé, directement ou indirectement, à la section d'entraînement mécanique 110 pour pousser la soupape de sécurité souterraine 50 vers la position ouverte. D'autres modules peuvent être couplés entre le module de moteur 150 et la section d'entraînement mécanique 110, tels que les modules d'engrenage 160 et le module d'embrayage 170 sur la [Fig.2].

[0028] Dans l'exemple de la [Fig.2], les modules d'engrenage 160A, 160B sont couplés entre le module de moteur 150 et la section d'entraînement mécanique 110 en utilisant les ensembles d'engrenages respectifs pour convertir le mouvement de rotation du module de moteur 150 comme sortie en une entrée vers le mécanisme d'entraînement 110, de manière à fournir une vitesse, un régime, un couple ou une puissance souhaités et/ou un avantage mécanique. L'engrenage peut comprendre une boîte de vitesses à un ou plusieurs étages ou une boîte de vitesses à plusieurs étages. Pour la plupart des boîtes de vitesses à un étage, les sens de rotation des arbres d'entrée et de sortie sont opposés, tandis que pour les boîtes de vitesses à deux étages, le changement de direction supplémentaire par le deuxième étage rend la rotation de l'arbre de sortie identique à celle de l'arbre d'entrée. Dans le cas d'une boîte de vitesses à plusieurs étages, les étages peuvent être divisés, par exemple une boîte de vitesses à 3 étages au total qui a une boîte de vitesses à 1 étage et une boîte de vitesses à 2 étages ou même trois boîtes de vitesses à 1 étage. La ou les boîte(s) de vitesses peu(ven)t être située(s) n'importe où dans l'actionneur linéaire électromécanique 60 là où elles sont nécessaires. Par exemple, un actionneur préféré peut avoir une boîte de vitesses à 1 étage entre l'ensemble à vis (mécanisme d'entraînement mécanique 110) et le module d'embrayage 170 ainsi qu'une boîte de vitesses à plusieurs étages entre le module d'embrayage 170 et le module de moteur 150.

[0029] Le module d'embrayage 170 est prévu pour coupler et découpler sélectivement le module de moteur 150 de la section de commande d'actionneur 120 de la section d'entraînement mécanique 110. L'embrayage est généralement un dispositif normalement ouvert, c'est-à-dire un dispositif qui s'ouvre ou se désenclenche lorsque l'alimentation est coupée. Lorsque l'alimentation est coupée du module d'embrayage 170, le module d'embrayage 170 se désenclenche, permettant à la soupape de sécurité

souterraine 50 de se fermer. Le module d'embrayage 170 contribue à la conception de sécurité intrinsèque, grâce à laquelle une perte de puissance du module de moteur 150 ou de la section de commande d'actionneur 120 permet généralement à la soupape de sécurité souterraine 50 de se fermer. L'embrayage peut être l'un quelconque d'une variété de types d'embrayage, y compris, mais sans s'y limiter, un dispositif à friction, un dispositif à engrenages (par exemple, doté d'un profil d'engrenage qui s'enclenche et se désenclenche), un dispositif de type solénoïde qui se verrouille et se déverrouille. Bien qu'une configuration normalement ouverte soit généralement préférée, si l'alimentation est disponible lorsque la soupape de sécurité souterraine doit être fermée, un dispositif normalement fermé peut être utilisé à la place.

[0030] Le module de freinage 130 est inclus en option pour aider la section de commande d'actionneur 120 à maintenir la soupape de sécurité souterraine 50 à l'état ouvert. La soupape de sécurité souterraine 50 comprend un ressort ou un autre élément de sollicitation qui sollicite l'élément de fermeture de soupape vers une position fermée. Cet élément de sollicitation exerce une force contre l'actionneur chaque fois que l'actionneur est étendu. Le module de moteur 150 fournit une certaine résistance au mouvement. Cependant, il existe un risque lorsque l'actionneur linéaire électromécanique 60 est étendu et que le module de moteur 150 est éteint que le ressort provoque la fermeture lente de la soupape de sécurité souterraine 50. Ceci est généralement appelé fermeture par fluage en raison de la nature lente de la fermeture. Le module de moteur 150 peut être alimenté activement pour maintenir la soupape de sécurité souterraine 50 à l'état ouvert. Cependant, cela peut consommer trop d'énergie électrique et/ou diminuer la durée de vie du module de moteur 150. Au lieu de cela, le module de freinage 130 peut être utilisé pour maintenir l'élément d'actionnement 52 dans la position étendue afin de maintenir la soupape de sécurité souterraine 50 ouverte et d'empêcher une fermeture par fluage. Le module de freinage 130 est de préférence une configuration normalement ouverte, ce qui signifie que le module de freinage 130 peut être alimenté pour maintenir l'élément d'actionnement 52 ouvert et relâché en cas de perte de puissance (de manière à empêcher l'interférence avec la fermeture de la soupape de sécurité souterraine 50). Alternativement, le module de freinage 130 pourrait avoir une configuration normalement fermée, qui peut par défaut maintenir la soupape de sécurité souterraine 50 ouverte, en tant qu'alimentation électrique séparée ou redondante vers une autre alimentation électrique dont la perte de puissance déclencherait un arrêt.

[0031] Le module d'alimentation 180 peut comprendre une batterie ou une autre source électromotrice pour alimenter les composants de la section de commande d'actionneur 120 ou toute conversion d'alimentation fournie par la surface, tel que convertir une tension fournie par la surface en une tension différente, par exemple. Le module de

commande 190 peut comprendre un ou plusieurs processeurs, une mémoire, des entrées/sorties numériques ou analogiques, etc., en communication avec un ou plusieurs des modules de la section de commande d'actionneur 120, par exemple le long d'un bus. Le module de commande peut également comprendre une logique de commande exécutable par le processeur pour commander le fonctionnement de la section de commande d'actionneur 120 ou des divers modules et autres composants de celle-ci. Dans cet exemple, l'actionneur linéaire électromécanique 60 est une unité autonome avec le module d'alimentation intégré 180 et le module de commande 190. Cependant, d'autres modes de réalisation peuvent comprendre des signaux d'alimentation et/ou de commande provenant de la surface, seuls ou en combinaison avec un module d'alimentation et/ou un module de commande intégrés.

[0032] La [Fig.3] est une vue en perspective d'un exemple de configuration d'un frein électromécanique à enclenchement dynamique (par exemple, un frein) 300 destiné à être utilisé avec un actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]). Le frein 300 peut comprendre un premier induit 302 espacé axialement d'un second induit 306. Un élément de sollicitation 304 est disposé entre eux, matérialisé à titre d'exemple sous la forme d'un ressort hélicoïdal sur cette figure, de sorte que le second induit 306 est sollicité par rapport au (dans ce cas, axialement éloigné du) premier induit 302. Les termes « premier » et « second » sont utilisés pour identifier des induits spécifiques dans ce mode de réalisation sans nécessairement être limités à d'autres modes de réalisation lorsqu'il s'agit de savoir lequel des deux induits possède quelles caractéristiques. De plus, en raison de l'orientation dans laquelle le frein 300 peut être utilisé dans un puits de forage dans ce mode de réalisation (par exemple, vers le haut de trou d'un puits de forage dans lequel il est disposé), le premier induit 302 peut être plus spécifiquement appelé induit supérieur tandis que le second induit 306 peut être situé en fond de trou par rapport à l'induit supérieur ou premier induit 302 et appelé induit inférieur.

[0033] Comme indiqué précédemment, le frein 300 peut être intégré ou adjacent à l'actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en se référant à la [Fig.1]) de sorte que le second induit 306 peut tourner avec le module de moteur 150 (par exemple, en se référant à la [Fig.2]). Dans certains exemples, le module de moteur 150 (par exemple, en se référant à la [Fig.2]) peut être espacé axialement du frein 300 de sorte que le second induit 306 est disposé entre le module de moteur 150 (par exemple, en se référant à la [Fig.2]) et le premier induit 302. Dans certains exemples, le premier induit 302 peut être confiné par un boîtier supérieur 308 de sorte que toute translation axiale du premier induit 302 dans le boîtier supérieur 308 est limitée. De plus, une partie du premier induit 302 peut être contenue dans un boîtier intermédiaire 310, le boîtier supérieur 308 étant disposé axialement de manière adjacente au boîtier inter-

médiaire 310. Le second induit 306 peut être au moins partiellement contenu dans un boîtier inférieur 312. De plus, le second induit 306 peut ne pas être fixé au boîtier inférieur 312 de sorte que le second induit 306 peut se déplacer le long de la direction axiale du frein 300. Cependant, la translation du second induit 306 peut être limitée dans la direction axiale en s'éloignant du premier induit 302 par le boîtier inférieur 312. Dans le mode de réalisation précédent, le premier induit 302 peut être limité en translation axiale tandis que le second induit 306 peut se déplacer axialement.

Cependant, dans d'autres configurations, l'inverse peut être vrai. Par exemple, le premier induit 302 peut être capable de se déplacer axialement tandis que le second induit 306 peut être limité en translation axiale. Dans d'autres exemples, le premier induit 302 et le second induit 306 peuvent être tous deux en translation axiale de sorte qu'aucun induit n'est exclusivement limité dans son mouvement axial. Dans certains exemples, le boîtier supérieur 308, le boîtier intermédiaire 310 et le boîtier inférieur 312 peuvent être appelés, séparément ou en combinaison, « le boîtier de frein ».

