

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1080/2010
(22) Anmeldetag: 25.06.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2018

(51) Int. Cl.: **F03B 7/00** (2006.01)

(30) Priorität:
02.03.2010 AT A 323/10 beansprucht.

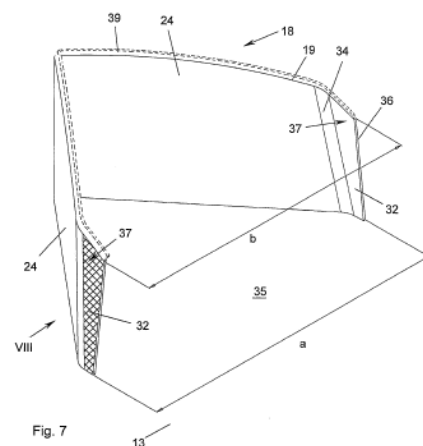
(56) Entgegenhaltungen:
US 1622365 A
DE 102009029794 A1
WO 2007065178 A1

(73) Patentinhaber:
Kerbler Holding GmbH
1010 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
Wien

(54) **SCHAUFELRAD FÜR EINE WASSERKRAFTMASCHINE**

(57) Bei einer Schaufelrad für eine Wasserkraftmaschine mit einer eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe, wobei die Schaufeln (18) zwei bezüglich der zur Rotationsachse des Schaufelrades (1) normal verlaufenden Mittelebene symmetrische Schenkel (24) oder Hälften aufweisen, die einen Winkel von ungleich 180° miteinander einschließen, weisen die Schenkel (24) bzw. Hälften an ihren seitlichen freien Enden jeweils einen umgebogenen Endabschnitt (32) aufweisen, der mit einer normal zur Rotationsachse angeordneten stehenden Begrenzungswand (33) zur Ausbildung eines Flüssigkeitsfilms zusammenwirken kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schaufelrad für eine Wasserkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Schaufeln tragenden Nabe, wobei die Schaufeln zwei bezüglich der zur Rotationsachse des Schaufelrades normal verlaufenden Mittelebene symmetrische Schenkel oder Hälften aufweisen, die einen Winkel von ungleich 180° miteinander einschließen. Die Erfindung betrifft weiters eine Wasserkraftmaschine mit einem derartigen Schaufelrad, das in einem Fließgewässer, insbesondere Gerinne derart einbaubar ist, dass das Schaufelrad mit seiner Nabe ein Stauelement ausbildet, sodass oberwasserseitig ein Staupegel erzeugt wird, wobei mit der Rotation einer mit der Nabe verbundenen Welle ggf. unter Zwischenschaltung eines Getriebes ein elektrischer Generator gekoppelt ist.

[0002] Eine derartiges Schaufelrad und eine derartige Wasserkraftmaschine sind aus den Dokumenten AT 404973 B und AT 501575 A1 bekannt geworden. Die Rotationsachse dieses Schaufelrades verläuft quer zur Fließrichtung und weist eine Nabe auf, die als Stauelement wirkt und das sonst erforderliche Wehr ersetzt.

[0003] Der Antrieb des Schaufelrades erfolgt dabei wenigstens teilweise durch den hydrostatischen Druck, wodurch sich eine solche Wasserkraftmaschine von ober- und mittelschlächtigen Wasserrädern, die durch die Gewichtskräfte des Wassers angetrieben werden, und von Kaplan- oder Francisturbinen, die durch Reaktionskräfte angetrieben werden, unterscheidet.

[0004] Wasserkraftmaschinen der eingangs genannten Art erlauben die Nutzung von Standorten mit niedrigen Fallhöhen (0,5 - 2m) und Durchflüssen von bis zu etwa $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies ermöglicht die Wasserkraftnutzung an bisher ungenutzten Standorten. Die zwischen den einzelnen Schaufeln des Schaufelrades gebildeten Kammern erlauben den Durchgang auch größerer Fische. Außerdem ist die Maschine auch für Sediment und Geschiebe durchgängig, sodass das ökologische Gleichgewicht nicht beeinträchtigt wird.

[0005] Wasserkraftmaschinen der eingangs genannten Art werden in der Regel mit relativ niedrigen Drehzahlen des Schaufelrades im Bereich von 5-20 U/min betrieben, wobei die auf Grund des Staudrucks aufzunehmenden und zu übertragenden Kräfte verhältnismäßig groß sind. Solche Wasserkraftmaschinen eignen sich, um einen gewünschten Staupegel und damit ein gewünschtes Wasserniveau des Zuflusses zu halten.

[0006] Für den Wirkungsgrad einer solchen Wasserkraftmaschine sind verschiedene Faktoren ausschlaggebend, unter anderem müssen die Verluste minimiert werden. Verluste treten beispielsweise an den Lagerstellen der rotierenden Bauteile, beim Eintauchen und beim Austauchen der Schaufeln in bzw. aus dem Wasser und auf Grund von Leckmengen seitlich und unterhalb des Schaufelrades auf.

Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, den Wirkungsgrad einer Wasserkraftmaschine der eingangs genannten Art zu optimieren. Die Erfindung zielt insbesondere darauf ab, die Menge des ungenutzten, seitlich des Schaufelrads abfließenden Wassers zu minimieren, um Leckverluste möglichst zu vermeiden.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung bei einem Schaufelrad der eingangs genannten Art vor, dass die Schenkel bzw. Hälften an ihren seitlichen freien Enden jeweils einen umgebogenen Endabschnitt aufweisen, der mit einer normal zur Rotationsachse angeordneten stehenden Begrenzungswand zur Ausbildung eines Flüssigkeitsfilms bzw. Schmierkeils zusammenwirken kann. Die umgebogenen Endabschnitte bilden dabei gleichsam Flügel aus, wobei sich bei geeigneter Auswahl des Anstellwinkels zwischen diesen Flügeln und der jeweiligen Begrenzungswand auf Grund der Relativbewegung ein Flüssigkeitsfilm ausbildet, der ohne die Notwendigkeit weiterer Bauteile eine Abdichtung zwischen dem Schaufelrad und den seitlichen Begrenzungswänden sicherstellt. Die verhindert nach Art eines hydrodynamischen Schmierkeils idealerweise einen metallischen Kontakt zwischen den Begrenzungswänden und den Flügeln. Bevorzugt ist die Ausbildung dabei derart getroffen, dass der umgebogene Endabschnitt im unbelasteten Zustand der Schaufeln einen Anstellwinkel von $3-15^\circ$, insbesondere 5-

10° mit der jeweiligen Begrenzungswand einschließt.

[0008] Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Schaufeln mit zunehmendem Abstand von der Nabe auf Grund der vom Wasser ausgeübten Kräfte stärker verformt werden, ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorgesehen, dass die Biegekante zur Umfangsfläche der Nabe geneigt verläuft, sodass der Abstand zwischen den Endkanten der beiden Schenkel bzw. Hälften im unbelasteten Zustand der Schaufel an der Nabenoberfläche größer ist als an der Außenkante der Schaufel. Dieser Abstandsunterschied ist so ausgebildet, dass sich im belasteten Zustand der Schaufel eine Verformung ergibt, auf Grund der die Flügel im Wesentlichen parallel zur jeweiligen Begrenzungswand zu liegen kommen, sodass ein Flüssigkeitsfilm mit über die gesamte Höhe der Schaufel konstanter Dicke ausgebildet werden kann. Dadurch werden die seitlichen Leckverluste der Schaufeln minimiert.

[0009] Auf Grund der hohen Kräfte, die das Wasser auf die umgebogenen Endabschnitte ausübt, kann nicht in jedem Fall vermieden werden, dass der umgebogene Endabschnitt die Begrenzungswand kontaktiert bzw. an dieser schleift. Besonders bei einem metallischen Kontakt zwischen dem umgebogenen Endabschnitt und der Begrenzungswand sind ein relativ hoher Reibungsverlust und ein Materialverschleiß zu beobachten. Um die Reibungsverluste und Verschleißerscheinungen zu minimieren, ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorgesehen, dass der umgebogene Endabschnitt an seiner nach außen weisenden Seite eine verschleiß- und/oder reibungsmindernde Leiste, Beschichtung oder Oberflächenbearbeitung aufweist. Beispielsweise kann der umgebogene Endabschnitt an seiner nach außen weisenden Seite eine PTFE Beschichtung tragen. Alternativ kann der umgebogene Endabschnitt an seiner nach außen weisenden Seite auch eine Kunststoffleiste oder -beschichtung, insbesondere aus einem Hochleistungskunststoff, tragen. Grundsätzlich kommt jedes Material in Frage, das verschleißresistente Eigenschaften aufweist und/oder die Reibung zwischen dem umgebogenen Endabschnitt und der Begrenzungswand vermindert. Im Falle einer verschleiß- und/oder reibungsmindernden Leiste ist diese bevorzugt abnehmbar angeordnet, sodass ein Austausch im Falle der Abnutzung des Leistenmaterials erleichtert wird.

[0010] Um Verluste zusätzlich oder alternativ auch im Spalt radial außerhalb des Schaufelrades zu minimieren oder ganz zu vermeiden, sieht ein weiterer Aspekt der Erfindung vor, dass die Schaufeln an ihrem äußeren freien Ende jeweils einen umgebogenen oder flexiblen Endabschnitt aufweisen, der mit einem zur Nabenumfangsfläche im Wesentlichen konzentrisch gebogenem Kropfblech zur Spaltabdichtung zusammenwirken kann. Der flexible Endabschnitt wird mit Vorteil von einer flexiblen Dichtungslippe gebildet.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematisch in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen

[0012] Fig.1 eine perspektivische Ansicht einer Wasserkraftmaschine,

[0013] Fig.2 eine Schnittansicht gemäß der Linie II-II der Fig.1,

[0014] Fig.3 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausbildung eines Schaufelrades,

[0015] Fig.4 eine Draufsicht auf das Schaufelrad der Fig.3,

[0016] Fig.5 eine perspektivische Ansicht einer abgewandelten Ausbildung eines Schaufelrades,

[0017] Fig.6 eine perspektivische Ansicht einer weiteren abgewandelten Ausbildung eines Schaufelrades,

[0018] Fig.7 eine perspektivische Ansicht einer Schaufel des erfindungsgemäßen Schaufelrades,

[0019] Fig.8 eine Seitenansicht der Schaufel gemäß dem Pfeil VIII der Fig.7 und

[0020] Fig. 9 eine Draufsicht auf die Schaufel gemäß dem Pfeil IX der Fig.8.

[0021] In Fig.1 ist eine Wasserkraftmaschine mit einem Schaufelrad 1 dargestellt, das in einer

kastenförmigen Konstruktion 2 drehbar gelagert ist. Die kastenförmige Konstruktion 2 weist einen Rahmen 3 auf, der als Plattform für die Festlegung weiterer Bauteile, wie beispielsweise eines elektrischen Generators 4 und eines nicht dargestellten Frequenzumrichters, dient. Auf der Welle des Schaufelrades 1 ist ein Zahnrad angebracht, welches einen Zahnriemen 5 eines Riementriebes antreibt, der wiederum mit einer entsprechenden Übersetzung die Welle des elektrischen Generators 4 in Drehbewegung versetzt. Zur seitlichen Abdichtung des Schaufelrades 1 ist an beiden Seiten des Schaufelrades 1 jeweils ein stehendes Blech 6 vorgesehen, das an den Stehern der kastenförmigen Konstruktion 2 angebracht ist.

