

WO 2013/127553 A1

(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

6. September 2013 (06.09.2013)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/127553 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*F01D 25/30 (2006.01) F02C 6/08 (2006.01)*

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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, 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.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/050610

(22) Internationales Anmeldedatum:

15. Januar 2013 (15.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

12157273.9 28. Februar 2012 (28.02.2012) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BRÖKER, Marc; Raiffeisenstr. 40c, 46535 Dinslaken (DE). BUCHAL, Tobias; Blaumeisenweg 4, 40489 Düsseldorf (DE).

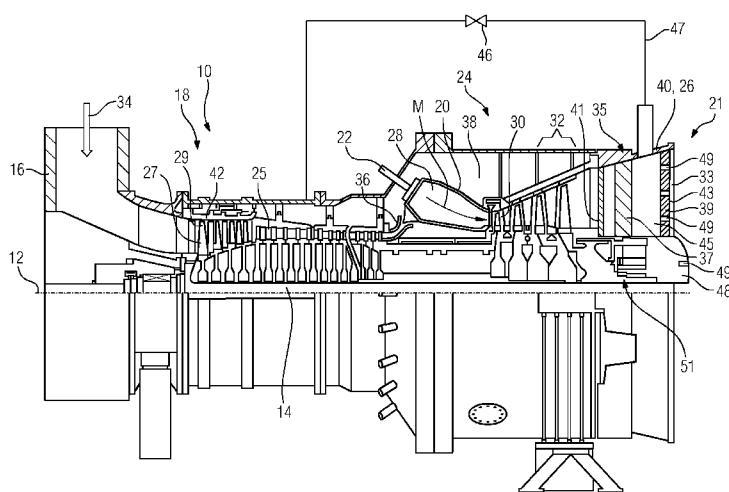
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: GAS TURBINE HAVING AN EXHAUST GAS DIFFUSER AND SUPPORTING FINS

(54) Bezeichnung : GASTURBINE MIT EINEM ABGAS-DIFFUSOR UND STÜTZRIPPEN



(57) Abstract: The invention relates to a gas turbine (10) having an exhaust gas diffuser (21) connected to a turbine unit (24), wherein the gas diffuser channel (33) of the gas diffuser is delimited on the outside by a channel wall (40) and is provided with a plurality of hollow supporting fins (35) extending inward for fastening a radial bearing (51) of the gas turbine (10), wherein at least one blow-off line (47) for blow-off air comprising at least one pipeline ends at the outlet side on the exhaust gas diffuser (21) and the end of the exhaust gas diffuser on the inlet side is connected to a compressor (18) of the gas turbine (10). In order to at least partially compensate for the incorrect incident flow of the supporting fins (35), more particularly in partial load operation, it is proposed that the supporting fins (35) have a hub (48) on the inner end thereof, the axial end of said hub being provided with additional openings (49) for blowing out the blow-off air in the diffuser channel.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

Die Erfindung betrifft eine Gasturbine (10) mit einem sich an eine Turbineneinheit (24) anschließenden Abgas-Diffusor (21), dessen Diffusorkanal (33) von einer Kanalwand (40) außen begrenzt ist und an der eine Anzahl von sich nach innen erstreckenden hohlen Stützrippen (35) zur Befestigung eines Radiallagers (51) der Gasturbine (10) vorgesehen sind, wobei am Abgas-Diffusor (21) zum mindesten eine Rohrleitungen umfassende Abblasleitung (47) für Abblaseluft ausströmseitig endet, dessen einströmseitiges Ende mit einem Verdichter (18) der Gasturbine (10) verbunden ist. Um insbesondere im Teillastbetrieb die Fehlanströmung der Stützrippen (35) zum mindesten teilweise zu kompensieren, ist vorgesehen, dass die Stützrippen 35 an ihrem inneren Ende eine Nabe 48 aufweisen, an deren axialen Ende weitere Öffnungen 49 zum Ausblasen der Abblaseluft in den Diffusorkanal vorgesehen sind.

