



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.09.2005 Patentblatt 2005/39**

(51) Int Cl.7: **F01D 11/00**

(21) Anmeldenummer: **05102044.4**

(22) Anmeldetag: **15.03.2005**

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

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

(72) Erfinder:  
 • **Rathmann, Ulrich**  
**5400, Baden (CH)**  
 • **Wifling, Ronald**  
**79761, Waldshut-Tiengen (DE)**

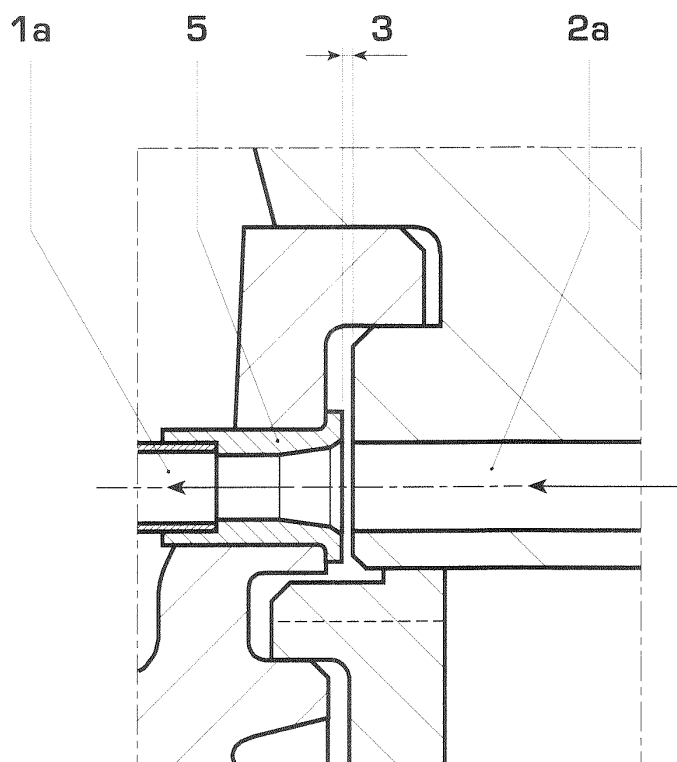
(30) Priorität: **23.03.2004 DE 102004014118**

(54) **Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen Kühlpassagen zweier Komponenten einer Turbomaschine**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen einer ersten Passage (1a) für ein Kühlmedium in einer ersten Komponente (1) einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, und einer zweiten Passage (2a) für das Kühlmedium in einer zweiten Komponente (2) der Turbomaschine. Bei dieser Anordnung sind die beiden Komponenten (1) und (2) so ausgebildet und gegenseitig angeordnet, dass in einem Ruhezustand der Turbine

am Übergang zwischen den beiden Passagen (1a) und (2a) ein Spalt (3) vorhanden ist, der sich bei Betriebstemperatur der Turbomaschine durch unterschiedliche thermische Ausdehnung der beiden Komponenten (1) und (2) schließt.

Die vorliegende Anordnung ermöglicht eine zuverlässige Abdichtung des Übergangs zwischen den Kühlpassagen zweier Komponenten mit einer minimalen Anzahl von Einzelteilen.



**Fig. 2**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen einer ersten Passage für ein Kühlmedium in einer ersten Komponente einer Turbomaschine und einer zweiten Passage für das Kühlmedium in einer zweiten Komponente dieser Turbomaschine, bei der es sich insbesondere um eine Gasturbine handeln kann.

### Stand der Technik

**[0002]** Beim Betrieb von Turbomaschinen, insbesondere Gasturbinen, treten hohe Temperaturen auf, die einzelne Komponenten der Turbomaschine stark belasten. Mit der Entwicklung immer leistungsfähigerer Gasturbinen werden Temperaturen erreicht, die bereits den Schmelzpunkt des Materials einzelner Turbinenkomponenten überschreiten. Zur Vermeidung von Schäden an diesen Komponenten aufgrund der hohen Betriebstemperaturen müssen diese während des Betriebs ständig gekühlt werden. Hierfür sind Kühlpassagen innerhalb der Turbinenkomponenten vorgesehen, über die ein Kühlmedium, in der Regel angesaugte Verdichterluft, an den zu kühlenden Stellen vorbeigeführt wird. Neben der konvektiven Kühlung, bei der Kühlkanäle direkt in den zu kühlenden Bereichen verlaufen, beispielsweise Kühlkanäle innerhalb eines Schaufelblattes, werden auch die sog. Prallkühlung sowie die Filmkühlung eingesetzt. Bei der Prallkühlung prallt die Kühlluft annähernd senkrecht auf die zu kühlende Fläche, während sie bei der Filmkühlung annähernd tangential über diese Fläche streift und dort einen dünnen Kühlluftfilm bildet. Ein Beispiel für zu kühlende Komponenten sind Hitzeschildsegmente, die die äußere Trägerstruktur der Gasturbine, bspw. den Träger für die Turbinenleitschaufeln, vor direktem Kontakt mit dem Heißgas schützen.

