

(19)



(11)

EP 2 672 123 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.08.2017 Patentblatt 2017/33

(51) Int Cl.:
F04F 13/00 ^(2009.01) **B21C 37/22** ^(2006.01)
B21D 53/26 ^(2006.01) **F02B 33/42** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12171157.6**

(22) Anmeldetag: **07.06.2012**

(54) **Zellenrad, insbesondere für einen Druckwellenlader**

Cell wheel, in particular for a pressure wave charger

Roue cellulaire, en particulier pour un système de suralimentation à ondes de pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.2013 Patentblatt 2013/50

(73) Patentinhaber: **MEC Lasertec AG
5733 Leimbach (CH)**

(72) Erfinder: **Merz, Karl
5734 Reinach (CH)**

(74) Vertreter: **Frischknecht, Harry Ralph
Isler & Pedrazzini AG
Giesshübelstrasse 45
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 253 853 EP-A1- 2 450 121
WO-A1-2010/057319 GB-A- 1 004 212
US-A- 3 545 882**

EP 2 672 123 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zellenrad aus Metall, mit einer koaxial zu einer Rotationsachse liegenden Aussenhülse, einer koaxial zur Aussenhülse liegenden Innenhülse, mindestens einer zwischen Aussenhülse und Innenhülse koaxial zu diesen angeordneten Zwischenhülse, zwischen aufeinanderfolgenden Hülsen angeordneten, radial zur Rotationsachse ausgerichteten, mit benachbarten Hülsen gefügten Lamellen, mit die Aussenhülse übergreifenden und mit der Aussenhülse gefügten äusseren Dichthülsen mit einem Dichtprofil für eine Labyrinthdichtung, und mit einer
10 in der Rotationsachse liegenden Antriebswelle.

STAND DER TECHNIK

15 **[0002]** Seit einigen Jahren zählt das Verfahren des Downsizing zu den Hauptthemen bei der Konstruktion von neuen, aufgeladenen Motoren. Mit Downsizing können der Kraftstoffverbrauch und damit die Abgasemissionen eines Fahrzeugs reduziert werden. In der heutigen Zeit werden diese Ziele immer wichtiger, da der hohe Energieverbrauch durch fossile Brennstoffe stark zur Luftverschmutzung beiträgt und immer härtere Gesetzgebungsmassnahmen die Automobilhersteller zum Handeln zwingen. Unter Downsizing versteht man die Substitution eines grossvolumigen Motors durch einen
20 hubraumverkleinerten Motor. Dabei soll die Motorleistung durch Aufladung des Motors hoch gehalten werden. Ziel ist es, mit kleinvolumigen Motoren die gleichen Leistungswerte wie bei grossvolumigen Motoren zu erreichen wie mit leistungsgleichen Saugmotoren. Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet des Downsizing haben gezeigt, dass insbesondere bei sehr kleinen Ottomotoren mit einem Hubraum von 2 Liter oder weniger mit einer Druckwellenaufladung die besten Ergebnisse erzielt werden können.

25 **[0003]** Bei einem Druckwellenlader ist der Rotor als Zellenrad ausgebildet und wird von einem Luft- und Abgasgehäuse mit einem gemeinsamen Mantel umschlossen. Die Entwicklung moderner Druckwellenlader zur Aufladung kleiner Motoren führt zu Zellenrädern mit einem Durchmesser in der Grössenordnung von 100 mm oder weniger. Zur Erzielung eines maximalen Zellenvolumens und auch zur Gewichtsreduktion werden Zellenwanddicken von 0,4 mm oder weniger angestrebt. Bei den hohen Abgaseintrittstemperaturen von gegen ca. 1000 °C kommen als Werkstoffe für das Zellenrad praktisch nur hochwärmefeste Legierungen in Frage. Die Herstellung dimensionsstabiler und hochpräziser Zellenräder
30 mit geringer Zellenwanddicke ist heute noch kaum möglich oder aber mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

[0004] Es ist schon vorgeschlagen worden, die Kammern eines Zellenrades aus aneinander gereihten und sich teilweise überlappenden, Z-förmigen Profilen zu bilden. Die Herstellung eines derartigen Zellenrades ist jedoch mit hohem zeitlichem Aufwand verbunden. Hinzu kommt, dass das Aneinanderreihen und positionsgenaue Fixieren von Z-Profilen kaum mit einer zur Einhaltung der geforderten Toleranzen ausreichenden Präzision durchführbar ist.

35 **[0005]** Es ist auch schon vorgeschlagen worden, ein Zellenrad aus einem Vollkörper durch Erodieren der einzelnen Zellen herzustellen. Mit diesem Verfahren ist es jedoch nur schwer möglich, Zellenwanddicken von weniger als 0,5 mm zu erreichen. Ein weiterer wesentlicher Nachteil des Erodierverfahrens sind die damit verbundenen, hohen Material- und Bearbeitungskosten.

40 **[0006]** Ein Zellenrad der eingangs genannten Art ist in WO 2010/057319 A1 offenbart. Bei Laufversuchen unter Betriebsbedingungen hat sich herausgestellt, dass die im Inneren des Zellenrades im Bereich der Stirnflächen des Zellenrades in rascher Folge auftretenden Temperaturwechsel mit Temperaturunterschieden von 200 bis 300 °C zu periodisch stark schwankenden Wärmeausdehnungen und -kontraktionen der Lamellen in radialer Richtung führen. Dadurch sind die zwischen aufeinanderfolgenden Hülsen angeordneten und mit den Hülsen gefügten Lamellen hohen Lastwechseln mit einer Schwingungsfrequenz in der Grössenordnung der doppelten Drehzahl des Zellenrades ausgesetzt, die bei
45 andauernder thermischer Belastung zu einer Rissbildung in der Nähe der Fügestellen zwischen Lamellen und Hülsen an den Stirnflächen des Zellenrades und in der Folge zum Ausbrechen von Lamellenteilen und zum Ausfall des Zellenrades führen können.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

50 **[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Zellenrad der eingangs genannten Art unter Vermeidung einer Rissbildung im Fügebereich zwischen Lamellen und Hülsen einfach und kostengünstig mit der geforderten Präzision herzustellen. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines für den Einsatz in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungsmotoren, insbesondere zur Aufladung kleiner Ottomotoren mit einem Hubraum in der Grössenordnung von 2 Liter oder weniger, geeigneten Zellenrades. Insbesondere sollen unter Betriebsbedingungen mechanisch stabile Zellenräder mit einer Zellenwanddicke von 0,5 mm oder weniger ohne Neigung zu Rissbildung im Fügebereich zwischen Lamellen und Hülsen herstellbar sein.

[0008] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass wenigstens die Aussenhülse, die Innenhülse und/oder

die Zwischenhülse bzw. bei mehr als einer Zwischenhülse wenigstens eine der Zwischenhülsen von beiden Stirnflächen des Zellenrades ausgehende Einschnitte zwischen benachbarten Lamellen aufweist. Die Einschnitte sind bevorzugt rotationssymmetrisch.

[0009] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt auch, dass ausschliesslich die mindestens eine Zwischenhülse von den beiden Stirnflächen des Zellenrades ausgehende Einschnitte aufweist. Folglich sind hier die Aussenhülse und die Innenhülse ohne Einschnitte ausgebildet. Vorzugsweise ist dabei links und rechts von einer Lamelle jeweils ein Einschnitt vorhanden bzw. es ist vorzugsweise immer ein Einschnitt zwischen zwei benachbarten Lamellen vorhanden. Die in der Zwischenhülse angeordneten Einschnitte stellen dabei für die entsprechende Lamelle einen Randstreifen bereit, welcher bezüglich der Zwischenhülse und anderen Randstreifen elastisch bewegbar ausgebildet ist und die durch Temperaturschwankungen herrührende Deformation der Lamellen durch eine Bewegung des Randstreifens in im Wesentlichen radialer Richtung vorteilhaft kompensiert. Dadurch werden die Wechselbiegespannungen in der Lamelle in einem grossen Mass reduziert. Die Randstreifen können auch als Laschen bezeichnet werden.

[0010] Bevorzugterweise bilden zwei benachbarte Einschnitte einen der entsprechenden Hülse zugehörigen Randstreifen, wobei einem einzigen Randstreifen jeweils eine einzige Lamelle zugeordnet ist. Ein solcher Randstreifen ist dabei zur entsprechenden Hülse und zu benachbarten Randstreifen elastisch bewegbar.

[0011] Die Einschnitte sind im Wesentlichen über den Umfang der betreffenden Hülse vorzugsweise gleichmässig verteilt angeordnet. Eine andere Verteilung in Abhängigkeit mit der Anordnung der Lamellen ist auch denkbar.

[0012] Bevorzugt sind zwischen allen benachbarten Lamellen Einschnitte vorhanden. Es ist jedoch auch möglich, weniger Einschnitte über den Hülsenumfang vorzusehen. Beispielsweise kann nach jeder zweiten oder dritten Lamelle ein Einschnitt vorgesehen sein.

[0013] Durch die zwischen Fügestellen benachbarter Lamellen mit der Aussen-, Innen und/oder Zwischenhülse angeordneten Einschnitte ist die betreffende Hülse im Randbereich des Zellenrades also in Randstreifen aufgeteilt, so dass benachbarte Randstreifen in radialer Richtung gegeneinander verschiebbar sind. Dadurch können sich die Lamellen zusammen mit den mit den Lamellen gefügten Randstreifen aus ihrer ursprünglichen Lage in der Hülse in radialer Richtung ausdehnen und kontrahieren, so dass die in rascher Folge auftretenden Wärmedehnungen und -kontraktionen der Lamellen in radialer Richtung zu einem geringeren Spannungsaufbau und -abbau durch schnelle Lastwechsel in den Lamellen im Bereich ihrer Fügestellen mit den Aussen-, Innen und/oder Zwischenhülsen führen und mit dieser Massnahme Materialbeschädigungen vermieden werden können.

[0014] Zur Vermeidung von Spannungsspitzen an den Enden der Einschnitte und einer damit verbundenen Bildung und weiteren Ausbreitung eines Risses kann an den Enden der Einschnitte eine Ausnehmung als sogenannter Rissstopper vorgesehen sein. Die Ausnehmung kann in der Draufsicht senkrecht zur Mittelachse einen runden oder einen elliptischen Querschnitt aufweisen. Die Ausdehnung der Ausnehmung liegt vorzugsweise im Bereich 1 bis 2 mm.

[0015] Bei einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen Zellenrades sitzt die Innenhülse auf einer koaxial zu dieser angeordneten, mit der Antriebswelle gefügten Flanschhülse und die Aussenhülse weist von beiden Stirnflächen des Zellenrades ausgehende Einschnitte zwischen benachbarten Lamellen auf. Eine von den Stirnflächen des Zellenrades entfernt liegende Randkante der äusseren Dichthülsen überragt die Einschnitte um ein Mass und die äusseren Dichthülsen sind nur in dem die Einschnitte überragenden Bereich mit der Aussenhülse gefügt.

[0016] Bevorzugt weist das Dichtprofil der äusseren Dichthülsen eine mit den Stirnflächen des Zellenrades fluchtende Dichtfläche auf und die äusseren Dichthülsen bilden mit der Aussenhülse einen an den Stirnflächen des Zellenrades offenen Ringspalt.

[0017] Bevorzugt weist bei dieser ersten Ausführungsform auch die Innenhülse von beiden Stirnflächen des Zellenrades ausgehende Einschnitte zwischen benachbarten Lamellen auf. Die Innenhülse ist hierbei mit der Flanschhülse zwischen benachbarten Lamellen zwischen einander gegenüberliegenden Einschnitten gefügt.

[0018] Bei einer zweiten, bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Zellenrades ist die Innenhülse mit der Antriebswelle gefügt und die Zwischenhülse bzw. bei zwei oder mehr Zwischenhülsen wenigstens eine der Zwischenhülsen weist von beiden Stirnflächen des Zellenrades ausgehende Einschnitte zwischen benachbarten Lamellen auf.

[0019] Bevorzugt weist bei dieser zweiten Ausführungsform das Dichtprofil der äusseren Dichthülsen eine mit den Stirnflächen des Zellenrades fluchtende Dichtfläche auf und in der Innenhülse sind mit der Innenhülse gefügte innere Dichthülsen mit einem Dichtprofil mit einer mit den Stirnflächen des Zellenrades fluchtenden Dichtfläche für eine Labyrinthdichtung angeordnet.

[0020] Bevorzugt sind auch bei der zweiten Ausführungsform die Dichthülsen nur im Bereich des von den Stirnflächen des Zellenrades entfernt liegenden Endes mit der Aussen- bzw. Innenhülse gefügt und bilden mit den Aussen- bzw. Innenhülsen einen an den Stirnflächen des Zellenrades offenen Ringspalt.

[0021] Die Dichtfläche des Dichtprofils und der an die Dichtfläche angrenzende Ringspalt zwischen Dichthülse und Aussen- bzw. Innenhülse sind für die Dichtigkeit einer Labyrinthdichtung zwischen den Stirnflächen des Zellenrades und den in einem Druckwellenlader den Stirnflächen des Zellenrades gegenüberstehenden Steuerflächen der Gas- und Luftgehäuse bestimmend. Die periodisch auf die Stirnflächen des Zellenrades einwirkenden Druckwellen führen auch

zu hohen Gasdrücken in Bereich der Labyrinthdichtungen. Der an die Dichtfläche des Dichtprofils angrenzende Ringspalt verhindert mit einem geringen lokalen Druckabbau beim Einströmen des Gases in den Ringspalt ein Entweichen von Gas durch den zwischen der Dichtfläche und der dieser gegenüberstehenden Steuerfläche gebildeten Spalt und damit einen die Leistung des Druckwellenladers vermindernenden Druckverlust.

[0022] Zur Stabilisierung des Ringspaltes können von der zur Aussen- bzw. Innenhülse weisenden Seite der Dicht-
hülsen im Bereich der Stirnflächen des Zellenrades über den Umfang der Dichthülsen verteilt angeordnete Abstandse-
lemente abragen. Alternativ können die Abstandselemente auf der zur Dichthülse weisenden Seite der Aussen- bzw.
Innenhülse über den Umfang der Aussen- bzw. Innenhülse verteilt angeordnet sein.

[0023] Die vorstehend beschriebene Ausführung der mit den Aussen- bzw. Innenhülsen einen an den Stirnflächen
des Zellenrades offenen Ringspalt bildenden Dichthülsen führt aufgrund ihrer reduzierten Masse auch zu kleineren
Zentrifugalkräften und damit zu einer höheren Formstabilität des Zellenrades mit entsprechend verbesserter Dichtung.

