

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.11.16.

③0 Priorité : 17.11.15 US 14943188.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.05.17 Bulletin 17/20.

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) : GE AVIATION SYSTEMS LLC — US.

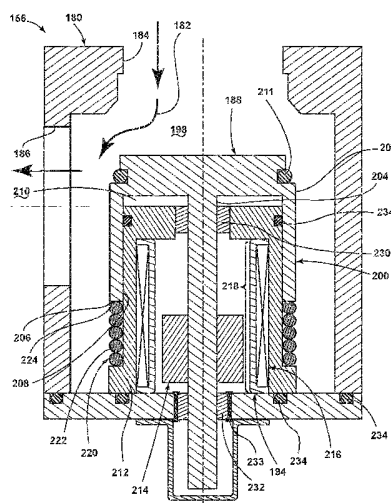
⑦2 Inventeur(s) : ZINGER MARC DAVID, ZALUSKY
JAMES THOMAS et ROSLUND ERIC SIDNEY.

⑦3 Titulaire(s) : GE AVIATION SYSTEMS LLC.

⑦4 Mandataire(s) : CASALONGA & ASSOCIES.

⑤4 SOUPAPE DE COMMANDE ET SYSTEME DE DEMARRAGE A AIR.

⑤7 Une soupape de commande et un système de démarrage à air pour un moteur ayant une source d'air comprimé (54), un démarreur à air (52), et une soupape de commande (56). La soupape de commande (56) ayant un carter (180) définissant un passage d'écoulement (182) avec un orifice d'entrée (184) couplé fluidiquement à la source d'air comprimé (54) et un orifice de sortie (186) couplé fluidiquement au démarreur à air (52), un corps de soupape (188) mobile entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer sélectivement l'un des orifices d'entrée et de sortie, provoquant une ouverture et une fermeture correspondantes de la soupape de commande (56), et un moteur linéaire (194) couplé fonctionnellement au corps de soupape (188) pour déplacer le corps de soupape (188) entre les positions ouverte et fermée.



Soupape de commande et système de démarrage à air

Un moteur alternatif, comme un moteur à combustion interne, est
5 un moteur thermique qui utilise un ou plusieurs pistons alternatifs pour
convertir une pression en un mouvement rotatif. Dans un exemple typique,
un piston est logé dans une chambre de piston étanchéifiable ou chambre
de pression, et fixé à sa base à un arbre rotatif. Quand le piston coulisse le
long de la chambre de piston, l'arbre rotatif est mis en rotation, et vice
10 versa.

Un turbo-démarreur à air (ATS) peut être utilisé pour initier la
rotation du moteur. L'ATS est souvent monté près du moteur et peut être
couplé à une source de fluide haute pression, comme de l'air comprimé, qui
impacte une roue de turbine dans l'ATS la faisant tourner à une vitesse
15 relativement élevée. L'ATS inclut un arbre de sortie qui est couplé à la
roue de turbine et, peut-être via un ou plusieurs engrenages, au moteur.
L'arbre de sortie tourne ainsi avec la roue de turbine. Cette rotation
provoque à son tour le début de la rotation du moteur.

L'écoulement de l'air comprimé vers l'ATS peut être commandé
20 par, par exemple, une soupape. Cette soupape est habituellement appelée
une soupape d'air de démarreur ou soupape de commande. Quand la
soupape d'air de démarreur est ouverte, de l'air comprimé peut s'écouler à
travers la soupape d'air de démarreur, et dans l'ATS. Inversement, quand la
soupape de démarreur est fermée, l'écoulement de l'air comprimé vers
25 l'ATS peut être empêché. Une soupape d'air de démarreur, dans de
nombreux exemples, inclut un actionneur pneumatique pour déplacer la
soupape dans sa position ouverte. La source de puissance pneumatique
pour l'actionneur peut être de l'air comprimé fourni par, par exemple, une

unité de puissance auxiliaire (APU), de l'air soufflé depuis le compresseur d'un autre moteur, etc.

Dans un aspect, un mode de réalisation de l'invention concerne un système de démarrage à air pour un moteur incluant une source d'air comprimé, un démarreur à air, et une soupape de commande comprenant un carter définissant un passage d'écoulement avec un orifice d'entrée couplé fluidiquement à la source d'air comprimé et un orifice de sortie couplé fluidiquement au démarreur à air, un corps de soupape mobile entre une des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer sélectivement l'un des orifices d'entrée et de sortie, provoquant une ouverture et une fermeture correspondantes de la soupape de commande, et un moteur linéaire couplé fonctionnellement au corps de soupape pour déplacer le corps de soupape entre les positions ouverte et fermée, dans lequel le passage d'écoulement est dimensionné pour permettre un débit d'au moins 0,42 m³/s (900 scfm), et le moteur linéaire déplace le corps de soupape entre les positions fermée et ouverte en un temps de réponse de 30 ms ou moins.

Dans un autre aspect, un mode de réalisation de l'invention concerne une soupape de commande incluant un carter définissant un intérieur, avec un orifice d'entrée et un orifice de sortie formés dans le carter, dans lequel un passage d'écoulement est défini à travers l'intérieur de l'orifice d'entrée jusqu'à l'orifice de sortie, un piston ayant une tête et une tige s'étendant depuis la tête et mobile alternativement entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer au moins l'un des orifices d'entrée et de sortie, un élément de sollicitation appliquant une force de sollicitation au piston pour pousser le piston vers la position fermée, et un moteur linéaire inclut un aimant permanent monté sur la tige et une bobine électromagnétique entourant la tige, dans lequel quand de l'électricité passe à travers la bobine électromagnétique elle génère un champ magnétique qui interagit avec l'aimant permanent pour appliquer une force

sur la tige suffisante pour vaincre la force de sollicitation pour provoquer un mouvement du piston de la position fermée vers la position ouverte.

L'invention sera mieux comprise à l'étude détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par
5 les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un moteur à combustion ayant un vilebrequin qui peut utiliser un système de démarrage à air selon un mode de réalisation de l'invention.

- la figure 2 est une vue en coupe schématique d'un piston dans un
10 moteur à combustion comme le moteur de la figure 1.

- la figure 3 est une vue schématique d'un ensemble de démarrage à air couplé en rotation avec le vilebrequin du moteur des figures 1 et 2, selon un mode de réalisation de l'invention.

- la figure 4 est une vue en coupe schématique d'une soupape de
15 commande qui peut être utilisée avec le système de démarrage à air de la figure 3, et est montrée dans une position fermée.

- la figure 5 est une vue en coupe schématique de la soupape de commande de la figure 4, et est montrée dans une position ouverte.

Les soupapes d'air de démarreur contemporaines qui peuvent
20 supporter des débits élevés ne sont pas très réactives. Les hauts débits incluent habituellement des débits allant de $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ (900 scfm) à plus de $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700) scfm. Par exemple, des soupapes qui peuvent supporter des débits de $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700 scfm) prennent plus d'une seconde pour s'ouvrir entièrement. Un temps de réponse d'une seconde ou plus est
25 considéré comme un temps de réponse long. Inversement, des soupapes qui sont très réactives ne peuvent pas supporter un débit élevé. Par exemple, des soupapes qui peuvent s'ouvrir en moins de 100 ms, ce qui est considéré comme un temps de réponse rapide, peuvent seulement supporter des débits allant jusqu'à $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ (300 scfm), des débits de $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ (300 scfm) et au-
30 dessous sont considérés comme des débits lents.

