

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. August 2024 (22.08.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/170103 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F23G 7/06 (2006.01) F23L 1/00 (2006.01)
F23D 14/24 (2006.01) F23L 15/00 (2006.01)
F23D 14/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/059633

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2023 (13.04.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 104 019.7
17. Februar 2023 (17.02.2023) DE

(71) Anmelder: CENTRO THERM CLEAN SOLUTIONS GMBH [DE/DE]; Johannes-Schmid-Str. 3-5, 89143 Blaubeuren (DE).

(72) Erfinder: FUCHS, Bernd; Eselsbergsteige 131, 89075 Ulm (DE). BAYLER, Angela; Straßäckerallee 9, 85774 Unterföhring (DE).

(74) Anwalt: LIPPERT STACHOW PATENTANWÄLTE RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB et al.; Krenkelstraße 3, 01309 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TREATING AND NEUTRALISING ENVIRONMENTALLY HARMFUL AND/OR TOXIC EXHAUST GASES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEHANDLUNG UND NEUTRALISIERUNG VON UMWELTSCHÄDLICHEN UND/ODER TOXISCHEN ABGASEN

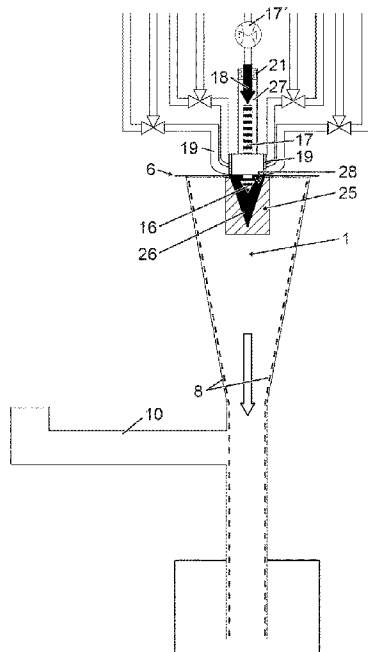


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for treating and neutralising environmentally harmful and/or toxic exhaust gases from industrial process facilities by thermally reacting or splitting the exhaust gases in a combustion chamber. The invention aims to create an effective method for treating and neutralising environmentally harmful and/or toxic exhaust gases in which simultaneously the consumption of combustible gases and the emission of CO/CO₂/NO_x are reduced. This is achieved in that the exhaust gases in the combustion chamber (1) are mixed with remotely generated heated air (17) from a separate air heater (21) to a temperature which is above the ignition temperature of the exhaust gases, and that after ignition of the exhaust gases, the air supplied from the air heater (21) is supplied further at a temperature which is below the ignition temperature of the exhaust gases while the thermal splitting continues. The air (17) heated remotely outside the combustion chamber (1) is heated in the air heater (21) at least temporarily to a temperature above the ignition temperature of the exhaust gases, i.e. to approximately 700 °C to 900 °C.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in einer Brennkammer. Durch die Erfindung soll ein effektives Verfahren zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen zu schaffen, mit dem zugleich eine Reduzierung des Verbrauches an Brenngasen und eine Verringerung der Emission von CO/CO₂/NO_x erreicht wird. Erreicht wird das dadurch, dass die Abgase in der Brennkammer (1) mit remote erzeugter erhitzter Luft (17) aus einem separaten Lufterhitzer (21) auf eine Temperatur gemischt werden, die über der Zündtemperatur der Abgase liegt und dass nach der Zündung der Abgase die aus dem Lufterhitzer (21) zugeführte Luft mit einer unter der Zündtemperatur der Abgase liegenden Temperatur unter Fortführung der thermischen Aufspaltung weiter zugeführt wird. Die remote außerhalb der Brennkammer (1) erhitzte Luft (17) wird im Lufterhitzer (21) zumindest kurzzeitig auf eine Temperatur über der Zündtemperatur der Abgase, d.h. auf ca. 700 °C bis 900 °C, aufgeheizt.



WO 2024/170103 A1

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

**Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung
von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie.

Für die Reinigung von Abgasen, die beispielsweise aus Prozessen der Halbleiterfertigung wie CVD-, LP-CVD-, Plasma-
10 CVD-, Plasma-Ätz- oder ähnlichen Prozessen stammen, sind unterschiedliche Verfahren bekannt geworden. In den überwiegenden Fällen kommen Verfahren zum Einsatz, bei denen die Abgase verbrannt und/oder thermisch zersetzt werden. Dabei entstehen gasförmige oder feste bzw. lösliche aber
15 unschädliche Reaktionsprodukte. Letztere werden durch einen Wäscher geleitet, in dem die festen und/oder löslichen Reaktionsprodukte mit Hilfe eines Sorptionsmittels aus den Abgasen herausgewaschen werden. Als Sorptionsmittel kommt gewöhnlich Wasser in Betracht.

20 Ein Beispiel für eine derartige Abgasreinigungsvorrichtung ist aus der WO 96/23173 bekannt geworden. Diese Vorrichtung enthält einen Brennraum mit einem Brenner, dem Brenngas, wie Wasserstoff und Sauerstoff oder Luft, sowie das zu zersetzende Prozessabgas zugeführt werden. Oberhalb des
25 Brennraumes befindet sich ein Waschraum mit einer Sprühvorrichtung zum Versprühen des Sorptionsmittels. Der Brennraum befindet sich dabei innerhalb eines äußeren Rohres und wird durch ein inneres Rohr begrenzt, wobei das äußere Rohr auch den oberhalb des Brennraumes befindlichen

Waschraum umschließt.

Die im Brennraum entstehenden Reaktionsprodukte werden zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr in den Waschraum und von dort über eine Absaugung in die Umgebungsluft geleitet.

5 Mit einer derartigen Abgasreinigungsvorrichtung können die verschiedensten Gase, wie z.B. SiH_4 , PH_3 , B_2H_6 , TEOS (Tetraethoxysilan) aus CVD-Prozessen, C_2F_6 , CF_4 , CH_3F , Cl_2 , BCl_3 aus Trockenätz- und anderen Prozessen mit sehr hoher Effektivität entsorgt werden. Voraussetzung ist, dass die
10 Parameter des Abgasreinigungssystems jeweils auf die Art und Menge der zu reinigenden Gase oder Dämpfe abgestimmt werden, so dass sichergestellt ist, dass die Verbrennung bzw. die thermische Zersetzung durch die Verbrennung von Brenngas und Sauerstoff unter Sauerstoffüberschuss erfolgt.

15 Ein weiteres Beispiel für eine Abgasreinigungsvorrichtung geht aus der EP 1 796 820 B1 hervor, bei der eine Reaktorkammer vorgesehen ist, die aus einer Außen- und einer Innenwand besteht, wobei sich die Innenwand nach unten trichterförmig verjüngt. Auf der Reaktorkammer befindet sich
20 eine diese nach oben verschließende Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Abgasen, die mit Zuführungen für die Brenngase Sauerstoff und Wasserstoff, sowie den Abgasen in die Reaktorkammer versehen ist. Die sich verjüngende Reaktorkammer ist weiterhin am oberen Rand mit einem
25 Überlauf für ein Sorptionsmittel versehen, so dass sich auf der Innenseite der Reaktorkammer ein gleichmäßig nach unten fließender Wasserfilm ausbilden kann. Die Außen- und die sich nach unten verjüngende Innenwand sind durch eine Ringplatte miteinander verbunden und der Zwischenraum mit
30 dem Sorptionsmittel gefüllt.

Das untere Ende der Reaktorkammer ist mit einem Abgasauslass versehen und endet in einem Wassertank zur Aufnahme des in der Reaktorkammer herabfließenden Wassers, mit dem zugleich feste Reaktionsprodukte ausgespült werden.

5 Der Abgasauslass ist mit einer neben der Reaktorkammer angeordneten und mit einem Füllmaterial gefüllten Waschkolonne verbunden, so dass eine Nachbehandlung der bereits thermisch behandelten Reaktionsabgase erfolgen kann, indem die in Wasser löslichen Bestandteile aus dem
10 Reaktionsabgas mittels Sprühdüsen entfernt werden, deren Sprühdüse entgegen dem aufsteigenden Gasstrom gerichtet sind.

Eine ähnliche Abgasreinigungsvorrichtung wird in der US 20200018630 A1 beschrieben.

15 Weiterhin wird in der EP 1 129 763 B1 ein Verfahren zur Vernichtung von pyrophoren Gasen in einem Gasstrom beschrieben, welches das Einleiten von vorerwärmter Dämpfungsluft mit einer relativen Feuchte von bis 90% und einer maximalen Temperatur von 300 °C - 500°C in den
20 Gasstrom in einen Behälter umfasst, in dem die pyrophoren Gase vernichtet werden.

