
PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B01J 12/00, A62D 3/00, F23G 7/00, 7/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/29143 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. September 1996 (26.09.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/01031 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. März 1995 (20.03.95) (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SCHMIDT, Hermann [DE/DE]; Treuchtlinger Strasse 31, D-91781 Weißenburg (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder: ZETTNER, Michael, L. [AT/IL]; L Aleks Ben Dor, Moshav Even Sapir 3, 90875 Yerushalaim (IL). (74) Anwalt: BROSE, Manfred; Pellergasse 45, D-90475 Nürnberg (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, ES, FI, GE, HU, JP, KP, KR, MX, NO, PL, RU, SG, SI, UA, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(54) Title: FLUID COMPOUND THERMOCHEMICAL CONVERSION PROCESS AND CONVERTER (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR CHEMOTHERMISCHEN UMSETZUNG FLIESSFÄHIGER VERBINDUNGEN UND KONVERTER ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS (57) Abstract <p>A process for thermochemically converting fluid or fluidisable compounds (charge), in particular organic or complex toxic compounds, into low-molecular organic or inorganic compounds, has a preliminary step, during which the energy required for the conversion reaction is generated, and at least one subsequent main step during which the conversion reaction takes place. In the preliminary step, the reaction partners that are subjected to an overpressure and form an exothermic mixture are completely mixed during a mixing phase without being able to react during the mixing phase. Only at the end of the mixing phase both reaction partners react with a high reaction speed and energy density that depend on the overpressure. During the main step of the process, a second mixture to be reacted that consists of the charge and of a reactive receives the energy required for the reaction by being mixed with the reaction products from the first partial reaction that are in a high temperature and pressure state.</p>		
(57) Zusammenfassung <p>Ein Verfahren zur chemothermischen Umsetzung fließfähiger oder in einen fließfähigen Zustand überführbarer Verbindungen (Einsatzstoffe), insbesondere organischer oder komplexer toxischer Verbindungen, in niedermolekulare organische oder anorganische Verbindungen besteht aus einem Vorverfahrensschritt zur Erzeugung der Energie für die Umsetzungsreaktion und mindestens einem nachfolgenden Hauptverfahrensschritt mit der Umsetzungsreaktion. Im Vorverfahrensschritt erfolgt in einer Mischphase eine vollständige Durchmischung der unter Überdruck stehenden und ein exothermes Stoffgemisch bildenden Reaktionspartner, ohne daß dieses Gemisch in der Mischphase reagieren kann. Erst am Ende der Mischphase reagieren beide Reaktionspartner dem Überdruck entsprechend mit hoher Reaktionsgeschwindigkeit und Energiedichte. Im Hauptverfahrensschritt erhält ein zweites umzusetzendes Stoffgemisch, bestehend aus dem Einsatzstoff und einem Umsetzungsstoff, die zur Umsetzung benötigte Energie durch Mischung mit den in einem hohen Temperatur- und Druckzustand befindlichen Reaktionsprodukten der ersten Teilreaktion.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Verfahren zur chemothermischen Umsetzung
fließfähiger Verbindungen und Konverter
zur Durchführung des Verfahrens.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur chemothermischen
Umsetzung fließfähiger oder in einen fließfähigen
Zustand überführbarer Verbindungen und einen Konverter zur
Durchführung des Verfahrens.

5

Es ist allgemein bekannt, daß durch ausreichend hohe
Temperaturen sämtliche chemischen Verbindungen, also auch
nichtbrennbare und stabile Verbindungen, in ihre atomaren
Bestandteile zerlegt und damit die atomare Struktur beseitigt
werden können. Materie mit so hohen Temperaturen, daß die
molekularen Strukturen zerstört bzw. aufgelöst sind, wird
als Plasma oder als Materie in einem plasmaähnlichem Zustand
bezeichnet. Da für die Erzeugung eines Plasmas sehr viel
Energie benötigt wird, ist ein Plasma grundsätzlich auch
teuer. Dieses spielt ganz besonders dann eine große Rolle,
wenn durch ein Plasma stabile organische, insbesondere
toxische Verbindungen im großtechnischem Maßstab beseitigt
werden sollen. Die Zerlegung von stabilen organischen,
insbesondere toxischen Verbindungen auf chemothermischem
Wege mittels eines Plasmas erfordert also die
kostengünstige Erzeugung des benötigten Plasmas.

10

15

20

Diese chemothermische molekulare Zerlegung sollte aus den vorbeschriebenen Gründen gerade auf dem notwendigen, jedoch niedrigstmöglichen Temperaturniveau stattfinden, auf dem sich der molekulare Zusammenhalt der zum Einsatz
5 kommenden Stoffe auflöst. Wird also eine Temperatur von angenommen 1.923 Grad Celsius benötigt um den molekularen Zusammenhalt bestimmter Moleküle vollständig zu zerlegen, so wäre das niedrigstmögliche Temperaturniveau bei dem eine vollständige Zerlegung stattfindet, etwa 2.000 Grad Celsius,
10 wenn ein kleiner Sicherheitszuschlag hinzugerechnet wird.

