(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 380 348 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.2004 Patentblatt 2004/03

(51) Int Cl.[7]: **B05B 7/04**

(21) Anmeldenummer: **03405488.2**

(22) Anmeldetag: **02.07.2003**

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

(30) Priorität: **11.07.2002 DE 10231218**

(71) Anmelder: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
- **Jansohn, Peter**
  79790 Küssaberg (DE)
- **Ni, Alexander**
  5400 Baden (CH)
- **Savic, Sasha**
  5430 Wettingen (CH)

(54) Zerstäubungseinrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines Flüssigkeit-Gas Gemisches

(57) Bei einer Zerstäubungseinrichtung zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches (4) wird das Gemisch (4) insbesondere zur Verdichtung in eine Düsenanordnung (3) eingeleitet, in der die kinetische Energie des Gemisches (4) zum grössten Teil durch Druckanstieg der Luft in Kompressionsenergie umgewandelt wird.

Die Zerstäubungseinrichtung (2) umfasst eine zentrale Luftzuführung (16) und eine die Luftzuführung umschliessende Düsenkammer (18) zur Zuführung von Flüssigkeit. An oder in der Zerstäubungseinrichtung sind Mittel (17) zur Erzeugung einer verdrallten Flüssigkeitsströmung in der Düsenkammer (18) angeordnet und die verdrallte Fiüssigkeitsströmung tritt über eine die Luftzuführung umschliessende Düsenöffnung (19) aus.

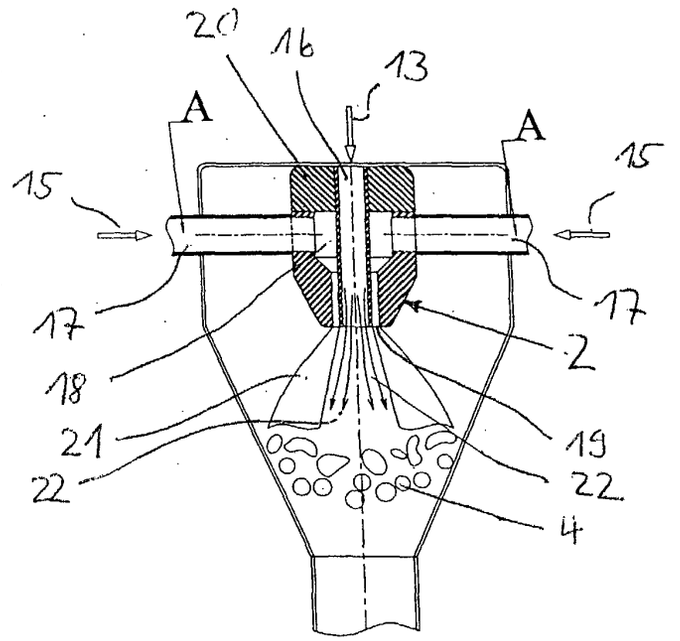

Fig. 2

EP 1 380 348 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches nach dem Oberbegriff des ersten Anspruches.
Die Erfindung geht ebenfalls aus von einem Verfahren zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches nach dem Oberbegriff des unabhängigen Verfahrensanspruches.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 990 801 ist eine Zerstäubungseinrichtung zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches bekannt, welche in einem Verfahren zur isothermen Kompression zur Anwendung kommt. Das isotherm verdichtete Gas, vorzugsweise Luft, wird einer Gasturbinenanlage zugeführt, deren Wirkungsgrad dadurch verbessert werden kann. Eine Zerstäubungseinrichtung besteht aus mehreren konzentrisch zueinander angeordneten Ringdüsen, die über Verbindungskanäle miteinander verbunden sind. Zu dem aus den Ringdüsen austretenden Wasser wird Luft über die durch die zwischen den Ringdüsen gebildeten Öffnungen zugeführt. Die Zerstäubungsdüse deckt dabei die gesamte Öffnung der Lavaldüse ab, um über die gesamte Öffnung einen homogenen Sprühnebel, bestehend aus einzelnen Flüssigkeitströpfchen zu bilden. Eine weitere Zerstäubungsdüse besteht ebenfalls aus mehreren konzentrisch zueinander angeordneten Ringdüsen, die über Verbindungskanäle miteinander verbunden sind und die Öffnung der Laval-Düse abdeckt. Die Zugabe von Wasser und Luft wird hier jedoch so eingestellt, dass sich ein schaumartiges Gemisch bildet, in dem Luftblasen von Flüssigkeit eingeschlossen sind.

