(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 344 769 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.07.2014 Patentblatt 2014/27

(21) Anmeldenummer: **09782947.7**

(22) Anmeldetag: **14.09.2009**

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 *(2006.01)* ***F04D 29/32*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/061843

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/052056 (14.05.2010 Gazette 2010/19)

(54) **VAKUUMPUMPENROTOR**

VACUUM PUMP ROTOR

ROTOR DE POMPE À VIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **07.11.2008 DE 102008056352**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.07.2011 Patentblatt 2011/29

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH**
50968 Köln (DE)

(72) Erfinder: **HÖLZER, Rainer**
50354 Hürth (DE)

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft**
von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 496 263
CH-A- 529 927
DE-A1- 2 554 995
DE-A1- 10 124 339
JP-A- 60 203 375

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).

EP 2 344 769 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vakuumpumpenrotor, insbesondere einen Turbomolekularpumpenrotor.

[0002] Vakuumpumpenrotoren, wie sie insbesondere bei Turbomolekularpumpen eingesetzt werden, weisen mehrere parallel zueinander angeordnete Rotorscheiben auf, die mit einer Rotorwelle verbunden sind. Da es sich hierbei um äußerst exakt in engen Toleranzen herzustellendes Bauteil handelt, sind derartige Pumpenrotoren häufig einstückig ausgebildet. Die Herstellung der Rotorscheiben einschließlich der eine komplexe Geometrie aufweisenden Rotorflügel erfolgt hierbei aus dem Vollen. Eine derartige Herstellung von Vakuumpumpenrotoren ist äußert komplex und zeitaufwendig. Ferner erfolgt ein hoher Materialabtrag, so dass hohe Mäterial- und Werkzeugkosten entstehen.

[0003] Ferner sind Pumpenrotoren bekannt, bei denen Rotorscheiben auf eine als Hohl- oder Vollwelle ausgebildete Rotorwelle aufgeschrumpft sind. Dies hat den Vorteil, dass die einzelnen Rotorscheiben, insbesondere die Rotorflügel der Rotorscheiben einfach hergestellt werden können. Allerdings bauen derartige Rotoren relativ groß, da zur Realisierung der erforderlichen Stabilität des Rotors der Durchmesser der Welle relativ groß gewählt werden muss. Ferner ist eine glockenförmige Form des Rotors im beschaufelten Bereich nicht möglich.

[0004] Aus CH 529 927 ist eine Vakuumpumpe mit mehreren gesonderten Rotorelementen bekannt. Jedes Rotorelement weist eine Rotorscheibe und einen zylindrischen Ansatz auf. Die einzelnen Rotorelemente sind auf einer Vollwelle angeordnet oder werden über Spannelemente zur Ausbildung einer Vollwelle miteinander verbunden.

[0005] Ferner ist aus JP 60-203375 eine Vakuumpumpe mit gesonderten Rotorelementen bekannt. Zur Ausbildung der Rotorwelle werden die einzelnen Rotorelemente durch zwischen diesen angeordnete Ringe fixiert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen mehrteiligen Vakuumpumpenrotor mit verbessertem Aufbau zu schaffen.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Der erfindungsgemäße Vakuumpumpenrotor, bei dem es sich insbesondere um einen Rotor für eine Turbomolekularpumpe handelt, weist mehrere gesonderte Rotorelemente auf, so dass die Rotorscheiben und die Rotorwelle nicht einstückig ausgebildet sind. Jedes der Rotorelemente weist mehrere, vorzugsweise eine einzige Rotorscheibe auf. Die Rotorscheibe ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet und weist an ihrer Innenseite einen zylindrischen Ansatz auf. Der Ansatz bildet einen Wellenabschnitt des Rotors. Zur Ausbildung des Rotors werden die die Wellenabschnitte bildenden Ansätze insbesondere durch Schrumpfverfahren miteinander verbunden, so dass die Ansätze eine Rotorwelle ausbilden. Die Rotorwelle ist sodann jeweils von mit den einzelnen Ansätzen verbundenen Rotorscheiben umgeben. Da die Rotorwelle durch die Ansätze der Rotorelemente ausgebildet ist, kann eine gesonderte Rotorwelle entfallen. Hierdurch kann der Bauraum des Pumpenrotors gering gehalten werden.

[0009] Erfindungsgemäß erfolgt das Verbinden der Rotorelemente zur Ausbildung der Rotorwelle durch Aufschrumpfen der Ansätze der Rotorelemente.

