



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2022 Patentblatt 2022/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 17/10^(2006.01) F04D 29/44^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20215303.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/444; F04D 17/10; F05D 2250/52

(22) Anmeldetag: **18.12.2020**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

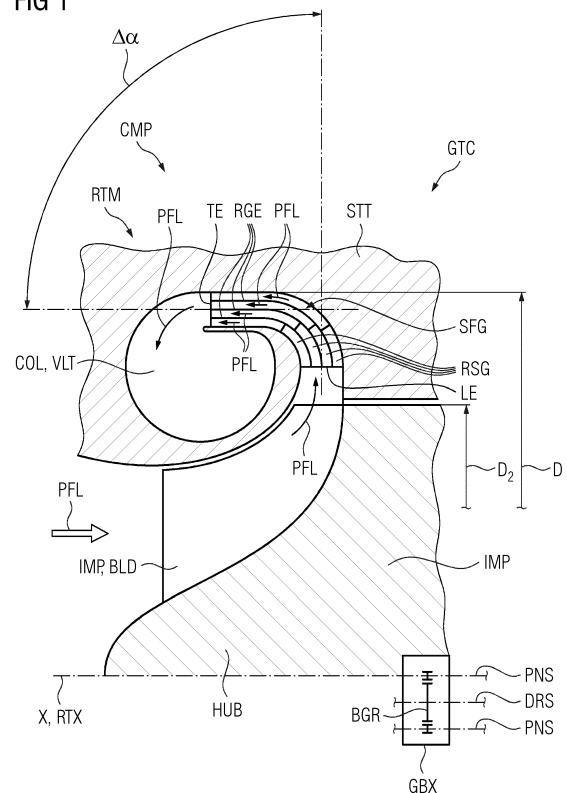
(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **Jonen, Werner**
47051 Duisburg (DE)

(54) **STATISCHE STRÖMUNGSFÜHRUNG, RADIALTURBOMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine ringförmige statische Strömungsführung (SFG), die sich um eine Achse (X) entlang einer Umfangsrichtung (CDR) erstreckt, insbesondere für eine Radialturbomaschine (RTM), wobei die Strömungsführung (SFG) ein Prozessfluid (PFL) mit einer mittleren ersten Hauptströmungsgeschwindigkeit (MV1) definiert durch eine erste axiale Geschwindigkeitskomponente (AV1), eine erste Radialgeschwindigkeitskomponente (RV1) und eine erste Umfangsgeschwindigkeitskomponente (CV1) des Prozessfluids (PFL) umlenkt in eine zweite mittlere Hauptströmungsgeschwindigkeit (MV2) definiert durch eine zweite Axialgeschwindigkeitskomponente (AV2), eine zweite Radialgeschwindigkeitskomponente (RV2) und eine zweite Umfangsgeschwindigkeitskomponente (CV2), wobei die Strömungsführung (SFG) derart ausgebildet ist, dass das Prozessfluid (PFL) derart umgelenkt wird, so dass die räumlich umlenkende Strömungsführung (SFG), derart ausgebildet ist, dass der räumliche Umlenkungswinkel ($\Delta\alpha$) mindestens 60° beträgt und eine Verzögerung der mittleren Hauptströmungsgeschwindigkeit um mindestens 30% erfolgt.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine ringförmige statische Strömungsführung, die sich um eine Achse entlang einer Umfangsrichtung erstreckt, insbesondere für eine Radialturbomaschine, wobei die Strömungsführung ein Prozessfluid führt mit einer mittleren ersten Hauptströmungsgeschwindigkeit definiert durch eine erste axiale Geschwindigkeitskomponente, eine erste Radialgeschwindigkeitskomponente und eine erste Umfangsgeschwindigkeitskomponente des Prozessfluids umlenkt in eine zweite mittlere Hauptströmungsgeschwindigkeit definiert durch eine zweite Axialgeschwindigkeitskomponente, eine zweite Radialgeschwindigkeitskomponente und eine zweite Umfangsgeschwindigkeitskomponente, wobei eine signifikante Umlenkung des Prozessfluids in der Strömungsführung vorgesehen ist.

[0002] Aus der US 5,105,616A, GB 2 485 835 A ist jeweils ein Laufrad mit mehreren radialen parallelen Strömungsebenen bekannt. Die beiden Strömungsebenen erfüllen unterschiedliche Verdichtungsarbeiten. Aus der JP 2014 118925 A ist ein Laufrad mit zwei oder drei radialen parallelen Strömungsebenen bekannt.

[0003] Aus der EP 3 364 039 A1 ist bereits eine Rückführstufe einer Radialturbomaschine mit mindestens einer Leitschaufelstufe bekannt.

[0004] In den Schriften DE102014203251A1, DE 34 303 07 A1 und EP 592 803 B1 sind jeweils Rückführstufen eines mehrstufigen Turboverdichters abgebildet. Eine aerodynamische Betrachtung von Rückführstufen enthalten die US 2010/0272564 A1 und die WO2014072288A1.

