

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85103740.8

51 Int. Cl.⁴: **F 22 B 37/26**
F 01 D 25/32

22 Anmeldetag: 28.03.85

30 Priorität: 16.04.84 CH 1899/84

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.10.85 Patentblatt 85/43

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

72 Erfinder: Lang, Helmut
Vordere Höhenstrasse 10
CH-5430 Wettingen(CH)

54 Vorabscheider für eine ein Zweiphasengemisch führende Rohrleitung.

57 Durch Anbringen eines Vorabscheiders (3) in der Rohrleitung 31 nach Hochdruckturbine (1) erzielt man eine Verringerung der Druckverluste und der Restfeuchte. Die Rohrleitung (31) weist ein querschnittsverengendes Innenrohr (33) auf. Zuströmungsseitig zwischen Anfang des Innenrohres (33) und Rohrleitung (31) ist eine isokinetisch grosse Ringspaltöffnung (32) vorhanden, durch welche das Wasser/Transportdampf-Gemisch durchströmt, das weiter stromabwärts durch das lavalförmig (33a) ausgebildete Innenrohr (33) einer Beruhigung unterworfen wird. Durch ein zweites Innenrohr (34) wird die interne Phasentrennung (Wasser-Transportdampf) des Gemisches vorgenommen. Das Wasser strömt durch die Kammer (35b) und fliesst über die Öffnung (37) ab; der Transportdampf sammelt sich in Kammer (35a) und wird dann über die Öffnung (36) abgesaugt.

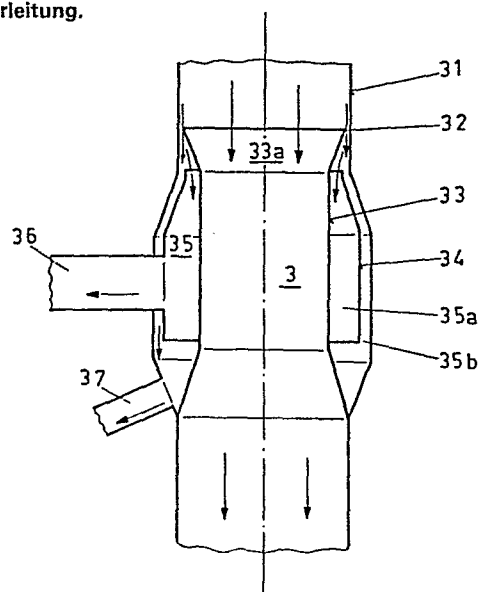


FIG. 2

38/84

16.4.84

Bo/eh

- 1 -

Vorabscheider für ein ein Zweiphasen-
gemisch führende Rohrleitung

Die Erfindung betrifft einen Vorabscheider gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei Sattdampf-Turbinenanlagen wird der nass aus dem Hochdruckteil der Turbine austretende Dampf vor seinem
5 Wiedereintritt in die Niederdruckturbinen getrocknet und anschliessend leicht überhitzt. Dies geschieht in Wasserabscheider-Ueberhitzern mittels Drahtgeflechtmatten oder Prallplattenwänden, wie dies in Brown Boveri Mitteilungen, Januar 1976, Band 63, S. 66 ff. beschrieben
10 ist.

Der Nachteil dieser Schaltung ist, dass die Unterströmung zwischen Hochdruckturbinen und den Wasserabscheider-Elementen der Dampfströmung einem relativ hohen Wassergehalt ausgesetzt ist.
15 Dies erhöht zwangsläufig das Erosions-/Korrosionspotential und die Druckverluste.

Auch können sich Wasserschwalle und lokale hohe Feuchtekonzentrationen bilden, die dann vom Abscheider nun nicht mehr mit deutlichem Abscheidegrad ausgeschieden werden können.

