

(19)



(11)

EP 1 564 376 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.10.2018 Patentblatt 2018/40

(51) Int Cl.:
F01D 5/28 *(2006.01)*

F01D 5/08 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05100785.4**

(22) Anmeldetag: **04.02.2005**

(54) Rotorkonstruktion für Turbomaschine

Turbomachine rotor construction

Construction de rotor pour turbomachine

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **14.02.2004 DE 102004007327**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.2005 Patentblatt 2005/33

(73) Patentinhaber: **Ansaldo Energia Switzerland AG
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **Döbbeling, Klaus
5210, Windisch (CH)**

• **Krautzig, Joachim
8967, Widen (CH)**

(74) Vertreter: **Bernotti, Andrea et al
Studio Torta S.p.A.
Via Viotti, 9
10121 Torino (IT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 264 936 CH-A- 349 274
GB-A- 616 432 US-A- 2 527 446
US-B1- 6 350 325**

EP 1 564 376 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Turbomaschinen. Sie betrifft einen Rotor gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] Rotoren für den Hochtemperatureinsatz bei Gas- oder Dampfturbinen werden wegen der niedrigeren Materialkosten, der besseren Schweissbarkeit und Ultraschall-Testbarkeit und wegen der günstigeren bruchmechanischen Eigenschaften vorzugsweise aus ferritischen Stählen hergestellt. Oberhalb von 450°C fallen jedoch die mechanischen Eigenschaften von ferritischen Stählen so stark ab, dass der Einsatz von austenitischen Stählen notwendig wird.

[0003] Seit langer Zeit wird der in Gasturbinen unterhalb des Heissgaskanals liegende Rotor durch separate Schaufeln und Hitzeschilde aus Hochtemperaturmaterialien abgeschirmt. Diese Abschirmung hat jedoch eine hochgradig segmentierte Struktur und die einzelnen Elemente sind nur durch Haken verschiedener Art am Rotor befestigt. Wenn ein ferritisches Material für den Rotor eingesetzt wird, werden relativ grosse Mengen Kühlluft von maximal 450°C zur Spülung der Zwischenräume zwischen dem Rotor und den Abschirmelementen benötigt. Kompressoren sind, selbst wenn sie Auslasstemperaturen von mehr als etwa 450°C hatten, bisher meist ohne irgendeine Abschirmung und Kühlung ausgelegt worden, weil die reine Abschirmung nur wenig Hilfe gegen zu hohe Spitzenlasten bringt und die Kühlung mit einer Rückführung von Kühlluft in den Kompressorkanal den Wirkungsgrad verschlechtert.

[0004] Gleichwohl ist auch bei Kompressoren bereits der Einsatz von Hitzeschildern zur Abschirmung des Rotors vom Heissgaskanal vorgeschlagen worden (siehe die US-A-5,842,831 und die US-BI-6,416,276). Die Hitzeschilde sind bei diesen bekannten Abschirmungen formschlüssig am Rotor befestigt. Sie weisen daher dieselben Nachteile auf, die weiter oben bereits für die Gasturbinen mit segmentierter Abschirmung angeführt worden sind. Es ist ebenfalls bekannt den Rotor aus zwei verschiedenen Teilen herzustellen, nämlich einen Rotorkern und z.B. hohl zylindrische Abschirmungen, die aus verschiedenen Materialien angefertigt werden und die anschließend mittels einer stoffschlüssigen Verbindung miteinander verbunden werden. Diese Vorgehensweise ist z.B. aus US6350325, EP0264936 und GB616432 bekannt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Rotor für den Betrieb bei erhöhten Temperaturen zu schaffen, der die Nachteile bekannter Rotoren vermeidet und ins-

besondere die Verwendung eines günstigeren Materials für den Rotor ermöglicht, ohne wesentliche Abstriche bei der Betriebstemperatur und dem Wirkungsgrad der Maschine machen zu müssen.