[0034] L'enclenchement de la fonctionnalité de freinage du frein 300 peut impliquer une mise en prise axiale du second induit 306 avec le premier induit 302. La mise en prise axiale peut en outre impliquer une mise en prise interfaciale d'une surface de contact 314 du second induit 306 avec une surface de contact 316 du premier induit 302. Dans certains exemples, la surface de contact 314 et la surface de contact 316 du premier et du second induit, respectivement, peuvent être appelées surfaces de freinage. Dans certains exemples, les surfaces de contact respectives (par exemple, surfaces de freinage) peuvent comprendre des surfaces texturées, des couronnes dentées, des engrenages coniques ou une ou plusieurs plaques de friction. Avant l'enclenchement du frein 300, l'élément de sollicitation 304 peut empêcher le contact entre le second induit 306 et le premier induit 302. Le frein 300 peut être enclenché par l'excitation de la bobine électrique 318 qui peut magnétiser le premier induit 302, ce qui entraîne une force magnétique attractive qui peut favoriser la translation du second induit 306 en prise avec le premier induit 302, moyennant quoi leurs surfaces de contact respectives 314, 316, ou surfaces de freinage, sont mises en prise. La bobine électrique 318 est disposée autour du premier induit 302, et est éventuellement concentrique à celui-ci, de sorte que le premier induit 302 est magnétisable par l'excitation de la bobine électrique 312 pour attirer magnétiquement le second induit 306. Afin que le second induit 306 et le premier induit 302 entrent en prise axiale, la force magnétique attractive fournie au moins en partie par l'excitation de la bobine électrique 318 peut vaincre la force répulsive exercée entre le second induit 306 et le premier induit 302 par l'élément de sollicitation 304.

[0035] Au moment de l'enclenchement, le second induit 306 peut tourner à une vitesse congrue à celle du module de moteur 150 (par exemple, en se référant à la [Fig.2]),

cependant, le second induit 306 peut soit ne pas tourner, soit tourner à une vitesse qui est incongrue à la vitesse de rotation de l'induit supérieur ou premier induit 302. Ainsi, le premier induit 302 et le second induit 306 peuvent être disposés en rotation à l'intérieur du boîtier de frein. Ainsi, une force mécanique peut être exercée lors du contact du second induit 306 sur le premier induit 302 en raison des vitesses de rotation discordantes des induits respectifs. Cela peut en outre créer une force mécanique indésirable (par exemple, un choc) sur les composants du frein 300. Un élément d'amortissement, tel qu'un ressort rotatif 320, peut permettre d'amortir tout choc ou toute force encouru(e) lors du contact entre la surface de contact 314 du second induit 306 et la surface de contact 316 du premier induit 302. En amortissant le choc qui se produit lorsque le premier induit 302 et le second induit 306 s'enclenchent dynamiquement, le ressort rotatif 320 peut réduire l'usure du frein 300, ce qui peut prolonger la durée de vie fonctionnelle du frein 300 et de l'actionneur linéaire électromécanique 60 associé (par exemple, en se référant à la [Fig.1]). En plus de l'absorption des chocs, le ressort rotatif 320 peut solliciter le premier induit 302 vers une position de rotation neutre. Ainsi, le ressort rotatif 320 peut réduire l'angle de rotation avec le premier induit 302 et peut tourner en sollicitant le premier induit 302 vers une position de rotation neutre. Le ressort rotatif 320 peut comprendre tout type d'élément de ressort, y compris, mais sans s'y limiter, un ressort rotorique, un ressort enroulé, un ressort de torsion ou une combinaison de ceux-ci. Dans certains exemples, plusieurs ressorts rotatifs 320 peuvent être utilisés pour fournir une absorption accrue des chocs et limiter la rotation conférée au premier induit 302. Il convient de noter que la capacité du frein 300 à fonctionner à des fins de freinage dynamique n'exclut pas la capacité du frein 300 à fonctionner à des fins de freinage statique. De plus, alors que le second induit 306 peut tourner avec le module de moteur 150 et que le premier induit 302 peut tourner lorsqu'il vient en prise avec le second induit 306, le boîtier de frein (par exemple, le boîtier supérieur 308, le boîtier intermédiaire 310 et le boîtier inférieur 312) ne tourne pas avec les induits respectifs. Au contraire, les composants du boîtier de frein sont fixes. Dans d'autres exemples, il se peut que l'induit supérieur ou le premier induit 302 puisse tourner de manière synchrone avec le module de moteur 150 tandis que l'induit inférieur 306 peut soit être stationnaire, soit tourner à une vitesse qui est incongrue à la vitesse de rotation de l'induit supérieur ou du premier induit 302. Dans d'autres exemples, l'induit inférieur ou premier induit 302 et l'induit supérieur ou second induit 306 peuvent tourner tous deux de manière synchrone avec des modules de moteur séparés 150 (par exemple, deux modules de moteur différents ou plus), les modules de moteur pouvant tourner de manière synchrone ou discordante les uns avec les autres.

[0036] Divers exemples de limiteurs de rotation (c'est-à-dire des éléments limitant la

rotation) sont décrits ici pour limiter la distance dans laquelle le premier induit peut tourner lors de l'absorption du choc provenant de l'enclenchement avec le second induit. De tels limiteurs de rotation sont utiles, par exemple, pour réduire le risque d'hystérésis et/ou de jeu. Dans certaines configurations, le ressort de rotation lui-même peut limiter la rotation du premier induit. C'est-à-dire que le ressort rotatif peut avoir une plage de course prédéfinie pour assurer la rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein. Un autre exemple de limiteur de rotation comprend globalement une languette sur le premier induit ou le boîtier de frein et un épaulement sur l'autre du premier induit ou du boîtier de frein positionné pour interférer avec la languette. La languette est espacée circonférentiellement de l'épaulement lorsque le premier induit est dans la position de rotation neutre, de sorte que la rotation du premier induit s'arrête lorsque la languette atteint l'épaulement, même si le ressort de rotation lui-même n'empêche pas la rotation de continuer. Dans un exemple plus spécifique, le limiteur de rotation peut comprendre un canal arqué définissant l'épaulement à une extrémité, la languette faisant saillie dans le canal arqué. Dans certains exemples, l'un quelconque de ces limiteurs de rotation, ou d'autres, peut être inclus dans le frein 300, dans n'importe quelle combinaison.

[0037] La [Fig.4] illustre une vue éclatée 400 d'une partie d'un frein pour un actionneur linéaire électromécanique comprenant un boîtier intermédiaire 310 et un premier induit. Comme illustré, le corps du premier induit peut comprendre une rainure de limitation de rotation 402 dans laquelle une languette de limitation de rotation 404 peut osciller. La rainure résistant à la rotation 402 peut en outre être décrite comme un canal arqué. La combinaison d'une rainure de limitation de rotation 402 et d'une languette de limitation de rotation 404 est un exemple de ce que l'on peut appeler un limiteur de rotation. Plus précisément, la languette de restriction de rotation 404 peut osciller sur la distance de rotation définie par les parties d'extrémité de la rainure de limitation de rotation 402. Par exemple, la languette de limitation de rotation 404 ne peut tourner que dans une seule direction jusqu'à heurter une extrémité de la rainure de limitation de rotation 402 avant de rebondir. Lors du rebond, la languette de limitation de rotation 404 ne peut se déplacer que jusqu'à heurter l'autre extrémité de la rainure de limitation de rotation 402. Les deux surfaces d'extrémité sur lesquelles la languette de limitation de rotation 404 peut heurter la rainure de limitation de rotation 402 peuvent comprendre un élément ou un revêtement amortisseur. Dans certains exemples, le revêtement amortisseur peut comprendre un revêtement viscoélastique tel qu'un caoutchouc. Dans d'autres exemples, l'élément amortisseur peut comprendre un ressort. Comme illustré, la languette de limitation de rotation 404 peut être solidaire au corps du boîtier intermédiaire 310. Dans certains exemples, la rainure de limitation de rotation 402 peut être solidaire au corps du boîtier intermédiaire 310, tandis que la

languette de limitation de rotation peut être solidaire au corps du premier induit.

L'angle de rotation fourni par les éléments limitant la rotation ci-dessus peut dépendre de la longueur circonférentielle de la rainure limitant la rotation 402.

