



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.08.2006 Bulletin 2006/35

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06290158.2**

(22) Date de dépôt: **26.01.2006**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeurs:
• **Ribassin, François**
91100 Villabe (FR)
• **Raulin, Dominique**
77210 Avon (FR)

(30) Priorité: **25.02.2005 FR 0501922**

(74) Mandataire: **Ramey, Daniel et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(54) **Dispositif de commande d'aubes à calage variable d'une turbomachine**

(57) Dispositif de commande d'aubes à calage variable dans une turbomachine, comprenant des biellettes (26) comportant à une extrémité un doigt (28) de montage sur un anneau de commande et à son autre extrémité un orifice (24) de montage sur un carré d'entraînement (22) d'une aube, l'axe (32) de l'aube étant incliné par rapport à l'axe (48) du doigt de la biellette et l'orifice (24) de montage de la biellette présentant, dans la direction longitudinale de la biellette, une dimension supérieure à celle du carré d'entraînement (22) et déterminant avec celui-ci un jeu qui varie sur la hauteur du carré d'entraînement et de l'orifice.

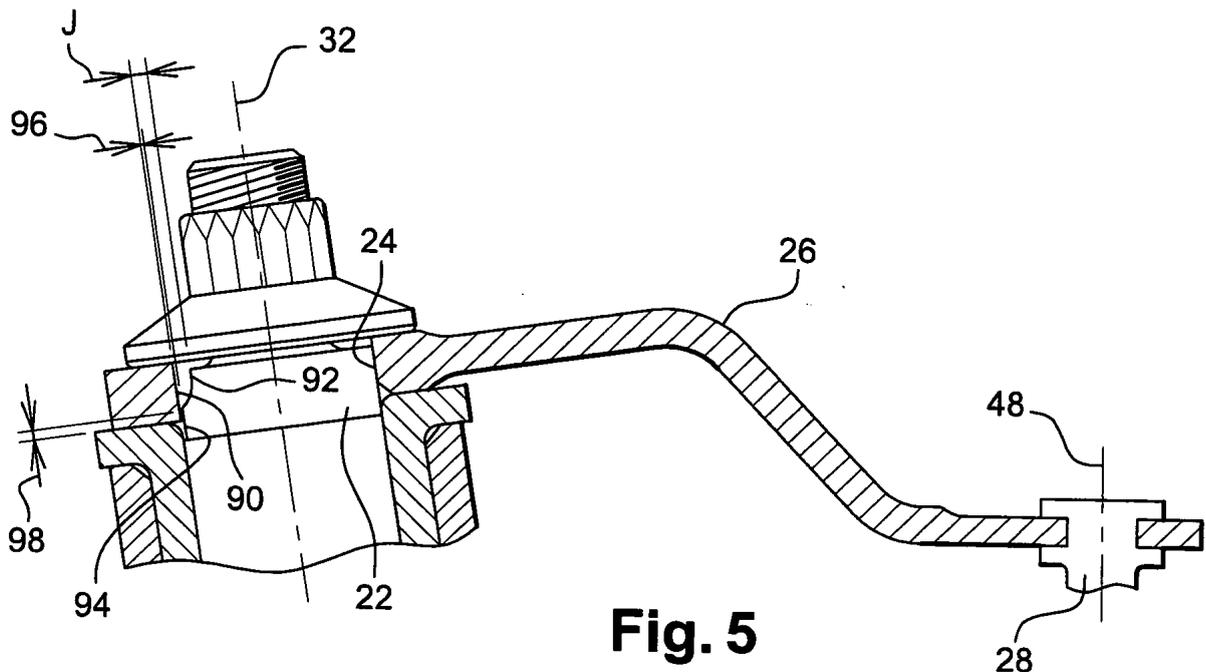


Fig. 5

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif de commande d'aubes à calage variable dans une turbomachine, telle qu'un turboréacteur d'avion par exemple.

