



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
19.05.93 Patentblatt 93/20

⑤① Int. Cl.⁵ : **F04D 29/22**

②① Anmeldenummer : **90900104.2**

②② Anmeldetag : **12.12.89**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :
PCT/EP89/01522

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 90/07650 12.07.90 Gazette 90/16

⑤④ **KREISELPUMPENLAUFRAD GERINGER SPEZIFISCHER DREHZAHL.**

③⑩ Priorität : **23.12.88 DE 3843428**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
09.10.91 Patentblatt 91/41

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
19.05.93 Patentblatt 93/20

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 1 453 723
FR-A- 529 613
Soviet Inventions Illustrated, Derwent Publica-
tion Ltd, Section General/Mechanical Acces-
sion No. D9949 K/12 issued 4 May 1983

⑦③ Patentinhaber : **KSB Aktiengesellschaft**
Johann-Klein-Strasse 9
W-6710 Frankenthal (DE)

⑦② Erfinder : **HERGT, Peter**
Richard-Wagner-Strasse 28
W-6700 Ludwigshafen (DE)
Erfinder : **NICKLAS, Alexander**
Von-Brühl-Strasse 15
W-6716 Dimmstein (DE)
Erfinder : **SCIANNA, Salvatore**
Lothiers-Gare
F-36350 La Terouille (FR)

EP 0 449 861 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kreislumpenlaufrad gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Aus der GB-A 575 346 sowie der DE-C 1 249 693 sind einteilige Laufräder für Kreislumpen bekannt, welche im Gebiet kleinster spezifischer Drehzahl arbeiten. Diese Laufräder weisen das Merkmal auf, daß die eigentlichen Schaufelkanäle durch spanabhebende Werkzeuge erstellt werden, einen geradlinigen Verlauf aufweisen und über ihre gesamte Länge über einen konstanten kreisförmigen Querschnitt verfügen. Gegenüber den bekannten, einen sich diffusorförmig erweiternden Schaufelkanal aufweisenden Laufrädern weisen sie den Vorteil der einfachen Herstellbarkeit auf, verfügen aber über den Nachteil eines schlechten hydraulischen Wirkungsgrades.

Eine andere Lösung ist durch die SU-A 620 674 bekannt. Diese zeigt ein sogenanntes offenes Laufrad, bei dem der Schaufelkanal über seine gesamte Länge geöffnet bleibt. Sie stellt insofern eine Besonderheit dar, als daß es sich hier bei den Schaufelkanälen um geöffnete, mit einem Längsschlitz versehene, gebohrte Laufradkanäle handelt. Diese Lösung weist im Bereich des Druckstutzens eine gegenüber den Schaufelkanälen sehr starke Verengung des Austrittsbereiches auf, wodurch hohe Druckverluste entstehen. Der hydraulische Wirkungsgrad ist dadurch erheblich verschlechtert. Weiterhin ergibt sich durch das offene Rad ein höherer Axialschub zur Saugseite hin.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Kreislumpenlaufrad für kleine Fördermengen und große Förderhöhen eine Steigerung der Druckziffer sowie eine Wirkungsgradverbesserung vorzusehen. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruches.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Lösung wird gegenüber herkömmlichen Kreislumpenlaufrädern mit geschlossenen Deckscheiben eine gravierende Steigerung der laufradtypischen Druckziffer erreicht. Infolge der im Laufradaustrittsbereich offen ausgebildeten Schaufelkanäle existiert ein Impulsaustausch zwischen der Flüssigkeit im Strömungskanal und der im Radseitenraum befindlichen Flüssigkeit. Dies bedingt einen Energiezuwachs, dessen Folge eine Vergrößerung der Förderhöhe sowie eine Erhöhung der Druckziffer ist. Im Gegensatz zu den Seitenkanalumpen erfolgt hier eine deutliche Wirkungsgradverbesserung, da die bei Seitenkanalumpen typischen Verlustformen nicht mehr auftreten können.