Es ist beispielsweise grundsätzlich möglich, ein Plasma auf elektrischem Wege zu erzeugen. Ein elektrisch erzeugtes Plasma mit einer Temperatur von ca. 10.000 Grad Celsius wäre
15 jedoch nicht auf dem niedrigst benötigten Temperaturniveau. Es wäre ohne weiteres möglich, beim Einsatz eines solchen elektrischen Plasmas die Temperatur von 10.000 Grad Celsius durch Beimischung von kühlen Gasen abzusenken. In jedem Fall wäre aber der Energiebedarf höher als notwendig, da man
20 entweder im größeren Abstand von der Plasmaquelle den Temperaturgradienten folgend niedrigere Temperaturen erreicht, bis schließlich die angestrebten 2.000 Grad Celsius erreicht sind oder das elektrisch erzeugte Plasma wird nur als Wärmequelle mit Zumischung benutzt. Im ersten Fall wären
25 alle heißeren Temperaturzonen im geringeren Abstand von der Plasmaquelle die über 2.000 Grad Celsius liegen zu heiß, es würde also mehr Energie aufgewendet als notwendig ist, im zweiten Fall wäre die für den Wärmetausch benötigte Tauscheroberfläche und damit auch die Wärmeverluste sehr
30 groß. In beiden Anwendungsfällen eines elektrisch erzeugten Plasmas ist auch der Primärenergieeinsatz höher als notwendig, da zuerst die Stromerzeugung und dann die Plasmaerzeugung auf elektrischem Wege nicht sehr effektiv sind.

.3

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein in Bezug auf seine Anwendung oder Verwendung frei verfügbares Plasma oder bei niedrigeren Temperaturen frei verfügbare Energie so zu erzeugen, daß die gerade benötigte Arbeitstemperatur erreicht wird und dessen Erzeugung mit möglichst niedrigen Kosten verbunden ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch mindestens einen Vorverfahrensschritt zur Erzeugung der Energie für die Umsetzungsreaktion und mindestens einen nachfolgenden Hauptverfahrensschritt mit der Umsetzungsreaktion, wobei im Vorverfahrensschritt in einer Mischphase eine vollständige Durchmischung der unter Überdruck stehenden und ein exothermes Stoffgemisch bildenden Reaktionspartner erfolgt, ohne daß dieses exotherme Gemisch in der Mischphase reagieren kann und erst am Ende der Mischphase beide Reaktionspartner dem Überdruck entsprechend mit hoher Reaktionsgeschwindigkeit und Energiedichte in einer ersten Teilreaktion miteinander reagieren und im Hauptverfahrensschritt ein zweites umzusetzendes Stoffgemisch, bestehend aus dem Einsatzstoff und einem Umsetzungsstoff, die zur Umsetzung benötigte Energie durch Mischung mit den in einem hohen Temperatur- und Druckzustand befindlichen Reaktionsprodukten der ersten Teilreaktion von diesen erhält. Dadurch lassen sich mit sehr niedrigen Kosten gezielt sehr hohe Temperaturen für die Umsetzung von Stoffen aller Art erreichen. Die Energiedichte von Umsetzungsprozessen, seien es nun Verbrennungen, Pyrolysen, Hydrolysen oder andere Zerlegungsprozesse oder Zerlegungsreaktionen läßt sich mittels der Erfindung steuern und bestimmen.

In den Unteransprüchen zwei bis vierzehn werden Fortbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung beschrieben.

4.

Nachfolgend wird zuerst das Verfahren nach der Erfindung beschrieben. In den Zeichnungen ist sodann ein Konverter zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung wiedergegeben. Es zeigen :

5

Fig. 1 die Ansicht des Konverters mit einem senkrechten rechtwinkligen Ausschnitt,

Fig. 1A den Konverter nach Figur 1 mit Vorheizkanälen,

10

Fig. 1B den Konverter nach Figur 1A mit einer Piloteinrichtung,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Einspeisungseinheit,

15

Fig. 3 einen senkrechten Schnitt durch zwei Einspeisungseinheiten und

Fig. 3A eine vergrößerte Darstellung von zwei Einspeisungseinheiten, entsprechend dem kreisförmigen Ausschnitt von Figur 1

20

Die Erfindung ist anwendbar für sämtliche fließfähige oder in einen fließfähigen Zustand überführbare Stoffe. Hierzu zählen insbesondere auch Suspensionen und Aerosole mit feinverteilten Flüssigkeiten (Nebel) oder festen Partikeln (Rauch, Staub).

