



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer : **92810373.8**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **C10K 1/04, C10J 3/86,  
F22B 1/18, F28G 13/00,  
F28G 9/00**

(22) Anmeldetag : **19.05.92**

(30) Priorität : **12.06.91 CH 1753/91**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**16.12.92 Patentblatt 92/51**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**CH DE DK GR IT LI NL SE**

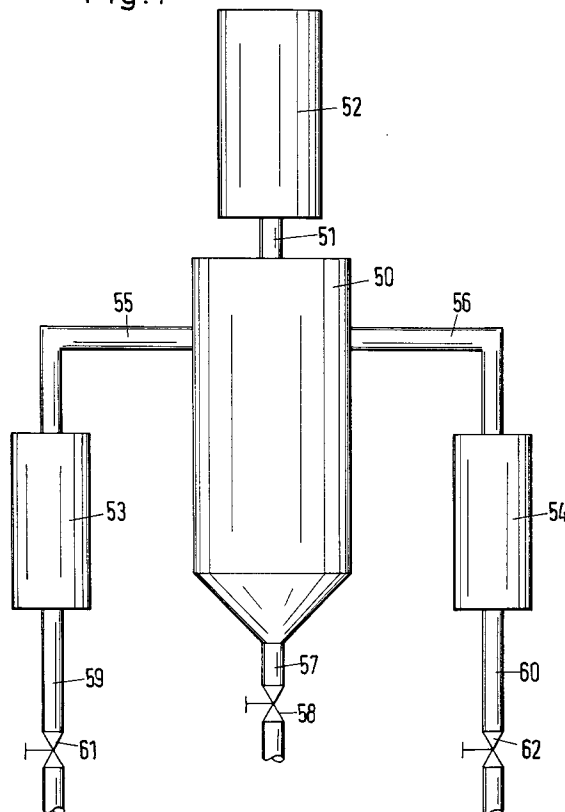
(71) Anmelder : **GEBRÜDER SULZER  
AKTIENGESELLSCHAFT  
Zürcherstrasse 12  
CH-8400 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder : **Michel, Roland  
Berneggstrasse 10a  
CH-8280 Kreuzlingen (CH)**

(54) **Anlage zum Kühlen von heissem, staubbeladenem Gas und Verfahren zum Betrieb der Anlage.**

(57) Die Anlage weist einen Dampferzeuger auf, der aus einem ersten Wärmeübertrager (50) und zwei zweiten Wärmeübertragern (53, 54) besteht. Der erste Wärmeübertrager (50) ist ein Strahlungswärmeübertrager, in dem das aus einem Reaktor (52) kommende heisse Gas seine Wärme bis zu einer Temperatur unterhalb des Erweichungspunktes des Staubes abgibt. Die zweiten Wärmeübertrager (53, 54) sind Konvektionswärmeübertrager, die den ersten Wärmeübertrager (50) im Gasstrom nachgeschaltet und unter sich parallelgeschaltet sind. Im Gasstrom hinter jedem zweiten Wärmeübertrager (53, 54) ist ein Absperrorgan (61 bzw. 62) angeordnet.

Fig.1



Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage zum Kühlen von heissem, staubbeladenem Gas in einem Dampferzeuger, der aus einem ersten Strahlungswärmeübertrager und einem zweiten Konvektionswärmeübertrager besteht. In solchen Anlagen wird üblicherweise das vom Reaktor kommende Gas im Strahlungswärmeübertrager auf eine Temperatur abgekühlt, die unterhalb des Erweichungspunktes des Staubes liegt. Beim Eintreten des Gases in den Konvektionswärmeübertrager sind die Staubpartikel dann nicht mehr klebrig und können an den Heizflächen dieses Wärmeübertragers nicht mehr festbacken. In den eng angeordneten Heizflächen des Konvektionswärmeübertragers können sich die Staubpartikel aber ablagern und Verstopfungen bilden, so dass die Wärmeübertragung vom Gas an die Heizflächen beeinträchtigt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass sowohl konstruktiv wie auch betriebsmässig auf einfache Weise ein Entfernen der im Konvektionskühler abgelagerten Staubpartikel möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass mindestens zwei zweite Wärmeübertrager dem Strahlungswärmeübertrager im Gasstrom nachgeschaltet und unter sich parallelgeschaltet sind und dass im Gasstrom hinter jedem zweiten Wärmeübertrager ein Absperrorgan angeordnet ist.

