





Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

shoulder (CS2) are brought, in a first axial end position (EP1), to bear against one another in a sealing manner, wherein the first cover (CV1) is fitted onto the inner bundle (IB) in an axially displaceable manner such that, in the first end position (EP1) of the inner bundle (IB) with respect to the casing (CAS), the first cover (CV1) can be displaced axially, relative to the inner bundle (IB) and the casing (CAS), into a second end position (EP2), wherein the first cover (CV1) has a first bearing surface (SS1) and the casing (CAS) has a second bearing surface (SS2), wherein, in the second end position (EP2) of the first cover (CV1), the first bearing surface (SS1) and the second bearing surface (SS2) bear against one another in a sealing manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) und ein Verfahren zur Montage dieser Maschine. Die Radialfluidenergiemaschine (RTF) umfasst ein Gehäuse (CAS) und ein Innenbündel (IB), wobei das Innenbündel (IB) einen Rotor (R) umfasst, der sich entlang einer Achse (X) erstreckt, wobei das Gehäuse (CAS) axial stirnseitig auf einer ersten axialen Seite (S1) eine erste Öffnung (CAO1) aufweist, wobei die erste Öffnung (CAO1) mittels eines ersten Deckels (CV1) des Gehäuses (CAS) verschließbar ist. Damit die Montage effizienter wird, schlägt die Erfindung vor, dass das Gehäuse (CAS) einen Gehäusemantel (CCV) aufweist, der eine radial nach innen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Anlageschulter (CS1) aufweist, wobei das Innenbündel (IB) eine radial nach außen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende zweite Anlageschulter (CS2) aufweist, wobei die erste Anlageschulter (CS1) und die zweite Anlageschulter (CS2) in einer ersten axialen Endlage (EP1) zueinander in eine dichtende Anlage gebracht werden, wobei der erste Deckel CV1 axial verschieblich an dem Innenbündel (IB) angebracht ist, derart, dass in der ersten Endlage (EP1) des Innenbündels (IB) zu dem Gehäuse (CAS) der erste Deckel (CV1) in eine zweite Endlage (EP2) relativ zu dem Innenbündel (IB) und dem Gehäuse (CAS) axial verschieblich ist, wobei der erste Deckel (CV1) eine erste Anlagefläche (SS1) aufweist und das Gehäuse (CAS) eine zweite Anlagefläche (SS2) aufweist, wobei in der zweiten Endposition (EP2) des ersten Deckels (CV1) die erste Anlagefläche (SS1) und die zweite Anlagefläche (SS2) dichtend aneinander liegen.

MONTAGE EINER RADIALTURBOMASCHINE DURCH AXIALE EINFÜHRUNG EINES BÜNDELS IN EIN TOPFGEHÄUSE, WOBEI DER BÜNDEL EINEN DECKEL UMFASST, DER AXIAL VERSCHIEBLICH AN DEM BÜNDEL GEHALTEN WIRD

Die Erfindung betrifft Radialturbofluidenergiemaschine umfassend ein Gehäuse und ein Innenbündel, wobei das Innenbündel einen Rotor umfasst, der sich entlang einer Achse erstreckt, wobei das Gehäuse axial stirnseitig auf einer ersten axialen Seite S1 eine erste Öffnung aufweist, wobei die erste Öffnung mittels eines ersten Deckels des Gehäuses verschließbar ist

Das bevorzugte Anwendungsgebiet der Erfindung ist unter den Radialturbofluidenergiemaschinen die Radialturboverdichter. Grundsätzlich ist die Anwendung der Erfindung auch für Radialturboexpander sinnvoll, wobei sich die nachfolgende Darlegung in der Regel auf Radialturboverdichter konzentriert. Für den Fachmann ist es in dem Zusammenhang möglich, unter gedanklicher Umkehr der Strömungsrichtung und gedanklichem Austausch eines Antriebes durch einen Abtrieb an dem Rotor die erfindungsgemäßen Erkenntnisse auf einen Radialturboexpander anzuwenden.

Im Zusammenhang mit der Erfindung beziehen sich Begriffe, wie axial, tangential, radial oder Umfangsrichtung stets auf eine Rotorachse der Radialturbofluidenergiemaschine, wenn dies nicht anders angegeben ist.

Radialturboverdichter werden in der Regel dazu benutzt, ein Prozessfluid auf einen höheren Druck beziehungsweise eine höhere Dichte zu befördern. Das Prozessfluid ist hierbei regelmäßig kompressibel beschaffen, so dass eine Volumenkontraktion im Verdichtungsprozess stattfindet.

Insbesondere bei höheren Drücken ist es üblich, dass ein äußeres Gehäuse des Radialturboverdichters in Topfbauweise ausgebildet ist, so dass es keine sich parallel zur Rotationsachse erstreckende Teilfuge gibt. Dementsprechend ist das Gehäuse dann mantelförmig in Umfangsrichtung ungeteilt ausgebildet und wird zumindest auf einer Seite, bevorzugt auf bei-

den axialen Stirnseiten mittels eines Deckels verschlossen.
Der stirnseitige Verschluss mittels eines Deckels kann bei
einer mit horizontal verlaufender Rotationsachse vorgesehener
Aufstellung der Maschine auch als eine vertikale Teilfuge des
5 Gehäuses beschrieben werden.

