

(19)



(11)

**EP 2 275 690 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.01.2011 Patentblatt 2011/03**

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/32<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/68<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **10007329.5**

(22) Anmeldetag: **15.07.2010**

(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 SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME RS**

(72) Erfinder: **Clemen, Carsten**  
**15749 Mittenwalde (DE)**

(74) Vertreter: **Weber, Joachim**  
**Hoefer & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Pilgersheimer Strasse 20**  
**81543 München (DE)**

(30) Priorität: **17.07.2009 DE 102009033756**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**  
**15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

**(54) Axialverdichter, insbesondere für eine Fluggasturbine**

(57) Bei einem - insbesondere für Flugtriebwerke vorgesehenen - Axialverdichter, der mindestens einen in einem Gehäuse angeordneten Rotor mit von einer Rotornabe ausgehenden Verdichterschaufeln und einen Stator umfasst, ist in die Verdichterschaufeln (7) eine von deren Hinterkante (13) ausgehende und unmittelbar an

die Rotornabe (6) angrenzende schlitzförmige Ausnehmung (14) eingeformt. Dadurch können im Übergangsbereich zwischen Rotornabe und Verdichterschaufeln auftretende Sekundärströmungen und entsprechende Rotorverluste reduziert und folglich der Verdichterwirkungsgrad erhöht sowie Treibstoffverbrauch gesenkt werden. (Fig. 2)

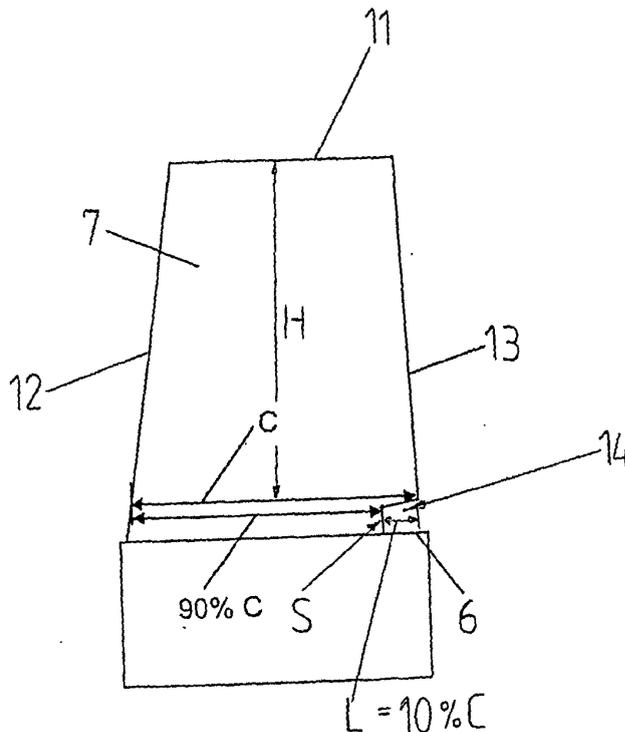


FIG. 2

**EP 2 275 690 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Axialverdichter, der mindestens einen in einem Gehäuse angeordneten Rotor mit von einer Rotornabe ausgehenden Verdichterschaufeln und einen Stator umfasst, insbesondere für eine Fluggasturbine.

**[0002]** Die wesentliche Bestandteile eines zur Erhöhung des Druckes der zugeführten Luft vorgesehenen Axialverdichters sind der in einem Gehäuse drehbar angetriebene Rotor und die an der Gehäuseinnenwand angebrachte, aus einzelnen Leitschaufeln bestehende Leiteinrichtung (Stator). Der Rotor besteht aus am Umfang einer Antriebswelle oder Nabe im Abstand angeordneten Verdichterschaufeln. Bei Gasturbinentriebwerken eingesetzte mehrstufige Verdichter umfassen zwei oder mehrere zu einer Trommel verbundene und an eine Antriebswelle angeschlossene Rotorscheiben, an deren Außenumfang die Verdichterschaufeln entweder lösbar und damit leicht austauschbar befestigt sind oder -im Falle eines als Blisk ausgeführten Rotors - einstückig angeformt sind. Während die Verdichterschaufeln bei einer Blisk unmittelbar von der Außenumfangsfläche der Rotorscheibe ausgehen, weisen die axial oder in Umfangsrichtung zur Rotorscheibe montierten Verdichterschaufeln jeweils einen integral mit dieser verbundenen Schaufelfuß (Plattform, Deckband) auf, der über ein an dessen Unterseite angeformtes Führungsstück an der Rotorscheibe gehalten ist.

