

(19)



(11)

EP 2 784 393 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.2014 Patentblatt 2014/40

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01)
F23R 3/26 (2006.01)

F23R 3/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13160969.5**

(22) Anmeldetag: **26.03.2013**

(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

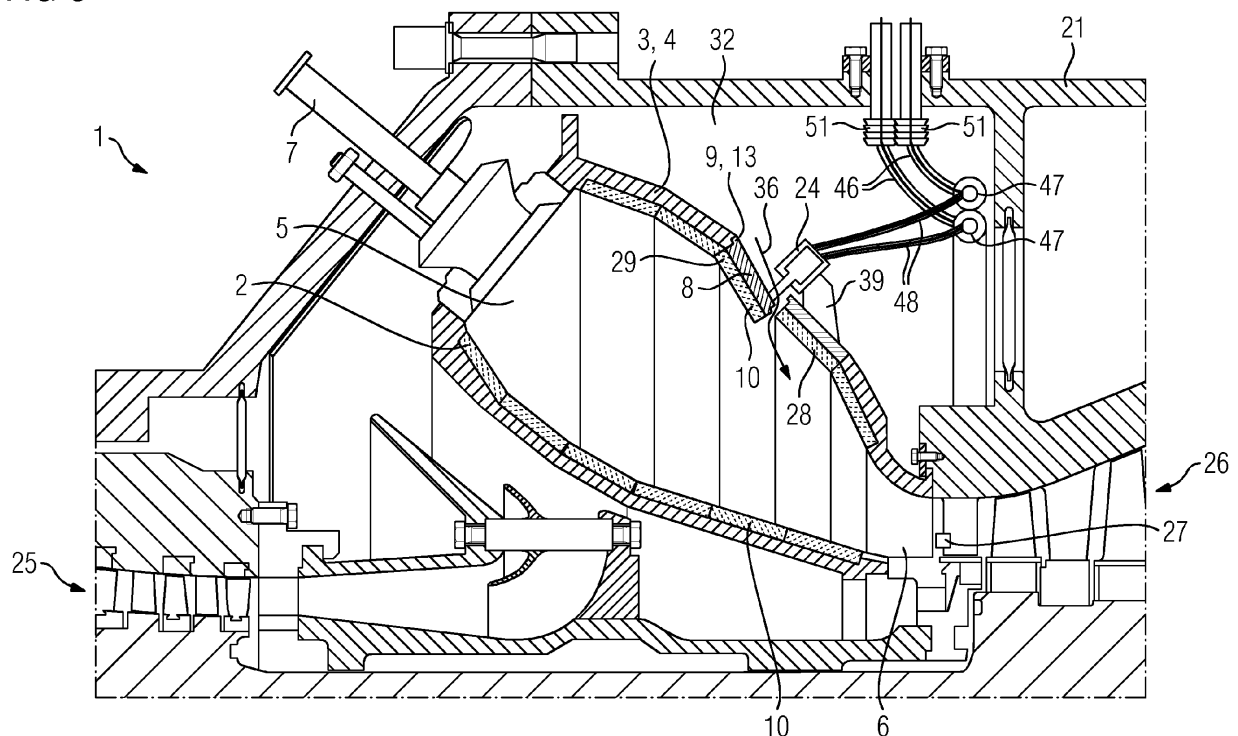
(72) Erfinder:
• **Link, Marco**
46049 Oberhausen (DE)
• **Tertilt, Marc**
45529 Hattingen (DE)
• **Wilke, Martin**
45276 Essen (DE)

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

(54) Gasturbinenbrennkammer mit Sekundärluftklappen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verbrennungssystem (1) für eine Gasturbine mit einer Brennkammer (2) umfassend eine Außenschale (3) mit einer Tragstruktur (4), mit einem verdichterseitigen (5) und einem turbinenseitigen Ende (6), und mit Brennern (7) am verdichterseitigen Ende (5), über die im Betrieb des Verbrennungssys-

tems (1) ein Brennstoff und Verbrennungsluft der Brennkammer (2) zugeführt werden, wobei Klappen (8) in der Außenschale (3) vorgesehen sind, die geeignet sind, im Teillastbetrieb der Brennkammer (2) Verdichterluft an den Brennern (7) vorbei in die Brennkammer (2) zu leiten.

FIG 8**EP 2 784 393 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbrennungssystem, das auch im Teillastbetrieb CO-Emissionskonform betrieben werden kann.

[0002] Im Teillastbereich der Gasturbine fällt die Verbrennungstemperatur in der Brennkammer ab. Dadurch fällt auch die für die CO-Emissionen relevante Primärzonen-temperatur unter einen Minimalwert. Aufgrund der hierdurch verstärkten CO-Emissionen ist der nutzbare Teillastbereich der Gasturbine begrenzt. Sofern ein gesetzliches CO-Emissionslimit vorliegt, kann in einem solchen Fall der Betreiber einer Gasturbine gezwungen sein, seine Gasturbine abzuschalten, wenn es für ihn nicht möglich ist, die Leistung seiner Gasturbine weiter zu reduzieren, ohne gleichzeitig das CO-Emissionslimit zu überschreiten.

[0003] Bisher konnte der nutzbare Teillastbereich nur durch spezielle Fahrweisen geringfügig nach unten erweitert werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, das Verbrennungssystem einer Gasturbine weiterzuentwickeln, so dass die Gasturbine auch im Teillastbereich CO-Emissionskonform betrieben werden kann.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert. Indem bei einem Verbrennungssystem mit einer Brennkammer umfassend eine Außenschale mit einer Tragstruktur, mit einem verdichterseitigen und einem turbinenseitigen Ende, und mit Brennern am verdichterseitigen Ende, über die im Betrieb des Verbrennungssystems ein Brennstoff und Verbrennungsluft der Brennkammer zugeführt werden, Klappen in der Außenschale vorgesehen sind, die geeignet sind, im Teillastbetrieb der Brennkammer Verdichterluft an den Brennern vorbei in die Brennkammer zu leiten, wird folgendes erreicht:

[0006] Zur CO-Emissions-Reduzierung im Teillastbereich der Gasturbine kann nun Luft vom Verdichterende um die Verbrennungszone herumgeleitet werden. Die Position der Öffnungsklappen sollte hierbei möglichst so gewählt werden, dass der zugeführte Luftmassenstrom nicht an der Verbrennung in der Brennkammer teilnimmt, wodurch die Verbrennungstemperatur in der Verbrennungszone der Brennkammer erhöht und die CO-Emissionen der Verbrennung verringert werden.

[0007] Vorteilhafter Weise sind die Klappen über drehbare Verbindungen mit der Tragstruktur der Außenschale verbunden, wobei die drehbaren Verbindungen in Umfangsrichtung der Brennkammer orientiert sind. Auf diese Weise lässt sich die umgeleitete Luftmenge gut dosieren und bei möglichst geringer Störung den in Richtung der Turbine strömenden Verbrennungsgasen in der Brennkammer beimischen.

[0008] Dabei ist es zweckmäßig, wenn eine Menge des im Betrieb über die Klappen umgeleiteten Massenstroms der Verdichterluft über einen Regler festgelegt wird, der

CO-Emissionen berücksichtigt, so dass ein optimaler Betriebspunkt zwischen Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gefunden wird.

[0009] Im Hinblick auf eine Überhitzung der Klappen im Betrieb des Verbrennungssystems ist es vorteilhaft, wenn die Brennkammer Hitzeschildplatten umfasst, deren Größe im Wesentlichen der Größe der Klappen entspricht und Innenseiten der Klappen mit keramischen Hitzeschildplatten versehen sind.

[0010] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Klappen im Wesentlichen gleichmäßig über einen Umfang der Brennkammer verteilt angeordnet sind. Damit wird die Ausbildung eines möglichst gleichmäßigen Temperaturprofils ermöglicht bzw. es wird das Temperaturprofil vor der Turbine möglichst wenig beeinflusst, insbesondere dann, wenn die Klappen nicht in den verdichternahen Reihen der keramischen Hitzeschildplatten angeordnet sind.

[0011] Es ist zweckmäßig, wenn bei geöffneten Klappen frei liegende Stirnseiten benachbarter Hitzeschildplatten mit einem Schutzblech versehen sind, um sie vor einem möglichen Thermoshock zu schützen und um Heißgaseinzug unter Hitzeschildsteine zu vermeiden.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein Anschlag der Klappen verdichterseitig und jeweils ein umlaufender Bund zwischen Außenseite der Klappen und Tragstruktur ermöglicht ein Öffnen der Klappen nur in Richtung des Brennkammerinnenraums.

[0013] In einer alternativen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein Anschlag der Klappen turbinenseitig und jeweils ein umlaufender Bund zwischen Innenseite der Klappen und Tragstruktur ermöglicht ein Öffnen der Klappen nur nach außen.

[0014] Durch ein Öffnen der Klappen bildet sich ein Strömungskanal über den der vom Verdichterende entnommene Luftstrom in die Brennkammer einströmt. Der Kanal ist in beiden Ausführungsformen so beschaffen, dass zwischen Hauptströmung der Brennkammer und der Sekundärluftströmung ein Winkel $<90^\circ$ gebildet wird. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Heißgas in den Spalt zwischen Klappe und angrenzenden Hitzeschildplatten einströmen kann und die Tragstruktur der Außenschale nicht thermisch überbelastet wird (z.B. durch Verzunderungen).