25

Zunächst sollen an einem Beispiel, nämlich der Plasmaerzeugung aus Holz als einzigem Energieträger, die Zusammenhänge zwischen Überdruck, erreichbarer Temperaturhöhe und der Reaktionszeit dargelegt werden. Holz verbrennt, wenn man es anzündet, mit einer Temperatur von ca. 400 Grad Celsius. Der Wärmeinhalt des Holzes beträgt ca. 15 MJ/kg, d.h. diese Wärmemenge wird beim Verbrennen

35

des Holzes abgegeben. Die Zeit in der diese Wärmemenge
abgegeben wird bestimmt die Verbrennungstemperatur. Um
ein Kilogramm Holz eine Stunde lang brennen zu lassen,
werden 78 kg Luft benötigt. Ohne Berücksichtigung der
5 Wärmeverluste nach außen würde ein Kilogramm Holz in etwa
30 Minuten restlos verbrennen und dabei Rauchgas mit einer
Temperatur von 400 Grad Celsius an die Umgebung abgeben.

Wollte man die Temperatur dieser vorbeschriebenen Verbrennung
steigern, z.B. um den Faktor sieben von 400 auf 2.800 Grad
10 Celsius, dann müßte die Verbrennung mit der gleichen Luft-
und Holzmenge in entsprechend kürzerer Zeit erfolgen. Die
bei der Verbrennung erfolgende chemische Umsetzung der
Kohlenwasserstoffe, also des Holzes, müßte in einem Siebtel
15 der ursprünglichen Zeit von 30 Minuten, also in 4,2 Minuten
vollständig abgeschlossen sein.

Mahlt man das Holz zu feinem Holzmehl, mischt es mit Luft
und entzündet es, wird es explodieren. Je nach der Menge der
20 beigemengten Luft wird dieses Holzmehl-Luft Gemisch bei
seiner Verbrennung die sich aus der im Holz enthaltenen
Wärmemenge ergebende Temperatur einstellen. Für Bruchteile
einer Sekunde würde man die hohe Temperatur von 2.800 Grad
Celsius erreichen oder überschreiten, jedoch wäre diese
25 Temperatur nicht von Dauer.

Ein kontinuierlicher Prozess mit einer so hohen Temperatur
wie die im obigen Beispiel genannten 2.800 Grad Celsius bei
der Verbrennung von Holz als Energieträger wird nachfolgend
30 beschrieben. Dadurch lassen sich mit sehr niedrigen Kosten
gezielt sehr hohe Temperaturen für die Umsetzung von Stoffen
aller Art erreichen. Die Energiedichte von Umsetzungsprozessen,
seien es nun Verbrennungen, Pyrolysen, Hydrolysen odet andere
Zerlegungsprozesse läßt sich mittels der Erfindung steuern
35 und bestimmen.

Ziel der Erfindung ist die chemothermische Erzeugung eines kontinuierlichen plasmaähnlichen Zustandes auf dem niedrigstbenötigten Energieniveau und bei der niedrigstbenötigten Temperatur. Dazu geht die Erfindung von einer Kombination zweier kontinuierlich ablaufender chemischer Teilreaktionen aus.

In einem Vorverfahrensschritt dient die erste Teilreaktion der Erzeugung von frei verwendbarer Energie, die im Hauptverfahrensschritt für die Durchführung der eigentlichen Umsetzungsreaktion eingesetzt werden kann. Dabei werden im Vorverfahrensschritt ein, zwei oder mehrere Reaktionspartner unter Druck in eine Einspeisungseinheit geleitet. Dort werden die Reaktionspartner in einem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich gemischt (Mischphase) und durch einen Übergangsbereich hindurch in eine mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmte Zone geleitet, in der sie dann erst miteinander reagieren. Auch in dem mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich oder Zone steht das Stoffgemisch immer noch unter Druck. Infolge der extrem guten Durchmischung im Mischbereich erhalten die Reaktionspartner eine sehr große Reaktionsoberfläche. Durch den Druck, unter dem die Reaktionspartner stehen, ist eine sehr hohe Energiedichte gegeben.

Nimmt man für den Vorverfahrensschritt als Reaktionspartner zur Energieerzeugung z.B. Methan, Acetylen und Luft oder wie im obigen Beispiel Holz in Form von Holzmehl und Luft, so wird erreicht, daß das Gemisch bei einer Zündung in den mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich sofort vollständig, fast explosionsartig reagiert. Durch den Überdruck wird die Energie bzw. die Wärmemenge in einem kleineren Volumen frei, als dies bei atmosphärischem Druck der Fall wäre, sodaß die aus der Reaktion resultierende Temperatur entsprechend höher ist.

Durch die sehr gute Vermischung der reagierenden Reaktionspartner in dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischbereich wird die Reaktionsoberfläche an der eine Umsetzung der Reaktionspartner stattfindet
5 entsprechend größer. Dadurch erfolgt die chemische Umsetzung wesentlich schneller. Dadurch wird die bei der Reaktion insgesamt freigesetzte Wärmemenge in kürzerer Zeit freigesetzt, wodurch die Temperatur ebenfalls ansteigt.

