

(19)



(11)

EP 2 778 531 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.2014 Patentblatt 2014/38

(51) Int Cl.:
F23R 3/26 (2006.01) F23R 3/50 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13159017.6**

(22) Anmeldetag: **13.03.2013**

(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

(72) Erfinder:
• **Link, Marco**
46049 Oberhausen (DE)
• **Tertilt, Marc**
45529 Hattingen (DE)
• **Wilke, Martin**
45276 Essen (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

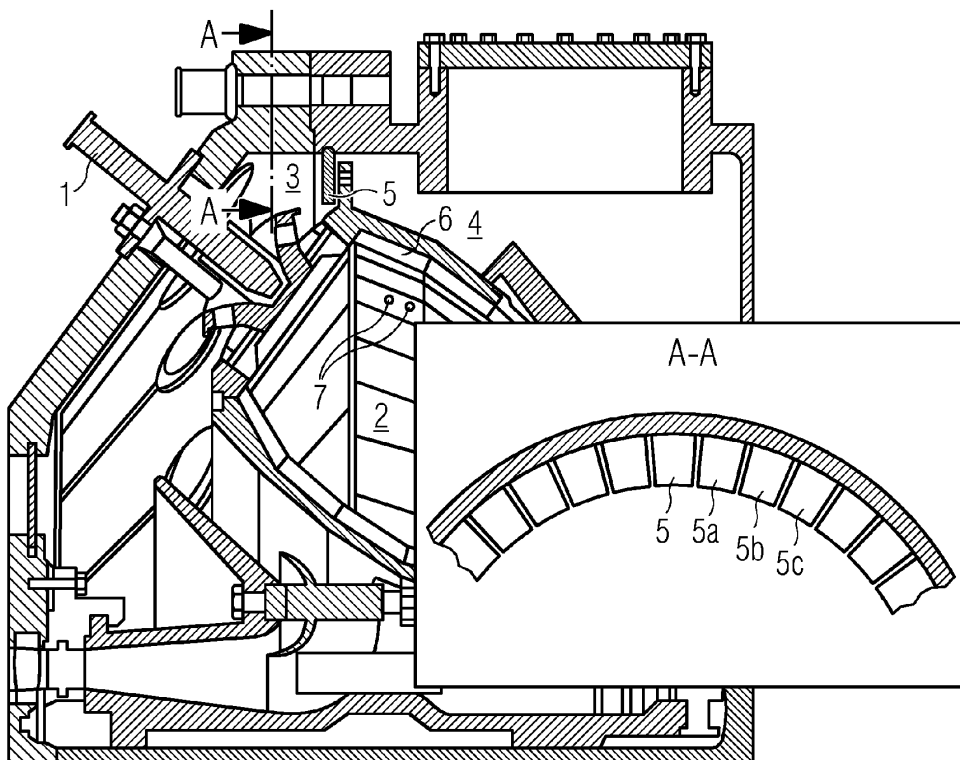
(54) **Gasturbine mit optimierter Verbrennung im Teillastbetrieb durch Luftmengenregelung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einem Verdichter zur Versorgung einer Brennkammer (2) mit verdichteter Luft, einem an die Brennkammer zumindest teilweise anschließenden Anschlussraum (4), wobei vom Anschlussraum (4) in die Brennkammer (2) Luftdurchlässe (7) ausgebildet sind, die zur Kühlung dienen, und

mit einer Einrichtung (5), mit welcher der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter in den Anschlussraum (4) strömende Luft verändert werden kann.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein zugehöriges Verfahren.

FIG 1



EP 2 778 531 A1

Beschreibung

[0001] Im Teillastbetrieb von Gasturbinen fällt die Verbrennungstemperatur häufig ab. Dies kann zu erhöhten CO-Emissionen führen. Umweltschutzgesichtspunkte und damit einhergehende gesetzliche Regeln veranlassen oder zwingen gar dazu, den Teillastbetrieb wegen der CO-Emissionen zu vermeiden.

[0002] Aufgabe der Erfindung ist es Abhilfe zu schaffen.

