

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 452 672 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91103777.8**

51 Int. Cl.⁵: **F22B 1/00**

22 Anmeldetag: **13.03.91**

30 Priorität: **19.04.90 DE 4012431**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.10.91 Patentblatt 91/43

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **Balcke-Dürr AG**
Homberger Strasse 2 Postfach 1240
W-4030 Ratingen 1(DE)

72 Erfinder: **Podhorsky, Miroslav, Dr.**
Am Hang 5
W-4030 Ratingen 1(DE)
Erfinder: **Brenner, Albrecht, Dr.**
Wachendorffstrasse 1
W-4030 Ratingen 1(DE)

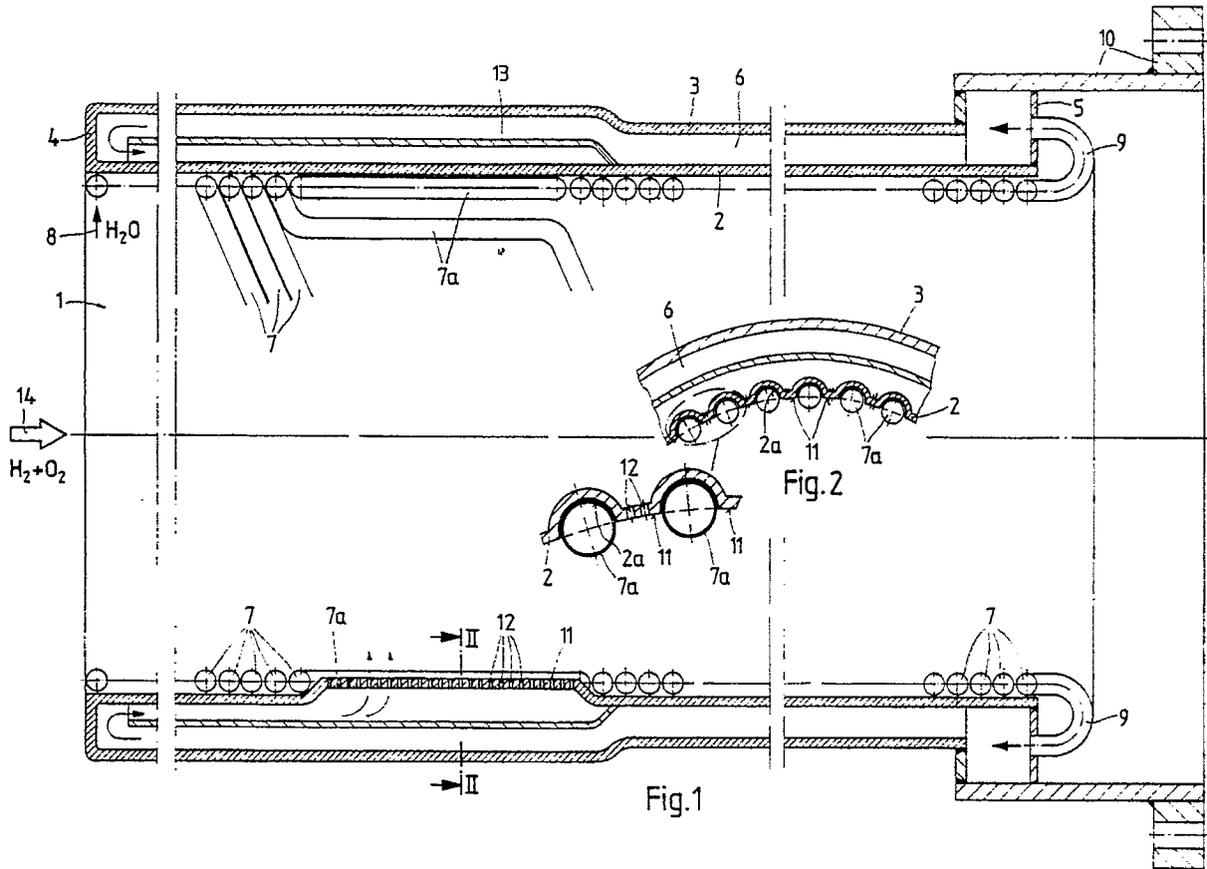
74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. Alex**
Stenger Dipl.-Ing. Wolfram Watzke Dipl.-Ing.
Heinz J. Ring
Kaiser-Friedrich-Ring 70
W-4000 Düsseldorf 11(DE)