[0005] Radialturbomaschinen sind entweder als Radialturboverdichter oder Radialturboexpander bekannt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich - wenn nicht anders angegeben - auf die Ausführung als Verdichter. Die Erfindung ist für Expander grundsätzlich genauso anwendbar, wie für Verdichter, wobei ein Radialturboexpander gegenüber einem Radialturboverdichter im Wesentlichen eine umgekehrte Strömungsrichtung des Prozessfluids vorsieht.

[0006] Das globale Marktumfeld fordert Turbomaschinen mit niedrigen Investitionskosten. Zur Kostensenkung ist es besonders effektiv die Maschinen kompakter zu gestalten. Dabei kommt es insbesondere darauf an, den benötigten radialen Bauraum zu reduzieren. Diese Maßnahme geht in der Regel mit einer Wirkungsgradverschlechterung einher.

[0007] Davon ausgehend hat es sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, die Kompaktheit von umlenkenden Strömungsführungen, insbesondere von Rückführstufen zu verbessern, ohne die Aerodynamik unverhältnismäßig zu verschlechtern.

[0008] Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe schlägt die Erfindung eine Strömungsführung eingangs genannter Art mit den zusätzlichen Merkmalen gemäß Anspruch 1 vor. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0009] Die Begriffe axial, radial, tangential, Umfangsrichtung und ähnliche sind vorliegend - wenn nicht anders angegeben - jeweils auf die zentrale Achse bezogen, um die sich die Strömungsführung ringförmig erstreckt. Diese Achse ist bei einer Radialturbomaschine auch die Rotationsachse eines Rotors bzw. der Welle mit den Laufrädern.

Die Strömungsführung lenkt das Prozessfluid bogenförmig um, so dass bezüglich der Umlenkung der Begriff "radial" sich nicht auf die zentrale Achse bezieht, sondern auf die Biegung bzw. Krümmung der Umlenkung selbst.

[0010] In der Begriffswelt der Erfindung bedeutet ein Radialsegment einen radialen Abschnitt, der von mindestens einem anderen radialen Abschnitt der Strömungsführung zumindest entlang eines Abschnitts der Durchströmung der Strömungsführung mittels einer Trennung oder Trennwand getrennt ausgebildet ist.

[0011] Ein zu führendes Prozessfluid ist in der Regel das Strömungsfluid, das von der entsprechenden Turbomaschine bzw. Radialturbomaschine befördert wird oder das dem Betrieb der Turbomaschine im Wesentlichen als Antrieb oder Abtrieb dient. Das zu führende Prozessfluid ist hierbei das Medium, das hauptsächlich entweder signifikant technische Arbeit abgibt oder aufnimmt.

Unter dem Begriff "in einem Betrieb" versteht die Erfindung den Zustand des Betriebs der entsprechenden Maschine bzw. Turbomaschine, währenddessen sich beispielsweise der Rotor der Maschine dreht und eine Übertragung von technischer Arbeit auf das Strömungsfluid oder von dem Strömungsfluid fort erfolgt.

[0012] Unter einer parallelen Durchströmung versteht die Erfindung nicht zwingend die geometrisch parallele Durchströmung der verschiedenen Strömungskanäle durch ein Strömungsfluid, sondern bevorzugt die Aufteilung des Strömungsfluides in mehrere Teilströme, die die jeweiligen Strömungskanäle der erfindungsgemäßen Strömungsführung nebeneinander durchströmen, wobei sie in der Regel vor der Teilung einen gemeinsamen Hauptstrom bildeten und bevorzugt nach der erfindungsgemäßen Strömungsführung stromabwärts wieder zu einem gemeinsamen Hauptstrom vereinigt werden.

[0013] Erfindungsgemäß ist die umlenkende Strömungsführung bezüglich der Umlenkung radial in mindestens zwei Radialsegmente aufgeteilt, so dass sich das Prozessfluid bei der Durchströmung der Strömungsführung in parallele Teilströme aufteilt. Die Begriffe "radial", "Radialsegment" beziehen sich hierbei auf die Krümmung der Strömungsführung aufgrund derer die Umlenkung des Prozessfluids mittels der Strömungsführung erfolgt. Die Strömungsführung beschreibt hier einen gekrümmten Bogen, in dessen mittleren Krümmungsverlauf stets ein Radius definiert werden kann, der maßgeblich ist für die Segmentierung der Strömungsführung in Radialsegmente. Die erfindungsgemäße Strömungsführung ermöglicht es dem Prozessfluid die gewollte Umlenkung zu vollziehen, ohne, dass es zu gravierenden Strömungsablösungen kommt. Die Radialsegmentierung un-

terbindet bis zu einem gewissen Grad die radiale Durchströmung der Strömungsführung durch das Prozessfluid, so dass eine bessere Führung der Umlenkung gegeben ist. Dementsprechend ist es aerodynamisch möglich, das Prozessfluid "schärfer" umzulenken, so dass sich bei verbesserter Kompaktheit kein signifikant schlechter Wirkungsgrad ergibt.