[0002] Dans un turboréacteur, des étages d'aubes de redressement de la veine d'écoulement sont montés entre les étages des roues de compresseur et de turbine. Ces aubes de redressement sont portées par leur stator et sont réglables en position autour de leur axe pour optimiser l'écoulement des gaz dans la veine.

[0003] Chaque aube de redressement, ou aube à calage variable, comprend une queue cylindrique de guidage en rotation, montée dans un passage cylindrique du carter du turboréacteur et se terminant par un carré d'entraînement sur lequel est engagé un orifice correspondant formé à une extrémité d'une biellette. L'autre extrémité de la biellette comporte un doigt cylindrique radial de montage sur un anneau de commande qui entoure extérieurement le carter et qui est relié à un moyen d'entraînement en rotation autour de l'axe du turboréacteur, ce moyen d'entraînement étant en général un vérin ou un moteur électrique.

[0004] La rotation de l'anneau de commande est transmise par les biellettes aux queues cylindriques des aubes et les fait tourner autour de leurs axes.

[0005] Une certaine précision dans le montage des biellettes sur l'anneau de commande et sur les queues des aubes est nécessaire pour que les aubes soient toutes orientées de la même façon dans toutes leurs positions angulaires.

[0006] Dans certaines turbomachines, les axes des queues des aubes et les axes des doigts des biellettes sont parallèles, ce qui permet un montage sans jeu des biellettes sur l'anneau de commande et sur les queues des aubes, par un mouvement de translation radiale.

[0007] Dans d'autres turbomachines, les axes des doigts des biellettes sont radiaux et les axes des queues des aubes sont inclinés par rapport à une direction radiale. Pour leur montage, les biellettes sont engagées sur l'anneau de commande et sur les queues des aubes par un mouvement de translation radiale, ce qui permet de monter sans jeu le doigt de chaque biellette sur l'anneau de commande, mais impose de prévoir un jeu à l'autre extrémité de la biellette pour engager l'orifice formé à cette autre extrémité sur le carré d'entraînement prévu à l'extrémité de la queue de l'aube.

[0008] Ce jeu nécessaire au montage en raison de l'inclinaison du carré d'entraînement par rapport au déplacement en translation radiale de la biellette se traduit par un jeu, après montage, de la biellette sur le carré d'entraînement dans la direction longitudinale de la biellette et donc par une imprécision notable dans le positionnement angulaire de l'aube autour de son axe.

[0009] La présente invention a notamment pour but d'éliminer cet inconvénient, de façon simple, économique et efficace.

[0010] Elle propose à cet effet un dispositif de commande d'aubes à calage variable dans une turbomachine, en particulier dans un turboréacteur d'avion, comprenant un anneau de commande monté à rotation autour du carter de la turbomachine et relié par des biellettes aux aubes à calage variable, chaque biellette comportant à une extrémité un doigt radial de montage sur l'anneau de commande et à son autre extrémité un orifice de montage sur un carré d'entraînement formé à l'extrémité d'une queue cylindrique de l'aube, guidée en rotation dans un passage cylindrique du carter, caractérisé en ce que, l'axe de la queue cylindrique de l'aube étant incliné par rapport à l'axe du doigt radial de la biellette, l'orifice de montage de la biellette présente, dans la direction longitudinale de la biellette, une dimension supérieure à celle du carré d'entraînement et détermine avec celui-ci, dans la direction précitée, un jeu qui varie sur la hauteur du carré d'entraînement et dudit orifice de montage entre une valeur suffisante pour engager l'orifice de montage sur le carré d'entraînement en déplaçant la biellette parallèlement à l'axe de son doigt radial et une valeur très faible ou presque nulle quand la biellette est en place sur le carré d'entraînement.

[0011] Le dispositif selon l'invention permet d'une part le montage d'une biellette par engagement sur l'anneau de commande et sur une queue d'aube par un mouvement de translation radiale, à l'aide d'un jeu suffisant entre l'orifice de la biellette et le carré d'entraînement de l'aube dans la direction longitudinale de la biellette, et d'autre part le positionnement angulaire précis de l'aube autour de son axe, à l'aide d'un jeu très faible ou presque nul une fois que la biellette est en place sur le carré d'entraînement de l'aube.

