



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2007/01/23

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2007/07/24

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/06/10

(30) Priorité/Priority: 2006/01/24 (FR06 00617)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F01D 15/10* (2006.01),
F02C 7/268 (2006.01), *H02K 7/18* (2006.01)

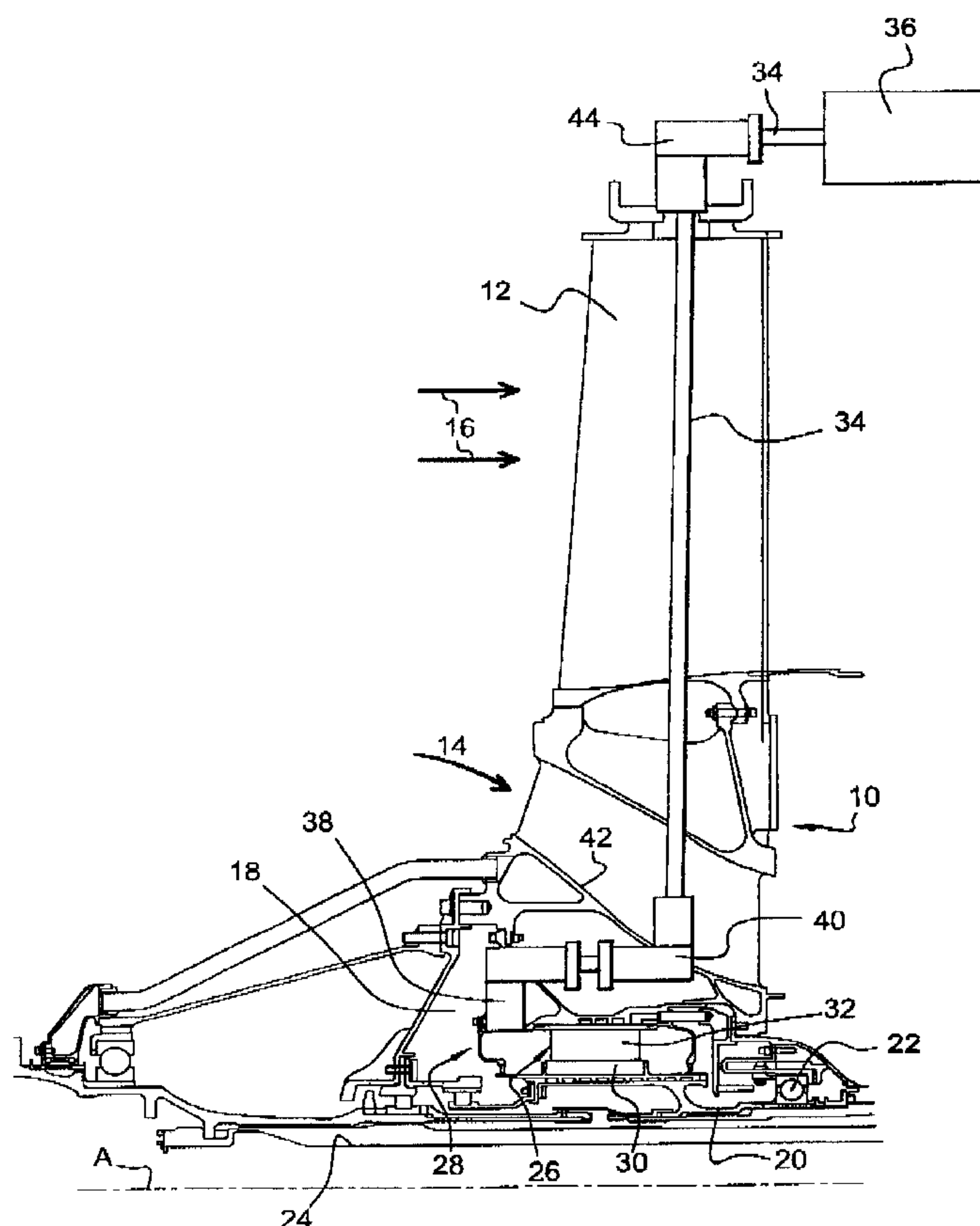
(72) Inventeurs/Inventors:
BOUILLER, PHILIPPE PIERRE VINCENT, FR;
LORAND, ANTHONY, FR;
ROUSSELIN, STEPHANE, FR

(73) Propriétaires/Owners:
SNECMA, FR;
HISPANO-SUIZA, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : TURBOMACHINE A GENERATEUR-DEMARREUR INTEGRE

(54) Title: TURBOMACHINE WITH INTEGRATED STARTER-GENERATOR



(57) Abrégé/Abstract:

Turbomachine telle qu'un turboréacteur d'avion comprenant un générateur-démarrreur électrique montable et démontable par translation axiale dans une enceinte amont de la turbomachine entre le compresseur basse-pression et le compresseur haute-pression, et relié à des câbles électriques qui s'étendent à l'intérieur des bras structuraux du carter intermédiaire de la turbomachine.



ABRÉGÉ

Turbomachine telle qu'un turboréacteur d'avion comprenant un générateur-
démarreur électrique montable et démontable par translation axiale dans une
5 enceinte amont de la turbomachine entre le compresseur basse-pression et le
compresseur haute-pression, et relié à des câbles électriques qui s'étendent à
l'intérieur des bras structuraux du carter intermédiaire de la turbomachine.

