

(19)



(11)

**EP 1 390 667 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.07.2007 Patentblatt 2007/29**

(51) Int Cl.:  
**F23G 7/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **02742763.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2002/001796**

(22) Anmeldetag: **18.05.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/097329 (05.12.2002 Gazette 2002/49)**

(54) **VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG VON SCHADSTOFFHALTIGEM ABGAS**

DEVICE FOR PURIFYING CONTAMINATED WASTE GAS

DISPOSITIF POUR LA PURIFICATION DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT CONTENANT DES  
SUBSTANCES NOCIVES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

• **HERZOGENRATH, Jutta**  
**52070 Aachen (DE)**

(30) Priorität: **29.05.2001 DE 10125980**  
**05.06.2001 DE 10127105**

(74) Vertreter: **Bauer, Dirk**  
**BAUER WAGNER PRIESMEYER**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Grüner Weg 1**  
**52070 Aachen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.02.2004 Patentblatt 2004/09**

(73) Patentinhaber: **M+W Zander Gebäudetechnik**  
**GmbH**  
**70499 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 990 848 DE-C- 19 611 226**  
**US-A- 5 453 259 US-A- 5 730 945**  
**US-A- 5 931 663 US-A- 6 042 791**

(72) Erfinder:

• **GORES, Stefan**  
**52070 Aachen (DE)**

**EP 1 390 667 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung von schädstoffhaltigem Abgas durch regenerative thermische Nachverbrennung, mit einer Rohgasleitung; mindestens einer Reaktionskammer mit einer Energiezuführeinrichtung, mindestens zwei Wärmespeichermassen, einer Reingasleitung und mindestens einem Gasspeicher, wobei Rohgas bei der Durchleitung durch eine Wärmespeichermasse vorheizbar, das vorgeheizte Rohgas in der Reaktionskammer oxidierbar und das dabei entstehende erhitzte Reingas bei der Durchleitung durch eine andere Wärmespeichermasse abkühlbar und das abgekühlte Reingas in die Reingasleitung einleitbar ist, wobei die Durchleitungsrichtung in den Wärmespeichermassen umkehrbar ist und nach einem Umkehrvorgang in die Reingasleitung eintretendes Rohgas in einem an die Reingasleitung angeschlossenen Gasspeicher zwischenspeicherbar und anschließend von dort wieder in die Rohgasleitung rückführbar ist.

**[0002]** Derartige regenerative Nachverbrennungsanlagen zählen zur Gruppe der thermischen Abluftreinigungsanlagen, mit denen typischerweise schadstoffbelastete Gase, wie sie beispielsweise bei Lackier- oder Laminierprozessen auftreten, mindestens soweit erwärmt werden, daß durch die Oxidation die meist gasförmigen Schadstoffe zu weniger kritischen Oxidationsprodukten reagieren. Bevorzugt werden in derartigen Anlagen Kohlenwasserstoffe zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert. RNV-Anlagen sind dadurch gekennzeichnet, daß ein großer Anteil der erforderlichen Rohgaserwärmung durch eine Wärmerückgewinnung mittels der Wärmespeichermassen erfolgt, die mit Hilfe des erhitzten Reingases zuvor erhitzt worden sind.

**[0003]** Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 19611226 C1 bekannt. Nachdem eine erste Wärmespeichermasse durch eintretendes Rohgas bis auf eine bestimmte Temperatur abgekühlt und eine zweite Wärmespeichermasse durch das aufgeheizte Reingas auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt ist, wird die Strömungsrichtung durch die Reaktionskammer und die beiden Wärmespeichermassen umgekehrt, um die zweite, nunmehr aufgeheizte Wärmespeichermasse zur Aufheizung von Rohgas heranzuziehen und die erste, nunmehr ausgekühlte Wärmespeichermasse durch das Reingas wiederum aufzuheizen. Die bei der Oxidation der Schadstoffe freiwerdende Wärme sowie die je nach Energiegehalt des Rohgases in der Reaktionskammer zusätzlich, beispielsweise in Form von Brennstoff, zugeführte Wärmemenge "pendelt" somit zwischen den beiden Wärmespeichermassen, so daß sich ein insgesamt sehr hoher energetischer Wirkungsgrad solcher regenerativer Nachverbrennungsanlagen ergibt.

**[0004]** Als grundsätzlich problematisch bei derartigen Anlagen ist der Zeitraum unmittelbar nach der Umkehrung der Strömungsrichtung in den Wärmespeichermassen anzusehen. Das in der Rohgas erwärmenden und

zum Umschaltzeitpunkt bereits relativ weit abgekühlten Wärmespeichermasse befindliche schadstoffhaltige Rohgas könnte bei Umkehr der Strömungsrichtung ungereinigt die Anlage verlassen. Zur Vermeidung derartiger Emissionen sind die bekannten Vorrichtungen häufig mit mehr als zwei Wärmespeichermassen ausgeführt, so daß nach dem Umschaltvorgang das erhitzte Reingas in eine dritte Wärmespeichermasse eingeleitet wird, und das noch nicht oxidierte Rohgas aus der zuvor durchströmten Wärmespeichermasse auch weiterhin der Reaktionskammer zugeführt wird. Eine zuvor für die Rohgasaufheizung verwendete Wärmespeichermasse wird nach dieser Verfahrensweise somit erst dann zur Durchleitung von Reingas herangezogen, d. h. von ihr wird erst dann eine Verbindung zur Reingasleitung hergestellt, wenn das in dieser Wärmespeichermasse befindliche Rohgas vollständig durchgespült, d. h. gegen Reingas ausgetauscht, worden ist. Aufgrund der mindestens drei bei solchen Anlagen benötigten Wärmespeichermassen sind der Bauaufwand und die daraus resultierenden Investitionskosten hoch.

**[0005]** Alternativ zu der vorgenannten Anlagenart ist es aus der zuvor erwähnten DE 19611226 C1 bekannt, daß nach dem Zeitpunkt der Strömungsumkehrung in die Reingasleitung gelangendes Rohgas in einem Gasspeicher zwischen zu speichern. Diese bekannte Anlage verzichtet somit auf eine dritte Wärmespeichermasse und vermeidet den nach dem Umschaltvorgang entstehenden Anstieg der Schadstoffkonzentrationen durch eine Zwischenspeicherung des betreffenden Gasvolumens, das später kontinuierlich wieder der Rohgasleitung zugeführt und sodann mit dem übrigen Rohgas oxidiert wird.