Ein mit auf beiden Seiten mittels eines Deckels stirnseitig
axial verschlossenes Gehäuse mit dementsprechendem
Gehäusemantel - aber mit einer zusätzlichen horizontalen
10 Teilfuge entlang der Rotationsachse - ist bereits aus der
WO 2012041757 A1 bekannt. Bei der dort dargestellten Maschine
wird zunächst die Gehäuseunterhälfte bereitgestellt und an-
schließend wird der Rotor als ein Bestandteil eines Innenbün-
dels umfassend die rotierenden strömungsleitenden und die
15 stehenden strömungsleitenden Elemente gemeinsam mit stirnsei-
tig das Gehäuse verschließendem Deckeln in die
Gehäuseunterhälfte eingelegt. Besonders vorteilhaft ist zu-
mindest auf einer Stirnseite der Deckel in axialer Anlage von
innen gegen einen Gehäuseabsatz an der Gehäuseöffnung der
20 Stirnseite dichtend angelegt, so dass ein erhöhter Innendruck
dafür sorgt, dass der stirnseitige Deckel gegen den
Gehäuseabsatz nach außen dichtend angepresst wird. Eine Be-
festigung des Deckels ist daher nur für den Fall erforder-
lich, dass sich im inneren des Verdichters ein Unterdruck
25 etabliert, so dass die den Deckel befestigenden Befestigungs-
elemente nicht besonders groß ausfallen.

Ein Nachteil dieser bekannten Vorrichtung besteht darin, dass
die Teilfuge des Gehäuses einerseits zur Montage notwendig
30 ist und andererseits den Druckbereich des Einsatzes der Ma-
schine einschränkt beziehungsweise die Teilfuge für hohe Be-
triebsdrücke besonders massiv ausgebildet werden muss, so
dass ein hoher Raumbedarf und sehr hohe Kosten entstehen. An-
dererseits ist die horizontale Teilfuge für die Montage die-
35 ser Maschine sehr wichtig, da ein axiales Einführen des In-
nenbündels bei einer Topfbauweise des Gehäuses zu Undichtig-
keiten führt, wenn der stirnseitige Deckel mit dem Innenbün-
del zusammen als eine Einheit axial eingeführt wird und eine

erste sich in Umfangsrichtung erstreckende Dichtung des Deckels dichtend an dem Gehäusemantel anliegen muss und eine zweite, sich in Umfangsrichtung erstreckende Dichtung zwischen dem Innenbündel und dem inneren Umfang des Gehäuses zur Abdichtung der Einströmung gegenüber der Abströmung aus dem Verdichter ebenfalls axial dichtend anliegen muss, so dass es zu einer technisch kaum realisierbaren Lagetoleranz zwischen diesen beiden Dichtflächen an dem Gehäuse und an dem Innenbündel kommt. Aus diesem Grund ist es bis jetzt nicht gelungen, derartige Verdichter durch axiales Einführen des Innenbündels einschließlich eines stirnseitigen Gehäusedeckels zu montieren, insbesondere, wenn die Maschine mit vertretbarem Fertigungsaufwand z.B. mit einer Leistung größer als 2 Megawatt betrieben werden soll.

Die Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, eine Radialturbofluidenergiemaschine der eingangs genannten Art und ein Verfahren zur Montage einer solchen Maschine zu schaffen, bei der die oben genannten Probleme zumindest teilweise behoben sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung eine Radialturbofluidenergiemaschine nach Anspruch 1 und ein Montageverfahren gemäß dem unabhängigen Verfahrensanspruch vor. Die jeweils rückbezogenen Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Das Gehäuse nach der Erfindung kann geteilt oder ungeteilt in Umfangsrichtung ausgebildet sein, wobei die Vorteile der Erfindung besonders zum Tragen kommen bei einer sogenannten Topfbauweise, also einer in Umfangsrichtung ungeteilten Ausbildung eines Gehäusemantels, der Bestandteil des Gehäuses ist und auf mindestens einer axialen Stirnseite eine mittels eines Deckels verschlossene erste Öffnung aufweist. Besonders bevorzugt ist die Ausbildung des Gehäuses mit einem Gehäusemantel, der auf beiden axialen Stirnseiten eine mittels eines Deckels verschließbare Öffnung aufweist, so dass die beiden axialen Stirnseiten und die gegebenenfalls an die-

sen Rotorenden vorgesehenen Lagerungs- und Dichtungskomponenten und weitere Module bei Entfernung des Deckels zugänglich werden.

- 5 Eine andere Funktion des Deckels kann auch darin bestehen, die Rotorlage beeinflussende Module zu befestigen und auf diese Weise eine nur kurze Toleranzkette zu erreichen zwischen den rotierenden und den stehenden Bauteilen der Maschine. Statt externer Lagerböcke, die auf einer gemeinsamen
10 Plattform mit der Unterstützung des Gehäuses angebracht sind, ist es in diesem Sinne vorteilhaft, wenn die Lager bzw. Lagerböcke direkt an dem Deckel, der die axialen Stirnseiten jeweils verschließt, angebracht sind.
- 15 Nach der Erfindung ist es möglich, den Deckel auf zumindest einer axialen Stirnseite als Bestandteil des Innenbündels gemeinsam mit dem Rotor und sämtlichen strömungsführenden Komponenten des Innenbündels von einer Seite axial in das Gehäuse einzuführen, so dass eine erste Dichtung zwischen dem Innenbündel und der inneren Oberfläche des Gehäuses bzw.
20 Gehäusemantels dichtend zur Anlage kommt und in Folge der axialen Beweglichkeit des Deckels gegenüber dem Rest des Innenbündels der Deckel bei Erreichen einer ersten Endposition des Innenbündels gegenüber dem Gehäuse in eine zweite Endposition axial versetzt werden kann, so dass es zu einer dichtenden Anlage an einer zweiten Dichtung zwischen dem Deckel und dem Gehäuse kommt. Im Anschluss an das Einführen des Innenbündels kann im Rahmen der Montage die andere axiale
25 Stirnseite mittels eines zweiten Deckels verschlossen werden.
- 30 In dem Zusammenhang ist es natürlich äußerst zweckmäßig, wenn die zweite Öffnung des Gehäuses auf den Außendurchmesser des Innenbündels abgestimmt ist, so dass ein axiales Einführen des Innenbündels in das Gehäuse bis zum Erreichen der ersten Endposition möglich ist einschließlich des ersten Deckels,
35 der bevorzugt mit nur einem axialen Bewegungsfreiheitsgrad an dem Innenbündel befestigt ist. Zur Befestigung des ersten Deckels als Bestandteil des Innenbündels an einem Verdichterbündel des Innenbündels ist es besonders bevorzugt,

