

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 702 129 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.1996 Patentblatt 1996/12

(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/08**, F01D 11/06,
F02C 7/18

(21) Anmeldenummer: **95810542.1**

(22) Anmeldetag: **01.09.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **19.09.1994 DE 4433289**

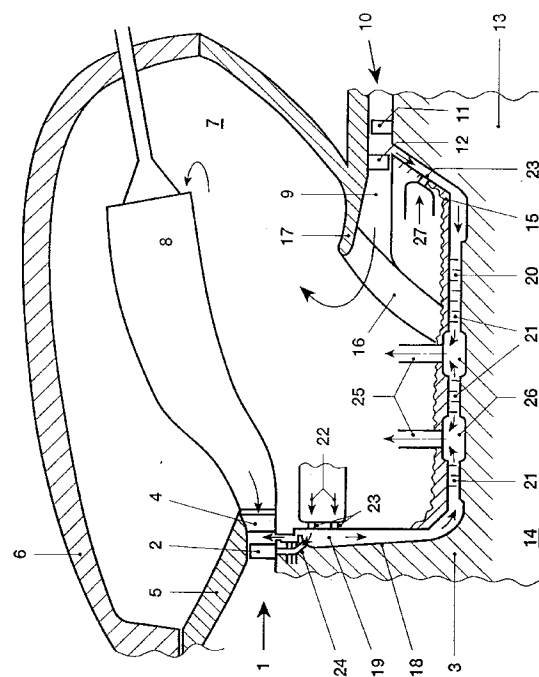
(71) Anmelder: **ABB Management AG**
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Marmilic, Robert**
CH-5400 Baden (CH)
- **Wälchli, René**
CH-5013 Niedergösgen (CH)

(54) Axialdurchströmte Gasturbine

(57) Bei einer axialdurchströmten Gasturbine, im wesentlichen bestehend aus einer mehrstufigen Turbine (1), welche einen auf einer gemeinsamen Welle (13) angeordneten Verdichter (10) antreibt, bei welcher der zwischen der Turbine (1) und dem Verdichter (10) liegende Wellenteil eine Trommel (14) ist, die von einer Trommelabdeckung (15) unter Bildung eines Ringkanals (20) umgeben ist, wobei im Ringkanal (20) eine gegen die Trommelabdeckung (15) dichtende Labyrinthdichtung (21) angeordnet ist, und die Trommelabdeckung (15) zusammen mit der Stirnseite (18) des Turbinenrotors (3) einen radial verlaufenden Radseitenraum (19) begrenzt, bei der separate Leitungen (22) zur Führung der Turbinenrotorkühlluft vom Verdichter (10) zur Stirnseite (18) des Turbinenrotors (3) angeordnet sind und die Verbindung zwischen diesen Leitungen (22) und dem Radseitenraum (19) jeweils über mindestens eine Dralldüse (23) erfolgt, bei der Kühleinrichtungen (24) für den Turbinenrotor (3) und seine Laufschaufelkränze vorhanden sind und die gesamte rotorseitige Kühlluft für die Turbine (1) dem Verdichter (10) im Bereich des Verdichteraustritts entnommen wird, ist im Bereich des Trommellabyrinths (21) mindestens eine Absaugvorrichtung (25) für die Leckageluft und einen Teil der Kühlluft angeordnet. Die Absaugvorrichtung (25) steht mit den Kühleinrichtungen der hinteren Turbinenstufen in Verbindung.

**FIG. 1****EP 0 702 129 A2**

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine axialdurchströmte Gasturbine gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1, im wesentlichen bestehend aus einer mehrstufigen Turbine, welche einen auf einer gemeinsamen Welle angeordneten Verdichter antreibt, wobei der zwischen Turbine und Verdichter liegende Wellenteil eine Trommel ist.

Stand der Technik

Derartige Gasturbinen sind bekannt. Die gesamte rotorseitige Kühlluft wird dabei z. B. dem Verdichter entnommen. Der überwiegende Teil davon strömt durch separate Leitungen und über ein Drallgitter, welches sich in der Regel auf dem gleichen Radius wie die Rotorkühlkanäle an der Stirnseite des Turbinenrotors befindet und z.B. aus GB 2 189 845 bekannt ist, in diese Rotorkühlkanäle ein. Der kleinere Anteil an Kühlluft dient zur Kühlung der letzten Verdichterscheibe, der Trommel und der ersten Turbinenscheibe.