[0014] Die erfindungsgemäße Strömungsführung ermöglicht aerodynamische Gestaltungen, ohne anerkannte Belastungskriterien, wie zum Beispiel Verzögerungsverhältnisse, zu verletzen.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die räumliche Umlenkung in Umfangsrichtung erfolgt, so dass die Umlenkung um einen Umlenkungswinkel von mindestens 50° im Wesentlichen eine Umfangskomponente der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Prozessfluids verändert.

[0016] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die räumliche Umlenkung von radial nach axial erfolgt, so dass die Umlenkung um einen Umlenkungswinkel von mindestens 50° im Wesentlichen eine Radialkomponente der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Prozessfluids verändert.

[0017] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Radialsegmente zueinander zumindest abschnittsweise konzentrisch angeordnet sind. Dementsprechend vollzieht das Prozessfluid in den einzelnen parallelverlaufenden Durchströmungen der Radialsegmente eine jeweils annähernd gleiche Umlenkung, so dass stromabwärts der erfindungsgemäßen Strömungsführung das Strömungsbild vergleichmäßig ist.

[0018] Besonders zweckmäßig kann die erfindungsgemäße Strömungsführung mit Leitschaufeln in den Radialsegmenten ausgebildet sein. Auf diese Weise wird das Prozessfluid zusätzlich geführt und es kommt zu noch weniger Ablösung der Strömung. Außerdem kann eine zusätzlich korrigierende Führung der Strömung des Prozessfluids erfolgen, so dass ein weiterer Strömungseffekt erzielbar ist - beispielsweise die Reduktion einer Drallkomponente der Strömung des Prozessfluids.

[0019] Besonders zweckmäßig weisen die einzelnen Radialsegmente zueinander unterschiedliche Anzahlen an Leitschaufeln auf. Eine derartige aerodynamische Individualisierung der Radialsegmente ist schon in Folge der unterschiedlichen Raumangebote der einzelnen Radialsegmente zueinander zur besseren Homogenisierung stromabwärts der Strömungsführung sinnvoll.

[0020] Besonders effektiv ist eine Ausbildung der Leitschaufeln zumindest teilweise als Splitterblades und/oder als Rippenschaufeln. Auf diese Weise erfolgt eine Führung der Strömung nur dort, wo sie notwendig ist und anderswo entfällt diese Strömungsführung, so dass Strömungsverluste sich verringern.

[0021] Eine besonders vorteilhafte Anwendung der Erfindung sieht vor, dass die Strömungsführung als eine Rückführstufe eines Radialverdichters ausgebildet ist.

[0022] Diese zweckmäßige Ausbildung der Strömungsführung sieht eine im Wesentlichen axiale Zu-

strömung und eine im Wesentlichen axiale Abströmung vor. Die letztere Variante kann vorteilhaft zwischen zwei sogenannten Ax-2-Ax-Laufrädern vorgesehen sein. Diese Laufräder weisen eine axiale Zu- und eine axiale Abströmung auf, wobei das Prozessfluid bei einem Verdichterlaufrad von radial innen nach weiter radial außen befördert wird. Die letztere Variante einer erfindungsgemäß statischen Strömungsführung nimmt das axial anströmende Prozessfluid aus dem Ax-2-Ax-Laufrad auf und befördert es zurück nach radial weiter innen, wo es besonders bevorzugt axial der nächsten Laufradstufe zugeführt wird.

[0023] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Strömungsführung als ein Diffusor zur Anordnung zwischen einem Laufrad und einer Zusammenführung mit radialer Zu- und im Wesentlichen axialer Abströmung ausgebildet ist. Die axiale Abströmung erfolgt in eine Zusammenführung, wobei stromaufwärts der Strömungsführung das Laufrad radial das Prozessfluid in die Strömungsführung zuführt. Diese Anordnung ist für die Anwendung in einer Getriebeverdichterstufe bevorzugt.

[0024] Bei der Variante der Strömungsführung angeordnet zwischen dem Laufrad und der Zusammenführung ist es zweckmäßig, wenn ein mittlerer Eintrittsdurchmesser D2 und ein maximaler Außendurchmesser D durch die Strömungsführung definiert sind, wobei gilt:

$$1,3 \leq D / D2 \leq 1,5.$$

[0025] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Längsschnitts durch eine Anordnung mit einem Laufrad, einer ersten Variante einer erfindungsgemäßen Strömungsführung und einem stromabwärtigen Sammler,
- Figur 2 eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen Strömungsführung stromabwärts eines Laufrades mit axialer Abströmung, wobei die erfindungsgemäße Strömungsführung axial ansaugt und axial ausgibt,
- Figur 3 einen Schnitt gemäß der Darstellung des Schnitts II-II der Figur 2 in schematischer Darstellung durch eine erfindungsgemäße Strömungsführung.