Pour supporter des hauts débits avec des soupapes à réponse lente existantes la technique habituelle est de commencer le processus d'ouverture et de fermeture de la soupape avant que la soupape ait besoin d'être ouverte ou fermée. Cela peut être fait jusqu'à cinq secondes à l'avance. Cela nécessite une anticipation ou une prédiction de ce que le système va faire, plutôt que de répondre en temps réel aux événements du système et présente une approche risquée, spécialement avec des systèmes transitoires où les conditions changent rapidement. Des modes de réalisation de la présente invention fournissent un ensemble de soupape de commande et un système de démarreur à air qui fournissent des caractéristiques d'ouverture de soupape améliorées en comparaison des ensembles de soupape présentement connus.

Des modes de réalisation de l'invention peuvent être mis en œuvre dans tout environnement convenable incluant, mais pas limité à, un environnement utilisant un moteur alternatif que le moteur alternatif fournisse une force d'entraînement ou qu'il soit utilisé pour autre chose, comme pour générer de l'électricité. Pour les besoins de cette description, un tel moteur alternatif sera globalement désigné comme un moteur à combustion, ou sous un terme similaire. Un tel moteur à combustion peut être alimenté par de l'essence, du gaz naturel, du méthane ou du gazole. Ainsi une compréhension préliminaire d'un moteur à combustion est fournie.

La figure 1 illustre une vue schématique d'un moteur alternatif, comme un moteur à combustion 10, ayant un arbre tournant, comme un vilebrequin 12, et au moins un piston 14 situé dans un bloc moteur 16. Une boîte de vitesse 19 ayant des cannelures 21 et un ou plusieurs engrenages ou trains d'engrenage intérieurs 23 peut être incluse et couplée fonctionnellement avec le vilebrequin 12. Comme cela est le mieux illustré sur la figure 2, le piston 14 situé dans la partie correspondante du bloc moteur 16 peut inclure une tête de piston 15 couplée en rotation avec une

tige de piston 17, la tête de piston pouvant coulisser dans une chambre de piston 18 (figure 2). La tige de piston 17 est couplée en rotation à un plot sur le vilebrequin 12, qui est décalé radialement depuis un axe de rotation du vilebrequin, de telle manière qu'une rotation du vilebrequin 12
5 provoque un mouvement de va-et-vient de la tête de piston 15 dans la chambre de piston 18.

Alors que seulement un piston 14 est montré sur la figure 2, un moteur à combustion 10 a habituellement de multiples pistons 14 contenus dans des chambres de piston correspondantes 18, les pistons 14 étant
10 montés sur différents plots sur le vilebrequin 12, les plots étant espacés radialement autour de l'axe de rotation du vilebrequin 12. Les pistons 14 peuvent être agencés dans une ou plusieurs rangées linéaires, où un moteur avec seulement une rangée de pistons 14 linéairement alignés est appelé un agencement en ligne. Des moteurs 10 avec de multiples rangées de
15 pistons 14 peuvent avoir un espacement angulaire entre les rangées le formant. Les pistons 14 peuvent aussi être espacés radialement autour du vilebrequin 12, ce qui est souvent appelé un agencement radial.

Le mouvement du piston 14 dans ou hors de la chambre de piston 18 sera ci-dessous appelé "courses" ou "courses de piston." Alors
20 que la description peut contenir des descriptions de courses "vers le haut", dans lesquelles le piston 14 est déplacé plus loin dans la chambre de piston 18, à distance du vilebrequin 12, et des courses "vers le bas", dans lesquelles le piston 14 est enlevé de la chambre de piston 18 vers le vilebrequin 12, des modes de réalisation de l'invention peuvent inclure un
25 moteur à combustion 10 ayant des courses verticales, ou obliques. Ainsi, les phrases "vers le haut" et "vers le bas" sont des termes non limitant, relatifs pour les modes de réalisation de l'invention.

Comme montré, le moteur à combustion 10 peut en outre inclure une partie de tête de moteur 20 ayant un passage d'admission d'air
30 étanchéifiable 22 et un passage d'échappement étanchéifiable 24. Les

passages 22, 24 sont couplés fluidiquement avec et peuvent être étanchéifiés de la chambre de piston 18 via une soupape d'admission 26, et une soupape d'échappement 28 respectives. Collectivement, la tête de piston 15, le bloc moteur 16, la partie de tête 20, la soupape d'admission 26, et la soupape d'échappement 28 peuvent définir une chambre de compression étanchéifiable 30.

La partie de tête 20 peut en outre inclure une buse de pulvérisation de carburant 32 pour injecter un carburant, comme du gazole dans la chambre de compression 30 pour combustion. Alors qu'une buse de pulvérisation de carburant 32 pour injecter le gazole est montrée, des variantes de modes de réalisation de l'invention peuvent inclure la buse de pulvérisation de carburant 32 en option remplacée, dans l'exemple d'un moteur à essence ou à gaz naturel, par une bougie d'allumage pour allumer un mélange air/carburant ou un mélange air/gaz pour le moteur à combustion 10.

Dans un exemple, un cycle de combustion du moteur à combustion 10 peut inclure quatre courses de piston : une course d'admission, une course de compression, une course de combustion, et une course d'échappement. La description suivante suppose que le cycle de combustion du moteur 10 commence alors que le piston 14 est étendu complètement vers le haut dans la chambre de piston 18, ce qui est habituellement appelé "point mort haut" ou TDC. Pendant la course d'admission, une rotation du vilebrequin (illustrée par une flèche dans le sens des aiguilles d'une montre 34) tire le piston 14 hors de la chambre de compression 30 dans une course d'admission vers le bas (dans la direction de la flèche 38), créant un vide dans la chambre de compression 30. Le vide amène à l'intérieur de l'air depuis le passage d'admission étanchéifiable 22, qui n'est pas étanchéifié du fait de l'ouverture de la soupape d'admission 26 (illustrée en ligne pointillée 40) et calé pour correspondre avec la course d'admission.

Une fois que le piston 14 atteint le point le plus bas de sa course d'admission (illustrée en ligne pointillée 36), la soupape d'admission 26 est étanchéifiée, et le piston commence une course de compression vers le haut. La course de compression coulisse le piston 14 dans la chambre de compression 30 comprimant l'air. Dans la position du TDC de la course de compression 42, la buse de pulvérisation de carburant 32 peut injecter du gazole dans la chambre de compression 30. En variante, un carburant combustible peut être ajouté à l'admission d'air avant la course d'admission, ou du carburant peut être ajouté dans la chambre de compression 30 pendant la course de compression 42.

La combustion peut avoir lieu dans la chambre de compression du fait de la chaleur élevée et de la pression élevée du mélange air comprimé/carburant (par exemple, dans un moteur diesel), ou, en variante, du fait d'un allumage extérieur, comme une étincelle générée par une bougie d'allumage (par exemple, dans un moteur à essence ou un moteur à gaz naturel) dans la chambre de compression 30.

Pendant la course de combustion, l'explosion du mélange air comprimé/carburant génère de la chaleur dans les gaz comprimés, et la dilatation qui résulte de l'explosion et les gaz en expansion entraînent le piston dans une course vers le bas, à distance de la chambre de compression 30. La course vers le bas entraîne mécaniquement la rotation 34 du vilebrequin 12.

A la suite de la combustion, la soupape d'échappement 28 n'est plus étanchéifiée pour correspondre avec la course d'échappement, et le piston est entraîné vers le haut dans la chambre de compression 30 pour pousser les gaz de combustion ou d'échappement, hors de la chambre de compression 30. Une fois que le piston 14 revient dans la position de TDC dans la chambre de piston 18, le cycle de combustion du moteur 10 peut ensuite être répété.

