



(11)

EP 3 976 934 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.06.2023 Patentblatt 2023/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 9/04 ^(2006.01) **F01D 11/00** ^(2006.01)
F01D 25/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20739891.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 9/041; F01D 9/023; F01D 11/005;
F01D 25/12; F05D 2230/80; F05D 2240/12;
F05D 2240/121; F05D 2240/15; F05D 2240/35;
F05D 2240/81; F05D 2260/201; F05D 2260/202

(22) Anmeldetag: **29.06.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/068226

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/018495 (04.02.2021 Gazette 2021/05)

(54) **VERFAHREN ZUR MODERNISIERUNG EINER GASTURBINENANLAGE SOWIE GASTURBINENANLAGE**

METHOD FOR MODERNISING A GAS TURBINE PLANT AND GAS TURBINE PLANT

PROCÉDÉ DE MODERNISATION D'UNE INSTALLATION DE TURBINE À GAZ ET TURBINE À GAZ

(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

(30) Priorität: **31.07.2019 DE 102019211418**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.2022 Patentblatt 2022/14

(73) Patentinhaber: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **KUNTE, Harald**
40213 Düsseldorf (DE)
• **KUNTE, Robert**
40212 Düsseldorf (DE)
• **LEE, Karen**
Charlotte, NC 28210 (US)
• **WAGNER, Michael**
46539 Dinslaken (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 902 164 EP-A1- 2 754 858
WO-A2-2009/083456 US-A1- 2018 195 400
US-B1- 8 118 554

EP 3 976 934 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 vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Modernisierung einer Gasturbinenanlage. Ferner betrifft die Erfindung eine Gasturbinenanlage.

[0002] Gasturbinenanlagen sind im Stand der Technik in unterschiedlichsten Ausgestaltungen bekannt. Sie umfassen eine mit Hitzeschildelementen ausgekleidete Brennkammer und eine stromabwärts der Brennkammer angeordnete, Leitschaufeln und Laufschaufeln umfassende Gasturbine. Diejenigen Hitzeschildelemente, die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine an der Außenseite einer ortsfesten ringförmigen Tragstruktur gehalten sind, und an einer ortsfesten Tragstruktur gehaltene Schaufelplattformen der Leitschaufeln einer ersten Leitschaufelstufe definieren zwischen sich konstruktionsbedingt einen radial inneren und einen radial äußeren Ringspalt. In diese Ringspalte wird über Kühlluftzuführkanäle, welche die Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe mit Kühlluft versorgen, Kühlluft eingeleitet, um einer Überhitzung insbesondere der Tragstruktur, der Tragstruktur und der dem Ringspalt zugewandten Bereiche besagter Schaufelplattformen vorzubeugen. Die Einleitung der Kühlluft in den Ringspalt erfolgt meist in axialer Richtung über stirnseitig an den Hitzeschildelementen ausgebildete, gleichmäßig über den Umfang des Ringspalts verteilte Kühlluftöffnungen. Mit anderen Worten wird diejenige Kühlluft, die zum Kühlen der Hitzeschildelemente eingesetzt wird, zusätzlich auch zur Kühlung des Ringspalts verwendet.

[0003] Es hat sich herausgestellt, dass sich während des Betriebs einer solchen Gasturbinenanlage inhomogene Druckfelder im Bereich der Ringspalte ausbilden, die in erster Linie dadurch verursacht werden, dass sich das aus der Brennkammer in die Gasturbine einströmende Heißgas im Bereich der Anströmkanten der Schaufelblätter der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe staut. Diese inhomogenen Druckfelder weisen im Bereich der Anströmkanten Druckmaxima auf, die dazu führen, dass das Heißgas im Bereich der Anströmkanten in die Ringspalte eindringt. Vor diesem Hintergrund ist es ferner bekannt, die Tragstruktur mit Kühlluftkanälen zu versehen, die jeweils einen Kühlluftzuführkanal mit einem der Ringspalte fluidtechnisch verbinden und radial einwärts der Anströmkanten der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe in den entsprechenden Ringspalt münden. Die durch diese Kühlluftkanäle geleitete Kühlluft tritt somit jeweils im Bereich der Druckmaxima in den entsprechenden Ringspalt ein und erzeugt Kühlluftströme, die ein Eindringen von Heißluft in den Ringspalt im Bereich der Druckmaxima bzw. im Bereich der Anströmkanten der Leitschaufeln verhindern. EP2754858A1, US2018/195400A1 und US8118554B1 offenbaren jeweils eine Gasturbinenanlage mit einer mit Hitzeschildelementen ausgekleideten Brennkammer, mit stromabwärts angeordneten Leitschaufeln, mit an einer ortsfesten Tragstruktur gehaltenen Schaufelplattformen der Leitschaufeln, wobei die Schaufelplattformen mit Kühl-

luftbohrungen versehen sind zur Kühlung der Leitschaufeln, wobei die Kühlluft fluidtechnisch mit einem Kühlluftzuführkanal und einem Ringspalt verbunden ist. EP0902164 offenbart Leitschaufeln als Turbineneintrittsleitschaufeln.

[0004] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Gasturbinenanlage mit alternativem Aufbau zu schaffen.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Modernisierung einer Gasturbinenanlage, die eine mit Hitzeschildelementen ausgekleidete Brennkammer und eine stromabwärts der Brennkammer angeordnete, Leitschaufeln und Laufschaufeln umfassende Gasturbine aufweist, wobei diejenigen Hitzeschildelemente, die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine an der Außenseite einer ortsfesten Tragstruktur gehalten sind, und an einer und einer weiteren ortsfesten Tragstruktur gehaltene Schaufelplattformen der Leitschaufeln einer ersten Leitschaufelstufe zwischen sich Ringspalte definieren, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: a) Ausbauen sämtlicher Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe; b) Ersetzen der ausgebauten Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe durch neue oder überholte Leitschaufeln, wobei Plattformen der neuen oder überholten Leitschaufel erstmalig mit Kühlluftbohrungen versehen sind, die einen die Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe mit Kühlluft versorgenden Kühlluftzuführkanal mit einem der Ringspalte fluidtechnisch verbinden und in den entsprechenden Ringspalt münden, und wobei die Kühlluftbohrungen derart angeordnet sind, dass in Bereiche des Ringspaltes oder der Ringspalte, die in radialer Richtung im Bereich von Anströmkanten der Leitschaufeln angeordnet sind, mehr Kühlluftbohrungen münden als in andere Bereiche des Ringspaltes oder der Ringspalte.

[0006] Wird das erfindungsgemäße Modernisierungsverfahren bei Gasturbinenanlagen angewendet, die noch über keine zusätzliche Kühlung in Abschnitten der Ringspalte im Bereich der Anströmkanten der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe bzw. der durch diese verursachten Druckmaxima verfügen, so besteht ein besonderer Vorteil dahingehend, dass zur Erzeugung der Kühlluftbohrungen keine spanenden Arbeiten in situ oder an schwer zu demontierenden Komponenten, wie insbesondere an der Tragstruktur durchgeführt werden müssen, wodurch unnötige Verunreinigungen der Gasturbinenanlage während der Durchführung des Modernisierungsverfahrens verhindert werden. Vielmehr können die Kühlluftbohrungen dank der Tatsache, dass diese an einer oder an beiden Schaufelplattformen der betreffenden Leitschaufeln vorgesehen werden, beim Herstellen neuer Leitschaufeln bzw. beim Überholen alter Leitschaufeln abseits der Gasturbinenanlage gefertigt werden.