**[0006]** Bei der DE 19611226 C1 ist der Gasspeicher im wesentlichen vollständig von einem weiteren Behälter umgeben. Zwischen der Innenseite der Gehäusewandungen und der Außenseite der Wandung des Gasspeichers ist ein Zwischenraum ausgebildet, der von gereinigtem Abgas durchströmbar ist. Auf diese Weise kann dem Gasspeicher, das heißt, dem darin enthaltenen Rohgas bzw. unvollständig gereinigtem Gas, Wärmeenergie zugeführt werden, falls das gespeicherte Gasvolumen eine niedrigere Temperatur als das vorbeiströmende Abgas aufweist. Hierdurch kann eine Abkühlung des gespeicherten Gasvolumens selbst dann vermieden werden, wenn das Gasvolumen für längere Zeit im Innern des Gasspeichers verbleibt. Auf eine aufwendige Isolierung der Wandung des Gasspeichers kann auf diese Weise verzichtet werden, selbst wenn der Gasspeicher im Freien aufgestellt ist und die Umgebungstemperaturen sehr niedrig sind.

**[0007]** Der Gasspeicher selbst ist bei der bekannten Vorrichtung, ebenso wie das ihn umgebende Gehäuse im wesentlichen zylindrisch ausgeführt und weist an seinem rückwärtigen Ende einen konischen Verlauf auf, der in die Reingasleitung mündet. Im Innern des Gasspeichers ist eine Stau- und Strömungsvergleichmäßigungsvorrichtung vorgesehen, die beispielsweise aus einem

Lochblech bestehen kann. Diese Strömungsvergleichsmäßigungsverrichtung bewirkt, daß bei einer nach der Umschaltung der Strömungsrichtung erfolgenden Einbringung von ungereinigtem Abgas in den Zwischenspeicher dieses nicht ungehindert aus dem Gasspeicher in die Reingasleitung gelangen kann. Im Wege einer vergleichmäßigten und turbulenzarmen Strömung soll das zwischengespeicherte Abgas in der Abfolge wieder aus dem Gasspeicher entnommen werden, in der es darin eingeleitet wurde. Nach Art eines Pfropfens soll sich die Grenze zwischen zwischengespeichertem Rohgas und verdrängtem Reingas möglichst vermischungsfrei in dem Gasspeicher hin und her verlagern.

**[0008]** Trotz der beabsichtigten Strömungsvergleichmäßigung sind Mischungseffekte bei der Befüllung und Entleerung des Gasspeichers unvermeidbar, so daß bei jedem Füllungsvorgang ein gewisser Anteil des ungereinigten Rohgases in die Reingasleitung und somit die Atmosphäre gelangt. Um eine strikte Trennung zwischen dem gepufferten, das heißt dem zu rezirkulierenden Volumen zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß im Pufferbehälter ein verschiebbarer Kolben angeordnet ist. Hierdurch steigt der Gegendruck aufgrund der unvermeidlichen Reibung bei der Kolbenverschiebung jedoch erheblich an, so daß besondere Maßnahmen zur Befüllung des Gasspeichers ergriffen werden müßten. So könnte beispielsweise der verschiebbare Kolben mit einem eigenen Antrieb versehen sein, um das zwischenzuspeichernde Volumen aus der Reingasleitung anzusaugen. Insbesondere der steuerungstechnische Aufwand ist für eine derartige aktive Absaugung jedoch sehr groß.

**[0009]** Schließlich wird in der DE 19611226 C1 noch offenbart, eine Membran zur Trennung des gepufferten von dem nachgezogenen Volumen vorzusehen. Hier ist ein Nachteil darin zu sehen, daß selbst bei einer mittigen Anordnung der Membran die zur Speicherung zur Verfügung stehenden Volumina vergleichsweise klein sind. Sollten größere Volumina gespeichert werden, so müßte die Membran im Verhältnis zu der Querschnittsfläche des Gasspeichers eine entsprechende Übergröße besitzen, um eine große erforderliche Auslenkung bei der Befüllung bzw. der Entnahme zu gewährleisten. In diesem Fall ist jedoch die Gefahr groß, daß eine kontrollierte Verlagerung, d. h. Formänderung der Membran nicht sichergestellt ist. Insbesondere bei einer Verklebung oder Verklebung von Membranstücken steigt der Widerstand bei der Befüllung oder Entleerung des Gasspeichers gegenüber der zuvor beschriebenen freiatmenden Ausführung drastisch an.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Reinigung von schadstoffhaltigem Abgas durch regenerative thermische Nachverbrennung vorzuschlagen, bei der ein zur Zwischenspeicherung von nach einem Umschaltvorgang beim Wechsel zwischen Wärmespeichermassen zwischenzuspeicherndes Gas mit möglichst geringem Gegendruck in den Gasspeicher leitbar ist, wobei die Zuverlässigkeit des Befüllungs- und

Entleerungsvorgangs möglichst hoch sein soll.

**[0011]** Ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art, wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Gasspeicher im wesentlichen vollständig aus einer flexiblen schlaffen Hülle besteht, die maximal bis zu einem Zustand mit Gas befüllbar ist, in dem die Hülle eine straffe Gestalt annimmt.

**[0012]** Durch die Verwendung eines geschlossenen Gasspeichers kann die bei Verwendung einer atmosphärischen Atmungseinleitung eintretende Vermischung des zwischengespeicherten Gases mit dem Reingas oder Atmosphärenluft, d.h., die unerwünschte Volumenvergrößerung des gespeicherten Gases, nicht eintreten. Während der Befüllung des erfindungsgemäßen Gasspeichers muß aufgrund der Flexibilität der Wandung fast kein Gegendruck überwunden, d.h. im Innern des Gasspeichers bzw. auf der Seite der Zuführleitung fast kein Überdruck, aufgebaut werden. Hierdurch lassen sich unerwünschte Druckschwankungen in dem Gesamtsystem der Vorrichtung auf ein Minimum reduzieren. Der Füllungsvorgang der flexiblen schlaffen Hülle wird spätestens in dem Moment beendet, in dem diese eine gestreckte, straffe Gestalt annimmt, ohne daß Dehnungen und somit das Volumen der Hülle zu verkleinern suchende Kräfte entstehen. Die Entleerung des Gasspeichers erfolgt mit Hilfe einer ohnehin auf der Roh- oder auf der Reingasseite vorhandenen Saugereinrichtung, mit deren Hilfe der Gasspeicher durch Unterdruckerzeugung bis zu einem Zusammenfallen der flexiblen schlaffen Hülle vollständig geleert werden kann.

**[0013]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Hülle aus einem im wesentlichen gasundurchlässigen Gewebe aus temperaturbeständigen Fasern besteht, wobei das Gewebe mit einer Oberflächenbeschichtung und/ oder Oberflächenausrüstung versehen sein kann. Gewebe lassen sich auf rationelle und preisgünstige Weise herstellen und aus mehreren Gewebestücken kann auf einfache Weise eine in sich geschlossene Hülle gefertigt werden. Unter dem Merkmal einer im wesentlichen gegebenen Undurchlässigkeit der Hülle für Gas ist zu verstehen, daß eine absolute Dichtheit nicht erforderlich ist, da geringfügige Rohgasübertritte in das Reingas bzw. direkt in die Atmosphäre tolerabel sind. So ist beispielsweise eine Versiegelung der Nähte in der Regel nicht erforderlich.