[0003] Hierzu wird eine Gasturbine vorgestellt mit einem Verdichter zur Versorgung einer Brennkammer mit verdichteter Luft, einem an die Brennkammer zumindest teilweise anschließenden Anschlussraum, wobei vom Anschlussraum in die Brennkammer Luftdurchlässe ausgebildet sind, die zur Kühlung dienen. Ein derartiger Aufbau ist bei Gasturbinen üblich. Im Betrieb stellt sich im Anschlussraum ein höherer Druck als in der Brennkammer ein. Aufgrund der Druckdifferenz fließt durch die Luftdurchlässe Luft. Damit wird eine Kühlung der Brennkammerwand, also der Wand zwischen dem Anschlussraum und der Brennkammer erreicht. Dies sowohl durch die niedrigere Temperatur der Luft als auch durch den Umstand, dass die Strömung dafür sorgt, dass Flammen in der Brennkammer von der Brennkammerwand ferngehalten werden.

[0004] Ferner ist eine Einrichtung vorhanden, mit welcher der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter in den Anschlussraum strömende Luft verändert werden kann. Die Veränderung des Strömungsquerschnitts führt zu einer Veränderung des Strömungswiderstands und damit des Drucks im Anschlussraum. Der veränderte Druck im Anschlussraum führt zu einer veränderten Strömung von Kühlluft durch die Luftdurchlässe in die Brennkammer.

[0005] Wird also durch die Einrichtung der Strömungsquerschnitt für die vom Verdichter in den Anschlussraum strömende Luft erhöht, sinkt der Strömungswiderstand. Die Luft gelangt leichter in den Anschlussraum, in dem sich der Druck erhöht. Somit strömt mehr Kühlluft durch die Luftdurchlässe in die Brennkammer. Damit steht weniger vom Verdichter kommende Luft zur Verfügung, die unmittelbar in einen Verbrennungsbereich der Brennkammer strömt. Im oben erwähnten Teillastbetrieb ist dies erwünscht, da in diesem durch eine reduzierte Brennstoffzufuhr anderenfalls die Verbrennungstemperatur abfallen würde. Eine abfallende Verbrennungstemperatur würde zu erhöhten CO-Emissionen führen. Hier ist insbesondere zu beachten, dass ein Sinken der sogenannten Primärzonen-temperatur unter 1400°C zu erhöhten CO-Emissionen führt.

[0006] Es ist also festzustellen, dass durch eine Erhöhung des Strömungsquerschnitts vom Verdichter in den Anschlussraum, also durch eine Erhöhung der Kühlluftmenge in der Brennkammer ein Abfallen der Verbrennungstemperatur und damit ein unerwünschter Anstieg der CO-Emissionen unterbunden wird. Eine Erklärung für diesen zunächst überraschenden Zusammenhang ist, dass die Kühlluft vor allem die Brennkammerwand,

nicht aber die Flamme selbst, kühlt. Günstig ist hierbei, dass der Energieverlust gering ausfällt. Auf dem Pfad vom Verdichter über den Anschlussraum und durch die Luftdurchlässe in die Brennkammer fallen etwas höhere Strömungsverluste an als im direkten Pfad vom Verdichter in den Verbrennungsbereich der Brennkammer. Im Übrigen steht die Kühlluft ebenso für die Expansion in der Turbine zur Verfügung, die vom Verdichter geleistete Arbeit geht also nicht verloren.

[0007] Die Erfindung gestattet damit unter Inkaufnahme eines geringen Wirkungsgradverlusts einen erweiterten Leistungsbereich. Der Strommarkt verlangt auch aufgrund des zunehmenden Einsatzes erneuerbarer Energien flexibel einsetzbare Kraftwerke. Die Erfindung ist gleichermaßen nützlich in einem alleinigen Betrieb der Gasturbine wie im kombinierten Betrieb, in dem aus der Abwärme der Gasturbine noch Dampf für eine Dampfturbine bereitgestellt wird.

[0008] In einer Ausführungsform liegt der Anschlussraum zwischen der Brennkammer und einem Außengehäuse der Gasturbine, wobei der Anschlussraum insbesondere von einer Brennkammeraußenschale begrenzt ist. Dies entspricht einem bewährten Aufbau einer Gasturbine.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform ist die Brennkammer eine Ringbrennkammer. Damit kann besonders gut erreicht werden, dass die Brennkammerwand durch die Kühlluft gekühlt wird, während in der Verbrennungszone eine erwünschte hohe Temperatur vorherrscht.

[0010] Die Einrichtung, mit welcher der Strömungsquerschnitt beeinflusst werden kann, kann eine Blende und/oder eine Klappe und/oder eine Anordnung mehrerer Blenden und/oder Klappen sein. Eine Klappe oder eine Blende ist einfach zu realisieren und gestattet eine einfache und sichere Beeinflussung des Strömungsquerschnitts.