[0007] Wird das erfindungsgemäße Verfahren an einer zu modernisierende Gasturbinenanlage durchgeführt, die bereits sich durch die Tragstruktur erstreckende, jeweils einen der Kühlluftzuführkanäle mit einem der

Ringspalte fluidtechnisch miteinander verbindende und in den entsprechenden Ringspalt mündende Kühlluftkanäle aufweist, und stimmt die Anzahl der neuen oder überholten Leitschaufeln nicht mit der Anzahl der ausgebauten Leitschaufeln überein, so werden die sich durch die Tragstruktur erstreckenden Kühlluftkanäle nach Durchführung des Schrittes a) und vor Durchführung des Schrittes b) bevorzugt zumindest teilweise verschlossen, wobei insbesondere sämtliche Kühlluftkanäle verschlossen werden. In Fällen, in denen die Anzahl der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe im Rahmen von Modernisierungsarbeiten verändert, insbesondere verringert werden soll, stimmen die Positionen der Kühlluftaustrittsöffnungen der in der Tragstruktur ausgebildeten Kühlkanäle nicht mehr mit den Positionen der Druckmaxima überein, weshalb ein Eindringen von Heißgas in die Ringspalte im Bereich der Anströmkanten der Leitschaufeln nicht mehr sicher verhindert werden kann. Anstatt in der Tragstruktur neue Kühlkanäle an den entsprechenden Positionen zu fertigen, schlägt die vorliegende Erfindung vor, die zuvor durch diese Kühlkanäle bewirkte Kühlung zumindest teilweise, bevorzugt vollständig durch eine Kühlung über die Kühlluftbohrungen der in Schritt b) montierten neuen Leitschaufeln zu ersetzen. Auf diese Weise wird ebenfalls der Vorteil erzielt, dass spanende Bearbeitungen in situ oder an schwer zu demontierenden Komponenten der Gasturbinenanlage vermieden werden.

[0008] Bevorzugt definieren die in Schaufelplattformen der neuen oder überholten Leitschaufeln ausgebildeten Kühlluftbohrungen umfänglich voneinander im Abstand angeordnete Kühlluftbohrungsgruppen, was zu einer Vereinfachung der Fertigung der Leitschaufeln führt.

[0009] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen der in Schritt a) ausgebauten Leitschaufeln mit Filmkühlungslöchern versehen, die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln fluidtechnisch mit einem der Kühlluftzuführkanäle verbunden sind, und in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen der in Schritt b) eingebauten neuen Leitschaufeln sind mit Filmkühlungslöchern versehen, die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln fluidtechnisch mit einem der Kühlluftzuführkanäle verbunden sind, wobei die Anzahl der Filmkühlungslöcher der neuen oder überholten Leitschaufeln geringer ist als die Anzahl der Filmkühlungslöcher der in Schritt a) ausgebauten Leitschaufeln. Der Kühlluftmassenstrom, der durch die Verringerung der Filmkühlungslöcher eingespart wird, kann dann ganz oder teilweise durch die in den Schaufelplattformen der neuen oder überholten Leitschaufeln ausgebildeten Kühlluftbohrungen geleitet werden.

[0010] Bevorzugt sind an Schaufelplattformen der neuen oder überholten Leitschaufeln mit Durchgangslöchern versehene Prallbleche angeordnet, die derart ausgebildet und angeordnet sind, dass diese von der von dem entsprechenden Kühlluftzuführkanal kommenden Kühlluft passiert werden müssen, um zu den Filmküh-

lungslöchern zu gelangen. Mit derartigen Prallblechen wird eine verbesserte Kühlung erzielt.

[0011] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist jedes der Prallbleche derart ausgebildet und angeordnet, dass zwischen diesem und den Filmkühlungslöchern (16) ein Zwischenraum verbleibt.

[0012] Vorteilhaft sind einige der in den Schaufelplattformen der neuen oder überholten Leitschaufeln ausgebildeten Kühlluftbohrungen derart angeordnet, dass sie in den Zwischenraum münden.

[0013] Ferner schafft die vorliegende Erfindung eine Gasturbinenanlage, die eine mit Hitzeschildelementen ausgekleidete Brennkammer und eine stromabwärts der Brennkammer angeordnete, Leitschaufeln und Laufschaufeln umfassende Gasturbine aufweist, wobei diejenigen Hitzeschildelemente, die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine an der Außenseite einer ortsfesten Tragstruktur gehalten sind, und an einer oder einer weiteren ortsfesten Tragstruktur gehaltene Schaufelplattformen der Leitschaufeln einer ersten Leitschaufelstufe zwischen sich Ringspalte definieren, wobei Schaufelplattformen der Leitschaufeln mit Kühlluftbohrungen versehen sind, die jeweils einen die Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe mit Kühlluft versorgenden Kühlluftzuführkanal mit einem der Ringspalte fluidtechnisch verbinden und in den entsprechenden Ringspalt münden, dabei sind in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe mit Filmkühlungslöchern versehen, die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln fluidtechnisch mit einem der Kühlluftzuführkanäle verbunden sind.

[0014] Bevorzugt münden in Bereiche eines Ringspaltes, die radial einwärts der Anströmkanten der Leitschaufeln angeordnet sind, mehr Kühlluftbohrungen als in andere Bereiche des Ringspaltes.

[0015] Vorteilhaft definieren die in den Schaufelplattformen der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe ausgebildeten Kühlluftbohrungen umfänglich voneinander im Abstand angeordnete Kühlluftbohrungsgruppen.

[0016] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die Kühlluftbohrungen jeder Kühlluftbohrungsgruppe identisch positioniert.

[0017] An den Schaufelplattformen der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelstufe sind vorteilhaft mit Durchgangslöchern versehene Prallbleche angeordnet, die derart ausgebildet und angeordnet sind, dass diese von der von einem der Kühlluftzuführkanäle kommenden Kühlluft passiert werden müssen, um zu den Filmkühlungslöchern zu gelangen.

[0018] Jedes der Prallbleche ist bevorzugt derart ausgebildet und angeordnet, dass zwischen diesem und den Filmkühlungslöchern ein Zwischenraum vorhanden ist.

[0019] Vorteilhaft sind einige der Kühlluftbohrungen derart angeordnet, dass einige der Kühlluftbohrungen in den Zwischenraum münden.

[0020] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Be-

schreibung eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist

- Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines Teilbereiches einer Gasturbinenanlage;
- Figur 2 eine Teilansicht in Richtung der Pfeile II in Figur 1;
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer Leitschaufel einer ersten Leitschaufelstufe der in Figur 1 gezeigten Gasturbinenanlage, bei der ein Prallblech nicht dargestellt ist;
- Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer neuen oder überholten Leitschaufel, bei der ein Prallblech nicht dargestellt ist;
- Figur 5 eine Schnittansicht entlang der Schnittebene V in Figur 4; und
- Figur 6 eine Ansicht analog zu Figur 4, die eine neue oder überholte Leitschaufel mit alternativen Mustern von Kühlluftbohrungen zeigt.

[0021] Die in Figur 1 gezeigte Gasturbinenanlage 1 umfasst eine mit Hitzeschildelementen 2 ausgekleidete Brennkammer 3 und eine stromabwärts der Brennkammer 3 angeordnete, Leitschaufeln 4 und Laufschaufeln 5 umfassende Gasturbine 6. Diejenigen Hitzeschildelemente 2, die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine 6 an der Außenseite einer ortsfesten Tragstruktur 7, 8 gehalten sind, und an der ortsfesten Tragstruktur 7 einerseits und an einer weiteren ortsfesten Tragstruktur 10 andererseits gehaltene Schaufelplattformen 11 der Leitschaufeln 4 der ersten Leitschaufelstufe definieren zwischen sich Ringspalte 12. In die Ringspalte 12 münden zum einen stirnseitig an den Hitzeschildelementen 2 ausgebildete, sich im Wesentlichen in axialer Richtung A erstreckende, gleichmäßig über den Umfang der Ringspalte 12 in Umfangsrichtung U verteilte Kühlluftöffnungen 13, die Kühlluft über Kühlluftzuführkanäle 14, 15 beziehen. Über diese Kühlluftöffnungen 13 wird der Ringspalte 12 während des Betriebs der Gasturbinenanlage 1 mit Kühlluft gekühlt, die zuvor zur Kühlung der Hitzeschildelemente 2 verwendet wurde. Zum anderen münden in Bereiche der Ringspalte 12, die bezogen auf Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 radial (Richtung R) angeordnet sind, sich ausgehend von dem entsprechenden Kühlluftzuführkanal 14, 15 durch die Tragstrukturen 7 und 8 erstreckende Kühlluftkanäle 17. Diese Kühlluftkanäle 17 dienen dazu, den Eintritt von Heißgas in die Ringspalte 12 aufgrund einer inhomogenen Druckverteilung im Bereich des Ringspalts 12 zu verhindern. Diese inhomogene Druckverteilung wird dadurch verursacht, dass sich das Heißgas beim Eintritt in die Gasturbine 6 an den Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 der