## Beschreibung

### Gasturbine mit einem Abgas-Diffusor und Stützrippen

5

Die Erfundung betrifft eine Gasturbine mit einem sich an eine Turbineneinheit anschließenden Abgas-Diffusor, dessen Diffusorkanal von einer Wand außen begrenzt ist und an der eine Anzahl von sich nach Innen erstreckenden hohlen Stützrippen 10 zur Befestigung eines Radiallagers der Gasturbine vorgesehen sind, wobei am Abgas-Diffusor zumindest eine Rohrleitungen umfassende Abblasleitung für Abblaseluft ausströmseitig endet, dessen einströmseitiges Ende mit einem Verdichter der Gasturbine verbunden ist.

15

Gasturbinen und deren Betriebsweisen sind aus dem umfangreich verfügbaren Stand der Technik bestens bekannt. Sie umfassen stets einen Abgas-Diffusor als Teil einer Abgasstrecke, durch den das aus der Gasturbine abströmende Abgas weitergeführt 20 werden kann. Das Abgas wird entweder zu einem Schornstein geführt, sofern die Gasturbine zum Alleinbetrieb, im Englischen Simple Cycle genannt, vorgesehen ist. Bei einem GuD-Kraftwerk – im Englischen Combined Cycle genannt – führt die Abgasstrecke das Abgas zu einem Kessel, mit dessen Hilfe die im Abgas 25 enthaltene thermische Energie in Dampf für eine Dampfturbine umgewandelt wird.

Der Betriebspunkt des Abgas-Diffusors hängt in erster Linie von seinem Volumenstrom ab. Dieser wird bekanntermaßen hauptsächlich von der Umgebungstemperatur, der Verdichter-Einlassleitschaufelstellung sowie der Befeuerungstemperatur beeinflusst.

Der Abgas-Diffusor sollte mehrere Anforderungen erfüllen: Zum 35 Einen ist ein maximaler Druckrückgewinn zur Erzielung eines maximalen Wirkungsgrades im Auslegungspunkt erforderlich. Gleichzeitig soll der Wirkungsgrad bei Entfernung vom Auslegungspunkt nach Möglichkeit nur geringfügig abfallen. Zum

Anderen sollte er kein instationäres Betriebsverhalten aufweisen, was ansonsten die mechanische Integrität der Kraftwerksanlage durch Schwingungsanregung beeinträchtigen könnte. Darüber hinaus sollte er eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung am Austritt zur Erreichung eines guten Kesselwirkungsgrades aufweisen. Ebenso bedeutsam ist die Vermeidung von Flip-Flop-Effekten bei Änderung des Betriebspunktes während des tiefen Teillastbetriebs. Schlussendlich sollte der Abgas-Diffusor zudem auch kleinbauend und somit kostengünstig sein.

Von besonderer Bedeutung für eine optimale Diffusorströmung ist das Vermeiden von Ablöse- und Rückströmzonen, sowohl an der Außenwand als auch am Übergang vom Abgas-Diffusor zum Kesseleinlauf. Sofern diese dennoch auftreten, sollte ihre Größe vergleichsweise klein sein. Die Ablösungen an der Innenfläche der glatten Diffusor-Außenwand sind zumeist verursacht durch eine zu geringe lokale Strömungsenergie, die dem stromab ansteigenden Druck nicht entgegenwirken kann. Ursächlich hierfür ist neben dem Öffnungswinkel des Diffusors die Abströmung an der letzten Turbinenlaufschaufelreihe und insbesondere die Überströmung an deren Schaufelspitzen. Rückstromzonen können sich ggf. im Teillastbetrieb ausbilden, insbesondere hinter der Nabe und an der Außenwand. Dabei können Sie so weit stromab reichen, dass es selbst im Bereich des Kesseleintritts zu Zonen stromauf gerichteter Strömung kommt. Bei der Verwendung von Nachbrennern kann durch Rückströmungen ein Flammenrückschlag erzeugt werden, was die kombinierte Betriebsweise von Gasturbinen und Nachbrennern einschränken könnte.