**[0014]** Vorzugsweise bestehen die Fasern des Gewebes aus einem Aramid, Polyethylen oder Polytetrafluorethylen.

**[0015]** Alternativ zur Verwendung von Gewebe ist auch der Einsatz von temperaturbeständigen Folien für die flexible Hülle möglich.

**[0016]** Um eine kontrollierte Befüllung und Entleerung des Gasspeichers trotz der ganz bewußt nicht gegebenen Formstabilität der Hülle und trotz der fehlenden Eigensteifigkeit zu gewährleisten, ist nach der Erfindung vorgesehen, im Innern der Hülle eine zentrale starre Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung anzuordnen, die von einer Ein- und/oder Austrittsöffnung des Gasspeichers

ausgeht.

**[0017]** Die Erfindung weiter ausgestaltend wird diesbezüglich vorgeschlagen als Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung einen zylindrischen Hohlkörper zu verwenden, dessen eine Stirnseite die Ein- und/ oder Austrittsöffnung des Gasspeichers bildet und dessen Mantel mit einer Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen versehen ist. Hierdurch wird eine großflächige Verteilung des ein- bzw. austretenden Gasstroms gewährleistet, so daß ein Verschluß der Befüllungs- oder Entnahmequerschnitte durch dichte Anlage eines Abschnitts der Hülle an eine einzelne Ein- oder Austrittsöffnung nicht zu befürchten ist.

**[0018]** In fertigungstechnischer Hinsicht ist es besonders vorteilhaft, die Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung als Lochblechzylinder auszuführen.

**[0019]** Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird des weiteren vorgeschlagen, die Hülle innerhalb eines geschlossenen Behälters anzuordnen. Hierdurch kann der Wärmeverlust des gespeicherten Gases reduziert werden.

**[0020]** Eine unbehinderte Befüllung und Entleerung des Gasspeichers wird ermöglicht, wenn der zwischen dem Behälter und der Hülle befindliche Zwischenraum über mindestens eine Atemöffnung mit der Atmosphäre verbunden ist.

**[0021]** Wenn der Zwischenraum zwischen dem Behälter und der Hülle mit der Reingasleitung in Verbindung steht, wird während der Entleerung des Gasspeichers in dem Maße warmes Reingas in den Zwischenraum eingeleitet, wie zwischengespeichertes Gas aus dem Zwischenspeicher wieder abgezogen wird. Hierdurch wird dem zwischengespeicherten Gas im übrigen auch Wärmeenergie zugeführt, die eine unerwünschte Abkühlung, das heißt auch Auskondensation des zwischengespeicherten Gases verhindert. Bei einer erneuten Befüllung des Zwischenspeichers wird aus dem Zwischenraum so viel inzwischen abgekühltes Reingas in die Reingasleitung zurückgeschoben, wie an zwischengespeichertem Gas in den Gasspeicher aufgenommen wird.

**[0022]** Um die Wärmeverluste des zwischengespeicherten Gases zu minimieren kann der Zwischenraum zwischen dem Behälter und der Hülle von Reingas durchströmbar sein.

**[0023]** Ferner wird nach der Erfindung noch vorgeschlagen, daß das Volumen des Behälters maximal dieselbe Größe besitzt, wie das Volumen der flexiblen Hülle in dem Zustand, in dem diese eine straffe Gestalt annimmt. Durch diese Ausgestaltung kann eine mechanische Überlastung der flexiblen Hülle in jedem Fall vermieden werden, da die maximale Ausdehnung der Hülle durch eine Anlage der Hülle an die Innenwand des starren Behälters auf unkritische Werte begrenzt wird.

**[0024]** Schließlich ist gemäß einer Ausgestaltung noch vorgesehen, daß jeweils zwei Wärmespeichermassen einer Reaktionskammer zugeordnet sind, wobei mehreren aus jeweils zwei Wärmespeichermassen und einer Reaktionskammer bestehenden Modulen lediglich ein

Gasspeicher zugeordnet ist. Hierdurch läßt sich mit einer minimalen Anzahl von Bauteilen ein sehr großes Leistungsspektrum derartiger RNV-Anlagen abdecken. Große sowie kleinere Anlagen lassen sich auf diese Weise gleichermaßen schnell und kostengünstig planen und realisieren.

**[0025]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels einer Reinigungsvorrichtung in Form einer sogenannten RNV-Anlage, die in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Reinigungsvorrichtung mit zwei Wärmespeichermassen und einem von der Atmosphäre umgebenen Gasspeicher;

Fig. 2 wie Figur 1, jedoch mit einem von einem Behälter umgebenen Gasspeicher;

Fig. 3 eine Vorrichtung mit vier Wärmespeichermassen, die jeweils paarweise mit einer Reaktionskammer zusammenarbeiten, mit nur einem zentralen Gasspeicher und

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des Gasspeichers gemäß den Figuren 1 bis 3.

**[0026]** Eine in Figur 1 dargestellte und insgesamt mit 1 bezeichnete Vorrichtung zur Reinigung von schadstoffhaltigem Abgas durch regenerative thermische Nachverbrennung (regenerative Nachverbrennungsanlage = RNV-Anlage) besteht im wesentlichen aus einer Rohgasleitung 2, zwei in Behältern 3 eingehausten Wärmespeichermassen 4, einer Reaktionskammer 5, in die mit Hilfe eines Brenners 6 oder mit Hilfe einer elektrischen Heizeinrichtung Energie einführbar ist, einer Reingasleitung 7, einem Gebläse 8, einem Gasspeicher 9, einem Ventil 10 sowie sechs schaltbaren Absperrklappen 11, 12, 13, 14, 15 und 16.

**[0027]** Es soll davon ausgegangen werden, daß die Anlage zunächst mit geöffneten Absperrklappen 11, 14 und 16 sowie mit geschlossenen Absperrklappen 12, 13 und 15 betrieben wird. Das Gebläse 8 sorgt dafür, daß sich eine Durchströmung zunächst der linken Wärmespeichermasse 4, sodann der Reaktionskammer 5 und anschließend der rechten Wärmespeichermasse 4 ergibt, von wo aus das Gas über das Gebläse 8 in die Reingasleitung 7 und sodann in die Atmosphäre gelangt. Es soll des weiteren davon ausgegangen werden, daß die linke Wärmespeichermasse 4 zum betrachteten Zeitpunkt aufgeheizt und die rechte Wärmespeichermasse 4 abgekühlt ist.