TURBOMACHINE A GENERATEUR-DEMARREUR INTEGRE

L'invention concerne une turbomachine, telle qu'un turbopropulseur ou un turboréacteur d'avion, équipée d'un générateur électrique formant démarreur monté axialement dans la turbomachine, et elle concerne
5 également un générateur-démarreur pour une turbomachine de ce type.

On a déjà proposé, dans le document EP-A-1 382 802, une turbomachine équipée d'un générateur-démarreur intégré dans laquelle le générateur-démarreur est monté dans l'alésage d'un ou deux disques à
10 aubes mobiles du compresseur de la turbomachine.

La présente invention a notamment pour but d'améliorer ce type de turbomachine en facilitant le montage et le démontage du générateur-démarreur intégré, en particulier à des fins de maintenance, et en simplifiant ses connexions à des câbles électriques d'alimentation en
15 courant ou de distribution de courant.

Elle propose à cet effet une turbomachine comprenant un générateur-démarreur électrique dont le rotor est entraîné par l'arbre d'un compresseur haute-pression et dont le stator est porté par un carter intermédiaire de la turbomachine, caractérisée en ce que le générateur-démarreur est agencé dans une enceinte amont de la turbomachine située
20 à l'intérieur du carter intermédiaire entre le compresseur basse-pression et le compresseur haute-pression, et comprend des moyens de raccordement à des câbles électriques s'étendant à l'intérieur des bras structuraux du carter intermédiaire.

La disposition, selon l'invention, du générateur-démarreur dans l'enceinte amont de la turbomachine, entre le compresseur basse-pression et le compresseur haute-pression, permet de monter et de démonter le générateur-démarreur par translation axiale depuis la partie amont de la turbomachine, ce qui facilite les opérations de maintenance et réduit leur
30 durée.

Par ailleurs, cette disposition permet de faire passer dans les bras structuraux du carter intermédiaire les câbles électriques raccordés au générateur-démarreur, qui sont des câbles rigides de section relativement élevée.

5 Comme cette enceinte amont de la turbomachine contient de l'huile, le générateur-démarreur logé dans cette enceinte est enfermé dans un boîtier étanche.

10 Pour faciliter les connexions électriques du générateur-démarreur aux câbles d'alimentation/distribution de courant, ce boîtier étanche est entouré par une chambre délimitée par le carter intermédiaire et par le boîtier et alimentée en air sous pression, cet air sous pression pouvant pénétrer dans le boîtier étanche par des orifices d'entrée ménagés dans celui-ci pour établir dans le boîtier une surpression d'air s'opposant à l'entrée d'huile.

15 Le boîtier étanche comprend en outre des premiers moyens de raccordement aux câbles électriques passant dans les bras du carter intermédiaire, ces premiers moyens de raccordement traversant à étanchéité une paroi du boîtier et s'étendant à l'intérieur de la chambre alimentée en air sous pression.

20 Ces premiers moyens de raccordement sont reliés à l'extérieur du boîtier à des seconds moyens de raccordement qui forment une traversée étanche d'une paroi de la chambre alimentée en air sous pression et qui s'étendent à l'extérieur de cette chambre.

25 Les liaisons entre les premiers moyens de raccordement portés par le boîtier étanche et les seconds moyens de raccordement sont ainsi situés dans la chambre alimentée en air sous pression et sont protégés de l'huile contenue dans l'enceinte amont de la turbomachine.

30 Avantageusement, les premiers moyens de raccordement s'étendent à l'intérieur de cette chambre parallèlement à l'axe du rotor et sont montés par enfichage sur les seconds moyens de raccordement.

Par exemple, les premiers moyens de raccordement comprennent, à l'extérieur du boîtier, une prise femelle axiale enfichable sur une prise mâle axiale des seconds moyens de raccordement.

5 Cela permet un montage en aveugle du générateur-démarrreur dans la turbomachine, les connexions électriques étant réalisées automatiquement au cours de ce montage.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le boîtier étanche du générateur-démarrreur comprend un élément cylindrique externe, formant support du stator du générateur-démarrreur et portant les premiers
10 moyens de raccordement, un élément cylindrique interne formant le support du rotor du générateur-démarrreur, et des capots annulaires amont et aval, fixés sur l'élément cylindrique externe à ses extrémités et coopérant à étanchéité avec l'élément cylindrique interne par l'intermédiaire de joints tournants.

15 Le générateur-démarrreur selon l'invention et son boîtier étanche ont une structure modulaire facilitant leur montage et leur démontage et permettant de plus, pour les opérations de maintenance, de retirer de l'enceinte amont l'élément cylindrique interne portant le rotor du générateur-démarrreur tout en laissant en place l'élément cylindrique
20 externe portant le stator du générateur-démarrreur.

L'invention propose également un générateur-démarrreur pour une turbomachine du type décrit ci-dessus, ce générateur-démarrreur étant caractérisé en ce qu'il comprend un boîtier étanche constitué d'un élément cylindrique externe formant support de stator, d'un élément cylindrique
25 interne coaxial à l'élément cylindrique externe et formant support de rotor et de deux capots annulaires fixés aux extrémités axiales de l'élément cylindrique externe et coopérant avec l'élément cylindrique interne par des joints tournants.

Des moyens coudés de raccordement à des câbles électriques sont
30 portés par l'élément cylindrique externe du boîtier et débouchent axialement à l'extérieur de celui-ci.

L'élément cylindrique externe du boîtier comporte un voile annulaire de fixation sur un carter intermédiaire de la turbomachine, et l'élément cylindrique interne de ce boîtier comporte une bride annulaire de fixation sur un arbre d'entraînement en rotation.

