



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1999/12/23

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/06/28

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/07/15

(30) Priorité/Priority: 1998/12/28 (FR98/16521)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04D 31/00* (2006.01),
F01D 25/24 (2006.01), *F04D 11/00* (2006.01),
F04D 29/40 (2006.01)

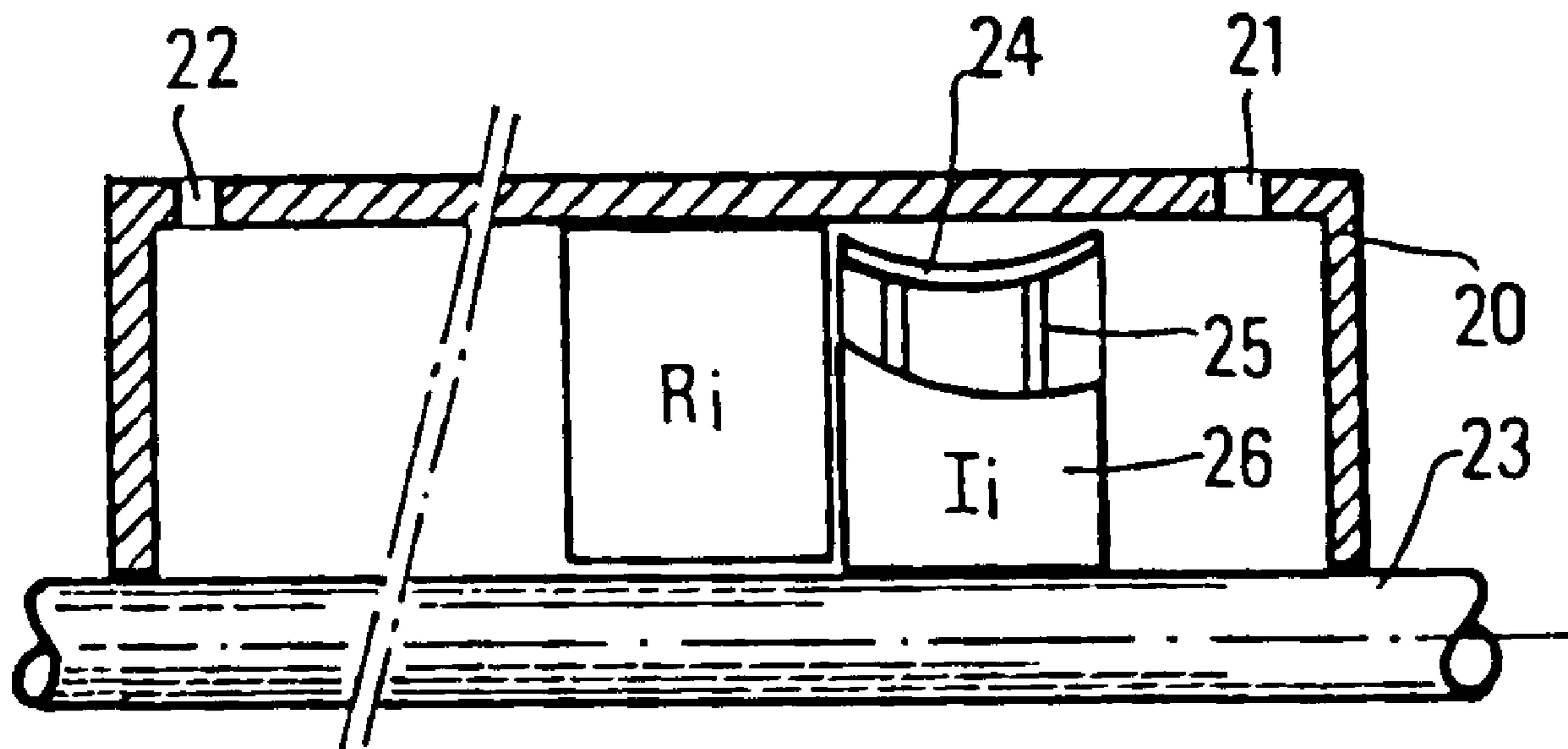
(72) Inventeur/Inventor:
CHARRON, YVES, FR

(73) Propriétaire/Owner:
INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : IMPULSEUR DIPHASIQUE HELICO-RADIO-AXIAL AVEC CARENAGE INCURVE

(54) Title: HELICO-RADIO-AXIAL DIPHASIC IMPELLER WITH A CURVED SHROUD



(57) Abrégé/Abstract:

Impulseur diphasique hélico-radio-axial de compression ou de détente comportant une ou plusieurs aubes montées sur un moyeu, un couvercle ou carénage monté sur la partie extérieure des aubes, l'ensemble étant disposé dans un carter. Le couvercle possède sur au moins une de ses extrémités correspondant à l'entrée et/ou à la sortie de l'impulseur une pente dont la valeur est déterminée de façon à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur.

PRECIS DE LA DIVULGATION :

Impulseur diphasique hélico-radio-axial de compression ou de détente comportant une ou plusieurs aubes montées sur un moyeu, un couvercle ou carénage monté sur la partie extérieure des aubes, l'ensemble étant disposé dans un carter.

Le couvercle possède sur au moins une de ses extrémités correspondant à l'entrée et/ou à la sortie de l'impulseur une pente dont la valeur est déterminée de façon à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur.

**IMPULSEUR DIPHASIQUE HELICO-RADIO-AXIAL
AVEC CARENAGE INCURVE**

5 L'invention concerne les impulseurs diphasiques hélico-radio-axiaux ainsi que les dispositifs de compression et de détente comprenant ce type d'impulseurs.

L'invention concerne notamment les impulseurs diphasiques hélico-radio-axiaux suivants :

- 10 • les impulseurs hélico axiaux où l'écoulement s'effectue dans une enveloppe essentiellement cylindrique, une sous famille des impulseurs hélico radio axiaux (écoulement dans une enveloppe de révolution tridimensionnelle),
- les impulseurs de compression (transfert d'énergie du rotor vers le fluide), par exemple, les impulseurs tels que ceux décrits dans le brevet FR 2.665.224 et les impulseurs de détente (transfert d'énergie du fluide vers le rotor).

Dans la suite de la description, on désigne par :

- 15 • plan méridien d'un impulseur, tout plan passant par l'axe de rotation.
- plan radial d'un impulseur, tout plan perpendiculaire à l'axe de rotation.
- canal de l'impulseur, l'espace traversé par l'écoulement, bordé par les aubes et par les enveloppes extérieure et intérieure.

20 L'impulseur selon l'invention est notamment utilisé dans des dispositifs de compression et de détente d'un mélange composé d'une ou de plusieurs phases liquides, d'une phase gazeuse et éventuellement d'une phase solide.

