



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.08.2007 Patentblatt 2007/32**

(51) Int Cl.:  
**F23R 3/50 (2006.01) F23R 3/60 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07100491.5**

(22) Anmeldetag: **12.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
 • **Trbojevic, Bogdan**  
**47000 Karlovac (HR)**  
 • **Furdek, Stevica**  
**47250 Duga Resa (HR)**  
 • **Benz, Urs**  
**5073 Gipf-Oberfrick (CH)**  
 • **Olsson, Anna Maria**  
**25286 Helsingborg (SE)**  
 • **Carrea, Elisabetta**  
**8044 Zürich (CH)**

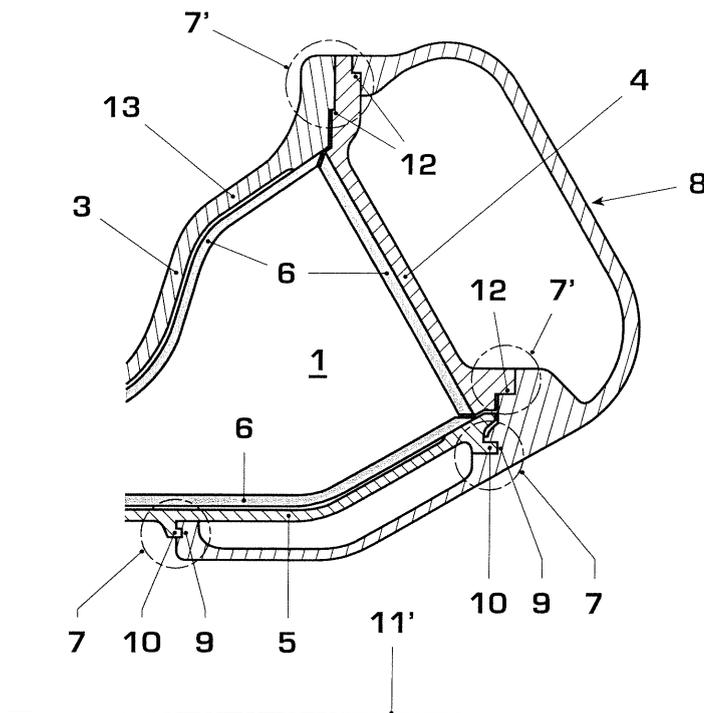
(30) Priorität: **02.02.2006 DE 102006004785**

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

(54) **Strömungsmaschine**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine (2) mit einer Brennkammer (1), insbesondere eine Gasturbine, mit einem Gehäuse (8), welches zumindest im Bereich der Brennkammer (1) eine verschließbare Wartungsöffnung aufweist, die in geöffnetem Zustand einen Zugang zu einem Außenträger (3), einem Innenträger (5) und einer Frontplatte (4) freigibt, die zusammen die Brennkammer (1) begrenzen. Um die Wartung der Strömungsmaschine (2) zu vereinfachen

und dadurch evtl. Stillstandszeiten und Wartungskosten zu reduzieren, sind der Außenträger (3), der Innenträger (5) und die Frontplatte (4) als ringförmige, jeweils eine untere Halbschale (14) und eine damit verbindbare obere Halbschale (15) aufweisende Schalelemente (13) ausgebildet. In montiertem Zustand sind der Außenträger (3), der Innenträger (5) und die Frontplatte (4) über axial voneinander lösbare Verbindungskonturen (7) miteinander und/oder mit dem Gehäuse (8) verbunden.



**Fig. 1**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit einer Brennkammer, insbesondere eine Gasturbine. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Demontage eines Elementes der Strömungsmaschine.

### Stand der Technik

[0002] Strömungsmaschinen, wie beispielsweise Gasturbinen, sind heutzutage in der Kraftwerkstechnik weit verbreitet und insbesondere dann wirtschaftlich, wenn sie kontinuierlich laufen. Längere Stillstandszeiten sowie ein häufiges Hoch- bzw. Herunterfahren der Turbine wirken sich zum einen negativ auf die Lebensdauer der Turbine aus, da die Materialbelastung insbesondere beim Hoch- und Herunterfahren besonders hoch ist, zum anderen bedingen längere Stillstandszeiten, beispielsweise durch Wartungsarbeiten, hohe Kosten bzw. Einnahmenausfall. Um einerseits also die Materialbelastung und andererseits die Kosten so gering wie möglich zu halten, ist man bestrebt, die Strömungsmaschinen im Dauerbetrieb einzusetzen. Selbstverständlich lässt sich ein temporäres Stilllegen der Strömungsmaschine aufgrund von durchzuführenden Wartungsarbeiten nicht vermeiden, wobei jedoch diese Stillstandszeiten so kurz wie möglich sein sollten.