- 5 Des weiteren ist die Wasserabscheidung mittels Drahtgeflechtmatten und Prallplattenwänden dadurch charakterisiert, dass ihr Abscheidewirkungsgrad von der Dampfströmungsgeschwindigkeit, der Tropfengrösse und der absoluten Höhe der Nässebehandlung abhängt.
- 10 Es ist bekannt, durch Vor- oder Nachschalten von Strömungswiderständen, gemäss EP 0 005 225 B1, oder durch besondere Gestaltung der Strömungswege, gemäss CH 483 864, die Abscheider Elemente möglichst gleichmässig mit Dampf zu beaufschlagen.
- 15 Zwar kann durch diese Massnahme die Nässebeaufschlagung teilweise vergleichmässigt werden, indessen bleiben Wasserschwalle und Wassersträhnen bestehen, und die absolute Grösse der mittleren Nässe kann deshalb nicht verändert werden. In diesem Zusammenhang ist es bekannt,
- 20 dass bei ca. 10 % Nässe der Druckverlust in den Verbindungsleitungen zwischen Hochdruckturbine und Wasserabscheider ca. 3 mal grösser als bei trockenem Dampf ist.

Aus EP 0 096 916 A1 ist es des weiteren bekannt, in einem Hochgeschwindigkeits-Wasserabscheider, stromauf-

25 wärts der Umlenkschaukeln, einen Wasser-Vorabscheider vorzusehen, der im wesentlichen aus einem in der Wandung des Rohrkniestückes durchgehenden Spalt besteht, der von einer in den Strömungskanal hineinragenden Deckplatte überlappt ist. Zwar wird damit eine Abscheidung des

30 in der Nähe des Rohrwandes strömenden Wassers erzielt, indessen kann die Abschälung der Wandnässekonzentration nur minimal sein, will man bestimmungsgemäss nur Schichtströmungswasser erfassen.

Gegenüber den Nachteilen der vorstehend skizzierten, bekannten Lösungen will hier die Erfindung Abhilfe schaffen.

Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Vorabscheider vorzuschlagen, mit dem gute Wasserabscheidungsgrade erreicht werden und gleichzeitig auch die für das abzuschheidende Wasser dienende Transportdampfschicht separiert werden kann, womit unregelmässige Rohrwandwasserströmungen, wie Schwallströmungen, Pfropfenströmungen, Wellenströmungen etc., erfasst werden können. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung den Vorabscheider so zu gestalten, dass er nachträglich mit wenig Aufwand auch in bestehenden Turbinenanlagen eingebaut werden kann.

Damit wird erreicht, dass die dampfseitigen Druckverluste zwischen Hochdruckturbine und Ueberhitzer durch frühzeitige Reduzierung der Nässe minimiert werden.

Die Reduktion des Nässegehaltes induziert eine Verminderung des Erosions-/Korrosionspotentials in den Verbindungsleitungen und eine Verringerung des Wärmeverbrauchs der Turbogruppe. Durch die gute Wasserabscheidung im Vorabscheider verringert sich das Potential der Wasserschwälle und Wassersträhnen in den nachgeordneten Wasserabscheiderelementen gemäss Verwendung des erfindungsgemässen Vorabscheiders, die darin besteht, dass dieser stromabwärts des Hochdruckteiles der Turbine und stromaufwärts eines weiteren einem Zwischenüberhitzer vorgeschalteten Wasserabscheiders beliebiger Bauweise angeordnet ist. Dies vermindert den Wasserdurchschlag und erhöht, über alle eingebauten Abscheiderelemente betrachtet, den Gesamtwirkungsgrad der Wasserabscheidung.

Es ergibt sich, dass die erfindungsgemässe Lösung nicht

nur für neu zu konzipierende, sondern auch für bestehende Anlagen Vorteile bringt, wenn sich bei den letzteren nach Inbetriebnahme erweist, dass dort die Wasserabscheidung ungenügend ist.

- 5 In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Sattdampf-Turbinenschaltung mit eingebauten Wasserabscheidern,

- 10 Fig. 2 einen Vorabscheider mit zwei Kammern,

Fig. 3 einen Vorabscheider mit zwei Kammern, und

Fig. 4 einen weiteren Vorabscheider mit drei Kammern.

- Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angedeutet.
15 In den Figuren sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

- Fig. 1 zeigt eine Sattdampf-Turbinenanlage mit Wasserabscheidung, wobei der erfindungsgemäße Vorabscheider 3 in diese Schaltung integriert ist. Der aus der Hochdruck-
20 turbine 1 austretende Dampf durchströmt vorerst den unmittelbar stromabwärts platzierten Vorabscheider 3, danach über die Fortsetzung der Rohrleitung 31 einen weiteren Wasserabscheider - hier beispielsweise einen
25 Hochgeschwindigkeitsabscheider 4 - um anschliessend über die Leitung 8 in den Zwischenüberhitzer 5 zu gelangen. Selbstverständlich kann die Wasserabscheidung, nebst dem erwähnten Vorabscheider 3, aus einer Reihe von nach-

geschalteten Wasserabscheidern beliebiger Bauart bestehen. Dies hängt vom angestrebten Wasser-Abscheidegrad ab, der zur Verbesserung des Turbinenwirkungsgrades und zur Verringerung der Schaufelerosion in der Niederdruck-
5 turbine 2 notwendigerweise gross sein muss. Danebst ist zu bemerken, dass durch die Einführung des Vorabscheiders 3 zum Beispiel auf den Einsatz des teuren und druckverlustträchtigen Wasserabscheider-Ueberhitzers verzichtet werden kann.

10 Nach Durchströmung des Zwischenüberhitzers 5 beaufschlagt der nun optimal trockene Dampf 9 die Niederdruckturbine 2. Dabei gilt der Dampf 9 dann als optimal aufbereitet, wenn er in der Niederdruckturbine 2 auf durchaus "konventionelle" Endnässen expandiert. Im Vorabscheider 3
15 findet eine Wasser/Transportdampf/Arbeitsdampf-Phasentrennung statt. In diesem Fall werden das abgeschiedene Wasser 37 und der separierte Transportdampf 36 einer Drucksenke 6 zugeführt. Selbstverständlich kann der im Vorabscheider 3 separierte Transportdampf 36 einzeln
20 einer anderen Drucksenke, zum Beispiel einem Vorwärmer, zugeführt werden. Das im Hochgeschwindigkeitsabscheider 4 noch abgeschiedene Wasser 7 fliesst zusammen mit Wasser 36 ab.

Anhand der beschriebenen Schaltung braucht der Hochgeschwindigkeitsabscheider 4, durch Anbringung interner Massnahmen, nicht auf die erforderlichen Wasserabscheidungswirkungsgrade von grösser 95 % getrimmt zu werden. Hohe Abscheideraten und -wirkungsgrade können vielmehr durch Hintereinanderschaltung mehrerer Hochgeschwindigkeitsabscheider 4 einfacher Bauweise unter Hinzufügung
30 eines vorgeschalteten Vorabscheiders 3 erreicht werden. Mit dieser Schaltung wird auch eine Restfeuchte vor Niederdruck-Turbine von 1 - 2 % erreicht. Durch die vorliegende Verringerung der Druckverluste und Restfeuchte wird bei einer 1000 MWe-Anlage 7,5 MWe mehr
35 elektrische Energie erzeugt.

Die Schaltung der Wasserabscheider zueinander muss nicht notwendigerweise eine parallele sein.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform des erfindungsge-
mässen Vorabscheiders 3 dargestellt.

5 Die dampfführende Rohrleitung 31 weist ein konzentrisches
Innenrohr auf, das vorzugsweise die Form einer Lavaldüse
33a hat. Zwischen Rohrleitung 31 und Eintrittsöffnung
des Innenrohres 33 ist eine Ringspaltöffnung 32 vorhanden.
Weiter stromabwärts der Ringspaltöffnung 32 buchtet
10 sich die Rohrleitung 31 zu einem Zwischenraum 35 aus,
in dem ein zweites konzentrisches Zwischenrohr 34 ange-
ordnet ist, das rohrleitungsseitig die vollführte Kontour
der Rohrleitung 31 nachvollzieht. Somit entsteht zwischen
Rohrleitung 31 und Zwischenrohr 34 eine in Strömungsrich-
15 tung gleichbleibende Kammer 35b.