Darstellung der Erfindung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Zerstäubungseinrichtung und einem Verfahren der eingangs genannten Art die Effizienz der Zerstäubung zu erhöhen.
[0004] Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche erreicht.
[0005] Kern der Erfindung ist es also, dass die Zerstäubungseinrichtung aus einem Düsenkörper besteht, welcher ein zumindest annähernd zentrales Rohr für das gasförmige Medium und eine dieses zentrale Rohr umschliessende Düsenkammer zur Zuführung von Flüssigkeit umfasst, wobei die Flüssigkeitszuführung Mittel zur Erzeugung einer verdrallten Flüssigkeitsströmung in der Düsenkammer besitzt und die verdrallte Flüssigkeitsströmung koaxial das gasförmige Medium umschliessend durch eine Düsenöffnung aus dem Düsenkörper austritt.
[0006] An der Düsenöffnung der Zerstäubungseinrichtung wird somit mittels an oder in der Zerstäubungseinrichtung angeordneter Mittel zur Erzeugung einer verdrallten Flüssigkeitsströmung ein sich in Strömungsrichtung ausbreitender wirbelnder hohlkonusförmiger Spray erzeugt. In die sich im Inneren des hohlkonusförmigen Sprays gebildete Unterdruckzone wird über das zentrale Rohr gasförmiges Medium eingespeist.
[0007] Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass die in einer Drallströmung aus der Zerstäubungseinrichtung austretende Flüssigkeit eine zentrale Unterdruckzone bildet, in die eine grössere Gasmenge einströmt als bei bisher bekannten Zerstäubungsdüsen. Durch die Erhöhung der Menge an mitgerissenem gasförmigen Medium wird auch die Wirksamkeit des Gesamtsystems erhöht. Die Zerstäubungsqualität wird durch die verbesserte Zerstäubung aufgrund des hohlkonusförmigen Sprays und der geringeren Dikke des aus der ringförmigen Düsenöffnung austretenden Flüssigkeitsfilms erhöht. Die verbesserte Zerstäubung führt ihrerseits dazu, dass die Länge der Laval-Düse reduziert werden kann, da eine geringere Mischungszeit für die Erzeugung eines blasigen Gemisches benötigt wird.
[0008] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0009] Im folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.
[0010] Es zeigen:

- Fig. 1 Schematische Darstellung einer Gasturbinenanlage mit vorgeschalteter isothermer Kompression;
- Fig. 2 einen Teillängsschnitt durch eine Zerstäubungseinrichtung;
- Fig. 3 einen Teilquerschnitt durch die Zerstäubungseinrichtung entlang Linie A-A der Fig. 2.

[0011] Es sind nur die für das unmittelbare Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0012] Gemäss Fig. 1 wird bei einer schematisch dargestellten Gasturbinenanlage isotherme Kompression zur Vorverdichtung verwendet. Wasser 15, das entweder aus einem hochgelegenen Wasserreservoir oder wie dargestellt mittels einer Wasserpumpe 1 über eine Wasserleitung 11 druckbeaufschlagt einer Zerstäubungseinrichtung 2 zugeführt wird, wird in der Zerstäubungseinrichtung 2 unter Zugabe von mittels einer Zuführungsleitung 16 zugeführter Luft 13 im Düsenein-