einen Kragarm an dem Verdichterbündel vorzusehen, der sich axial ausgehend von dem Verdichterbündel in Richtung des ersten Deckels erstreckt und diesen bis auf einen axialen Bewegungsfreiheitsgrad radial fixiert. Auf diese Weise wird das Innenbündel umfassend das Verdichterbündel und den ersten Deckel zu einer transportierbaren Einheit und kann beispielsweise mittels entsprechender Anschlagmittel an einen Kran angehängt werden oder entlang einer Schiene, bevorzugt auf Rollen, in das Gehäuse axial eingerollt werden. Der Kragarm ist bevorzugt an dem Verdichterbündel derart angebracht, dass der Deckel an dem Kragarm angehängt gegen die Gewichtskraft in der bevorzugten Transport- und Montageausrichtung abgestützt ist.

Besonders bevorzugt zur Vermeidung von Kollisionsschäden an dem Rotor oder den stehenden Bauteilen ist die Ausrüstung dieser transportierbaren Einheit beziehungsweise des Innenbündels mit einem Distanzstück, das sich in einen Spalt einführen lässt zwischen dem ersten Deckel und der Rotoroberfläche. Dieses Distanzstück sorgt dafür, dass der Spalt radial aufrechterhalten wird zwischen dem ersten Deckel und dem Rotor und es an keiner Stelle zu einer etwaigen beschädigenden Spielüberbrückung kommt. Bevorzugt ist dieses Distanzstück ringförmig ausgebildet. Es kann in Umfangsrichtung segmentiert sein, so dass es in Teilen in den Spalt eingesetzt werden kann und entfernt werden kann. Besonders bevorzugt ist es hierbei, dass das Distanzstück von außen zugänglich ist, so dass es von außen in den Spalt eingesetzt werden kann und aus dem Spalt entnommen werden kann. Der Begriff außen bezieht sich hierbei – wie auch in den übrigen Zusammenhängen dieser Erfindung, wenn nicht anders angegeben – auf das Äußere bzw. komplementär auf das Innere des Gehäuses der Radialturbofluidenergiemaschine. Ist dementsprechend der erste Deckel in die zweite Endposition verschoben, kann das Distanzstück bei entsprechender Sicherung der Rotorposition insbesondere in radialer Richtung von außen aus dem Spalt zwischen dem ersten Deckel und dem Rotor entfernt werden.

Besonders bevorzugt ist das Distanzstück derart ausgebildet, dass es die axiale Beweglichkeit des Rotors relativ zu dem Rest des Innenbündels einschränkt - zumindest in eine axiale Verlagerungsrichtung. Dies geschieht beispielsweise durch eine zumindest axiale Sicherung des Distanzstückes an dem ersten Deckel und einer axialen Anlage des Distanzstückes an einem Wellenabsatz des Rotors.

Auf der zweiten axialen Stirnseite, wo bevorzugt ein zweiter Deckel als Bestandteil des Innenbündels eine axiale stirnseitige Öffnung des Gehäuses verschließt, ist es besonders bevorzugt, wenn ein zweites Distanzstück zwischen diesem zweiten Deckel und dem Rotor vorgesehen ist, der die axiale Beweglichkeit der Welle des Rotors gegenüber dem Rest des Innenbündels derart einschränkt, dass in Zusammenwirken mit dem ersten Distanzstück ein axialer Versatz der Rotorwelle gegenüber dem Rest des Innenbündels ausgeschlossen ist. Ebenfalls für dieses zweite Distanzstück ist eine Zugänglichkeit von außen sinnvoll, so dass ein Einführen und Entnehmen dieses zweiten Distanzstücks in einen Spalt zwischen dem Rotor und dem zweiten Deckel stattfinden kann.

Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung sieht vor, dass die Radialturbofluidenergiemaschine einen Eintrittsleitapparat aufweist, der Bestandteil des Innenbündels ist. Dieser Eintrittsleitapparat ist mit verstellbaren Leitschaufeln ausgestattet und dient der Strömungsführung eines Prozessfluids bei der Einströmung von einem Einlassraum in die Verdichterstufen beziehungsweise stromaufwärts der einzelnen Laufräder der Verdichterstufen. Der Eintrittsleitapparat verbindet hierbei das Verdichterbündel mit dem ersten Deckel, wobei der Eintrittsleitapparat einen sich ringförmig in Umfangsrichtung erstreckenden Strömungskanal aufweist, der die Strömung von einer im Wesentlichen radialen Richtung in eine im Wesentlichen axiale Richtung in das erste Laufrad führt. Der Strömungskanal wird hierbei zumindest teilweise von einer Verdichterbündel-seitigen ersten Strömungskontur und einer Deckel-seitigen zweiten Strömungskontur gebildet. Die Leit-

schaufeln des Eintrittsleitapparates befinden sich zwischen diesen beiden Strömungskonturen den Spalt zumindest an einem Teilabschnitt der Strömungskonturen in Umfangsrichtung segmentierend. Bevorzugt erstecken sich die Schaufeln hierbei mit einer Schaufeldrehachse parallel zur Axialrichtung. Besonders bevorzugt definieren die Strömungskonturen in dem Bereich der Laufschaufeln einen im Wesentlichen radialen und in Umfangsrichtung ringförmigen Strömungskanal.

