

(19)



(11)

EP 1 922 472 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

(51) Int Cl.:
F01D 21/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06775914.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2006/001496

(22) Anmeldetag: **26.08.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/028354 (15.03.2007 Gazette 2007/11)

(54) **GASTURBINE MIT EINER EINRICHTUNG ZUR DETEKTION EINES WELLENBRUCHS**

GAS TURBINE COMPRISING A UNIT FOR DETECTING A SHAFT RUPTURE

TURBINE A GAZ POURVUE D'UN DISPOSITIF DE DETECTION D'UNE RUPTURE DE L'ARBRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **06.09.2005 DE 102005042271**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BILSON, Christopher**
14163 Berlin (DE)

• **DEWEY, Derek**
England (GB)
• **COX, Andrew**
14163 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2005/083237 BE-A1- 854 653
CH-A- 445 949 DE-A1- 19 727 296
SU-A1- 885 572 US-A- 3 591 308
US-A- 5 411 364

EP 1 922 472 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

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einer Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine.

[0002] Als Flugtriebwerke ausgebildete Gasturbinen verfügen über mindestens einen Verdichter, mindestens eine Brennkammer sowie mindestens eine Turbine. Aus dem Stand der Technik sind Flugtriebwerke bekannt, die einerseits drei stromaufwärts der Brennkammer positionierte Verdichter sowie drei stromabwärts der Brennkammer positionierte Turbinen aufweisen. Bei den drei Verdichtern handelt es sich um einen Niederdruckverdichter, einen Mitteldruckverdichter sowie einen Hochdruckverdichter. Bei den drei Turbinen handelt es sich um eine Hochdruckturbine, eine Mitteldruckturbine sowie eine Niederdruckturbine. Nach dem Stand der Technik sind die Rotoren von Hochdruckverdichter und Hochdruckturbine, von Mitteldruckverdichter und Mitteldruckturbine sowie von Niederdruckverdichter und Niederdruckturbine durch jeweils eine Welle miteinander verbunden, wobei die drei Wellen einander konzentrisch umschließen und demnach ineinander verschachtelt sind.

[0003] Bricht zum Beispiel die den Mitteldruckverdichter sowie die Mitteldruckturbine verbindende Welle, so kann der Mitteldruckverdichter der Mitteldruckturbine keine Arbeit bzw. Leistung mehr entnehmen, wodurch sich dann eine Überdrehzahl an der Mitteldruckturbine einstellen kann. Ein solches Durchdrehen der Mitteldruckturbine muss vermieden werden, da hierdurch das gesamte Flugtriebwerk beschädigt werden kann. Aus Sicherheitsgründen muss demnach ein Wellenbruch an einer Gasturbine sicher detektierbar sein, um bei Auftreten eines Wellenbruchs eine Brennstoffzufuhr zur Brennkammer zu unterbrechen. Eine derartige Detektion eines Wellenbruchs bereitet insbesondere dann Schwierigkeiten, wenn die Gasturbine, wie oben beschrieben, drei sich konzentrisch umschließende und damit ineinander verschachtelte Wellen aufweist. In diesem Fall bereitet vor allem die Detektion eines Wellenbruchs der mittleren Welle, welche die Mitteldruckturbine mit dem Mitteldruckverdichter koppelt, Schwierigkeiten. Eine ähnliche Problematik stellt sich auch bei stationären Gasturbinen.

[0004] Aus der CH 445 949 ist eine Schutzvorrichtung für Strömungsmaschinen bekannt, die eine Detektion einer Verringerung des radialen Spaltes zwischen beweglichen und unbeweglichen Teilen gestattet. Aus der US 5,411,364 A ist eine Gasturbine mit einem Fehler-Detektions-System bekannt, das einen im Stromkanal angeordneten Sensor umfasst.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine zu schaffen.

[0006] Dieses Problem wird durch eine Gasturbine mit einer Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an der Gasturbine im Sinne von Patentanspruch 1 gelöst.

Im Sinne der Erfindung wird eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer Turbine einer Gasturbine vorgeschlagen, wobei stromabwärts der Turbine mindestens ein statorseitiges Sensorelement im Bereich eines statorseitigen Leitschaufelkranzes einer weiteren Turbine positioniert ist, insbesondere einer Niederdruckturbine, und gemäss Anspruch 1 bei einem Wellenbruch des Rotors der Turbine ein radial außenliegender Abschnitt eines in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Turbine mit dem oder jedem Sensorelement zusammenwirkt, um ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal zu generieren.

[0007] Mit der hier vorliegenden Erfindung wird eine effektive sowie konstruktiv relativ einfache Lösung vorgeschlagen, um einen Wellenbruch einer Turbine mit einem Verdichter verbindenden Welle zu detektieren.

[0008] Vorzugsweise ist einem in Strömungsrichtung gesehen ersten, statorseitigen Leitschaufelkranz einer stromabwärts einer Mitteldruckturbine positionierten Niederdruckturbine mindestens ein statorseitiges Sensorelement zugeordnet, wobei im Falle eines Wellenbruchs der radial außen liegende Abschnitt des in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine mit dem oder jedem Sensorelement derart zusammenwirkt, dass ein Wellenbruch detektiert werden kann. Hierzu wird ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal generiert und an ein Schaltelement übertragen, um als Reaktion auf den Wellenbruch die Kraftstoffzufuhr zur Brennkammer zu unterbrechen.

[0009] Vorzugsweise ist das oder jedes Sensorelement als Leiter, insbesondere als mineralisolierter Leiter, ausgebildet, wobei bei einem Wellenbruch des Rotors der Turbine der radial außen liegende Abschnitt des in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes den oder jeden Leiter durchtrennt und so ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal generiert.

[0010] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 ein vergrößertes Detail der Anordnung der Fig. 1;

Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 ein vergrößertes Detail der Anordnung der Fig.

- 3;
 Fig. 5 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
 Fig. 6 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0011] Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 6 in größerem Detail beschrieben.