Durch die in den Ansprüchen 2 bis 4 beschriebenen Ausgestaltungen erfolgt ein schräges Anschneiden der jeweiligen Schaufelkanäle. Dies ermöglicht die verschiedenen Neigungsvariationen von Laufraddeckscheibe und/oder Schaufelkanälen. Dadurch ergibt sich eine allmähliche Öffnung der Schaufelkanäle, aufgrund derer eine günstige Beeinflussung der

innerhalb der Schaufelkanäle strömenden Flüssigkeit möglich ist. Hierzu sieht eine weitere im Anspruch 5 beschriebene Ausgestaltung der Erfindung vor, daß der Abstand zwischen Laufraddeckscheibe und gegenüberliegender Gehäusewand maximal der Differenz zwischen am Laufradaustritt in Achsrichtung meßbarer Schaufelkanaltiefe und einer nach außen erfolgenden Verlängerung der Schaufelkanalwand am Laufradaußendurchmesser ermittelbaren Schaufelkanaltiefe entspricht. Die in den Ansprüchen 6 und 7 beschriebenen Ausgestaltungen haben die Form der Schaufelkanalöffnungen zum Gegenstand. Diese Formen ermöglichen eine störungsfreie Beeinflussung der innerhalb der Schaufelkanäle befindlichen Strömungen. Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ergeben sich relativ stabile Rennlinien bei ebenfalls gutem Saugverhalten. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, daß mit der erfindungsgemäßen Laufradgestaltung auf den üblicherweise bei Kreislumpenrädern vorherrschenden Saugmund bzw. dort angebrachten Drosselspalten verzichtet werden kann. Je nach Art der Herstellung der Schaufelkanäle, sei es nun durch spanabhebende Bearbeitung oder entsprechende gießtechnische Ausbildung können diese Laufräder auch bei einem Förderbereich bis 15 m³/h (n=2900 U/min) Anwendung finden.

Mit der im Anspruch 8 beschriebenen Ausgestaltung der sich von ihrem Beginn an zum Laufradaußendurchmesser hin stetig erweiternden Öffnungen der Schaufelkanäle wird ein weich einsetzender und zum Austritt hin langsam zunehmender Impulsaustausch ermöglicht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des Laufrades, die

Fig. 2 eine Vorderansicht, die

Fig. 3 einen Schnitt gemäß Linie III-III von Fig. 2 und die

Fig. 4 einen Ausschnitt von dem Austrittsbereich des Laufrades.

Das in Fig. 1 gezeigte Laufrad (1) weist eine Saugöffnung (2) auf, durch welche auch die Befestigungsmittel für die Verbindung mit einer - hier nicht dargestellten - Pumpenwelle eingebracht werden. Die saugseitige Laufraddeckscheibe (3) ist hier glattflächig ausgebildet und weist eine Neigung auf, welche im Bereich des Laufradaußendurchmessers (4) die Schaufelkanäle (5) schräg anschneidet. Bei dem hier gewählten Beispiel erstrecken sich die Schaufelkanäle (5) von der Laufradmitte radial nach außen. Die hier gewählte Form der Laufradkanäle (5) weist einen kreisförmigen Querschnitt auf; es sind jedoch auch andere Querschnittsformen denkbar. So können die Schaufelkanäle (5) beispielsweise durch von außen in das Laufrad eingebrachte Bohrungen hergestellt werden. Es ist aber auch möglich, durch entsprechen-

