



(11)

EP 3 173 585 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(51) Int Cl.:
F01D 21/00 (2006.01) F01D 25/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16195558.8**

(22) Anmeldetag: **25.10.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **30.11.2015 DE 102015223684**

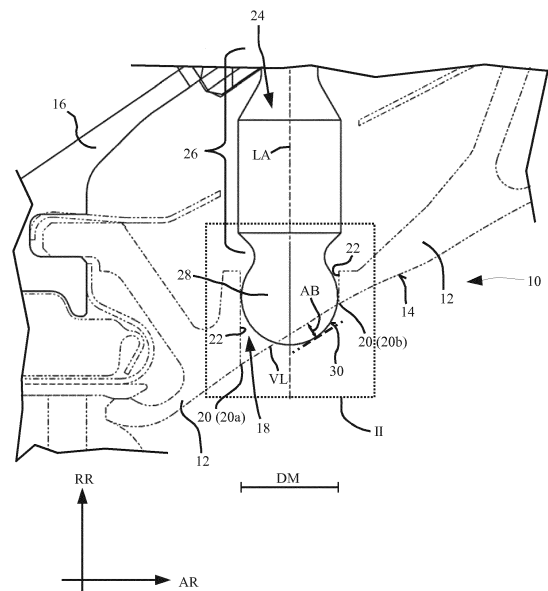
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Kufner, Petra**
85586 Poing (DE)
• **Schlemmer, Markus**
84048 Mainburg / Sandelzhausen (DE)
• **Gieg, Walter**
82223 Eichenau (DE)
• **Thiele, Oliver**
85221 Dachau (DE)
• **Mahle, Inga**
81669 München (DE)

(54) **VERSCHLUSSELEMENT FÜR BOROSKOPÖFFNUNG EINER GASTURBINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verschlusselement für eine Boroskopöffnung (18) einer Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, wobei die Boroskopöffnung (18) einen einem Gas führenden Ringkanal (10) der Gasturbine zugewandten radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) aufweist, wobei das Verschlusselement (24) einen Hauptabschnitt (26) und einen mit dem Hauptabschnitt (26) verbundenen Verschlussabschnitt (28) aufweist, und wobei der Verschlussabschnitt (28) bezogen auf eine Längsachse (LA) des Verschlusselements (24) wenigstens teilweise rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass das Verschlusselement (24) derart dimensioniert ist, dass der Verschlussabschnitt (28) im eingesetzten Zustand in die Boroskopöffnung (18) teilweise über den radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) der Boroskopöffnung (18) vorsteht.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verschlusselement für eine Boroskopöffnung einer Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, wobei die Boroskopöffnung einen einem Gas führenden Ringkanal der Gasturbine zugewandten radial inneren Öffnungsrand aufweist, wobei das Verschlusselement einen Hauptabschnitt und einen mit dem Hauptabschnitt verbundenen Verschlussabschnitt aufweist, und wobei der Verschlussabschnitt bezogen auf eine Längsachse des Verschlusselements wenigstens teilweise rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

[0002] Richtungsangaben wie "Axial-" bzw. "axial", "Radial-" bzw. "radial" und "Umfangs-" sind grundsätzlich auf die Maschinenachse der Gasturbine bezogen zu verstehen, sofern sich aus dem Kontext nicht explizit oder implizit etwas anderes ergibt.

[0003] Derartige Verschlusselemente, die auch als Boroskopstopfen bezeichnet werden können, sind bekannt. Solche Boroskopstopfen werden in der Regel über Gewinde eingeschraubt, wobei der rotationssymmetrische, in der Regel kugelförmige Verschlussabschnitt tangential mit einer Innenkontur des Ringkanals abschließt. Aufgrund dieser Anordnung des Verschlusselements, das mit seinem Verschlussabschnitt quasi in der Boroskopöffnung bzw. in der Innenkontur des Ringkanals versenkt ist, ergeben sich zwischen der Außenkontur des Verschlussabschnitts und einer die Boroskopöffnung begrenzenden Wandung große Zwischenräume, die zu Störungen der Heißgasströmung führen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist, ein Verschlusselement derart weiterzubilden, dass die obigen Nachteile vermindert werden können.

[0005] Zur Lösung wird vorgeschlagen, dass das Verschlusselement derart dimensioniert ist, dass der Verschlussabschnitt im eingesetzten Zustand in die Boroskopöffnung teilweise über den radial inneren Öffnungsrand der Boroskopöffnung vorsteht.

[0006] Es hat sich gezeigt, dass ein Vorstehen des Verschlussabschnitts über den Öffnungsrand hinaus, also in den Ringkanal hinein dazu führt, dass die Boroskopöffnung besser durch den Verschlussabschnitt ausgefüllt ist, so dass die Dimensionen der nachteiligen Zwischenräume verkleinert werden können. Dabei hat sich überraschend gezeigt, dass ein Vorstehen des Verschlussabschnitts in den Ringkanal, insbesondere durch die rotationssymmetrische Ausgestaltung des Verschlussabschnitts sich weniger störend auf die Strömung auswirkt, als das Vorliegen von größeren Zwischenräumen im Falle von Verschlussabschnitten, die tangential mit der Innenkontur des Ringkanals abschließen.