Um diesen aerodynamischen Phänomenen entgegenzuwirken ist es bekannt, im Teillastbetrieb der Gasturbine der Diffusorströmung Teile des Verdichtermassenstroms über Verdichterentnahmen und mehrere Abblasleitungen direkt zuzuführen. Dabei sind die Mündungen der Abblasleitungen in den Diffusor meist kostenmäßig optimiert, so dass diese eher diagonal auf der Mantelfläche des Diffusors angeordnet sind. Durch die Ausbla-

sung an wenigen Umfangsstellen kommt es innerhalb der Diffusorströmung zudem zu kalten Strähnen. Im Zusammenhang mit einer instationären Strömung im Diffusor führt dies zu einer instationären thermischen Beanspruchung der Diffusorwände und  
5 begünstigt so die Rissbildung dort.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Gasturbine mit einem sich an eine Turbineneinheit anschließenden Abgas-Diffusor, welcher den im Stand der Technik genannten  
10 Problemen entgegenwirken kann.

Die auf die Gasturbine gerichtete Aufgabe wird mit einer solchen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben und  
15 können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das ausströmseitige Ende der Abblaseleitung über den Hohlraum der Stützrippen mit der Nabe strömungstechnisch verbunden ist zur Weiterleitung von  
20 Abblaseluft bis in die Nabe und die Abblaseluft nabenseitig ausgeblasen wird, um die Rückströmzone hinter der Nabe zu reduzieren oder um als Coanda-Strahl die Ablöseneigung an einem ggf. konisch zulaufenden Nabenhörnchen zu reduzieren.

25 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist das ausströmseitige Ende der Abblaseleitung mit dem Hohlraum der Stützrippen strömungstechnisch verbunden, wobei die Stützrippen Öffnungen zum Ausblasen der Abblaseluft in den Diffusorkanal aufweisen. Durch die Führung der Abblaseluft in die Stützrippen des hinteren Lagersterns und die vorzugsweise Ausblasung an der Abströmkante der Stützrippen kann die Abblaseluft gezielt dafür genutzt werden, im Teillastbetrieb die Ablösungen an den dann stark fehlangeströmten Stützrippen zu reduzieren. Ferner lässt sich auf diese Weise der von den Stützrippen gebildete  
30 Lagerstern und Teile davon - beispielsweise deren Blechumkleidung - gezielt kühlen. Dies ermöglicht eine Anhebung der Turbinenaustrittstemperatur im Teillastbetrieb, verglichen mit dem Nennlastbetrieb, wodurch im Teillastbetrieb wiederum

dem Absinken der Flammentemperatur und dem damit verbundenen Ansteigen der CO-Werte des Abgases entgegengewirkt werden kann.

- 5 Es sei bemerkt, dass die Ausblasung der Abblaseluft durch die in den Stützrippen angeordneten Öffnungen auch unabhängig von der Ausblasung durch die Nabe vorgesehen sein kann.

Die Erfindung wird anhand einer einzigen Figur näher erläutert. Das einzige Ausführungsbeispiel zeigt eine Gasturbine 10 in einem Längsteilschnitt.

Figur 1 zeigt eine stationäre Gasturbine 10 in einem Längsteilschnitt. Die Gasturbine 10 weist im Innern einen um eine Rotationsachse 12 drehgelagerten Rotor 14 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 14 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 16, ein Axialturboverdichter 18, eine torusartige Ringbrennkammer 20 mit mehreren rotationssymmetrisch zueinander angeordneten Brennern 22, eine Turbineneinheit 24 und ein Turbinenausgangsgehäuse 26. An das Turbinenausgangsgehäuse 26 der Gasturbine 10 schließt sich ein nicht weiter dargestellter Turbinen-Abgas-Verteiler an. Beide Komponenten sind Teil des Gasturbinen-Abgas-Diffusors 21. Anstelle der Ringbrennkammer kann die Gasturbine auch mit mehreren Rohrbrennkammern ausgestattet sein.