[0003] Auf die Länge der Stillstandszeiten hat insbesondere Einfluss, wie wartungsfreundlich die Strömungsmaschine aufgebaut ist, das heißt, wie einfach und schnell sie gewartet werden kann. Dabei verlängern komplizierte und aufwändige Konstruktionen die Stillstandszeit und verteuern die Wartung.

### Darstellung der Erfindung

[0004] Hier setzt die Erfindung an. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Strömungsmaschine der eingangs erwähnten Art eine Ausführungsform anzugeben, die sich durch eine hohe Wartungsfreundlichkeit, insbesondere hinsichtlich der Brennkammerkomponenten, auszeichnet und damit erheblich reduzierte Stillstandszeiten und in deren Folge reduzierte Wartungskosten ermöglicht.

[0005] Dieses Problem wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, eine Strömungsmaschine mit einer Brennkammer konstruktiv so aufzubauen, dass im Wartungsfalle auf deren Komponenten einfach und schnell zugegriffen werden kann zum Zwecke der Besichtigung, der Wartung, des Aus- oder des Wiedereinbaus der Komponenten.

Hierzu ist am Gehäuse zumindest im Bereich der Brennkammer eine verschließbare Wartungsöffnung vorgesehen, welche einfach und schnell zu öffnen ist und in geöffnetem Zustand einen Zugang zu einem Außenträger, einem Innenträger und einer Frontplatte freigibt. Der Außenträger, der Innenträger und die Frontplatte begrenzen zusammen die Brennkammer und sind dadurch hohen Temperaturen ausgesetzt. Diese Temperaturbelastung wiederum bedingt eine intervallmäßige Wartung, bei der die Funktionstüchtigkeit der genannten Teile überprüft wird und die Teile ggf. erneuert oder ausgetauscht werden. Der Außenträger, der Innenträger und die Frontplatte sind als ringförmige Schalenelemente ausgebildet, die jeweils eine untere Halbschale und eine damit verbindbare obere Halbschale aufweisen. Um den Außenträger, den Innenträger und die Frontplatte einfach und passgenau montieren zu können, weisen diese axial wirkende Verbindungskonturen auf, welche ein einfaches und schnelles Lösen bzw. Verbinden der genannten Teile durch Verschieben in axialer Richtung erlauben. Durch die Aufteilung der ringförmigen Schalenelemente in jeweils eine untere und eine damit verbindbare obere Halbschale lassen sich die Halbschalen durch die z.B. an der Oberseite angebrachte Wartungsöffnung montieren und demontieren, wodurch der Wartungsaufwand erheblich gesenkt werden kann.

[0007] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist zumindest eine der Verbindungskonturen als axial offene Umfangsnut oder als mit dieser Umfangsnut zusammenwirkende Umfangsfeder ausgebildet. Die so erzielte Nut- und Federwirkung erleichtert einerseits das Auseinanderbauen bzw. das Zusammenbauen der Strömungsmaschine und gewährleistet andererseits ein passgenaues Aneinanderfügen der die Brennkammer begrenzenden Schalenelemente. Darüber hinaus sind auch andere Verbindungskonturen, insbesondere in Form von komplementär zueinander ausgebildeten Vorsprüngen bzw. Ausnehmungen denkbar, welche ebenfalls die eben genannten Vorteile bieten.

[0008] Vorzugsweise sind die oberen Halbschalen so ausgebildet, dass sie zur Demontage bezüglich eines Rotors der Strömungsmaschine axial verschiebbar und anschließend radial abnehmbar sind. Zur Demontage der oberen Halbschalen ist somit ein Lösen derselben von der entsprechenden unteren Halbschale bzw. von einem Gehäuse erforderlich, woraufhin die oberen Halbschalen axial verschoben und somit die Verbindungskonturen voneinander gelöst werden können. Nach dem Lösen der axialen Verbindungskonturen können die oberen Halbschalen, beispielsweise mittels eines Hebewerkzeuges, radial bezüglich des Rotors abgenommen werden. Die Montage der oberen Halbschalen erfolgt dabei in umgekehrter Reihenfolge, so dass diese zunächst radial an den Rotor angenähert werden und vor Erreichen ihrer endgültigen Einbauposition parallel zum Rotor derart verschoben werden, dass die Verbindungskonturen formschlüssig ineinander greifen bzw. aneinander

anliegen. Hierdurch wird ein einfaches Abbauen der oberen Halbschale ermöglicht, was insbesondere Wartungsarbeiten erleichtert.