[0007] Damit ein solches Verschlusselement unabhängig von seiner Einbauwinkellage bezogen auf die Innenkontur des Ringkanals eingesetzt werden kann, ist es bevorzugt, dass der Verschlussabschnitt kugelförmig oder kegelförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet ist.

[0008] Dabei kann der Verschlussabschnitt derart di-

mensioniert sein, dass er im Zusammenwirken mit einer sich an den radial inneren Öffnungsrand anschließenden Öffnungswandung den Heißgas führenden Ringkanal abdichtet.

[0009] Weiterbildend wird vorgeschlagen, dass der maximale Durchmesser des Verschlussabschnitts im Wesentlichen dem Innendurchmesser der durch die Öffnungswandung gebildeten Boroskopöffnung entspricht. Bei einem kugelförmig ausgebildeten Verschlussabschnitt ist der maximale Durchmesser des Verschlussabschnitts gleich dem Durchmesser der entsprechenden Kugel. Bei einem kegelförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildeten Verschlussabschnitt ist der maximale Durchmesser des Verschlussabschnitts der größte Durchmesser, der der Kegel bzw. Kegelstumpf aufweist.

[0010] Bevorzugt weist der Hauptabschnitt eine Länge auf, die derart bemessen ist, dass der in seinen Dimensionen abhängig vom Innendurchmesser der Boroskopöffnung festgelegte Verschlussabschnitt über den radial inneren Öffnungsrand vorsteht.

[0011] Die Erfindung betrifft ferner eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, mit wenigstens einer Turbinenstufe und einem der Turbinenstufe zugeordneten, Heißgas führenden Ringkanal, und/oder mit wenigstens einer Verdichterstufe und einem der Verdichterstufe zugeordneten Gas führenden Ringkanal, wobei der Ringkanal der Turbinenstufe oder/und der Verdichterstufe eine radiale Außenwand aufweist, in der wenigstens eine Boroskopöffnung vorgesehen ist, wobei die Boroskopöffnung einen in der radialen Außenwand ausgebildeten Öffnungsrand aufweist, an den sich in im Wesentlichen radialer Richtung eine Öffnungswandung anschließt, wobei in der Boroskopöffnung ein Verschlusselement eingesetzt ist, das einen Hauptabschnitt und einen Verschlussabschnitt umfasst, wobei der Verschlussabschnitt von der Öffnungswandung umgeben ist, so dass der Heißgas führende Ringkanal abgedichtet ist, wobei zur Lösung der obigen Aufgabe vorgeschlagen wird, dass der Verschlussabschnitt im eingesetzten Zustand in die Boroskopöffnung teilweise über den radial inneren Öffnungsrand der Boroskopöffnung vorsteht.

[0012] Dabei kann die Außenwand des Ringkanals bezogen auf die Axialrichtung der Gasturbine wenigstens abschnittsweise geneigt sein, so dass die Außenwand im Wesentlichen die Form einer Mantelfläche eines Kegelstumpfs aufweist. Es wird dabei darauf hingewiesen, dass die Außenwand des Ringkanals nicht über ihre gesamte axiale Länge geradlinig bzw. linear ausgeprägt ist, wie die Mantellinie bei einem üblich definierten Konus, vielmehr kann die Mantelfläche auch leicht gewellt ausgebildet sein.

[0013] Hierzu wird weiterbildend vorgeschlagen, dass der Verschlussabschnitt bezogen auf einen axialen Längsschnitt durch die Boroskopöffnung über eine gedachte Linie in den Ringkanal vorsteht, die einen axial vorderen Öffnungsrandabschnitt des Öffnungsrandes und einen axial hinteren Öffnungsrandabschnitt des Öffnungsrandes entlang der Mantelfläche geneigt zur Axi-

alrichtung verbindet. Diese gedachte Verbindungslinie kann auch als diejenige Linie verstanden werden, die gemäß dem Stand der Technik eine Tangente zum Verschlussabschnitt gebildet hat, wenn der Verschlussabschnitt in der Boroskopöffnung quasi versenkt war bzw. tangential mit einer Innenkontur des Ringkanals abgeschlossen hat.

[0014] Damit die Strömung von Heißgas durch den in den Ringkanal vorstehenden Verschlussabschnitt nur geringfügig gestört wird, ist es bevorzugt, dass der Verschlussabschnitt in einer zur gedachten Linie orthogonal gemessene Distanz in den Ringkanal vorsteht, wobei die Distanz etwa 2% bis 30%, vorzugsweise 10% bis 24%, höchst vorzugsweise 14% bis 18% des in axialer Richtung gemessenen Durchmessers der Boroskopöffnung beträgt. Anders ausgedrückt, soll die Distanz des Vorstehens in den Ringkanal nicht mehr als etwa 2% bis 30% des Durchmessers eines kugelförmigen Verschlusselements betragen, dessen Außendurchmesser in der Regel im Wesentlichen dem Innendurchmesser der Boroskopöffnung entspricht.