**[0003]** Bei einem Gasturbinentriebwerk wird zwischen dem Fan sowie Niederdruck-, Mitteldruck- und Hochdruckverdichtern unterschieden, an die hinsichtlich der aerodynamischen Leistungsfähigkeit hohe Anforderungen gestellt werden. In dem Übergangsbereich zwischen den Verdichterschaufeln und der Rotornabe, das heißt, der Verdichterschaufel und der Umfangsfläche der Rotorscheibe bei integral angeformten Schaufeln bzw. der Verdichterschaufel und dem Schaufelfuß bei an der Rotorscheibe montierten austauschbaren Schaufeln, treten jedoch Sekundärströmungsphänomene, zum Beispiel Eckenablösungen, Kanalwirbel oder Querkanalströmungen, auf, die - insbesondere bei Rotoren mit hoher Nabenbelastung wie dem Fan oder dem Niederdruckverdichter eines Gasturbinentriebwerks - zu Strömungsablösungen an der Schaufeloberfläche und der Rotornabe (Schaufelfuß, Rotorscheibe) führen und lokal hohe Druckverluste zur Folge haben. Dadurch wird der Verdichterwirkungsgrad reduziert und folglich der Treibstoffverbrauch erhöht.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen insbesondere für Fluggasturbinen vorgesehenen Axialverdichter mit verbesserter aerodynamischer Leistungsfähigkeit anzugeben.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem gemäß den Merkmalen des Patenanspruchs 1 ausgebildeten Axialverdichter gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Ausgehend von einem Axialverdichter, der min-

destens einen in einem Gehäuse angeordneten Rotor mit von einer Rotornabe ausgehenden Verdichterschaufeln und einen Stator umfasst und dessen Verdichterschaufeln eine Schaufelspitze, eine Vorder- und Hinterkante und eine an der Rotornabe gemessene Sehnenlänge sowie eine in Schaufelmitte gemessene Höhe zwischen Rotornabe und Schaufelspitze aufweisen, besteht der Kern der Erfindung in der Ausbildung einer von der Hinterkante der Verdichterschaufeln ausgehenden und unmittelbar an die Rotornabe angrenzenden schlitzförmigen Ausnehmung, durch die im Übergangsbereich zwischen Rotornabe und Verdichterschaufeln üblicherweise auftretende Sekundärströmungen deutlich reduziert und mithin durch Sekundärströmungsphänomene bedingte Verluste verringert werden können und somit der Verdichterwirkungsgrad erhöht wird.

**[0007]** Die Rotornabe kann durch den Schaufelfuß von am Umfang einer Rotorscheibe montierten separat gefertigten Verdichterschaufeln oder - bei integral mit der Rotorscheibe verbundenen Verdichterschaufeln - auch unmittelbar durch die Rotornabe gebildet sein.

**[0008]** In weiterer Ausbildung der Erfindung weist die schlitzförmige Ausnehmung eine maximale Höhe von zwei Prozent der Schaufelhöhe auf, die in Längsrichtung der Ausnehmung konstant oder unterschiedlich sein, beispielsweise ausgehend von der Hinterkante allmählich geringer werden kann.

**[0009]** In weiterer Ausbildung der Erfindung hat die Ausnehmung eine minimale Länge von zehn Prozent der Sehnenlänge und eine maximale Länge von 50 Prozent der Sehnenlänge.

**[0010]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Niederdruckverdichters für eine Fluggasturbine; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer an einer Rotornabe angebrachten Verdichterschaufel.

