

(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
3. März 2005 (03.03.2005)

PCT

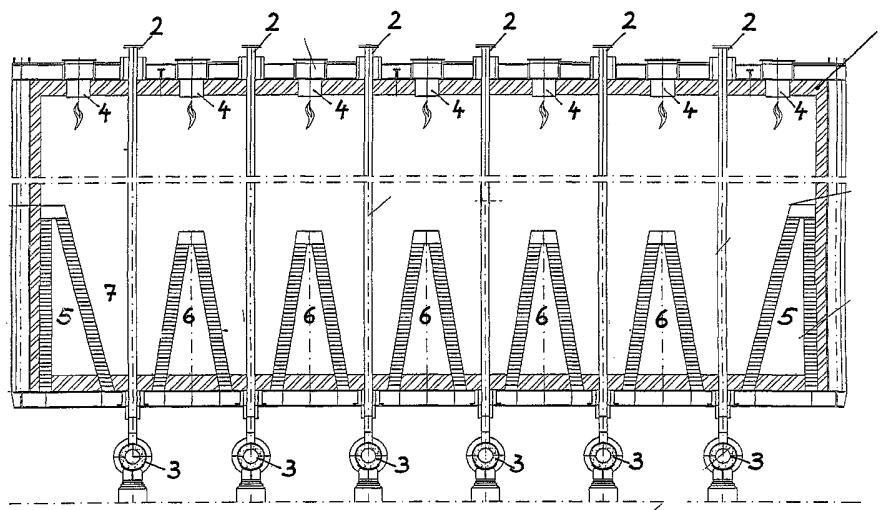
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/018793 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B01J 8/06, C01B 3/38
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/007370
- (22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juli 2004 (06.07.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
103 33 854.3 24. Juli 2003 (24.07.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UHDE GMBH [DE/DE]; Friedrich-Uhde-Strasse 15, 44141 Dortmund (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SEVERIN, Manfred [DE/DE]; Am Wiesenberge 23, 58239 Schwerte (DE). GORVAL, Evgeni [DE/DE]; Märkische Strasse 96, 44141 Dortmund (DE). KURT, Josef [DE/DE]; Odenwaldstrasse 6, 58708 Menden (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: UHDE GMBH; LP - Patents, Friedrich-Uhde-Strasse 15, 44141 Dortmund (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TUBULAR REFORMING FURNACE

(54) Bezeichnung: RÖHRENSPALTÖFEN



(57) Abstract: The invention relates to a tubular reforming furnace for catalytically reforming hydrocarbons with steam at an elevated pressure. Said reforming furnace comprises a reformer tube system and a heating chamber. The reformer tube system is used as a reaction chamber and encompasses a plurality of vertical tubes which are arranged in rows, can be filled with catalyst, and are provided with devices for feeding steam and hydrocarbons that are to be reformed to the reaction chamber as well as devices for discharging reformed synthetic gas from the reaction chamber. The upper region of the burning chamber of the inventive reforming furnace comprises a plurality of firing devices which produce substantially downward-directed flames that heat the tubes. The bottom region of the heating chamber comprises a plurality of parallel tunnels that are disposed in an essentially horizontal direction, extend perpendicular to the vertical tubes, are made of ceramic materials, and let the furnace gases escape through openings in the sidewalls of the tunnels. The exterior walls of the tunnels are embodied in an essentially conical manner, tapering in an upward direction.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Röhrenspaltöfen zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck, aufweisend ein Spaltrohrsystem und einen Befeuerungsraum, dabei das Spaltrohrsystem als Reaktionsraum, umfassend eine Vielzahl von vertikalen Rohren, welche in Reihen angeordnet und zum Füllen mit Katalysator geeignet sind und

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/018793 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Einrichtungen zum Zuführen von zu reformierenden Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf zum Reaktionsraum sowie Einrichtungen zum Abführen reformierten Synthesegases aus dem Reaktionsraum besitzen, dabei weiterhin im oberen Bereich des Befeuerungsraums aufweisend eine Vielzahl von Befeuerungseinrichtungen, welche im wesentlichen abwärts gerichtete Flammen erzeugen können, welche geeignet sind, die oben genannten Rohre zu beheizen, sich im unteren Bereich des Befeuerungsraumes eine Vielzahl von im wesentlichen waagrecht angeordneten, parallel zueinander und senkrecht zu den vertikalen Rohren verlaufender Tunnel aus keramischen Werkstoffen zum Abzug der Rauchgase durch Öffnungen in den Seitenwänden der Tunnel befinden, wobei die Außenwände der Tunnel im wesentlichen keilförmig, in Aufwärtsrichtung aufeinander zulaufend ausgeprägt sind.

Röhrenspaltöfen

[0001] Die Erfindung betrifft einen Röhrenspaltöfen zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck, mit dem Synthesegas hergestellt wird. Derartiges Synthesegas dient beispielsweise zur Synthese von Ammoniak, Wasserstoff und Methanol.

[0002] Röhrenspaltöfen zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf sind seit langem und in einer Vielzahl von Ausführungsformen bekannt. Bei Großanlagen hat sich eine Bauart durchgesetzt, bei der ein deckengefeuerter Kastenofen mit senkrecht stehenden Reaktionsrohren bzw. Spaltrohren zum Einsatz kommt. Hierbei sind die Spaltrohre in Reihen angeordnet. Die Rohre werden mit Prozessgas, auch Einsatzgas, von oben nach unten durchströmt. Das Einsatzgas wird dabei einem sogenannten Spaltprozeß unterzogen.