[0024] Die Länge der Einschnitte in der Aussenhülse, der Innenhülse oder der Zwischenhülse bzw. bei mehr als einer
Zwischenhülse in wenigstens eine der Zwischenhülsen liegt im Bereich von etwa 10% bis 30% der Länge des Zellenrades,
d.h. des Abstandes zwischen den beiden Stirnflächen des Zellenrades.

[0025] Bevorzugt sind die Aussenhülse, die Innenhülse die Zwischenhülse/n, die Lamellen und die Dichthülsen aus
Metallblech mit einer Dicke von weniger als 0,5 mm gefertigt.

[0026] Bei einer besonders bevorzugten zweiten Ausführungsform des erfindungsgemässen Zellenrades weist die
Antriebswelle zwei coaxial zur Antriebswelle angeordnete und voneinander beabstandete Ringstege mit einer Umfang-
fläche als Auflageflächen für die Innenhülse auf und wenigstens einer der Ringstege ist mit der Innenhülse gefügt.

[0027] Zweckmässigerweise ist das von den Stirnflächen des Zellenrades entfernt liegende Ende der inneren Dicht-
hülsen mit einem der Ringstege gefügt.

[0028] Als Hitzeschutz kann die innere Dichthülse auf der Heissgasseite, d.h. auf der Seite des Abgasgehäuses, an
der Stirnfläche des Zellenrades mit einem Deckel gefügt sein. Alternativ oder zusätzlich kann der der Heissgasseite
nahe Ringsteg mit einem Deckel gefügt sein.

[0029] Mit diesen Massnahmen kann die Antriebsachse unter Betriebsbedingungen eines Druckwellenladers auf einer
verhältnismässig tiefen Temperatur gehalten werden, so dass das axiale Spiel des zwischen Gas- und Luftgehäuse
eingeschlossenen Zellenrades zur Einhaltung eines minimalen Spiels von etwa 0,03 bis 0,05 mm über den gesamten
Drehzahlbereich im kalten Betriebszustand kleiner eingestellt werden kann.

[0030] Zur Gewichtsreduktion ist die Antriebswelle als Hohlwelle mit einem rohrförmigen Endteil, einem konischen
Zwischenteil und einem rohrförmigen Wellenteil mit einer Aufnahme für ein mit einem motorischen Antrieb zu verbind-
enden Kupplungsstück ausgestaltet.

[0031] Zur weiteren Gewichtsreduktion weist das rohrförmige Endteil und das konische Zwischenteil zweckmässiger-
weise symmetrisch über den Umfang angeordnete Öffnungen auf, welche auch eine Luftzirkulation entsprechender
Kühlwirkung ermöglichen.

[0032] Das Kupplungsstück weist bevorzugt eine Kupplungsachse mit Längsrippen auf, welche beim Einschieben des
Kupplungsstücks in die Aufnahme des rohrförmigen Wellenteils in Längsnuten in der Aufnahme eingreifen.

[0033] Das erfindungsgemässe Zellenrad wird bevorzugt in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungs-
motoren, insbesondere von Ottomotoren mit einem Hubraum von bevorzugt 2 Litern oder weniger, verwendet.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0034] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung
bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung, die lediglich zur Erläuterung dient und nicht einschrän-
kend auszulegen ist. Die Zeichnung zeigt schematisch in

- Fig. 1 eine Sicht auf eine Stirnfläche des in Fig. 4 dargestellten Zellenrades für einen Druckwellenlader;
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch das auf eine Flanschhülse einer Antriebswelle aufgesetzte Zellenrad von Fig. 4
nach der Linie I-I in Fig. 1;
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch das auf eine Flanschhülse einer Antriebswelle aufgesetzte Zellenrad von Fig. 4
nach der Linie II-II in Fig. 1;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines Zellenrades für einen Druckwellenlader;
- Fig. 5 einen Teilbereich III des Zellenrades von Fig. 4 in vergrösserter Darstellung;
- Fig. 6 einen Teilbereich IV des Längsschnittes des Zellenrades von Fig. 3 in vergrösserter Darstellung;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer Lamelle des Zellenrades von Fig. 4;
- Fig. 8 einen Teilbereich V der Lamelle von Fig. 7 in vergrösserter Darstellung;
- Fig. 9 eine Sicht auf eine Stirnfläche des in Fig. 15 dargestellten Zellenrades für einen Druckwellenlader;
- Fig. 10 einen Längsschnitt durch das auf eine Antriebswelle aufgesetzte Zellenrad von Fig. 15 nach der Linie VI-VI
in Fig. 9;

- Fig. 11 einen Querschnitt durch die Antriebswelle nach der Linie VII-VII in Fig. 10;
 Fig. 12 einen ersten Teilbereich VIII des Längsschnittes des Zellenrades von Fig. 10 in vergrößerter Darstellung;
 Fig. 13 einen zweiten Teilbereich IX des Längsschnittes des Zellenrades von Fig. 10 in vergrößerter Darstellung;
 Fig. 14 einen dritten Teilbereich X des Längsschnittes des Zellenrades von Fig. 10 in vergrößerter Darstellung;
 5 Fig. 15 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Zellenrades für einen Druckwellenlader;
 Fig. 16 einen Teilbereich des Zellenrades von Fig. 15 in vergrößerter Darstellung;
 Fig. 17 einen vergrößerten Ausschnitt der Sicht von Fig. 9 auf die Stirnfläche des in Fig. 15 dargestellten Zellenrades für einen Druckwellenlader;
 Fig. 18 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 17 in einem ersten Betriebszustand des Zellenrades;
 10 Fig. 19 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 17 in einem zweiten Betriebszustand des Zellenrades;
 Fig. 20 eine perspektivische Ansicht einer äusseren Dichthülse des Zellenrades von Fig. 15;
 Fig. 21 einen Axialschnitt durch die äussere Dichthülse von Fig. 20;
 Fig. 22 einen Ausschnitt aus der Sicht auf die Stirnfläche der äussere Dichthülse von Fig. 20;
 Fig. 23 eine perspektivische Ansicht einer ersten (heissgasseitigen) inneren Dichthülse des Zellenrades von Fig. 15;
 15 Fig. 24 einen Axialschnitt durch die heissgasseitige innere Dichthülse von Fig. 23;
 Fig. 25 eine Sicht auf die Stirnfläche der heissgasseitigen inneren Dichthülse von Fig. 24;
 Fig. 26 eine perspektivische Ansicht einer zweiten (kaltgasseitigen) inneren Dichthülse des Zellenrades von Fig. 15;
 Fig. 27 einen Axialschnitt durch die kaltgasseitige innere Dichthülse von Fig. 26;
 Fig. 28 eine Sicht auf die Stirnfläche der kaltgasseitigen inneren Dichthülse von Fig. 27.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0035] Ein in den Fig. 1 und 4 gezeigtes Zellenrad 10 eines in der Zeichnung nicht dargestellten Druckwellenladers besteht aus einer konzentrisch zu einer Rotationsachse y des Zellenrades 10 liegenden Aussenhülse 12, einer konzentrisch zur Aussenhülse 12 liegenden Innenhülse 14 und einer zwischen der Aussenhülse 12 und der Innenhülse 14 konzentrisch zu diesen angeordneten Zwischenhülse 18. Der äussere ringförmige Raum zwischen der Zwischenhülse 18 und der Aussenhülse 12 und der innere ringförmige Raum zwischen der Zwischenhülse 18 und der Innenhülse 14 sind durch radial zur Rotationsachse y angeordnete streifenförmige Lamellen 16 in eine Vielzahl äussere Zellen 20 und in eine Vielzahl innere Zellen 22 unterteilt. Das beispielhaft dargestellte Zellenrad 10 mit einem Durchmesser D und einer Länge L von beispielsweise je 100 mm weist weniger als 60 äussere Zellen 20 und weniger als 40 innere Zellen 22 auf. Die Aussenhülse 12, die Zwischenhülse 18, die Innenhülse 14 und die Lamellen 16 weisen eine einheitliche Wanddicke von z. B. 0,4 mm auf und bestehen aus einem hochwarmfesten metallischen Werkstoff, z. B. Inconel 2.4856. Die genannten Teile weisen in Richtung der Rotationsachse y eine gleiche Länge L entsprechend der Länge des Zellenrades 10 auf und erstrecken sich zwischen zwei senkrecht zur Rotationsachse y stehenden Stirnflächen 11 des Zellenrades 10. Im Bereich der beiden Stirnflächen 11 sind auf der Aussenhülse 12 umlaufende äussere Dichthülsen 24 mit einem mit der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 fluchtenden Dichtfläche 32 eines Dichtprofils 30 einer Labyrinthdichtung angeordnet. Die für die Labyrinthdichtung erforderlichen Gegenflächen zu den Dichtflächen 32 bilden die in einem Druckwellenlader den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 gegenüberstehenden Steuerflächen der Abgas- und Luftgehäuse.

[0036] Das in den Fig. 1 und 4 dargestellte Zellenrad 10 ist gemäss den Fig. 2 und 3 mittels einer Flanschhülse 15 mit einer Antriebswelle 13 verbunden. Die Flanschhülse 15 ist konzentrisch zur Antriebswelle 13 ausgerichtet und mit dieser verschweisst. Die Drehachse der Antriebswelle 13 entspricht dabei der Rotationsachse y des auf die Flanschhülse 15 aufgesetzten Zellenrades 10.

[0037] Wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt, sind in der Aussenhülse 12 zwischen Fügstellen 17 benachbarter Lamellen 16 mit der Aussenhülse 12 Einschnitte 26 angeordnet. Diese Einschnitte 26 verlaufen parallel zu den Lamellen 16 und erstrecken sich ausgehend von jeder Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 über eine Länge e von z. B. 15 mm. Die Einschnitte 26 enden in einer kreisförmigen Ausnehmung 28 mit einem Durchmesser f von z. B. 2 mm. Zusätzlich könnte auch die mindestens eine Zwischenhülse 16 mit entsprechenden Einschnitten versehen sein.

[0038] Die Anordnung der äusseren Dichthülsen 24 ist aus den Fig. 4 und 6 ersichtlich. Die äussere Dichthülse 24 weist eine Länge g von z. B. 20 mm auf. An der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 geht die äussere Dichthülse 24 in einen senkrecht zur Rotationsachse y nach aussen abragenden, das Dichtprofil 30 bildenden Ringflansch mit der mit der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 fluchtenden Dichtfläche 32 mit einer Breite h von z. B. 1,5 mm über. Die äussere Dichthülse 24 sitzt im Wesentlichen formschlüssig auf der Aussenhülse 12 und überragt mit einer freien Randkante 25 die kreisförmigen Ausnehmungen 28 an den Enden der Einschnitte 26 um ein Mass m von z. B. 5 mm und ist über zwei umlaufende Schweissnähte 34, 36 mit der Aussenhülse 12 gefügt.

[0039] Wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt, sind auch in der Innenhülse 14 zwischen Fügstellen 17 benachbarter Lamellen 16 mit der Innenhülse 14 Einschnitte 26 angeordnet. Diese Einschnitte 26 verlaufen parallel zu den Lamellen 16 und erstrecken sich ausgehend von jeder Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 über eine Länge e von z. B. 15 mm. Die Einschnitte

26 enden in einer kreisförmigen Ausnehmung 28 mit einem Durchmesser f von z. B. 2 mm.

[0040] Auch können in dieser Ausführungsform optionale Einschnitte 26 in der mindestens einen Zwischenhülse angeordnet sein.

[0041] Die Lamellen 16 sind normalerweise rechteckförmige Streifen mit einer konstanten Dicke. Da die höchste mechanische Spannungen und damit eine erhöhte Rissbildungsneigung in der Nähe der Fügezone auftritt, können die Lamellen im Bereich ihrer Längskanten eine Materialverdickung 19 aufweisen (Fig. 7 und 8). Die durch die beiden parallelen Längskanten begrenzte Fläche der Lamellen 16 kann eben oder -- in Blickrichtung der Längsachse der Lamellen 16 gesehen -- zur Erhöhung ihrer Formstabilität nach einer oder beiden Seiten gewölbt oder mit einer Sicke versehen sein.

[0042] Zur Herstellung des Zellenrades 10 wird die Innenhülse 14, deren Innendurchmesser und Länge auf den Aussendurchmesser und die Länge der Flanshhülse 15 abgestimmt ist, mit den vorgängig mit der Innenhülse 14 mit einer Längskante positionsgenau gefügten und mit der freien Längskante radial nach aussen abragenden Lamellen 16 von beiden Stirnflächen 11 her mit den Einschnitten 26 und an deren Enden mit den kreisförmigen Ausnehmungen 28 versehen. Anschliessend wird die derart bearbeitete Innenhülse 14 mit den radial nach aussen abragenden Lamellen 16 in Achsrichtung y koaxial auf die Flanshhülse 15 aufgesetzt und mit dieser mittels eines NC-gesteuerten Laserstrahls zwischen den Lamellen 16 im Bereich zwischen den einander gegenüberliegenden Ausnehmungen 28 verschweisst. Die Schweissnaht kann von Ausnehmung zu Ausnehmung durchgehend sein oder sich nur über je eine Länge von 3 bis 5 mm nach jeder Ausnehmung 28 erstrecken. Zur Erzielung einer optimalen Dichtigkeit kann auch in einem kurzen Abstand von z. B. 2 bis 3 mm zur Ausnehmung 28 eine quer zu den benachbarten Lamellen 16 verlaufende Querschweissnaht gesetzt werden. Hierbei kann die Querschweissnaht an ihren Enden durch parallel zu den Lamellen 16 verlaufende Längsschweissnähte von z. B. 3 bis 5 mm zu einer U-förmigen Schweissnaht ergänzt werden.

[0043] In einem nächsten Schritt wird die Zwischenhülse 18, deren Innendurchmesser und Länge auf den von den freien Längskanten der von der Innenhülse 14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gebildeten Aussendurchmesser und die Länge der Innenhülse 14 abgestimmt ist, mit den vorgängig mit der Zwischenhülse 18 mit einer Längskante positionsgenau gefügten und mit der freien Längskante radial nach aussen abragenden Lamellen 16 in Achsrichtung y koaxial und positionsgenau auf die freien Längskanten der von der Innenhülse 14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gesetzt. Anschliessend wird die Zwischenhülse 18 mittels eines Laserstrahls mittels einer Blindnaht mit den freien Endkanten der darunterliegenden Lamellen 16 der Innenhülse 14 unter Bildung der inneren Zellen 22 verschweisst.