In EP 0 447 886 wird die gesamte für die Rotorkühlung erforderliche Kühlluft nach der letzten Laufreihe des Verdichters an dessen Nabe entnommen und mit dem ihr anhaftenden Drall unmittelbar in den sich zwischen Rotortrommel und Trommelabdeckung befindenden Ringkanal geleitet. Sie strömt bis vor das Trommellabyrinth. Durch das Labyrinth strömt die unvermeidliche Leckmenge, während der Hauptteil der Rotorkühlluft in ein Drallgitter geführt wird. Dort erfolgt eine Beschleunigung der Kühlluft bei gleichzeitiger Umlenkung in Rotordrehrichtung. Die Abströmung aus dem Drallgitter erfolgt dabei nahezu tangential. Der Leckagemassenstrom durch das Trommellabyrinth unter dem Drallgitter mischt sich im Bereich der Turbinenscheibe mit der Kühlluft nach dem Drallgitter.

Bei Gasturbinen mit einem hohen Druckverhältnis tritt hierüber folgendes Problem auf. Da die Luft nach der letzten Verdichterlaufreihe für die Kühlung der Turbinenschaufeln zu heiss ist, muss diese zuerst rückgeköhlt werden, bevor sie durch das Drallgitter in die Turbinenrotorkühlkanäle gelangt. Der grosse Temperaturunterschied zwischen der Kühlluft und der Labyrinthleckageluft entlang der Rotortrommel führt zu hohen Spannungen im Rotortrommel- und Turbinenscheibenbereich. Ausserdem führt die Mischung der kalten Kühlluft mit der heissen Leckageluft nach dem Drallgitter zu einer unerwünschten Aufheizung der Kühlluft und zur Abschwächung des Dralls.

Um den notwendigen Druck im Rotorkühlflusssystem zu erreichen, ist normalerweise eine Labyrinthdichtung zwischen Turbinenrotorscheibe und Scheibenabdeckung oberhalb des Drallgitters notwendig. Dadurch nimmt bei einer Beschädigung des Trommellabyrinths der Druck entlang der Turbinenscheibe zu und führt zu einer massiven Erhöhung des Rotoraxialschubes.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer axialdurchströmten Gasturbine der eingangs genannten Art den Axialschub zu verringern, die Effektivität der Schaufel- und Scheibenkühlung zu verbessern und eine gleichmässige Temperaturverteilung zu erreichen.

Erfindungsgemäss wird dies bei einer axialdurchströmten Gasturbine gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch erreicht, dass im Bereich des Trommellabyrinths mindestens eine Absaugvorrichtung für die Leckageluft und einen Teil der Kühlluft angeordnet ist.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass die Turbinenscheibe und ein Teil der Rotortrommel nur noch von der Kühlluft bestrichen werden. Daraus ergibt sich eine tiefere und vor allem gleichmässige Temperaturverteilung, welche sich positiv auf die Festigkeit im Rotor-Scheibenübergang auswirkt. Da mit dem Absaugen der Leckageluft auch ein Mischen mit der Kühlluft vermieden wird, wird die Kühlluft nicht erwärmt und der Drall der Kühlluft bleibt ungestört.

Es ist vorteilhaft, wenn der Ringkanal im Bereich der Absaugvorrichtung zu einem Sammelraum für die Leckage- bzw. Kühlluft erweitert ist, weil dadurch eine bessere Absaugung gewährleistet ist.

Ferner ist es zweckmässig, wenn die Absaugvorrichtung aus einer Leitung besteht, welche auf der einen Seite mit dem Sammelraum für die Leckage- bzw. Kühlluft und auf der anderen Seite mit dem Kühlluftentnahmeringraum im Verdichtergehäuse verbunden ist.

Weiterhin wird mit Vorteil die Absaugvorrichtung mit den Kühlluftleitungen für die hinteren Turbinenstufen in Verbindung gebracht, weil dadurch die abgesaugte Luft der Kühlluft für die hinteren Turbinenstufen beigemischt wird und somit für den Prozess sinnvoll weiterverwendet wird.