**[0003]** Für den Transport des Kühlmediums innerhalb der Turbine sind abgedichtete Übergänge für die Passagen des Kühlmediums zwischen den einzelnen Komponenten der Turbine erforderlich. Unterschiedliche Materialien, aus denen die einzelnen Komponenten gefertigt sind sowie unterschiedliche Temperaturen, denen die Komponenten ausgesetzt sind, führen jedoch zu Unterschieden in der thermischen Ausdehnung dieser Komponenten. Dies erschwert die Abdichtung beim Übergang der Kühlpassagen zwischen zwei benachbarten Komponenten.

**[0004]** Zur Lösung dieser Problematik ist es bekannt, an den Übergängen flexible metallische Dichtungen, wie beispielsweise metallische Faltenbälge oder Schiebegelienke einzusetzen. Beide Dichtungsarten können über Feder- oder Druckmechanismen vorgespannt sein. Die in der Regel sehr gute Dichtungswirkung derartiger Dichtungsverbindungen erfordert jedoch eine größere Anzahl kleiner und bruchempfindlicher Teile,

aus denen sich diese Dichtungsverbindungen zusammensetzen. Gerade bei kommerziell eingesetzten Turbinenanlagen besteht daher ein hohes Risiko der Zerstörung einer derartigen Dichtung, die Einbußen in der Turbinenleistung sowie die Gefahr von Schäden nach sich ziehen kann.

### Darstellung der Erfindung

**[0005]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen den Kühlpassagen zweier benachbarter Komponenten einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, anzugeben, die bei einer geringeren Anzahl an Teilen eine zuverlässige Abdichtung während des Betriebs der Turbomaschine ermöglicht.

**[0006]** Die Aufgabe wird mit der Anordnung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Anordnung sind Gegenstand der Unteransprüche oder lassen sich der nachfolgenden Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen entnehmen.

**[0007]** Die vorliegende Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen einer ersten Passage für ein Kühlmedium in einer ersten Komponente einer Turbomaschine und einer zweiten Passage für das Kühlmedium in einer zweiten Komponente der Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Komponenten so ausgebildet und gegenseitig angeordnet bzw. fixiert sind, dass in einem Ruhezustand der Turbomaschine am Übergang zwischen den beiden Passagen ein Spalt vorhanden ist, der sich bei Betriebstemperaturen der Turbomaschine durch unterschiedliche thermische Ausdehnung der beiden Komponenten schließt. Vorzugsweise besteht hierzu die erste Komponente aus einem Material mit einem größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als die zweite Komponente.

**[0008]** Abhängig von den Temperaturen, denen die beiden Komponenten ausgesetzt sind, ist es in diesem Falle auch möglich, beide Komponenten aus dem gleichen Material bereitzustellen, wobei dann die Unterschiede in der thermischen Ausdehnung durch die unterschiedlichen Temperaturen hervorgerufen werden, denen die beiden Komponenten während des Betriebs der Maschine ausgesetzt sind. Ist dieser Temperaturunterschied bei gleichen Materialien für die beabsichtigte Dichtungswirkung nicht ausreichend, so werden die Materialien der beiden Komponenten innerhalb der für die jeweiligen Anwendungen möglichen Materialien so unterschiedlich gewählt, dass der gewünschte Dichtungseffekt während des Betriebs aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Materialien auftritt. In der einfachsten Ausgestaltung erfordert diese Dichtung daher keinerlei zusätzliche Teile, da die Abdichtung allein durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung der beiden Komponenten erreicht wird, durch die die Komponenten im Bereich des Übergangs aneinandergepresst werden.