lassbereich eines Mischrohrs 3 zu einem Flüssigkeits-Luft-Gemisch 4 zerstäubt, in dem feinst verteilt kleine Flüssigkeitströpfchen enthalten sind. Das Mischrohr 3 ist als vertikal angeordneter Fallschacht ausgebildet, durch den das Flüssigkeits-Luft-Gemisch 4 vertikal nach unten strömt, beschleunigt durch die Gravitation. In dem Bereich der sich sich verjüngenden Innenkontur des Diffusors 3a wird den Flüssigkeitströpfchen kinetische Energie entzogen, wodurch die im Flüssigkeits-Luft-Gemisch 4 enthaltene Luft komprimiert wird. Der Diffusor 3a ist stromabwärts mit einer Hochdruckkammer 5 verbunden, in der sich die hochkomprimierte Luft von der Flüssigkeit in einem Luft-Wasser-Seperator 12 separiert. Über eine entsprechende Hochdruckzuleitung 6 wird die isotherm vorverdichtete Luft einer weiteren Verdichterstufe 7 zugeführt, die nachfolgend mit einer Brennkammer 8 verbunden ist, in der die vorverdichtete Luft vermischt mit Brennstoff entzündet wird. Die in der Brennkammer expandierenden Heissgase treiben die Turbine 9 an, die ihrerseits mit einem Generator 10 zur Stromerzeugung verbunden ist. Das separierte Wasser wird mittels der Pumpe 1 und der Wasserleitung 11 wieder der Zerstäubungseinrichtung 2 zugeführt. Zur Kühlung des zugeführten Wassers kann dieses mittels eines in der Wasserleitung 11 angeordneten Wasserkühlers 14 gekühlt werden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die für die Kompression erforderliche Länge des Mischrohrs 3 nicht von der Leistung der Gasturbine abhängt, sondern sehr stark von der Zerstäubungsqualität, mit der die Zerstäubungseinrichtung 2 die Flüssigkeit in feinst verteilte Flüssigkeitströpfchen zerstäubt. Ebenso hängt die Länge vom Düsenwirkungsgrad sowie vom Druckverhältnis ab, mit dem die zu zerstäubende Flüssigkeit der Zerstäubungseinrichtung 2 zugeführt wird. So nimmt die Länge des Mischrohrs 3 mit abnehmendem Tröpfchendurchmesser oder abnehmendem Kompressionswirkungsgrad ab. Typische Düsenlängen bei mässiger Zerstäubungsqualität betragen ca. 20 m, wohingegen Düsenlängen bei hoher Zerstäubungsqualität auf 6 bis 10 m verkürzt werden können. Bei Verwendung einer Gasturbine, deren Luftmassendurchfluss bei ca. 400 kg pro Sekunde liegt, betragen typische Eintrittsdüsenöffnungen bei Laval-Düsen ca. 2 m und Austrittsdurchmesser etwa 3 m. Grundsätzlich ist es auch möglich, Gasturbinen, Dampfturbinen sowie Abgasrekuperatoren zusammen mit der isothermen Kompression zu kombinieren. Ferner ist festzuhalten, dass die Verwendung der isothermen Kompression zu einem deutlichen Anstieg der Leistungsdichte sowie des Wirkungsgrades von Gasturbinen, verglichen mit einstufig gekühlten Systemen, führt. Weitere Ausführungsformen und Anordnungen können der EP 0 990 801 A1 entnommen werden, welche hiermit einen integrierenden Bestandteil dieser Beschreibung bildet.

[0013] In Fig. 2 ist die Zerstäubungsdüse 2 im Längsschnitt und in der Fig. 3 im Querschnitt dargestellt. In einem Düsenkörper 20 wird über tangential zur zentralen Luftzuführung 16 verlaufende Wasserzuführungen 17 das Wasser 15 zur ringförmigen, die Luftzuführungsleitung 16 umgebende, Düsenkammer 18 geleitet. Die Düsenkammer verjüngt sich zur ringförmigen Düsenöffnung 19 hin.

