

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. März 2011 (31.03.2011)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/036206 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04D 29/44 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/064048

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. September 2010 (23.09.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 043 230.2
28. September 2009 (28.09.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/
DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOMOR, Jean-Paul**
[LU/DE]; Am Siepenkothen 27, 47269 Duisburg (DE).

WALLMANN, Theodor [DE/DE]; Franz-Marc-Str. 1,
47506 Neukirchen-Vluyn (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

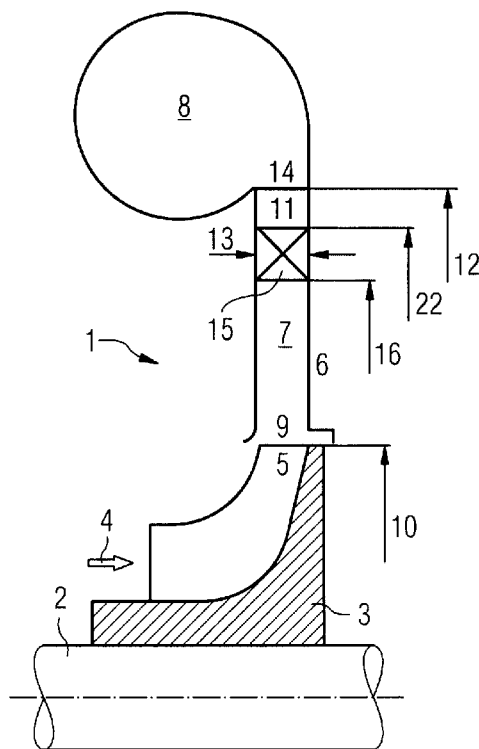
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RADIAL COMPRESSOR DIFFUSER

(54) Bezeichnung : RADIALVERDICHTERDIFFUSOR

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a radial compressor diffuser for a radial compressor stage (1), comprising a flow channel (7) which extends radially outwards and which has a cylindrical inlet cross-section (9) on a first radius (10) which extends radially inwards and a cylindrical outlet cross-section (11) which extends radially outwards. A radial diffuser outlet blade (15) is provided in the region of the outlet cross-section (11) in the flow channel (7), said outlet blade can prevent known disadvantages of traditional bladed diffusers.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Radialverdichterdiffusor für eine Radialverdichterstufe (1) geschaffen, der einen Strömungskanal (7) aufweist, der radial nach außen verläuft und radial innen liegend einen bei einem ersten Radius (10) zylindrisch umlaufenden Eintrittsquerschnitt (9) sowie radial außen liegend einen zylindrisch umlaufenden Austrittsquerschnitt (11) aufweist. Im Bereich des Austrittsquerschnitts (11) ist in dem Strömungskanal (7) eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung (15) vorgesehen, durch die die von herkömmlichen beschaufelten Diffusoren bekannten Nachteile vermieden werden.



UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Beschreibung

Radialverdichterdiffusor

5 Die Erfindung betrifft einen Radialverdichterdiffusor für eine Radialverdichterstufe, wobei der Radialverdichterdiffusor eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung aufweist.

10 Radialverdichterstufen kommen in unterschiedlichen Bauformen von Turboverdichtern zur Anwendung. Dabei ist die Art der Strömungsführung in den Radialverdichterstufen je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Die Strömungsführung in Radialverdichtern weist ein Laufrad, einen Radialdiffusor, und ein Abströmgehäuse als wesentliche Elemente auf. Dies
15 trifft insbesondere zu für die Strömungsführung von einstufigen Radialverdichtern, einzelnen Stufen von Getriebeverdichtern, oder den Endstufen vielstufiger Einwellenverdichter. Der Radialdiffusor kann sowohl als schaufelloser wie auch als beschaufelter Diffusor ausgeführt
20 werden. Das Abströmgehäuse ist in der Regel als spiralförmiges Gehäuse ausgeführt.