[0012] Quand la biellette est en place sur le carré d'entraînement, le jeu précité est, dans un mode de réalisation, sensiblement triangulaire dans un plan passant par l'axe de la queue d'entraînement et orienté parallèlement à la direction longitudinale de la biellette.

[0013] Selon une autre caractéristique de l'invention, le jeu précité est formé entre une face droite du carré d'entraînement, parallèle à l'axe de rotation de l'aube, et une surface oblique de l'orifice de montage de la biellette, inclinée par rapport à cet axe de rotation.

[0014] La dimension de l'orifice de montage, dans la direction longitudinale de la biellette, diminue alors progressivement de l'extrémité radialement interne de cet orifice jusqu'au voisinage de son extrémité radialement externe, puis est constante jusqu'à cette extrémité radialement externe.

[0015] Dans une variante de réalisation de l'invention, le jeu précité est formé entre une surface droite de l'orifice de montage de la biellette, parallèle à l'axe de rotation de l'aube, et une face oblique du carré d'entraînement, inclinée par

rapport à l'axe de rotation de l'aube.

[0016] La dimension du carré d'entraînement, dans la direction longitudinale de la biellette, augmente alors progressivement de son extrémité radialement externe jusqu'au voisinage de son extrémité radialement interne, puis est constante jusqu'à cette extrémité radialement interne.

[0017] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale illustrant un dispositif de commande d'aube à calage variable selon la technique antérieure ;
- la figure 2 est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un autre dispositif de commande d'aube à calage variable selon la technique antérieure ;
- la figure 3 est une vue schématique du dessus de la biellette du dispositif de la figure 2 ;
- la figure 4 représente schématiquement l'influence du jeu au montage entre l'orifice de la biellette et le carré d'entraînement d'une aube sur la précision du calage angulaire de cette aube ;
- la figure 5 est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un mode de réalisation du dispositif selon l'invention ;
- la figure 6 est une vue schématique partielle en coupe axiale d'une variante de réalisation du dispositif selon l'invention.

[0018] En figure 1, on a représenté schématiquement, en coupe axiale, une partie d'une aube à calage variable pour un compresseur haute-pression d'une turbomachine, en particulier d'un turboréacteur ou d'un turbopropulseur d'avion, comprenant des étages d'aubes fixes 10 de redressement de la veine d'écoulement des gaz dans le compresseur, alternant avec des étages d'aubes mobiles 12 portées par le rotor du compresseur.

[0019] Chaque aube de redressement 10 comprend une pale 14 et une queue cylindrique 16 radialement externe montée dans un passage cylindrique 18 d'un carter 20 du compresseur et formée à son extrémité radialement externe avec un carré d'entraînement 22 sur lequel est engagé un orifice correspondant 24 formé à une extrémité d'une biellette de commande 26.

[0020] L'autre extrémité de la biellette 26 comporte un doigt cylindrique radial 28 de montage sur un anneau de commande 30 qui entoure extérieurement le carter 20 et qui est associé à un moyen d'actionnement (non représenté) permettant de le faire tourner dans un sens ou dans l'autre autour de l'axe de la turbomachine pour entraîner les aubes 10 d'un étage redresseur en rotation autour de leurs axes 32.

[0021] La queue cylindrique 16 de l'aube 10 est centrée et guidée en rotation dans le passage cylindrique 18 au moyen d'une douille cylindrique 34 s'étendant dans le passage 18 sur une majeure partie de sa dimension longitudinale et comportant à son extrémité radialement externe un rebord annulaire externe 36 en appui sur le bord radialement externe 38 de la paroi du passage 18.