Nach der Erfindung sieht eine bevorzugte Ausführung vor, dass die erste Strömungskontur, der Eintrittsleitapparat, die zweite Strömungskontur und der Deckel als Bestandteil des Innenbündels gegenüber dem Verdichterbündel in Axialrichtung verschieblich ausgebildet sind. Bevor der erste Deckel des Innenbündels eine zweite Endposition erreicht hat und wenn das Verdichterbündel bereits in der ersten Endposition angekommen ist, gibt es bevorzugt einen Versatz in dem Strömungskanal, der das Prozessfluid der ersten Laufschaufel zuführt in Axialrichtung zwischen einem Eintritt in die erste Laufschaufel und dem von der ersten Strömungskontur und der zweiten Strömungskontur definierten Strömungskanal. Erst, wenn der erste Deckel in die zweite Endposition gegenüber dem Verdichterbündel und dem Gehäusemantel axial verschoben worden ist, befindet sich auch der Strömungskanal vor dem Eintritt in das erste Laufrad der ersten Verdichterstufe der Radialturbofluidenergiemaschine in einem strömungstechnischen Endzustand, da dann auch die erste Strömungskontur und die zweite Strömungskontur plangemäß mit der übrigen Aerodynamik vollständig - insbesondere axial - ausgerichtet sind.

Im Folgenden ist die Erfindung anhang eines speziellen Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Längsschnitts durch eine Radialturbofluidenergiemaschine nach der Erfindung,

Figur 2: ein Detail aus der Figur 1 bezeichnet mit II in der Figur 1.

Figur 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine Radialturbofluidenergiemaschine RTF nach der Erfindung, wobei vorliegend die Radialturbofluidenergiemaschine RTF als Radialturboverdichter ausgebildet ist.

Die Radialturbofluidenergiemaschine RTF weist ein Gehäuse CAS auf, das einen Gehäusemantel CCV mit im Wesentlichen zylindrischer Formgebung mit einer Zylinderachse in Richtung einer Rotationsachse X aufweist. Der Gehäusemantel CCV des Gehäuses CAS ist auf einer ersten axialen Stirnseite S1 mit einer axial stirnseitigen ersten Öffnung CA01 versehen, die mit einem ersten Deckel CV1 des Gehäuses CAS verschlossen ist. Auf einer gegenüberliegenden zweiten axialen Stirnseite S2 ist eine axial stirnseitige Öffnung des Gehäusemantels CCV mit einem zweiten Deckel CV2 des Gehäuses CAS verschlossen. Die beiden Deckel CV1, CV2 weisen jeweils eine Durchgangsöffnung TH1, TH2 auf, durch die sich die Welle eines Rotors R entlang der Rotationsachse X erstreckt. In nicht dargestellter Weise ist die Welle des Rotors R mit an den Deckeln CV1, CV2 angebrachten Lagern gelagert und das Innere des Gehäuses CAS ist in nicht dargestellter Weise mittels an den beiden Stirnseiten im Bereich der Durchgangsöffnungen TH1, TH2 vorgesehenen Wellendichtungen abgedichtet.

Der Gehäusemantel CCV ist in Umfangsrichtung ungeteilt ausgebildet, so dass sich keine parallel zu der Rotationsachse X erstreckende Teilfuge ergibt. Die Zugänglichkeit des Inneren des Gehäuses CAS ergibt sich durch die axial stirnseitigen Öffnungen CA01, CA02 des Gehäusemantels CCV. Die erste Öffnung CA01 erstreckt sich nicht über den gesamten Durchmesser des Gehäusemantels CCV und ist kleiner als die zweite Öffnung CA02, die groß genug ausgebildet ist, dass ein Innenbündel IB axial in das Gehäuse CAS durch diese Öffnung eingeführt werden kann.

Das Innenbündel IB umfasst ein Verdichterbündel CB und ein Innenbündelgehäuse IBC, wobei das Verdichterbündel CB strömungsführende rotierende und stehende Komponenten umfasst und das Innenbündelgehäuse IBC auch der Zusammenfassung der Bauteile des zu dem Innenbündel IB zugehörigen Komponenten zu einer transportablen Einheit dient.

Während der erste Deckel CV1 von axial innen in seine Endlage geführt wird, wird der zweite Deckel CV2 von axial außen in seine Endlage an dem Gehäuse CAS in seine Endlage gebracht.

Der erste Deckel CV1 weist eine erste Anlagefläche SS1 auf, das Gehäuse weist eine zweite Anlagefläche SS2 auf und die beiden Anlageflächen SS1 und SS2 sind derart ausgebildet, dass der erste Deckel CV1 in einer Endlage derart positioniert ist, dass die erste Anlagefläche SS1 die zweite Anlagefläche SS2 dichtend von innen aneinander anliegen, so dass bei einem erhöhten Innendruck sich die Anpresskraft dieser beiden Anlageflächen SS1, SS2 um das Produkt der Deckelfläche mit dem Innenüberdruck gegenüber einem drucklosen Anpressdruck verstärkt. Aus diesem Grund ist es nur erforderlich, den ersten Deckel CV1 an dem restlichen Gehäuse CAS gegenüber einer Belastung unter einem Vakuum im Inneren der Radialturbofluidenergiemaschine an dem Gehäusemantel CCV zu befestigen.

Der Gehäusemantel CCV setzt sich in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung gemäß Figur 1 aus einem ersten sich ausschließlich in zylindrischer Umfangsrichtung erstreckendem Abschnitt SC1 und einem zweiten Abschnitt SC2 zusammen, welche Abschnitte bevorzugt stoffschlüssig, bevorzugt mittels einer Schweißnaht WD sich in Umfangsrichtung erstreckend verbunden sind, wobei der zweite Abschnitt SC2 die erste Öffnung CA01 gegenüber dem Innendurchmesser des Gehäusemantels CCV verkleinernd ringförmig umgibt und die zweite Anlagefläche SS2 für die erste Anlagefläche SS1 des ersten Deckels CV1 umfasst bzw. ausbildet.

