

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
28.09.88

(51) Int. Cl.⁴ : **F 04 D 29/22**

(21) Numéro de dépôt : **85400203.7**

(22) Date de dépôt : **07.02.85**

(54) **Procédé de réalisation d'une roue à aubes fermée.**

(30) Priorité : **10.02.84 FR 8402047**

(43) Date de publication de la demande :
28.08.85 Bulletin 85/35

(45) Mention de la délivrance du brevet :
28.09.88 Bulletin 88/39

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(56) Documents cités :
FR-A- 2 312 671
US-A- 1 919 970

(73) Titulaire : **FRAMATOME ET CIE.**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeur : **Dousse, Georges**
33, Avenue Saint Sauveur
F-71200 Le Creusot (FR)

(74) Mandataire : **Mongrédién, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

EP 0 153 221 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne la réalisation d'une roue à aubes centrifuge ou centripète fermée. Elle s'applique en particulier aux roues de pompes ou d'autres machines centrifuges ou centripètes dont la veine d'écoulement radial du fluide est fermée.

Plus particulièrement, l'invention concerne une roue à aubes conforme au préambule de la revendication 1.

Les compresseurs centrifuges sont constitués d'un arbre portant une ou plusieurs roues destinées à comprimer le gaz qui traverse le compresseur. Les roues comportent un disque formant moyeu pour le montage sur l'arbre et des aubes fixées sur le disque qui créent un canal d'écoulement pour le gaz. Le gaz, aspiré au niveau de l'arbre, remonte le long du disque, entraîné en rotation par les aubes, jusqu'au diamètre extérieur du disque, en ayant reçu de la part de la roue une énergie cinétique. La transformation à la sortie de la roue de l'énergie cinétique en énergie de pression correspond à la compression.

Afin d'améliorer le guidage du fluide dans sa traversée de la roue, les constructeurs savent que l'on peut installer un flasque, fixé aux aubes sur la face avant de la roue, créant un canal fermé donc sans fuite avec les canaux voisins. Ceci augmente le rendement et d'autant plus que le débit à comprimer est faible.

Le mode de fabrication habituel de ces roues, dites bidimensionnelles, peut consister à fraiser les aubes dans le moyeu, et à rapporter le flasque par soudure sur la face latérale des aubes. Les aubes peuvent être également usinées dans le flasque, celui-ci étant ensuite rapporté par soudure sur le moyeu. Elles peuvent être aussi réalisées en deux parties, l'une des parties étant usinée dans le moyeu et l'autre dans le flasque, le flasque et le moyeu étant ensuite rendus solidaires l'un de l'autre par soudure. Dans tous ces modes de réalisation, c'est la soudure qui est utilisée pour solidariser les divers éléments de la roue. On pourra se reporter à titre d'exemple au brevet français n° 2 312 671.

Toutefois la réalisation de roues fermées par soudure présente un certain nombre d'inconvénients : ce procédé nécessite non seulement une soudure mais aussi un traitement thermique de détensionnement et un contrôle de la qualité de la soudure réalisée ; il nécessite donc une main-d'œuvre qualifiée et le délai de réalisation d'une telle roue est long et son prix de revient est élevé.

D'autres procédés, utilisant des moyens de liaison tels que vis ou rivets présentent aussi des inconvénients : la réalisation des trous puis le vissage ou le rivetage posent des problèmes de positionnement de la roue et demandent un délai de réalisation assez long. En outre, en cours de fonctionnement, quand la roue est soumise à des vibrations, celles-ci étant d'autant plus fortes que la pression est élevée, la roue risque de se détériorer si les vis et rivets ne restent pas dans

leur position initiale.

A titre d'exemple, le document US-A-1 919 970 décrit la réalisation d'une roue à aubes fermée dans laquelle un disque, muni d'aubes, formant moyeu, est assemblé avec deux disques munis d'aubes et formant flasques, au moyen d'une série de vis.

L'invention remédie aux inconvénients des procédés de réalisation de roues précités. Elle vise un procédé simple, rapide, permettant d'obtenir des roues de très bonne qualité susceptibles de supporter même des conditions difficiles de fonctionnement. L'invention vise également une roue obtenue au moyen de ce procédé.

Les avantages sont obtenus, selon l'invention, par l'étape définie dans la partie caractérisante de la revendication 1.

