

①⑤ BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE
PUBLICATION

- ②② Date de dépôt..... 1er avril 1970, à 11 h 40 mn.
Date de la décision de délivrance..... 6 décembre 1971.
Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 52 du 31-12-1971.
- ⑤① Classification internationale (Int. Cl.).. **F 16 c 39/00//F 04 d 19/00.**
- ⑦① Déposant : COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE et SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE
ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION, résidant en France.
- ⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①
- ⑦④ Mandataire : Brevatome.
- ⑤④ Dispositif de support et de centrage de rotor vertical tournant à grande vitesse et pompe à
vide turbomoléculaire en comportant application.
- ⑦② Invention de : Marcel-Gustave Rousseau et Robert Berthoumieux.
- ③③ ③② ③① Priorité conventionnelle :

La présente invention, due à MM. Marcel Gustave ROUSSEAU de la SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION et Robert BERTHOUMIEU du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, a pour objet un dispositif de support et de centrage de rotor vertical tournant à grande vitesse. L'invention trouve une application particulièrement importante, bien que non exclusive, dans les pompes à vide turbomoléculaires qui utilisent l'entraînement moléculaire par les disques d'un rotor tournant à grande vitesse pour extraire le gaz résiduel d'une enceinte et le refouler vers une source de vide primaire.

Le supportage et le centrage d'un rotor vertical tournant à grande vitesse pose un problème difficile à résoudre lorsque le centrage doit être très précis et que la vitesse atteint plusieurs dizaines de milliers de tours par minute. Ce cas est notamment celui des pompes à vide turbomoléculaires où les jeux qui subsistent en fonctionnement sont très faibles. Le problème est encore compliqué par la nécessité d'éviter toute remontée de lubrifiant vers l'enceinte à vider. Cette même sujétion peut se présenter dans d'autres cas, notamment lorsque le rotor travaille dans un gaz qui ne doit pas être pollué par des vapeurs de lubrifiant.

On a déjà proposé un certain nombre de solutions au problème précédent. On a notamment envisagé l'utilisation de paliers à gaz. Mais, dans le cas des pompes à vide, ces paliers à gaz doivent, pour fonctionner correctement, laisser passer un débit de gaz qui dégrade les performances de la pompe. La SNECMA a proposé dans la demande de brevet français n° PV 47 489 du 31 janvier 1966 une solution qui consiste à confier le centrage et le maintien axial du rotor à des paliers magnétiques ou électromagnétiques. Cette solution, si elle donne des résultats satisfaisants, évite tout contact mécanique direct entre le rotor et les parties fixes et s'adapte bien à un montage où le moteur d'entraînement du rotor est placé hors de l'enceinte, présente malheureusement en contre-partie l'inconvénient d'exiger un asservissement complexe.

L'invention vise à fournir un dispositif de centrage et de maintien axial d'un rotor vertical répondant mieux que les dispositifs antérieurs proposés dans ce but aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il assure une précision élevée du centrage, tout en restant relativement simple.

L'invention propose dans ce but un dispositif de support et de centrage d'un rotor porté par un arbre vertical tournant autour de son axe et entraîné par un moteur coaxial à l'arbre, caractérisé par un palier de butée portant ledit arbre et par
5 deux demi-paliers magnétiques de centrage du rotor placés de part et d'autre de celui-ci dans le sens axial.

Le palier de butée comprend avantageusement deux roulements à billes placés chacun à une extrémité de l'ensemble tournant du moteur dans le sens axial ; quant aux demi-paliers
10 magnétiques, ils comprennent avantageusement chacun d'une part une plaque à dents fixée sur une face terminale du rotor et d'autre part un boîtier fixe, muni d'aimants et d'une plaque à dents coopérant avec la plaque portée par le rotor.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la
15 description qui suit de modes de mise en oeuvre donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la fig. 1 montre, très schématiquement, une pompe turbomoléculaire constituant un premier mode de mise en oeuvre de
20 l'invention, en coupe suivant un plan vertical passant par son axe;

- la fig. 2 est une vue de détail à grande échelle du demi-palier magnétique supérieur de la pompe de la fig. 1 ;

- la fig. 3 est une vue à grande échelle de la partie inférieure d'une pompe suivant une variante de mise en oeuvre de
25 l'invention, en coupe suivant un plan vertical passant par l'axe et montrant, en particulier, le palier de butée.