5 Dans ce générateur-démarreur, l'élément cylindrique interne comporte des moyens de support d'aimants permanents et l'élément cylindrique externe comporte des moyens de support de bobinages.

Ces deux éléments cylindriques sont pourvus de canaux de circulation d'huile de refroidissement.

10 L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- La figure 1 est une demi-vue schématique partielle en coupe axiale
15 d'une turbomachine selon l'invention ;
- la figure 2 est une demi-vue schématique en coupe axiale, à plus grande échelle, du générateur-démarreur monté dans l'enceinte amont de la turbomachine ;
- la figure 3 est une vue agrandie illustrant des moyens de raccordement
20 électrique de ce générateur-démarreur ;
- la figure 4 représente ces moyens de raccordement à l'état débranché ;
- la figure 5 représente schématiquement des moyens de connexion électrique du générateur-démarreur à des circuits électroniques de puissance ;

25 On a représenté schématiquement en figure 1 un carter intermédiaire 10 d'une turbomachine telle qu'un turbo réacteur à double flux, ce carter intermédiaire se trouvant entre un compresseur basse-pression situé en amont et associé à une soufflante, et un compresseur haute-pression situé en aval et alimentant une chambre de combustion de la
30 turbomachine.

Le carter intermédiaire 10 comprend des bras structuraux 12 qui s'étendent radialement dans le flux primaire 14 et dans le flux secondaire 16 et dont les extrémités externes supportent la nacelle de soufflante de la turbomachine.

5 Le carter intermédiaire 10 délimite intérieurement une enceinte amont 18 dans laquelle sont logés l'extrémité amont de l'arbre 20 du compresseur haute-pression et un palier 22 de guidage de cet arbre, l'enceinte 18 étant traversée axialement par l'arbre 24 de la turbine, dont la
10 partie amont constitue l'arbre d'entraînement du compresseur basse-pression de la turbomachine.

Un générateur électrique 26 pouvant fonctionner également en démarreur est logé dans un boîtier étanche 28 à l'intérieur de l'enceinte 18 et comprend un rotor 30 entraîné par l'arbre 20 du compresseur haute-pression et un stator 32 porté par le carter intermédiaire 10, le rotor 30
15 comportant des aimants permanents qui tournent à l'intérieur de bobinages électriques faisant partie du stator 32.

Ces bobinages sont reliés à des conducteurs électriques 34 de distribution de courant (fonctionnement en générateur) et d'alimentation en courant (fonctionnement en démarreur) et qui sont logés dans les bras
20 structuraux 12 du carter intermédiaire 10. Ces conducteurs relient le générateur-démarreur 26 à des circuits électroniques de puissance 36 montés à l'intérieur de la nacelle de la soufflante, en aval du carter intermédiaire 10.

Les conducteurs électriques 34 sont des câbles rigides de section
25 relativement importante (par exemple d'environ 50 mm²) qu'il est très difficile ou impossible d'incurver et qui suivent des chemins rectilignes dans les bras structuraux 12 du carter intermédiaire. Ces conducteurs 34 sont reliés au générateur-démarreur 26 et au circuit électronique 36 par l'intermédiaire de moyens coudés de raccordement, comprenant des
30 premiers moyens de raccordement 38 portés par le boîtier étanche 28 du générateur-démarreur 26, des seconds moyens de raccordement 40 portés

par une paroi annulaire 42 du carter intermédiaire délimitant intérieurement la veine du flux primaire 14 et entourant extérieurement l'enceinte amont 18, et des troisièmes moyens de raccordement 44 portés par les extrémités externes des bras structuraux 12.

5 Dans un exemple de réalisation, quatre ensembles de premiers, seconds et troisièmes moyens de raccordement, 38, 40 et 44, sont prévus pour relier le générateur-démarreur 26 aux circuits électroniques 36, ces quatre ensembles étant répartis à 90° les uns des autres autour de l'axe A de la turbomachine, et les troisièmes moyens 44 de raccordement étant
10 reliés chacun par des conducteurs 34 du type précité aux circuits électroniques de puissance 36.

Comme on le voit mieux en figure 2, le boîtier 28 du générateur-démarreur 26 comprend un élément cylindrique interne 46 qui porte les aimants permanents constituant le rotor 30 du générateur-démarreur et qui
15 est monté en translation axiale sur un arbre support 48 porté par l'extrémité amont de l'arbre 20 du compresseur haute-pression, le boîtier 28 comprenant également un élément cylindrique externe 50, coaxial à l'élément cylindrique interne 46 et portant le stator 32 du générateur-démarreur, et des capots annulaires amont 52 et aval 54 qui sont fixés aux
20 extrémités axiales de l'élément cylindrique externe 50 et qui coopèrent à étanchéité par des joints tournants 56 avec les extrémités axiales de l'élément cylindrique interne 46.

L'extrémité amont de l'élément cylindrique interne 46 comprend une bride annulaire interne 58 de fixation, au moyen de vis, sur l'arbre support
25 48 solidaire de l'arbre 20 du compresseur haute-pression. Le capot annulaire amont 52 est fixé par des vis accessibles depuis l'amont sur l'extrémité amont de l'élément cylindrique externe 50 du boîtier 28.

Des canaux 60 de circulation d'huile de refroidissement sont formés dans l'élément externe 50 et alimentés en huile à leur extrémité amont par
30 un conduit raccordé à une canalisation d'amenée d'huile passant dans

l'enceinte 18. A leur extrémité aval, ces canaux 60 sont reliés au circuit de lubrification du palier amont 22 de guidage de l'arbre 20.