Es ist zweckmässig, wenn im verdichterseitigen Teil der Rotortrommel für einen Teil der Kühlluft mindestens eine Zuführung zum Ringkanal angeordnet ist, welche an ihrem jeweiligen Ende mindestens eine Dralldüse aufweist. Dadurch kann der heissen Leckageluft ebenfalls Kühlluft zugemischt werden, so dass in diesem Bereich die Lufttemperatur auf das zulässige Mass gesenkt wird.

Schliesslich wird mit Vorteil der Kühlluftdruck nach dem Drallgitter so gewählt, dass auf die normalerweise übliche Labyrinthdichtung zwischen Turbinenscheibe und Scheibenabdeckung verzichtet werden kann, so dass der Druck in Scheibennähe vom Druck des Turbinenhauptstromes im Gaskanal bestimmt wird. Bei einer Beschädigung des Rotortrommellabyrinths wird durch den Wegfall des Scheibenlabyrinths und durch die Absaugung der vergrösserten Leckageluft ein grosser Druckanstieg an der Turbinenscheibe verhindert, so dass sich der Rotoraxialschub nur gering ändert. Auch die Trommel- und Scheibentemperaturen bleiben im Fal-

le einer Labyrinthspielvergrößerung relativ stabil.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer einwelligen axialdurchströmten Gasturbine dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt der Gasturbine;
 Fig. 2 einen vergrößerten Teillängsschnitt im Bereich des Trommellabyrinths und der Absaugvorrichtung;
 Fig. 3a-c drei verschiedene Anordnungsmöglichkeiten der Absaugvorrichtung.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind von der Anlage beispielsweise das Abgasgehäuse der Gasturbine mit Abgasrohr und Kamin sowie die Eintrittspartien des Verdichterteils. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren und anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 ist zu entnehmen, dass die axialdurchströmte Turbine 1 im wesentlichen aus den mit Laufschaufeln 2 bestückten Rotor 3 und dem mit Leitschaufeln 4 bestückten Schaufelträger 5 besteht. In Fig. 1 ist lediglich die erste axialdurchströmte Stufe der Turbine 1 dargestellt. Der Schaufelträger 5 ist im Turbinengehäuse 6 eingehängt. Das Turbinengehäuse 6 umfasst auch den Sammelraum 7 für die verdichtete Brennluft.

Die Brennluft gelangt aus dem Sammelraum 7 in die Ringbrennkammer 8, welche in den Turbineneinlass mündet. In den Sammelraum 7 strömt die verdichtete Luft aus dem Diffusor 9 des Verdichters 10. Vom Verdichter 10 ist in Fig. 1 nur die letzte Stufe mit den Laufschaufeln 11 und den Leitschaufeln 12 dargestellt. Die Laufbeschaufelungen des Verdichters 10 und der Turbine 1 sitzen auf einer gemeinsamen Welle 13, deren sich zwischen Turbine 1 und Verdichter 10 befindendes Teil als Trommel 14 ausgebildet ist.

Die Trommel 14 ist von einer Trommelabdeckung 15 umgeben, die über Rippen 16 mit dem Diffusoraussengehäuse 17 verbunden ist. Turbinenseitig begrenzt die Trommelabdeckung 15 zusammen mit der Stirnseite 18 des Turbinenrotors 3 einen radial verlaufenden Radseitenraum 19.

Der Radseitenraum 19 bildet das Ende eines Ringkanales 20, der zwischen der Trommel 14 und der Trommelabdeckung 15 verläuft. In diesem Ringkanal 20 ist eine gegen die Trommelabdeckung 15 dichtende Labyrinthdichtung 21 angeordnet.

In den Radseitenraum 19 mündet eine vom Verdichterteile kommende Leitung 22 zur Führung der Turbinenrotorkühlluft. An ihrem Ende sind Dralldüsen 23 angeordnet. Die Dralldüse 23 für die Turbinenrotorhauptkühlluft ist dabei vorzugsweise auf dem gleichen Radius angeordnet wie die Rotorkühlkanäle 24 bzw. die Eintrittsöffnung der Rotorkühlkanäle 24, während eine oder mehrere weitere Dralldüsen 23 in geringerem radialen Abstand von der Turbinenhauptachse angeordnet sind und zur Beimischung von Kühlluft für die Stirnseite 18 des Turbinenrotors 3 dienen.