La pompe turbomoléculaire illustrée en fig. 1 et 2 comporte un carter 10 en plusieurs pièces assemblées muni d'une ouverture 11 reliée à une conduite d'aspiration de gaz hors d'une
30 enceinte à vider et d'une ouverture inférieure 12 de liaison avec une conduite 14 de rejet vers une source de vide primaire. Dans le carter, de forme cylindrique à axe vertical, est placé un rotor vertical 16 qui sépare les ouvertures 11 et 12. Ce rotor comporte des disques empilés 18 montés sur un manchon 20 et
35 retenu par une plaque inférieure 22. Le carter 10 porte de son côté un empilement de disques circulaires fixes 28 intercalés entre les disques rotatifs 18, enserrés entre un épaulement 30 du carter et des organes de retenue élastiques, schématisé sur la fig. 1 par une simple rondelle 32. Entre les disques rotatifs
40 18 et les disques fixes 28 subsistent les jeux longitudinaux et

radiaux nécessaires au bon fonctionnement de la pompe. Il n'est pas nécessaire de décrire ces dispositions générales davantage car on pourra se reporter à des documents antérieurs et notamment au brevet n° PV 47 489 déjà cité.

5 A la plaque 22 du rotor 16 est fixée la partie terminale supérieure d'un arbre de support et d'entraînement 34. Cet arbre est entraîné en rotation par un moteur électrique 36 placé sous le rotor 16. Le moteur 36 comporte un ensemble fixe, constitué essentiellement par un enroulement statorique 92 porté par un
10 boîtier 93 fixé au fond 95 du carter 10, et un ensemble tournant. Cet ensemble tournant se compose essentiellement d'un enroulement rotorique 94 porté par un manchon 96.

 Dans le mode de réalisation illustré en fig. 1, il est prévu un circuit de refroidissement du moteur électrique. Ce
15 circuit comprend une conduite d'amenée de fluide, (flèche f), une chemise 98 délimitant avec le boîtier 93 une chambre annulaire entourant l'enroulement statorique 94 et une conduite de départ (flèche f') : la chaleur dégagée dans l'enroulement statorique passe à travers la chemise dans le fluide de refroidissement.

20 L'ensemble rotatif du moteur électrique 36 est porté par un palier de butée qui encaisse également les efforts verticaux dus au rotor 16 et transmis par l'arbre 34 (en particulier le poids du rotor). Ce palier de butée se compose de deux roulements à billes 38 et 38' interposés, le premier entre l'extrémité haute
25 du manchon 96 et une plaque 40 placée à la partie supérieure du boîtier 93, le second entre l'extrémité inférieure du manchon 96 et une douille fixée à la plaque de fond 42 du boîtier 93. Un carter 44 sous la plaque de fond 42 collecte les fuites d'huile éventuelles.

30 La partie inférieure de l'arbre 34 comporte un renflement 46 et, au-dessous de celui-ci, un prolongement 48 de plus faible diamètre. Ce prolongement s'engage dans un alésage de diamètre correspondant du manchon et il est bloqué dans celui-ci par des écrous 50. La partie de l'arbre 34 au-dessus du renflement 46
35 traverse le manchon dans un passage de diamètre suffisant pour lui permettre de fléchir légèrement. Enfin la partie supérieure de l'arbre présente un cône 52 de réception de la plaque 22 du rotor 16.

Le rotor 16, porté par les roulements 38 et 38', est centré par deux demi-paliers magnétiques 54 et 54' placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du rotor. Ces deux paliers étant de constitution identique et disposés l'un et l'autre entre le rotor 5 16 et le carter, seul le premier sera décrit.