[0044] In einem weiteren Schritt wird die Aussenhülse 12, deren Innendurchmesser und Länge auf den von den freien Längskanten der von der Zwischenhülse 18 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gebildeten Aussendurchmesser und die Länge der Zwischenhülse 18 abgestimmt ist, in Achsrichtung y koaxial auf die freien Längskanten der von der Innenhülse 14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gesetzt. Anschliessend wird die Aussenhülse 12 mittels einer Blindnaht mit den freien Endkanten der darunterliegenden Lamellen 16 der Zwischenhülse 18 unter Bildung der äusseren Zellen 20 verschweisst.

[0045] Nun wird die Aussenhülse 12 von beiden Stirnflächen 11 her mit den Einschnitten 26 und an deren Enden mit den kreisförmigen Ausnehmungen 28 versehen.

[0046] Sodann werden die äusseren Dichthülsen 24 auf die Aussenhülse 12 aufgesetzt und mit dieser verbunden. Hierzu wird die äussere Dichthülse 24, deren Innendurchmesser auf den Aussendurchmesser der Aussenhülse 12 abgestimmt ist, in Achsrichtung y koaxial auf die Aussenhülse 12 gesetzt und der die kreisförmigen Ausnehmungen 28 an den Enden der Einschnitte 26 überragende freie Rand der äusseren Dichthülse 24 wird mittels zwei umlaufenden Schweissnähten 34, 36 mit der Aussenhülse 12 gefügt.

[0047] Die vorstehend beschriebenen Fügestellen sind bevorzugt als mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls, insbesondere mit einem Laserstrahl, erzeugte Schweissnähte ausgeführt. Die Fügestellen können jedoch auch gelötet sein. Das Schneiden der Einschnitte 26 und der Ausnehmungen 28 erfolgt ebenfalls bevorzugt mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls, insbesondere mit einem Laserstrahl.

[0048] Ein in den Fig. 9 und 15 gezeigtes Zellenrad 10 eines in der Zeichnung nicht dargestellten Druckwellenladers besteht aus einer konzentrisch zu einer Rotationsachse y des Zellenrades 10 liegenden Aussenhülse 12, einer konzentrisch zur Aussenhülse 12 liegenden Innenhülse 14 und einer zwischen der Aussenhülse 12 und der Innenhülse 14 konzentrisch zu diesen angeordneten Zwischenhülse 18. Der äussere ringförmige Raum zwischen der Zwischenhülse 18 und der Aussenhülse 12 und der innere ringförmige Raum zwischen der Zwischenhülse 18 und der Innenhülse 14 sind durch radial zur Rotationsachse y angeordnete streifenförmige Lamellen 16 in eine Vielzahl äussere Zellen 20 und in eine Vielzahl innere Zellen 22 unterteilt. Das beispielhaft dargestellte Zellenrad 10 mit einem Durchmesser D und einer Länge L von beispielsweise je 100 mm weist 54 äussere Zellen 20 und 36 innere Zellen 22 auf. Die Aussenhülse 12, die Zwischenhülse 18, die Innenhülse 14 und die Lamellen 16 weisen eine einheitliche Wanddicke von z. B. 0,4 mm auf und bestehen aus einem hochwarmfesten metallischen Werkstoff, z. B. Inconel 2.4856. Die genannten Teile weisen in Richtung der Rotationsachse y eine gleiche Länge L entsprechend der Länge des Zellenrades 10 auf und erstrecken sich zwischen zwei senkrecht zur Rotationsachse y stehenden Stirnflächen 11 des Zellenrades 10. Im Bereich der

beiden Stirnflächen 11 sind auf der Aussenhülse 12 umlaufende äussere Dichthülsen 24 mit einer mit der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 fluchtenden Dichtfläche 32 eines Dichtprofils 30 einer Labyrinthdichtung angeordnet. Die für die Labyrinthdichtung erforderlichen Gegenflächen zu den Dichtflächen 32 bilden die in einem Druckwellenlader den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 gegenüberstehenden Steuerflächen der Abgas- und Luftgehäuse.

[0049] Bei dem in den Fig. 9 und 15 dargestellten Zellenrad 10 ist die Innenhülse 14 gemäss Fig. 10 direkt mit einer Antriebswelle 13 verbunden. Die Antriebswelle 13 ist als Hohlwelle mit zwei in Abstand zueinander angeordneten, von einem rohrförmigen Endteil 46 radial abragenden Ringstegen 38, 40 ausgestaltet. Endflächen 42, 44 der Ringstege 38, 40 liegen der konzentrisch zur Antriebswelle 13 ausgerichteten Innenhülse 14 an, wobei nur der von der Antriebsseite weiter entfernte Ringsteg 38 mit der Innenhülse 14 z. B. mittels einer umlaufenden Laserschweisnaht gefügt ist. Die Drehachse der Antriebswelle 13 entspricht der Rotationsachse y der Innenhülse 14 bzw. des auf die Antriebswelle 13 aufgesetzten Zellenrades 10.

[0050] An das rohrförmige Endteil 46 der Antriebswelle 13 schliesst ein konisches Zwischenteil 48 an, welches in ein im Wesentlichen rohrförmiges Wellenteil 50 mit einer Aufnahme 52 für ein mit einem motorischen Antrieb zu verbindendes Kupplungsstück 54 übergeht. Das Kupplungsstück 54 weist eine Kupplungsachse 56 mit Längsrippen 58 auf, welche beim Einschieben des Kupplungsstücks 54 in die Aufnahme 52 des rohrförmigen Wellenteils 50 in entsprechende Längsnuten 60 in der Aufnahme 52 eingreifen (Fig. 11).

[0051] Wie aus Fig. 10 ersichtlich, sind im rohrförmigen Endteil 46 der Antriebswelle 13 zwischen den beiden Ringstegen 38, 40 symmetrisch über den Umfang angeordnete Öffnungen 62 vorgesehen. Im konischen Zwischenteil 48 sind ebenfalls symmetrisch über die konische Umfangsfläche angeordnete zweite Öffnungen 64 vorgesehen. Die Öffnungen 62, 64 dienen der Gewichtsreduktion und haben zudem eine Luftzirkulation mit entsprechender Kühlwirkung zur Folge.

[0052] Die Fig. 15 und 16 zeigen eine weitere Ausführungsform des Zellenrades 10. Das Zellenrad 10 kann beispielsweise auf der Antriebswelle 13 nach Figur 2 oder nach Figur 10 eingesetzt werden. Wie in den Fig. 15, 16 und 17 gezeigt, sind in der Zwischenhülse 18 zwischen Fügestellen 17 benachbarter Lamellen 16 mit der Zwischenhülse 18 Einschnitte 26 angeordnet. In diesen Figuren handelt es sich dabei um diejenige Ausführungsform, bei welcher die Einschnitte 26 ausschliesslich in der Zwischenhülse 18 angeordnet sind und die Aussenhülse 12 und die Innenhülse 14 keine Einschnitte aufweisen. Die nachfolgende Beschreibung kann aber auch auf die oben beschriebene Ausführungsform mit den Einschnitten in Aussenhülse 12 und/oder Zwischenhülse 18 und/oder Innenhülse 14 angewandt werden.

[0053] Diese Einschnitte 26 in der Zwischenhülse 18 verlaufen parallel zu den Lamellen 16 und erstrecken sich ausgehend von jeder Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 bzw. der Zwischenhülse 18 über eine Länge von z. B. 15 mm. Die Einschnitte 26 enden in einer kreisförmigen Ausnehmung 28 mit einem Durchmesser von z. B. 2 mm.

[0054] Die Funktion der Einschnitte 26 wird nachfolgend anhand der Fig. 18 und 19 und auch der Fig. 15 und 16 näher erläutert. Fig. 18 und 19 zeigen schematisch einen Ausschnitt in Richtung der Rotationsachse y gesehen. Fig. 19 repräsentiert dabei den Zustand der Figuren 15 und 16, in welchen die Lamellen 16 und auch Teile der Zwischenhülse 18 aufgrund der unten beschriebenen Temperaturwechsel deformiert sind.

[0055] Unter den in einem Druckwellenlader herrschenden Betriebsbedingungen ergeben sich sowohl auf der Heissgasseite als auch auf der Kaltgasseite in rascher Folge auftretende Temperaturwechsel, die im Inneren des Zellenrades 10 in einem Bereich von den Stirnflächen 11 ausgehend bis zu einer Tiefe von etwa 20 mm 200 bis 300°C betragen und in diesem Bereich zu periodisch stark schwankenden Wärmeausdehnungen und Wärmekontraktionen der Lamellen 16 in radialer Richtung führen. Diese Ausdehnungen bzw. Kontraktion stellen eine enorme Belastung für das Material dar und Versuche haben gezeigt, dass es im Bereich der Lamellen 16 zu Rissen kommt. Die Risse erstrecken sich entweder entlang der Fügestellen 17 oder aber in der Lamelle 16 selbst, wodurch es zu einem Bruch in der Lamelle 16 kommen kann.

[0056] Fig. 18 zeigt einen Betriebszustand, in welchem sich das Zellenrad 10 in axialer Richtung über seine ganze Länge auf einer im Wesentlichen konstanten Betriebstemperatur befindet. Unter diesen Bedingungen ergibt sich somit über die ganze Länge des Zellenrades 10 kein Unterschied in der Wärmeausdehnung der Lamellen 16 in radialer Richtung.

[0057] Fig. 15, 16 und 19 zeigen einen Betriebszustand, in welchem die Lamellen 16 in einem von einer Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 bis in eine Tiefe von etwa 15 bis 20 mm erstreckenden Randbereich des Zellenrades 10 eine um 200 bis 300 °C höhere Temperatur aufweisen als in einem inneren Bereich des Zellenrades 10. Unter diesen Bedingungen führt die höhere Temperatur der Lamellen 16 im Randbereich im Vergleich zu den Lamellen im Inneren des Zellenrades 10 zu einer grösseren Wärmeausdehnung. Durch die zwischen Fügestellen 17 benachbarter Lamellen 16 mit der Zwischenhülse 18 angeordneten Einschnitte 26 ist die Zwischenhülse 18 im Randbereich des Zellenrades 10 in Randstreifen 18 a, 18 b aufgeteilt, so dass benachbarte Randstreifen 18 a, 18 b in radialer Richtung gegeneinander verschiebbar sind. Dadurch kann sich jede Lamelle 16 a, 16 b zusammen mit dem mit ihr gefügten Randstreifen 18 a, 18 b aus ihrer ursprünglichen Lage in der Zwischenhülse 18 in radialer Richtung ausdehnen, ohne dass sich durch temperaturbedingte, schnelle Lastwechsel in rascher Folge Zugspannungen in den Lamellen 16 selbst und im Bereich ihrer Fügestellen 17 mit den Aussen- und Innenhülsen 12, 14 auf- und abbauen und zu Materialbeschädigungen führen

können. Der in den Fig. 15, 16 und 19 gezeigte Betriebszustand ergibt sich aus den schnellen periodischen Temperaturerhöhungen auf der Heissgasseite des Zellenrades 10. Durch die Anordnung der Einschnitte 26 wird somit eine Verformung der Lamellen 16 in radialer Richtung ermöglicht, was die Spannungen im Bereich der Lamellen 16 weitgehend verhindert.

[0058] Unter Bezugnahme zur Fig. 16 wird nun die Kompensation der temperaturbedingten Ausdehnung der Lamellen 16 nochmals erläutert. Der Lamelle 16a ist einem durch zwei links und rechts von der Lamelle 16a vorhandene Einschnitte 26 gebildeten Randstreifen 18a der Zwischenhülse 18 zugeordnet. Mit anderen Worten kann auch gesagt werden, dass durch die Einschnitte 26 ein vom Grundkörper der Zwischenhülse 18 abstehende Randstreifen 18a gebildet wird. Die Lamelle 16a steht über die Fügestelle 17 fest mit dem Randstreifen 18a in Verbindung. Bei einem Anstieg der Temperatur verformt sich die Lamelle 16a in radialer Richtung im vorderen Bereich über den Randstreifen 18a und diese Verformung kann durch eine Bewegung des Randstreifens 18a in Richtung der Rotationsachse y kompensiert werden. In der Lamelle 16a selbst entsteht dabei keine Spannung oder eine stark verringerte Spannung.

[0059] Bezüglich der Lamelle 16b können die eben gemachten Ausführungen wiederholt werden, wobei die Verformung von der Rotationsachse y weg erfolgen. Die Lamelle 16b steht dabei mit einem Randstreifen 18b in Verbindung, wobei sich bei einer Deformation der Lamelle 16b der entsprechende Randstreifen 18b verformt. Der Randstreifen 18b wird durch zwei links und rechts von der Lamelle 16b sich in die Zwischenhülse 18 erstreckende Einschnitte 26 bereitgestellt.

[0060] Auf der Kaltgasseite ergibt sich durch die raschen Temperaturwechsel ein Betriebszustand, in welchem sich die Lamellen 16 im Randbereich des Zellenrades 10 im Vergleich zu den Lamellen im Inneren des Zellenrades 10 auf einer um 200 bis 300 °C niedrigere Temperatur befinden. Unter diesen Bedingungen führt die niedrigere Temperatur der Lamellen 16 im Randbereich des Zellenrades 10 im Vergleich zu den Lamellen im Inneren des Zellenrades 10 zu einer stärkeren Kontraktion in radialer Richtung. Jede Lamelle 16a, 16b kann so zusammen mit dem mit ihr gefügten Randstreifen 18a, 18b aus ihrer ursprünglichen Lage in der Zwischenhülse 18 in radialer Richtung kontrahieren, ohne dass sich durch temperaturbedingte, schnelle Lastwechsel in rascher Folge Druckspannungen in den Lamellen 16 im Bereich ihrer Fügstellen 17 mit den Aussen- und Innenhülsen 12, 14 auf- und abbauen und zu Materialbeschädigungen führen können.