Dans une première variante, préférée, du procédé selon l'invention, on munit d'aubes un seul des deux disques en prévoyant sur celles-ci des tenons et l'on prévoit des logements correspondants à ces tenons dans l'épaisseur de l'autre disque. De préférence, on prévoit des logements ponctuels et l'on réalise un calage angulaire avant frettage afin de permettre la mise en regard des tenons avec les logements correspondants.

Dans une deuxième variante du procédé selon l'invention, on munit d'aubes chacun des deux disques, en prévoyant des tenons sur les aubes situées sur l'un des disques et des logements correspondants sur les aubes situées sur l'autre disque et l'on réalise un calage angulaire avant frettage afin de permettre la mise en regard de chaque aube avec une aube correspondante de l'autre disque.

Dans une troisième variante du procédé selon l'invention, on munit d'aubes un seul des deux disques et l'on réalise ces aubes avec un rebord à leur extrémité située à la périphérie du disque, et l'on réalise le second disque avec un diamètre tel que le second disque puisse être maintenu serré entre lesdits rebords.

Dans un mode particulier de la troisième variante, lesdits rebords sont reliés entre eux de façon à former une jante dans laquelle le second disque peut être maintenu serré.

Dans une quatrième variante du procédé selon l'invention, on munit d'aubes un seul des deux disques et l'on réalise le deuxième disque avec des rebords périphériques prolongés par une jante tels que le premier disque et les aubes puissent être maintenus serrés respectivement entre la jante et les rebords et l'on réalise un calage angulaire avant frettage afin de permettre la mise en regard de chaque aube avec un rebord correspondant du deuxième disque.

L'invention concerne également une roue à aubes fermée réalisée au moyen de l'une quelconque des variantes précitées du procédé selon l'invention.

Afin que l'invention soit mieux comprise, celle-ci va être décrite de façon plus détaillée dans

quatre modes de réalisation de l'invention décrits uniquement à titre d'exemples et représentés sur les dessins annexés.

La figure 1a représente en coupe axiale une roue obtenue par une première variante du procédé selon l'invention. Cette figure est une coupe selon A-A de la figure 1c.

La figure 1c est une vue de dessus de la roue représentée sur la figure 1a.

La figure 1b représente les éléments de la roue de la figure 1a avant frettage.

La figure 2a représente, de façon analogue à la figure 1a, une roue obtenue par une deuxième variante du procédé selon l'invention.

La figure 2b représente de façon analogue à la figure 1b, les éléments de la roue de la figure 2a avant frettage.

Les figures 3a et 3b représentent, de façon analogue aux figures 1a et 1b, une roue obtenue par une troisième variante du procédé selon l'invention.

Les figures 4a et 4b représentent, de façon analogue aux figures 1a et 1b, une roue obtenue par une quatrième variante du procédé selon l'invention.

Sur l'ensemble de ces figures, la roue est constituée de deux disques, un disque 1 formant moyeu et un deuxième disque 2 également appelé flasque. Les deux disques 1 et 2 sont munis chacun d'un alésage central, 1' et 2', pour permettre le montage de la roue sur un arbre non représenté de la machine sur laquelle la roue est destinée à être utilisée. Des aubes 3 sont destinées à créer un canal d'écoulement pour le gaz qui, aspiré au niveau de l'arbre, c'est-à-dire des alésages, remonte le long des disques 1 et 2, entraîné en rotation par les aubes 3, jusqu'au diamètre extérieur des disques 1 et 2 en ayant reçu de la part de la roue une énergie cinétique. Les disques 1 et 2 réalisent avec les aubes 3 des canaux qui sont chacun isolés des canaux voisins.

Pour réaliser une roue représentée sur les figures 1a, 2a, 3a ou 4a, on prépare tout d'abord deux disques, un moyeu 1 et un flasque 2, comme représentés sur les figures 1b, 2b, 3b et 4b. On prépare ces disques en les munissant d'aubes 3. Sur tous les exemples représentés, c'est le moyeu 1 qui porte les aubes 3. De préférence le moyeu 1 et les aubes 3 ont été usinés dans un même bloc de métal ; on pourrait aussi souder les aubes 3 sur le moyeu 1, mais comme nous l'avons expliqué plus haut, le soudage présente certains inconvénients que nous cherchons précisément à éviter.

Le moyeu 1 porteur d'aubes 3 et le flasque 2 sont réalisés de telle façon qu'ils puissent être rendus solidaires l'un de l'autre afin de constituer une roue fermée, par frettage. Dans ce but, chacun des deux disques 1 et 2 est muni de moyens susceptibles de coopérer avec des moyens correspondants de l'autre disque.