Il peut être utilisé dans différents domaines par exemple en production pétrolière, en géothermie, dans les procédés de liquéfaction (en particulier la liquéfaction du gaz naturel), la réinjection combinée d'eau et de gaz acides, les procédés de raffinage (reforming catalytique, 25 hydrotraitement: hydrocraquage, hydrodésulfuration etc ...).

Les impulseurs monophasiques radiaux (centrifuges) et radio axiaux (en anglais «mixed flow») de compression et de détente sont généralement recouverts d'une enveloppe extérieure (couvercle ou flasque ou carénage) de façon à limiter les débits de fuite et de recyclage entre 30 l'intrados et l'extrados des aubes et par conséquent à augmenter le rendement de l'impulseur. Ces enveloppes sont généralement munies à une de leur extrémité d'une étanchéité (par exemple, à labyrinthes) de façon à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur du fait du gradient de pression (positif en compression et négatif en détente) qui s'établit au cours de la transformation d'énergie.

Le brevet FR 2 697 870 décrit le recouvrement des aubes d'impulseurs hélico axiaux de compression par un carénage lui même recouvert sur toute la surface extérieure par un système d'étanchéité. Le carénage a deux fonctions : premièrement, réduire l'espace entre le rotor et le stator compte tenu des réductions de hauteur d'aube du premier vers le dernier étage (réduction du débit volumique), deuxièmement, réduire les fuites au niveau de chaque impulseur tout en évitant les pertes par friction en utilisant un système d'étanchéité approprié, par exemple des cannelures disposées dans le sens de rotation.

L'idée de la présente invention est de disposer un élément supplémentaire dénommé « couvercle » sur la partie extérieure des aubes, qui présente à au moins une de ses extrémités une pente dont la valeur est choisie pour limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur.

La pente de l'extrémité du couvercle où la pression est la plus élevée est notamment définie pour qu'il y ait un équilibre entre la force de pression et la composante tangentielle de la force centrifuge s'exerçant de part et d'autre sur une masse de liquide M piégée entre le couvercle et la partie fixe.

La forme spécifique du couvercle permet notamment d'obtenir au moins un des résultats suivants :

- supprimer en totalité le débit de fuite entre l'intrados et l'extrados des aubes d'un impulseur, et
- limiter le débit de fuite à l'extérieur du couvercle (de la sortie vers l'entrée dans le cas d'une compression et de l'entrée vers la sortie dans le cas d'une détente), permettant ainsi d'augmenter le rendement de l'étage.

L'invention consiste aussi à donner une forme spécifique à la courbure moyenne du canal d'écoulement du fluide afin de limiter la séparation des phases du fluide.

L'invention concerne un impulseur diphasique hélico-radio-axial de compression ou de détente comportant une ou plusieurs aubes montées sur un moyeu, un couvercle monté sur la partie extérieure des aubes, l'ensemble étant disposé dans un carter. Il est caractérisé en ce que le couvercle possède sur au moins une de ses extrémités correspondant à l'entrée et/ou à la sortie de l'impulseur une pente dont la valeur est déterminée de façon à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur.

La valeur de la ou des pentes est déterminée par exemple pour qu'il y ait un équilibre entre la force de pression et la composante tangentielle de la force centrifuge s'exerçant de part et d'autre sur une masse de liquide piégée entre le couvercle et la partie fixe.

La valeur de la pente peut être déterminée à l'aide d'une longueur L_z , ladite longueur L_z étant au plus égale à une longueur maximale, L_{max} .

Cette valeur L_{max} est par exemple au plus égale à environ 20% de la longueur axiale, L_t .

Selon une variante préférentielle de réalisation, la pente est située à l'extrémité haute pression de l'impulseur (la partie de l'impulseur qui voit la pression la plus élevée).

L'impulseur peut être un impulseur de compression ou un impulseur de détente.

10 L'impulseur de compression ou l'impulseur de détente peut comporter au moins un canal d'écoulement délimité par au moins un moyeu et deux aubes successives, ledit impulseur présentant une longueur axiale L_t et un rayon de courbure moyen $R_h(z)$, pris dans le plan méridien, ledit rayon de courbure $R_h(z)$ étant adapté au moins sur une partie de la longueur L_t pour limiter la séparation des phases dudit fluide polyphasique à l'intérieur du canal d'écoulement.

L'invention concerne aussi un dispositif de compression ou de détente pour un fluide polyphasique comportant au moins une phase liquide et une phase gazeuse, le dispositif comportant un carter, une ou plusieurs cellules de compression (l_i, R_i), les impulseurs étant montés sur un arbre de rotation, une entrée permettant l'introduction du fluide polyphasique et une sortie pour extraire le fluide polyphasique ayant acquis une certaine énergie. Le compresseur est caractérisé en ce que au moins une des cellules de compression comporte un impulseur tel que décrit précédemment.

20 L'impulseur ou le dispositif de compression selon l'invention s'applique notamment au pompage des effluents pétroliers.

L'invention sera mieux comprise au vu des figures suivantes illustrant de manière simplifiée et non limitative plusieurs modes de réalisation du dispositif, parmi lesquelles :

- la figure 1 schématise un impulseur pourvu d'un couvercle selon l'art antérieur,
- la figure 2 représente une vue générale d'un dispositif de compression comportant au moins un impulseur comportant un couvercle comportant des parties courbes,
- les figures 3 et 4 schématisent deux variantes de couvercle pour des impulseurs de compression ou de détente,
- 30 • la figure 5 donne sur un diagramme les paramètres utilisés pour déterminer la valeur de la pente, et
- la figure 6 montre une variante de réalisation comportant des moyens d'étanchéité supplémentaires.

La figure 1 est une coupe méridienne d'un impulseur hélico axial équipé d'un couvercle selon l'art antérieur.

L'impulseur 1 comporte un moyeu 1 pourvu de plusieurs aubes 3, un couvercle 4 sensiblement cylindrique fixé sur la partie extérieure des aubes 3. L'ensemble est disposé dans un
5 carter 2.

Le couvercle peut aussi être pourvu sur sa partie externe d'un dispositif d'étanchéité disposé entre le couvercle et la paroi interne du carter (non représenté sur la figure).

La figure 2 représente schématiquement et en coupe axiale, un exemple particulier non
10 limitatif d'un ensemble de pompage comportant au moins un impulseur équipé d'un couvercle ou élément supplémentaire présentant les caractéristiques spécifiques de l'invention.

Un tel ensemble est par exemple utilisé pour le pompage d'un effluent polyphasique pétrolier.

Dans cet exemple la référence 20 désigne un carter à l'intérieur duquel sont disposées
15 plusieurs cellules de compression. Le carter 20 comporte au moins un orifice d'admission 21 et au moins un orifice d'évacuation 22 du fluide polyphasique dont on cherche à élever l'énergie.