[0061] Die Anordnung der äusseren Dichthülsen 24 ist aus den Fig. 12, 14 und 15 ersichtlich. Die zylindrischen äusseren Dichthülsen 24 weisen eine Breite von z. B. 20 mm auf. An beiden Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 weisen die in den Fig. 20 bis 22 dargestellten äusseren Dichthülsen 24 ein radial nach aussen abragendes Dichtprofil 30 mit einer mit der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 fluchtenden Dichtfläche 32 mit einer Breite d3 von z. B. 1,5 mm für eine Labyrinthdichtung ab. Die äussere Dichthülse 24 sitzt in einem von der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 entfernten Bereich im Wesentlichen formschlüssig auf der Aussenhülse 12 und ist in diesem Bereich über eine umlaufende Schweissnaht 34 mit der Aussenhülse 12 gefügt. Von der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 bis zum Fügebereich mit der Aussenhülse 12 weist die äussere Dichthülse 24 mit einer Wanddicke d1 von z.B. 0,25 mm einen dickenreduzierten Bereich 23 mit einer Dicke d2 von z.B. 0,13 mm und damit einen radialen Abstand zur Aussenhülse 12 auf, so dass sich von den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 bis zum Fügebereich der äusseren Dichthülse 24 mit der Aussenhülse 12 zwischen Dichthülse 24 und Aussenhülse 12 ein an den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 offener Ringspalt 66 ergibt. Zur Stabilisierung der gegenseitigen Lage von Dichthülse 24 und Aussenhülse 12 weist die Dichthülse 24 unterhalb des Dichtprofils 30 radial nach innen abragende Nasen als Abstandshalter 68 mit einer Höhe d4 von z.B. 0,13 mm auf. Beispielsweise sind sechs Abstandshalter 68 gleichmässig über den Umfang des Dichtprofils 30 der Dichthülse 24 verteilt angeordnet.

[0062] Wie in den Fig. 10, 12, 13, 14 und 17 gezeigt, sind in der Innenhülse 14 eine in den Fig. 23 bis 25 dargestellte erste innere Dichthülse 70 und eine in den Fig. 26 bis 28 dargestellte zweite innere Dichthülse 72 eingesetzt. Die erste innere Dichthülse 70 ist auf der Heissgasseite, die zweite innere Dichthülse 72 auf der Kaltgasseite des Zellenrades 10 angeordnet.

[0063] An den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 weisen die innere Dichthülsen 70, 72 ein radial nach innen abragendes Dichtprofil 74 in Form eines Ringsteges mit einer mit der Stirnfläche 11 des Zellenrades fluchtenden Dichtfläche 75 mit einer Breite von z. B. 1,5 mm auf. In einem sich von den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 in die Innenhülse 14 erstreckenden Bereich von z. B. je 20 mm weisen die inneren Dichthülsen 70, 72 einen dickenreduzierten Bereich 73 und damit einen radialen Abstand zur Innenhülse 14 auf, so dass sich von den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 ausgehend zwischen innerer Dichthülse 70, 72 und Innenhülse 14 ein an den Stirnflächen 11 des Zellenrades 10 offener Ringspalt 66 ergibt. Im Anschluss an den Ringspalt 66 liegen die inneren Dichthülsen 70, 72 der Innenhülse 14 im Wesentlichen formschlüssig an, erstrecken sich bis zum jeweils näher liegenden Ringsteg 38, 40 am rohrförmigen Endteil 46 der Antriebswelle 13 und sind mit dem entsprechenden Ringsteg 38, 40 mittels einer umlaufenden Schweissnaht gefügt. Die Ringstege 38, 40 am rohrförmigen Endteil 46 der Antriebswelle 13 sind mit der Innenhülse 14 mittels einer umlaufenden Schweissnaht gefügt. Das Dichtprofil 74 ist auf der von der Antriebsseite weiter entfernten Stirnfläche 11 des Zellenrades 10, d.h. auf der Heissgasseite, mit einem die Innenhülse 14 verschliessenden äusseren Deckel 78 verschweisst. Ebenso ist der von der Antriebsseite weiter entfernte Ringsteg 38 am rohrförmigen Endteil 46 der An-

triebswelle 13 mit einem die Innenhülse 14 im Innern des Zellrades 10 verschliessenden inneren Deckel 80 verschweisst. Zur Stabilisierung der gegenseitigen Lage von innerer Dichthülse 70, 72 und Innenhülse 14 weisen die inneren Dicht-
hülsen 70, 72 auf der Aussenseite über dem Dichtprofil 74 radial nach aussen abragende Nasen als Abstandshalter 68
zur Innenhülse 14 auf. Beispielsweise sind sechs Abstandshalter 68 gleichmässig über den Umfang der inneren Dicht-
hülse 70, 72 verteilt angeordnet. Die vorstehend für die in den Fig. 20 bis 22 gezeigten äusseren Dichthülsen 24 ange-
gebenen Werte für die Abmessungen d1, d2, d3 und d4 gelten auch für die in den Fig. 23 bis 28 gezeigten inneren
Dichthülsen 70, 72.

[0064] Insbesondere aus den Fig. 12, 14 und 17 sowie den Fig. 20 bis 28 ist erkennbar, dass zur Erzeugung des an
der Stirnfläche 11 des Zellenrades 10 offenen Ringspalt 66 zwischen den Dichthülsen 24, 70, 72 und der Aussen-
bzw. Innenhülse 12 der Innendurchmesser der Dichthülsen 24, 70, 72 bei gleichbleibendem Aussendurchmesser ver-
grössert ist. Dies kann mit einer Materialabdünnung durch eine Massivumformung erreicht werden, wobei das aus dem
Ringspaltbereich verdrängte Material zur Bildung des Dichtprofils 30, 74 dient. Zur Vergrösserung der Ringspaltbreite
zwischen den äusseren Dichthülsen 24 und der Aussenhülse 12 ist, wie aus den Fig. 12 und 14 erkennbar, zusätzlich
der Aussendurchmesser der Aussenhülse 12 im Ringspaltbereich bei gleichbleibendem Innendurchmesser verringert.
Hierbei beträgt die Wanddicke a1 der Aussenhülse 12 z.B. 0,25 mm und die Dicke a2 des dickenreduzierten Bereichs
23 z.B. 0,13 mm. In gleicher Weise kann die Ringspaltbreite zwischen inneren Dichthülsen 70, 72 und der Innenhülse
14 durch Verringerung des Innendurchmessers der Innenhülse 14 bei gleichbleibendem Aussendurchmesser vergrössert
sein, wobei die vorstehend für die Aussenhülse 12 angegebenen Werte für a1 und a2 auch für die Innenhülse 14 gelten.

[0065] Zur Herstellung des Zellenrades 10 wird die Innenhülse 14 mit den mit einer Längskante positionsgenau ge-
fügten und mit der freien Längskante radial nach aussen abragenden Lamellen 16 versehen. Anschliessend wird die
Zwischenhülse 18, deren Innendurchmesser und Länge auf den von den freien Längskanten der von der Innenhülse
14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gebildeten Aussendurchmesser und die Länge der Innenhülse 14
abgestimmt ist, mit den vorgängig mit der Zwischenhülse 18 mit einer Längskante positionsgenau gefügten und mit der
freien Längskante radial nach aussen abragenden Lamellen 16 in Achsrichtung y koaxial und positionsgenau auf die
freien Längskanten der von der Innenhülse 14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gesetzt. Die Zwischenhülse
18 wird sodann mittels einer Blindnaht mit den freien Endkanten der darunterliegenden Lamellen 16 der Innenhülse 14
unter Bildung der inneren Zellen 22 verschweisst. Anschliessend wird die Zwischenhülse 18 von beiden Stirnflächen
11 her mit den Einschnitten 26 und an deren Enden mit den kreisförmigen Ausnehmungen 28 versehen.

[0066] In einem nächsten Schritt wird die Aussenhülse 12, deren Innendurchmesser und Länge auf den von den freien
Längskanten der von der Zwischenhülse 18 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gebildeten Aussendurchmesser
und die Länge der Zwischenhülse 18 abgestimmt ist, in Achsrichtung y koaxial auf die freien Längskanten der von der
Zwischenhülse 14 radial nach aussen abragenden Lamellen 16 gesetzt. Sodann wird die Aussenhülse 12 mittels einer
Blindnaht mit einem Laserstrahl mit den freien Endkanten der darunterliegenden Lamellen 16 der Zwischenhülse 18
unter Bildung der äusseren Zellen 20 verschweisst.

[0067] In einem weiteren Schritt werden die äusseren Dichthülsen 24, deren Innendurchmesser auf den Aussendurch-
messer der Aussenhülse 12 abgestimmt ist, in Achsrichtung y koaxial auf die Aussenhülse 12 gesetzt und mit dieser
gefügt. Ebenso werden die inneren Dichthülsen 70, 72, deren Aussendurchmesser auf den Innendurchmesser der
Innenhülse 14 abgestimmt ist, in Achsrichtung y koaxial auf die Innenhülse 14 eingesetzt und mit dieser sowie mit den
Ringstegen 38, 40 am rohrförmigen Endteil 46 der Antriebswelle 13 gefügt. Anschliessend werden der innere und der
äussere Deckel 80, 78 eingesetzt und mit dem Ringsteg 38 am rohrförmigen Endteil 46 bzw. mit dem Ringsteg 74 an
der heissgasseitigen Dichthülse 70 gefügt.

[0068] Die vorstehend beschriebenen Fügestellen sind bevorzugt als mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls,
insbesondere mit einem Laserstrahl, erzeugte Schweissnähte ausgeführt. Die Fügestellen können jedoch auch gelötet
sein. Das Schneiden der Einschnitte 26 und der Ausnehmungen 28 erfolgt ebenfalls bevorzugt mittels eines Laser- oder
Elektronenstrahls, insbesondere mit einem Laserstrahl, wobei eine minimale Schnittbreite von etwa 15 µm erzielt wird.

Bezugszeichenliste

10	Zellenrad	58	Längsrippen
11	Stirnflächen	60	Längsnuten
12	Aussenhülse	62	erste Öffnungen
13	Antriebswelle	64	zweite Öffnungen
14	Innenhülse	66	Ringspalt
15	Flanschhülse	68	Nasen /Abstandshalter
16	Lamellen	70	erste innere Dichthülse
17	Fügestellen 16/12, 16/14	72	zweite innere Dichthülse
18	Zwischenhülse	73	dickenreduzierter Bereich

(fortgesetzt)

	19	Verdickung an 16	74	Dichtprofil
	20	äussere Zellen	75	Dichtfläche von 74
5	22	innere Zellen	76	Ausnehmung
	23	dickenreduzierter Bereich	77	Randkante von 70, 72
	24	äussere Dichthülse	78	äusserer Deckel
	25	Randkante von 24	80	innerer Deckel
10	26	Einschnitte in 12, 14, 18	y	Rotationsachse
	28	Ausnehmung	a1	Dicke von 12, 14, 18
	30	Dichtprofil	a2	Dicke von 23
	32	Dichtfläche an 30	d1	Dicke von 24, 70, 72
	34, 36	Fügestellen 24/12	d2	Dicke von 73
15	38, 40	Ringstege	d3	Dicke von 74
	42, 44	Endflächen	d4	Dicke von 68
	46	rohrförmiges Endteil	e	Länge von 26
	48	konisches Zwischenteil	f	Durchmesser von 28
20	50	rohrförmiges Wellenteil	g	Breite von 24
	52	Aufnahme	h	Breite von 32
	54	Kupplungsstück	m	Überrass von 24
	56	Kupplungsachse		

Patentansprüche

1. Zellenrad aus Metall, mit einer koaxial zu einer Rotationsachse (y) liegenden Aussenhülse (12), einer koaxial zur Aussenhülse (12) liegenden Innenhülse (14), mindestens einer zwischen Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) koaxial zu diesen angeordneten Zwischenhülse (18), zwischen aufeinanderfolgenden Hülsen (12, 18; 18, 14) angeordneten, im Wesentlichen radial zur Rotationsachse (y) ausgerichteten, mit benachbarten Hülsen (12, 18; 18, 14) gefügten Lamellen (16), mit die Aussenhülse (12) übergreifenden und mit der Aussenhülse (12) gefügten äusseren Dichthülsen (24) mit einem Dichtprofil (30) für eine Labyrinthdichtung, und mit einer in der Rotationsachse (y) liegenden Antriebswelle (13), **dadurch gekennzeichnet**,

dass wenigstens die Aussenhülse (12), die Innenhülse (14) oder die Zwischenhülse (18) bzw. wenigstens eine der Zwischenhülsen (18) von beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) zwischen benachbarten Lamellen (16) aufweist, oder

dass die Aussenhülse (12), die Innenhülse (14) und die Zwischenhülse (18) bzw. wenigstens eine der Zwischenhülsen (18) von beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) zwischen benachbarten Lamellen (16) aufweist, oder

dass ausschliesslich die Zwischenhülse (18) bzw. wenigstens eine der Zwischenhülsen (18) von den beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) aufweist.
2. Zellenrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschnitte (26) in Ausnehmungen (28) enden und/oder dass jeweils zwei benachbarte Einschnitte (26) einen der entsprechenden Hülse (12, 14, 18) zugehörigen Randstreifen (18 a, 18 b) bilden, wobei einem einzigen Randstreifen jeweils eine einzige Lamelle (16) zugeordnet ist und wobei die Ausnehmungen (28) vorzugsweise eine Ausdehnung (f) von 1 bis 2 mm aufweisen.
3. Zellenrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenhülse (14) auf einer koaxial zu dieser angeordneten, mit der Antriebswelle (13) gefügten Flanschhülse (15) sitzt und die Aussenhülse (12) von beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) zwischen benachbarten Lamellen (16) aufweist, wobei eine von den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) entfernt liegende Randkante (25) der äusseren Dichthülsen (24) die Einschnitte (26) um ein Mass (m) überragt und die äusseren Dichthülsen (24) nur in dem die Einschnitte (26) überragenden Bereich mit der Aussenhülse (12) gefügt sind.
4. Zellenrad nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtprofil (30) der äusseren Dichthülsen (24) eine mit den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) fluchtende Dichtfläche (32) aufweist und die Dichthülsen (24)

mit der Aussenhülse (12) einen an den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) offenen Ringspalt (66) bilden.