[0012] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine, nämlich einem Flugtriebwerk, nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zwischen einem Rotor einer Mitteldruckturbine 10 und einem Stator einer Niederdruckturbine 11. Vom Rotor der Mitteldruckturbine 10 ist ein radial außen liegender Abschnitt 12 einer Laufschaufel 13 des in Strömungsrichtung (Pfeil 14) gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 dargestellt. Vom Stator der Niederdruckturbine 11 ist ein radial außen liegender Abschnitt 15 einer Leitschaufel 16 des in Strömungsrichtung (Pfeil 14) gesehen ersten Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 und ein Gehäuseabschnitt 17 gezeigt.

[0013] Der in Strömungsrichtung gesehen erste bzw. vorderste Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 grenzt demnach an den in Strömungsrichtung gesehen letzten bzw. hintersten Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 an. Stromaufwärts der Mitteldruckturbine 10 ist eine Hochdruckturbine positioniert.

[0014] Wie bereits erwähnt, sind bei derartigen Gasturbinen, die drei Turbinen sowie drei Verdichter aufweisen, die Rotoren von Hochdruckturbine sowie Hochdruckverdichter, Mitteldruckturbine sowie Mitteldruckverdichter sowie Niederdruckturbine und Niederdruckverdichter durch jeweils eine Welle miteinander verbunden, wobei diese drei Wellen sich einander konzentrisch umschließen und damit ineinander verschachtelt sind. Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einer Gasturbine bereitzustellen, die sich insbesondere zur Detektion eines Wellenbruchs der den Mitteldruckturbinenrotor mit dem Mitteldruckverdichterroter verbindenden Welle eignet. Bricht nämlich diese Welle, so kann der Mitteldruckverdichter der Mitteldruckturbine keine Arbeit bzw. Leistung mehr entnehmen, was zu einem Überdrehen der Mitteldruckturbine führen kann. Da ein derartiges Überdrehen der Turbine zu schweren Beschädigungen des Flugtriebwerks führen kann, muss ein Wellenbruch sicher detektiert werden.

[0015] Im Bereich des in Strömungsrichtung gesehen ersten, statorseitigen Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 ist in den gezeigten Ausführungsbeispielen

mindestens ein Sensorelement 18 positioniert. Das oder jedes Sensorelement 18 ist einem radial außen liegenden Abschnitt dieses Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 und damit einem radial außen liegenden Abschnitt eines Strömungskanals der Niederdruckturbine 11 zugeordnet. Das oder jedes Sensorelement 18 wirkt zur Detektion eines Wellenbruchs mit dem radial außen liegenden Abschnitt 12 des in Strömungsrichtung (Pfeil 14) gesehen, letzten rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 derart zusammen, dass bei einem Wellenbruch der in Strömungsrichtung gesehen hinterste bzw. letzte Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 mit dem radial außen liegenden Abschnitt 12 das Sensorelement 18 kontaktiert und dabei vorzugsweise durchtrennt, um so ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal zu generieren und an ein nicht-dargestelltes Schaltelement zu übertragen.

[0016] Das oder jedes Sensorelement ist dabei als elektrischer Leiter, vorzugsweise als mineralisolierter Stromleiter, ausgebildet, der bei einem Wellenbruch von dem radial außen liegenden Abschnitt 12 des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 durchtrennt wird. In Folge der Druckverhältnisse in einer Turbine wird nämlich bei einem Wellenbruch der die Mitteldruckturbine 10 mit dem nicht-dargestellten Mitteldruckverdichter verbindenden Welle der Rotor der Mitteldruckturbine 10 in Strömungsrichtung (Pfeil 14) und damit in Richtung auf den ersten Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 bewegt. Das oder jedes als Leiter ausgebildete Sensorelement 18 wird dabei von einem in Strömungsrichtung vorstehenden Abschnitt 19 eines Außendeckbandes des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 durchtrennt.

[0017] Wie Fig. 1 entnommen werden kann, wird das oder jedes Sensorelement 18 von radial außen dem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 zugeführt und mit einem Endabschnitt 20 in eine Ausnehmung 21 des in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 eingeführt, wobei diese Ausnehmung 21 dem radial außen liegenden Abschnitt 15 der Laufschaufeln 16 des ersten Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 zugeordnet ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 ragt der jeweilige Endabschnitt 20 des oder jedes Sensorelements 18 in die jeweilige Ausnehmung 21 hinein und ist im Leitschaufelkranz 16 eingeschlossen. Die Ausnehmung 21 wird dabei auf der dem in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 zugewandten Seite von einer Materialdicke begrenzt, die bei einem Wellenbruch von dem Abschnitt 19 des Außendeckbandes des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 durchtrennt bzw. durchdrungen werden kann. Nach Durchdringen dieses Materialabschnitts gelangt der Abschnitt 19 auf den Endabschnitt 20 des jeweiligen Sensorelements 18, durchtrennt das Sensorelement 18 und generiert so ein dem

Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal. Wie insbesondere Fig. 2 entnommen werden kann, ist im Bereich der Ausnehmung 21 eine Öffnung 22 ausgebildet, die eine Verbindung der Ausnehmung 21 zum Strömungskanal herstellt, um so durch die Ausnehmung 21 eine Strömung zur Kühlung des jeweiligen Sensorelements 18 zu leiten. Fig. 2 verdeutlicht mit Pfeilen 23 die am jeweiligen Sensorelement 18 vorbeigeführte Strömung zur Kühlung desselben. Diese Strömung wird vorzugsweise von einer relativ kalten Bypass-Strömung abgezweigt, am jeweiligen Sensorelement 18 vorbeigeführt und über die Öffnung 22 in den Strömungskanal der Niederdruckturbine 11 geführt.

[0018] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 wird das oder jedes Sensorelement 18 von radial außen kommend bogenförmig geführt, um den Endabschnitt 20 in die jeweilige Ausnehmung 21 einzuführen. Radial außen greift am Gehäuse 17 eine Ferrule 24 an, um das jeweilige Sensorelement 18 zu führen und abzudichten. Vorzugsweise sind über den Umfang des Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11 mehrere derartige Sensorelemente 18 gleichverteilt positioniert, wobei bei Durchtrennen mindestens eines derartigen Sensorelements auf einen Wellenbruch geschlossen wird.