In dem Behälter befinden sich Heizmittel in Form von Rippen zur Erwärmung der Dämpfungsluft, wobei Wasser in den Behälter eingesprüht wird, um die Ablagerung von Feststoffen
25 zu reduzieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein effektives Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen

Abgasen zu schaffen, mit dem zugleich eine Reduzierung des Verbrauches an Brenngasen und eine Verringerung der Emission von CO/CO₂/NO_x erreicht wird.

Erreicht wird das durch ein Verfahren zur Behandlung und
5 Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen
Abgasen aus Prozessanlagen durch thermische Umsetzung oder
Aufspaltung der Abgase in einer Brennkammer dadurch, dass
die Abgase in der Brennkammer mit remote erzeugter erhitzter
Luft aus einem separaten Luftherhitzer auf eine Temperatur
10 gemischt werden, die über der Zündtemperatur der Abgase
liegt und dass nach der Zündung der Abgase die aus dem
Luftherhitzer zugeführte Luft mit einer unter der
Zündtemperatur der Abgase liegenden Temperatur unter
Fortführung der thermischen Aufspaltung weiter zugeführt
15 wird.

In Fortführung der Erfindung wird die remote außerhalb der
Brennkammer erhitzte Luft im Luftherhitzer zumindest
kurzzeitig auf eine Temperatur über der Zündtemperatur der
Abgase, d.h. auf ca. 700 °C bis 900 °C, erhitzt.

20 Weiterhin kann die remote erhitzte Luft nach der Zündung der
Abgase in der Brennkammer mit einer reduzierten Temperatur
von ca. 200 °C weiter zugeführt werden, zumindest so lange
die in der Brennkammer brennende Flamme nicht erlischt.
Damit kann die thermische Behandlung der Abgase mit
25 geringstmöglichem Energieverbrauch erfolgen.

Um eine vollständigen Umsetzung der Abgase in unschädliche
Bestandteile zu erreichen, sollte dem Luftherhitzer
Umgebungsluft in einer Menge zugeführt werden, dass sich in
der Brennkammer bei der Vermischung mit dem Abgas

stöchiometrisch ein Sauerstoffüberschuss einstellt.

Um zu gewährleisten, dass sich Abgase und Luft ausreichend vermischen, sollten das Abgas und die remote erhitzte Luft in im wesentlichen paralleler Strömung, aber
5 unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit, der Brennkammer zugeführt werden.

Eine bessere Vermischung der Abgase mit der erhitzten Luft wird erreicht, wenn die remote erhitzte Luft beim Eintritt in die Brennkammer mit dem zugeführten Abgas verwirbelt
10 wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Umsetzung von schwer oder nicht entflammaren Abgasen in der Brennkammer eine zusätzliche Eindüsung von Brenngas über eine oder mehrere Brenngasdüsen
15 während der Zufuhr solcher Abgase erfolgt, wobei die Vermischung des zusätzlich eingedüsten Brenngases mit der gleichzeitig eingedüsten Luft aus dem Lufterhitzer im Sinne einer außenmischenden Verbrennung erfolgt.

Vorzugsweise wird als zusätzliches Brenngas Wasserstoff
20 eingedüst, wobei auch andere Brenngase, wie Acetylen, Ammoniak, Propan, Propylen oder Methan usw. geeignet sind.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird bei einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen
25 Abgasen aus Prozessanlagen der Halbleiter-Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in einer Brennkammer, die mit einer Zuführvorrichtung für Luft und Abgase versehen ist und in der Brennkammer endet, auch

dadurch gelöst, dass eine zentrale Luftdüse zur Zuführung von erhitzter Luft in die Brennkammer vorgesehen ist, die einerseits über die Zuführvorrichtung mit einem Luftherhitzer außerhalb der Brennkammer verbunden ist und andererseits
5 eingangsseitig zur Brennkammer mit einer Verwirbelungseinrichtung ausgestattet ist, die aus einem mit Prallblechen und Luftdurchlässen versehenen runden Einsatz besteht, der zentrisch im Ausgang der zentralen Luftdüse angeordnet ist, um die aus dem Luftherhitzer zugeführte Luft
10 und in die Brennkammer eintretende Luft in einem Vermischungsbereich zur Ausbildung eines Flammenkegels zu verwirbeln.

Vorzugsweise ist der runde Einsatz ein Blechprägeteil, welches mit parallelen abstandweise zueinander angeordneten
15 Prallblechen und Luftdurchlässen dazwischen oder einem Array von Durchtrittsöffnungen in mindestens einer Ebene versehen ist.

Weiterhin weisen die Prallbleche einen v- oder u-förmigen bzw. halbrunden Querschnitt auf, wobei die Öffnungsrichtung
20 jeweils entgegen der Strömungsrichtung der vorbeiströmenden erhitzten Luft gerichtet ist.

In einer weiteren Fortführung der Erfindung sind mehrere Abgasdüsen eingangsseitig zur Brennkammer vorgesehen, welche die zentrale Luftdüse für die remote erhitzte Luft auf einem
25 Kreisring umgeben und wobei das Abgas schräg zur Mitte der Brennkammer oder schräg zur Symmetrieachse eingeleitet wird.

Alternativ kann anstelle der einzelner Abgasdüsen ein die zentrale Luftdüse konzentrisch umgebender und ggf. ein- oder mehrfach unterbrochener Ringspalt vorgesehen sein.

Vorzugsweise sind die auf einem Kreisring um die zentrale Luftdüse angeordneten Abgasdüsen oder der oder die Ringspalte schräg zur Mitte der Brennkammer in einem Winkel von 40° bis 60° , bevorzugt jedoch um 45° ausgerichtet.

5 Zur sicheren Umsetzung von unbrennbaren Abgasen oder unbrennbaren Abgasbestandteilen sind zusätzliche Brenngasdüsen vorgesehen, die um die Abgasdüsen herum im Deckel der Brennkammer um die Abgasdüsen oder die Ringspalte oder zwischen diesen angeordnet sind und die das zusätzliche
10 Brenngas, Wasserstoff, in einem flachen Winkel in die Brennkammer eindüsen.

Der flache Winkel beträgt 70° bis 88° , bevorzugt jedoch um $84,5^\circ$ zur Horizontalen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der zugehörigen
15 Vorrichtung können sämtliche Abgase aus der Industrie und insbesondere aus der Halbleiter-Industrie mit verringerten Energiekosten und weniger Brenngas und umweltfreundlich bei niedrigeren CO/CO₂/NO_x Emissionen umgesetzt werden.

Insbesondere wird durch die Erfindung eine erhebliche
20 Einsparung von Wasserstoff erreicht, da beispielsweise in der Halbleiterindustrie bei vielen Prozessen während 90 - 95 % der Gesamtprozesszeit brennbare Gase eingesetzt werden, so dass es in dieser Zeit genügt, den Abgasen erhitzte Luft zur Verbrennung zuzuführen, wohingegen Wasserstoff nur in
25 der übrigen sehr kurzen Prozesszeit während Reinigungs- und Ätzprozessen, also 5 - 10 % der Gesamtprozesszeit, benötigt wird.

Außerdem entstehen wesentlich weniger Stickoxide, weil die

Flammtemperatur während der meisten Zeit deutlich unter 1.000 °C liegt.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungsfiguren

5 zeigen:

Fig. 1: eine Übersichtsdarstellung einer Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen, bestehend aus einer sich nach unten verjüngenden und unten offenen Brennkammer die oben mit einem Deckel mit einer Zuführvorrichtung zur Zuführung von erhitzter Luft und den Abgasen ausgestattet ist, die zumindest teilweise durch einen zylindrischen Behälter für eine Sorptionsflüssigkeit mit einem Überlauf zur Ausbildung eines Flüssigkeitsfilmes auf der Innenfläche der Brennkammer versehen ist, wobei das untere Ende der Brennkammer über eine Transferleitung mit einer Wäschersäule zur Nassreinigung der thermisch vorbehandelten Abgase verbunden ist;

10
15
20

Fig. 2: die Vorrichtung nach Fig. 1 mit einer Teilschnittdarstellung der Zuführvorrichtung für remote erhitzte Luft und Abgase, sowie der Brennkammer;

25

Fig. 3: die Vorrichtung nach Fig. 2 mit zusätzlicher Brenngaseindüsung;

Fig. 4: Einzelheiten des mit Heizstäben oder Heizwendeln

versehenen Luftherhitzers in der Zuführvorrichtung für erhitzte Luft und die Abgase;

Fig. 5: der Luftherhitzer mit Prallblechen und Luftdurchlässen dazwischen im Luftaustritt zur Brennkammer, sowie der Abgas- und Brenngaszuführung;

Fig. 6: eine Detaildarstellung des Luftaustritts zur Brennkammer mit einem runden mit Prallblechen versehenen Einsatz, und

Fig. 7: den Luftaustritt zur Brennkammer von unten gesehen.