[0003] Die Gasaustrittstemperaturen liegen üblicherweise bei 900 °C und darüber. Das Prozessgas wird im unteren Bereich – im, oder außerhalb des Ofens - in sogenannten Austrittskollektoren gesammelt. In den zwischen den Rohrreihen liegenden "Gassen" sind senkrecht nach unten feuernde Brenner angeordnet. Dieser Bereich wird als Ofenbox bezeichnet. Das erzeugte Rauchgas durchströmt den Ofen von oben nach unten und wird durch am Boden liegende sogenannte Rauchgastunnel abgezogen. Die Rauchgastemperaturen in der Ofenbox liegen im Durchschnitt bei 950 bis 1250 °C.

[0004] Bei solchen bekannten Bauweisen, insbesondere in Röhrenspaltöfen mit mehreren, oder einer Vielzahl von Rohrreihen, wurde eine sehr ungleichmäßige, durch Rezirkulationen und Flammenablenkung, insbesondere in den äußeren Rohrreihen, verursachte Rauchgasströmung beobachtet. Diese Rezirkulation führt zu niedrigen Rauchgas- und Prozessgastemperaturen in den äußeren Rohrreihen im Vergleich zu den mittleren Reihen. In in Betrieb befindlichen Anlagen wurden hier Differenzen bei den Prozessgasen von bis zu 60 K gemessen. Die niedrigere Temperatur in den Außenreihen wirkt sich sehr nachteilig auf den Spaltprozess aus.

[0005] In "Fluegas Flow Patterns in Top-fired Steam Reforming Furnaces " (P.W. Farnell & W.J. Cotton, The 44th Annual Safety In Ammonia Plants and Related Facilities Symposium, 09/1999) wird vorgeschlagen, dass der Volumenstrom der Verbrennungsluft in den äußeren Brennerreihen, welche in der Regel nur mit 70% der Leistung

betrieben werden, zu erhöhen und gleichzeitig den Anteil an Brennstoff auf dem verminderten Niveau zu belassen. Hierdurch wird der physikalische Saugeffekt kompensiert, ohne eine Überhitzung der mit Katalysator gefüllten angrenzenden Rohrreihen hervorzurufen. Die verminderte Heizleistung dieser randständigen, wandnahen Brennerreihen kann mit dieser Lösung nicht verbessert werden.

[0006] In "Fluegas Circulation and Heat Distribution in Large Scale Down-fired Reformer Furnaces" (D. Barnett, Deyuan Wu, The 45th Annual Safety In Ammonia Plants and Related Facilities Symposium, 09/2000) wird das Problem der Flammenablenkung ebenfalls eingehend beschrieben. In dieser Schrift wird vorgeschlagen, die Strömungskegel der Brennerstrahlen zu optimieren, in dem durch eine veränderte Düsenform die Brennerstrahlen konzentriert werden und weiterhin eine Erhöhung der Gasgeschwindigkeit vorzunehmen, um die Brennerstrahlen tiefer in den Ofenraum zu leiten.

[0007] Es bleibt offen hinsichtlich der vorgenannten Lösungen, wie sich in der technischen Anwendung das hochturbulente Gassystem im Ofenraum verhalten wird, da die Saugeffekte durch den erhöhten Impuls ebenfalls erhöht werden, was dann wieder zu lokalen Verschiebungen in der Temperaturverteilung führen wird. Vorrangig aber ist zu erwarten und als kritisch anzumerken, dass die Wärme zu spät entwickelt wird, da sie durch den erhöhten Impuls an dem oberen Bereich der Rohre vorbei geführt wird, sofern sich die simulierte Strömung einstellt. Im diesem oberen Bereich der Rohre findet aber die intensivste Reaktion statt und es besteht somit auch der größte Wärmebedarf. Eine Verschlechterung des Wirkungsgrades des Ofens ist zu erwarten.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, die Bauweise des Reaktors dahingehend zu verbessern, dass eine Vergleichmäßigung der Rauchgasströmung und eine gleichmäßigere Temperaturverteilung erreicht werden.

[0009] Die Erfindung löst die Aufgabe durch einen Röhrenspaltofen,

- aufweisend ein Spaltrohrsystem und einen Befeuerraum,
- dabei das Spaltrohrsystem als Reaktionsraum umfassend eine Vielzahl von vertikalen Rohren, welche in Reihen angeordnet und zum Füllen mit Katalysator geeignet sind und Einrichtungen zum Zuführen von zu reformierenden Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf zum Reaktionsraum sowie Einrichtungen zum Abführen reformierten Synthesegases aus dem Reaktionsraum besitzen,

- dabei weiterhin im oberen Bereich des Befeuerungsraums aufweisend eine Vielzahl von Befeuerungseinrichtungen, welche im wesentlichen abwärts gerichtete Flammen erzeugen können, welche geeignet sind, die oben genannten Rohre zu beheizen,
- sich im unteren Bereich des Befeuerungsraumes eine Vielzahl von im wesentlichen waagrecht angeordneten, parallel zueinander und senkrecht zu den vertikalen Rohren verlaufender Tunnel aus keramischen Werkstoffen zum Abzug der Rauchgase durch Öffnungen in den Seitenwänden der Tunnel befinden,

wobei

- die Außenwände der Tunnel im wesentlichen keilförmig, in Aufwärtsrichtung aufeinander zulaufend ausgeprägt sind.

[0010] In einer Ausgestaltung der Erfindung werden die Außenwände der Tunnel stufenförmig ausgebildet, wobei die Keilform erhalten bleibt.