**[0009]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung sind die unteren Halbschalen so ausgebildet, dass sie zu ihrer Demontage mittels eines Hilfswerkzeugs, welches drehfest mit dem Rotor verbindbar ist, axial verschiebbar und um die Rotorachse bzw. mit dem Rotor nach oben verdrehbar sind. Nach der Demontage der oberen Halbschale ist der Zugang zur unteren Halbschale frei, woraufhin besagtes Hilfswerkzeug einerseits drehfest mit dem Rotor und andererseits fest mit der unteren Halbschale verbunden werden kann. Nach dem Lösen von etwa vorhandenen Verbindungsmitteln, mit welchen die untere Halbschale am Gehäuse und/oder an einer anderen unteren Halbschale befestigt ist, kann die untere Halbschale z.B. mittels zweier beweglich am Hilfswerkzeug angeordneter Schlitten parallel zum Rotor und damit aus der Verbindungskontur heraus verschoben werden. Nach dem Verschieben kann die untere Halbschale mit dem Rotor um ca. 180° nach oben gedreht werden und dann einfach mit einem Hebwerkzeug, beispielsweise einem Kran, abgenommen werden. Durch nochmaliges Drehen der Rotorachse um 180° kann auch das Hilfswerkzeug wiederum nach oben gedreht werden und nach dem Lösen der Verbindungsmittel zwischen Hilfswerkzeug und Rotor von letzterem abgenommen werden. Die erwähnten Halbschalen können dabei Halbschalen der Frontplatte, des Außenträgers oder des Innenträgers sein. Insgesamt wird dadurch der Montage- bzw. Demontageprozess der beiden Halbschalen stark vereinfacht.

**[0010]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0011]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

**[0012]** Es zeigen, jeweils stark schematisiert,

- Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Brennkammer,  
 Fig. 2 eine Axialansicht auf eine Strömungsmaschine bei geschlossenem Gehäuse,  
 Fig. 3 eine Darstellung wie in Fig. 2, jedoch bei geöffnetem Gehäuse im Bereich der Brennkammer und sichtbarer oberer Halbschale des Außenträgers,  
 Fig. 4 eine Darstellung wie in Fig. 3, jedoch bei ent-

fernter oberer Halbschale des Außenträgers und am Rotor angeordnetem Hilfswerkzeug,

5 Fig. 5 eine Darstellung wie in Fig. 4, jedoch bei leicht verdrehtem Rotor,

Fig. 6 eine Darstellung wie in Fig. 4, jedoch bei um 180° gedrehten Rotor.

10 **[0013]** Entsprechend Fig. 1 weist eine Brennkammer 1 einer im übrigen nicht dargestellten Strömungsmaschine 2 einen Außenträger 3, eine Frontplatte 4 sowie einen Innenträger 5 auf. Sowohl der Außenträger 3 als auch die Frontplatte 4 und der Innenträger 5 sind zur Brennkammer 1 hin mit einer hitzebeständigen Beschichtung 6 versehen und begrenzen die Brennkammer 1. In den mit Kreisen markierten Bereichen sind der Außenträger 3, der Innenträger 5 und die Frontplatte 4 im montierten Zustand über axial voneinander lösbare Verbindungskonturen 7 bzw. 7' miteinander und/oder mit einem Gehäuse 8 verbunden. Die Verbindungskonturen 7 sind durch Kreise symbolisiert und können dabei beispielsweise als axial offene Umfangsnuten 9 und als mit dieser Umfangsnut 9 zusammenwirkende Umfangsfeder 10 ausgebildet sein. Axial bedeutet parallel zu einem Rotor 11. Neben einer Ausbildung der einen Verbindungskonturen 7 als Nuten und Federn ist auch denkbar, dass die anderen Verbindungskonturen 7, z.B. als Stufe 12 ausgebildet sind. Alle Verbindungskonturen 7 haben dabei 20 gemein, dass sie eine axiale Verbindungsmöglichkeit zwischen dem Außenträger 3, dem Innenträger 5 und der Frontplatte 4 bzw. dem Gehäuse 8 schaffen.

25 **[0014]** Sowohl der Außenträger 3, als auch der Innenträger 5 und die Frontplatte 4 sind erfindungsgemäß als ringförmige Schalenelemente 13 ausgebildet, welche jeweils eine untere Halbschale 14 und eine damit verbindbare obere Halbschale 15 aufweisen (vergleiche Fig. 2 bis 6). Die oberen Halbschalen 15 sind dabei so ausgebildet, dass sie zur Demontage bezüglich des Rotors 11 der Strömungsmaschine 2 axial verschiebbar und anschließend radial abnehmbar sind. Demgegenüber sind die unteren Halbschalen 14 so ausgebildet, dass sie zu ihrer Demontage mittels eines Hilfswerkzeugs 16 (vergleiche Fig. 4), welches drehfest mit dem Rotor 11 verbindbar ist, axial verschiebbar und mit dem Rotor 11 nach oben verdrehbar sind.