Fig. 1 zeigt eine Übersichtsdarstellung einer Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Halbleiter-Industrie oder vergleichbaren Industrien, sowie Prozessanlagen, in denen derartige toxischen Abgase entstehen.

Solche Abgase, die z.B. aus Prozessmodulen der Fertigung von Halbleitern z.B. für die Mikroelektronik, oder die Fotovoltaik, wie CVD-, LP-CVD-, Plasma-CVD-, Plasma-Ätz- oder ähnlichen Prozessen stammen, sind in der Regel extrem giftig oder zumindest umweltschädlich und werden in der Regel durch thermische Prozesse, wie durch Oxidation oder anderweitiger Umsetzung in einer Flamme bei hohen Temperaturen soweit neutralisiert, dass keine Gefahr mehr für die Gesundheit oder die Umwelt besteht. Die hohen Temperaturen bei der Umsetzung der Abgase haben allerdings den Nachteil, dass ab einer Brenntemperatur von etwa

1.000 °C umweltschädliches NO_x, CO und CO₂ in erheblichem Umfang anfällt. Die Bildung von NO_x steigt mit steigender Temperatur in einem exponentiellen Verhältnis.

Eine solche bekannte Vorrichtung besteht aus einer unten
5 offenen und senkrecht ausgerichteten Brennkammer 1, die sich nach unten konisch verjüngt und die oben mit einem Deckel 2 verschlossen ist (Fig. 1, 2). Der Deckel 2 ist mit einer Zuführvorrichtung 3 zur Zuführung von Luft und den Abgasen in die Brennkammer 1 ausgestattet. Weiterhin wird die
10 Brennkammer 1 zumindest teilweise durch einen Behälter 4 zur Aufnahme einer Sorptionsflüssigkeit 5, wie Wasser, umgeben, der oben mit einem in die Brennkammer 1 gerichteten Überlauf 6 (Fig. 4, 5) zur Ausbildung eines auf der sich konisch verjüngenden Innenfläche 7 der Brennkammer 1
15 herablaufenden Flüssigkeitsfilmes 8 versehen ist. Dieser Flüssigkeitsfilm 8 hat bekanntermaßen die Aufgabe, Ablagerungen fester Reaktionsprodukte auf der Innenfläche 7 der Brennkammer 1 zu verhindern. Der die Brennkammer 1 umgebende Behälter 4 dient gleichzeitig zu deren Kühlung.

20 Das untere Ende der Brennkammer 1 endet in einem Flüssigkeitstank 9 zur Aufnahme der aus der Brennkammer 1 herablaufenden Flüssigkeit und ist über eine Transferleitung 10 mit einer neben der Brennkammer 1 befindlichen Wäschersäule 11 zur Nassreinigung/
25 Nachbehandlung der in der Brennkammer 1 thermisch vorbehandelten Abgase verbunden (Fig. 1). Mit der in der Regel mehrstufigen Wäschersäule 11 werden die im Abgas noch vorhandenen oder die sich bei der thermischen Umsetzung gebildeten festen und/oder auswaschbaren oder löslichen
30 Bestandteile im Gegenstrom aus dem Abgas entfernt, indem das

Abgas in der Wäschersäule 11 an mehreren übereinander befindlichen nicht dargestellten Sprühdüsen vorbei nach oben geleitet wird (Fig. 1). Das gereinigte Abgas wird schließlich oben aus der Wäschersäule 11 über Rohrleitungen und eine Filtervorrichtung bzw. ein Abgassystem 12 in die Umwelt entlassen.

In dem Flüssigkeitstank 9 wird sowohl das aus der Brennkammer 1 herablaufende Wasser, als auch das Wasser aus der Wäschersäule 11 über die Transferleitung 10 bis zu einem vorgegebenen Pegelstand 13 gesammelt. Weiterhin ist der Flüssigkeitstank 9 über eine Rückführleitung 14 und einen nicht dargestellten Filter mit Pumpe 15 mit dem Behälter 4 verbunden, so dass sich zusammen mit dem Überlauf 6 in die Brennkammer 1 ein Kreislauf der Sorptionsflüssigkeit 5 ausbildet (Fig. 4, 5).

Erfindungswesentlich ist, dass die Zuführeinrichtung 3 im Deckel 2 mit einer zentralen Luftdüse 16 zur Zuführung von remote erhitzter Luft 17 in die Brennkammer 1 (Fig. 2, 3) endet, indem der Zuführeinrichtung 3 gleichzeitig über einen nicht dargestellten Seitenkanalverdichter 17' frische und komprimierte Umgebungsluft 18 zugeführt wird. Weiterhin sind mehrere die zentrale Luftdüse 16 umgebende Abgasdüsen 19 vorgesehen, die in die Brennkammer 1 gerichtet sind und die zur Zuführung von thermisch zu behandelnden Abgasen auch aus unterschiedlichen Prozessmodulen in die Brennkammer 1 dienen (Fig. 2).

Die Abgasdüsen 19 umgeben die zentrale Luftdüse 16 in einem oder mehreren konzentrischen Ringen, wobei in Fig. 1 z.B. vier oder mehr Abgasdüsen 19 vorgesehen sind. Anstelle der einzelnen Abgasdüsen 19 kann auch ein die zentrale

Luftdüse 16 konzentrisch umgebender und ggf. ein- oder mehrfach unterbrochener Ringspalt 20 vorgesehen sein (Fig. 6).

Um eine ausreichende und schnelle Durchmischung der über die zentrale Luftdüse 16 aus einem Lufterhitzer 21 in der Zuführvorrichtung 3 in die Brennkammer 1 zugeführten erhitzten Luft mit den über die Abgasdüsen 19 zugeführten Abgasen zu erreichen, ist es zweckmäßig, die außerhalb der Brennkammer 1 erhitzte Luft und die Abgase entweder mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Brennkammer 1 oder zumindest die erhitzte Luft über eine Verwirbelungseinrichtung 22 zuzuführen (Fig. 6, 7), wobei letztere aus einem mit Prallblechen 23 versehenen runden Einsatz 24 besteht, der zentrisch im Ausgang der zentralen Luftdüse 16 angeordnet ist (Fig. 6, 7). Der Einsatz 23 ist beispielsweise ein Blechprägeteil, das mit parallelen abstandweise angeordneten Prallblechen 23 und Luftdurchlässen 23' dazwischen in mindestens einer Ebene versehen ist. Grundsätzlich ist es auch möglich, anstelle der Prallbleche 23 in dem Einsatz ein Array von geprägten Durchtrittsöffnungen (nicht dargestellt) vorzusehen.

Die Prallbleche 23 können einen v-, u-förmigen oder auch halbrunden Querschnitt aufweisen, die entgegen der Strömungsrichtung der erhitzten Luft abgewinkelt/gerichtet sind (Fig. 4 bis 6), d.h. die Öffnung des Querschnitts ist gegen die Strömungsrichtung der zugeführten remote erhitzten Luft 17 gerichtet. Auf diese Weise wird die auf die Prallbleche 23 gerichtete erhitzte Luft 17 besonders stark verwirbelt und tritt als Luftwirbel in den Vermischungsbereich 25 in die Brennkammer 1 ein.

Die Verwirbelungseinrichtung 22 erfüllt zwei Aufgaben, nämlich, erstens als Strömungswiderstand in der zentralen Luftdüse 16 zu wirken, so dass in Strömungsrichtung der Luft gesehen, vor dem Einsatz 24 und damit im Luftherhitzer 21 ein Überdruck entsteht, so dass die erhitzte Luft 17 beschleunigt aus der zentralen Luftdüse 16 in die Brennkammer 1 austritt und zweitens die den zentralen Einsatz 24 passierende Luft bereits vor dem Austritt aus der Luftdüse 16 bzw. während dem Austritt aus der Luftdüse 16 stark zu verwirbeln (Fig. 6).

Die auf diese Weise in die Brennkammer 1 zugeführte erhitzte und verwirbelte Luft wird in der Brennkammer 1 mit dem zu behandelnden Abgas, das über die Abgasdüsen 19, der eingedüsten erhitzten Luft tangential zugeführt wird, mit dieser im Vermischungsbereich 25 intensiv vermischt, so dass sich das Abgas durch die erhitzte Luft entzündet und chemisch umgesetzt werden kann, wobei sich ein Flammenkegel 26 ausbildet (Fig. 3).