5 Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, einen Rotorkern aus einem ersten günstigen Material zu fertigen, das für die höheren Temperaturen im Heissgaskanal bzw. Kühlluftkanal nicht ausreicht, und
10 dann den Rotorkern konzentrisch mit Abschirmringen aus einem zweiten Material zu umgeben, welche den Rotorkern gegen die höhere Temperatur im Heissgaskanal bzw. Kühlluftkanal abschirmen, wobei das zweite Material gegenüber dem ersten Material eine höhere
15 Wärmefestigkeit aufweist. Die Abschirmringe werden dabei mit dem Rotorkern stoffschlüssig verbunden. Bevorzugt ist das erste Material ein ferritischer Stahl und zweite Material ein austenitischer Stahl.
20 Es hat sich besonders bewährt, die Abschirmringe mit dem Rotorkern durch Löten oder Schweissen zu verbinden.

Die Abschirmwirkung lässt sich weiter verbessern, wenn auf der Innenseite der Abschirmringe zusätzlich Kühlkanäle für das Durchströmen von Kühlluft vorgesehen sind.

25 Je nach Position innerhalb des Rotors können die Abschirmringe ausschliesslich zur Abschirmung des Rotorkerns ausgebildet sein und jeweils einen flachen rechteckigen oder keilförmigen Querschnitt aufweisen, oder sie können, wenn sie den Rotorkern gegen die Temperaturen im Heissgaskanal abschirmen, zur Aufnahme
30 von Laufschaufeln ausgebildet sein. Erfindungsgemäss weisen die Abschirmringe jeweils ein Querschnittsprofil in Form eines doppelten T auf, um eine grössere radiale Flexibilität und Wärmeisolierung zu erreichen.

35 **[0006]** Die oben erwähnten flachen rechteckigen oder keilförmigen Querschnitte sind somit nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

40 **[0007]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Die einzige Figur zeigt in einem längsgeschnittenen Ausschnitt den Rotor eines Kompressors gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung
45

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

50 **[0008]** In der Figur ist der Ausschnitt eines Rotors 11 eines Kompressors 10 im Längsschnitt wiedergegeben. Der Kompressor 10 ist Teil einer Gasturbine. Der Ausschnitt umfasst die Hochdruck- und Ausgangsstufen des mehrstufigen Kompressors 10. Der Rotor 11 ist innerhalb
55 des Kompressors 10 um eine Rotorachse 21 drehbar gelagert. Der Rotor 11 besteht aus mehreren in axialer Richtung hintereinander angeordneten Rotorringen 16a, 16b, 16c, die durch Schweissnähte 15, 17 miteinander

verbunden sind. Der Rotor 11 ist konzentrisch von einem Heissgaskanal 12 umgeben, durch den in Richtung der eingezeichneten Pfeile das komprimierte Gas (Luft) strömt.

[0009] Im Heissgaskanal 12 sind in alternierenden Reihen in axialer Richtung hintereinander Laufschaufeln 13 und Leitschaufeln 14 angeordnet. Die Leitschaufeln 14 sind am den Heissgaskanal 12 umschliessenden Gehäuse angebracht. Die Laufschaufeln 13 sind am Rotor 11 befestigt und drehen sich mit dem Rotor 11 um die Rotorachse 21.