Zur Erzielung bester Betriebseigenschaften muss das Spiralgehäuse so ausgelegt und gestaltet sein, dass der
25 statische Druck über den Laufradumfang bzw. über den Umfang des Radialdiffusors hinweg konstant ist. Um dies zu erreichen, ist es erforderlich, dass der Strömungsquerschnitt der Spirale genau an die am Austritt des Radialdiffusors vorherrschenden Strömungsdaten angepasst wird. Da sich aber
30 die Strömungsdaten bei Betrieb entlang der Verdichterkennlinie ändern, gelingt diese Anpassung oft nur sehr unvollkommen: Beispielsweise ist die Spirale nur für einen bestimmten Auslegungspunkt genau an die Strömungsdaten angepasst, wohingegen an den anderen Betriebspunkten („Off-
35 Design-Betriebspunkte“) des Verdichters keine besondere Anpassung der Spirale vorhanden ist. Mit anderen Worten, in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebspunkt liegt eine mehr oder weniger große aerodynamischen Fehlanpassung zwischen

Laufrad und Diffusor einerseits und dem Spiralgehäuse andererseits vor, was entsprechend negative Auswirkungen für das Betriebsverhalten des Radialdiffusors zur Folge hat.

5 Im Folgenden wird beispielhaft ein Rechengang zum Berechnen der Querschnittsbemessung eines Spiralgehäuses zur Erzielung konstanten statischen Druckes über den Laufrad- bzw. Diffusorumfang beschrieben, wie er in Eckert/Schnell, „Axial-
-und Radial-Kompressoren“, Springer Verlag, 1961, S. 417 ff
10 angegeben ist. Danach wird als der entscheidende Parameter für die Querschnittsbemessung ein Spiralgrößenparameter C verwendet, der wie folgt berechnet wird:

$$15 \quad C = \frac{720 \pi \cdot c_u \cdot r}{Q},$$

mit c_u : Tangentialkomponente der Strömungsgeschwindigkeit am Eintritt in die Spirale für den Spiralauslegungspunkt, r :
der Radius am Spiraleintritt, Q : der
20 Volumenstrom am Eintritt in die Spirale für den Spiralauslegungspunkt, π : Kreiskonstante.

Daraus folgt nach Umformung:

$$25 \quad C = \frac{360}{b \cdot \tan \alpha_C}$$

bzw.

$$30 \quad \alpha_C = \arctan\left(\frac{360}{b \cdot C}\right),$$

mit b : Breite des Diffusors am Spiraleintritt.

Somit gilt: Für eine Verdichterstufe mit gegebener Spirale, charakterisiert durch den Spiralgrößenparameter C, wird genau
35 dann ein konstanter Druck über den Umfang des Laufrades bzw. des Diffusors erzielt, wenn der Strömungswinkel den Wert α_C gemäß der obigen Beziehung annimmt. Der sich am Spiraleintritt einstellende Strömungswinkel α wird durch das

Laufrad und die weitere Entwicklung der Strömung im Radialdiffusor geprägt. Dieser Winkel ist keineswegs konstant, sondern ändert sich entlang der Verdichterkehllinie. Daher ist nur an dem ausgezeichneten Betriebspunkt, an dem $\alpha = \alpha_C$ gilt, eine optimale Abstimmung zwischen Laufrad, Diffusor und Spirale zu verzeichnen. Bei Betriebspunkten, die von diesem Betriebspunkt abweichen, ist aufgrund $\alpha \neq \alpha_C$ mit Einbußen zu rechnen.