[0010] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegt eine innere Fügefläche eines Ansatzes eines ersten Rotorelements an einer äußeren Fügefläche eines Ansatzes eines benachbarten Rotorelements an. Besonders bevorzugt ist es, dass das nächste Rotorelement sodann zumindest bezogen auf den Ansatz entsprechend dem ersten Rotorelement ausgebildet ist, so dass dieses mit seiner inneren Fügefläche an einer äußeren Fügefläche des vorhergehenden zwischen den beiden Rotorelementen angeordneten Rotorelement anliegt. Insbesondere jeweils identische Rotorelemente können abwechselnd angeordnet sein, so dass abwechselnd Rotorelemente mit einem innenliegenden und einem außenliegenden Ansatz vorgesehen sind. Das Vorsehen von insbesondere identischen Rotorelementen hat den Vorteil, dass die Herstellungskosten erheblich reduziert werden können.

[0011] Die Ansätze der Rotorelemente sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie ausgehend von der Rotorscheibe in beide Richtungen vorstehen, wobei sich Ansätze benachbarter Rotorelemente jeweils zumindest teilweise überlappen. Selbstverständlich müssen die Rotorelemente an den Enden des Rotors keine nach außen weisenden Ansätze aufweisen, wobei dies gegebenenfalls aus Symmetriegründen des einzelnen Rotorelements zweckmäßig ist, um beim Aufschrumpfen ein Verformen der Rotorscheibe in axialer Richtung des Rotors bzw. Tordieren der Rotorscheibe zu vermeiden. Gegebenenfalls können die Endelemente des Rotors auch einen anderen Aufbau aufweisen.

[0012] Die Rotorelemente sind im Bereich der Ansätze vorzugsweise zu einer Mittelebene spiegelsymmetrisch. Die Mittelebene ist die durch die Rotormitte verlaufende senkrecht zur Rotorlängsrichtung angeordnete Ebene. Hierdurch kann ein Verziehen bzw. Verformen des Rotorelements während des Aufschrumpfens vermieden werden. Insbesondere eine Formveränderung in axialer Richtung der Rotorscheiben ist hierdurch vermieden.

[0013] Mit dem ersten Rotorelement kann zusätzlich ein beispielsweise glockenförmiger Rotorträger verbunden sein. Der Rotorträger ist mit dem Rotorelement vorzugsweise ebenfalls durch Aufschrumpfen verbunden. Der Rotorträger kann entsprechend eines Rotorelements ausgebildet sein, weist in bevorzugter Ausführungsform jedoch eine spezielle Ausgestaltung auf. Diese kann beispielsweise darin bestehen, dass der Rotorträger eine geeignete Führung oder Aufnahme für eine Verbindung mit der Antriebswelle aufweist. Vorzugsweise ist der Rotorträger mit mindestens einer Rotorscheibe verbunden, insbesondere einstückig mit dieser ausgebildet. Der Rotorträger ist insbesondere, wenn es sich

um einen Turbomolekularpumpenrotor handelt vorzugsweise an der Einlassseite des Rotors angeordnet. Mit dem letzten, d.h. in Richtung der Auslassseite als letztes angeordneten Rotorelementen kann ein weiteres Pumpelement, wie eine Drag-Stufe verbunden sein. Auch diese Verbindung kann durch Schrumpfverfahren erfolgen.

[0014] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind zumindest mit einem Teil der Rotorelemente Versteifungselemente wie Armierungen verbunden, die insbesondere aus CFK hergestellt sein können. Die Versteifungselemente sind vorzugsweise mit einer freien Außenfläche des Ansatzes, d.h. einer Fläche, die nicht an einem Ansatz eines benachbarten Rotorelements anliegt, verbunden. Vorzugsweise sind die Versteifungselemente ringförmig ausgebildet und umgeben den gesamten Ansatz. Zur Versteifung der Ansätze des Rotorelements ist auch eine besondere geometrische Ausgestaltung der Ansätze möglich. Hierbei ist es bevorzugt, dass ein innerer Durchmesser der Ansätze der nahe der Rotorscheibe angeordnet ist, einen geringeren Durchmesser als ein auf die Rotorscheibe bezogen entfernterer Bereich des Ansatzes aufweist. Ausgehend von der Rotorscheibe ist der Ansatz somit vorzugsweise nach außen schräg oder konisch ausgebildet.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines Turbomolekularpumpenrotors und

Figuren 2 und 3 Ausschnitte weiterer Ausführungsformen eines Rotorelements im Bereich des Ansatzes.