30 **[0015]** Im Folgenden soll anhand der Fig. 2 bis 6 ein Verfahren zur Demontage eines Elementes einer Strömungsmaschine 2 näher erläutert werden.

35 **[0016]** In Fig. 2 ist eine axiale Frontansicht auf eine Strömungsmaschine 2 gezeigt, welche umlaufend durch das Gehäuse 8 verschlossen ist. Zur Demontage des Außenträgers 3 wird zunächst gemäß Fig. 3 das Gehäuse 8 im Bereich der Brennkammer 1 geöffnet, so dass ein Zugang zum Außenträger 3 bzw. dessen oberer Halbschale 15 freigegeben wird. Die Rotorachse 11 bzw. der Rotor 11 steht in den Fig. 2 bis 6 senkrecht zur Bildebene. Nachdem der Zugang zum Außenträger 3 durch Entfer-

nen einer oberen Gehäusehälfte 8' bzw. durch Öffnen einer nicht dargestellten verschließbaren Wartungsöffnung freigegeben ist, kann die obere Halbschale 15 von der unteren Halbschale 14 gelöst werden, und axial, das heißt gemäß den Fig. 2 bis 6 aus der Bildebene heraus bzw. in die Bildebene hinein verschoben werden. Das axiale Verschieben bewirkt dabei ein Auseinanderfahren der Verbindungskonturen 7, welche die obere Halbschale 15 in radialer Richtung freigeben. Nach dieser Freigabe erfolgt ein Abnehmen in im wesentlichen radialer Richtung.

**[0017]** In Fig. 4 ist die obere Halbschale 15 des Außenträgers 3 bereits abgenommen und ein Hilfswerkzeug 16 drehfest über entsprechende Verbindungsmittel 17 mit dem Rotor 11 der Strömungsmaschine 2 verbunden. Gleichzeitig wird das Hilfswerkzeug 16 über darin angeordnete axial verschiebbare Adapterschlitten 18 mit der unteren Halbschale 15 derart verbunden, dass diese axial, das heißt aus der Bildebene heraus bzw. in die Bildebene hinein, verschoben werden kann. Durch diese axiale Verschiebung der unteren Halbschale 14 erfolgt ein Lösen derselben aus den axialen Verbindungskonturen 7, welche in Fig. 1 dargestellt sind.

**[0018]** Im nächsten Demontageschritt erfolgt ein Verdrehen der unteren Halbschale 14 mit dem Rotor 11 um ca. 180°, bis die untere Halbschale 14 im wesentlichen die Position der entfernten oberen Halbschale 15 gemäß Fig. 3 einnimmt. Der Drehvorgang wird dabei in Fig. 5 dargestellt. Gemäß Fig. 6 ist der Drehvorgang abgeschlossen und die untere Halbschale 14 hat die Position der zuvor entfernten oberen Halbschale 15 eingenommen. Nun kann die nach oben verdrehte untere Halbschale 14 vom Hilfswerkzeug 16 gelöst werden und radial nach außen, beispielsweise durch ein Hebewerkzeug in Form eines Krans, abgenommen werden.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Strömungsmaschine 2 bzw. das erfindungsgemäße Verfahren zum Demontieren des Außenträgers 3 und/oder des Innenträgers 5 bzw. der Frontplatte 4 weisen dabei mehrere grundlegende Vorteile auf. Das Gehäuse 8 muss im Bereich der Brennkammer 1 lediglich eine Wartungsöffnung aufweisen bzw. derart ausgebildet sein, dass ein oberes Gehäuseteil 8' abnehmbar ist. Hierdurch wird der Zugang zu den oberen Halbschalen 15 des Außenträgers 3, des Innenträgers 5 und der Frontplatte 4 freigegeben. Durch die Ausbildung eben genannter Elemente mit jeweils zwei Schalen, nämlich der unteren Halbschale 14 und der oberen Halbschale 15, kann ein stückweises Abnehmen der Halbschalen 14, 15 erfolgen. Die zunächst im unteren Gehäuseabschnitt 8" verbleibende untere Halbschale 14 kann durch Anordnen und drehfestes Verbinden des Hilfswerkzeugs 16 mit dem Rotor 11 nach oben verdreht werden und danach ebenfalls einfach mittels Hebewerkzeugen aus dem Gehäuse 8 entnommen werden. Durch die Ausbildung von Adapterschlitten 18 am Hilfswerkzeug 16, welche einfach und schnell mit der jeweiligen unteren Halbschale 14 des Außenträgers 3, der Frontplatte 4 und des Innenträgers 5 verbindbar sind, ist