Das Innenbündel IB, das ein Verdichterbündel CB, ein Innenbündelgehäuse IBC und den ersten Deckel CV1 umfasst, umfasst bevorzugt weitere Komponenten, insbesondere einen Eintrittsleitapparat IGV. Der Eintrittsleitapparat ist an dem ersten Deckel CV1 befestigt, wobei Leitschaufeln VGV die Strömung eines Prozessfluids PF stromaufwärts vor einem ersten Laufrad IMP1 ausrichtet. Der Eintrittsleitapparat IGV umfasst eine erste Strömungskontur FC1 und eine zweite Strömungskontur FC2, die mittels der Leitschaufeln VGV in Verbindung stehen. Die Leitschaufeln VGV sind über eine Verstelleinrichtung, die sich durch den ersten Deckel CV1 hindurch erstreckt, verstellbar. Wie in Figur 2 im Einzelnen dargestellt, ist an dem ersten Deckel CV1 neben dem Eintrittsleitapparat IGV auch ein Lagergehäuse HBS befestigt.

Das Innenbündel IB umfasst an strömungsführenden Komponenten auf der Rotorseite ein erstes Laufrad IMP1, ein zweites Laufrad IMP2, ein drittes Laufrad IMP3, ein viertes Laufrad IMP4, ein fünftes Laufrad IMP5 und ein sechstes Laufrad IMP6. Die dargestellte Radialturbofluidenergiemaschine RFT ist zweiflutig ausgebildet, wobei eine erste Einströmung IL1 das Prozessfluid PF über den Eintrittsleitapparat IGV dem ersten Laufrad IMP1 zuleitet. Hinter dem dritten Laufrad IMP3 erreicht das Prozessfluid PF die erste Sammelspirale CL1. Über eine nicht dargestellte Leitung erreicht das Prozessfluid PF die zweite Einströmung IL2. Von dort auf durchläuft das Prozessfluid PF die stromabwärts gelegenen Laufräder IMP4, IMP5, IMP6 und erreicht den Enddruck in der zweiten Sammelspirale CL2. Die strömungsleitenden rotierenden stehenden Komponenten des Innenbündels sind zum größten Teil in Umfangsrichtung mit einer Teilfuge versehen, die sich bevorzugt parallel zu der Rotationsachse X erstreckt.

Das Innenbündelgehäuse IBC dient insbesondere der Zusammenfassung des Innenbündels IB zu einer transportablen Einheit, wobei es seitens der ersten Stirnseite S1 einen Kragarm AKA gibt, an dem der erste Deckel CV1 radial fixiert ist. Dieser Kragarm AKA erstreckt sich etwa um 120° über dem Umfang sym-

metrisch zu einer 12:00 Uhr-Position. Der erste Deckel CV1 ist gemeinsam mit dem Eintrittsleitapparat IGV an dem Kragarm AKA radial fixiert aber axial beweglich befestigt. Daneben ist der erste Deckel CV1 radial an dem Gehäuseinneren in einem Umfangsbereich um die 6:00 Uhr-Position herum mittels einer Stütze SUP abgestützt. Auf diese Weise ist die Position des ersten Deckels CV1 bei der Bewegung des Innenbündels IB als transportable Einheit zum Beispiel mittels eines Krans aber auch bei einem Einrollen in das Gehäuse CAS in radialer Richtung festgelegt.

Im Rahmen der Montage wird das Innenbündel IB in einem Montageschritt axial in das Gehäuse eingeführt, wobei das Innenbündelgehäuse IBC des Innenbündels IB eine radial nach außen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende zweite Anlageschulter CS2 aufweist und das Gehäuse eine radial nach innen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Anlageschulter CS1 auf der inneren Oberfläche aufweist, welche beiden Anlageschultern CS1, CS2 bei einem Verschieben des Innenbündels IB in eine erste axiale Endlage EP1 zu einer dichtenden Anlage kommen. Hierbei ist es bevorzugt, wenn zumindest eine der beiden Anlageschultern CS1, CS2 Trägerin einer Dichtung ist. Hierzu kann zum Beispiel in einer Anlageschulter eine sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut vorgesehen sein, in der diese Dichtung angeordnet ist.

In einem weiteren Montageschritt wird der erste Deckel CV1 gemeinsam mit dem Eintrittsleitapparat IGV und den daran angebrachten Strömungskonturen FC1, FC2 von außen in eine zweite Endlage EP2 gezogen, so dass die beiden Anlageflächen SS1, SS2 des ersten Deckels beziehungsweise des Gehäuses CAS ebenfalls zu einer dichtenden Anlage kommen. Schließlich wird der erste Deckel CV1 in dieser zweiten Endlage EP2 mittels Befestigungslaschen FFL fixiert. Der Rotor R ist gegenüber dem ersten Deckel CV1 mittels eines ersten Distanzstücks DS1 radial und in eine erste Richtung auch axial gesichert. Das erste Distanzstück DS1 ist von außen aus in einen ringförmigen Spalt GP zwischen der Rotoroberfläche und dem

ersten Deckel CV1 einführbar und entnehmbar. Das erste Distanzstück DS1 erstreckt sich derart in Umfangsrichtung entlang des Spaltes GP1, dass die axiale Lage zumindest in einer axialen Bewegungsrichtung und die radiale Lage des Rotors gesichert sind. Auf der zweiten Stirnseite S2 befindet sich ein vergleichbares zweites Distanzstück DS2 mit vergleichbarer Funktion, so dass eine vollständige Sicherung auch der axialen Lage des Rotors R gegenüber dem Innenbündel IB gewährleistet ist.

10

Nach erfolgter Montage des Innenbündels IB und Befestigung des ersten Deckels CV1 und des zweiten Deckels CV2 an dem Gehäusemantel CCV wird der Rotor R in nicht dargestellter Weise bevorzugt mittels Lagern insbesondere radial unterstützt, so dass die Distanzstücke DS1, DS2 aus den Spalten GP1, GP2 von außen entfernt werden können ohne dass der Rotor R in den stehenden Bauteilen der Radialturbofluidenergie-
maschine RTF zur Anlage kommt.