ersten Leitschaufelstufe staut, wodurch Druckmaxima im Bereich der Anströmkanten 16 erzeugt werden, aufgrund derer das Heißgas in die Ringspalte 12 gedrückt wird. Die Kühlluftströme, die durch die Kühlluftkanäle 17 in die Ringspalte 12 an Positionen eingeleitet werden, die radial zu den jeweiligen Anströmkanten 16 positioniert sind, wirken diesen Druckmaxima effektiv entgegen. Die vorliegend im Querschnitt U-förmig ausgebildeten, das Schaufelblatt 18 zwischen sich aufnehmenden Schaufelplattformen 11 der in Figur 3 dargestellten Leitschaufel 4, bei der es sich um eine von mehreren identisch ausgebildeten Leitschaufeln 4 der ersten Leitschaufelstufe handelt, sind an den in radiale Richtung R weisenden Flächen mit einer Vielzahl von Filmkühlungslöchern 19 versehen. An den radial auswärts weisenden Flächen der Schaufelplattformen 11 sind in Figur 3 nicht dargestellte, mit Durchgangslöchern versehene Prallbleche 20 befestigt, die derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sie von der von den Kühlluftzuführkanälen 14, 15 kommenden Kühlluft passiert werden müssen, um zu den Filmkühlungslöchern 19 zu gelangen, wobei zwischen einem Prallblech 20 und den Filmkühlungslöchern 19 einer Schaufelplattform 11 jeweils ein Zwischenraum 21 vorhanden ist.

[0022] Soll im Rahmen eines erfindungsgemäßen Modernisierungsverfahrens beispielsweise die Anzahl der Leitschaufeln 4 der ersten Leitschaufelstufe reduziert werden, so müssen die Leitschaufeln 4 ausgetauscht werden. Hierzu werden in einem ersten Schritt sämtliche Leitschaufeln 4 der ersten Leitschaufelstufe ausgebaut. In einem weiteren Schritt werden die ausgebauten Leitschaufeln 4 der ersten Leitschaufelstufe durch neue Leitschaufeln 4 ersetzt. Ein Problem, das damit einhergeht, dass weniger neue Leitschaufeln 4 eingebaut werden als zuvor montiert waren, besteht nun darin, dass sich die Positionen der Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 und damit die Positionen der Druckmaxima der inhomogenen Druckverteilung verändern. Somit münden die sich durch die Tragstrukturen 7, 8 erstreckenden Kühlluftkanäle 17 ebenfalls nicht mehr an den richtigen Positionen, um einem Eindringen von Heißgas in die Ringspalte 12 im Bereich der Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 effektiv entgegenwirken zu können. Zur Lösung dieses Problems sind die Schaufelplattformen 11 der neuen Leitschaufeln 4, von denen eine in den Figuren 4 und 5 dargestellt ist, mit Kühlluftbohrungen 22 versehen, welche die Kühlluftzuführkanal 14, 15 mit den Ringspalten 12 fluidtechnisch verbinden und in die Ringspalte 12 münden. Diese Kühlluftbohrungen 22 sind derart angeordnet, dass in Bereiche der Ringspalte 12, die radial in Bezug auf die Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 angeordnet sind, mehr Kühlluftbohrungen 22 münden als in andere Bereiche der Ringspalte 12. Somit übernehmen diese Kühlluftbohrungen 22 die Funktion der Kühlluftkanäle 17. Im vorliegenden Fall sind an jeder Schaufelplattform 11 sechs Kühlluftbohrungen 22 vorgesehen. Drei der Kühlluftbohrungen 22, die mit der axialen Richtung A vorliegend einen Winkel α zwischen 5° - 10° ein-

schließen, mündet in den Zwischenraum 21, der zwischen der Schaufelplattform 11 und dem Prallblech 20 vorhanden ist, also in Strömungsrichtung der Kühlluft hinter dem Prallblech 20. Die anderen drei Kühlluftbohrungen 22 schließen mit der axialen Richtung vorliegend einen Winkel β im Bereich zwischen 15° - 28° ein und münden in Strömungsrichtung der Kühlluft vor dem Prallblech 20. Grundsätzlich können die Winkel α und β abhängig von der Konstruktion der Leitschaufel Werte im Bereich zwischen 0° und 30° aufweisen. Ferner sind die neuen Leitschaufeln 4 mit Filmkühlungslöchern 19 versehen, wobei jedoch deren Anzahl geringer als die Anzahl der Filmkühllöcher 19 der ausgebauten Leitschaufeln 4 ist. Vorliegend weisen die neuen Leitschaufeln 4 weniger Filmkühlungslöcher 19 als die alten Leitschaufeln 4 auf, wie es aus dem Vergleich der Figuren 3 und 4 hervorgeht. Dies hat den Vorteil, dass ein Teil der zuvor für die Filmkühlung verwendeten Kühlluft nunmehr für die Kühlung der Ringspalte 12 zur Verfügung steht, so dass der Gesamtkühlluftstrom aufgrund der zusätzlichen Kühlluftbohrungen 22 nicht beeinträchtigt wird. Die sich durch die Tragstrukturen 7 und 8 erstreckenden Kühlluftkanäle 17 können belassen werden. Alternativ können sie aber vor der Montage der neuen Leitschaufeln 4 auch verschlossen werden.

[0023] Ein wesentlicher Vorteil, der mit dem Design der neuen Leitschaufeln 4 einhergeht, besteht darin, dass keine neuen Kühlluftkanäle 17 in die Tragstrukturen 7, 8 eingebracht werden müssen, um die Kühlluftzufuhr in die Ringspalte 12 an die sich verändernden Positionen der Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 und damit der Druckmaxima anzupassen. Entsprechend müssen keine spanenden Bearbeitungen in situ oder an schwer zu demontierenden Komponenten der Gasturbinenanlage 1 durchgeführt werden. Vielmehr können die Kühlluftbohrungen 22 direkt bei der Herstellung der neuen Leitschaufeln 4 gefertigt werden.

[0024] Es sei darauf hingewiesen, dass sich das zuvor beschriebene Verfahren auch bei solchen Gasturbinenanlagen 1 durchführen lässt, die keine Kühlluftkanäle 17 aufweisen, die einem Eindringen von Heißgas in die Ringspalte 12 im Bereich der Anströmkanten 16 der Leitschaufeln 4 entgegenwirken. Entsprechend wird durch den Einbau der neuen Leitschaufeln 4 erstmalig eine entsprechende Gegenmaßnahme gegen eindringende Heißluft aufgrund inhomogener Druckverteilung bereitgestellt, und zwar unabhängig davon, ob die Anzahl neuer oder überholter Leitschaufeln 4 kleiner als, gleich der oder größer als die Anzahl der vorhandenen Leitschaufeln 4 der zu modernisierenden Gasturbinenanlage 1 ist. Ferner sollte klar sein, dass die Positionen, die Ausrichtungen und die Anzahl der Kühlluftbohrungen 22 der neuen Leitschaufeln 4 variieren kann. So zeigt Figur 6 beispielhaft ein alternatives Muster von in einen Ringspalt 12 radial einer Anströmkante 13 mündenden Kühlluftbohrungen 22. Zudem sei darauf hingewiesen, dass die neuen oder überholten Leitschaufeln 4 auch nur an einer ihrer Schaufelplattformen 11 mit Kühlluftbohrungen 21

versehen sein können, so dass durch die Leitschaufeln 4 nur Kühlluft in einen der beiden Ringspalte 12 geleitet wird.

