

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 529 984

②1 N° d'enregistrement national :

83 11460

⑤1 Int Cl³ : F 16 J 9/06.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 8 juillet 1983.

③0 Priorité DE, 10 juillet 1982, n° P 32 25 906.9.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 13 janvier 1984.

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

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : BUSAK + LUYKEN
GMBH & CO. — DE.

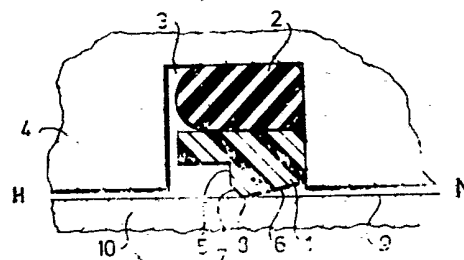
⑦2 Inventeur(s) : Heinz K. Müller.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Beau de Loménie.

⑤4 Dispositif d'étanchéité pour pistons ou tiges de pistons hydrauliques.

⑤7 Ce dispositif est placé dans une gorge annulaire 3 d'un élément fixe 4 et se compose d'une bague d'étanchéité 1 en élastomère et d'une bague de serrage 2 en caoutchouc ou un matériau analogue qui presse la bague d'étanchéité 1 contre un élément mobile 10. L'extrémité de l'élément mobile 10 présente un biseau pour le montage du dispositif d'étanchéité, s'accompagnant d'un élargissement de la bague d'étanchéité 1. Afin d'éviter, lors de ce montage, une déformation nuisible de l'arête d'étanchéité formée entre un gradin 5 et une surface conique 6 de la bague d'étanchéité 1, ces deux surfaces sont séparées par cette facette annulaire 7, orientée à 45° par exemple. L'angle qui définit ainsi l'arête d'étanchéité 8 est un angle obtus.



FR 2 529 984 - A1

L'invention concerne un dispositif d'étanchéité pour pistons ou tiges de pistons hydrauliques, comprenant une bague d'étanchéité en matière synthétique viscoélastique comme joint de contact, entre une partie de machine fixe présentant une gorge annulaire et une partie de machine mobile pourvue d'un biseau d'entrée, et une bague de serrage, ayant l'élasticité du caoutchouc, qui serre le joint radialement et assure son étanchéité vis-à-vis de la gorge annulaire dans la partie de machine fixe, le joint présentant un gradin sur sa surface circonférentielle dirigée vers la partie de machine mobile, à peu près au milieu dans le sens axial, gradin qui possède une face frontale tournée vers le côté haute pression et se raccordant à une surface conique s'évasant sous un petit angle de coin vers le côté basse pression, de sorte qu'une arête d'étanchéité est formée entre la face frontale du gradin et la surface conique.

Un tel dispositif d'étanchéité est connu par la demande de brevet allemand DE-AS 23 25 000. Ce dispositif est remarquable par son taux de fuite extrêmement faible et par sa très longue durée de service. Ces dispositifs d'étanchéité ont trouvé une très large application mais il y a toujours eu des "fuyards" parmi eux, c'est-à-dire quelques dispositifs de ce type avec un taux de fuite plus élevé et aussi une plus courte durée de service.

Le but de l'invention est de perfectionner le dispositif d'étanchéité défini au début de manière que de tels "fuyards" ne se produisent plus.

Selon l'invention, ce but est atteint par la disposition d'une facette annulaire entre la surface conique formant l'angle de coin et le gradin, qui forme avec la surface conique un angle obtus α d'une grandeur telle que, lors du montage, au passage du dispositif d'étanchéité par le biseau d'entrée prévu sur la partie de machine mobile, la résultante F_{res} de la force de contact normale au biseau F_N et la force de frottement F_R correspond au moins à peu près à la bissectrice de cet angle obtus α , définissant l'arête d'étanchéité.