**[0011]** Der in Fig. 1 dargestellte Axialverdichter, der hier als Niederdruckverdichter in einer Fluggasturbine fungiert, umfasst fünf miteinander zu einer Rotortrommel 1 verbundene Rotoren 2. Die Rotortrommel 1 ist in einem Gehäuse 3 angeordnet und mit einer Antriebswelle 4 verbunden. Die Rotoren 2 bestehen jeweils aus einer Rotorscheibe 5, die gleichsam eine mit der Antriebswelle 4 verbundene Rotornabe 6 bildet, von deren Außenumfangsfläche die Verdichterschaufeln 7 ausgehen. Bei dem Niederdruckverdichter gemäß Fig. 1 sind die Verdichterschaufeln 7 als lösbar an der Rotorscheibe 5 montierte, austauschbare Einzelschaufeln mit einem die Außenumfangsfläche der Rotornabe 6 bzw. Rotorscheibe 5 bildenden Schaufelfuß 8 (Innendeckband, Innenplattform) ausgeführt. Zwischen den Verdichterschaufeln 7 der benachbarten Rotoren 2 ist jeweils ein Stator 9, bestehend aus am Gehäuse 3 befestigten Statorschaufeln 10 angeordnet. Die Verdichterschaufeln 7 können bei

der Ausbildung der Rotoren 2 als Blisk auch integral an die Rotorscheiben 5 (Rotornabe 6) angeformt sein, so dass in diesem Fall die Verdichterschaufeln 7 unmittelbar von der Umfangsfläche der Rotorscheibe 5 bzw. Rotornabe 6 ausgehen.

**[0012]** Fig. 2 zeigt schematisch eine unmittelbar von einer Nabe 6, das heißt der Umfangsfläche der Rotorscheibe 5 ausgehende Verdichterschaufel 7, die eine Schaufelspitze 11, eine Vorderkante 12 und eine Hinterkante 13 sowie eine Sehnenlänge C an der Rotornabe 6 sowie eine Höhe H zwischen Rotornabe 6 und Schaufelspitze 11 bei der halben Sehnenlänge C aufweist. In dem unmittelbar an die Rotornabe 6 (Rotorscheibe 5, Schaufelfuß 8) angrenzenden Abschnitt ist in die Verdichterschaufel 7 eine von deren Hinterkante 13 ausgehende schlitzförmige Ausnehmung 14 eingeformt, deren Höhe S zwei Prozent der Schaufelhöhe H nicht überschreitet und deren Länge L mindestens 10% der Sehnenlänge C und höchstens 50% der Sehnenlänge C beträgt. Die Höhe S der Ausnehmung 14 entlang der Sehnenlänge C kann konstant oder veränderlich sein. In der in Fig. 2 wiedergegebenen Darstellung verringert sich die Höhe S der Ausnehmung 14, die hier eine Länge L von 10% der Sehnenlänge C hat, zur Schaufelmitte hin allmählich.

**[0013]** Aufgrund der in dem an die Rotornabe 6 (Schaufelfuß bzw. Rotorscheibe) angrenzenden Abschnitt in die Verdichterschaufel 7 eingeformten schlitzartigen Ausnehmung 14 wird die Ausbildung von Kanalwirbeln, Querströmungen und Eckenablösungen im Übergangsbereich zwischen der Rotornabe 6 - hier dem Schaufelfuß 8 oder der Rotorscheibe 5 - deutlich reduziert und somit das Sekundärströmungsverhalten und die Anströmung auf den nachfolgenden Stator 9 verbessert, so dass - insbesondere bei Rotoren mit hoher Nabenbelastung wie dem Fan eines Gasturbinentriebwerks - die Rotorverluste gesenkt werden und der Verdichtereffizienzgrad erhöht und letztlich der Treibstoffverbrauch reduziert werden kann.