Dort wo die Strömungsverhältnisse es erheischen, wird
die Kammer 35b in Strömungsrichtung beispielsweise mit
einer Rate von 5 % ausgeweitet. Das Innenrohr 34 weist
stromabwärts der Oeffnung 36 und stromaufwärts der anderen
20 Oeffnung 37 einen Bodenabschluss auf, womit die andere
Kammer 35a entsteht, aus der die als Leitung ausgebildete
Oeffnung 36 abgeht. Stromabwärts des Bodenabschlusses
des Innenrohres 34 und stromaufwärts des dampfdichten
Zusammenschlusses zwischen Rohrleitung 1 und Innenrohr
25 33 weist die Kammer 35b ebenfalls eine als Leitung ausge-
bildete Oeffnung 37 auf.

In der Rohrleitung 31, welche gemäss Fig. 1 die zwischen
Hochdruckturbine 1 und Vorabscheider 3 dampfführende
Unterströmleitung ist, strömt das Wasser zum grossen
30 Teil in der Nähe der Rohrwand an. Diese bereits vorhan-
dene Phasentrennung in der Strömung wird in der Ringspalt-
öffnung 32 separiert, wobei deren Dimensionierung so
gewählt wird, dass die Strömung durch den Ringspalt 32
isokinetisch bleibt.

Dadurch, dass das Innenrohr 33 die Form einer Lavaldüse 33a hat, vermindert sich stromabwärts der Ringspaltöffnung 32 die Geschwindigkeit des separierten Wasser/Transportdampf-Gemisches. Dies hat zur Folge, dass beispielsweise eine Wellenströmung sich zu einer Schichtströmung beruhigt, so dass im Zwischenraum 35 durch die spaltbildende Eintrittsöffnung des Innenrohres 34 leicht eine interne Phasentrennung dieses Gemisches vorgenommen werden kann. Während der Transportdampf durch die Öffnung 36 abgesogen wird, fließt das Wasser durch die Öffnung 37 ab.

Fig. 3 zeigt einen weiteren Vorabscheider 3. Gegenüber dem Vorabscheider aus Fig. 2 ist hier die Rohrleitung 31 nicht ausgebuchtet. Der Zwischenraum 35 ist deshalb naturgemäss kleiner und stromabwärts der Ringspaltöffnung 32 geschieht die interne Phasentrennung zwischen Wasser und Transportdampf nicht aufgrund einer Abschälung durch Anbringung eines weiteren spaltbildenden Innenrohres. Das hier vorgesehene Innenrohr 38 ist bodenseitig offen und es teilt den Zwischenraum 35 lediglich in zwei unter sich kommunizierende Kammern 35a, 35b auf. Dampfdicht ist das Innenrohr 38 stromaufwärts der Öffnung 36 mit der Rohrleitung 1 verbunden. Das stromabwärts der Ringspaltöffnung 32 sich entspannende Wasser/Transportdampf-Gemisch strömt durch die Kammer 35a hindurch, wobei nach deren Durchlauf die Phasentrennung des Gemisches soweit erstellt ist, dass der Transportdampf nun in Gegenstromrichtung durch die Kammer 35b zur Öffnung 36 hin abströmen kann. Das Wasser hingegen fließt durch die Öffnung 37 ab.

Wie in Fig. 4 dargestellt ist, weist dieser Vorabscheider drei Kammern 35a, 35b, 35c auf. Das Innenrohr 39 bildet ab Ausbuchtungsanfang die Fortsetzung der Rohrleitung 31. Dieses zieht sich bis gegen den Auslauf der lavaldüsen-

förmigen Abschnittes des Innenrohres 33 hin und dort ist es mit in Umfangsrichtung angeordneten Oeffnungen 41 versehen. Diese Oeffnungen 41 sind ihrerseits mit einem weiteren Innenrohr 40 ummantelt, das die Funktion einer Prallwand erfüllt.