Une étude poussée des dispositifs d'étanchéité connus a montré que les fuyards mentionnés ne sont pas à attribuer à des vices du matériau, des défauts de fabrication ou à une qualité défect-

tueuse de la surface des parties de machine à étancher, mais sont la conséquence de déformations sur l'arête d'étanchéité, qui se produisent surtout, lors du montage du dispositif, si le joint est poussé sur le biseau d'entrée de la partie de machine mobile avec la face frontale du gradin à l'avant. Les forces de pressage, exercées dans ce cas exclusivement sur l'arête d'étanchéité et transmises à partir de là à l'intérieur du joint, provoquent des refoulements de matériau dans la région de cette arête, se manifestant notamment par un renflement de la face frontale du gradin, alors que l'on pourrait supposer que les forces de frottement produiraient le refoulement du matériau vers la surface conique en cas de montage du joint dans le sens indiqué. Le renflement sur la face frontale produit à son tour la formation d'une fente conique côté haute pression, à travers laquelle est entraînée vers l'extérieur, à partir de la zone haute pression, une plus grande quantité de fluide - dont il s'agit d'empêcher le passage - que celle susceptible d'être refoulée dans la zone haute pression par la fente conique prévue sciemment côté basse pression. Ainsi s'établissent des taux de fuite plus importants et nuisibles. La prévision selon l'invention de la facette annulaire transforme l'angle aigu définissant l'arête d'étanchéité en un angle obtus et produit une telle répartition des forces appliquées à cet endroit que les refoulements de matériau nuisibles au montage du joint sont évités avec certitude et que les dispositifs d'étanchéité réalisés selon l'invention possèdent sans exception l'étanchéité poussée et la longue durée de service recherchées. De plus, comme la demanderesse l'a constaté avec étonnement, la prévision de ladite facette annulaire améliore également l'étanchéité et la durée de service, comparativement aux dispositifs d'étanchéité connus à arête d'étanchéité à angle aigu, si le joint est poussé sur le biseau d'entrée avec la surface conique à l'avant, de sorte qu'on obtient une étanchéité parfaite dans de nombreuses applications.

La disposition sur l'arête d'étanchéité d'une facette annulaire s'évasant coniquement en direction du côté haute pression pourrait paraître contraire au principe du dispositif d'étanchéité comme défini au début, parce que ce dispositif est caractérisé d'une part par le gradin tourné vers le côté haute pression d'autre part

par la fente conique côté basse pression entre le joint et la partie de machine mobile. Cette fente conique produit le refoulement, c'est-à-dire le retour vers le côté haute pression du fluide hydraulique ayant pu traverser le joint. Une fente conique côté haute pression provoquerait de façon analogue l'entraînement du fluide vers l'extérieur, ou du côté haute pression vers le côté basse pression, donc un taux de fuite élevé. La formation d'une fente conique côté haute pression doit par conséquent être évitée coûte que coûte. Cependant, comme mentionné dans ce qui précède, il s'est avéré que ce sont précisément les refoulements de matériau sur l'arête d'étanchéité à angle aigu qui sont susceptibles de former une fente conique génératrice de taux de fuite plus élevés sur le côté haute pression, alors qu'une telle cause d'entraînement du fluide n'existe plus en cas de prévision d'une facette annulaire qui renferme un angle relativement grand avec la direction de l'axe du dispositif d'étanchéité, si bien qu'une telle facette n'est pas nuisible. Avec les valeurs habituelles pour le coefficient de frottement entre le joint et la surface de la partie de machine mobile, l'angle de coin γ sur le joint et l'angle β du biseau d'entrée, on obtient une valeur d'environ 45° pour l'angle α entre la facette annulaire et l'axe du dispositif.

La longueur axiale de la facette annulaire peut correspondre à 5% environ de la longueur axiale du joint. Dans la pratique, les longueurs axiales convenables des facettes annulaires pour les dispositifs d'étanchéité courants vont de 0,1 à 0,8 mm, suivant la taille du dispositif. Dans tous les cas, ces longueurs axiales sont si petites que le dispositif conserve le principe de l'action du dispositif d'étanchéité défini au début, dont les excellents résultats sont à attribuer au fait que l'arête d'étanchéité est prévue directement sur un gradin tourné vers le côté haute pression et que l'arête d'étanchéité est suivie par une surface conique formant une fente conique étroite avec la surface de contact antagoniste.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la description qui va suivre d'un exemple de réalisation non limitatif, ainsi que des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une demi-coupe axiale d'un dispositif d'étanchéité selon l'invention ;