Im Bereich des Trommellabyrinths 21 sind in diesem Ausführungsbeispiel zwei Absaugvorrichtungen 25 für die Leckageluft und einen Teil der Kühlluft angeordnet.

Fig. 2 zeigt im Detail eine mögliche Ausführungsvariante der Absaugvorrichtung 25. Der Ringkanal 20 ist im Bereich der Absaugvorrichtungen 25 zu zwei Sammelräumen 26 erweitert. Die beiden Absaugvorrichtungen 25 sind hier Leitungen, welche einerseits mit den Sammelräumen 26 der Leckageluft und andererseits mit den Kühlluftentnahmeräumen 28 im Verdichtergehäuse verbunden sind. Von den Kühlluftentnahmeräumen 28 führen Leitungen 22a zum Kühlsystem der hinteren Turbinenstufen. Die Anordnung der Sammelräume 26 im Trommellabyrinth 21 wird dabei so gewählt, dass das resultierende Druckgefälle zwischen den Räumen 26 und 28 und die Querschnitte der Leitungen 25 die erforderlichen Absaugluftmengen ergeben. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsvariante beschränkt, die Absaugvorrichtung 25 kann auch anders ausgebildet sein.

Ausserdem kann zusätzlich im verdichterseitigen Teil der Rotortrommel 14 für einen geringen Teil der Kühlluft noch eine Zuführung 27 zum Ringkanal 20 angeordnet sein, welche an ihrem dem Ringkanal 20 zugewandten Ende ebenfalls mindestens eine Dralldüse 23 aufweist. Bei den Dralldüsen 23 handelt es sich um Beschleunigungsgitter mit geringer Krümmung der Skelettlinie. Die Zumischung der Kühlluft in den heissen Leckageluftmassenstrom führt dazu, dass im verdichterseitigen Teil der Rotortrommel 14 die Lufttemperatur auf ein zulässiges Mass gesenkt wird.

Fig. 3 zeigt, dass auch nur eine Absaugvorrichtung 25 bzw. mehr als zwei Absaugvorrichtungen 25 für die Leckage- bzw. Kühlluft angeordnet sein können.

Die Wirkungsweise der Erfindung wird nachstehend erläutert: Die für die Rotorkühlung benötigte Kühlluft wird am Verdichterteile entnommen. Der Hauptteil der Rotorkühlluft strömt über die Leitung 22 und über die Dralldüse 23 in den Radseitenraum 19. Der grösste Teil dieser drallbehafteten Kühlluft strömt über die sich auf gleicher Höhe befindenden Eintrittsöffnungen in die Kühlkanäle 24 des Rotors 3, während ein geringer Anteil zwischen Turbinenscheibe und Scheibenabdeckung in den Gaskanal der Turbine 1 strömt. Durch eine weitere Dralldüse 23, welche in einem geringeren radialen Abstand von der Turbinenhauptachse als die o.g. Dralldüse 23 angeordnet ist, wird weitere Kühlluft in den Radseiten-

raum 19 geführt. Diese strömt in Richtung Ringkanal 20 und wird zusammen mit dem aus der anderen Richtung vom Verdichter 10 kommenden, nach der letzten Laufschaufel 11 entnommenen Leckageluftmassenstrom in den im Bereich des Trommellabyrinths 21 angeordneten Absaugvorrichtungen 25 abgesaugt. Selbstverständlich kann der Leckageluftmassenstrom auch an einer anderen Stelle entnommen werden, beispielsweise nach der letzten Leitschaufel 12 des Verdichters 10. Die abgesaugte Luft wird dann auf Grund ihres geringen Druckes beispielsweise der Kühlluft für die hinteren Turbinenstufen beigemischt und somit für den Prozess weiter sinnvoll verwendet.