Die Durchmischung der erhitzten Luft mit den zugeführten Abgasen kann auch dadurch verbessert werden, wenn die auf einem Kreisring um die zentrale Luftdüse 16 angeordneten Abgasdüsen 19, 20 schräg zur Mitte der Brennkammer 1 in einem Winkel von etwa 40° bis 60° , bevorzugt von etwa 45° , ausgerichtet sind. Alternativ können die Abgasdüsen 19, 20 auch gleichsinnig schräg zur Symmetrieachse der Brennkammer 1 ausgerichtet sein, so dass das Abgas durch die Mehrzahl der Abgasdüsen 19, 20 zusätzlich einen Drall erhält. Dadurch wird eine noch schnellere Durchmischung mit der zentral zugeführten erhitzten Luft mit dem Abgas erreicht. Auch kann eine Zuführung der erhitzten Luft und

der Abgase mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten erfolgen, so dass nach dem Gesetz von Bernoulli an den Grenzflächen zwischen den Gasen Querkräfte entstehen, welche ebenfalls deren Durchmischung befördern.

5 Die Erzeugung der erhitzten Luft erfolgt in einem separaten Luftherhitzer 21 in der Zuführeinrichtung 3 remote außerhalb bzw. oberhalb der Brennkammer 1. Der Luftherhitzer 21 ist ausgangsseitig mit der zentralen Luftdüse 16 und
10 eingangsseitig mit einem nicht dargestellten Luftverdichter, z.B. einem Seitenkanalverdichter, verbunden, der kalte Umgebungsluft 18 ansaugt (Fig. 4).

Zur Aufheizung der in den Luftherhitzer 21 gesaugten Luft ist eine Heizvorrichtung 27 vorgesehen, z.B. Heizstäbe, die im Luftherhitzer 21 in einer, oder in mehreren Ebenen jeweils
15 nebeneinander und quer zur Strömungsrichtung der zugeführten Umgebungsluft 18 angeordnet sind (Fig. 3), wobei hierfür handelsübliche Elektro- oder Halogenheizstäbe eingesetzt werden können (Fig. 3). Die Heizstäbe 27 können aber auch
20 längs zur zugeführten Umgebungsluft 18 im Luftherhitzer 21 angeordnet sein, oder es können Heizwendeln verwendet werden.

Wichtig ist, dass es möglich ist, die in den Luftherhitzer 21 gesaugte Luft mit der Heizvorrichtung 27 zumindest
kurzzeitig auf 700 bis 900 °C zu erhitzen und mit dieser
25 Temperatur in die Brennkammer 1 verwirbelt einzudüsen.

Um die über die Abgasdüsen 19, 20 in die Brennkammer 1 eingeleiteten Abgase, auch als Rohgas bezeichnet, thermisch abzubauen und in auswaschbare Produkte umzuwandeln, wird der Brennkammer 1 gleichzeitig über die zentrale Luftdüse 16 die

auf ca. 900 °C erhitzte Luft zugeführt und mit den Abgasen vermischt. Die genaue erforderliche Temperatur der zugeführten Luft als Brenngas richtet sich nach der jeweils aktuellen Zündtemperatur der in die Brennkammer 1
5 eingeleiteten Abgase bzw. der Abgasmischung, d.h. die erhitzt zugeführte Luft muss mindestens die aktuelle Zündtemperatur haben. Eine Verbesserung der thermischen Umsetzung kann auch dadurch erreicht werden, wenn die Abgase vor der Einleitung in die Brennkammer 1 ebenfalls vorgewärmt
10 werden.

Wenn es sich um brennbare Abgase handelt, die häufig aus Beschichtungsprozessen stammen, entzünden sich diese und es bildet sich eine Flamme aus, woraufhin die Temperatur der im Luftherhitzer 21 erhitzten Luft auf bis zu 200 °C reduziert
15 werden kann, wodurch erheblich Energie eingespart werden kann.

Falls die Flamme erlischt, muss die Zufuhr von Abgas sofort gestoppt werden und die zugeführte Luft erneut auf 900 °C bzw. die Zündtemperatur erhitzt werden, so dass nach der
20 Unterbrechung der Abgaszufuhr die thermische Behandlung fortgesetzt werden kann.

Für eine vollständige und sichere thermische Umsetzung der Abgase in der Brennkammer 1 muss der mit der Umgebungsluft zugeführte Sauerstoff im stöchiometrischen Überschuss
25 zugeführt werden.

Der besondere Vorteil der Anordnung des Luftherhitzers 21 außerhalb der Brennkammer 1 ist darin zu sehen, dass die elektrische Heizvorrichtung 27 im Luftherhitzer 21 lediglich durch Umgebungsluft umspült werden, so dass sichergestellt

ist, dass sich keine störenden Ablagerungen auf den Heizstäben oder Heizwendeln der elektrischen Heizvorrichtung 27 ausbilden können.

Viele Prozesse in der Halbleiterindustrie bestehen aus einem Beschichtungs- und einem Reinigungsschritt. Während des
5 Reinigungsschrittes werden häufig brennbare Gase eingesetzt, die wie vorstehend beschrieben, behandelt werden können,

Bei Reinigungsschritten werden jedoch Gase eingesetzt, die häufig nicht brennbar sind und/oder die eine besonders hohe
10 Temperatur zur Umsetzung benötigen. Um diese hohe Temperatur in der Brennkammer 1 zu erreichen, ist eine zusätzliche Brenngaseindüsung 28, bevorzugt Wasserstoff, oder ein anderes geeignetes Brenngas, mit einer oder mehreren Brenngasdüsen während der Zufuhr solcher Abgase vorgesehen,
15 die um die Abgasdüsen 19, 20 herum im Deckel 2 der Brennkammer 1 angeordnet sind (Fig. 2, 4, 5) und die das Brenngas in einem Winkel von 70° bis 88° , bevorzugt in einem Winkel von $84,5^\circ$ zur Horizontalen, also sehr steil in die Brennkammer 1 eindüsen. Die Vermischung des Brenngases mit
20 der gleichzeitig zentral eingedüsten und verwirbelten Luft aus dem Lufterhitzer 21 erfolgt hier im Sinne einer außenmischenden Verbrennung, so dass Rückwirkungen auf die Zuführvorrichtung 3 ausgeschlossen werden können.

Die für die Umsetzung nötige Temperatur in der Brennkammer 1
25 kann beispielsweise durch die Verwendung von Wasserstoff als Brenngas und der parallel in die Brennkammer 1 aus dem Lufterhitzer 21 eingedüsten Luft erreicht werden. Es versteht sich, dass anstelle von Wasserstoff auch andere Brenngase wie zum Beispiel Acetylen, Ammoniak, Propan,
30 Propylen, oder Methan eingesetzt werden können.

Um die Existenz der für die thermische Umsetzung der Abgase in jedem Fall notwendige Flamme in der Brennkammer 1 überwachen zu können, ist eine Flammenüberwachung vorgesehen.

Bezugszeichenliste

5	1	Brennkammer
	2	Deckel
	3	Zuführvorrichtung
	4	Behälter
	5	Sorptionsflüssigkeit
10	6	Überlauf
	7	Innenfläche
	8	Flüssigkeitsfilm
	9	Flüssigkeitstank
	10	Transferleitung
15	11	Wäschersäule
	12	Filtervorrichtung/Abgassystem
	13	Pegelstand
	14	Rückführleitung
	15	Pumpe
20	16	zentrale Luftdüse
	17	erhitzte Luft
	17`	Seitenkanalverdichter/Verdichter
	18	Umgebungsluft
	19	Abgasdüsen
25	20	Ringspalt
	21	Luftherhitzer
	22	Verwirbelungseinrichtung
	23	Prallblech
	23`	Luftdurchlass
30	24	runder Einsatz

- 25 Vermischungsbereich
- 26 Flammenkegel
- 27 Heizvorrichtung
- 28 Brenngasdüsen