Une cellule de compression comporte par exemple un impulseur référencé $1i$, ayant pour fonction d'augmenter l'énergie du fluide et un redresseur Ri , l'indice i correspond au rang de la cellule de compression. Les impulseurs $1i$ sont solidaires d'un arbre de rotation 23 sur lequel ils sont
20 maintenus en place selon des moyens connus de l'homme du métier.

Un impulseur est équipé d'un couvercle 24 (figure 3) monté sur la partie extérieure des aubes 25, ces dernières étant solidaires d'un moyeu 26 (figure 3). Le couvercle comporte sur au moins une partie de sa longueur une pente dont la valeur est définie de manière à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur. La pente est positionnée par exemple au niveau de
25 l'extrémité du couvercle qui voit la pression la plus élevée, ou extrémité haute pression.

Le couvercle est par exemple défini par au moins les paramètres suivants :

⇒ une surface extérieure S_{ext} qui est la plus proche de la paroi du carter,

⇒ une surface intérieure S_{int} située du côté du moyeu,

⇒ une épaisseur ec qui peut être constante lorsque les surfaces extérieure et intérieure ont une
30 forme identique ou sensiblement identique.

Le moyeu 26, les aubes 25 et la surface interne S_{int} du couvercle délimitent un canal d'écoulement du fluide polyphasique à travers les cellules de compression.

En règle générale, une cellule de compression comporte un couple formé d'un impulseur et d'un redresseur. Toutefois, il est possible sans sortir du cadre de l'invention d'avoir une cellule de compression formée d'un impulseur I_i qui n'est pas suivi par un redresseur R_i .

5 Méthode de détermination de la pente du couvercle

La pente du couvercle selon l'invention est définie à au moins une de ses extrémités de manière à limiter les fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur, en mettant en œuvre par exemple les étapes décrites ci-après.

10 La méthode décrivant la limitation des fuites sur la partie extérieure du couvercle s'effectue par une comparaison entre les forces s'exerçant de part et d'autre d'une quantité de liquide au niveau du jeu entre le couvercle et le carter.

On distinguera deux types d'impulseur : les impulseurs de compression et les impulseurs de détente.

a) cas d'un impulseur de compression (figure 3).

15 La pression de sortie P_2 étant supérieure à la pression d'entrée P_1 et les fuites s'établissant de la pression la plus élevée vers la plus faible, la limitation des fuites s'applique principalement en sortie d'impulseur et on dimensionne au moins la pente du couvercle au niveau de la sortie d'impulseur. Par conséquent, à l'entrée de l'impulseur, la pente de la partie extérieure du couvercle peut être égale à la pente de la partie inférieure du couvercle, elle même définie par la pente moyenne du
20 canal dans le plan méridien.

b) cas d'un impulseur de détente (figure 4).

La pression de sortie P_2 étant inférieure à la pression d'entrée P_1 et les fuites s'établissant de la pression la plus élevée vers la plus faible, la limitation des fuites s'applique principalement à l'entrée de l'impulseur et on dimensionne au moins la pente de la partie du couvercle au niveau de
25 l'entrée de l'impulseur. Par conséquent, à la sortie de l'impulseur, la pente de la partie extérieure du couvercle peut être égale à la pente de la partie inférieure du couvercle, elle même définie par la pente moyenne du canal dans le plan méridien.

De manière générale, les étapes de la méthode consistent à définir la pente du couvercle à l'aide d'une valeur de longueur ou encore d'une valeur d'angle de façon à équilibrer la force F_{pj}
30 exercée par la pression du côté de l'impulseur où la pression est la plus élevée et la force exercée par l'accélération centrifuge sur la masse de liquide contenue dans un volume de révolution entre le carter et la surface extérieure du couvercle.

L'indice j correspond à 1 pour l'entrée de l'impulseur et à 2 lorsque l'on considère la sortie de l'impulseur.

La méthode détaillée ci-après (figure 5) est donnée pour un impulseur de compression (cas a)) à titre illustratif et nullement limitatif.

Sans sortir du cadre de l'invention, le calcul s'applique de façon similaire pour un impulseur de détente, le calcul pour définir la pente s'effectue alors à l'entrée de l'impulseur.

On part des données suivantes :

⇒ la vitesse de rotation de l'impulseur, N exprimée en tours par seconde,

⇒ la distance de la partie extérieure du couvercle (point C) à l'axe de rotation, R_c , en sortie d'impulseur, R_{c2} .

10 ⇒ l'angle formé par la tangente à la surface extérieure du couvercle, au point C, avec l'axe de rotation dans le plan méridien en sortie d'impulseur, θ_2

⇒ le jeu radial entre le couvercle et la partie fixe, en sortie, J_2

⇒ la pression en sortie de l'impulseur, P_2

⇒ la pression à l'entrée de l'impulseur, P_1

15 A une vitesse de rotation, N, un rayon, R_{c2} , et un angle, θ_2 , il s'établira une condition de fuite. Les fuites tendent à se réduire lorsque l'angle θ_2 augmente.

On suppose dans un premier temps que la forme extérieure du couvercle est identique à la forme extérieure du canal.

Les paramètres suivants sont par exemple calculés en sortie de l'impulseur.

20 **Paramètres donnés**

Hauteur du jeu dans une direction perpendiculaire à la surface du couvercle

$$J_{p2} = J_2 / \cos(\theta_2)$$

Surface de révolution du jeu perpendiculairement à la surface du couvercle :

$$S_{j2} = 2 * \pi * R_{c2} * J_{p2}$$

25 **Détermination de la force exercée par la pression**

Force exercée par la pression, de la sortie vers l'entrée de l'impulseur au niveau du jeu :

$$F_{p2} = S_{j2} * (P_2 - P_1)$$

Accélération centrifuge au rayon R_{c2} :

$$A_{x2} = (2 * \pi * N)^2 * R_{c2}$$

Détermination de la force exercée par l'accélération centrifuge sur la masse de fluide

La composante de l'accélération centrifuge tangentielllement au couvercle est :

$$Ac_2 = Ax_2 * \sin(\theta_2)$$

5 Le volume de révolution, V délimité par la surface extérieure du couvercle, une enveloppe parallèle à cette surface prise à une distance Jp_2 , sur une longueur axiale, Lz , est défini par

$$V = 2 * \pi * Rmz * Lz * Jp_2$$

Rmz étant le rayon extérieur moyen du couvercle sur la longueur Lz .