54 **Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff.**

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff. Sie umfaßt eine Brennkammer zur Zusammenführung von Wasserstoff und Sauerstoff und einen nachgeschalteten Einspritzkühler, in dem der in der Brennkammer erzeugte, eine sehr hohe Temperatur aufweisende Wasserdampf durch Einspritzen von Speisewasser auf die zur Zuführung in die Dampfturbine geeigneten Parameter unter gleichzeitiger Vergrößerung des Dampfmassestromes gebracht wird. Um eine Vorrichtung zu schaffen, mit der es auf technisch einfache Weise möglich ist, die durch die Oxidation von Wasserstoff entstehenden hohen Temperaturen von 3000° C zu beherrschen und den entstehenden Wasserdampf hinsichtlich seiner Parameter, insbesondere Tempe-

ratur und Druck, so zu verändern, daß er einer nachgeschalteten Dampfturbine zugeführt werden kann, wird der Einspritzkühler durch einen doppelwandigen Zylinder (1) gebildet, an dessen Innenwand (2) eine Auskleidung aus einem wendelförmig verlaufenden Rohrbündel angeordnet ist. Den Rohren (7) des Rohrbündels wird das Speisewasser an dem der Brennkammer zugewandten Ende zugeführt, wobei das andere Ende der Rohre (7) mit dem Ringraum (6) des doppelwandigen Zylinders (1) verbunden ist. Die Rohre (7) des Rohrbündels bilden auf einem Teilbereich durch Änderung ihres Steigungswinkels auskleidungsfreie Flächen (11), in denen in der Innenwand (2) des Zylinders (1) Einspritzöffnungen (12) für das Speisewasser angeordnet sind.

EP 0 452 672 A1



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff, insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken, mit einer Brennkammer zur Zusammenführung von Wasserstoff und Sauerstoff und mit einem nachgeschalteten Einspritzkühler, in dem der in der Brennkammer erzeugte, eine sehr hohe Temperatur aufweisende Wasserdampf durch Einspritzen von Speisewasser auf die zur Zuführung in die Dampfturbine geeigneten Parameter unter gleichzeitiger Vergrößerung des Dampfmassestromes gebracht wird.

Derartige Vorrichtungen zur Erzeugung von Wasserdampf sind in der älteren deutschen Patentanmeldung P 39 36 806.8 beschrieben. Bei ihnen wird der durch Wasserstoff gebildete Brennstoff in einem Einblaskopf gemeinsam mit Sauerstoff als Oxidator in eine sich an den Einblaskopf anschließende Brennkammer eingeblasen. Hinter der eigentlichen Brennkammer wird Wasser mit der Qualität von Speisewasser in den Dampfstrom eingespritzt, wodurch einerseits eine Reduzierung der sehr hohen Dampftemperatur und andererseits eine Vergrößerung des Dampfmassestromes erreicht werden. Gegenstand der älteren Patentanmeldung ist die Schaffung optimaler Verbrennungsverhältnisse in der Brennkammer.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, mit der es auf technisch einfache Weise möglich ist, die durch die Oxidation von Wasserstoff entstehenden hohen Temperaturen von etwa 3000° C zu beherrschen und den entstehenden Wasserdampf hinsichtlich seiner Parameter, insbesondere Temperatur und Druck, so zu verändern, daß der Dampf einer nachgeschalteten Dampfturbine zugeführt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzkühler durch einen doppelwandigen Zylinder gebildet ist, an dessen Innenwand eine Auskleidung aus einem wendelförmig verlaufenden Rohrbündel angeordnet ist, dessen Rohren das Speisewasser an dem der Brennkammer zugewandten Ende zugeführt wird, wobei das andere Ende der Rohre mit dem Ringraum des doppelwandigen Zylinders verbunden ist, und daß die Rohre des Rohrbündels auf einem Teilbereich des Zylinders durch Änderung ihres Steigungswinkels auskleidungsfreie Flächen bilden, in denen in der Innenwand des Zylinders Einspritzöffnungen für das Speisewasser angeordnet sind, denen das durch ein Einbauelement zu dem dem Speisewassereintritt abgewandten Ende des Ringraumes geführte Speisewasser zugeführt wird.

