

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 544 926**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **83 06447**

⑤1 Int Cl³ : H 02 K 1/34; F 02 B 71/04; H 02 K 7/18.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 20 avril 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 43 du 26 octobre 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *JARRET Jacques Henri et JARRET
Jean-Marie Baptiste.* — FR.

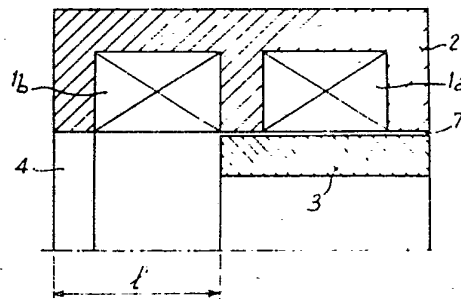
⑦2 Inventeur(s) : Jacques Henri Jarret et Jean-Marie Bap-
tiste Jarret.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Madeuf.

⑤4 Anneau magnétique pour générateurs rectilignes à pistons libres.

⑤7 Le générateur comprend deux bobines 1a, 1b entourées
par le circuit magnétique d'un inducteur 2. Le circuit magné-
tique délimite avec un équipage alternatif 3 mobile entre deux
positions un entrefer 4 dont la valeur varie en fonction du
déplacement de l'équipage mobile. L'équipage mobile est réa-
lisé sous la forme d'un anneau magnétique constitué par des
tôles 5 en matériau ferromagnétique d'épaisseur et de largeur
uniformes et disposées radialement.



FR 2 544 926 - A1

D

La présente invention concerne un générateur à excitation impulsionnelle et s'applique notamment à des générateurs rectilignes à pistons libres.

On sait que pour certains moteurs thermiques à pistons libres sans embiellage, on utilise, pour la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, des générateurs de courant comportant un inducteur à double bobine cylindrique et un piston comprenant un anneau magnétique mobile qui se déplace à l'intérieur de l'inducteur suivant un trajet rectiligne.

Dans le brevet français N° 75 19905 déposé le 9 juin 1975, on a déjà décrit un alternateur à excitation impulsionnelle comportant au moins une bobine entourée par un circuit magnétique qui délimite, avec l'anneau magnétique d'un piston mobile entre deux positions un entrefer dont la valeur varie en fonction du déplacement dudit piston. Les extrémités de la bobine sont respectivement reliées aux bornes positive et négative d'une source de courant à tension constante par l'intermédiaire de deux vannes électroniques commandées par un dispositif à impulsions, des liaisons unidirectionnelles étant en outre prévues entre chaque extrémité de la bobine et la borne opposée de la source de courant.

La présente invention concerne la réalisation de l'anneau magnétique qui permet d'obtenir un meilleur rapport que précédemment entre l'énergie transférée à chaque cycle et la masse dudit anneau magnétique.

Pour une course donnée de l'anneau magnétique lors de son déplacement rectiligne, la quantité d'énergie transférée est proportionnelle aux forces mécaniques qui s'exercent entre l'inducteur et l'anneau magnétique mobile, notamment à la composante de ces forces parallèles à la direction du mouvement. Cette composante, pour une section frontale donnée de matériau magnétique, est proportionnelle au champ magnétique établi à l'intérieur de l'entrefer principal qui n'est autre que le volume balayé par le dé-

placement de l'anneau magnétique. Or, il est nécessaire qu'un tel champ magnétique de valeur élevée soit obtenu grâce au passage du courant dans les bobines sans que soit saturé le circuit en matériau ferromagnétique qui enveloppe les bobines et qui localise les champs utiles dans l'entrefer principal. Ces considérations conduisent simultanément à accepter une saturation du matériau magnétique de l'anneau sans que le circuit magnétique fixe de l'inducteur soit lui-même saturé.

10 L'invention vise à résoudre le problème ci-dessus et permet également de réduire le poids et le coût d'un générateur rectiligne, tel que celui décrit dans le brevet ci-dessus.