Der Axialturboverdichter 18 umfasst einen ringförmig ausgebildeten Verdichterkanal mit darin kaskadisch aufeinanderfolgenden Verdichterstufen aus Laufschaufel- und Leitschaufelkränzen. Die am Rotor 14 angeordneten Laufschaufeln 27 liegen mit ihren frei endenden Schaufelblattspitzen einer äußeren Kanalwand des Verdichterkanals gegenüber. Der Verdichterkanal mündet über einen Verdichterausgangsdiffusor 36 in einem Plenum 38. Darin ist die Ringbrennkammer 20 mit ihrem Verbrennungsraum 28 vorgesehen, der mit einem ringförmigen Heißgas-kanal 30 der Turbineneinheit 24 kommuniziert. In der Turbineneinheit 24 sind vier hintereinandergeschaltete Turbinen-

stufen 32 angeordnet. Am Rotor 14 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (jeweils nicht dargestellt) angekoppelt.

An das Turbinenausgangsgehäuse 26 der Gasturbine 10 schließt sich 5 ein Turbinen-Abgas-Verteiler an. Beide Komponenten sind Teil des Gasturbinen-Abgas-Diffusors 21. Stromab des Turbinen-Abgas-Verteilers ist ein ebenso nicht weiter dargestelltes Abgas-Gas-System vorgesehen. Dieses und der Gasturbinen-Abgas-Diffusor 21 bilden das Abgas-Diffusor-System.

10

Im Gasturbinen-Abgas-Diffusor 21 ist ein einströmseitig ringförmiger Diffusorkanal 33 vorgesehen, der radial außen von einer konischen Kanalwand 40 begrenzt ist. An der Kanalwand 40 sind entlang des Umfangs des Diffusorkanals 33 sechs 15 Stützrippen 35 verteilt, von denen lediglich eine im Längsschnitt dargestellt ist. Es kann auch eine andere Anzahl an Stützrippen vorhanden sein. Jede Stützrippe 35 weist in ihrem Inneren eine Stütze 37 auf, welche durch eine Blechumkleidung 39 vor dem direkten Kontakt mit Abgas geschützt ist. Die 20 Blechumkleidung 39 weist eine Anströmkante 41 und eine Abströmkante 43 auf, wobei diese analog der Profilkontur eines Schaufelblatts einer Verdichterschaufel im Querschnitt aerodynamisch profiliert ist. An den inneren Enden der Stützrippen 35 ist eine Nabe 48 angeordnet, welche ein Gehäuse für 25 ein im Inneren angeordnetes turbinenseitiges Radiallager 51 bildet. Trotz der Stütze 37 ist im Inneren der Blechumkleidung 39 noch ein Hohlraum 45 vorhanden. Diesem ist über eine Abblasleitung 47 ein Teil des Verdichtermassenstroms zuführbar. Die Abblasleitung 47 umfasst drei Rohrleitungen, von 30 denen lediglich eine Rohrleitung dargestellt ist. Es können auch mehr als drei oder weniger Rohrleitungen vorgesehen sein. Die nicht dargestellten Rohrleitungen sind entlang des Umfangs der Gasturbine 10 verteilt. In jeder Rohrleitung ist zudem ein Ventil als Stellorgan 46 zum Schließen und teilweise 35 sem oder vollständigem Öffnen der Rohrleitungen vorgesehen. Alle Rohrleitungen verbinden den Verdichter 18 oder das Plenum 38 mit den Hohlräumen 45, um diesen Abblaseluft zuzuführen.

In der Abströmkante 43 der Stützrippe 35 und/oder im stromabwärtsigen Bereich der konvexen Saugseite der Stützrippen (35) sind mehrere Öffnungen 49 vorgesehen, über die die der Stütz-  
5 rippe 35 zugeführte Abblaseluft in den Diffusorkanal 33 eingebracht werden kann. Auch unabhängig von dem Vorhandensein der Öffnungen 49 in den Stützrippen 35 können in der Nabe 48 Öffnungen 49 zum Ausblasen von Abblaseluft vorgesehen sein. Insbesondere letztere Ausgestaltung eignet sich dazu, Rück-  
10 strömzonen stromab der Nabe 48 zu vermeiden.