5 - la figure 2 est une représentation schématique illustrant la montée d'un dispositif d'étanchéité connu (comme défini dans le premier paragraphe du présent mémoire) sur le biseau d'entrée la partie de machine mobile. ;

- la figure 3 correspond à un détail de la figure 2 à échelle beaucoup plus grande, montrant en particulier l'arête d'étanchéité et sa déformation au montage ;

10 - la figure 4 est une vue semblable à celle de la figure 3 après que le joint a été poussé complètement sur la partie de machine mobile ;

- la figure 5 montre une variante de la disposition selon figure 4, s'appliquant également à l'art antérieur ;

15 - la figure 6 est une demi-coupe axiale semblable à celle de la figure 2 mais montrant le passage d'un dispositif d'étanchéité selon l'invention par le biseau d'entrée d'une partie de machine mobile ;

20 - la figure 7 représente à une échelle beaucoup plus grande l'arête d'étanchéité de la figure 6 ; et

- la figure 8 est une vue qui correspond à celle de la figure 7 mais après que le dispositif d'étanchéité a été glissé complètement sur la partie de machine mobile.

25 Le dispositif d'étanchéité représenté sur la figure 1 se compose d'une bague d'étanchéité 1 et d'une bague de serrage 2 disposée coaxialement autour de la bague ou joint 1. Celui-ci est en une matière synthétique viscoélastique à base de polytétrafluoréthylène, tandis que la bague de serrage 2 est faite d'un matériau ayant l'élasticité du caoutchouc. Les deux bagues sont placées dans
30 une gorge 3 d'une partie de machine 4 qui est appelée partie de machine fixe parce que le joint 1 est immobile par rapport à elle. La bague 2 exerce sur le joint 1 une force de serrage dirigée radialement et assure en même temps sa disposition étanche dans la gorge 3 de la partie de machine fixe 4. Sur sa surface circonférentielle
35 opposée à la bague de serrage 2, le joint 1 présente un gradin 5 qui est situé à peu près au milieu du joint dans le sens axial. La face

frontale du gradin 5 est tournée vers le côté haute pression H du dispositif d'étanchéité. A ce gradin se raccorde une surface conique 6 qui s'évase sous un petit angle de coin en direction du côté basse pression N. A la transition de la face frontale du gradin 5 et la surface conique 6 se trouve une facette annulaire 7 de la forme d'une surface tronconique s'ouvrant en direction du côté haute pression H, de sorte qu'il se forme une arête d'étanchéité 8, par laquelle le joint 1 est en contact avec la surface de contact antagoniste 9 de la partie de machine mobile 10, qui est légèrement décalée vers le côté basse pression N par rapport à la face frontale du gradin 5. L'arête d'étanchéité 8 se trouve néanmoins encore près du milieu axial du dispositif d'étanchéité et à un endroit où la force de pressage contre la surface antagoniste produite par la bague de serrage 2 est maximale.

La facette annulaire 7 tournée vers le côté haute pression assure, lors du montage du joint précontraint sur la partie de machine mobile 10, que les forces nécessaires à l'élargissement du joint sont appliquées de telle manière qu'une déformation nuisible du joint ne peut pas se produire. Pour que les phénomènes qui se déroulent au montage du joint sur la partie de machine mobile soient mieux compris, ce montage sera décrit tout d'abord à l'aide des figures 2 à 5 pour un dispositif d'étanchéité de type connu, ne présentant pas encore la facette annulaire prévue selon l'invention. La figure 2 montre schématiquement un dispositif, composé d'une bague d'étanchéité ou joint 21 et d'une bague de serrage 22, qui a été mis en place dans la gorge 23 d'une partie de machine fixe 24. Ce dispositif doit être glissé sur une partie de machine mobile 25, présentant un biseau d'entrée 26 à son extrémité. Comme le montre la figure 2, le diamètre intérieur du joint 1 est plus petit, avant le montage, que le diamètre de la partie de machine mobile 25, de sorte que le joint doit être élargi lors de son passage par le biseau d'entrée. Le joint 21 étant constitué d'un matériau visco-élastique, il subit alors une déformation en partie plastique et en partie élastique. Si le joint est glissé sur la partie de machine mobile 25 avec le gradin 27 dirigé vers l'avant, comme représenté sur la figure 2, il vient uniquement en contact avec le biseau d'entrée 26 par son arête d'étanchéité 28, si bien que toutes les