15

Patentansprüche

1. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) umfassend ein Gehäuse (CAS) und ein Innenbündel (IB), wobei das Innenbündel (IB) einen Rotor (R) umfasst, der sich entlang einer Achse (X) erstreckt, wobei das Gehäuse (CAS) axial stirnseitig auf einer ersten axialen Seite (S1) eine erste Öffnung (CAO1) aufweist, wobei die erste Öffnung (CAO1) mittels eines ersten Deckels (CV1) des Gehäuses (CAS) verschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (CAS) einen Gehäusemantel (CCV) aufweist, der eine radial nach innen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Anlageschulter (CS1) aufweist, wobei das Innenbündel (IB) eine radial nach außen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende zweite Anlageschulter (CS2) aufweist, wobei die erste Anlageschulter (CS1) und die zweite Anlageschulter (CS2) derart ausgebildet sind, dass diese beim Zusammenfügen des Gehäuses (CAS) mit dem Innenbündel (IB) in einer ersten axialen Endlage (EP1) zueinander in eine dichtende Anlage gebracht werden, wobei der erste Deckel (CV1) axial verschieblich an dem Innenbündel (IB) angebracht ist, derart, dass in der ersten Endlage (EP1) des Innenbündels (IB) zu dem Gehäuse (CAS) der erste Deckel (CV1) in eine zweite Endlage (EP2) relativ zu dem Innenbündel (IB) und dem Gehäuse (CAS) axial verschieblich ist, wobei der erste Deckel (CV1) eine erste Anlagefläche (SS1) aufweist und das Gehäuse (CAS) eine zweite Anlagefläche (SS2) aufweist, wobei die erste Anlagefläche (SS1) und die zweite Anlagefläche (SS2) derart ausgebildet sind, dass in der zweiten Endposition (EP2) des ersten Deckels (CV1) die erste Anlagefläche (SS1) und die zweite Anlagefläche (SS2) dichtend aneinander liegen.

2. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach Anspruch 1, wobei das Gehäuse (CAS) auf einer zweiten axialen Stirnseite (S2) eine zweite Öffnung (CAO2) aufweist.

5 3. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Gehäuse (CAS) und das Innenbündel (IB) derart ausgebildet sind, dass durch die zweite Öffnung (CAO2) das Innenbündel (IB) axial in das Gehäuse (CAS) ein-
10 führbar ist.

4. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach Anspruch 3, wobei die zweite Öffnung (CAO2) mittels eines zweiten Deckels (CV2) des Gehäuses (CAS) verschließbar ist.

15 5. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach Anspruch 2, wobei der erste Deckel (CV1) mit der ersten Anlagenschulter (SS1) axial von innen an der zweiten Anlagenschulter (SS2) anliegt.

20 6. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei das Innenbündel (IB) einen axialen Kragarm (AKA) aufweist, wobei der erste Deckel (CV1) mittels des axialen Kragarms (AKA) an einem Verdichterbündel (CB) des
25 Innenbündels (IB) befestigt ist, derart, dass ein radialer Versatz verhindert ist.

30 7. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach Anspruch 6, wobei die Befestigung des Verdichterbündels (CB) an dem Innenbündel (IB) mittels des Kragarms (AKA) genau einen translatorischen Freiheitsgrad der Bewegung in axialer Richtung aufweist.

8. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach einem der Ansprüche 1-7,
wobei ein Eintrittsleitapparat (IGV) mit verstellbaren Leitschaufeln (VGV) an dem ersten Deckel CV1 befestigt axial zwischen dem Niederdruckdeckel und dem restlichen Innenbündel angeordnet ist.
9. Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste Deckel (CV1) eine erste Durchtrittsöffnung (TH1) aufweist, wobei der Rotor (R) axial sich durch die erste Durchtrittsöffnung (TH1) erstreckt, wobei ein Spalt (GP) zwischen der ersten Durchtrittsöffnung (TH1) und der Oberfläche des Rotors (R) mittels mindestens eines Distanzstücks (DS) an mindestens einer Umfangsposition überbrückt ist.
10. Radialturbofluidenergiemaschine (RFT) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Distanzstück (DS), der Rotor (R) und der Deckel (CV1) derart ausgebildet sind, dass das Distanzstück (DS) von außen in den Spalt (GP) einfügbar und von außen aus dem Spalt (GP) entnehmbar ist.
11. Verfahren zur Montage einer Radialturbofluidenergiemaschine (RTF), insbesondere einer Radialturbofluidenergiemaschine (RTF) nach mindesten einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:
a) Zusammenstellen eines Innenbündels (IB) aus einem sich entlang einer Achse (X) erstreckenden Rotor (R), umfassend Laufräder (IMP1, IMP2, IMP3, IMP4, IMP4, IMP5, IMP6), stehende strömungsführende Bauteile und mindestens einen ersten Deckel (CV1), zum Verschließen einer ersten axialen Stirnseite eines Gehäusemantels (CCV),
b) Bereitstellen des Gehäusemantels (CCV) als Bestandteil eines Gehäuses (CAS) der eine radial nach innen vorstehende sich in Umfangsrichtung erstreckende erste

Anlageschulter (CS1) aufweist,

c) axiales Einführen des Innenbündels (IB) in den Gehäusemantel (CCV), wobei das Innenbündel (IB) eine radial nach außen vorstehende sich in Umfangsrichtung

erstreckende zweite Anlageschulter (CS2) aufweist,

wobei die erste Anlageschulter (CS1) und die zweite Anlageschulter (CS2) derart ausgebildet sind, dass diese beim Zusammenfügen des Gehäuses (CAS) mit dem Innenbündel (IB) in einer ersten axialen Endlage (EP1) zueinander in eine dichtende Anlage gebracht werden,

d) axiales Verschieben des Deckels in eine zweite axiale Endposition (EP2),

wobei der erste Deckel (CV1) axial verschieblich an dem Innenbündel (IB) angebracht ist,

wobei der erste Deckel (CV1) eine erste Anlagefläche (SS1) aufweist und das Gehäuse (CAS) eine zweite Anlagefläche (SS2) aufweist,

wobei die erste Anlagefläche (SS1) und die zweite Anlagefläche (SS2) derart ausgebildet sind, dass in der zweiten Endposition (EP2) des ersten Deckels (CV1) die erste Anlagefläche (SS1) und die zweite Anlagefläche (SS2) dichtend aneinander liegen.