Ainsi sur la roue représentée sur les figures 1a, 1b, 1c, les aubes 3 portées par le moyeu 1 sont munies de tenons 4 correspondant à des logements 5 usinés dans l'épaisseur du flasque 2.

L'usinage des tenons 4 et des logements 5 peut être pratiqué circonférenciellement, par tournage, ce qui assure une bonne précision et permet d'obtenir un coût de réalisation peu élevé. Les logements 5 peuvent aussi être ponctuels, c'est-à-dire réalisés par freisage uniquement au niveau des aubes 3 : on assure ainsi une continuité du flasque 2 et de l'écoulement du gaz sur celui-ci.

Pour réaliser le frettage, on chauffe préalablement le flasque 2 à une température permettant sa dilatation mais ne modifiant pas sa structure, puis l'on vient poser le flasque 2 sur le moyeu 1 en emboîtant les tenons 4 dans les logements 5. Au cours du refroidissement du flasque 2 il se produit un serrage au niveau des tenons 4 et des logements 5 : le moyeu 1 et le flasque 2 sont rendus solidaires l'un de l'autre. Bien sûr, les logements 5 et les tenons 4 sont prévus de façon à pouvoir s'emboîter quand le flasque 2 est chauffé et à se trouver sous contrainte quand le flasque 2 est refroidi ; cette contrainte doit pouvoir être supportée par les métaux constituant le moyeu 1 et le flasque 2 aussi bien au repos qu'en fonctionnement.

Si les logements 5 sont ponctuels, il est nécessaire de prévoir un calage angulaire lors du positionnement du flasque 2 sur le disque 1, afin que les logements 5 puissent s'emboîter dans les tenons 4 situés sur les aubes 3. Ce calage angulaire n'est pas nécessaire si les logements 5 sont réalisés circonférenciellement.

La roue réalisée sur les figures 2a et 2b comporte un moyeu 1 muni d'aubes 3 dans lequel les aubes 3 sont réalisées avec un rebord 6 à leur extrémité située à la périphérie du moyeu 1. Le flasque 2 est réalisé avec un diamètre D tel qu'il puisse être maintenu serré entre lesdits rebords 6. Le moyeu 1 est chauffé, le flasque 2 est placé entre les rebords 6 et le serrage se produit lors du refroidissement du moyeu 1.

La roue représentée sur les figures 3a et 3b est analogue à celle représentée sur les figures 2a et 2b sauf que les rebords 6 des aubes 3 sont reliés entre eux de façon à former une jante 7 dans laquelle le flasque 2 peut être maintenu serré. Le serrage du flasque 2 s'effectue ainsi sur toute la circonférence du flasque au lieu de ne s'exercer qu'au niveau des aubes 3 comme dans le mode de la figure 2. En outre, une fois que la roue fermée est réalisée, celle-ci se trouve fermée non seulement par le flasque 2 mais également par la jante 7 qui réalise en fait un prolongement du flasque 2. Ainsi l'écoulement du gaz est conservé sur les plus grands diamètres de la roue. Au contraire, dans le mode de réalisation des figures 2a et 2b, la roue ne se trouve fermée que jusqu'au diamètre D. La roue représentée sur les figures 3a et 3b peut par conséquent être utilisée pour des étages de compression plus performants que ceux pour lesquels on utilise par exemple une roue telle que représentée sur les figures 2a et 2b.

Sur les figures 4a et 4b, le flasque 2 comporte des rebords périphériques 8 prolongés par une jante 9 tels que le moyeu 1 et les aubes 3 portées par le moyeu 1 puissent être maintenus serrés

respectivement entre la jante 9 et les rebords 8. Cette roue est assez analogue à la roue représentée sur les figures 3a et 3b sauf que dans ce cas, les rebords et la jante sont portés par le flasque 2 afin d'enserrer le moyeu 1 au lieu d'être portés par le moyeu 1 afin d'enserrer le flasque 2. Les rebords 8 ne sont bien sûr situés qu'au niveau des aubes 3 alors que la jante 9 constitue une circonférence sans discontinuité. Comme les rebords 8 constituent en fait des prolongements des aubes 3 sur les plus grands diamètres de la roue, une telle roue peut avoir les mêmes applications que la roue décrite dans l'exemple des figures 3a et 3b. Un calage angulaire est également nécessaire afin de permettre la correspondance entre les rebords 8 et les aubes 3.