**[0028]** Das durch die Rohgasleitung 2 in die linke Wärmespeichermasse 4 eintretende Rohgas wird dort erhitzt, um bedarfsweise durch weitere Energiezufuhr in der Reaktionskammer 5 auf ein solches Temperaturniveau gebracht zu werden, daß in der Reaktionskammer 5 und während der anschließenden Durchströmung in der Wärmespeichermasse 4 eine Oxidation der Schad-

stoffe zu unkritischen Oxidationsprodukten stattfindet. Die Oxidation stellt im vorliegenden Fall eine exotherme Reaktion dar, so daß hierdurch eine weitere Temperaturerhöhung in der rechten Wärmespeichermasse 4 bewirkt wird. Das gereinigte Abgas verläßt die Anlage nach Passieren des Gebläses 8 als Reingas durch die Reingasleitung 7.

**[0029]** Im weiteren zeitlichen Verlauf wird bei Beibehaltung dieses Betriebszustandes die linke Wärmespeichermasse 4 fortlaufend weiter abgekühlt, während sich die rechte Wärmespeichermasse 4 fortlaufend weiter erhitzt. Die Wärmespeichermassen 4 bestehen aus hochtemperaturbeständigen anorganischen Materialien, z. B. Keramikelementen, die so in den Behältern 3 übereinander aufgeschichtet sind, daß ein hohes Oberflächen-VolumenVerhältnis entsteht.

**[0030]** Nach einer hinreichenden Abkühlung der linken Wärmespeichermasse 4 und einer hinreichenden Erhitzung der rechten Wärmespeichermasse 4 werden die Absperrklappen 11 bis 14 gleichzeitig umgeschaltet, so daß sich eine Umkehrung der Durchströmungsrichtung in den Wärmespeichermassen 4 und der Reaktionskammer 5 ergibt. Problematisch an diesem Umschaltvorgang ist das Gasvolumen, das sich zum Umschaltzeitpunkt in der bereits recht stark abgekühlten rechten Wärmespeichermasse 4 befindet, da die erforderlichen Oxidationstemperaturen dort noch nicht erreicht sind, so daß eine Umwandlung der Schadstoffe noch nicht eingetreten ist. Bei einer Umkehr der Strömungsrichtung gelangt diese kritische Gasmenge, die im wesentlichen als Rohgas zu bezeichnen ist, über die Absperrklappe 12 unmittelbar in die Reingasleitung 7. Um einen Austritt ungereinigten Abgases in die Atmosphäre zu verhindern werden gleichzeitig mit dem Umschalten der Absperrklappen 11 bis 14 auch die Absperrklappen 15 und 16 in ihrem Schaltzustand verändert, so daß ein Abgasaustritt durch die Absperrklappe 16 verhindert und vielmehr das ungereinigte Rohgas in den Gasspeicher 9 geleitet wird.

**[0031]** Der Gasspeicher 9 besteht aus einer flexiblen schlaffen Hülle aus einem Gewebe oder einer Folie, dessen/deren Fasern z.B. aus Polytetrafluorethylen hergestellt sind. Die Oberfläche dieses Gewebes kann z. B. mit Silikon oder Polyuretan beschichtet sein, um seine Dichtheit gegenüber einem Gasdurchtritt zu verbessern.

**[0032]** Von dem in Figur 1 mit durchgezogenen Linien dargestellten, im wesentlichen entleerten Zustand des Gasspeichers 9 erfolgt nunmehr eine Befüllung desselben bis zu einem Zustand wie er durch die gepunktete Linie dargestellt ist. Die flexible Hülle hat in diesem Zustand eine nahezu straffe Gestalt angenommen, ohne daß das Gewebe gedehnt ist. Aus diesem Grunde kann die Befüllung des Gasspeichers 9 nahezu ohne Überdruck aus der Reingasleitung 7 heraus erfolgen, so daß äußerst geringe Gebläseleistungen erforderlich sind. Der Gegendruck bei der Befüllung des Gasspeichers ist nur geringfügig größer als er bei geöffneter Absperrklappe 16 zur Ausleitung des Reingases in die Atmosphäre ist.

**[0033]** Nachdem das ungereinigte Gasvolumen aus

der linken Wärmespeichermasse 4 - mit einem gewissen Sicherheitszuschlag - von dem Gasspeicher 9 aufgenommen wurde, erfolgt erneut ein Umschalten der Absperrklappen 15 und 16, so daß das nunmehr aus dem linken Wärmespeicher 4 austretende Reingas an die Umgebung abgegeben werden kann. Das Rohgas wird bei der Durchströmung der heißen rechten Wärmespeichermasse 4 vorgewärmt, in der Reaktionskammer 5 auf die erforderliche Oxidationstemperatur gebracht und in der linken Wärmespeichermasse unter Aufheizung derselben abgekühlt. Das Grundprinzip einer RNV-Anlage besteht somit darin, daß Wärmeenergie abwechselnd in mindestens zwei Wärmespeichermassen 4 gespeichert und daraus zur Rohgaserwärmung zurückgewonnen wird.

**[0034]** Das in den gefüllten Gasspeichern 9 zwischengespeicherte Rohgas wird während des weiteren Betriebs der Vorrichtung 1 über das Ventil 10 in die Rohgasleitung 2 zurückgeführt, um von dort in die gerade zur Vorheizwecken aktive Wärmespeichermasse 4 eingeleitet und anschließend oxidiert zu werden. Der Durchlaß durch das einstellbare Ventil 10 in der Rezirkulationsleitung wird so eingestellt, daß das zwischengespeicherte Gasvolumen vollständig zurückgeführt ist, bevor der nächste Umschaltvorgang der Absperrklappen 12 bis 14 eintritt und der Gasspeicher 9 erneut ungereinigtes Abgas zur Zwischenspeicherung aufnehmen muß.

**[0035]** Während die in Figur 2 gezeigte Vorrichtung 21 in den übrigen Komponenten mit der Anlage 1 gemäß Figur 1 übereinstimmt, ist der Gasspeicher 9' in diesem Fall innerhalb eines geschlossenen, starren, quaderförmigen Behälters 22 angeordnet. Der zwischen der Hülle 23 und der Innenseite 24 des Behälters 22 befindliche Zwischenraum 25 steht über eine Atmungsleitung 26 ständig mit dem freien Ende der Reingasleitung 7 in Verbindung.