forces nécessaires à l'élargissement du joint sont exercées sur celui-ci par l'intermédiaire de l'arête d'étanchéité 28. Ces forces déforment le joint comme représenté par la ligné en trait mixte 29 sur la figure 3. Il pourrait paraître étonnant, à première vue, que le refoulement de matériau se manifeste essentiellement par un renflement du gradin 27 ; on pourrait supposer en effet que l'introduction de la partie de machine mobile 25 dans le joint 21 s'accompagne d'un entraînement du matériau dans le sens indiqué par la flèche 30 sur la figure 3. Or, en réalité, les contraintes dans le matériau du joint dans la région de l'arête d'étanchéité 28 sont telles que la déformation qui se produit effectivement est, pour l'essentiel, le renflement représenté sur le gradin 27.

Les figures 4 et 5 montrent que le renflement sur le gradin 27 a pour conséquence, lorsque le joint 21 est parvenu sur la surface de contact antagoniste prévue et de forme cylindrique sur la partie de machine mobile 25, que la pression surfacique maximale ne règne plus au droit du gradin mais à un endroit décalé vers le côté basse pression par rapport au gradin. Il peut se former en même temps une fente conique très étroite 31, comme représenté sur la figure 4, dont l'angle de coin σ est plus petit que l'angle de coin γ entre la surface conique 32 côté basse pression du joint et la surface antagoniste sur la partie de machine mobile. La fente en coin avec le petit angle σ produit l'entraînement vers l'extérieur d'une plus grande quantité de fluide que celle pouvant être refoulée dans la zone haute pression depuis la zone basse pression. Il en résulte une fuite considérable. Le même effet se produit également lorsque, comme représenté sur la figure 5, il n'existe pas une fente conique bien définie sur le côté haute pression, mais la pression surfacique entre le joint 21 et la partie de machine mobile 25 sur le côté haute pression du joint est zéro et augmente à partir de là, par suite du refoulement de matériau qui a eu lieu, à une valeur maximale près de l'endroit où commence la surface conique 32 côté basse pression du joint 21. La variation de la pression surfacique sur le joint est représentée schématiquement par les flèches 33 sur la figure 5.

Si, comme le prévoit l'invention, le dispositif d'étanchéité présente une facette annulaire 7 entre la surface conique 6 et

le gradin 5, on obtient la situation représentée sur les figures 6 à 8. La figure 6 montre de nouveau, par une vue semblable à la figure 2, comment le dispositif d'étanchéité, placé dans une gorge 3 de la partie de machine fixe, est amené à monter sur le biseau d'entrée 11 de la partie de machine mobile 10. Pendant cette opération, le joint 1 s'applique de nouveau par son arête d'étanchéité 8 contre le biseau 11. Dans ce cas aussi, toutes les forces nécessaires à l'élargissement du joint sont exercées sur l'arête d'étanchéité 8. Cependant, cette arête se trouve maintenant entre la surface conique côté basse pression et la facette annulaire 7 et l'arête est définie ici par un angle obtus x , formé entre la surface conique et la facette 7. L'angle x est choisi tel que, lors du passage du joint par le biseau d'entrée 11, la résultante F_{res} de la force de contact normale au biseau F_N et de la force de frottement F_R coupe l'angle obtus x au moins à peu près au milieu.