Hierdurch wird es möglich, das eine Absperrorgan zu drosseln oder zu schliessen, so dass die Strömungsgeschwindigkeit des Gases im anderen Konvektionswärmeübertrager sich erhöht, wodurch die Staubablagerungen in diesem Wärmeübertrager ausgetragen werden. Trotz dieser erhöhten Strömungsgeschwindigkeit wird die zulässige Wärmestromdichte in diesem Wärmeübertrager nicht überschritten. Durch zyklisches Drosseln oder Schliessen der Absperrorgane können also die Konvektionswärmeübertrager der Reihe nach gereinigt werden.

Die neue Anlage ist besonders dann günstig, wenn an den Strahlungswärmeübertrager mehr als zwei Konvektionswärmeübertrager angeschlossen werden. Dabei ergeben sich verschiedene arbeitsteilige Schaltungen für die Konvektionswärmeübertrager, indem z.B. ein Teil der Konvektionswärmeübertrager als Economiser oder als Economiser und Verdampfer und die restlichen Konvektionswärmeübertrager als Ueberhitzer geschaltet werden. In einem solchen Falle lässt sich auch der Betrieb der Anlage weiterführen, wenn z.B. ein Ueberhitzer und/oder ein Economiser störungshalber ausfällt. In einem solchen Fall wird dann das Absperrorgan hinter dem betreffenden Konvektionswärmeübertrager geschlossen, so dass dieser Wärmeübertrager nicht mehr von Gas durchströmt wird. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemässen Anlage besteht darin, dass an einzelnen Konvektionswärmeübertragern Revisionen möglich sind, während die übrige Anlage weiter in

Betrieb steht. Das hinter dem zu revidierenden Konvektionswärmeübertrager befindliche Absperrorgan wird dann also geschlossen, so dass nach dem Abkühlen des Wärmeübertragers die Revisionsarbeiten durchgeführt werden können.

Unter dem Begriff "Strahlungswärmeübertrager" sollen auch solche Wärmeübertrager verstanden werden, in denen ein sogenanntes Quenching stattfindet, d.h. dass in den ersten Wärmeübertrager bereits abgekühltes Gas zurückgeführt wird, was eine an sich bekannte Massnahme ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 ein Schema einer Anlage zum Kühlen von heissem, staubbeladenem Gas,  
Fig.2 schematisch vereinfacht einen Vertikalschnitt durch einen Strahlungs- und einen Konvektionswärmeübertrager,  
Fig.3 einen Querschnitt durch das Druckgefäss des Strahlungswärmeübertragers und  
Fig.4 ein Schema einer gegenüber Fig.1 abgewandelten Anlage.

Gemäss Fig.1 weist die Anlage einen ersten Wärmeübertrager 50 auf, der an seinem in Fig.1 oberen Ende über eine Leitung 51 mit einem Reaktor 52 in Verbindung steht, in dem in bekannter Weise heisses, staubbeladenes Gas erzeugt wird, z.B. durch Vergasen von Kohle. Im oberen Bereich des ersten Wärmeübertragers 50 sind zweite Wärmeübertrager 53 und 54 angeschlossen, und zwar über je eine Leitung 55 bzw. 56. Am unteren Ende des ersten Wärmeübertragers 50 ist eine ein Absperrorgan 58 aufweisende Leitung 57 angeschlossen, über die bei Öffnen des Absperrorgans 58 im Wärmeübertrager 50 abgeschiedene Feststoffe, wie Staub, Asche und Schlacke zusammen mit Wasser abgelassen werden können. Am in Fig.1 unteren Ende der zweiten Wärmeübertrager 53 und 54 ist je eine Leitung 59 bzw. 60 mit je einem Absperrorgan 61 bzw. 62 angeschlossen.