[0011] Freilich steht auch eine Vielzahl anderer Mittel zur Verfügung. Etwa ein Schieber, eine Anordnung von Lochblechen, bei der die Löcher für einen hohen Strömungsquerschnitt fluchten und für einen niedrigen Strömungsquerschnitt nicht fluchten, und verschiedene bekannte oder leicht zu entwickelnde weitere Bauteile und Anordnungen sind denkbar.

[0012] In einer Ausführungsform existiert vom Verdichter in den Anschlussraum ein derartiger Luftpfad, dass bei einer Einstellung der Einrichtung, die minimalen Strömungsquerschnitt liefert, genügend Luft in den Anschlussraum strömen kann, so dass im Betrieb ein zur Kühlung hinreichender Luftstrom vom Anschlussraum in die Brennkammer sich einstellen kann. Damit kann etwa mit geschlossenen Blenden oder Klappen gearbeitet werden, ohne die notwendige Kühlung zu gefährden. Zu beachten ist, dass im normalen Vollastbetrieb der Kühlbedarf der hier vorgestellten Gasturbine dem Kühlbedarf einer im Stand der Technik üblichen Gasturbine entspricht.

[0013] In einer Ausführungsform sind die Luftdurchläs-

se so ausgebildet, dass bei einer Einstellung der Einrichtung, die minimalen Strömungsquerschnitt liefert, genügend Luft zur Kühlung vom Anschlussraum in die Brennkammer fließen kann. So ist es beispielsweise möglich, mehr Luftdurchlässe oder größere Luftdurchlässe als im Stand der Technik üblich vorzusehen. Damit steht auch bei einer Einstellung der Einrichtung, die minimalen Strömungsquerschnitt liefert, also etwa bei geschlossenen Klappen, genügend Kühlluft zur Verfügung, auch wenn etwa aufgrund verschlossener Klappen der Lufteintritt in den Anschlussraum erschwert ist.

[0014] In einer Ausführungsform der Erfindung kann mit der Einrichtung in Abhängigkeit von einem der Brennkammer zugeführten Brennstoffstrom und/oder einer Leistung der Gasturbine und/oder von einem CO-Wert der Strömungsquerschnitt eingestellt werden. Der CO-Wert kann im aus der Brennkammer abströmenden Abgas erfasst werden. Da es um die Vermeidung eines zu hohen CO-Wertes geht, ist sicherlich der Ansatz den CO-Wert zu erfassen und bei erhöhtem CO-Wert den Strömungsquerschnitt zu erhöhen, ein sinnvoller Weg. Allerdings sind aufgrund der bekannten Zusammenhänge auch andere Ansätze sinnvoll, etwa eine Ansteuerung der Einrichtung in Abhängigkeit von der zugeführten Brennstoffmenge oder der Leistung der Gasturbine. Ein Ansatz ist auch die Veränderung des Strömungsquerschnitts in Abhängigkeit von der Verbrennungstemperatur. Dies setzt freilich die nicht immer einfache Erfassung dieser Temperatur voraus.

[0015] Vorteilhafterweise ist eine Steuereinheit vorhanden, die ausgebildet ist, die Einrichtung entsprechend anzusteuern. Dabei soll betont werden, dass die Steuereinheit für die oben geschilderten Ansätze ausgebildet sein kann, aber auch für eine Vielzahl anderer Ansätze, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar sind.

[0016] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Einrichtung in dem Bereich angeordnet ist, in dem der Querschnitt zwischen dem Außengehäuse und der Brennkammer minimal ist. Damit kann mit vergleichsweise geringem Aufwand der Strömungsquerschnitt gut beeinflusst werden.

[0017] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine mit einem Verdichter und einer Brennkammer, bei dem der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter in einen zur Kühlung der Brennkammer vorgesehenen Raum eingestellt wird und so die Kühlluftmenge verändert wird.

[0018] Anhand der Figuren werden manche Details noch näher beschrieben. Dabei zeigen

FIG 1 die Gasturbine mit geschlossenen Klappen

FIG 2 die Gasturbine mit geöffneten Klappen.

