



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.04.2021 Patentblatt 2021/15

(51) Int Cl.:
F23R 3/28 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19202651.6**

(22) Anmeldetag: **11.10.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
 • **Beck, Christian**
45131 Essen (DE)
 • **Meisl, Jürgen**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)
 • **Reich, Stefan**
40210 Düsseldorf (DE)
 • **Siebelist, Sabrina Isolde**
45136 Essen (DE)
 • **Grandt, Christopher**
42579 Heiligenhaus (DE)
 • **Witzel, Benjamin**
47229 Duisburg (DE)

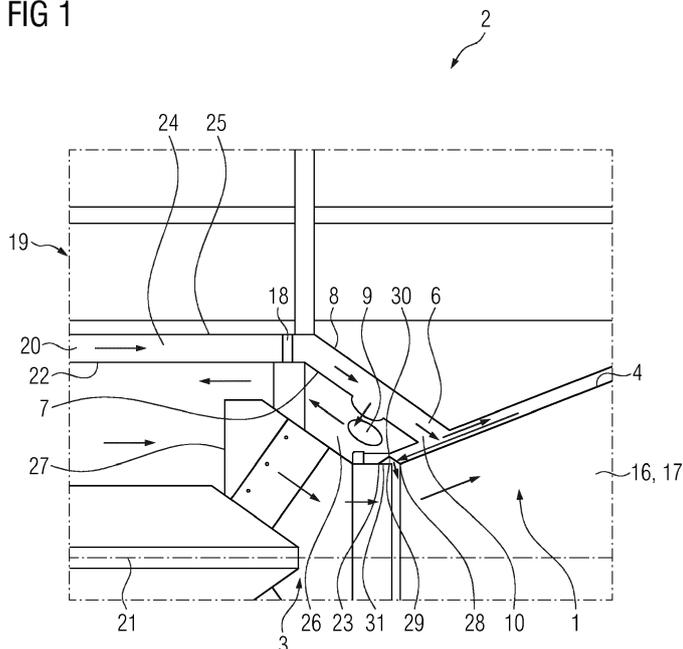
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **PILOTKONUSKÜHLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft einen Pilotkonus (1) für die Verwendung in einer Brenneranordnung (2) mit einem Pilotbrenner (3), wobei der Pilotkonus (1) einen sich in einer Hauptströmungsrichtung von Brennstoff und Luft stromabwärts erweiternden Mantel (4) aufweist, wobei eine Kühlluftführung (5) für den Pilotkonus (1) im Mantel (4) des Pilotkonus (1) verläuft. Die Erfindung betrifft ferner eine Brenneranordnung (2) umfassend einen Haupt-

brenner (19) mit zentraler Öffnung (20) entlang einer Brennerhauptachse (21), einen in der zentralen Öffnung (20) angeordneten Pilotbrenner (3) und einen unmittelbar stromab des Pilotbrenners (3) angeordneten und mit diesem strömungstechnisch verbundenen Pilotkonus (1). Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zum Kühlen eines Pilotkonus (1) einer Brenneranordnung (2).

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pilotkonus für die Verwendung in einer Brenneranordnung, sowie eine Brenneranordnung. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Kühlen eines Pilotkonus einer Brenneranordnung.

[0002] Einen zentralen Pilotbrenner mit einem Konus zur Flammgestaltung zu versehen, ist eine weit verbreitete Maßnahme. Typischer Weise ist ein solcher Pilotkonus offen gekühlt, d.h. die Kühlluft wird nach der Kühlung dem Brennraum zugeführt und dort mit der Flamme vermischt. Dies ist als ungünstig im Hinblick auf Reduzierung von NO_x-Emissionen anzusehen. Für ein Hochtemperatur-Verbrennungssystem, wie es für zukünftige Gasturbinen erforderlich ist, ist eine geschlossene Kühlung mit Wiederverwendung der Kühlluft notwendig.

[0003] Bei einer geschlossenen Kühlung wird der Pilotkonus üblicherweise durch ein integriertes Design mit Luft gekühlt, die nach erfolgter Kühlaufgabe als Verbrennungsluft genutzt wird. Die Kühlluft wird beispielsweise zwischen einer der Brennkammer zugewandten Grundplatte und einer auf der Rückseite der Grundplatte angeordneten Zwischenplatte, bzw. zwischen Pilotkonus und um den Pilotkonus angeordneten Kühlkonus geführt, um Grundplatte bzw. Pilotkonus zu kühlen und anschließend an der Verbrennung teilzunehmen.

[0004] Diese Designs mit internen Kanälen für eine Luftmenge, die deutlich größer ist als für die Kühlaufgabe notwendig, sind allerdings nicht mehr als einfach zu bezeichnen. Die komplexen und recht großen Strukturen sind weder kostengünstig herzustellen noch lassen sich Lebensdauerziele einfach erreichen. Abgesehen von Komplexität und Kosten sind auch die Leistungswerte nicht zufriedenstellend.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Pilotkonus bereitzustellen, bei dem Kühlluft- und Spülluftverbrauch möglichst klein sind und der zugleich möglichst einfach und kostengünstig herzustellen ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Brenneranordnung mit einem Pilotkonus anzugeben. Schließlich ist es eine Aufgabe der Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Betrieb einer solchen Brenneranordnung anzugeben.

[0006] Die Erfindung löst die auf einen Pilotkonus gerichtete Aufgabe, indem sie vorsieht, dass bei einem derartigen Pilotkonus für die Verwendung in einer Brenneranordnung mit einem Pilotbrenner, wobei der Pilotkonus einen sich in einer Hauptströmungsrichtung von Brennstoff und Luft stromabwärts erweiternden Mantel aufweist, eine Kühlluftführung für den Pilotkonus im Mantel des Pilotkonus verläuft.

[0007] Durch Ausnutzung der gestalterischen Möglichkeiten, die die Anwendung der additiven Fertigung erlaubt, ist es möglich, einen Pilotkonus mit integrierter Kühlung zu fertigen. Der Pilotkonus ist daher ein kompaktes Bauteil, das sich leicht in einen bestehenden Brenner integrieren lässt und das hohe Lebensdauern

ermöglicht. Die Komplexität der Kühlluftführung ist vollständig im Innern des Pilotkonus verborgen und lässt sich nur mit additiven Fertigungsverfahren herstellen. Der Kühlluftdurchsatz ist auf den für die Kühlung notwendigen Luftdurchsatz begrenzt, so dass mehr Luft zur Vermischung mit dem Brennstoff zur Verfügung steht.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist am Pilotkonus ein Ringspalt durch zwei auf dem Mantel angeordnete, sich in Umfangsrichtung erstreckende, stromaufwärts geneigte koaxiale radial innere und radial äußere Wände gebildet, über den die dem Pilotkonus zur Kühlung zugeführte Luft entsprechend ihrer Verwendung verteilt wird.