Des canaux 66 de circulation d'huile de refroidissement sont également formés dans l'élément cylindrique interne 46 et débouchent à leur extrémité aval dans l'enceinte 18, du côté du palier 22.

L'élément cylindrique externe 50 du boîtier 28 comporte un voile annulaire externe 68 de fixation au moyen de vis sur la paroi annulaire 42 du carter intermédiaire 10, ce voile annulaire délimitant autour de l'élément cylindrique externe 50 une chambre 70 fermée du côté aval par un voile annulaire 72 dépendant de la paroi annulaire 42 du carter intermédiaire, ce voile annulaire 72 se terminant à sa périphérie interne par une portée cylindrique dans laquelle est engagée à étanchéité l'extrémité aval de l'élément cylindrique interne 50 du boîtier 28.

La chambre 70 qui entoure l'élément cylindrique externe 50 est alimentée en air sous pression à partir du flux primaire 14 par des orifices de la paroi annulaire 42 qui débouchent dans la chambre 70. Des passages formés dans l'élément cylindrique externe 50 débouchent à l'intérieur du boîtier 28 et amènent l'air sous pression à l'intérieur de ce boîtier autour du générateur-démarrreur 26 pour empêcher toute entrée d'huile dans le boîtier 28 depuis l'enceinte amont 18 de la turbomachine.

Comme on le voit mieux aux figures 3 et 4, les premiers moyens 38 de raccordement portés par le boîtier étanche 28 et les seconds moyens 40 de raccordement portés par la paroi annulaire 42 du carter intermédiaire, débouchent dans la chambre 70 de façon à éviter toute pollution des liaisons électriques entre ces moyens de raccordement par l'huile contenue dans l'enceinte 18.

Plus précisément, les premiers moyens de raccordement 38 comprennent un conduit 74 coudé à 90°, solidaire de l'élément cylindrique 50 externe du boîtier 28, ce conduit coudé 74 débouchant à l'intérieur du boîtier 28 par son extrémité radialement interne et étant fermé à son

extrémité radialement externe par un connecteur 76 formant une prise femelle fixée par des vis sur l'extrémité externe du conduit 74.

Dans l'exemple représenté, le connecteur 76 comprend une embase en matière diélectrique, dans laquelle sont montés trois conducteurs tubulaires 78 qui, à leur extrémité amont, reçoivent trois conducteurs 80 reliés aux bobinages du stator du générateur-démarrreur et qui, à leur extrémité aval, sont destinés à recevoir des broches 82 montées dans une embase 84 en matériau diélectrique d'un connecteur mâle 86 faisant partie des seconds moyens 40 de raccordement.

10 Les conducteurs 78 de la prise femelle des premiers moyens de raccordement 38 s'étendent parallèlement à l'axe du générateur-démarrreur 26, ainsi que les broches 82 de la prise mâle des seconds moyens de raccordement et sont alignés axialement avec ces broches. L'embase 84 de la prise mâle des seconds moyens de raccordement 40 est dimensionnée pour s'emboîter à étanchéité dans l'embase femelle 76 des premiers moyens de raccordement 38. Ainsi, lorsque l'élément cylindrique externe 50 portant les premiers moyens de raccordement 38 est mis en place par translation axiale de l'amont vers l'aval, l'embase femelle 76 s'engage directement sur l'embase mâle 84 et les connecteurs 76 et 86 sont automatiquement raccordés l'un à l'autre, les broches 82 étant engagées dans les conducteurs tubulaires 78 du connecteur 76.

Inversement, au démontage du générateur-démarrreur 26, la translation axiale de l'aval vers l'amont de l'élément cylindrique externe 50 se traduit automatiquement par la séparation des connecteurs 76 et 84 comme représenté en figure 4.

Les seconds moyens de raccordement 40 sont portés par la paroi annulaire 42 du carter intermédiaire 10 et traversent à étanchéité cette paroi. Ils sont constitués essentiellement du connecteur mâle 86 précédemment décrit qui s'étend depuis la paroi 42 à l'intérieur de la chambre 70 et d'un connecteur femelle 76 identique à celui des premiers moyens de raccordement 38 et qui s'étend à l'extérieur de la paroi

annulaire 42 dans la veine du flux primaire 14. Les deux connecteurs 86 et 76 des seconds moyens de raccordement 40 sont réunis par leurs brides annulaires externes qui sont fixées par des vis sur la paroi annulaire 42 du carter intermédiaire depuis la chambre 70.

5 Les conducteurs tubulaires 78 du connecteur 76 des seconds moyens de raccordement 40 reçoivent des conducteurs rigides 88, au nombre de trois, qui sont logés dans une gaine 90 de blindage et qui s'étendent radialement vers l'extérieur à l'intérieur du bras 12 du carter intermédiaire.

10 A leur extrémité radialement externe, ces conducteurs 88 sont reliés (figure 5) par les troisièmes moyens de raccordement 44 et des conducteurs 34 aux circuits électroniques de puissance 36 représentés en figure 1.

15 Les troisièmes moyens de raccordement 44 comprennent un conduit 92 coudé à 90° et aux extrémités duquel sont montés des connecteurs femelles 76 du type précédemment décrit, reliés entre eux à l'intérieur du conduit 92 par des conducteurs 94.