[0022] Une rondelle de guidage 40 est montée autour de la queue 16 de l'aube, entre une surface annulaire 42 de l'aube, perpendiculaire à son axe 32, et une surface annulaire 44 correspondante du carter 20, et comporte sur son bord interne un rebord cylindrique externe 46 s'étendant autour de la queue 16.

[0023] L'axe 32 de l'aube est incliné par rapport à une direction radiale tandis que l'axe 28 du doigt cylindrique 28 de la biellette 26 reliant cette aube 10 à l'anneau de commande 30 est radial.

[0024] Pour son montage, la biellette 26 est engagée sur l'anneau de commande 30 et sur le carré d'entraînement 22 de l'aube 10 par un mouvement de translation radiale, schématiquement représenté par les flèches 50, ce qui permet de monter sensiblement sans jeu le doigt 28 de la biellette sur l'anneau de commande 30, mais impose de prévoir un jeu 52 à l'autre extrémité de la biellette entre son orifice 24 et le carré d'entraînement 22 de l'aube, dans la direction longitudinale de la biellette 26.

[0025] Après montage de la biellette 26, celle-ci est fixée sur la queue 16 de l'aube par vissage d'un écrou 54 sur un prolongement axial 56 fileté du carré d'entraînement 22.

[0026] Dans la variante des figures 2 et 3, l'orifice de la biellette 60 coopérant avec le carré d'entraînement 22 de l'aube est formé par une cavité 62 débouchant sur la face radialement interne 64 de l'extrémité de la biellette 26 et s'étendant sur une majeure partie de l'épaisseur de celle-ci, le fond 66 de cette cavité 62 comportant un orifice de passage d'une vis 68 vissée dans un trou axial 70 taraudé de la queue de l'aube.

[0027] La figure 3 est une vue de dessus de la biellette 60 de la figure 2 et illustre une position de montage de la biellette 60 sur le carré d'entraînement 22 de l'aube.

[0028] Le jeu nécessaire au montage de l'orifice 62 de la biellette sur le carré d'entraînement 22 de l'aube, dans la direction longitudinale de la biellette, s'est traduit après montage par un jeu 74, dans cette direction, entre le carré d'entraînement 22 et une surface 72 de l'orifice 62, du côté opposé au doigt 28 de la biellette et par un jeu 80, dans cette même direction, entre le carré d'entraînement 22 et une surface 76 de l'orifice 62, opposée à la surface 72.

[0029] Après le montage sur le carré d'entraînement, la biellette peut prendre une position quelconque par rapport au carré d'entraînement dans la direction longitudinale de la biellette, c'est-à-dire que la biellette peut être en contact

avec le carré d'entraînement par une des faces précitées 72, 76 de l'orifice de la biellette, comme représenté en figure 1, ou bien prendre une position intermédiaire, comme représenté en figure 3. Il en résulte pour chacune de ses positions une distance L différente entre l'axe 48 du doigt 28 de la biellette et l'axe 32 de l'aube.

[0030] On a représenté schématiquement en figure 4 l'influence de la distance L précitée sur l'angle de rotation d'une aube, pour une rotation donnée de l'anneau de commande.

[0031] Le point 82 est la trace de l'axe 32 de l'aube dans le plan du dessin, le point 84 et l'arc de cercle 86 représentent, respectivement, la trace de l'axe 48 du doigt 28 de la biellette et sa trajectoire en rotation autour de l'axe 32 de l'aube pour une rotation donnée 88 de l'anneau de commande

[0032] La distance L précitée peut varier, en raison du jeu de montage, entre une valeur $L - s$, et $L + \varepsilon_2$ correspondant aux positions extrêmes précitées de la biellette par rapport au carré d'entraînement de l'aube.

[0033] Lorsque cette distance est égale à L, l'aube est entraînée en rotation par l'anneau autour de son axe 32 d'un angle α_0 .

[0034] Lorsque cette distance est égale à $L - \varepsilon_1$, l'aube est entraînée en rotation autour de son axe 32 d'un angle α_1 supérieur à α_0 . Lorsque la distance est égale à $L + \varepsilon_2$, l'aube est entraînée sur un angle α_2 inférieur α_0 .