[0009] Dabei ist es vorteilhaft, wenn erste Öffnungen in der radial inneren Wand und zweite Öffnungen zwischen radial innerer und radial äußerer Wand im Mantel des Pilotkonus angeordnet sind, und die Summe der Querschnittsflächen aller ersten Öffnungen größer ist als die Summe der Querschnittsflächen aller zweiten Öffnungen. Die den ersten und zweiten Öffnungen zugeführte Luft wurde bereits zur Kühlung stromaufwärts gelagerter Komponenten verwendet und die Kühlluftmenge wurde daher vorrangig für die Erstverwendung optimiert und übersteigt typischerweise den Mengenbedarf für eine Pilotkonuskühlung. Mit der Wahl der Größe der Querschnittsflächen der ersten und zweiten Öffnungen lässt sich die für die Kühlung des Pilotkonus nicht benötigte Luftmenge abtrennen.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist im Mantel des Pilotkonus ein ringförmiger Verteiler angeordnet, in den die in Umfangsrichtung angeordneten zweiten Öffnungen münden, um die Kühlluft gleichmäßig über den Umfang des Pilotkonus zu verteilen.

[0011] Es ist vorteilhaft, wenn erste Kühlluftpassagen vom Verteiler abzweigen und sich innerhalb des Mantels stromabwärts erstrecken und wobei die ersten Kühlluftpassagen über in Umfangsrichtung orientierte erste Querpässagen mit direkt benachbarten, sich stromaufwärts erstreckenden zweiten Kühlluftpassagen verbunden sind. Dies sorgt für eine effiziente und gleichmäßige Kühlung im Pilotkonus.

[0012] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn mindestens zwei erste Kühlluftpassagen in eine erste Querpässage münden und mindestens zwei zweite Kühlluftpassagen von der ersten Querpässage abzweigen. Daraus ergeben sich zweierlei Vorteile. Zum einen kann eine gleichmäßigere Temperaturverteilung über den Umfang des Pilotkonus erfolgen. Zum anderen fällt bei Verstopfung einer Kühlluftpassage nicht gleich ein ganzer Pfad aus, sondern lediglich die Durchströmung in einer Richtung ist gestört oder unterbrochen.

[0013] Es ist daher auch vorteilhaft, wenn einander benachbarte zweite Kühlluftpassagen über zweite Querpässagen miteinander verbunden sind.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform sind die ersten und zweiten Kühlluftpassagen im Querschnitt rund. Mit rechteckigen Kühlluftpassagen lassen sich

zwar größere Kanalquerschnitte realisieren, runde Kühlluftpassagen sind aber im Hinblick auf Materialspannungen und Lebensdauer günstiger.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind Öffnungsquerschnitte der zweiten Öffnungen kleiner, als Querschnitte der ersten und zweiten Kühlluftpassagen bzw. der ersten und zweiten Querspässen. Die zweiten Öffnungen, die quasi die Eintrittsöffnungen in die Kühlluftführung im Pilotkonus darstellen, sind die kleinsten Passagen im System und können Partikel abfangen, die nachfolgende Kühlkanäle verstopfen könnten. Sie werden als integrierte Filtereinrichtung angesehen. Die Anzahl der zweiten Öffnungen übersteigt daher auch die Anzahl der ersten oder zweiten Kühlluftpassagen.

[0016] Zur generellen Verminderung des Kühlluftbedarfs ist es zweckmäßig, wenn die innere Oberfläche des Mantels des Pilotkonus, d.h. die brennraumseitige Oberfläche, wie generell üblich, mit einer Wärmedämmschicht versehen ist.

[0017] Die additive Fertigungsmethode ermöglicht das einfache Zufügen von zusätzlichen Merkmalen. Daher kann es zweckmäßig sein, wenn mindestens drei überstehende Zinken außen am Pilotkonus als Fangsicherung angeordnet sind. Diese Fangsicherung hält in dem unwahrscheinlichen Fall eines unbeabsichtigten Lösens des Pilotkonus diesen im Hauptbrenner fest.

[0018] Die auf eine Brenneranordnung gerichtete Aufgabe wird gelöst durch eine Brenneranordnung umfassend einen Hauptbrenner mit zentraler Öffnung entlang einer Brennerhauptachse, einen in der zentralen Öffnung angeordneten Pilotbrenner und einen unmittelbar stromab des Pilotbrenners angeordneten und mit diesem strömungstechnisch verbundenen Pilotkonus.

[0019] Dabei ist es zweckmäßig, wenn der Pilotkonus an einer Tragstruktur befestigt ist, die den Pilotbrenner trägt und den Pilotbrenner vom Hauptbrenner strömungstechnisch trennt.

[0020] Vorteilhafter Weise sind Kontaktstellen zwischen Pilotbrenner und Pilotkonus als Schiebesitze mit Leckageflächen ausgeführt. Als Schiebesitz bezeichnet man eine Passung die sich leicht fügen lässt, d.h. von Hand oder mit leichten Hammerschlägen.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine Kühlluftpassage von coaxial angeordneten Tragstrukturen des Pilotbrenners bzw. des Pilotkonus und des Hauptbrenners gebildet, welche in einen Ringspalt des Pilotkonus mündet, wobei die radial innere Wand die Tragstruktur des Pilotbrenners und die radial äußere Wand die Tragstruktur des Hauptbrenners mit dem Mantel des Pilotkonus verbindet.

[0022] Vorteilhafter Weise führen erste Öffnungen in der radial inneren Wand in eine von der radial inneren Wand und dem Pilotbrenner gebildete Kammer, die strömungstechnisch mit einem Eingang des Pilotbrenners verbunden ist. Damit ist die für die Kühlung zwischen Pilot- und Hauptbrenner benötigte Luftmenge aufteilbar, in einen für die Kühlung des Pilotkonus notwendigen Teil

und einen überschüssigen Teil, der dem Pilotbrenner zur Verbrennung zugeführt wird.

[0023] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die zweiten Kühlluftpassagen in eine Schnittstelle des Pilotkonus mit dem Pilotbrenner münden, an der eine Umfangskavität gebildet ist. Die Kühlluft des Pilotkonus wird somit nach erfolgter Kühlung des Pilotkonus zur Spülung der Schnittstelle zwischen Pilotbrenner und Pilotkonus nochmals verwendet. Ansonsten müsste Luft separat diesem Bereich zugeführt werden.

[0024] Zweckmäßigerweise wird die Umfangskavität durch eine Ausnehmung im Pilotkonus und deren teilweise Überdeckung durch den Pilotbrenner gebildet.

[0025] Besonders vorteilhaft ist es, wenn Sperrluftauslässe in der Umfangskavität äquidistant über den Umfang angeordnet sind, so dass sich eine gleichmäßige Versorgung mit Sperrluft im Bereich der Schnittstelle des Pilotkonus mit dem Pilotbrenner ergibt.