[0017] Der in Figur 1 dargestellte Vakuumpumpenrotor weist drei Rotorelemente 10, 12, 10 auf, Hierbei sind die beiden Rotorelemente 10 identisch ausgebildet. Jedes Rotorelement 10, 12 weist einen kreisringförmigen, zylindrischen Ansatz 14, 16 auf. Die Ansätze 14, 16 sind jeweils mit einer Rotorscheibe 18 verbunden, die Flügel mit unterschiedlichen Innendurchmessern aufweisen. Die drei R.otorelemente 10, 12 sind über ein Schrumpfverfahren miteinander verbunden. Hierzu ist eine innere Fügefläche 20 des Ansatzes 14 des ersten Rotorelements 10 mit einer äußeren Fügefläche 22 des Ansatzes 16 des zweiten Rotorelements 12 verbunden. Die beiden Ansätze 16, 14 überlappen hierbei in axialer Richtung 24 derart, dass der Ansatz 14 an einer Außenseite 26 der Rotorscheibe 18 des zweiten Rotorelements 12 anliegt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Rotorscheibe 18 des Rotorelements 12 ist ein weiteres Rotorelement 10, dessen Außenabmessung im wesentlichen dem ersten Rotorelement 10 entspricht, angeordnet. Der entsprechende Ansatz 14 überlappt den Ansatz 16 wiederum derart, dass er an einer Außenseite 28 der Rotorscheibe 18 des zweiten Rotorelements 12 anliegt.

[0018] In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist mit dem ersten Rotorelement 10 ein Rotorträger 30 verbunden. Dieser weist ebenfalls einen zylindrischen, ringförmigen Ansatz 32 auf, dessen äußere Fügefläche 34 an der inneren Fügefläche 20 des ersten Rotorelements 10 anliegt, so dass eine Verbindung durch Schrumpfverfahren erfolgt. Der Rotorträger 30 ist einstückig ausgebildet und weist zwei Rotorscheiben 18 auf. Ferner weist der Rotorträger eine zentrale zur Längsachse 36 des Rotors symmetrische Ausnehmung 38 auf. Durch die Ausnehmung 38 kann der Rotorträger 32 mit einer Antriebswelle verbunden werden.

[0019] Auf der gegenüberliegenden Seite des Rotors ist das in Figur 1 untere Rotorelement 10 mit einem weiteren in der Geometrie etwas anders ausgebildeten Rotorelement 40 verbunden. Das Rotorelement 40 weist einen sich radial nach außen erstreckenden Körper 42 auf, der an der Innenseite wiederum mit einem Ansatz 44 verbunden ist. Eine äußere Fügefläche 46 des Ansatzes 44 ist mit einer inneren Fügefläche 28 des Ansatzes 14 durch Aufschrumpfen verbunden. Das Rotorelement 40 weist ebenfalls eine einstückig mit dem Körper 42 verbundene Rotorscheibe 18 auf. Der Körper 42 weist eine ringförmige symmetrisch zur Längsachse angeordnete Aufnahmefläche 50 auf. Über die Aufnahmefläche 50 kann ein weiteres Pumpelement 52, wie eine Drag-Stufe ebenfalls durch Aufschrumpfen verbunden werden.

[0020] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, bilden die Ansätze 14, 16, 44 jeweils Wellenabschnitte, die in verbundenem Zustand eine Rotorwelle ausbilden. Eine gesonderte Rotorwelle, auf die die Rotorelementen aufgeschrumpft werden, ist erfindungsgemäß nicht erforderlich.

[0021] An freien Außenflächen 54 der Ansätze 14 der Rotorelemente 10 sind bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildete Versteifungselemente 56 angeordnet. Hierbei kann es sich um ringförmige Armierungen aus CFK handeln.

[0022] Weitere Möglichkeiten, um ein Versteifen der Ansätze 14 zu realisieren, sind in den Figuren 2 und 3 dargestellt. Diese dienen insbesondere dazu, dass beim Aufschrumpfen ein Verformen, wie Tordieren der Rotorscheiben 18 vermieden ist.