Si β est l'angle du biseau d'entrée, γ_0 l'angle de coin de la surface conique 6 à la fabrication du joint, α l'angle de la facette annulaire 7 et φ l'angle correspondant à la force de frottement F_R , on peut tirer de la figure 7 les relations suivantes :

$$\varphi + x/2 + \gamma_0 + \beta = 90^\circ \text{ et}$$

$$\alpha + x/2 - \beta - \varphi = 90^\circ.$$

Pour l'angle α optimal de la facette annulaire 7, on obtient ainsi :

$$\alpha = 2(\beta + \varphi) + \gamma_0.$$

Il est avantageux de prévoir un angle de coin γ_0 de 7° sur les dispositifs d'étanchéité selon l'invention, comme sur les dispositifs connus de ce type. De même, un matériau particulièrement adéquat pour de tels dispositifs est un polytétrafluoréthylène possédant vis-à-vis de l'acier comme surface de contact antagoniste un coefficient de frottement moyen de $\mu = 0,07$. Il en résulte un angle de frottement $\varphi = 4^\circ$. Une valeur de 15° s'est généralisée pour l'angle β du biseau d'entrée. Dans ces conditions, la valeur optimale pour l'angle α de la facette 7 correspond à $\alpha = 2(15^\circ + 4^\circ) + 7^\circ = 45^\circ$. Naturellement, pour d'autres conditions, l'angle α prend d'autres valeurs, pouvant être déterminées à l'aide des équations données plus haut.

Il s'est révélé que les joints présentant une facette annulaire 7 orientée suivant l'angle α optimal ne subissent, au montage, aucun refoulement de matériau unilatéral et plastique qui soit nuisible. Après montage, il existe certes, comme représenté sur la figure 8, une fente en coin ζ du côté de la haute pression, mais cette fente possède approximativement un angle égal à l'angle α , donc beaucoup plus grand que l'angle de coin γ qui s'établit à l'état monté du côté basse pression. Il est ainsi assuré que le pouvoir de refoulement de la fente avec le petit angle γ prédomine la formation du film lubrifiant à l'extension de la partie de machine mobile, de sorte que l'étanchéité lors des mouvements alternatifs de cette partie de machine est garantie.

La longueur axiale a de la facette annulaire 7 est relativement petite. Elle ne représente que quelques pourcents, 5 % dans l'exemple représenté, de la longueur axiale b du joint 1. Avec des joints des dimensions courantes, la longueur axiale a de la facette 7 est comprise entre 0,1 et 0,8 mm. Cette faible longueur suffit à obtenir les propriétés avantageuses décrites du dispositif d'étanchéité selon l'invention, sans que le déport axial de l'arête d'étanchéité 8 par rapport au gradin 5 modifie les caractéristiques de base du dispositif d'étanchéité tel que défini tout à fait au début et qui apportent les excellents résultats connus quant à l'étanchéité.

Il est encore à noter que lorsque le dispositif est monté avec le gradin 5 vers l'arrière, par rapport à la direction de montage, le biseau d'entrée vient d'abord en contact avec la surface conique 6; de sorte que le joint est pratiquement élargi complètement avant que l'arête d'étanchéité 8, à la fin du biseau ne vienne en contact avec la surface cylindrique antagoniste de la partie de machine mobile. Comme les forces qui sont alors exercées sur l'arête d'étanchéité sont relativement faibles, il ne se produit normalement pas de déformations, même sur les dispositifs d'étanchéité conventionnels, qui pourraient augmenter la fuite. Cependant, même dans le cas d'un tel montage, la prévision de la facette annulaire selon l'invention est avantageuse, parce qu'elle conduit dans ce cas aussi à une amélioration des propriétés d'étanchéité, avec le résultat qu'on obtient une absence de fuites absolue pendant de très longues durées.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'étanchéité pour pistons ou tiges de pistons hydrauliques, comprenant une bague d'étanchéité en matière synthétique viscoélastique comme joint de contact, entre une partie de machine fixe présentant une gorge annulaire et une partie de machine mobile pourvue d'un biseau d'entrée, et une bague de serrage, ayant l'élasticité du caoutchouc, qui serre le joint radialement et assure son étanchéité vis-à-vis de la gorge annulaire dans la partie de machine fixe, le joint présentant un gradin sur sa surface circonférentielle dirigée vers la partie de machine mobile, à peu près au milieu dans le sens axial, gradin qui possède une face frontale tournée vers le côté haute pression et se raccordant à une surface conique s'évasant sous un petit angle de coin vers le côté basse pression, de sorte qu'une arête d'étanchéité est formée entre la face frontale du gradin et la surface conique, caractérisé par la disposition d'une facette annulaire (7) entre la surface conique (6) formant l'angle de coin et le gradin (5), qui forme avec la surface conique (6) un angle obtus x d'une grandeur telle que, lors du montage, ou passage du dispositif d'étanchéité par le biseau d'entrée (11) prévu sur la partie de machine mobile (10), la résultante F_{res} de la force de contact normale au biseau F_N et la force de frottement F_R correspond au moins à peu près à la bissectrice de cet angle obtus x , définissant l'arête d'étanchéité.
2. Dispositif selon la revendication 1, où la facette annulaire (7) forme un angle d'environ 45° avec l'axe du dispositif.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, où la longueur axiale (a) de la facette annulaire (7) correspond à peu près à 5 % de la longueur axiale (b) du joint (1).