[0026] Ferner ist es vorteilhaft, wenn Sperrluftauslässe, d.h. austrittsnahe Abschnitte der zweiten Kühlluftpassagen so geneigt sind, dass sie im Betrieb der Brenneranordnung in Richtung einer drallbehafteten Pilotbrennerströmung geneigt sind. Damit wird ein Anliegen der Strömung stromab der Umfangskavität entlang der Konusoberfläche sichergestellt, bzw. ein Ablösen vermieden. Außerdem sind aufgrund der Überdeckung die Austrittsöffnungen der zweiten Kühlluftpassagen geschützt bspw. gegen Rußpartikel im Ölbetrieb.

[0027] Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zum Kühlen eines Pilotkonus einer Brenneranordnung mit Pilotbrenner, wobei der Pilotkonus einen sich stromabwärts erweiternden Mantel umfasst und unmittelbar stromab des Pilotbrenners angeordnet und mit diesem strömungstechnisch verbundenen ist, bei dem Kühlluft im Inneren des Mantels geführt wird und den Mantel verlassende Kühlluft eine Schnittstelle zwischen Pilotbrenner und Pilotkonus spült.

[0028] Vorteilhafter Weise wird Kühlluft über eine erste Kühlluftpassage zugeführt und über eine der ersten Kühlluftpassage benachbarte zweite Kühlluftpassage rückgeführt. Erste und zweite Kühlluftpassagen sind in der Nähe des stromabwärtigen Endes der Pilotbrenners über vergleichsweise kurze erste Querspässen miteinander verbunden. Insbesondere wird die Kühlluft auf dem kürzesten Weg vom ringförmigen Verteiler am stromaufwärtigen Ende bis in die Nähe des stromabwärtigen Endes des Pilotkonus geführt und von dort wieder auf dem kürzesten Weg zurückgeführt. Dadurch ergibt sich eine effiziente und möglichst gleichmäßige Kühlung bzw. Temperaturverteilung im Pilotkonus.

[0029] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn Kühlluft im Falle einer blockierten zweiten Kühlluftpassage über eine der blockierten zweiten Kühlluftpassage benachbarten zweite Kühlluftpassage rückgeführt wird.

[0030] Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind:

- ein kompakter Pilotkonus ohne Dehnungsbehinde-

- nung mit gleichmäßiger Bauteiltemperatur und daraus resultierender hoher Bauteil-Lebensdauer,
- eine geschlossene Luftkühlung des Pilotkonus, da die Luft zur Spülung der Schnittstelle zwischen Pilotkonus und Pilotbrenner nochmals verwendet wird. Ansonsten müsste diese Luft separat diesem Bereich zugeführt werden und stünde für die Vormischung mit dem Brennstoff im Pilotbrenner nicht zur Verfügung. Somit besteht kein negativer Effekt auf NO_x -Emissionen bei effektiver Kühlung.
 - eine geringe Empfindlichkeit gegen Verblockung der Kühlluftkanäle durch externe Partikel mittels integrierter Filterfunktion,
 - eine integrierte Notkühleigenschaft bei Blockierung von Kühlluftkanälen durch alternierend verlaufende Kühlluftschleifen und Verbindungen zwischen ihnen und
 - eine optimierte Gestaltung der Kühlluftpassagen am Austritt in die Kavität (Anstellung in Strömungsrichtung der Pilotbrennerströmung) zur optimalen Spül-
luftführung in der Schnittstelle zwischen Pilotkonus und Pilotbrenner.

[0031] Die komplexe interne Kanalstruktur wird durch die Anwendung der additiven Fertigung realisiert; mit konventioneller Fertigung wäre sie nur sehr schwer oder gar nicht herstellbar. Die Komplexität, die bei der konventionellen Fertigung als Kostentreiber gesehen wird, verursacht bei den additiven Fertigungsverfahren keinen Aufpreis. Daher kann das Bauteil sehr effizient, im Hinblick auf Kühlleistung und Kühlluftbilanz, aufgebaut werden. Ein weiterer Vorteil der additiven Fertigung besteht in den sehr kurzen Fertigungszeiten.

[0032] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch und nicht maßstäblich:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brenneranordnung mit Hauptbrenner, Pilotbrenner und Brennerkonus im Längsschnitt entlang der Hauptachse,
 Figur 2 einen Pilotkonus,
 Figur 3 einen Ausschnitt der stromaufwärtigen Kühlluftführung,
 Figur 4 einen Ausschnitt des stromabwärtigen Kühlluftführung und
 Figur 5 einen Blick in Richtung der Hauptachse auf einen Ausschnitt der stromaufwärtigen Kühlluftführung.

[0033] Die Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft einen Ausschnitt einer Brenneranordnung 2, umfassend einen Hauptbrenner 19 mit zentraler Öffnung 20 entlang einer Brennerhauptachse 21, einen in der zentralen Öffnung 20 angeordneten Pilotbrenner 3 und einen unmittelbar stromab des Pilotbrenners 3 angeordneten und mit diesem strömungstechnisch verbundenen Pilotkonus 1. Kontaktstellen 23 zwischen Pilotbrenner 3 und

Pilotkonus 1 sind als Schiebepunkte mit Leckageflächen ausgeführt.

[0034] Der Pilotkonus 1 ist ferner an einer Tragstruktur 22 befestigt, die den Pilotbrenner 3 trägt und den Pilotbrenner 3 vom Hauptbrenner 19 strömungstechnisch trennt.

[0035] Der Pilotkonus 1 weist einen sich in einer Hauptströmungsrichtung von Brennstoff und Luft stromabwärts erweiternden Mantel 4 auf. Eine innere Oberfläche 16 des Mantels 4 des Pilotkonus 1 ist mit einer Wärmedämmschicht 17 versehen. Gemäß der Erfindung verläuft eine Kühlluftführung 5 für den Pilotkonus 1 im Mantel 4 des Pilotkonus 1. Für Details der Kühlluftführung 5 wird auf die Figuren 3 bis 5 verwiesen.

[0036] Von koaxial angeordneten Tragstrukturen 22, 25 des Pilotbrenners 3 bzw. des Pilotkonus 1 und des Hauptbrenners 19 wird eine äußere Kühlluftpassage 24 gebildet.

[0037] Im Betrieb der Brenneranordnung 2 wird ein Teil der Verbrennungsluft des Piloten (ca. 30-50%) durch diese äußere Kühlluftpassage 24 zum Pilotkonus 1 geführt, um die Tragstruktur 25 des Hauptbrenners 19 zu kühlen.

[0038] Lediglich ein kleiner Teil dieser Luft wird dem Pilotkonus 1 zur Kühlung zugeführt, während der Hauptteil zum Pilotbrenner 3 geleitet wird.

[0039] Die äußere Passage 24 ist optimiert, um die für den Wärmeübergang nötige Strömungsgeschwindigkeit bei gleichzeitig niedrigem Druckverlust zu generieren. Das hohe Druckgefälle zwischen Kühlluft eintritt und -austritt des Pilotkonus 1 ermöglicht eine effiziente Kühlung bei vergleichsweise niedrigem Luftmassenstrom.