10 Durch Vorheizen eines oder mehrerer Reaktionspartner, in unserem Beispiel kann es die Luft sein, wird die Zündwilligkeit des Gemisches und dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit deutlich heraufgesetzt. Dadurch wird ebenso die Reaktionszeit verkürzt und wird die bei der
15 Reaktion frei werdende Energie zusätzlich in noch kürzerer Zeit freigesetzt, was wiederum zu einem weiteren Temperaturanstieg beiträgt. In dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischbereich, in dem die Komponenten gemischt werden, sind diese nach einer
20 bestimmten Strecke bereits vollständig durchmischt. Die hohe Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich verhindert, daß das Gemisch sich entzündet bzw. eine Flammenfront oder Reaktionsfront in diesen Mischbereich zurückschlägt.

25 Die Strömungsgeschwindigkeit der einzelnen Reaktionspartner bzw. des Stoffgemisches in dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischbereich muß daher größer sein als die Geschwindigkeit, mit der die mögliche Reaktionsfront sich vorwärts bewegt. Dementsprechend
30 muß die Strömungsgeschwindigkeit des Stoffgemisches in dem mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich niedriger sein, um eine Ausbreitung der Flammenfront bzw. der Reaktionsfront zu ermöglichen. Dieser mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmte Bereich
35 (Reaktionsbereich) ist so gestaltet, daß im vorderen Bereich,

der sich direkt an den Mischbereich anschließt, eine wesentlich niedrigere Strömungsgeschwindigkeit herrscht, als im hinteren, bzw. weit entfernteren Reaktionsbereich. Dadurch wird sich die erste Teilreaktion in unmittelbarer Nähe des Übergangs vom Mischbereich zum Reaktionsbereich abspielen. Der Mischbereich ist nicht vergleichbar mit dem gleichfalls mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich, wie es ihn bei Gasbrennern gibt. Bei einem Gasbrenner dient der mit sehr hoher

5

10 Strömungsgeschwindigkeit durchströmte Bereich auch der Durchmischung, jedoch stehen diese zu durchmischende Gase nicht beide unter Druck und sind häufig auch nicht gegen die Umgebung abgeschirmt. Dadurch läßt sich auch kein Überdruck aufbauen. Im Mischbereich der Einspeisungseinheit steht jedoch das Stoffgemisch unter Überdruck. Der Überdruck kann mehrere Atmosphären betragen und ist notwendig, damit das Gasgemisch in den in dem mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich auch noch ausreichend Überdruck hat.

15

20

Zu diesem Zweck muß der Mischbereich gasdicht gegen seine Umgebung abgedichtet sein und auch von der Statik her für den vorhandenen Überdruck ausgelegt sein. Eine hohe Strömungsgeschwindigkeit, gegebenenfalls mit Turbulenz, besitzt bei Überdruck wesentlich andere Kenndaten als in einem nahezu atmosphärisch arbeitenden System. Allein die Gasreibung, möglicherweise die entscheidende Kenngröße für den Mischbereich, ist bezüglich ihrer Größe und ihrer Auswirkung bei atmosphärischen oder überatmosphärischen Systemen völlig unterschiedlich.

25

30

Im zweiten Vorverfahrensschritt läuft die zweite Teilreaktion zunächst etwa parallel zur ersten Teilreaktion ab. Ziel der zweiten Teilreaktion ist es, die Stoffe, deren molekulare Struktur zerlegt werden soll, mit anderen Reaktionspartnern, die die Zerlegung unterstützen oder

35

beschleunigen usw. innig zu vermischen.

Die Stoffe, deren Struktur zerlegt werden soll, werden nachfolgend als Einsatzstoffe bezeichnet. Der Einsatzstoff
5 oder die Einsatzstoffe werden alleine oder zusammen mit einem oder mehreren Umsetzungsstoffen für die Zerlegung bzw. Zerlegungsreaktion unter Druck in eine
Einspeisungseinheit geleitet. Dort werden sie in einem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten
10 Mischbereich gemischt. Ähnlich wie in dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischbereich für die erste Teilreaktion zur Erzeugung von frei verfügbarer
Wärmeenergie werden die verschiedenen Reaktionspartner auch hier gemischt. Die gemischten Reaktionspartner
15 bestehend aus Einsatzstoff und Umsetzungsstoff gelangen dann in den Reaktionsbereich für das Hauptverfahren, in dem eine geringere Strömungsgeschwindigkeit herrscht und treffen dort auf die Reaktionsprodukte der ersten
Teilreaktion.

Wie oben bereits beschrieben worden ist, wurden die Reaktionspartner der ersten Teilreaktion in den
Reaktionsbereich mit niedriger Strömungsgeschwindigkeit eingebracht, sodaß ihre chemische Reaktion innerhalb
25 extrem kurzer Zeit erfolgt und dadurch, wie oben gleichfalls beschrieben, in kürzester Zeit und bei kleinem Volumen sehr hohe Temperaturen erzeugt werden. In dieses
plasmaähnliche Feld wird nun das Gemisch der zweiten Teilreaktion eingebracht. Durch die Vermischung mit der
30 oder den Reaktionsprodukten der ersten Teilreaktion findet nun durch die zusätzlich eingegebenen Umsetzungsstoffe der zweiten Teilreaktion eine chemothermische
Zerlegungsreaktion statt.