10 Darüber hinaus unterbleibt vielfach die dezidierte Auslegung der Spirale und es werden stattdessen Laufrad und Diffusor mit einer im Rahmen einer standardisierten Baukastensystematik bereits vorhandenen Spirale kombiniert. Dies geschieht oftmals aus Kostengründen, wobei nichtoptimale
15 Betriebseigenschaften zugunsten der Kostensituation in Kauf genommen werden. Die oben beschriebene Problematik tritt insbesondere bei schaufellosten Radialdiffusoren auf, aber auch bei beschaufelten Radialdiffusoren. Insbesondere im Falle schaufelloser Radialdiffusoren wirkt sich ein
20 fehlangepasstes Spiralgehäuse vielfach besonders negativ auf das Betriebsverhalten der Verdichterstufe aus.

Bei einem beschaufelten Radialdiffusor können die mit fehlangepassten Spiralgehäusen verknüpften Einbußen
25 weitgehend vermieden werden. Mit Hilfe eines beschaufelten Diffusors lassen sich Wirkungsgradvorteile gegenüber einem unbeschaufelten Diffusor erzielen, wobei dies aber nur dann erreicht wird, wenn der beschaufelte Diffusor möglichst nahe zum Laufrad hin positioniert wird. Die Eintrittsverhältnisse
30 r_3/r_1 (r_3 bezeichnet hier den Radius, an dem die Radialerstreckung der Radialverdichterbeschaufelung nach innen endet, und r_1 bezeichnet den Radius, an dem der Eintrittsquerschnitt des Strömungskanals bzw. der Laufradaustritt liegt) bei beschaufelten Diffusoren liegen
35 aus diesem Grund in der Regel zwischen $r_3/r_1 = 1,05$ und $r_3/r_1 = 1,2$. Beschaufelte Diffusoren sind jedoch nicht immer erwünscht und haben unter anderem den Nachteil einer Einengung des nutzbaren Fahrbereichs und verursachen erhöhten

Verdichterlärm. In einem beschaufelten Radialdiffusor können unter Umständen Schwingungsanregungen durch Laufrad-Leitrad-Interaktion auftreten, genauer gesagt ergeben sich Wechselwirkungen zwischen Diffusorschaukeln und

5 Laufschaukeln, was zu einer Schwingungsanregung des hochbelasteten Laufrades führen kann. So ist bei einem beschaufelten Radialverdichterdiffusor aufgrund von Nachlaufdellen des Laufrades mit erheblichen Fluktuationen in der Zuströmung zu den Diffusorschaukeln zu rechnen, was durch
10 Interaktion mit den Diffusorschaukeln unter anderem auch zu dem oben angedeuteten signifikanten Anstieg des Verdichterlärms führt. Die nachteiligen Effekte aufgrund der Laufrad-Leitrad-Interaktion sind umso ausgeprägter je kleiner das Radienverhältnis r_3/r_1 ist.

15 Aufgabe der Erfindung ist, einen Radialverdichter zu schaffen, der verbesserte Betriebseigenschaften bei nicht optimal angepasstem Abströmgehäuse aufweist und nicht mit Nachteilen behaftet ist, die von herkömmlichen beschaufelten
20 Diffusoren her bekannt ist.

Erfindungsgemäß wird ein Radialverdichterdiffusor für eine Radialverdichterstufe geschaffen, aufweisend einen Strömungskanal, der radial nach außen verläuft und radial
25 innen liegend einen bei einem ersten Radius zylindrisch umlaufenden Eintrittsquerschnitt sowie radial außen liegend einen zylindrisch umlaufenden Austrittsquerschnitt aufweist und der derart gestaltet ist, dass im Betrieb des Radialverdichterdiffusors eine von einem unmittelbar stromauf
30 des Radialverdichterdiffusors angeordneten Radialverdichterlaufrad abströmende und durch den Eintrittsquerschnitt in den Strömungskanal eintretende Gasströmung zum Abströmen durch den Austrittsquerschnitt in ein Abströmspiralgehäuse verzögert wird. Im Bereich des
35 Austrittsquerschnitts in dem Strömungskanal ist eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung vorgesehen, die bewirkt, dass der von der Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung aufgeprägte Abströmwinkel der Gasströmung nahezu