[0040] Die äußere Kühlluftpassage 24 mündet in einen Ringspalt 6 des Pilotkonus 1, der durch zwei auf dem Mantel 4 angeordnete, sich in Umfangsrichtung erstreckende, stromaufwärts geneigte koaxiale radial innere und radial äußere Wände 7, 8 gebildet wird, wobei die radial innere Wand 7 die Tragstruktur 22 des Pilotbrenners 3 und die radial äußere Wand 8 die Tragstruktur 25 des Hauptbrenners 19 mit dem Mantel 4 des Pilotkonus 1 verbindet.

[0041] Erste Öffnungen 9 sind in der radial inneren Wand 7 angeordnet. Zweite Öffnungen 10 sind zwischen radial innerer 7 und radial äußerer Wand 8 im Mantel 4 des Pilotkonus 1 angeordnet. Die Summe der Querschnittsflächen aller ersten Öffnungen 9 ist größer als die Summe der Querschnittsflächen aller zweiten Öffnungen 10, um den Hauptteil der Kühlluft aus der äußeren Kühlluftpassage 24 dem Pilotbrenner 3 zuführen zu können.

[0042] Insbesondere führen die ersten Öffnungen 9 in der radial inneren Wand 7 in eine von der radial inneren Wand 7 und dem Pilotbrenner 3 gebildete Kammer 26. Diese Kammer 26 ist strömungstechnisch mit einem Eingang 27 des Pilotbrenners 3 verbunden.

[0043] Figur 2 zeigt den Pilotkonus 1 in einer Seitenansicht mit innerer 7 und äußerer Wand 8. Ferner sind in Figur 2 die Bereiche des Pilotkonus 1 angedeutet, die in den Figuren 3 und 4 näher beschrieben sind.

[0044] Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der stromaufwärtigen Kühlluftführung 5 im Inneren des Pilotkonus 1 und Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der stromabwärtigen Kühlluftführung 5. Anhand der Ausschnitte lässt sich die Kühlluftführung 5 hinreichend beschreiben, da das Muster der Kühlluftführung 5 sich im Umfangsrichtung mehrmals wiederholt. Die Blickrichtung ist jeweils radial nach Innen.

[0045] Im Mantel 4 des Pilotkonus 1 ist ein ringförmiger Verteiler 11 angeordnet, in den die in Umfangsrichtung angeordneten zweiten Öffnungen 10 münden. Im Betrieb der Brenneranordnung 2 strömt die Luft zum Kühlen des Pilotkonus 1 also zunächst durch eine Vielzahl an zweiten Öffnungen 10, die in Umfangsrichtung angeordnet sind, in den genannten ringförmigen Verteiler 11.

[0046] Erste Kühlluftpassagen 12 zweigen vom Verteiler 11 ab und erstrecken sich innerhalb des Mantels 4 im Wesentlichen stromabwärts, aber mit einer radialen Komponente aufgrund des Konus, wobei sie über in Umfangsrichtung orientierte erste Querpässagen 13 mit direkt benachbarten, sich stromaufwärts erstreckenden zweiten Kühlluftpassagen 14 verbunden sind. Letzteres ist in Figur 4 dargestellt.

[0047] Mindestens zwei erste Kühlluftpassagen 12 münden in eine erste Querpässage 13 und mindestens zwei zweite Kühlluftpassagen 14 zweigen von der ersten Querpässage 13 ab. Einander benachbarte zweite Kühlluftpassagen 14 sind über zweite Querpässagen 15 miteinander verbunden. Die ersten und zweiten Kühlluftpassagen 12, 14 sind im Querschnitt rund.

[0048] Die Luft strömt also durch die ersten Kühlluftpassagen 12 zur Vorderkante des Pilotkonus 1 und strömt dort über erste Querpässagen 13 zu jeweils benachbarten zweiten Kühlluftpassagen 14, die für die Rückführung der Luft zur Schnittstelle mit dem Pilotbrenner 1 vorgesehen sind. Die ersten und zweiten Kühlluftpassagen 12, 14, d.h., die zuführenden und rückführenden Kanäle, sind wechselseitig angeordnet und benachbarte zweite Kühlluftpassagen 14 sind durch zweite Querpässagen 15 verbunden, um im unwahrscheinlichen Fall einer blockierten Kühlpassage einen wenn auch reduzierten Kühlluftstrom durch nicht blockierte Abschnitte zu ermöglichen.

[0049] Diese Notkühleigenschaft soll nach einem Schaden mit blockierten Kühlpassagen 12, 14 der weiteren Schädigung des Pilotkonus 1 entgegenwirken, so dass ein Betrieb bis zum Ende des nächsten Serviceintervalls möglich ist. Ein Schadensszenario wäre bspw. das Anschmelzen der Konusvorderkante nach Abplatzen der Wärmedämmschicht und Versperrung der Kühlluftpassagen 12, 14.

[0050] Querschnitte der zweiten Öffnungen 10 sind kleiner als Querschnitte der ersten und zweiten Kühlluftpassagen 12, 14 bzw. der ersten und zweiten Querpässagen 13, 15 so dass sich eine Filterfunktion am Eingang zur Kühlluftführung 5 ergibt.

[0051] Die zweiten Kühlluftpassagen 14 münden in eine Schnittstelle 28 des Pilotkonus 1 mit dem Pilotbrenner 3, d.h. nach Durchströmen des Pilotkonus 1 tritt die Kühl-

luft in eine Umfangskavität 29 ein, die Schnittstelle zwischen Pilotkonus 1 und Pilotbrenner 3, und mischt stromab in die Pilotbrennerströmung ein.

[0052] Die Umfangskavität 29 wird durch die teilweise Überdeckung 31 einer Ausnehmung 30 im Pilotkonus 1 durch den Pilotbrenner 3 gebildet und ist aerodynamisch so ausgeführt, dass potenzielle Totwassergebiete am Pilotbrenneraustritt von der Kühlluft durchströmt oder gestreift werden, so dass sich keine Reaktionszonen des Brennstoff-Luftgemischs des Pilotbrenners 3 dort festsetzen und die Struktur durch Überhitzung schädigen können.

[0053] Die als Sperrluftauslässe 32 bezeichneten austrittsnahen Passagen der zweiten Kühlluftpassagen 14 sind in der Umfangskavität 29 äquidistant über den Umfang angeordnet und so orientiert, dass sie im Betrieb der Brenneranordnung 2 in Richtung einer drallbehafteten Pilotbrennerströmung geneigt sind, um ein Anliegen der Strömung stromab der Umfangskavität 29 entlang der Konusoberfläche sicherzustellen, bzw. ein Ablösen zu vermeiden. Als Nebeneffekt der Überdeckung 31 sind die Sperrluftauslässe 32 geschützt bspw. gegen Rußpartikel im Ölbetrieb.