Im Betrieb der Gasturbine 10 saugt der Axialturboverdichter 18 durch das Ansauggehäuse 16 als zu verdichtendes Medium Umgebungsluft 34 an und verdichtet diese. Die verdichtete Luft wird durch den Verdichterausgangsdiffusor 36 in das Plenum 38 geführt, von wo aus es in die Brenner 22 einströmt. Über die Brenner 22 gelangt auch Brennstoff in den Verbrennungsraum 28. Dort wird der Brennstoff unter Zugabe der verdichteten Luft zu einem Heißgas M verbrannt. Das Heißgas M strömt anschließend in den Heißgaskanal 30, wo es sich arbeitsleistend an den Turbinenschaufeln der Turbineneinheit 24 entspannt. Die währenddessen freigesetzte Energie wird vom Rotor 14 aufgenommen und einerseits zum Antrieb des Axialturboverdichters 18 und andererseits zum Antrieb einer Arbeitsmaschine oder  
20 elektrischen Generators genutzt.  
25

Der Betrieb der Gasturbine 10 ist so ausgestaltet, dass im Nennlastbetrieb lediglich eine derartige Menge an Abblaseluft aus den Öffnungen 49 ausströmt wie es zur Vermeidung von ei-  
30 nem Eindringen des Abgases in die Öffnungen 49 erforderlich ist. Wird die abgegebene Leistung der Gasturbine unter einen vorbestimmten Wert abgesenkt, werden die in der Abblaselei-  
35 tung 47 angeordneten Stellorgane 46 weiter geöffnet, so dass der Abblasemassenstrom signifikant zunimmt. Der vorbestimmte Wert kann beispielsweise 80%, 70%, 50% oder auch einen anderen Prozentsatz der Gasturbinen-Nennleistung betragen. Durch diese Maßnahme können einerseits Ablösungen an den Stützri-  
pen 35 vermieden werden, welche im Teillastbetrieb wegen ei-

ner Fehlanströmung wegen eines verringerten Abgas-Massenstroms auftreten können. Zudem wird der prozentuale Anteil an Verbrennungsluft im Brennstoff-Luft-Gemisch reduziert, was zu einer höheren Verbrennungstemperatur führt und CO-Emissionen auf einen geringeren Wert halten kann. Durch das Ausblasen der Abblaseluft durch die Nabe 48 können zudem Rückströmzonen stromab der Nabe 48 vermieden werden.

Insgesamt wird mit der Erfindung eine Gasturbine 10 mit einem sich an eine Turbineneinheit 24 anschließenden Abgas-Diffusor 21 vorgeschlagen, dessen Diffusorkanal 33 von einer Kanalwand 40 außen begrenzt ist und an der eine Anzahl von sich nach innen erstreckenden hohlen Stützrippen 35 zur Befestigung eines Radiallagers 51 der Gasturbine 10 vorgesehen sind, wobei am Abgas-Diffusor 21 zumindest eine Rohrleitungen umfassende Abblaseleitung 47 für Abblaseluft ausströmseitig endet, dessen einströmseitiges Ende mit einem Verdichter 18 der Gasturbine 10 verbunden ist. Um insbesondere im Teillastbetrieb den durch die Fehlanströmung der Stützrippen 35 ausgelösten Wirkungsgradverlust zumindest teilweise zu kompensieren, ist vorgesehen, dass die Stützrippen 35 an ihrem inneren Ende eine Nabe 48 aufweisen, an deren axialen Ende weitere Öffnungen 49 zum Ausblasen der Abblaseluft in den Diffusorkanal vorgesehen sind.

## Patentansprüche

1. Gasturbine (10) mit einem sich an eine Turbineneinheit (24) anschließenden Abgas-Diffusor (21), dessen Diffusorkanal (33) von einer Kanalwand (40) außen begrenzt ist und an der eine Anzahl von sich nach innen erstreckenden hohlen Stützrippen (35) zur Befestigung eines Radiallagers (51) der Gasturbine (10) vorgesehen sind,

5 wobei am Abgas-Diffusor (21) zumindest eine Rohrleitungen umfassende Abblaseleitung (47) für Abblaseluft ausströmseitig endet, dessen einströmseitiges Ende mit einem Verdichter der Gasturbine (10) verbunden ist,

10 wobei die Stützrippen (35) an ihrem inneren Ende eine Nabe (48) aufweisen, die über den Hohlraum der jeweiligen Stütz-  
15 rippe (35) mit dem ausströmseitigen Ende der Abblaseleitung strömungstechnisch verbunden ist,

15 dadurch gekennzeichnet, dass am axialen Ende der Nabe (48) weitere Öffnungen (49) zum Ausblasen der Abblaseluft in den Diffusorkanal (33) vorge-  
20 sehen sind.