**[0036]** Während der stetigen Entnahme des ungereinigten Abgases aus dem Gasspeicher 9', das heißt während dessen Volumenverkleinerung strömt ständig heißes Abgas über die Atmungsleitung 26 in den Zwischenraum 25 ein. Der Zwischenraum 25 wirkt daher als Isolierung für das innerhalb der Hülle 23 angeordnete Gas bzw. sogar als Heizeinrichtung für dieses Gasvolumen. Unerwünschte Kondensationen von Schadstoffen innerhalb dieses ungereinigten Abgases können somit sicher vermieden werden. Im Zuge einer Wiederbefüllung des Gasspeichers 9' beim nächsten Umschaltvorgang der Absperrklappen 11 bis 14, wird das Reingas aus dem Zwischenraum 25 im Rahmen der Vergrößerung der Hülle 23 sukzessive aus dem Zwischenraum 25 verdrängt und strömt über die Atmungsleitung 26 und das Ende der Reingasleitung 7 in die Atmosphäre. In Folge der danach wieder beginnenden Entleerung des Gasspeichers 9 wird erneut heißes Reingas in den Zwischenraum 25 angesaugt.

**[0037]** Die in Figur 2 dargestellte Vorrichtung 21 bietet sich insbesondere dann an, wenn der Gasspeicher 9' im Freien aufgestellt werden muß oder soll und/ oder wenn

der Taupunkt der im zwischengespeicherten Rohgas enthaltenen Schadstoffe sehr niedrig ist.

**[0038]** Figur 3 zeigt eine alternative Vorrichtung 31, die insgesamt vier Wärmespeichermassen 4 besitzt. Jeweils zwei dieser Wärmespeichermassen sind paarweise mit einer Reaktionskammer 5 und einer zugehörigen Heizeinrichtung 6 versehen und bilden ein Modul M. Alle vier Wärmespeichermassen 4 beziehen das Rohgas aus einer gemeinsamen Rohgasleitung 2 bzw. geben das aus ihnen austretende Reingas in eine gemeinsame Reingasleitung 7 ab, in die ein einziges Gebläse 8 eingebaut ist. Die Vorrichtung 31 verfügt des weiteren lediglich über einen einzigen Gasspeicher 9, der wie in Figur 1 nicht einem Behälter zugeordnet ist.

**[0039]** Die beiden aus jeweils zwei Wärmespeichermassen 4 und einer Reaktionskammer 5 bestehenden Module M können entweder im Gleichtakt, das heißt, so betrieben werden, daß sämtliche Absperrklappen gleichzeitig umschalten. In diesem Fall fällt während kurzer Zeit ein großes Volumen ungereinigten Abgases in der Reingasleitung 7 an, das in dem Gasspeicher 9 abgefangen wird. Während der gesamten anschließenden Zykluszeit kann das zwischengespeicherte Gasvolumen sodann über die Rezirkulationsleitung wieder den aufgeheizten Wärmespeichermassen 4 zugeführt werden. Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, die beiden Module um eine bestimmte Zeitdauer, vorzugsweise die halbe Periodenlänge phasenverschoben zu betreiben, um einen großen Druckluftbedarf beim gleichzeitigen Umschalten vieler pneumatisch betätigter Absperrklappen zu vermeiden.

**[0040]** Die Vorrichtung nach Figur 3 zeichnet sich dadurch aus, daß sie auf sehr wirtschaftliche Weise auf unterschiedlichste Leistungen (Volumenströme) ausgelegt werden kann. Die unveränderten und als Gleichteile in größeren Mengen besonders preisgünstig herstellbaren Module M können in der erforderlichen Anzahl nebeneinander, d.h. parallel zueinander, verschaltet werden. Grundsätzlich kann unabhängig von der Zahl der Module M nur ein einziger Gasspeicher 9 verwendet werden.

**[0041]** Figur 4 zeigt schließlich noch einen vergrößerten Aufbau des Gasspeichers 9 in zwei punktiert dargestellten Zuständen der Hülle 23. Innerhalb der Hülle 23 befindet sich ein zentral angeordneter zylindrischer Hohlkörper 27 aus einem Lochblechmaterial. Dieser Hohlkörper 27 übernimmt die Funktion einer Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung, mit der gewährleistet wird, daß die schlaffe Hülle aus dem entleerten Zustand problemlos und ohne Verklammungen wieder befüllt werden kann. Die Hülle 23 ist an ihrer Oberseite mit einem schematisch angedeuteten Halteelement 28 versehen, das beispielsweise mit einer geeigneten, nicht dargestellten Halteeinrichtung verbunden ist, die sowohl im entleerten als auch im gefüllten Zustand des Gasspeichers 9 die Oberseite der Hülle 23 auf einem bestimmten Niveau fixiert.

**[0042]** An der Unterseite des Hohlkörpers 27 geht dieser in eine Zuführ- und Abführleitung 29 über. Die offene

Stirnseite 30 des Hohlkörpers 27 bildet eine Ein- und Austrittsöffnung für den Gasspeicher 9.

## 5 Patentansprüche

1. Vorrichtung (1, 21, 31) zur Reinigung von schadstoffhaltigem Abgas durch regenerative thermische Nachverbrennung, mit einer Rohgasleitung (2), mindestens einer Reaktionskammer (5) mit einer Energiezuführeinrichtung (6), mindestens zwei Wärmespeichermassen (4), einer Reingasleitung (7) und mindestens einem Gasspeicher (9, 9') wobei Rohgas bei der Durchleitung durch eine Wärmespeichermasse (4) vorheizbar, das vorgeheizte Rohgas in der Reaktionskammer (5) oxidierbar und das dabei entstehende erhitzte Reingas bei der Durchleitung durch eine andere Wärmespeichermasse (4) abkühlbar und das abgekühlte Reingas in die Reingasleitung (7) einleitbar ist, wobei die Durchleitungsrichtung in den Wärmespeichermassen (4) umkehrbar ist und nach einem Umkehrvorgang in die Reingasleitung (7) eintretendes Rohgas in einem an die Reingasleitung (7) angeschlossenen Gasspeicher (9, 9') zwischenspeicherbar und anschließend von dort wieder in die Rohgasleitung (2) rückführbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gasspeicher (9, 9') im wesentlichen vollständig aus einer flexiblen schlaffen Hülle (23) besteht, die maximal bis zu einem Zustand mit Gas befüllbar ist, in dem die Hülle (23) eine straffe Gestalt annimmt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülle (23) aus einem im wesentlichen gasundurchlässigen textilen Gewebe aus temperaturbeständigen Fasern besteht, wobei das Gewebe mit einer Oberflächenbeschichtung und/oder Oberflächenausrüstung versehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Fasern des Gewebes aus einem Aramid, einem Polyethylen oder einem Polytetrafluorethylen bestehen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülle (23) aus einer temperaturbeständigen Folie besteht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Innern der Hülle (23) eine zentrale starre Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung angeordnet ist, die von einer Ein- oder Austrittsöffnung des Gasspeichers (9, 9') ausgeht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gasbefüll- und -entleerungseinrichtung ein zylindrischer Hohlkörper (27) ist, dessen