15 Conformément à l'invention, le générateur comprend une partie mobile réalisée sous la forme d'un anneau magnétique constitué par des tôles en matériau ferromagnétique d'épaisseur et de largeur uniformes et disposées radialement; la largeur des tôles est choisie de telle manière que les tôles magnétiques se trouvent très rapprochées les unes des autres dans leur partie la plus proche de l'axe de l'anneau, et régulièrement espacées les unes des autres dans leur partie la plus proche de l'inducteur.

20 Conformément à une autre caractéristique de l'invention, la distance entre les tôles à proximité de l'entrefer résiduel est telle que la proportion du matériau ferromagnétique dans cette zone représente 50 à 80% de la proportion des tôles dans les circuits magnétiques de l'inducteur.

30 L'invention s'étend également à un procédé pour la réalisation de l'anneau magnétique qui est obtenu en plaçant dans un moule des tôles préalablement découpées et cintrées, la partie cintrée de chaque tôle étant disposée dans le moule symétriquement par rapport à la partie cintrée des tôles voisines.

35 Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, au dessin annexé.

La fig. 1 est une demi-vue schématique en coupe
5 d'un générateur conforme à l'invention.

La fig. 2 est une vue en coupe de la fig. 1, prise le long de la ligne 2-2 de cette figure.

La fig. 3 est une section partielle, à plus grande échelle, de l'anneau magnétique de la fig. 1.

10 Les fig. 4a et 4b représentent chacune, en coupe-élévation, une demi-vue d'un générateur conforme à l'invention dans une position caractéristique du générateur.

En se référant maintenant au dessin, les fig. 1 et 2 représentent, de manière schématique, un générateur
15 conforme à l'invention. Chaque bobine 1a, 1b du générateur est enveloppée par un circuit magnétique ou inducteur 2 en tôle de fer feuilleté qui délimite, avec un équipement mobile 3 réalisé sous la forme d'un anneau en tôle ferromagnétique feuilletée, un entrefer 4 dont la valeur varie en fonction
20 des déplacements de l'équipage mobile.

A la fig. 3, on a représenté une section partielle de l'anneau magnétique constituant l'équipage mobile 3. L'anneau magnétique 3 est formé par des lamelles 5 radiales réalisées par des tôles ferromagnétiques espacées
25 par un isolant 6.

Conformément à l'invention, les lamelles 5 sont constituées par des tôles en matériau ferromagnétique d'épaisseur et de largeur uniformes et disposées radialement. La largeur des lamelles 5 de l'anneau magnétique est choisie de telle manière que celles-ci se trouvent très rapprochées les unes des autres dans leur partie la plus proche de l'axe de l'anneau magnétique et régulièrement espacées les unes des autres dans leur partie la plus proche de l'inducteur 2. La distance entre les lamelles 5, à proximité
35 de l'entrefer résiduel 7, est telle que la proportion du matériau ferromagnétique dans cette zone représente 50 à

80 % de la proportion de tôle dans les circuits magnétiques de l'inducteur 2.

Pour que la partie des lamelles de tôle 5 de l'anneau magnétique 3 qui se trouve au droit d'une bobine 5 1a, 1b parcourue par du courant soit convenablement saturée, la largeur de chaque tôle 5 est sensiblement égale à celle des tôles du circuit magnétique fixe à proximité de l'entrefer résiduel 7. La section de fer saturée est donc égale à la section constante de chaque tôle de l'anneau, multi- 10 pliée par le nombre de tôles pouvant être montées radialement suivant les dispositions précédemment indiquées. Le rapport de la section frontale du matériau magnétique de l'anneau 3 à la surface développée du matériau magnétique de chaque branche de l'inducteur 2 au droit de l'entrefer 15 résiduel 7 permet d'évaluer le champ magnétique maximal qui peut être localisé dans l'entrefer principal 4 sans saturation du circuit magnétique de l'inducteur 2.