[0025] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt sondern allein durch die Ansprüche, und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Modernisierung einer Gasturbinenanlage (1),

die eine mit Hitzeschildelementen (2) ausgekleidete Brennkammer (3) und eine stromabwärts der Brennkammer angeordnete, Leitschaufeln (4) und Laufschaufeln (5) umfassende Gasturbine (6) aufweist, wobei diejenigen Hitzeschildelemente (2), die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine (6) an der Außenseite einer ortsfesten Tragstruktur (7,8) gehalten sind, und an einer und einer weiteren ortsfesten Tragstruktur (7,10) gehaltene Schaufelplattformen (11) der Leitschaufeln (4) einer ersten Leitschaufelstufe zwischen sich Ringspalte (12) definieren, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- a) Ausbauen sämtlicher Leitschaufeln (4) der ersten Leitschaufelstufe;
- b) Ersetzen der ausgebauten Leitschaufeln (4) der ersten Leitschaufelstufe durch neue oder überholte Leitschaufeln (4),

wobei Schaufelplattformen (11) der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) erstmalig mit Kühlluftbohrungen (22) versehen sind, die einen die Leitschaufeln (4) der ersten Leitschaufelstufe mit Kühlluft versorgenden Kühlluftzuführkanal (14,15) mit einem der Ringspalte (12) fluidtechnisch verbinden und in den entsprechenden Ringspalt (12) münden, und wobei die Kühlluftbohrungen (22) derart angeordnet sind, dass in Bereiche des Ringspaltes (12) oder der Ringspalte (12), die in radialer Richtung im Bereich von Anströmkanten (16) der Leitschaufeln (4) angeordnet sind, mehr Kühlluftbohrungen (22) münden als in andere Bereiche des Ringspaltes (12) oder der Ringspalte (12).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
 die zu modernisierende Gasturbinenanlage (1) sich durch die Tragstruktur (7,8) erstreckende, jeweils einen der Kühlluftzuführkanäle (14,15) mit einem der Ringspalte (12) fluidtechnisch miteinander verbindende und in den entsprechenden Ringspalt (12) mündende Kühlluftkanäle (17) aufweist, dass die Anzahl der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) nicht mit der Anzahl der ausgebauten Leitschaufeln (4) übereinstimmt, und
 dass die sich durch die Tragstruktur (7,8) erstreckenden Kühlluftkanäle (17) nach Durchführung des Schrittes a) und vor Durchführung des Schrittes b) zumindest teilweise verschlossen werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die in Schaufelplattformen (11) der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) ausgebildeten Kühlluftbohrungen (22) umfänglich voneinander im Abstand angeordnete Kühlluftbohrungsgruppen definieren.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Kühlluftbohrungen (22) jeder Kühlluftbohrungsgruppe identisch positioniert sind.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen (11) der in Schritt a) ausgebauten Leitschaufeln (4) mit Filmkühlungslöchern (19) versehen sind,
 die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln (4) fluidtechnisch mit einem der Kühlluftzuführkanäle (14,15) verbunden sind, und
 dass in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen (11) der in Schritt b) eingebauten neuen Leitschaufeln (4) mit Filmkühlungslöchern (19) versehen sind, die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln (4) fluidtechnisch mit einer der Kühlluftzuführkanäle (14,15) verbunden sind,
 wobei die Anzahl der Filmkühlungslöcher (19) der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) geringer ist als die Anzahl der Filmkühlungslöcher (19) der in Schritt a) ausgebauten Leitschaufeln (4).
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 Schaufelplattformen (11) der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) mit Durchgangslöchern versehene
- Prallbleche (20) angeordnet sind, die derart ausgebildet und angeordnet sind, dass diese von der von dem entsprechenden Kühlluftzuführkanal (14,15) kommenden Kühlluft passiert werden müssen, um zu den Filmkühlungslöchern (19) zu gelangen.
7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 jedes der Prallbleche (20) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass zwischen diesem und den Filmkühlungslöchern (19) ein Zwischenraum (21) verbleibt.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 einige der in den Schaufelplattformen (11) der neuen oder überholten Leitschaufeln (4) ausgebildeten Kühlluftbohrungen (22) derart angeordnet sind, dass sie in den Zwischenraum (21) münden.
9. Gasturbinenanlage (1),
 die eine mit Hitzeschildelementen (2) ausgekleidete Brennkammer (3) und eine stromabwärts der Brennkammer (3) angeordnete Leitschaufeln (4) und Laufschaufeln (5) umfassende Gasturbine (6) aufweist,
 wobei diejenigen Hitzeschildelemente (2), die in Stromabwärtsrichtung unmittelbar vor der Gasturbine (6) an der Außenseite einer ortsfesten Tragstruktur (7,8) gehalten sind, und an einer und einer weiteren ortsfesten Tragstruktur (7,10) gehaltene Schaufelplattformen (11) der Leitschaufeln (4) einer ersten Leitschaufelstufe zwischen sich Ringspalte (12) definieren,
 wobei Schaufelplattformen (11) der Leitschaufeln (4) mit Kühlluftbohrungen (22) versehen sind,
 die jeweils einen der Leitschaufeln (4) der ersten Leitschaufelstufe mit Kühlluft versorgenden Kühlluftzuführkanal (14,15) mit einem der Ringspalte (12) fluidtechnisch verbinden und in den entsprechenden Ringspalt (12) münden, wobei in radiale Richtung weisende Oberflächen der Schaufelplattformen (11) der Leitschaufeln (4) der ersten Leitschaufelstufe mit Filmkühlungslöchern (19) versehen sind, die im eingebauten Zustand der Leitschaufeln (4) fluidtechnisch mit einem der Kühlluftzuführkanäle (14,15) verbunden sind.
10. Gasturbinenanlage (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 in Bereiche eines Ringspaltes (12), die radial einwärts der Anströmkanten (16) der Leitschaufeln (4) angeordnet sind, mehr Kühlluftbohrungen (22) münden als in andere Bereiche des Ringspaltes (12).

11. Gasturbinenanlage (1) nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die in den Schaufelplattformen (11) der Leitschau-
feln (4) der ersten Leitschaufelstufe ausgebildete
Kühlluftbohrungen (22) umfänglich voneinander im
Abstand angeordnete Kühlluftbohrungsgruppen de-
finieren. 5
12. Gasturbinenanlage (1) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kühlluftbohrungen (22) jeder Kühlluftbohrungs-
gruppe identisch positioniert sind. 10
13. Gasturbinenanlage (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
an den Schaufelplattformen (11) der Leitschau-
feln (4) der ersten Leitschaufelstufe mit Durchgangslö-
chern versehene Prallbleche (20) angeordnet sind,
die derart ausgebildet und angeordnet sind, dass
diese von der von einem der Kühlluftzuführkanäle
(14,15) kommenden Kühlluft passiert werden müs-
sen, um zu den Filmkühlungslöchern (19) zu gelan-
gen. 15 20
14. Gasturbinenanlage (1) nach den Ansprüchen 12 und
13,
dadurch gekennzeichnet, dass
jedes der Prallbleche (20) derart ausgebildet und an-
geordnet ist, dass zwischen diesem und den Film-
kühlungslöchern (19) ein Zwischenraum (21) vor-
handen ist. 25 30
15. Gasturbinenanlage (1) nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
einige der Kühlluftbohrungen (22) derart angeordnet
sind, dass diese in den Zwischenraum (21) münden. 35

Claims

1. Method for modernizing a gas-turbine installation (1)
which has a combustion chamber (3) lined with heat-
shield elements (2) and has a gas turbine (6) ar-
ranged downstream of the combustion chamber and
comprising guide vanes (4) and rotor blades (5),
wherein those heat-shield elements (2) which
are held immediately in front of the gas turbine
(6) in the downstream direction on the outer side
of a positionally fixed support structure (7, 8) and
vane platforms (11), held on a positionally fixed
and a further positionally fixed support structure
(7, 10), of the guide vanes (4) of a first guide-
vane stage define annular gaps (12) between
them,
wherein the method comprises the steps of:
a) removing all the guide vanes (4) of the 40 45 50 55

first guide-vane stage;
b) replacing the removed guide vanes (4)
of the first guide-vane stage with new or re-
conditioned guide vanes (4),

wherein vane platforms (11) of the new or re-
conditioned guide vanes (4) are provided for the
first time with cooling-air bores (22) which fluid-
ically connect a cooling-air-feed channel (14,
15), which supplies cooling air to the guide
vanes (4) of the first guide-vane stage, to one
of the annular gaps (12) and which open out into
the corresponding annular gap (12), and
wherein the cooling-air bores (22) are arranged
in such a way that more cooling-air bores (22)
open out into regions of the annular gap (12) or
of the annular gaps (12) that are arranged, in a
radial direction, in the region of leading edges
(16) of the guide vanes (4) than into other re-
gions of the annular gap (12) or of the annular
gaps (12).