#### Bezugszeichenliste

##### [0014]

1	Rotortrommel
2	Rotor
3	Gehäuse
4	Antriebswelle
5	Rotorscheibe (Rotornabe)
6	Rotornabe
7	Verdichterschaufel

8	Schaufelfuß (Rotornabe)
9	Stator
5	10 Statorschaufel
11	Schaufelspitze
12	Vorderkante
10	13 Hinterkante
14	schlitzförmige Ausnehmung
15	C Sehnenlänge
H	Höhe der Schaufel
S	Höhe der schlitzförmigen Ausnehmung
20	

#### Patentansprüche

1. Axialverdichter, der mindestens einen in einem Gehäuse (3) angeordneten Rotor (2) mit von einer Rotornabe (6) ausgehenden Verdichterschaufeln (7) und einen Stator (9) umfasst, insbesondere für eine Fluggasturbine, wobei die Verdichterschaufeln (7) eine Schaufelspitze (11) und eine Vorder- und Hinterkante (12, 13) sowie eine an der Rotornabe (6) gemessene Sehnenlänge (C) und eine in Schaufelmitte gemessene Höhe (H) zwischen Rotornabe (6) und Schaufelspitze (11) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Verdichterschaufeln (7) eine von deren Hinterkante (13) ausgehende und unmittelbar an die Rotornabe (6) angrenzende schlitzförmige Ausnehmung (14) zur Reduzierung der Sekundärströmungen im Übergangsbereich zwischen Rotornabe und Verdichterschaufeln eingeformt ist.
2. Axialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit einem Schaufelfuß (8) versehene Verdichterschaufeln (7) austauschbar am Umfang einer Rotorscheibe (5) montiert sind, so dass der Schaufelfuß die Rotornabe (6) bildet.
3. Axialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterschaufeln (7) integral mit der Rotorscheibe (5) verbunden ist, die unmittelbar die Rotornabe (6) bildet.
4. Axialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schlitzförmige Ausnehmung (14) eine maximale Höhe (S) von zwei Prozent der Schaufelhöhe (H) aufweist.
5. Axialverdichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

**zeichnet, dass** die Höhe (S) der Ausnehmung (14) in deren Längserstreckung unterschiedlich ist.

6. Axialverdichter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe (S) der Ausnehmung (14) ausgehend von der Hinterkante (13) allmählich abnimmt. 5
7. Axialverdichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe (S) der Ausnehmung konstant ist. 10
8. Axialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (14) eine minimale Länge (L) von zehn Prozent der Sehnenlänge (C) und eine maximale Länge (L) von 50 Prozent der Sehnenlänge (C) hat. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