Pour réaliser un anneau magnétique conforme à l'invention, on utilise des tôles magnétiques rectangulai- 20 res découpées à des dimensions légèrement supérieures à celles de l'anneau magnétique que l'on veut obtenir. Dans un exemple de réalisation, on découpe de la tôle de ferrocobalt de 0,2mm d'épaisseur en rectangle de 12,2mm x 62,4mm. Les tôles sont légèrement cintrées et introduites dans un 25 moule de dimensions convenables en ayant soin d'intervertir le sens du cintrage pour chacune des tôles par rapport aux tôles voisines. L'effet de ressort ainsi obtenu impose aux tôles une disposition radiale, telle que celle représentée de manière schématique à la fig. 3 et qui ne pourrait être 30 que difficilement réalisée par tout autre moyen. Lorsque la totalité des tôles a été mise en place dans le moule, on injecte un produit isolant et collant qui, après cuisson, forme l'isolant 6 de la fig. 3 et maintient les tôles entre elles en permettant un usinage définitif de l'anneau magné- 35 tique aux côtes désirées.

Le matériau ferromagnétique utilisé est, de pré-

férence, soit un alliage de ferro-cobalt comme indiqué précédemment, soit du fer au silicium à grains orientés qui est plus lourd mais moins cher que les alliages de ferro-cobalt.

5 Les fig. 4a et 4b représentent deux vues d'une réalisation d'un générateur construit suivant les figures précédentes.

Aux fig. 4a et 4b, le générateur comporte un seul cylindre thermique 10 dans lequel se déplacent deux équipages mobiles cylindriques 11 et 12.

10 Le cylindre thermique 10 présente des lumières d'admission 13 et 14, des lumières d'échappement 15 et 16 et un injecteur central 17. Les équipages mobiles 11 et 12 oscillent symétriquement entre, d'une part, un point mort extérieur atteint lorsque les faces opposées des pistons des équipages mobiles ont comprimé un liquide contenu dans les chambres 17a et 17b de deux dispositifs hydrauliques élastiques de renvoi (fig. 4a) et, d'autre part, un point mort intérieur atteint lorsque les faces de travail des pistons s'immobilisent à une distance de l'ordre de 2mm l'un de l'autre après avoir comprimé le mélange combustible introduit en 17 dans la chambre médiane à volume variable 18 qu'ils délimitent et avant que le mélange combustible ne renvoie les pistons. Au dessin on a représenté les chambres 17a et 17b contenant le liquide de renvoi schématiquement relié à une source de liquide 19.

20 Chaque équipage mobile 11, 12 comporte un anneau magnétique, respectivement 20 et 21, analogue à l'anneau magnétique 3 des fig. 1 et 2. Les anneaux magnétiques 20 et 21 sont sortis dans une matière non magnétique 22, 23, et ils sont destinés à être déplacés au cours du mouvement alternatif des équipages mobiles 11, 12 devant un inducteur annulaire feuilleté, respectivement 24 et 25, analogue à l'inducteur 2 des fig. 1 et 2.

35 Comme dans la réalisation représentée schématiquement aux fig. 1 et 2 en ce qui concerne les bobines.

1a et 1b, des bobines 26, 27 et 28, 29 sont placées parallèlement dans les encoches du circuit magnétique des inducteurs 24 et 29. On voit que lorsque l'anneau magnétique 20 relatif à l'équipage mobile 11 se trouve devant une des bobines 26 ou 27, la partie non magnétique se trouve devant l'autre bobine. Il en est de même pour l'anneau magnétique 21 par rapport aux bobines 28 et 29.

Les bobines 26, 27 et respectivement 28, 29 en liaison avec les anneaux magnétiques 20 et 21 constituent des organes de démarrage pour la mise en route du générateur, des organes d'accord des déplacements symétriques des équipages mobiles 11 et 12, ainsi que des sources de production d'énergie électrique fournie par le fonctionnement du générateur et prélevée sur les équipages mobiles à l'aller comme au retour de leurs mouvements alternatifs.