[0015] Es ist vorteilhaft, wenn die Klappen durch rückstellende Federn gegen den jeweiligen Bund gedrückt werden. Die Fail-Safe Position der Klappen ist die Klappe-Geschlossen-Position. Um diese zu garantieren und die Klappen geschlossen zu halten, erfolgt eine Anpressung der Klappen an den umlaufenden Bund in der Tragstruktur. Dies wird z. B. durch ein ausreichend starkes Blattfederpaket auf der Anschlagseite der Klappen oder Drehfedern mit permanenter Rückstellkraft am Kipplager der Klappen sichergestellt. Somit verbleibt der Mechanismus in der "Geschlossen-Position" und wird nicht durch den Druckunterschied zwischen Brennkammerinnenraum und äußerem Plenum ungewünscht aufgedrückt. Die Anpresskraft an die Tragstruktur durch die

Federn ist so zu wählen, dass bei jeder im Betrieb der Gasturbine auftretenden Druckdifferenz eine Mindestanpresskraft nicht unterschritten wird. Des Weiteren ist die zum Öffnen der Klappe notwendige Kraft so gewählt, dass sie über den dafür vorgesehenen Öffnungsmechanismus aufgebracht werden kann.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine mechanische Verstelleinrichtung zur Einstellung einer Öffnungsweite der Klappen vorgesehen. Diese kann vergleichsweise einfach mit einer Kurvenscheibe realisiert werden, die auf einer Welle angeordnet ist und an einer Klappe anliegt. Je nach Drehwinkel weist die Kurvenscheibe einen unterschiedlichen Radius in Richtung der Klappe auf und kann bei entsprechender Drehung die Klappe, an der sie anliegt, stufenlos aufdrücken.

[0017] Dabei ist es zweckmäßig, wenn in einem turbinenseitigen Bereich auf der Kaltgasseite der Klappen eine Anlagefläche für die mechanische Verstelleinrichtung vorgesehen ist, insbesondere, wenn im Bereich dieser Anlagefläche ein Anlage-Block, beispielsweise ein Graphit-Block oder ein Block aus einer Hartlegierung auf Kobalt-Chrom-Basis, vorgesehen ist, wodurch die Gleiteigenschaften der Oberfläche der Anlagefläche, insbesondere bei den im Verbrennungssystem im Betrieb vorliegenden Temperaturen, verbessert werden.

[0018] Es kann auch zweckmäßig sein, wenn die Anlagefläche und die Kurvenscheibe fest miteinander verbunden sind, z. B. durch einen Bolzen auf der Klappe, der in einem Langloch auf der Kurvenscheibe läuft. Somit kann sowohl eine Druck- als auch Zugkraft auf die Klappe übertragen werden.

[0019] Um die Klappen von außerhalb des die Brennkammer umgebenden Plenums sicher ansteuern zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Kurvenscheibe mit einer Gelenkwelle mit Längenausgleich durch einen Schiebeseitz verbunden ist, deren eines Ende durch ein die Außenschale der Brennkammer umgebendes Außengehäuse geführt und dort in einem Festlager gegen axiales Verschieben gesichert ist.

[0020] Damit alle Klappen zentral angesteuert werden können, ist es weiterhin vorteilhaft, wenn Hebel oder Schubstangen die Bewegung einer Klappe auf benachbarte Klappen übertragen.

[0021] In einer zur mechanischen Verstelleinrichtung alternativen und vorteilhaften Ausführungsform sind fest mit der Außenschale verbundene Aktuatoren zur Einstellung einer Öffnungsweite der Klappen vorgesehen. Diese Ausführungsform ist besonders robust und zuverlässig.

[0022] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn auf der Außenseite der Klappen Befestigungsmöglichkeiten für die Aktuatoren vorgesehen sind (z.B. T-Nut zur Aufnahme eines T-Schuhs oder eine Öse zum Anschließen des Aktuators über eine Bolzenverbindung).

[0023] Mit der vorliegenden Erfindung kann nun eine Gasturbine auch im Teillastbereich CO-emissionskonform betrieben werden. Zudem könnte das Verbren-

nungssystem nach der Erfindung auch zur Verbesserung der Verbrennungsstabilität genutzt werden, indem je nach Bedarf eher fette oder magere Mischungen eingestellt werden.

5 **[0024]** Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch und nicht maßstäblich:

10 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungssystems mit mechanischer Verstelleinrichtung,

Figur 2 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem parallel zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

15 Figur 3 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem senkrecht zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

Figur 4 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem parallel zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung,

20 Figur 5 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem senkrecht zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung,

25 Figur 6 einen Schnitt durch die Brennkammer senkrecht zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

Figur 7 einen Schnitt durch die Brennkammer senkrecht zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung,

30 Figur 8 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungssystems mit Aktuator und verdichterseitigem Anschlag,

Figur 9 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator parallel zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

35 Figur 10 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator senkrecht zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

40 Figur 11 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator parallel zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung,

45 Figur 12 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator senkrecht zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung,

50 Figur 13 ein Ausführungsbeispiel für einen Aktuator, Figur 14 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungssystems mit Aktuator und turbinenseitigem Anschlag,

55 Figur 15 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator und turbinenseitigem Anschlag parallel zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung,

Figur 16 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator und turbinen-

seitigem Anschlag senkrecht zur Brennkammerachse bei geschlossener Mischluftöffnung, Figur 17 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator und turbinenseitigem Anschlag parallel zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung, Figur 18 eine Detailansicht eines Schnittes durch das Verbrennungssystem mit Aktuator und turbinenseitigem Anschlag senkrecht zur Brennkammerachse bei geöffneter Mischluftöffnung und Figur 19 ein Ausführungsbeispiel für einen alternativen Aktuator für das Verbrennungssystem mit turbinenseitigem Anschlag der Klappe.

[0025] Die Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft ein Ausführungsbeispiel eines zwischen Verdichter 25 und Turbine 26 angeordneten erfindungsgemäßen Verbrennungssystems 1 mit einer Brennkammer 2, umfassend eine Außenschale 3 mit einer Tragstruktur 4. Die Brennkammer 2 hat ein verdichterseitiges 5 und ein turbinenseitiges Ende 6. Am verdichterseitigen Ende 5 wird im Betrieb über Brenner 7 ein Brennstoff und Luft aus dem Verdichter 25 der Brennkammer 2 zugeführt und in der Brennkammer 2 verbrannt. Die heißen Verbrennungsgase werden über das turbinenseitige Ende 6 der Brennkammer 2 in die Turbine 26 geleitet.

[0026] Im Teillastbetrieb des Verbrennungssystems 1 wird gemäß der Erfindung ein Teil 36 der Luft aus dem Verdichter 25 nicht über die Brenner 7, sondern an diesen vorbei über Klappen 8 in der Außenschale 3 in die Brennkammer 2 geleitet (Figuren 4, 5, 8, 11, 12, 14, 17 und 18).

[0027] Die Öffnungsweite der Klappen 8 wird abhängig von den auftretenden CO-Emissionen geregelt. Durch diese Maßnahme wird die Verbrennungstemperatur in der Brennkammer 2 immer so hoch gehalten, dass die für CO-Emissionen relevante Primärzonentemperatur einen Minimalwert nicht unterschreitet.

[0028] Die Menge des umgeleiteten Luftmassenstroms wird über ein in einem Regler hinterlegtes "CO-Kennfeld" und / oder die Messung der aktuellen CO-Emissionen festgelegt. Zu diesem Zweck kann am turbinenseitigen Ende 6 der Brennkammer 2 bzw. am Einlass der Turbine 26 ein CO-Emissionssensor 27 angeordnet sein.

[0029] Im Beispiel der Figur 1 werden die Klappen 8 über eine stufenlose mechanische Verstelleinrichtung 17 unterschiedlich weit geöffnet. Durch die sich ausbildende Spaltbreite ergibt sich eine variierbare durchströmte Fläche, mit der die Menge des umgeleiteten Luftmassenstroms geregelt werden kann. Die Größe der Klappen 8 orientiert sich dabei an den Abmessungen einer keramischen Hitzeschildplatte 10. Um das Temperaturprofil vor der Turbine 26 möglichst gleichmäßig abzusinken, sollten die Klappen 8 gleichmäßig um den Umfang der Brennkammer 2 verteilt angeordnet sein, beispielsweise vier bis zwölf Klappen 8 im Ober- und vier bis zwölf im Unterteil der Brennkammeraußenschale 3. Die Klappen 8 in der Figur 1 sind so ausgelegt, dass eine Öffnung in

Richtung des Brennkammerraumes erfolgt.

[0030] Die Klappen 8 sind an der Tragstruktur 4 der Brennkammeraußenschale 3 befestigt und befinden sich im Ausführungsbeispiel der Figur 1 in der vierten Steinreihe 28 (bei Anwendung der Klappen 8 in Silobrennkammern im unteren Abschnitt des Flammrohres). Im Ausführungsbeispiel wäre auch eine andere Steinreihe denkbar, beispielsweise die dritte Steinreihe 29.