Im Normalbetrieb der Anlage wird im Reaktor 52 erzeugtes heisses Gas mit einer Temperatur von 1400 bis 1600°C und mit einem Druck von etwa 40 bar über die Leitung 51 dem ersten Wärmeübertrager 50 zugeführt, in dem es im wesentlichen durch Strahlungswärmeübertragung an das Arbeitsmittel eines Dampferzeugers so weit abgekühlt wird, dass seine Temperatur unterhalb des Erweichungspunktes des von ihm mittransportierten Staubes liegt. Der verfestigte Staub sammelt sich zur Hauptsache im unteren Teil des Wärmeübertragers 50, während das Gas zur weiteren Abkühlung über die Leitungen 55 und 56 zu den zweiten Wärmeübertragern 53 und 54 gelangt. Hier erfolgt die Wärmeübertragung durch Konvektion ebenfalls an das Arbeitsmittel des Dampferzeugers, wonach das abgekühlte Gas die Anlage über die Leitungen 59 und 60 verlässt, da die Absperrorgane 61 und 62 voll geöffnet sind.

Der allgemeine Aufbau der in den Wärmeübertragern 50, 53 und 54 enthaltenen Heizflächen des Dampferzeugers ergibt sich aus Fig.2.

Gemäss Fig.2 weist der erste Wärmeübertrager 50 ein zylindrisches Druckgefäss 3 mit vertikaler Achse auf, das an seinem oberen Ende von einem Gaszufuhrkanal 4 durchdrungen wird, der über die hier nicht näher gezeichnete Leitung 51 mit dem Kohlevergasungsreaktor 52 in Fig.1 in Verbindung steht. Koaxial zum Druckgefäss 3 ist in diesem ein Einsatz 5 vorgesehen, der aus vertikalen, eng nebeneinanderliegenden und gasdicht verschweissten Rohren 6 gebildet ist und der einen vom Heissgas vom oben nach unten durchströmten ersten Gaszug 7 umschliesst. Der Einsatz 5 ist von einem Hemd 8 umgeben, das ebenfalls aus vertikalen Rohren 10 gebildet ist, die nach Art einer Membranwand dicht zusammengeschweisst sind. Das Hemd 8 umgibt den Einsatz 5 mit Abstand, so dass dazwischen ein Ringraum 9 freibleibt, der vom Gas von unten nach oben durchströmt wird und einen zweiten Gaszug bildet. Der Strömungsquerschnitt im zweiten Gaszug 9 ist im Vergleich zu dem des ersten Gaszuges 7 so gewählt, dass eine Verlangsamung der Strömungsgeschwindigkeit im zweiten Gaszug 9 eintritt.

Die Rohre 6 des Einsatzes 5 und die Rohre 10 des Hemdes 8 sind an ihren unteren und oberen Enden mit Ringkollektoren 13 bzw. 15 verbunden. Dem Kollektor 13 wird über eine Leitung 16 Speisewasser zugeführt, das beim Durchströmen der Rohre verdampft und aus dem oberen Kollektor 15 über eine Leitung 14 abgeleitet wird.

Die Rohre 6 und 10 des Einsatzes 5 bzw. des Hemdes 8 sind nahe ihrem oberen Ende an einem aus Profilträgern 11 bestehenden Tragsystem aufgehängt, so dass sie sich nach unten frei dehnen können. Unterhalb des unteren Kollektors 13 ist ein sich nach unten verjüngender, den Boden des Druckgefässes 3 durchdringender Trichter 12 vorgesehen, der teilweise mit Wasser gefüllt ist und ein Wasserbad 1 bildet. Das Wasserbad dient zum Auffangen von Asche und Schlacketeilchen, die vom Heissgasstrom mitgeführt werden und bei dessen Umlenkung vom ersten Gaszug 7 in den zweiten Gaszug 2 ausgeschleudert werden.