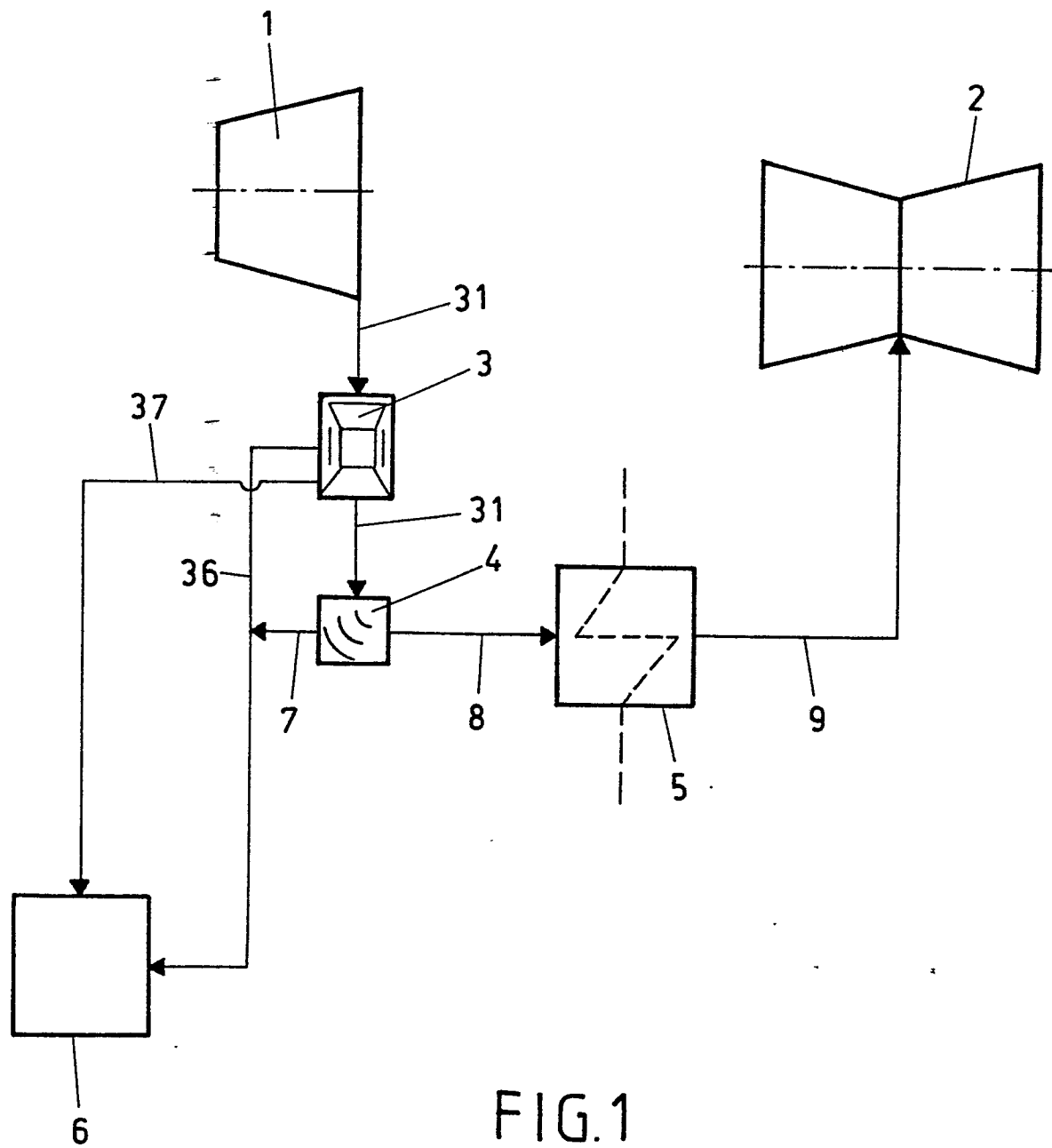
5 Wenn nun das separierte Wasser/Transportdampf-Gemisch über die Kammer 35a aus den Oeffnungen 31 hinaus strömt, prallt es gegen die Innenwand des Innenrohres 40 ab, mit dem Effekt, dass die Phasentrennung nunmehr weit-
10 gehend mechanisch abläuft. Während das Wasser über die Oeffnung 37 abfliessen kann, strömt der Transportdampf über die Oeffnung 36 ab.