Alors qu'un moteur à combustion habituel 10 peut avoir une série de pistons 14 et de chambres de piston 18, un seul piston 14 est illustré et décrit ici pour des raisons de brièveté. On comprendra qu'"une série" tel qu'utilisé ici peut inclure tout nombre y compris seulement un. Dans un

5 moteur à combustion 10 avec de multiples pistons 14, les pistons 14 peuvent être configurés le long du vilebrequin 12 pour échelonner les courses de piston 14, de telle manière qu'un ou plusieurs pistons 14 peuvent fournir continument une force d'entraînement pour faire tourner le vilebrequin 12, et ainsi entraîner les pistons 14 dans des courses de cycle

10 de combustion supplémentaires. La force mécanique générée par la rotation du vilebrequin 12 peut en outre être délivrée pour entraîner un autre composant, comme un générateur, des roues, ou un propulseur.

La figure 3 illustre un exemple de configuration schématique d'un système de démarrage à air 44 comme pour le moteur à combustion 10. Le

15 système de démarrage à air 44 peut inclure un démarreur à air 52 couplé fluidiquement avec une source de pression 54 via une soupape de commande 56, et une commande 58 ou un processeur.

Le démarreur à air 52 est montré incluant en outre une partie de corps 70, une sortie de démarreur 72, illustrée comme un engrenage, ayant

20 une série de dents 74 formées pour coopérer avec les cannelures 21 de la boîte de vitesses 19, qui est couplée fonctionnellement au vilebrequin 12. On notera que cela est habituellement l'agencement pour des démarreurs sur des moteurs à turbine à gaz. Pour des démarreurs sur des moteurs alternatifs, un engrenage à denture droite extérieur sur l'arbre de

25 démarreur peut entraîner un grand engrenage à denture droite extérieur ou une couronne sur le moteur et une telle couronne de moteur peut être couplée à l'arbre d'entraînement du moteur.

Un capteur de démarreur 64 peut aussi être inclus et être configuré pour détecter ou mesurer des caractéristiques du démarreur à air 52, par

30 exemple, la vitesse de rotation de la sortie de démarreur 72, le couple

général par le démarreur 52, etc. Le capteur 64 peut en outre être capable de générer un signal analogique ou numérique représentatif des caractéristiques du démarreur, et peut fournir le signal généré à la commande 58. Des modes de réalisation de l'invention sont envisagés dans
5 lesquels le démarreur 52 est, par exemple, monté mécaniquement ou de manière amovible sur le moteur 10. En variante, le démarreur 52 peut être capable d'étendre et rétracter de manière commandée la partie de sortie de démarreur 72 du démarreur 52, de telle manière que les dents 74 peuvent venir en prise ou hors de prise seulement pendant les opérations de
10 démarrage. Des configurations supplémentaires sont envisagées.

La commande 58 peut en outre inclure une mémoire 78 incluant, mais pas limité à, une mémoire vive (RAM), une mémoire morte (ROM), une mémoire flash, ou un ou plusieurs types différents de mémoire électronique portable, comme des disques, des DVDs, des CD-ROMs, etc.,
15 ou toute combinaison possible de ces types de mémoire. La commande 58 peut être couplée fonctionnellement avec la mémoire 78 de telle manière qu'une de la commande 58 et de la mémoire 78 peut inclure tout ou une partie d'un programme informatique comportant une série d'instructions exécutables pour commander le fonctionnement de la soupape de
20 commande 56 et du démarreur à air 52. Le programme peut inclure un produit de programme informatique qui peut inclure un support lisible par une machine pour supporter ou avoir des instructions ou des structures de données lisibles par une machine stockées dedans. Un tel support lisible par une machine peut être tout support disponible, auquel peut accéder un
25 ordinateur général ou spécialisé ou une autre machine disposant d'un processeur. En général, un tel programme informatique peut inclure des routines, des programmes, des objets, des composants, des structures de données, des algorithmes, etc. qui ont l'effet technique de réaliser des tâches particulières ou de mettre en œuvre des types de données abstraites
30 particulières. Des instructions exécutables automatiquement, associées à

des structures de données, et des programmes représentent des exemples de code de programme pour exécuter l'échange d'information tel que décrit ici. Les instructions exécutables automatiquement peuvent inclure, par exemple, des instructions et données, qui font qu'un ordinateur généraliste, un ordinateur spécialisé, une commande 58, ou une machine de traitement spécialisée réalise une certaine fonction ou un certain groupe de fonctions.

La soupape de commande 56 a été illustrée comme incluant un carter 80 définissant un passage d'écoulement 82 avec un orifice d'entrée 84 couplé fluidiquement à la source d'air comprimé 54 et un orifice de sortie 86 couplé fluidiquement au démarreur à air 52. Le passage d'écoulement peut être dimensionné de toute manière convenable pour le système incluant, mais pas limité à, que le passage d'écoulement 82 peut être dimensionné pour permettre un débit d'au moins $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ (900 scfm). On envisage que le passage d'écoulement 82 peut être dimensionné pour supporter des débits au moins jusqu'à $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700 scfm). Un corps de soupape 88 mobile entre une position ouverte 90 et une position fermée 92 (montrée en pointillés) pour ouvrir et fermer sélectivement l'orifice d'entrée 84 provoquant une ouverture et une fermeture correspondantes de la soupape de commande 56 est aussi inclus. Alors que le corps de soupape 88 est illustré comme ouvrant et fermant sélectivement l'orifice d'entrée 84 on comprendra que le corps de soupape 88 peut en variante ouvrir et fermer sélectivement l'orifice de sortie 86 ou une autre partie du passage d'écoulement 82.

Un moteur linéaire 94 peut être couplé fonctionnellement au corps de soupape 88 pour déplacer le corps de soupape 88 entre les positions ouverte et fermée. Le moteur linéaire 94 peut déplacer le corps de soupape 88 en réponse à un signal de commande fourni par la commande 58. En outre, le moteur linéaire 94 peut être configuré pour déplacer le corps de soupape 88 entre les positions fermée et ouverte en un temps de réponse de 30 ms ou moins. À titre d'autre exemple non limitant, on envisage que le

moteur linéaire 94 peut déplacer le corps de soupape 88 entre les positions en 25 ms ou moins. Le moteur linéaire 94 a une grande distance d'avance en comparaison d'une électrovanne typique et cela permet au moteur linéaire 94 de déplacer le corps de soupape 88 entièrement entre les positions ouverte et fermée. En outre, pendant le fonctionnement, la force de traction générée par le moteur linéaire 94 combinée avec la force de poussée de l'air comprimé déplace le corps de soupape 88 à distance de l'orifice d'entrée 84 dans le temps de réponse souhaité.