[0019] Fig. 3 und 4 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der hier vorliegenden Erfindung, welches im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 entspricht. Zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen werden daher für gleiche Baugruppen gleiche Bezugsziffern verwendet und es wird nachfolgend nur auf die Details eingegangen, durch die sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 unterscheidet. So wird im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 das oder jedes Sensorelement 18 wiederum von radial außen dem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11 zugeführt und in eine entsprechende Ausnehmung 21 eingeführt, wobei im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 das Sensorelement 18 geradlinig ohne Umlenkungen bzw. Umbiegungen mit dem Endabschnitt 20 in die entsprechende Ausnehmung 21 eingeführt wird. Hierdurch kann zu Wartungszwecken das Sensorelement 18 einfach aus der Ausnehmung 21 herausgezogen werden, ohne dass die Gasturbine, insbesondere die Niederdruckturbine 11 derselben, zerlegt werden muss. Hinsichtlich der übrigen Details kann auf die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 verwiesen werden.

[0020] Fig. 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der hier vorliegenden Erfindung. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ist das oder jedes Sensorelement 18 von einer Bewehrung 25 bzw. einer Armierung umhüllt. Das oder jedes Sensorelement 18 durchdringt zusammen mit der jeweiligen Bewehrung 25 eine Ausnehmung 21 des in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranzes der Niederdruckturbine 11, wobei jedoch im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 bzw. der Fig. 3 und 4 im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 der Endabschnitt 20 des Sensorelements 18 nicht im Leitschau-

felkranz eingeschlossen ist, sondern vielmehr in den Strömungskanal hineinragt, und zwar in einen Abschnitt zwischen dem in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranz der Mitteldruckturbine 10 und dem in Strömungsrichtung gesehen ersten, statorseitigen Leitschaufelkranz der Niederdruckturbine 11. In diesem Fall muss beim Wellenbruch der in Strömungsrichtung vorstehende Abschnitt 19 des Außendeckbands des Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 die Bewehrung 25 durchdringen bzw. durchschlagen, um so das entsprechende Sensorelement 18 zu durchtrennen und ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal zu generieren. Wie Fig. 5 entnommen werden kann, ist in die Bewehrung 25 eine Öffnung 26 integriert, um so zwischen der Bewehrung 25 und dem jeweiligen Sensorelement 18 eine Strömung zur Kühlung des jeweiligen Sensorelements 18 zu leiten. Diese Strömung kann dann über die Öffnung 26 in den Strömungskanal der Niederdruckturbine 11 entweichen.

[0021] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der hier vorliegenden Erfindung zeigt Fig. 6, welches im Wesentlichen im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 entspricht. Der Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 und dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 liegt darin, dass im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 zusätzlich die Bewehrung 25 vorhanden ist. Bei einem Wellenbruch der die Mitteldruckturbine 10 mit dem Mitteldruckverdichter verbindenden Welle muss demnach der in Strömungsrichtung vorstehende Abschnitt 19 des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Mitteldruckturbine 10 sowohl das die Ausnehmung 20 auf der dem Laufschaufelkranz zugewandten Seite begrenzende Material als auch die Bewehrung 25 durchdringen, um in Kontakt mit dem Sensor 18 zu gelangen. Hinsichtlich der übrigen Details kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

[0022] In den gezeigten Ausführungsbeispielen ist das oder jedes Sensorelement im Bereich eines statorseitigen Leitschaufelkranzes positioniert. Es sei darauf hingewiesen, dass das oder jedes Sensorelement auch anderen statorseitigen Baugruppen der Gasturbine zugeordnet sein kann.

[0023] Mit der hier vorliegenden Erfindung wird eine Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer Gasturbine vorgeschlagen, wobei ein radial außen liegendes Ende eines in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Turbine, die mit der hinsichtlich des Wellenbruchs zu überwachenden Welle verbunden ist, mit mindestens einem Sensorelement zusammenwirkt, welches einem Stator, insbesondere einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz einer stromabwärts positionierten Turbine, zugeordnet ist. Das oder jedes Sensorelement ist vorzugsweise als mineralisolierter Leiter ausgebildet, der bei einem Wellenbruch von einem in Strömungsrichtung vorstehenden Abschnitt eines Außendeckbands des in Strömungsrichtung gesehen letzten Laufschaufelkranzes der Turbine, die mit der hinsichtlich des Wellen-

bruchs zu überwachenden Welle verbunden ist, durchschlagen bzw. durchtrennt wird. Bei Durchtrennung mindestens eines derartigen mineralisierten Leiters kann auf einen Wellenbruch geschlossen werden. Der mineralisierte Leiter verfügt über einen Durchmesser zwischen 1 und 4 mm, vorzugsweise über einen Durchmesser zwischen 2 und 3 mm. Im Betrieb der Gasturbine wird an dem mineralisierten Leiter zur Kühlung desselben eine Gasströmung vorbeigeführt, um denselben auf eine Temperatur von etwa 900° Celsius herabzukühlen.