[0015] Im bevorzugten Fall, dass der Verschlussabschnitt kugelförmig ausgebildet ist, kann ein Kugelsegment des Verschlussabschnitts in den Ringkanal vorstehen. Dabei kann die Höhe des Kugelsegments der orthogonal gemessenen Distanz entsprechen.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren beispielhaft und nicht einschränkend beschrieben.

Fig. 1 eine schematische und vereinfachte Längsschnittsdarstellung eines Ausschnitts einer Turbinenstufe einer Gasturbine mit darin eingesetztem Verschlusselement für eine Boroskopöffnung.

Fig. 2 zeigt in den Teilfiguren A) und B) zwei vergrößerte Darstellungen des mit II in Fig. 1 bezeichneten Bereichs, wobei in Fig. 2A) zusätzlich ein Verschlussabschnitt in einer bekannten Positionierung angedeutet ist, und wobei in Fig. 2B) eine andere erfindungsgemäße Positionierung des Verschlussabschnitts angedeutet ist.

[0017] Fig. 1 zeigt eine teilweise Darstellung eines Heißgas führenden Ringkanals 10 einer nicht näher bezeichneten Turbinenstufe einer ebenfalls nicht näher dargestellten Gasturbine. Die bezogen auf die Maschinenachse der Gasturbine axiale Richtung ist mit AR bezeichnet und die radiale Richtung ist mit RR bezeichnet.

[0018] Der Ringkanal 10 wird zumindest abschnittsweise durch eine Ringkanalwandung 12 begrenzt mit einer dem Heißgasstrom zugewandten Innenseite 14. Die Ringkanalwandung 12 ist mit weiteren nicht näher beschriebenen Komponenten der Turbinenstufe bzw. der Gasturbine verbunden, insbesondere einer Gehäusekomponente 16. Um eine betreffende Turbinenstufe, insbesondere deren Laufschaufeln inspizieren zu können, ist in der Ringkanalwandung 12 eine Boroskopöffnung

18 vorgesehen. Entsprechende Zugänge, etwa in der Gehäusekomponente 16 und ggf. radial noch weiter außen liegenden Bauteilen der Gasturbine sind üblicherweise vorhanden, so dass ein Boroskop durch diese Zugänge und durch die Boroskopöffnung 18 in der Ringkanalwandung 12 eingeführt und die Turbinenstufe untersucht werden kann.

[0019] Der Ringkanal 10 weist eine der Innenseite 14 entsprechende Kontur auf, wobei die Innenseite 14 geneigt zur axialen Richtung AR verläuft. Die Innenseite 14 des Ringkanals 10 weist vereinfacht gesagt im Wesentlichen die Form einer Mantelfläche eines Konus auf, wobei, wie dies aus der Fig. 1 ersichtlich ist, die Innenseite 14 nicht über ihre gesamte axiale Länge geradlinig bzw. linear ausgeprägt ist, wie die Mantellinie bei einem üblich definierten Konus. Andersausgedrückt kann auch gesagt werden, dass sich der Ringkanal entlang der axialen Richtung AR, die im Wesentlichen der Strömungsrichtung von Heißgas entspricht, in radialer Richtung RR aufweitet. In dieser geneigten Innenseite 14, die üblicherweise auch in Umfangsrichtung um die Maschinenachse gebogen ist, ist die Boroskopöffnung 18 eingelassen, wobei als Übergang zwischen der Boroskopöffnung 18 und der Innenseite 14 ein radial innen liegender Öffnungsrand 20 ausgebildet ist. In radialer Richtung RR schließt sich an den Öffnungsrand 20 eine Öffnungswandung 22 der Boroskopöffnung 18 an. Diese Öffnungswandung 22 ist im vorliegenden Beispiel in der Ringkanalwandung 12 ausgebildet.