zusätzlich ein axiales Verschieben eben genannter Elemente und dadurch ein Lösen derselben aus deren Verbindungskonturen 7 problemlos möglich. Prinzipiell erfolgt dabei eine Demontage der Elemente der Strömungsmaschine 2 in der Reihenfolge Außenträger 3, Frontplatte 4 und Innenträger 5. Ein Entfernen einer unteren Gehäusehälfte 8" kann dabei ebenso entfallen wie das Entfernen des Rotors 11.

**[0020]** Durch die erfindungsgemäße Strömungsmaschine 2 bzw. das erfindungsgemäße Verfahren vereinfacht sich die Wartung, das heißt ein Auseinanderbauen bzw. Austauschen und Wiederzusammenbauen des Außenträgers 3, der Frontplatte 4 und des Innenträgers 5, erheblich, wodurch der Wartungsaufwand und damit auch die Wartungskosten sowie damit verbundene Stillstandszeiten der Strömungsmaschine 2 deutlich reduziert werden können.

### Bezugszeichenliste

#### [0021]

|       |  |
|-------|--|
| 1     | Brennkammer                                |
| 2     | Strömungsmaschine                          |
| 3     | Außenträger                                |
| 4     | Frontplatte                                |
| 5     | Innenträger                                |
| 6     | Beschichtung / hitzebeständige Schicht     |
| 7, 7' | Verbindungskontur                          |
| 8     | Gehäuse                                    |
| 8'    | obere Gehäusehälfte                        |
| 8"    | untere Gehäusehälfte                       |
| 9     | Umfangsnut                                 |
| 10    | Umfangsfeder                               |
| 11    | Rotor                                      |
| 11'   | Rotorachse                                 |
| 12    | als Stufe ausgebildete Verbindungskontur 7 |
| 13    | Schalenelement                             |
| 14    | untere Halbschale                          |
| 15    | obere Halbschale                           |
| 16    | Hilfswerkzeug                              |
| 17    | Verbindungsmittel                          |
| 18    | Adapterschlitten                           |

### Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (2) mit einer Brennkammer (1), insbesondere eine Gasturbine,
  - mit einem Gehäuse (8), welches zumindest im Bereich der Brennkammer (1) eine verschließbare Wartungsöffnung aufweist, die in geöffnetem Zustand einen Zugang zu einem Außenträger (3), einem Innenträger (5) und einer Frontplatte (4) freigibt, die zusammen die Brennkammer (1) begrenzen ,
  - wobei der Außenträger (3), der Innenträger (5)

- und die Frontplatte (4) als ringförmige Schalenelemente (13) ausgebildet sind,  
 - wobei die Schalenelemente (13) jeweils eine untere Halbschale (14) und eine damit verbindbare obere Halbschale (15) aufweisen, 5  
 - wobei der Außenträger (3), der Innenträger (5) und die Frontplatte (4) im montierten Zustand über axial voneinander lösbare Verbindungskonturen (7) miteinander und/oder mit dem Gehäuse (8) verbunden sind. 10
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest eine der Verbindungskonturen (7) als axial offene Umfangsnut (9) oder als mit dieser Umfangsnut (9) zusammenwirkende Umfangsfeder (10) ausgebildet ist. 15
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest eine der Verbindungskonturen (7) als Stufe (12) ausgebildet ist. 20
4. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die oberen Halbschalen (15) so ausgebildet sind, dass sie zur Demontage bezüglich eines Rotors (11) der Strömungsmaschine (2) axial verschiebbar und anschließend radial abnehmbar sind. 25 30
5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die unteren Halbschalen (14) so ausgebildet sind, dass sie zu ihrer Demontage mittels eines Hilfswerkzeugs (16), welches drehfest mit dem Rotor (11) verbindbar ist, axial verschiebbar und um die Rotorachse (11) nach oben verdrehbar sind. 35 40
6. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Innenträger (5), der Außenträger (3) und die Frontplatte (4) jeweils eine hitzebeständige Schicht (6) tragen. 45
7. Verfahren zur Demontage eines Elements einer Strömungsmaschine (2), nämlich eines Außenträgers (3) und/oder eines Innenträgers (5) und/oder einer Frontplatte (4), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das jeweilige Element als ringförmiges Schalenelement (13), bestehend aus jeweils einer unteren Halbschale (14) und einer damit verbindbaren oberen Halbschale (15), ausgebildet ist, mit folgenden Verfahrensschritten: 50 55
- 7.1 Öffnen eines Gehäuses (8) der Strömungs-
- maschine (2) im Bereich einer Brennkammer (1),  
 7.2 Lösen der oberen Halbschale (15) von der unteren Halbschale (14),  
 7.3 axiales Verschieben der oberen Halbschale (15) und anschließendes Abnehmen derselben in im wesentlichen radialer Richtung,  
 7.4 drehfestes Verbinden eines Hilfswerkzeugs (16) mit dem Rotor (11) der Strömungsmaschine (2),  
 7.5 Verbinden des Hilfswerkzeugs (16) über daran angeordnete axial verschiebbare Adapterschlitten (18) mit der unteren Halbschale (14),  
 7.6 axiales Verschieben der unteren Halbschale (14) und damit Lösen derselben aus axialen Verbindungskonturen (7),  
 7.7 Verdrehen der unteren Halbschale (14) mit dem Rotor (11) um ca. 180°, bis die untere Halbschale (14) im wesentlichen die Position der entfernten oberen Halbschale (15) einnimmt,  
 7.8 Lösen der nach oben verdrehten unteren Halbschale (14) vom Hilfswerkzeug (16) und Abnehmen derselben.  
 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Demontage der Elemente (14, 15) der Strömungsmaschine (2) in der Reihenfolge Außenträger (3), Frontplatte (4), Innenträger (5) erfolgt.

