



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 192 209 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.06.2010 Patentblatt 2010/22

(51) Int Cl.:  
C23G 5/00 (2006.01)  
B23P 6/04 (2006.01)  
F01D 25/00 (2006.01)

B08B 7/00 (2006.01)  
F01D 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09175543.9

(22) Anmeldetag: 10.11.2009

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
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 SE SI SK SM TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL BA RS

(30) Priorität: 17.11.2008 DE 102008043787  
13.01.2009 US 352641

(71) Anmelder: Alstom Technology Ltd  
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- Luttermann, Ansgar  
CH-5400, Baden (CH)
- Stankowski, Alexander  
CH-5301, Siggenthal-Station (CH)
- Bindernagel, Karsten  
DE-79761, Waldshut-Tiengen (DE)

### (54) Vorrichtung zur Reinigung oxidiert oder korrodiert Bauteile in Gegenwart eines halogenhaltigen Gasgemisches

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Reinigung oxidiert oder korrodiert Bauteile (26), insbesondere von Heissgasen ausgesetzten Gasturbinenkomponenten, in Gegenwart eines halogenhaltigen Gases, mit einem kessel- oder zylinderförmig ausgebildeten Reinigungsreaktor, in den mittel- oder unmittelbar eine Speiseleitung mündet, die über eine Durchflussregeleinrichtung mit einem das halogenhaltige Gas bevoorratenden Gasreservoir verbunden ist und in den eine Vorrichtung

zur Gasverteilung integriert ist.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Durchflussregeleinrichtung in Abfolge längs der Durchströmungsrichtung des die Speiseleitung durchströmenden halogenhaltigen Gases ein Gasmengenregelventil (5), eine Wärmetauschereinheit (9) sowie eine Gasmenge messerseinheit (6) besitzt. Ferner wird eine Gasverteilung im Reaktor beschrieben, die das halogenhaltige Gas direkt zu den zu reinigenden Komponenten leitet.

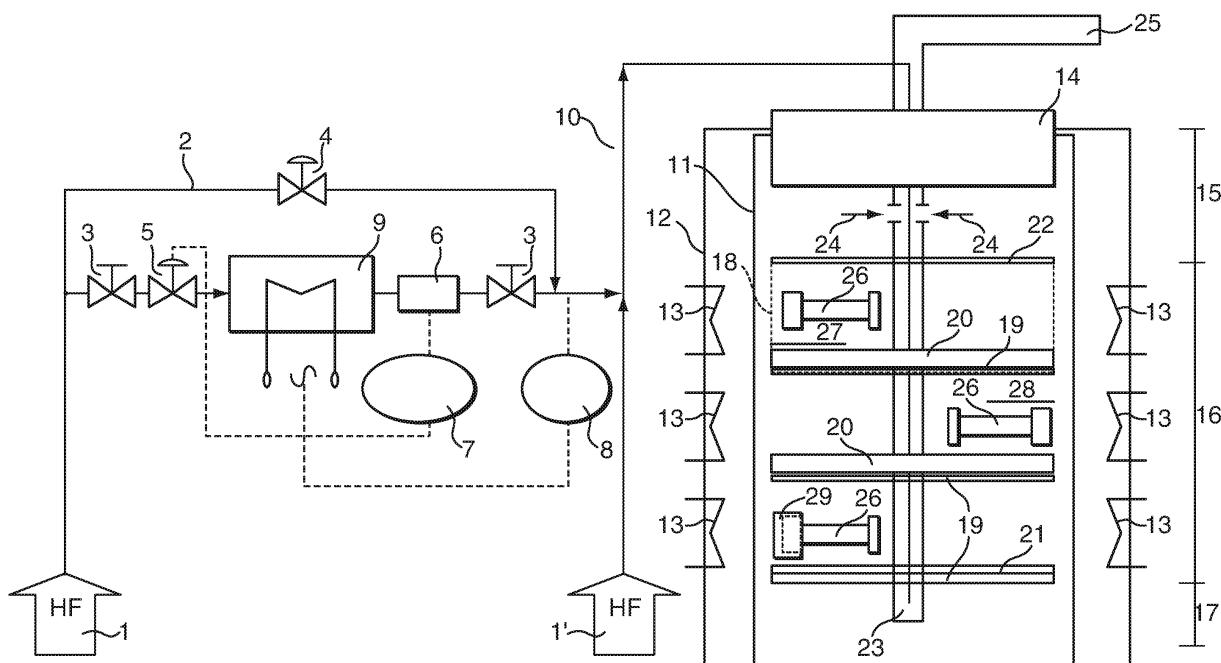


Fig. 1

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Reinigung oxidiert oder korrodiert Bauteile in Gegenwart eines halogenhaltigen Gasgemisches, mit einem Reinigungsreaktor, in den mittel- oder unmittelbar eine Speiseleitung mündet, die über eine Durchflussregelungseinrichtung mit einem das halogenhaltige Gasgemisch bevoeratenden Gasreservoir verbunden ist. Insbesondere kann es sich bei diesen Bauteilen um von Heissgasen beaufschlagte Turbinenkomponenten, insbesondere Gasturbinenschaufeln, handeln.

### Stand der Technik

**[0002]** Turbinenkomponenten für Triebwerke oder stationäre Gasturbinenanlagen, die mittel- oder unmittelbar Heissgasströmungen ausgesetzt sind, wie beispielsweise Leit- oder Laufschaufeln, Wärmestausegmente oder ähnliche den Heissgaskanal begrenzende Bauteile oder Bauteilgruppen unterliegen betriebsbedingten Materialdegradations, die häufig zu Rissen und damit verbunden zur mechanischen Schwächung der jeweiligen Komponenten führen. Aufgrund der in den Heissgaskanälen vorherrschenden hohen Temperatur- und Druckbelastungen, denen die entsprechenden zumeist aus Nickelbasiswerkstoffen gefertigten Bauteile ausgesetzt sind, scheiden sich mit zunehmender Betriebsdauer durch äußere und innere Oxidation komplexe chemisch und thermisch stabile Oxide an den Bauteiloberflächen, innerhalb der sich ausbildenden Rissöffnungen sowie in oberflächennahen Bereichen innerhalb des Basismaterials ab.

**[0003]** Ziel ist es, die derart beanspruchten und zum Teil beschädigten Bauteile mit einer speziellen Prozesskette in einen Zustand überführen, der weitgehend dem Zustand eines neu gefertigten, vergleichbaren Bauteils entspricht. Hierbei ist einer der Schritte, das zu überarbeitende Bauteil sorgfältig zu reinigen, d.h. die an der Bauteiloberfläche sowie in den sich ausgebildeten Rissen abgeschiedene komplexe Oxidschicht zu beseitigen, ohne dabei das Material des Bauteils selbst zu schädigen.

**[0004]** In der DE 28 10 598 A1 ist ein entsprechendes Reinigungsverfahren für die vorstehend bezeichneten Bauteile beschrieben, die einer druckbehafteten Reinigungsatmosphäre bei Temperaturen von über 1000°C ausgesetzt werden, in der gasförmige, aktive Fluoridionen enthalten sind. In Gegenwart einer derartigen Reinigungsatmosphäre setzt sich das komplexe Oxid unter Bildung eines gasförmigen Fluorids mit den Fluoridionen um, ohne dabei das Bauteilmaterial zu schädigen. Derartige auch allgemein als FIC (Fluorid Ion Cleaning) bezeichnete Reinigungsverfahren sind hinlänglich bekannt und in vielfachen Publikationen beschrieben. Repräsentativ sei in diesem Zusammenhang auf die EP 0 209 307

B1 verwiesen, aus der eine beachtliche Übersicht der bis anhin bekannten Reinigungstechnologien entnommen werden kann.

**[0005]** Weitgehend allen Bestrebungen zur Verbesserung derartiger FIC-Verfahren ist die Aufgabe gemeinsam, Oxidschichtanteile, die sich insbesondere in rissbedingten Spalt- oder Grabenstrukturen abgeschieden haben, vollständig zu beseitigen, zumal bereits geringste Restanteile oxidiert oder korrodiert Oberflächen nachhaltige Auswirkungen auf anschließende Reparaturmaßnahmen haben. Typischerweise erfolgt zu Zwecken der Rissheilung an den jeweils gereinigten Bauteilen ein Löt- oder Schweißvorgang derart, dass über einem gereinigten Riss eine Reparaturlegierung in Pulverform angehäuft wird, die in Gegenwart von Vakuum und unter Hitzeinwirkung zum Schmelzen und schließlich zum Fließen in den spaltförmigen Riss gebracht wird. Hierbei bildet sich eine Benetzung der Risswand mit der verflüssigten Reparaturlegierung aus. Es liegt auf der Hand, dass entsprechende Benetzungen an einer mit einer Oxidschicht behafteten Bauteiloberfläche nicht oder in einem weit geringeren Maß erfolgen, wodurch letztlich Reparaturschwachstellen entstehen, die es zu vermeiden gilt.