eine Stirnseite (30) die Ein- und/oder Austrittsöffnung des Gasspeichers (9, 9') bildet und dessen Mantel mit einer Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen versehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gasbefüllereinrichtung ein Lochblechzylinder ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülle (23) innerhalb eines geschlossenen Behälters (22) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zwischenraum (25) zwischen dem Behälter (22) und der Hülle (23) über mindestens eine Atemöffnung mit der Atmosphäre verbunden ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zwischenraum (25) zwischen dem Behälter (22) und der Hülle (23) mit der Rein- gasleitung (7) in Verbindung steht.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zwischenraum (25) zwischen dem Behälter (22) und der Hülle (23) von Reingas durchströmbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Volumen des Behälters (22) maximal dieselbe Größe besitzt wie das Volumen der flexiblen Hülle (23) in dem Zustand, in dem diese eine straffe Gestalt annimmt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeweils zwei Wärmespeichermassen (4) einer Reaktionskammer (5) zugeordnet sind, wobei mehreren aus jeweils zwei Wärmespeichermassen (4) und einer Reaktionskammer bestehenden Modulen (M) lediglich ein Gasspeicher (9) zugeordnet ist.

## Claims

1. An apparatus (1, 21, 31) for purifying contaminated waste gas by regenerative thermal postcombustion, comprising a raw gas line (2), at least one reaction chamber (5) with an energy supply device (6), at least two heat storage masses (4), a pure gas line (7) and at least one gas storage (9, 9'), with raw gas being preheatable during the guidance through a heat storage mass (4), the preheated raw gas being oxidizable in the reaction chamber (5) and the obtained heated pure gas being coolable during the passage through another heat storage mass (4) and the

cooled pure gas being introducible into the pure gas line (7), with the direction of passage in the heat storage masses (4) being reversible and, after a reversing process, raw gas entering the pure gas line (7) being intermediately storable in a gas storage (9, 9') connected to the pure gas line (7) and being returnable thereafter from there into the raw gas line (2) again, **characterized in that** the gas storage (9, 9') substantially consists completely of a flexible slack sleeve (23) which can be filled at most up to a state with gas in which the sleeve (23) has a taut shape.

2. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the sleeve (23) consists of a substantially gas-impermeable textile fabric made of temperature-resistant fibers, with the fabric being provided with a surface coating and/or surface finish.
3. An apparatus according to claim 2, **characterized in that** the fibers of the fabric consist of an aramide, a polyethylene or a polytetrafluoroethylene.
4. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the sleeve (23) consists of a temperature-resistant film.
5. An apparatus according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** a central rigid gas filling and discharging device is arranged in the interior of the sleeve (23), which device starts out from an inlet or outlet opening of the gas storage (9, 9').
6. An apparatus according to claim 5, **characterized in that** the gas filling and discharging device is a cylindrical hollow body (27) whose one face side (30) forms the inlet and/or outlet side of the gas storage (9, 9') and whose jacket is provided with a plurality of pass-through openings.
7. An apparatus according to claim 6, **characterized in that** the gas filling device is a perforated plate cylinder.
8. An apparatus according to one of the claims 1 to 7, **characterized in that** the sleeve (23) is arranged within a closed container (22).
9. An apparatus according to claim 8, **characterized in that** the intermediate space (25) between the container (22) and the sleeve (23) is connected with the atmosphere via at least one respiratory opening.
10. An apparatus according to claim 8, **characterized in that** the intermediate space (25) between the container (22) and the sleeve (23) is connected with the pure gas line (7).
11. An apparatus according to claim 10, **characterized**

in that the intermediate space (25) between the container (22) and the sleeve (23) can be flowed through by pure gas.

12. An apparatus according to one of the claims 8 to 11, **characterized in that** the volume of the container (22) has at most the same size as the volume of the flexible sleeve (23) in the state in which it assumes a taut shape.
13. An apparatus according to one of the claims 1 to 12, **characterized in that** the two heat storage masses (4) each are associated with a reaction chamber (5), with several modules (M) each consisting of two heat storage masses (4) and a reaction chamber being associated with merely one gas storage (9).

#### Revendications

1. Dispositif (1, 21, 31) pour l'épuration de gaz d'échappement contenant des polluants par post-combustion thermique à régénération, avec une conduite de gaz brut (2), au moins une chambre de réaction (5) avec un dispositif d'apport d'énergie (6), au moins deux masses accumulant la chaleur (4), une conduite de gaz propre (7) et au moins une réserve de gaz (9,9') dans lequel du gaz brut peut être préchauffé en étant acheminé à travers une masse accumulant la chaleur (4), le gaz brut préchauffé peut être oxydé dans la chambre de réaction (5) et le gaz propre chauffé ainsi produit peut être refroidi en étant acheminé à travers une autre masse accumulant la chaleur (4) et le gaz brut refroidi peut être introduit dans la conduite de gaz propre (7), la direction de traversée dans les masses accumulant la chaleur (4) étant inversable et le gaz brut qui entre après l'inversion dans la conduite de gaz propre (7) pouvant être entreposé dans une réserve de gaz (9, 9') raccordée à la conduite de gaz propre (7) et pouvant ensuite être ramené de celle-ci à la conduite de gaz brut (2), **caractérisé en ce que** la réserve de gaz (9, 9') se compose à peu près entièrement d'une enveloppe molle (23) flexible, qui peut être remplie de gaz au maximum jusqu'à un état où l'enveloppe (23) prend une forme tendue.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (23) se compose d'un textile sensiblement imperméable au gaz en fibres résistantes à la chaleur, lequel tissu est doté d'un revêtement de surface et/ou d'un équipement de surface.
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les fibres du tissu sont faites d'une aramide, d'un polyéthylène ou d'un polytétrafluoroéthylène.
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en**

**ce que** l'enveloppe (23) se compose d'un film résistant à la chaleur.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** est prévu à l'intérieur de l'enveloppe (23) un dispositif central rigide de remplissage et de vidage du gaz, qui part d'une ouverture d'entrée ou de sortie de la réserve de gaz (9, 9').
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de remplissage et de vidage du gaz est un élément creux cylindrique (27) dont une face d'extrémité (30) forme l'ouverture d'entrée et/ou de sortie de la réserve de gaz (9, 9') et dont l'enveloppe est pourvue d'une pluralité d'ouvertures de passage.
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de remplissage de gaz est un cylindre en tôle perforée.
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (23) est disposée à l'intérieur d'un contenant (22) fermé.
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'espace (25) formé entre le contenant (22) et l'enveloppe (23) est relié à l'atmosphère par au moins une ouverture de respiration.
10. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'espace (25) formé entre le contenant (22) et l'enveloppe (23) communique avec la conduite de gaz propre (7).
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'espace (25) formé entre le contenant (22) et l'enveloppe (23) peut être parcouru par du gaz propre.
12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le volume du contenant (22) est au maximum égal au volume de l'enveloppe flexible (23) dans l'état dans lequel elle prend une forme tendue.
13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** deux masses accumulant la chaleur (4) sont associées à chaque chambre de réaction (5), tandis qu'une seule réserve de gaz (9) est associée à plusieurs modules (M) composés chacun de deux masses accumulant la chaleur (4) et d'une chambre de réaction.