5

Patentansprüche

1. Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in einer Brennkammer, 10 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgase in der Brennkammer (1) mit remote erzeugter erhitzter Luft (17) aus einem separaten Lufterhitzer (21) auf eine Temperatur gemischt werden, die über der Zündtemperatur der Abgase liegt und dass nach der Zündung der Abgase die aus dem Lufterhitzer 15 (21) zugeführte Luft mit einer unter der Zündtemperatur der Abgase liegenden Temperatur unter Fortführung der thermischen Aufspaltung weiter zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote außerhalb der Brennkammer (1) erhitzte Luft (17) 20 im Lufterhitzer (21) zumindest kurzzeitig auf eine Temperatur über der Zündtemperatur der Abgase, d.h. auf ca. 700 °C bis 900 °C, aufgeheizt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote erhitzte Luft (17) nach der Zündung der Abgase in 25 der Brennkammer (1) mit einer Temperatur von ca. 200 °C weiter zugeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**

gekennzeichnet, dass dem Luftherhitzer (21) Umgebungsluft (18) in einer Menge zugeführt wird, dass sich in der Brennkammer (1) bei der Vermischung mit dem Abgas stöchiometrisch ein Sauerstoffüberschuss einstellt.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abgas und die remote erhitzte Luft (17) in im wesentlichen paralleler Strömung oder unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit der Brennkammer (1) zugeführt werden.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote erhitzte Luft beim Eintritt in die Brennkammer (1) verwirbelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Umsetzung von schwer oder nicht
15 entflammabaren Abgasen in der Brennkammer (1) eine zusätzliche Eindüsung von Brenngas über eine oder mehrere Brenngasdüsen (28) während der Zufuhr solcher Abgase erfolgt, wobei die Vermischung des zusätzlich eingedüsten Brenngases mit der gleichzeitig eingedüsten Luft aus dem
20 Luftherhitzer (21) im Sinne einer außenmischenden Verbrennung erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als zusätzliches Brenngas Wasserstoff, Acetylen, Ammoniak, Propan, Propylen, oder Methan eingedüst wird.
- 25 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in

einer Brennkammer, die mit einer Zuführvorrichtung für Luft und Abgase versehen ist und die in der Brennkammer endet, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zentrale Luftdüse (16) vorgesehen ist, die einerseits über die Zuführvorrichtung (3) mit einem Lufterhitzer (21) außerhalb der Brennkammer (1) verbunden ist und andererseits eingangsseitig zur Brennkammer (1) mit einer Verwirbelungseinrichtung (22) ausgestattet ist, die aus einem mit Prallblechen (23) und Luftdurchlässen (23') dazwischen vorgesehenen runden Einsatz (24) besteht, der zentrisch im Ausgang der zentralen Luftdüse (16) angeordnet ist, um die aus dem Lufterhitzer (21) zugeführte Luft und in die Brennkammer (1) eintretende Luft in einem Vermischungsbereich (25) zur Ausbildung eines Flammenkegels (26) zu verwirbeln.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einsatz (24) ein Blechprägeteil ist, welches mit den parallelen abstandweise zueinander angeordneten Prallblechen (23) und den Luftdurchlässen (23') dazwischen oder einem Array von Durchtrittsöffnungen in mindestens einer Ebene versehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prallbleche (23) einen v- oder u-förmigen bzw. halbrunden Querschnitt aufweisen, wobei die Öffnungsrichtung entgegen der Strömungsrichtung der erhitzten Luft gerichtet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Abgasdüsen (19) eingangsseitig zur Brennkammer (1) vorgesehen sind, welche die zentrale Luftdüse (16) für die remote erhitzte Luft auf einem Kreisring umgeben und

wobei das Abgas schräg zur Mitte der Brennkammer (1) oder schräg zur Symmetrieachse eingeleitet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass anstelle einzelner Abgasdüsen (19) ein die zentrale
5 Luftdüse (16) konzentrisch umgebender und ggf. ein- oder mehrfach unterbrochener Ringspalt (20) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf einem Kreisring um die zentrale
Luftdüse (16) angeordneten Abgasdüsen (19) oder der oder die
10 Ringspalte (20) schräg zur Mitte der Brennkammer (1) in einem Winkel von 40° bis 60° , bevorzugt um 45° , ausgerichtet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass Brenngasdüsen (28) für zusätzliches Brenngas vorgesehen
sind, die im Deckel (2) der Brennkammer (1) um die
15 Abgasdüsen (19) oder die Ringspalte (20) herum angeordnet sind und die das zusätzliche Brenngas, nämlich Wasserstoff oder ein anderes geeignetes Brenngas, in einem spitzen Winkel in die Brennkammer (1) eindüsen.

20 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spitze Winkel von 70° - 88° , bevorzugt um $84,5^\circ$ beträgt.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
beim Internationalen Büro eingegangen am 21 November 2023 (21.11.2023)

5

1. Verfahren zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in einer Brennkammer, **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass die Abgase in der Brennkammer (1) mit remote erzeugter erhitzter Luft (17) aus einem separaten Lufterhitzer (21) auf eine Temperatur gemischt werden, die über der Zündtemperatur der Abgase liegt und dass nach der Zündung der Abgase die aus dem Lufterhitzer (21) zugeführte
15 Luft mit einer unter der Zündtemperatur der Abgase liegenden Temperatur unter Fortführung der thermischen Aufspaltung weiter zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote außerhalb der Brennkammer (1) erhitzte Luft (17)
20 im Lufterhitzer (21) zumindest kurzzeitig auf eine Temperatur über der Zündtemperatur der Abgase, d.h. auf ca. 700 °C bis 900 °C, aufgeheizt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote erhitzte Luft (17) nach der Zündung der Abgase in
25 der Brennkammer (1) mit einer Temperatur von ca. 200 °C weiter zugeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**

gekennzeichnet, dass dem Luftherhitzer (21) Umgebungsluft (18) in einer Menge zugeführt wird, dass sich in der Brennkammer (1) bei der Vermischung mit dem Abgas stöchiometrisch ein Sauerstoffüberschuss einstellt.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abgas und die remote erhitzte Luft (17) in im wesentlichen paralleler Strömung oder unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit der Brennkammer (1) zugeführt werden.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die remote erhitzte Luft beim Eintritt in die Brennkammer (1) verwirbelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Umsetzung von schwer oder nicht
15 entflammaren Abgasen in der Brennkammer (1) eine zusätzliche Eindüsung von Brenngas über eine oder mehrere Brenngasdüsen (28) während der Zufuhr solcher Abgase erfolgt, wobei die Vermischung des zusätzlich eingedüsten Brenngases mit der gleichzeitig eingedüsten Luft aus dem
20 Luftherhitzer (21) im Sinne einer außenmischenden Verbrennung erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als zusätzliches Brenngas Wasserstoff, Acetylen, Ammoniak, Propan, Propylen, oder Methan eingedüst wird.
- 25 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Behandlung und Neutralisierung von umweltschädlichen und/oder toxischen Abgasen aus Prozessanlagen der Industrie durch thermische Umsetzung oder Aufspaltung der Abgase in

einer Brennkammer, die mit einer Zuführvorrichtung für Luft und Abgase versehen ist und die in der Brennkammer endet, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zentrale Luftdüse (16) vorgesehen ist, die einerseits über die Zuführvorrichtung
5 (3) mit einem Luftherhitzer (21) außerhalb der Brennkammer (1) verbunden ist und andererseits eingangsseitig zur Brennkammer (1) mit einer Verwirbelungseinrichtung (22) ausgestattet ist, die aus einem mit Prallblechen (23) und Luftdurchlässen (23') dazwischen versehenen runden Einsatz
10 (24) besteht, der zentrisch im Ausgang der zentralen Luftdüse (16) angeordnet ist, um die aus dem Luftherhitzer (21) zugeführte Luft und in die Brennkammer (1) eintretende Luft in einem Vermischungsbereich (25) zur Ausbildung eines Flammenkegels (26) zu verwirbeln.

15 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einsatz (24) ein Blechprägeteil ist, welches mit den parallelen abstandweise zueinander angeordneten Prallblechen (23) und den Luftdurchlässen (23') dazwischen
20 oder einem Array von Durchtrittsöffnungen in mindestens einer Ebene versehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prallbleche (23) einen v- oder u-förmigen bzw. halbrunden Querschnitt aufweisen, wobei die Öffnungsrichtung entgegen der Strömungsrichtung der erhitzten Luft gerichtet
25 ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Abgasdüsen (19) eingangsseitig zur Brennkammer (1) vorgesehen sind, welche die zentrale Luftdüse (16) für die remote erhitzte Luft auf einem Kreisring umgeben und

wobei das Abgas schräg zur Mitte der Brennkammer (1) oder schräg zur Symmetrieachse eingeleitet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass anstelle einzelner Abgasdüsen (19) ein die zentrale
5 Luftdüse (16) konzentrisch umgebender und ggf. ein- oder mehrfach unterbrochener Ringspalt (20) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf einem Kreisring um die zentrale
Luftdüse (16) angeordneten Abgasdüsen (19) oder der oder die
10 Ringspalte (20) schräg zur Mitte der Brennkammer (1) in einem Winkel von 40° bis 60° , bevorzugt um 45° , ausgerichtet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass Brenngasdüsen (28) für zusätzliches Brenngas vorgesehen
15 sind, die im Deckel (2) der Brennkammer (1) um die Abgasdüsen (19) oder die Ringspalte (20) herum angeordnet sind und die das zusätzliche Brenngas, nämlich Wasserstoff oder ein anderes geeignetes Brenngas, in einem spitzen Winkel in die Brennkammer (1) eindüsen.