**[0009]** Die gegenseitige Anordnung der beiden Komponenten ist selbstverständlich so gewählt, dass sich die beiden Komponenten im Bereich des Übergangs der Kühlpassagen durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung gegeneinander bewegen. Dies wird in Abhängigkeit von der Geometrie der beiden Komponenten entweder durch einen gemeinsamen Träger erreicht, an dem beide Komponenten an geeigneter Stelle befestigt sind, oder durch eine Befestigung der einen Komponente an einer geeigneten Stelle der anderen Komponente, wie dies weiter unten anhand eines Ausführungsbeispiels der Erfindung näher dargestellt ist.

**[0010]** Zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der beiden Komponenten kann auch vorgesehen sein, dass entweder die Verbindung der jeweiligen Komponenten mit dem Träger oder die Verbindung der einen Komponente mit der anderen Komponente eine gewisse Flexibilität oder Elastizität aufweist. In gleicher Weise können eine oder beide Komponenten derart geformt sein, dass sie insgesamt oder in ein oder mehreren Abschnitten die erforderliche Flexibilität für den Ausgleich der Fertigungstoleranzen aufweisen. Dies kann beispielsweise durch geeignete Krümmungen in der Form der Komponenten erreicht werden.

**[0011]** Eine weitere Möglichkeit, Fertigungstoleranzen auszugleichen, besteht im Einsatz einer Durchgangshülse an zumindest einem Ausgang bzw. Eingang der beiden Kühlpassagen. Vorzugsweise weist eine derartige Durchgangshülse einen zwischen den beiden Komponenten umlaufenden Kragen bzw. Rand auf, der beim Aneinanderpressen der beiden Komponenten gegebenenfalls zwischen diesen plastisch deformiert wird und auf diese Weise das Auftreten von Spannungen in den Komponenten verringert.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausgestaltung weist diese Durchgangshülse eine doppelkonische Innenkontur mit zwei aneinandergrenzenden linearen konischen Bereichen auf. Der äußere konische Bereich hat dabei einen größeren Öffnungswinkel als der innere konische Bereich und insbesondere auch einen größeren maximalen Durchmesser als die Ausgangs- oder Eingangsöffnung der jeweils gegenüberliegenden Kühlpassage. Auf diese Weise werden Druckverluste bei nicht exakter Überlagerung der beiden Kühlpassagen vermieden.

**[0013]** Der bevorzugte Einsatz der vorliegenden Anordnung betrifft den Übergang zwischen der Kühlpassage eines Trägers einer Gasturbine und der Kühlpassage eines daran befestigten Hitzeschildsegmentes, wie dies auch in dem folgenden Ausführungsbeispiel veranschaulicht wird.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Die vorliegende Anordnung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen nochmals näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 ein Beispiel für die Abdichtung des Übergangs zwischen den Kühlpassagen einer Trägerstruktur einer Gasturbine und eines Statorhitzeschildes der Gasturbine;

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Übergang der Figur 1; und

Fig. 3 ein Beispiel für eine Ausgestaltung einer Durchgangshülse, wie sie in den vorangehenden Figuren eingesetzt wird.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0015]** In der Fig. 1 ist eine Anordnung in einer Gasturbine zu erkennen, bei der ein Statorhitzeschild 1 an einer Trägerstruktur 2 befestigt ist. Der Befestigungspunkt ist in dieser Figur mit dem Bezugszeichen 4 bezeichnet. Das Hitzeschild 1 dient der Abschirmung des Trägers 2 vor den im Heißgaspfad der Gasturbine auftretenden hohen Temperaturen. Die Figur zeigt hierbei die Spitze eines Schaufelblattes 7 der Turbine, die in entsprechende Dichtungen 8 am Hitzeschild 1 eingreift. Dieser Bereich muss während des Betriebes gekühlt werden, um die an dieser Stelle auftretenden hohen Temperaturen zu verringern. Zu diesem Zweck wird über entsprechende Passagen 1a, 2a für das Kühlmedium Kühlluft herangeführt, mit der die Spitze der Turbinenschaufel 7 sowie der dieser zugewandte Bereich des Hitzeschildes 1 gekühlt werden.