Pendant le fonctionnement, le démarreur à air 52 et la soupape de commande 56 fonctionnent pour générer une force, comme un couple à la sortie du démarreur 72, en réponse à une fourniture d'air comprimé. Le couple généré par le démarreur à air 52 est appliqué (via les cannelures 21, le train d'engrenages 23, et le vilebrequin 12) pour générer la force de compression utilisée par la course de compression 42 pour comprimer le contenu de la chambre de compression 30. À titre d'exemple non limitant, le système de démarrage à air 44 peut être utilisé pour démarrer lentement le moteur à combustion 10, dans lequel le démarrage lent du moteur à combustion 10 empêche d'endommager le moteur 10 si la chambre de compression 30 contient un fluide incompressible, comme de l'eau. Tel qu'utilisé ici, "le démarrage lent" est utilisé pour décrire la rotation du vilebrequin 12 à une vitesse du moteur au-dessous du régime fonctionnel ou auto-suffisant, comme une vitesse de ralenti. L'opération de démarrage lent, ou "rotation lente" du procédé peut permettre à des idées ou des données concernant un fonctionnement correct du moteur d'être identifiées avant que tout endommagement interne du moteur ait eu lieu. L'air fourni par la soupape de commande 56 au démarreur à air 52 peut être discontinu du fait du fonctionnement à vitesse lente nécessaire pour s'adapter à une performance de rotation lente. Par exemple, la commande 58 peut commander à la soupape de commande 56 de fournir des

bouffées d'air d'alimentation pour que le vilebrequin continue à se déplacer à une vitesse cible ou prévue.

La figure 4 illustre un exemple de soupape de commande 156 selon un mode de réalisation de l'invention et qui peut être utilisée dans le système de démarrage à air 44 tel que décrit ci-dessus. Le mode de réalisation de la soupape de commande 156 est similaire au mode de réalisation de la soupape de commande 56. Aussi, des parties identiques sont identifiées par des numéros identiques augmentés de 100, on comprend donc que la description des parties identiques de la soupape de commande 56 s'applique à la soupape de commande 156, sauf avis contraire.

Comme avec le précédent mode de réalisation, la soupape de commande 156 a un carter 180 avec un orifice d'entrée 184 et un orifice de sortie 186 formés dans le carter 180. Un passage d'écoulement 182 (figure 5) est défini à travers un intérieur 198 du carter de l'orifice d'entrée 184 jusqu'à l'orifice de sortie 186.

Une différence est que le corps de soupape 188 est illustré comme incluant une soupape ou un piston 200 ayant une tête 202 et une tige 204 s'étendant depuis la tête 202. Le piston 200 est mobile alternativement entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer l'orifice d'entrée 184. En variante, le corps de soupape 188 peut être conçu de telle manière que le piston 200 est mobile alternativement entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer l'orifice de sortie 186.

Le piston 200 peut être conçu de toute manière convenable incluant, mais pas limité à, que la tête 202 peut inclure une extrémité inférieure 206 définissant une ouverture 208 vers un évidement 210. En outre, un joint sous la forme d'un joint torique 211 a été illustré comme étant couplé fonctionnellement à la tête 202. Quand la tête 202 est dans la position fermée le joint torique 211 vient en butée sur le carter 180 et aide à étanchéifier l'orifice d'entrée 184.

Une autre différence est que le moteur linéaire 194 est illustré comme incluant un carter 212. Le carter 212 du moteur linéaire 194 peut être formé de toute manière convenable et peut être fixé au carter 180 de la soupape de commande 156. En outre, comme illustré, le moteur linéaire 5 194 peut inclure un aimant permanent 214 monté sur la tige 204 du piston 200 et une bobine électromagnétique 216. L'aimant permanent 214 réside dans le carter 212 du moteur linéaire 194 et au moins une partie de la tige 204 s'étend dans le carter 212 du moteur linéaire 194.

Comme illustré, la bobine électromagnétique 216 peut être incluse 10 dans le carter 212 et entoure la tige 204. Au moins une partie du carter 212 du moteur linéaire 194 peut être placée dans l'évidement 210 de la tête 202. De cette manière, au moins une partie de la bobine électromagnétique 216 peut reposer dans la tête 202. La bobine électromagnétique 216 définit un intérieur 218 et la tige 204 s'étend à travers l'intérieur 218 de telle 15 manière que l'aimant permanent 214 peut aller et venir à travers l'intérieur 218. De cette manière, le moteur linéaire 194 et ses composants peuvent être intégrés dans ou situés dans le corps de soupape 188 et cela donne une soupape de commande compacte 156.

En outre, un élément de sollicitation 220 est inclus dans la soupape 20 de commande 156 et applique une force de sollicitation au piston 200 pour pousser le piston 200 vers la position fermée (figure 4). Tout élément de sollicitation 220 peut être utilisé incluant, mais pas limité à, un ressort de compression ou un ressort hélicoïdal 222 comme illustré. Le ressort hélicoïdal 222 a une extrémité 224 venant en butée sur la tête 202 du 25 piston 200. Dans l'exemple illustré, le ressort hélicoïdal 222 entoure le carter 212 du moteur linéaire 194 et au moins une partie de la bobine électromagnétique 216 bien qu'il ne soit pas nécessaire que ce soit le cas.

Des paliers peuvent être inclus dans la soupape de commande 156 pour faciliter le déplacement de la tige 204. Par exemple, un premier palier 30 230 est illustré comme étant monté sur le carter 212 du moteur linéaire 194

et entourant la tige 204. Un second palier 232 peut être monté sur le carter 180 et entourer la tige 204. Plus précisément, le palier 232 est illustré comme étant monté dans un flasque 233. On comprendra que tout nombre de joints ou flasques supplémentaires peuvent être inclus dans la soupape 5 156. À la fois les premier et second paliers 230 et 232 permettent un mouvement linéaire de la tige 204 quand la tête 202 est déplacée entre les positions ouverte et fermée. En outre encore, une variété de joints 234 peuvent être utilisés pour étanchéifier des parties de la soupape de commande 156 de l'air comprimé.

10 Quand de l'électricité passe à travers la bobine électromagnétique 216 elle génère un champ magnétique qui interagit avec le champ magnétique de l'aimant permanent 214 pour appliquer une force sur la tige 204 suffisante pour vaincre la force de sollicitation de l'élément de sollicitation 220. Plus précisément, quand de l'électricité passe à travers la 15 bobine électromagnétique 216 elle génère un champ magnétique qui déplace l'aimant permanent 214, provoquant un mouvement correspondant du piston 200, provoquant le déplacement de la tête 202 de la position fermée (figure 4) vers la position ouverte comme illustré sur la figure 5. Cela permet à l'air comprimé de s'écouler depuis l'orifice d'entrée 184 à 20 travers le passage d'écoulement 182 jusqu'à l'orifice de sortie 186. Le moteur linéaire 194 déplace la tête 202 entre les positions fermée et ouverte en un temps de réponse de 30 ms ou moins.

Pendant le fonctionnement de la source de pression 54, l'air comprimé est reçu au niveau de l'orifice d'entrée 184. La force de l'air agit 25 sur le corps de soupape 188 pour essayer et pousser le corps de soupape 188 loin de l'orifice d'entrée 184 et ouvrir la soupape de commande 156. Le ressort hélicoïdal 222 et le moteur linéaire 194 produisent une force qui agit contre la force pneumatique de l'air comprimé et garde la soupape de commande 156 fermée. Plus précisément, en l'absence d'une force contraire 30 du moteur linéaire 194 le ressort hélicoïdal 222 pousse le corps de soupape

188 fermé. En outre, quand une tension avec une polarité spécifique est appliquée à la bobine électromagnétique 216, le champ magnétique produit par la bobine électromagnétique 216 interagit avec le champ magnétique de l'aimant permanent 214 et produit une force qui entraîne le piston 200 vers l'orifice d'entrée 184. Le joint torique 211 dans le corps de soupape 188 fait l'étanchéité contre le carter de soupape 180, et le corps de soupape 188 se ferme et empêche l'air d'entrer dans l'orifice d'entrée 184.