Le demi-palier supérieur 54 (fig. 2) comprend une partie fixe, solidaire du couvercle 56 du carter 10, et une partie rotative solidaire du rotor 16. La partie solidaire du couvercle 56 comprend une plaque annulaire 62 que des bagues filetées 64 10 fixent rigidement au couvercle 56. Sur le pourtour de la plaque 62 sont fixées, à intervalles réguliers, les parties terminales supérieures de plusieurs colonnettes 66 parallèles à l'axe du rotor, au nombre de trois par exemple. L'extrémité inférieure de chaque colonnette est fixée à un boîtier 68 en plusieurs pièces 15 assemblées. Ce boîtier contient un certain nombre d'aimants 72 (six par exemple). Le flux magnétique de ces aimants se referme par un circuit comprenant deux plateaux 74 et 76 munis de dents de centrage en regard. La partie rotative du demi-palier magnétique de centrage 54 est constituée essentiellement par le 20 plateau 76 qui présente des dents destinées à s'aligner avec celles du plateau 74.

Le demi-palier inférieur 54' présente une constitution similaire à celle qui vient d'être décrite. Il est fixé sur une plaque 78 solidarifiée du carter 10 par des colonnettes 66'.

25 Les paliers magnétiques présentent la caractéristique d'avoir une raideur relativement faible. C'est pour tenir compte de cette particularité que les parties fixes des deux demi-paliers 54 et 54' sont montées sur le carter non pas rigidement, mais par l'intermédiaire de colonnettes 66 ou 66' en matériau 30 d'élasticité élevée (acier à ressort non magnétique par exemple). La présence de ces colonnettes facilite le passage du rotor aux vitesses critiques.

L'action des colonnettes 66 et 66' peut être complétée par des organes de maintien élastiques. Chacun de ces organes 35 (fig. 2) comprend un ressort 80 interposé entre un pion 82 porté par le boîtier du demi-palier correspondant et une vis de réglage 84 fixée à la plaque 62.

On voit que le montage qui vient d'être décrit confie à deux organes différents la transmission des efforts axiaux d'une part, le centrage d'autre part. Grâce à la longueur importante d'arbre 34 qui subsiste entre son point de fixation sur le manchon 5 96 (dont le centrage doit évidemment rester dans le domaine des tolérances requises pour le bon fonctionnement du moteur électrique) et son point de fixation sur le rotor, l'arbre étant légèrement flexible, peut laisser débattre le rotor. Le centrage est ainsi assuré uniquement par le palier magnétique constitué des deux 10 demi-paliers 54 et 54' qui retiennent chacun une des faces opposées du rotor 16.

Les roulements à billes illustrés en fig. 1 sont du type graissé à vie et ne comportent donc aucune lubrification additionnelle. Pour freiner toutefois les départs de vapeur d'huile vers 15 le rotor, il est prévu une cloche 86 fixée sur la plaque 40 et qui laisse à l'arbre 34 un jeu suffisant à ses débattements.

Le mode de réalisation illustré en fig. 3 se différencie notamment du précédent en ce qu'il utilise des paliers lubrifiés. Sur la fig. 3, où les pièces correspondant à celles déjà illustrées 20 en fig. 1 et 2 portent le même numéro de référence affecté de l'indice a, on retrouve un carter 10a dont le fond 95a porte un boîtier 93a muni d'un circuit de refroidissement 98a. L'arbre 34a qui porte le rotor 16a est fixé à la partie inférieure d'un manchon 96a. Ce manchon est centré par deux roulements à billes 42a et 38a 25 formant palier de butée. A ces paliers est associé un circuit de lubrification qui comporte un passage d'admission 100 qui débouche dans un espace délimité à sa partie supérieure par deux bagues d'étanchéité 102 et 104 qui coopèrent pour constituer un joint à labyrinthe. La bague interne 102 est fixée au manchon 96a tandis 30 que la bague externe 104 est fixée au couvercle 78a qui ferme le boîtier 93a et porte le chemin de roulement externe du roulement 38a.

De l'huile provenant du passage 100 s'écoule vers le bas à travers le roulement 38a. Elle est projetée vers l'extérieur par 35 un déflecteur centrifuge 106 qui protège le moteur, s'écoule par un perçage 108 vers le roulement inférieur 42a et de là dans le carter 44a.