35

In diesem plasmaähnlichen Bereich sollen nun die Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion solange gehalten werden, wie es für eine zuverlässig vollständige Zerlegung notwendig ist. Deshalb werden bereits bei der Einspeisung der Reaktionspartner für die zweite Teilreaktion diejenigen Umsetzungsstoffe beigegeben, deren Reaktionsprodukte zusammen mit den Reaktionsprodukten des oder der Einsatzstoffe und des oder der Reaktionsprodukten der ersten Teilreaktion zusammen, eine beabsichtigte Zusammensetzung ergeben, z.B. eines oder mehrere natürliche oder technische Stoffe, wenn diese den plasmaähnlichen Bereich wieder verlassen haben. Bei der zweiten Teilreaktion, die annähernd parallel zur ersten Teilreaktion abläuft, ist es unter Umständen nicht so wichtig, ob die Umsetzungsreaktion bereits im Mischbereich einsetzt oder erst in dem sich anschließenden, mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Bereich. So wird es in fast allen Fällen sinnvoll sein, einen oder mehrere Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion bereits vorzuwärmen oder aufzuheizen, bevor sie in die Einspeisungseinheiten gelangen. Dadurch wird weniger Wärmeenergie in dem mit geringer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich verbraucht und dadurch die Gesamtreaktion effektiver.

Ist der Einsatzstoff bekannt, dann läßt sich die notwendige Temperatur ermittelt, bei der die molekulare Struktur des Einsatzstoffes vollständig zerlegt wird. Ebenso läßt sich aufgrund der in den Reaktionspartnern der ersten Teilreaktion enthaltenen Wärmeenergie und des gewählten und herrschenden Druckes, die zu erwartende Temperatur errechnen. Aus der Temperatur, der Wärmemenge und den Stoffdaten des Einsatzstoffes, insbesondere seines Energiebedarfs bei der Umsetzungs- bzw. Zerlegungsreaktion, läßt sich errechnen, welche Menge der Reaktionspartner der ersten Teilreaktion notwendig sind oder welche Menge

des Einsatzstoffes zugegeben werden kann oder deren optimales Mengenverhältnis zueinander.

Weiterhin läßt sich genau vorausbestimmen, welche
5 Reaktionsprodukte sich beim Verlassen des plasmaähnlichen
Bereiches bilden werden. Ihre Bildung ergibt sich aus den
eingesetzten Reaktionspartnern der ersten und zweiten
Teilreaktion, wobei sich die Stoffe qualitativ und
quantitativ mit geringen Abweichungen angeben lassen. Diese
10 Abweichungen liegen bei konstant eingegebenen Stoffen im
Bereich von etwa 0,001 % bis 0,0005 %, bezogen auf die
eingegebene Stoffmenge der Reaktionspartnern der ersten und
zweiten Teilreaktionen.

Durch die Aufteilung in zwei getrennte Einspeisungen
15 erreicht man eine hohe Stabilität der Reaktion. Die erste
Teilreaktion beginnt unmittelbar nach dem Austritt aus dem
Mischbereich, also in dem Übergangsbereich, in dem sich
die Geometrie des Mischbereiches so verändert, daß die
20 Strömung niedriger wird und eine Ausbreitung der
Flammenfront bzw. der Reaktionsfront möglich ist. In diesem
verhältnismäßig kleinen Bereich stabilisiert sich die
energieliefernde erste Teilreaktion.

Würden die Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion
25 gleichzeitig mit den Reaktionspartnern der ersten Teilreaktion
eingespeist, dann würde dies zu einer Instabilität führen.
Beim Anfahren bzw. beim Starten des Konverters kann das
zweite Stoffgemisch nicht sofort zugegeben werden, sondern
30 erst dann, wenn sich die energieliefernde erste Teilreaktion
stabilisiert hat und der Konverter sich auf seine
Betriebstemperatur aufgeheizt hat. In dieser Anfangszeit ist
das Volumen der eingegebenen Stoffe kleiner, da die
Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion noch nicht mit
35 eingespeist sind. Dadurch ist die Energiedichte niedriger,

BAD ORIGINAL

da durch das kleinere Volumen auch der Druck niedriger ist. Wie vorstehend beschrieben worden ist, resultiert aber die hohe Temperatur aus den genau aufeinander abgestimmten Verhältnissen von Druck, Reaktionsoberfläche und
5 Energiedichte. Außerdem ist es nicht möglich, Teilkomponenten der Reaktion bezüglich ihres Volumens zu verändern, ohne daß dies direkten Einfluß auf die Strömungsverhältnisse im Mischbereich hat.