**[0016]** Für die zuverlässige Funktion dieser Kühlung sowie zur Vermeidung größerer Verluste an Kühlmedium, die zu einem Leistungsabfall der Turbine führen können, muss der Übergang zwischen den beiden Kühlpassagen 1a, 2a der beiden Komponenten 1, 2 ausreichend gut abgedichtet werden. Diese Abdichtung wird bei der vorliegenden Anordnung dadurch erreicht, dass die Befestigung des Hitzeschildes 1 an der Trägerstruktur 2 und gegebenenfalls die Wahl des Materials des Hitzeschildes 1 derart erfolgen, dass unter Berücksichtigung der Temperaturen, denen diese beiden Komponenten während des Betriebs der Turbine ausgesetzt sind, eine stärkere thermische Ausdehnung des Hitzeschildes 1 in axialer Richtung X erreicht wird als die axiale Ausdehnung der Komponente 2 in dieser Richtung. Auf diese Weise wird ein Spalt 3 zwischen den beiden Komponenten 1, 2 im Bereich der Kühlpassagen 1a, 2a beim Betrieb der Turbine geschlossen.

Dies ist in der vergrößerten Darstellung der Fig. 2 nochmals veranschaulicht, die den Spalt 3 vor Erreichen der bestimmungsgemäßen Betriebstemperatur der Turbine veranschaulicht. Die Form des Hitzeschildes 1 sowie der Befestigungspunkt 4 sind dabei so gewählt, dass die unterschiedliche thermische Ausdehnung im vorliegenden Beispiel gerade in dieser axialen Richtung X wirkt, in der die beiden Kühlpassagen 1a, 2a zur Abdichtung aneinander gepresst werden müssen.

**[0017]** Zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der Komponenten oder von kurzfristigen Übertemperaturen kann es erforderlich sein, entsprechende Maßnahmen vorzusehen, die zu hohe axiale Spannungen in den beiden Komponenten 1 und 2 während des Betriebes der Turbine vermeiden. Dies kann durch eine elastische Befestigung des Hitzeschildes 1 an der Komponente 2 erfolgen. Die Befestigung am Befestigungspunkt 4 kann hierbei beispielsweise als Federverbindung ausgebildet sein. Weiterhin ist es möglich, durch geeignete Ausgestaltung der Komponenten, im vorliegenden Fall des Hitzeschildes 1, eine gewisse Elastizität dieses Hitzeschildes zu erreichen. Im vorliegenden Beispiel wird diese Elastizität durch die im Querschnitt erkennbare zweifache Krümmung des Hitzeschildes 1, die im linken Bereich der Figur 1 erkennbar ist, erreicht.

**[0018]** Eine weitere Maßnahme zur Verringerung von Spannungen besteht im Einsatz einer Durchgangshülse 5, wie sie in den Figuren 1 und 2 angedeutet ist. Diese Durchgangshülse 5 ist am Eingang der Kühlpassage 1a des Hitzeschildes 1 eingelötet. Sie weist einen äußeren Umgangsrand bzw. Kragen 6 auf, der beim Aneinanderpressen der beiden Komponenten 1 und 2 im Bereich der Kühlpassagen 1a, 2a zwischen den beiden Komponenten liegt, wie dies in der Figur 2 ersichtlich ist. Treten in axialer Richtung zu hohe Kräfte auf, so wird dieser Kragen 6 lokal plastisch deformiert und verringert auf diese Weise die Gefahr zu hoher axialer Spannungen in den beiden Komponenten.

**[0019]** Fig. 3 zeigt ein Beispiel für eine detaillierte Ausgestaltung einer derartigen Durchgangshülse 5. Diese Durchgangshülse weist auf ihrer inneren, das heisst, der Kühlpassage 1a der Komponente 1 zugewandten Seite eine entsprechende Ausnehmung für die Aufnahme des in der Komponente 1 verlaufenden Kühlrohres 9 auf. Der äußere Durchmesser D1 des Kühlrohres 9 entspricht dabei dem Innendurchmesser der entsprechenden Ausnehmung. In axialer Richtung dieser Durchgangshülse 5 in Richtung zum Einlass der Kühlpassage 2a der Komponente 2 erfolgt dann eine Verringerung des Innendurchmessers der Hülse, wie dies in Figur 3 erkennbar ist. Im Anschluss daran erfolgt eine konische Erweiterung des Innenquerschnitts in einem ersten Bereich mit einem ersten Öffnungswinkel, an den sich eine weitere konische Erweiterung mit einem zweiten, größeren Öffnungswinkel anschließt. Die beiden Öffnungswinkel sind in der Figur mit  $\alpha 2$  bzw.  $\alpha 1$  bezeichnet. Die axiale Länge des ersten linearen konischen Bereiches ist mit X1, die des zweiten konischen Bereiches mit X3 und die des Bereiches mit verringertem Querschnitt mit X2 bezeichnet. Wie aus Figur 3 zu erkennen ist, ist der äußerste Durchmesser am Eingang der Durchgangshülse 5 größer als der Ausgangsdurchmesser der Kühlpassage 2a der benachbarten Komponente 2. Dadurch und durch die konische Ausbildung des Eingangsteils der Durchgangshülse 5 werden Druckverluste am Übergang zwischen den beiden Komponenten