Pour le montage du générateur-démarrreur, on procède de la façon suivante :

- 20 - l'arbre 48 de support du rotor du générateur-démarrreur est d'abord mis en place et monté sur l'arbre du compresseur haute-pression de la turbomachine,
- ensuite, l'élément cylindrique externe 50 équipé du capot aval 54 est mis en place par translation axiale de l'amont vers l'aval, et est fixé au
- 25 carter intermédiaire par son voile annulaire externe 68. La liaison électrique entre les premiers et les seconds moyens de raccordement 38, 40 s'effectue automatiquement, ainsi que la connexion de l'alimentation en huile du palier 22,
- on procède ensuite à la connexion des moyens d'alimentation en huile
- 30 des canaux 60 de l'élément cylindrique externe 50,

- on met ensuite en place, par translation axiale de l'amont vers l'aval, l'élément cylindrique interne 46 portant le rotor 30 du générateur-démarreur et on fixe sa bride annulaire 58 par des vis ou des boulons sur l'arbre support 48,
- 5 - on met ensuite en place le capot amont 52 et on le fixe au moyen de vis sur l'élément cylindrique externe 50.

Le générateur-démarreur selon l'invention présente un certain nombre d'avantages :

- 10 - sa structure modulaire facilite son montage et son démontage dans la turbomachine,
- le stator du générateur-démarreur, porté par l'élément cylindrique externe 50, peut rester fixé sur le carter intermédiaire lors du démontage de l'arbre du compresseur haute-pression pendant les opérations de maintenance,
- 15 - les moyens de raccordement électrique du générateur-démarreur se trouvent dans une enceinte d'air pressurisée à l'extérieur de l'enceinte amont 18 de la turbomachine,
- les câbles électriques de liaison 34 sont protégés à l'intérieur des bras structuraux 12 du carter intermédiaire,
- 20 - les moyens de raccordement 38, 40, 42 sont préassemblés et étanches et permettent d'utiliser des câbles ou des conducteurs blindés, rigides et rectilignes, que l'on n'a pas à courber,
- les liaisons électriques entre les premiers et les seconds moyens de raccordement 38, 40 s'effectuent en aveugle de façon sûre par
- 25 translation axiale.

REVENDICATIONS

1. Turbomachine comprenant un générateur-démarreur électrique dont le rotor est entraîné par l'arbre d'un compresseur haute-pression et dont le stator est porté par un carter intermédiaire de la turbomachine, le générateur-démarreur étant enfermé dans un boîtier étanche monté dans une enceinte amont de la turbomachine qui est située à l'intérieur du carter intermédiaire et qui contient de l'huile, le boîtier étanche du générateur-démarreur étant alimenté en air sous pression, dans laquelle le boîtier étanche comprend des premiers moyens de raccordement à des câbles électriques montés dans des bras structuraux du carter intermédiaire, ces premiers moyens de raccordement étant étanches et s'étendant à l'intérieur d'une chambre délimitée par le boîtier et par le carter intermédiaire et alimentée en air sous pression.
2. Turbomachine selon la revendication 1, dans laquelle les premiers moyens de raccordement sont reliés à l'extérieur du boîtier à des seconds moyens de raccordement qui traversent à étanchéité une paroi de la chambre alimentée en air sous pression et qui s'étendent à l'extérieur de cette chambre dans les bras structuraux du carter intermédiaire.
3. Turbomachine selon la revendication 2, dans laquelle les premiers moyens de raccordement s'étendent à l'intérieur de la chambre parallèlement à l'axe du rotor et sont reliés par enfichage axial aux seconds moyens de raccordement.
4. Turbomachine selon la revendication 3, dans laquelle les premiers moyens de raccordement comprennent, à l'extérieur du boîtier, un connecteur à prise femelle axiale enfichable sur une prise mâle axiale d'un connecteur des seconds moyens de raccordement.

5. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans laquelle les premiers et les seconds moyens de raccordement sont soudés.
6. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le boîtier étanche comprend un élément cylindrique externe, formant support du stator du générateur-démarreur et portant les premiers moyens de raccordement, un élément cylindrique interne formant le support du rotor du générateur-démarreur, et des capots annulaires amont et aval fixés sur l'élément cylindrique externe à ses extrémités et coopérant à étanchéité avec l'élément cylindrique interne par l'intermédiaire de joints tournants.
7. Turbomachine selon la revendication 6, dans laquelle l'élément cylindrique externe du boîtier comprend un voile annulaire de fixation sur le carter intermédiaire et est montable et démontable par translation axiale depuis la partie amont de l'enceinte.
8. Turbomachine selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle l'élément cylindrique interne est fixé à son extrémité amont sur un arbre support entraîné par l'arbre du compresseur haute-pression et est montable et démontable sur cet arbre par translation axiale depuis la partie amont de l'enceinte.
9. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle les éléments cylindriques interne et externe du boîtier sont refroidis par circulation d'huile.
10. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle le boîtier étanche comporte plusieurs premiers moyens de raccordement électrique, reliés par enfichage axial à plusieurs seconds moyens de raccordement portés par le carter intermédiaire et reliés par des câbles et des troisièmes moyens de

raccordement portés par le carter intermédiaire à des circuits électroniques de puissance montés dans une nacelle de soufflante de la turbomachine.

11. Générateur-démarreur pour une turbomachine telle que définie selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant un boîtier étanche constitué d'un élément cylindrique externe formant support de stator, d'un élément cylindrique interne coaxial à l'élément cylindrique externe et formant support de rotor, et de capots annulaires fixés aux extrémités axiales de l'élément cylindrique externe et coopérant avec l'élément cylindrique interne par des joints tournants, dans lequel des moyens coudés de raccordement des bobinages du stator à des câbles électriques sont portés par l'élément cylindrique externe du boîtier et débouchent axialement à l'extérieur du boîtier.