La masse du volume de fluide contenu dans le volume de révolution correspondant est :

$$M = V * \rho_0 \quad \text{où } \rho_0 \text{ est la densité du liquide.}$$

10 La force exercée par l'accélération centrifuge sur la masse de fluide M contenu dans le volume de révolution est $Fc = Ac_2 * M = Ax_2 * \sin(\theta_2) * 2 * \pi * Rmz * Lz * Jp_2 * \rho_0$

15 A partir de ces deux valeurs de force et de la condition d'équilibrage recherchée pour éviter les fuites on déduit la valeur de la pente à donner au niveau de la partie du couvercle disposée en sortie de l'impulseur. On donne la valeur de la pente à l'aide de la valeur Lz ou la valeur de l'angle θ .

On déduit par exemple la valeur de Lz de l'égalité précédente :

$$Lz = Rc_2 * (P_2 - P_1) / Rmz / Ax_2 / \sin(\theta_2) / \rho_0$$

20 On vérifie que la valeur de Lz est inférieure à une valeur maximale L_{max} ,

- ♦ si $Lz \leq L_{max}$ alors la valeur de l'angle θ_2 correspondante est acceptable,
- ♦ si $Lz > L_{max}$ on augmente la valeur de l'angle jusqu'à obtenir une valeur de Lz inférieure ou égale à L_{max} .

25 La valeur de L_{max} est par exemple égale à environ 20% de la longueur axiale de l'impulseur, L_t .

30 La figure 6 schématise une variante d'impulseur hélico axial pourvu d'un couvercle fixé sur la partie extérieure des aubes. Le couvercle présente une partie conique ou légèrement courbe, dans un plan méridien à une extrémité de l'impulseur (sur le schéma l'entrée) et une partie courbe, dans un plan méridien, à l'autre extrémité (sur le schéma la sortie). Cet arrangement convient plus particulièrement à un impulseur hélico axial de compression, avec, par exemple, à l'entrée, une

vitesse absolue axiale (n'entraînant que peu de séparation des phases à l'entrée) et à la sortie, une vitesse absolue fortement déviée (résultant de la transformation d'énergie et entraînant une séparation des phases importante surtout en présence de canaux rectilignes, dans un plan méridien).

5 La partie amont du couvercle, en considérant le sens de l'écoulement du fluide, est équipée sur sa partie extérieure d'un système d'étanchéité 30, tel qu'un système à labyrinthes de façon à limiter les fuites de part et d'autre des extrémités de l'impulseur. Le dimensionnement d'un tel système d'étanchéité (à bagues, à labyrinthes ou autres) se fera par des méthodes connues de l'Homme du métier.

10 Les parties conique du couvercle (ou légèrement incurvée) et incurvée peuvent être inversées entre l'entrée et la sortie selon, la fonction (compression ou détente) et la conception de l'impulseur (fortes accélérations à l'entrée ou à la sortie de l'impulseur).

15 **Exemple numérique concernant la limitation des fuites entre le couvercle et le carter, en sortie d'impulseur, en fonction de la pente du canal dans le plan méridien.**

Données:

Vitesse de rotation de l'impulseur N : 100 rps

Distance du couvercle à l'axe de rotation: $R_{c2}=0.125$ m

20 Angle formé par le couvercle avec l'axe de rotation dans le plan méridien en sortie d'impulseur : 25°

Jeu entre le couvercle et la partie fixe (en sortie): $J_2=0.00045$ m

Pression en aval de l'impulseur: $P_2 = 1$ MPa abs

Pression en amont de l'impulseur: $P_1 = 0.8$ MPa abs

25 Toutes les valeurs ci-dessous sont calculées en sortie de l'impulseur (sauf indication contraire)

Hauteur du jeu dans une direction perpendiculaire à la surface du couvercle

$$J_{p2} = J_2 / \cos(25) = 0.0005 \text{ m}$$

Surface de révolution du jeu perpendiculairement à la surface du couvercle :

30
$$S_{j2} = 2 \cdot \pi \cdot R_{c2} \cdot J_{p2} = 0.000392 \text{ m}^2$$

Force exercée par la pression de l'aval vers l'amont au niveau du jeu:

$$F_{p2} = S_{j2} \cdot (P_2 - P_1) = 78 \text{ N}$$

Accélération centrifuge au rayon R_{c2} :

$$A_{x2} = (2 \cdot \pi \cdot N)^2 \cdot R_{c2} = 49300 \text{ m/s}^2$$

35 Composante de l'accélération centrifuge parallèlement au couvercle:

$$A_{c2} = A_{x2} \cdot \sin(25) = 20835 \text{ m/s}^2$$

L'équilibre entre la force de pression et la force correspondant à la centrifugation d'une masse de liquide M (volume V et densité ρ_0) piégée entre le couvercle et la partie fixe, est réalisée lorsque : $F_{p2} = M \cdot A_{c2}$ c'est à dire lorsque $M = 0.0037$ kg soit un volume de $3.7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ pour une densité de liquide de 1000 kg/m^3 . Ce volume de liquide correspond à une longueur axiale de l'ordre de quelques mm (cette valeur est à comparer à la longueur axiale de l'impulseur de l'ordre de quelques cm), la longueur étant déterminée de façon précise en fonction de la pente mais également de la courbure du couvercle.

Le calcul montre qu'à partir d'une certaine accumulation de liquide à l'extérieur du couvercle (volume entre le couvercle tournant et la partie fixe), la composante de l'accélération centrifuge parallèlement au couvercle incliné est suffisante pour s'opposer à la force de pression. A l'équilibre des forces aucun échange de fluide n'est réalisé au niveau du jeu séparant l'impulseur de la partie fixe.

Le couvercle décrit aux figures 2 à 6 peut être disposé sur la partie extérieure des aubes d'un impulseur comportant un canal d'écoulement pour lequel le rayon de courbure moyen par exemple est déterminé selon la méthode décrite dans la demande de brevet FR 98/16522 ayant pour titre « impulseur diphasique avec canal incurvé dans le plan méridien ». La forme spécifique de ce rayon de courbure permet notamment de limiter la séparation des phases d'un fluide polyphasique.

On part d'un impulseur de détente ou de compression pourvu d'un couvercle ayant une pente correspondant respectivement à une valeur d'angle θ_1 ou θ_2 obtenue à l'aide des étapes de calcul précitées.

Rappel des étapes de la méthode de calcul pour déterminer la valeur de la courbure moyenne à donner au canal d'écoulement.

On part d'un impulseur ayant un rayon de courbure initial connu, la valeur $A_{nc}(z)$ est connue pour toutes les valeurs de z. $A_{nc}(z)$ correspond à l'accélération radiale et à un canal non courbe dans le plan méridien tenant compte de différentes accélérations données dans la demande de brevet précitée.