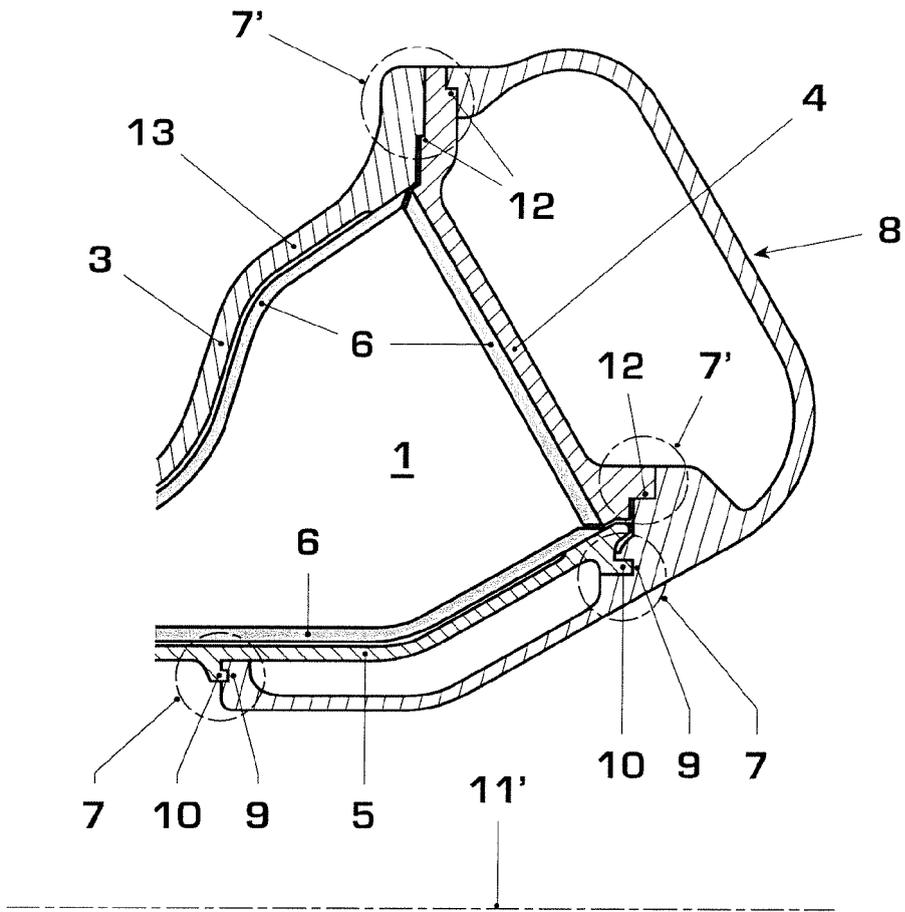


Fig. 1

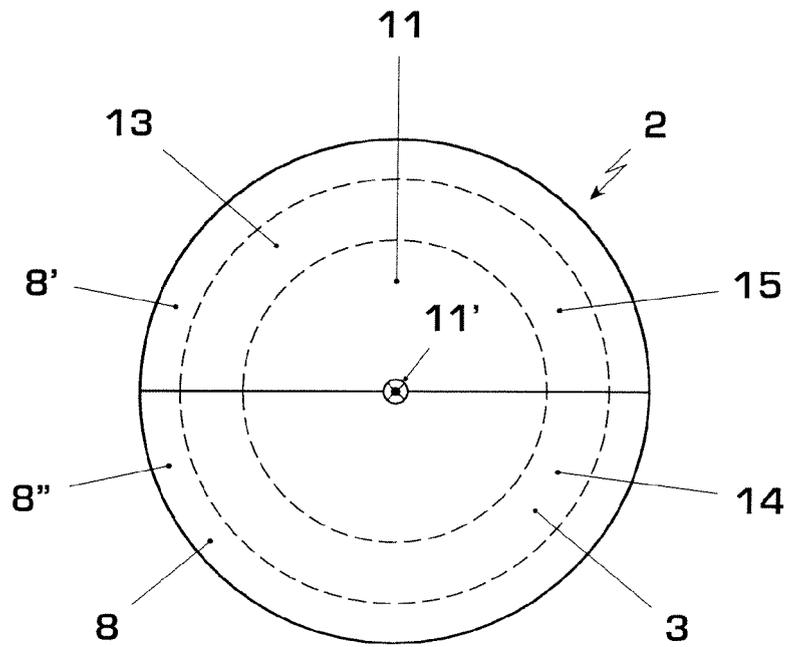


Fig. 2