Dadurch, dass der Leckageluftmassenstrom und ein geringer Teil der durch eine oder mehrere Dralldüsen 23 beigemischten Kühlluft beim Trommellabyrinth 21 abgesaugt wird, wird die Turbinenscheibe und ein Teil der Rotortrommel 14 nur noch von der Kühlluft bestrichen. Das hat den Vorteil einer gleichmässigeren und tieferen Temperaturverteilung, was sich günstig auf die Festigkeit im Rotor-Scheibenbereich auswirkt.

Mit dem Absaugen der Leckageluft wird auch das Mischen mit der Kühlluft nach der Dralldüse 23 vermieden. Der Drall der Kühlluft nach der Dralldüse 23 wird nicht mehr durch die Leckageluft beeinflusst und es findet auch keine Erwärmung der Kühlluft durch die heissere Leckageluft statt; dadurch sind die Eintrittsbedingungen ins Rotorkühlsystem nahezu konstant, die Leistung der Kühlluft ist besser und die Eintrittsverluste in das Rotorkühlsystem werden minimiert.

Der Kühlluftdruck nach dem Drallgitter kann nun so gewählt werden, dass auf die normalerweise zwischen Turbinenscheibe und Scheibenabdeckung angeordnete Labyrinthdichtung verzichtet werden kann. Dadurch wird der Druck in Scheibennähe vom Druck des Turbinenhauptstromes im Gaskanal bestimmt.

Bei einer Beschädigung des Rotortrommellabyrinths 21 wird durch den Wegfall des Scheibenlabyrinths und durch die vergrösserte Leckageluftmenge ein grosser Druckanstieg an der Turbinenscheibe verhindert, so dass sich der Rotoraxialschub nur gering ändert. Die Trommel- und Scheibentemperaturen bleiben im Falle einer Labyrinthspielvergrösserung relativ stabil.

Bezugszeichenliste

1	Turbine
2	Laufschaufel der Turbine
3	Rotor
4	Leitschaufel der Turbine
5	Schaufelträger
6	Turbinengehäuse

7	Sammelraum
8	Ringbrennkammer
9	Diffusor
10	Verdichter
11	Laufschaufel des Verdichters
12	Leitschaufel des Verdichters
13	Welle
14	Trommel
15	Trommelabdeckung
16	Rippen
17	Diffusoraussengehäuse
18	Stirnseite des Turbinenrotors
19	Radseitenraum
20	Ringkanal
21	Labyrinthdichtung
22	Leitungen für Turbinenrotorkühlluft
22a	Leitungen zum Kühlluftsystem der hinteren Turbinenstufen
23	Dralldüse
24	Rotorkühlkanäle
25	Absaugvorrichtung
26	Sammelraum
27	Zuführung für geringen Kühlluftteil
28	Kühlluftentnahmeringraum

Patentansprüche

1. Axialdurchströmte Gasturbine, im wesentlichen bestehend aus einer mehrstufigen Turbine (1), welche einen auf einer gemeinsamen Welle (13) angeordneten Verdichter (10) antreibt,
 - bei welcher der zwischen der Turbine (1) und dem Verdichter (10) liegende Wellenteil eine Trommel (14) ist, die von einer Trommelabdek-

kung (15) unter Bildung eines Ringkanals (20) umgeben ist, wobei im Ringkanal (20) eine gegen die Trommelabdeckung (15) dichtende Labyrinthdichtung (21) angeordnet ist, und die Trommelabdeckung (15) zusammen mit der Stirnseite (18) des Turbinenrotors (3) einen radial verlaufenden Radseitenraum (19) begrenzt,

5

- bei der mindestens eine separate Leitung (22) zur Führung der Turbinenrotorkühlluft vom Verdichter (10) zur Stirnseite (18) des Turbinenrotors (3) angeordnet ist und die Verbindung zwischen dieser Leitung (22) und dem Radseitenraum (19) über mindestens zwei Dralldüsen (23) erfolgt,

10

15

- bei der Kühleinrichtungen (24) für den Turbinenrotor (3) und seine Laufschaufelkränze vorhanden sind und

20

- die gesamte rotorseitige Kühlluft für die Turbine (1) dem Verdichter (10) im Bereich des Verdichteraustritts entnommen wird,

25

dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Trommellabyrinths (21) mindestens eine Absaugvorrichtung (25) für die Leckageluft und einen Teil der Kühlluft angeordnet ist.