Im oberen Bereich des Druckgefässes 3 weist dieses drei Anschlussstutzen 27 auf (Fig.3), an denen die zu den zweiten Wärmeübertragern 53 und 54 führenden Leitungen 55, 56 angeschlossen sind. Die gesamte Anlage enthält also drei Konvektionswärmeübertrager. Die Wärmeübertrager 53, 54 weisen ebenfalls je ein Druckgefäss 17 mit vertikaler Achse auf, das in seinem Inneren mit Kühlrohrbündeln 18 versehen ist. Die Rohrbindel 18 sind am unteren und oberen Ende mit einer Leitung 22 bzw. 23 verbunden, über die Speisewasser zugeführt bzw. vorgewärmtes oder verdampftes Arbeitsmittel abgeleitet wird.

Nachdem das Gas beim Durchströmen der Rohr-

bündel 18 weiter abgekühlt worden ist, verlässt es bei offenen Absperrorganen 61 und 62 die Anlage über die Leitungen 59 und 60. Durch Verstellen der Absperrorgane 61 und 62 so, dass deren Durchflussquerschnitt wesentlich verringert oder Null wird, lässt sich der Gasstrom in den beiden vorgeschalteten zweiten Wärmeübertragern 53 und 54 drosseln oder stauen und gleichzeitig die Strömungsgeschwindigkeit im dritten, nicht näher dargestellten Konvektionswärmeübertrager erhöhen. Durch diese erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Gases lässt sich dann der dritte ungedrosselte Wärmeübertrager reinigen, indem zwischen den Rohren der Rohrbindel 18 abgelagerte Staubteilchen vom Gas mitgerissen werden. In analoger Weise lässt sich durch Drosseln und Stauen des dritten Konvektionswärmeübertragers und beispielsweise des Konvektionswärmeübertragers 54 eine erhöhte Gasströmungsgeschwindigkeit im Konvektionswärmeübertrager 53 erzeugen, so dass dann dieser gereinigt wird. Sinngemäss das Gleiche gilt für den Konvektionswärmeübertrager 54 beim Drosseln des Konvektionswärmeübertragers 53 und des dritten Konvektionswärmeübertragers. Nach Abschluss der jeweiligen Reinigungsphase werden die Absperrorgane der beiden andern Konvektionswärmeübertrager wieder in die normale Öffnungsstellung zurückgeführt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig.4 ist die Anordnung von Reaktor und erstem Wärmeübertrager vertauscht, indem der Vergasungsreaktor 72 unterhalb des ersten Wärmeübertragers 70 angeordnet ist. Da bei diesem Wärmeübertrager keine Umlenkung der Strömung des heissen Gases stattfindet, ist seine Baulänge entsprechend grösser, damit das heisse Gas bis auf eine Temperatur unterhalb des Erweichungspunktes abgekühlt wird, bevor es zu den Konvektionskühlern 73 und 74 geleitet wird. Die Anordnung der Absperrorgane 75 und 76 hinter den Konvektionskühlern 73 und 74 entspricht der der Absperrorgane 61 und 62 und ebenso entspricht die Betätigung der Absperrorgane 75, 76 zwecks Reinigens der Kühler 73, 74 der beschriebenen Betätigung der Absperrorgane 61 und 62.

Die Zahl der Konvektionskühler pro Anlage ist mindestens zwei, kann aber auch die Zahl drei übersteigen.