[0038] La [Fig.5] illustre une vue en perspective 500 d'une partie d'un frein pour un actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]) comprenant le premier induit 302 et le second induit 306. La surface de contact 314 du second induit 306 est exposée pour afficher une couronne dentée. Comme mentionné précédemment, les faces du premier induit 302 et du second induit 306 peuvent toutes deux comprendre des surfaces texturées, des couronnes dentées, des engrenages coniques et/ou des plaques de friction. De plus, une rainure de limitation de rotation 402 est exposée, dans laquelle la languette de limitation de rotation 404 (non représentée sur la [Fig.5]) peut se déplacer. Comme illustré, la rainure de limitation de rotation 402 comprend une première limite de limitation de rotation 502 et une seconde limite de limitation de rotation 504. Dans certains exemples, la limite de limitation de rotation 502 et une seconde limite de limitation de rotation 504 peuvent être appelées épaulements. Comme indiqué précédemment, la combinaison d'une rainure de limitation de rotation 402 et d'une languette de limitation de rotation 404 est un exemple de ce que l'on peut appeler un limiteur de rotation. Après la mise en prise de la surface de contact 314 du second induit 306 et de la surface de contact du premier induit 302, la rotation du second induit 306 peut être relayée vers le premier induit 302. La rotation du premier induit 302 peut être amortie par le ressort rotatif 320. Comme illustré, le ressort rotatif 320 peut comprendre un ou plusieurs ressorts rotatifs, cependant le ressort rotatif 320 peut en outre comprendre un ou plusieurs ressorts enroulés. Le niveau auquel la rotation est limitée ou amortie peut être commandé par la force avec laquelle le ressort rotatif 320 est enroulé. Dans certains exemples, le premier induit 302 peut en outre comprendre une rainure de limitation de rotation 402 pour limiter davantage la distance sur laquelle le premier induit 302 peut tourner. Comme décrit précédemment, la languette de limitation de rotation 404 (non illustrée) peut se déplacer à l'intérieur de la rainure de limitation de rotation 402 ; cependant, le déplacement de la languette de limitation de rotation 404 (non illustrée) sera limité par la première limite de limitation de rotation 502 (par exemple, l'épaulement) et la seconde limite de limitation de rotation 504 (par exemple, l'épaulement).

[0039] La [Fig.6] illustre une autre vue en perspective 600 d'une partie d'un frein pour un actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]) comprenant le premier induit 302 et le second induit 306. Comme illustré, le ressort rotatif 320 peut comprendre un ressort de torsion en spirale, un ressort de torsion droit, des tiges flexibles ou une poutre en porte-à-faux pour limiter le mouvement de rotation du premier induit 302. Dans certains exemples, la forme de la poutre en porte-à-faux

peut être droite, arquée ou comprendre des courbures à l'intérieur du corps de la poutre en porte-à-faux. Une extrémité du ressort rotatif 320 peut être disposée dans une poche à ressort 602 qui peut en outre être disposée sur le premier induit 302. Après la mise en prise de la surface de contact 314 du second induit 306 et de la surface de contact du premier induit 302, la rotation du second induit 306 peut être relayée vers le premier induit 302. La rotation du premier induit 302 peut être amortie par le ressort rotatif 320, dont le mouvement peut être limité par la poche à ressort 602. Dans certains exemples, le ressort rotatif 320 peut ne pas être capable de se libérer de la poche à ressort 602.

[0040] La [Fig.7] illustre une autre vue en perspective 700 d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]) comprenant le premier induit 302 et le second induit 306. Comme illustré, le ressort rotatif 320 peut comprendre au moins un ressort de torsion, dont au moins une partie est réalisée ici sous la forme d'une poutre en porte-à-faux s'étendant radialement, pour limiter le mouvement de rotation du premier induit 302. Dans certains exemples, la forme de la poutre en porte-à-faux peut être droite, arquée ou comprendre des courbures à l'intérieur du corps de la poutre en porte-à-faux. Une première extrémité 321 du ressort rotatif 320 peut être capturée dans l'une d'une pluralité de poches à ressort 702 agencées circonférentiellement autour d'un arbre du premier induit 302. Une seconde extrémité 322 du ressort rotatif 320 peut être en prise avec un boîtier ou un autre élément par rapport auquel le premier induit 302 tournera. Les poches à ressort 702 peuvent comprendre fonctionnellement des butées grâce à la capture de la première extrémité 321 du ressort rotatif. Lors de la mise en prise axiale du premier induit 302 avec le second induit 306 et du contact entre leurs surfaces de contact respectives, la rotation du second induit 306 peut être relayée au premier induit 302, une partie de l'énergie de rotation du second induit 306 étant transférée au premier induit 302 contre l'action de sollicitation du ressort rotatif 320 (par exemple, flexion d'une partie de la poutre en porte-à-faux). La rotation du premier induit 302 peut être amortie par le ressort rotatif 320, dont le mouvement peut être limité par l'une d'une pluralité de poches à ressort 702. La pluralité de poches à ressort 702 peut comprendre une ou plusieurs surfaces inclinées 703 qui peuvent en outre définir une partie de la forme de la poche à ressort 702. Dans cet exemple, chaque poche à ressort 702 comprend une paire de surfaces inclinées opposées 703. Les surfaces inclinées 703 offrent une certaine liberté à la partie de poutre du ressort rotatif 320 pour pivoter circonférentiellement tandis qu'une extrémité reste capturée dans la poche à ressort 702. Les poches à ressort 702 fonctionnent comme des butées, de sorte que le ressort 320, normalement en rotation, ne peut pas se libérer de sa poche à ressort 702 actuelle. Cependant, dans certains exemples, si un couple suffisant (niveau seuil) est conféré au

premier induit 302, la première extrémité 321 du ressort rotatif 320 peut glisser le long de l'une des surfaces inclinées 703 de la poche à ressort 702 actuelle dans une poche adjacente des poches à ressort.

[0041] La [Fig.8] illustre une autre vue en perspective 800 d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]) comprenant le premier induit 302 et le second induit 306. Comme illustré, le ressort de rotation 320 peut comprendre une pluralité de ressorts de torsion ou de poutres en porte-à-faux pour limiter le mouvement de rotation du premier induit 302. Une extrémité des un ou plusieurs ressorts rotatifs 320 peut être disposée dans l'une d'une pluralité de poches à ressort 702 qui peut en outre être disposée sur le premier induit 302. Après la mise en prise de la surface de contact 314 du second induit 306 et de la surface de contact du premier induit 302, la rotation du second induit 306 peut être relayée vers le premier induit 302. La rotation du premier induit 302 peut être amortie par un ou plusieurs ressorts rotatifs 320, dont le mouvement peut être limité par l'une d'une pluralité de poches à ressort 702. La pluralité de poches à ressort 702 peut comprendre une ou plusieurs surfaces inclinées qui peuvent en outre définir une partie de la forme de la poche à ressort 702. Dans certains exemples, une partie du ressort rotatif 320 peut glisser le long des une ou plusieurs surfaces inclinées de la poche à ressort 702. Dans certains exemples, un ou plusieurs ressorts rotatifs 320 peuvent ne pas être capables de se libérer de la poche à ressort 702 ; cependant, un ou plusieurs ressorts rotatifs 320 peuvent en outre pouvoir sauter entre des encoches si une force de rotation suffisante est disponible. La [Fig.8] peut illustrer un ressort rotatif 320 qui correspond à chaque poche de ressort 702 ; cependant, n'importe quel rapport ressorts/poches à ressort peut exister. Dans certains exemples, il peut y avoir plus de poches à ressort que de ressorts.

[0042] La [Fig.9] illustre une autre vue en perspective 900 d'une partie d'un frein pour actionneur linéaire électromécanique 60 (par exemple, en référence à la [Fig.1]) comprenant le premier induit 302 et le second induit 306. Au lieu d'un ressort rotatif, comme illustré sur les figures précédentes, la [Fig.9] comprend un ensemble à cliquet anti-rotation 902 qui comprend un engrenage à cliquet 904 et une patte à cliquet 906. L'ensemble à cliquet anti-rotation 902 peut permettre une rotation libre dans une première direction ; cependant, la rotation dans une seconde direction peut amener l'ensemble à cliquet anti-rotation 902 à venir en prise pour limiter la rotation dans la seconde direction. Dans certains exemples, la seconde direction est opposée à la première direction. Par exemple, si la première direction comprend une rotation dans le sens horaire, alors la seconde direction peut comprendre une rotation dans le sens antihoraire. Après la mise en prise de la surface de contact du second induit 306 et de la surface de contact du premier induit 302, la rotation du second induit 306 peut être

relayée vers le premier induit 302. La rotation du premier induit 302, qui peut être dans la direction limitée, peut être amortie par une ou plusieurs pattes à cliquet 906 qui peuvent venir en prise avec l'engrenage à cliquet 904 (en ligne pointillée).

[0043] La [Fig.10] illustre une autre perspective des pattes à cliquet 906 selon un mode de réalisation de la présente invention. La patte à cliquet 906 présente une section circulaire 1002 et quatre sections en forme de L 1004 situées perpendiculairement à l'extérieur de la section circulaire 1002. Les sections en forme de L 1004 comprennent chacune une surface intérieure 1006, qui peut être une section arrondie ou une section avec un angle de 90°. Cependant, d'autres angles peuvent également convenir. De plus, alors que la [Fig.10] illustre quatre des sections en forme de L 1004, les pattes à cliquet 906 peuvent comprendre plus ou moins de quatre des sections en forme de L 1004. La patte à cliquet 906 peut avoir n'importe quelles dimensions qui s'insèrent dans un boîtier de frein électromécanique et plus spécifiquement dans l'ensemble à cliquet anti-rotation 902 (en référence à la [Fig.9]) qui comprend un engrenage à cliquet 904 (en ligne pointillée sur la [Fig.9]) et une patte à cliquet 906. La patte à cliquet 906 peut être constituée de n'importe quel matériau avec un diamètre interne qui s'adapte au diamètre extérieur du cylindre 908 (en référence à la [Fig.9]). En outre, le diamètre extérieur de la patte à cliquet 906 peut varier en fonction du matériau choisi de sorte que la patte à cliquet 906 est suffisamment épaisse pour maintenir le couple nécessaire au frein électromécanique pour fonctionner selon les exigences de fond de trou. Les quatre segments en forme de L 1004 de la patte à cliquet 906 peuvent être dimensionnés pour s'adapter à l'engrenage à cliquet 904 et suffisamment épais pour que le matériau puisse maintenir le couple nécessaire pour que l'ensemble à cliquet anti-rotation 902 fonctionne également selon les exigences de fond de trou. Le matériau peut être n'importe quel acier, alliage, polymère ou toute combinaison de ceux-ci capable de fournir la résistance, le module de jeunesse et la résistance chimique, par exemple, pour fonctionner selon les exigences de fond de trou. Les quatre segments en forme de L 1004 de la patte à cliquet 906 viennent en prise dans l'engrenage à cliquet 904.