2. Gasturbine (10) nach Anspruch 1,

25 bei der die Öffnungen (49) an den Stützrippen (35) ausschließlich nabenseitig verteilt sind.

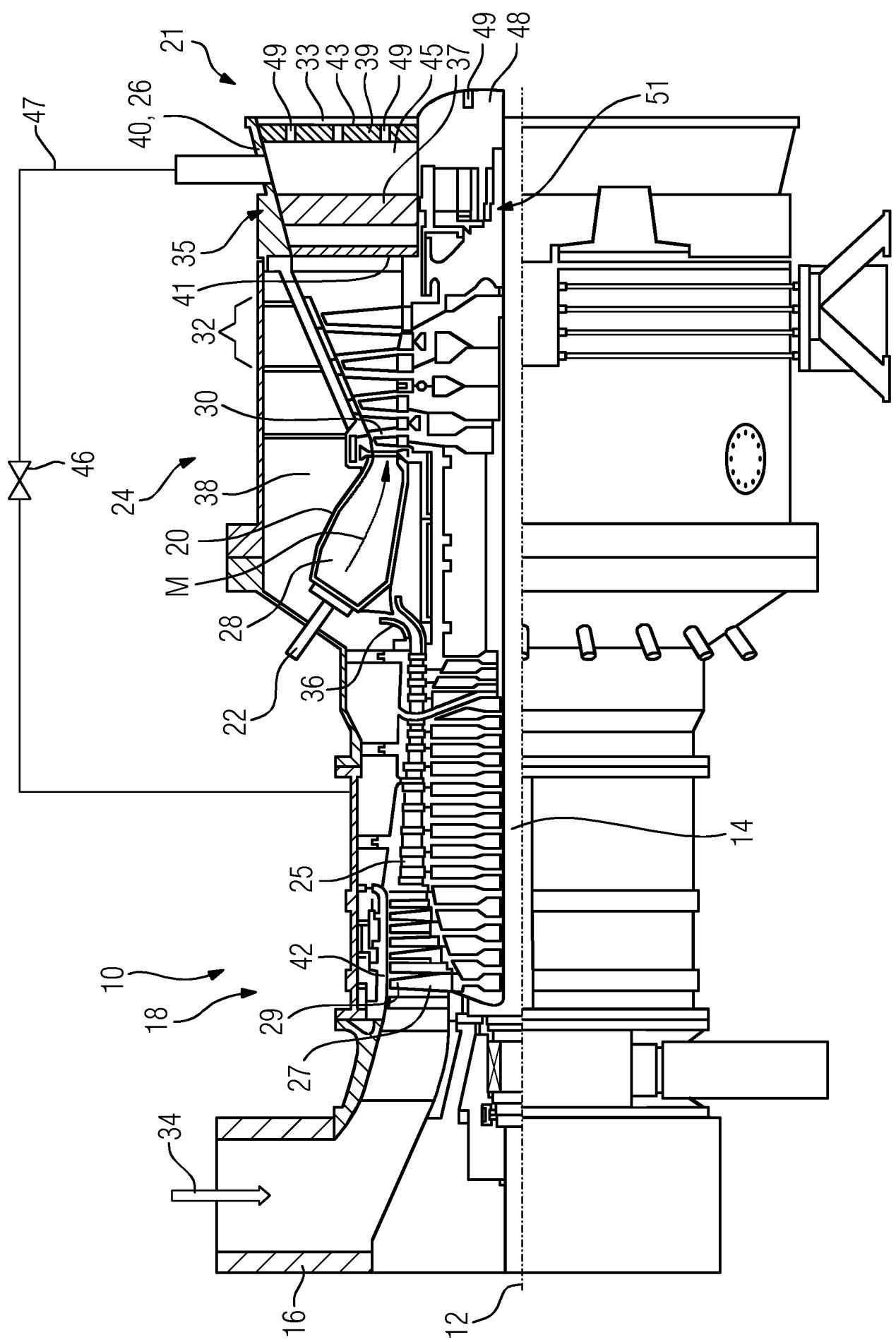
3. Gasturbine (10) nach Anspruch 1 oder 2,