Quand la soupape de commande 156 doit être ouverte, la polarité de tension sur le moteur linéaire 194 est inversée. Avec du courant s'écoulant dans la direction opposée à travers la bobine électromagnétique 216, une force est générée qui agit pour tirer le corps de soupape 188 à distance de l'orifice d'entrée 184. La force de traction générée par le moteur linéaire 194, combinée avec la force de poussée de l'air comprimé, déplace le corps de soupape 188 à distance de l'orifice d'entrée 184, permettant à l'air d'entrer dans l'orifice d'entrée 184 et de sortir à travers l'orifice de sortie 186.

Inversement, quand la soupape de commande 156 doit être fermée à nouveau, la polarité de tension sur le moteur linéaire 194 est inversée une fois de plus, et la force du moteur linéaire 194 et la force du ressort hélicoïdal 222 agissent pour repousser le corps de soupape 188 vers l'orifice d'entrée 184, étanchéifiant l'orifice d'entrée 184 à l'air comprimé, fermant la soupape de commande 156 une fois de plus. En cyclant la polarité de tension du moteur linéaire 194, la soupape de commande 156 peut être rapidement ouverte et fermée pour moduler rapidement l'écoulement d'air à travers la soupape de commande 156.

Les modes de réalisation décrits ci-dessus fournissent une variété de bénéfices incluant qu'une soupape pneumatique à réponse rapide peut entièrement s'ouvrir en approximativement 30 ms, peut moduler des pressions d'entrée allant jusqu'à $3,45 \times 10^5$ Pa (50 psig), peut s'ouvrir avec des pressions d'entrée allant jusqu'à $1,03 \times 10^6$ Pa (150 psig), et peut supporter des

débits au moins aussi élevés que $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700 scfm). Les modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent être actionnés électriquement et peuvent être utilisés dans des systèmes qui nécessitent d'introduire un fort écoulement d'air dans une période de temps relativement courte. En outre, les modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent être utilisés dans des systèmes qui nécessitent de couper le fort écoulement d'air dans une période de temps relativement courte. En outre, le poids et la taille des modes de réalisation décrits ci-dessus sont plus petits, plus légers, plus fiables, et moins coûteux que des solutions contemporaines et les modes de réalisation décrits ci-dessus ne s'appuient pas sur une rétroaction interne et fournissent une fonctionnalité on/off basique.

Encore en outre, les modes de réalisation décrits ci-dessus fournissent une réponse en temps réel et une rétroaction en temps réel et peuvent aussi être utilisés dans des systèmes qui s'appuient sur une rétroaction en boucle fermée. Plus précisément, quand un signal est donné aux modes de réalisation décrits ci-dessus, on vise à obtenir la réponse de sortie, en termes d'écoulement d'air en scfm, en 30 ms ou moins. Un tel retard minimal entre un signal d'entrée et une réponse de sortie est critique pour des systèmes pneumatiques qui utilisent de relativement hauts débits et nécessitent une réponse en temps réel pour une rétroaction en temps réel. Par exemple, le retard minimal est important pendant un démarrage en rotation lente parce que le système de démarreur sinon ne se fermerait pas à temps et s'il y a un problème, comme quand il y a de l'eau dans les têtes de cylindre, le moteur peut être endommagé quand les pistons continuent à aller et venir.

Pour ce qui n'a pas encore été décrit, les différentes fonctions et structures des divers modes de réalisation peuvent être utilisées en combinaison entre eux comme on le souhaite. Qu'une fonction ne puisse pas être illustrée dans tous les modes de réalisation ne signifie pas qu'elle ne peut pas être construite, mais cela est fait pour des raisons de brièveté.

de la description. Ainsi, les diverses fonctions des différent des modes de réalisation peut être mélangées et associées comme on le souhaite pour former de nouveaux modes de réalisation, que les nouveaux modes de réalisation soient ou non expressément décrits. Toutes les combinaisons ou
5 permutations des fonctions décrites ici sont couverte par la présente invention.

Cette description écrite utilise des exemples pour décrire l'invention, incluant le meilleur mode, et aussi pour permettre à l'homme de l'art de mettre en pratique l'invention, incluant de fabriquer et utiliser
10 tous dispositifs ou systèmes et de réaliser tous les procédés incorporés. Le domaine brevetable de l'invention est défini par les revendications, et peut inclure d'autres exemples qui viendraient à l'esprit de l'homme de l'art. De tels autres exemples sont sensés être dans le domaine des revendications s'ils ont des éléments structurels qui ne diffèrent pas du langage littéral
15 des revendications, ou s'ils incluent des éléments structurels équivalents avec des différences insubstantielles avec le langage littéral des revendications.

Liste des repères

10	moteur à combustion
12	vilebrequin
14	piston
15	piston
16	bloc moteur
17	tige de piston
18	chambre de piston
19	boîte de vitesses
20	partie de tête de moteur
21	cannelures
22	passage d'admission
23	train d'engrenages
24	passage d'échappement
26	soupape d'admission
28	soupape d'échappement
30	chambre de compression
32	buse de pulvérisation de carburant
34	rotation de vilebrequin
36	course d'admission
38	flèche
40	soupape d'admission ouverte
42	course de compression
44	système de démarrage à air
52	démarrreur à air
54	source de pression
56	soupape de commande
58	commande

64	capteur de démarreur
66	dents
70	partie de corps
72	sortie de démarreur
74	seconde série de dents
78	mémoire
80	carter
82	passage d'écoulement
84	orifice d'entrée
86	orifice de sortie
88	corps de soupape
90	position ouverte
92	position fermée
94	moteur linéaire
156	soupape de commande
180	carter
182	passage d'écoulement
184	orifice d'entrée
186	orifice de sortie
188	corps de soupape
194	moteur linéaire
198	intérieur
200	piston
202	tête
204	tige
206	extrémité inférieure
208	ouverture
210	évidement
211	joint torique

212	carter
214	aimant permanent
216	bobine électromagnétique
218	intérieur
220	dispositif de sollicitation
222	ressort hélicoïdal
224	une extrémité
230	premier palier
232	second palier
234	joints

REVENDICATIONS

1. Soupape de commande comprenant :

5 un carter (180) définissant un intérieur (198), avec un orifice d'entrée (184) et un orifice de sortie (186) formés dans le carter, dans laquelle un passage d'écoulement (182) est défini à travers l'intérieur de l'orifice d'entrée jusqu'à l'orifice de sortie ;

10 un piston (200) ayant une tête (202) et une tige (204) s'étendant depuis la tête et mobile alternativement entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer au moins l'un des orifices d'entrée et de sortie ;

un élément de sollicitation (220) appliquant une force de sollicitation au piston (200) pour pousser le piston (200) vers la position fermée ; et

15 un moteur linéaire (194) incluant un aimant permanent (214) monté sur la tige (204) et une bobine électromagnétique (216) entourant la tige (204) ;

20 dans laquelle quand de l'électricité passe à travers la bobine électromagnétique (216) elle génère un champ magnétique qui interagit avec l'aimant permanent (214) pour appliquer une force sur la tige (204) suffisante pour vaincre la force de sollicitation pour provoquer un mouvement du piston (200) de la position fermée vers la position ouverte ;

25 dans laquelle le passage d'écoulement (182) est dimensionné pour permettre un débit d'au moins $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ (900 scfm), et le moteur linéaire (194) déplace le corps de soupape (188) entre les positions fermée et ouverte en un temps de réponse de 30 ms ou moins.