2. Method according to Claim 1,

characterized in that

the gas-turbine installation (1) to be modernized
has cooling-air channels (17) which extend
through the support structure (7, 8) and each
fluidically connect one of the cooling-air-feed
channels (14, 15) to one of the annular gaps (12)
and open out into the corresponding annular gap
(12),

in that the number of new or reconditioned guide
vanes (4) does not match the number of re-
moved guide vanes (4), and

in that, after step a) has been carried out and
before step b) is carried out, the cooling-air
channels (17) extending through the support
structure (7, 8) are at least partially closed off.

3. Method according to either of the preceding claims,
characterized in that
the cooling-air bores (22) formed in vane platforms
(11) of the new or reconditioned guide vanes (4) de-
fine cooling-air-bore groups which are arranged cir-
cumferentially at a distance from one another.

4. Method according to Claim 3,

characterized in that

the cooling-air bores (22) of each cooling-air-bore
group are positioned in an identical manner.

5. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that

radially facing surfaces of the vane platforms
(11) of the guide vanes (4) removed in step a)
are provided with film-cooling holes (19) which,

in the installed state of the guide vanes (4), are fluidically connected to one of the cooling-air-feed channels (14, 15), and

in that radially facing surfaces of the vane platforms (11) of the new guide vanes (4) installed in step b) are provided with film-cooling holes (19) which, in the installed state of the guide vanes (4), are fluidically connected to one of the cooling-air-feed channels (14, 15), wherein the number of film-cooling holes (19) of the new or reconditioned guide vanes (4) is less than the number the number of film-cooling holes (19) of the guide vanes (4) removed in step a).

6. Method according to Claim 5, characterized in that

impact plates (20) provided with passage holes are arranged on vane platforms (11) of the new or reconditioned guide vanes (4) and are designed and arranged in such a way that the cooling air coming from the corresponding cooling-air-feed channel (14, 15) has to pass through them in order to reach the film-cooling holes (19).

7. Method according to Claim 5 and 6, characterized in that

each of the impact plates (20) is designed and arranged in such a way that an intermediate space (21) remains between it and the film-cooling holes (19).

8. Method according to Claim 7, characterized in that

some of the cooling-air bores (22) formed in the vane platforms (11) of the new or reconditioned guide vanes (4) are arranged in such a way that they open out into the intermediate space (21).

9. Gas-turbine installation (1)

having a combustion chamber (3) which is lined with heat-shield elements (2) and having a gas turbine (6) which is arranged downstream of the combustion chamber (3) and which comprises guide vanes (4) and rotor blades (5),

wherein those heat-shield elements (2) which are held immediately in front of the gas turbine (6) in the downstream direction on the outer side of a positionally fixed support structure (7, 8) and vane platforms (11), held on a positionally fixed and a further positionally fixed support structure (7, 10), of the guide vanes (4) of a first guide-vane stage define annular gaps (12) between them,

wherein vane platforms (11) of the guide vanes (4) are provided with cooling-air bores (22) which in each case fluidically connect a cooling-air-feed channel (14, 15), which supplies cooling

air to the guide vanes (4) of the first guide-vane stage, to one of the annular gaps (12) and open out into the corresponding annular gap (12), wherein radially facing surfaces of the vane platforms (11) of the guide vanes (4) of the first guide-vane stage are provided with film-cooling holes (19) which, in the installed state of the guide vanes (4), are fluidically connected to one of the cooling-air-feed channels (14, 15).

10. Gas-turbine installation (1) according to Claim 9, characterized in that

more cooling-air bores (22) open out into regions of an annular gap (12) that are arranged radially inwards from the leading edges (16) of the guide vanes (4) than into other regions of the annular gap (12).

11. Gas-turbine installation (1) according to Claim 9 or 10, characterized in that

the cooling-air bores (22) formed in the vane platforms (11) of the guide vanes (4) of the first guide-vane stage define cooling-air-bore groups which are arranged circumferentially at a distance from one another.

12. Gas-turbine installation (1) according to Claim 11, characterized in that

the cooling-air bores (22) of each cooling-air-bore group are positioned in an identical manner.

13. Gas-turbine installation (1) according to Claim 12, characterized in that

impact plates (20) provided with passage holes are arranged on the vane platforms (11) of the guide vanes (4) of the first guide-vane stage and are designed and arranged in such a way that the cooling air coming from one of the cooling-air-feed channel (14, 15) has to pass through them in order to reach the film-cooling holes (19).

14. Gas-turbine installation (1) according to Claims 12 and 13, characterized in that

each of the impact plates (20) is designed and arranged in such a way that there is an intermediate space (21) between it and the film-cooling holes (19).

15. Gas-turbine installation (1) according to Claim 14, characterized in that

some of the cooling-air bores (22) are arranged in such a way that they open out into the intermediate space (21).

Revendications

1. Procédé de modernisation d'une installation (1) de

turbine à gaz,

qui a une chambre (3) de combustion revêtue d'éléments (2) de bouclier thermique, et une turbine (6) à gaz disposée en aval de la chambre de combustion et comprenant des aubes (4) directrices et des aubes (5) mobiles, dans lequel les éléments (2) de bouclier thermique, qui sont maintenus sur la face extérieure d'une structure (7, 8) porteuse, fixe en emplacement, dans le sens en aval de l'écoulement directement avant la turbine (6) à gaz, et des plateformes (11), maintenues sur une autre structure (7, 10) porteuse fixe en position, des aubes (4) directrices, définissent un premier étage d'aubes directrices entre des intervalles (12) annulaires, dans lequel le procédé comporte les stades :

- a) démontage de l'ensemble des aubes (4) directrices du premier étage d'aubes directrices ;
- b) remplacement des aubes (4) directrices démontées du premier étage d'aubes directrices par des aubes (4) directrices neuves ou remises en état,

dans lequel des plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves ou remises en état sont pourvues, pour la première fois, de trous (22) d'air de refroidissement, qui mettent un conduit (14, 15) d'apport d'air de refroidissement, alimentant en air de refroidissement les aubes (4) directrices du premier étage d'aubes directrices, en communication en technique des fluides avec l'un des intervalles (12) annulaires et débouchent dans l'intervalle (12) annulaire correspondant, et dans lequel les trous (22) d'air de refroidissement sont disposés de manière à ce que, dans des parties de l'intervalle (12) annulaire ou des intervalles (12) annulaires, qui sont disposées dans la direction radiale dans la partie des bords (16) d'attaque des aubes (4) directrices, débouchent plus de trous (22) d'air de refroidissement que dans d'autres parties de l'intervalle (12) annulaire ou des intervalles (12) annulaires.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

l'installation (1) de turbine à gaz à moderniser a des conduits (17) d'air de refroidissement s'étendant dans la structure (7, 8) porteuse, mettant entre eux respectivement l'un des conduits (14, 15) d'apport d'air de refroidissement en

communication en technique des fluides avec l'un des intervalles (12) annulaire et débouchant dans l'intervalle (12) annulaire correspondant, **en ce que** le nombre des aubes (4) directrices neuves ou remises en état ne coïncide pas avec le nombre des aubes (4) directrices démontées, et

en ce que on ferme au moins en partie les conduits (17) d'air de refroidissement s'étendant dans la structure (7, 8) porteuse, après avoir effectué le stade a) et avant d'effectuer le stade b).

3. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

les trous (22) d'air de refroidissement, formés dans les plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves ou remises en état, définissent des groupes de trous d'air de refroidissement disposés à distance les uns des autres sur le pourtour.

4. Procédé suivant la revendication 3,

caractérisé en ce que

les trous (22) d'air de refroidissement de chaque groupe de trous d'air de refroidissement sont mis en de mêmes positions.