[0010] Der mittlere Rotorring 16b, in dessen Abschnitt sich die Hochdruck- und Ausgangsstufen des Kompressors 10 befinden, und der entsprechend den höchsten Temperaturen im Heissgaskanal 12 (oder im Kühlluftkanal) ausgesetzt ist, ist aus zwei unterschiedlichen Materialien aufgebaut: Hauptbestandteil ist ein massiver, zentraler Rotorkern 22 aus einem ferritischen Stahl. Auf diesen Rotorkern sind in axialer Richtung hintereinander mehrere Abschirmringe 18 aus austenitischem Stahl mit Doppel-T-förmigem Querschnittsprofil aufgeschoben und an der Ringinnenfläche mit dem Rotorkern 22 verschweisst (Schweissverbindung 19). In einem anderen Ausführungsbeispiel sind sie verlötet. Zwischen benachbarten Abschirmringen 18 sind am äusseren Umfang Aussparungen vorgesehen, die zur Aufnahme und Halterung der Laufschaufeln 13 dienen. Unterhalb der Laufschaufeln 13 befinden sich zwischen den Abschirmringen 18 Hohlräume. Durch den T-förmigen Fussbereich der Abschirmringe 18 verlaufen kurz oberhalb der Schweissverbindungen 19 in axialer Richtung zusätzliche Kühlkanäle 20, welche die thermische Entkopplung zwischen Rotorkern 22 und Heissgaskanal 12 bzw. Kühlluftkanal weiter verbessern.

Durch die vorliegende Erfindung wird die thermische Belastbarkeit des Rotors 11 verbessert, ohne dass der Rotor vollständig aus einem austenitischen Material hergestellt werden muss. Durch die Anordnung der Abschirmringe 18 aus austenitischem Material zwischen dem Heissgaskanal 13 des Kompressors oder dem Kühlluftkanal der Turbine und dem Rotorkern 22 aus ferritischem Material können die Temperaturen am Kompressoraustrass bzw. der Kühlluft im Kühlluftkanal um etwa 100°C angehoben werden. Gleichzeitig ist nur eine geringe Menge an Kühlluft mit niedrigerer Temperatur zur Kühlung der Innenseite der Abschirmringe 18 (mittels der Kühlkanäle 20) nötig. Hierdurch lassen sich deutliche Verbesserungen im Wirkungsgrad erzielen, ohne dass der Rotor in seiner Gesamtheit aus einem anderen Material gefertigt werden muss.

Insgesamt schlägt die vorliegende Erfindung vor, einen Rotor mit einem Rotorkern aus ferritischem Material einzusetzen, der von relativ dünnen Abschirmringen aus austenitischem Material umgeben ist, die mit dem Rotorkern durch Löten oder Schweiessen fest verbunden sind. Der Querschnitt der Abschirmringe kann je nach den lokalen Anforderungen unterschiedlich sein: Breite und flache rechteckige Querschnitte, welche nicht Gegenstand

der vorliegenden Erfindung sind, mit einer zylindrischen oder konischen Aussenfläche sind besonders für reine Abschirmzwecke geeignet. Einzelne Ringe können mit Haken für die Halterung von Laufschaufeln versehen sein. Die erfindungsgemässen Ringe mit Doppel-T-Profil ermöglichen eine grössere radiale Flexibilität und Wärmeisolation. Um den ferritischen Rotorkern vor zu hohen Temperaturen zu schützen, können Kanäle für ein Kühlmedium am inneren Umfang der Abschirmringe integriert sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0011]

10	Kompressor
11	Rotor
12	Heissgaskanal
13	Laufschaufel
14	Leitschaufel
15,17	Schweissnaht
16a,b,c	Rotorring
18	Abschirmring
19	Schweissverbindung
20	Kühlkanal
21	Rotorachse
22	Rotorkern

Patentansprüche

1. Rotor (11) einer thermisch belasteten Turbomaschine, insbesondere eines Kompressors (10) oder einer Gasturbine, welcher Rotor (11) um eine Rotorachse (21) drehbar gelagert und konzentrisch von einem Heissgaskanal (12) oder Kühlluftkanal umgeben ist, wobei der Rotor (11) einen Rotorkern (22) aus einem ersten Material umfasst, dass der Rotorkern (22) konzentrisch von Abschirmringen (18) aus einem zweiten Material umgeben ist, welche den Rotorkern (22) gegen die Temperatur im Heissgaskanal (12) bzw. Kühlluftkanal abschirmen, wobei das zweite Material gegenüber dem ersten Material eine höhere Wärmefestigkeit aufweist, und dass die Abschirmringe (18) mit dem Rotorkern (22) stoffschlüssig verbunden sind; der Rotor (11) ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschirmringe (18) jeweils ein Querschnittsprofil in Form eines doppelten T aufweisen.
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Material ein ferritischer Stahl ist, und dass das zweite Material ein austenitischer Stahl ist.
3. Rotor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschirmringe (18) mit dem Rotorkern (22) durch Löten oder Schweiessen verbunden sind.

4. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Innenseite der Abschirmringe (18) Kühlkanäle (20) für das Durchströmen von Kühlluft vorgesehen sind.
5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschirmringe (18) den Rotorkern (22) gegen die Temperaturen im Heissgaskanal (12) abschirmen, und dass die Abschirmringe (18) zur Aufnahme von Laufschaufeln (13) ausgebildet sind.

Claims

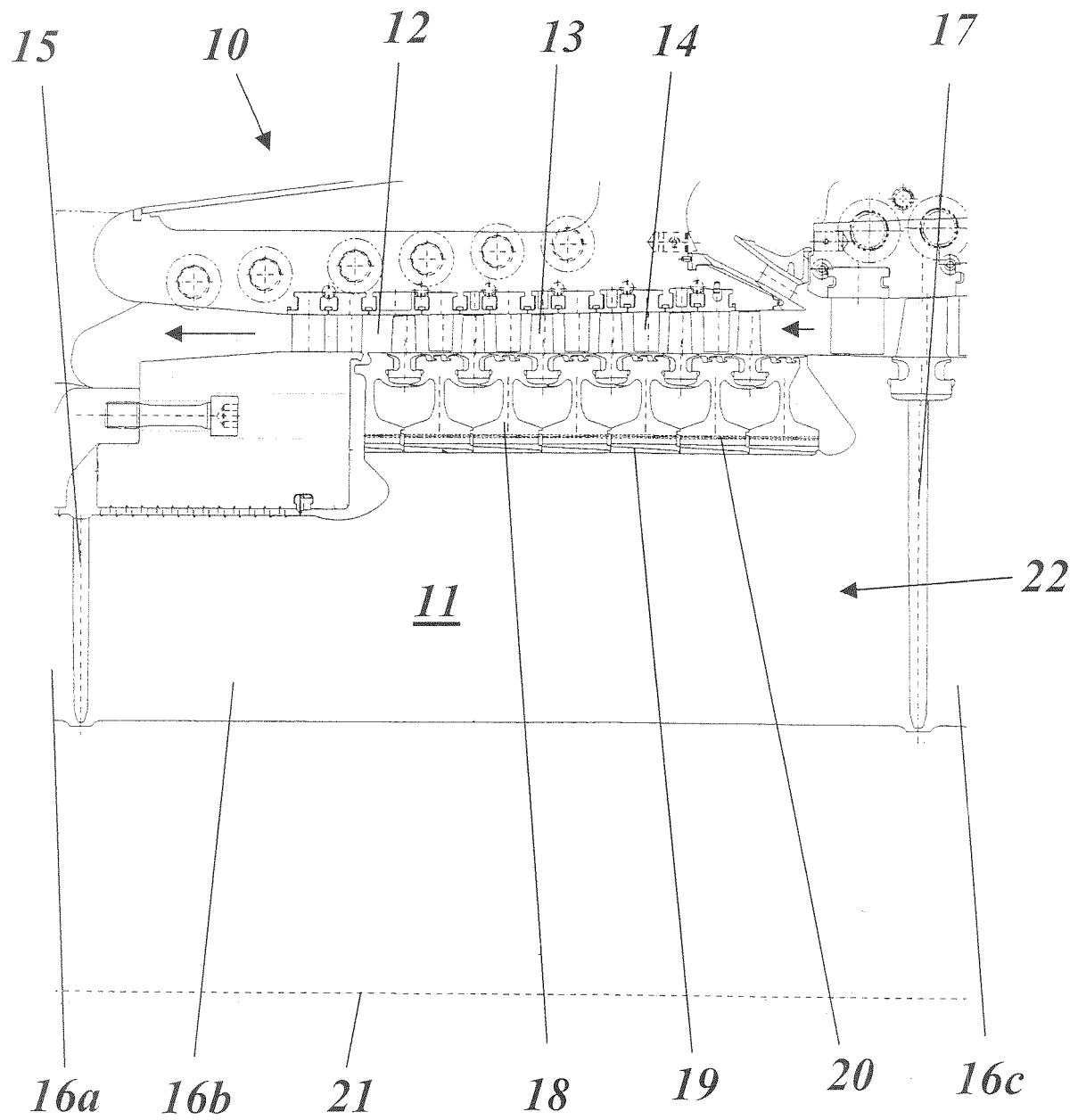
1. Rotor (11) of a thermally loaded turbomachine, in particular a compressor (10) or a gas turbine, which rotor (11) is mounted rotatably about a rotor axis (21) and surrounded concentrically by a hot gas channel (12) or cooling air channel, wherein the rotor (11) comprises a rotor core (22) made from a first material, the rotor core (22) is concentrically surrounded by screening rings (18) made from a second material which screen the rotor core (22) against the temperature in the hot gas channel (12) or cooling air channel, wherein the second material has a higher heat resistance than the first material, and the screening rings (18) are connected to the rotor core (22) by substance bonding; the rotor is **characterized in that** the screening rings (18) each have a cross-sectional profile in the form of a double T.
2. Rotor according to claim 1, **characterized in that** the first material is a ferritic steel, and the second material is an austenitic steel.
3. Rotor according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the screening rings (18) are connected to the rotor core (22) by soldering or welding.
4. Rotor according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** cooling channels (20) are provided on the inside of the screening rings (18) for the through-flow of cooling air.
5. Rotor according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the screening rings (18) screen the rotor core (22) against the temperatures in the hot gas channel (12), and that the screening rings (18) are configured to receive rotor blades (13).