[0023] Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform sind die freien Außenflächen 54 der Ansätze 14 derart ausgebildet, dass die Durchmesser, bezogen auf die Rotorscheiben, im nahen Bereich 58 kleiner sind als in einem, bezogen auf die Rotorscheibe, entfernten Bereich 60. Bei dem in Figur 2 dargestellten kontinuierlichen Übergang zwischen dem unterschiedlichen Durchmesser entsteht somit eine sich konisch erweiternde freie Außenfläche 54. Bei der in Figur 3 dargestellten alternativen Ausführungsform ist in dem auf die Rotorscheibe 18 bezogenen fernen Bereich 60 eine zylindrische Stufe vorgesehen, um eine definierte Kante in dem Bereich 60 zu gewährleisten.

[0024] In bevorzugter Ausführungsform sind die in den Figuren 2, 3 dargestellten Rotorelemente 10 zu einer Mittelebene 62 symmetrisch ausgebildet. Dies gilt in bevorzugter Ausführungsform auch für die Rotorelemente 10, 12 gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpenrotor, insbesondere Turbomolekularpumpenrotor, mit
mehreren gesonderten Rotorelementen (10, 12),
wobei jedes Rotorelement (10, 12) mindestens eine Rotorscheibe (18) aufweist, die mit einem zylindrischen Ansatz (14, 16) verbunden ist, der einen Wellenabschnitt des Rotors ausbildet und
wobei die Rotorelemente (10, 12) derart miteinander verbunden sind, dass die Ansätze (14, 16) eine Rotorwelle ausbilden,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ansätze (14, 16) durch Aufschrumpfen miteinander verbunden sind.

2. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine innere Fügefläche (22) eines Ansatzes (14) eines ersten Rotorelements (10) an einer äußeren Fügefläche (20) eines Ansatzes (16) eines benachbarten Rotorelements (12) anliegt.

3. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Ansätze (14, 16) benachbarter Rotorelemente (10, 12) zumindest teilweise überlappen.

4. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Rotorelemente (10, 12) zu seiner Mittelebene spiegelsymmetrisch ausgebildet ist.

5. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Rotorelemente (10) identisch ausgebildet sind, wobei vorzugsweise zwischen zwei identischen Rotorelementen (10) ein weiteres Rotorelement (12) angeordnet ist.

6. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Außenfläche (54) des Ansatzes (14) bei zumindest einem Teil der Rotorelemente (10) mit einem insbesondere ringförmigen den Ansatz (14) vorzugsweise umgebenden Versteifungselement (56) verbunden ist.

7. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Außenfläche (54) des Ansatzes (14) bei zumindest einem Teil der Rotorelemente (10) in einem zur Rotorscheibe (18) nahen Bereich (58) einen geringeren Durchmesser als in einem zur Rotorscheibe (18) fernen Bereich (60) aufweist.

8. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem ersten Rotorelement (10) ein Rotorträger (30) insbesondere durch Aufschrumpfen verbunden ist.

9. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorträger (30) mit mindestens einer Rotorscheibe (18) insbesondere einstückig verbunden ist.

10. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit einem letzten Rotorelement (40) ein weiteres Pumpelement (52) verbunden ist.

Claims

1. A vacuum pump rotor, particularly a turbomolecular pump rotor, comprising
a plurality of separate rotor elements (10,12),
each rotor element (10,12) comprising at least one rotor disk (18) connected to a cylindrical projection (14,16) which forms a shaft section of the rotor, and
the rotor elements (10,12) being connected to each other in such a manner that the projections (14,16) form a rotor shaft,
characterized in that
the projections (14,16) are connected to each other by shrink-fitting.

2. The vacuum pump rotor according to claim 1, **characterized in that** an inner joint face (22) of a projection (14) of a first rotor element (10) is in abutment on an outer joint face (20) of a projection (16) of an adjacent rotor element (12).

3. The vacuum pump rotor according to claim 1 or 2, **characterized in that** the projections (14,16) of adjacent rotor elements (10,12) at least partially overlap each other.

4. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** at least part of the rotor elements (10,12) are mirrorsymmetrical relative to its center plane.

5. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** at least two rotor elements (10) are of an identical design, a further rotor element (12) being preferably arranged between two identical rotor elements (10).

6. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that**, in at least part of the rotor elements (10), a free outer surface (54) of the projection (14) is connected to a preferably annular stiffening element (56) preferably surrounding the projection (14).

7. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that**, in at least part of the rotor elements (10), a free outer surface (54) of the projection (14) has a smaller diameter in an area (58) close to the rotor disk (18) than in an area (60) remote from the rotor disk (18).

8. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** a rotor support (30) is connected to the first rotor element (10), preferably by shrink-fitting.

9. The vacuum pump rotor according to claim 8, **characterized in that** the rotor support (30) is connected to at least one rotor disk (18), preferably by a one-pieced connection.

10. The vacuum pump rotor according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** a further pump element (52) is connected to the last pump element (40).

Revendications

1. Rotor de pompe à vide, en particulier rotor de pompe turbomoléculaire, avec
plusieurs éléments de rotor (10, 12) séparés,
chaque élément de rotor (10, 12) présentant au moins un disque de rotor (18) qui est raccordé à un embout (14, 16) cylindrique qui constitue un segment d'arbre du rotor, et
les éléments de rotor (10, 12) étant raccordés les uns aux autres de telle sorte que les embouts (14, 16) constituent un arbre de rotor,
caractérisé en ce que
les embouts (14, 16) sont raccordés les uns aux autres par frettage.

2. Rotor de pompe à vide selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une surface de jonction (22) intérieure d'un embout (14) d'un premier élément de rotor (10) est adjacente à une surface de jonction (20) extérieure d'un embout (16) d'un élément de rotor (12) voisin.

3. Rotor de pompe à vide selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les embouts (14, 16) d'éléments de rotor (10, 12) voisins se chevauchent au moins partiellement.

4. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des éléments de rotor (10, 12) est constituée en symétrie miroir par rapport à son plan médian.

5. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**au moins deux éléments de rotor (10) sont constitués de façon identique, un autre élément de rotor (12) étant de préférence disposé entre deux éléments de rotor (10) identiques.

6. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une surface extérieure (54) libre de l'embout (14) est, au niveau d'au moins une partie des éléments de rotor (10), raccordée à un élément raidisseur (56) en particulier annulaire entourant de préférence l'embout (14).

7. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**une surface extérieure (54) libre de l'embout (14) présente, au niveau d'au moins une partie des éléments de rotor (10), dans une zone (58) proche du disque de rotor (18), un diamètre plus faible que dans une zone (60) éloignée du disque de rotor (18).

8. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**un support de rotor (30) est raccordé au premier élément de rotor (10), en particulier par frettage.

9. Rotor de pompe à vide selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le support de rotor (30) est raccordé, en particulier d'un seul tenant, à au moins un disque de rotor (18).

10. Rotor de pompe à vide selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**un autre élément de pompe (52) est raccordé à un dernier élément de rotor (40).