Les roues réalisées par le procédé conforme à la présente invention donnent des résultats très satisfaisants. Elles ne risquent pas de se détériorer en fonctionnement, même si elles sont soumises à des vibrations lorsque la pression est forte. A titre d'exemple, le serrage minimal de 2° qui doit exister entre le moyeu et le flasque d'une roue centrifuge réalisée conformément aux figures 3a et 3b, de diamètre extérieur 520 mm et destinée à tourner à 13 115 tours/mn (gamme classique pour un compresseur centrifuge) est réalisée très facilement par le procédé selon l'invention. On peut choisir l'une ou l'autre des variantes du procédé selon l'invention, en fonction des contraintes que la roue doit supporter : le mode de la figure 1 est par exemple très résistant aux vibrations et peut être utilisé pour de fortes pressions.

En outre, comme nous l'avons expliqué plus haut, on préfère pour les fortes pressions les modes de réalisation de roues dans lesquelles le flasque 2 est fermé même sur le plus grand diamètre de la roue.

Le procédé de réalisation des roues selon l'invention est simple et rapide : seul un chauffage entre 200 et 300 °C du flasque ou du moyeu est nécessaire ; un traitement thermique de détensionnement est évité. Le montage de la roue ne requiert pas la présence d'un personnel aussi qualifié que pour une roue soudée et son montage est très rapide. Le délai de réalisation des roues est donc court et le prix de revient n'est pas très élevé.

L'usinage des moyens prévus sur chacun des disques pour coopérer avec des moyens correspondants de l'autre disque afin de permettre le fretage est réalisé de façon simple : par exemple pour réaliser les tenons et les logements du mode de la roue représenté sur la figure 1, on utilise la commande numérique : une même bande est utilisée pour réaliser d'une part les tenons 4 des aubes 3 et les logements ménagés dans le flasque 2. Il faut bien sûr prévoir de réaliser les logements 5 légèrement décalés par rapport aux tenons 4, en vue de réaliser un serrage.

Le procédé de réalisation selon l'invention ainsi que les roues obtenues par ce procédé peuvent être utilisés pour toutes pompes ou autres machines centrifuges ou centripètes dont la veine

d'écoulement radial du fluide est fermée, sans limitation.

Ainsi, on a décrit des modes de réalisation dans lesquels les aubes 3 sont solidaires du moyeu 1 avant fretage mais les aubes 3 peuvent aussi être solidaires du flasque 1 ou être réalisées en deux parties, l'une solidaire du moyeu 1 et l'autre solidaire du flasque 2, sans que l'on sorte du cadre de l'invention.

Ainsi on pourrait concevoir une roue dans laquelle, avant fretage, le moyeu 1 et le flasque 2 seraient tous les deux munis d'aubes ou plus exactement de demi-aubes, comme dans le mode représenté sur les figures 5a et 5b du brevet français n° 2 312 671 cité plus haut. On prévoirait sur les aubes situées sur l'un des disques, par exemple sur le moyeu, des tenons semblables aux tenons 4 de nos figures 1a, 1b, 1c et sur les aubes situées sur le flasque 2 des logements correspondants analogues aux logements 5 de ces mêmes figures. On procéderait à un calage angulaire afin de placer les aubes 3 du moyeu 1 en correspondance avec les aubes du flasque 2 et on réaliserait le fretage comme pour le mode de réalisation de notre figure 1.

On pourrait également réaliser le fretage sans chauffage préalable de l'un des deux disques mais en utilisant une presse.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'une roue à aubes fermée dans lequel on prépare un premier disque (1) formant moyeu et un deuxième disque (2) ou flasque en les munissant d'aubes (3) et l'on rend les deux disques (1 et 2) munis d'aubes (3) solidaires l'un de l'autre, et on prévoit sur l'un des disques (1 et 2) des éléments faisant saillie (4, 6, 7, 8, 9) susceptibles de coopérer avec des éléments correspondants (2, 5) de l'autre disque, aptes à recevoir les éléments (4, 6, 7, 8, 9) faisant saillie avec un serrage, et l'on assemble les disques (1 et 2) de manière à obtenir l'engagement des éléments faisant saillie d'un disque (4, 6, 7, 8, 9) avec les éléments (2, 5) de l'autre disque, caractérisé par le fait que l'on réalise le serrage par un fretage obtenu par chauffage préalable de l'un des deux disques (1 ou 2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on munit d'aubes (3) un seul des deux disques, en prévoyant sur celles-ci des tenons (4) et que l'on prévoit des logements (5) correspondant à ces tenons (4) dans l'épaisseur de l'autre disque.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'on prévoit des logements (5) ponctuels et que l'on réalise un calage angulaire avant fretage afin de permettre la mise en regard des tenons (4) avec les logements (5) correspondants.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on munit d'aubes (3) chacun des deux disques (1) et (2), en prévoyant des tenons (4) sur les aubes (3) situées sur l'un des disques (1