Der nachträgliche Einbau des erfindungsgemässen Vorabscheiders an bestehenden Anlagen lässt sich einfach
15 bewerkstelligen, indem ein Stück Rohrleitung 31 heraus getrennt wird und an dessen Stelle die gewünschte Vorabscheidervariante eingesetzt wird.

Die Vorabscheider sind vorzugsweise vertikal einzubauen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorabscheider für eine ein Zweiphasengemisch führende Rohrleitung, insbesondere zur Abscheidung von Wasser aus dem Arbeitsdampf, welcher von einem Turbinenteil über eine Rohrleitung zu einem anderen Turbinenteil, zu einem Verbraucher oder zur Wärmesenke geführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Rohrleitung (31) mindestens ein querschnittverengendes Innenrohr (33) aufweist,
 - zuströmungsseitig zwischen Anfang des Innenrohres (33) und Rohrleitung (31) eine isokinetisch grosse Ringspaltöffnung (32) vorhanden ist,
 - stromabwärts der Ringspaltöffnung (32) zwischen Innenrohr (33) und Rohrleitung (31) mindestens ein weiteres Innenrohr (34, 38, 39, 40) den Zwischenraum (35) in Kammern (35a, 35b, 35c) aufteilt,
 - aus mindestens zwei der Kammern (35a, 35b) je eine Öffnung (36, 37) abgeht,
 - stromabwärts der letzten Öffnung (37) die Rohrleitung (31) dampfdicht weitergeführt wird.
2. Vorabscheider nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das querschnittverengende Innenrohr (33) die Form einer Lavaldüse (33a) hat.
3. Verwendung des Vorabscheiders (3) nach Anspruch 1 bei einer Sattdampf-Turbinenanlage, wobei der Vorabscheider (3) stromabwärts der Hochdruckturbine (1) und stromaufwärts mindestens eines weiteren einem Zwischenüberhitzer (5) vorgeschalteten Wasserabscheiders (4) beliebiger Bauweise angeordnet ist.