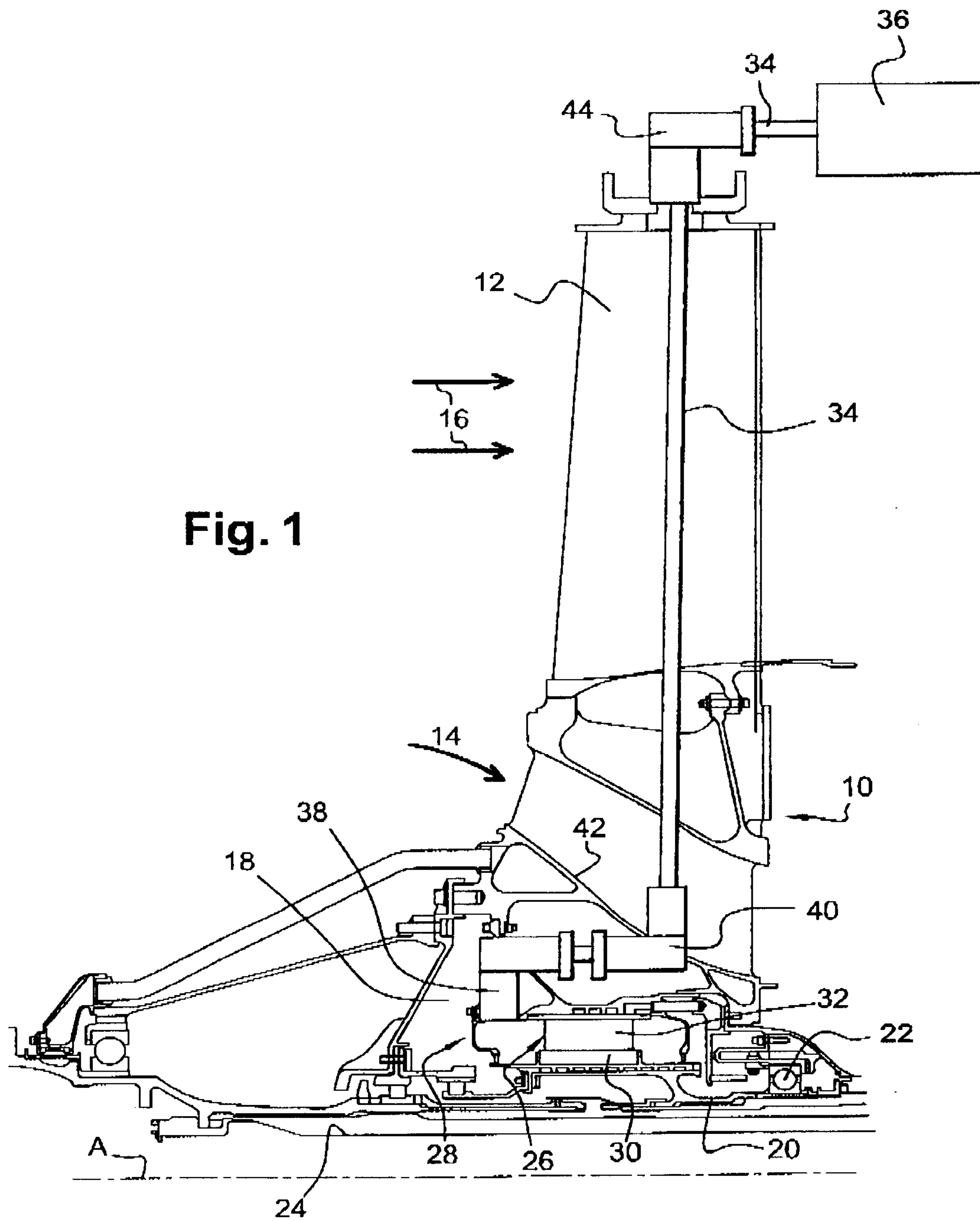
12. Générateur-démarreur selon la revendication 11, dans lequel l'élément cylindrique externe du boîtier comporte un voile annulaire de fixation sur un carter intermédiaire de la turbomachine.

13. Générateur-démarreur selon la revendication 11 ou 12, dans lequel l'élément cylindrique interne comporte une bride annulaire de fixation sur un arbre d'entraînement en rotation.