**[0006]** In der vorstehend zitierten EP 0 209 307 B1 wird zur Verbesserung des Reinigungserfolges vorgeschlagen, den Druck innerhalb der reaktiven Reinigungsatmosphäre zyklisch zu variieren, um auf diese Weise eine allgemeine Bewegung der reaktiven gasförmigen Fluoridionen im Bereich eines zu reinigenden Bauteils zu erzeugen zu dem Zwecke eines innigen Inkontaktbringens der gasförmigen Reaktionsmittel mit den Wandungen der Risse und Hohlräume innerhalb des geschädigten Bauteils.

**[0007]** In der DE 10 2005 051 310 A1 wird vorgeschlagen, die Reaktionskammer, in der zu Zwecken der Bauteilreinigung ein halogenhaltiges Gasgemisch eingebracht wird, zeitweise mit einem nicht halogenhaltigen Gas während der Reinigung zu spülen.

**[0008]** Die US 6,536,135 B2 beschreibt ein FIC-Verfahren, bei dem eine verbesserte Oxidreinigung durch Variation der Partialdrücke des Reinigungsgasgemisches vorgenommen wird, indem der aus Fluorwasserstoff (HF) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) bestehenden Reinigungsgasmischung als weitere Komponente Kohlenstoff zugegeben wird. Der Kohlenstoff wird in Form verschiedener Verbindungen zugegeben, die während des Prozesses ein kohlenstoffhaltiges Gas bilden.

**[0009]** Ferner ist der Druckschrift ein typischer Reinigungsreaktor zu entnehmen, der ein zylinderförmiges Gehäuse vorsieht, das von oben gasdicht verschließbar ist und in einem geöffneten Zustand von oben mit zu reinigenden Bauteilen bestückt werden kann. Die zu reinigenden Bauteile werden auf vertikal übereinander vorgesehenen Ablageebenen, sogenannten Böden, untergebracht, die an einem im Reinigungsreaktor mittig angeordneten Zentralrohr befestigt sind, durch das ein kohlenstoffangereichertes Fluorwasserstoff-Gasgemisch

dem Reinigungsreaktor zugeführt wird. Das den Reaktorkopf gasdicht durchdragende Zentralrohr erstreckt sich vertikal innerhalb des Reinigungsreaktors nach unten in den Bereich des sogenannten Reaktorsumpfes, in dem das Zentralrohr eine sich im wesentlichen über den gesamten Querschnitt des Reinigungsreaktors erstreckende Gasverteilerstruktur mit Austrittsöffnungen vorsieht, über die das halogenhaltige Reinigungsgasmisch von unten nach oben aufsteigend in den Reinigungsreaktor eingespeist wird. Das Reinigungsgasmisch durchströmt dabei das gesamte Reaktorvolumen vom Reaktorsumpf in Richtung des Reaktorkopfes, an dem eine entsprechende Gausauslassöffnung vorgesehen ist.

**[0010]** Die Anmelderin hat darüber hinaus jahrelange praktische Erfahrung auf dem Gebiet der Reinigung betriebsbedingt verunreinigter, korrodiert, oxidiert und degraderter Gasturbinenkomponenten der vorstehend erläuterten Art, insbesondere unter Verwendung von FIC-Reinigungsverfahren sowie der hierfür erforderlichen Reinigungsanlagen. Im langjährigen Umgang mit einem diesbezüglichen Reinigungsreaktor, der über ein Zentralrohr mit einem Reinigungsgasmisch gespeist wird, das Fluorwasserstoff und Wasserstoff in wechselnden Verhältnissen enthält, hat es sich gezeigt, dass erhebliche Störungen im Reinigungsprozess durch Mengenschwankungen in der Zuführung des Reinigungsgases in den Reinigungsreaktor verursacht werden, die fallweise bei Überschreiten gewisser Ausmaße bis zum Abbruch des gesamten Reinigungsprozesses führen können. Genauere Untersuchungen zeigten überdies, dass die Zuführung schwankender Fluorwasserstoffgasmenge innerhalb des Reinigungsreaktors zu Konzentrationsschwankungen führen, die letztlich eine reduzierte Reinigungseffizienz und damit verbunden eine nicht exakt steuerbare Reinigungsqualität zur Folge haben. Insbesondere bei sehr stark geschädigten Bauteilen mit einer großen Anzahl von Materialrissen, die darüber hinaus ein breites Spektrum hinsichtlich Tiefe, Breite und Länge der einzelnen Risse aufweisen, kann ein angestrebter Reinigungsgrad unter diesen Umständen nicht mehr gewährleistet werden. Auf die Konsequenzen einer unvollständigen Reinigung von mit einer Schicht komplexer Oxide überzogenen Bauteilen ist bereits vorstehend hingewiesen worden.

**[0011]** Ein weiterer nachteiliger und daher verbessernsbedürftiger Aspekt bei den bislang angewandten Reinigungspraktiken betrifft den Aufbau des Reinigungsreaktors. Bereits in Verbindung mit der vorstehend zitierten US 6,536,135 B2 sind einerseits auf die Einströmung des Reinigungsgases in den Reinigungsreaktor mittels des zentral geführten Zentralrohres und einer im Tels des zentral geführten Zentralrohres und einer im Bodensumpfbereich des Reaktors vorgesehenen Verteilerstruktur, als auch auf die Positionier- und Ablagemöglichkeiten der einzelnen zu reinigenden Bauteile auf den längs des Zentralrohrs in vertikaler Abfolge vorgesehnen Ablageböden hingewiesen worden. Aufgrund einer derartigen bekannten Konstruktion sind die Ablage- bzw.

Positionierungsmöglichkeiten für die einzelnen zu reinigenden Bauteile innerhalb des Reinigungsreaktors beschränkt. Hinzu kommen die gleichfalls verbessernsbedürftigen Anströmungsverhältnisse der einzelnen zu reinigenden Bauteile innerhalb des Reinigungsreaktors,

5 zumal nicht ausgeschlossen werden kann, dass aufgrund einer gegenseitigen Abschattung bestimmter Oberflächenbereiche an den zu reinigenden Bauteilen nur eine unzureichende Beaufschlagung mit Reinigungsgas erfolgt. So ist nicht auszuschließen, dass sich durch eine ausschließlich im Reaktorsumpfbereich vorgesehene Reinigungsgaseinspeisung Bereiche mit vergleichsweise schlechten Strömungs- und Konzentrationsverhältnissen bis hin zu Totwassergebieten ausbilden, 10 durch die insbesondere in Bereichen von Rissen ein geringerer Gas austausch initiiert wird.

**[0012]** Versuche, zur Begegnung der vorstehend aufgezeigten Probleme in Bezug auf die Verbesserung der Reinigungsqualität die Reinigungszykluszeiten zu erhöhen,

20 um eine längere Wechselwirkungsdauer zwischen den zu reinigenden Bauteilen und dem Reinigungsgasmisch zu erhalten, erbrachten nur geringfügige Erfolge. Zudem wurden Reinigungsprozesse mit einer erhöhten HF-Konzentration durchgeführt. Doch zeigten diese 25 Bestrebungen lediglich, dass sich die gesetzten Reinigungsziele nicht in zufriedenstellendem Maße einstellten. Vielmehr führten diese Maßnahmen zu einer Kostensteigerung sowie einem erhöhten Materialangriff auf die zu reinigenden Bauteile.

30

## Darstellung der Erfindung

**[0013]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Reinigung oxidiert oder korrodiert

35 Bauteile, insbesondere von Heissgasen ausgesetzten Gasturbinenkomponenten, in Gegenwart eines halogenhaltigen Gases, mit einem in der Regel kesselförmig ausgebildeten Reinigungsreaktor, in den mittel- oder unmittelbar eine Speiseleitung einmündet, die über eine Durchflussregleinrichtung mit einem das halogenhaltige Gas bevorratenden Reservoir verbunden ist, derart weiterzubilden, dass einerseits dafür Sorge getragen wird, dass die in Verbindung mit einer unzureichenden bzw. schwankenden Reinigungsgaszufuhr in den Reinigungsreaktor verbundenen Probleme vollständig beseitigt werden. Andererseits gilt es, Maßnahmen zu treffen,

40 die gewährleisten, dass jedes einzelne in den Reinigungsreaktor einzubringende zu reinigende Bauteil einer vorzugsweise unmittelbaren Anströmung mit dem Reinigungsgas ausgesetzt wird, so dass sich möglichst keine Abschattungseffekte sowie auch keine Strömungstoträume innerhalb der Gasströmung ausbilden können. Sämtliche zu treffenden Maßnahmen sollen zudem unter 45 dem Aspekt wirtschaftlicher Überlegungen und einer möglichst schonenden, aber effektiven Reinigung jedes einzelnen Bauteils getroffen werden.