D'une manière analogue à ce qui a été expliqué dans le brevet français N° 75 19905 ci-dessus, l'ensemble du générateur est excité à partir d'un dispositif représenté schématiquement en 30 tel que les extrémités des bobines soient respectivement reliées aux bornes positive et négative d'une source à courant constant par l'intermédiaire de vannes électroniques commandées par un dispositif à impulsions, des liaisons unidirectionnelles étant en outre prévues entre chaque extrémité des bobines et la borne opposée de la source de courant.

A titre d'exemple, et en se référant aux fig. 4a et 4b, on peut réaliser un générateur de courant conforme à l'invention dans lequel la course (1 à la fig. 2) de l'anneau magnétique 20, 21 serait de 50mm, la longueur de l'inducteur 24, 25 serait de 112mm avec deux bobines 26, 27 et respectivement 28, 29 de 38mm chacune, de sorte que la longueur de chaque branche de l'inducteur 24, 25 est égale au tiers de 112mm - 2 x 38mm, soit 12mm. La longueur de l'anneau magnétique 20, 21 sera alors de 62mm correspondant à une longueur de bobine de 38mm plus deux largeurs de branche magnétique de 12mm. Toujours à titre d'exemple, conformément à l'invention, l'anneau magnétique 20, 21 sera

constitué d'un certain nombre de tôles ferromagnétiques en forme de lamelles référencées 5 à la fig. 3, disposées radialement et présentant chacune une section de 0,2mm d'épaisseur et de 12mm de hauteur.

5 Si lesdites tôles radiales de l'anneau magnétique 20, 21 sont séparées les unes des autres par un isolant référencé 6 à la fig. 3, dont l'épaisseur varie de 0,01mm dans leur partie la plus proche de l'axe de l'anneau à 10 0,13mm dans les parties les plus proches de l'inducteur, le diamètre intérieur de l'anneau magnétique serait de 42mm et le diamètre extérieur de 66mm, le diamètre intérieur de l'inducteur 24, 25 étant alors de 66,3mm pour permettre le déplacement rectiligne de l'anneau magnétique 20, 21.

15 La section frontale de matériau ferromagnétique (par exemple du ferro-cobalt dont l'induction de saturation a pour valeur 2,3 tesla) comportera $42\pi / 0,21 = 628$ tôles. Chacune des tôles présentant une surface en mm^2 égale à $0,2 \times 12$, les 628 tôles représentent une surface de $0,2 \times 12 \times 628 = 1507 \text{ mm}^2$.

20 D'autre part, la surface développée de chaque branche de l'inducteur 24, 25 (longueur 12mm et diamètre de 66,3mm) sera égale à $66,3\pi \times 12 = 2500 \text{ mm}^2$.

25 Si on limite à 1,8 tesla l'induction maximale à travers la section de 2500 mm^2 de chaque branche de l'inducteur, le flux magnétique maximal sera de $1,8 \times 2500 \times 10^{-6} = 0,0045$ Weber (10^{-6} étant le coefficient correspondant du système SI). L'induction dans les tôles de l'anneau magnétique 20, 21 sera donc approximativement de 30 $0,0045 / 1507 \times 10^{-6} = 2,986$ tesla. L'induction de saturation des tôles étant de 2,3 tesla, le champ magnétique maximal correspondra à une induction de $2,986 - 2,3 = 0,686$ tesla et sa valeur pourra atteindre $0,686 / 4\pi \times 10^{-7}$ ($4\pi \times 10^{-7}$ étant le coefficient correspondant du système SI) soit 548 800 ampères par mètre sans que soit dépassée l'induction maximale de 1,8 tesla 35 recherchée dans les branches de l'inducteur 24, 25.