Patentansprüche

1. Gasturbine mit einer Einrichtung zur Detektion eines Wellenbruchs an einem Rotor einer Turbine (10) der Gasturbine, wobei stromabwärts der Turbine (10) mindestens ein statorseitiges Sensorelement (18) der Einrichtung im Bereich eines statorseitigen Leitschaufelkranzes einer weiteren Turbine (11) positioniert ist und wobei bei einem Wellenbruch des Rotors der Turbine (10) ein radial außenliegender Abschnitt (19) eines in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Turbine (10) mit dem oder jedem Sensorelement (18) zusammenwirkt, um ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal zu generieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder jedes Sensorelement (18) von radial außen einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Leitschaufelkranz der weiteren Turbine (11) zugeführt und in jeweils eine radial außen positionierte Ausnehmung (21) des Leitschaufelkranzes eingeführt ist.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder jedes Sensorelement (18) als Leiter ausgebildet ist, wobei bei einem Wellenbruch des Rotors der Turbine (10) der radial außenliegende Abschnitt (19) des in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes mindestens einen Leiter durchtrennt und so ein dem Wellenbruch entsprechendes elektrisches Signal generiert.
3. Gasturbine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder Leiter als mineralisierter Leiter ausgebildet ist.
4. Gasturbine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder mineralisierte Leiter eine Leiterdicke bzw. einen Druckmesser zwischen 1 und 4 mm, insbesondere zwischen 2 und 3 mm, aufweist.
5. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprü-

che 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass über den Umfang verteilt mehrere Sensorelemente (18) vorhanden sind.

6. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Endabschnitt (20) des oder jedes Sensorelements (18) in die jeweilige Ausnehmung (21) des Statorshineinragt und in demselben eingeschlossen ist.
7. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige Ausnehmung (21) auf der dem in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Turbine (10) zuwanden Seite von einer Materialdicke begrenzt ist, die bei einem Wellenbruch von dem letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Turbine (10) durchdringbar ist.
8. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Endabschnitt (20) des oder jedes Sensorelements (18) die jeweilige Ausnehmung (21) des Stators durchdringt und in den Strömungskanal zwischen dem in Strömungsrichtung gesehen letzten, rotorseitigen Laufschaufelkranzes der Turbine (10) und dem Stator hineinragt.
9. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder jedes Sensorelement (18) von einer Bewehrung (25) bzw. Armierung umhüllt ist.
10. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (21) und gegebenenfalls die Bewehrung (25) eine Öffnung (22, 26) aufweist, so dass dieselbe zur Kühlung des jeweiligen Sensorelements (18) durchströmbar sind.
11. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 mit mindestens einem Verdichter, mit mindestens einer Brennkammer, mit mindestens einer Turbine.

Claims

1. A gas turbine comprising a device for detecting a shaft rupture in a rotor of a turbine (10) of the gas

- turbine, wherein, on a downstream side of the turbine (10), at least one stator-side sensor element (18) of the device is positioned in the region of a stator-side guide blade ring of another turbine (11), and wherein, if the rotor of the turbine (10) experiences a shaft rupture, a radially externally situated section (19) of a rotor-side moving blade ring of the turbine (10) that is last as seen in the direction of flow interacts with the sensor element(s) (18) in order to generate an electrical signal corresponding to the shaft rupture, **characterized in that** the sensor element(s) (18) is/are led from radially outside to a guide blade ring of the other turbine (11) that is first as seen in the direction of flow, and is/are respectively introduced into a recess (21) of the guide blade ring that is positioned radially externally.
2. The gas turbine according to claim 1, **characterized in that** the sensor element(s) (18) is/are configured as a conductor/conductors, wherein, if the turbine (10) experiences a shaft rupture, the radially externally situated section (19) of the rotor-side moving blade ring that is last as seen in the direction of flow cuts through at least one conductor and thus generates an electrical signal corresponding to the shaft rupture.
3. The gas turbine according to claim 2, **characterized in that** the conductor(s) is/are configured as a mineral-insulated conductor/mineral-insulated conductors.
4. The gas turbine according to claim 3, **characterized in that** the mineral-insulated conductor(s) has/have a conductor thickness or diameter between 1 and 4 mm, in particular, between 2 and 3 mm.
5. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 3, **characterized in that** a plurality of sensor elements (18) are distributed over the circumference.
6. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 5, **characterized in that** an end section (20) of (each of) the sensor element(s) (18) protrudes into the respective recess (21) of the stator, and is enclosed therein.
7. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 6, **characterized in that** the respective recess (21) is bounded, on the side facing the rotor-side moving blade ring of the turbine (10) that is last as seen in the direction of flow, by a material thickness that is capable of being penetrated by the last, rotor-side moving blade ring of the turbine (10) when there is a shaft rupture.
8. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 5, **characterized in that** an end section (20) of (each of) the sensor element(s) (18) penetrates a respective recess (21) of the stator, and protrudes into the flow duct between the stator and the rotor-side moving blade ring of the turbine (10) that is last as seen in the direction of flow.
9. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 8, **characterized in that** the sensor element(s) (18) is/are sheathed by an armor (25) or reinforcement.
10. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 9, **characterized in that** the recess (21) and optionally the armor (25) comprise(s) an opening (22, 26) so as to allow a flow therethrough in order to cool the respective sensor element (18).
11. The gas turbine according to one or more of claims 1 to 10, having at least one compressor, having at least one combustion chamber, having at least one turbine.
- ## Revendications
1. Turbine à gaz avec un dispositif de détection d'une rupture d'arbre sur un rotor d'une turbine (10) de la turbine à gaz, dans laquelle est positionné, en aval de la turbine (10), au moins un élément capteur côté stator (18) du dispositif dans la zone d'une couronne d'aubes directrices côté stator d'une autre turbine (11) et dans lequel, dans le cas d'une rupture d'arbre du rotor de la turbine (10), une section radialement externe (19) d'une couronne de pales côté rotor de la turbine (10) disposée en dernier en se plaçant dans le sens d'écoulement coopère avec le ou chaque élément capteur (18) pour générer un signal électrique correspondant à la rupture d'arbre, **caractérisée en ce que :**
- le ou chaque élément capteur (18) est alimenté par une première couronne d'aubes directrices de l'autre turbine (11) en observant dans le sens d'écoulement radialement vers l'extérieur et est mis en place dans respectivement une cavité (21) de la couronne d'aubes directrices positionnée radialement à l'extérieur.
2. Turbine à gaz selon la revendication 1, **caractérisée en ce que :**
- le ou chaque élément capteur (18) se présente sous la forme d'un conducteur, dans lequel, lors d'une rupture d'arbre du rotor de la turbine (10), la section radialement externe (19) de la couronne d'aubes directrices côté rotor disposée en premier en observant dans le sens d'écoulement

ment sectionne au moins un conducteur et génère de la sorte un signal électrique correspondant à la rupture d'arbre.