[0044] La [Fig.11] montre un ou plusieurs profils d'engrenage à cliquet 904 selon un mode de réalisation de la présente invention. L'engrenage à cliquet 904 peut avoir n'importe quelle dimension qui s'insère dans un boîtier de frein électromécanique et s'adapte à la patte à cliquet 906. L'engrenage à cliquet 904 et la patte à cliquet 906 peuvent être constitués de n'importe quel matériau compatible, y compris n'importe quel acier, alliage, polymère ou toute combinaison de ceux-ci. L'engrenage à cliquet 904 peut être un cylindre 1102 avec deux extrémités 1104 et 1106 de formes différentes. Le diamètre interne des deux extrémités 1104 et 1106 peut être différent ou égal. Par exemple, le diamètre interne 1104 de l'extrémité du cylindre 1102 sans la patte à cliquet 906 peut

être plus grand que le diamètre interne 1106 de l'extrémité du cylindre 1102 qui s'adapte à la patte à cliquet 906 ou vice versa. De même, le diamètre extérieur des deux extrémités du cylindre peut être différent ou identique. Le diamètre interne 1106 de l'extrémité du cylindre 1102 de l'engrenage à cliquet 904 qui accueille la patte à cliquet 906 peut être plus grand que le diamètre externe de la patte à cliquet 906 pour s'adapter sans aucun espace de sorte que le diamètre externe du cercle 1002 de la patte à cliquet 906 est en contact avec le diamètre interne de l'extrémité 1106 du cylindre 1102 de l'engrenage à cliquet 904. En outre, l'extrémité 1106 du cylindre 1102 de l'engrenage à cliquet 904 qui est en contact avec la patte à cliquet 906 présente quatre bords coupés pour s'adapter aux quatre segments en forme de L 1004 de la patte à cliquet 906 de sorte que l'intérieur des segments en forme de L 1004 (y compris 1006) sont en contact avec l'extrémité 1108 du cylindre 1102 de l'engrenage à cliquet 904. Tandis que la [Fig.11] illustre quatre bords découpés dans l'extrémité 1106 du cylindre 1102, il faut comprendre que l'extrémité 1106 peut avoir plus ou moins de quatre bords comme souhaité pour une application particulière, par exemple pour correspondre au nombre de segments en forme de L 1004. Les formes 1108 de l'extrémité du cylindre 1102 de l'engrenage à cliquet 904 qui s'adaptent à l'intérieur des segments en forme de L 1004 peuvent être symétriques (formant quatre rectangles non représentés) ou le côté 1110 qui sera en contact avec le côté interne 1006 des segments en forme de L 1004 est plus court que le côté 1108.

[0045] Par conséquent, la présente invention peut concerner un actionneur linéaire électromécanique pour un outil de fond de trou, et en particulier pour une soupape de sécurité souterraine de fond de trou (« SSSV »), ainsi que des systèmes de commande d'écoulement de fond de trou utilisant un tel actionneur linéaire électromécanique, mais également un procédé associé. Les modes de réalisation peuvent comprendre toute combinaison appropriée des caractéristiques décrites ici, y compris, mais sans s'y limiter, les exemples suivants.

[0046] Énoncé 1. Frein électromécanique, comprenant : un boîtier de frein, un premier induit disposé dans le boîtier de frein, dans lequel le premier induit comprend en outre une première surface de freinage ; un second induit disposé en rotation dans le boîtier de frein pour une rotation par un moteur, dans lequel le second induit comprend une seconde surface de freinage ; une bobine électrique pouvant être excitée pour pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit ; et un ressort rotatif destiné à solliciter le premier induit vers une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein tout en permettant une rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.

[0047] Énoncé 2. Frein électromécanique selon l'énoncé 1, comprenant en outre : un limiteur de rotation pour limiter la rotation du premier induit par rapport au boîtier de

frein, le limiteur de rotation comportant une languette sur le premier induit ou le boîtier de frein et un épaulement sur l'autre du premier induit ou du boîtier de frein positionné pour interférer avec la languette, et dans lequel la languette est espacée circonférentiellement de l'épaulement lorsque le premier induit est dans la position de rotation neutre.

- [0048] Énoncé 3. Frein électromécanique selon l'énoncé 1 ou l'énoncé 2, dans lequel le limiteur de rotation comprend un canal arqué définissant l'épaulement à une extrémité, dans lequel la languette fait saillie dans le canal arqué.
- [0049] Énoncé 4. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 3, dans lequel le ressort rotatif a une plage de course prédéfinie pour assurer la rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.
- [0050] Énoncé 5. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 4, dans lequel le ressort rotatif comprend un ressort de torsion en spirale disposé autour du premier induit.
- [0051] Énoncé 6. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 5, dans lequel le ressort rotatif comprend une ou plusieurs tiges flexibles s'étendant chacune radialement depuis une poche à ressort respective définie sur le premier induit jusqu'au boîtier de frein.
- [0052] Énoncé 7. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 6, dans lequel la poche à ressort définit une plage de jeu circonférentiel autour de la tige flexible capturée.
- [0053] Énoncé 8. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 7, comprenant en outre : une pluralité de poches à ressort espacées circonférentiellement autour du premier induit, chaque poche à ressort définissant une surface inclinée, dans lequel le ressort rotatif est initialement capturé dans une première des poches à ressort et est mobile le long de la surface inclinée vers une poche adjacente des poches à ressort en réponse à un couple seuil entre le boîtier de frein et le premier induit.
- [0054] Énoncé 9. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 8, comprenant en outre un mécanisme à cliquet permettant une rotation relative entre le premier et le second induit dans une direction et s'opposant à la rotation relative dans une direction opposée.
- [0055] Énoncé 10. Frein électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 1 à 9, dans lequel le mécanisme à cliquet comprend en outre un engrenage à cliquet et une patte à cliquet.
- [0056] Énoncé 11. Système de freinage électromécanique, comprenant : un outil de puits ; un moteur pour entraîner l'actionnement de l'outil de puits ; un frein comprenant un boîtier de frein ; un second induit disposé en rotation dans le boîtier de frein pour une rotation par le moteur ; une bobine électrique pouvant être excitée pour pousser le

second induit en prise axiale avec le premier induit ; et un ressort rotatif destiné à solliciter le premier induit vers une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein tout en permettant au moins une rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.

- [0057] Énoncé 12. Système de freinage électromécanique selon l'énoncé 11, comprenant en outre un convertisseur rotatif-linéaire couplé entre le moteur et l'actionneur, de sorte que l'actionneur actionne linéairement l'outil de puits en réponse à la rotation du moteur.
- [0058] Énoncé 13. Système de freinage électromécanique selon l'énoncé 11 ou l'énoncé 12, dans lequel l'outil de puits comprend une soupape de sécurité récupérable par tube.
- [0059] Énoncé 14. Système de freinage électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 11 à 13, dans lequel le ressort rotatif comprend au moins un ressort rotatif choisi dans le groupe constitué d'un élément à ressort, d'un élément à cliquet ou d'une combinaison de ceux-ci.
- [0060] Énoncé 15. Système de freinage électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 11 à 14, comprenant en outre un limiteur de rotation pour limiter la rotation du premier induit par rapport au boîtier de frein, le limiteur de rotation comportant une languette sur le premier induit ou le boîtier de frein et un épaulement sur l'autre du premier induit ou du boîtier de frein positionné pour interférer avec la languette, et dans lequel la languette est espacée circonférentiellement de l'épaulement lorsque le premier induit est dans la position de rotation neutre.
- [0061] Énoncé 16. Système de freinage électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 11 à 15, comprenant en outre une ou plusieurs poches à ressort espacées circonférentiellement autour du premier induit, dans lequel les une ou plusieurs poches à ressort comprennent au moins une surface inclinée, et dans lequel la rotation est initialement capturée dans au moins l'une des une ou plusieurs poches à ressort.
- [0062] Énoncé 17. Système de freinage électromécanique selon l'un quelconque des énoncés 11 à 16, dans lequel le ressort rotatif comprend une ou plusieurs tiges flexibles s'étendant chacune radialement depuis une poche à ressort respective définie sur le premier induit jusqu'au boîtier de frein.
- [0063] Énoncé 18. Procédé comprenant : un système de freinage électromécanique comprenant : un moteur, dans lequel le moteur comprend un arbre de moteur ; un premier induit ; et un second induit, dans lequel le second induit tourne avec le moteur ; le fait de pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit pour freiner la rotation de l'arbre de moteur ; et le fait de permettre une rotation limitée du premier induit à partir d'une position neutre par rapport au boîtier de frein en réponse à un transfert de couple du second induit au premier induit ; et la sollicitation du premier induit vers la position de rotation neutre.