de Gießtechniken die Schaufelkanalformen zu erstellen. Desweiteren besteht die Möglichkeit, das Laufrad in einer die Drehachse schneidenden Ebene zu teilen und mittels spanabhebender Bearbeitung in die beiden Teilhälften die Schaufelkanalformen einzuarbeiten und anschließend die beiden Hälften zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzufügen. Die hier gezeigten Schaufelkanalbohrungen (5) können ebenso gut auch in tangentialer Richtung verlaufen. Im Bereich des Laufradaußendurchmessers (4) verfügt jeder Schaufelkanal über eine sich nach außen erweiternde Öffnung (6). Desweiteren ist am Außendurchmesser die dort direkt meßbare Schaufelkanalbreite (b) eingezeichnet. Hierbei handelt es sich um die durch den schrägen Abschnitt verkleinerte Schaufelkanalbreite. Die ermittelbare Schaufelkanalbreite (b*), welche der unbeeinflussbaren Schaufelkanalbreite entspricht, ergibt sich, indem diejenige Schaufelkanalwand, welcher der die Öffnung (6) aufweisenden Deckscheibe am nächsten liegt, durch die Öffnung (6) nach außen hin verlängert wird. Wie die Fig. 4 zeigt, bildet der Schnittpunkt (z) dieser Verlängerung (x) mit der zylindrischen Ebene (y) des Laufradaußendurchmessers einen Grenzwert, während die diesem gegenüberliegende Schaufelkanalwand eine andere, die ermittelbare Schaufelkanalbreite (b*) einschließende Begrenzung bildet.

In der Fig. 2 ist eine Vorderansicht des Laufrades (1) gezeigt, der entnehmbar ist, wie die Schaufelkanäle innerhalb des Laufrades verlaufen. Entsprechend der gewählten Anzahl der Schaufelkanäle ergibt sich im Eintrittsbereich des Laufrades eine Überschneidung, erkennbar auch in Fig. 1, wodurch die Fördermenge des Laufrades beeinflusst werden kann. Bei einer geringen Anzahl von Schaufelkanälen und kleinen Schaufelkanalquerschnitten sowie einem geeigneten Laufradeintrittsdurchmesser, ist ein Laufrad herstellbar, dessen Schaufelkanäle (5) sich im Eintrittsbereich nicht überschneiden. Das hier beispielhaft gezeigte Laufrad (1) weist bei gegebenem Außendurchmesser (4) eine Anzahl und Form von Schaufelkanälen (5) auf, die bei dem hier gezeigten Laufradeintritt (2) eine Überschneidung der Schaufelkanäle im Eintritt zur Folge hat.

Je mehr Kanäle über den Umfang verteilt angeordnet sind, auf desto größerem Durchmesser liegen dann die eigentlichen Eintrittskanten der jeweiligen Schaufelkanäle. Durch entsprechende Variation der den Laufradeintritt bildenden Saugöffnung (2) kann ebenfalls die Fördermenge beeinflusst werden.

Die Öffnungen (6) weisen hierbei eine weite (w) auf, welche kleiner als die maximale weite der Schaufelkanäle (5) ausgebildet ist. Durch entsprechende Neigung der Schaufelkanäle oder der Deckscheibe läßt sich die Größe der weite (w) beeinflussen.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel, welches einem Schnitt von III-III von Fig. 2 entspricht, ist der Verlauf der geneigt angeordneten Schaufelkanäle (5) so-

wie die Neigung der Laufraddeckscheiben (3, 7) erkennbar. Die Schaufelkanäle sowie die Laufraddeckscheiben verlaufen in dem hier gewählten Beispiel geneigt gegenüber senkrecht auf der Drehachse (8) stehenden Ebenen (11, 12). Dabei ist im jeweiligen Wechsel der eine Schaufelkanal zur saugseitigen Deckscheibe (3) und der daneben verlaufende Schaufelkanal zur druckseitigen Deckscheibe (7) geneigt. Durch eine entsprechende Auswahl der Neigungswinkel der Schaufelkanäle und/oder der Deckscheibenneigungswinkel ergibt sich ein Anschnitt der Schaufelkanäle im Laufradaustrittsbereich. Somit ist in einfacher Weise eine Gestaltung der eigentlichen Schaufelkanalöffnung (6) möglich bzw. deren in Fig. 2 gezeigten Weite (w) möglich. In der rechten Bildhälfte ist weiterhin dargestellt, daß dem Laufrad auf der Saugseite die Gehäusewand (9) und auf der Druckseite die Gehäusewand (10) gegenüberliegen. Diese weisen hier zwar einen parallelen Verlauf zur jeweiligen Laufraddeckscheibe auf, dies ist jedoch keine zwingende Voraussetzung. Es sind auch unterschiedliche Neigungen denkbar.