[0011] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Achsen der Öffnungen in den Seitenwänden der Tunnel nicht horizontal verlaufen und die Eintrittsöffnungen auf der Seite des Befeuerungsraumes in Richtung der Raumdecke zeigen.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Außenwände der Tunnel erhöht, indem entweder der Tunnel spitzer ausgeführt oder eine Wand oder ein Keil aus keramischen oder hitzebeständigen metallischen Werkstoffen auf einen Tunnel aufgesetzt wird. Hierbei kann das Gewicht der aufgesetzten Wand durch innerhalb der Tunnel angeordnete Stützpfiler aufgenommen werden. Die Erhöhung der Tunnel kann bei verschiedenen Tunneln unterschiedlich ausfallen. Auch kann auf den außen gelegenen Tunneln eine gegenüber der senkrechten geneigten Wand aufgesetzt werden, die sich an die Wandung der Ofenbox anlehnt.

[0012] Die Stabilität aller Ausgestaltungen kann durch Ausführung eines Formsteins mit Nut und Feder oder Formteilen mit Nut und Feder wesentlich verbessert werden, wobei in einer idealen Ausführungsform der Erfindung auf geeigneten Formsteinen eine glatte Tunnelwand gebildet wird.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltungen der Erfindung werden die Rauchgastunnel in den äußeren „Gassen“ durch eine gegenüber den übrigen Tunneln weitere Hö-

henvergrößerung so gestaltet, dass eine gleichmäßigere Abströmung der Rauchgase erreicht wird.

[0014] Die Tunnelwände können sowohl spiegelsymmetrisch als auch asymmetrisch zueinander verlaufen. In den äußersten Gassen kann die zur Außenwand der Ofenbox gerichtete Tunnelwand auch mit der Außenwand der Ofenbox schlüssig verbunden werden.

[0015] Durch alle diese Maßnahmen entstehen im unteren Bereich des Reformers sogenannte „Abzugskammern“ mit hohen Abzugstunneln, die eine gleichmäßige oder gleichmäßigere Abströmung des Rauchgases entlang der Spaltrohre in die Rauchgastunnel hinein bewirken. Rückströmungen und Flammenablenkungen und dadurch unterschiedliche Verweilzeiten der Rauchgase werden ganz oder weitgehend vermieden und somit die Austrittstemperaturen aus dem Reformer vergleichmäßiggt.

[0016] Durch die Vergleichmäßigung der Strömung lässt sich die Verweilzeit der Gase um bis zu 50% verringern, was ein Vorteil der Erfindung ist. Durch die Erhöhung der Abzugstunnel, erfolgt ein verbesserter Strahlungswärmeübergang im unteren Bereich des Befeuerraumes, wodurch die Baugröße des Röhrenspaltofens verringert wird, was ein weiterer Vorteil der Erfindung ist

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von 4 Schnittzeichnungen näher erläutert, wobei das erfindungsgemäße Verfahren aber nicht auf diese beispielhafte Ausführungsformen beschränkt ist. Dargestellt ist ein als Primärreformer betriebener Röhrenspaltofen von im wesentlichen quaderförmiger Gestalt aus seitlichem Standpunkt des Betrachters.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform,

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform,

Fig. 3 zeigt einen gegenüber Fig. 2 um eine vertikale Achse um 90 Grad gedrehten Schnitt der Ausführungsform, die in Fig. 2 dargestellt ist,

Fig. 4 zeigt eine Bauform herkömmlicher Art,

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch eine Tunnelwand als eine weitere bevorzugte Ausführungsform.

[0018] Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine Ofenbox 1 eines Primärreformers, in der eine Vielzahl von Spaltrohren 2 in 6 Reihen angeordnet sind. Während des bestimmungsgemäßen Betriebes sind diese Spaltrohre mit Katalysator gefüllt und

werden vom Einsatzgas bzw. Synthesegas durchströmt, welches von den Synthesegassammlern 3 aus dem Primärreformer abgeleitet werden. Im Deckenbereich der Ofenbox 1 sind ferner eine Vielzahl von Brennern 4 in 7 Reihen angeordnet, die die Spaltrohre während des bestimmungsgemäßen Betriebes befeuern.

[0019] Fig. 1 zeigt im unteren Bereich die erfindungsgemäßen Tunnel 5 und 6 für den Rauchgasabzug, wobei jeder Brennerreihe ein Tunnel zugeordnet ist. Alle Tunnel verfügen, senkrecht zur Zeichenebene und daher im Schnitt nicht sichtbare Abzugsvorrichtungen in den Seitenwänden für die Ableitung der von den Brennern erzeugten Rauchgase aus dem Primärreformer. Die Tunnel 5 und 6 bestehen aus keramischem Werkstoffen, welche an einer Vielzahl von Stellen durchbrochen sind, so dass das Rauchgas aus der Abzugskammer 7, welche durch den die Tunnel umgebenden Raum gebildet wird, in die Tunnel eintreten kann.

[0020] Die beiden äußersten Tunnel 5 sind mit der Wand der Ofenbox verbunden und deren Wand ist nur an der den Spaltrohren zugewandten Seite durchbrochen. Die Wände der übrigen Tunnel 6 sind an beiden Seiten durchbrochen. Alle Tunnel sind spitz nach oben zulaufend und deutlich höher als die in Fig. 4 dargestellten Tunnel 8 nach dem herkömmlichen Stand der Technik. Hierdurch wird erreicht, dass die Wärmestrahlung der Tunnelaußenwände in erheblichem Maße zur gleichmäßigen und besseren Beheizung der Spaltrohre, in denen die endotherme Reformierreaktion stattfindet, beiträgt, was zu einer Verkleinerung der Baugröße führt, was ein Vorteil der Erfindung ist.