[0035] Cela a pour conséquence que, dans un étage redresseur, les aubes peuvent avoir une même orientation angulaire pour une position donnée de l'anneau de commande, et prendre des orientations angulaires différentes quand l'anneau de commande est entraîné en rotation.

[0036] Le dispositif selon l'invention apporte une solution simple, efficace et économique à ce problème.

[0037] Dans un mode de réalisation représenté en figure 5 qui correspond au dispositif de la figure 1, le jeu précité de montage de l'orifice de la biellette sur le carré d'entraînement est formé, dans la direction longitudinale de la biellette 26, entre une surface droite 90 de l'orifice 24 de la biellette, du côté opposé au doigt 28 de la biellette et parallèle à l'axe 32 de l'aube, et une face oblique 92 du carré d'entraînement, qui est en regard de la surface 90 et inclinée vers l'extérieur en direction de l'axe 32 de l'aube.

[0038] Cette face 92 peut être formée par enlèvement de matière sur une partie radialement externe du carré d'entraînement, la partie radialement interne restante du carré d'entraînement formant une face droite 94 parallèle à l'axe de l'aube, et en regard de la surface 90 à une distance 96 très faible voire quasi nulle de celle-ci et sur une hauteur 98 suffisante pour assurer le maintien longitudinal de la biellette par rapport à l'aube avant serrage. Cette hauteur est typiquement de 0,5 mm environ.

[0039] Dans la variante de réalisation de la figure 6, le jeu est formé dans la direction longitudinale de la biellette, entre une face droite 100 du carré d'entraînement de l'aube, qui est parallèle à l'axe 32 de l'aube et opposée au doigt 28 de la biellette, et une surface oblique 102 de l'orifice de la biellette, qui est en regard de la face 100 et inclinée vers l'extérieur en direction de l'axe 32 de l'aube.

[0040] Cette surface 102 peut être formée par enlèvement de matière sur la face d'extrémité de l'orifice 24 de la biellette sur une partie de la hauteur de cette face d'extrémité, depuis l'intérieur. La partie radialement externe restante de cette face d'extrémité est une face droite 104 parallèle à l'axe 32 de l'aube, et en regard de la face 100 du carré d'entraînement à une distance 106 très faible voire quasi nulle de celle-ci et sur une hauteur 108 suffisante pour assurer le maintien longitudinal de la biellette par rapport à l'aube. Cette hauteur est typiquement de 0,5 mm environ.

[0041] Le jeu précité, dans un plan passant par l'axe 32 de l'aube et orienté parallèlement à la direction longitudinale de la biellette, peut avoir une forme triangulaire, incurvée ou autre.

[0042] Dans ces deux modes de réalisation, le jeu J à l'extrémité radialement externe de l'orifice de la biellette (en figure 5) ou à l'extrémité radialement interne de cet orifice (figure 6) est suffisant pour permettre le montage de la biellette sur le carré d'entraînement par déplacement radial de la biellette.

[0043] Dans un exemple de réalisation utilisant le montage de la figure 1, le défaut de calage angulaire de l'aube correspondant à $\alpha_0 - \alpha_1$ et à $\alpha_0 - \alpha_2$ en figure 4 était de $\pm 0,31^\circ$. L'invention permet, par le montage de la figure 5 ou par celui de la figure 6, de ramener ce défaut de calage à $\pm 0,09^\circ$, et donc de le réduire d'environ 70%.