**[0014]** Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Gegenstand

des Anspruches 9 ist eine weitere, zusätzliche lösungsgemäße Maßnahme, mit der das obenstehende Ziel sowohl in Alleinstellung als auch in Kombination mit Anspruch 1 erfüllt werden kann. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Maßnahmen sind Gegenstand der Unteransprüche, darüber hinaus der weiteren Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

**[0015]** Die lösungsgemäße Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1 zeichnet sich dadurch aus, dass die Durchflussregeleinrichtung in Abfolge längs der Durchströmungsrichtung des die Speiseleitung durchströmenden halogenhaltigen Gases ein Gasmengenregelventil, eine Wärmetauschereinheit sowie eine Gasmengenmesseinheit vorsieht.

**[0016]** Der lösungsgemäßen Vorrichtung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich längs der Speiseleitung für die Zuführung des halogenhaltigen Gases Kondensationen ausbilden, die insbesondere im Bereich von Drosselstellen auftreten. Derartige Kondensationen führen im Bereich der Gasmengenregelung zu fehlerhaften Werten und können bis hin zum Totalausfall der Mengenmessung führen. Das halogenhaltige Gas wird vorzugsweise in Druckflaschen bevoратet. Unter den Lagerbedingungen liegt es flüssig vor. Durch Erhöhen der Temperatur wird die Flüssigkeit verdampft, und es stellt sich der temperaturabhängige Dampfdruck des Stoffes ein. Vor der Gasregelung herrschen somit Überdruckbedingungen. Der Druck innerhalb des Reinigungsreaktors liegt typischerweise im Druckniveau von 50 Torr bis 780 Torr. Deshalb bedarf es längs der Speiseleitung wenigstens einer druckreduzierenden Drosselstufe. Bei dieser tritt die vorstehende Kondensationsproblematik auf. Die lösungsgemäße Vorrichtung enthält als Drosselstelle längs der Speiseleitung wenigstens eine Durchflussregeleinrichtung, die ein das Gas expandierendes Gasmengenregelventil vorsieht. Zur Begegnung der sich hierbei ausbildenden Kondensation ist in Strömungsrichtung dem Gasmengenregelventil unmittelbar nachfolgend eine Beheizungseinheit vorgesehen, die vorzugsweise einen Gaserhitzer aufweist, wodurch das Temperaturniveau in diesem Leitungsbereich über das Kondensationsniveau des halogenhaltigen Gases, vorzugsweise von HF-Gas, gehoben wird. Stromab längs der Speiseleitung zum Wärmetauscher schließt sich unmittelbar die Gasmengenmesseinheit an. Mit Hilfe der lösungsgemäßen Maßnahme kann wirkungsvoll die Bildung von HF-Kondensat vermieden werden. Fehlmessungen sowie auch ein vollständiges Versagen der Durchflussregeleinrichtung können hiermit vollständig ausgeschlossen werden, wodurch sich zudem auch die Lebensdauer der einzelnen Komponenten der Durchflussregeleinrichtung deutlich erhöht. Dies wiederum hat eine positive Auswirkung auf die Anschaffungs- und Betriebskosten und verbessert darüber hinaus die Verfügbarkeit derartiger Reinigungsanlagen.

**[0017]** Grundsätzlich ist eine Beheizung des Wärmetauschers unter Einsatz verschiedenster Aufheiztechni-

ken möglich. Als besonders vorteilhaft hat sich der Einsatz einer elektrischen Beheizung erwiesen. Gleichsam ist es jedoch ebenso möglich, indirekt über entsprechend erhitze Wärmeträger oder sonstige Heizmedien den Leistungsbereich stromab zum Gasmengenregelventil zu erhitzen. Für die in der Wärmetauschereinheit verwendeten Materialien, die Kontakt mit den halogenhaltigen Gasen haben, besteht die Forderung nach chemischer Beständigkeit gegenüber den aggressiven halogenhaltigen Gasen, vorzugsweise HF-Gas.

**[0018]** Die Wärmetauschereinheit ist in Bezug auf ihre Wärmeabgabe derart auszubilden bzw. auszuwählen, dass ein Temperaturniveau zwischen 22°C und 75°C, bevorzugt 40°C bis 50°C und insbesondere bevorzugt 44°C bis 46°C eingestellt werden kann.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausbildungsform ist stromauf und stromab zur Durchflussregeleinrichtung in der Speiseleitung jeweils ein Absperrventil vorgesehen, das bei einem eventuellen Ausfall der Durchflussregeleinrichtung jeweils automatisch oder manuell betätigbar ist. Um zu gewährleisten, dass der Reinigungsgaszustrom durch die Speiseleitung selbst in einem derartigen Fall gewährleistet bleibt, ist eine Bypass-Leitung zur Durchflussregeleinrichtung längs der Speiseleitung vorgesehen, längs der ein Regelventil, vorzugsweise ein Handregelventil, eingebracht ist.

**[0020]** Weitere Einzelheiten einer bevorzugten Ausführungsform bleiben der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren im Weiteren überlassen.

**[0021]** Um zu gewährleisten, dass die einzelnen innerhalb des Reinigungsreaktors zu reinigenden Bauteile im Interesse des Reinigungsprozesses von dem Reinigungsgas optimal angestromt werden, zeichnet sich eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 9, die ein mit der wenigstens einen Speiseleitung mittel- oder unmittelbar verbundenes Zentralrohr vorsieht, das sich vom Reaktorkopf zum Reaktorsumpf innerhalb des Reinigungsreaktors erstreckt und im Bereich des Reaktorsumpfes mit einer sich radial zum Zentralrohr erstreckenden, ersten Verteilerstruktur verbunden ist, die über Austrittsöffnungen für das halogenhaltige Gas verfügt, lösungsgemäß dadurch aus, dass die erste Verteilerstruktur eine Auflageebene für die zu reinigenden Bauteile aufweist, und eine zweite Verteilerstruktur vorgesehen ist, die beabstandet zur ersten Verteilerstruktur am Zentralrohr angebracht ist. Die erste Verteilerstruktur bildet zugleich eine sich radial zum Zentralrohr erstreckende Auflageebene für die zu reinigenden Bauteile, wobei die Verteilerstrukturen zumindest in Richtung der auf ihnen aufliegenden Bauteile orientierte Austrittsöffnungen für das halogenhaltige Gas aufweisen.

**[0022]** Das neuartige Gasverteilungskonzept sieht die Anordnung von vorzugsweise mehreren längs des Zentralrohrs übereinander angeordneten so genannten Verteilerstrukturen vor, die entweder selbsttragend am Zentralrohr angebracht sind oder mit geeignet ausgebildeten Stützstrukturen längs des Zentralrohrs kombiniert sind.

**[0023]** In Abweichung zur bisherigen Reinigungsgaseinspeisung, die direkt aus dem Zentralrohr radial nach aussen oder gemäss US 6536135 B2 im Bereich des Reaktorsumpfes erfolgt, sieht die neu konzipierte Gasverteilung eine längs des Zentralrohres jeweils in den Bereichen der Auflageebenen, auf denen die einzelnen zu reinigenden Bauteile aufliegen, jeweils individuelle Gaseinspeisungen vor. So dient die neuartige dezentrale Gasverteilung im Reinigungsreaktor dazu, das Prozessgas möglichst optimal zu verteilen, indem jeder einzelnen Komponente das Reinigungsgas unter weitgehend identischen Bedingungen zu- und wieder abgeführt wird. Aufgrund einer individuellen Reinigungsgaseinspeisung in jeder einzelnen Auflageebene für die zu reinigenden Bauteile wird gewährleistet, dass jedes einzelne Bauteil direkt und in geeigneter Weise mit Reinigungsgas beaufschlagt wird. Die Anzahl sowie die Anordnung der in der jeweiligen Verteilerstruktur vorgesehenen Austrittsöffnungen können grundsätzlich beliebig gewählt werden, vorzugsweise jedoch unter Berücksichtigung von Form, Größe und Anordnung der zu reinigenden Bauteile.

**[0024]** Die jeweils längs des Zentralrohrs mit axialem Abstand angebrachten Verteilerstrukturen, die je nach Ausbildung in stabile Stützstrukturen integriert oder in Form eigenstabilen Platten- oder Rohrkonstruktionen ausgebildet sein können, sind aus einem Material hergestellt, das beständig gegenüber dem in dem Reinigungsreaktor herrschenden Prozessbedingungen ist, vorzugsweise bietet sich hierfür IN600 (Inconel 600) an.

**[0025]** Je nach Reinigungsaufgabe sowie Größe und Anzahl der zu reinigenden Bauteile ist der Reinigungsreaktor mit einer geeigneten Anzahl längs zum Zentralrohr verteilt anzuordnender Verteilerstrukturen zu bestücken, auf die die zu reinigenden Bauteile aufzubringen sind.