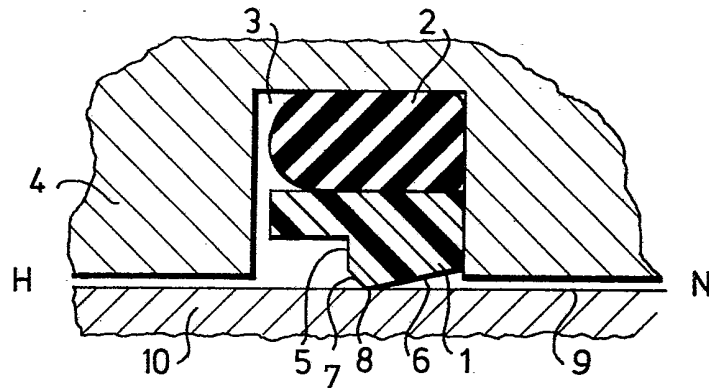


Fig. 1

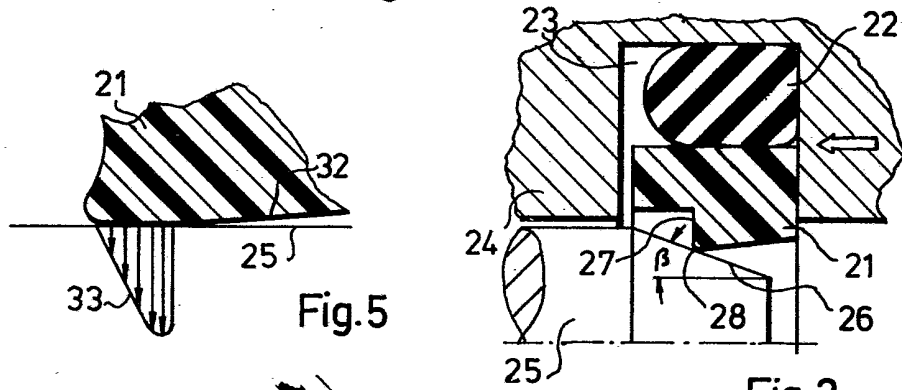


Fig. 5

Fig. 2

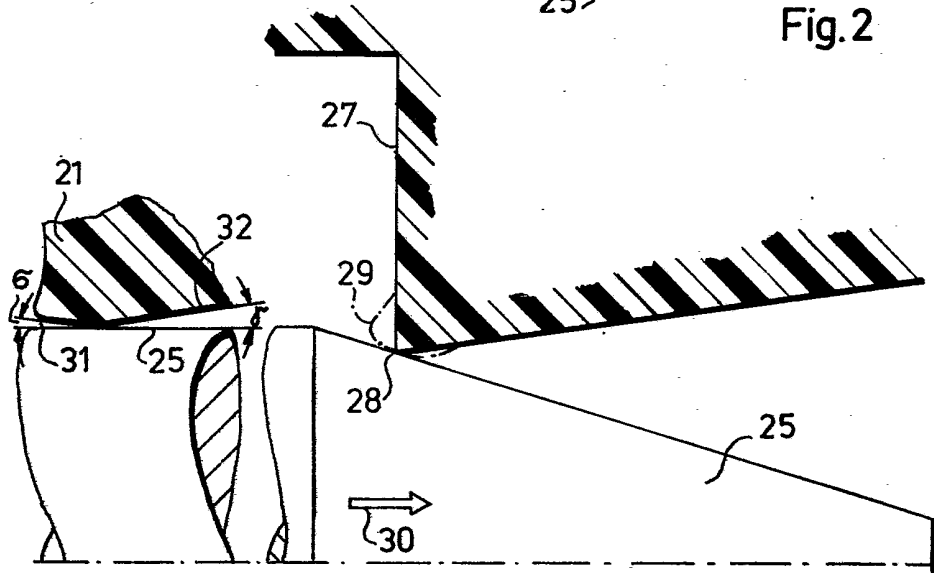