verringert, falls die beiden Achsen der Kühlpassagen in diesem Bereich nicht exakt übereinander liegen.

**[0020]** Die Durchgangshülse 5 kann dabei in unterschiedlicher Weise mechanisch am Hitzeschild 1 befestigt sein, beispielsweise durch Hartlöten, Schweißen, eine Klebeverbindung oder durch eine andere geeignete mechanische Verbindung, beispielsweise eine Schraubverbindung. Die in der Figur 3 erkennbaren Dimensionierungen der einzelnen Bereiche sind im Folgenden angeführt:

Winkel:  $\alpha 1 = 1^\circ \dots 89^\circ$ ,  $\alpha 2 = 0,5^\circ \dots 70^\circ$   
 Durchmesser:  $d2 = 0,1 \cdot D1 \dots D1$   
 axiale Längen:  $X1 = 0,3 \cdot D1 \dots 2 \cdot D1$   
 $X2 = 0,1 \cdot D1 \dots D1$   
 $X3 = 0,01 \cdot D1 \dots 0,9 \cdot D1$

## Bezugszeichenliste

### [0021]

- 1 Hitzeschild
- 1a Kühlpassage im Hitzeschild
- 2 Trägerstruktur
- 2a Kühlpassage in der Trägerstruktur
- 3 Spalt
- 4 Befestigungsstelle
- 5 Durchgangshülse
- 6 Kragen
- 7 Schaufelblatt
- 8 Schaufelblattdichtung
- 9 Kühlrohr

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Abdichtung eines Übergangs zwischen einer ersten Passage (1a) für ein Kühlmedium in einer ersten Komponente (1) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, und einer zweiten Passage (2a) für das Kühlmedium in einer zweiten Komponente (2) der Turbomaschine, wobei die beiden Komponenten (1) und (2) so ausgebildet und gegenseitig angeordnet sind, dass in einem Ruhezustand der Turbomaschine am Übergang zwischen den beiden Passagen (1a) und (2a) ein Spalt (3) vorhanden ist, der sich bei Betriebstemperaturen der Turbine durch unterschiedliche thermische Ausdehnung der beiden Komponenten (1) und (2) schließt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Komponente (1) aus einem Material mit größerem thermischen Ausdehnungskoeffizienten besteht als die zweite Komponente (2).
3. Anordnung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die erste Komponente (1) an einer Stelle (4) an der zweiten Komponente (2) fixiert ist.

4. Anordnung nach Anspruch 3, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die erste Komponente (1) über eine flexible oder elastische Verbindung an der zweiten Komponente (2) fixiert ist. 10
5. Anordnung nach Anspruch 1, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die erste Komponente (1) und/oder die zweite Komponente (2) so geformt sind, dass sie flexible oder elastische Eigenschaften aufweisen. 20
6. Anordnung nach Anspruch 1, 25  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an der ersten Passage (1a) und/oder an der zweiten Passage (2a) eine Durchgangshülse (5) befestigt ist, über die die Verbindung von der einen zur anderen Passage (1a, 2a) hergestellt wird. 30
7. Anordnung nach Anspruch 6, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Durchgangshülse (5) einen Kragen (6) aufweist, über den die Verbindung abgedichtet wird. 40
8. Anordnung nach Anspruch 6, 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Durchgangshülse (5) eine doppelkonische Innenkontur aufweist, bei der sich ein äußerer linearer Abschnitt mit größerem Öffnungswinkel an einen inneren linearen Abschnitt mit kleinerem Öffnungswinkel anschließt. 50
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 55  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die erste Komponente (1) ein Hitzeschild und die zweite Komponente (2) eine Trägerstruktur einer Gasturbine sind. 60