5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

des surfaces, tournées dans la direction radiale des plateformes (11) des aubes (4) directrices démontées au stade a), sont pourvues de trous (19) de refroidissement pelliculaire, qui, dans l'état monté des aubes (4) directrices, communiquent en technique des fluides avec l'un des conduits (14, 15) d'apport d'air de refroidissement,

en ce que des surfaces, tournées dans la direction radiale des plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves montées au stade b), sont pourvues de trous (19) de refroidissement pelliculaire,

qui, dans l'état monté des aubes (4) directrices communiquent en technique des fluides avec l'un des conduits (14, 15) d'apport d'air de refroidissement,

dans lequel le nombre des trous (19) de refroidissement pelliculaire des aubes (4) directrices neuves ou remises en état est plus petit que le nombre des trous (19) de refroidissement pelliculaire des aubes (4) directrices démontées au stade a).

6. Procédé suivant la revendication 5,

caractérisé en ce que

dans les plateformes (11) des aubes (4) directrices

neuves ou remises en étant sont disposées des tôles (20) de rebondissement, qui sont pourvues de trous de passage et qui sont constituées et disposées de manière à ce que de l'air de refroidissement arrivant du conduit (14, 15) correspondant d'apport d'air de refroidissement doive y passer pour arriver aux trous (19) de refroidissement pelliculaire.

7. Procédé suivant la revendication 5 et 6,

caractérisé en ce que

chacune des tôles (20) de rebondissement est constituée et disposée, de manière à ce qu'il reste un espace (21) intermédiaire entre celle-ci et les trous (19) de refroidissement pelliculaire.

8. Procédé suivant la revendication 7,

caractérisé en ce que

certaines des trous (22) d'air de refroidissement, formés dans les plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves ou remises en état, sont disposées de manière à déboucher dans l'espace (21) intermédiaire.

9. Installation (1) de turbine à gaz,

qui a une chambre (3) de combustion revêtue d'éléments (2) de bouclier thermique, et une turbine (6) à gaz disposée en aval de la chambre (3) de combustion et comprenant des aubes (4) directrices et des aubes (5) mobiles, dans lequel les éléments (2) de bouclier thermique, qui sont maintenus sur la face extérieure d'une structure (7, 8) porteuse, fixe en emplacement, dans le sens d'écoulement en aval directement avant la turbine (6) à gaz, et des plateformes (11), maintenues sur une autre structure (7, 10) porteuse, fixe en position, des aubes (4) directrices, définissent un premier étage d'aubes directrices entre des intervalles (12) annulaires, dans laquelle des plateformes (11) des aubes (4) directrices sont pourvues de trous (22) d'air de refroidissement, qui mettent respectivement un conduit (14, 15) d'apport d'air de refroidissement, alimentant en air de refroidissement les aubes (4) directrices du premier étage d'aubes directrices, en communication en technique des fluides avec l'un des intervalles (12) annulaire et débouchent dans l'intervalle (12) annulaire correspondant, dans lequel des surfaces, tournées dans la direction radiale des plateformes (11) des aubes (4) directrices du premier groupe d'aubes directrices, sont pourvues de trous (19) de refroidissement pelliculaire, qui, dans l'état monté des aubes (4) directrices, communiquent en technique des fluides avec l'un des conduit (14, 15) d'apport d'air de refroidissement.

10. Installation (1) de turbine à gaz suivant la revendication 9,

caractérisée en ce que

dans des parties d'un intervalle (12) annulaire, qui sont disposées du côté vers l'intérieur radialement des bords (16) d'attaque des aubes (4) directrices, débouchent plus de trous (22) d'air de refroidissement que dans d'autres parties de l'intervalle (12) annulaire.

11. Installation (1) de turbine à gaz suivant la revendication 9 ou 10,

caractérisée en ce que

les trous (22) d'air de refroidissement, formés dans les plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves ou remises en état, définissent des groupes de trous d'air de refroidissement disposés à distance les uns des autres sur le pourtour.

12. Installation (1) de turbine à gaz suivant la revendication 11,

caractérisée en ce que

les trous (22) d'air de refroidissement de chaque groupe de trous d'air de refroidissement sont mis en de mêmes positions.

13. Installation (1) de turbine à gaz suivant la revendication 12,

caractérisée en ce que

dans les plateformes (11) des aubes (4) directrices neuves ou remises en étant sont disposées des tôles (20) de rebondissement, qui sont pourvues de trous de passage, et qui sont constituées et disposées de manière à ce que de l'air de refroidissement arrivant du conduit (14, 15) correspondant d'apport d'air de refroidissement doive y passer pour arriver aux trous (19) de refroidissement pelliculaire.

14. Installation (1) de turbine à gaz suivant les revendications 12 et 13,

caractérisée en ce que

chacune des tôles (20) de rebondissement est constituée et disposée de manière à ce qu'il y ait un espace (21) intermédiaire entre elle et les trous (19) de refroidissement pelliculaire.

15. Installation (1) de turbine à gaz suivant la revendication 14,

caractérisée en ce que

certaines des trous (22) d'air de refroidissement sont disposés de manière à déboucher dans l'espace (21) intermédiaire.