ou 2) et des logements correspondants sur les aubes (3) situées sur l'autre disque (1 ou 2) et que l'on réalise un calage angulaire avant frettage afin de permettre la mise en regard de chaque aube (3) avec une aube (3) correspondante de l'autre disque.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que l'on munit d'aubes un seul des deux disques, et que l'on réalise ces aubes avec un rebord (6) à leur extrémité située à la périphérie du disque et que l'on réalise le second disque avec un diamètre (D) tel que le second disque puisse être maintenu serré entre les rebords (6).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les rebords (6) sont reliés entre eux de façon à former une jante (7) dans laquelle le second disque puisse être maintenu serré.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on munit d'aubes (3) un seul des deux disques et que l'on réalise le deuxième disque avec des rebords (8) périphériques prolongés par une jante (9) telle que le premier disque et les aubes (3) puissent être maintenus serrés respectivement entre la jante (9) et les rebords (8), et que l'on réalise un calage angulaire avant frettage afin de permettre la mise en regard de chaque aube (3) avec un rebord (8) correspondant du deuxième disque.

Claims

1. Process for constructing a closed bladed wheel, in which there are prepared a first disc (1) forming a hub and a second disc (2) or end plate by equipping them with blades (3) and the two discs (1 and 2) equipped with blades (3) are secured to one another, and there are provided on one of the discs (1 and 2) projecting elements (4, 6, 7, 8, 9) which are capable of cooperating with corresponding elements (2, 5) on the other disc which are suitable for receiving the projecting elements (4, 6, 7, 8, 9) with clamping, and the discs (1 and 2) are assembled so as to cause the projecting elements (4, 6, 7, 8, 9) of one disc to engage with the elements (2, 5) of the other disc, characterized in that the clamping is carried out by means of a shrinking on which is obtained by previously heating one of the two discs (1 or 2).

2. Process according to Claim 1, characterized in that only one of the two discs is equipped with blades (3), providing these with studs (4), and in that receivers (5) corresponding to these studs (4) are provided in the thickness of the other disc.

3. Process according to Claim 2, characterized in that punctiform receivers (5) are provided, and in that an angular adjustment is carried out before shrinking on in order to enable the studs (4) to be placed opposite the corresponding receivers (5).

4. Process according to Claim 1, characterized in that each of the two discs (1) and (2) is equipped with blades (3), providing studs (4) on the blades (3) located on one of the discs (1 or 2)

and corresponding receivers on the blades (3) located on the other disc (1 or 2), and corresponding receivers on the blades (3) located on the other disc (1 or 2), and in that an angular adjustment is carried out before shrinking on in order to enable each blade (3) to be placed opposite a corresponding blade (3) of the other disc.

5. Process according to either of Claims 1 or 2, characterized in that only one of the two discs is equipped with blades, and in that these blades are constructed with a shoulder (6) at their end located at the periphery of the disc, and in that the second disc is constructed with a diameter (D) such that the second disc can be held clamped between the shoulders (6).

6. Process according to Claim 5, characterized in that the shoulders (6) are connected to one another so that they form a rim (7) in which the second disc can be held clamped.