2. Soupape de commande selon la revendication 1 dans laquelle le débit est au moins jusqu'à $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700 scfm) et le temps de réponse est inférieur à 25 ms.

5 3. Soupape de commande selon la revendication 1 dans laquelle l'élément de sollicitation (220) inclut un ressort hélicoïdal (222) ayant une extrémité venant en butée sur la tête (202) du piston (200).

4. Soupape de commande selon la revendication 3 dans laquelle le moteur linéaire (194) inclut un carter (212) et le ressort hélicoïdal (222) entoure le carter du moteur linéaire.

10 5. Soupape de commande selon la revendication 4 dans laquelle la tête (202) a une extrémité inférieure (206) définissant une ouverture (208) vers un évidement (210) et au moins une partie du carter du moteur linéaire est placée dans l'évidement.

15 6. Soupape de commande selon la revendication 5 dans laquelle la bobine électromagnétique (216) réside dans le carter (212) du moteur linéaire (194), au moins une partie de la tige (204) s'étend dans le carter du moteur linéaire, et l'aimant permanent (214) réside dans le carter du moteur linéaire.

20 7. Soupape de commande selon la revendication 6 dans laquelle le carter (212) du moteur linéaire (194) est fixé au carter (180) de la soupape de commande (56).

8. Soupape de commande selon la revendication 7, comprenant en outre un palier (230, 232) entourant la tige (204) et monté sur le carter (212) du moteur linéaire (194).

25 9. Système de démarrage à air pour un moteur comprenant :
une source d'air comprimé (54) ;
un démarreur à air (52) ; et
une soupape de commande (56) incluant un carter (180)
définissant un passage d'écoulement (182) avec un orifice d'entrée
30 (184) couplé fluidiquement à la source d'air comprimé et un orifice de

sortie (186) couplé fluidiquement au démarreur à air, un corps de soupape (188) mobile entre des positions ouverte et fermée pour ouvrir et fermer sélectivement l'un des orifices d'entrée et de sortie, provoquant une ouverture et une fermeture correspondantes de la soupape de commande, et un moteur linéaire (194) couplé fonctionnellement au corps de soupape (188) pour déplacer le corps de soupape entre les positions ouverte et fermée ;

dans lequel le passage d'écoulement (182) est dimensionné pour permettre un débit d'au moins $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ (900 scfm), et le moteur linéaire (194) déplace le corps de soupape (188) entre les positions fermée et ouverte en un temps de réponse de 30 ms ou moins ; et

dans lequel le corps de soupape (188) inclut un piston (200) ayant une tête (202) et une tige (204) s'étendant depuis la tête (202), et le moteur linéaire (194) inclut un aimant permanent (214) monté sur la tige (204) et une bobine électromagnétique (216), dans lequel quand de l'électricité passe à travers la bobine électromagnétique (216) elle génère un champ magnétique qui déplace l'aimant permanent (214), provoquant un mouvement correspondant du piston (200), provoquant le mouvement de la tête (202) de la position fermée vers la position ouverte.

10. Système de démarrage à air selon la revendication 9 dans lequel le débit est au moins jusqu'à $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ (1700 scfm) et le temps de réponse est inférieur à 25 ms.

11. Système de démarrage à air selon la revendication 9 dans lequel la soupape de commande (56) inclut en outre un élément de sollicitation (220) appliquant une force de sollicitation déplaçant le piston (200) vers la position fermée en l'absence d'une force contraire venant du moteur linéaire(194).

12. Système de démarrage à air selon la revendication 11 dans lequel la bobine électromagnétique (216) définit un intérieur (218) et l'aimant permanent (214) va et vient à travers l'intérieur.

5 13. Système de démarrage à air selon la revendication 12 dans lequel la tige (204) s'étend à travers l'intérieur.

14. Système de démarrage à air selon la revendication 13 dans lequel l'élément de sollicitation (220) inclut un ressort hélicoïdal (222) entourant la bobine électromagnétique (216).

10 15. Système de démarrage à air selon la revendication 14 dans lequel le ressort hélicoïdal (222) vient en butée sur la tête (204).

16. Système de démarrage à air selon la revendication 15 dans lequel au moins une partie de la bobine électromagnétique (216) repose dans la tête (204).

15 17. Système de démarrage à air selon la revendication 9 dans lequel :

le carter (180) définit un intérieur (198), l'orifice d'entrée (184) et l'orifice de sortie (186) étant formés dans le carter, dans lequel le passage d'écoulement (182) est défini à travers l'intérieur de l'orifice d'entrée jusqu'à l'orifice de sortie ; et

20 dans lequel un élément de sollicitation (220) applique une force de sollicitation au piston (200) pour pousser le piston vers la position fermée.