[0026] Figur 1 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Strömungsführung SFG, die ein Prozessfluid PFL aus der Abströmung eines Laufrads IMP einer Radialturbomaschine RTM, die als Radialverdichter CMP ausgebildet ist radial aufnimmt und in eine axiale Richtung umlenkt, um es axial in eine stromabwärts befindlichen Zusammenführung COL einströ-

men zu lassen. Die Strömungsführung SFG ist ringförmig ausgebildet und Bestandteil eines Stators STT der bevorzugt als Radialverdichter CMP ausgebildeten Radialturbomaschine RTM, wobei die Ringform sich um eine Achse X erstreckt, die gleichzeitig Rotationsachse RTX des Laufrads IMP ist. Das Laufrad IMP ist hierbei als offenes Laufrad IMP ohne Deckscheibe ausgebildet. In Figur 2 ist das Laufrad IMP auch ohne Deckscheibe ausgebildet, wobei die Schaufeln BLD direkt mit einer hohlen Welle SFT verbunden sind.

[0027] Das Prozessfluid PFL durchströmt die Anordnung entlang einer Hauptströmungsrichtung, die in den Zeichnungen als Pfeil an verschiedenen Orten der Durchströmung gekennzeichnet ist. Die Strömungsführung SFG ist derart ausgebildet, dass sie in dem Betrieb das Prozessfluid PFL mit einer mittleren ersten Hauptströmungsgeschwindigkeit MV1 führt, wobei die erste Hauptströmungsgeschwindigkeit MV1 definiert ist durch eine erste axiale Geschwindigkeitskomponente AV1, eine erste Radialgeschwindigkeitskomponente RV1 und eine erste Umfangsgeschwindigkeitskomponente CV1 (die Zusammenhänge zwischen MV1, RV1, AV1, RV1 sind vereinfacht nur in Figur 2 dargestellt). In stromabwärtiger Fortsetzung der Strömungsführung SFG ausgehend von der ersten Hauptströmungsgeschwindigkeit MV1 lenkt die Strömungsführung SFG das Prozessfluid PFL in eine zweite mittlere Hauptströmungsgeschwindigkeit MV2 um. Die zweite mittlere Hauptströmungsgeschwindigkeit ist definiert durch eine zweite Axialgeschwindigkeitskomponente AV2, eine zweite Radialgeschwindigkeitskomponente RV2 und eine zweite Umfangsgeschwindigkeitskomponente CV2 (die Zusammenhänge zwischen MV2, RV2, AV2, CV2 sind vereinfacht nur in Figur 2 dargestellt).

[0028] Erfindungsgemäß ist für die Ausbildung der erfindungsgemäßen Strömungsführung als Rückführstufe vorgesehen, dass die umlenkende Strömungsführung SFG mittels Radialführungen RGE radial in mindestens zwei Ringkanäle RSG aufgeteilt ist, so dass sich das Prozessfluid PFL bei der Durchströmung der Strömungsführung SFG in parallele Teilströme PPF aufteilt, so dass die räumlich umlenkende Strömungsführung SFG, derart ausgebildet ist, dass ein Umlenkungswinkel $\Delta\alpha$ dieser Umlenkung mindestens 50° beträgt und eine Verzögerung der mittleren Hauptströmungsgeschwindigkeit um mindestens 30% erfolgt. Der Umlenkungswinkel kann hierbei eine Umlenkung in Umfangsrichtung sein, insbesondere kann das aus einem Laufrad abströmende Prozessfluid von einer Umfangskomponente der Strömung befreit werden.

[0029] Hierbei ist es nicht zwingend, dass die Strömungsführung SFG bzw. die dadurch geführte Strömung an dem Austritt diese Bedingungen der Umlenkung und Verzögerung erfüllt - es ist ebenfalls erfindungsgemäß, wenn diese Bedingungen (Umlenkungswinkel $\Delta\alpha$ (z.B. in Umfangsrichtung oder von radial nach axial) dieser Umlenkung mindestens 50° und eine Verzögerung der mittleren Hauptströmungsgeschwindigkeit um mindes-

tens 30%) im Verlaufe der Durchströmung in einem Abschnitt der Strömungsführung SFG erreicht wird, da die Strömungsführung SFG dann eine entsprechende Umlenkung erreicht hat. Entscheidend ist, dass die Strömung erfindungsgemäß trotz einer hohen aerodynamischen Belastung weitestgehend ablösungsfrei die Strömungsführung passiert.

[0030] Erfindungsgemäß ist die Strömungsführung SFG bezüglich der Umlenkung radial in mindestens zwei Radialsegmente RSG aufgeteilt, so dass sich das Prozessfluid PFL bei der Durchströmung der Strömungsführung SFG in parallele Teilströme PPF aufteilt. Die Beispiele der Figuren zeigen jeweils 4 Radialsegmente RSG, die mittels dreier Radialführungen RGE voneinander definiert sind. Auf diese Weise werden Querströmungen in Radialrichtung also in einer Richtung quer zur Umlenkung vermieden, so dass in der Strömungsführung SFG eine gezwungene bestmögliche Annäherung an eine ablösungsarme Strömung stattfindet. Besonders zweckmäßig ist eine derartige Strömungsführung bzw. eine Anordnung aus dem Laufrad IMP, der Strömungsführung SFG und einer Zusammenführung COL, die als Spirale VLT ausgebildet ist in Verbindung mit einem Getriebeverdichter GTC. In Figur 1 ist eine derartige Ausbildung angedeutet, wobei die Radialturbomaschine RTM an einem Getriebekasten GBX befestigt ist und das Laufrad IMP an einem Wellenende einer Ritzelwelle PNS angebracht ist. Die Ritzelwelle PNS wird von einem Großrad einer Antriebswelle DRS angetrieben. Das Großrad BGR treibt bevorzugt weitere Ritzelwellen PNS an, die in nicht dargestellter Weise ebenfalls mit Radialturbomaschinen RTM in Verbindung stehen.