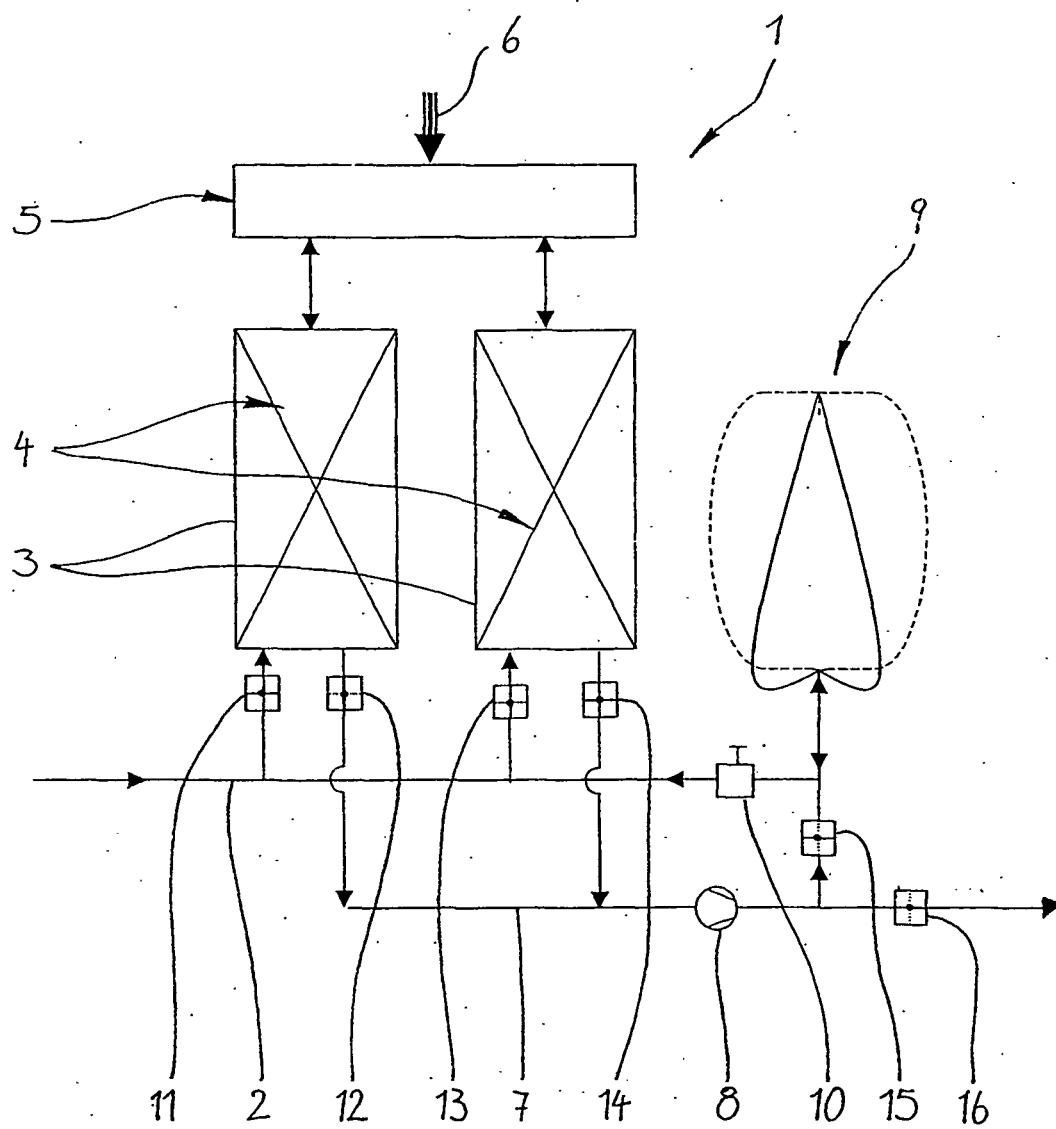


Fig. 1

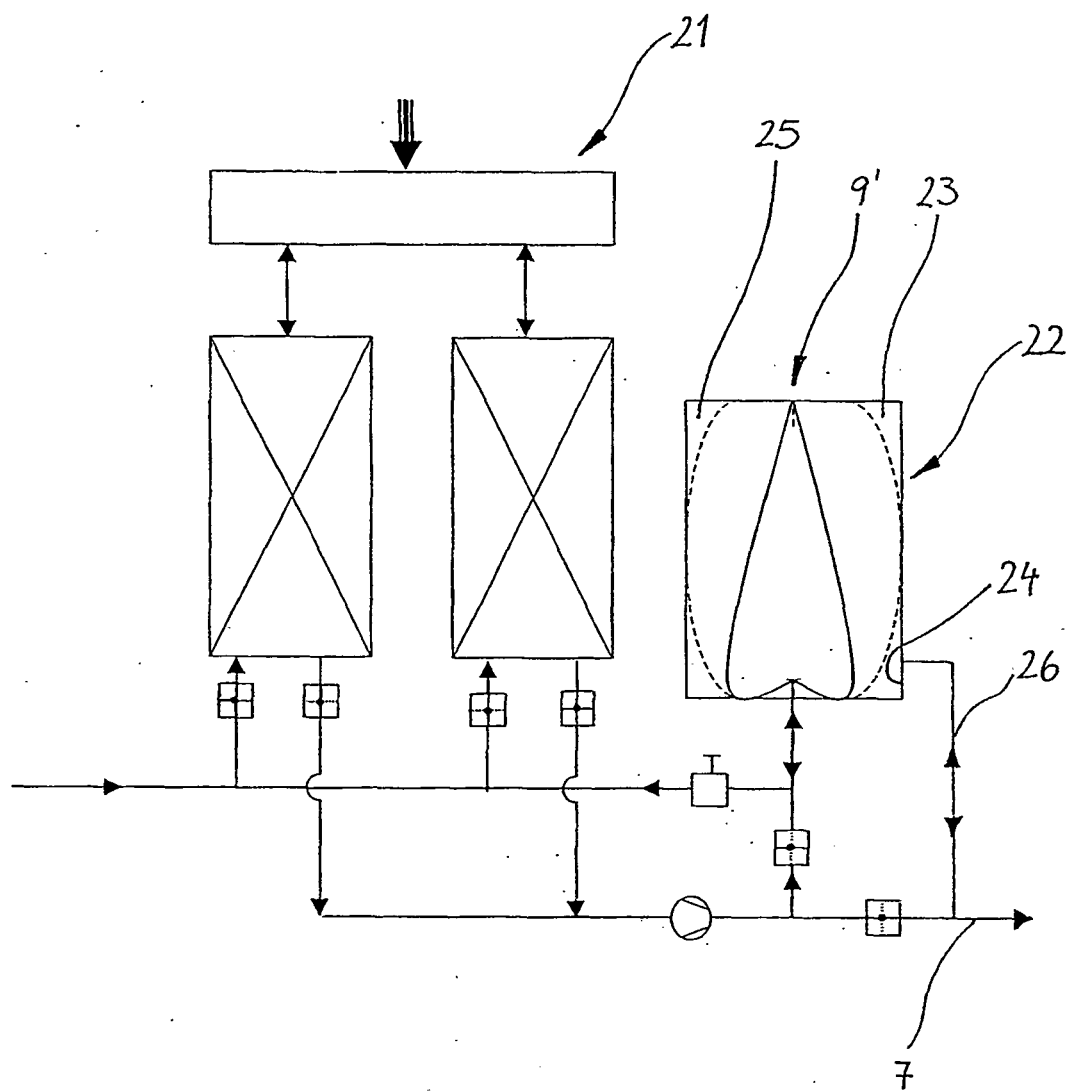


Fig. 2

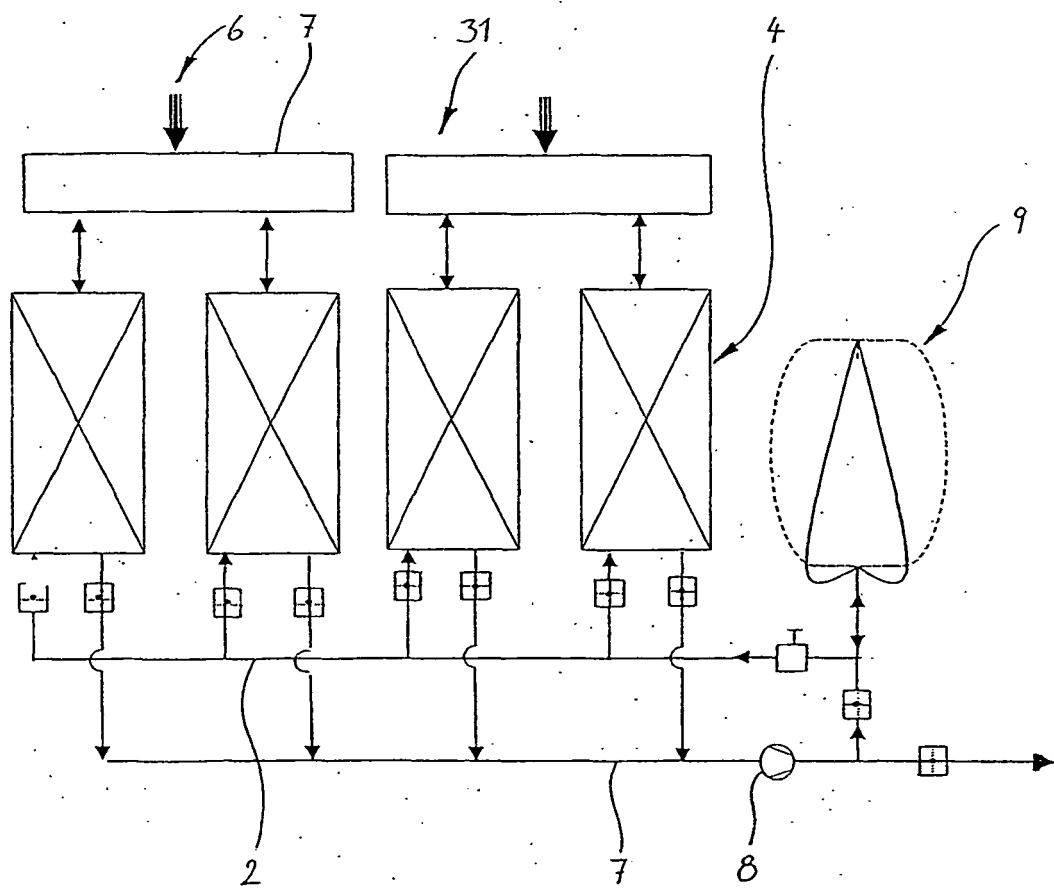