Revendications

1. Rotor (11) d'un moteur turbo à sollicitation thermique, plus particulièrement d'un compresseur (10) ou d'une turbine à gaz, ce rotor (11) étant logé de manière rotative autour d'un axe de rotor (21) et étant

entouré de manière concentrique par un canal de gaz chaud (12) ou un canal d'air de refroidissement, le rotor (11) comprenant un noyau de rotor (22) constitué d'un premier matériau, le noyau de rotor (22) étant entouré de manière concentrique par des bagues de protection (18) constituées d'un deuxième matériau, qui protègent le noyau de rotor (22) contre la température dans le canal de gaz chaud (12) ou le canal d'air de refroidissement, le deuxième matériau présentant une résistance thermique supérieure à celle du premier matériau, et les bagues de protection (18) sont reliées par liaison de matière avec le noyau de rotor (22) ; le rotor (11) est **caractérisé en ce que** les bagues de protection (18) présentent chacune un profil de section ayant la forme d'un double T.

2. Rotor selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier matériau est un acier ferritique et **en ce que** le deuxième matériau est un acier austénitique.
3. Rotor selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les bagues de protection (18) sont reliées avec le noyau de rotor (22) par brasage ou soudage.
4. Rotor selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, sur le côté interne des bagues de protection (18), sont prévus des canaux de refroidissement (20) pour le passage d'air de refroidissement.
5. Rotor selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les bagues de protection (18) protègent le noyau de rotor (22) contre les températures dans le canal de gaz chaud (12) et **en ce que** les bagues de protection (18) sont conçues pour le logement de pales (13).



Figur

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 5842831 A [0004]
- US BI6416276 A [0004]
- US 6350325 B [0004]
- EP 0264936 A [0004]
- GB 616432 A [0004]