20 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spitze Winkel von 70° - 88° , bevorzugt um $84,5^\circ$ beträgt.

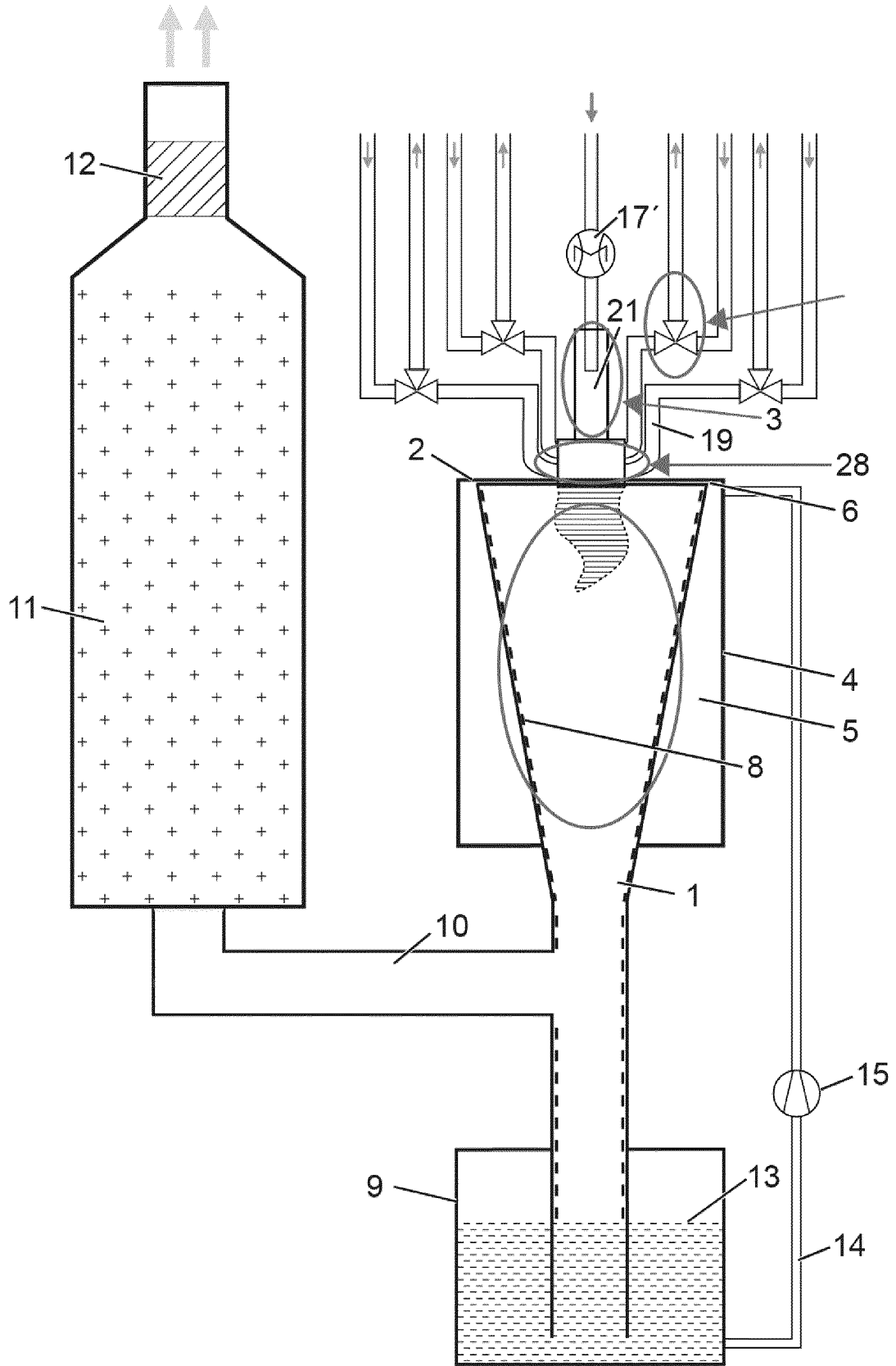


Fig. 1

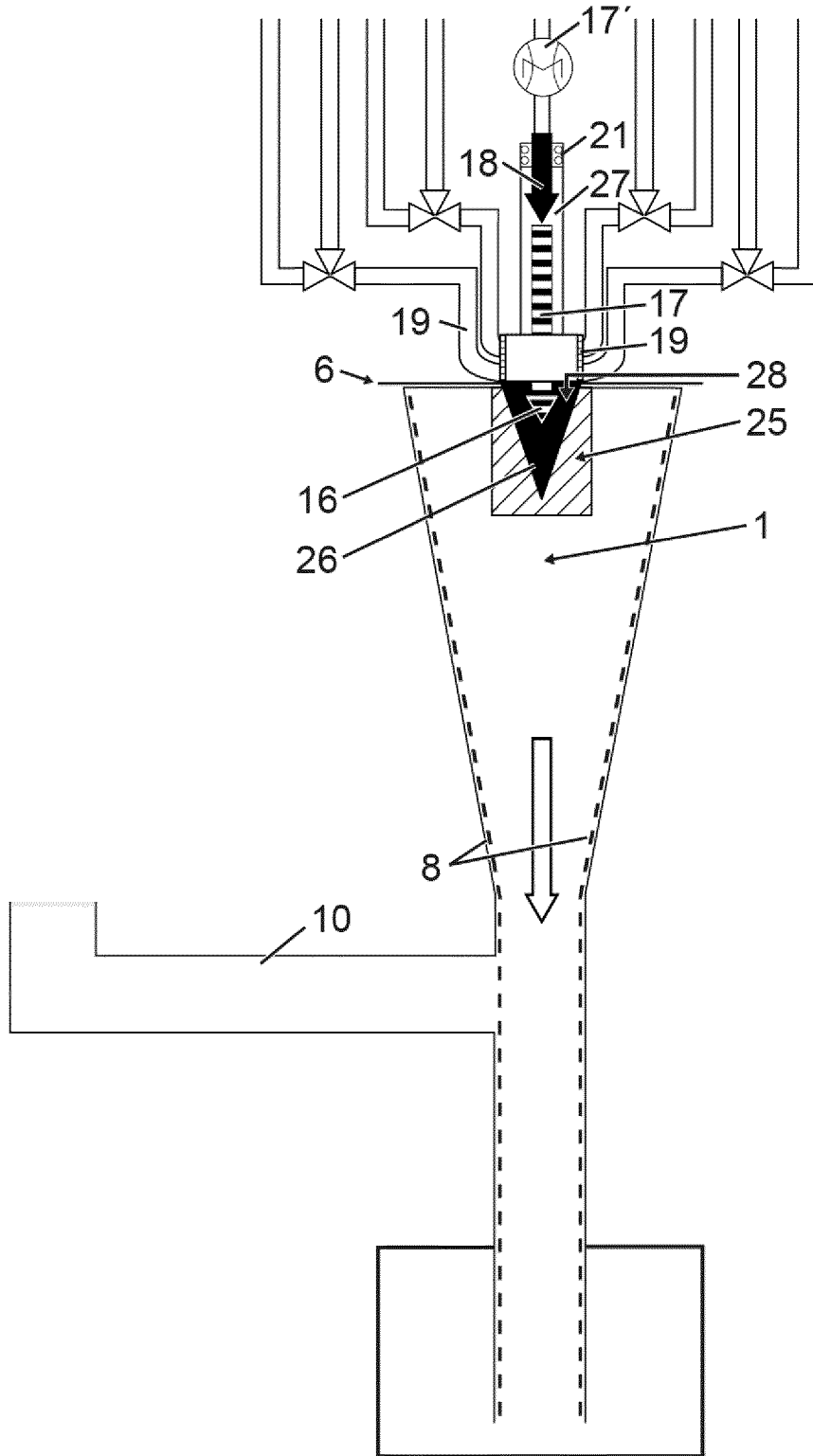


Fig. 2

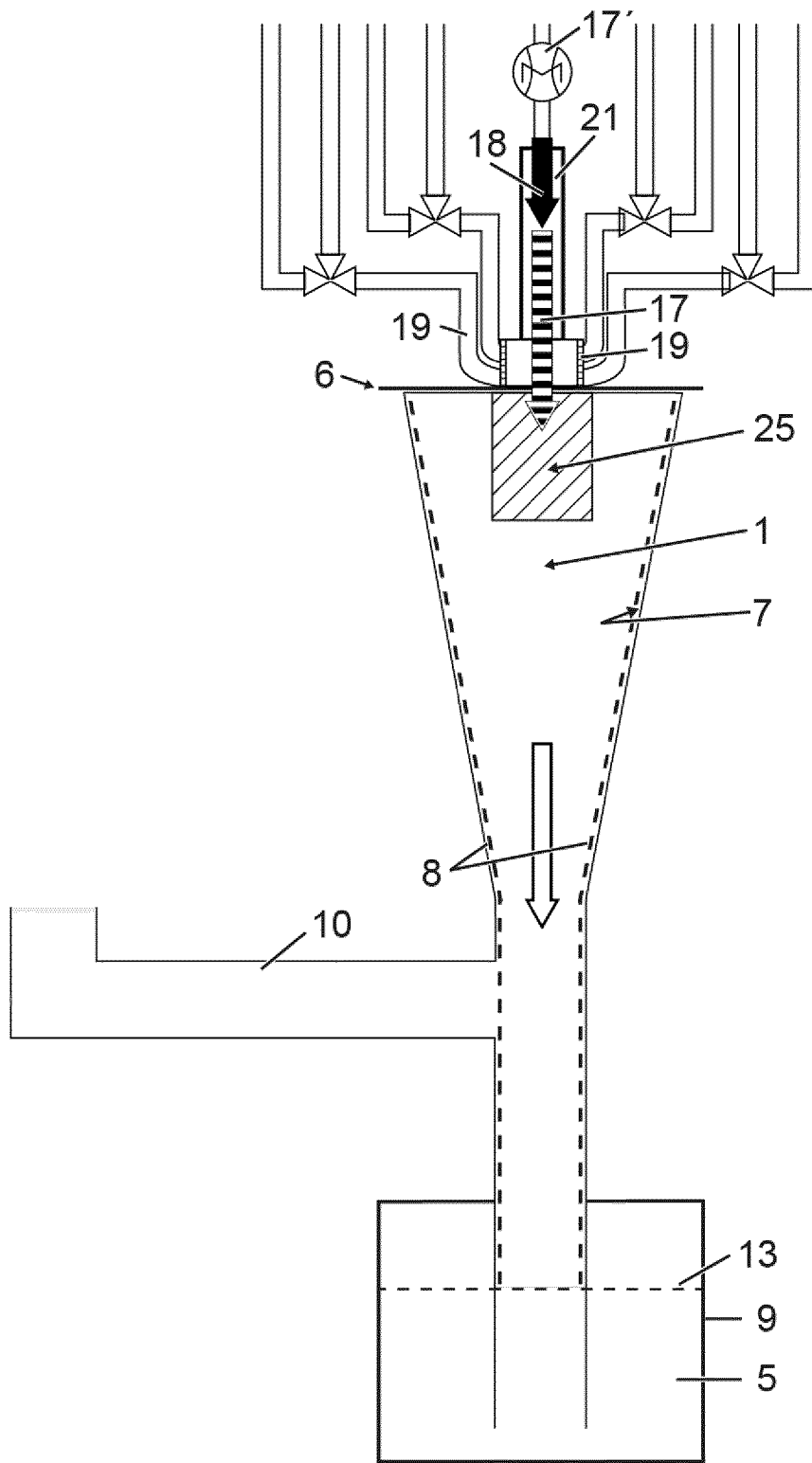


Fig. 3

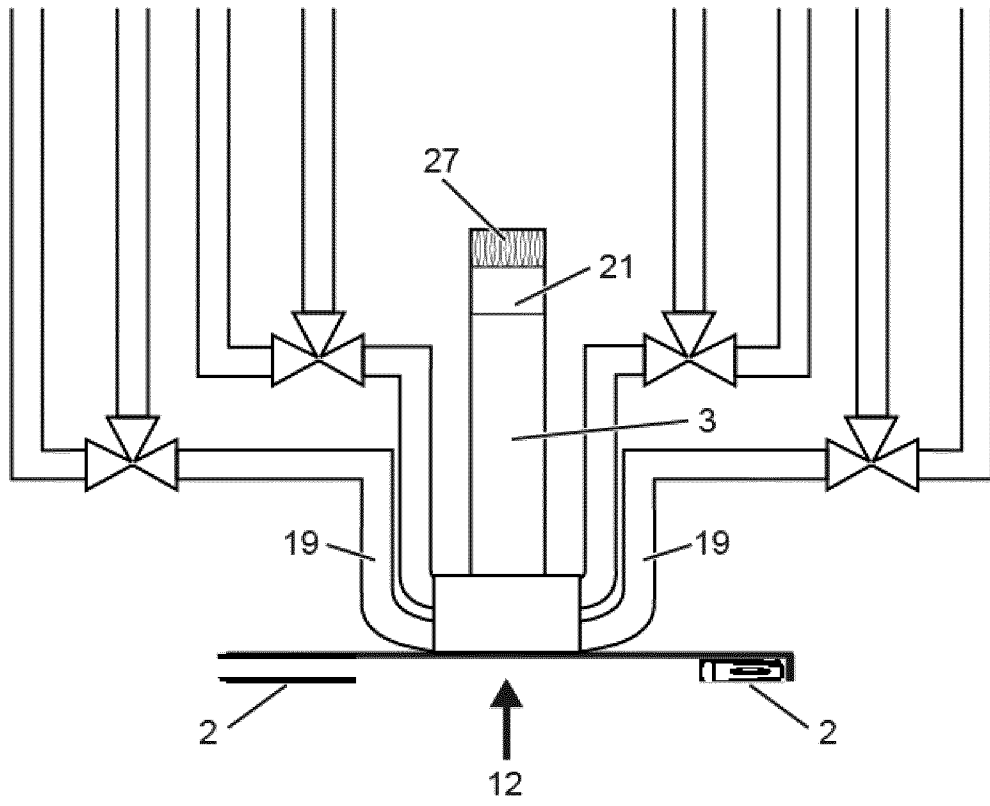


Fig. 4

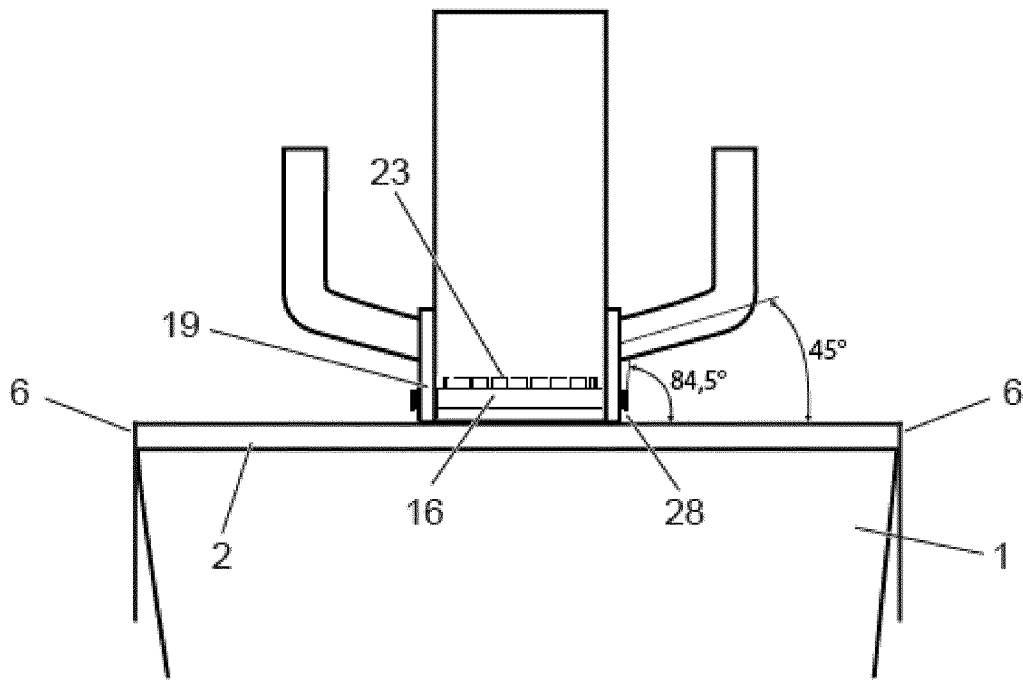


Fig. 5

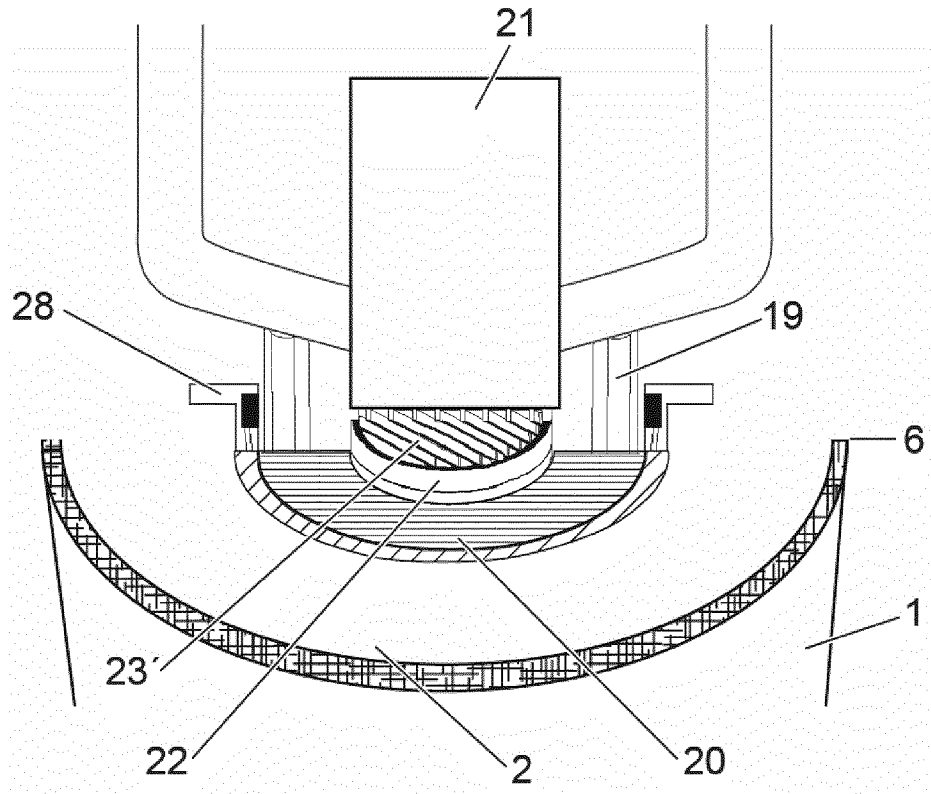


Fig. 6

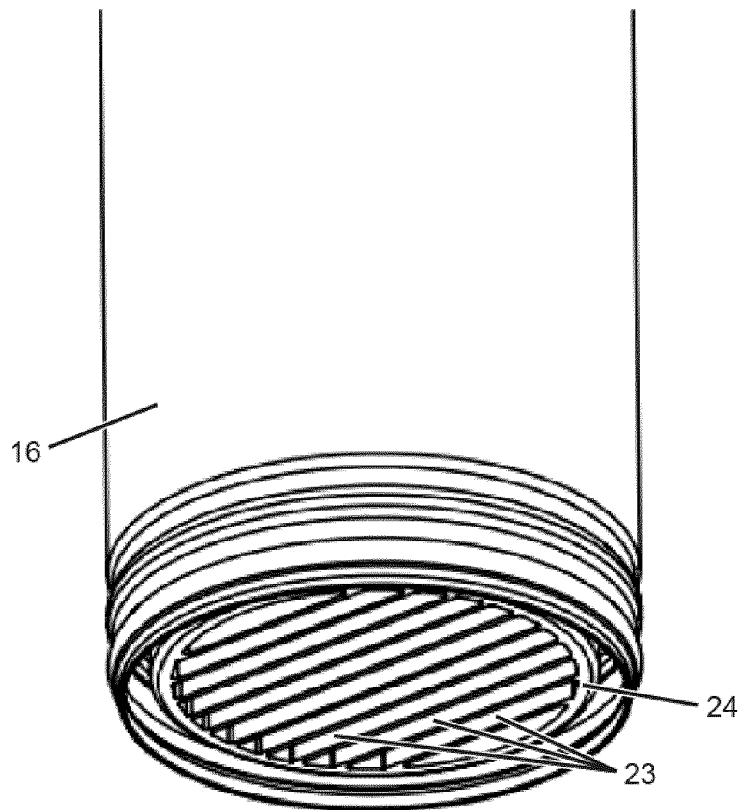


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/059633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F23G 7/06</i> (2006.01)i; <i>F23D 14/24</i> (2006.01)i; <i>F23D 14/58</i> (2006.01)i; <i>F23L 1/00</i> (2006.01)i; <i>F23L 15/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F23G; F23N; F23D; F23L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3318796 A1 (LINN HORST DIPL ING FH) 29 November 1984 (1984-11-29) page 3, lines 1-3; claim 1; figure 1 page 4, line 4 - line 13 page 4, line 27 - page 5, line 2 page 5, line 25 - page 6, line 25	1-16
A	US 2002015670 A1 (SHAH RASHMI K [US] ET AL) 07 February 2002 (2002-02-07) paragraph [0002]; figure 1 paragraphs [0013], [0021], [0024], [0027]	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 06 November 2023		Date of mailing of the international search report 17 November 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Hauck, Gunther Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/059633