[0054] Die aus Sicherheitsaspekten notwendige Spülung der Umfangskavität 29 stellt eine Wiederverwendung der Kühlluft dar. Somit wird die Kühlung als geschlossen oder kühlluftneutral angesehen. Durch das hohe Druckgefälle zwischen Kühlluft Eintritt und -austritt wird eine hohe Kühlwirkung bei geringem Kühlluftmassenstrom erzielt.

[0055] Schließlich sind im Ausführungsbeispiel der Figur 3 drei überstehende Zinken 18 außen am Pilotkonus 1 angeordnet, um im sehr unwahrscheinlichen Fall eines Auseinanderbrechens des Pilotkonus 1 Einzelteile im Hauptbrenner 19 festzuhalten.

Patentansprüche

1. Pilotkonus (1) für die Verwendung in einer Brenneranordnung (2) mit einem Pilotbrenner (3), wobei der Pilotkonus (1) einen sich in einer Hauptströmungsrichtung von Brennstoff und Luft stromabwärts erweiternden Mantel (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kühlluftführung (5) für den Pilotkonus (1) im Mantel (4) des Pilotkonus (1) verläuft.
2. Pilotkonus (1) nach Anspruch 1, wobei ein Ringspalt (6) durch zwei auf dem Mantel (4) angeordnete, sich in Umfangsrichtung erstreckende, stromaufwärts geneigte koaxiale radial innere und radial äußere Wände (7, 8) gebildet wird.
3. Pilotkonus (1) nach Anspruch 2, wobei erste Öffnungen (9) in der radial inneren Wand (7) und zweite Öffnungen (10) zwischen radial innerer (7) und radial äußerer Wand (8) im Mantel (4) des Pilotkonus (1) angeordnet sind, und die Summe der Querschnitts-

- flächen aller ersten Öffnungen (9) größer ist als die Summe der Querschnittsflächen aller zweiten Öffnungen (10).
4. Pilotkonus (1) nach Anspruch 3, wobei im Mantel (4) ein ringförmiger Verteiler (11) angeordnet ist, in den die in Umfangsrichtung angeordneten zweiten Öffnungen (10) münden.
 5. Pilotkonus (1) nach Anspruch 4, wobei erste Kühlluftpassagen (12) vom Verteiler (11) abzweigen und sich innerhalb des Mantels (4) stromabwärts erstrecken und wobei die ersten Kühlluftpassagen (12) über in Umfangsrichtung orientierte erste Querpas-
sagen (13) mit direkt benachbarten, sich stromaufwärts erstreckenden zweiten Kühlluftpassagen (14) verbunden sind.
 6. Pilotkonus (1) nach Anspruch 5, wobei mindestens zwei erste Kühlluftpassagen (12) in eine erste Quer-
passage (13) münden und mindestens zwei zweite Kühlluftpassagen (14) von der ersten Querpassage (13) abzweigen.
 7. Pilotkonus (1) nach Anspruch 6, wobei einander be-
nachbarte zweite Kühlluftpassagen (14) über zweite Querpassagen (15) miteinander verbunden sind.
 8. Pilotkonus (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die ersten und zweiten Kühlluftpassagen (12, 14) im Querschnitt rund sind.
 9. Pilotkonus (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei Öffnungsquerschnitte der zweiten Öffnungen (10) kleiner sind, als Querschnitte der ersten und zweiten Kühlluftpassagen (12, 14) bzw. der ersten und zweiten Querpassagen (13, 15).
 10. Pilotkonus (1) nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, wobei eine innere Oberfläche (16) des Mantels (4) des Pilotkonus (1) mit einer Wärme-
dämmschicht (17) versehen ist.
 11. Pilotkonus (1) nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, wobei mindestens drei überstehende Zin-
ken (18) außen am Pilotkonus (1) angeordnet sind.
 12. Brenneranordnung (2) umfassend einen Hauptbren-
ner (19) mit zentraler Öffnung (20) entlang einer Brennerhauptachse (21), einen in der zentralen Öff-
nung (20) angeordneten Pilotbrenner (3) und einen unmittelbar stromab des Pilotbrenners (3) angeord-
neten und mit diesem strömungstechnisch verbundenen Pilotkonus (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
 13. Brenneranordnung (2) nach Anspruch 12, wobei der Pilotkonus (1) an einer Tragstruktur (22) befestigt
- ist, die den Pilotbrenner (3) trägt und den Pilotbren-
ner (3) vom Hauptbrenner (19) strömungstechnisch trennt.
14. Brenneranordnung (2) nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei Kontaktstellen (23) zwischen Pi-
lotbrenner (3) und Pilotkonus (1) als Schiebesitze mit Leckageflächen ausgeführt sind.
 15. Brenneranordnung (2) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, und nach Anspruch 2, wobei eine Kühlluft-
passage (24) von koaxial angeordneten Tragstrukturen (22, 25) des Pilotbrenners (3) bzw. des Pilotkonus (1) und des Hauptbrenners (19) ge-
bildet wird und in einen Ringspalt (6) des Pilotkonus (1) mündet, wobei die radial innere Wand (7) die
Tragstruktur (22) des Pilotbrenners (3) und die radial äußere Wand (8) die Tragstruktur (25) des Haupt-
brenners (19) mit dem Mantel (4) des Pilotkonus (1) verbindet.
 16. Brenneranordnung (2) nach einem der Ansprüche 12 bis 15 und nach den Ansprüchen 2 und 3, wobei
erste Öffnungen (9) in der radial inneren Wand (7) in eine von der radial inneren Wand (7) und dem
Pilotbrenner (3) gebildete Kammer (26) führen, die strömungstechnisch mit einem Eingang (27) des Pi-
lotbrenners (3) verbunden ist.
 17. Brenneranordnung (2) nach einem der Ansprüche 12 bis 16 und nach Anspruch 5, wobei die zweiten
Kühlluftpassagen (14) in eine Schnittstelle (28) des Pilotkonus (1) mit dem Pilotbrenner (3) münden, an
der eine Umfangskavität (29) gebildet ist.
 18. Brenneranordnung (2) nach Anspruch 17, wobei die
Umfangskavität (29) durch eine Ausnehmung (30) im Pilotkonus (1) und deren teilweise Überdeckung
(31) durch den Pilotbrenner (3) gebildet wird.
 19. Brenneranordnung (2) nach einem der Ansprüche 17 oder 18, wobei Sperrluftauslässe (32) in der Um-
fangskavität (29) äquidistant über den Umfang angeordnet sind.
 20. Brenneranordnung (2) nach Anspruch 19, wobei
Sperrluftauslässe (32) (austrittsnahe Passagen) so geneigt sind, dass sie im Betrieb der Brenneranord-
nung (2) in Richtung einer drallbehafteten Pilotbren-
nerströmung geneigt sind.
 21. Verfahren zum Kühlen eines Pilotkonus (1) einer
Brenneranordnung (2) mit Pilotbrenner (3), wobei der Pilotkonus (1) einen sich stromabwärts erwei-
ternden Mantel (4) umfasst und unmittelbar stromab des Pilotbrenners (3) angeordnet und mit diesem
strömungstechnisch verbundenen ist, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** Kühlluft im Inneren des Man-

tels (4) geführt wird und den Mantel (4) verlassende Kühlluft eine Schnittstelle (28) zwischen Pilotbrenner (3) und Pilotkonus (1) spült.