[0031] Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung sieht vor, dass ein Getriebeverdichter GTC mit einem Getriebekasten GBX vorgesehen ist, wobei an dem Getriebekasten GBX eine Radialturbomaschine RTM angebracht ist, die eine erfindungsgemäße Strömungsführung SFG aufweist. Hierbei ist die Strömungsführung SFG bevorzugt stromabwärts eines Laufrads IMP und stromaufwärts einer Zusammenführung COL angeordnet.

[0032] Die einzelnen Radialsegmente RSG sind zueinander weitestgehend zumindest abschnittsweise konzentrisch angeordnet und mittels Radialführungen RGE voneinander getrennt. Die Radialführungen RGE können auch als Radialleitschaufeln bezeichnet werden, die sich von einer Eintrittskante LE bis zu einer Austrittskante TE entlang einer Durchströmungsrichtung erstrecken.

[0033] Die Figur 2 zeigt ausschnittsweise schematisch eine spezielle Ausbildung einer Radialturbomaschine RTM bzw. eines Radialturboverdichters CMP. Die Welle SFT ist hierbei bevorzugt hohl ausgebildet. Sowohl das Laufrad IMP - hier im Wesentlichen die Schaufeln BLD - als auch die Rückführstufe RST weisen im Wesentlichen axiale Zuströmungen und Abströmungen auf. Die Schaufeln BLD der Laufräder IMP weisen Eintrittskanten LEI und Austrittskanten TEI auf. Die Leitschaufeln VNS

der Strömungsführung SFG stromabwärts eines Laufrads IMP weisen Eintrittskanten LE und Austrittskanten TE auf. Die axiale Stufenlänge LSG - definiert durch den Abstand der Eintrittskanten LEI der Schaufeln BLD zweier aufeinander folgender Laufräder IMP - ist im Verhältnis zu dem mittleren maximalen Strömungskanaldurchmesser DMM bevorzugt derart ausgelegt, dass gilt: $0,6 < LSG/DMM < 0,8$.

[0034] Jeder dieser Radialsegmente RSG kann mit unterschiedlichen Anzahlen an Leitschaufeln VNS bestückt sein. Insofern ist Figur 3 zwar ausdrücklich auf einen Schnitt in Figur 2 bezogen, kann aber ebenso gut als Schnitt durch die Strömungsführung SFG der Figur 1 verstanden werden.

Die Schaufelzahl der Leitschaufeln VNS kann auch vom Ein- zum Austritt der Strömungsführung SFG für zumindest einzelne oder alle Radialsegmente RSG variieren. Es können als Leitschaufeln VNS auch Splitter-Blades und oder Rippenleitschaufeln eingesetzt werden. Grundsätzlich ist die Strömungsführung SFG zwar geometrisch komplex - kann aber technisch einfach und dennoch kostengünstig mit zum Beispiel additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Ringförmige statische Strömungsführung (SFG), die sich um eine Achse (X) entlang einer Umfangsrichtung (CDR) erstreckt, insbesondere für eine Radialturbomaschine (RTM), wobei die Strömungsführung (SFG) derart ausgebildet ist, dass sie in einem Betrieb ein Prozessfluid (PFL) mit einer ersten mittleren Hauptströmungsgeschwindigkeit (MV1) führt und räumlich umlenkt in eine zweite mittlere Hauptströmungsgeschwindigkeit (MV2),
dadurch gekennzeichnet, dass die umlenkende Strömungsführung (SFG) mittels Radialführungen (RGE) radial in mindestens zwei Ringkanäle aufgeteilt ist, so dass sich das Prozessfluid (PFL) bei der Durchströmung der Strömungsführung (SFG) in parallele Teilströme (PPF) aufteilt, so dass die räumlich umlenkende Strömungsführung (SFG), derart ausgebildet ist, dass der räumliche Umlenkungswinkel ($\Delta\alpha$) mindestens 50° beträgt und eine Verzögerung der mittleren Hauptströmungsgeschwindigkeit um mindestens 30% erfolgt.
2. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 1, wobei die räumliche Umlenkung in Umfangsrichtung erfolgt, so dass die Umlenkung um einen Umlenkungswinkel ($\Delta\alpha$) von mindestens 50° im Wesentlichen eine Umfangskomponente der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Prozessfluids (PFL) verändert.
3. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 1,

wobei die räumliche Umlenkung von radial nach axial erfolgt, so dass die Umlenkung um einen Umlenkungswinkel ($\Delta\alpha$) von mindestens 50° im Wesentlichen eine Radialkomponente der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Prozessfluids (PFL) verändert.

4. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Radialsegmente (RSG) zueinander zumindest entlang Umfangsabschnitten im Wesentlichen konzentrisch angeordnet sind.
5. Strömungsführung (SFG) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Radialsegmente (RSG) Leitschaufeln (VNS) aufweisen, die das Prozessfluid (PFL) in parallele in Umfangsrichtung nebeneinander strömende Teilströme führt oder aufteilt.
6. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 5, wobei die Radialsegmente (RSG) zueinander unterschiedliche Anzahlen an Leitschaufeln (VNS) aufweisen.
7. Strömungsführung (SFG) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei die Leitschaufeln (VNS) zumindest teilweise als Splitterblades (SPV) oder als Rippenschaufeln (RBV) ausgebildet sind.
8. Strömungsführung (SFG) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei die Strömungsführung (SFG) als eine Rückführstufe (RCH) eines Radialverdichters (RCO) ausgebildet ist.
9. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 8, wobei die Strömungsführung (SFG) eine im Wesentlichen axiale Zuströmung (INL) und eine im Wesentlichen axiale Abströmung (EXT) aufweist.
10. Strömungsführung (SFG) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei die Strömungsführung (SFG) als ein Diffusor (DFF) zur Anordnung zwischen einem Laufrad (IMP) und einem Sammler (VLT) mit radialer Zuströmung (INL) und im Wesentlichen axialer Abströmung (EXT) ausgebildet ist.
11. Strömungsführung (SFG) nach Anspruch 10, wobei ein mittlerer Eintrittsdurchmesser (D2) und ein maximaler Außendurchmesser (D) durch die Strömungsführung (SFG) definiert sind, wobei gilt: $1,3 \leq D/D2 \leq 1,5$.