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	3318796	A1	29 November 1984	NONE			
US	2002015670	A1	07 February 2002	AT	E214139	T1	15 March 2002
				AU	734708	B2	21 June 2001
				BR	9812738	A	29 August 2000
				CA	2304681	A1	15 April 1999
				CN	1274414	A	22 November 2000
				CZ	20001255	A3	16 May 2001
				DE	69804124	T2	05 September 2002
				DK	1021682	T3	17 June 2002
				EA	200000397	A1	30 October 2000
				EP	1021682	A1	26 July 2000
				ES	2174498	T3	01 November 2002
				HU	0003928	A2	28 April 2001
				ID	24367	A	13 July 2000
				JP	4602546	B2	22 December 2010
				JP	2001519518	A	23 October 2001
				KR	20010015715	A	26 February 2001
				NO	318613	B1	18 April 2005
				NZ	503462	A	28 September 2001
				PL	339763	A1	02 January 2001
				PT	1021682	E	31 July 2002
				TR	200000915	T2	21 July 2000
				UA	50853	C2	15 November 2002
				US	2002015670	A1	07 February 2002
				US	2003182858	A1	02 October 2003
				WO	9918392	A1	15 April 1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/059633

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F23G7/06 F23D14/24 F23D14/58 F23L1/00 F23L15/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F23G F23N F23D F23L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 33 18 796 A1 (LINN HORST DIPL ING FH) 29. November 1984 (1984-11-29) Seite 3, Zeilen 1-3; Anspruch 1; Abbildung 1 Seite 4, Zeile 4 - Zeile 13 Seite 4, Zeile 27 - Seite 5, Zeile 2 Seite 5, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 25 -----	1-16