**[0026]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind die einzelnen Verteilerstrukturen modularisiert und unter Berücksichtigung der vorstehend beschriebenen Reinigungsaufgabe einbringbar. Hierzu weisen die Verteilerstrukturen eine mittige Manschette mit einer Manschettenöffnung zur Aufnahme des Zentralrohres auf. Mit Hilfe der Manschette lassen sich die einzelnen Verteilerstrukturen längs des Zentralrohrs positionieren und fixieren. Um den Abstand zwischen zwei längs des Zentralrohrs anzubringenden Verteilerstrukturen geeignet zu wählen, ist eine entsprechende Anzahl von zylinderförmigen Distanzmanschetten vorzusehen, die als Abstandshalter längs über das Zentralrohr geschoben werden und die mit den Verteilerstrukturen versehenen Manschetten längs des Zentralrohrs voneinander beabstandet fixieren.

**[0027]** Grundsätzlich lassen sich die jeweils radial von der Manschette erstreckenden Verteilerstrukturen in unterschiedlicher Weise ausbilden bzw. ausführen. Als besonders vorteilhaft haben sich platten- oder gitterförmige bzw. rohrförmige Ausbildungen für die Verteilerstruktur erwiesen. Im Falle der Ausbildung einer aus einzelnen Rohrstücken bzw. Rohrleitungen zusammengesetzten

Verteilerstruktur ist wenigstens eine von dem Zentralrohr radial verlaufende Stichleitung vorgesehen, von der radial zum Zentralrohr beabstandet wenigstens eine das Zentralrohr ringförmig umlaufende Ringleitung angebracht ist. Die jeweiligen Austrittsöffnungen sind längs der wenigstens einen Stichleitung sowie der wenigstens einen Ringleitung bebozugt jeweils nach oben orientiert angebracht, so dass die auf der Verteilerstruktur aufliegenden Bauteile von dem aus den Austrittsöffnungen

austretenden Reinigungsgas unmittelbar beaufschlagt werden. Zur Versorgung der Verteilerstrukturen mit dem Reinigungsgas weisen die vorstehend beschriebenen Manschetten, mit denen die Verteilerstruktur verbunden ist, radial zum Zentralrohr orientierte Gasöffnungen auf, durch die das aus dem Zentralrohr über entsprechende Gasaustrittsöffnungen radial austretende Reinigungsgas in die jeweiligen Verteilerstrukturen gelangen kann. Einzelheiten hierzu können der weiteren Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren entnommen werden.

**[0028]** In einer weiteren Ausführungsform sind die jeweiligen Verteilerstrukturen scheibenartig ausgebildet und weisen jeweils eine obere und eine untere Scheibenplatte auf, die einen Zwischenraum einschließen, der zudem von einem die beiden Scheibenplatten an ihrem Umfangsrand fluiddicht verbindenden Scheibenrand gasdicht umschlossen wird. Das auf diese Weise begrenzte Scheibenvolumen wird über eine dem Zentralrohr zugewandte Öffnung mit dem halogenhaltigen Reinigungsgas gespeist, das zumindest über in der oberen Scheibenplatte eingebrachte Austrittsöffnungen aus dem Scheibenvolumen entweichen kann. Die Anzahl, Anordnung bzw. Ausrichtung sowie die Durchmesser der einzelnen Austrittsöffnungen sind grundsätzlich in weiten Bereichen variabel einstellbar. So sind beispielsweise pro Verteilerstruktur zwischen 100 und 10000 Bohrungen bzw. Austrittsöffnungen jeweils mit Durchmessern zwischen 0,1 mm bis 5 mm vorgesehen.

**[0029]** Je nach Dimensionierung des Reinigungsreaktors sowie der innerhalb des Reinigungsreaktors zu reinigenden Bauteile haben sich in der Praxis bevorzugte Dimensionen für die Austrittsöffnungen erwiesen, die pro Verteilerstruktur 1000 bis 5000 Austrittsöffnungen jeweils mit Durchmessern zwischen 0,5 und 2,5 mm vorsehen.

**[0030]** Zu Zwecken einer verbesserten, an die Form und Größe der jeweils zu reinigenden Bauteile angepassten Anströmung mit Reinigungsgas gilt es, die Austrittsöffnungen bezüglich der in der Regel kreisrunden Auflageebene sektorale geeignet anzuordnen bzw. zu verteilen, beispielsweise in Form radial verlaufender Linien oder radial und in Umfangsrichtung geordneter Feldmuster, in denen die Austrittsöffnungen gruppenweise zusammengefasst angeordnet sind.

**[0031]** Neben der Ausbildung der Austrittsöffnungen in Form konventioneller Bohrungen ist es besonders vorteilhaft, die Austrittsöffnungen düsenartig zu konfektionieren, so dass die einzelnen aus den Austrittsöffnungen austretenden Gasströmungen mit einer optimierten Strö-

mungsgeschwindigkeit sowie mit einer vorgebbaren Ausströmungsrichtung auf das jeweils zu reinigende Bauteil auftreffen. In besonders vorteilhafter Weise dienen hierzu die Gasaustrittsrichtung pro Austrittsöffnung beeinflussende Strömungsleitelemente, die bereits bei der Herstellung der Austrittsöffnungen in geeigneter Weise ausgebildet werden können, beispielsweise im Rahmen formgebender Stanzprozesse.

**[0032]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante sehen die Verteilerstrukturen nicht nur Austrittsöffnungen für das Reinigungsgas an der der Auflageebene zugewandten Oberseite vor, um die auf den jeweiligen Verteilerstrukturen aufliegenden Bauteile mit Reinigungsgas zu beaufschlagen, sondern darüber hinaus sind auch an der gegenüberliegenden Unterseite entsprechende Austrittsöffnungen vorgesehen, um einen Teil des über die Verteilerstruktur austretenden Reinigungsgases auf jene Bauteile zu richten, die auf der unmittelbar darunter befindlichen Auflageebene aufliegen.

**[0033]** Trotz der Vielzahl an möglichen Ausbildungsvarianten für eine jeweilige Verteilerstruktur kann es bei einzelnen zu reinigenden Komponenten dennoch vorkommen, dass diese nicht optimal vom Reinigungsgas beaufschlagt werden. Um diesen Nachteil zu beseitigen, bietet es sich an, zusätzliche Abdeck-, Ablenk- bzw. Schutzbleche vorzusehen, deren Aufgabe es ist, Gasströme innerhalb des Reinigungsreaktors entsprechend umzulenken. Derartige auch als Gasleitbleche bezeichnete optionale Zusatzkomponenten lassen sich vorzugsweise zwischen den jeweiligen Verteilerstrukturen oder unmittelbar an den zu reinigenden Bauteilen anbringen, um bestimmte Bereiche von Komponenten in besonderer Weise mit dem Reinigungsgas zu beaufschlagen oder aber bestimmte Bereiche gegenüber dem Reinigungsgas abzuschirmen, um einen direkten Kontakt mit dem Reinigungsgas zu vermeiden.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0034]** Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung des Aufbaus eines lösungsgemäß ausgebildeten Reinigungsreaktors,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Verteilerstruktur,

Fig. 3 eine Verteilerstruktur mit plattenförmiger Ausbildung,

Fig. 4 eine Teilschnittdarstellung einer plattenförmig ausgebildeten Verteilerstruktur,

Fig. 5 eine Verteilerstruktur mit segmentartig ange-

ordneten Austrittsöffnungen, sowie

Fig. 6 eine Illustration von Austrittsöffnungen mit Strömungselementen.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

**[0035]** Figur 1 illustriert einen schematischen Aufbau 10 eines Reinigungsreaktors (rechte Figurenhälfte), der über ein Reinigungsgasleitungssystem (linke Figurenhälfte) mit einer Reinigungsgasmischung versorgt wird. Der Reinigungsreaktor weist ein im wesentlichen zylindrisch- oder tonnenförmig ausgebildetes Reaktorgehäuse 15 11 auf, das an seiner oberen Seite mit einem Reaktordeckel 14 gasdicht verschlossen ist. Das Reaktorgehäuse 11 ist von einem Heizungsmantel 12 umgeben, in dem Heizeinrichtungen 13 für eine Reinigungsprozesstemperatur im Inneren des Reinigungsreaktors von bis zu 20 1200°C sorgen. Innerhalb des Reinigungsreaktors ist mittig ein Zentralrohr 23 vorgesehen, das den Reaktordeckel 14 gasdicht nach außen durchstößt, und in das über eine Speiseleitung 10 Reinigungsgas eingespeist wird. Zudem ist ein Reaktorauslass 24 innerhalb des Reinigungsreaktors vorgesehen, über den verbrauchtes Reinigungsgas über eine entsprechende Abgasleitung 25 nach außen zur weiteren Ver- bzw. Entsorgung gebracht wird.