- 5 5. Zellenrad nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenhülse (14) von beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) zwischen benachbarten Lamellen (16) aufweist und die Innenhülse (14) mit der Flanschhülse (15) zwischen benachbarten Lamellen (16) zwischen einander gegenüberliegenden Einschnitten (26) gefügt ist.
- 10 6. Zellenrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenhülse (14) mit der Antriebswelle (13) gefügt ist und die Zwischenhülse/n (18) von beiden Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) ausgehende Einschnitte (26) zwischen benachbarten Lamellen (16) aufweist/aufweisen.
- 15 7. Zellenrad nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtprofil (30) der äusseren Dichthülsen (24) eine mit den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) fluchtende Dichtfläche (32) aufweist und in der Innenhülse (14) mit der Innenhülse (14) gefügte innere Dichthülsen (70, 72) mit einem Dichtprofil (74) mit einer mit den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) fluchtenden Dichtfläche (75) für eine Labyrinthdichtung angeordnet sind.
- 20 8. Zellenrad nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichthülsen (24, 70, 72) nur im Bereich des von den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) entfernt liegenden Endes mit der Aussen- bzw. Innenhülse (12, 14) gefügt sind und mit den Aussen- bzw. Innenhülsen (12, 14) einen an den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) offenen Ringspalt (66) bilden.
- 25 9. Zellenrad nach Anspruch 4 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des Ringspaltes (66) durch eine im Bereich des Ringspaltes (66) verminderte Wanddicke (d_2) der Dichthülsen (24, 70, 72) vergrössert ist; oder dass das Volumen des Ringspaltes (66) durch eine im Bereich des Ringspaltes (66) verminderte Wanddicke (a_2) der Aussen- bzw. Innenhülse (12, 14) vergrössert ist.
- 30 10. Zellenrad nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Stabilisierung des Ringspaltes (66) von der zur Aussen- bzw. Innenhülse (12, 14) weisenden Seite der Dichthülsen (24, 70, 72) im Bereich der Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) über den Umfang der Dichthülsen (24, 70, 72) verteilt angeordnete Abstandselemente (68) abragen.
- 35 11. Zellenrad nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Stabilisierung des Ringspaltes (66) von der zur Dichthülse (24, 70, 72) weisenden Seite der Aussen- bzw. Innenhülse (12, 14) im Bereich der Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) über den Umfang der Aussen- bzw. Innenhülse (12, 14) verteilt angeordnete Abstandselemente (68) abragen.
- 40 12. Zellenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (e) der Einschnitte (26) 10% bis 30% der Länge (L) des Zellenrades (10) beträgt; und/oder dass die Aussenhülse (12), die Innenhülse (14) die Zwischenhülse/n (18), die Lamellen (16) und die Dichthülsen (24, 70, 72) aus Metallblech mit einer Dicke von weniger als 0,5 mm gefertigt sind.
- 45 13. Zellenrad nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (13) zwei coaxial zur Antriebswelle (13) angeordnete und voneinander beabstandete Ringstege (38, 40) mit einer Umfangfläche (42, 44) als Auflageflächen für die Innenhülse (14) aufweist und wenigstens einer der Ringstege (38, 40) mit der Innenhülse (14) gefügt ist.
- 50 14. Zellenrad nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das von den Stirnflächen (11) des Zellenrades (10) entfernt liegende Ende der inneren Dichthülsen (70, 72) mit einem der Ringstege (38, 40) gefügt ist und/oder dass eine innere Dichthülse (70) an einer Stirnfläche (11) des Zellenrades (10) mit einem Deckel (78) gefügt ist und/oder dass ein Ringsteg (38) mit einem Deckel (78) gefügt ist.
- 55 15. Zellenrad nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (13) als Hohlwelle mit einem rohrförmigen Endteil (46), einem konischen Zwischenteil (48) und einem rohrförmigen Wellenteil (50) mit einer Aufnahme (52) für ein mit einem motorischen Antrieb zu verbindenden Kupplungsstück (54) ausgestaltet ist.
16. Zellenrad nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das rohrförmige Endteil (46) und das konische Zwischenteil (48) symmetrisch über den Umfang angeordnete Öffnungen (62, 64) aufweisen, und/oder dass das Kupplungsstück (54) eine Kupplungsachse (56) mit Längsrippen (58) aufweist, welche beim Einschieben des Kupp-

lungsstücks (54) in die Aufnahme (52) des rohrförmigen Wellenteils (50) in Längsnuten (60) in der Aufnahme (52) eingreifen.

17. Verwendung eines Zellenrades (10) nacheinem der vorangehenden Ansprüche in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungsmotoren, insbesondere von Ottomotoren.

Claims

1. A cellular wheel made of metal, comprising an outer sleeve (12) arranged coaxial to a rotational axis (y), an inner sleeve (14) arranged coaxial to the outer sleeve (12), at least one intermediate sleeve (18) arranged between and coaxial to the outer sleeve (12) and the inner sleeve (14), fins (16) that are arranged between successive sleeves (12, 18; 18, 14) and are aligned substantially radially with regard to the rotational axis (y) and joined with adjacent sleeves (12, 18; 18, 14), further comprising outer sealing sleeves (24) that engage over the outer sleeve (12) and are joined with the outer sleeve (12) and have a sealing profile (30) for a labyrinth seal, and a drive shaft (13) that lies in the rotational axis (y), **characterized in that**
 - at least the outer sleeve (12), the inner sleeve (14) or the intermediate sleeve (18) or at least one of the intermediate sleeves (18) have notches extending, between adjacent fins (16), from both end faces (11) of the cellular wheel, or
 - that at least the outer sleeve (12), the inner sleeve (14) and the intermediate sleeve (18) or at least one of the intermediate sleeves (18) have notches extending, between adjacent fins (16), from both end faces (11) of the cellular wheel, or
 - that solely the intermediate sleeve (18) or solely at least one of the intermediate sleeves (18) has notches (26) extending from the two end faces (11) of the cellular wheel (10).
2. The cellular wheel according to claim 1, **characterized in that** the notches (26) end in recesses (28) and/or that in each case two adjacent notches (26) form an edge strip (18a, 18b) associated with the respective sleeve (12, 14, 18), wherein a single edge strip is allocated in each case a single fin (16), and wherein the recesses (28) preferably have a dimension (f) of 1 to 2 mm.
3. The cellular wheel according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the inner sleeve (14) is located on a flange sleeve (15) that is arranged coaxially to said inner sleeve and is joined with the drive shaft (13), and the outer sleeve (12) has notches (26) extending, between adjacent fins (16), from both end faces (11) of the cellular wheel (10), wherein a marginal edge (25) of the outer sealing sleeves (24), which marginal edge is located remote from the end faces (11) of the cellular wheel (10), protrudes the notches (26) by an amount (m), and the outer sealing sleeves (24) are joined with the outer sleeve (12) only in the region protruding the notches (26).
4. The cellular wheel according to claim 3, **characterized in that** the sealing profile (30) of the outer sleeves (24) has a sealing surface (32) that is aligned with the end faces (11) of the cellular wheel (10), and the sealing sleeves (24) form with the outer sleeve (12) an annular gap (66) that is open at the end faces (11) of the cellular wheel (10).
5. The cellular wheel according to claim 3 or claim 4, **characterized in that** the inner sleeve (14) has notches (26) extending, between adjacent fins (16), from both end faces (11) of the cellular wheel (10), and the inner sleeve (14) is joined with the flange sleeve (15) between adjacent fins (16) between notches (26) located opposite to each other.
6. The cellular wheel according to claim 1, **characterized in that** the inner sleeve (14) is joined with the drive shaft (13), and the intermediate sleeve(s) (18) has (have) notches (26) extending, between adjacent fins (16), from both end faces (11) of the cellular wheel (10).
7. The cellular wheel according to claim 6, **characterized in that** the sealing profile (30) of the outer sealing sleeves (24) has a sealing surface (32) that is aligned with the end faces (11) of the cellular wheel (10), and in the inner sleeve (14), inner sealing sleeves (70, 72) joined with the inner sleeve (14) are arranged, which inner sealing sleeves have a sealing profile (74) with a sealing surface (75) that is aligned with the end faces (11) of the cellular wheel (10) for forming a labyrinth seal.
8. The cellular wheel according to claim 7, **characterized in that** the sealing sleeves (24, 70, 72) are joined with the outer and inner sleeves (12, 14), respectively, only in the region of the end located remote from the end faces (11)

of the cellular wheel (10), and form with the outer and inner sleeves (12, 14), respectively, an annular gap (66) that is open at the end faces (11) of the cellular wheel (10).

9. The cellular wheel according to claim 4 or claim 8, **characterized in that** the volume of the annular gap (66) is increased by a wall thickness (d2) of the sealing sleeves (24, 70, 72) that is reduced in the region of the annular gap (66); or that the volume of the annular gap (66) is increased by a wall thickness (a2) of the outer and inner sleeves (12, 14) respectively, that is reduced in the region of the annular gap (66).
10. The cellular wheel according to claim 8 or claim 9, **characterized in that** for stabilizing the annular gap (66), spacer elements (68) that are arranged distributed over the circumference of the sealing sleeves (24, 70, 72) protrude in the region of the end faces (11) of the cellular wheel (10) from that side of the sealing sleeves (24, 70, 72) that faces toward the outer and inner sleeves (12, 14), respectively.
11. The cellular wheel according to any one of the claims 8 to 10, **characterized in that** for stabilizing the annular gap (66), spacer elements (68) that are arranged distributed over the circumference of the outer and inner sleeves (12, 14), respectively, protrude in the region of the end faces (11) of the cellular wheel (10) from that side of the outer and inner sleeves (12, 14), respectively, that faces toward the sealing sleeves (24, 70, 72).
12. The cellular wheel according to any one of the claims 1 to 11, **characterized in that** the length (e) of the notches (26) is 10% to 30% of the length (L) of the cellular wheel (10); and/or that the outer sleeve (12), the inner sleeve (14), the intermediate sleeve(s) (18), the fins (16) and the sealing sleeves (24, 70, 72) are made from sheet metal having a thickness of less than 0.5 mm.
13. The cellular wheel according to claim 6, **characterized in that** the drive shaft (13) has two annular webs (38, 40) which are arranged coaxial to the drive shaft (13) and spaced apart from one another and which have a circumferential surface (42, 44) as support surfaces for the inner sleeve (14), and at least one of the annular webs (38, 40) is joined with the inner sleeve (14).
14. The cellular wheel according to claim 13, **characterized in that** the end of the inner sealing sleeves (70, 72), which end is located remote from the end faces (11) of the cellular wheel (10), is joined with one of the annular webs (38, 40), and/or that an inner sealing sleeve (70) at an end face (11) of the cellular wheel (10) is joined with a cover (78), and/or that an annular web (38) is joined with a cover (78).
15. The cellular wheel according to claim 13 or claim 14, **characterized in that** the drive shaft (13) is configured as a hollow shaft having a tubular end part (46), a conical intermediate part (48) and a tubular shaft part (50) with a receptacle (52) for a coupling piece (54) to be connected to a motor drive.
16. The cellular wheel according to claim 18, **characterized in that** the tubular end part (46) and the conical intermediate part (48) have openings (62, 64) that are arranged symmetrically over the circumference, and/or that the coupling piece (54) has a coupling axle (56) with longitudinal ribs (58) which, when sliding the coupling piece (54) into the receptacle (52) of the tubular shaft part (50), engage in longitudinal grooves (60) in the receptacle (52).
17. A use of a cellular wheel (10) according to any one of the preceding claims in a pressure wave supercharger for supercharging internal combustion engines, in particular of Otto engines.

Revendications

1. Une roue cellulaire en métal, ayant une douille extérieure (12) coaxiale par rapport à un axe de rotation (y), ayant une douille intérieure (14) coaxiale par rapport à la douille extérieure (12), ayant au moins une douille intermédiaire (18) disposée entre la douille extérieure (12) et la douille intérieure (14) et coaxiale par rapport à celles-ci, ayant des lamelles (16) disposées entre des douilles séquentielles (12, 18 ; 18, 14), sensiblement orientées de manière radiale par rapport à l'axe de rotation (y) et assemblées à des douilles avoisinantes (12, 18 ; 18, 14), ayant des douilles d'étanchéité extérieures (24) dépassant la douille extérieure (12) et assemblées à la douille extérieure (12) avec un profil d'étanchéité (30) pour un joint labyrinthe et ayant un arbre d'entraînement (13) situé dans l'axe de rotation (y), **caractérisée en ce que**

au moins la douille extérieure (12), la douille intérieure (14) ou la douille intermédiaire (18) respectivement au

moins une des douilles intermédiaires (18) présente des entailles (26) émanant à partir des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16), ou la douille extérieure (12), la douille intérieure (14) et la douille intermédiaire (18) respectivement au moins une des douilles intermédiaires (18) présente des entailles (26) émanant à partir des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16), ou exclusivement la douille intermédiaire (18) respectivement au moins une des douilles intermédiaires (18) présente des entailles (26) émanant à partir des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16).

2. La roue cellulaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les entailles (26) se terminent dans des évidements (28) et/ou que respectivement deux entailles avoisinantes (26) forment une bande latérale (18a, 18b) appartenant à la douille correspondante (12, 14, 18), où une seule lamelle (16) est attribuée respectivement à une seule bande latérale et où les évidements (28) présentent préféablement un étendue (f) de 1 à 2 mm.
3. La roue cellulaire selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la douille intérieure (14) se situe sur une douille de bride (15) coaxiale par rapport à celle-ci et assemblée à l'arbre d'entraînement (13) et la douille extérieure (12) présente des entailles (26) émanant à partir des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16), où une arête de bord (25) des douilles extérieures (24) suivie de manière éloignée par rapport aux surfaces latérales (11) de la roue cellulaire (10) dépasse les entailles (26) d'une mesure (m) et les douilles extérieures (24) sont uniquement assemblées à la douille extérieure (12) dans le domaine dépassant les entailles (26).
4. La roue cellulaire selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le profil d'étanchéité (30) des douilles extérieures (24) présente une surface d'étanchéité (32) coïncidente avec les surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) et les douilles d'étanchéité (24) forment une fente annulaire (66) ouverte au niveau des surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) avec la douille extérieure (12).
5. La roue cellulaire selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** la douille intérieure (14) présente des entailles (26) émanant des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16) et la douille intérieure (14) est assemblée à la douille de bride (15) entre des lamelles avoisinantes (16) entre des entailles (26) opposées l'une par rapport à l'autre.
6. La roue cellulaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la douille intérieure (14) est assemblée à l'arbre d'entraînement (13) et la/les douille/s intermédiaire/s (18) présente/présentent des entailles (26) émanant à partir des deux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) entre des lamelles avoisinantes (16).
7. La roue cellulaire selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le profil d'étanchéité (30) des douilles extérieures (24) présentent une surface d'étanchéité (32) coïncidente avec les surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) et dans de la douille intérieure (14), des douilles d'étanchéité (70, 72) étant assemblées à la douille intérieure (14) et ayant un profil d'étanchéité (74) avec une surface d'étanchéité (75) coïncidente avec les surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) pour un joint labyrinthe sont disposées.
8. La roue cellulaire selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les douilles d'étanchéité (24, 70, 72) sont assemblées à la douille intérieure respectivement extérieure (12, 14) uniquement dans de domaine de la terminaison située de manière éloignée par rapport aux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) et forment une fente annulaire (66) ouverte au niveau des surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) avec les douilles extérieures respectivement intérieures (12, 14).
9. La roue cellulaire selon la revendication 4 ou 8, **caractérisée en ce que** le volume de la fente (66) annulaire est agrandie par l'intermédiaire d'une épaisseur de paroi réduite (d2) des douilles d'étanchéité (24, 70, 72) dans le domaine de la fente annulaire (66); ou que le volume de la fente (66) annulaire est agrandi par l'intermédiaire d'une épaisseur de paroi réduite (a2) de la douille extérieure respectivement intérieure (12, 14) dans le domaine de la fente (66) annulaire.
10. La roue cellulaire selon une des revendications 8 ou 9, **caractérisée en ce que** pour la stabilisation de la fente (66) annulaire, des éléments d'écartement (68) font saillie à partir du côté des douilles d'étanchéité (24, 70, 72) orienté vers la douille extérieure respectivement intérieure (12, 14) dans le domaine des surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) de manière distribuée le long de la circonférence des douilles d'étanchéité (24, 70, 72).