[0021] Durch die vergrößerte Bauhöhe wirken die Tunnel ferner als Leitflächen für die Rauchgasströmung und verringern deren Verwirbelung. Hierdurch werden auch gleichförmigere Flammen in den Brennern 4 erreicht, was weitere Vorteile der Erfindung sind. Durch die gleichförmigere und bessere Beheizung der Spaltrohre verläuft auch die dort stattfindende Reaktion günstiger und es wird weniger Heizfläche für den gleichen Umsatz im Vergleich zum in Fig. 4 dargestellten Stand der Technik benötigt, was zu erheblichen Einsparungen bei den Investitionskosten führt und ein weiterer Vorteil der Erfindung ist.

[0022] Während des bestimmungsgemäßen Betriebs wurde bei Bauformen nach dem herkömmlichen Stand der Technik ein Temperaturgefälle innerhalb der Ofenbox von den Innenreihen zu den Außenreihen beobachtet. Um dem entgegenzuwirken und Rezirkulation des Rauchgases zu vermeiden oder einzuschränken, kann vorgesehen

werden, die außen gelegenen Tunnel 5 höher als die innen gelegenen Tunnel 6 auszugestalten, um eine größere Wärmeabstrahlungsfläche an der Außenseite der Ofenbox zu erreichen und somit den beobachteten Effekt weiter zu verringern, oder, indem die Höhe der äußeren Tunnel bis fast an die Decke der Ofenbox reicht, vollständig zu kompensieren, wobei der Fachmann im Einzelfall Wirtschaftlichkeitsaspekte abzuwägen hat.

[0023] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, die insbesondere bei Nachrüstungen bestehender Anlagen mit vorhandenen Tunneln 8 vorteilhaft eingesetzt werden kann. Hierbei werden den Tunneln Mauern in Form von Leitflächen aufgesetzt. Bei den außen gelegenen Tunneln können diese Leitflächen 9 schräg aufgesetzt und gegen die Außenwand der Ofenbox abgestützt werden. Bei den innen gelegenen Tunneln werden senkrechte Leitflächen 10 aufgesetzt.

[0024] Aufgrund der erheblichen Gewichte der als Mauern ausgeführten Leitflächen 9 und 10 müssen in den Tunneln 8 Abstützungen 11 vorgesehen werden. Fig. 3 zeigt diese Abstützungen in einer um 90 Grad gedrehten Darstellung. Fig. 3 zeigt auch eine der Leitflächen 10, die im vorliegenden Beispiel eine geschwungene, zu den Rändern hin ansteigende Form aufweist.

[0025] Selbstverständlich sind die in Fig. 1 bis 3 gezeigten Merkmale auch kombinierbar. So kann auch auf einen Tunnel, wie er in Fig. 1 gezeigt wird, noch eine Leitfläche aufgesetzt werden, außerdem können auch die in Fig. 1 gezeigten Tunnel mit Abstützungen versehen werden. Auch können sowohl die Tunnel eine geschwungene Form aufweisen, vorzugsweise zum Rand hin ansteigend, wie die in Fig. 3 gezeigte Leitfläche, als auch die Leitfläche gerade Oberkanten aufweisen.

[0026] Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch ein Segment einer stufenlosen Tunnelwand, welche aus einer Vielzahl von Formsteinen 13 gebildet wird. Erkennbar sind die Öffnungen 12 in der Tunnelwand, durch welche das Gas aus der Ofenbox 1 in den Tunnel 5 strömt. Dabei sind die Achsen der Öffnungen 12 derart zur Ofenboxdecke aus der Horizontalen heraus geneigt, dass das Abgas eine deutlich verringerte Umlenkung als in der herkömmlichen Durchführung erfährt. Die Gasströmung ist als durchgehende Pfeile angedeutet.

[0027] Bezugszeichenliste

1	Ofenbox	8	Tunnel
2	Spaltrohre	9	Leitfläche
3	Synthesegassammler	10	Leitfläche
4	Brenner	11	Abstützung
5	Tunnel	12	Öffnungen
6	Tunnel	13	Formstein
7	Abzugskammer	14	Achse

Patentansprüche

1. Röhrenspaltöfen zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck,
 - aufweisend ein Spaltröhrensystem und einen Befeuerungsraum,
 - dabei das Spaltröhrensystem als Reaktionsraum umfassend eine Vielzahl von vertikalen Röhren, welche in Reihen angeordnet und zum Füllen mit Katalysator geeignet sind und Einrichtungen zum Zuführen von zu reformierenden Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf zum Reaktionsraum sowie Einrichtungen zum Abführen reformierten Synthesegases aus dem Reaktionsraum besitzen,
 - dabei weiterhin im oberen Bereich des Befeuerungsraums aufweisend eine Vielzahl von Befeuerungseinrichtungen, welche im wesentlichen abwärts gerichtete Flammen erzeugen können, welche geeignet sind, die oben genannten Röhre zu beheizen,
 - sich im unteren Bereich des Befeuerungsraumes eine Vielzahl von im wesentlichen waagrecht angeordneten, parallel zueinander und senkrecht zu den vertikalen Röhren verlaufender Tunnel aus keramischen Werkstoffen zum Abzug der Rauchgase durch Öffnungen in den Seitenwänden der Tunnel befinden,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - die Außenwände der Tunnel im wesentlichen keilförmig, in Aufwärtsrichtung aufeinander zulaufend ausgeprägt sind.
2. Röhrenspaltöfen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwände der Tunnel stufenförmig ausgebildet werden.
3. Röhrenspaltöfen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwände der Tunnel geneigt und ohne Stufen ausgebildet werden.
4. Röhrenspaltöfen gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Tunnelaußenwände erhöht werden, indem entweder der Tunnel spitzer ausgeführt oder eine Wand oder ein Keil aus keramischen oder hitzebeständigen metallischen Werkstoffen aufgesetzt wird.
5. Röhrenspaltöfen gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rauchgastunnel in den äußeren „Gassen“ durch eine

gegenüber den übrigen Tunneln weitere Höhenvergrößerung so gestaltet werden, dass eine gleichmäßigere Abströmung der Rauchgase erreicht wird.