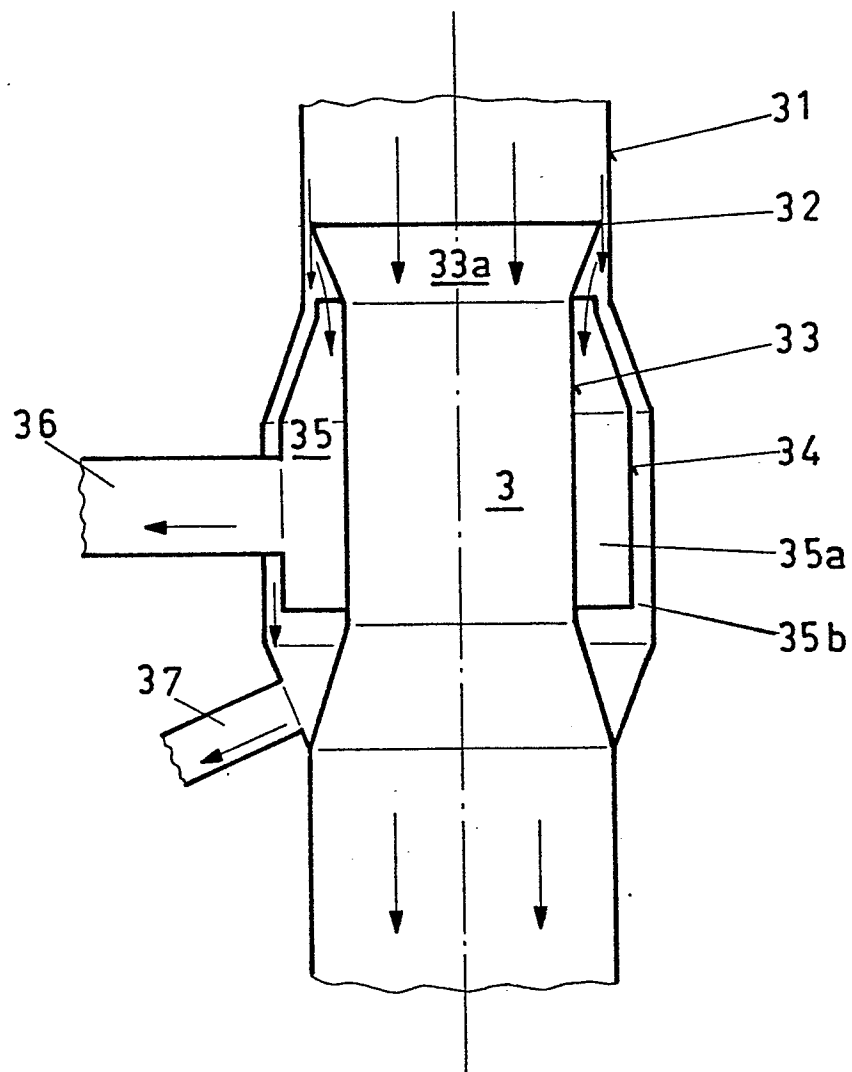


FIG. 2

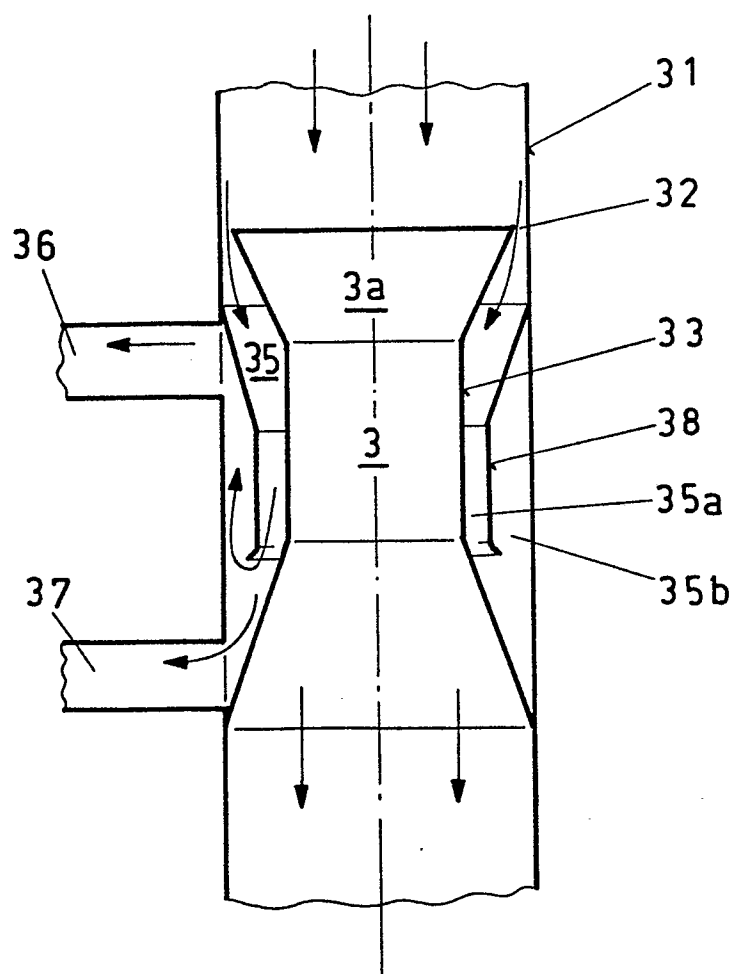


FIG.3

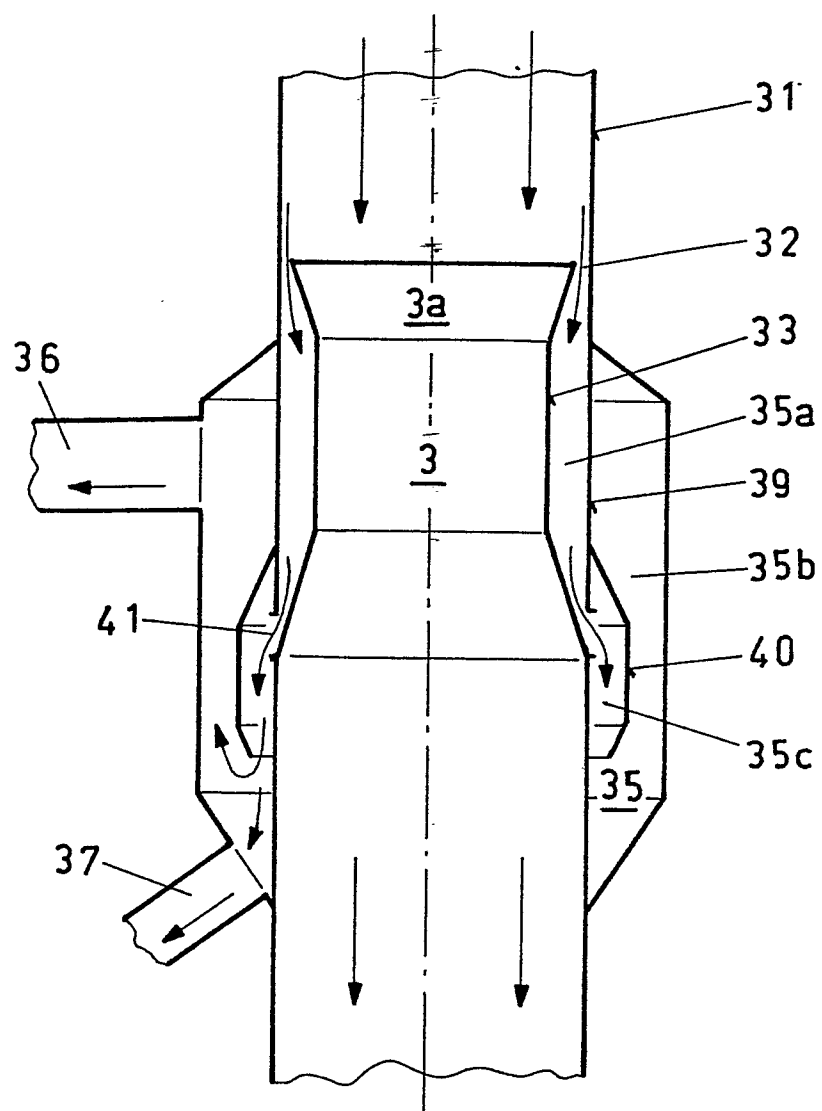


FIG. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0158891

Nummer der Anmeldung

EP 85 10 3740

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	FR-A- 961 953 (SURCHAUFFEURS) * Seite 3, Zeilen 13-104; Seite 4, Zeilen 1-21; Figuren *	1	F 22 B 37/26 F 01 D 25/32
A	GB-A- 393 552 (THOMSON) * Insgesamt *	1	
A	DE-A-1 912 805 (LICENTIA). * Seite 2, Zeilen 5-19; Seite 3, Zeilen 11-24; Seite 4, Zeilen 1-18; Figuren *	1	
A	FR-A-2 357 818 (EDF)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			F 22 B F 01 D F 01 K B 01 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-06-1985	Prüfer VAN GHEEL J.U.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			