Revendications

1. Dispositif de commande d'aubes (10) à calage variable dans une turbomachine, en particulier dans un turboréacteur d'avion, comprenant un anneau de commande (30) monté à rotation autour du carter (20) de la turbomachine et relié par des biellettes (26) aux aubes (10) à calage variable, chaque biellette (26) comportant à une extrémité un doigt radial (28) de montage sur l'anneau de commande (30) et à son autre extrémité un orifice (24) de montage sur un carré d'entraînement (22) formé à l'extrémité d'une queue cylindrique (16) de l'aube (10), guidée en rotation dans un passage cylindrique (18) du carter (20), **caractérisé en ce que**, l'axe (32) de la queue cylindrique (16) de l'aube (10) étant incliné par rapport à l'axe (48) du doigt radial (28) de la biellette (26), l'orifice (24) de montage de la biellette (26) présente, dans la direction longitudinale de la biellette (26), une dimension supérieure à celle du carré d'entraînement (22) et détermine avec celui-ci, dans la direction précitée, un jeu qui varie sur la hauteur du

EP 1 696 104 A2

carré d'entraînement (22) et dudit orifice de montage (24) entre une valeur suffisante pour engager l'orifice de montage (24) sur le carré d'entraînement (22) en déplaçant la biellette (26) parallèlement à l'axe (48) de son doigt radial (28) et une valeur très faible ou presque nulle quand la biellette (26) est en place sur le carré d'entraînement (22).

- 5 **2.** Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, quand la biellette (26) est en place sur le carré d'entraînement (22), le jeu précité est sensiblement triangulaire dans un plan passant par l'axe (32) de la queue d'entraînement (16) et orienté parallèlement à la direction longitudinale de la biellette (26).
- 10 **3.** Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le jeu précité est formé entre une face droite (100) du carré d'entraînement (22), parallèle à l'axe (32) de rotation de l'aube (10), et une surface oblique (102) de l'orifice (24) de montage de la biellette (26), inclinée par rapport à cet axe (32) de rotation.
- 15 **4.** Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la dimension de l'orifice de montage (24), dans la direction longitudinale de la biellette (26) diminue progressivement de l'extrémité radialement interne de cet orifice (24) jusqu'au voisinage de son extrémité radialement externe, puis est constante jusqu'à cette extrémité radialement externe.
- 20 **5.** Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'orifice (24) de la biellette (26) comprend une surface droite (104), parallèle à l'axe (32) de rotation de l'aube (10) et en regard de la face droite (100) du carré d'entraînement (22) de l'aube (10) sur une hauteur, par exemple de 0,5 mm environ, suffisante pour assurer le maintien de la biellette (26), dans sa direction longitudinale, quand elle est en place sur le carré d'entraînement (22).
- 25 **6.** Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le jeu précité est formé entre une surface droite (90) de l'orifice (24) de montage de la biellette (26), parallèle à l'axe (32) de rotation de l'aube (10), et une face oblique (92) du carré d'entraînement (22), inclinée par rapport à l'axe (32) de rotation de l'aube (10).
- 30 **7.** Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la dimension du carré d'entraînement (22), dans la direction longitudinale de la biellette (26), augmente progressivement de son extrémité radialement externe jusqu'au voisinage de son extrémité radialement interne, puis est constante jusqu'à cette extrémité radialement interne.
- 35 **8.** Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le carré d'entraînement (22) de l'aube (10) comprend une face droite (94), parallèle à l'axe (32) de rotation de l'aube (10) et en regard de la surface droite (90) de l'orifice (24) de la biellette (26) sur une hauteur, par exemple de 0,5 mm environ, suffisante pour assurer le maintien de la biellette (26), dans sa direction longitudinale, quand elle est en place sur le carré d'entraînement (22).