[0020] Die Boroskopöffnung 18 ist im Betrieb der Gasturbine durch ein Verschlusselement 24, das auch als Boroskopstopfen bezeichnet werden kann, verschlossen. Das Verschlusselement 24 wird im Wesentlichen gebildet aus einem Hauptabschnitt 26 und einem Verschlussabschnitt 28, die miteinander verbunden sind, insbesondere einstückig miteinander ausgebildet sind. Der Verschlussabschnitt 28 ist üblicherweise rotationsymmetrisch ausgebildet um eine Rotationsachse, die in der vorliegenden Ausführungsform der Längsachse LA des Verschlusselements 24 entspricht. Im gezeigten Beispiel ist das Verschlusselement 24 so in der Turbinenstufe bzw. der Gasturbine eingesetzt, dass sich die Längsachse LA im Wesentlichen parallel zur radialen Richtung RR erstreckt. Es sind allerdings auch andere Einbautagen des Verschlusselements 24 denkbar, bei denen die Längsachse bezogen auf die radiale Richtung RR nach axial vorne bzw. axial hinten geneigt ist. Ferner kann die Längsachse LA auch in Umfangsrichtung von der radialen Richtung RR abweichen. Durch Verwendung eines rotationssymmetrischen Verschlusselements 24, insbesondere in Form einer Kugel oder eines Kegels, kann ein gleiches Verschlusselement in unterschiedlichen Einbautagen eingesetzt werden.

[0021] In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist der Verschlussabschnitt 28 kugelförmig ausgebildet. Das Verschlusselement 24 ist ferner derart ausgestaltet, dass es in die Boroskopöffnung 18 eingesetzten Zustand mit seinem Verschlussabschnitt 28 in den Ringka-

nal 10 vorsteht bzw. in diesen teilweise hineinragt. Im dargestellten Beispiel steht der Verschlussabschnitt 28 über eine gedachte Verbindungslinie VL vor, die (in axialer Richtung AR) den vorderen Öffnungsrandabschnitt 20a und den hinteren Öffnungsrandabschnitt 20b miteinander verbindet. In der Schnittdarstellung der Fig. 1 kann diese Verbindungslinie VL auch als gedachte Ergänzung der Innenseite 14 der Ringkanalwandung gesehen werden, wenn keine Boroskopöffnung 18 vorgesehen wäre. Die Verbindungslinie VL ist ebenfalls geneigt zur radialen Richtung RR und zur axialen Richtung AR. Der Verschlussabschnitt 28 steht mit seiner Außenfläche 30 um einen Abstand AB, der orthogonal zur Verbindungslinie VL gemessen ist, in den Ringkanal 10 vor, so dass der Verschlussabschnitt über den radial innen liegenden Öffnungsrand 20 der Boroskopöffnung 18 vorsteht. Der Verschlussabschnitt 28 kommt in dieser Positionierung mit seiner Außenfläche 30 in Kontakt mit der Öffnungswandung 22, so dass eine Abdichtung des Ringkanals 10 der Turbinenstufe erreicht werden kann.

[0022] Fig. 2A zeigt einen vergrößerten Ausschnitt entsprechend dem gestrichelt umrandeten Bereich II der Fig. 1. In Fig. 2A ist ebenfalls der Verschlussabschnitt 28 dargestellt in seiner eingesetzten Position in der Boroskopöffnung 18. Gestrichelt ist ein Verschlussabschnitt 28a dargestellt, der in einer aus dem Stand der Technik bekannten Position in der Boroskopöffnung 18 eingesetzt ist. Dabei schließt der Verschlussabschnitt 28a mit der Innenseite 14 bzw. der Kontur des Ringkanals 10 so ab, dass die Verbindungslinie VL eine Tangente zur Außenfläche 30a des Verschlussabschnitts 28a bildet. Der Verschlussabschnitt 28a ist quasi versenkt in der Boroskopöffnung aufgenommen.

[0023] Bei der Positionierung des Verschlusselements 28 derart, dass es in den Ringkanal 10 vorsteht, wird ein zwischen der Außenfläche 30 und der Öffnungswandung 22 gebildeter Zwischenraum 32 (einfach schraffierte Fläche) verkleinert, verglichen mit der bekannten Positionierung des gestrichelt dargestellten Verschlusselements 28a, bei der der Zwischenraum 32 noch um den Bereich 32a (gekreuzt schraffierte Fläche) bzw. ein entsprechendes Volumen vergrößert ist. Ferner bildet sich bei der bekannten Anordnung des Verschlusselements 28a auch ein zusätzlicher Zwischenraum 32b aus, auf der in Strömungsrichtung hinteren Seite des Verschlussabschnitts 28a.

[0024] Durch die Verkleinerung des Zwischenraums 32 können Störungen der Heißgasströmung, insbesondere Verwirbelungen im Zwischenraum 32 vermindert werden. Aufgrund der rotationssymmetrischen, vorzugsweise kugelförmigen Ausgestaltung des Verschlussabschnitts 32, kann der in den Ringkanal 10 vorstehende Teil des Verschlussabschnitts mit wenig Widerstand umströmt werden. Die Verkleinerung des Zwischenraums 32, insbesondere um die Volumina in den Bereichen 32a und 32b führt in Kombination mit dem Vorstehen des Verschlussabschnitts 32 in den Ringkanal 10 zu weniger Störungen der Strömung von Heißgas, so dass insge-

samt ein verbesserter Betrieb und ein verbesserter Wirkungsgrad der Turbinenstufe erreicht werden kann.