A	US 2002/015670 A1 (SHAH RASHMI K [US] ET AL) 7. Februar 2002 (2002-02-07) Absatz [0002]; Abbildung 1 Absätze [0013], [0021], [0024], [0027] -----	1-16
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absededatum des internationalen Recherchenberichts
6. November 2023		17/11/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hauck, Gunther

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/059633

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3318796	A1	29-11-1984	KEINE

US 2002015670	A1	07-02-2002	AT E214139 T1 15-03-2002
		AU 734708 B2 21-06-2001	
		BR 9812738 A 29-08-2000	
		CA 2304681 A1 15-04-1999	
		CN 1274414 A 22-11-2000	
		CZ 20001255 A3 16-05-2001	
		DE 69804124 T2 05-09-2002	
		DK 1021682 T3 17-06-2002	
		EA 200000397 A1 30-10-2000	
		EP 1021682 A1 26-07-2000	
		ES 2174498 T3 01-11-2002	
		HU 0003928 A2 28-04-2001	
		ID 24367 A 13-07-2000	
		JP 4602546 B2 22-12-2010	
		JP 2001519518 A 23-10-2001	
		KR 20010015715 A 26-02-2001	
		NO 318613 B1 18-04-2005	
		NZ 503462 A 28-09-2001	
		PL 339763 A1 02-01-2001	
		PT 1021682 E 31-07-2002	
		TR 200000915 T2 21-07-2000	
		UA 50853 C2 15-11-2002	
		US 2002015670 A1 07-02-2002	
		US 2003182858 A1 02-10-2003	
		WO 9918392 A1 15-04-1999	