10 Der mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmte Mischbereich ist aber, wie bereits beschrieben, die Voraussetzung dafür, daß die erste Teilreaktion nicht bereits im Mischbereich, sondern erst in dem sich anschließenden Reaktionsbereich zu einer plötzlichen Reaktion mit der
15 Folge der sehr hohen Temperatur kommt, die zu einem plasmaähnlichem Zustand führt. Diese Trennung der Teilreaktionen ist also eine Voraussetzung für die stabile und konstante Erzeugung eines plasmaähnlichen Zustandes in dem sich an den Mischbereich anschließenden, mit geringerer
20 Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich. Wie bei einer Zwangsführung in der Mechanik wird hier eine chemische Reaktion - die erste Teilreaktion - mit gezwungener Verzögerung zur plötzlichen Reaktion gebracht. Durch diese zwangsgeführte chemische Reaktion wird die
25 Energiedichte gezielt verändert. Diese Zwangsführung der Reaktion führt zur Steuerbarkeit der Energiedichte der Reaktion und damit zur Steuerbarkeit der Reaktion.

Durch die Aufspaltung der Gesamtreaktion in zwei
30 Teilreaktionen erreicht man mit einfachem Aufwand Zerlegungsraten für die Einsatzstoffe, die so hoch sind, daß ein Nachweis über noch vorhandene, also nicht zerlegte Einsatzstoffe mit den heute bekannten Meßmethoden nicht
mehr möglich ist. Erreicht werden diese hohen Zerlegungsraten
35 durch die Zugabe von Umsetzungstoffen, die bei der zweiten

Teilreaktion den Einsatzstoffen beigemischt werden.

Ein Beispiel verdeutlicht dies: dem Einsatzstoff Tetrafluormethan, ein Stoff mit hoher thermischer Stabilität, wird Methan beigemischt. Das Mischungsverhältnis wird so gewählt, daß ein leichter Überschuß an Wasserstoffatomen, gebunden im Methan gegenüber den Fluoratomen, die im Tetrafluormethan gebunden sind, besteht. Gelangt dieses Gemisch nun in den an den Mischbereich sich anschließenden, mit geringer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich, in dem entsprechend ausreichend hohe Temperatur durch die erste Teilreaktion erzeugt worden ist, dann findet nicht nur eine thermische Zerlegung sondern auch chemische Reaktion statt. Der frei werdenden Wasserstoff des Methans reagiert mit dem Fluor des Einsatzstoffes Tetrafluormethan. Die thermisch nicht so stabilen Methanmoleküle werden innerhalb weniger Millisekunden im heißen, plasmaähnlichen Bereich aufgespalten. Eine zusätzliche Vorheizung des Methans und/oder des Tetrafluormethans vor der Einspeisung in den Mischbereich beschleunigt diese Aufspaltung. Das Methan setzt Wasserstoff als sogenanntes freies Radikal frei. Dieser freigesetzte radikale Wasserstoff "zerlegt" zusätzlich zu der thermischen Reaktion das Tetrafluormethan. Durch die Durchmischung der zwei Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion, in dem vorliegenden Beispiel Tetrafluormethan und Methan, im Mischbereich der zweiten Teilreaktion, wird, wie bei der ersten Teilreaktion, die größtmögliche Reaktionsoberfläche zwischen den beiden Reaktionspartnern geschaffen. Dadurch kann es innerhalb von Millisekunden zu einer vollständigen Reaktion zwischen dem Wasserstoff des Methans und dem Fluor des Tetrafluormethans kommen, wenn das Gemisch in den an den Mischbereich sich anschließenden Reaktionsbereich eintritt, in dem die sehr hohen Temperaturen herrschen.

BAD ORIGINAL

Der Überdruck unter dem die Reaktion stattfindet beschleunigt die chemische Umsetzung zusätzlich, da der Überdruck höhere Dichte und höhere Dichte kleinere Abstände zwischen den Reaktionspartnern bedeuten. Kleinere Abstände bedeuten eine
5 schnellere Reaktion. Die Reaktionsgeschwindigkeit steigt, wie aus der Verfahrenstechnik bekannt ist, exponential mit dem Druck an. Obgleich die vorbeschriebene Reaktion zwischen dem Fluor und dem Wasserstoff einen Teil der aus der ersten Teilreaktion freiwerdenden Wärmeenergie verbraucht, wird
10 dennoch durch die parallel ablaufende erste Teilreaktion der plasmaähnliche Zustand konstant aufrecht erhalten.

Durch eine entsprechende Gestaltung des Konverters, insbesondere durch die entsprechende Anordnung der
15 verschiedenen Mischbereiche wird auch eine möglichst große Oberfläche zwischen den Reaktionen der ersten und der zweiten Teilreaktion im mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich geschaffen. Im Reaktionsbereich ist die Strömungsgeschwindigkeit wesentlich niedriger als im
20 Mischbereich. Deshalb wirken sich Veränderungen der zweiten Teilreaktion nicht nachteilig aus. Die große Oberfläche zwischen den Reaktionsprodukten der ersten Teilreaktion, dem plasmaähnlichem Bereich, und den Reaktionspartnern der zweiten Teilreaktion führt zu einem schnellen Wärmeübergang
25 auf die Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion.