FIG 1

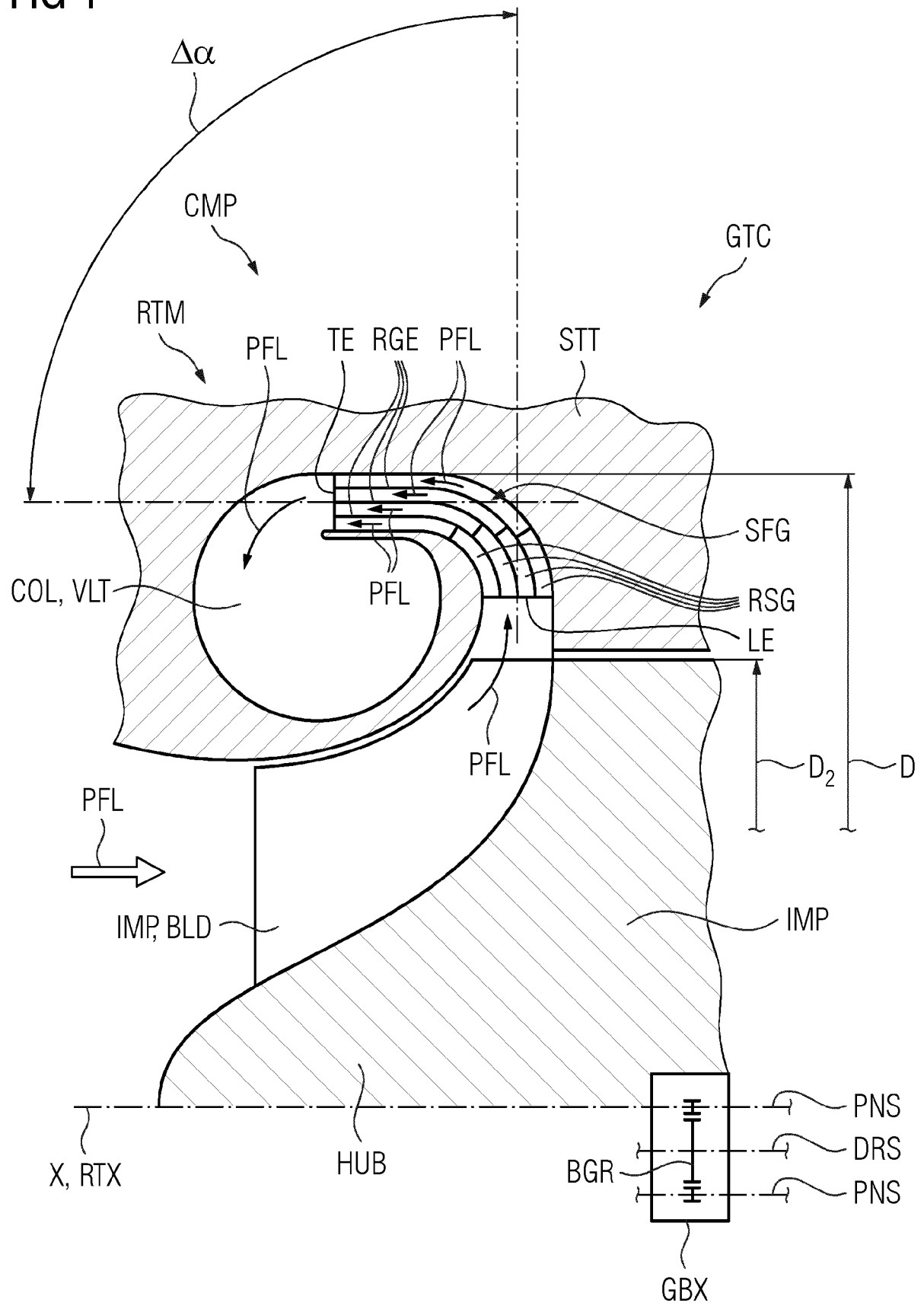


FIG 2

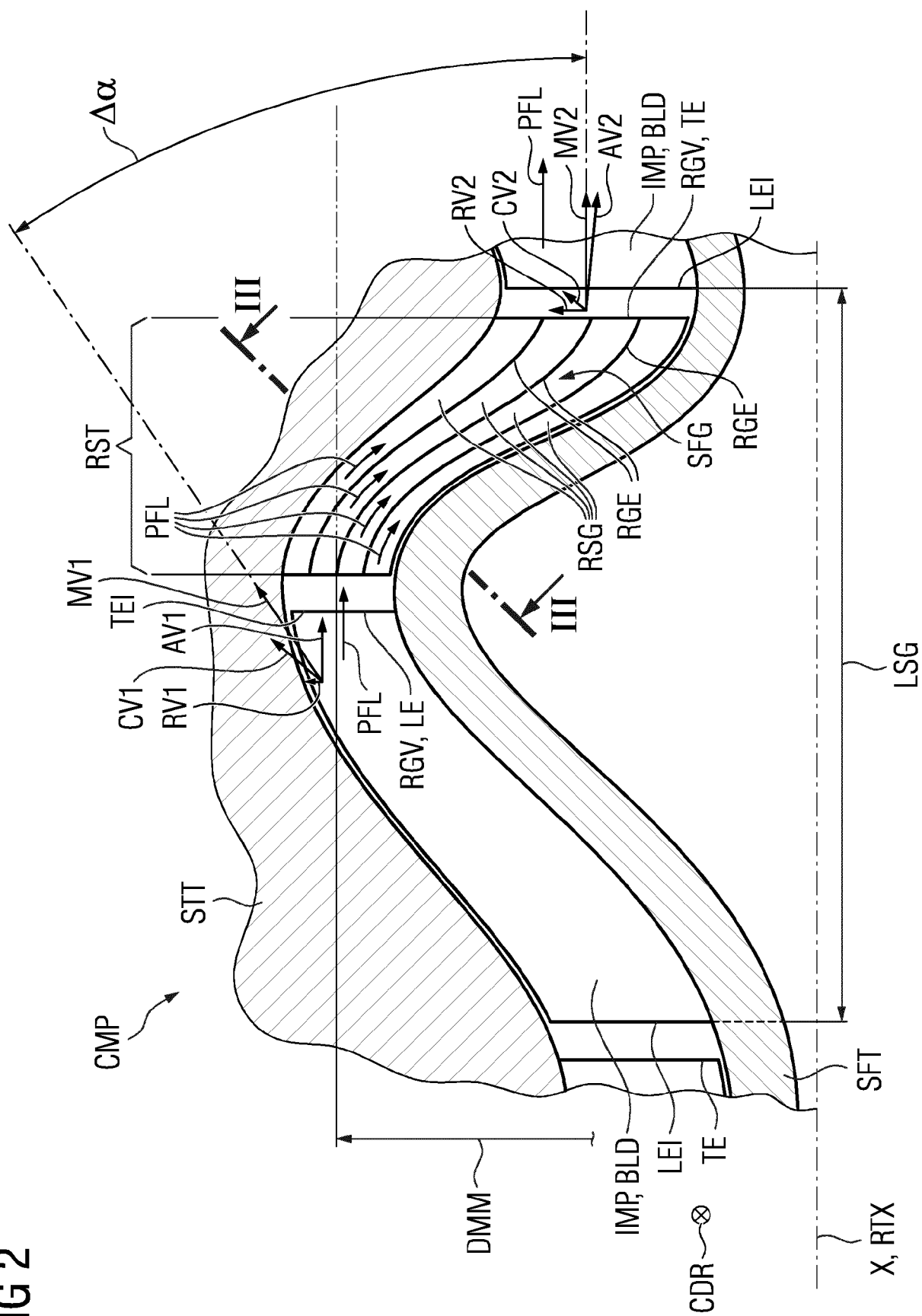
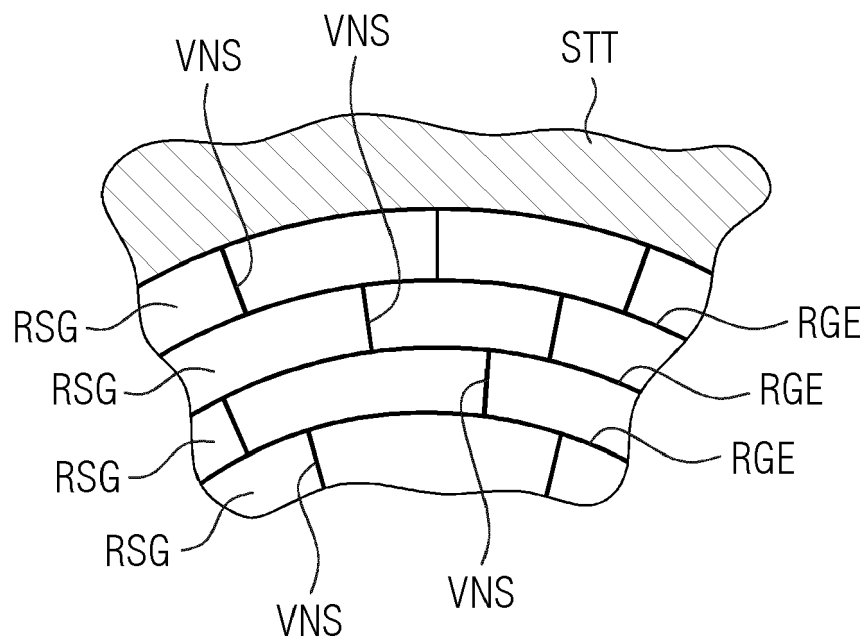