La quantité d'énergie électrique susceptible

d'être transférée par le générateur pendant un demi-cycle est égale au produit du nombre d'ampères/tours par la variation de flux magnétique dans la partie du circuit considérée. Le nombre d'ampères/tours est au maximum celui qui permet d'atteindre le champ magnétique maximal de 548 800 ampères par mètre ci-dessus, soit $548\ 800 \times 0,038$ (0,038 étant la longueur en mètre d'une bobine) ou 20 854 ampères/tours. La valeur moyenne pondérée est approximativement égale à 60% de cette valeur, c'est-à-dire égale à 12 512 ampères/tours. La variation de flux magnétique à l'intérieur de chaque bobine 26, 27 et respectivement 28, 29 est égale au produit de l'induction ferrique par la section frontale de ferro-cobalt de l'anneau magnétique 20, 21 soit $2,3 \times 1507 \cdot 10^{-6} = 0,003466$ Weber. La quantité d'énergie transférée par cycle sera donc de $2 \times 12\ 512 \times 0,003466 = 87$ joules environ pour une masse ferromagnétique de l'anneau de $0,62 \times 0,1507 \times 8,12 = 0,759$ kg (0,1507 représente, comme on l'a vu, la section en dm^2 des 628 tôles et 8,12 la densité des tôles de l'anneau alors que 0,62 représente la longueur de l'anneau en dm), cette masse de 0,759 kg se déplaçant de $l = 50\text{mm}$ à chaque demi-cycle.

Dans un générateur linéaire conforme à celui représenté aux fig. 4a et 4b, une masse unitaire d'anneau magnétique de 0,759kg permet de réaliser des équipages mobiles 11 et 12 ayant une masse unitaire de 1,8 kg environ autorisant une fréquence d'oscillation de 150 hertz. La puissance transférée par les deux anneaux magnétiques 20 et 21 atteindrait alors $87 \times 2 \times 150 = 26\ 000$ Watts environ.

Le rapport entre la puissance obtenue, et la masse d'anneaux magnétiques est égal à $(26\ 000/0,759) \times \frac{1}{2} = 17\ 128$ Watts par kg environ ce qui est tout à fait remarquable étant donné que la vitesse moyenne des équipages mobiles n'est, par hypothèse, (pour une course de 50mm à 150 Hz) que de $0,05 \times 2 \times 150 = 15$ mètres par seconde.

L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation représentés et décrits en détail car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1 - Générateur comportant au moins une bobine (1a, 1b) entourée par le circuit magnétique d'un inducteur (2) pour prélever de l'énergie électrique, ce circuit magnétique délimitant, avec un équipement alternatif (3) 5 mobile entre deux positions, un entrefer (4) dont la valeur varie en fonction du déplacement dudit équipement mobile, caractérisé en ce que l'équipement alternatif mobile est réalisé sous la forme d'un anneau magnétique constitué par des tôles (5) en matériau ferromagnétique d'épaisseur 10 et de largeur uniformes et disposées radialement.

2 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur des tôles est choisie de telle manière que les tôles magnétiques se trouvent très rapprochées les unes des autres dans leur partie la plus proche 15 de l'axe de l'anneau et régulièrement espacées les unes des autres dans leur partie la plus proche du circuit magnétique de l'inducteur.

3 - Générateur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la distance entre les tôles à 20 proximité de l'entrefer résiduel est telle que la proportion du matériau ferromagnétique dans cette zone représente 50 à 80 % de la proportion de tôle dans les circuits magnétiques de l'inducteur.

4 - Générateur selon l'une des revendications 1 25 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines disposées parallèlement dans les encoches du circuit magnétique de l'inducteur de manière à prélever l'énergie sur l'équipement mobile à l'aller comme au retour d'un mouvement alternatif afin d'assurer une meilleure continuité du courant fourni.