unbeeinflusst von dem Betriebszustand des Radialverdichterlaufrads ist und dass deren Radialerstreckung nach innen an einem dritten Radius endet, wobei das Verhältnis des dritten Radius zum ersten Radius mindestens
5 1,2 beträgt. Erfindungsgemäß wird außerdem eine Radialverdichterstufe geschaffen, die den erfindungsgemäßen Radialverdichterdiffusor aufweist.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Radialverdichterdiffusors
10 ist, dass für den äußeren Bereich des Radialdiffusors eine Leitbeschaufelung verwendet wird, die auch bei Variation des Volumenstroms entlang der Kennlinie einen nahezu konstanten Abströmwinkel α mit dem Wert α_c bewirkt, wodurch im gesamten Bereich der Kennlinie eine optimale Zuströmung zur Spirale
15 erreicht wird und Einbußen bei Wirkungsgrad und Verdichterarbeit vermieden werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung des Radialverdichterdiffusors
20 eine Mehrzahl von über den Umfang angeordneten Leitschaufeln auf, deren Vorderkanten an dem dritten Radius umlaufend angeordnet sind. Dabei weist bevorzugt die Mehrzahl von über den Umfang angeordneten Leitschaufeln Hinterkanten auf, die in einem Bereich zwischen dem dritten Radius und dem Radius
25 des Austrittsquerschnitts umlaufend angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung weist ein höheres Eintrittsradienverhältnis r_3/r_1 auf als dies bei herkömmlichen beschaufelte Diffusoren der Fall ist, weswegen die Leitbeschaufelung in einer Zone platziert ist,
30 in der ein vergleichsweise niedriges Geschwindigkeitsniveau herrscht (das Geschwindigkeitsniveau im Diffusor verhält sich etwa proportional zum Kehrwert der radialen Erstreckung). Dadurch sind einerseits die Inzidenzverluste am Eintritt der
35 Beschaufelung niedrig, andererseits herrscht in der Engstelle zwischen den Stufen ein solch niedriges Geschwindigkeits- bzw. Machzahlniveau, dass auch zu hohen Volumenströmen hin die kritische Massenstromdichte nicht erreicht wird. Damit

tritt bei der erfindungsgemäßen Beschaufelung keine Einschnürung des Betriebsbereiches ein, wie es bei herkömmlichen beschaufelten Diffusoren der Fall ist. Ferner sind bei dem Radienverhältnis $r_3/r_1 \geq 1,2$ die Nachlaufdellen
5 weitgehend ausgeglichen, so dass negative Effekte, die durch Laufrad-Leitrad-Wechselwirkung verursacht werden, vermieden werden. Bevorzugt beträgt das Verhältnis des dritten Radius zum ersten Radius mindestens 1,35.

10 Die erfindungsgemäße Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung bewirkt, dass der aufgeprägte Abströmwinkel eine verbesserte Anströmung zum spiralförmigen Sammelraum gewährleistet und deren radiale Erstreckung nach innen an dem dritten Radius endet, wobei das Verhältnis des dritten Radius zum ersten
15 Radius mindestens so groß ist, dass die von herkömmlichen beschaufelten Radialdiffusoren bekannten Nachteile vermieden werden.

Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform eines
20 erfindungsgemäßen Radialverdichterdiffusors anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht einer Radialverdichterstufe gemäß einem Ausführungsbeispiel der
25 Erfindung; und

Figur 2 eine Draufsicht der Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung der Radialverdichterstufe aus Figur 1.