3. Turbine à gaz selon la revendication 2,
caractérisée en ce que :

le ou chaque conducteur se présente sous la forme d'un conducteur à isolation minérale.

4. Turbine à gaz selon la revendication 3,
caractérisée en ce que :

le ou chaque conducteur à isolation minérale présente une épaisseur ou un diamètre compris entre 1 et 4 mm, en particulier entre 2 et 3 mm.

5. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 3,
caractérisée en ce que :

plusieurs éléments capteurs (18) répartis sur la périphérie sont présents.

6. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 5,
caractérisée en ce que :

une section d'extrémité (20) du ou de chaque élément capteur (18) fait saillie dans l'évidement respectif (21) du stator et est enserrée dans celui-ci.

7. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6,
caractérisée en ce que :

l'évidement respectif (21) est limité sur le côté tourné vers la couronne de pales côté rotor disposée en dernier en observant dans le sens d'écoulement de la turbine (10) par une épaisseur de matériau qui, lors d'une rupture d'arbre, peut être pénétrée par la dernière couronne de pales côté rotor de la turbine (10).

8. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 5,
caractérisée en ce qu'une section d'extrémité (20) du ou de chaque élément capteur (18) pénètre dans l'évidement respectif (21) du stator et fait saillie dans le canal d'écoulement entre la couronne de pales côté rotor de la turbine (10) disposée en dernier en observant dans le sens d'écoulement et le stator.

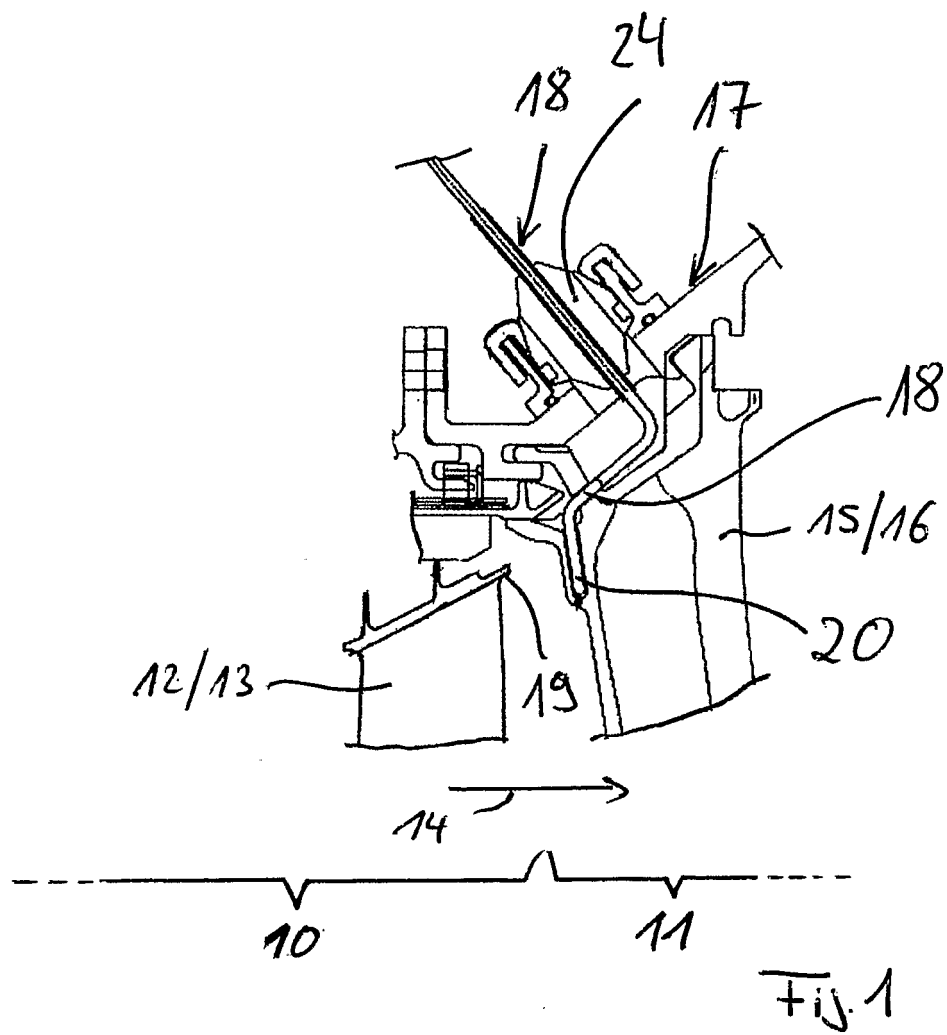
9. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 8,
caractérisée en ce que :

le ou chaque élément capteur (18) est gainé par une armure (25) ou un blindage.

10. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 9,
caractérisée en ce que :

l'évidement (21) et éventuellement l'armure (25) présentent une ouverture (22, 26) de sorte que ceux-ci puissent être parcourus pour refroidir l'élément capteur respectif (18).

11. Turbine à gaz selon une ou plusieurs des revendications 1 à 10 avec au moins un compresseur, avec au moins une chambre de combustion, avec au moins une turbine.