On cherche à minimiser la valeur A_T . Le nouveau rayon de courbure moyen du canal d'écoulement pris dans un plan méridien est déterminé par exemple de la manière suivante :

- Avec $Z=0$ définissant l'entrée du canal d'écoulement et $Z=1$ définissant la sortie, on détermine le point Z_0 correspondant à la valeur minimum de $A_{nc}(z)$,
- A $Z=Z_0$, on choisit par exemple une pente nulle ($T(Z_0)=0$) dans le plan méridien pour l'enveloppe C_{moy} (enveloppe moyenne du canal qui correspond à la trajectoire moyenne suivie par

l'écoulement du fluide). Sans sortir du cadre de l'invention, il est possible de prendre une valeur différente de 0 sans changer la procédure de calcul de $Rh(Z)$,

- On choisit une valeur de départ $At_{max} = At_{max_1}$ valable pour toutes les valeurs de z ,
- On calcule $Ac(z)$.

5 on compare la valeur connue de $Anc(z)$ à la valeur de At_{max} ,

Deux cas a), b) peuvent se présenter :

a) $Anc(z) \leq At_{max}$, alors $Ac(z)$ peut prendre toute valeur comprise entre 0 et $At_{max} -$

$Anc(z)$ avec $Rh(z) = -\frac{(W \sin \beta)^2 \cos \gamma}{Ac(z)}$ et on choisit une de ces valeurs. Dans cette

10

condition $Rh(z)$ est négatif et la concavité de l'enveloppe C_{moy} est orientée vers les x négatifs,

b) $Anc(z) > At_{max}$, alors $Ac(z) = At_{max} - Anc(z)$ avec $Rh(z) = -\frac{(W \sin \beta)^2 \cos \gamma}{Ac(z)}$.

Dans cette condition $Rh(z)$ est positif et la concavité de l'enveloppe C_{moy} est orientée vers les X positifs,

15 • En procédant par exemple du point Z_0 vers l'entrée du canal d'écoulement, on obtient une pente T_1 à l'entrée pour l'enveloppe C_{moy} et de la même façon par exemple du point Z_0 vers la sortie avec une pente T_2 en sortie. On détermine ainsi la courbure de l'impulseur en tout point. Aux pentes T_1 et T_2 correspondent deux valeurs d'angle γ_1 et γ_2 .

20 • En un point quelconque, l'angle γ correspondant à la pente $T(z)$ doit être compris entre -90 et $+90$ degrés. Au cours de la procédure de calcul, si en un point quelconque, l'angle devient inférieur à -90 degrés ou supérieur à 90 degrés, alors on diminue la valeur d'origine d' At_{max} et on réitère le calcul jusqu'à obtenir une valeur d'angle comprise entre -90° et 90° , $[\gamma_1, \gamma_2]$.

25 • Pour des raisons propres à la fonction de l'impulseur (compression, détente, ou autres applications spécifiques), si les valeurs absolues des pentes sont trop élevées alors on diminue la valeur d'origine d' At_{max} et on réitère le calcul jusqu'à obtenir une valeur d'angle comprise entre -90° et 90° .

• Il est possible de choisir des valeurs d' At_{max} différentes entre l'entrée et la sortie du canal d'écoulement.

30 En fonction de la nature des impulseurs et de leur fonction (compression, détente ou autres applications) il est possible de définir des valeurs pour les angles γ_1 , γ_2 correspondantes aux pentes T_1 et T_2 différentes des valeurs spécifiées ci-dessus $-90, 90^\circ$.

Choix des valeurs de θ_1 et de θ_2

- ♦ si $|\theta_j| \geq |\gamma_j|$ l'impulseur est défini par les deux angles θ_j pour le couvercle et γ_j pour le canal d'écoulement,
- ♦ si $|\theta_j| < |\gamma_j|$ on prend comme valeur d'angle θ_j pour le couvercle une des valeurs comprises dans l'intervalle $[|\theta_j| ; |\gamma_j|]$;

5

avec $j = 1$ pour l'entrée d'un impulseur (par exemple de détente - figure 4), et $j = 2$ pour la sortie d'un impulseur (par exemple de compression - figure 3).

On définit par exemple un impulseur de compression comportant une section d'entrée et une section de sortie, au moins un canal d'écoulement délimité par au moins un moyeu et deux aubes successives. L'impulseur présente une longueur axiale L_t et un rayon de courbure moyen $R_h(z)$ (pris dans le plan méridien), ledit rayon de courbure $R_h(z)$ étant adapté au moins sur une partie de la longueur L_t pour limiter la séparation des phases dudit fluide polyphasique à l'intérieur du canal d'écoulement.

15 Le diamètre du carter peut être constant sur toute la longueur ou variable.

Le nombre, l'épaisseur et le matériau des aubes ainsi que l'épaisseur et le matériau du couvercle sont déterminés de façon à assurer l'intégrité du système compte tenu des efforts mécaniques s'exerçant sur les parties internes de l'impulseur et résultant principalement de la vitesse de rotation et du couple transmis. Ces méthodes de calcul sont connues de l'Homme du métier.

20

Le nombre, l'épaisseur et les angles des aubes sont déterminés sur un plan hydraulique selon l'état de l'art ou les brevets antérieurs.

REVENDICATIONS

1. Impulseur diphasique hélico-radio-axial de compression ou de détente, comportant une ou plusieurs aubes montées sur un moyeu, un couvercle monté sur une partie extérieure des aubes, l'ensemble étant disposé dans un carter, caractérisé en ce que le couvercle possède sur au moins une de ses extrémités correspondant à l'entrée et/ou à la sortie de l'impulseur une pente ayant une valeur déterminée de façon à limiter des fuites entre l'entrée et la sortie de l'impulseur.
- 10 2. Impulseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de la ou des pentes est déterminée pour qu'il y ait un équilibre entre une force de pression et une composante tangentielle d'une force centrifuge s'exerçant de part et d'autre sur une masse de liquide piégée entre le couvercle et une partie fixe.
3. Impulseur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit impulseur a une longueur maximal L_{max} , et la pente a une valeur déterminée à l'aide d'une longueur L_z qui est au plus égale à L_{max} .
- 20 4. Impulseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que L_{max} est au plus égale à environ 20% d'une longueur axiale L_t .
5. Impulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la pente est située à une extrémité haute pression de l'impulseur.
6. Impulseur selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 et 5, comportant au moins un canal d'écoulement délimité par le moyeu et les aubes qui sont formées de deux aubes successives, caractérisé en ce que ledit

impulseur présente une longueur axiale L_t et un rayon de courbure moyen $R_h(z)$, pris dans le plan méridien, ledit rayon de courbure $R_h(z)$ étant adapté au moins sur une partie de la longueur L_t pour limiter la séparation des phases dudit fluide polyphasique à l'intérieur du canal d'écoulement.

7. Impulseur selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 et 5, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un canal d'écoulement délimité par le moyeu et les aubes qui sont formées de deux aubes successives, caractérisé en ce que ledit impulseur présente une longueur axiale L_t et un rayon de courbure moyen $R_h(z)$, pris dans le plan méridien, ledit rayon de courbure $R_h(z)$ étant adapté au moins sur une partie de la longueur L_t pour limiter la séparation des phases dudit fluide polyphasique à l'intérieur du canal d'écoulement.