**[0036]** Zur Bereitstellung von Reinigungsgas sind in 30 dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Gasreservoir 1, 1' vorgesehen, nämlich ein Gasreservoir zur Bereitstellung von Fluorwasserstoff (HF) und ein Gasreservoir zur Bereitstellung von Wasserstoffgas (H<sub>2</sub>). Beide Gassorten gilt es, in geeigneter Weise vor 35 Einspeisung in die Speiseleitung 10 mit einem vorgegebenen Mischungsverhältnis zu mischen. Hierzu schließt sich längs einer Speiseleitung unmittelbar stromab des HF-Gasreservoirs 1 eine Durchflussregeleinrichtung an, die aus einem Gasmengenregelventil 5, einer Wärmetauschereinheit 9, vorzugsweise in Form eines Gaserhitzers sowie einer Gasmengenmesseinheit 6 besteht. Die sich unmittelbar stromab zum Gasmengenregelventil 5 anschließende Wärmetauschereinheit 9 sorgt für eine 40 markante Temperaturerhöhung über die Kondensations-temperatur des HF-Gases, so dass eine von jedweden Kondensationsprozessen nicht beeinträchtigte HF-Gasversorgung mit Hilfe der Durchflussregeleinrichtung gewährleistet werden kann. Zur Überwachung und Ansteuerung der Wärmetauschereinheit 9 dient ein Gastermperaturegellektrik 8. Zur kontrollierten Durchführung 45 der Gasmengenmessung ist ein geeigneter Gasmengenregelkreis 7 vorgesehen. **[0037]** Um bei einem eventuellen Ausfall der automatischen Regelung hinsichtlich der Gastemperatur und/oder der Gasmenge einen damit verbundenen Prozessabbruch zu vermeiden, ist zusätzlich eine Bypassleitung 2 vorgesehen, in der ein Absperrventil, vorzugsweise ein Handregelventil 4, angebracht ist. Die Bypasslei- 50 55

tung 2 wird in jenem Fall genutzt, bei dem die Durchflusseinrichtung, bestehend aus dem Gasmengenregelventil 5 der Wärmetauschereinheit 9 und der Gasmengenmesseinheit 6, stromauf und stromab mit Hilfe zweier Blockventile 3 von der Gaszufuhr abgetrennt wird. Die eingesetzten Blockventile 3 können vorzugsweise in Form von Ventilen, Hähnen oder Schiebern ausgebildet sein, die sowohl von Hand als auch automatisch angetrieben werden können.

**[0038]** Das in der Bypassleitung 2 vorgesehene Handregelventil ist vorzugsweise als Nadeldurchgangsventil ausgebildet, das eine sehr fein dosierte Einstellung des HF-Gasflusses ermöglicht.

**[0039]** Das längs der Speiseleitung 10 in das Zentralrohr 23 eingespeiste HF-Reinigungsgasmisch tritt innerhalb des Prozessraumes 16 des Reinigungsreaktors über in verschiedenen Ebenen längs des Zentralrohrs 23 angebrachte Verteilerstrukturen 20 aus, auf denen die jeweils zu reinigenden Bauteile 26 aufliegen. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die im Prozessraum 16 vorgesehenen Verteilerstrukturen 20 getrennt zu gleichfalls radial am Zentralrohr 23 angebrachten Stützstrukturen 19 ausgeführt, auf denen sich die Verteilerstrukturen 20 abstützen. Das Reinigungsgas gelangt über das Zentralrohr 23 jeweils in die Verteilerstrukturen 20, von denen es unmittelbar auf die zu reinigenden Bauteile 26 gerichtet austritt. Zusätzliche innerhalb des Prozessraums 16 vorgesehene Gasleibleche 27, 28 und 29 sorgen für eine individuelle Anströmung der einzelnen zu reinigenden Bauteile 26 mit Reinigungsgas.

Im Bereich des Reaktorsumpfes 17 befindet sich die unterste Verteilerstruktur 20, die in einen stabilen Bodenträger 21 integriert ist, der vorzugsweise fest mit dem Zentralrohr 23 verbunden ist.

**[0040]** Um den Bereich des Reaktorkopfes 15, insbesondere den Reaktordeckel 14 gegenüber einer zu starken Hitzebelastung zu bewahren, ist ein Hitzeschild 22 im oberen Bereich innerhalb des Reinigungsreaktors am Zentralrohr 23 angebracht.

**[0041]** In Figur 2 ist in perspektivischer Darstellung eine bevorzugte Ausführungsform einer Verteilerstruktur 20 dargestellt. Die Verteilerstruktur 20 weist eine mittige Manschette 43 auf, die über das nicht weiter dargestellte Zentralrohr zwangsgeführte geschoben werden kann. Nur der Vollständigkeit sei darauf hingewiesen, dass anstelle der Manschette die Verteilerstruktur 20 auch direkt mit dem Zentralrohr 23 verbunden sein kann, in diesem Fall entspricht die Komponente 43 dem Zentralrohr.

**[0042]** Radial von der Manschette 43 ausgehend schließen an diese vier Stichleitungen 40 an, mit denen jeweils konzentrische Ringleitungen 41 verbunden sind. Die Stichleitungen 40 sowie Ringleitungen 41 bilden ein miteinander kommunizierendes Rohrleitungssystem, das von dem nicht dargestellten Zentralrohr 23 mit Reinigungsgas versorgt wird. Hierzu weist die Manschette 43 Öffnungen auf (nicht dargestellt) über die das vom Zentralrohr 23 bereitgestellte Reinigungsgas in das Verteilersystem eingespeist werden kann. Im dargestellten

Ausführungsbeispiel ist die Verteilerstruktur 20 eigenständig und robust ausgebildet und fest genug mit der Manschette 43 verbunden, um sowohl das Eigengewicht der Verteilerstruktur 20 sowie auch das Gewicht der auf die Verteilerstruktur 20 aufzubringenden zu reinigenden Bauteile 26 aufzunehmen.

5 Nicht in Figur 2 dargestellt sind die längs der Stichleitungen 40 sowie Ringleitungen 41 vorgesehenen Austrittsöffnungen, über die das Reinigungsgas in Richtung der auf die Verteilerstruktur 20 aufliegenden Bauteile austritt.

**[0043]** Figur 3 illustriert stark schematisiert ein alternatives Ausführungsbeispiel für eine Verteilerstruktur, die plattenförmig ausgebildet ist. Die Verteilerstruktur 15 weist in diesem Fall eine obere 50 und untere 51 Scheibenplatte auf, beide Platten 50 und 51 sind von einem umlaufenden Scheibenrand 52 begrenzt und schließen ein innenliegendes Volumen ein. Zusätzlich ist die Verteilerstruktur mit einer mechanisch stabilen Stützstruktur 20 verbunden. Die obere Scheibenplatte 50 weist Sektoren auf, gekennzeichnet durch Begrenzungslinien 55, die im dargestellten Falle längs jeweils radial verlaufen. Die einzelnen Sektoren können ausgetauscht werden, um den Reaktor möglichst variabel an unterschiedliche Komponententypen anzupassen. Mittig wird die plattenförmig ausgebildete Verteilerstruktur von dem Zentralrohr 23 durchsetzt, an dem die Verteilerstruktur 20 fest angebracht ist. Alternativ ist die Verteilerstruktur mit einer vorstehend beschriebenen Manschette verbunden, die über das Zentralrohr 23 gefädelt ist.

**[0044]** In Figur 4 ist eine perspektivische Querschnittsdarstellung durch eine plattenförmig ausgebildete Verteilerstruktur dargestellt. In diesem Falle sei angenommen, dass die obere und die untere Scheibenplatte 50, 51 unmittelbar an dem zentralen Zentralrohr 23 angebracht sind. Ebenfalls kann es sich bei 23 um eine Manschette handeln. Über entsprechende Verbindungsöffnungen 55 gelangt durch das Zentralrohr bzw. Manschette 23 zugeführtes Reinigungsgas in den Zwischenraum zwischen der oberen und unteren Scheibenplatte 50, 51. Über entsprechende Austrittsöffnungen 56, die in der oberen Scheibenplatte 50 eingearbeitet sind, tritt das Reinigungsgas schließlich in den Prozessraum aus. Die Austrittsöffnungen 56 werden vorzugsweise unter Berücksichtigung der zu reinigenden Bauteile, die auf der oberen Scheibenplatte 50 aufzubringen sind, entsprechend angeordnet. Das in Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel sieht sektorale feldartige Ordnungsmuster für die Austrittsöffnungen 56 vor. In Figur 5 ist die Draufsicht einer Segmentfläche der oberen Scheibenplatte 50 dargestellt, in der eine Vielzahl von Feldern 57 angeordnet sind, die sich jeweils aus einer Vielzahl einzelner Austrittsöffnungen 56 zusammensetzen. Die Anordnung sowie die Anzahl der Austrittsöffnungen 56 innerhalb der einzelnen Felder 57 können jeweils identisch oder unterschiedlich, vorzugsweise in Abhängigkeit an die jeweils zu reinigenden Bauteile gewählt werden.

**[0045]** Figur 6 zeigt schematisiert eine vergrößerte

Darstellung eines Feldes 57, in dem eine Vielzahl einzelner Austrittsöffnungen 56 vorgesehen ist. Anhand der Schnittbilddarstellungen A-A sowie B-B sind die Konturen der einzelnen Austrittsöffnungen ersichtlich. Insbesondere kann aus der Schnittdarstellung A-A ersehen werden, dass jede einzelne Austrittsöffnung 56 von einem Strömungsleitelement 58 überdeckt ist, wodurch die Austrittsströmung räumlich gerichtet auf das jeweilige Bauteil auftreffen kann.