7. Process according to Claim 1, characterized in that only one of the two discs is equipped with blades (3), and in that the second disc is constructed with peripheral shoulders (8) which are extended by a rim (9) such that the first disc and the blades (3) can be held clamped respectively between the rim (9) and the shoulders (8), and in that an angular adjustment is carried out before shrinking on in order to enable each blade (3) to be placed opposite a corresponding shoulder (8) of the second disc.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines geschlossenen Flügelrades, wonach eine erste Scheibe (1) erstellt wird, die eine Nabe bildet, und eine zweite Scheibe (2) bzw. ein Flansch, indem die Scheiben mit Flügeln (3) versehen werden und die beiden mit Flügeln (3) versehenen Scheiben (1 und 2) aneinander befestigt werden und wobei auf einer der Scheiben (1 und 2) vorspringende Elemente (4, 6, 7, 8, 9) vorgesehen werden, die mit entsprechenden Elementen (2, 5) auf der anderen Scheibe zusammenwirken, die geeignet sind, diese vorspringenden Elemente (4, 6, 7, 8, 9) unter Klemmung aufzunehmen und wobei die Scheiben (1 und 2) derart zusammengesetzt werden, daß ein Eingreifen der vorspringenden Elemente einer Scheibe (4, 6, 7, 8, 9) mit den Elementen (2, 5) der anderen Scheibe erreicht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmung durch eine Frettage erhalten wird, die durch vorhergehendes Aufheizen einer der beiden Scheiben (1 oder 2) erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel (3) einer der beiden Scheiben mit Zapfen (4) versehen werden und diesen Zapfen (4) entsprechende Lager (5) in der Dicke der anderen Schicht vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lager (5) punktuell vorgesehen sind und dadurch, daß vor der Frettage eine winkelmäßige Justierung erfolgt, um die

Zapfen (4) gegenüber den entsprechenden Lagern (5) auszurichten.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der beiden Scheiben (1 und 2) mit Flügeln (3) versehen werden, indem Zapfen (4) auf den Flügeln (3) vorgesehen werden, die auf einer der Scheiben (1 oder 2) angeordnet sind und indem entsprechende Lager auf den Flügeln (3) vorgesehen werden, die auf der anderen Scheibe (1 oder 2) vorgesehen sind, und dadurch, daß eine Winkeljustierung vor der Frettagung erfolgt, um das Gegenüberstellen jedes Flügels (3) mit dem entsprechenden Flügel auf der anderen Scheibe (3) zu ermöglichen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine der beiden Scheiben mit Flügeln versehen wird und dadurch, daß diese Flügel mit einem Rand (6) an ihrem Ende versehen werden, das an der Peripherie der Scheibe gelegen ist und dadurch, daß die zweite Schicht mit einem Durchmesser (D) herge-

stellt wird, der so gewählt ist, daß die zweite Scheibe zwischen den Rändern (6) eingeklemmt gehalten werden kann.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ränder (6) so untereinander verbunden sind, daß diese eine Felge (7) bilden, in der die zweite Scheibe geklemmt gehalten werden kann.

10 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine der beiden Scheiben mit Flügeln (3) versehen wird und dadurch, daß die zweite Scheibe mit Umfangsrändern (8) versehen ist, die durch eine Felge (9) verlängert sind, derart, daß die erste Scheibe und die Bügel (3) jeweils zwischen der Felge (9) und den Rändern (8) geklemmt gehalten werden können und dadurch, daß eine Winkeljustierung vor der Frettagung erfolgt, um das Gegenüberstellen eines jeden Flügels (3) mit dem entsprechenden Rand (8) der