11. La roue cellulaire selon une des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce que** pour la stabilisation de la fente (66) annulaire, des éléments d'écartement (68) font saillie à partir du côté la douille extérieure respectivement intérieure (12, 14) orienté vers la douille d'étanchéité (24, 70, 72) dans le domaine des surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) de manière distribuée le long de la circonférence des douilles extérieures respectivement intérieures (12, 14).
12. Roue cellulaire selon une des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** la longueur (e) des entailles (26) est de 10% à 30% de la longueur (L) de la roue cellulaire (10), et/ou que la douille extérieure (12), la douille intérieure (14), la/les douille/s intermédiaire/s (18), les lamelles (16) et les douilles d'étanchéité (24, 70, 72) sont réalisées à partir en tôle de métal ayant une épaisseur de moins de 0,5 mm.
13. La roue cellulaire selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** l'arbre d'entraînement (13) présente une deux nervures annulaires (38, 40) disposées de manière coaxiale par rapport à l'arbre d'entraînement (13) et espacées l'une par rapport à l'autre ayant une surface périphérique (42, 44) en tant que surfaces d'appui pour la douille intérieure (14) et au moins une des nervures annulaires (38, 40) est assemblée à la douille intérieure (14).
14. La roue cellulaire selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** la terminaison située de manière éloignée par rapport aux surfaces frontales (11) de la roue cellulaire (10) des douilles d'étanchéité intérieures (70, 72) sont assemblées à une des nervures circulaires (38, 40) et/ou que une douille d'étanchéité intérieure (70) est assemblée à un couvercle (78) au niveau d'une surface frontale (11) de la roue cellulaire (10) et/ou que une nervure annulaire (38) est assemblée à un couvercle (78).
15. La roue cellulaire selon une des revendications 13 ou 14, **caractérisée en ce que** l'arbre d'entraînement (13) est formé en tant qu'arbre creux ayant une partie terminale en forme de tuyau (46), une partie intermédiaire conique (48) et une partie d'arbre en forme de tuyau (50) ayant une prise (52) pour une pièce de couplage (54) destinée à être couplée à un entraînement motorisé.
16. La roue cellulaire selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** la partie terminale en forme de tuyau (46) et la partie intermédiaire conique (48) présentent des ouvertures (62, 64) disposées de manière symétrique le long de la circonférence et/ou que la pièce de couplage (54) présente un axe de couplage (56) avec des nervures longitudinales (58), lesquelles viennent en prise lors de l'insertion de la partie de couplage (54) dans la prise (52) de la partie d'arbre en forme de tuyau (50) avec des rainures longitudinales (60) dans la prise (52).
17. Utilisation d'une roue cellulaire (10) selon l'une des revendications précédentes dans un compresseur à ondes de pression pour charger un moteur à combustion, en particulier un moteur à essence.