30 In Figur 1 wird eine schematische Schnittansicht einer Radialverdichterstufe 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Die Radialverdichterstufe 1 weist ein Radialverdichterlaufrad 3, einen Radialverdichterdiffusor 6, sowie ein Abströmspiralgehäuse 8 auf. Das Radialverdichter-
35 laufrad 3 sitzt auf einer Welle 2 zum Antreiben des Radialverdichterlaufrads 3. Im Betrieb der Radialverdichterstufe 1 tritt Gas über einen Laufradeintritt 4 des Radialverdichterlaufrads 3 in das Radialverdichterlaufrad 3 ein, durchströmt

das Radialverdichterlaufrad 3 und tritt über den Laufradaustritt 5 und über einen Radialverdichterdiffusoreintritt 9 in den Radialverdichterdiffusor 6 ein.

- 5 Der Radialverdichterdiffusoreintritt 9 ist in einem bestimmten, gemäß Figur 1 als Radius 10 bezeichneten radialen Abstand zur Achse der Welle 2 angeordnet. Der Radialverdichterdiffusor 6 weist ferner einen Kanal 7 sowie einen Austritt 11 auf, der am Radius 12 angeordnet ist und
- 10 eine bestimmte Breite 13 hat. An den Diffusor 6 schließt sich ein Abströmspiralgehäuse 8 mit einem Abströmgehäuseeintritt 14 an. Der Diffusor 6 weist ferner eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15 auf. Die Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15 ist nahe zum
- 15 Radialdiffusoraustritt 11 hin angeordnet und erstreckt sich zwischen einem Radius 16, d.h. dem Radius am Eintritt der Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15, und dem Bereich zwischen dem dritten Radius 16 und dem Radius 12 des Austrittsquerschnitts 11. In dem in Figur 1 gezeigten
- 20 Ausführungsbeispiel ist eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15 im äußeren Bereich des Radialverdichterdiffusors 6, kurz vor der Eintrittszone des Abströmspiralgehäuses 8 vorgesehen. Das Eintrittsradienverhältnis, hier das Verhältnis zwischen dem Radius 16 am Eintritt der
- 25 Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15 und dem Radius 10 am Radialdiffusoreintritt 9, liegt oberhalb des Eintrittsradienverhältnisses in herkömmlichen beschaufelten Radialdiffusoren.
- 30 In Figur 2 wird schematisch ein Teil der Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung 15 der Radialverdichterstufe aus Figur 1 gezeigt. Die Beschaufelung 15 weist eine Vielzahl von Leitschaufeln 17 auf, die sich radial zwischen dem Radius 22 und dem Radius 16 erstrecken. Dabei befinden sich jeweils die
- 35 Hinterkanten 20 der Leitschaufeln 17 am Radius 22 und die Vorderkanten 19 der Leitschaufeln 17 sind am Radius 16 angeordnet. Ferner sind die Leitschaufeln 17 gegenüber einer radialen Richtung geneigt, so dass der sich einstellende

Strömungsgeschwindigkeitsvektor 21 stromabwärts der Leitschaufeln 17 bzw. der Radialdiffusoraustrittsbeschaukelung 15 den Abströmwinkel α aufweist, der in Figur 2 mit 18 bezeichnet ist.

Patentansprüche

1. Radialverdichterdiffusor für eine Radialverdichterstufe (1), mit einem Strömungskanal (7), der radial nach außen verläuft und radial innen liegend einen bei einem ersten Radius (10) zylindrisch umlaufenden Eintrittsquerschnitt (9) sowie radial außen liegend einen zylindrisch umlaufenden Austrittsquerschnitt (11) aufweist, wobei der Strömungskanal (7) gestaltet ist, eine von einem unmittelbar stromauf des Radialverdichterdiffusors (6) angeordneten Radialverdichterlaufrad (3) abströmende und durch den Eintrittsquerschnitt (9) in den Strömungskanal (7) eintretende Gasströmung zum Abströmen durch den Austrittsquerschnitt (11) in ein Abströmspiralgehäuse (8) zu verzögern, wobei im Bereich des Austrittsquerschnitts (11) in dem Strömungskanal (7) eine Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung (15) vorgesehen ist, die bewirkt, dass der von der Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung (15) aufgeprägte Abströmwinkel (18) der Gasströmung nahezu unbeeinflusst von dem Betriebszustand des Radialverdichterlaufrads (3) ist und dass deren Radialerstreckung nach innen an einem dritten Radius (16) endet, wobei das Verhältnis des dritten Radius (16) zum ersten Radius (10) mindestens 1,2 beträgt.
2. Radialverdichterdiffusor gemäß Anspruch 1, wobei die Radialdiffusoraustrittsbeschaufelung (15) eine Mehrzahl an über den Umfang angeordneten Leitschaufeln (17) aufweist, deren Vorderkanten (19) an dem dritten Radius (16) umlaufend angeordnet sind.
3. Radialverdichterdiffusor gemäß Anspruch 2, wobei die Mehrzahl an über den Umfang angeordneten Leitschaufeln (17) Hinterkanten (20) aufweisen, die in einem Bereich zwischen dem dritten Radius (16) und dem Radius (12) des Austrittsquerschnitts (11) umlaufend angeordnet sind.