Mit dem Vorschlag der Erfindung wird ein aus

Brennkammer und Einspritzkühler bestehender Dampferzeuger der gattungsgemäßen Art geschaffen, der aus einfachen Bauteilen besteht, die in herkömmlicher Weise hergestellt und mit üblicher Technologie verarbeitet werden können, wobei die hohen Temperaturen und Drücke sicher beherrscht werden. Die komplette Innenwand des doppelwandigen Zylinders wird intensiv gekühlt, und zwar im Bereich der Auskleidung durch die Rohre, die außerdem eine Erwärmung der Innenwand durch Strahlung größtenteils verhindern, und im Bereich der auskleidungsfreien Flächen durch das in diesem Bereich durch die Einspritzöffnungen austretende Speisewasser. Die erfindungsgemäße Konstruktion vermeidet somit unbeherrschbare Wärmespannungen sowohl im stationären Betriebszustand als auch beim An- und Abfahren, weil dünnwandige Bauteile verwendet und strukturbedingte Temperaturdifferenzen innerhalb eines Bauteiles vermieden werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken geeignet, wobei es sich sowohl um konventionelle Dampferzeuger als auch um Kernkraftwerke handeln kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Rohre mit rechteckigem Querschnitt ausgeführt sein. Hierdurch wird der Wärmeübergangskoeffizient an der Innenwand der durch die Rohre gebildeten Auskleidung dadurch reduziert, daß sich eine wirbelfreie Strömung an der beaufschlagten Fläche der Auskleidung ausbildet. Selbstverständlich können jedoch auch im Querschnitt runde oder elliptische Rohre verwendet werden, wodurch sich die Kosten für die Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung verringern lassen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die auskleidungsfreien Flächen durch einen etwa axialen Verlauf der Rohre gebildet. Hierdurch wird es auf einfache Weise möglich, die jeweils benötigte Fläche für die Einspritzöffnungen zu schaffen und eine strömungsgünstige Einspritzung des Speisewassers zu erzielen. In vorteilhafter Weiterbildung können hierbei die etwa axial verlaufenden Abschnitte der Rohre in Vertiefungen der Innenwand geführt werden, so daß sich eine sichere Lagerung auch der etwa axial verlaufenden Rohrabchnitte ergibt.

Das der Führung des Speisewassers im Ringraum dienende Einbauelement kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung als ein im Bereich der Einspritzöffnungen und im Bereich zwischen den Einspritzöffnungen und dem vorderen Ende des doppelwandigen Zylinders verlaufender Speisewasserführungszylinder ausgebildet sein. Auf diese Weise ergibt sich auch für dieses Bauteil

eine einfache Konstruktion, die sicherstellt, daß das aus den Enden der Rohre in den Ringraum des doppelwandigen Zylinders eintretende Speisewasser an den Einspritzöffnungen vorbei zum anderen Ende des Ringraumes geführt wird, so daß die Innenwand des doppelwandigen Zylinders auf ihrer gesamten Fläche zuverlässig durch Speisewasser gekühlt wird.

Die Rohre des Rohrbündels werden erfindungsgemäß mit einer sehr geringen Wandstärke und aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und einem geringen Temperatúrausdehnungskoeffizienten hergestellt. Bei einem Ausführungsbeispiel werden im Querschnitt kreisförmige Rohre mit einem Durchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 0,3 mm verwendet.

Mit der Erfindung wird schließlich vorgeschlagen, den zwischen dem vorderen Ende des doppelwandigen Zylinders und den Einspritzöffnungen liegenden Teilbereich des doppelwandigen Zylinders zumindest als einen Teil der Brennkammer auszubilden. Auf diese Weise kann die zur Oxidation des Wasserstoffes dienende Brennkammer, in der Temperaturen von etwa 3000° C herrschen, zumindest teilweise einstückig mit dem erfindungsgemäßen Einspritzkühler ausgeführt werden.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig.1 einen verkürzt dargestellten Längsschnitt durch die Vorrichtung und

Fig. 2 einen Teilschnitt durch den doppelwandigen Zylinder gemäß der Schnittlinie II - II in Fig.1, einschließlich einer vergrößerten Teildarstellung.

Die zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff bestimmte Vorrichtung umfaßt einen doppelwandigen Zylinder 1 aus einer Innenwand 2, einer Außenwand 3 und zwei Stirnwänden 4 und 5, durch die ein über die gesamte Länge des doppelwandigen Zylinders 1 verlaufender Ringraum 6 gebildet wird. An der Innenwand 2 ist eine Auskleidung aus einer Mehrzahl von Rohren 7 angeordnet.