FIG 1

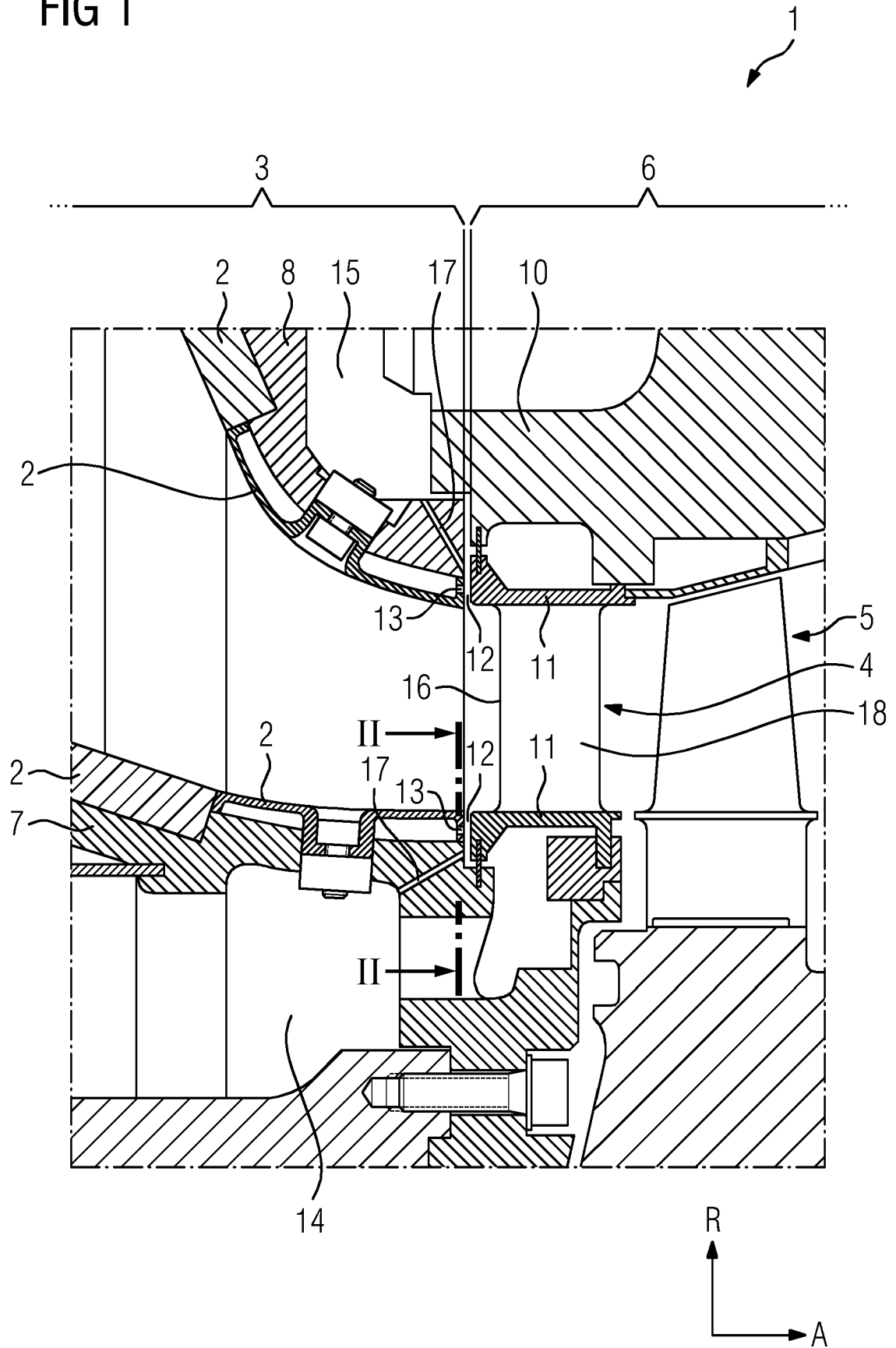


FIG 2

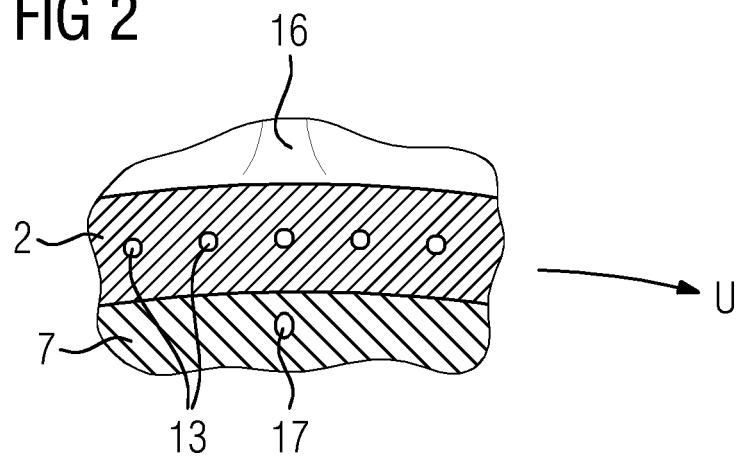


FIG 3

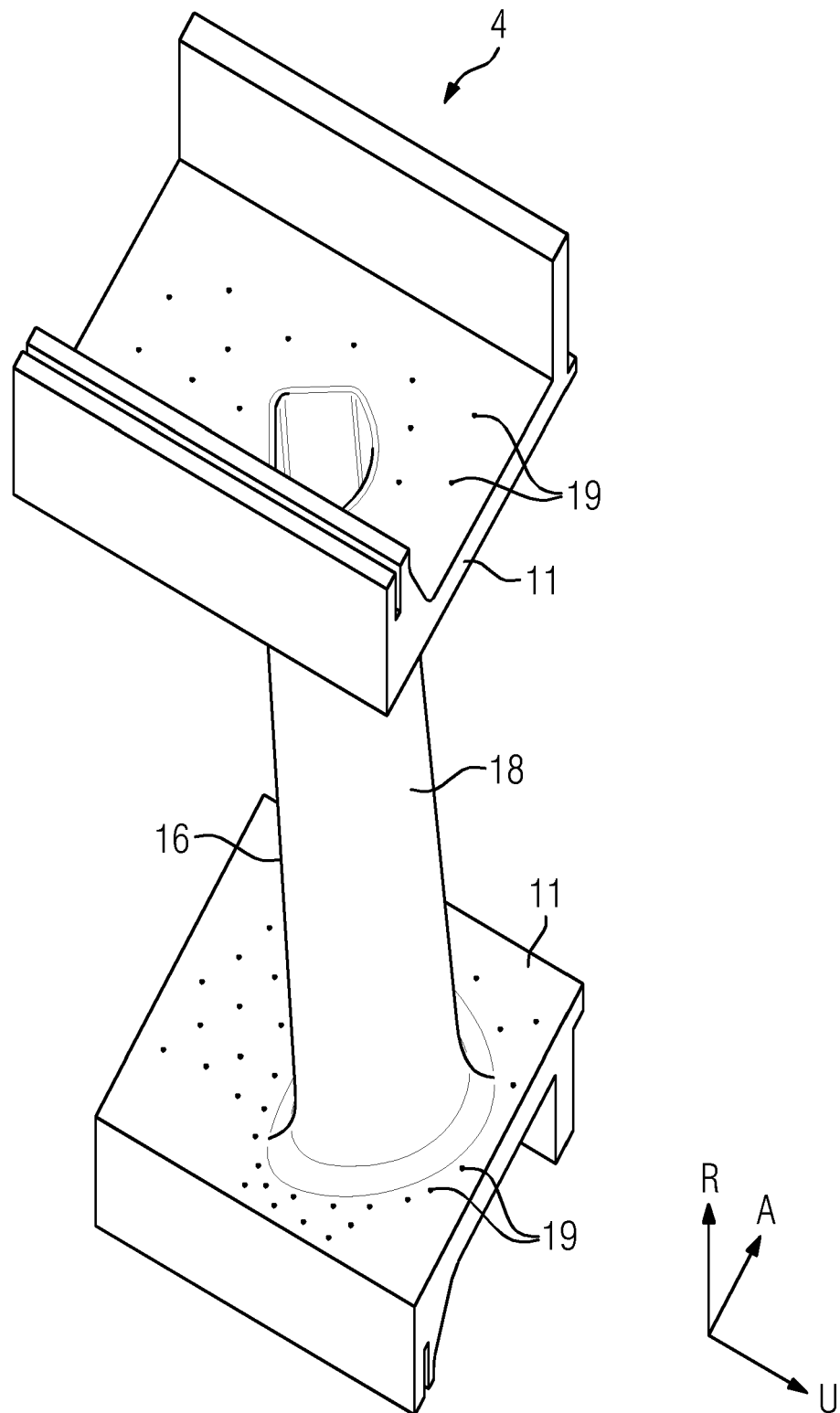


FIG 4

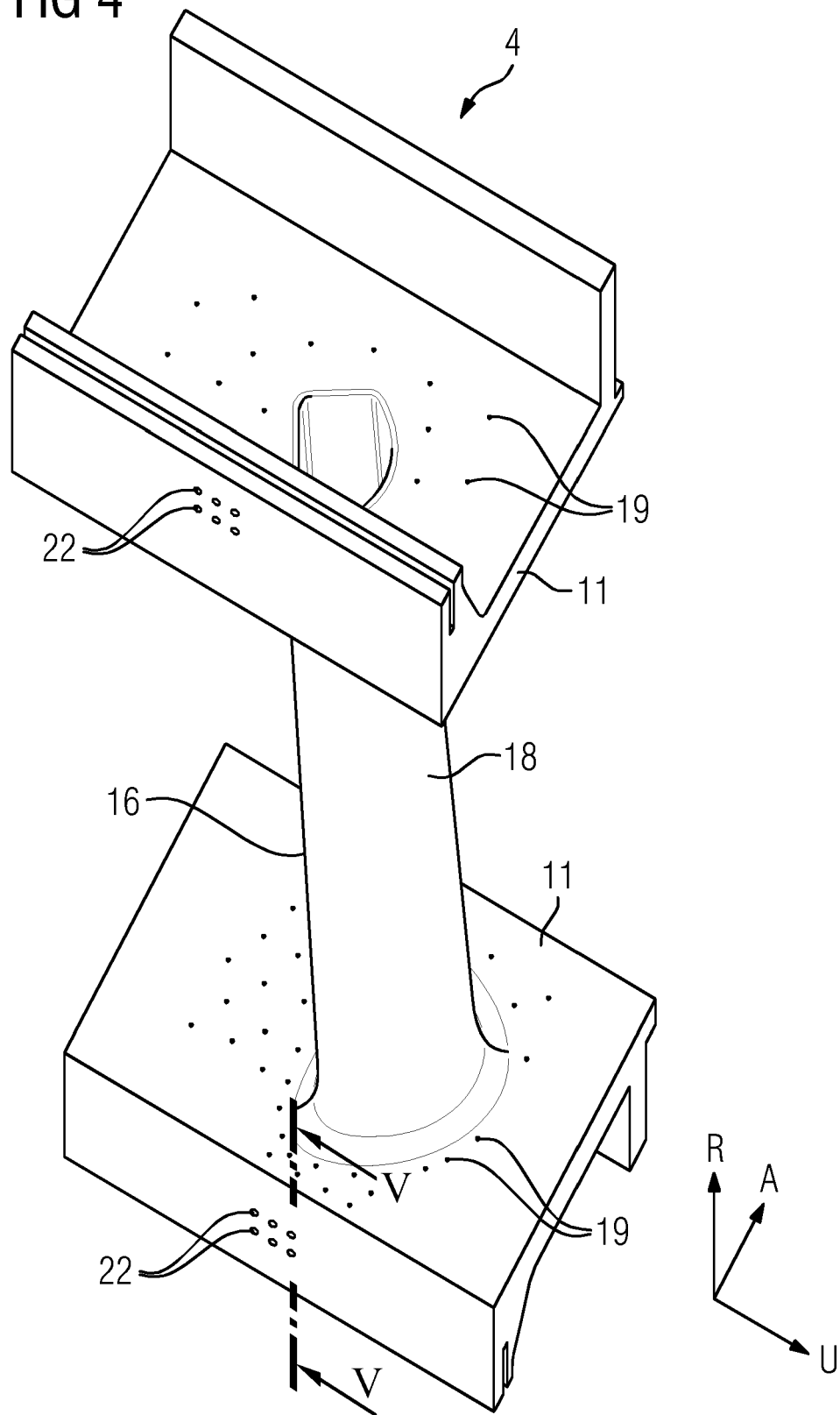


FIG 5