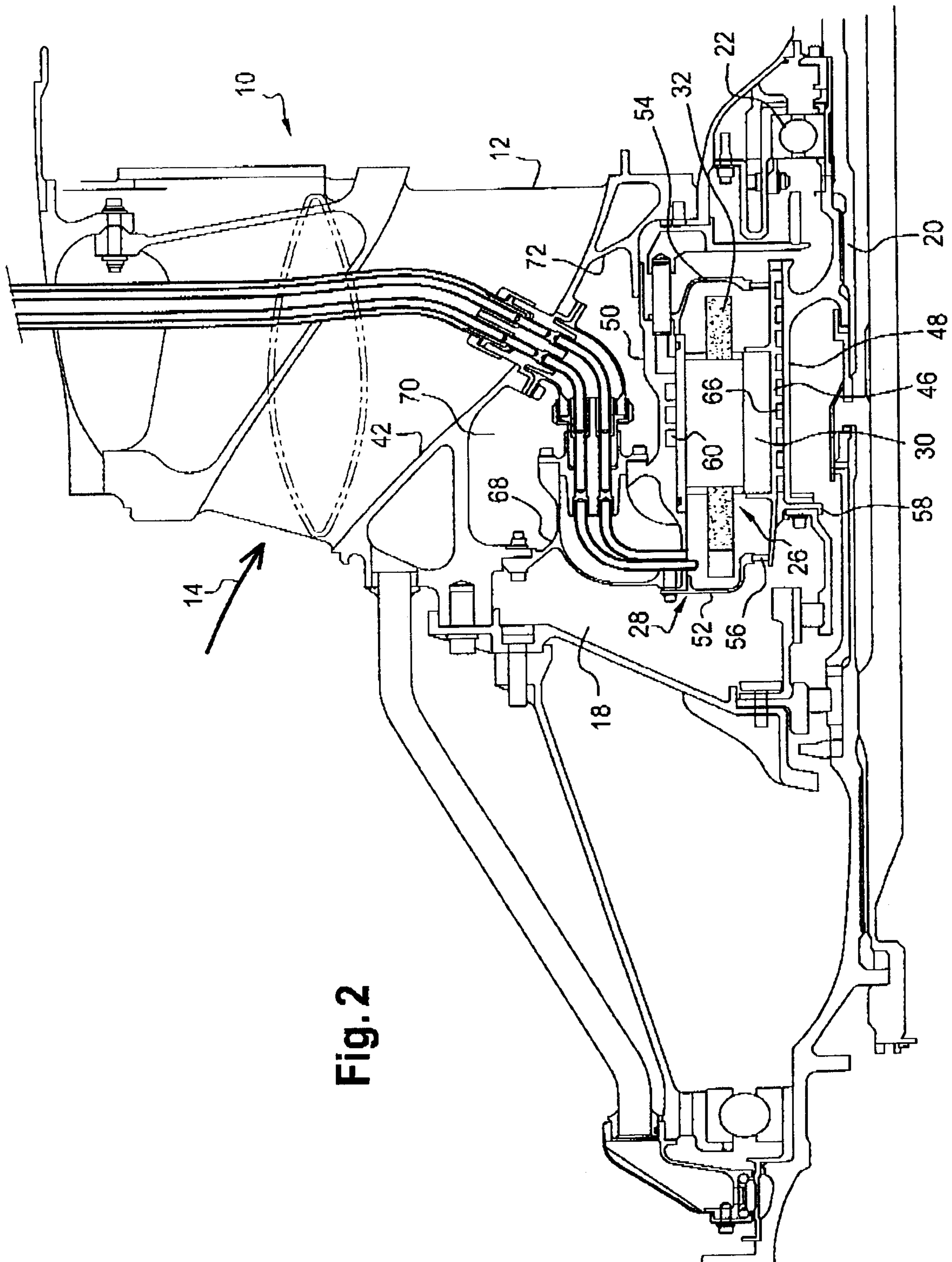
14. Générateur-démarreur selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel l'élément cylindrique interne comporte des moyens de support d'aimants permanents formant le rotor du générateur-démarreur et l'élément cylindrique externe comporte des moyens de support de bobinages formant le stator du générateur-démarreur.

15. Générateur-démarreur selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel les éléments cylindriques interne et externe du boîtier comprennent des canaux de circulation d'huile de refroidissement.