30 5 - Générateur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque équipement mobile correspond à la partie magnétique d'un équipement d'un moteur thermique à piston libre.

6 - Procédé pour la réalisation de l'anneau ma- 35 gnétique de la revendication 1 dans lequel on place dans un moule des tôles (5) préalablement découpées et cintrées,

la partie cintrée de chaque tôle étant disposée dans le moule symétriquement par rapport à la partie cintrée des tôles voisines, lorsque la totalité des tôles a été mise en place dans le moule, on injecte un produit isolant et collant (6) qui après cuisson maintient les tôles entre elles en permettant un usinage définitif de l'anneau magnétique aux côtes désirées.

1/2

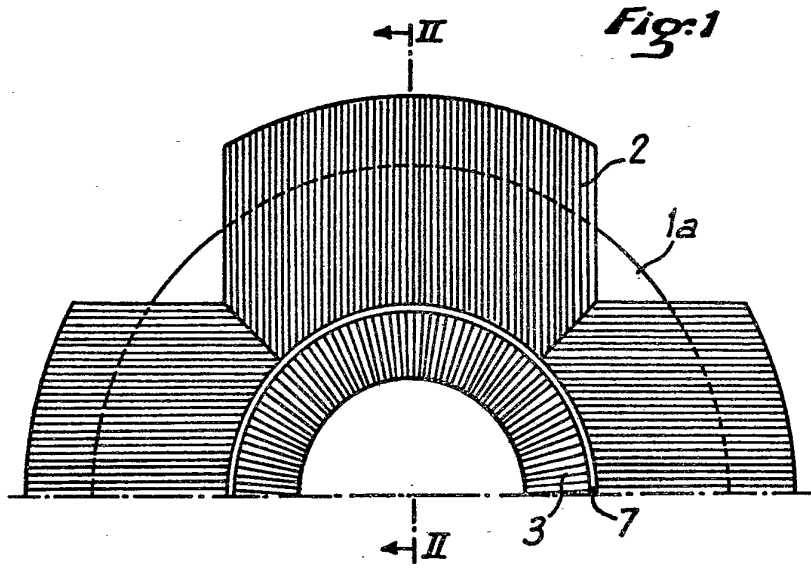


Fig:2

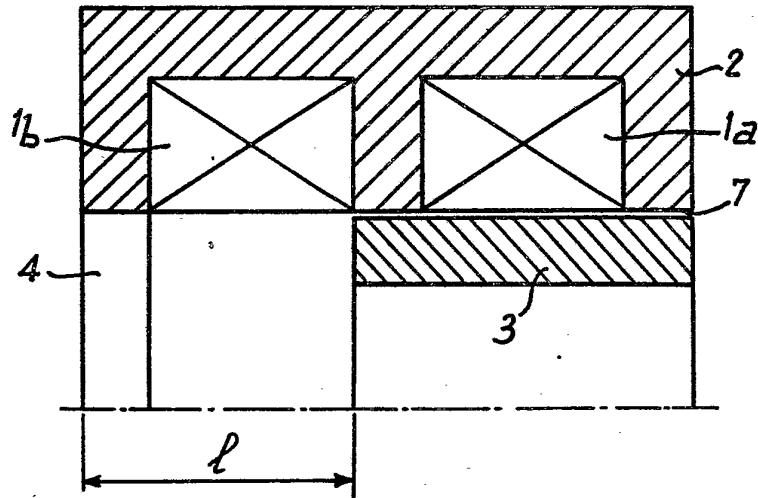
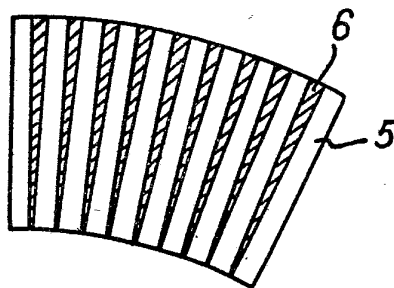