Fig. 3

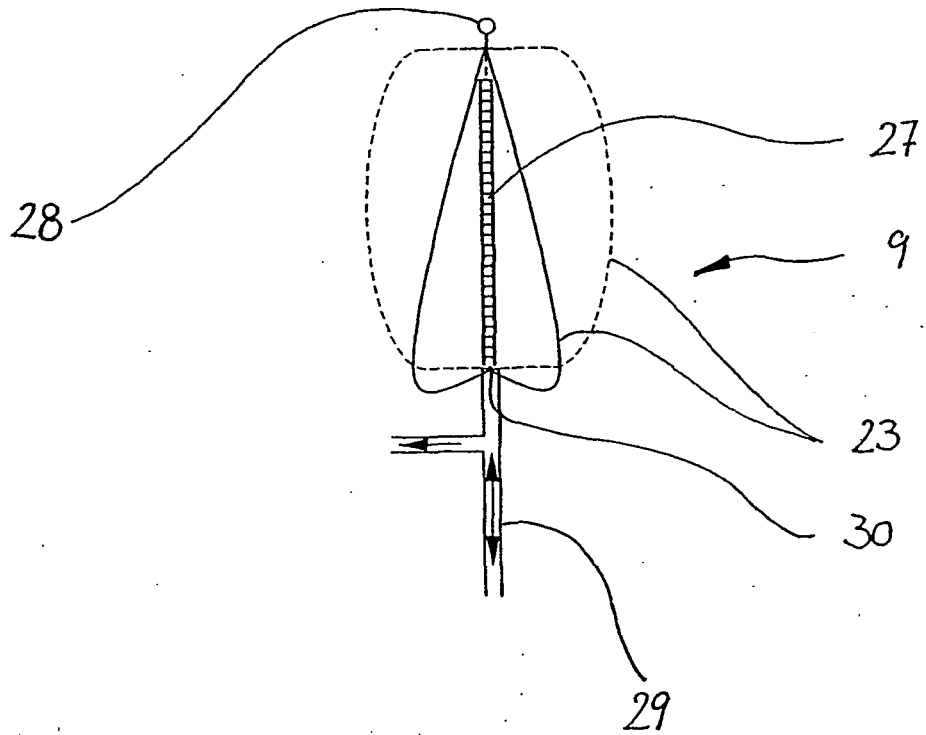


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19611226 C1 [0003] [0005] [0006] [0009]