- 22.** Verfahren nach Anspruch 21, wobei Kühlluft über eine erste Kühlluftpassage 12 zugeführt und über eine benachbarte zweite Kühlluftpassage 14 rückgeführt wird. 5
- 23.** Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, wobei Kühlluft im Falle einer blockierten zweiten Kühlluftpassage 14 über eine der blockierten zweiten Kühlluftpassage 14 benachbarten zweite Kühlluftpassage 14 rückgeführt wird. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

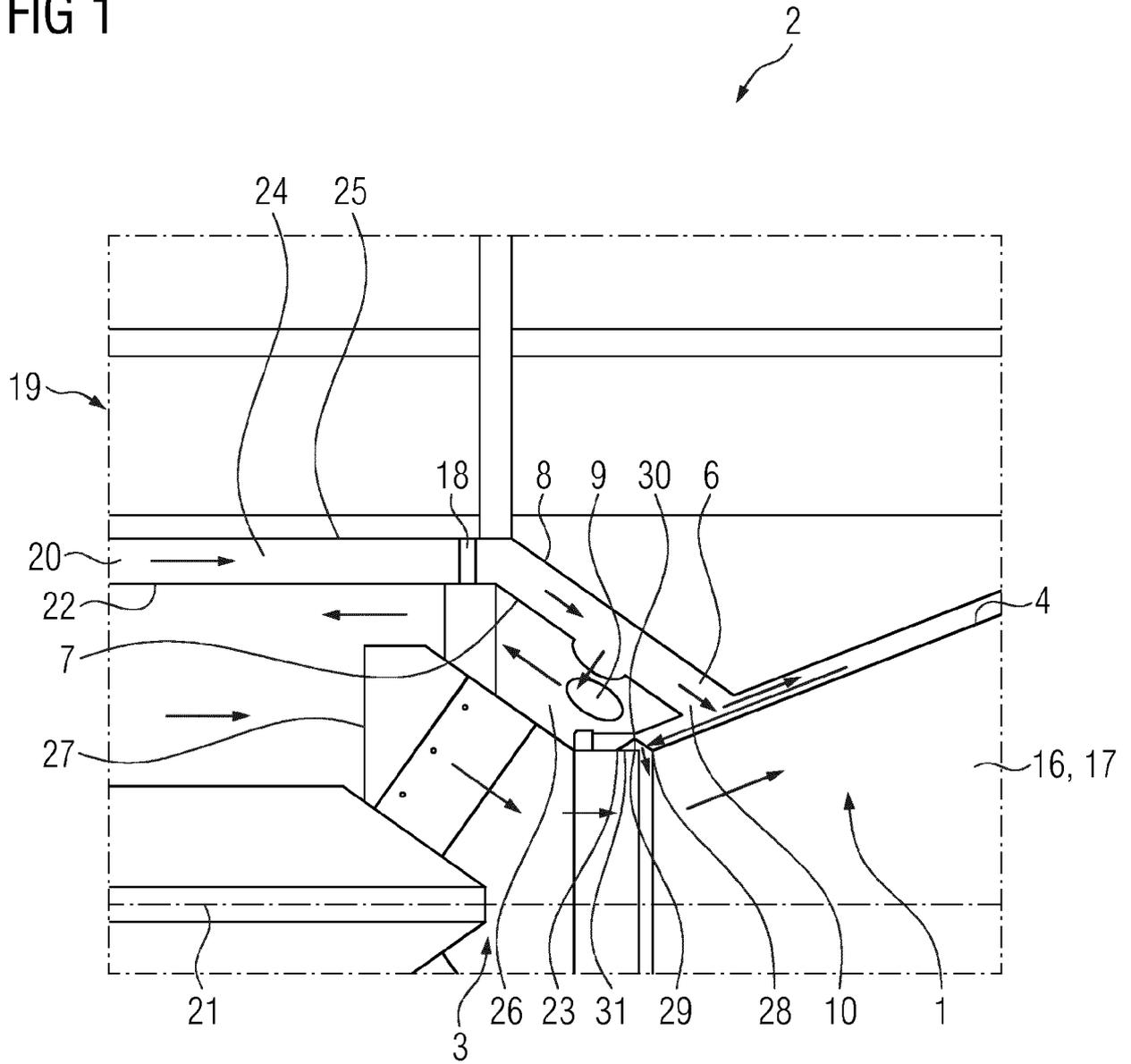


FIG 2

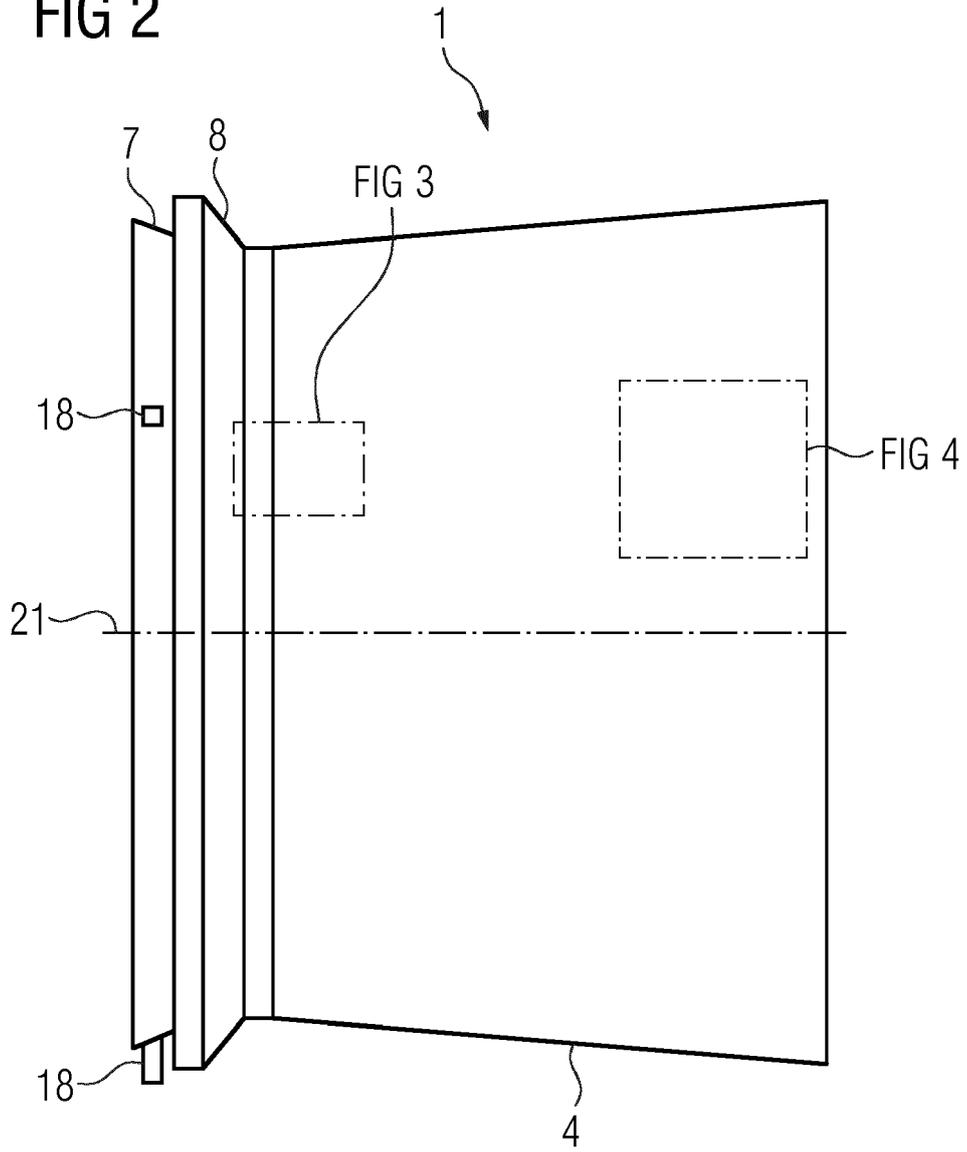


FIG 3

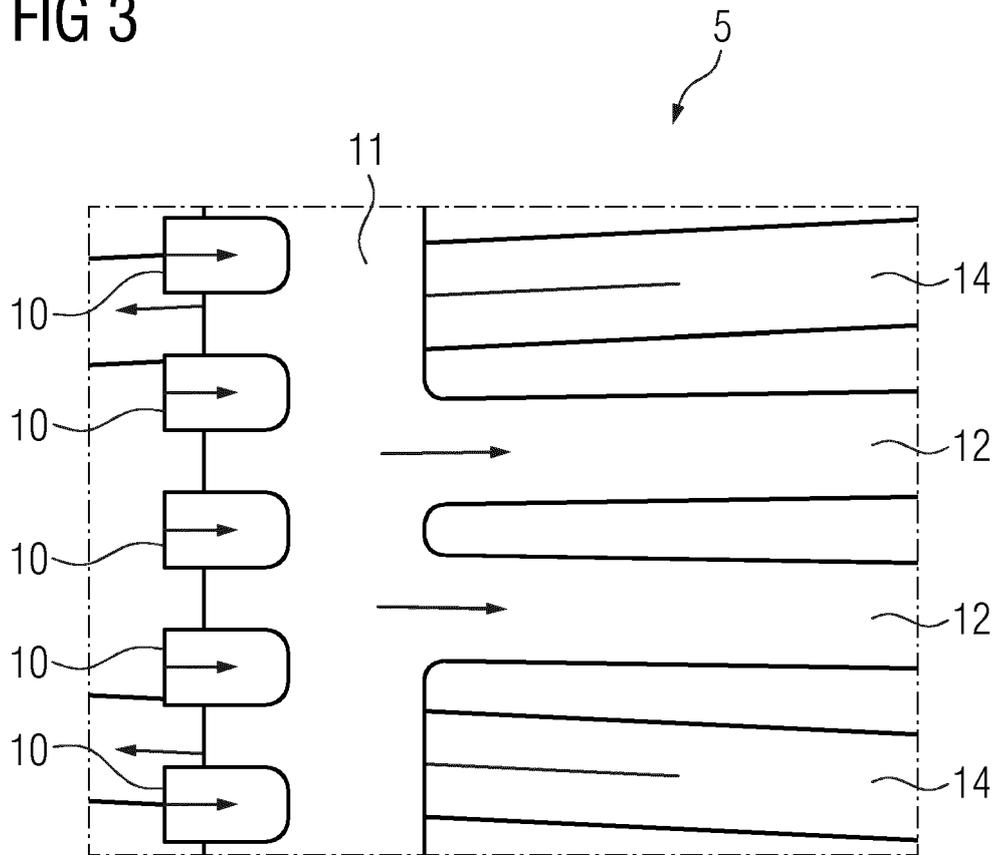


FIG 4

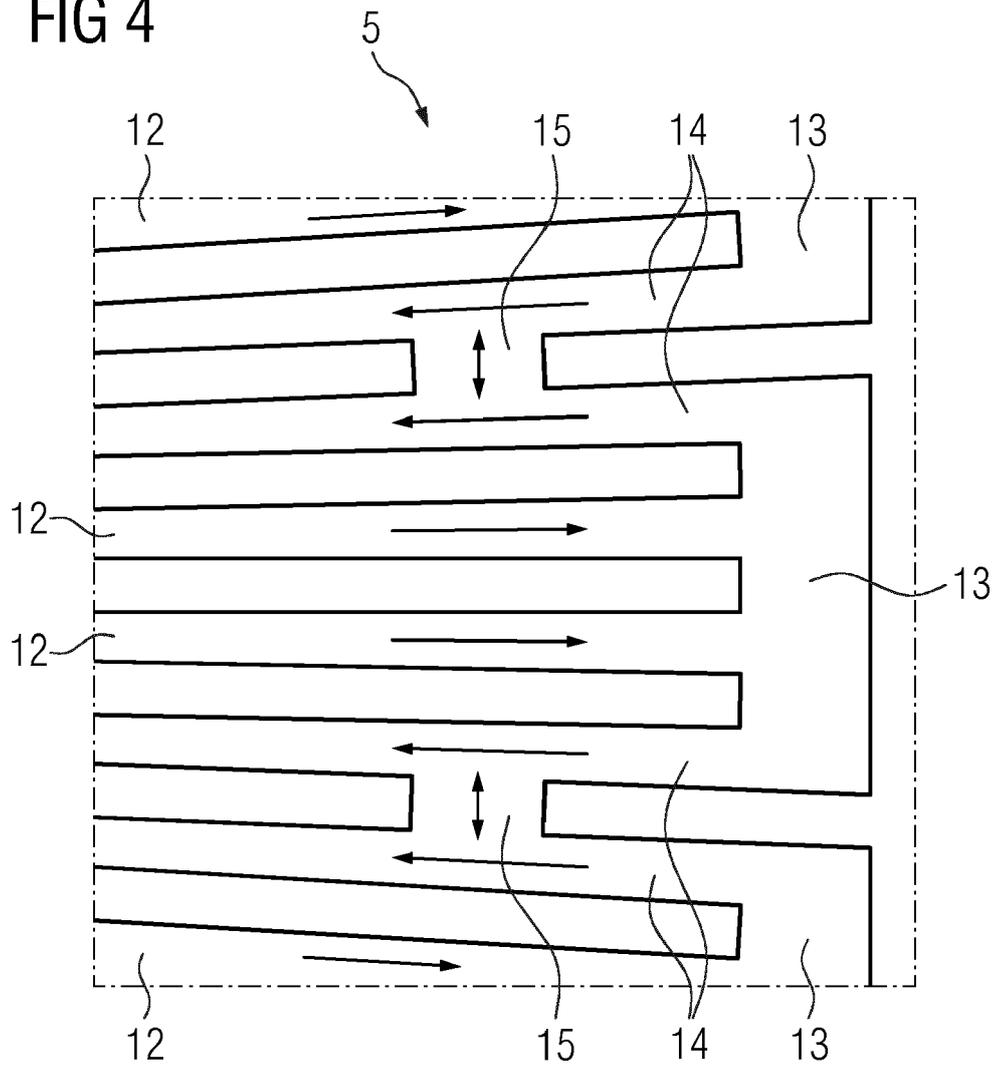
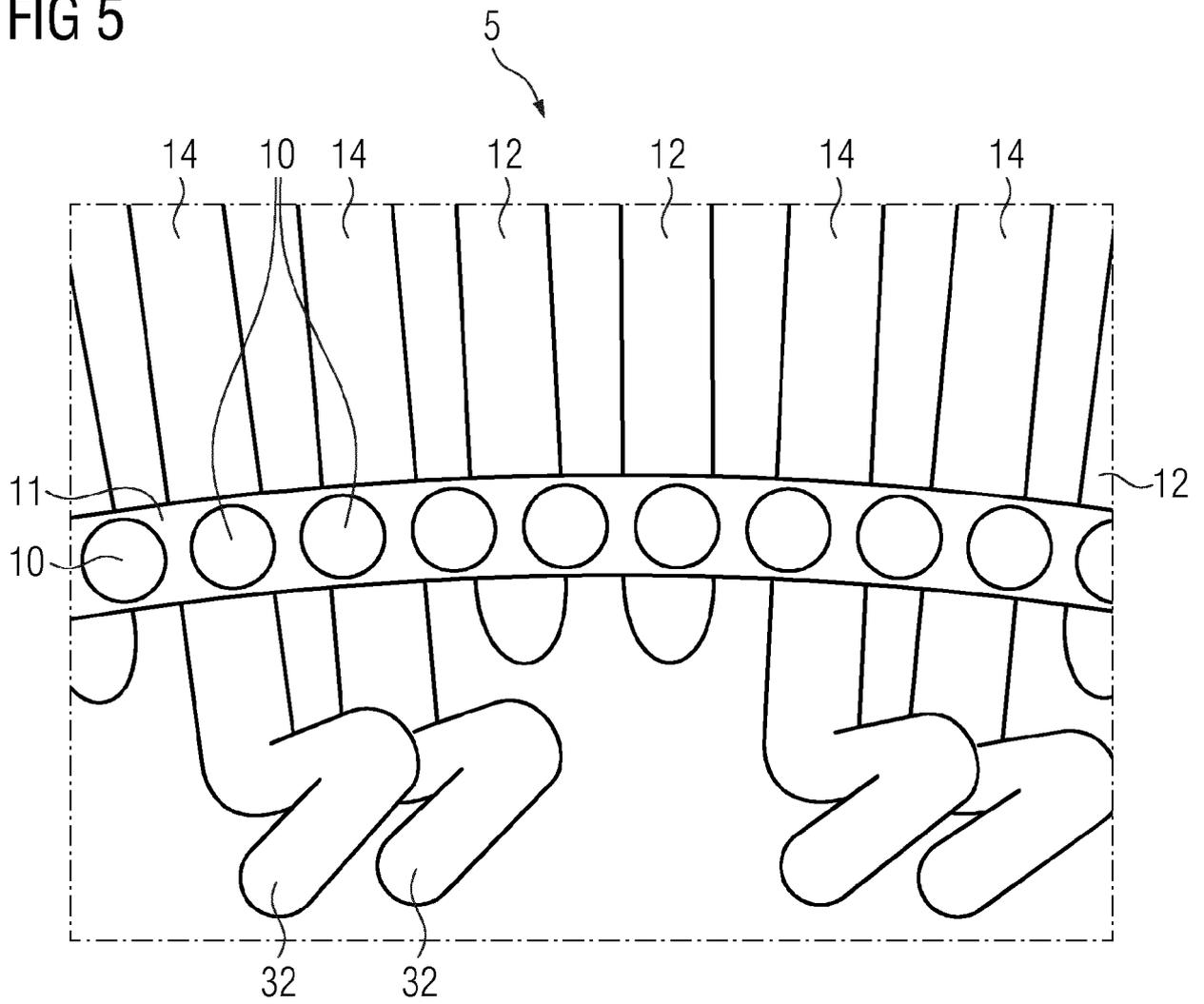


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 20 2651