15 20

25

30

35

40

45

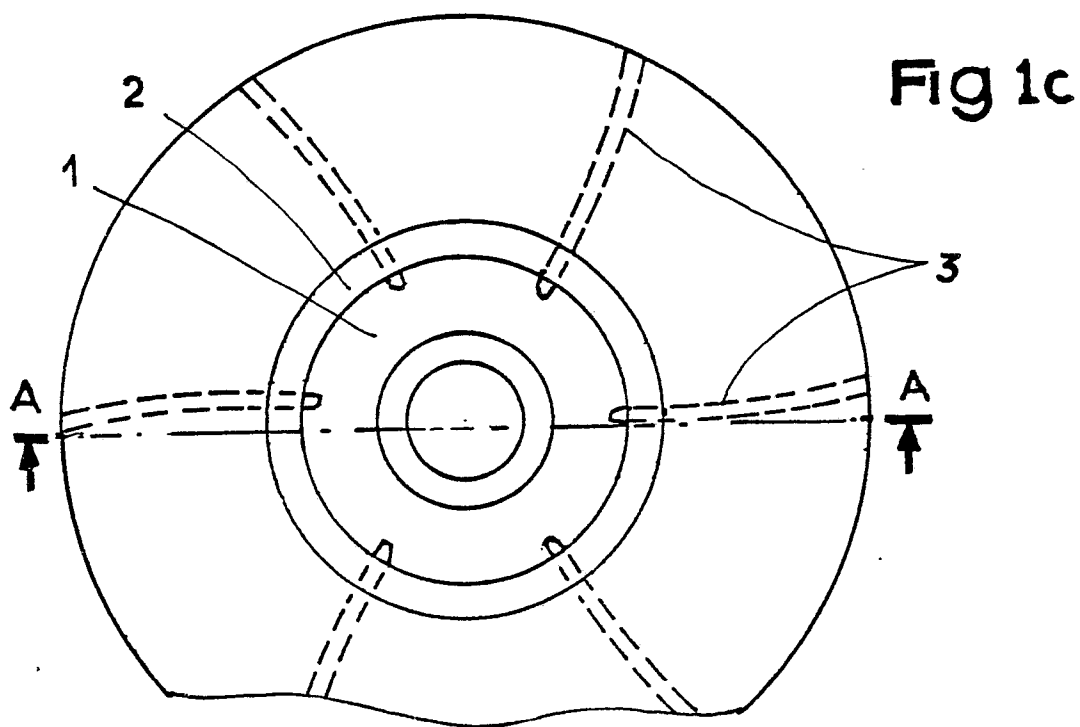
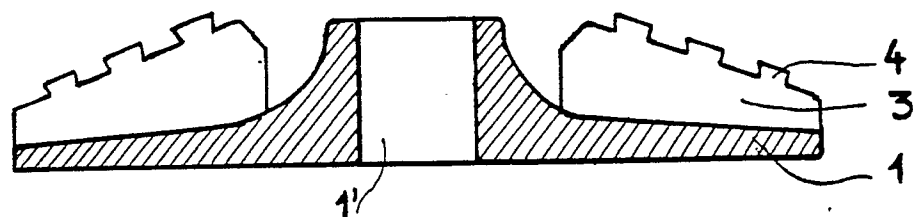
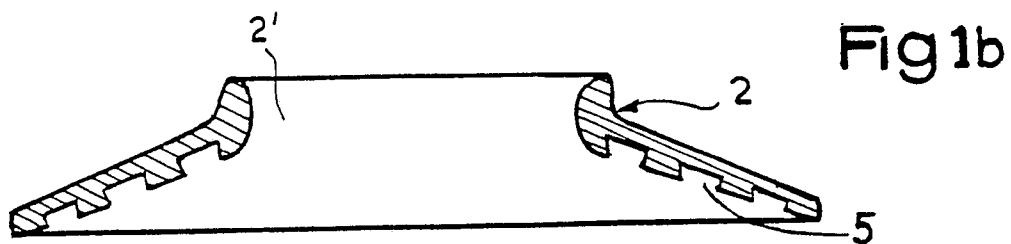
50