**[0046]** Mit den vorstehend beschriebenen Maßnahmen bezüglich einer optimierten Gasmengenregulierung sowie einer optimierten Gasverteilung ist eine Anzahl von Vorteilen im Hinblick auf die Reinigung von insbesondere heissgasbeaufschlagten Gasturbinenkomponenten verbunden. So bildet sich aufgrund der optimierten Gasmenge- regelung ein konstanter Gasvolumenstrom aus, der mit einer geringen Schwankungsbreite in den Reinigungsreaktor eingespeist werden kann. Die Gasverteilung innerhalb des Reinigungsreaktors ist deutlich homogener und gleichmäßiger. Die einzelnen Bauteile werden besser und in einer definierten Weise von dem Reinigungsgas angeströmt, so dass eine gleichmäßige Anströmung in allen zu reinigenden Oberflächenbereichen an den Bauteilen erreicht werden kann. Insbesondere entstehen durch die getroffenen Maßnahmen keine Toträume, in denen die zu reinigenden Bauteile schlechter oder gar nicht umströmt bzw. angeströmt werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Reinigungskonzepts kann insbesondere eine deutlich bessere Tiefenreinigung, d.h. bessere Oxidentfernung, von Rissen erreicht werden.

**[0047]** Zudem hilft die optimierte Regelung und Gasverteilung, die zu Reinigungszwecken einzuspeisende Menge an HF-Gas deutlich zu reduzieren. Dies verringert zum einen das Risiko einer Schädigung der einzelnen Komponenten bei gleichzeitig verbesserter Reinigungswirkung. Zum anderen können hierdurch überätzte Oberflächenbereiche an den Bauteilen sicher vermieden werden. Darüber hinaus wird die Gesamtanlage weniger durch das chemisch hochreaktive Reinigungsgas belastet, so dass die Stand- und Nutzungsdauer derartiger Anlagen und deren Komponenten deutlich verlängert werden kann. Insgesamt verhelfen die erfindungsgemäßen Maßnahmen, Ressourcen wie beispielsweise die Prozessgase, Energie und darüber hinaus erforderliche Betriebsmittel deutlich zu reduzieren. So führt die Reduzierung des Reinigungsgases automatisch zur Reduktion der anfallenden zu entsorgenden Austrittsstoffströme und damit zur deutlichen Reduzierung des Abfalls. Insgesamt lassen sich die Betriebskosten derartiger Anlagen mit dem lösungsgemäßen Konzept erheblich reduzieren. Dazu trägt auch eine höhere Beladungsdichte des Reaktors, sowie eine Reduktion der Prozesszeiten bei.

#### Bezugszeichenliste

**[0048]**

1	Gasreservoir
2	Bypassleitung
3	Blockventil
4	Handregelventil
5	Gasmengenregelventil
5	Gasmengenmesseinheit
6	Regelkreis für Gasmenge
7	Regelkreis für Gastemperatur
8	Wärmetauschereinheit
9	
10	Speiseleitung
11	Reinigungsreaktor
12	Heizungseinheit
13	Heizungen
14	Reaktordeckel
15	Reaktorkopf
15	Prozessraum
16	Reaktorsumpf
17	Reaktorboden
18	Stützstruktur
19	
20	Verteilerstruktur
21	Stützstruktur-Bodenträger
22	Hitzeschild
23	Zentralrohr
24	Reaktorauslass
25	Abgasleitung
25	Bauteil
26	
27,28	Gasleitbleche
29	
40	Stichleitung
30	Ringleitung
41	
42	Verbindungsstellen
43	Manschette
50	obere Scheibenplatte
51	untere Scheibenplatte
35	
53	Scheibenrahmen
54	Stützstruktur
55	Verbindungsöffnung
56	Austrittsöffnungen
57	Feld von Austrittsöffnungen 56
40	
58	Strömungsleitelement
59	Sektorblech

#### Patentansprüche

- 45 1. Vorrichtung zur Reinigung oxidiertter oder korrodierter Bauteile (26), insbesondere von Heissgasen beaufschlagter Turbinenkomponenten, in Gegenwart eines halogenhaltigen Gasgemisches, umfassend einen Reinigungsreaktor, in den mittel- oder unmittelbar eine Speiseleitung mündet, die über eine Durchflussregeleinrichtung mit einem das halogenhaltige Gas bevoorratenden Gasreservoir verbunden ist,  
50 dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussregeleinrichtung in Abfolge längs der Durchströmungsrichtung des die Speiseleitung durchströmenden halogenhaltigen Gases zumindest ein Gasmen-
- 55

- genregelventil (5), eine Wärmetauschereinheit (9) sowie eine Gasmengenmesseinheit (6) vorsieht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromauf und stromab zur Durchflussregeleinrichtung in der Speiseleitung jeweils ein Absperrventil (3) vorgesehen ist, und  
dass eine Bypassleitung (2) zur Durchflussregeleinrichtung längs der Speiseleitung vorgesehen ist, **10** längs der ein Regelventil (4) eingebracht ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absperrventile (3) jeweils als Blockventil ausgebildet sind. **15**
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelventil (4) als Handregelventil ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmetauschereinheit (9) eine elektrische Beheizung aufweist. **20**
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das halogenhaltige Gas Fluorwasserstoffgas ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speiseleitung (10) vor Eintritt in den Reinigungsreaktor in eine in den Reinigungsreaktor führende Zuleitung mündet, in die vor Eintritt in den Reinigungsreaktor wenigstens eine zweite Speiseleitung mündet. **25**
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Speiseleitung mit einem Wasserstoffgasreservoir (1') verbunden ist. **30**
9. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 oder nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein mit der wenigstens einen Speiseleitung mittel- oder unmittelbar verbundenes Zentralrohr (23) vorgesehen ist, das sich von einem Reaktorkopf (15) bis zu einem Reaktorsumpf (17) innerhalb des Reinigungsreaktors erstreckt und im Bereich des Reaktorsumpfes (17) mit einer sich radial zum Zentralrohr (23) erstreckenden, ersten Verteilerstruktur (19) verbunden ist, die über Austrittsöffnungen (56) für das halogenhaltige Gasgemisch verfügt, **40**  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Verteilerstruktur (20) eine Auflageebene für die zu reinigenden Bauteile (26) vorsieht, dass eine zweite Verteilerstruktur (20) vorgesehen ist, die beabstandet zur ersten Verteilerstruktur am Zentralrohr (23) angeordnet ist und eine sich radial **45**
- zum Zentralrohr (23) erstreckende Auflageebene für die zu reinigenden Bauteile (26) vorsieht, und dass die Verteilerstrukturen (20) zumindest in Richtung der auf ihnen aufliegenden Bauteile (26) zugewandt orientierte Austrittsöffnungen (56) für das halogenhaltige Gas besitzen. **50**
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere Verteilerstrukturen (20) längs des Zentralrohrs (23) jeweils voneinander beabstandet angeordnet sind. **55**
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite und die weiteren Verteilerstrukturen (20) Austrittsöffnungen für das halogenhaltige Gas aufweisen, die auf die längs des Zentralrohrs (23) unmittelbar benachbarte Verteilerstruktur (20) gerichtet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Verteilerstruktur (20) sowie weitere Verteilerstrukturen platten- oder gitterförmig ausgebildet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilerstruktur (20) wenigstens eine von dem Zentralrohr (23) radial verlaufende Stichleitung (40) besitzt, von der radial zum Zentralrohr (23) beabstandet wenigstens eine das Zentralrohr (23) ringförmig umlaufende Ringleitung (41) abgeht, und dass die Austrittsöffnungen (56) längs der wenigstens einen Stichleitung (40) sowie der wenigstens einen ringförmigen Ringleitung (41) angebracht sind. **35**
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stich- und Ringleitungen (40, 41) aus einem formstabilen Rohrmaterial gefertigt sind, und dass die Stich- und Ringleitungen (40, 41) eine spinennetzartige Auflageebene beschreiben, auf die die zu reinigen Bauteile (26) unmittelbar auflegbar sind. **40**
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilerstruktur (20) scheibenartig das Zentralrohr (23) umgibt und mit einer oberen und unteren Scheibenplatte (50, 51) sowie einem beide Scheibenplatten (50, 51) an ihrem Umfangsrand (53) fluiddicht verbindenden Scheibenrand ein Scheibenvolumen einschließt, dass das Scheibenvolumen über wenigstens eine dem Zentralrohr (23) zugewandte Öffnung (25) in der Verteilerstruktur mit dem halogenhaltigen Gas speisbar ist, und dass zumindest die obere Scheibenplatte (50) Aus- **45**

trittsöffnungen (56) für das halogenhaltige Gasbe-sitzt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** an den Austritts- 5  
öffnungen (56) jeweils die Gasaustrittsrichtung be-einflussende Strömungsleitelemente (58) vorgese-hen sind.
17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 15 und 16, 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Schei-benplatte (50) Ausnehmungen vorsieht, in die mo-dulartig ausgebildete Sektorbleche (59) einlegbar sind, und  
dass die Sektorbleche (59) individuell vorgebbare 15  
Muster an Austrittsöffnungen (56) vorsehen.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilerstruk-tur (20) mit einer radial innenliegenden Manschette 20  
(43) verbunden ist, die als Trag- und Stützstruktur dient, und  
dass die Manschette (43) eine Öffnung zur Aufnah-me des Zentralrohrs (23) besitzt, längs der die Man-schette (43) zwangsgeführt fixierbar ist. 25
19. Vorrichtung nach Anspruch 18,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzahl von zylinderförmigen Distanzmanschetten längs des Zentralrohrs (23) zu Zwecken einer gegenseitigen 30  
Beabstandung zweier Verteilerstrukturen (20) längs des Zentralrohrs (23) vorgesehen ist.