1/5

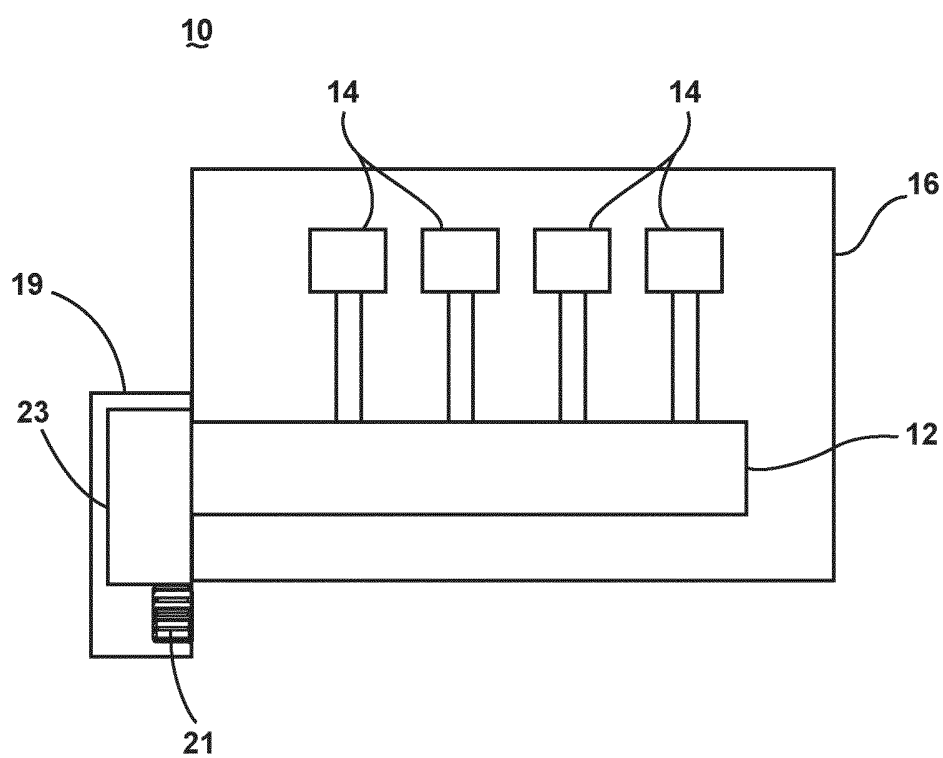


FIG. 1

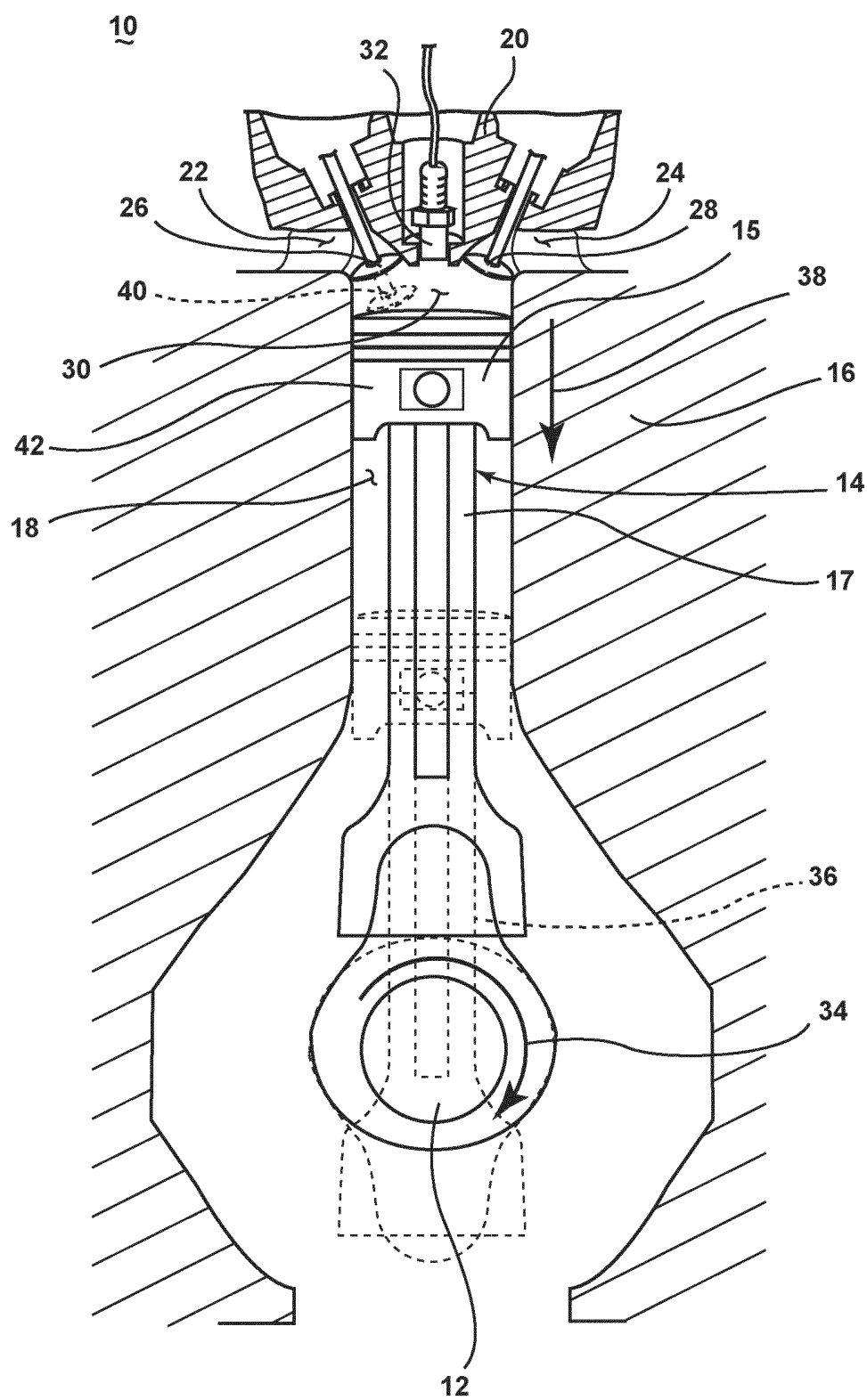


FIG. 2

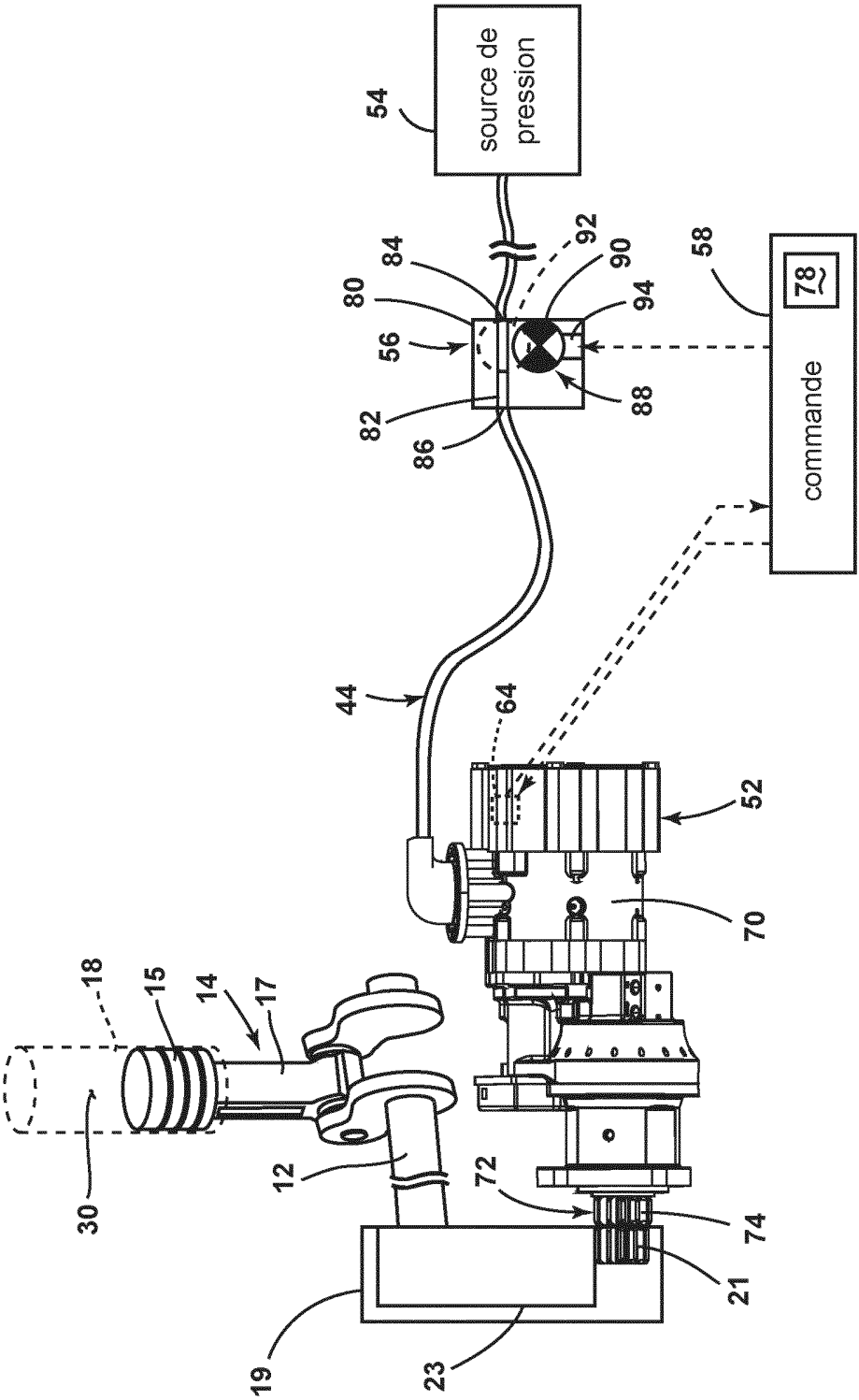