[0031] Der Anschlag 13 der in Figur 2 gezeigten Klappe 8 befindet sich verdichterseitig, wobei die Klappe 8 über eine drehbare Verbindung 9, z.B. einen Bolzen, mit der Tragstruktur 4 verbunden ist. Auf der Klappenseite, die der Turbine 26 näher ist, befindet sich auf der Außenseite der Klappe 8 eine Anlagefläche 19 für die mechanische Verstelleinrichtung 17. Um bessere Gleiteigenschaften der Oberfläche der Anlagefläche 19 zu gewährleisten kann ein Gleit-Block oder Anlage-Block, z. B. ein Graphit-Block, eingesetzt werden.

[0032] Zum Öffnen der Klappe 8 liegt an der Anlagefläche 19 eine Kurvenscheibe 18 an, die auf einer Welle 30 angeordnet ist. Die Welle 30 ist durch zwei Lagerstellen 35 (eine vor der Klappenkonstruktion, eine dahinter) drehbar befestigt. Die Lagerstellen 35 sind fest mit der Brennkammer-Außenschale 4 verbunden z. B. angeschweißt. Zwischen den Lagerstellen 35 ist die mit der Welle 30 formschlüssig verbundene Kurvenscheibe 18 angeordnet.

[0033] Die Rotationsbewegung der Welle 30 wird über die Kurvenscheibe 18 in eine Translationsbewegung umgewandelt. Die Translation wird dabei durch die Kurvenscheibe 18 erreicht, indem sich durch eine Drehung um z. B. 90° ein Radius R1 gleichmäßig auf einen größeren Radius R2 erweitert (s. Figuren 3 und 5). Diese Translationsbewegung wird über die Stirnfläche 31 der Kurvenscheibe 18 und über die Anlagefläche 19 auf die Klappe 8 übertragen, die dadurch in die Brennkammer 2 gedrückt wird. Durch eine Verstellung zwischen 0 und 90° kann somit die Klappe 8 unterschiedlich weit geöffnet werden.

[0034] Was Figur 2 nicht zeigt, ist, dass die Anlagefläche 19 und die Kurvenscheibe 18 auch fest miteinander verbunden werden können, z. B. durch einen Bolzen auf der Klappe 8, der in einem Langloch auf der Kurvenscheibe 18 läuft. Somit kann sowohl eine Druck- als auch Zugkraft auf die Klappe 8 übertragen werden.

[0035] Aus den Figuren 2 bis 5 ist ersichtlich, dass die Tragstruktur 4 und die Klappe 8 auf der Außenseite der Klappe 8 über einen umlaufenden Bund 14 anliegen. Ein Öffnen der Klappe 8 ist durch diesen umlaufenden Bund 14 nur in Richtung Brennkammerinnenraum möglich. Das Öffnen der Klappe 8 wird erreicht, indem der in Strömungsrichtung hintere Teil der Klappe durch die Mechanik in Richtung Brennkammerinnenraum gedrückt wird. Siehe hierzu die Figuren 4 und 5.

[0036] Durch die Fixierung der Klappe 8 auf der Verdichterseite kommt es zur Ausbildung eines umlaufenden Spaltes zwischen Klappe 8 und angrenzender Tragstruktur 4, durch die Sekundärluft in die Brennkam-

mer 2 strömen kann. Der Spalt ist dabei an den Seiten der Klappe 8 keilförmig, an der stromab hinteren Kante rechteckig. Durch ein Öffnen des Mechanismus werden die Stirnseiten 11 angrenzender Hitzeschildplatten 10 freigelegt. Die Flächen der Stirnseiten 11 werden durch ein umlaufendes Schutzblech 12 vor einem möglichen Thermoshock oder Heißgaseinzug und Verzunderungen sowohl im geschlossenen wie im geöffneten Zustand der Klappen 8 geschützt. Die Innenseite der Klappe 8 wird mit einem für die Abmessungen der Konstruktion entsprechenden keramischen Hitzeschild 10 vor Überhitzung geschützt. Die Befestigung des Hitzeschildes 10 auf der Klappe 8 erfolgt z. B. durch eine Schraubverbindung.

[0037] Die Fail-Safe-Position der Klappe 8, also die Position, bei der es im Fall eines Fehlers zu möglichst geringem Schaden kommt, ist die Klappe-Geschlossen-Position. Um diese zu garantieren und die Klappe 8 geschlossen zu halten, erfolgt eine Anpressung der Klappe 8 an den umlaufenden Bund 14 in der Tragstruktur 4. Dies wird z. B. durch ein ausreichend starkes Blattfederpaket 16 auf der Anschlagseite der Klappe 8 oder Drehfedern mit permanenter Rückstellkraft am Kipplager der Klappe 8 sichergestellt (s. Figuren 2 und 4). Somit verbleibt der Mechanismus in der "Geschlossen-Position" und wird nicht durch den Druckunterschied zwischen Ringbrennkammerinnenraum und äußerem Plenum 32 ungewünscht aufgedrückt. Die Anpresskraft an die Tragstruktur 4 durch die Federn 16 ist so zu wählen, dass bei jeder im Betrieb der Gasturbine auftretenden Druckdifferenz eine Mindestanpresskraft nicht unterschritten wird. Des Weiteren ist die zum Öffnen der Klappe 8 notwendige Kraft so gewählt, dass sie über die mechanische Verstelleinrichtung 17 aufgebracht werden kann.

[0038] Wie in Figur 1 gezeigt, erfolgt die Drehmomentübertragung durch eine Gelenkwelle 20 mit Längenausgleich durch einen Schiebesitz 33 zur Kompensation der wärmeausdehnungsbedingten Relativbewegung der Brennkammer 2 gegenüber dem Außengehäuse 21. Ein Ende der Gelenkwelle 20 wird durch das Außengehäuse 21 der Maschine nach außen geführt.

[0039] Außerhalb der Maschine ist die Welle 20 in einem Festlager 22 gegen axiales Verschieben gesichert. Zusätzlich zur Lagerung ist die Wellendurchführung abgedichtet. Eine Drehbewegung der Welle 20 um z.B. 90° ist möglich. Zur Einbringung des Drehmoments ist eine entsprechende Vorrichtung an dem äußeren Wellenende vorgesehen, z. B. ein Hebel 34 zum Drehen oder eine Welle-Nabe-Verbindung zum Anschließen eines Aktuators.

[0040] Ein außerhalb der Maschine eingeleitetes Drehmoment wird somit über die Gelenkwelle 20 auf die Kurvenscheibe 18 übertragen, die sich dadurch dreht.

[0041] Über jeder um den Umfang verteilten Klappe 8 befindet sich eine mechanische Verstelleinrichtung 17. Jedoch wird nur eine Welle 30 verlängert und mit der Gelenkwelle 20 aus dem Gehäuse 21 herausgeführt. Alle anderen mechanischen Verstelleinrichtungen 17 werden

durch eine Übertragung der Bewegung über Hebel und Schubstangen 23 verstellt, wie sie in den Figuren 6 und 7 gezeigt sind. Es existieren somit ein Primärmechanismus und mehrere Sekundärmechanismen, auf welche die Drehbewegung der Welle 30 des Primärmechanismus übertragen wird. Die Figur 6 zeigt die Klappen 8, in geschlossenem Zustand und die Figur 7 zeigt die Klappen 8 in geöffnetem Zustand.

[0042] Somit wird eine Klappe 8 durch die beschriebene Gelenkwelle 20 von außerhalb der Maschine betätigt und die Kippbewegung dieser einer Klappe 8 wird über die Schubstangenverbindungen 23 auf alle anderen Klappen 8 übertragen.

[0043] Figur 8 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, bei der auf der Außenseite der Klappe 8 im der Turbine 26 näher gelegenen Bereich eine Befestigungsmöglichkeit für einen Aktuator 24 vorgesehen ist, z. B. eine T-Nut 37 zur Aufnahme eines T-Schuhs 38 (Figur 10) oder eine Öse zum Anschließen des Aktuators 24 über eine passende Bolzenverbindung.

[0044] Wie auch beim der ersten Ausführungsform mit der mechanischen Verstelleinrichtung 17 liegen Tragstruktur 4 und Klappe 8 auf der Außenseite der Klappe 8 über einen umlaufenden Bund 14 an. Ein Öffnen der Klappe 8 ist durch diese umlaufende Anlagefläche nur in Richtung Brennkammerinnenraum möglich.

[0045] Das Öffnen der Klappe 8 wird erreicht, indem der Aktuator 24 ausfährt und somit den der Turbine 26 nächsten Teil der Klappe 8 in Richtung Brennkammerinnenraum drückt. Dies ist in den Figuren 9 bis 12 gezeigt. Durch die Fixierung der Klappe 8 auf der verdichterzugewandten Seite kommt es auch hier zur Ausbildung eines umlaufenden Spaltes zwischen Klappe 8 und angrenzender Tragstruktur 4, durch die Sekundärluft, also umgeleitete Verdichterluft 36 in die Brennkammer 2 strömen kann. Der Spalt ist dabei an den Seiten der Klappe 8 keilförmig, an der stromab hinteren Kante rechteckig.

[0046] Bezüglich des thermischen Schutzes der Stirnseiten benachbarter Hitzeschildplatten 10 mittels Schutzblechen 12, sowie der Befestigung der Hitzeschildplatten 10 und auch im Hinblick auf Fail-Safe-Positionen der Klappen 8 gelten die selben Überlegungen wie im Fall der mechanischen Verstelleinrichtung 17.