[0022] Das Schaufelrad ist mit Hilfe der kastenförmigen Konstruktion 2 in einem Gerinne festgelegt, dessen Seitenwände mit 7 bezeichnet sind. Die Wasserkraftmaschine ist mit Hilfe des Rahmens 3 und Führungsstangen 8 oben auf den Seitenwänden 7 abgestützt. Der Rahmen 3 kann mit Hilfe von nicht näher dargestellten hydraulischen Zylinderkolbenaggregaten oder mechanischen Spindeln entlang der Führungsstangen 8 in Höhenrichtung verschoben werden, sodass die Maschine von der in Fig.1 dargestellten Betriebsposition in eine Außerbetriebs- bzw. Wartungsposition angehoben werden kann.

[0023] Weiters ist in Fig.1 ein Bodenblech 9 ersichtlich, das sich zwischen den beiden Seitenwänden 7 erstreckt und ein Durchströmen des Wassers unter dem Schaufelrad 1 hindurch verhindert. In der in Fig.1 dargestellten Position des Schaufelrades 1 überlappen das Kropfblech 10 und die zwei seitlich des Schaufelrades 1 angeordneten Streichwehre 11 das Bodenblech 9, wobei die Streichwehre 11 in seitlichen Führungen 12 geführt sind. Im Ausmaß der Überlappung kann die Maschine samt dem Kropfblech 10 und den Streichwehren 11 ausgehend von der in Fig.1 dargestellten Position angehoben werden, um eine Anpassung an das Unterwasserniveau zu erreichen, wobei die Überlappung sicherstellt, dass keine größeren Wassermengen unter dem Schaufelrad 1 hindurchfließen.

[0024] Die Funktionsweise der Wasserkraftmaschine ergibt sich aus der Darstellung in Fig. 2. Es ist ersichtlich, dass die Nabe 13 des Schaufelrades als Stauelement dient und einen Staupegel 14 erzeugt. Das Niveau des Unterwassers ist mit 15 gekennzeichnet. Das Wasser strömt vom Oberwasser über den zwischen Nabe 13 und dem mit konstantem Radius gebogenen Bereich 16 des Kropfblechs 10 gebildeten Kanal 17 in Richtung Unterwasser und treibt dabei die Schaufeln 18 des Schaufelrades 1 an. Die Außenkanten 19 der Schaufeln 8 sind entsprechend einer zur Umfangsfläche der Nabe 13 konzentrischen Hüllfläche gekrümmt ausgebildet.

[0025] Fig. 3 zeigt ein Schaufelrad 1, das eine Nabe 13 und eine Mehrzahl von regelmäßig am Nabenumfang angeordneten Schaufeln 18 aufweist. Die Schaufeln 18 weisen eine abgewandelte V-Form auf, wie dies insbesondere in Fig.4 ersichtlich ist. Bei der Ausbildung gemäß den Fig. 3 und 4 sind acht Schaufeln 18 vorgesehen. Die Anzahl der Schaufeln 18 kann aber auch anders gewählt werden, wobei dies insbesondere auch vom Durchmesser der Nabe 2 abhängt. Bevorzugt ist eine Schaufelanzahl von 6, 7, 8, 9, 10 oder 12. Die Außenkanten 19 der Schaufeln 18 sind mit konstantem Radius ausgebildet, damit sie über ihre gesamte Breite einen gleichmäßigen Abstand zu einem Kropfblech aufweisen. Die Nabe 13 weist eine Breite auf, die dem 0,5 bis 1,5-fachen, bevorzugt im wesentlichen dem 1,0-fachen Nabendurchmesser entspricht. Die Nabe 13 ist drehfest mit einer Welle 20 verbunden, die mit einer Passfedernut 21 oder einer anderen form- oder kraftschlüssigen Verbindung ausgebildet ist, damit ein Zahnrad für einen Zahnriementrieb drehfest auf der Welle 20 festgelegt werden kann. Stirnseitig weist die Nabe 13 mit Durchbrechungen 22 versehene Abschlussbleche 23 auf. Die offene Ausführung der Nabe führt zu einer leichteren Konstruktion. Die offene Ausführung der Nabe führt aber auch zu Strömungsverlusten, sodass je nach Anwendungsfall auch eine geschlossene Bauweise der Nabe von Vorteil sein kann.

[0026] In Fig.4 ist ersichtlich, dass die beiden Schenkel 24 der V- Form in einem dem Scheitelpunkt 25 benachbarten ersten Abschnitt 26 einen ersten Winkel α miteinander einschließen und in einem zweiten Abschnitt 27 einen vom ersten Winkel verschiedenen, zweiten Winkel β miteinander einschließen, wobei der erste Abschnitt 26 über einen gekrümmten Abschnitt 28 mit dem zweiten Abschnitt 27 verbunden ist.

[0027] Bei einer abgewandelten Ausbildung, die exemplarisch für eine der acht Schaufeln 18 in Fig.3 strichliert dargestellt ist, verläuft die Kante 29 der Schaufeln 18 nicht orthogonal zur Umfangsfläche der Nabe 13, sondern zur Normalen in Rotationsrichtung 30 geneigt. Die geneigte Kante ist mit 29' bezeichnet.

[0028] Fig. 5 zeigt eine Abwandlung der Ausbildung gemäß Fig.4, bei welcher die beiden Schenkel 24 der V-Form in Umfangsrichtung der Nabe 13 gegeneinander versetzt angeordnet sind, sodass in regelmäßigen Abständen jeweils ein rechter und ein linker Schenkel 24 aufeinander folgen. Zwischen den versetzt zueinander angeordneten Schenkeln 24 der Schaufeln 18 ist in der zur Rotationsachse des Schaufelrades 1 normal verlaufenden Mittelebene ein sich über den gesamten Umfang der Nabe 13 erstreckendes Trennblech 31 angeordnet, dessen Höhe der Höhe der Schaufeln 18 entspricht.