Aus der Fig. 4 ist ersichtlich, daß im Bereich der Öffnungen (6) zwischen Laufraddeckscheibe (3) und saugseitiger Gehäusewand (9) ein Abstand (s) besteht, der kleiner ist als die Differenz (d) der am Laufradaußendurchmesser (4) meßbaren Schaufelkanalbreite (b) und der ermittelbaren Schaufelkanalbreite (b*). Für eine zuverlässige Wirkung der Öffnungen (6) darf der Abstand (s) maximal der Differenz (d) entsprechen. Ein größerer Wert würde nicht den notwendigen Effekt hervorbringen. Der in dem Ausführungsbeispiel verwendete Abstand (s) ist hier kleiner als die gezeigte Differenz (d).

Entsprechend dem gewählten Abstand (s) ist in einfacher Weise eine Beeinflussung der Pumpenkennlinie möglich.

Der Wert (b*) ist ermittelbar, indem die mit der Öffnung (6) versehene und dem Gehäuse nächstgelegene Schaufelkanalwand nach außen in Richtung Laufradaußendurchmesser (4) verlängert wird. Ausgehend von dem Schnittpunkt (z) zwischen Verlängerung (x) und der zylindrischen Ebene (y) des Laufradaußendurchmessers wird in den Schaufelkanal hinein die Schaufelkanalbreite (b*) ermittelt. Dies kann sowohl für die Saug- als auch für die Druckseite des Laufrades gelten.

Hierbei wird der Abstand (s) immer für eine Laufradseite ermittelt, also saug- oder druckseitig. Entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten können die Abstände (s) zwischen saugseitiger Gehäusewand und Laufraddeckscheibe bzw. zwischen druckseitiger Gehäusewand und Laufraddeckscheibe gleiche oder unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Falls die geöffneten Schaufelkanäle nur auf einer Laufradseite angebracht sind, dann entspricht der Abstand (s) maximal der Differenz (d). Bei einer beidseitigen Anbringung der geöffneten Schaufelkanäle wür-

de sich der Abstand (s) entsprechend den auf der jeweiligen Laufradseite vorherrschenden Abmessungen orientieren.

Patentansprüche

1. Kreislumpenlaufrad (1) radialer Bauart und kleiner spezifischer Drehzahl, dessen Schaufelkanäle (5) durch die Laufraddeckscheiben (3,7) durchdringende Schlitzte zum Radseitenraum hin offen ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaufelkanäle (5) jeweils zusammen mit den zum Radseitenraum orientierten Schlitzten (6) radial zum äußeren Bereich des Laufrads orientierte Öffnungen bilden, wobei die radiale Länge des axial zur Radseitenwand orientierten geschlitzten Teils der Öffnung gleich oder kleiner als eine halbe Schaufelkanallänge ist.
2. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufelkanäle (5) senkrecht zur Drehachse (8) verlaufen und die im Winkel dazu geneigt verlaufende Oberfläche der Laufraddeckscheibe (3, 7) die Schaufelkanäle (5) im Austrittsbereich des Laufrades (1) schräg schneidet.
3. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufelkanäle (5) gegenüber einer radialen Laufradebene geneigt verlaufen und die Laufraddeckscheibenoberfläche die Schaufelkanäle (5) im Austrittsbereich des Laufrades (1) schräg schneidet.
4. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufelkanäle (5) und die Oberfläche der Laufraddeckscheibe (3, 7) zueinander geneigt verlaufen.
5. Kreislumpenlaufrad nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der in Achsrichtung meßbare Abstand zwischen Laufraddeckscheibe (3, 7) und gegenüberliegender Gehäusewand (9, 10) maximal der Differenz (d) zwischen am Laufradaustritt in Achsrichtung meßbarer Schaufelkanalbreite (b) und einer durch nach außen erfolgreicher Verlängerung der Schaufelkanalwand am Laufradaußendurchmesser (4) ermittelbaren Schaufelkanalbreite (b*) entspricht.
6. Kreislumpenlaufrad nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die im Austrittsbereich des Laufrades (1) in den Laufraddeckscheiben (3, 7) angebrachten Öffnungen (6) der Schaufelkanäle (5) eine sich zum Außendurchmesser hin erweiternde Form aufweisen.