- [0064] Énoncé 19. Procédé selon l'énoncé 18, comprenant en outre l'utilisation de la rotation de l'arbre de moteur pour actionner un outil de fond de trou avant l'étape consistant à pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit.
- [0065] Énoncé 20. Procédé selon l'énoncé 18 ou l'énoncé 19, dans lequel l'outil de fond de trou est actionné vers une position ouverte.
- [0066] Par conséquent, les présents modes de réalisation sont bien adaptés pour atteindre les objectifs et les avantages mentionnés, ainsi que ceux qui y sont inhérents. Les modes de réalisation particuliers décrits ci-dessus sont uniquement illustratifs. Bien que des modes de réalisation individuels soient discutés, toutes les combinaisons de chaque mode de réalisation sont envisagées et couvertes par l'invention. En outre, aucune limitation n'est prévue pour les détails d'élaboration ou de conception fournis ici, autres que ceux décrits dans les revendications ci-dessous. De plus, les termes des revendications ont un sens simple et ordinaire, sauf indication contraire explicite et claire définie par le titulaire du brevet. Il est par conséquent évident que les modes de réalisation illustratifs particuliers divulgués ci-dessus peuvent être changés ou modifiés et que toutes ces variations sont considérées dans la portée et dans l'esprit de la présente invention.

Revendications

- [Revendication 1] Frein électromécanique (70), comprenant :
- un boîtier de frein ;
 - un premier induit (302) disposé en rotation dans le boîtier de frein, dans lequel le premier induit comprend en outre une première surface de freinage ;
 - un second induit (306) disposé en rotation dans le boîtier de frein pour une rotation par un moteur, dans lequel le second induit comprend une seconde surface de freinage ;
 - une bobine électrique (318) pouvant être excitée pour pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit ; et
 - un ressort rotatif (320) destiné à solliciter le premier induit vers une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein tout en permettant une rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.
- [Revendication 2] Frein électromécanique selon la revendication 1, comprenant en outre :
- un limiteur de rotation pour limiter la rotation du premier induit par rapport au boîtier de frein, le limiteur de rotation comportant une languette (404) sur le premier induit ou le boîtier de frein et un épaulement sur l'autre du premier induit ou du boîtier de frein positionné pour interférer avec la languette, et dans lequel la languette est espacée circonférentiellement de l'épaulement lorsque le premier induit est dans la position de rotation neutre.
- [Revendication 3] Frein électromécanique selon la revendication 2, dans lequel le limiteur de rotation comprend un canal arqué définissant l'épaulement à une extrémité, dans lequel la languette fait saillie dans le canal arqué.
- [Revendication 4] Frein électromécanique selon la revendication 1, dans lequel le ressort rotatif a une plage de course prédéfinie pour assurer la rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein ; dans lequel le ressort rotatif comprend un ressort de torsion en spirale disposé autour du premier induit ; et dans lequel le ressort rotatif comprend une ou plusieurs tiges flexibles s'étendant chacune radialement depuis une poche à ressort respective définie sur le premier induit jusqu'au boîtier de frein.
- [Revendication 5] Frein électromécanique selon la revendication 4, dans lequel la poche à ressort définit une plage de jeu circonférentiel autour de la tige flexible capturée.

- [Revendication 6] Frein électromécanique selon la revendication 1, comprenant en outre : une pluralité de poches à ressort (702) espacées circonférentiellement autour du premier induit, chaque poche à ressort définissant une surface inclinée, dans lequel le ressort rotatif est initialement capturé dans une première des poches à ressort et est mobile le long de la surface inclinée vers une poche adjacente des poches à ressort en réponse à un couple seuil entre le boîtier de frein et le premier induit.
- [Revendication 7] Frein électromécanique selon la revendication 1, comprenant en outre un mécanisme à cliquet permettant une rotation relative entre le premier et le second induit dans une direction et s'opposant à la rotation relative dans une direction opposée, dans lequel le mécanisme à cliquet comprend en outre un engrenage à cliquet (904) et une patte à cliquet (906).
- [Revendication 8] Système de freinage électromécanique, comprenant :
un outil de puits ;
un moteur pour entraîner l'actionnement de l'outil de puits ;
un frein (70) comprenant un boîtier de frein ;
un premier induit (302) disposé en rotation dans le boîtier de frein ;
un second induit (306) disposé en rotation dans le boîtier de frein pour une rotation par le moteur ;
une bobine électrique (318) pouvant être excitée pour pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit ; et
un ressort rotatif (320) destiné à solliciter le premier induit vers une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein tout en permettant au moins une rotation limitée du premier induit par rapport au boîtier de frein.
- [Revendication 9] Système de freinage électromécanique selon la revendication 8, comprenant en outre un convertisseur rotatif-linéaire couplé entre le moteur et l'actionneur, de sorte que l'actionneur actionne linéairement l'outil de puits en réponse à la rotation du moteur, dans lequel l'outil de puits comprend une soupape de sécurité récupérable par tube.
- [Revendication 10] Système de freinage électromécanique selon la revendication 8, dans lequel le ressort rotatif comprend au moins un ressort rotatif choisi dans le groupe constitué d'un élément à ressort, d'un élément à cliquet ou d'une combinaison de ceux-ci.
- [Revendication 11] Système de freinage électromécanique selon la revendication 8, comprenant en outre un limiteur de rotation pour limiter la rotation du premier induit par rapport au boîtier de frein, le limiteur de rotation

comportant une languette (404) sur le premier induit ou le boîtier de frein et un épaulement sur l'autre du premier induit ou du boîtier de frein positionné pour interférer avec la languette, et dans lequel la languette est espacée circonférentiellement de l'épaulement lorsque le premier induit est dans la position de rotation neutre.

[Revendication 12] Système de freinage électromécanique selon la revendication 8, comprenant en outre une ou plusieurs poches à ressort (702) espacées circonférentiellement autour du premier induit, dans lequel les une ou plusieurs poches à ressort comprennent au moins une surface inclinée, et dans lequel la rotation est initialement capturée dans au moins l'une des une ou plusieurs poches à ressort et dans lequel le ressort rotatif comprend une ou plusieurs tiges flexibles s'étendant chacune radialement depuis une poche à ressort respective définie sur le premier induit jusqu'au boîtier de frein.

[Revendication 13] Procédé comprenant :

- un système de freinage électromécanique, comprenant :
- un moteur, dans lequel le moteur comprend un arbre de moteur ;
- un premier induit (302) ; et
- un second induit (306), dans lequel le second induit tourne avec le moteur ;
- le fait de pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit pour freiner la rotation de l'arbre de moteur ; et
- le fait de permettre une rotation limitée du premier induit à partir d'une position de rotation neutre par rapport au boîtier de frein en réponse à un transfert de couple du second induit au premier induit ; et
- la sollicitation du premier induit vers la position de rotation neutre.

[Revendication 14] Procédé selon la revendication 13, comprenant en outre l'utilisation de la rotation de l'arbre de moteur pour actionner un outil de fond de trou avant l'étape consistant à pousser le second induit en prise axiale avec le premier induit.

[Revendication 15] Procédé selon la revendication 14, dans lequel l'outil de fond de trou est actionné vers une position ouverte.

[Fig. 1]