[0029] Bei der abgewandelten Ausbildung gemäß Fig.6 weisen die Schaufeln 18 im Wesentlichen eine oben offene Herz-Form auf.

[0030] Die Fig.7-9 zeigen eine erfindungsgemäße Ausbildung der Schaufel 18, wobei die Nabe 13 nur schematisch angedeutet ist. Die Schenkel 24 der Schaufel 18 weisen an ihren freien Enden jeweils einen umgebogenen Endabschnitt 32 auf, der mit der jeweiligen Begrenzungswand 33 (Fig. 9) zusammenwirkt. Die Biegekante 34 verläuft dabei zur Umfangsfläche 35 der Nabe 13 geneigt, sodass der Abstand a zwischen den Endkanten 36 der beiden Schenkel 24 im unbelasteten Zustand der Schaufel 18 an der Umfangsfläche 35 der Nabe 13 größer ist als der Abstand b an der Außenkante 19 der Schaufel 18. Auf Grund der schematisch mit 37 angedeuteten Belastung durch den Wasserdruck ergibt sich im Betrieb eine Verformung derart, dass die umgebogenen Endabschnitte 32 auch an der Außenkante 19 in eine zu den Begrenzungswänden annähernd parallele Position gelangen. Im unbelasteten Zustand der Schaufeln 18 schließen die umgebogenen Endabschnitte 32 einen Anstellwinkel γ mit der jeweiligen Begrenzungswand 33 ein.

[0031] In den Fig. 7 und 8 ist durch Schraffierung ersichtlich gemacht, dass die umgebogenen Endabschnitte 32 an ihrer jeweiligen Außenseite eine verschleiß- und/oder reibungsmindernde Leiste, Beschichtung oder Oberflächenbearbeitung aufweisen können.

[0032] Der umgebogene Endabschnitt muss grundsätzlich nicht so ausgeführt sein wie in den Fig. 7-9 dargestellt. Beispielsweise kann anhand der Ausbildung gemäß Fig.6 gezeigt werden, dass jeder Endabschnitt, der parallel oder annähernd parallel zu der Begrenzungswand verläuft, geeignet ist, die erforderliche Abdichtung sicherzustellen. Der umgebogene Endabschnitt ist in Fig.6 mit 38 bezeichnet.

[0033] Weiters ist wiederum in den Fig. 7-9 durch strichlierte Linien angedeutet, dass die Schaufel 18 an ihrem äußeren freien Ende, d.h. im Bereich der Außenkante 19, einen umgebogenen oder flexiblen Endabschnitt, beispielsweise eine an der Außenkante 19 angebrachte flexible Dichtungslippe 39 aufweisen kann. Diese Dichtungslippe 39 wirkt im Bereich des Kropfblechs 10 derart, dass der Spalt zwischen dem gebogenen Bereich 16 des Kropfblechs 10 und der Außenkante 19 der Schaufeln 18 (Fig. 2) abgedichtet wird.

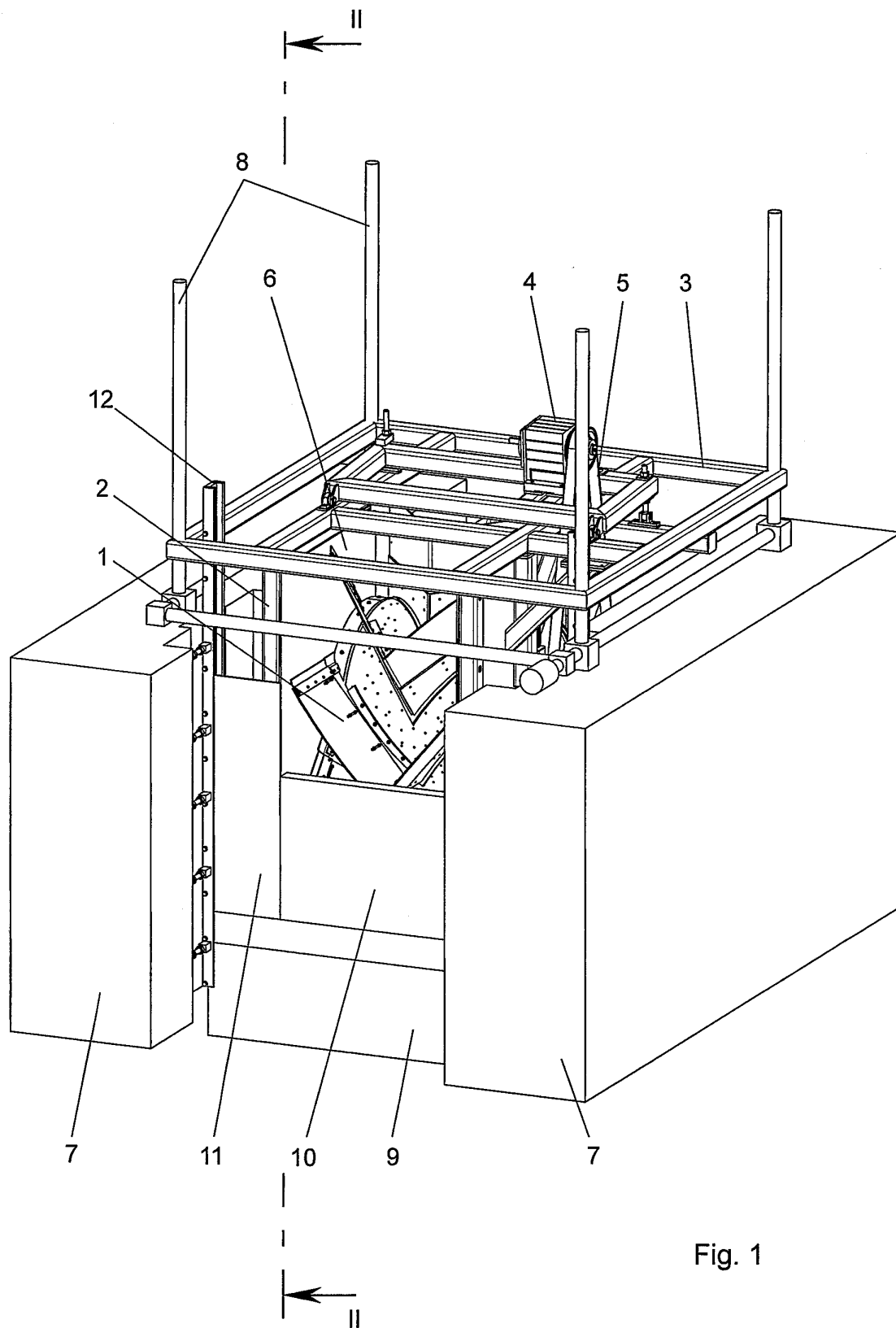
[0034] Abschließend ist anzumerken, dass bei allen beschriebenen Schaufelformen folgende bevorzugte Ausbildungen denkbar sind. Der Winkel zwischen den Schenkeln der V-Form kann zwischen 45° und 110° , insbesondere zwischen 60° und 100° liegen und insbesondere 60° , 80° oder 100° betragen. Die Schaufeln können eine Höhe aufweisen, die das 0,4 bis 2-fache, bevorzugt das 0,5 bis 1,2-fache des Nabendurchmessers beträgt.