6. Röhrenspaltöfen gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen der Öffnungen in den Seitenwänden der Tunnel nicht horizontal verlaufen und die Eintrittsöffnungen auf der Seite des Befeuerungsraumes in Richtung der Raumdecke zeigen.

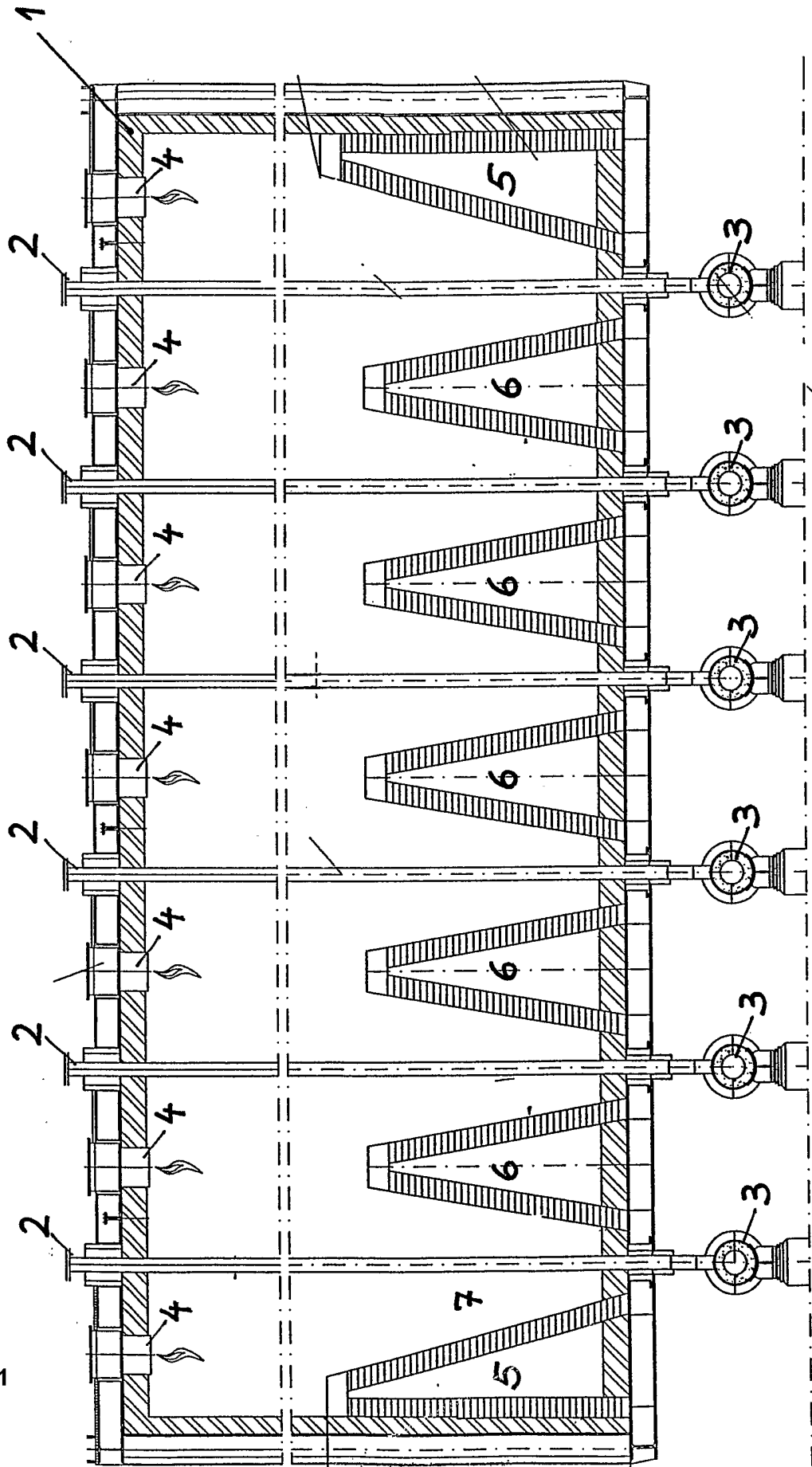


FIG.1

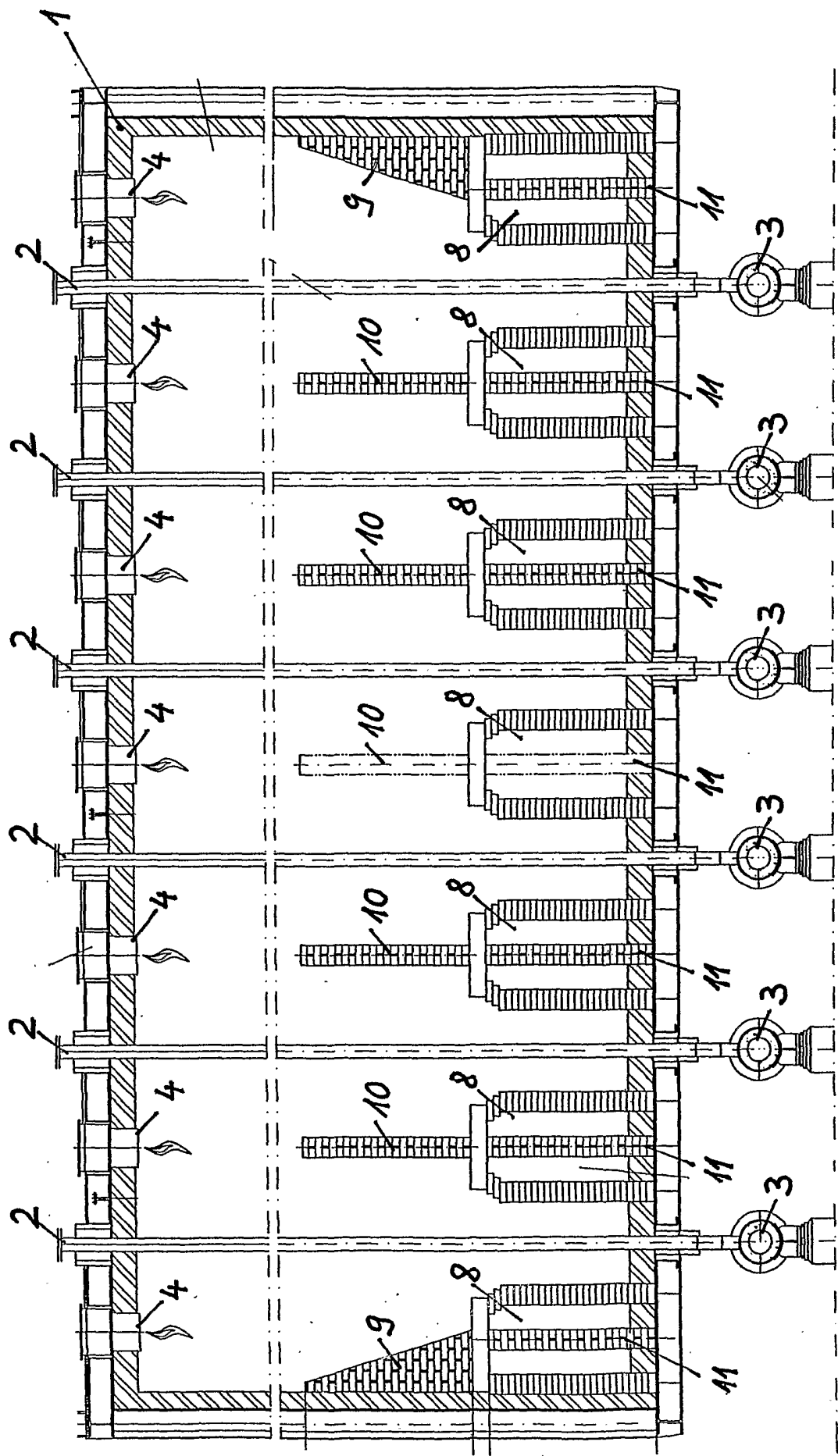


FIG.2

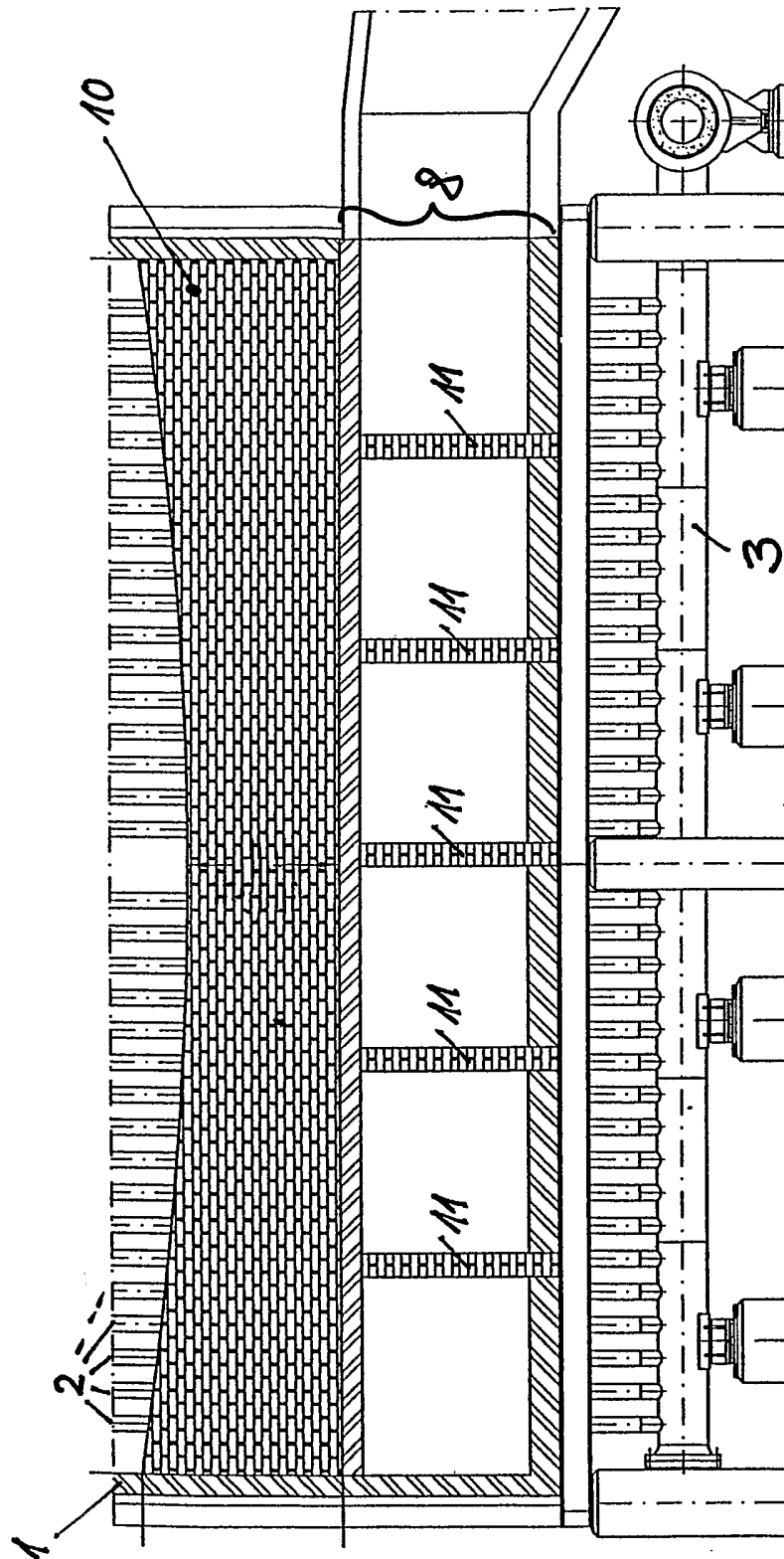


FIG.3

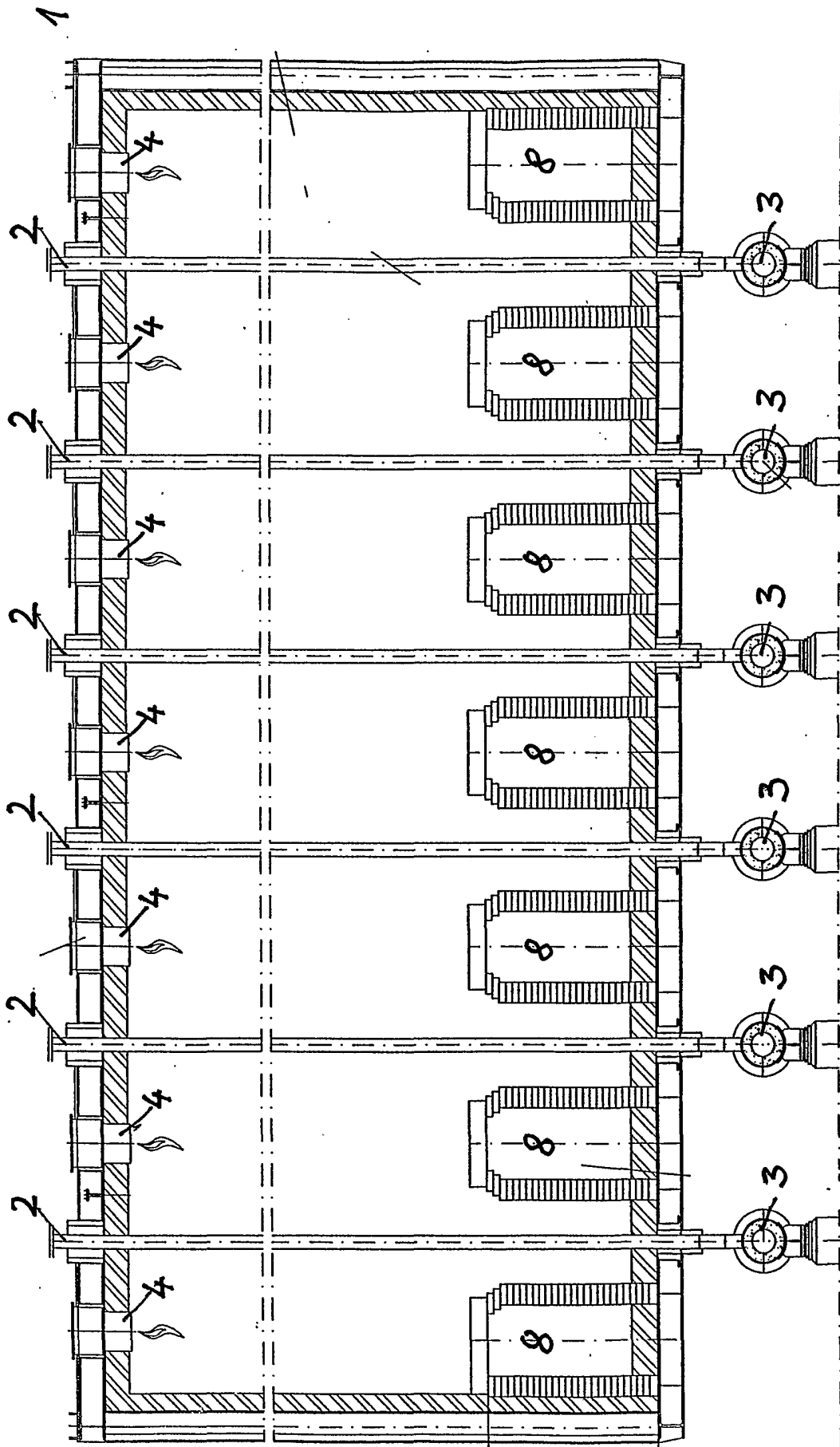


FIG..4

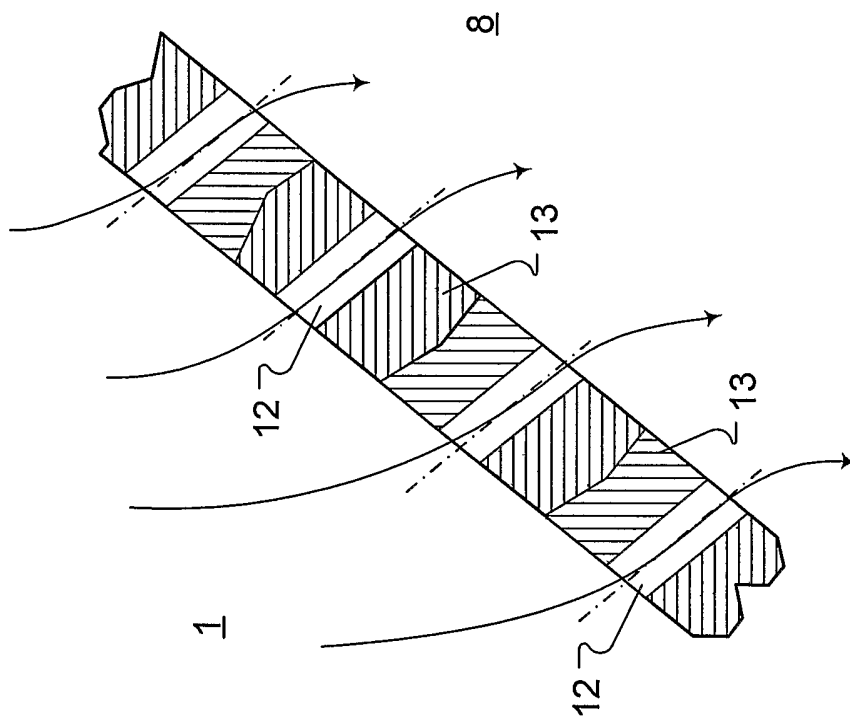


FIG..5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B01J8/06 C01B3/38				
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) IPC 7 B01J C01B				
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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	DE 17 67 980 A (HEURTEY SA) 9 March 1972 (1972-03-09) page 12, paragraph 2 - page 13, paragraph 3 claim 5; figure 3	1, 3-6		
X	DE 15 01 556 A (KOPPERS GMBH HEINRICH) 4 December 1969 (1969-12-04) page 7, paragraph 1; claim 5; figure 1	1, 3, 4, 6		
X	US 2 194 500 A (HERTHEL EUGENE C ET AL) 26 March 1940 (1940-03-26) the whole document	1, 3, 4		
A	DE 887 801 C (HERCULES POWDER CO LTD) 27 August 1953 (1953-08-27) the whole document	1, 4		
	----- -/--			
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
° Special categories of cited documents :				