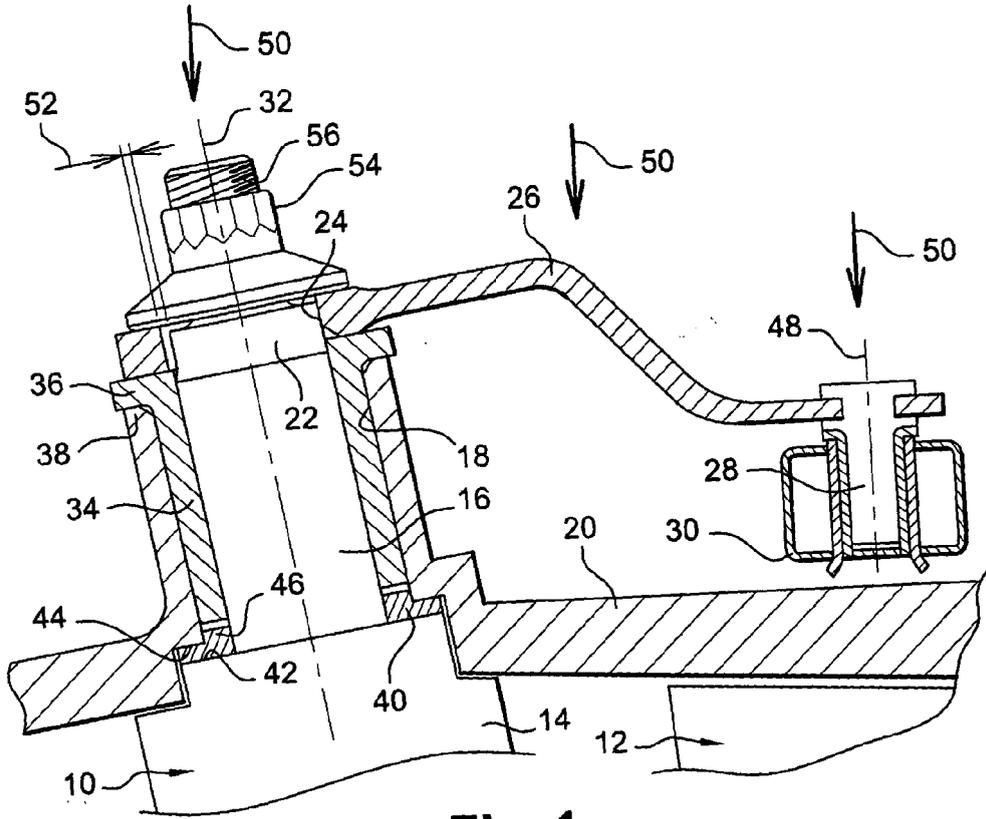


Fig. 1

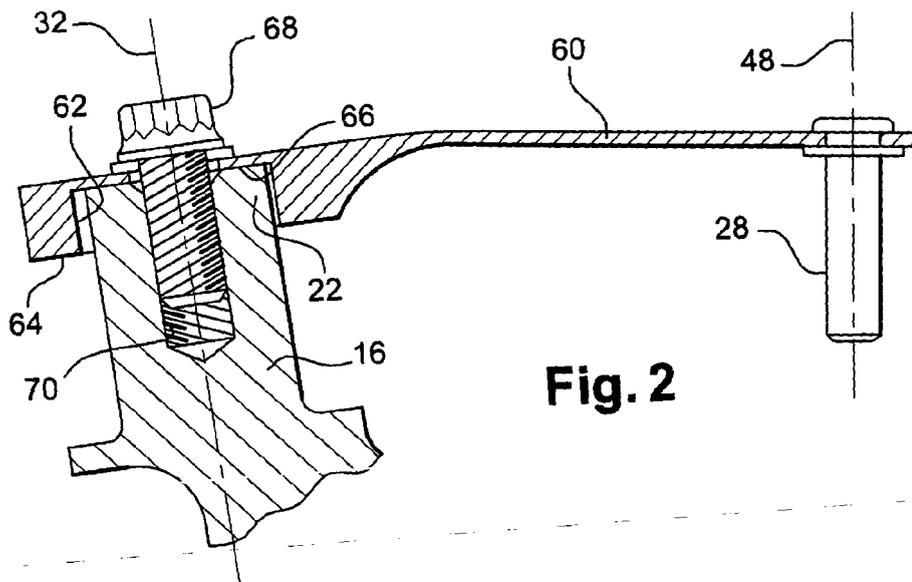


Fig. 2