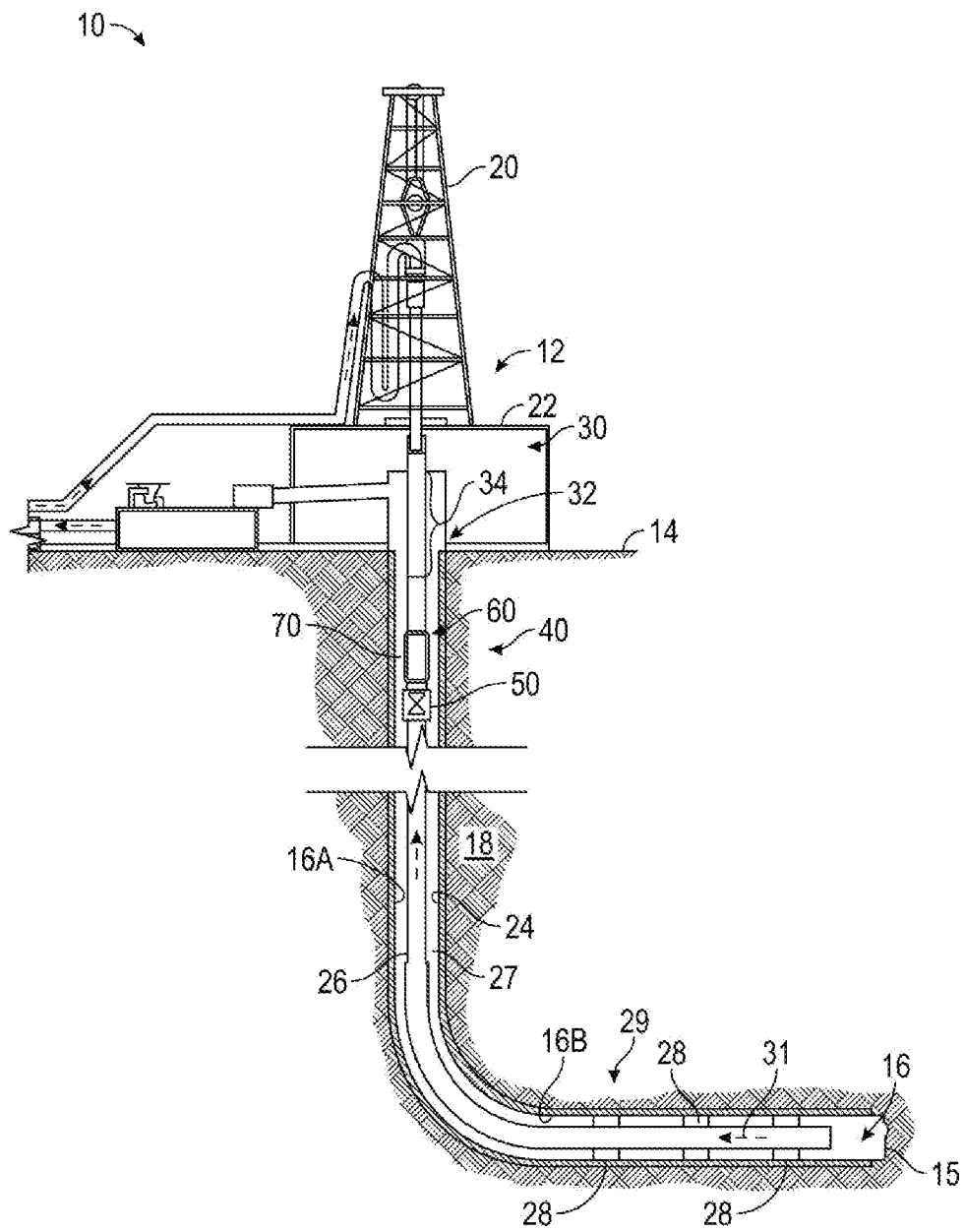


FIG. 1

[Fig. 2]

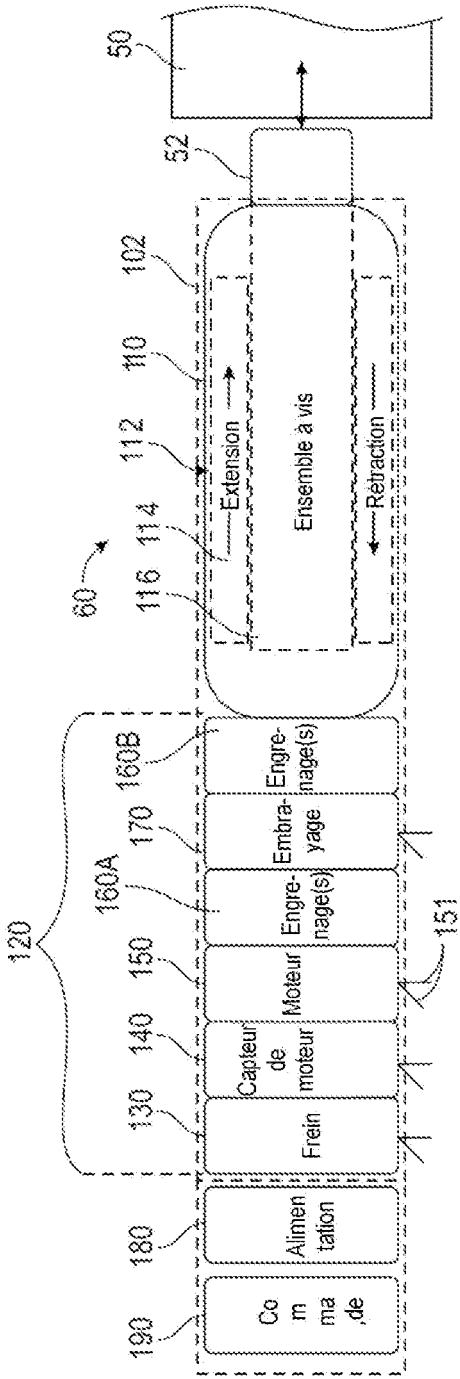


FIGURE 2

[Fig. 3]

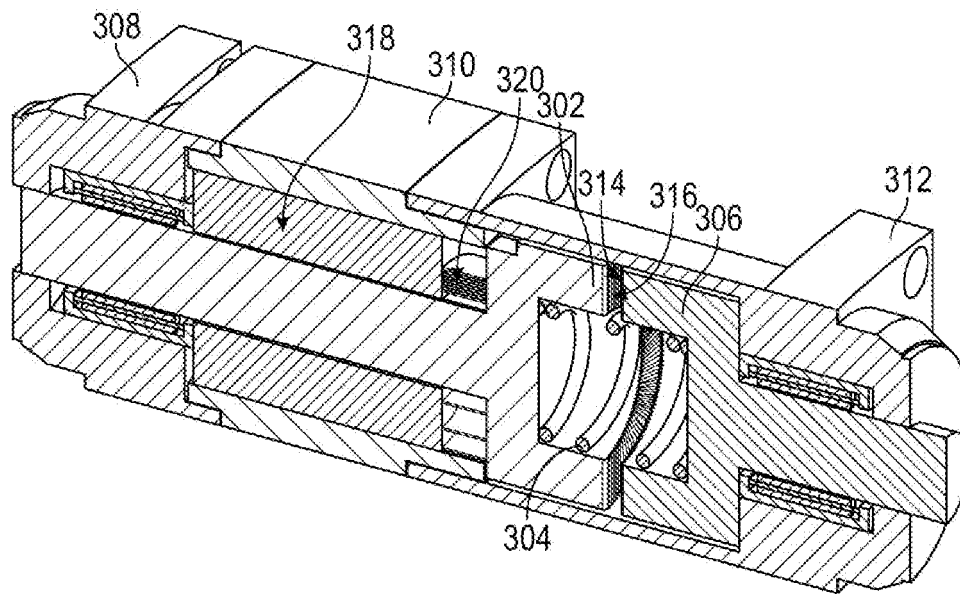


FIG. 3

[Fig. 4]

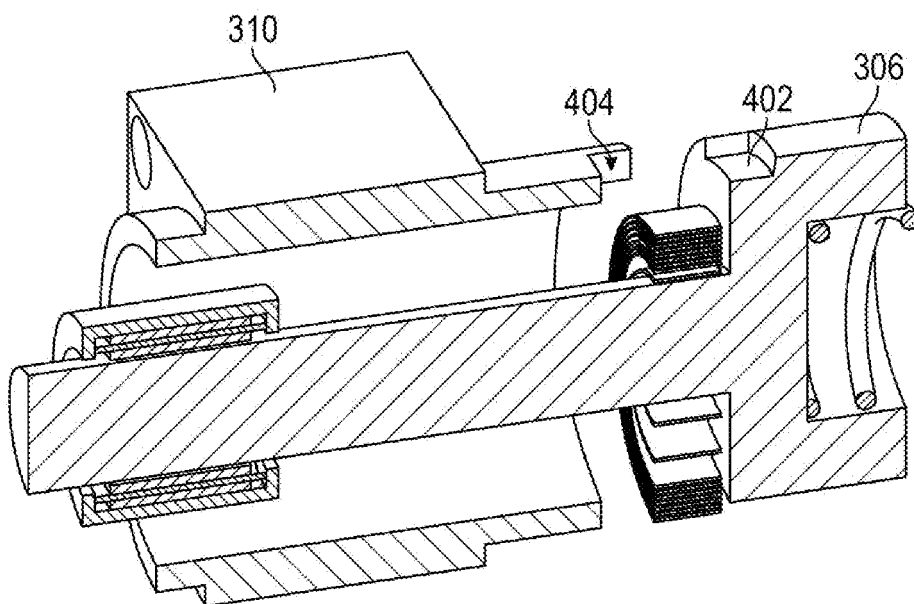


FIG. 4

[Fig. 5]