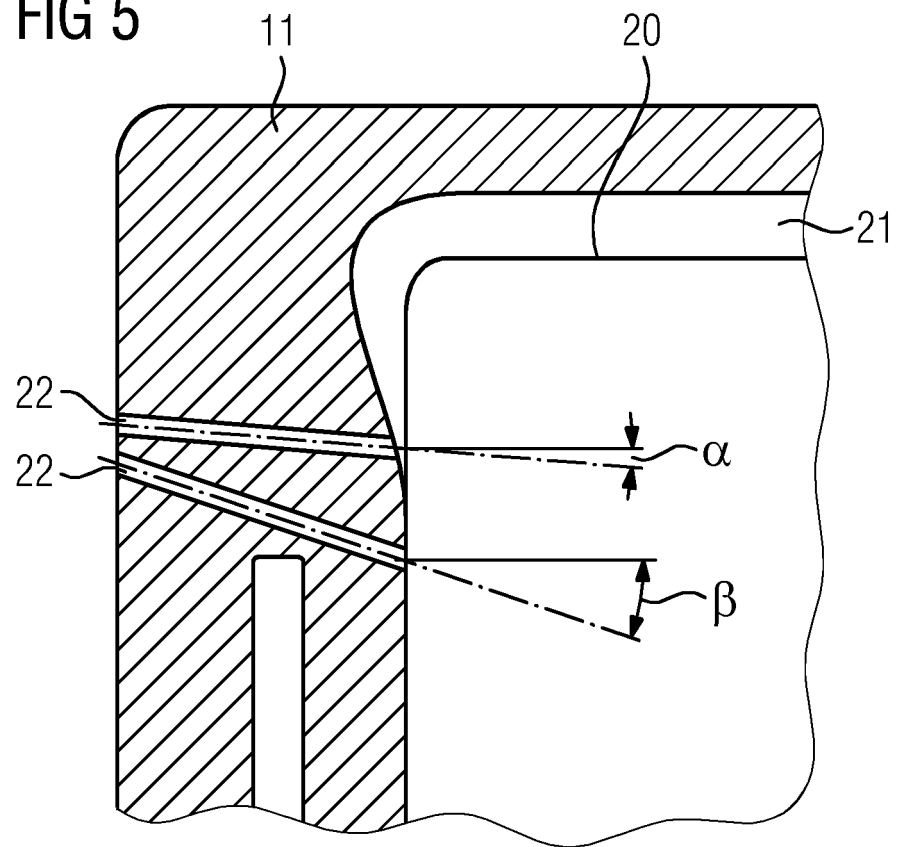
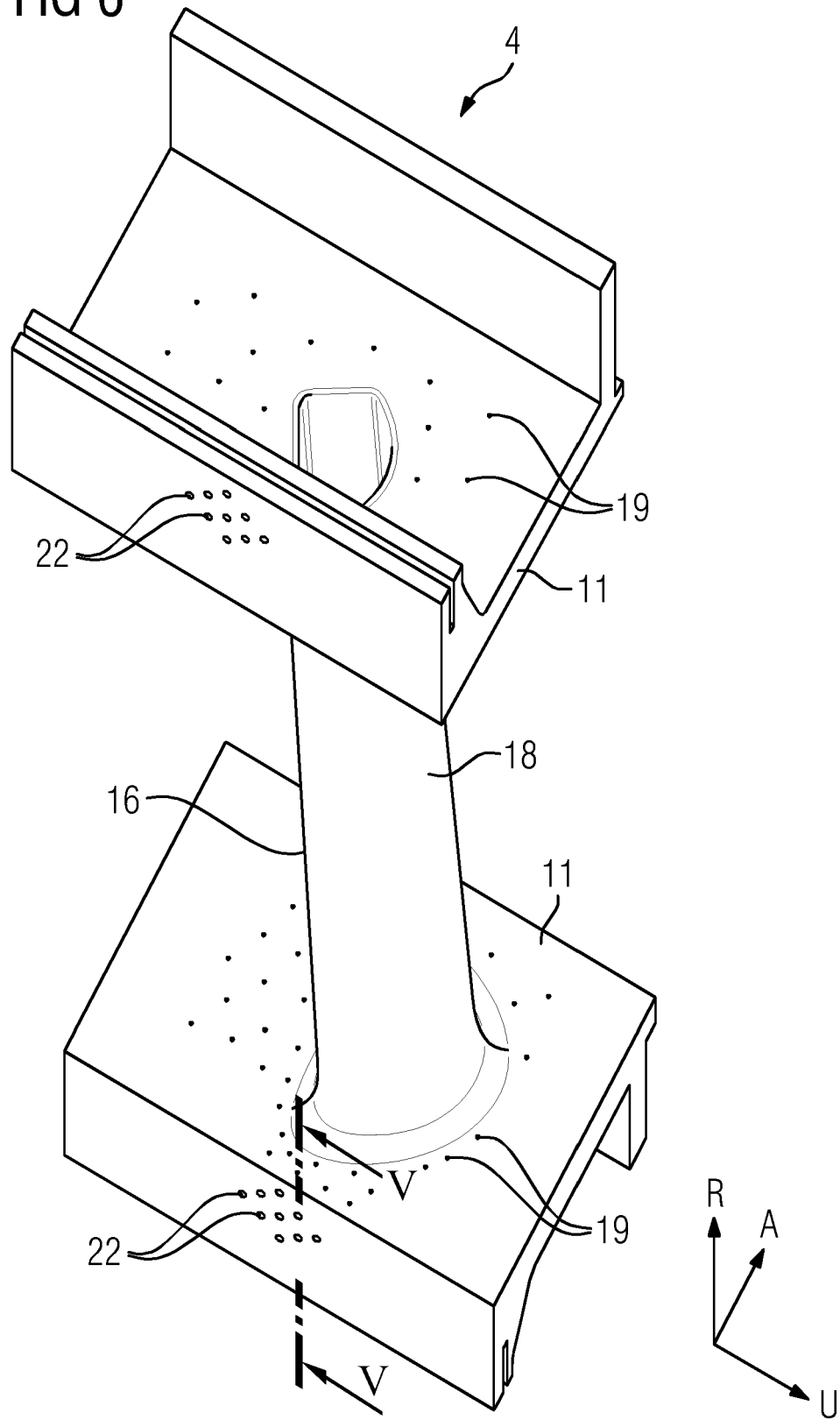


FIG 6



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

- EP 2754858 A1 [0003]
- US 2018195400 A1 [0003]
- US 8118554 B1 [0003]
- EP 0902164 A [0003]