Wie vorbeschrieben worden ist, führt die erste Teilreaktion zu einem plasmaähnlichen Zustand mit einer sehr hohen Temperatur. Die im plasmaähnlichen Zustand frei werdende
30 Wärmeenergie wird zu einem sehr großen Teil als Strahlungswärme abgegeben, deren Übertragung bekanntlich mit Lichtgeschwindigkeit erfolgt. Um diese abgegebene Wärme auf dem hohen Temperaturniveau zu halten, muß das Volumen, an welches diese Wärme abgegeben wird, sehr klein sein.

35

BAD ORIGINAL

Bei den vorbeschriebenen Abläufen besteht die größte Schwierigkeit darin, den mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischbereich der ersten energieliefernden Teilreaktion richtig zu gestalten. Es ist für die Gesamtreaktion entscheidend, daß die chemische Umsetzung zwischen den Reaktionspartnern der ersten Teilreaktion nicht schon in dem Mischbereich beginnt. Dadurch würde die frei werdende Wärmemenge über einen größeren Zeitraum und an ein größeres Volumen abgegeben, was zur Absenkung der erreichten Temperatur führen würde. Deshalb muß gerade im Mischbereich, wo die Vorwärmung, die optimale Durchmischung und der Druck zur sofortigen Reaktion drängen, verhindert werden, daß z.B. Druckabfall bei Druckschwankungen im Reaktionsbereich auf den Mischbereich übergreift.

In den nachfolgend beschriebenen Zeichnungen ist ein Konverter 1 zur Durchführung des Verfahrens wiedergegeben.

Figur 1 zeigt den Konverter 1 mit einem senkrechten rechtwinkligen Ausschnitt, so daß der innere Aufbau des Konverters 1 sichtbar ist. Der Konverter 1 enthält einen Hauptreaktionsraum 121 und eine Austrittsdüse 13 für die Reaktionsprodukte der Hauptreaktion. Im Kopf 11 des Konverters 1 befinden sich die Einspeisungseinheiten 21, 22, 23, 24 für das erste Gasgemisch und die Einspeisungseinheiten 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 für das zweite Gasgemisch. Die jeweils angegebene Anzahl von vier bzw. sieben Einspeisungseinheiten sind nur als ein Beispiel anzusehen, es können ohne weiteres jeweils mehr oder auch weniger Einspeisungseinheiten vorhanden sein. Etwa im gestrichelt eingezeichneten Bereich 111 findet die vorbeschriebene Hauptreaktion statt. Vorzugsweise bestehen der Kopf 11, das Hauptteil 12 und die Austrittsdüse 13 des Konverters 1 aus einem äußeren Metallmantel mit einer

BAD ORIGINAL

Keramikauskleidung.

In Figur 2 ist eine Einspeisungseinheit 21 im vergrößerten Maßstab wiedergegeben. Die Einspeisungseinheiten 31 haben den identischen Aufbau, so daß die nachfolgende detaillierte Beschreibung der Einspeisungseinheit 21 auch für die Einspeisungseinheit 31 gilt. In der Zeichnung ist oben die Zufuhrleitung 211 des ersten Reaktionspartners, z.B. Methan, und darunter die Zufuhrleitung 212 für den zweiten Reaktionspartner, z.B. Luft, erkennbar. Der zweite Reaktionspartner wird in den mantelförmigen Zwischenraum 213 zwischen der Einspeisungsnadel 214 des ersten Reaktionspartners und dem Gehäuse 210 der Einspeisungseinheit 21 eingeleitet. Über eine in die Nadel 214 integrierte oder anderweitig befestigte Blende 215 wird bereits vor dem Zusammentreffen der beiden Reaktionspartner eine Turbulenz erzeugt. Diese Turbulenz pflanzt sich dann - in der Figur 2 nach unten - in einen mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischkanal 216 fort. Anstelle der Blende 215 können auch ein oder mehrere andere Mittel zur Erzeugung der Turbulenz gewählt werden.

In Figur 1A ist der Konverter 1 nach Figur 1 mit Vorheizkanälen 122 im Hauptteil 12 wiedergegeben. In diesen Vorheizkanälen 122 können ein oder beide Reaktionspartner vorgeheizt werden, wodurch die Reaktionsfähigkeit und -bereitschaft erhöht wird. Werden einer Einspeisungseinheit 21 vorgewärmte Reaktionspartner zugeführt, so muß die Turbulenz bereits bestehen, bevor sich die Reaktionspartner mischen.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Mischkanal 216 handelt es sich um einen röhrenförmigen Kanal mit einer entsprechenden Oberflächengestaltung. Ein solcher röhrenförmiger, mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmter

BAD ORIGINAL

Mischkanal ist fertigungstechnisch sehr einfach herzustellen. Jedoch sind ihm strömungstechnische Grenzen gesetzt. Anstelle des röhrenförmigen Mischkanals 216 sind auch andere Formen möglich. Es muß nur gewährleistet sein, daß die
5 Strömung eine sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit hat und keine Bereiche vorhanden sind, in denen es innerhalb von Wirbeln oder ruhigen Zonen zur Unterschreitung der notwendigen Strömungsgeschwindigkeit kommt. Diese
10 Unterschreitung würde zu einer bereits oben beschriebenen verfrühten Reaktion führen.