Patentansprüche

1. Schaufelrad für eine Wasserkraftmaschine mit einer eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe, wobei die Schaufeln (18) zwei bezüglich der zur Rotationsachse des Schaufelrades (1) normal verlaufenden Mittelebene symmetrische Schenkel (24) oder Hälften aufweisen, die einen Winkel von ungleich 180° miteinander einschließen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schenkel (24) bzw. Hälften an ihren seitlichen freien Enden jeweils einen umgebogenen Endabschnitt (32) aufweisen, der mit einer normal zur Rotationsachse angeordneten stehenden Begrenzungswand (33) zur Ausbildung eines Flüssigkeitsfilms zusammenwirken kann.
2. Schaufelrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch den umgebogenen Endabschnitt (32) entstehende Biegekante (34) zu einer Umfangsfläche (35) der Nabe (13) geneigt verläuft, sodass der Abstand (a) zwischen den Endkanten (36) der beiden Schenkel (24) bzw. Hälften im unbelasteten Zustand der Schaufel (18) an der Nabenoberfläche größer ist als der Abstand (b) an der Außenkante (19) der Schaufel (18) .
3. Schaufelrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der umgebogene Endabschnitt (32) im unbelasteten Zustand der Schaufeln (18) einen Anstellwinkel (γ) von $3-15^\circ$, insbesondere $5-10^\circ$ mit der jeweiligen Begrenzungswand (33) einschließt.
4. Schaufelrad nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der umgebogene Endabschnitt (32) an seiner nach außen weisenden Seite eine verschleiß- und/oder reibungsmindernde Leiste, Beschichtung oder Oberflächenbearbeitung aufweist.
5. Schaufelrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der umgebogene Endabschnitt (32) an seiner nach außen weisenden Seite eine PTFE Beschichtung trägt.
6. Schaufelrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der umgebogene Endabschnitt (32) an seiner nach außen weisenden Seite eine Kunststoffleiste oder -beschichtung, insbesondere aus einem Hochleistungskunststoff, trägt.
7. Schaufelrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die verschleiß- und/oder reibungsmindernde Leiste abnehmbar angeordnet ist.
8. Schaufelrad für eine Wasserkraftmaschine mit einer eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe, wobei die Schaufeln (18) zwei bezüglich der zur Rotationsachse des Schaufelrades (1) normal verlaufenden Mittelebene symmetrische Schenkel (24) oder Hälften aufweisen, die einen Winkel von ungleich 180° miteinander einschließen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaufeln (18) an ihrem äußeren freien Ende jeweils einen umgebogenen oder flexiblen Endabschnitt (39) aufweisen, der mit einem zur Nabenumfangsfläche konzentrisch gebogenem Kropfblech zur Spaltabdichtung zusammenwirken kann.
9. Schaufelrad nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der flexible Endabschnitt (39) von einer flexiblen Dichtungslippe gebildet ist.
10. Wasserkraftmaschine mit wenigstens einem drehbar gelagerten Schaufelrad nach einem der Ansprüche 1 bis 9, das in einem Fließgewässer, insbesondere Gerinne derart einbaubar ist, dass das Schaufelrad mit seiner Nabe ein Stauelement ausbildet, sodass oberwasserseitig ein Staupegel erzeugt wird, wobei mit der Rotation einer mit der Nabe verbundenen Welle ggf. unter Zwischenschaltung eines Getriebes ein elektrischer Generator gekoppelt ist.
11. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu beiden Seiten des Schaufelrades normal zur Rotationsachse angeordnete stehende Begrenzungswände vorgesehen sind, mit denen der umgebogene Endabschnitt (32) zur Ausbildung eines Flüssigkeitsfilms zusammenwirkt.
12. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der umgebogene Endabschnitt (32) im unbelasteten Zustand der Schaufeln (18) einen Anstellwinkel (γ) von $3-15^\circ$, insbesondere $5-10^\circ$ mit der jeweiligen Begrenzungswand (33) einschließt.

13. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Schaufelrad ein Kropfblech mit zur Nabenumfangsfläche konzentrisch gekrümmtem Verlauf zugeordnet ist, mit welchem der umgebogene oder flexible Endabschnitt zur Abdichtung des zwischen Kropfblech und Schaufelrad verbleibenden Spaltes zusammenwirkt.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen



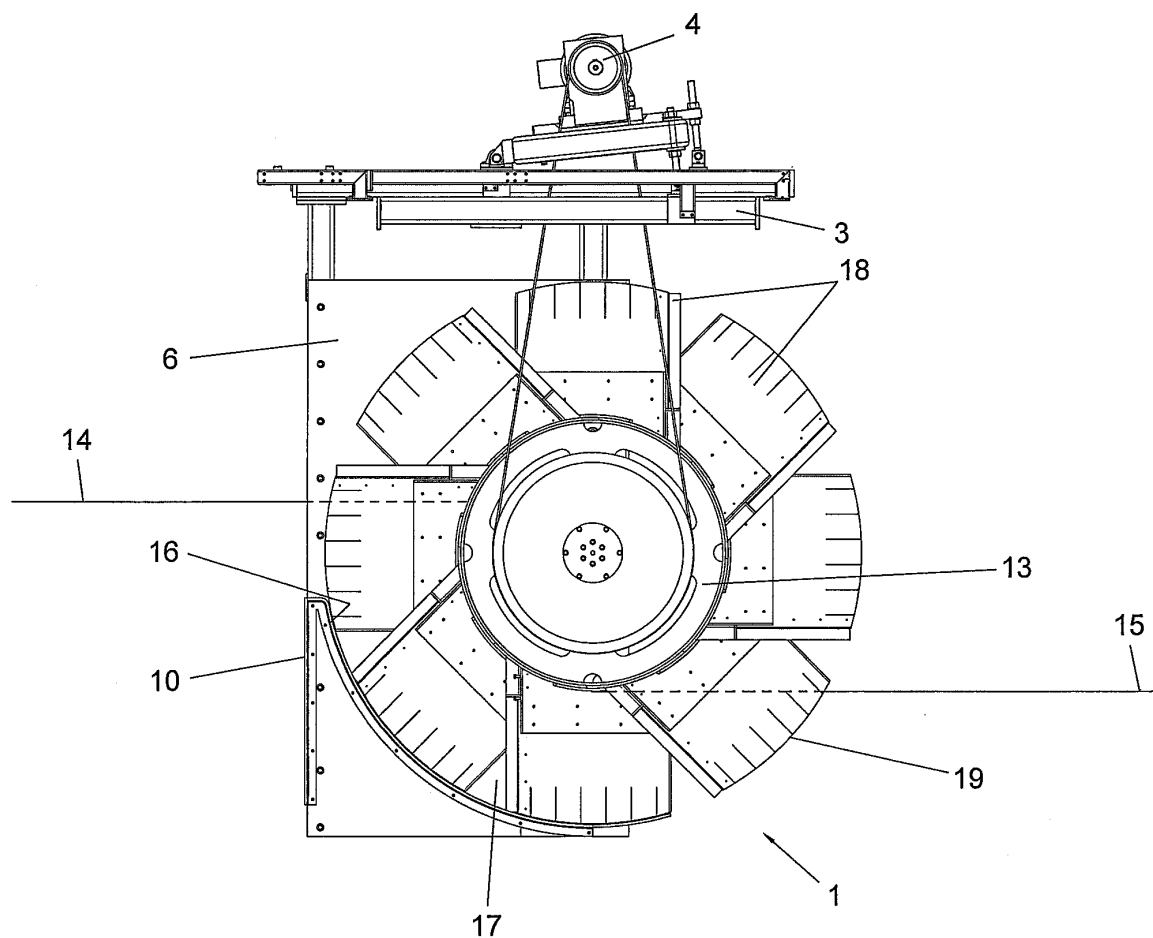
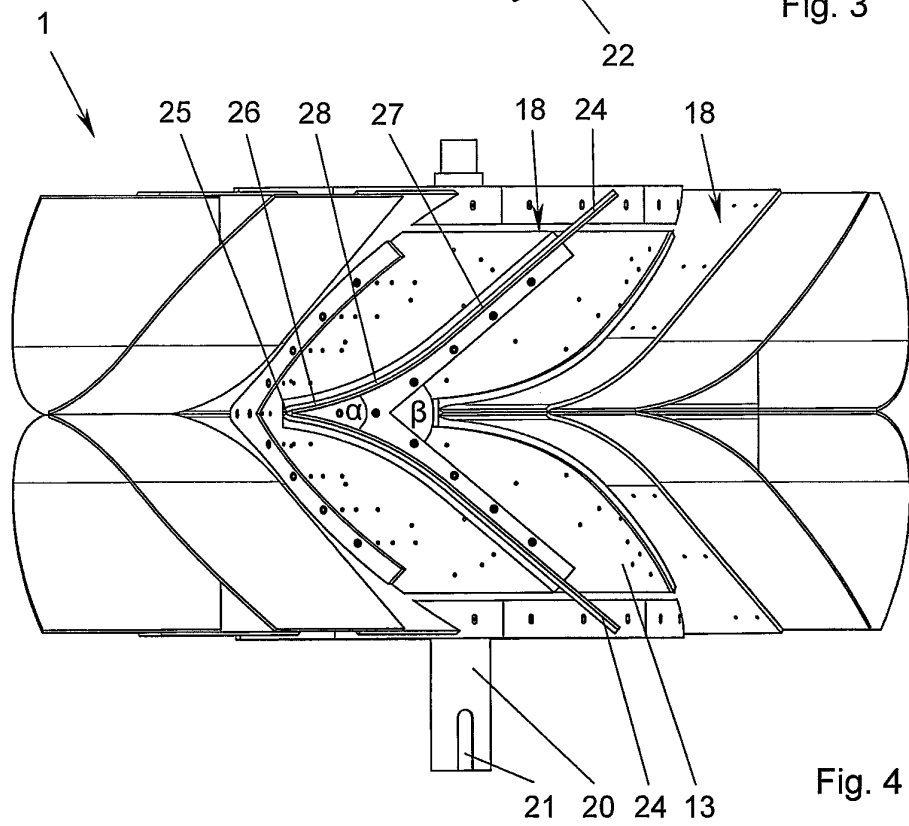
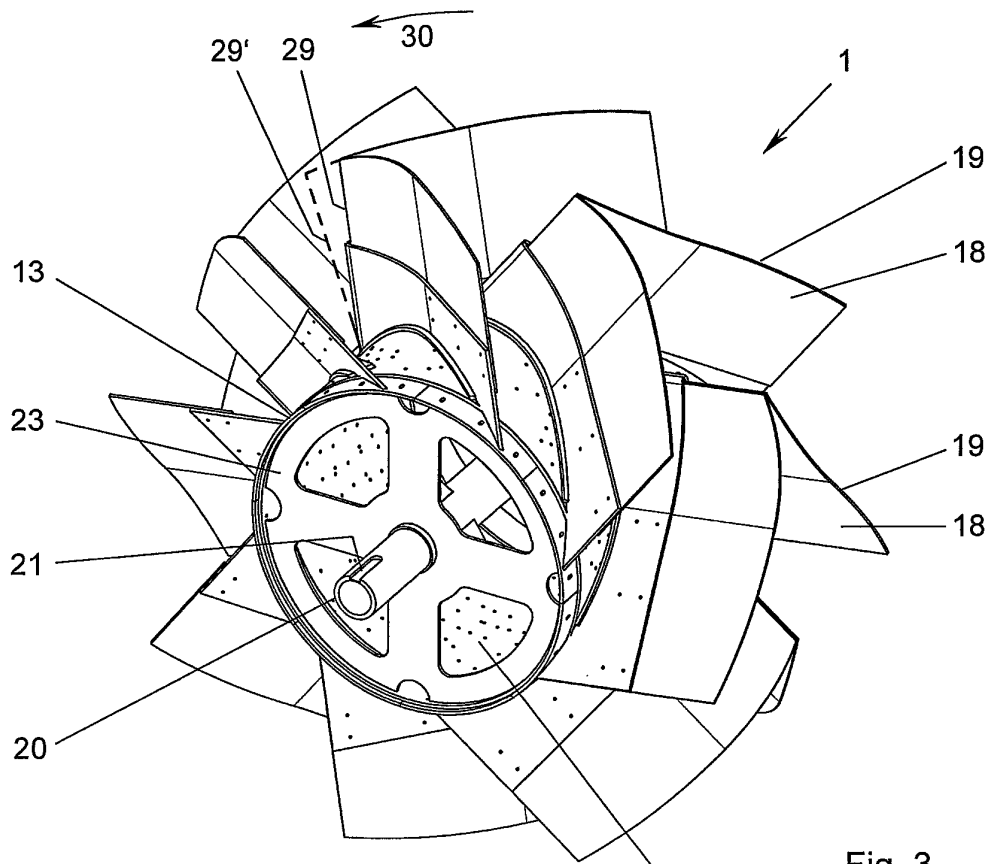