30 bei der die Öffnungen (49) an einer Abströmkante der Stütz-  
35 rippen (35) und/oder im stromabwärtigen Bereich der konve-  
xen Saugseite der Stützrippen (35) angeordnet sind.

4. Gasturbine (10) nach Anspruch 1, 2 oder 3,

35 bei der die Stützrippen (35) Öffnungen (49) zum Ausblasen der Abblaseluft in den Diffusorkanal (33) aufweisen.

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/050610

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F01D25/30 F02C6/08  
 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)  
**F01D F02C**

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**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | EP 2 336 524 A2 (KAWASAKI HEAVY IND LTD [JP]) 22 June 2011 (2011-06-22)<br>the whole document<br>paragraphs [0019], [0020], [0025] - [0027], [0032], [0033], [0040]<br>figures 3-5 | 1                     |
| Y         | -----<br>US 2009/263243 A1 (LITTLE DAVID A [US] ET AL) 22 October 2009 (2009-10-22)<br>the whole document<br>paragraphs [0019] - [0024]<br>figures 1,2                             | 2-4                   |
| A         | -----<br>EP 1 512 844 A2 (HITACHI LTD [JP])<br>9 March 2005 (2005-03-09)<br>the whole document<br>figures 1,2,7  | 1                     |
| X         | -----<br>-----<br>- / --   | 1                     |

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  | Date of mailing of the international search report |
| 2 May 2013   | 10/05/2013   |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br>Gombert, Ralf            |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/EP2013/050610 |
|---|

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | DE 39 42 203 A1 (GEN ELECTRIC [US])<br>5 July 1990 (1990-07-05)<br>the whole document<br>column 6, line 17 - column 7, line 34<br>column 11, lines 25-51<br>figures 2,3,6,11,12<br>----- | 1-4                   |
| A         | US 2011/058939 A1 (OROSA JOHN [US] ET AL)<br>10 March 2011 (2011-03-10)<br>the whole document<br>paragraphs [0005], [0006], [0047],<br>[0051] - [0053]<br>figures 1,5<br>-----           | 1-4                   |
| A         | US 2011/056179 A1 (OROSA JOHN [US])<br>10 March 2011 (2011-03-10)<br>the whole document<br>paragraphs [0005], [0006], [0043],<br>[0046] - [0048]<br>figures 1,5<br>-----                 | 1-4                   |
|           |  |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|  |
|--|
| International application No<br><b>PCT/EP2013/050610</b> |
|--|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) |      |               | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------|---------------|------------------|
| EP 2336524                             | A2               | 22-06-2011              | EP   | 2336524 A2    | 22-06-2011       |
|  |                  |                         | JP   | 4958967 B2    | 20-06-2012       |
|  |                  |                         | JP   | 2011127447 A  | 30-06-2011       |
|  |                  |                         | US   | 2011138819 A1 | 16-06-2011       |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |
| US 2009263243                          | A1               | 22-10-2009              | NONE |               |                  |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |
| EP 1512844                             | A2               | 09-03-2005              | EP   | 1512844 A2    | 09-03-2005       |
|  |                  |                         | JP   | 4040556 B2    | 30-01-2008       |
|  |                  |                         | JP   | 2005083199 A  | 31-03-2005       |
|  |                  |                         | US   | 2005050898 A1 | 10-03-2005       |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |
| DE 3942203                             | A1               | 05-07-1990              | DE   | 3942203 A1    | 05-07-1990       |
|  |                  |                         | FR   | 2641328 A1    | 06-07-1990       |
|  |                  |                         | GB   | 2226600 A     | 04-07-1990       |
|  |                  |                         | IT   | 1237166 B     | 24-05-1993       |
|  |                  |                         | JP   | H063145 B2    | 12-01-1994       |
|  |                  |                         | JP   | H02245428 A   | 01-10-1990       |
|  |                  |                         | SE   | 467316 B      | 29-06-1992       |
|  |                  |                         | SE   | 8904326 A     | 30-06-1990       |
|  |                  |                         | US   | 4989406 A     | 05-02-1991       |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |
| US 2011058939                          | A1               | 10-03-2011              | NONE |               |                  |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |
| US 2011056179                          | A1               | 10-03-2011              | NONE |               |                  |
| <hr/>                                  |                  |                         |      |               |                  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050610