45

50

55

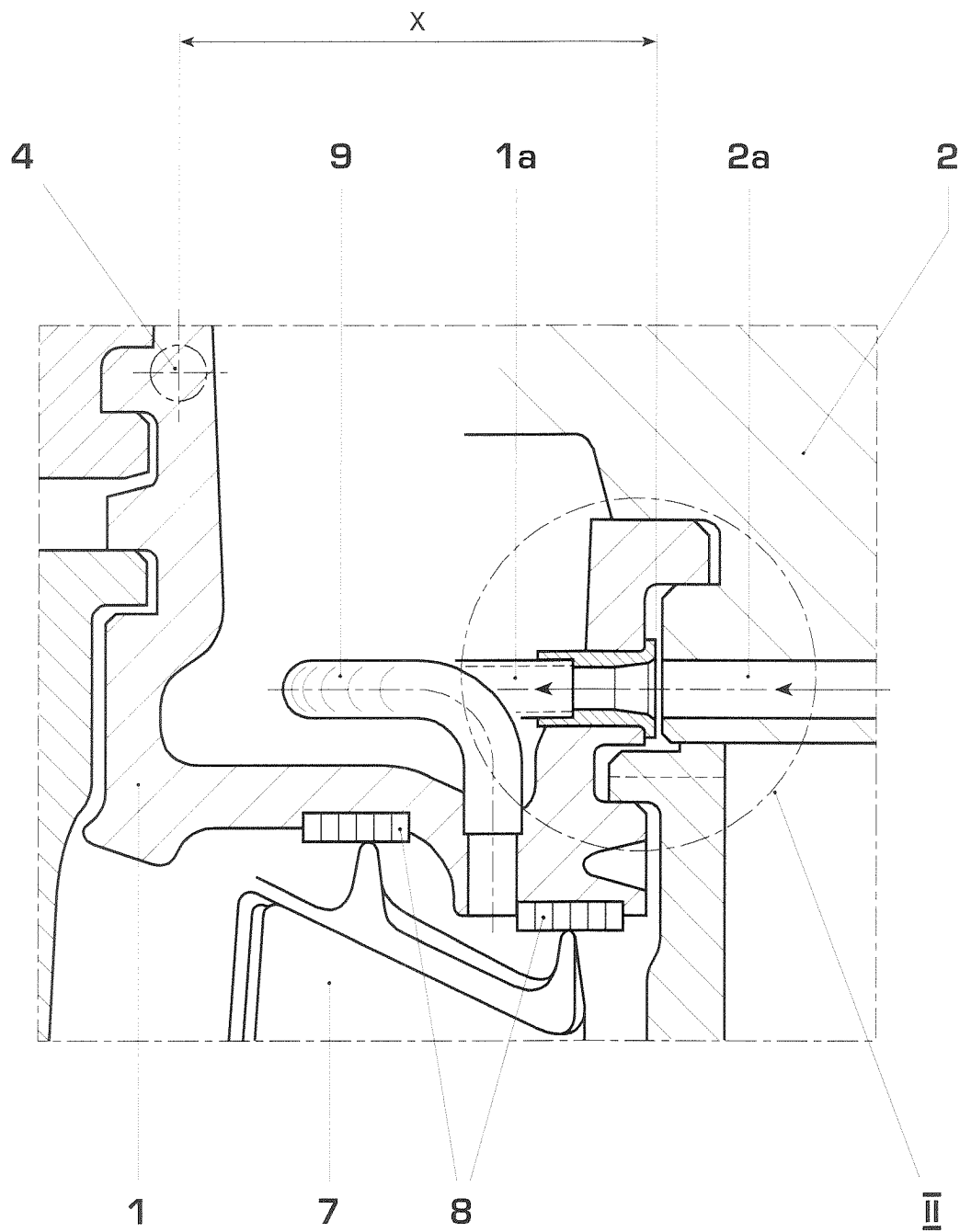


Fig. 1