Diese Rohre 7 bilden ein Rohrbündel mit im wesentlichen wendelförmigem Verlauf. Beim Ausführungsbeispiel haben die Rohre einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Außendurchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 0,3 mm. Es können aber auch Rohre mit anderem Querschnitt, beispielsweise Rechteckquerschnitt verwendet werden.

Den Rohren 7 des als mehrgängige Wendel ausgebildeten Rohrbündels wird an dem durch die Stirnwand 4 gebildeten Ende des Zylinders 1 Speisewasser zugeführt. Die Speisewasserzufuhr 8 ist durch einen Pfeil angedeutet. Das andere Ende der Rohre 7 ist über Rohrbögen 9 mit dem durch die

Stirnwand 5 verschlossenen Ende des Ringraumes 6 verbunden. An diesem Ende ist der doppelwandige Zylinder 1 mit einem Ringflansch 10 zur Aufhängung bzw. Lagerung versehen.

5 Auf einem Teilbereich der Längserstreckung des Rohrbündels verlaufen die Rohre 7 unter einem von ihrem Steigungswinkel abweichenden Winkel, so daß sich zwischen benachbarten Rohren 7 des Rohrbündels auskleidungsfreie Flächen 11 der Innenwand 2 ergeben. Bei dem auf der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel verlaufen diese Teillängen 7a der Rohre 7 axial zum Zylinder 1. Die Fig.2 läßt erkennen, daß hierdurch ebenfalls axial verlaufende Flächen 11 zwischen benachbarten Teillängen 7a der Rohre 7 entstehen. In diesen auskleidungsfreien Flächen 11 der Innenwand 2 sind Einspritzöffnungen 12 ausgebildet. Insgesamt ergeben sich mehrere axial verlaufende Reihen derartiger Einspritzöffnungen 12 verteilt über den Umfang des Zylinders 1.

Durch diese Einspritzöffnungen 12 wird Speisewasser in das Innere des Zylinders 1 eingespritzt; das Speisewasser hat zuvor die Rohre 7 einschließlich deren Teillängen 7a und die gesamte axiale Erstreckung des Ringraumes 6 durchströmt. Hierdurch werden nicht nur die Rohre 7, sondern auch die Innenwand 2 gekühlt. Um auch eine Kühlung der sich an die Stirnwand 4 anschließenden Teillänge der Innenwand 2 sicherzustellen, ist im Ringraum 6 ein Speisewasserführungszylinder 13 angeordnet, der sich sowohl über den Bereich der Einspritzöffnungen 12 als auch über den Bereich der Innenwand 2 erstreckt, der zwischen der Stirnwand 4 und den Einspritzöffnungen 12 liegt. Der Speisewasserführungszylinder 13 sorgt somit dafür, daß das über die Rohrbögen 9 dem Ringraum 6 zugeführte Speisewasser bis in den Bereich der Stirnwand 4 gelangt und von dieser Stirnwand 4 kommend den Einspritzöffnungen 12 zugeführt wird.

Die Schnittdarstellung in Fig.2 läßt schließlich erkennen, daß die geradlinig und axial verlaufenden Teillängen 7a der Rohre 7 in Vertiefungen 2a der Stirnwand 2 geführt sind. Hierdurch ergibt sich einmal eine Führung dieser Teillängen 7a gegen seitliche Verlagerungen; zum anderen wird vermieden, daß im Bereich der auskleidungsfreien Flächen 11 Materialanhäufungen entstehen, die zu unbeherrschbaren Wärmespannungen führen könnten.

Durch einen Pfeil 14 ist angedeutet, daß dem die Stirnwand 4 aufweisenden Ende des doppelwandigen Zylinders 1 Wasserdampf zugeführt wird, der durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff entsteht. Der Eintrittsbereich dieses etwa 3000° C heißen Mediums bildet demgemäß zumindest einen Teil einer Brennkammer, die durch Speisewasser gekühlt wird. Dieses durch die Spei-

sewasserzufuhr 8 zuerst den Rohren 7 und anschließend dem Ringraum 6 zur Kühlung zugeführte Speisewasser wird anschließend über die Einspritzöffnungen 12 in das Innere des doppelwandigen Zylinders 1 eingespritzt, wodurch einerseits die Parameter, wie insbesondere Temperatur und Druck, des heißen Speisewasser auf Werte gebracht werden, die es gestatten, den aus dem Zylinder 1 austretenden Dampf einer nachgeschalteten Dampfturbine zuzuführen; andererseits wird durch das eingespritzte Speisewasser der Dampfmassenstrom vergrößert, da sich die der nachgeschalteten, auf der Zeichnung nicht dargestellten Dampfturbine zugeführte Dampfmenge durch Addition der beiden Teilmengen ergibt, die einerseits durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff und andererseits durch Verdampfen von Speisewasser entstehen.