[0019] In FIG 1 ist links oben ein Gasturbinen-Brenner 1 zu erkennen. Vom nicht weiter dargestellten Verdichter kommende verdichtete Luft strömt über einen Umlenk-

diffusor in einem Umgebungsraum 3 ein. Der Hauptstrom der verdichteten Luft wird über die Brenner 1 in eine Ringbrennkammer 2 geleitet, um dort einen Brennstoff zu verbrennen. Ein Teil der verdichteten Luft kann durch den Umgebungsraum 3 in einen Anschlussraum 4 abströmen. Zu erkennen ist, dass bei der in FIG 1 dargestellten Stellung einer Klappe 5 nur ein eingeschränkter Strömungsquerschnitt zur Verfügung steht. Daher ist der Strömungswiderstand vergleichsweise hoch, so dass sich in dem Anschlussraum 4 nur ein vergleichsweise begrenzter Druck einstellt. Der Druck in dem Anschlussraum 4 reicht aber aus, hinreichend Kühlluft durch eine Brennkammerwand 6, welche die Ringbrennkammer 2 umgibt und als Brennkammeraußenschale den Verbrennungsraum zum Anschlussraum 4 hin abgrenzt, strömen zu lassen. Genauer gesagt strömt die Kühlluft durch die schematisch gezeigten Luftdurchlässe 7. In der FIG 1 sind zwei Luftdurchlässe schematisch aufgezeigt. Tatsächlich ist eine Vielzahl solcher Luftdurchlässe 7 vorhanden.

[0020] Im rechten unteren Bereich ist eine Schnittdarstellung zu erkennen, welche die geschlossene Klappe 5 zeigt. Zudem sind benachbarte Klappen zu erkennen. Nur zu Illustrationszwecken sind einzelne weitere Klappen mit Bezugszeichen 5a, 5b und 5c versehen. In der Tat ist eine Vielzahl weiterer gleichartiger Klappen rundherum angeordnet.

[0021] FIG 2 entspricht FIG 1. Der bedeutende Unterschied aber ist, dass die Klappen 5, 5a, 5b, 5c und alle weiteren Klappen geöffnet sind. Damit steht ein sehr viel größerer Strömungsquerschnitt für die Strömung vom Umgebungsraum 3 in den Anschlussraum 4 zur Verfügung. Dank dem niedrigeren Strömungswiderstand baut sich ein höherer Druck in dem Anschlussraum 4 auf. Durch die Luftdurchlässe 7 strömt entsprechend mehr Kühlluft in die Ringbrennkammer 2. Dies führt dazu, dass weniger Luft durch die Brenner 1 direkt in die Ringbrennkammer 2 strömt. Wie beschrieben erhöht sich damit das Brennstoff-Luft-Verhältnis bei der Verbrennung. Im Teillastbetrieb, in dem die Brennstoffzufuhr eingeschränkt ist, kann somit eine Reduktion der Verbrennungstemperatur und damit einhergehend eine Erhöhung der CO-Emissionen vermieden werden.

[0022] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Gasturbine mit einem Verdichter zur Versorgung einer Brennkammer (2) mit verdichteter Luft, einem an die Brennkammer zumindest teilweise anschließenden Anschlussraum (4), wobei vom Anschlussraum (4) in die Brennkammer

- (2) Luftdurchlässe (7) ausgebildet sind, die zur Kühlung dienen, und mit einer Einrichtung (5), mit welcher der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter in den Anschlussraum (4) strömende Luft verändert werden kann.
2. Gasturbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Anschlussraum (4) zwischen der Brennkammer (2) und einem Außengehäuse der Gasturbine liegt, wobei der Anschlussraum (4) insbesondere von einer Brennkammeraußenschale teilweise begrenzt ist. 5
 3. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennkammer eine Ringbrennkammer (2) ist. 10
 4. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (5), mit welcher der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter kommende Luft in den Anschlussraum (4) beeinflusst werden kann, eine Blende und/oder eine Klappe und/oder eine Anordnung mehrerer Blenden und/oder Klappen ist. 15
 5. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
vom Verdichter in den Anschlussraum (4) ein derartiger Luftpfad existiert, dass bei einer Einstellung der Einrichtung (5), die minimalen Strömungsquerschnitt liefert, genügend Luft in den Anschlussraum (4) strömen kann, so dass im Betrieb ein zur Kühlung hinreichender Luftstrom vom Anschlussraum (4) in die Brennkammer (2) sich einstellen kann. 20
 6. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Luftdurchlässe (7) so ausgebildet sind, dass bei einer Einstellung der Einrichtung (5), die minimalen Strömungsquerschnitt liefert, genügend Luft zur Kühlung vom Anschlussraum (4) in die Brennkammer (2) fließen kann. 25
 7. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
mit der Einrichtung (5) in Abhängigkeit von einem der Brennkammer (2) zugeführten Brennstoffstrom und/oder einer Leistung der Gasturbine und/oder von einem CO-Wert, der in einem aus der Brennkammer (2) abströmenden Abgas erfasst werden kann, der Strömungsquerschnitt eingestellt werden kann, wobei insbesondere eine entsprechend ausgebildete Steuereinheit vorhanden ist. 30
 8. Gasturbine nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (5) in dem Bereich angeordnet ist, in dem der Querschnitt zwischen einem Außengehäuse und der Brennkammer (2) minimal ist. 35
 9. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine mit einem Verdichter und einer Brennkammer (2), bei dem der Strömungsquerschnitt für vom Verdichter in einen zur Kühlung der Brennkammer (2) vorgesehenen Anschlussraum (4) eingestellt wird und so die Kühlluftmenge verändert wird. 40