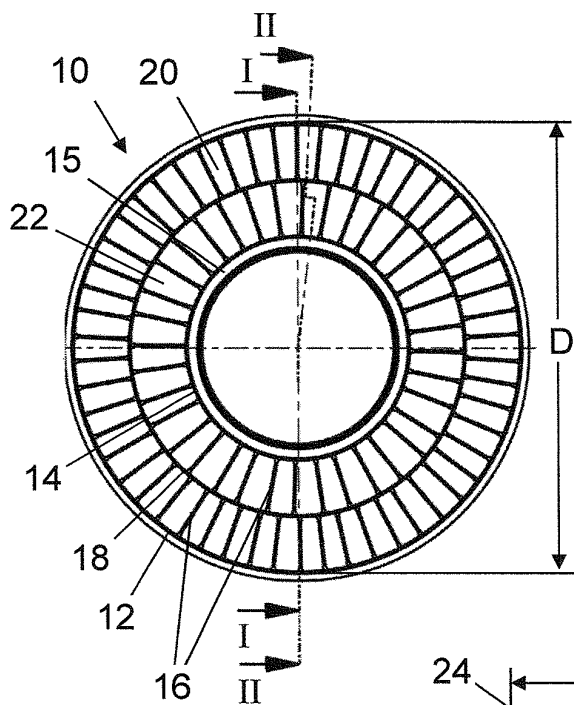


Fig. 1

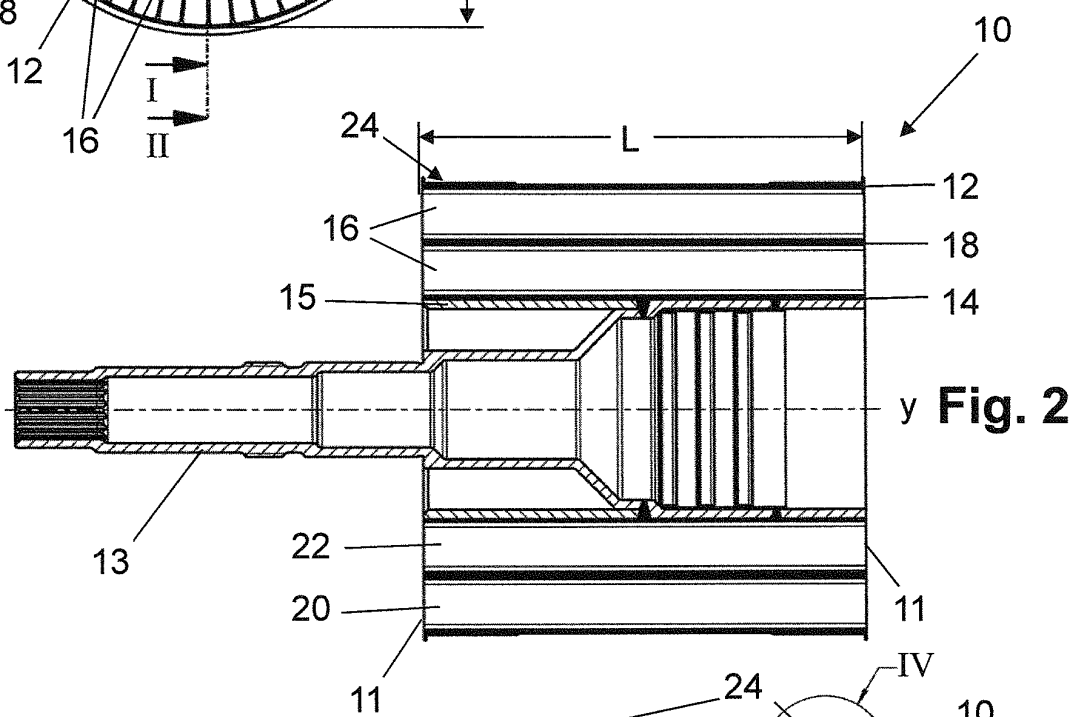


Fig. 2

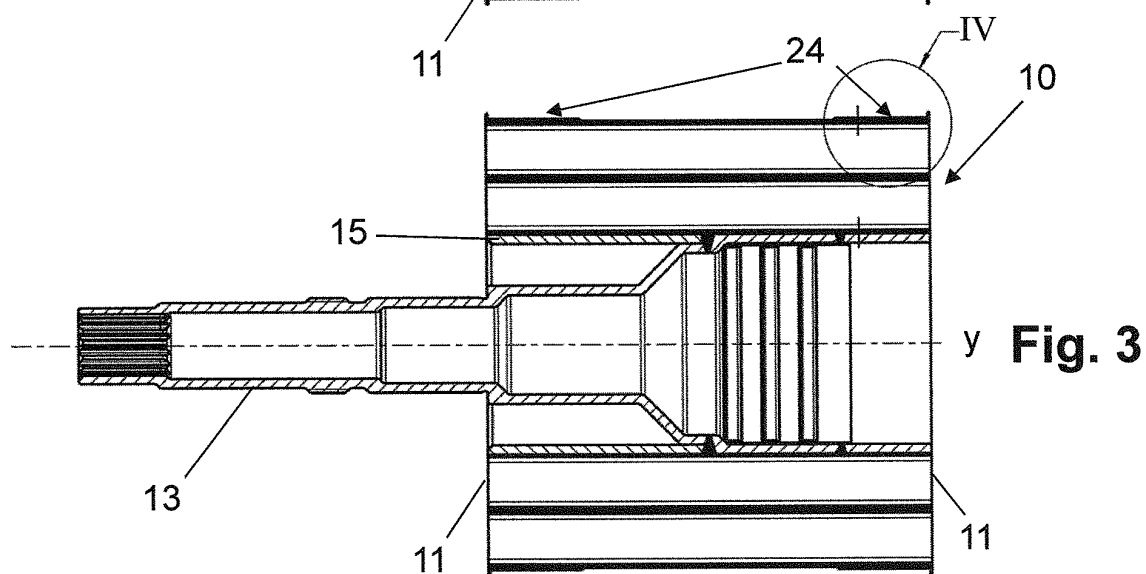


Fig. 3

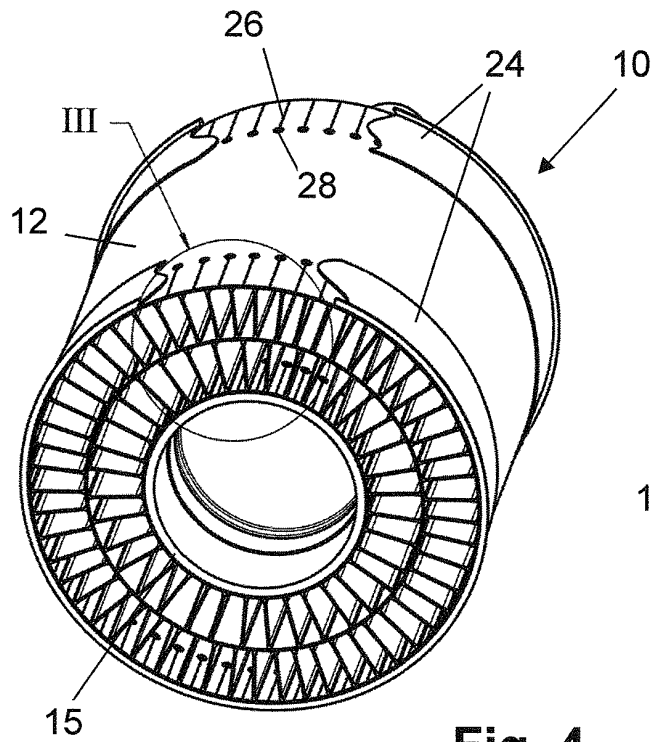


Fig. 4

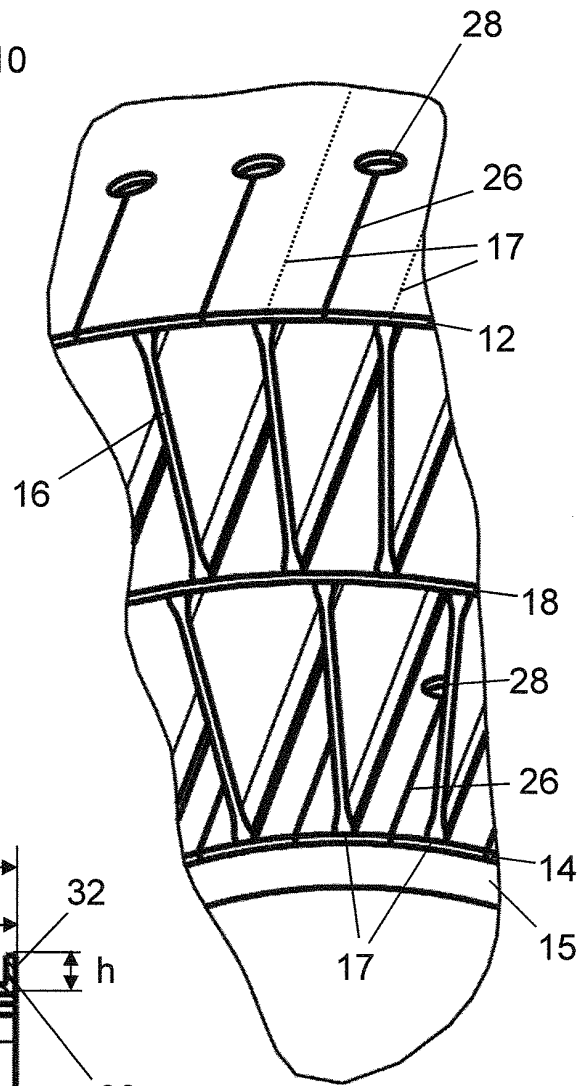


Fig. 5

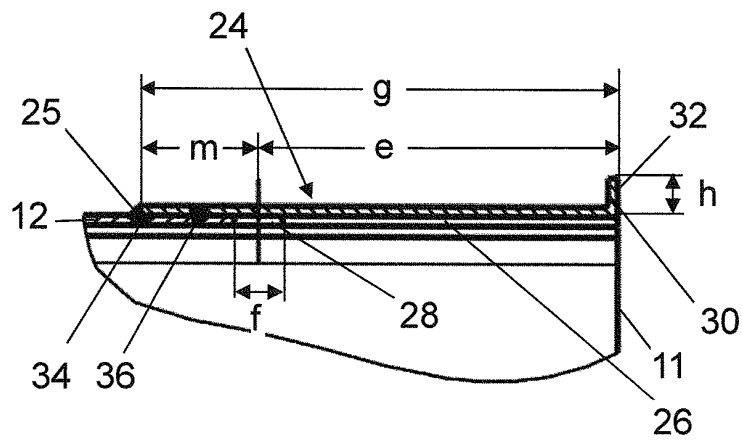


Fig. 6

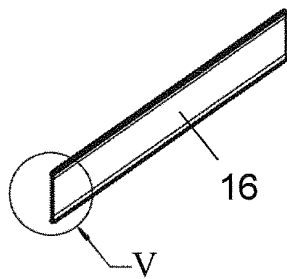


Fig. 7

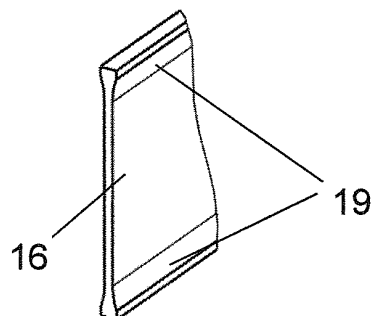


Fig. 8

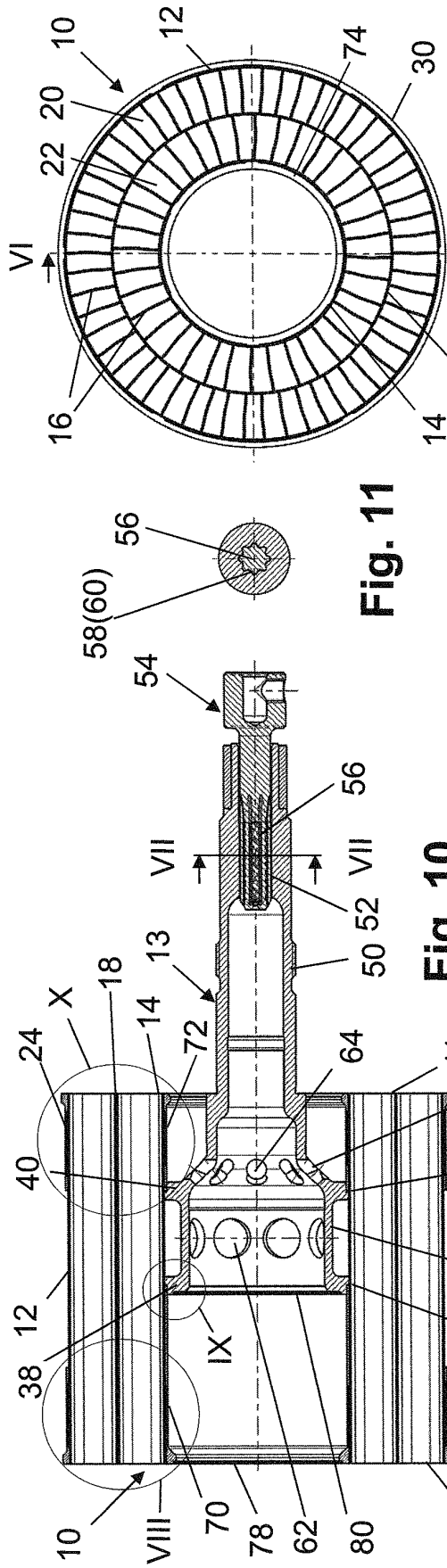


Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

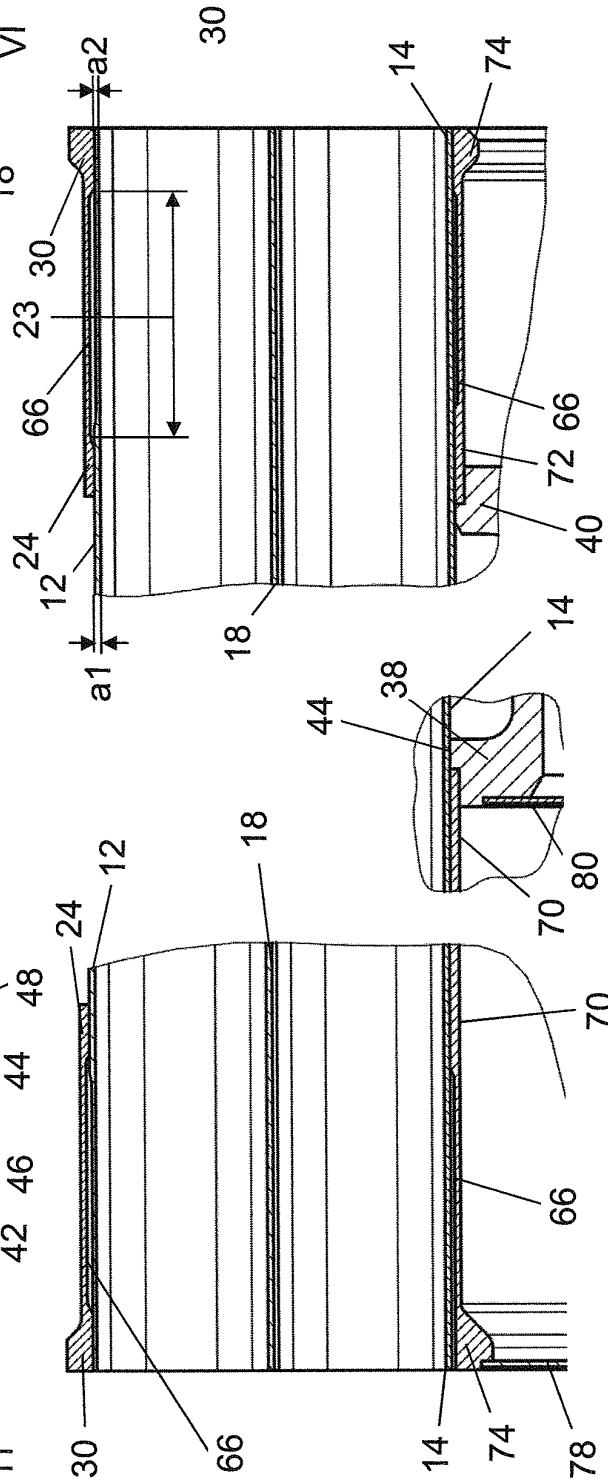


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

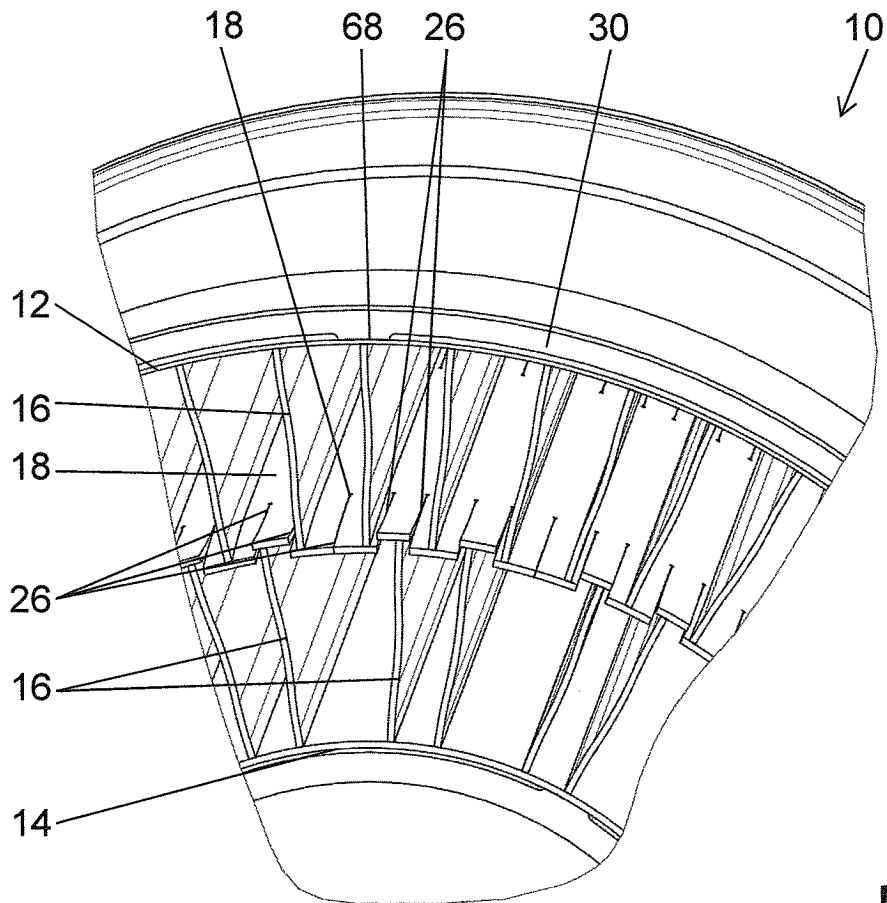