Fig:3



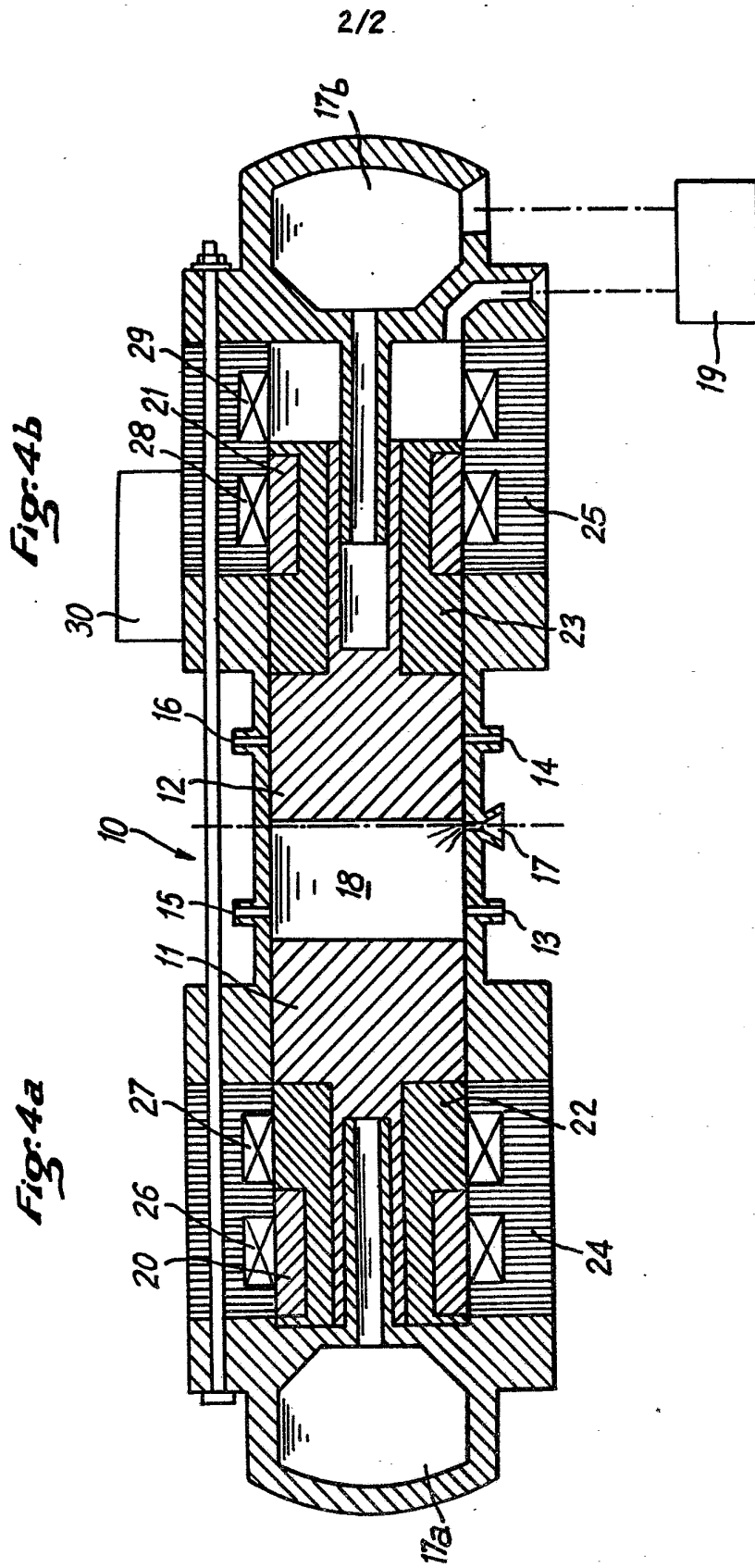


Fig. 4b

Fig. 4a