[0047] Die Aktuatoren 24 sind über entsprechende Vorrichtungen 39 fest mit der Außenschale 3 der Ringbrennkammer 2 verbunden. Durch im Betrieb der Gasturbine auftretende Wärmedehnung und die damit verbundene Relativbewegung der Außenschale 3 zum Außengehäuse 21 verbleibt der Aktuator 24 in der definierten Position über dem Klappenmechanismus.

[0048] Die als Antriebe verwendeten Aktuatoren 24, z. B. wassergekühlte bzw. luftgekühlte wasserhydraulisch, ölhydraulisch oder pneumatisch betätigte Zylinder mit Federrückstellung 45 (Fail-Safe-Position: Zylinder eingefahren, Klappe verschlossen) sind so fest über der Brennkammeraußenschale platziert, dass durch ein Ausfahren des Kolbens der turbinenseitige Bereich der Klappe nach innen gedrückt wird und die Klappe 8 sich

somit öffnet.

[0049] Figur 13 zeigt einen Aktuator 24 in stark vereinfachter Darstellung. Der Antrieb ist luft- oder wasserdicht eingekapselt 40 und wird durch ein kontinuierlich strömendes Medium 41, z.B. Luft oder Wasser, vor Überhitzung geschützt. Der Kolben 42 des Zylinders besteht aus einem wenig temperaturleitfähigen Material und ist so dimensioniert, dass der Teil des Kolbens, der beim Ausfahren hohen Temperaturen ausgesetzt ist, beim Wiedereinfahren nicht mit dem Innenraum des Zylinders in Kontakt kommt, sondern vor dem eigentlichen Zylindergehäuse in der gekühlten Kapselung 40 herabgekühlt wird.

[0050] Die Anschlüsse oder Leitungen für Zu- 43 und Abfluss 44 an den Zylindern sind ebenfalls aktiv gekühlt, z. B. durch doppelwandig ausgeführte Leitungen, die im äußeren Leitungskanal von einem kontinuierlich strömenden Medium-Kreislauf durchströmt werden.

[0051] Die Versorgung der Aktuatoren 24 mit dem Arbeitsmedium erfolgt über eine oder mehrere Rohrleitungen 46 durch das Außengehäuse 21. Im Ausführungsbeispiel der Figur 8 werden die Leitungen 46 an den Durchführungspositionen am Außengehäuse 21 über Flanschverbindungen befestigt.

[0052] Die Rohrleitungen bilden im Inneren der Gasturbine eine oder mehrere Ringleitungen 47, die fest mit dem Gehäuse verbunden sind. Zur Wärmedehnungskompensation sind Kompensatoren 51 in den Leitungen 46 vorgesehen. Die Ringleitungen 47 sind mindestens zweiteilig mit Teilung im Bereich der Gehäusesteifuge ausgeführt und durch lösbare Verbindungen (z. B. Schraubverbindung mit Überwurfschrauben) montiert. Somit wird eine vergleichsweise einfache Montage der Ringleitung 47 ermöglicht. Im montierten Zustand kann durch Lösen der Verbindung im Teilfugenbereich das Gehäuseoberteil z.B. zu Inspektionszwecken abgehoben werden, ohne dass eine vollständige Demontage der Ringleitungen 47 erfolgen muss. Die Leitungen 48 zu den Aktuatoren 24 werden durch einzelne Abgänge von der Ringleitung 47 gebildet. Die Leitungen 48, z.B. flexible temperaturbeständige Schläuche oder starre Rohrleitungen mit Wärmedehnungskompensatoren, sind über lösbare Verbindungen mit den Aktuatoren 24 und der Ringleitung 47 verbunden. Zu Inspektions- oder Wartungszwecken ist so eine Demontage der Leitungen 48 möglich.

[0053] Die Ansteuerung der Kolben 42 erfolgt idealerweise stufenlos und einzeln für jeden Kolben 42, kann aber auch über eine reine Endlagensteuerung (Klappe zu/auf) und eine Bündelung der Kolben mittels Ringleitung vereinfacht werden.

[0054] Figur 14 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die der Turbine 26 nähere Seite der Klappe 8 über eine drehbare Verbindung 9, z.B. einen Bolzen, mit der Tragstruktur 4 verbunden ist. Auf der Klappenseite, die dem Verdichter 25 näher ist, befindet sich auf der Außenseite der Klappe 8 eine Befestigungsmöglichkeit für den Aktuator 24.

[0055] Klappe 8 und Tragstruktur 4 liegen auf der Innenseite der Klappe 8 über einen umlaufenden Bund 14 an. Ein Öffnen der Klappe 8 ist durch diese umlaufende Anlagefläche nur nach außen hin möglich. Das Öffnen der Klappe 8 wird erreicht, indem der Aktuator 24 einfährt und somit der dem Verdichter 25 näher liegende Teil der Klappe 8 von der Außenschale 3 abgehoben wird. Durch die Fixierung der Klappe 8 auf der Turbinenseite kommt es zur Drehbewegung der Klappe 8 um den Fixpunkt und zur Ausbildung eines umlaufenden Spaltes zwischen Klappe 8 und Tragstruktur 4, durch den Sekundärluft 36 in die Brennkammer 2 strömen kann.

[0056] Die Fail-Safe-Position der Klappe 8 ist die Klappe-Geschlossen-Position. Diese wird durch den zwischen äußerem Plenum 32 und Ringbrennkammerinnenraum vorhandenem Druckunterschied sichergestellt. Um eine definierte Anpressung zu gewährleisten, kann die Klappe 8 zusätzlich durch Federn 16, z.B. Drehfedern auf der Anschlagseite, an den umlaufenden Bund 14 in der Tragstruktur 4 angepresst werden.

[0057] In Analogie zu den Figuren 2 bis 5 bzw. 9 bis 12 zeigen die Figuren 15 bis 18 in verschiedenen Ansichten sowohl die geschlossene als auch die geöffnete Klappe 8 des Ausführungsbeispiels der Klappe 8 mit Aktuator 24 und turbinenseitigem Anschlag 15.

[0058] Figur 19 zeigt eine Ausführungsform eines Aktuators 24 für eine Klappe 8 mit turbinenseitigem Anschlag 15. Dieser Aktuator 24 ist dem in der Figur 13 gezeigten ähnlich. Die Fail-Safe-Position ist hier jedoch bei ausgefahrenem Zylinder erreicht, was durch eine Federvorspannung 49 sichergestellt wird. Weiterhin kann ein Anschlag 50 für eine definierte Endlage vorgesehen sein. Die Klappe 8 öffnet sich durch Einfahren des Kolbens 42.

Patentansprüche

1. Verbrennungssystem (1) mit einer Brennkammer (2) umfassend eine Außenschale (3) mit einer Tragstruktur (4), mit einem verdichterseitigen (5) und einem turbinenseitigen Ende (6), und mit Brennern (7) am verdichterseitigen Ende (5), über die im Betrieb des Verbrennungssystems (1) ein Brennstoff und Verbrennungsluft der Brennkammer (2) zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** Klappen (8) in der Außenschale (3) vorgesehen sind, die geeignet sind, im Teillastbetrieb der Brennkammer (2) Verdichterluft an den Brennern (7) vorbei in die Brennkammer (2) zu leiten.
2. Verbrennungssystem (1) nach Anspruch 1, wobei die Klappen (8) über drehbare Verbindungen (9) mit der Tragstruktur (4) der Außenschale (3) verbunden sind und die drehbaren Verbindungen (9) in Umfangsrichtung der Brennkammer (2) orientiert sind.
3. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche

- 1 oder 2, wobei eine Menge des im Betrieb über die Klappen (8) umgeleiteten Massenstroms der Verdichterluft über einen Regler festgelegt wird, der CO-Emissionen berücksichtigt.
4. Verbrennungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Brennkammer (2) Hitzeschildplatten (10) umfasst, deren Größe im Wesentlichen der Größe der Klappen (8) entspricht und Innenseiten der Klappen (8) mit keramischen Hitzeschildplatten (10) zum Schutz vor Überhitzung versehen sind.
5. Verbrennungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Klappen (8) im Wesentlichen gleichmäßig über einen Umfang der Brennkammer (2) verteilt angeordnet sind.
6. Verbrennungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei geöffneten Klappen (8) freiliegende Stirnseiten (11) benachbarter Hitzeschildplatten (10) mit einem Schutzblech (12) versehen sind.
7. Verbrennungssystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Anschlag (13) der Klappen (8) verdichterseitig ist und jeweils ein umlaufender Bund (14) zwischen Außenseite der Klappen (8) und Tragstruktur (4) ein Öffnen der Klappen (8) nur in Richtung des Brennkammerinnenraums ermöglicht.
8. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Anschlag (15) der Klappen (8) turbinenseitig ist und jeweils ein umlaufender Bund (14) zwischen Innenseite der Klappen (8) und Tragstruktur (4) ein Öffnen der Klappen (8) nur nach außen ermöglicht.
9. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die Klappen (8) durch rückstellende Federn (16) gegen den jeweiligen Bund (14) gedrückt werden.
10. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine mechanische Verstelleinrichtung (17) zur Einstellung einer Öffnungsweite der Klappen (8) vorgesehen ist.
11. Verbrennungssystem (1) nach Anspruch 10, wobei die mechanische Verstelleinrichtung (17) eine Kurvenscheibe (18) umfasst.
12. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei in einem turbinenseitigen Bereich auf der Kaltgasseite der Klappen (8) eine Anlagefläche (19) für die mechanische Verstelleinrichtung (17) vorgesehen ist.
13. Verbrennungssystem (1) nach Anspruch 12, wobei im Bereich der Anlagefläche (19) ein Anlage-Block zur Verbesserung der Gleiteigenschaften vorgesehen ist.
14. Verbrennungssystem (1) nach den Ansprüchen 11 und 12, wobei die Anlagefläche (19) und die Kurvenscheibe (18) fest miteinander verbunden sind.
15. Verbrennungssystem (1) nach Anspruch 11, wobei die Kurvenscheibe (18) mit einer Gelenkwelle (20) mit Längenausgleich durch einen Schiebesitz verbunden ist, deren eines Ende durch ein die Außenschale (3) der Brennkammer (2) umgebendes Außengehäuse (21) geführt und dort in einem Festlager (22) gegen axiales Verschieben gesichert ist.
16. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei Hebel oder Schubstangen (23) die Bewegung einer Klappe (8) auf benachbarte Klappen (8) übertragen.
17. Verbrennungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei fest mit der Außenschale (3) verbundene Aktuatoren (24) zur Einstellung einer Öffnungsweite der Klappen (8) vorgesehen sind.
18. Verbrennungssystem (1) nach Anspruch 17, wobei auf der Außenseite der Klappen (8) Befestigungsmöglichkeiten für die Aktuatoren (24) vorgesehen sind.