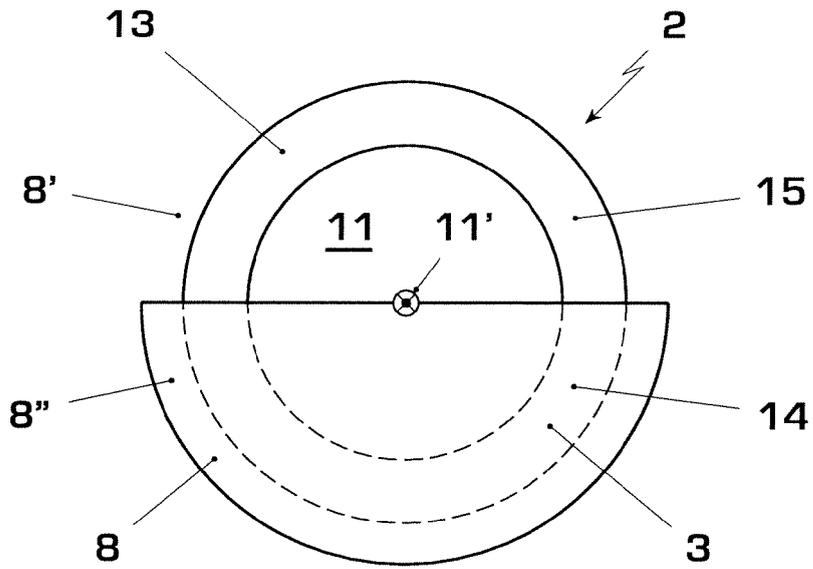


Fig. 3

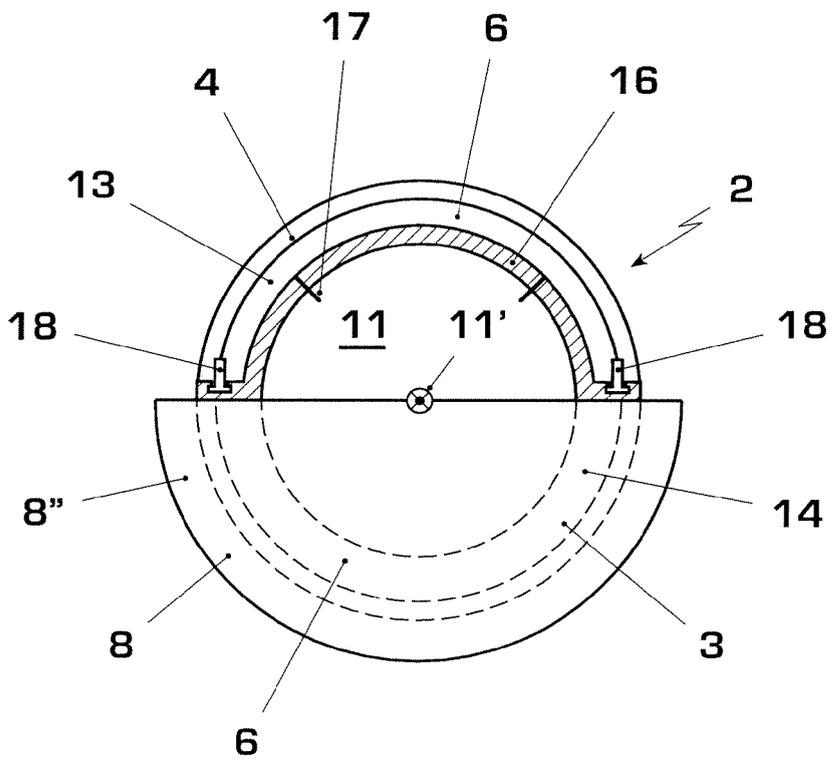


Fig. 4