4. Radialverdichterdiffusor gemäß Anspruch 3,
wobei das Verhältnis des dritten Radius (16) zum ersten
Radius (10) mindestens 1,35 beträgt.
- 5 5. Radialverdichterstufe mit einem Radialverdichterdiffusor
(6) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4.

FIG 1

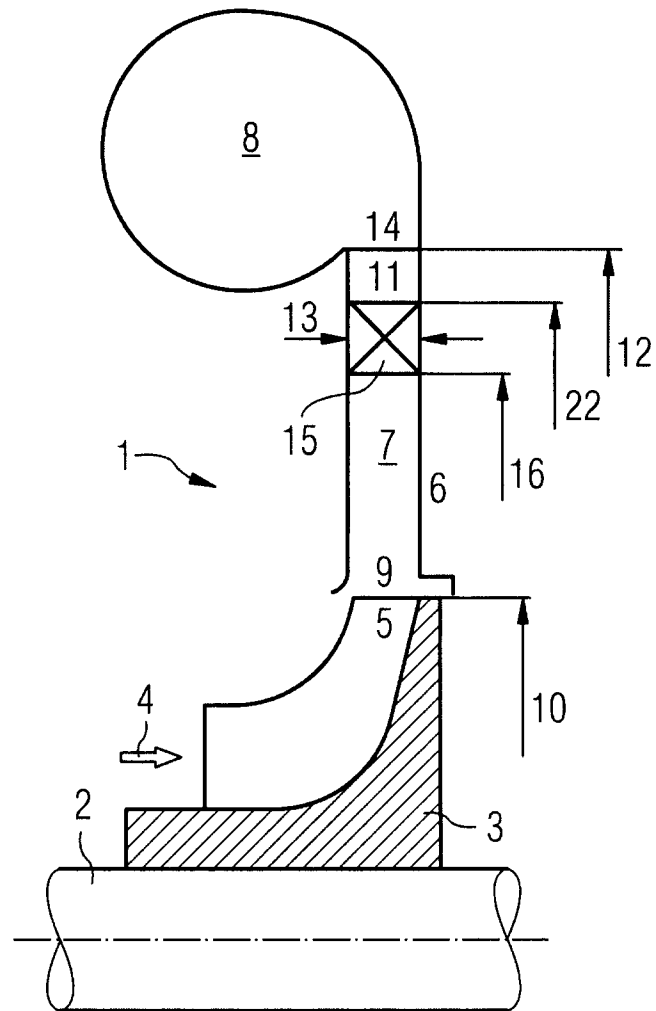
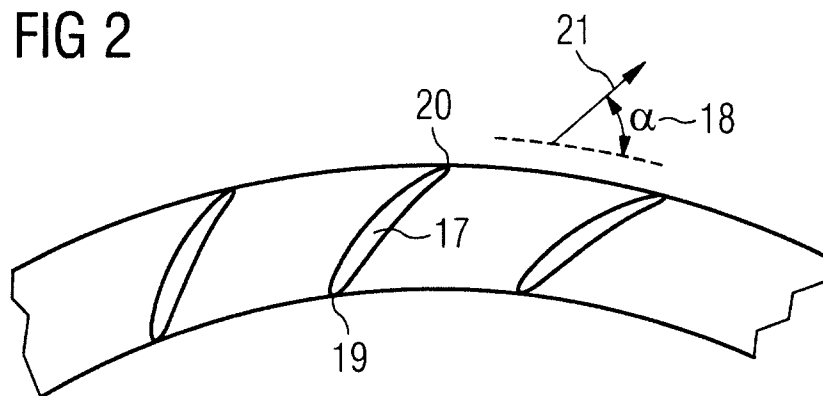