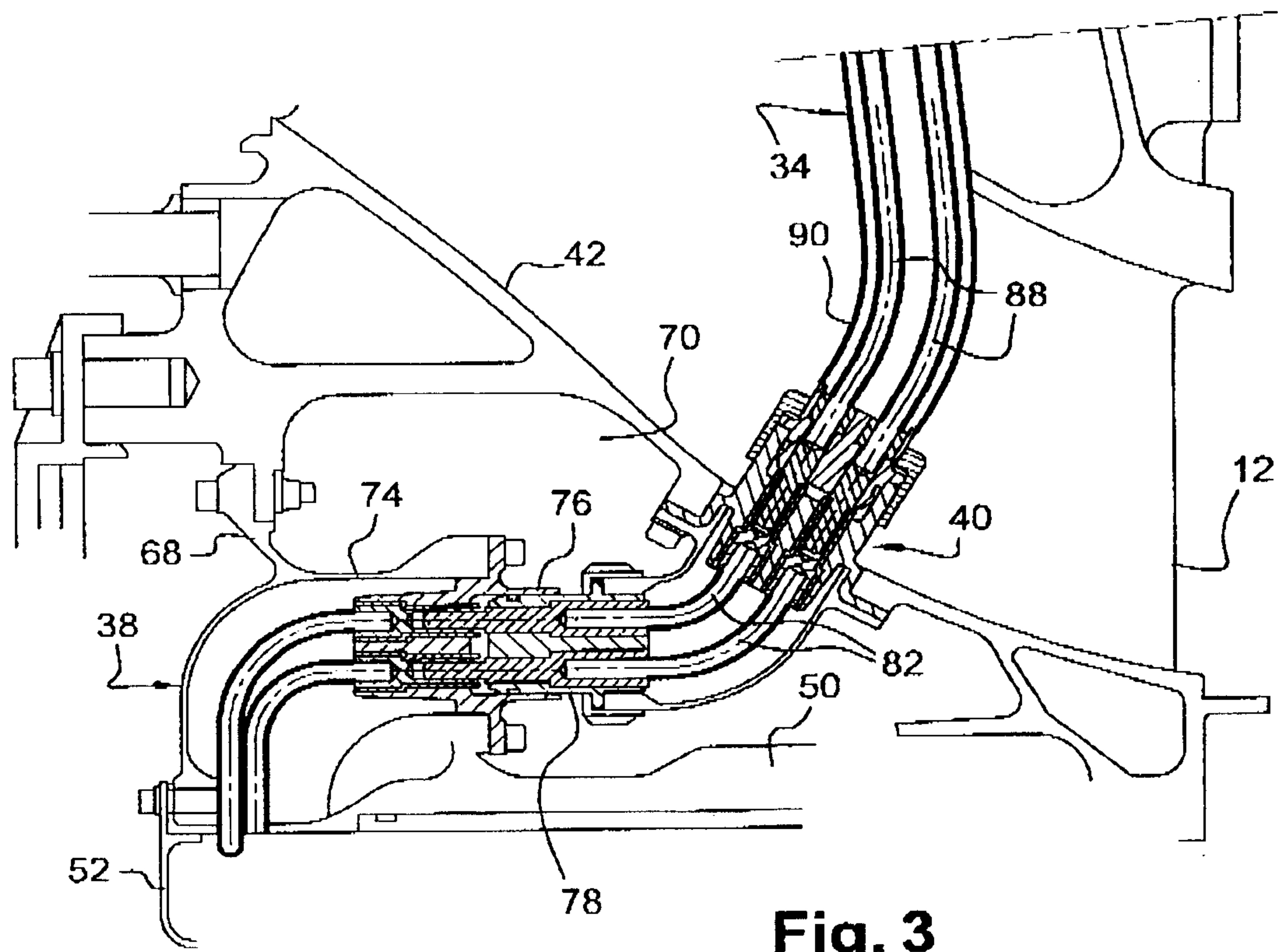
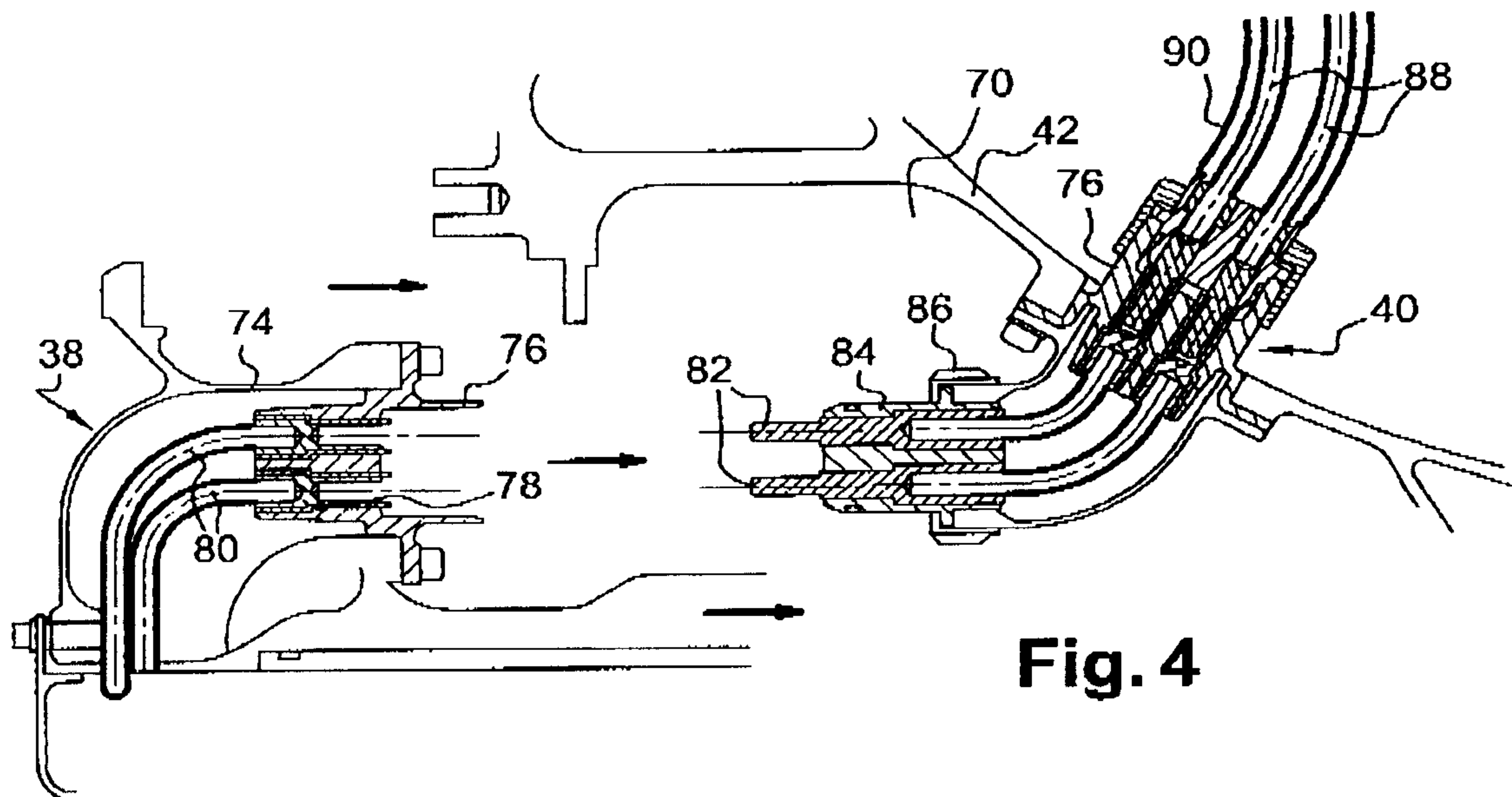
1/4



2 / 4



3 / 4

**Fig. 3****Fig. 4**