7. Kreislumpenlaufrad nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die sich in radialer Richtung verbreiternden Öffnungen (6) der Schaufelkanäle (5) eine größte Weite aufweisen, welche maximal der Schaufelkanalweite entspricht.

8. Kreislumpenlaufrad nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Öffnungen (6) der Schaufelkanäle (5) von ihrem Beginn an zum Laufradaußendurchmesser (4) hin stetig erweitern.

Claims

1. A centrifugal pump impeller (1) of the radial type and with a low specific speed of rotation, whose vane ducts (5) are defined by slots extending through the impeller cover plates (3 and 7) open towards the lateral space of the impeller, characterized in that the vane ducts (5) respectively together with the slots (6) directed towards the lateral space of the impeller define openings which are directed radially towards the outer part of the impeller, the radial length of the slotted part, which is directed axially with respect to the lateral wall of the impeller being equal to or less than half the length of a vane duct.
2. The centrifugal pump impeller as claimed in claim 1, characterized in that the vane ducts (5) extend perpendicularly to the axis (8) of rotation and the surface, which is set at an angle thereto, of the cover plate (3 and 7) of the impeller intersects the vane ducts (5) obliquely in the outlet part of the impeller (1).
3. The centrifugal pump impeller as claimed in claim 1, characterized in that the vane ducts (5) extend obliquely in relation to a radial plane of the impeller and the surface of the impeller cover plate obliquely intersects the vane ducts (5) in the output part of the impeller (1).
4. The centrifugal pump impeller as claimed in claim 1, characterized in that the vane ducts (5) and the surface of the impeller cover plate (3 and 7) extend obliquely in relation to each other.
5. The centrifugal pump impeller as claimed in claims 1 through 4, characterized in that the distance, able to be measured in the direction of the axis, between the cover plate (3 and 7) of the impeller and the opposite housing wall (9 and 10) is at the most equal to the difference (d) between the vane duct breadth (b) which is able to be measured at the impeller outlet in the axial direc-

tion, and a vane duct breadth (b^*) of the vane duct as determined by outward projection of the vane duct wall at the external diameter (4) of the impeller.

6. The centrifugal pump impeller as claimed in claims 1 through 5, characterized in that the openings (6) arranged in the impeller cover plates (3 and 7) of the vane ducts (5) have a configuration widening towards the external diameter.
7. The centrifugal pump impeller as claimed in claims 1 through 6, characterized in that the openings (6) becoming wider in the radial direction, of the vane ducts (5) have maximum width equal to, at the most, the width of the vane ducts.
8. The centrifugal pump impeller as claimed in any one or more of the claims 1 through 7, characterized in that the openings (6) of the vane ducts (5) steadily increase from the points at which they begin towards the external diameter (4) of the impeller.