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch 10,

wobei in einem Schritt beim Zusammenfügen des Innenbündels (IB),

ein Distanzstück (DS) in einen Spalt (GP) zwischen einer ersten Durchtrittsöffnung (TR1) des ersten Deckels (CV1) für den Rotor (R) und der Oberfläche des Rotors (R) an mindestens einer Umfangsposition eingesetzt wird, um eine Relativbewegung zwischen dem Rotor (R) und stehenden Bauteilen einzuschränken.

13. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch 10 oder 11,
wobei in einem Schritt beim Zusammenfügen des Innenbündels (IB),
ein Distanzstück (DS) in einen Spalt (GP) zwischen ei-
5 ner zweiten Durchtrittsöffnung (TR2) eines zweiten Deckels (CV2), für den Rotor (R) und der Oberfläche des Rotors (R) an mindestens einer Umfangsposition eingesetzt wird, um eine Relativbewegung zwischen dem Rotor (R) und stehenden Bauteilen einzuschränken, wobei
10 der zweite Deckel (CV2) zum Verschließen einer zweiten axialen Stirnseite des Gehäusemantels (CCV) vorgesehen ist.

FIG 1

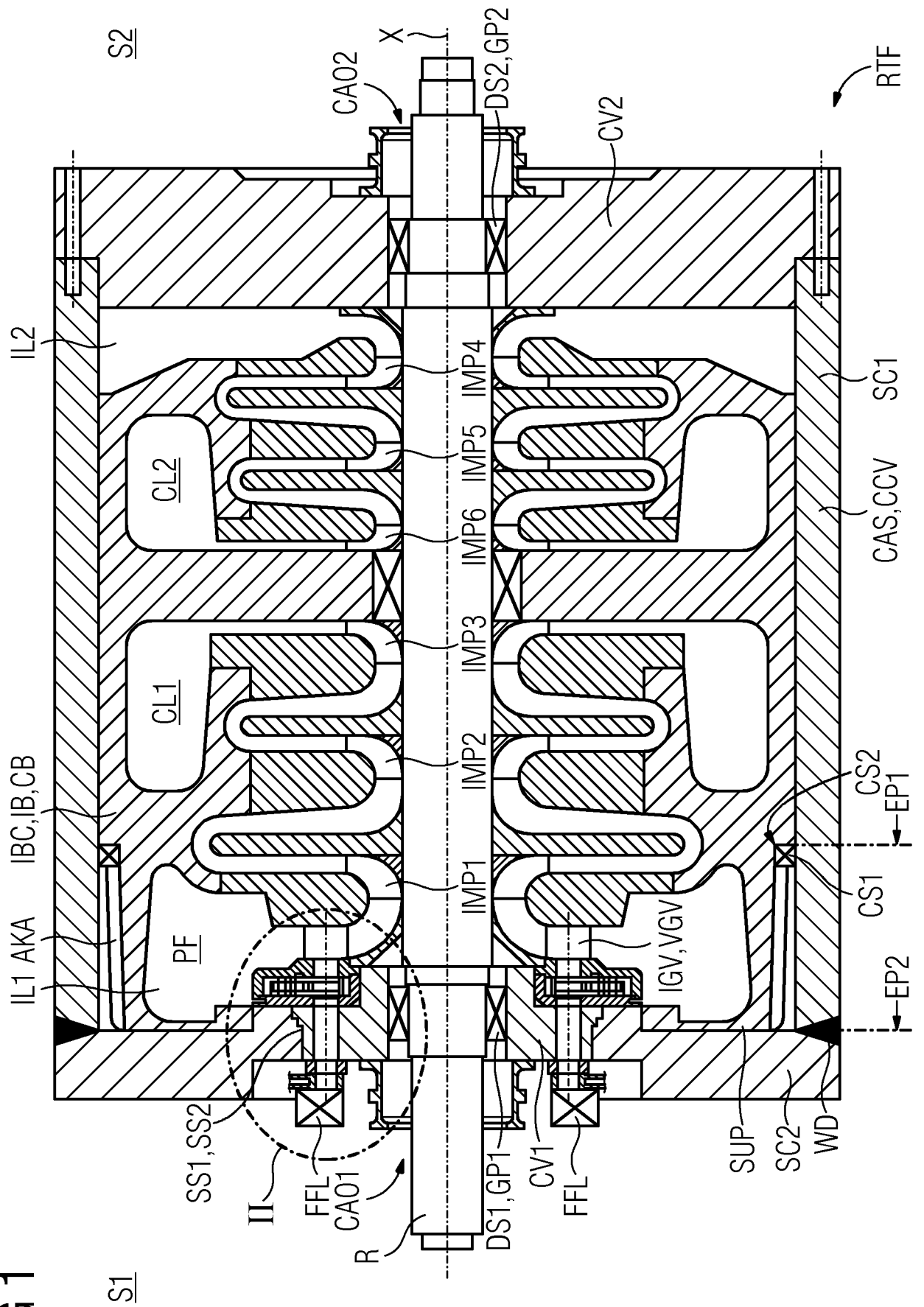
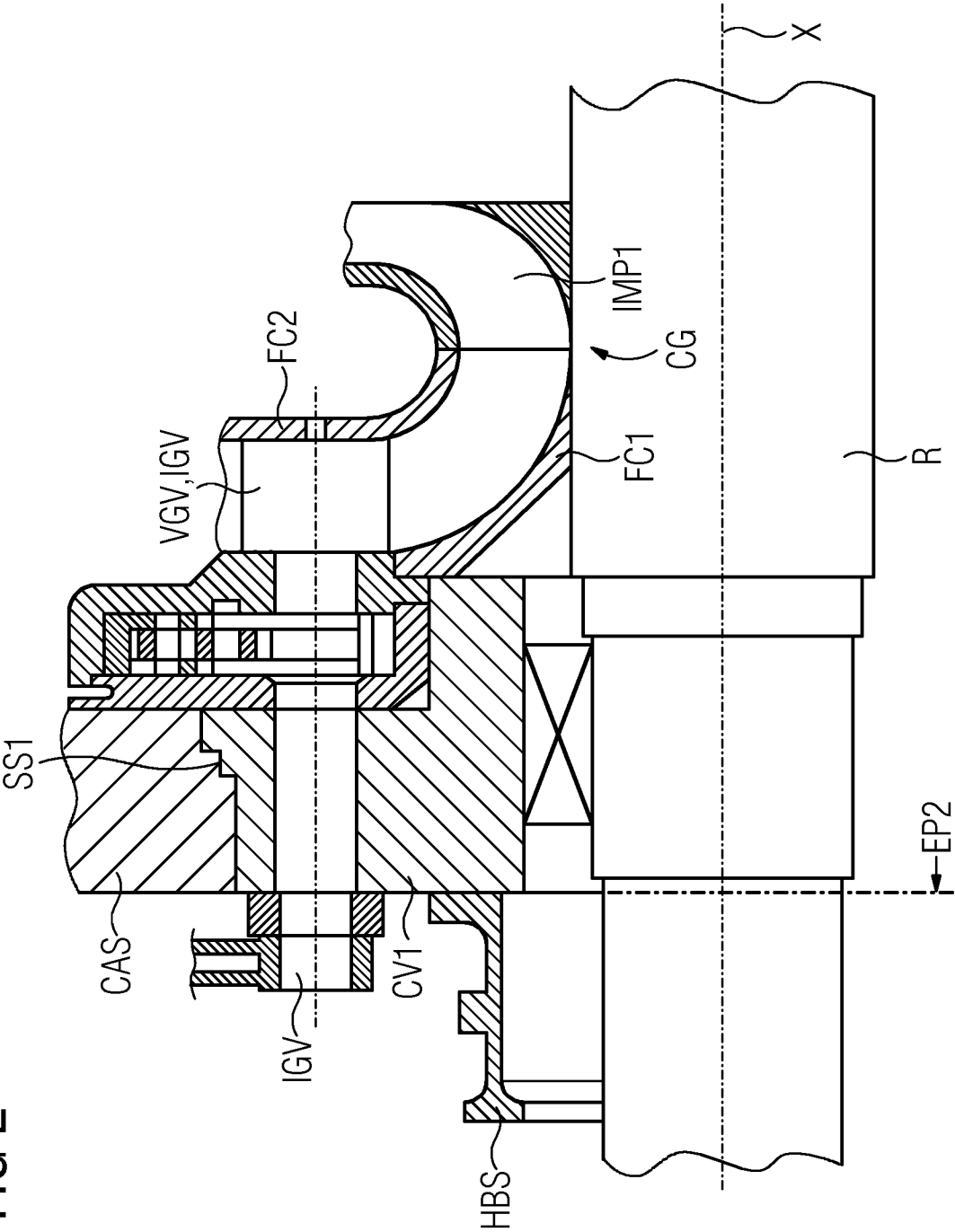