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 5303

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	EP 2 055 964 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 6. Mai 2009 (2009-05-06) * Absätze [0032] - [0039], [0061] - [0066] * * Abbildungen 1A, 2, 3A, 7, 8A, 8B *	1-7,10, 11 8,9	INV. F04D17/10 F04D29/44
X A	US 2 419 669 A (RUDOLPH BIRMANN) 29. April 1947 (1947-04-29) * Spalte 1, Zeilen 3-9 * * Spalte 3, Zeilen 12-32 * * Spalte 5, Zeilen 32-64 * * Spalte 7, Zeile 8 - Spalte 8, Zeile 3 * * Abbildungen 1,2,5,7 *	1,3-9 2,10,11	
X A	US 2018/274376 A1 (KING CHRISTOPHER DAVID [US] ET AL) 27. September 2018 (2018-09-27) * Absätze [0058] - [0065] * * Abbildungen 3,6-9 *	1-7,10, 11 8,9	
X	DE 30 24 769 A1 (GAUTING GMBH APPARATEBAU [DE]; RIST DIETER DR [DE]) 28. Januar 1982 (1982-01-28) * Seite 6, Zeile 30 - Seite 8, Zeile 12 * * Abbildungen 1-3 *	1,2,4,5, 7-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X	US 3 043 229 A (ATWOOD JR HUBERT C ET AL) 10. Juli 1962 (1962-07-10) * Spalte 2, Zeilen 1-40 * * Abbildungen 1,2 *	1,2,4	
X	AT 295 727 B (WILSON ENG CO INC LEE [US]) 10. Januar 1972 (1972-01-10) * Seite 4, Zeile 43 - Seite 5, Zeile 17 * * Abbildungen 6,7,10 *	1,2,4,5, 7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Mai 2021	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 21 5303

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-05-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2055964 A1	06-05-2009	BR PI0804476 A2	30-08-2011
		CN 101542128 A	23-09-2009
		EP 2055964 A1	06-05-2009
		JP 4909405 B2	04-04-2012
		JP W02008129953 A1	22-07-2010
		KR 20090007771 A	20-01-2009
		US 2010166539 A1	01-07-2010
		WO 2008129953 A1	30-10-2008

US 2419669 A	29-04-1947	KEINE	

US 2018274376 A1	27-09-2018	CN 108661951 A	16-10-2018
		US 2018274376 A1	27-09-2018
		US 2020248571 A1	06-08-2020

DE 3024769 A1	28-01-1982	DE 3024769 A1	28-01-1982
		FR 2485648 A1	31-12-1981
		GB 2079373 A	20-01-1982

US 3043229 A	10-07-1962	KEINE	

AT 295727 B	10-01-1972	AT 295727 B	10-01-1972
		BE 756112 A	15-03-1971
		CA 954296 A	10-09-1974
		ES 384803 A1	01-03-1973
		FR 2071696 A5	17-09-1971
		GB 1286013 A	16-08-1972
		JP S5220925 B1	07-06-1977
		NL 7015450 A	24-05-1971
		SE 363379 B	14-01-1974
		US 3620515 A	16-11-1971

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 5105616 A [0002]
- GB 2485835 A [0002]
- JP 2014118925 A [0002]
- EP 3364039 A1 [0003]
- DE 102014203251 A1 [0004]
- DE 3430307 A1 [0004]
- EP 592803 B1 [0004]
- US 20100272564 A1 [0004]
- WO 2014072288 A1 [0004]