Revendications

1. Roue de pompe centrifuge (1) de construction radiale et de vitesse de rotation spécifique faible dont les canaux entre les aubes (5) sont formés par des fentes ouvertes du côté de la chambre de flasque de la roue et traversant les disques de revêtement des flasques de la roue (3, 7), caractérisée en ce que les canaux entre les aubes (5) forment avec chacune des fentes (6) orientées vers la chambre de flasque de la roue des ouvertures orientées dans le sens radial par rapport à la partie externe de la roue, la longueur radiale de la partie fendue de l'ouverture orientée vers la flasque de roue étant égale ou inférieure à la moitié de la longueur du canal entre les aubes.
2. Roue de pompe centrifuge selon la revendication 1 caractérisée en ce que les canaux entre les aubes (5) sont orientés perpendiculairement à l'axe de rotation (8) et en ce que la surface du disque de revêtement des flasques (3, 7) dont l'inclinaison forme un angle avec cet axe coupe obliquement les canaux entre les aubes (5) dans la zone de refoulement de la roue (1).
3. Roue de pompe centrifuge selon la revendication 1 caractérisée en ce que les canaux entre les aubes (5) sont obliques par rapport à un plan radial de la roue et en ce que la surface des disques de revêtement des flasques coupe obliquement les canaux entre les aubes (5) dans la zone de refou-

lement de la roue (1).

4. Roue de pompe centrifuge selon la revendication 1 caractérisée en ce que les canaux entre les aubes (5) et la surface du disque de revêtement des flasques (3, 7) sont inclinés l'un par rapport à l'autre.
5. Roue de pompe centrifuge selon les revendications 1 à 4 caractérisée en ce que l'écart mesurable dans le sens de l'axe entre le disque de revêtement des flasques (3, 7) et la paroi du boîtier opposée (9, 10) correspond au plus à la différence (d) entre la largeur (b) du canal entre les aubes mesurable à la sortie de la roue dans le sens de l'axe et une largeur de canal entre les aubes (b^*) pouvant être définie par une prolongation vers l'extérieur de la paroi du canal entre les aubes sur le diamètre externe de la roue (4).
6. Roue de pompe centrifuge selon les revendications 1 à 5 caractérisée en ce que les ouvertures (6) des canaux entre les aubes placées dans la zone de refoulement de la roue (1) dans les disques de revêtement des flasques de la roue (3, 7) ont une forme qui s'élargit jusqu'au diamètre externe.
7. Roue de pompe centrifuge selon les revendications 1 à 6 caractérisée en ce que les ouvertures (6) des canaux entre les aubes (5) qui s'élargissent dans le sens radial ont une largeur qui, au plus, correspond à la largeur du canal entre les aubes.
8. Roue de pompe centrifuge selon une ou plusieurs des revendications 1 à 7 caractérisée en ce que les ouvertures (6) des canaux entre les aubes (5) s'élargissent dès le départ constamment jusqu'à atteindre le diamètre externe (4) de la roue.