## Patentansprüche

1. Anlage zum Kühlen von heissem, staubbeladenem Gas, das unter einem Druck von mehr als 1 bar steht, in einem Dampferzeuger, der aus einem ersten Wärmeübertrager, in dem das aus einem Reaktor kommende heisse Gas seine Wärme im wesentlichen durch Strahlung bis zu einer Temperatur unterhalb des Erweichungspunktes des Staubes abgibt, und mindestens zwei zwei-

ten Wärmeübertragern besteht, die dem ersten Wärmeübertrager im Gasstrom nachgeschaltet und unter sich parallelgeschaltet sind und in denen das Gas seine Wärme durch Konvektion abgibt, sowie mit einem im Gasstrom hinter jedem zweiten Wärmeübertrager angeordneten Absperrorgan.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor oberhalb des ersten Wärmeübertragers angeordnet ist. 10
  
3. Anlage nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wärmeübertrager ein Druckgefäß aufweist, in dem als Dampferzeugerheizflächen ein zylindrischer Einsatz aus nebeneinanderliegenden, gasdicht verschweissten Rohren und ein den Einsatz umgebendes Hemd aus nebeneinanderliegenden Rohren angeordnet sind, wobei das vom Reaktor kommende Gas den Einsatz von oben nach unten und anschliessend den Zwischenraum zwischen dem Einsatz und dem Hemd von unten nach oben durchströmt. 15  
20
  
4. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor unterhalb des ersten Wärmeübertragers angeordnet ist und das vom Reaktor kommende Gas den ersten Wärmeübertrager von unten nach oben durchströmt. 25  
30
  
5. Anlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Wärmeübertrager ebenfalls je ein Druckgefäß aufweisen, in denen als Heizflächen des Dampferzeugers je mindestens ein Rohrbündel angeordnet ist, wobei das vom ersten Wärmeübertrager kommende Gas die Rohrbündel von oben nach unten durchströmt. 35  
40
  
6. Verfahren zum Betrieb einer Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Absperrorgan in offene Stellung gebracht wird, während die übrigen Absperrorgane in Schliessstellung gebracht werden, so dass sich im Konvektionswärmeübertrager vor dem in offener Stellung befindlichen Absperrorgan eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Gases einstellt. 45  
50