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/071149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04D17/12 F04D29/62 F04D29/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 218 181 A (KAMATA KUNIO [JP] ET AL) 19 August 1980 (1980-08-19)	1,2,5, 9-13
Y	column 2, line 60 - column 3, line 28;	8
A	figures 1-4	6,7
Y	----- JP 2001 107888 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17 April 2001 (2001-04-17) abstract; figures 1-3	8
Y	----- EP 0 248 104 A1 (SULZER AG [CH]) 9 December 1987 (1987-12-09) figures 1,2 column 1, lines 1-11	1-4
Y	----- US 3 927 763 A (STRUB RENE ET AL) 23 December 1975 (1975-12-23) column 4, lines 10-23; figure 1	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 December 2015

Date of mailing of the international search report

14/12/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brouillet, Bernard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/071149

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4218181	A	19-08-1980	AU 509003 B2 17-04-1980
		AU 3542078 A	15-11-1979
		CA 1103991 A	30-06-1981
		JP S5472503 A	11-06-1979
		US 4218181 A	19-08-1980
JP 2001107888	A	17-04-2001	JP 4107772 B2 25-06-2008
		JP 2001107888 A	17-04-2001
EP 0248104	A1	09-12-1987	CH 669979 A5 28-04-1989
		DE 3667525 D1	18-01-1990
		EP 0248104 A1	09-12-1987
		US 4778334 A	18-10-1988
US 3927763	A	23-12-1975	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D17/12 F04D29/62 F04D29/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 218 181 A (KAMATA KUNIO [JP] ET AL) 19. August 1980 (1980-08-19)	1,2,5, 9-13
Y	Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 28;	8
A	Abbildungen 1-4	6,7
Y	JP 2001 107888 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17. April 2001 (2001-04-17) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3	8
Y	EP 0 248 104 A1 (SULZER AG [CH]) 9. Dezember 1987 (1987-12-09) Abbildungen 1,2 Spalte 1, Zeilen 1-11	1-4
Y	US 3 927 763 A (STRUB RENE ET AL) 23. Dezember 1975 (1975-12-23) Spalte 4, Zeilen 10-23; Abbildung 1	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Dezember 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/12/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Brouillet, Bernard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/071149

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4218181	A	19-08-1980	AU 509003 B2 17-04-1980
			AU 3542078 A 15-11-1979
			CA 1103991 A 30-06-1981
			JP S5472503 A 11-06-1979
			US 4218181 A 19-08-1980

JP 2001107888	A	17-04-2001	JP 4107772 B2 25-06-2008
			JP 2001107888 A 17-04-2001

EP 0248104	A1	09-12-1987	CH 669979 A5 28-04-1989
			DE 3667525 D1 18-01-1990
			EP 0248104 A1 09-12-1987
			US 4778334 A 18-10-1988

US 3927763	A	23-12-1975	KEINE