D'autres modes de réalisation sont évidemment possibles et il doit être entendu que les variantes de tout ou partie des dispositions décrites restant dans le cadre des équivalences mécaniques sont couvertes par le présent brevet. En particulier
5 les deux demi-paliers magnétiques peuvent être d'un type différent de celui qui a été représenté à titre d'exemple.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de support et de centrage d'un rotor porté par un arbre vertical tournant autour de son axe et entraîné par un moteur coaxial à l'arbre, caractérisé par un palier de butée
5 portant ledit arbre et par deux demi-paliers magnétiques de centrage du rotor placés de part et d'autre de celui-ci dans le sens axial.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le palier de butée comprend deux roulements à billes placés chacun à une extrémité de l'ensemble tournant du moteur dans le
10 sens axial.

3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit palier de butée porte un manchon central de l'ensemble tournant du moteur d'entraînement et en ce que ledit arbre présente entre son point de fixation sur le rotor et son point
15 de fixation sur le manchon une partie libre permettant un débattement radial du rotor.

4. Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé en ce que ledit arbre est fixé par son extrémité inférieure à la partie inférieure du manchon du moteur placé sous le rotor, traverse
20 ledit manchon avec un jeu radial et est fixé par son extrémité supérieure au rotor.

5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacun desdits demi-paliers magnétiques comprend d'une part une plaque à dents fixée sur une
25 face terminale du rotor et d'autre part un boîtier fixe, muni d'aimants et d'une plaque à dents coopérant avec la plaque portée par le rotor.

6. Application du dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes à une pompe turbomoléculaire comprenant
30 un rotor à disques placé dans un carter muni de moyens de jonction avec une conduite d'aspiration et avec une conduite de rejet vers une source de vide primaire placés chacun d'un côté du rotor, caractérisé en ce que ledit moteur baigne dans le vide primaire.

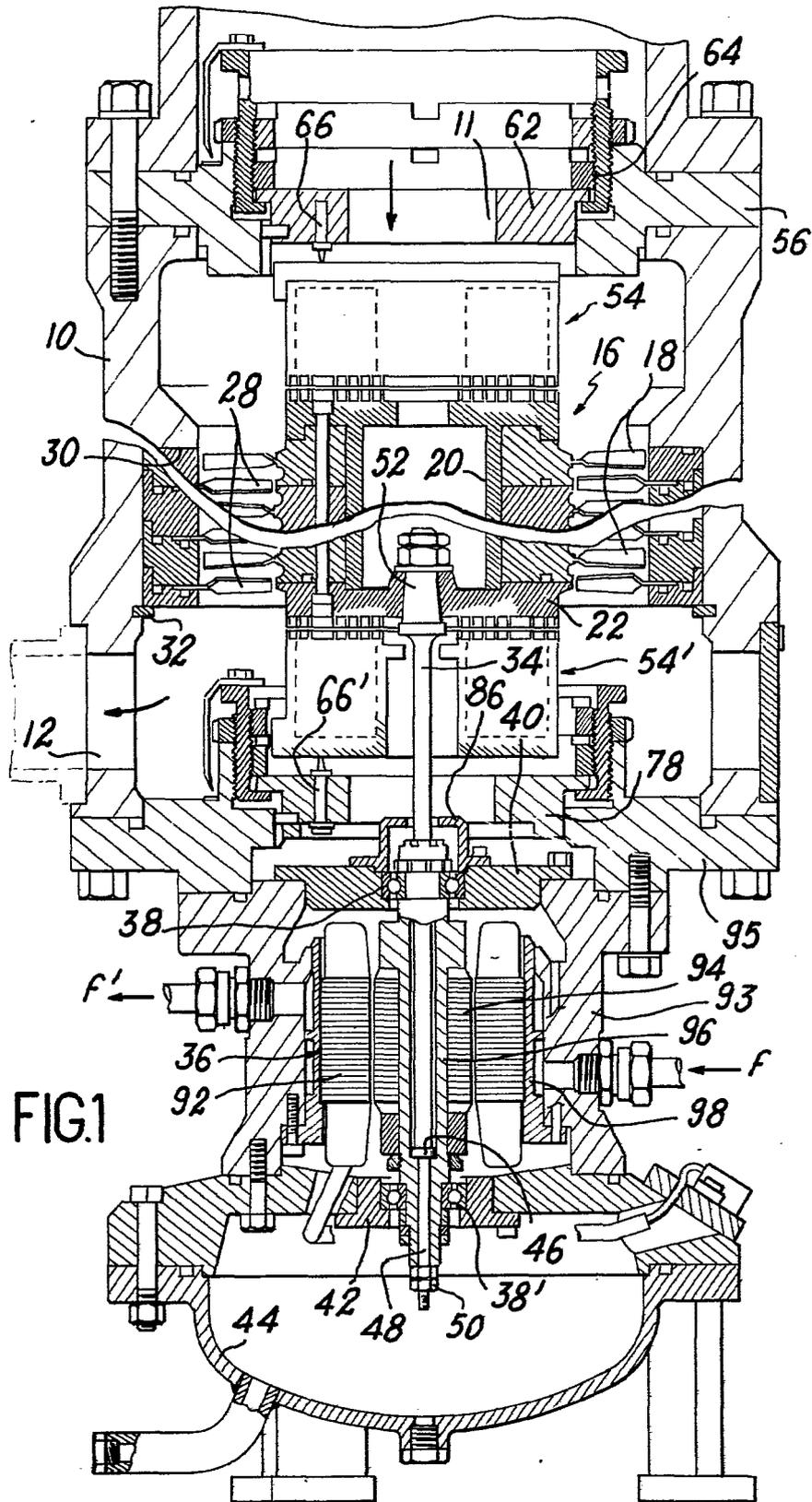
7. Application suivant la revendication 6, caractérisé
35 par des moyens de refroidissement du moteur.