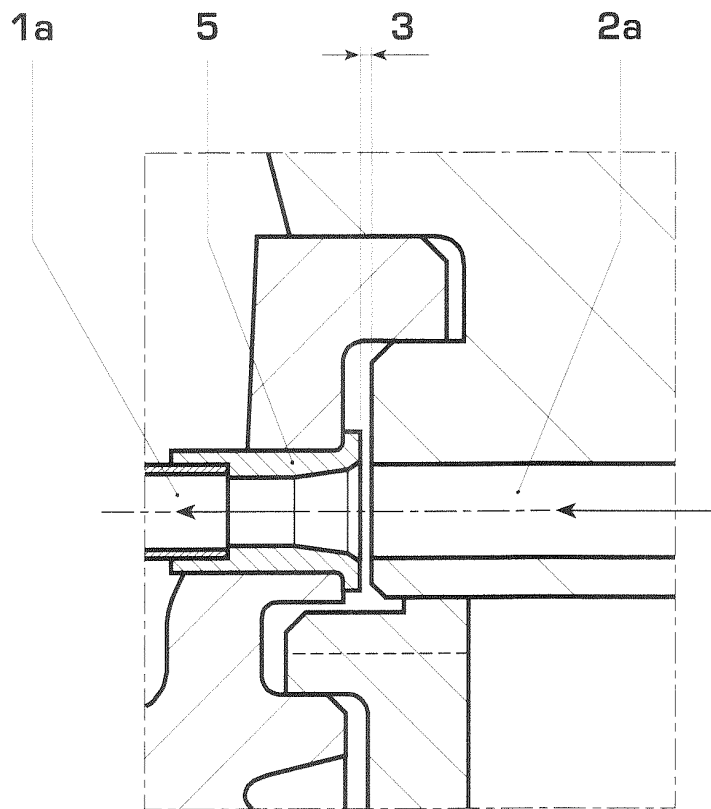


Fig. 2

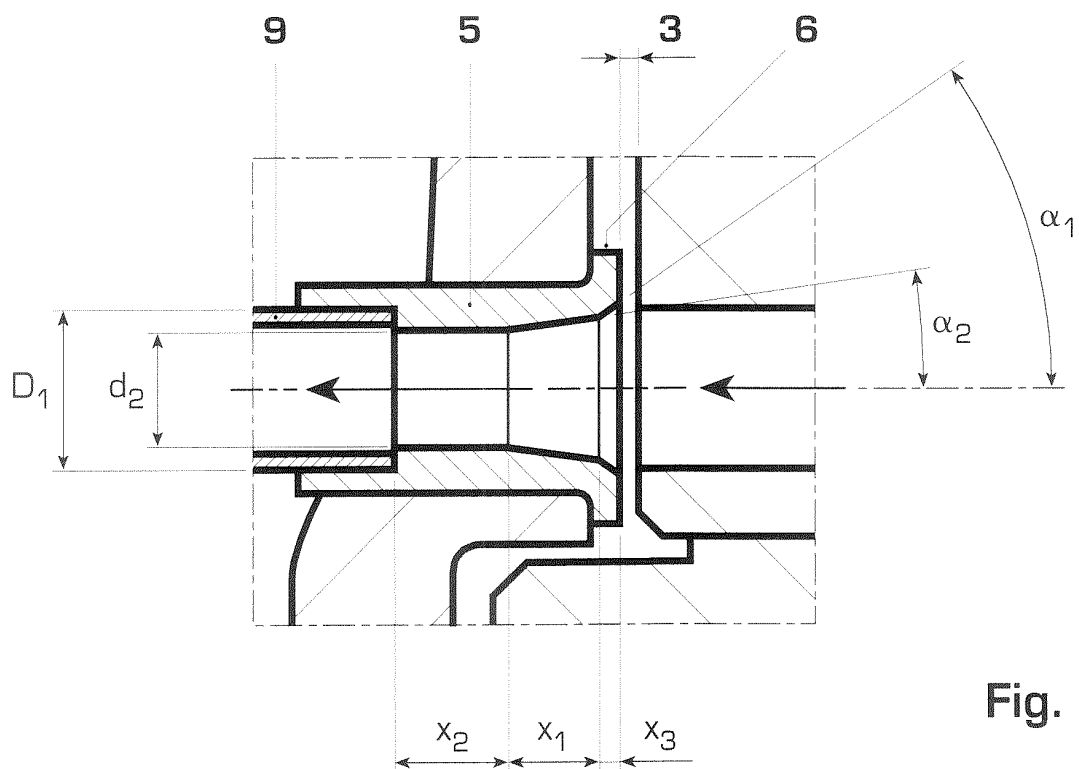


Fig. 3