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F01D25/30 F02C6/08  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**F01D F02C**

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**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | EP 2 336 524 A2 (KAWASAKI HEAVY IND LTD [JP]) 22. Juni 2011 (2011-06-22)<br>das ganze Dokument<br>Absätze [0019], [0020], [0025] - [0027],<br>[0032], [0033], [0040]<br>Abbildungen 3-5 | 1                  |
| Y          | -----<br>US 2009/263243 A1 (LITTLE DAVID A [US] ET AL) 22. Oktober 2009 (2009-10-22)<br>das ganze Dokument<br>Absätze [0019] - [0024]<br>Abbildungen 1,2                                | 2-4                |
| A          | -----<br>EP 1 512 844 A2 (HITACHI LTD [JP])<br>9. März 2005 (2005-03-09)<br>das ganze Dokument<br>Abbildungen 1,2,7   | 1                  |
| X          | -----<br>-----<br>- / --  | 1                  |



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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

2. Mai 2013

10/05/2013

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

Gombert, Ralf

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050610

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | DE 39 42 203 A1 (GEN ELECTRIC [US])<br>5. Juli 1990 (1990-07-05)<br>das ganze Dokument<br>Spalte 6, Zeile 17 - Spalte 7, Zeile 34<br>Spalte 11, Zeilen 25-51<br>Abbildungen 2,3,6,11,12<br>----- | 1-4                |
| A          | US 2011/058939 A1 (OROSA JOHN [US] ET AL)<br>10. März 2011 (2011-03-10)<br>das ganze Dokument<br>Absätze [0005], [0006], [0047], [0051]<br>- [0053]<br>Abbildungen 1,5<br>-----                  | 1-4                |
| A          | US 2011/056179 A1 (OROSA JOHN [US])<br>10. März 2011 (2011-03-10)<br>das ganze Dokument<br>Absätze [0005], [0006], [0043], [0046]<br>- [0048]<br>Abbildungen 1,5<br>-----                        | 1-4                |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050610

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie   | Datum der Veröffentlichung   |
|---|----------------------------|--|--|
| EP 2336524 A2                                   | 22-06-2011                 | EP 2336524 A2<br>JP 4958967 B2<br>JP 2011127447 A<br>US 2011138819 A1  | 22-06-2011<br>20-06-2012<br>30-06-2011<br>16-06-2011   |
| US 2009263243 A1                                | 22-10-2009                 | KEINE  |  |
| EP 1512844 A2                                   | 09-03-2005                 | EP 1512844 A2<br>JP 4040556 B2<br>JP 2005083199 A<br>US 2005050898 A1  | 09-03-2005<br>30-01-2008<br>31-03-2005<br>10-03-2005   |
| DE 3942203 A1                                   | 05-07-1990                 | DE 3942203 A1<br>FR 2641328 A1<br>GB 2226600 A<br>IT 1237166 B<br>JP H063145 B2<br>JP H02245428 A<br>SE 467316 B<br>SE 8904326 A<br>US 4989406 A | 05-07-1990<br>06-07-1990<br>04-07-1990<br>24-05-1993<br>12-01-1994<br>01-10-1990<br>29-06-1992<br>30-06-1990<br>05-02-1991 |
| US 2011058939 A1                                | 10-03-2011                 | KEINE  |  |
| US 2011056179 A1                                | 10-03-2011                 | KEINE  |  |