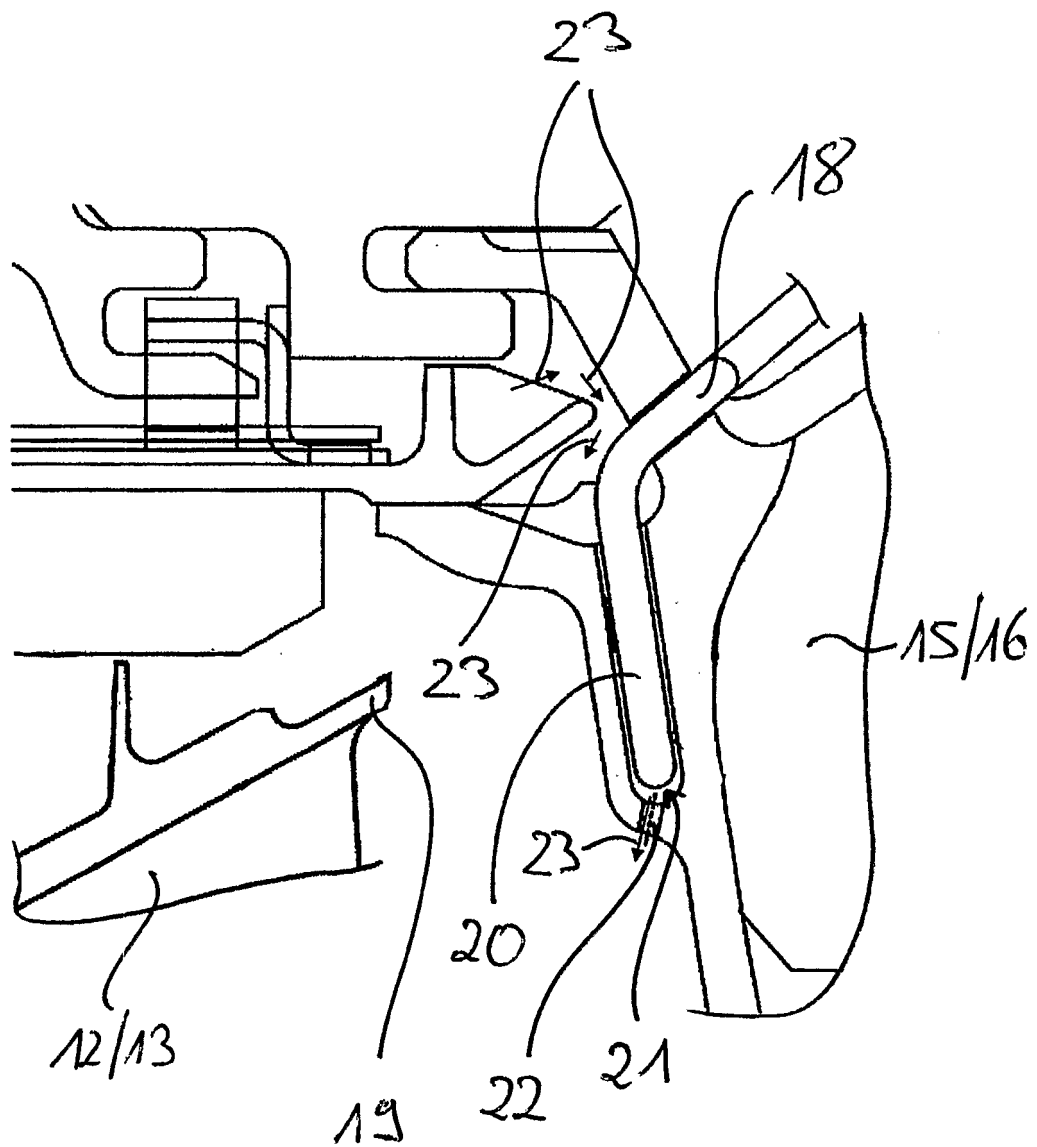


Fig. 2

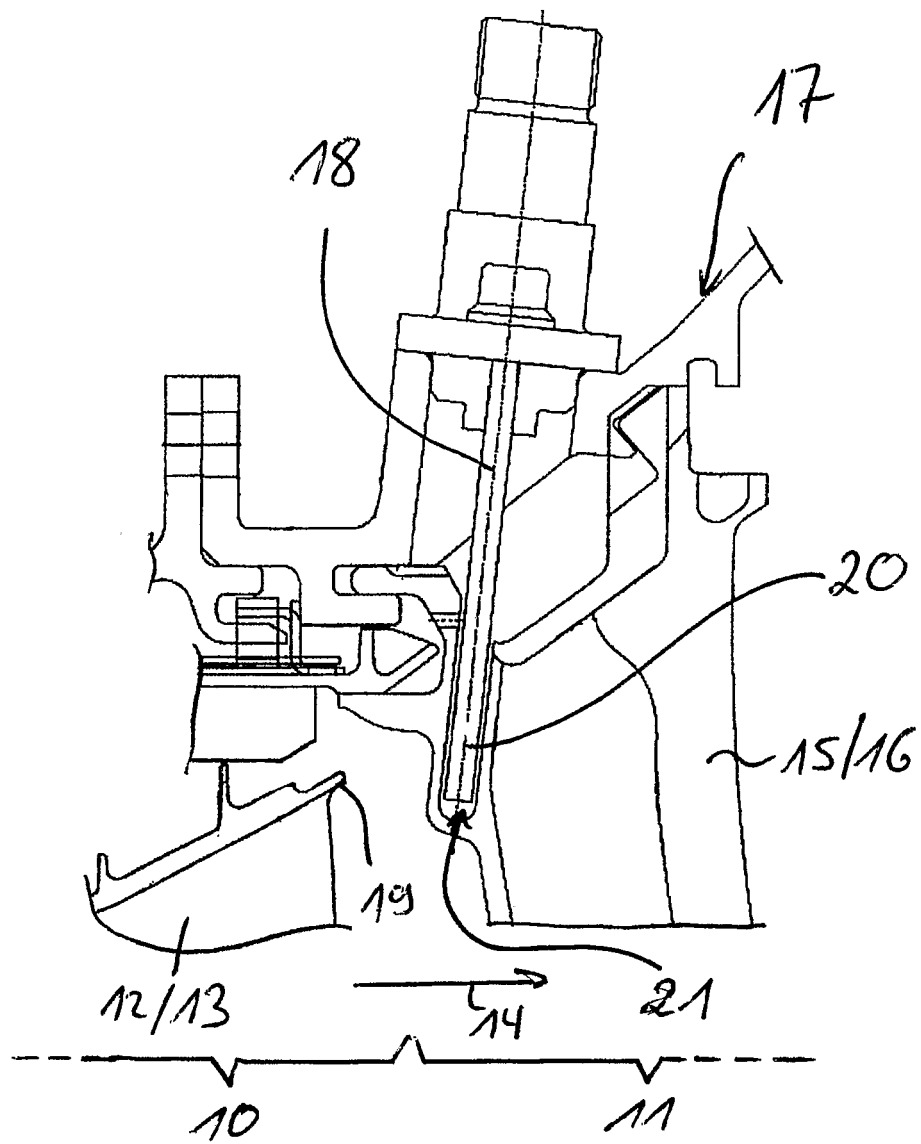


Fig 3