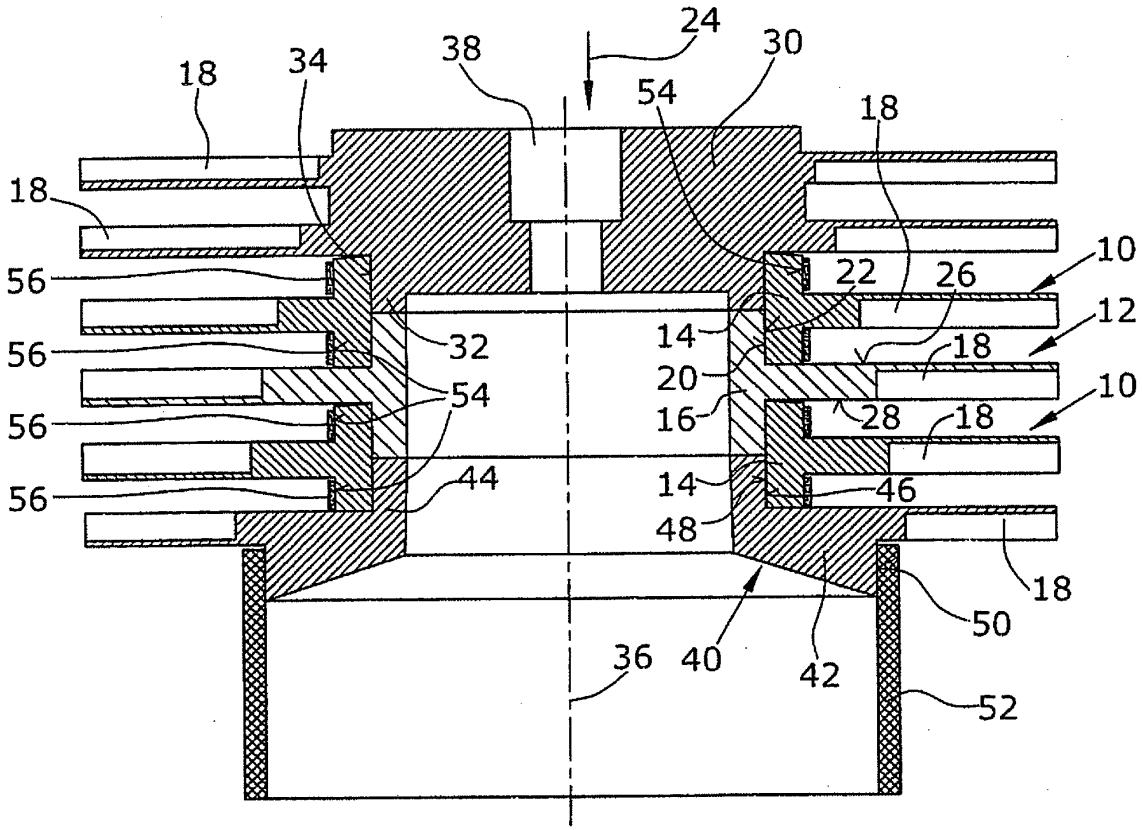

24
38
30
18
34
54
18
18
10
56
22
26
12
56
32
14
18
54
20
10
56
16
28
18
44
14
46
56
48
18
50
36
40
42
52

Fig.1

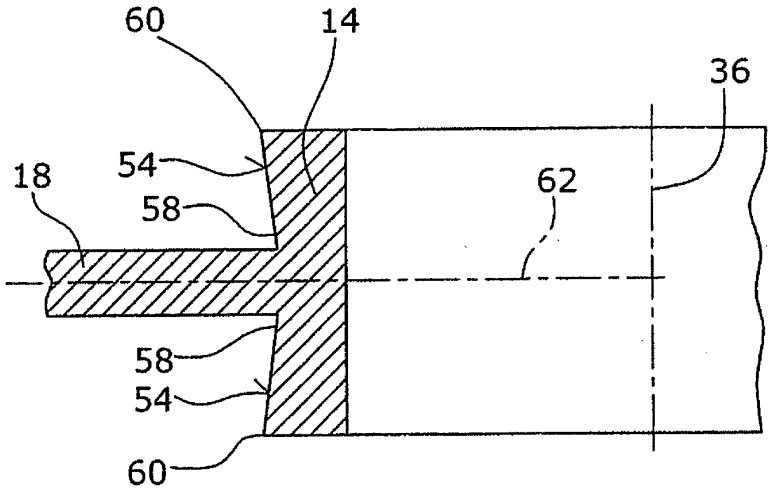

60
14
36
54
18
62
58
58
54
60

Fig.2

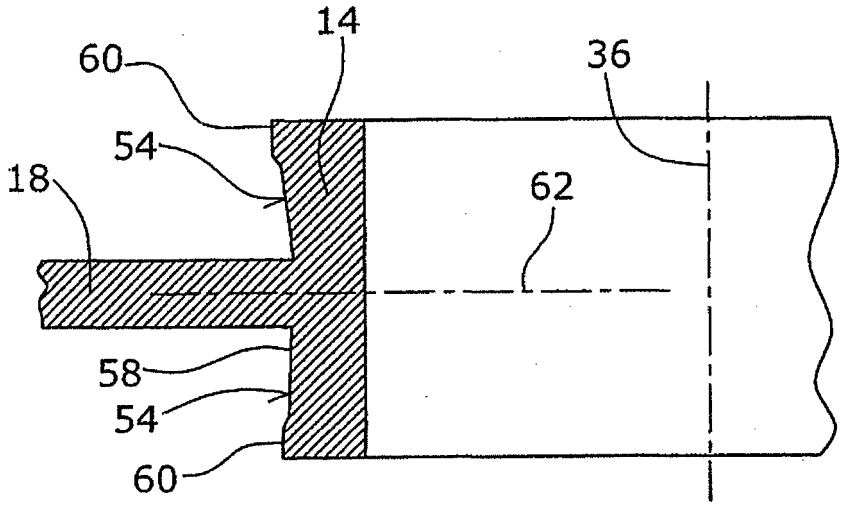


Fig.3

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

- CH 529927 **[0004]**
- JP 60203375 A **[0005]**