Fig. 15

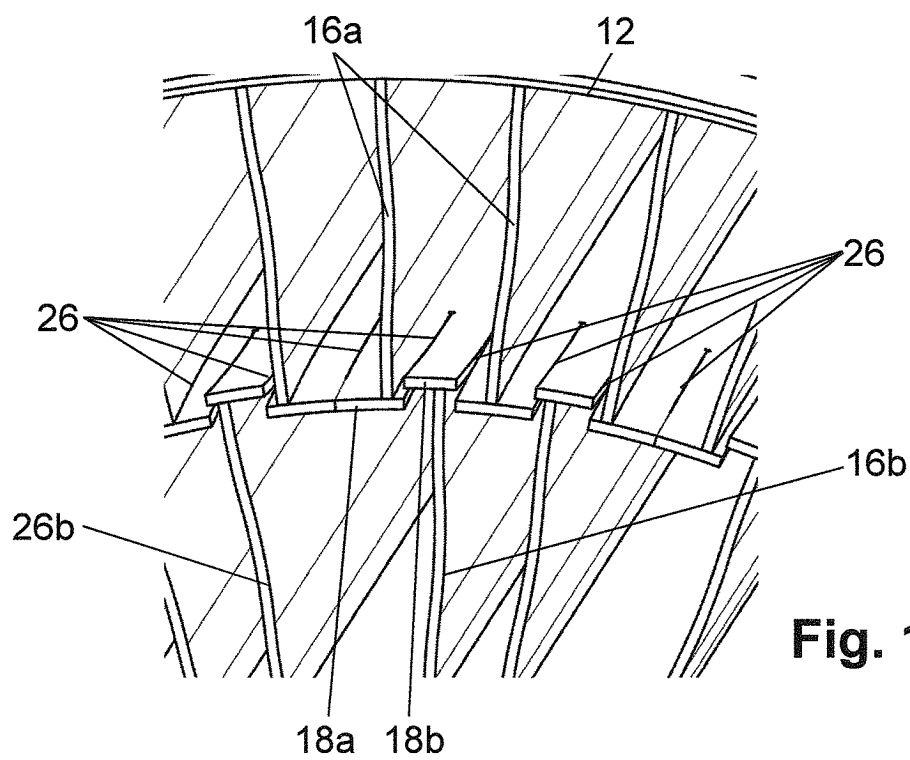


Fig. 16

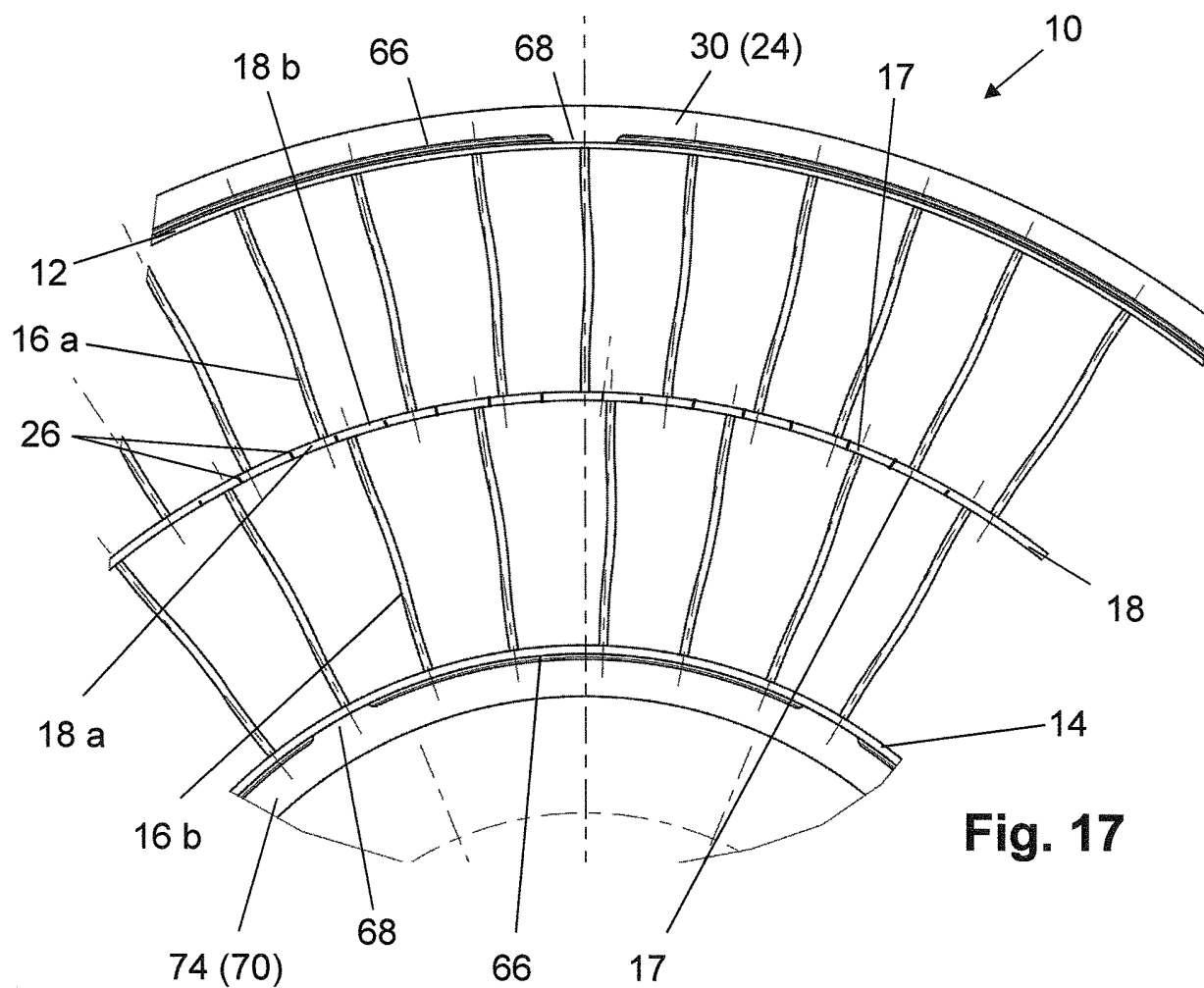


Fig. 17

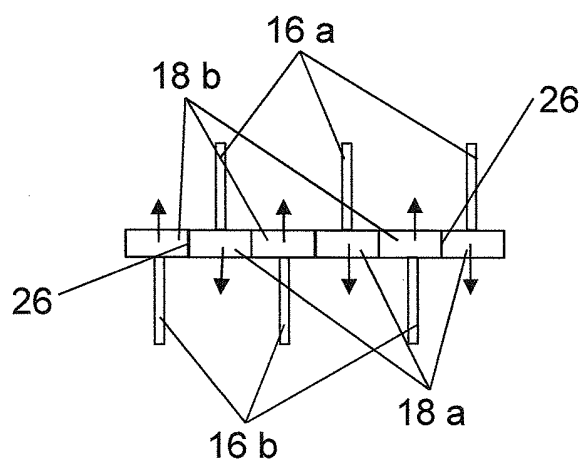


Fig. 18

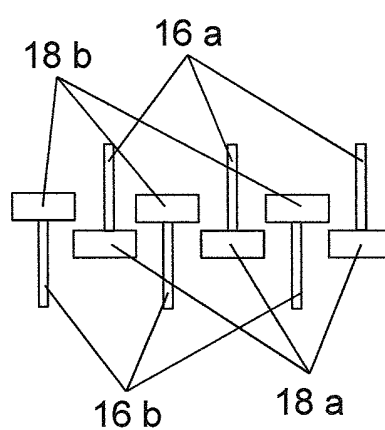


Fig. 19

Fig. 20

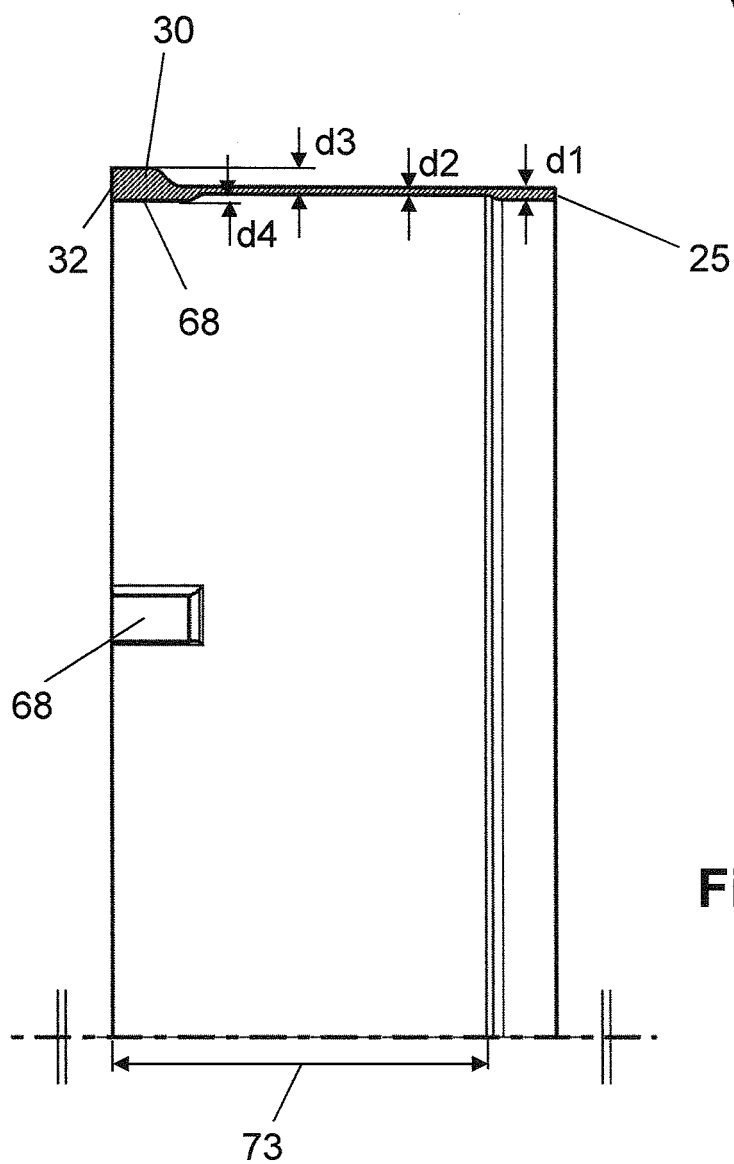
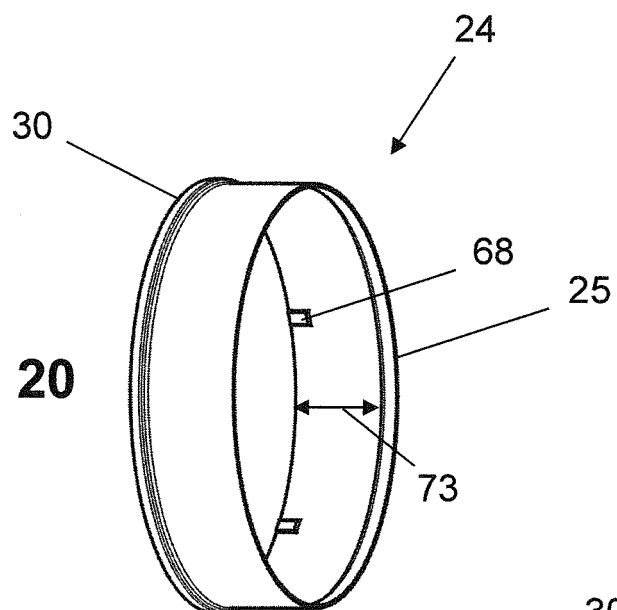


Fig. 21

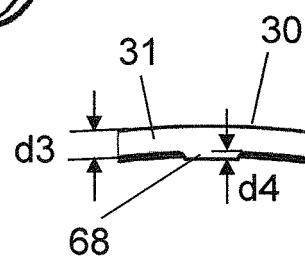


Fig. 22

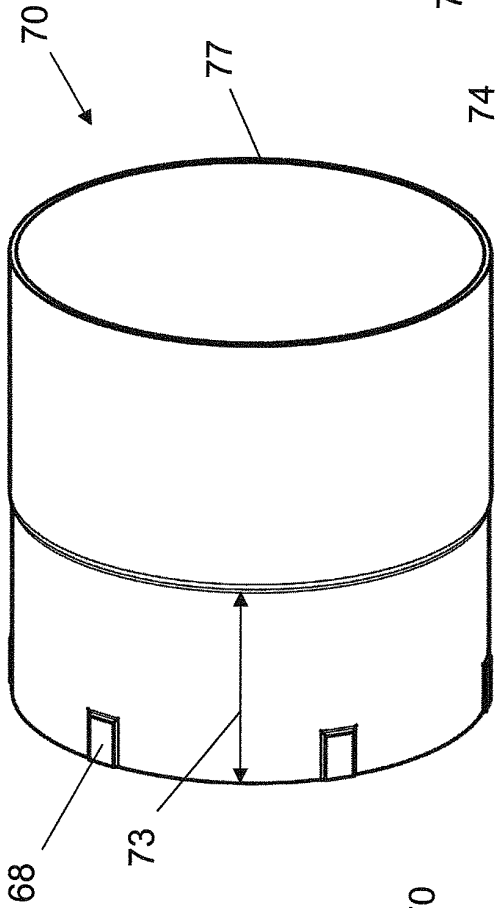


Fig. 23

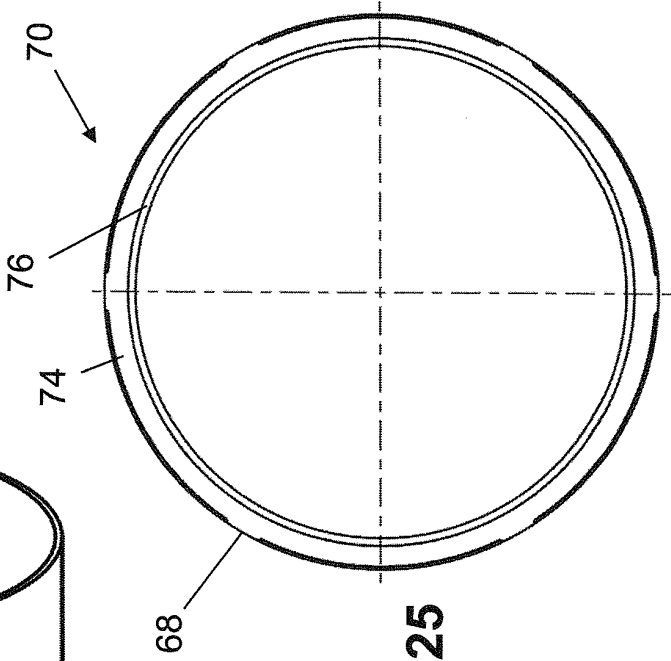
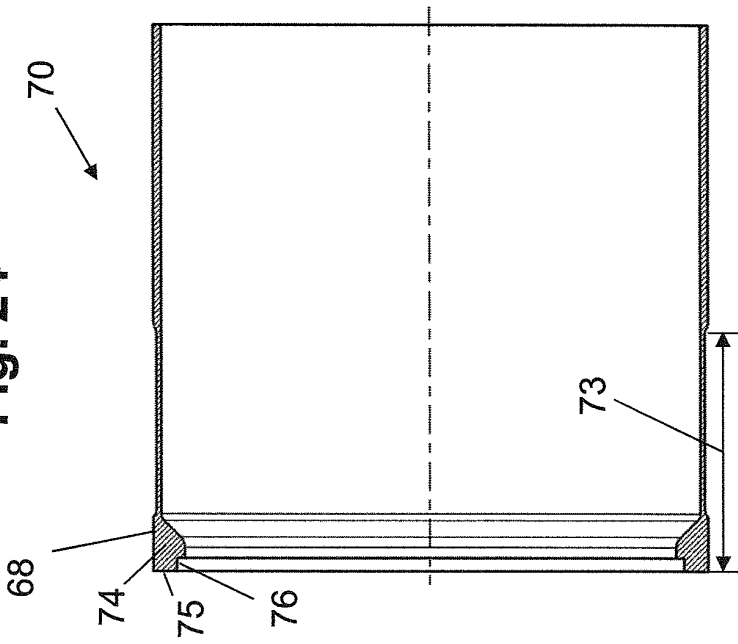
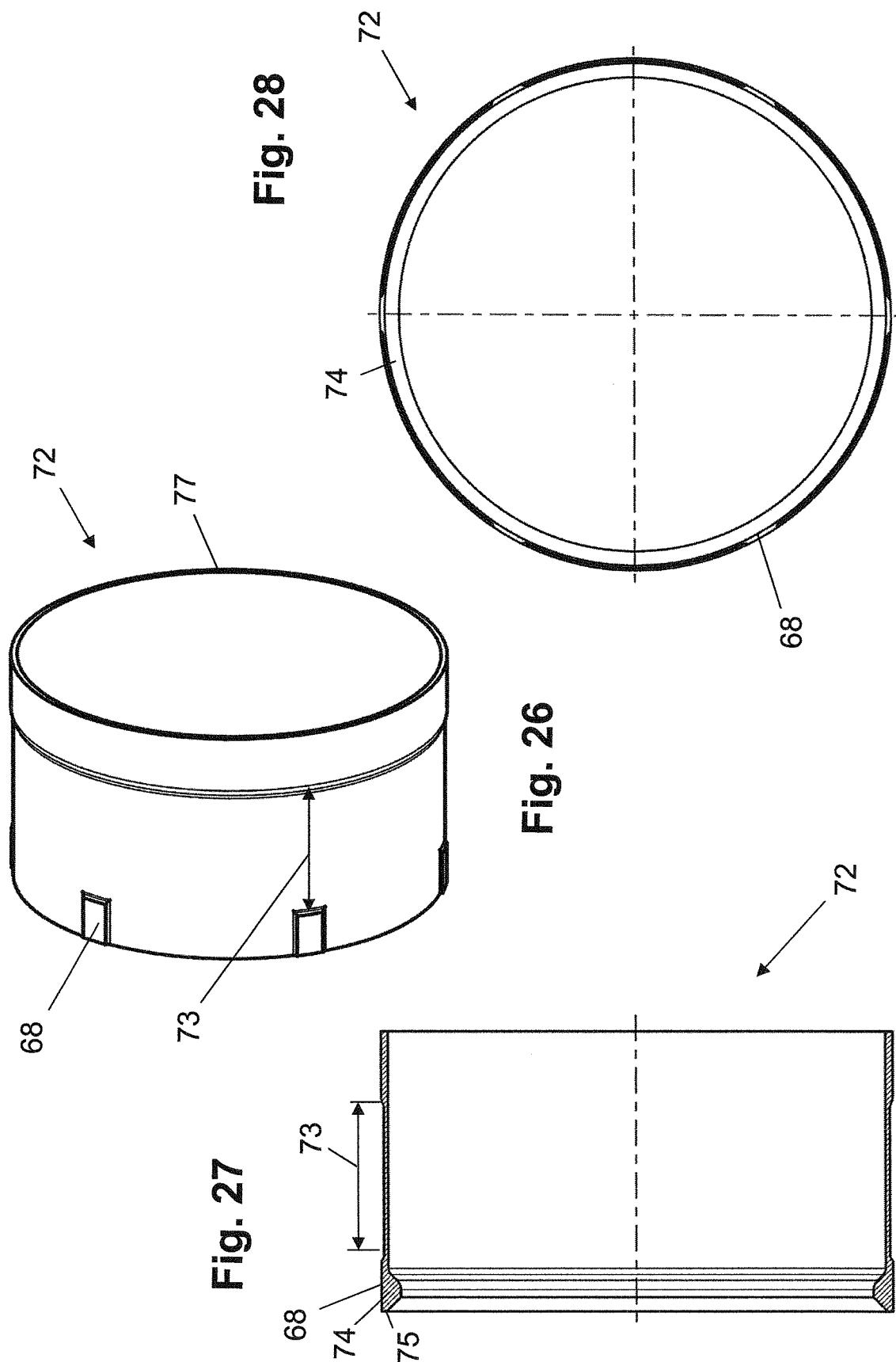


Fig. 24

Fig. 25





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2010057319 A1 [0006]