35

40

45

50

55

10

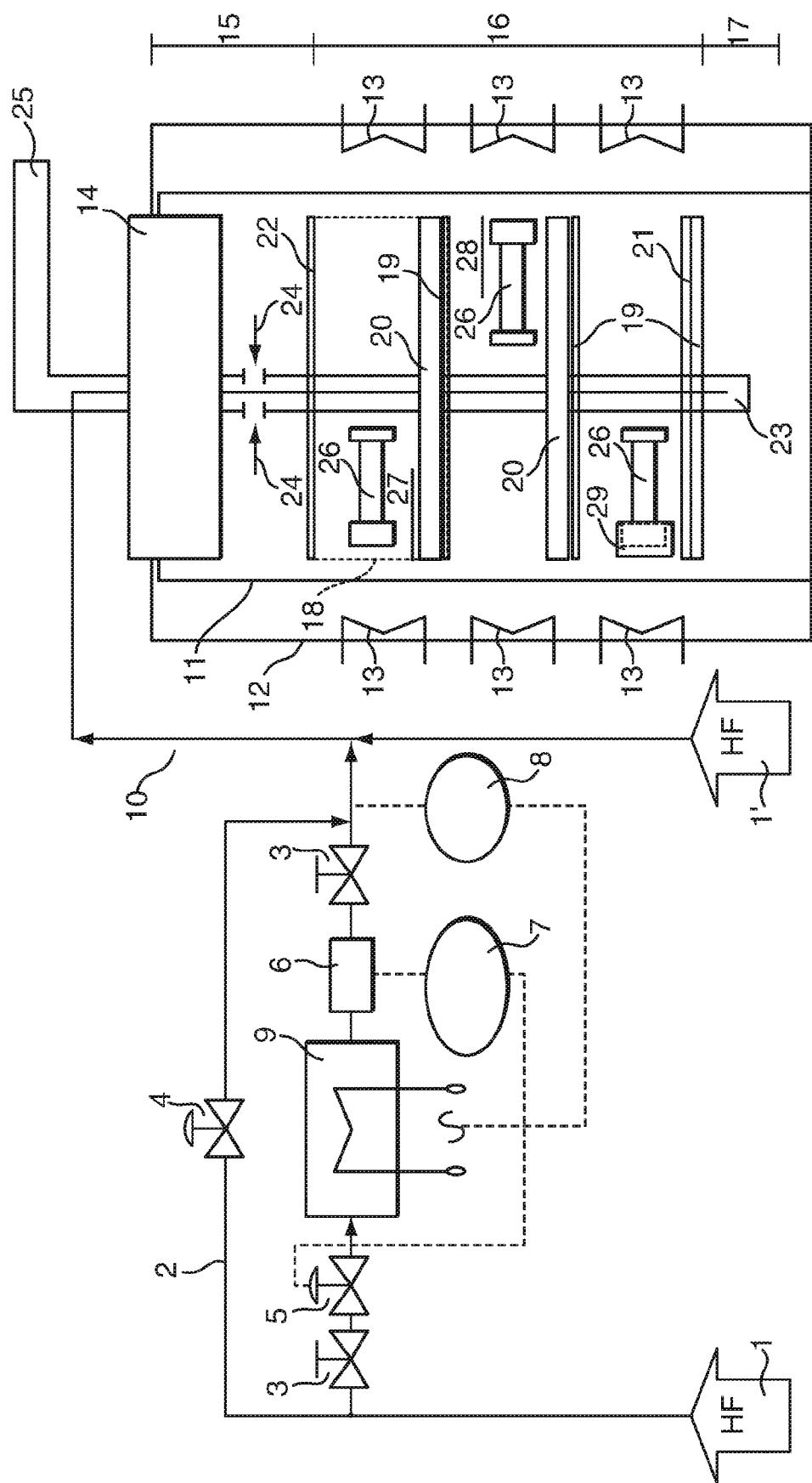


Fig. 1

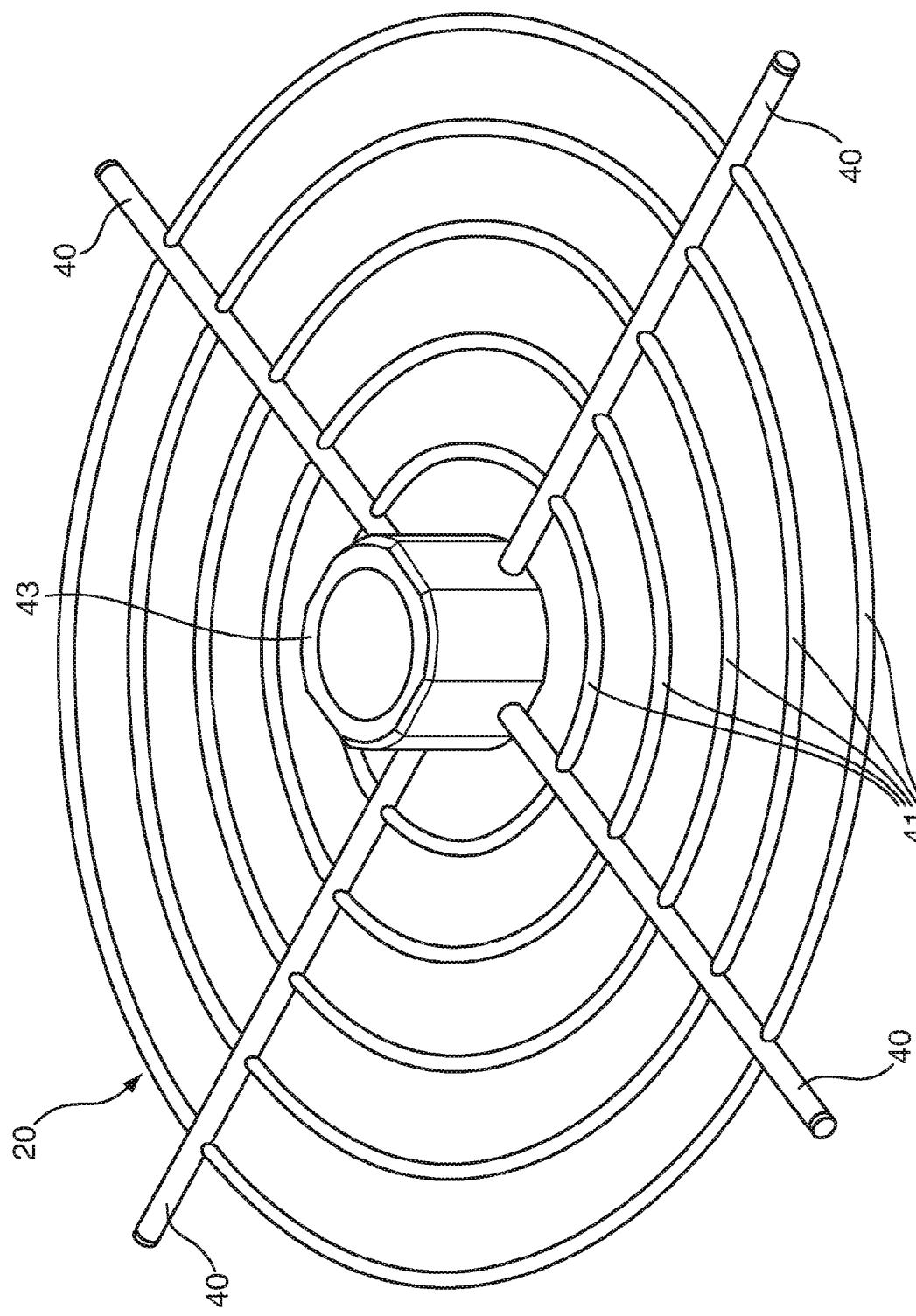
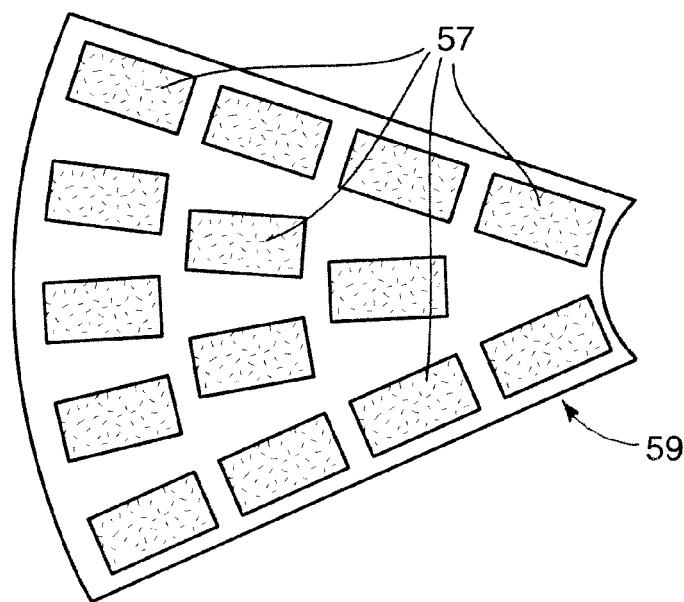
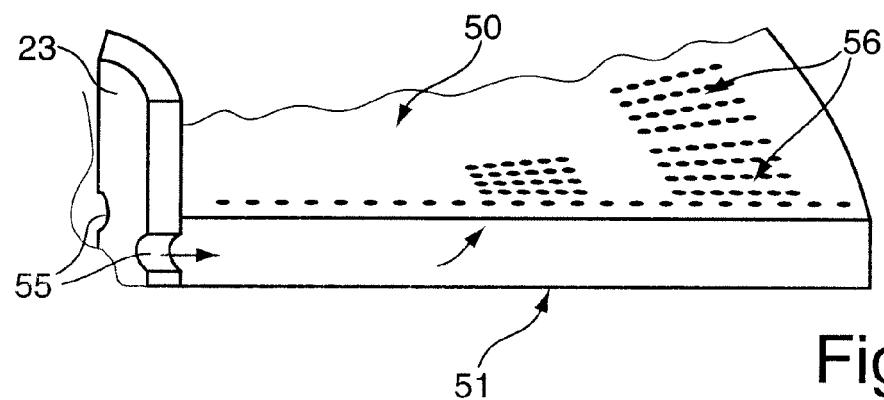
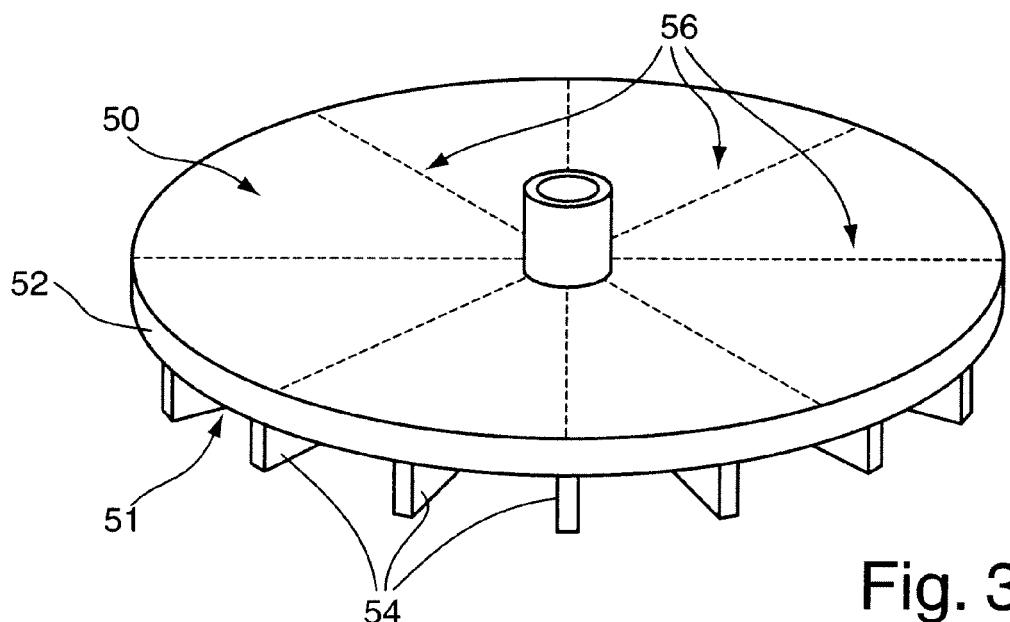


Fig.2