Fig. 2



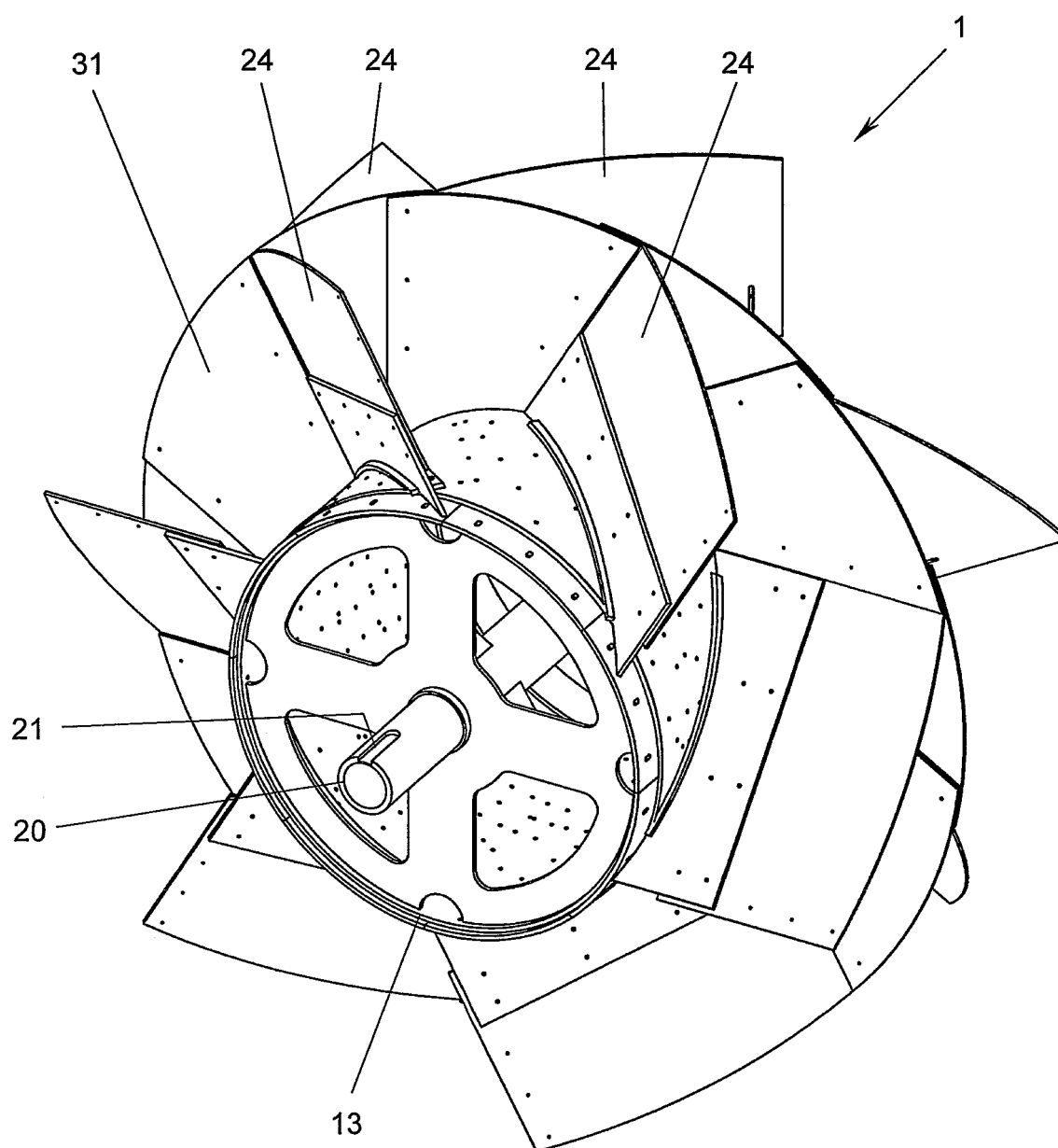


Fig. 5

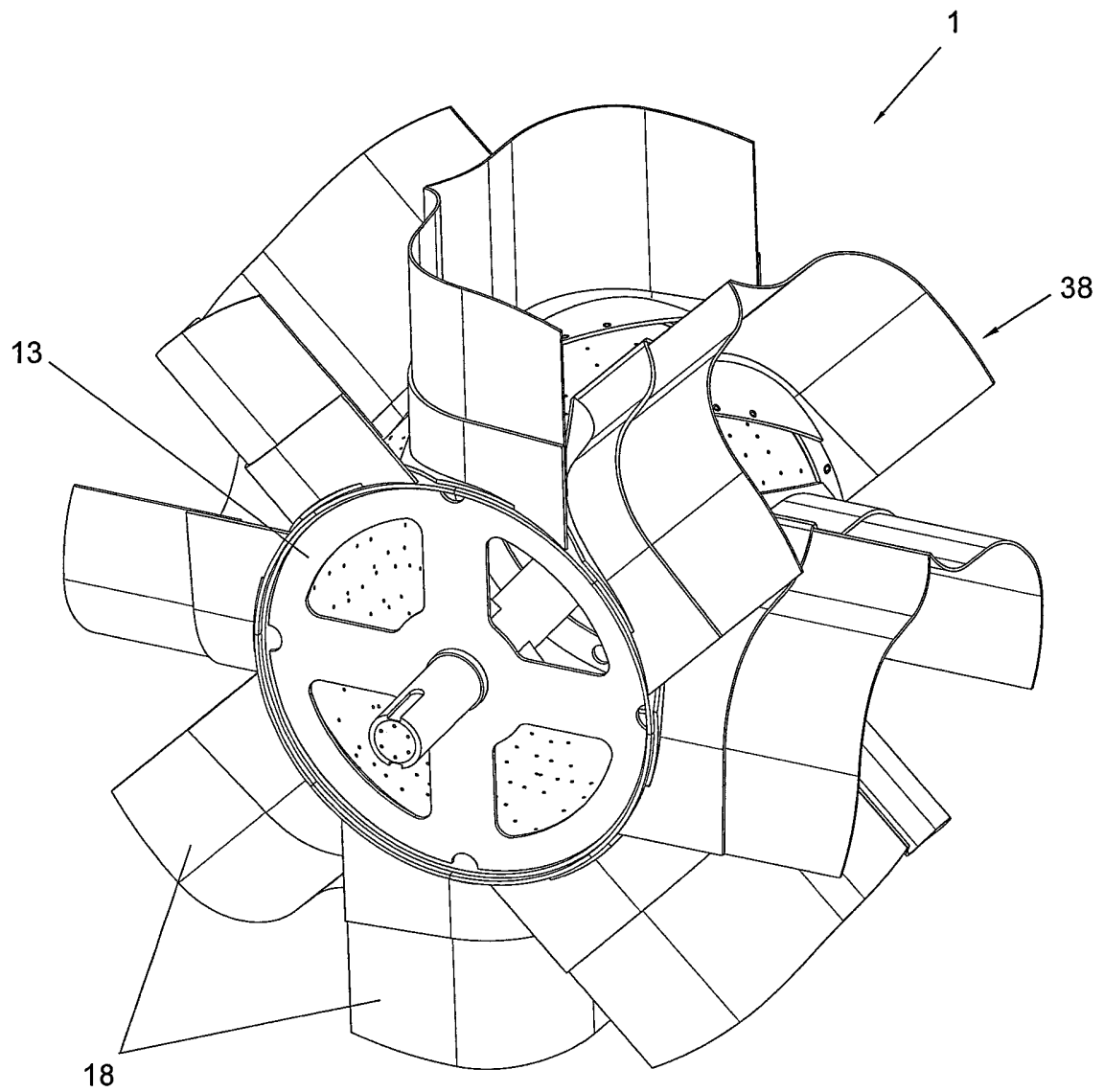


Fig. 6