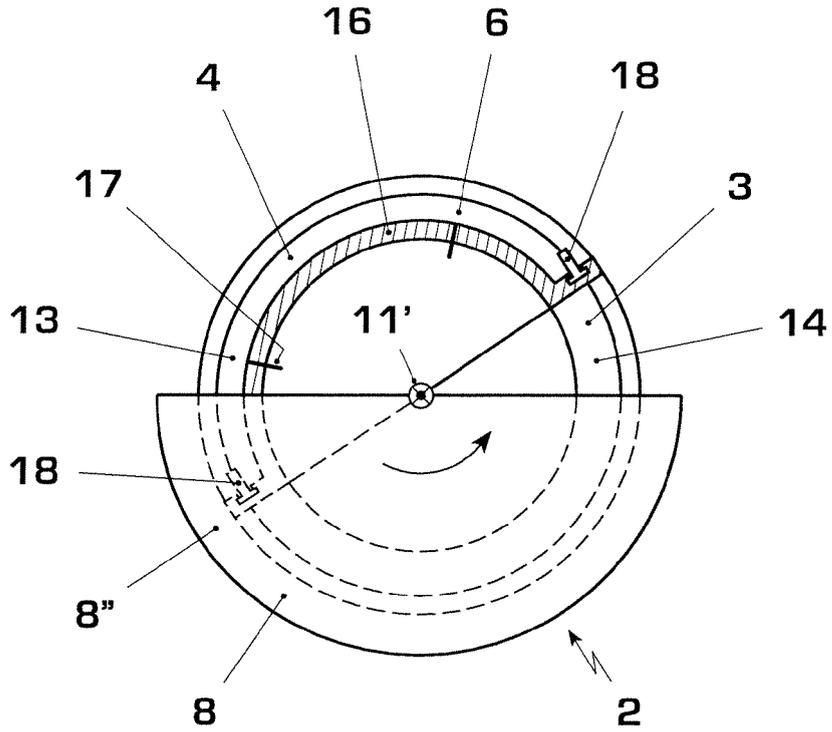


Fig. 5

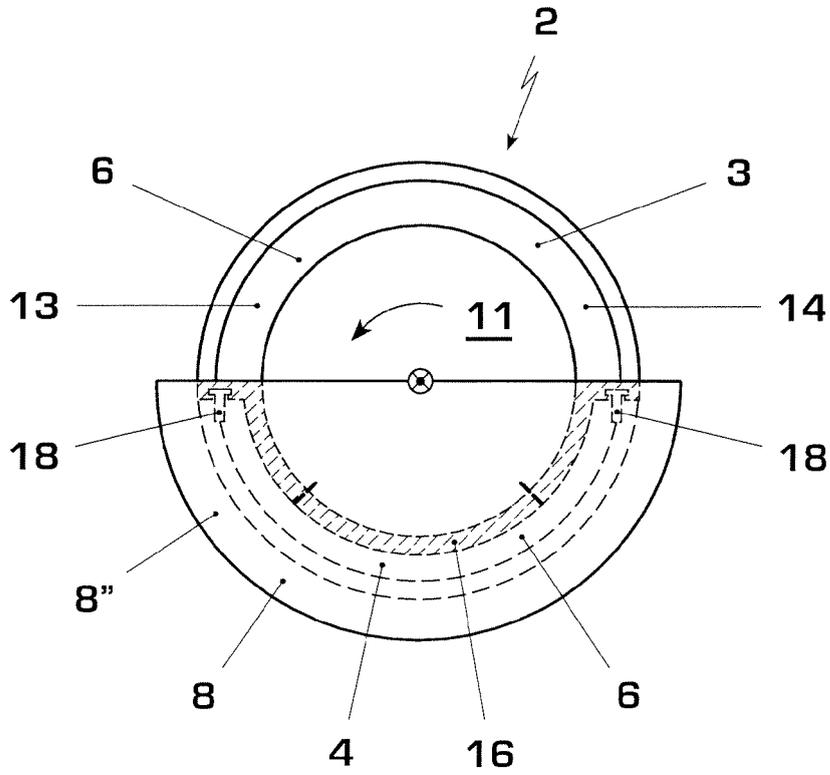


Fig. 6