Fig. 1

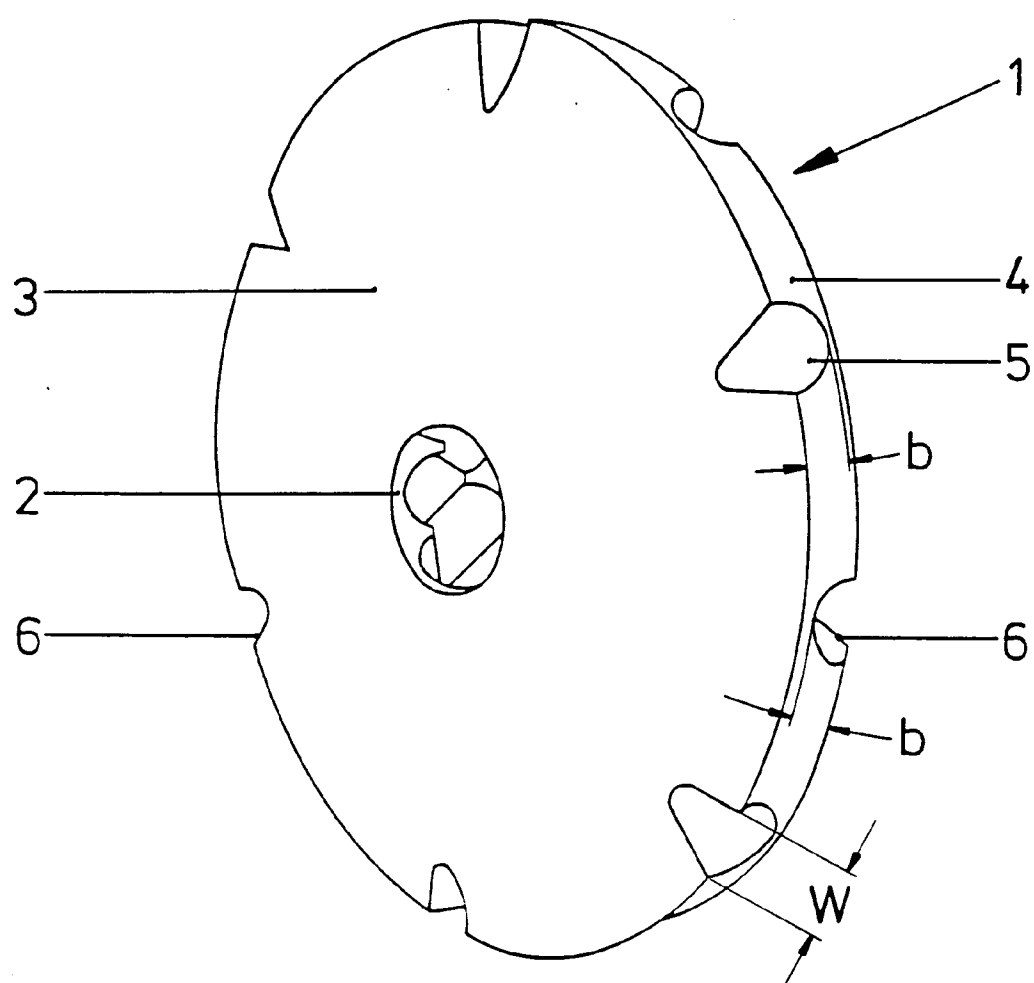


Fig.2

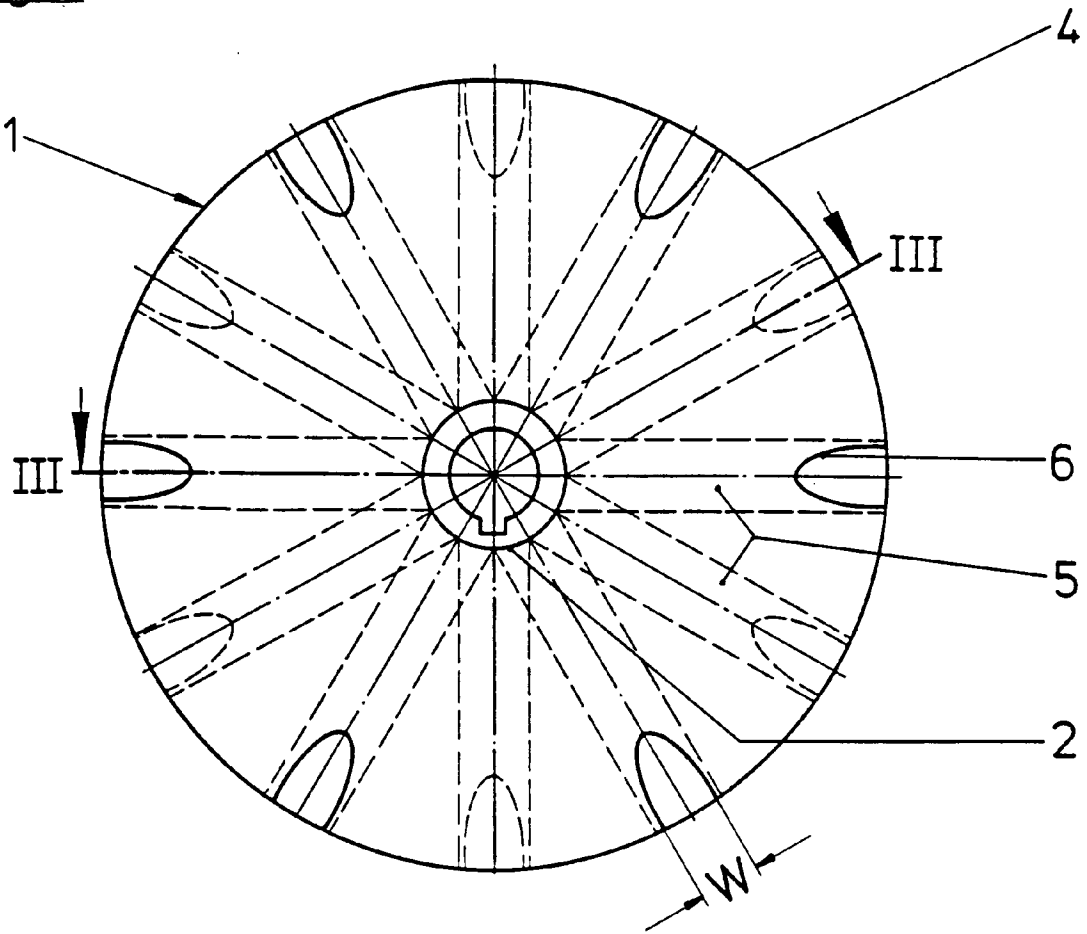