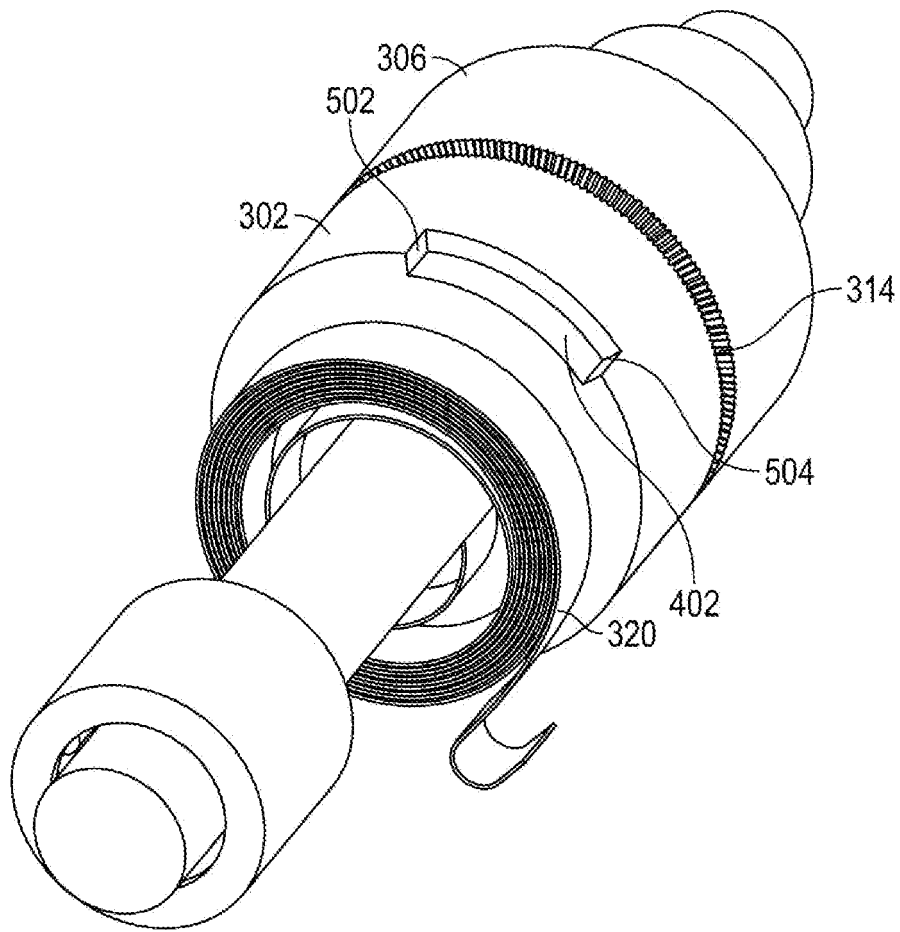


FIG. 5

[Fig. 6]

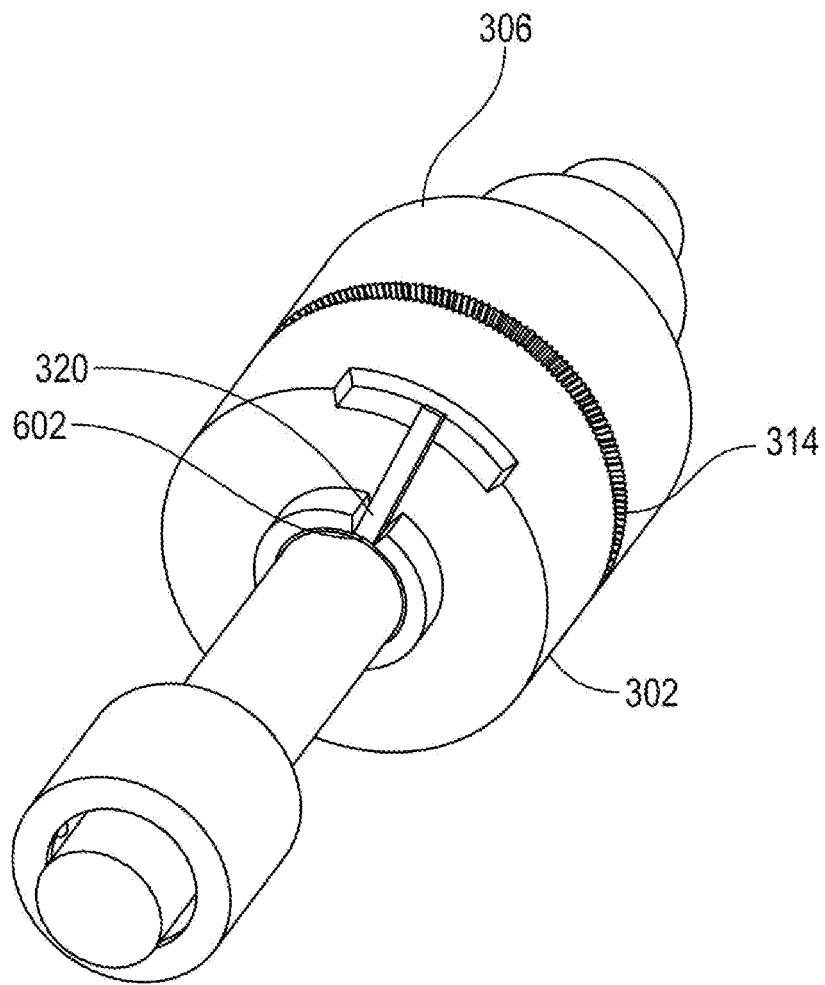
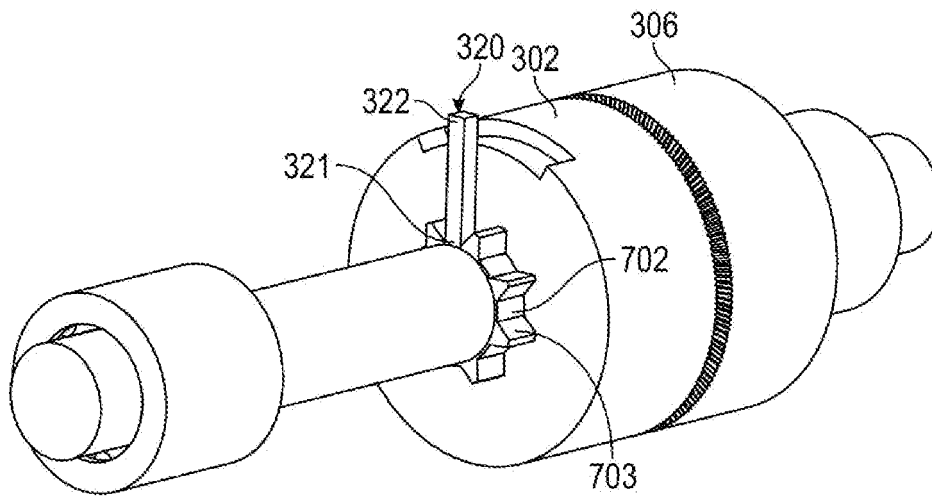
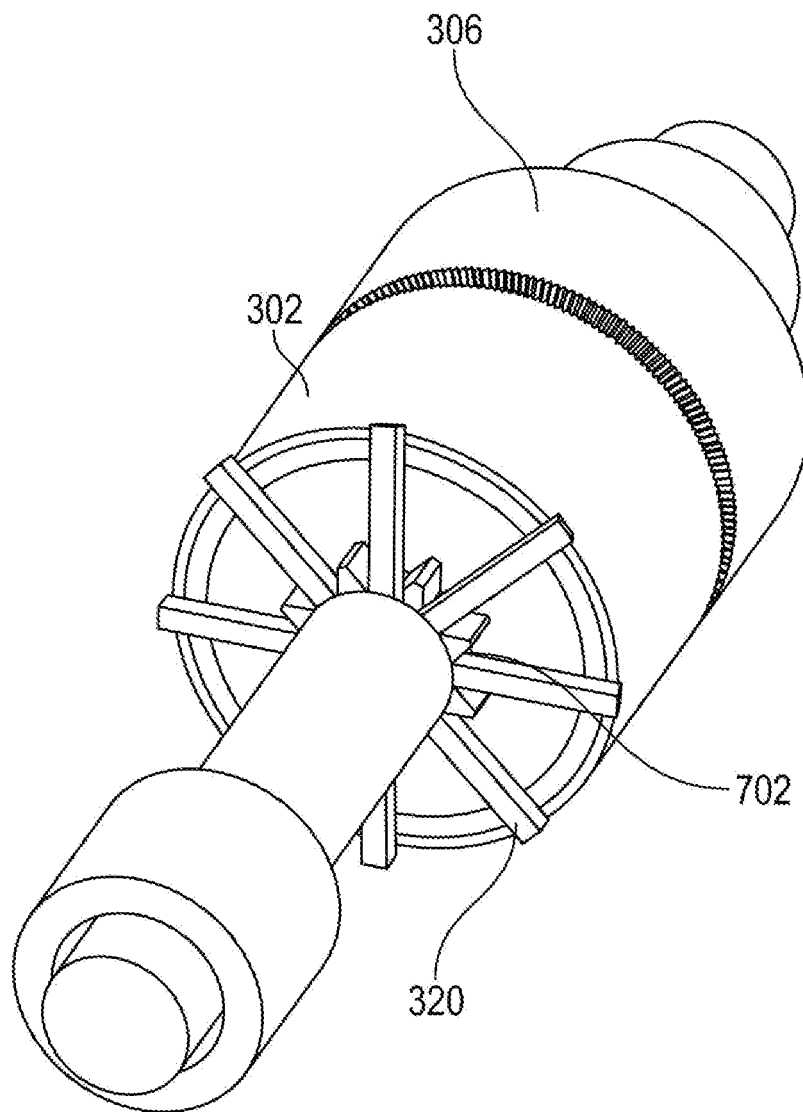


FIG. 6

[Fig. 7]

**FIG. 7**

[Fig. 8]

**FIG. 8**

[Fig. 9]