FIG 1

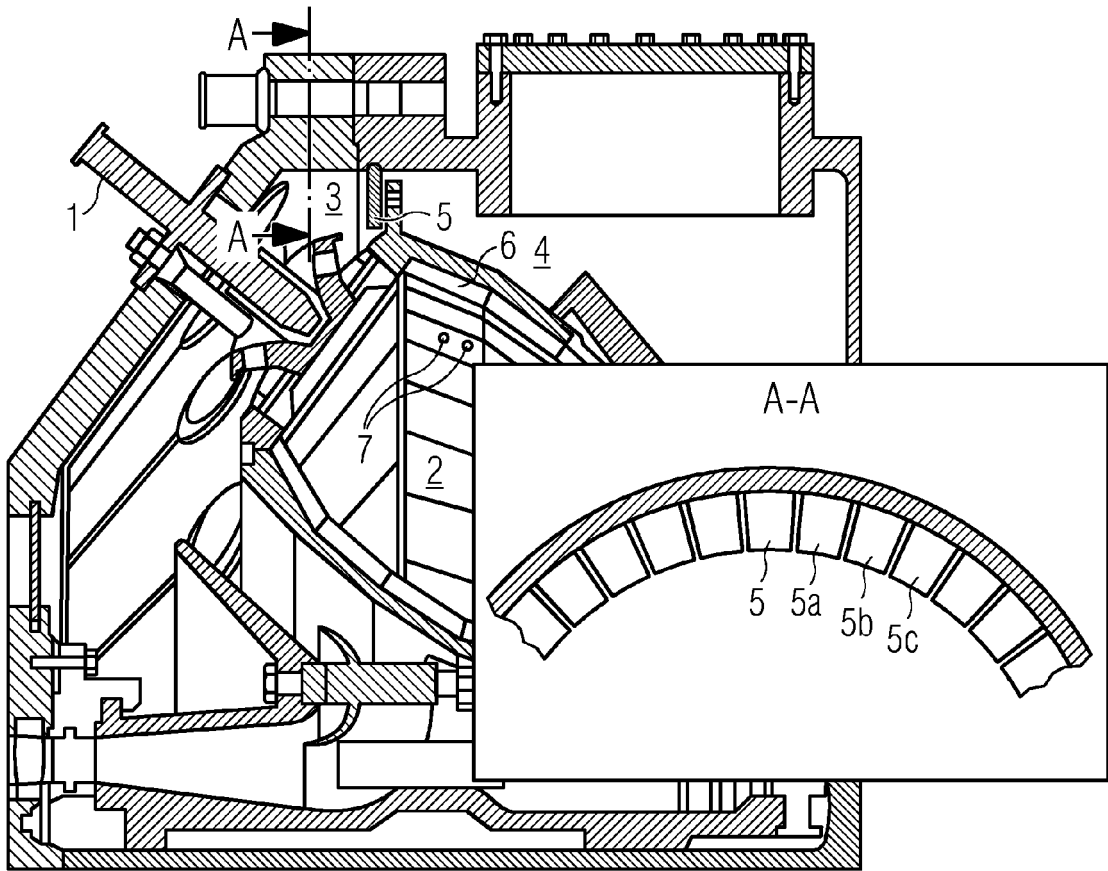
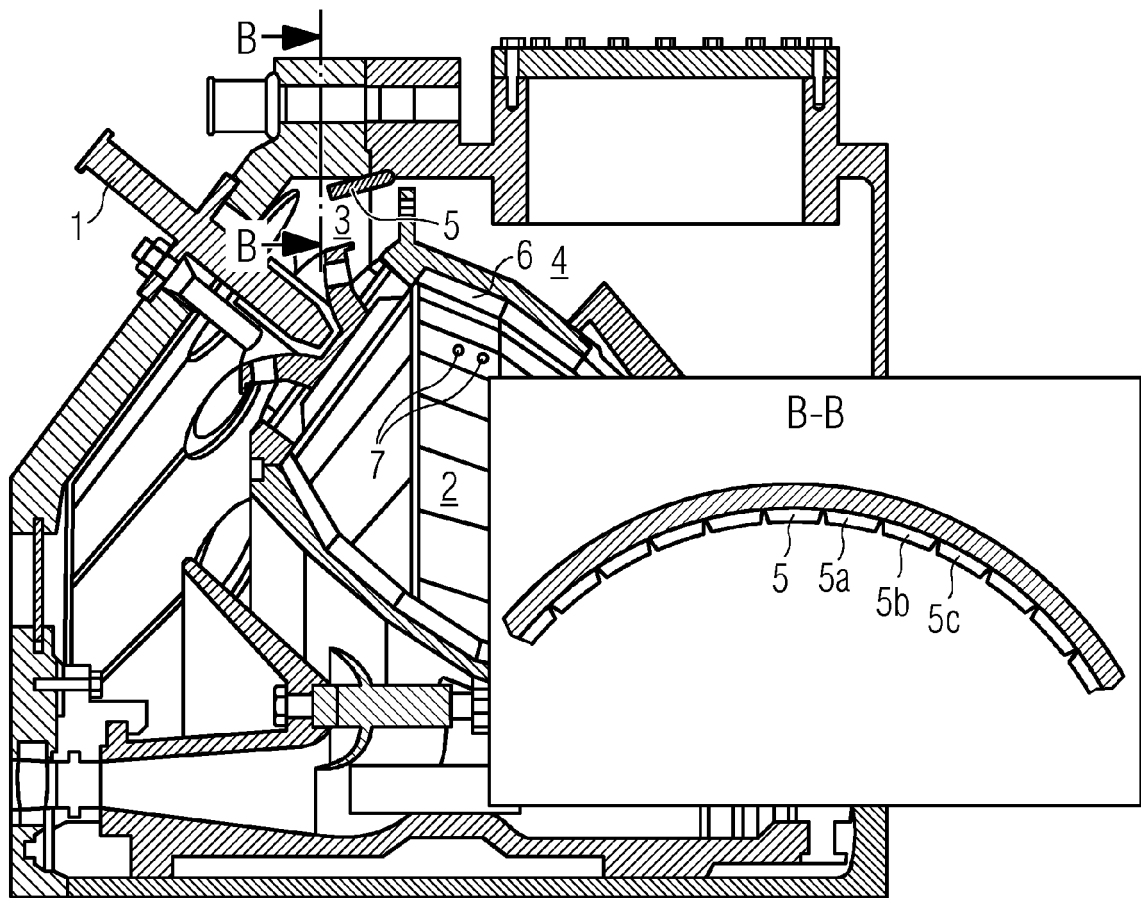