[0025] Aus der Fig. 2A ist ferner ersichtlich, dass für die geänderte Positionierung des Verschlusselements 24 in der Boroskopöffnung 18 keine Anpassung am rotationssymmetrischen, insbesondere kugelförmigen Verschlussabschnitt 28 erforderlich ist, sondern dass der Hauptabschnitt 26, beispielsweise um einen Betrag HL verlängert wird, verglichen mit einem bekannten Verschlusselement. Die Verlängerung HL des Hauptabschnitts 26 kann an einer beliebigen Position entlang der Längsachse LA erfolgen. Entsprechend kann die vorgeschlagene Lösung auch für bereits bestehende Gasturbinen umgesetzt werden, indem bestehende kürzere Verschlusselemente durch neue längere Verschlusselemente 24 ersetzt werden.

[0026] Fig. 2B zeigt in gestrichelter Darstellung eine andere Positionierung des Verschlussabschnitts 28, derart dass er noch etwas mehr in den Ringkanal 10 vorsteht (Abstand AB'), aber gerade noch mit seiner Außenfläche 30 in Berührung kommt mit dem axial hinteren Öffnungsrand 20b der Boroskopöffnung 18. Wie oben unter Bezugnahme auf die Fig. 2A beschrieben, kann auch in diesem Fall der Hauptabschnitt 26 gegenüber einem Hauptabschnitt 26 gemäß Fig. 1 bzw. 2A um den Betrag HL' verlängert werden. Der Zwischenraum 32 ist um den Bereich bzw. das Volumen 32c (gekreuzt schraffiert) kleiner geworden, wobei der Abstand AB' etwas größer geworden ist. Die übrigen in der Figur 2B enthaltenen Bezugszeichen bezeichnen die gleichen Komponenten wie unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2A bereits beschrieben und sind in der Fig. 2B erneut enthalten, auch wenn sie nicht nochmals beschrieben werden.

[0027] Der in den Fig. 1, 2A und 2B eingezeichnete Abstand AB zwischen der gedachten Verbindungslinie und der Außenfläche 30 des Verschlussabschnitts beträgt etwa 2% bis 30% des Durchmessers DM der Boroskopöffnung 18. Anders ausgedrückt beträgt der Abstand AB etwa 2% bis 30% des Durchmessers DM des kugelförmigen Verschlussabschnitts 24. Bevorzugte Größenbereiche des Abstands AB liegen bei etwa 10-24% und weiter bei 14-18% des Durchmessers DM. Das Vorstehen des Verschlussabschnitts 28 um den Abstand AB in den Ringkanal 10 hinein kann in Abhängigkeit der Ausrichtung und Geometrie der Boroskopöffnung sowie der Kontur des Ringkanals 10 gewählt werden, derart, dass eine insgesamt wenig gestörte Strömung von Heißgas erreicht werden kann, wobei Zwischenräume 32, 32a, 32b zwischen dem Verschlussabschnitt 28 und der Öffnungswandung 22 minimiert werden durch Vergrößerung des Abstands AB der Außenfläche 30 von der Verbindungslinie VL.

[0028] Insgesamt ergibt sich durch das vorgeschlagene Verschlusselement 24 für eine Boroskopöffnung 18 die Möglichkeit die Strömungsverhältnisse in einem Ringkanal 10 einer Turbinenstufe zu verbessern, wobei entgegen bisheriger Lehren ein Vorstehen des Verschlussabschnitts in den Ringkanal in Kauf genommen

wird, weil dies zu einer geringen Störung der Strömung führt, insbesondere bei Verwendung eines kugelförmigen Verschlussabschnitts.

Bezugszeichenliste

[0029]

10	Ringkanal	
12	Ringkanalwandung	10
14	Innenseite	
16	Gehäusekomponente	
18	Boroskopöffnung	
20	Öffnungsrand	
20a	axial vorderer Öffnungsrandabschnitt	15
20b	axial hinterer Öffnungsrandabschnitt	
22	Öffnungswandung	
24	Verschlusselement (Boroskopstopfen)	
26	Hauptabschnitt	
28	Verschlussabschnitt	20
30	Außenfläche	
32	Zwischenraum	
32a	Vergrößerung Zwischenraum	
32b	Zwischenraum	
32c	Verkleinerung Zwischenraum	25
AB	Abstand	
AR	axiale Richtung	
DM	Durchmesser	
HL	Verlängerung Hauptabschnitt	
LA	Längsachse	30
RR	radiale Richtung	
SR	Strömungsrichtung	
VL	Verbindungsline	35

Patentansprüche

1. Verschlusselement für eine Boroskopöffnung (18) einer Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, wobei die Boroskopöffnung (18) einen einem Gas führenden Ringkanal (10) der Gasturbine zugewandten radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) aufweist, wobei das Verschlusselement (24) einen Hauptabschnitt (26) und einen mit dem Hauptabschnitt (26) verbundenen Verschlussabschnitt (28) aufweist, und wobei der Verschlussabschnitt (28) bezogen auf eine Längsachse (LA) des Verschlusselements (24) wenigstens teilweise rotationssymmetrisch ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verschlusselement (24) derart dimensioniert ist, dass der Verschlussabschnitt (28) im eingesetzten Zustand in die Boroskopöffnung (18) teilweise über den radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) der Boroskopöffnung (18) vorsteht.
2. Verschlusselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (28) kugelförmig oder kegelförmig oder kegelstumpfför-

mig ausgebildet ist.

3. Verschlusselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (28) derart dimensioniert ist, dass er im Zusammenwirken mit einer sich an den radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) anschließenden Öffnungswandung (22) den Heißgaskanal (10) abdichtet.
4. Verschlusselement nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser Verschlussabschnitts (28) im Wesentlichen dem Innendurchmesser (D) der durch die Öffnungswandung (22) gebildeten Boroskopöffnung (18) entspricht.
5. Verschlusselement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptabschnitt (26) eine Länge aufweist, die derart bemessen ist, dass der in seinen Dimensionen abhängig vom Innendurchmesser (DM) der Boroskopöffnung (18) festgelegte Verschlussabschnitt (28) über den radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) vorsteht und zwar vorzugsweise um einen Betrag, der wenigstens 2% des maximalen Durchmessers (DM) des Verschlussabschnitts (28) entspricht.
6. Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, mit wenigstens einer Turbinenstufe und einem der Turbinenstufe zugeordneten, Heißgas führenden Ringkanal (10), und/oder mit wenigstens einer Verdichterstufe und einem der Verdichterstufe zugeordneten Gas führenden Ringkanal, wobei der Ringkanal (10) der Turbinenstufe oder/und der Verdichterstufe eine radiale Außenwand (12) aufweist, in der wenigstens eine Boroskopöffnung (18) vorgesehen ist, wobei die Boroskopöffnung (18) einen in der radialen Außenwand (12) ausgebildeten Öffnungsrand (20, 20a, 20b) aufweist, an den sich, vorzugsweise in im Wesentlichen radialer Richtung (RR), eine Öffnungswandung (22) anschließt, wobei in der Boroskopöffnung (18) ein Verschlusselement (24) eingesetzt ist, das vorzugsweise nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist und das einen Hauptabschnitt (26) und einen Verschlussabschnitt (28) umfasst, wobei der Verschlussabschnitt (28) von der Öffnungswandung (22) umgeben ist, so dass der Heißgas führende Ringkanal (10) abgedichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (26) im eingesetzten Zustand in die Boroskopöffnung (18) teilweise über den radial inneren Öffnungsrand (20, 20a, 20b) der Boroskopöffnung (18) vorsteht.
7. Gasturbine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwand (12) des Ringkanals (10) bezogen auf die Axialrichtung (AR) der Gastur-

bine wenigstens abschnittsweise geneigt ist, so dass die Außenwand (12) im Wesentlichen die Form einer Mantelfläche eines Kegelstumpfs aufweist.

8. Gasturbine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (26) bezogen auf einen axialen Längsschnitt durch die Boroskopöffnung (18) über eine gedachte Linie (VL) in den Ringkanal (10) vorsteht, die einen axial vorderen Öffnungsrandabschnitt (20a) des Öffnungsrandes (20) und einen axial hinteren Öffnungsrandabschnitt (20b) des Öffnungsrandes (20) entlang der Mantelfläche geneigt zur Axialrichtung (AR) verbindet.

5
10
15
9. Gasturbine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (28) in einer zur gedachten Linie (VL) orthogonal gemessene Distanz (AB) in den Ringkanal (10) vorsteht, wobei die Distanz (AB) etwa 2% bis 30%, vorzugsweise 10% bis 24%, insbesondere 14% bis 18% des in axialer Richtung (AR) gemessenen Innendurchmessers (DM) der Boroskopöffnung (18) beträgt.

20
10. Gasturbine nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschlussabschnitt (28) kugelförmig ausgebildet ist, wobei ein Kugelsegment des Verschlussabschnitts (28) in den Ringkanalkanal vorsteht.

25
30
11. Gasturbine nach Anspruch 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des Kugelsegments der orthogonal gemessenen Distanz (AB) entspricht.