Das auf der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel läßt erkennen, daß der zumindest einen Teil der Brennkammer bildende Einspritzkühler aus einfachen Bauteilen besteht, die zudem in herkömmlicher Weise hergestellt und mit üblicher Technologie verarbeitet werden können. Alle durch Kontakt oder Strahlung von dem 3000 ° C heißen Dampf erhitzten Teile der Konstruktion werden zuverlässig gekühlt, wobei gleichzeitig sichergestellt ist, daß keine unbeherrschbaren Wärmespannungen in den Bauteilen entstehen, und zwar sowohl bei einem stationären Betriebszustand als auch beim An- und Abfahren. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, daß dünnwandige Bauteile mit gleichbleibender Wandstärke verwendet werden, so daß auch strukturbedingte Temperaturdifferenzen innerhalb eines Bauteiles ausgeschlossen sind.

Bezugszeichenliste:

1	doppelwandiger Zylinder
2	Innenwand
2a	Vertiefung
3	Außenwand
4	Stirnwand
5	Stirnwand
6	Ringraum
7	Rohr
7a	Teillänge
8	Speisewasserzufuhr
9	Rohrbogen
10	Ringflansch
11	auskleidungsfreie Fläche
12	Einspritzöffnung
13	Speisewasserführungszylinder
14	Pfeil

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf

durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff, insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken, mit einer Brennkammer zur Zusammenführung von Wasserstoff und Sauerstoff und mit einem nachgeschalteten Einspritzkühler, in dem der in der Brennkammer erzeugte, eine sehr hohe Temperatur aufweisende Wasserdampf durch Einspritzen von Speisewasser auf die zur Zuführung in die Dampfturbine geeigneten Parameter unter gleichzeitiger Vergrößerung des Dampfmassenstromes gebracht wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Einspritzkühler durch einen doppelwandigen Zylinder (1) gebildet ist, an dessen Innenwand (2) eine Auskleidung aus einem wendelförmig verlaufenden Rohrbündel angeordnet ist, dessen Rohren (7) das Speisewasser an dem der Brennkammer zugewandten Ende zugeführt wird, wobei das andere Ende der Rohre (7) mit dem Ringraum (6) des doppelwandigen Zylinders (1) verbunden ist, und daß die Rohre (7) des Rohrbündels auf einer Teillänge (7a) durch Änderung ihres Steigungswinkels auskleidungsfreie Flächen (11) bilden, in denen in der Innenwand (2) des Zylinders (1) Einspritzöffnungen (12) für das Speisewasser angeordnet sind, denen das durch ein Einbauelement (13) zu dem dem Speisewassereintritt abgewandten Ende des Ringraumes (6) geführte Speisewasser zugeführt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre mit rechteckigem Querschnitt ausgeführt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, durch gekennzeichnet, daß die auskleidungsfreien Flächen (11) durch einen etwa axialen Verlauf der Rohre (7) gebildet sind.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die etwa axial verlaufenden Teillängen (7a) der Rohre (7) in Vertiefungen (2a) der Innenwand (2) geführt sind.

5. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbauelement als ein im Bereich der Einspritzöffnungen (12) und im Bereich zwischen den Einspritzöffnungen (12) und dem vorderen Ende des doppelwandigen Zylinders (1) verlaufender Speisewasserführungszylinder (13) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (7) mit einer sehr geringen Wandstärke und aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und geringem Temperaturexpansionskoeffizienten hergestellt sind.

5

7. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen dem vorderen Ende des doppelwandigen Zylinders (1) und den Einspritzöffnungen (12) liegende Teilbereich des Zylinders (1) zumindest als Teil der Brennkammer ausgebildet ist.