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width:50%; border:none;"> *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 *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 *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. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*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 *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 *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. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*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 *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 *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. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search <p align="center">6 October 2004</p>		Date of mailing of the international search report <p align="center">15/10/2004</p>		
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <p align="center">Vlassis, M</p>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007370

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 028 326 A (FREYERMUTH GEORGE H ET AL) 21 January 1936 (1936-01-21) page 1, right-hand column, line 48 - page 2, left-hand column, line 20 figures 1,2	1
A	----- EP 0 959 120 A (KATO HAJIME) 24 November 1999 (1999-11-24) column 15, line 6 - line 25 figures 7,8 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007370

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1767980	A	09-03-1972	FR 1538553 A BE 717793 A DE 1767980 A1 ES 356506 A1 GB 1192688 A LU 56494 A1 NL 6810513 A	06-09-1968 16-12-1968 09-03-1972 16-01-1970 20-05-1970 28-10-1968 28-01-1969
DE 1501556	A	04-12-1969	DE 1501556 A1	04-12-1969
US 2194500	A	26-03-1940	NONE	
DE 887801	C	27-08-1953	US 2173984 A BE 429915 A US RE21521 E	26-09-1939
US 2028326	A	21-01-1936	NONE	
EP 0959120	A	24-11-1999	AU 4470697 A CA 2267780 A1 EP 0959120 A1 US 6296679 B1 WO 9814536 A1	24-04-1998 09-04-1998 24-11-1999 02-10-2001 09-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007370

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B01J8/06 C01B3/38		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B01J C01B		
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, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 17 67 980 A (HEURTEY SA) 9. März 1972 (1972-03-09) Seite 12, Absatz 2 - Seite 13, Absatz 3 Anspruch 5; Abbildung 3 -----	1,3-6
X	DE 15 01 556 A (KOPPERS GMBH HEINRICH) 4. Dezember 1969 (1969-12-04) Seite 7, Absatz 1; Anspruch 5; Abbildung 1 -----	1,3,4,6
X	US 2 194 500 A (HERTHEL EUGENE C ET AL) 26. März 1940 (1940-03-26) das ganze Dokument -----	1,3,4
A	DE 887 801 C (HERCULES POWDER CO LTD) 27. August 1953 (1953-08-27) das ganze Dokument -----	1,4
	-/--	