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 15 9017

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	US 3 952 501 A (SAINTSBURY JOHN A) 27. April 1976 (1976-04-27) * das ganze Dokument *	1-7,9	INV. F23R3/26 F23R3/50
X	FR 2 133 832 A1 (UNITED AIRCRAFT CANADA UNITED AIRCRAFT CANADA [CA]) 1. Dezember 1972 (1972-12-01) * das ganze Dokument *	1,2,4-9	
X	GB 2 277 582 A (SNECMA [FR]) 2. November 1994 (1994-11-02) * das ganze Dokument *	1,3-7,9	
X	GB 1 257 610 A (JOSEPH LUCAS INDUSTRIES LIMITED [GB]) 22. Dezember 1971 (1971-12-22) * Seite 1, Zeilen 1-81 * * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1,3,4,7, 9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2013	Prüfer Vogl, Paul
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 : nichtschriftliche 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 (F04C03)

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

EP 13 15 9017

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.

17-07-2013

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3952501 A	27-04-1976	KEINE	
FR 2133832 A1	01-12-1972	KEINE	
GB 2277582 A	02-11-1994	FR 2704628 A1	04-11-1994
		GB 2277582 A	02-11-1994
		JP 2852183 B2	27-01-1999
		JP H06341645 A	13-12-1994
		US 5398495 A	21-03-1995
GB 1257610 A	22-12-1971	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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