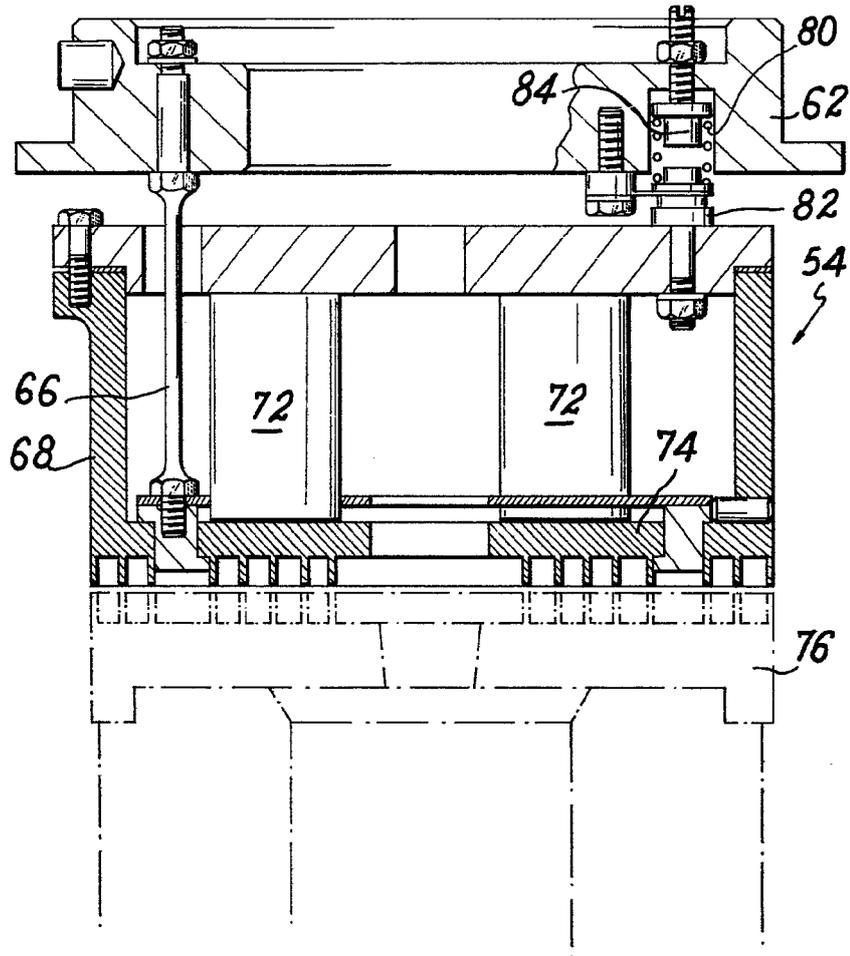
70 11572

8

2086526

8. Application suivant la revendication 7, caractérisé par des moyens d'étanchéité séparant le palier de butée et le moteur desdits moyens de jonction et du rotor.