55

60

65

6



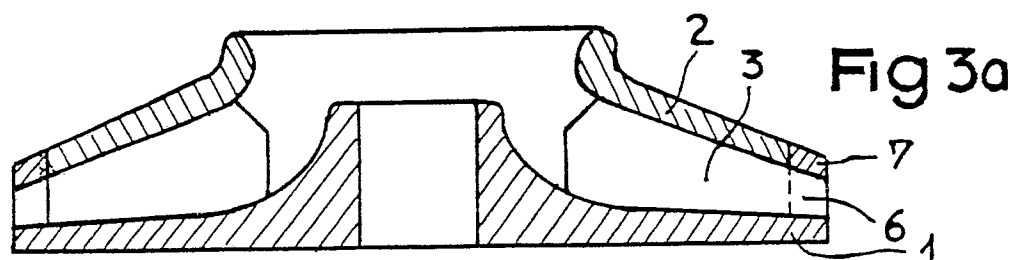
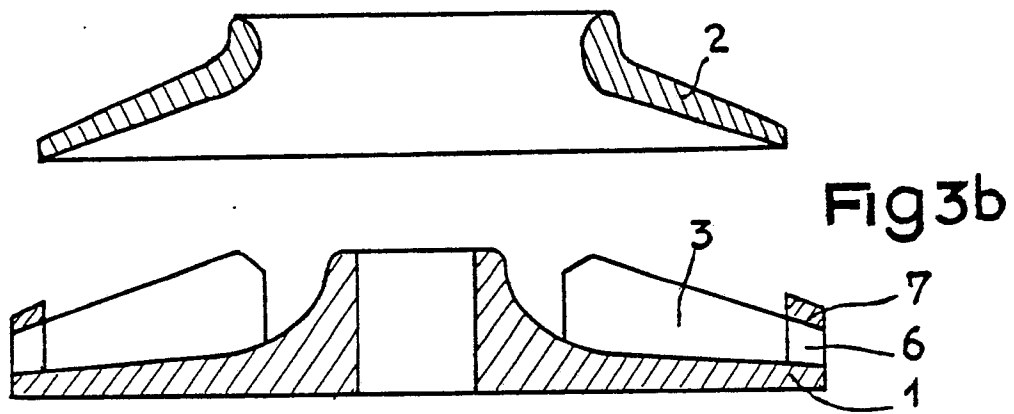
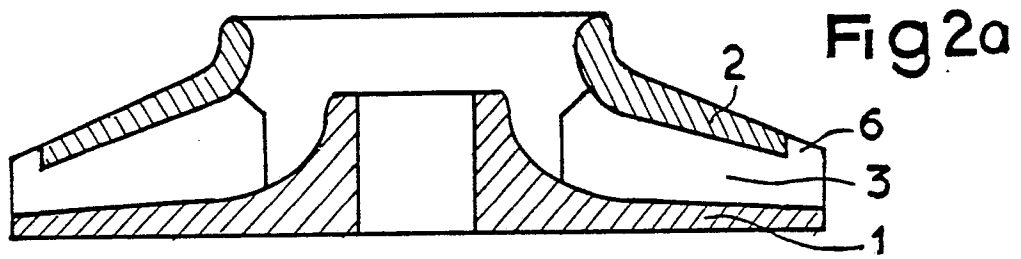
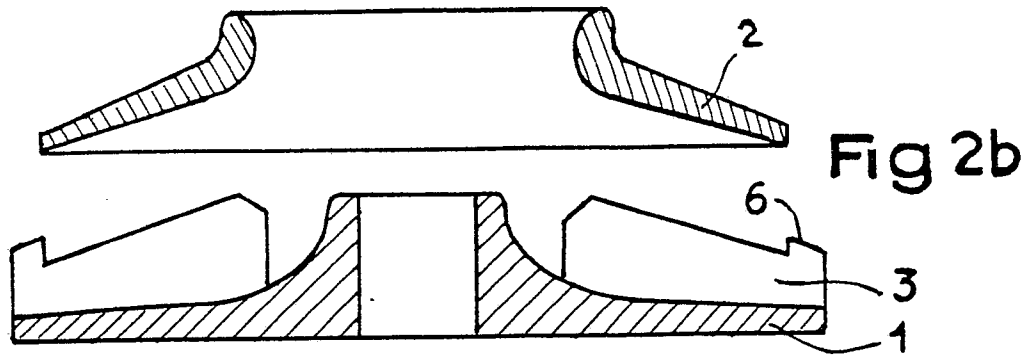


Fig 4b

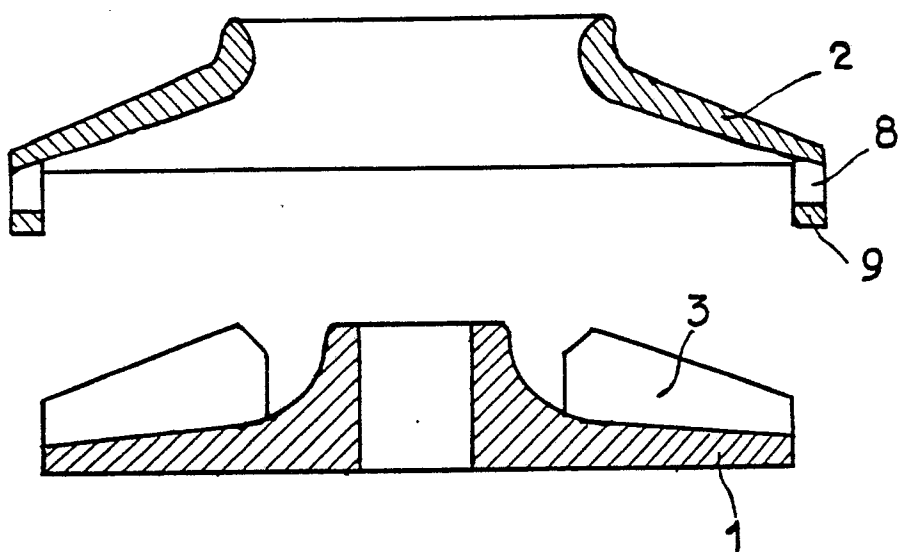


Fig 4a