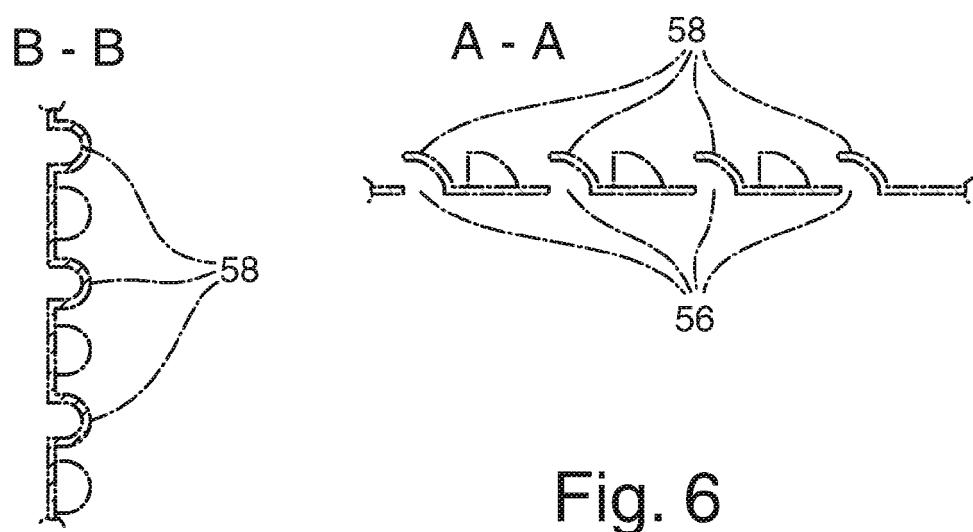
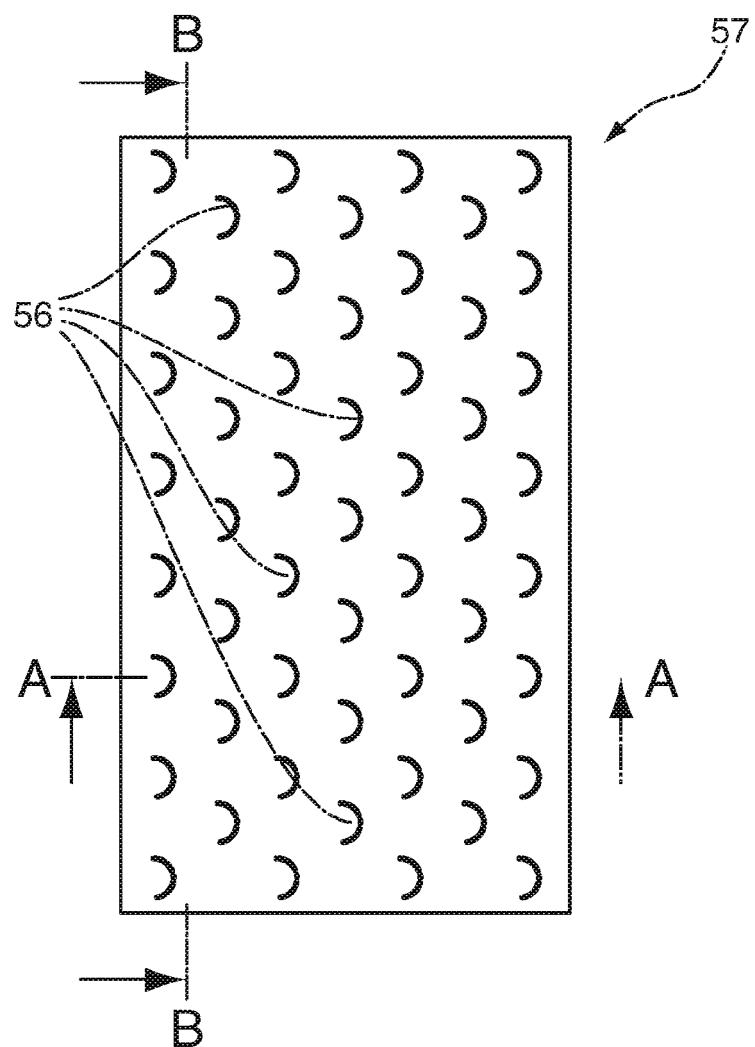


Fig. 6

**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**

- DE 2810598 A1 [0004]
- EP 0209307 B1 [0004] [0006]
- DE 102005051310 A1 [0007]
- US 6536135 B2 [0008] [0011] [0023]