Durch die Wasserzuführungen 17 wird Wasser 15 zur Düsenkammer 18 mittels der Pumpe 1 gefördert. Infolge der tangentialen Einleitung des Wassers in die Düsenkammer 18 bildet sich eine verdrallte Strömung aus, die in dem sich verjüngenden Querschnitt zur Düsenaustrittsöffnung 19 hin noch beschleunigt wird. Beim Austritt aus der Zerstäubungseinrichtung 2 entsteht ein hohlkonusförmiger wirbelnder Spray 21, der in dem von ihm umschlossenen Bereich eine Unterdruckzone 22 bildet. Durch diese Unterdruckzone 22 wird Luft 13 über die Luftzuführung angesogen und mitgerissen. Die Menge der durch die Druckzone mitgerissenen Luft ist dabei deutlich höher als bei bisher bekannten Zerstäubungdüsen. Der Spray 21 ist direkt am Düsenausgang 19 noch ein flüssiger Film, der starken Oberflächenspannungskräften ausgesetzt ist, welche zu Instabilitäten aufgrund der grossen spezifischen Oberfläche führen. Dies führt stromabwärts der Düsenöffnung zu einer schnellen Zerstäubung. Der gut zerstäubte Spray 21 vermischt sich mit der mitgerissenen Luft 13 und bildet eine zweiphasige Mischung 4 von Luft und Flüssigkeit. Wie oben beschrieben benötigt der Vermischungsprozess eine bestimmte Länge und die Wirksamkeit der Vermischung ist umgekehrt proportional zur Tropfengrösse, d.h. je kleiner die Tropfen desto höher ist die Wirksamkeit. Bei einer angemessenen Verweildauer in der Laval-Düse führt die Vermischung zu einer blasigen Mischung, in der die Luft in Flüssigkeitstropfen eingeschlossen ist, was wiederum zur isothermen Verdichtung der Luft führt. Durch die hohe Menge an mitgerissener Luft, die hohe Zerstäubungsqualität und die geringe Mischungszeit zur Erzeugung der blasigen Mischung kann deshalb die Höhe der Laval-Düse stark reduziert werden.

[0014] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Zur Erzeugung der Drallströmung in der Düsenkammer können auch nur eine tangentiale Wasserzuführung oder mehr als zwei tangentiale Wasserzuführungen verwendet werden. Die Auslegung der tangentialen Wasserzuführungen bezüglich ihrer Position und ihrer Innendimensionen erfolgt entsprechend dem gewünschten Aussenwinkel des Sprays, der gewünschten Menge an mitgerissener Luft, dem verfügbaren Wasserdruck und der Fliessrate des Wassers. Im Bereich der Düsenkammer können auch andere Mittel zur Erzeugung einer verdrallten Flüssigkeitsströmung in der Düsenkammer angeordnet werden, z.B. in oder ausserhalb der Düsenkammer angeordnete Umlenkkanäle.

Bezugszeichenliste

[0015]

1	Wasserpumpe
2	Zerstäubungseinrichtung
3	Mischrohr
3a	Diffusor
4	Flüssigkeits-Luft-Gemisch
5	Hochdruckkammer
6	Hochdruckzuleitung
7	Verdichter
8	Brennkammer
9	Turbine
10	Generator
11	Wasserleitung
12	Luft-Wasser-Seperator
13	Luft
14	Wasserkühler
15	Wasser
16	Luftzuführung
17	tangentiale Wasserzuführung
18	Düsenkammer
19	Düsenöffnung
20	Düsenkörper
21	hohlkonusförmiger Spray
22	Unterdruckzone

Patentansprüche

1. Zerstäubungseinrichtung zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches (4), wobei das erzeugte Gemisch (4) vorzugsweise zwecks Verdichtung in eine Düsenanordnung (3) eingeleitet wird, in welcher die kinetische Energie des Gemisches (4) zu einem grossen Teil in Kompressionsenergie der gasförmigen Komponente umgewandelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zerstäubungseinrichtung (2) aus einem Düsenkörper (20) besteht, welcher ein zumindest annähernd zentrales Rohr (16) für das gasförmige Medium und eine dieses Rohr (16) umschliessende rotationssymmetrische Düsenkammer (18) für das flüssige Medium umfasst, die Flüssigkeitszuführung (17) Mittel zur Erzeugung einer verdrallten Flüssigkeitsströmung in der Düsenkammer (18) besitzt und die Flüssigkeit in einer koaxial das Rohr (16) umschliessenden Düsenöffnung (19) aus dem Düsenkörper (20) austritt.

2. Zerstäubungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die die Flüssigkeitszuführung (17) tangential in die Düsenkammer (18) einmündet.

3. Zerstäubungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Düsenkammer (18) zu einer ringförmigen Düsenöffnung (19) verjüngt.

4. Verfahren zur Erzeugung eines Flüssigkeits-Gas Gemisches (4) mittels einer Zerstäubungseinrichtung (2), wobei das erzeugte Gemisch (4) insbesondere zur Verdichtung in eine Düsenanordnung (3) eingeleitet wird, in welcher die kinetische Energie des Gemisches (4) zu einem grossen Teil in Kompressionsenergie der gasförmigen Komponente umgewandelt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus einer Düsenöffnung (19) der Zerstäubungseinrichtung (2) eine verdrallte Flüssigkeitsströmung austritt und einen sich in Strömungsrichtung ausbreitenden wirbelnden hohlkonusförmigen Spray (21) erzeugt, und in die sich im Inneren des hohlkonusförmigen Sprays (21) gebildete Unterdruckzone (22) über eine zentrale Zuführung (16) das gasförmige Medium (13) eintritt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die verdrallte Flüssigkeitsströmung in einer das Rohr (16) zur Zuführung des gasförmigen Mediums umschliessenden Düsenkammer (18) erzeugt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die verdrallte Flüssigkeitsströmung in der Düsenkammer (18) mittels mindestens einer tangential in die Düsenkammer (18) einmündenden Flüssigkeitszuführung (17) erzeugt wird.