Fig.3

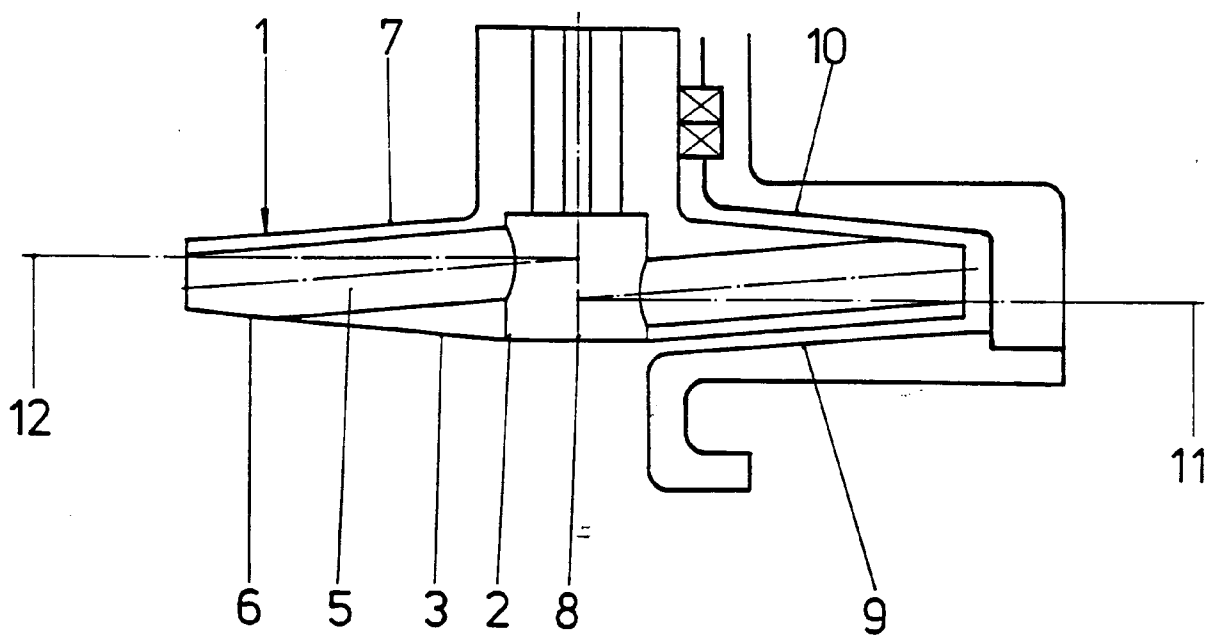


Fig. 4