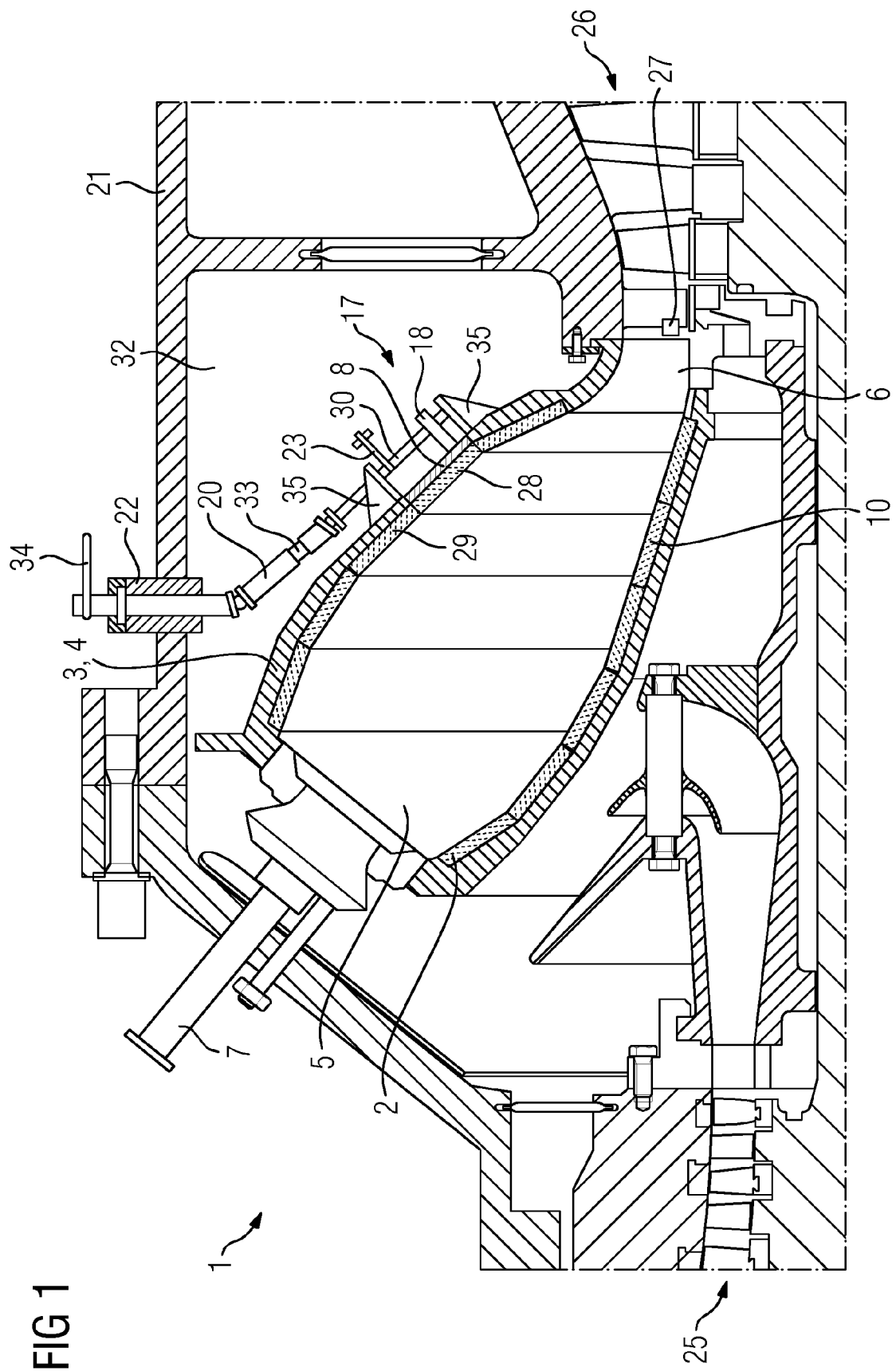


FIG 2

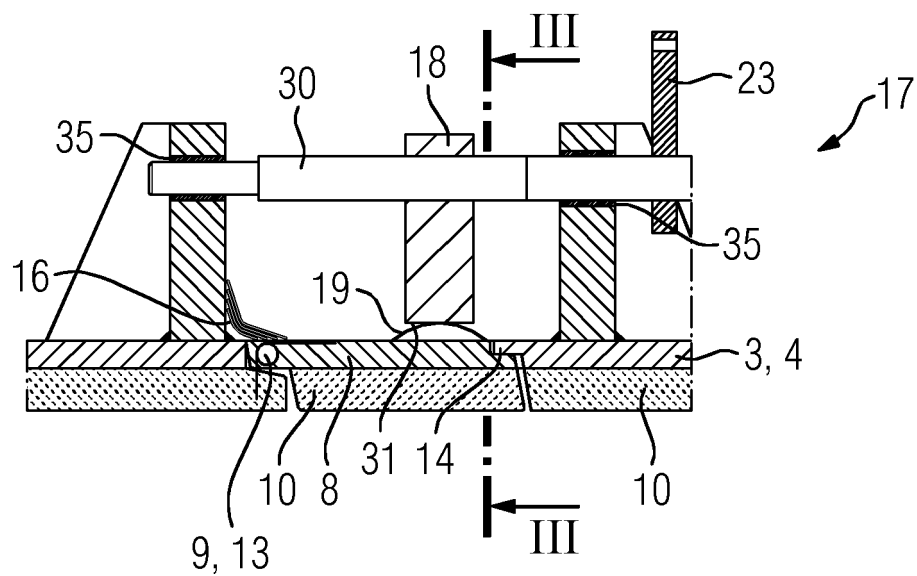


FIG 3

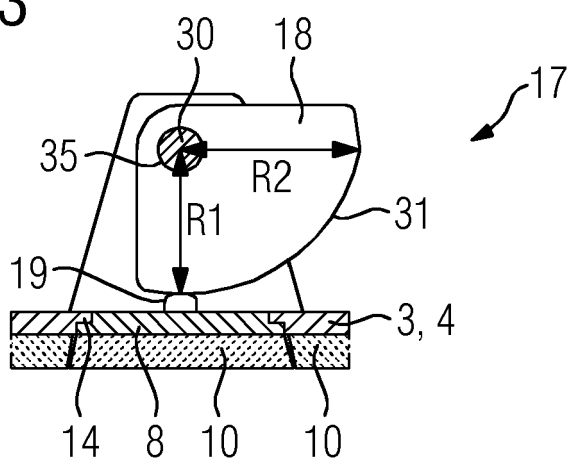


FIG 4

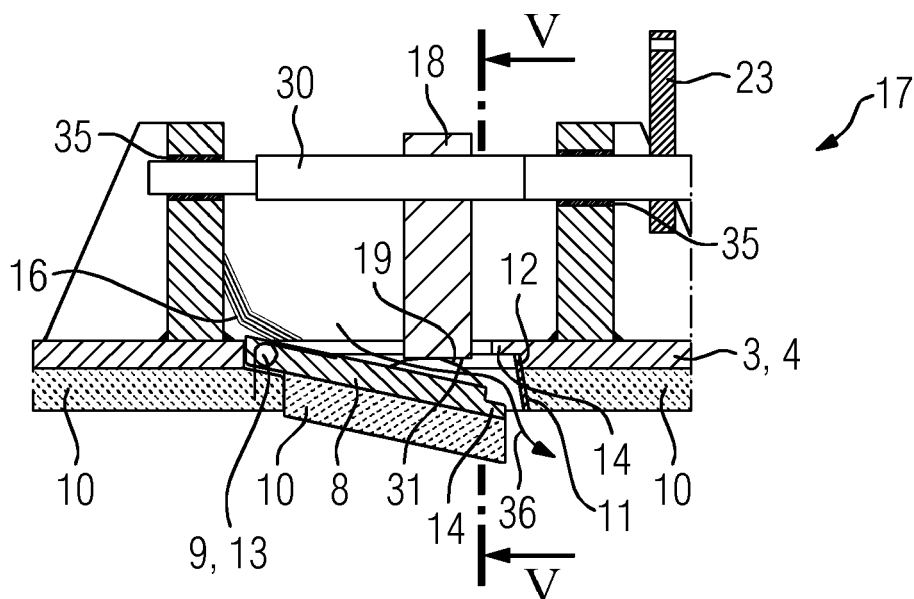


FIG 5

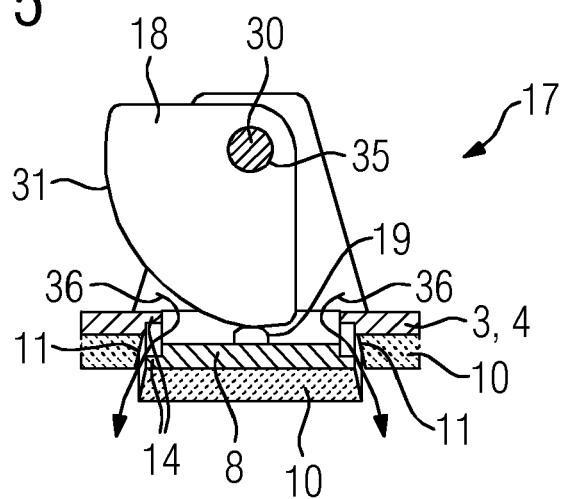


FIG 6

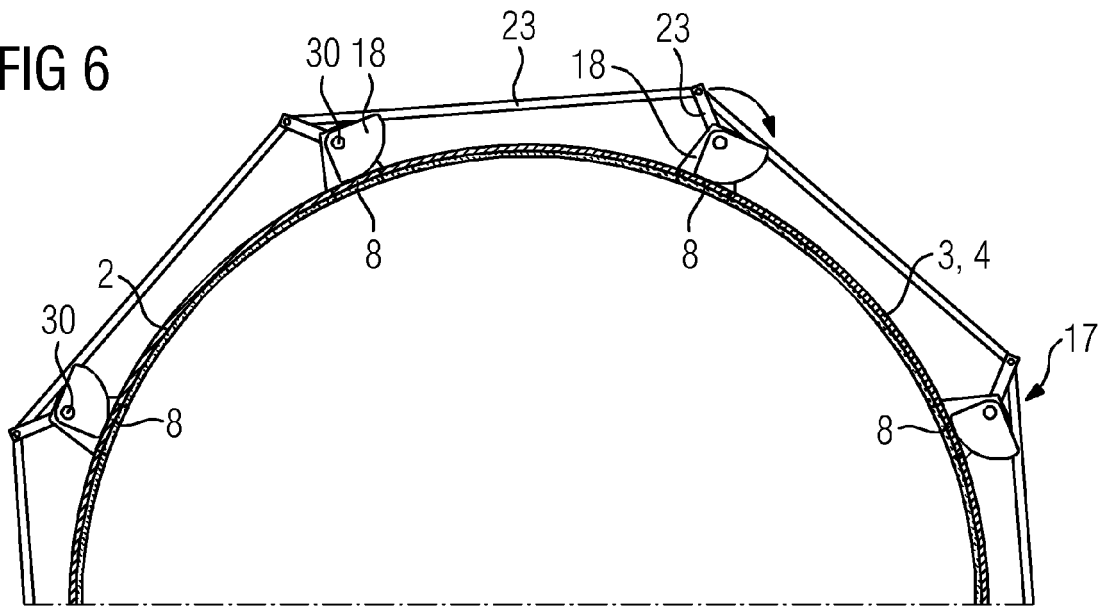


FIG 7

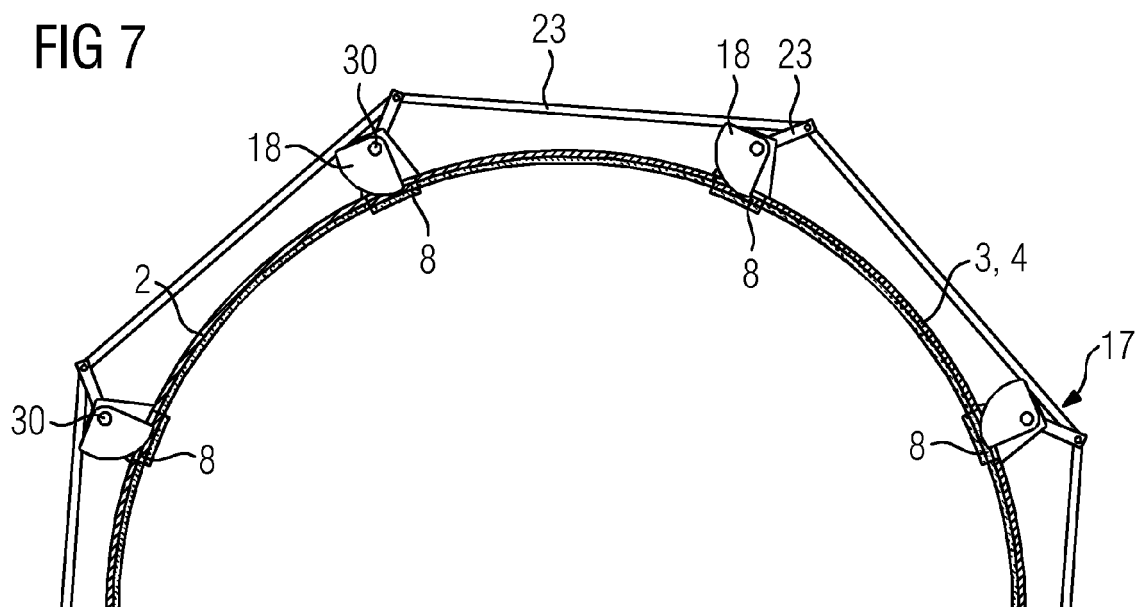


FIG 8

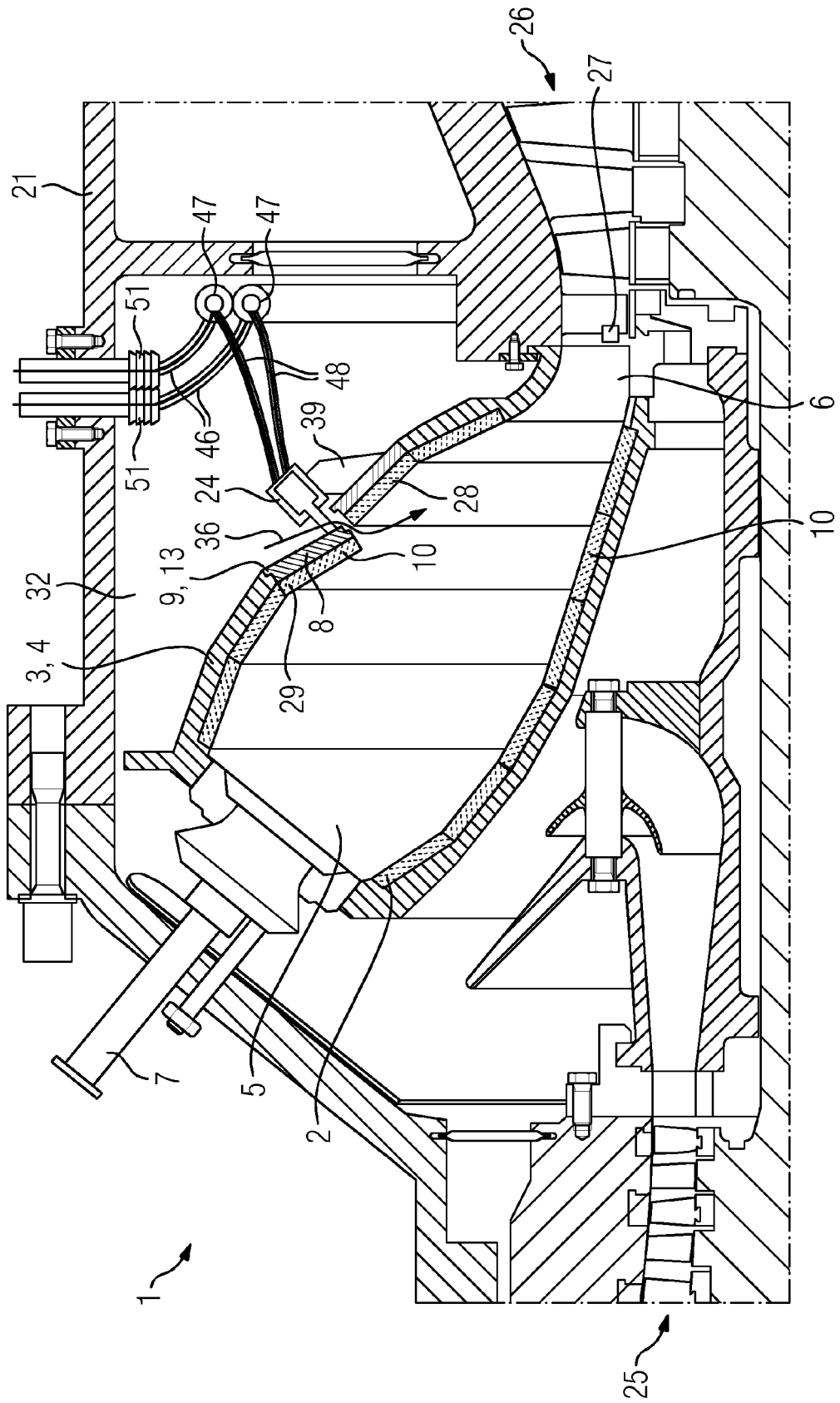


FIG 9

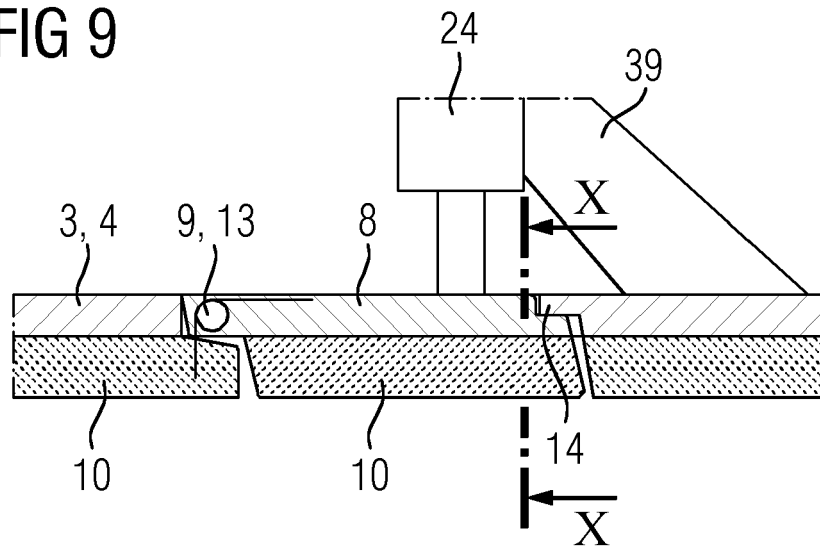


FIG 10

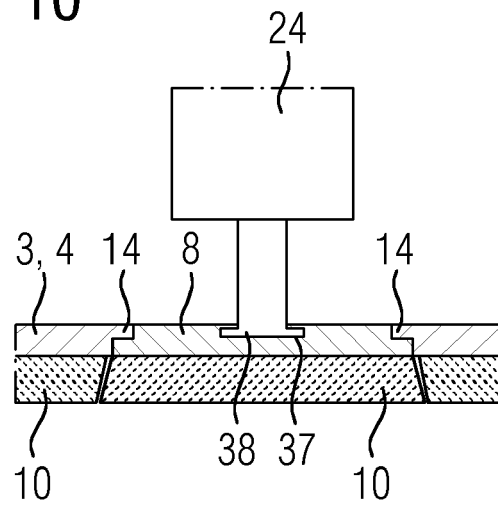


FIG 11

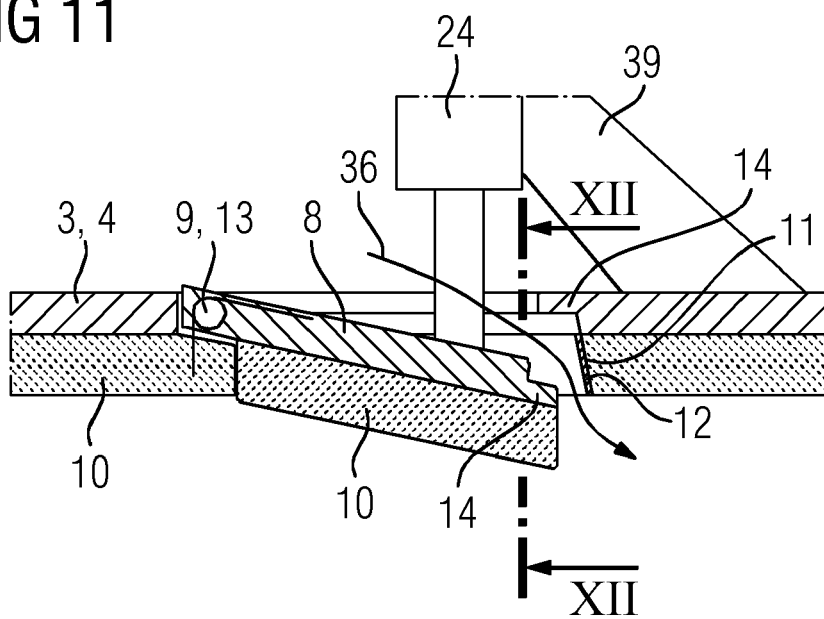


FIG 12