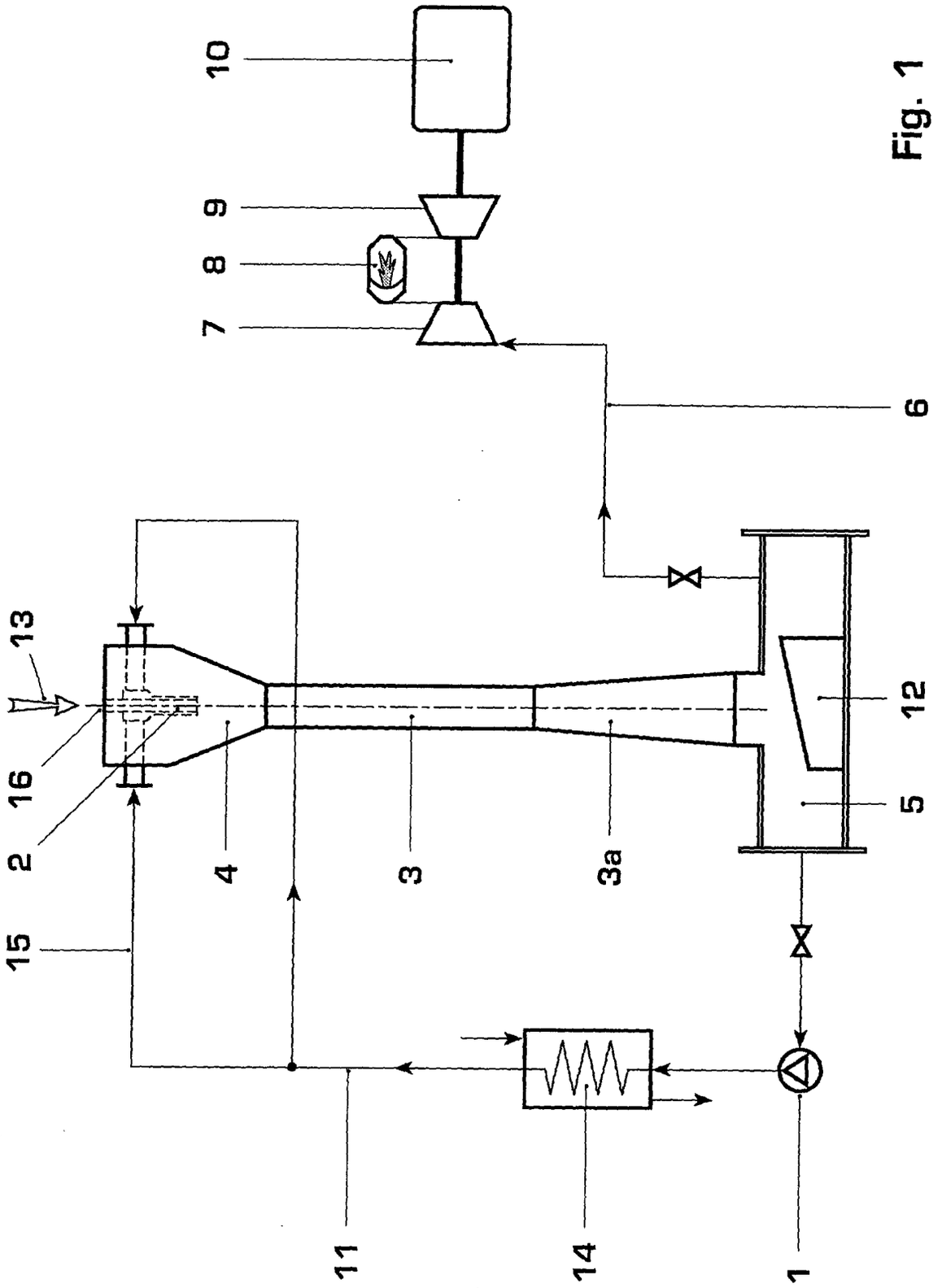

Fig. 1

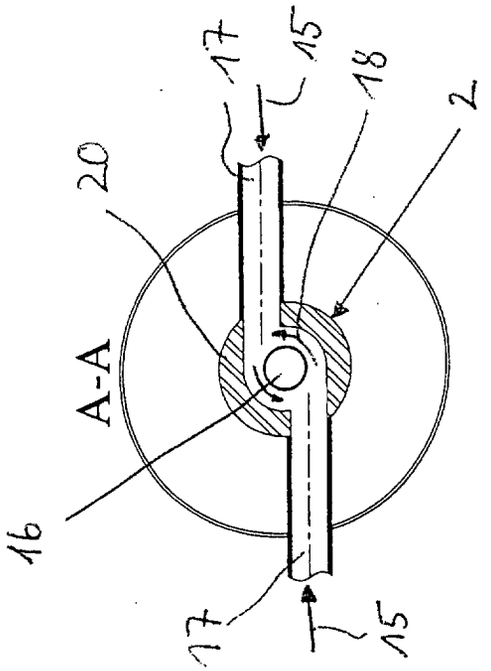

Fig. 3

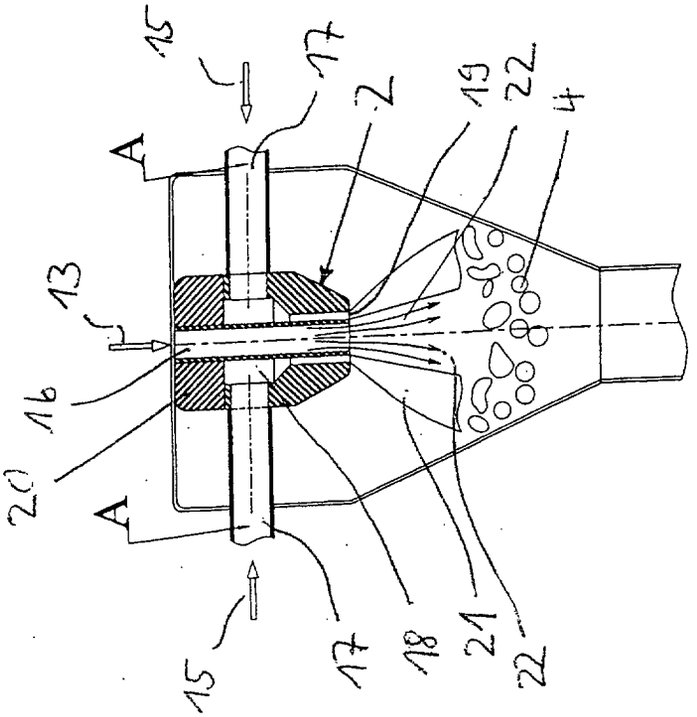

Fig. 2