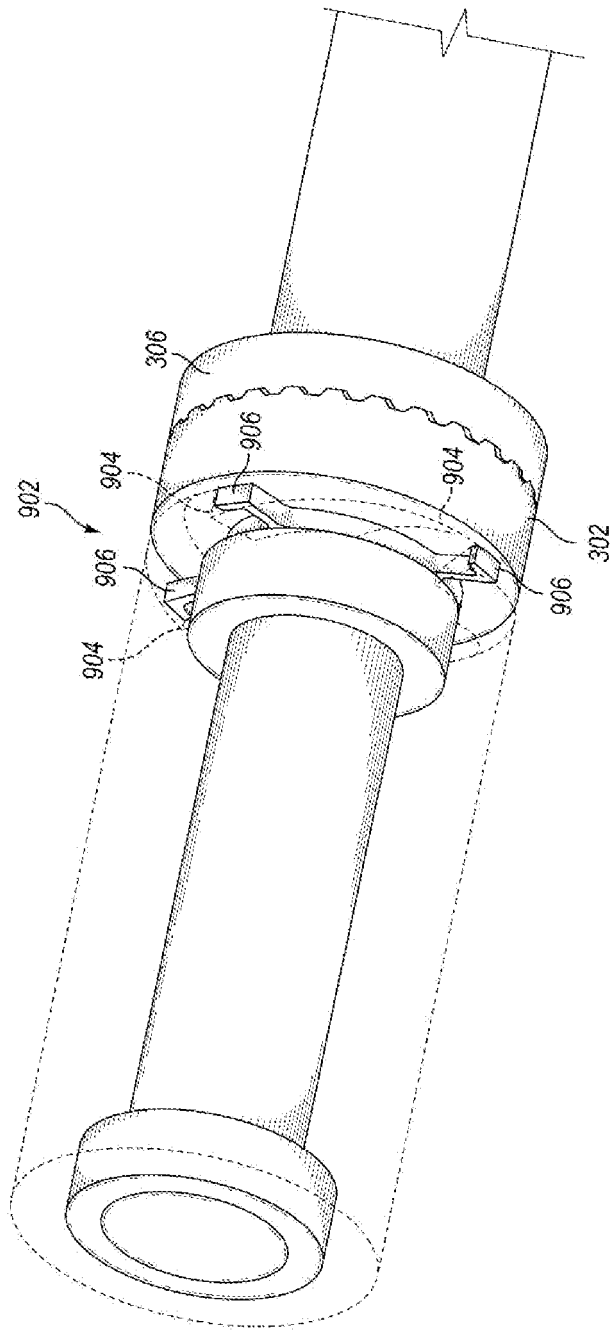
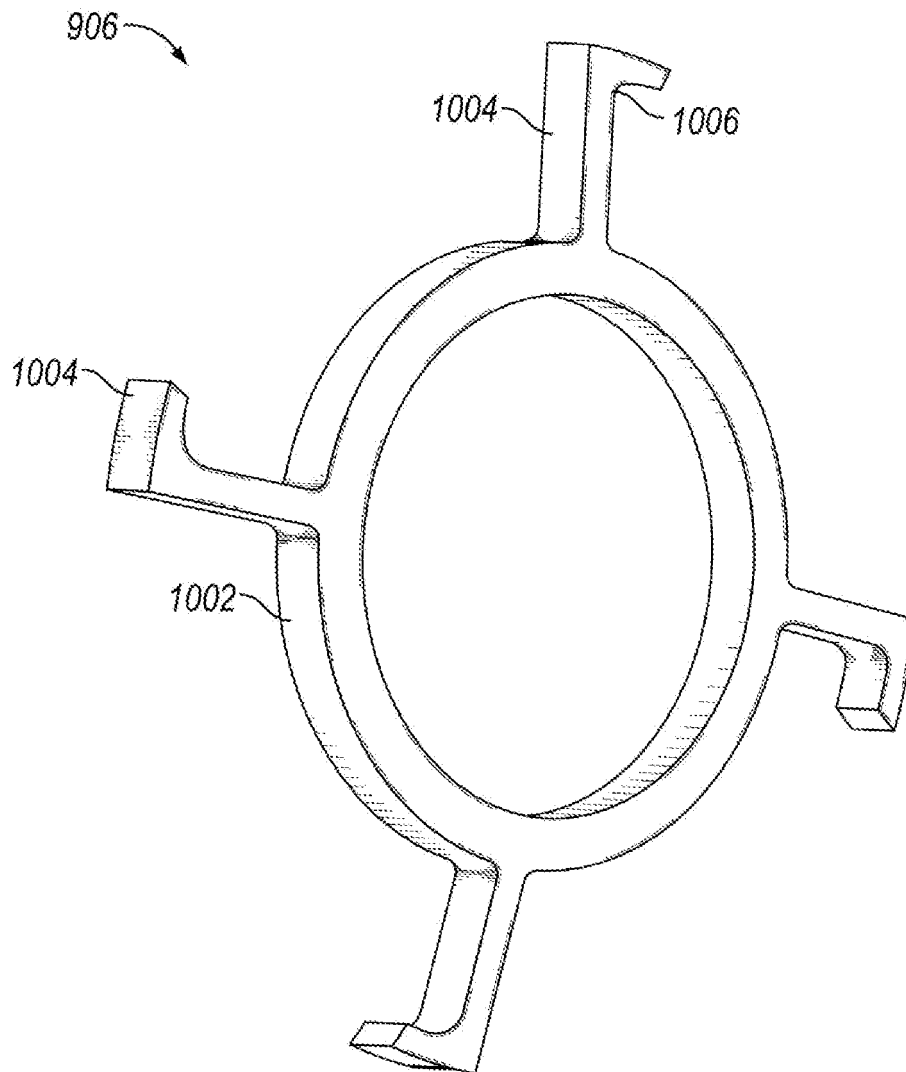


FIG. 9

[Fig. 10]

**FIG. 10**

[Fig. 11]

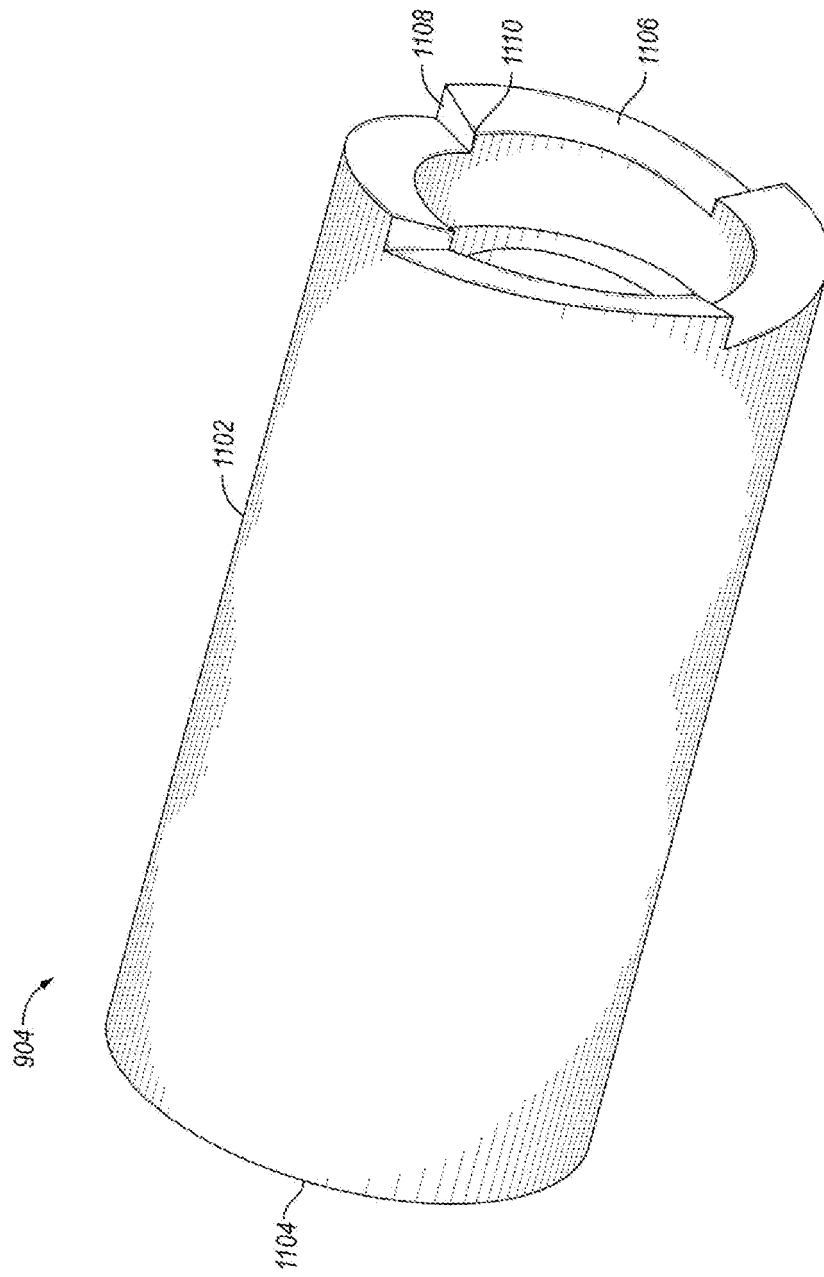


FIG. 11