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04D29/44
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 practical, 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 2007/274826 A1 (KUHNEL JANPETER [CH] ET AL) 29 November 2007 (2007-11-29) the whole document claim 2; figure 1 -----	1-5
X	US 2 681 760 A (LUNDQUIST WILTON G) 22 June 1954 (1954-06-22) column 3, lines 71-75; figure 1 -----	1-5
X	GB 751 907 A (AUGSBURG NURNBURG A G MASCHF) 4 July 1956 (1956-07-04) the whole document figure 1 page 2, lines 28-35 -----	1-5
X	US 4 824 325 A (BANDUKWALLA PHIROZE [US]) 25 April 1989 (1989-04-25) figure 1 -----	1-5
-/-		

☒ 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 document 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

16 February 2011

Date of mailing of the international search report

28/02/2011

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

Ingelbrecht, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064048

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 709 266 C (GUTEHOFFNUNGSHUETTE OBERHAUSEN) 12 August 1941 (1941-08-12) figures 1,3 -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/064048

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007274826	A1	29-11-2007	CN 101454577 A 10-06-2009
			EP 1860325 A1 28-11-2007
			EP 2024644 A1 18-02-2009
			WO 2007137924 A1 06-12-2007
			JP 2009538403 T 05-11-2009
			KR 20090010220 A 29-01-2009
US 2681760	A	22-06-1954	NONE
GB 751907	A	04-07-1956	NONE
US 4824325	A	25-04-1989	NONE
DE 709266	C	12-08-1941	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04D29/44
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 2007/274826 A1 (KUHNEL JANPETER [CH] ET AL) 29. November 2007 (2007-11-29) das ganze Dokument Anspruch 2; Abbildung 1 -----	1-5
X	US 2 681 760 A (LUNDQUIST WILTON G) 22. Juni 1954 (1954-06-22) Spalte 3, Zeilen 71-75; Abbildung 1 -----	1-5
X	GB 751 907 A (AUGSBURG NURNBURG A G MASCHF) 4. Juli 1956 (1956-07-04) das ganze Dokument Abbildung 1 Seite 2, Zeilen 28-35 -----	1-5
X	US 4 824 325 A (BANDUKWALLA PHIROZE [US]) 25. April 1989 (1989-04-25) Abbildung 1 -----	1-5
-/-		

☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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

16. Februar 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/02/2011

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

Ingelbrecht, Peter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 709 266 C (GUTEHOFFNUNGSHUETTE OBERHAUSEN) 12. August 1941 (1941-08-12) Abbildungen 1,3 -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064048

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007274826	A1	29-11-2007	CN 101454577 A	10-06-2009
			EP 1860325 A1	28-11-2007
			EP 2024644 A1	18-02-2009
			WO 2007137924 A1	06-12-2007
			JP 2009538403 T	05-11-2009
			KR 20090010220 A	29-01-2009

US 2681760	A	22-06-1954	KEINE	

GB 751907	A	04-07-1956	KEINE	

US 4824325	A	25-04-1989	KEINE	

DE 709266	C	12-08-1941	KEINE	