30

2. Axialdurchströmte Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringkanal (20) im Bereich der Absaugvorrichtung (25) zu einem Sammelraum (26) für die Leckage- bzw. Kühlluft erweitert ist.

35

3. Axialdurchströmte Gasturbine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugvorrichtung (25) aus einer Leitung besteht, welche auf der einen Seite mit dem Sammelraum (26) für die Leckage- bzw. Kühlluft und auf der anderen Seite mit dem Kühlluftentnahmeringraum (28) im Verdichtergehäuse verbunden ist.

40

4. Axialdurchströmte Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugvorrichtung (25) mit den Kühleinrichtungen (24) der hinteren Turbinenstufen in Verbindung steht.

45

5. Axialdurchströmte Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im verdichterseitigen Teil der Rotortrommel (14) für einen Teil der Kühlluft mindestens eine Zuführung (27) zum Ringkanal (20) angeordnet ist, welche an ihrem jeweiligen Ende mindestens eine Dralldüse (23) aufweist.

50

55

6. Axialdurchströmte Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlluftdruck

nach dem Drallgitter (23) im Radseitenraum (19) so gewählt wird, dass auf eine Labyrinthdichtung zwischen Turbinenscheibe und Scheibenabdeckung verzichtet werden kann.

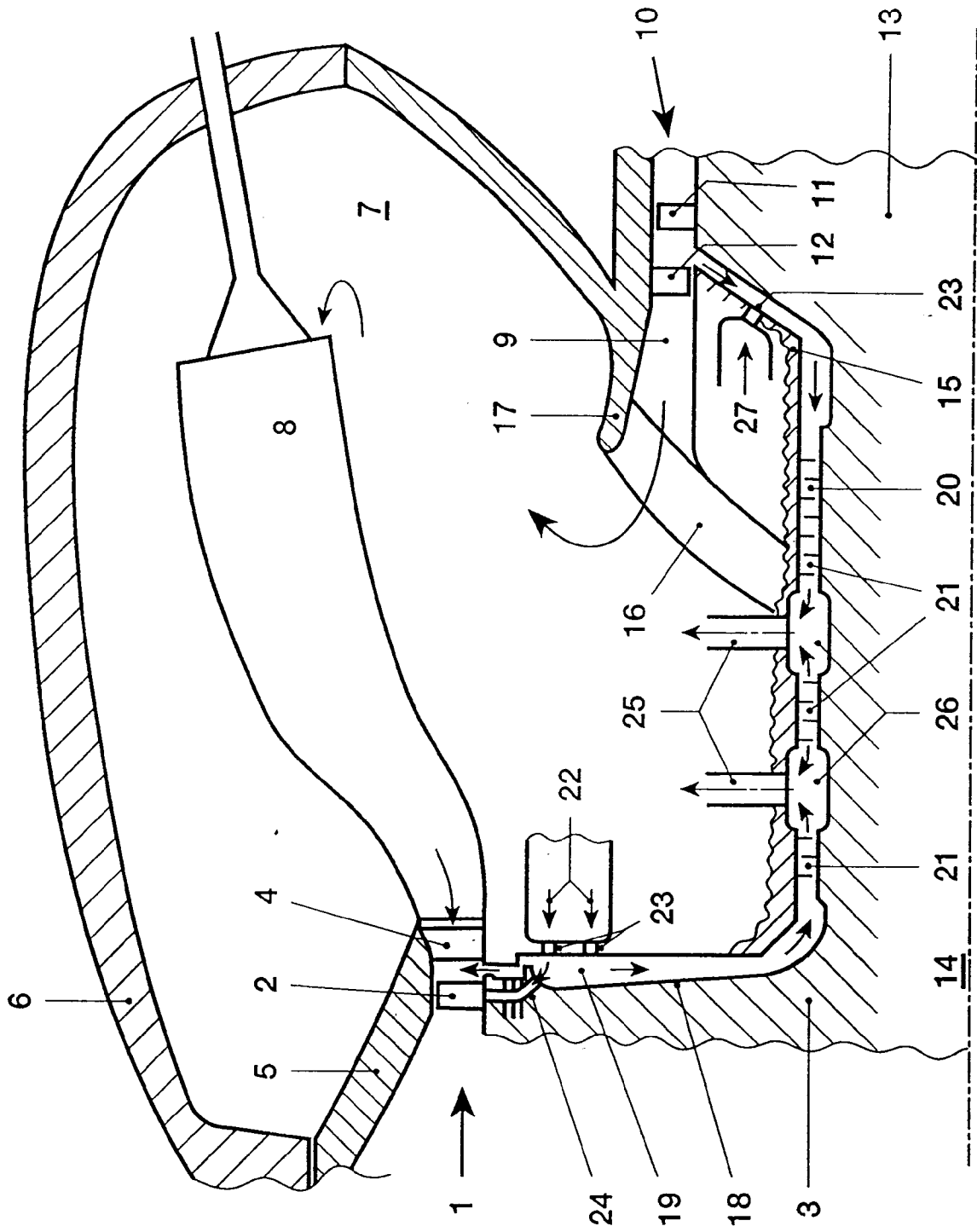


FIG. 1

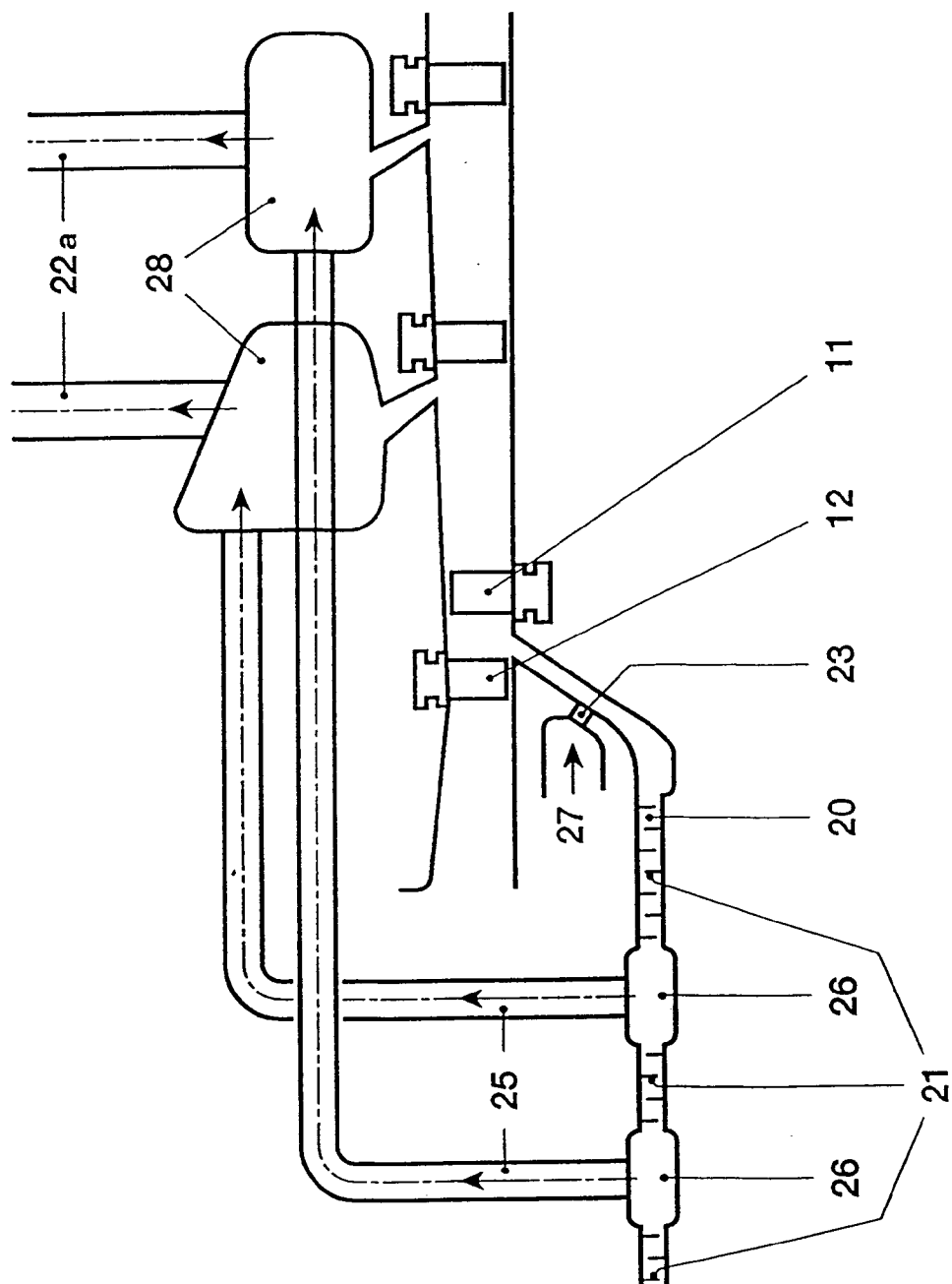


FIG. 2

FIG. 3a

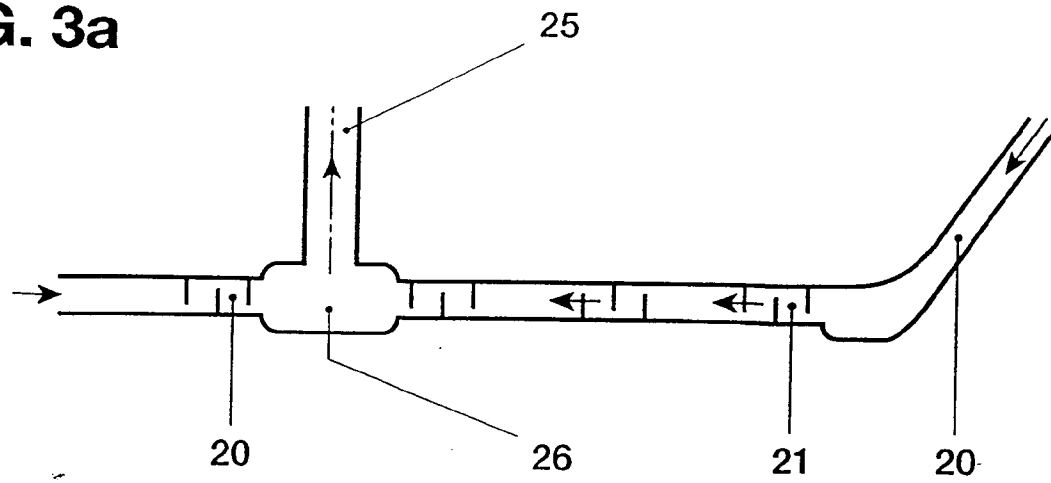


FIG. 3b

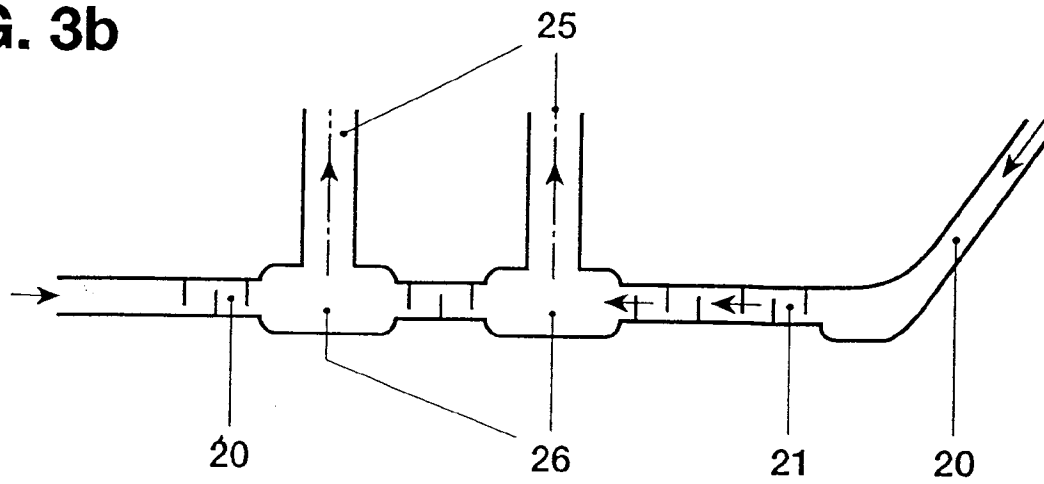


FIG. 3c