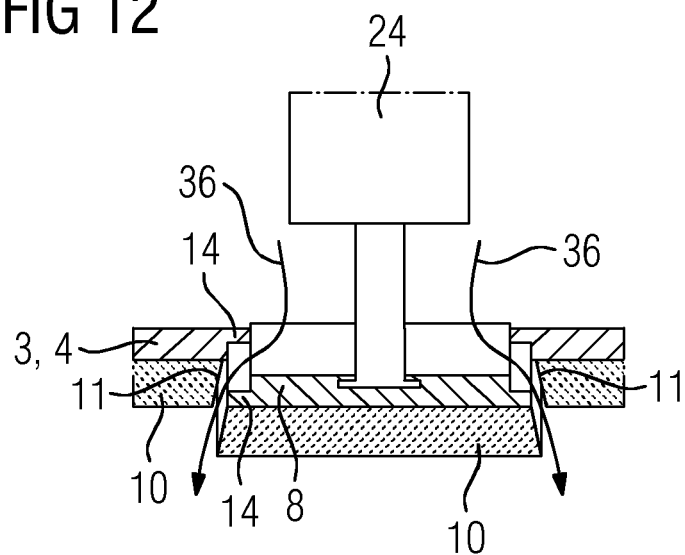


FIG 13

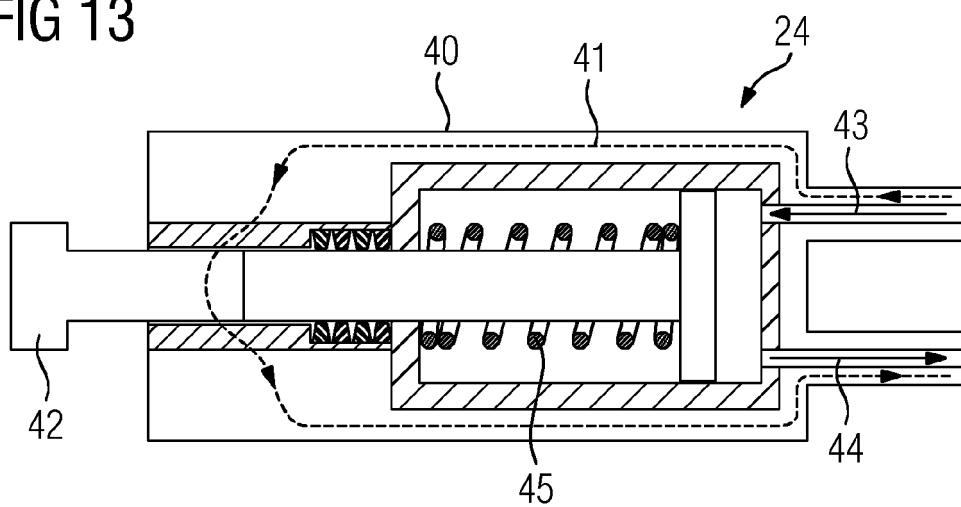


FIG 14

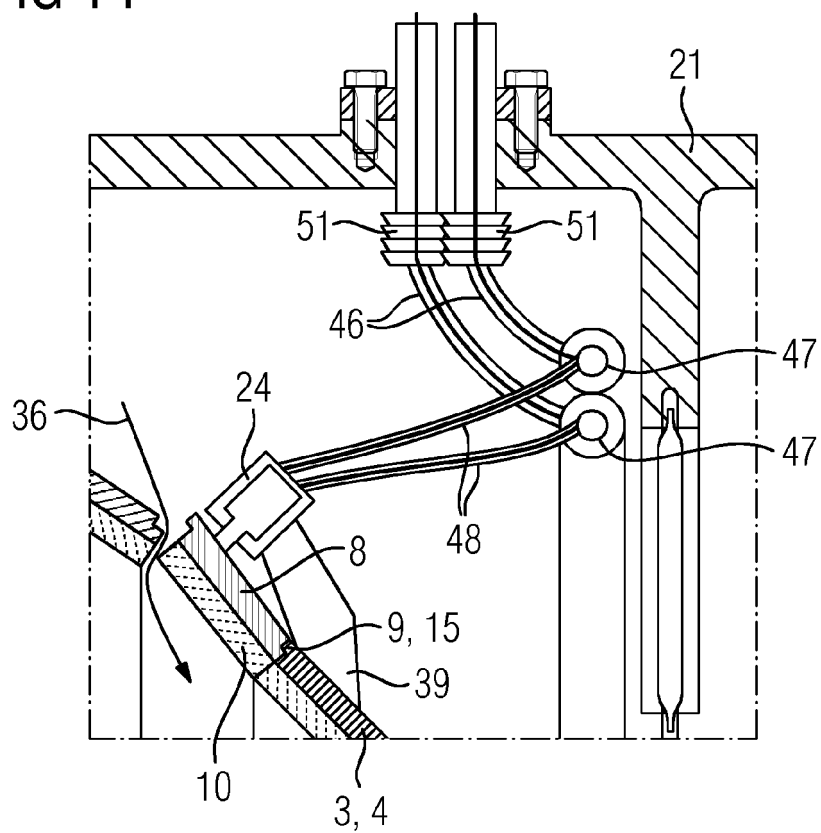


FIG 15

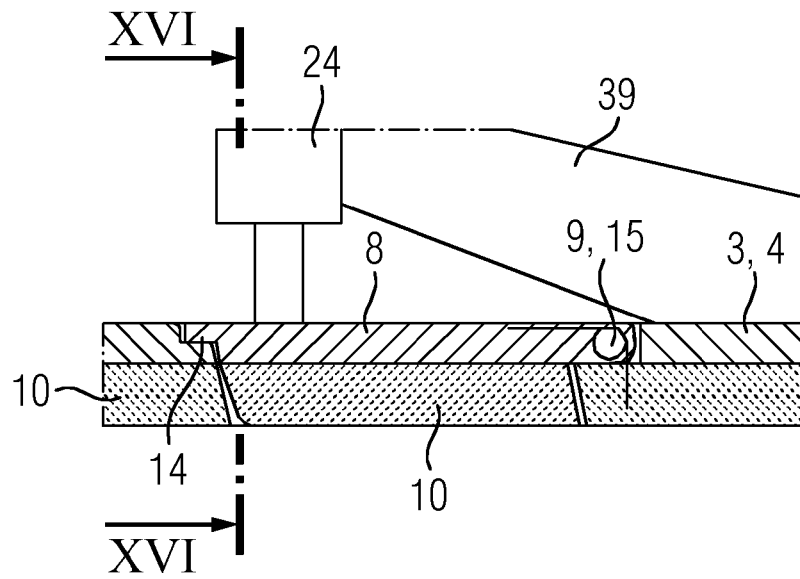


FIG 16

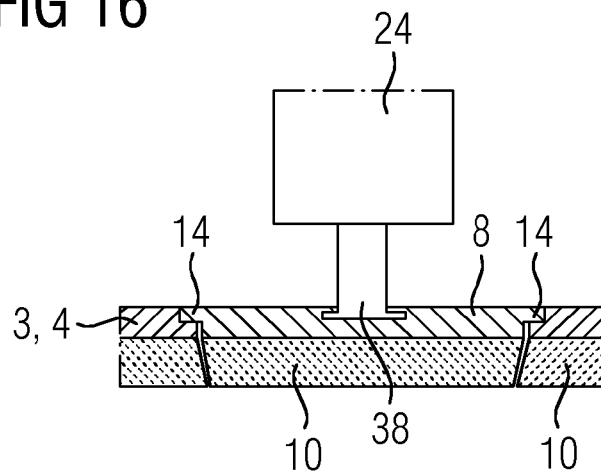


FIG 17

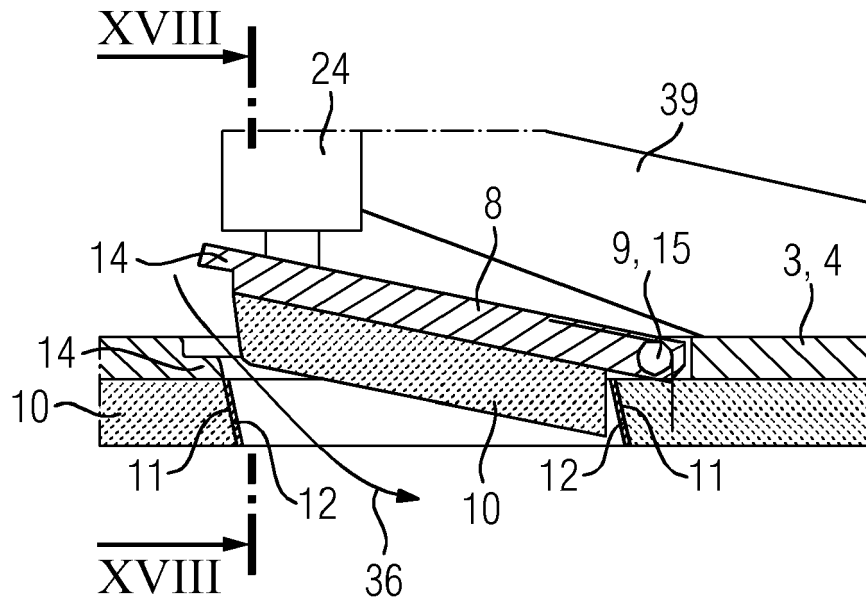


FIG 18

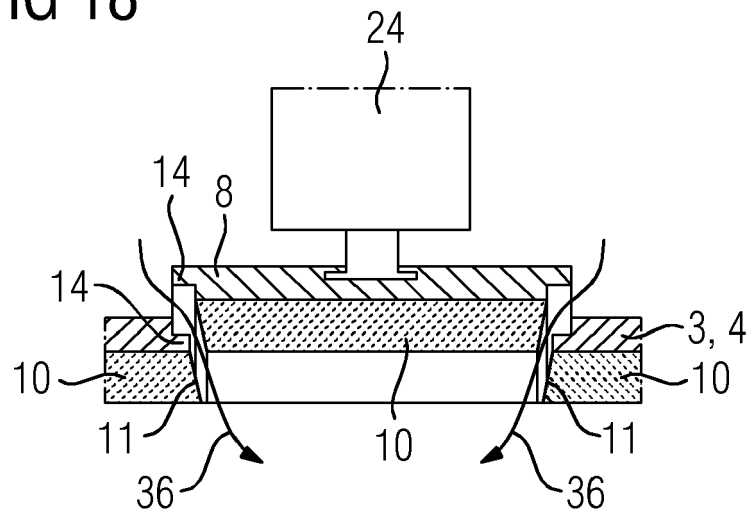
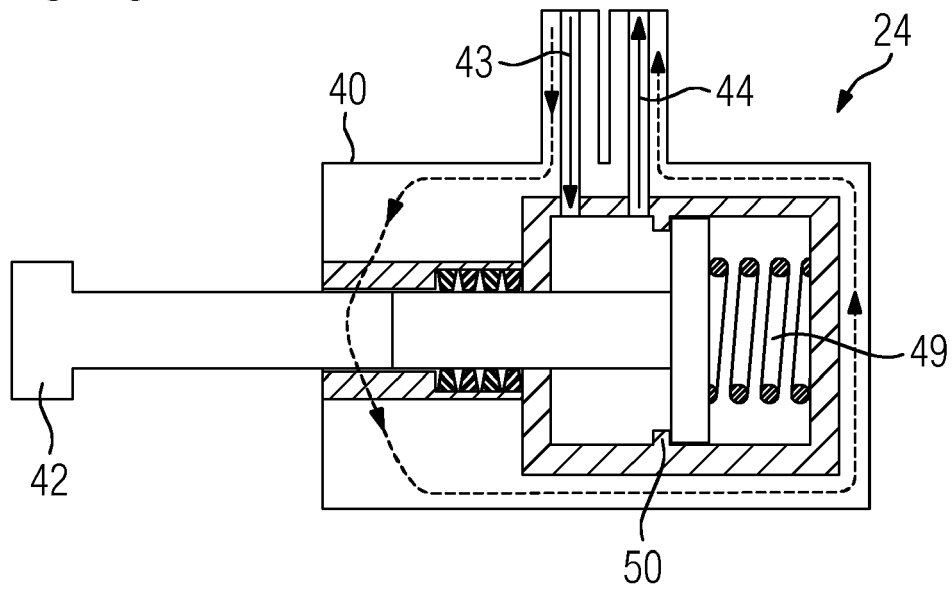


FIG 19





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 16 0969

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 684 572 A (MARSKELL WALTER G ET AL) 27. Juli 1954 (1954-07-27)	1,2,4,5, 10,12, 16-18	INV. F23R3/00 F23R3/06 F23R3/26
Y	* das ganze Dokument *	3	

X	US 3 731 484 A (JACKSON S ET AL) 8. Mai 1973 (1973-05-08) * das ganze Dokument *	1,2,5, 10,16,17	

Y	JP S58 55622 A (HITACHI LTD) 2. April 1983 (1983-04-02)	3	
A	* Zusammenfassung *	1,5,10, 17,18	

A	EP 1 363 077 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 19. November 2003 (2003-11-19) * das ganze Dokument *	1,5,10	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		17. Juli 2013	Vogl, Paul
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
 EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 13 16 0969

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

17-07-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2684572 A	27-07-1954	FR 1034669 A	29-07-1953
		GB 700004 A	25-11-1953
		US 2684572 A	27-07-1954
US 3731484 A	08-05-1973	KEINE	
JP S5855622 A	02-04-1983	KEINE	
EP 1363077 A2	19-11-2003	DE 60320344 T2	07-05-2009
		EP 1363077 A2	19-11-2003
		JP 2003329244 A	19-11-2003
		US 2004020209 A1	05-02-2004

EPO FORM P0461

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