FIG. 3

4/5

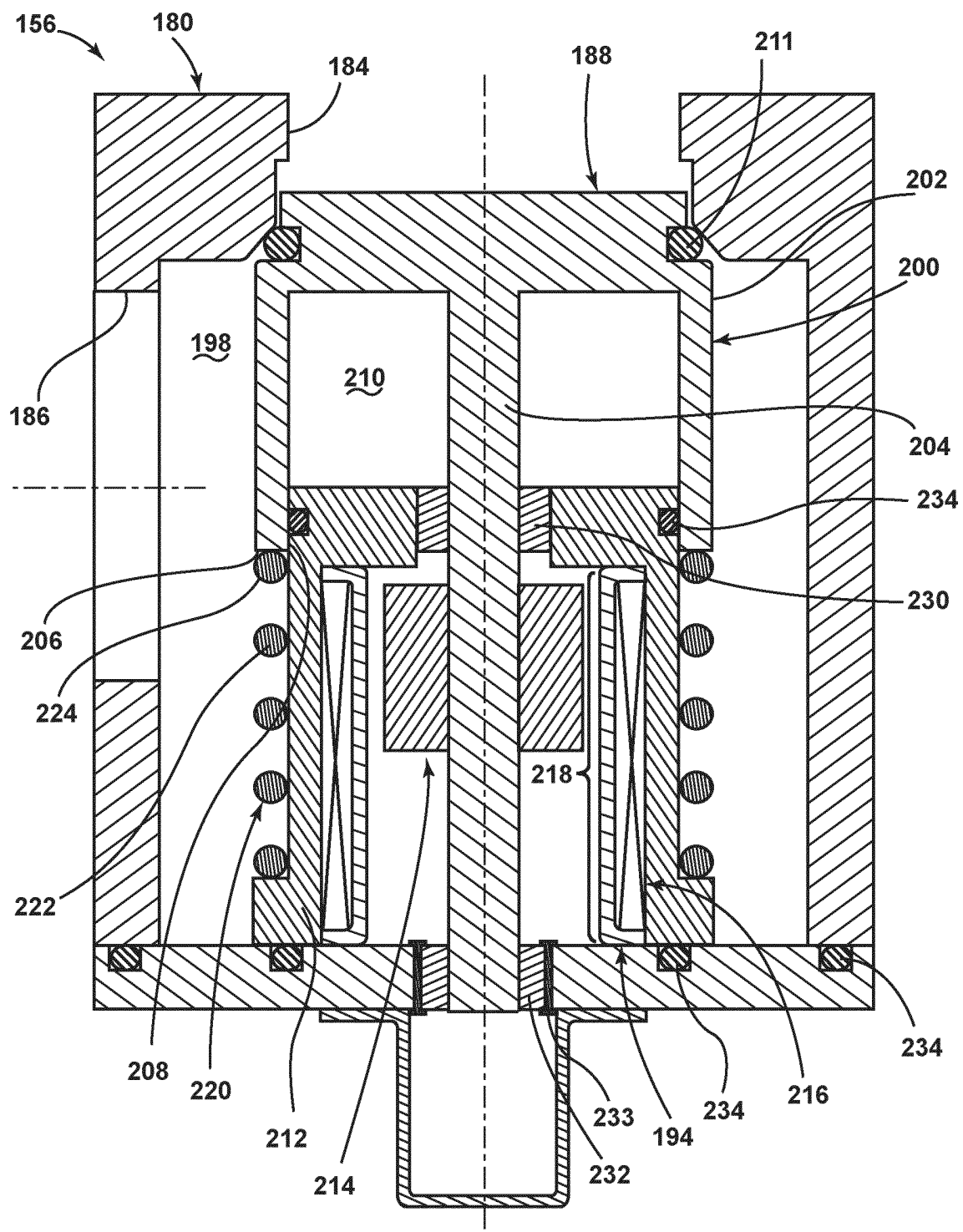


FIG. 4

5/5

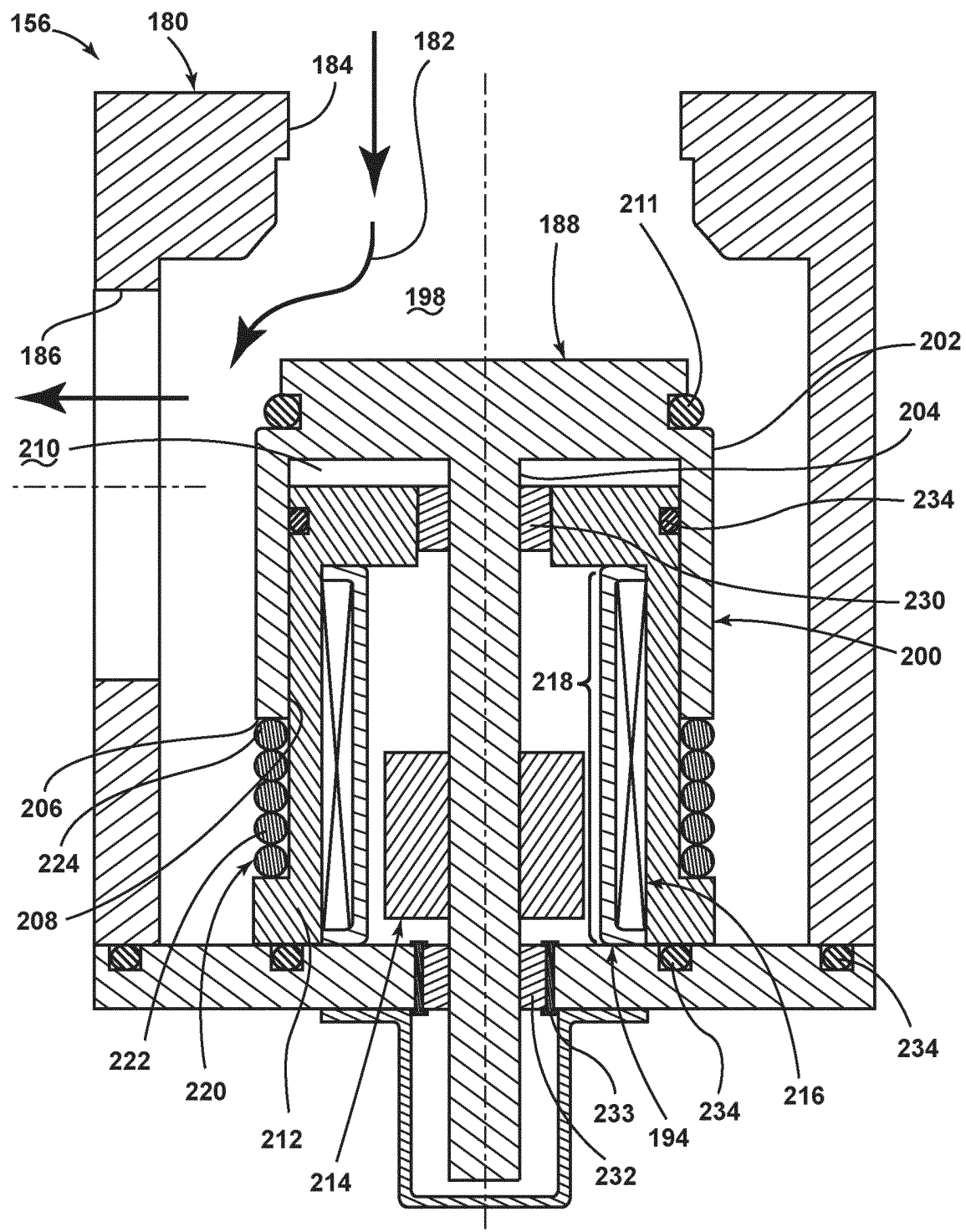


FIG. 5