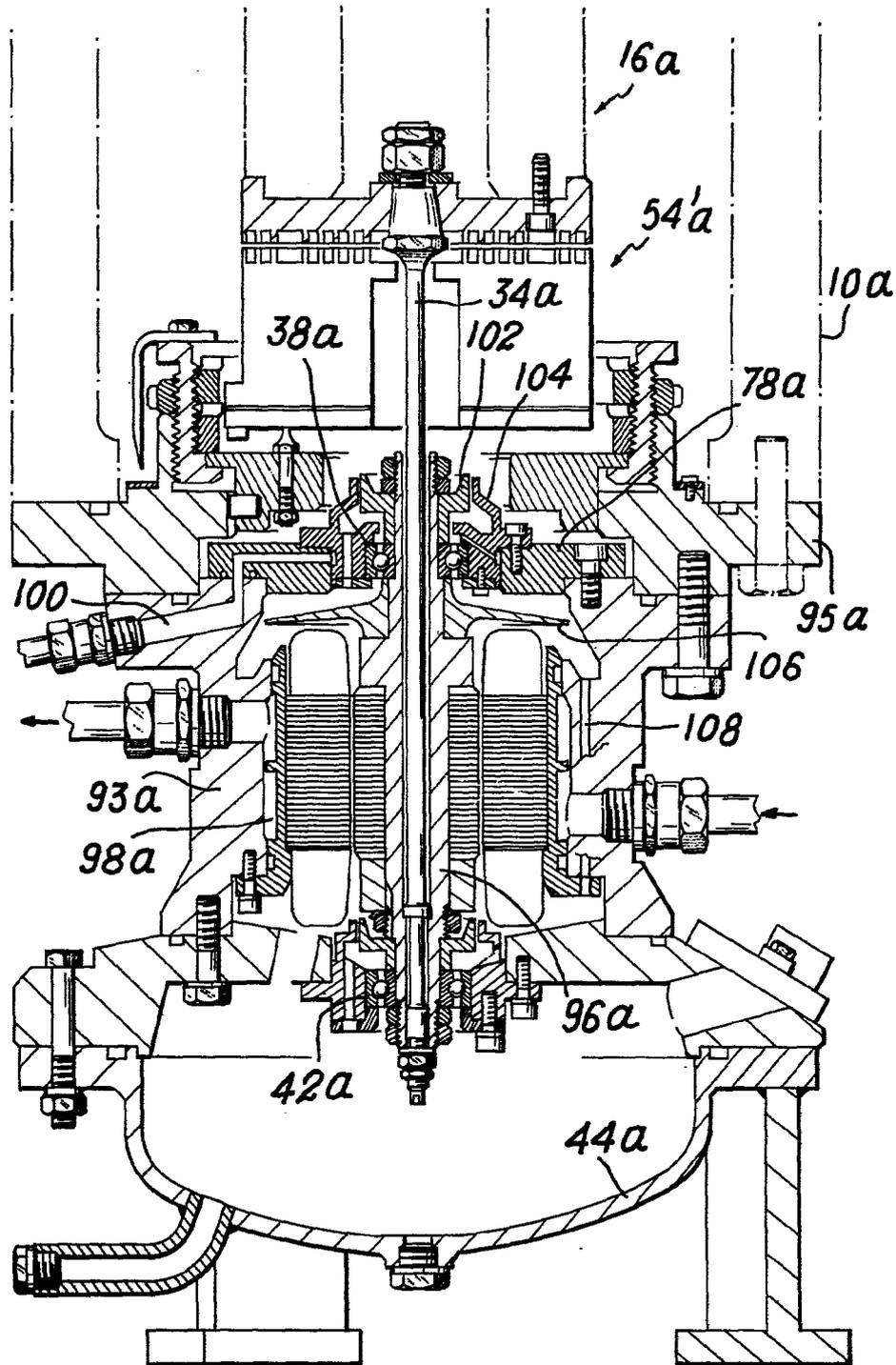


FIG. 3