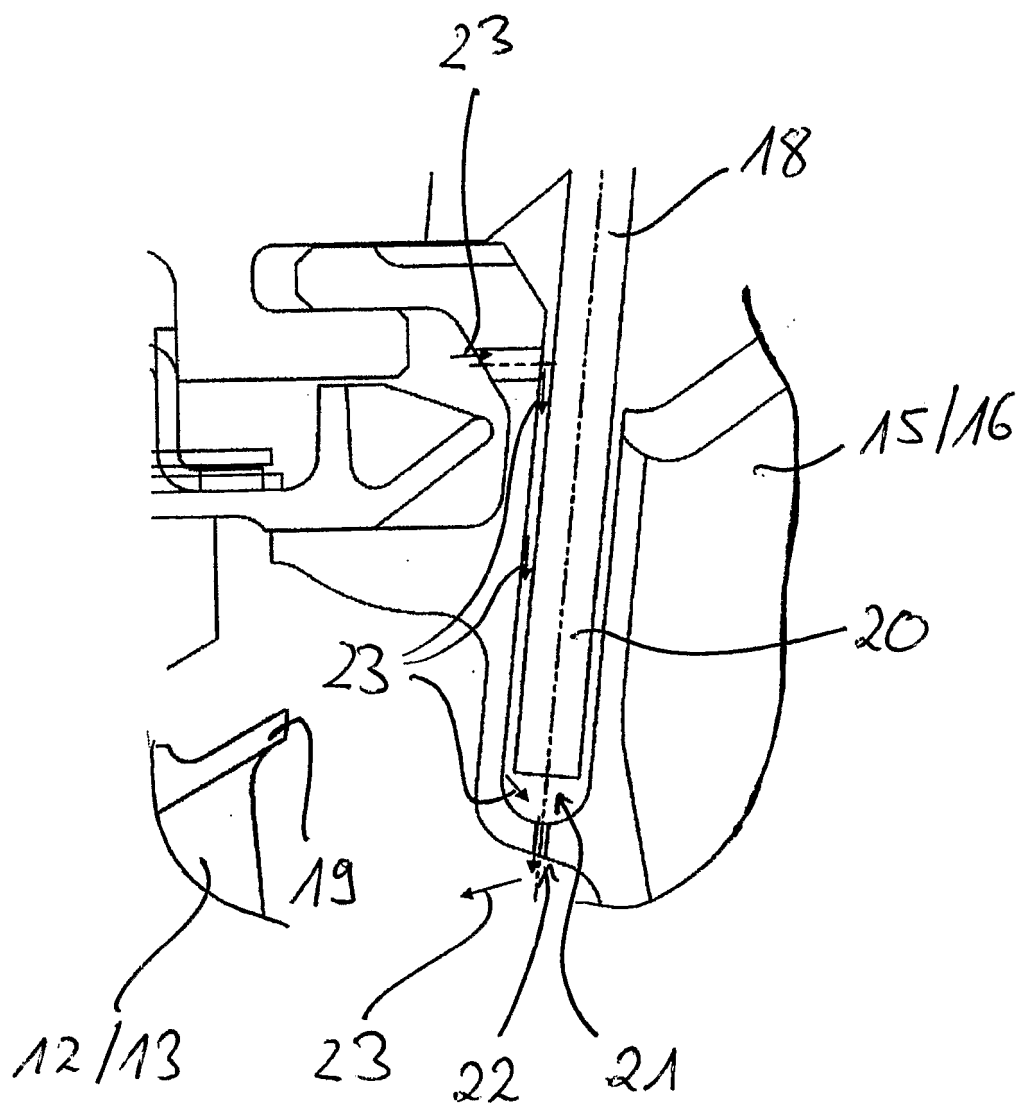


Fig 4

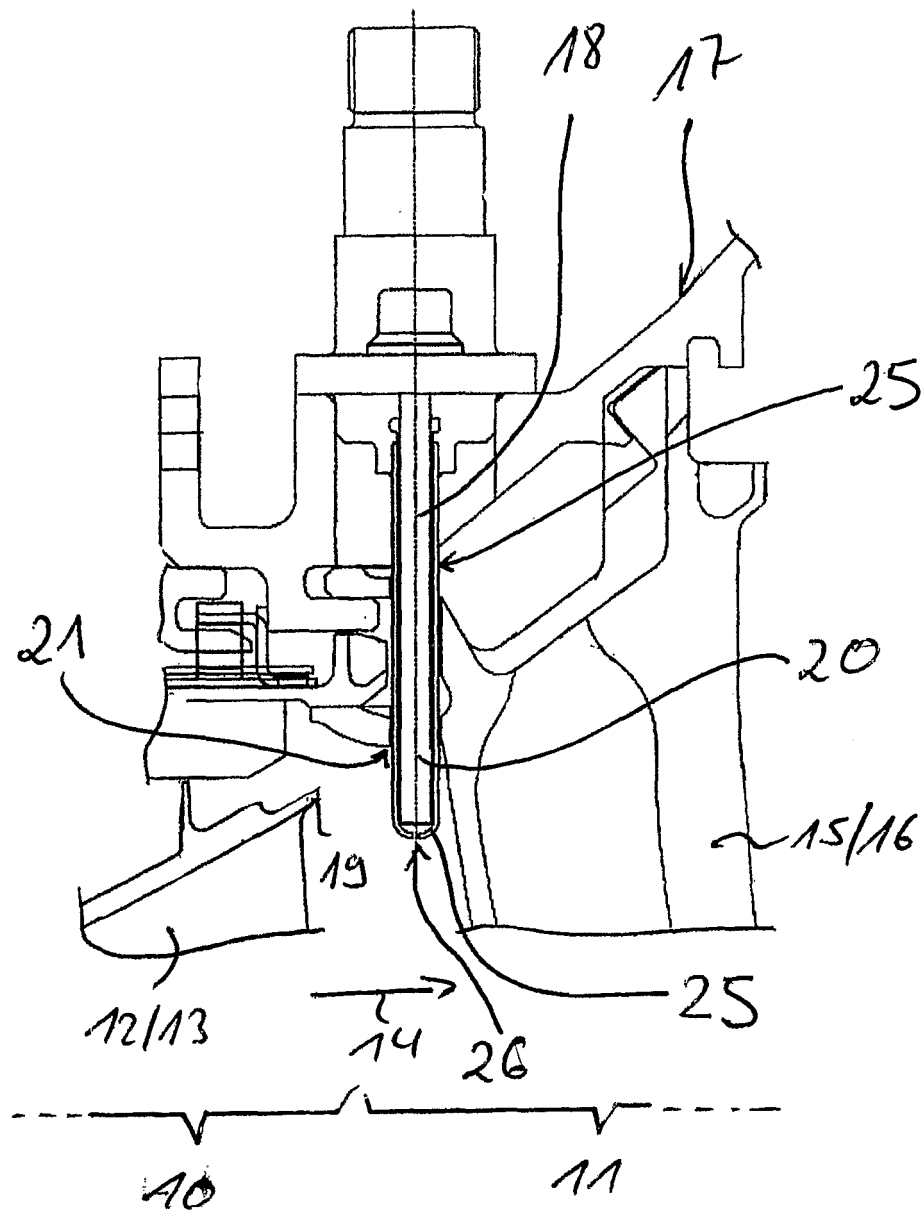


Fig. 5

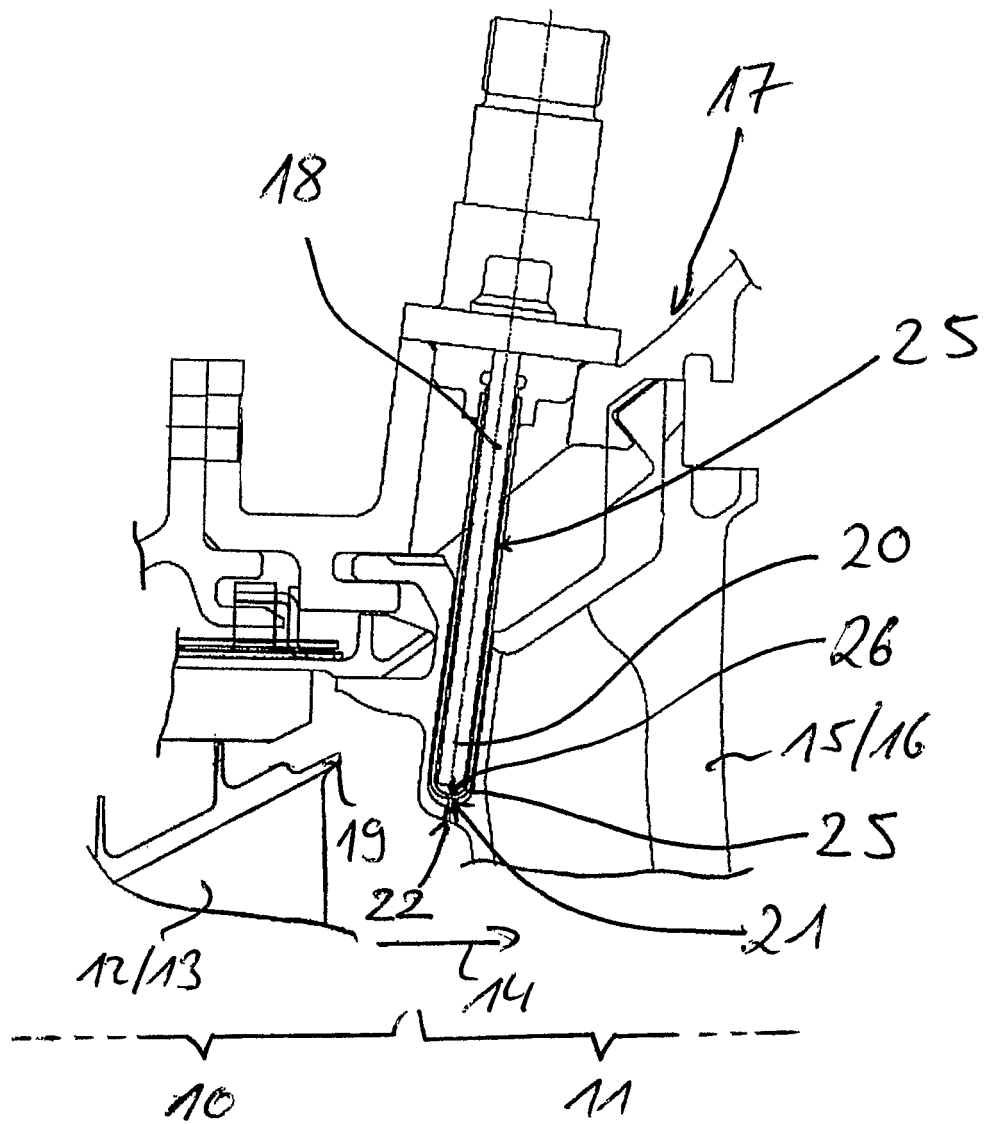


Fig. 6

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

- CH 445949 [0004]
- US 5411364 A [0004]