8. Dispositif de compression ou de détente pour un fluide polyphasique comportant au moins une phase liquide et une phase gazeuse, le dispositif comportant un carter, une ou plusieurs cellules de compression (l_i, R_i), des impulseurs étant montés sur un arbre de rotation, une entrée permettant une introduction du fluide polyphasique et une sortie pour extraire le fluide polyphasique ayant acquis une certaine énergie, caractérisé en ce que au moins une des cellules de compression comporte un impulseur selon une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Utilisation de l'impulseur selon une quelconque des revendications 1 à 6 à un pompage d'un effluent pétrolier.

10. Utilisation du dispositif selon la revendication 8 à un pompage d'un effluent pétrolier.

FIG.1 (ART ANTERIEUR)

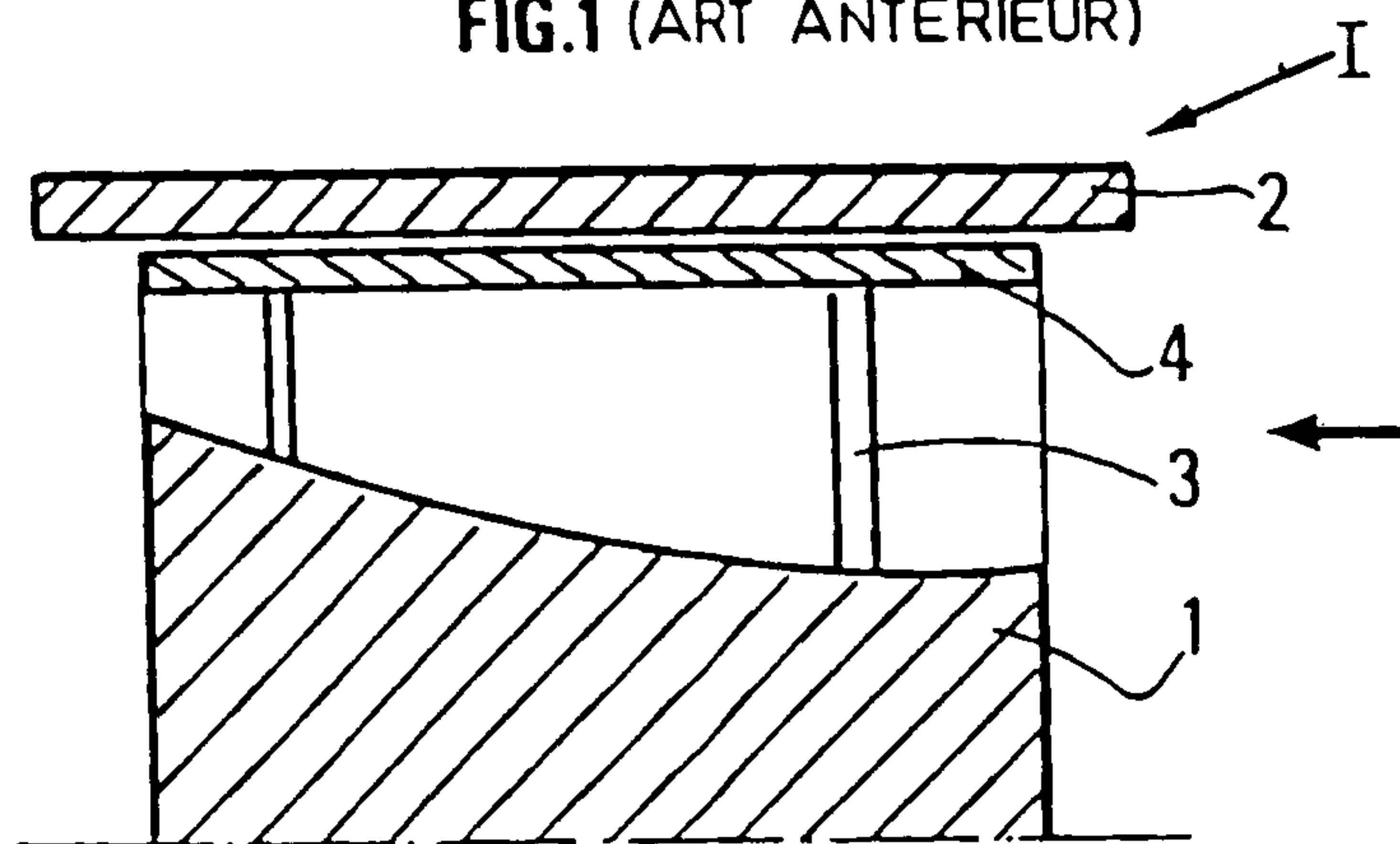


FIG.2

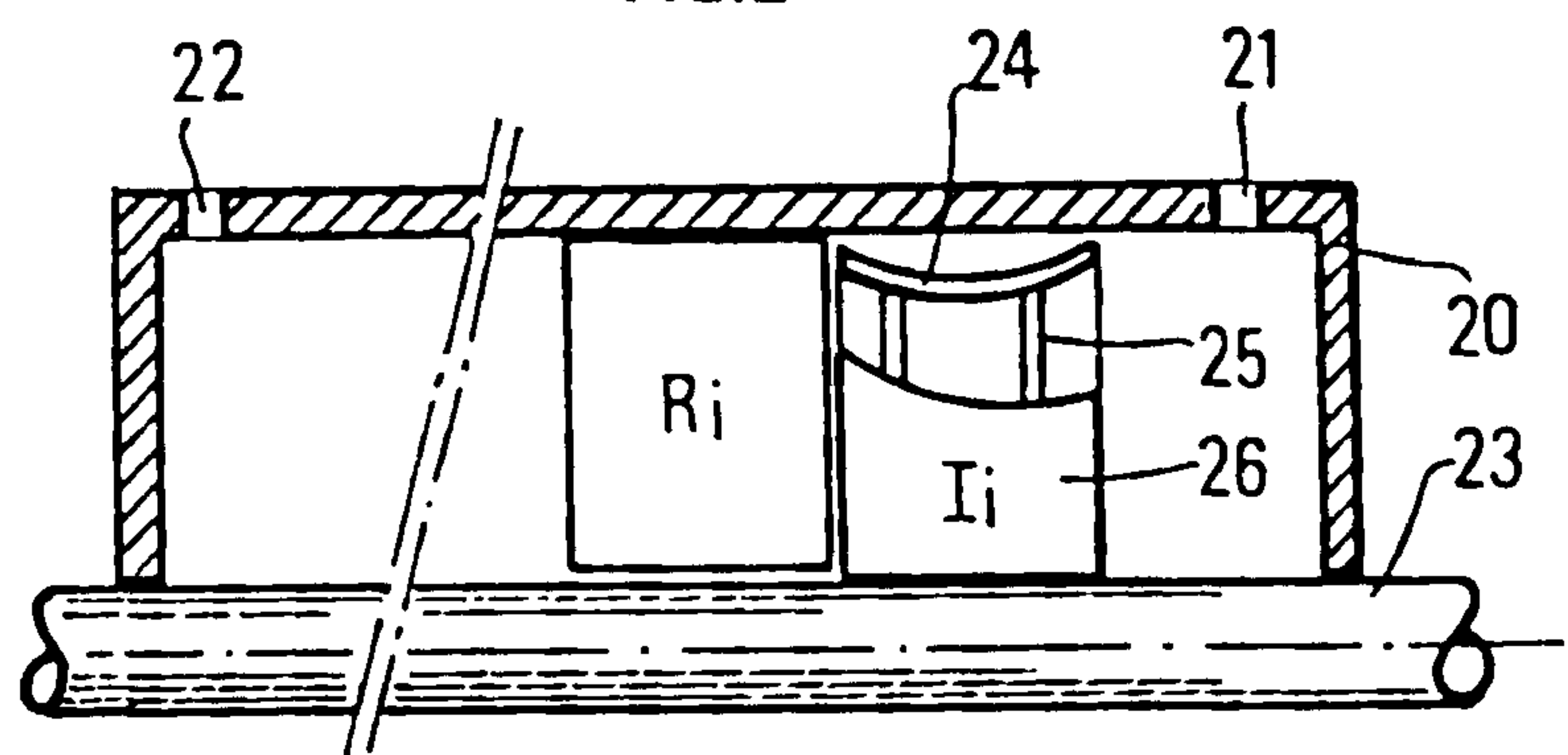


FIG.3

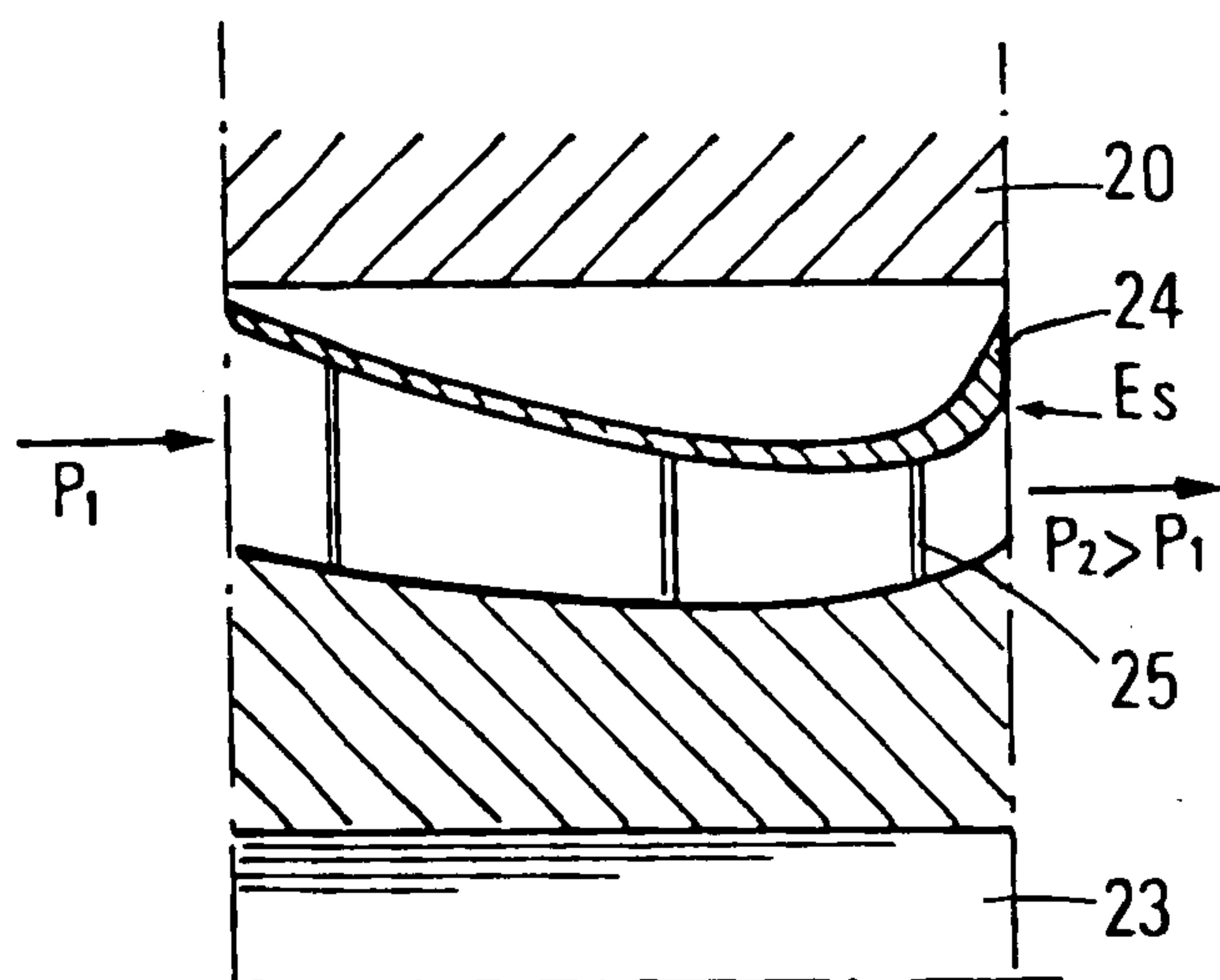


FIG.4

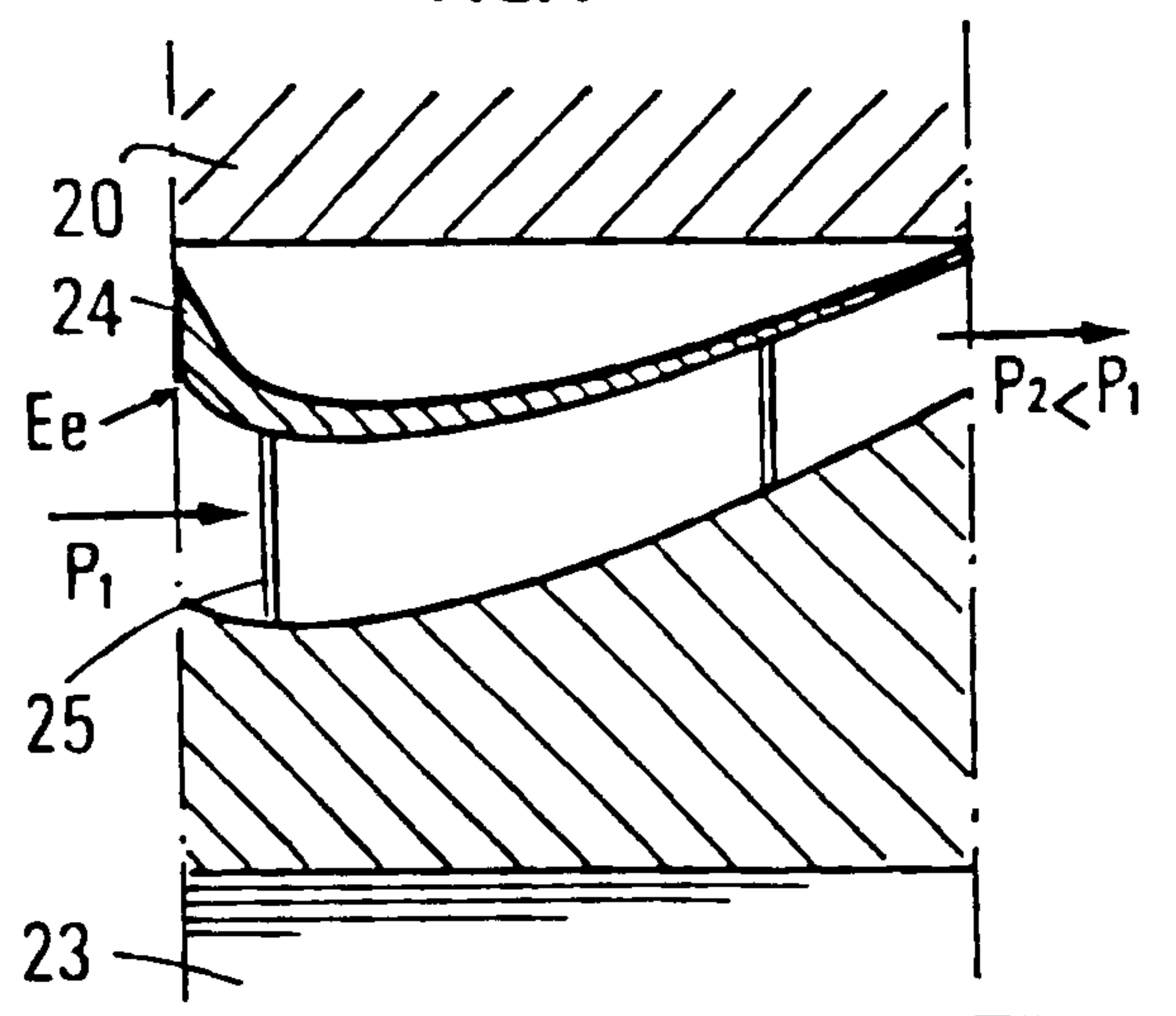


FIG.5

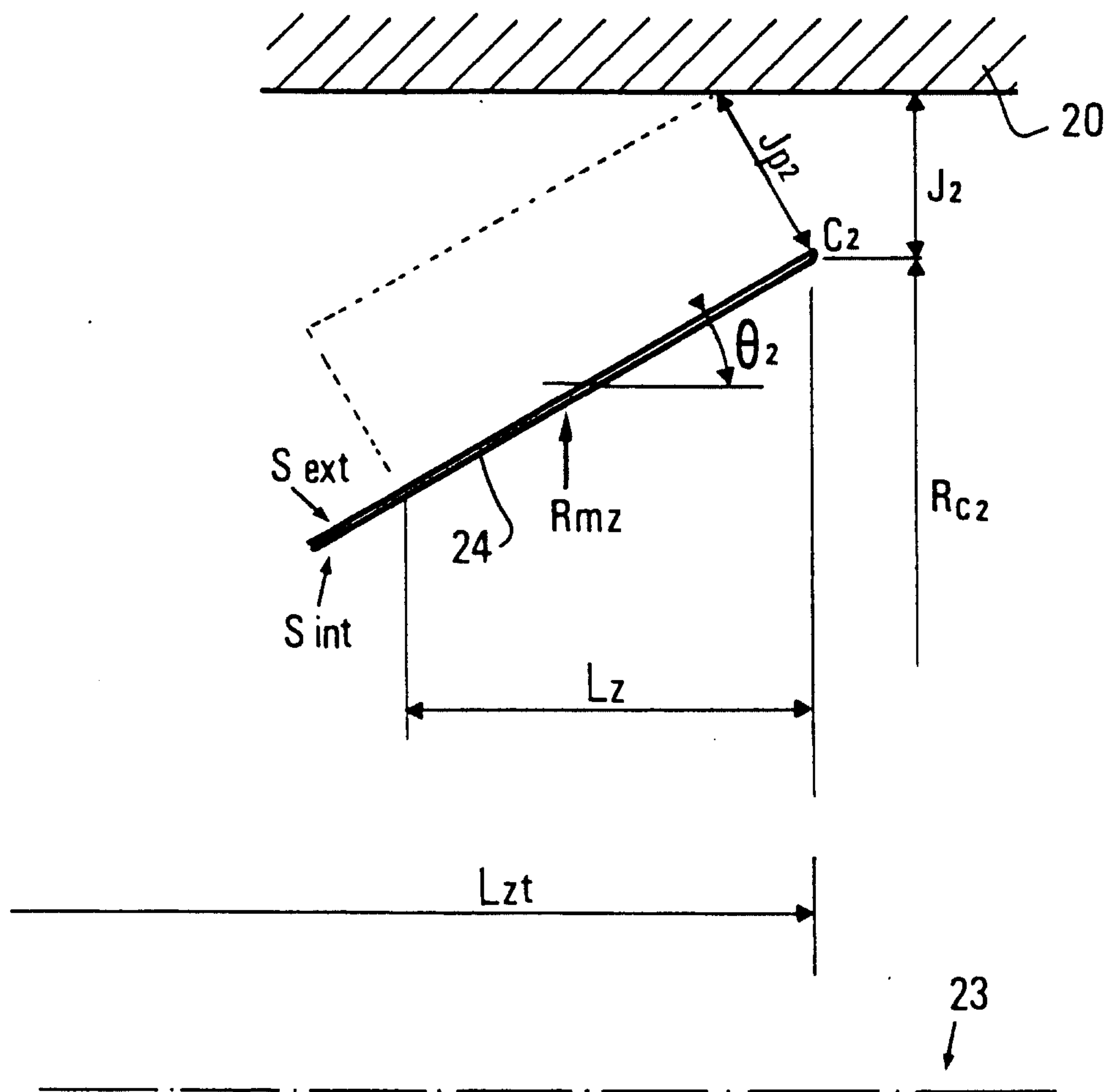


FIG.6