55

Fig.1

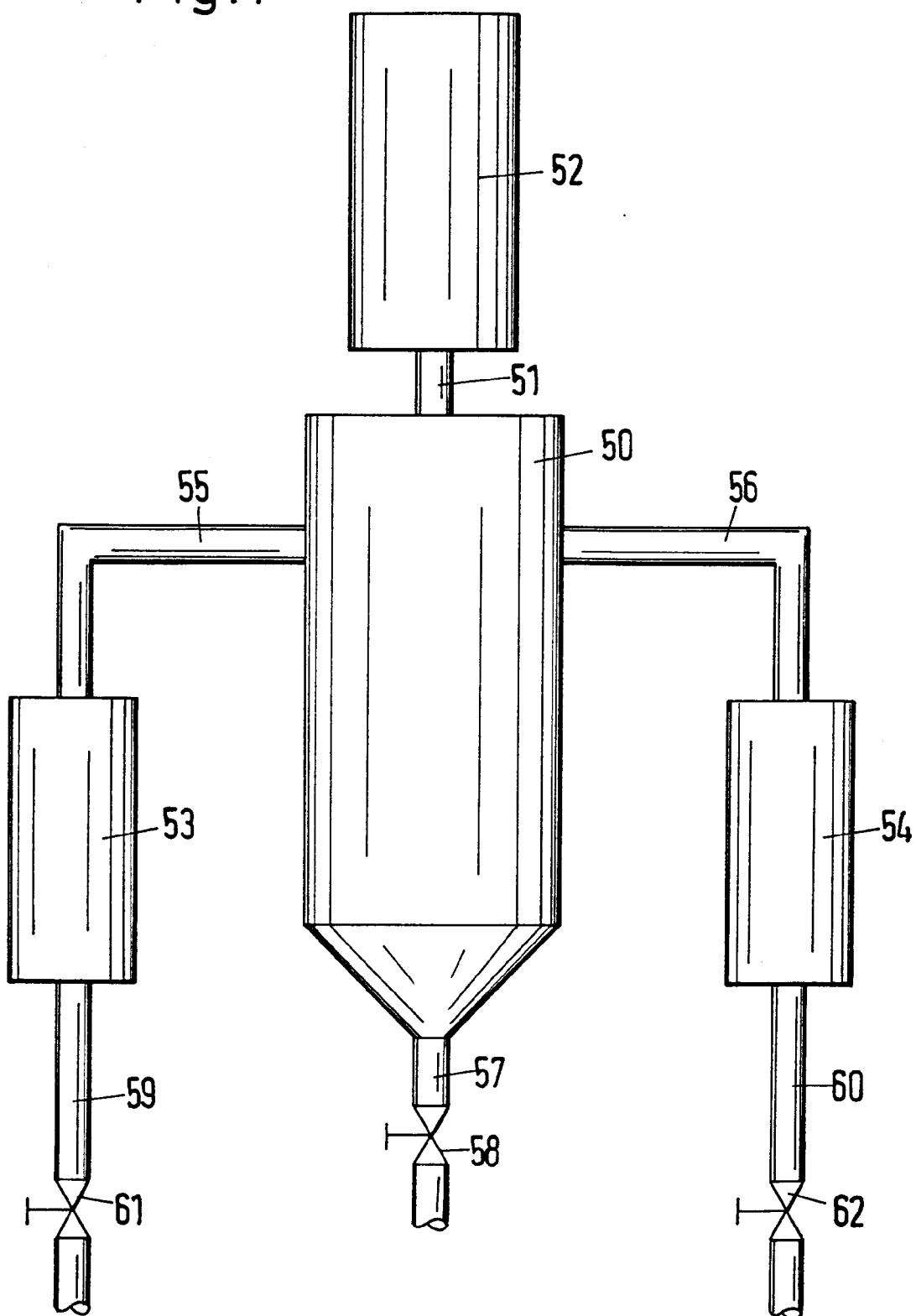


Fig. 2

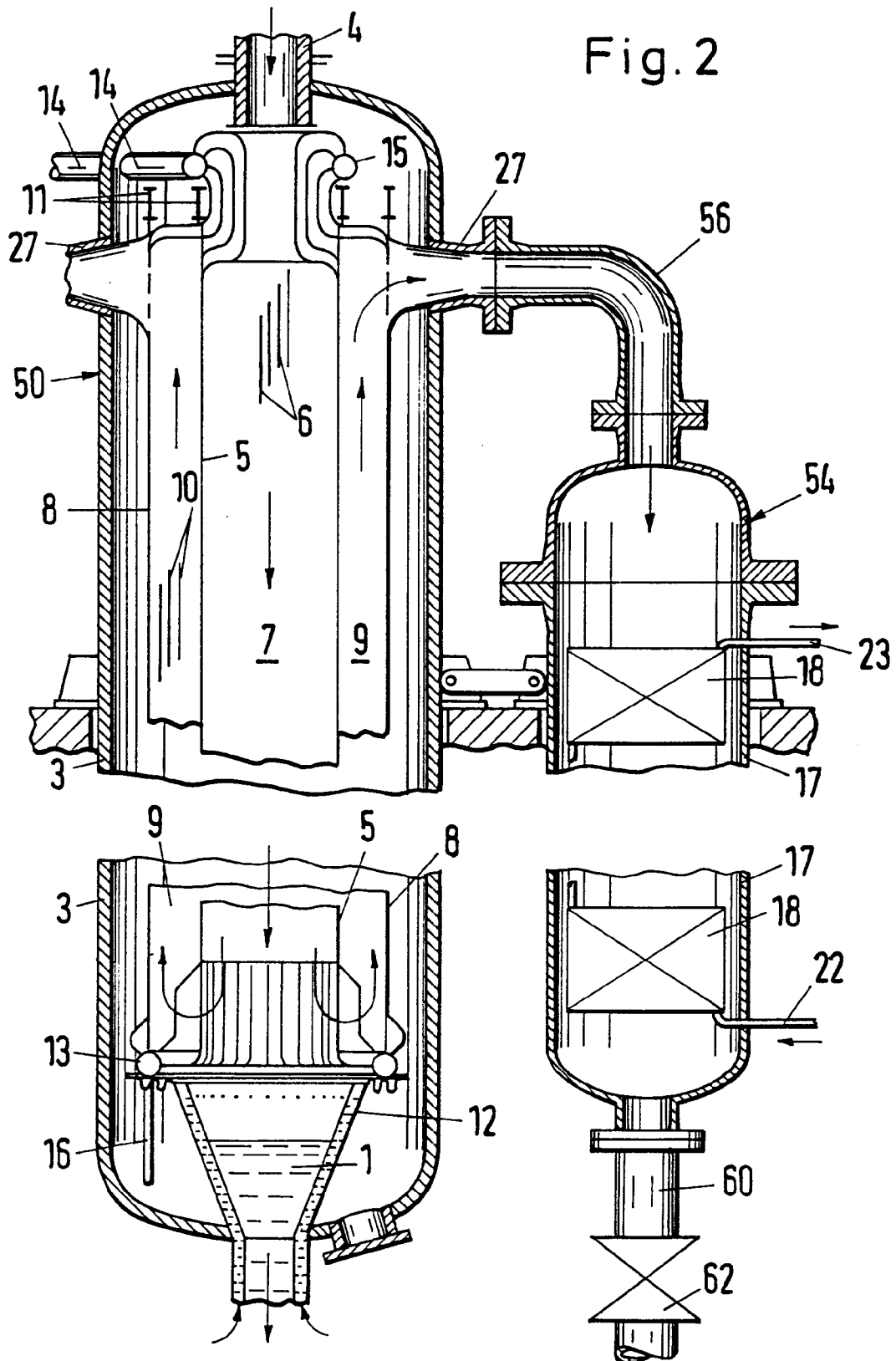


Fig.4

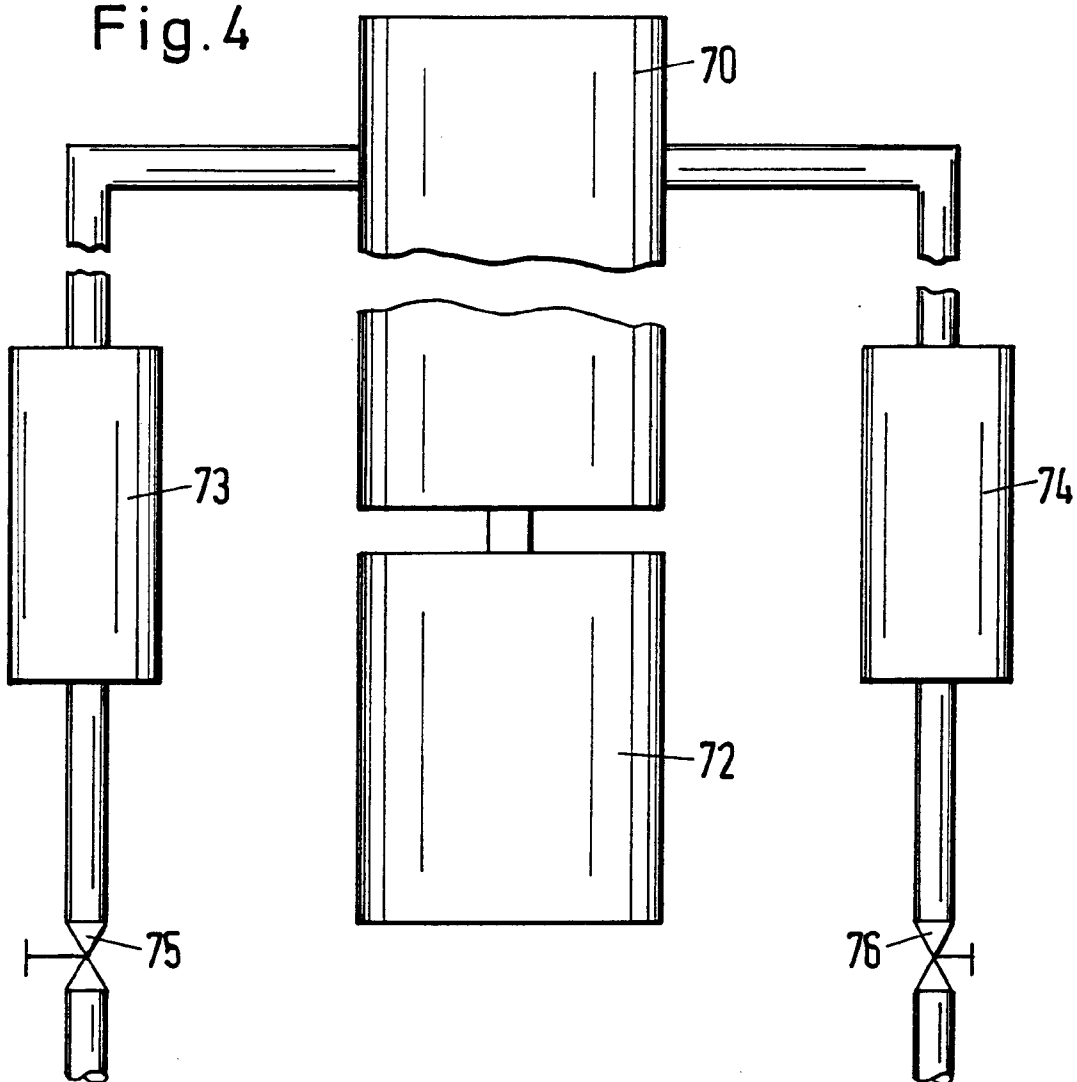
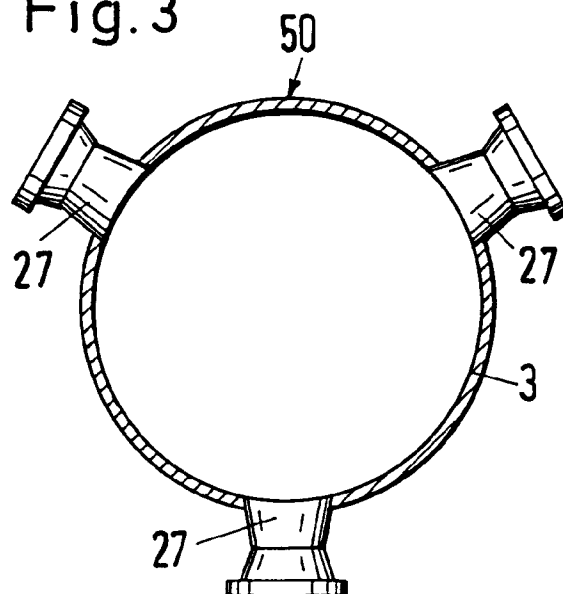


Fig.3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0373

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-3 618 268 (FLOCKENHAUS, C.) ---		C10K1/04
A	DE-A-2 948 201 (KORTE, H. D. E. ET AL.) ---		C10J3/86
A	EP-A-0 366 606 (ZIEGLER, G.) -----		F22B1/18
			F28G13/00
			F28G9/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C10K
			C10J
			F22B
			F28G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20 JULI 1992	Prüfer PYFFEROEN K.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)