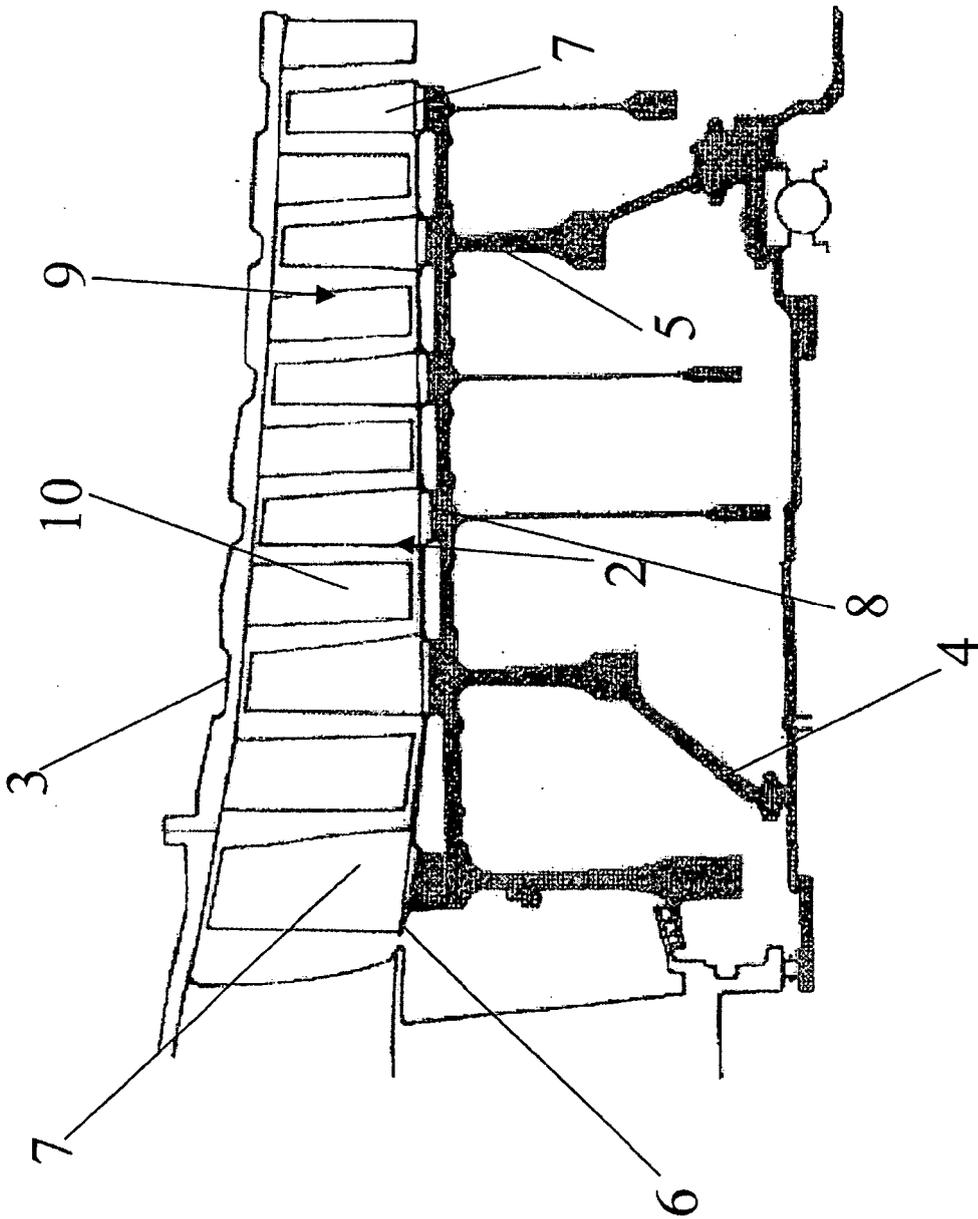


FIG. 1

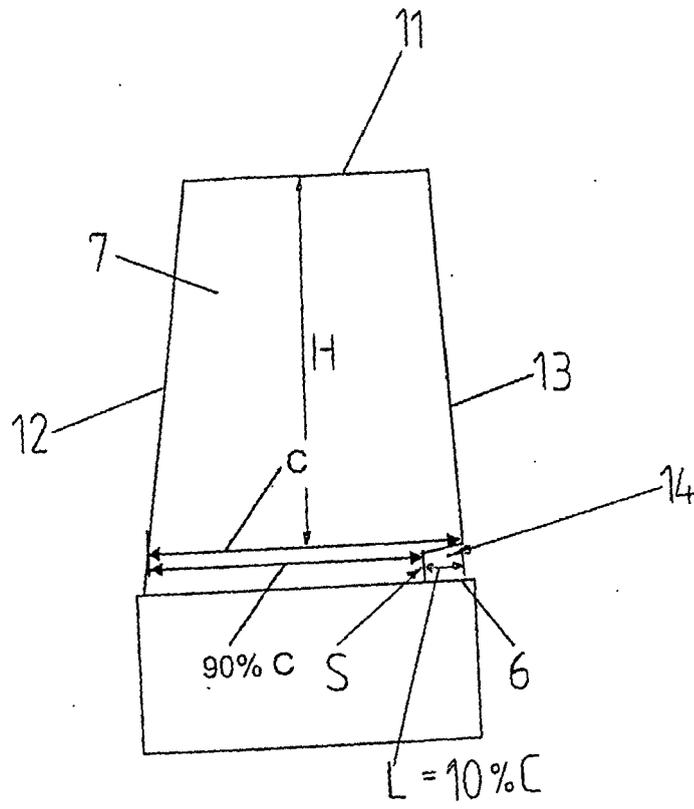


FIG. 2