35
40
45
50
55

Fig. 1

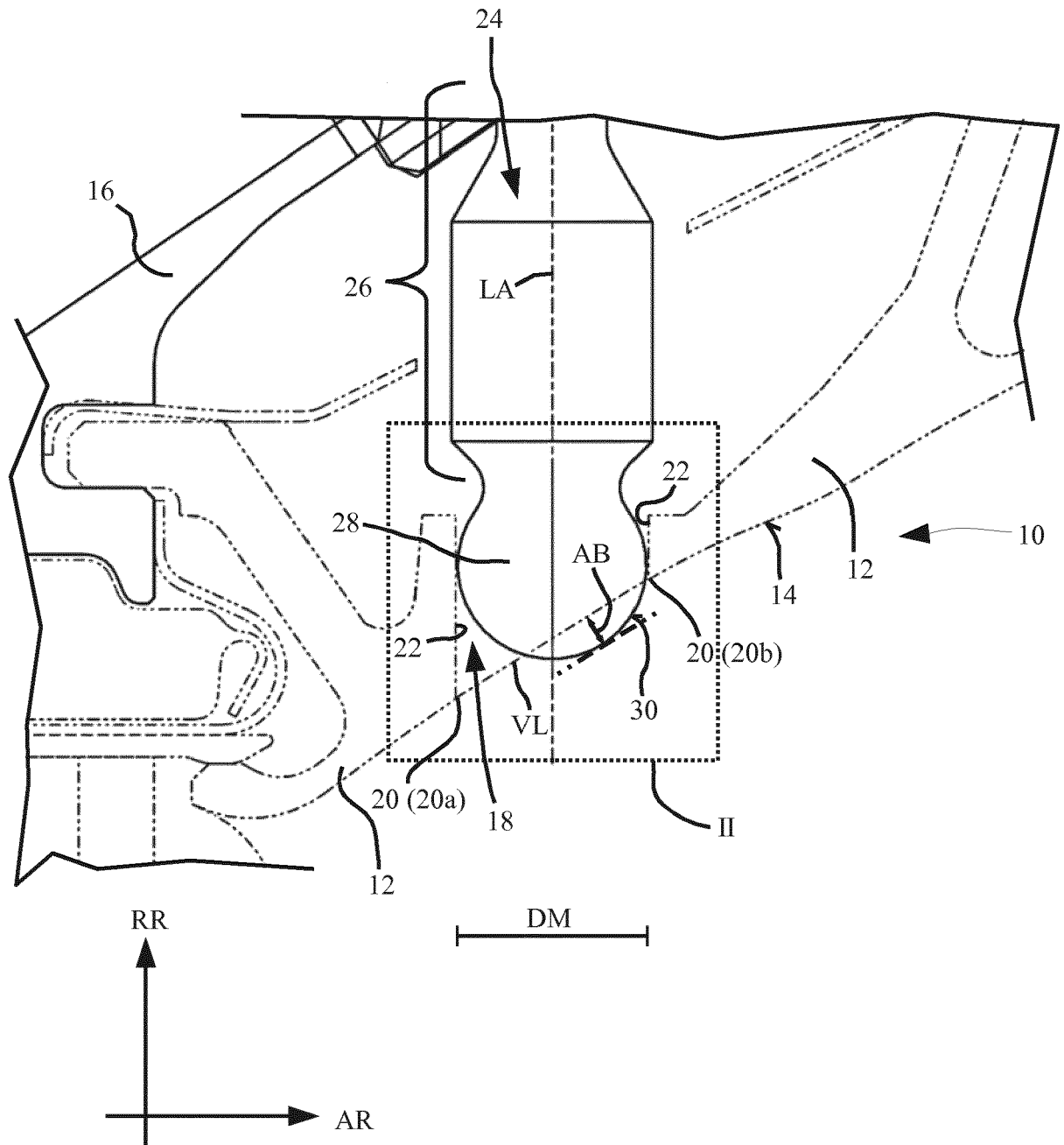
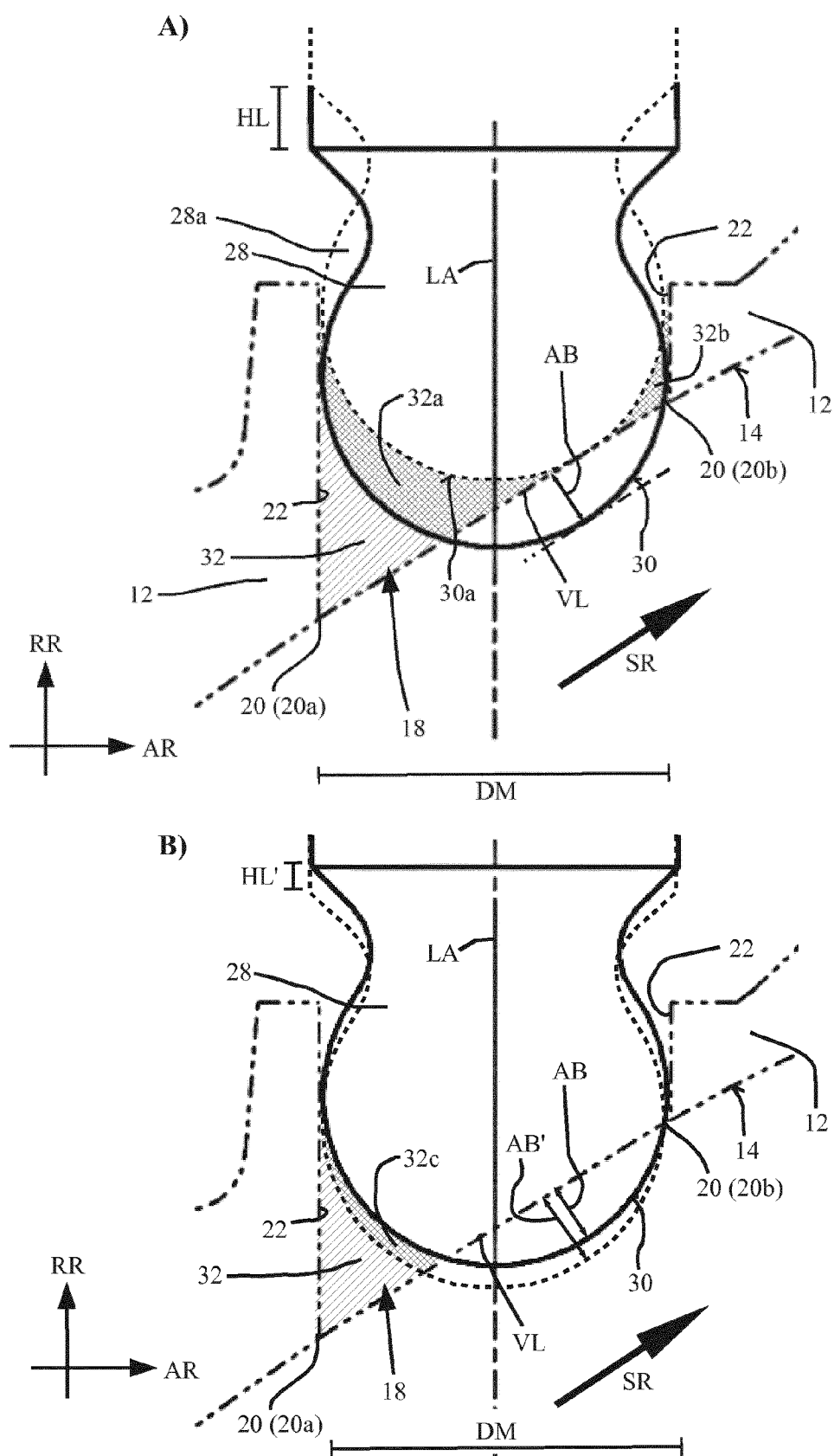