<input checked="" 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* älteres Dokument, 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 anderen 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 6. Oktober 2004		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 15/10/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Vlassis, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007370

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2 028 326 A (FREYERMUTH GEORGE H ET AL) 21. Januar 1936 (1936-01-21) Seite 1, rechte Spalte, Zeile 48 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 20 Abbildungen 1,2 -----	1
A	EP 0 959 120 A (KATO HAJIME) 24. November 1999 (1999-11-24) Spalte 15, Zeile 6 - Zeile 25 Abbildungen 7,8 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007370

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1767980	A	09-03-1972	FR 1538553 A 06-09-1968 BE 717793 A 16-12-1968 DE 1767980 A1 09-03-1972 ES 356506 A1 16-01-1970 GB 1192688 A 20-05-1970 LU 56494 A1 28-10-1968 NL 6810513 A 28-01-1969
DE 1501556	A	04-12-1969	DE 1501556 A1 04-12-1969
US 2194500	A	26-03-1940	KEINE
DE 887801	C	27-08-1953	US 2173984 A 26-09-1939 BE 429915 A US RE21521 E
US 2028326	A	21-01-1936	KEINE
EP 0959120	A	24-11-1999	AU 4470697 A 24-04-1998 CA 2267780 A1 09-04-1998 EP 0959120 A1 24-11-1999 US 6296679 B1 02-10-2001 WO 9814536 A1 09-04-1998