10

15

20

25

30

35

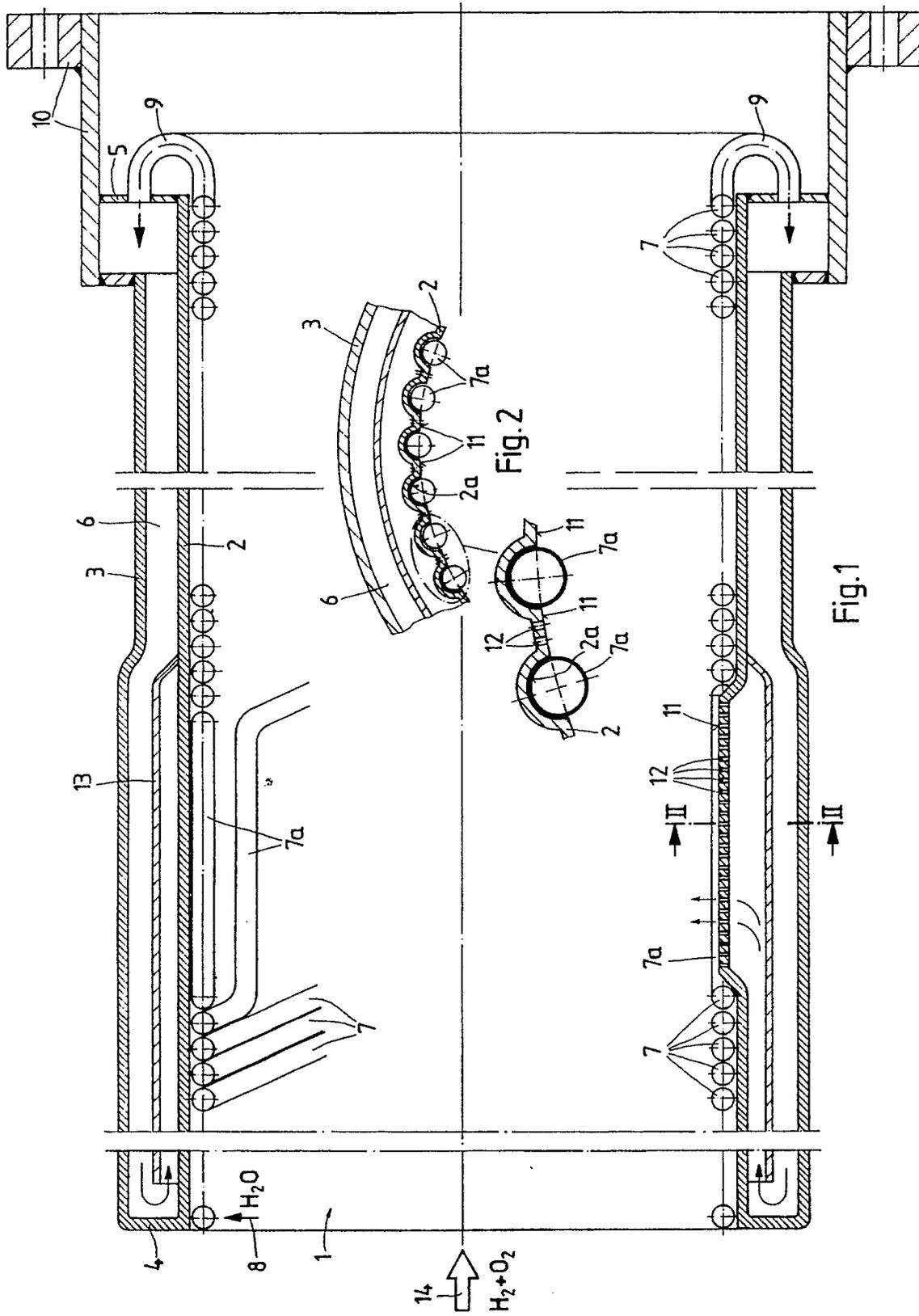
40

45

50

55

6





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-4 637 38 (ERREN) * das ganze Dokument * -----	1	F 22 B 1/00
A	BE-A-3 973 31 (VAN RESBECK) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 22 B F 01 K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlussdatum der Recherche	
Den Haag		26 Juni 91	
		Prüfer	
		VAN GHEEL J.U.M.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D: in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A: technologischer Hintergrund		L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O: nichtschriftliche Offenbarung		-----	
P: Zwischenliteratur		&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			