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 19 5558

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	GB 2 280 230 A (SNECMA [FR]) 25. Januar 1995 (1995-01-25)	1-3,6-11	INV. F01D21/00 F01D25/24	
Y	* Abbildungen 1,2 *	4,5		
X	WO 2014/171994 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 23. Oktober 2014 (2014-10-23)	1-3,6-11		
Y	* Absätze [0013], [0039] - [0044]; Abbildungen 5, 8-10 *	4,5		
Y	CN 202 994 190 U (CHINA GAS TURBINE ESTABLISHMENT) 12. Juni 2013 (2013-06-12)	1-4,6,7,10		
Y	WO 2013/191853 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 27. Dezember 2013 (2013-12-27)	1-4,6,7		
Y	DE 10 2012 200768 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 25. Juli 2013 (2013-07-25)	1-4,6,10		
Y	US 6 468 033 B1 (WEIDLICH ROBERT FREDERICK [US]) 22. Oktober 2002 (2002-10-22)	1-4,6,7,10		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D G01D
Y	US 2010/166537 A1 (WALKER DAVID B [US] ET AL) 1. Juli 2010 (2010-07-01)	1-4,6,7		
Y	US 5 115 636 A (ZEISER PHILIP R [US]) 26. Mai 1992 (1992-05-26)	1-4,6,10		
Y	EP 2 826 955 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. Januar 2015 (2015-01-21)	1-7		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2017	Prüfer Koch, Rafael	
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 : mündliche 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 03.92 (P04C03)

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

EP 16 19 5558

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.

21-03-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2280230 A	25-01-1995	FR 2708071 A1	27-01-1995
		GB 2280230 A	25-01-1995
		US 5431534 A	11-07-1995
-----	-----	-----	-----
WO 2014171994 A2	23-10-2014	EP 2951404 A2	09-12-2015
		US 2016169032 A1	16-06-2016
		WO 2014171994 A2	23-10-2014
-----	-----	-----	-----
CN 202994190 U	12-06-2013	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2013191853 A1	27-12-2013	US 2013340443 A1	26-12-2013
		WO 2013191853 A1	27-12-2013
-----	-----	-----	-----
DE 102012200768 A1	25-07-2013	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US 6468033 B1	22-10-2002	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US 2010166537 A1	01-07-2010	US 2010166537 A1	01-07-2010
		US 2012282081 A1	08-11-2012
-----	-----	-----	-----
US 5115636 A	26-05-1992	KEINE	
-----	-----	-----	-----
EP 2826955 A1	21-01-2015	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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