Fig. 4

Fig. 3

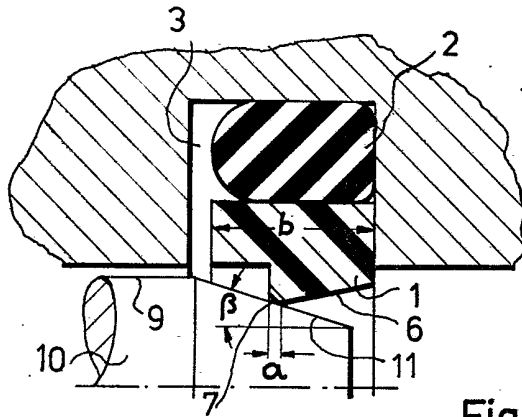


Fig. 6

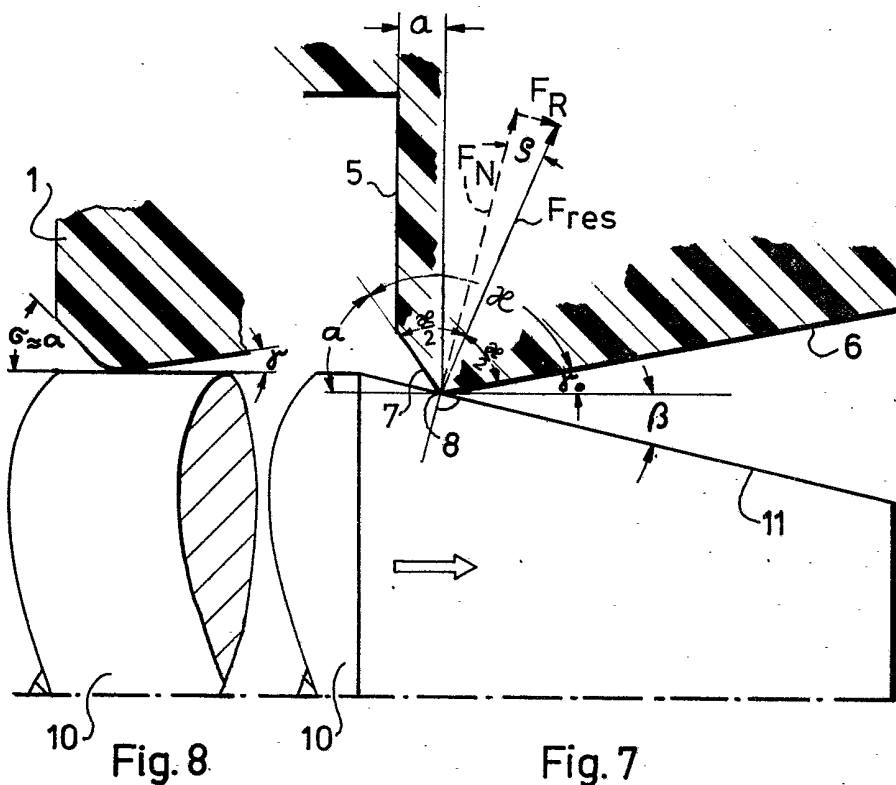


Fig. 8

Fig. 7