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	EP 1 001 221 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD) 17. Mai 2000 (2000-05-17)	1,11-13	INV. F23R3/28 F23R3/34
Y	* Absätze [0019], [0049] - [0051], [0063], [0067], [0068]; Abbildungen *	14-16	
Y	EP 2 256 413 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Dezember 2010 (2010-12-01) * Absatz [0023]; Abbildungen 2,3 *	14-16	
X	US 2008/000234 A1 (COMMARET PATRICE ANDRE [FR] ET AL) 3. Januar 2008 (2008-01-03) * Absätze [0043], [0044], [0050], [0051]; Abbildungen 2,3,9 *	1,12,13	
A	US 2017/292389 A1 (LÖRSTAD DANIEL [SE] ET AL) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) * Absätze [0002], [0050]; Abbildung 2 *	1-23	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R F23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 2. März 2020	Prüfer Mootz, Frank
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 03.82 (P04C03)

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

EP 19 20 2651

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.

02-03-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1001221 A2	17-05-2000	CA 2288557 A1	12-05-2000
		DE 69919298 T2	04-08-2005
		EP 1001221 A2	17-05-2000
		US 6282905 B1	04-09-2001

EP 2256413 A1	01-12-2010	KEINE	

US 2008000234 A1	03-01-2008	CA 2593186 A1	29-12-2007
		EP 1873455 A1	02-01-2008
		FR 2903169 A1	04-01-2008
		JP 2008008612 A	17-01-2008
		US 2008000234 A1	03-01-2008

US 2017292389 A1	12-10-2017	CA 2962813 A1	07-04-2016
		CN 106715836 A	24-05-2017
		EP 3002415 A1	06-04-2016
		EP 3167164 A1	17-05-2017
		US 2017292389 A1	12-10-2017
		WO 2016050575 A1	07-04-2016

EPO FORM P0461

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