Das Zusammentreffen der beiden Reaktionspartner erfolgt in dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten ringförmigen Spalt 215a

15 Figur 3 zeigt eine Einspeisungseinheit 21 mit dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischkanal 216 und den Übergang in den mit niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich
20 217 für die Reaktionspartner der ersten Teilreaktion sowie eine Einspeisungseinheit 31 mit dem mit sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Mischkanal 316 und den Übergang in den mit niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Reaktionsbereich 317 für die
25 Reaktionspartner der zweiten Teilreaktion.

Diese beiden parallel dargestellten Einspeisungseinheiten 21, 31 können auch, wie in Figur 3A dargestellt ist, in einem Neigungswinkel zueinander angeordnet sein, was die
30 Mischung der beiden Teilreaktionen zur Hauptreaktion begünstigt. Figur 3A zeigt wie Figur 1 zwei Teilreaktionsbereiche 217, 317 der ersten und zweiten Teilreaktion. In diesem Fall sind die Teilreaktionsbereiche 217, 317 so angeordnet, daß sie kugelsegmentförmig in den
35 mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten

BAD ORIGINAL

Hauptreaktionsbereich 111 münden. Dadurch kommt es bei den Haupt- oder Umwandlungsreaktionen zu einer besseren Überlagerung und damit zu einer besseren Durchmischung der Teilreaktionen. In diesem Fall bildet sich in dem mit
5 geringerer Strömungsgeschwindigkeit durchströmten Hauptreaktionsbereich 111 ein Brennpunkt aus, in dem die Gesamtreaktion überwiegend stattfindet.

In Figur 1B ist der Konverter 1 mit einer Pilotanlage 4
10 wiedergegeben. Die Pilotanlage 4 ist durch den Strömungskanal 43 mit dem Hauptreaktionsraum 121 verbunden und dient bei Inbetriebnahme des Konverters 1 durch eine nicht dargestellte Zündeinrichtung zur sicheren Zündung des durch die Einspeisungseinheiten 21 - 24 einströmenden
15 energieliefernden ersten Gasgemisches. Die Pilotanlage 4 besteht aus einer Zufuhrleitung 41 für ein Zündgas, einem Zündraum 42 mit mindestens einer nicht dargestellten Zündeinrichtung und dem in den Hauptreaktionsraum 121 mündenden Strömungskanal 43.

20 Während des Betriebs des Konverters 1 kann die Pilotanlage 4 zur Gasentnahme aus dem Reaktionsraum 121 dienen um die Hauptreaktionsprodukte laufend zu überwachen. Über die Pilotanlage 4 können jedoch auch weitere an der
25 Hauptreaktion beteiligte Reaktionspartner zugeführt werden.

Beim Betrieb des vorbeschriebenen Konverters 1 stellen sich konstante, stabile Umsetzungsraten ein, die im Vergleich mit dem bisher technisch Möglichen extrem hoch sind.
30 Gleichzeitig sind der Energieaufwand und der apparative Aufwand wesentlich kleiner. Dies ist auch deshalb der Fall, weil der Konverter 1 die kleinstmögliche Außenoberfläche und damit die geringsten Wärmeverluste durch Konvektion und Abstrahlung von der Außenoberfläche hat.

35

BAD ORIGINAL

Bezugszeichenliste

	1	Konverter
	11	Kopf
	111	Hauptreaktionsbereich
	12	Hauptteil
5	121	Hauptreaktionsraum
	122	Vorheizkanäle
	13	Austrittsdüse
	21	Einspeisungseinheit für das erste Gasgemisch
	210	Gehäuse
10	211	Zufuhrleitung
	212	Zufuhrleitung
	213	Zwischenraum
	214	Einspeisnadel
	215	Blende
15	215a	ringförmiger Spalt
	216	Mischkanal
	217	Teilreaktionsbereich
	22,23,24	Einspeisungseinheiten
	31	Einspeisungseinheit für das zweite Gasgemisch
20	316	Mischbereich
	317	Teilreaktionsbereich
	32-37	Einspeisungseinheiten
	4	Pilotanlage
	41	Zufuhrleitung
25	42	Zündraum
	43	Strömungskanal

Patentansprüche

1. Verfahren zur chemothermischen Umsetzung fließfähiger
oder in einen fließfähigen Zustand überführbarer
Verbindungen (Einsatzstoffe), insbesondere organischer
oder komplexer toxischer Verbindungen, in
5 niedermolekulare organische oder anorganische
Verbindungen, gekennzeichnet durch mindestens einen
Vorverfahrensschritt zur Erzeugung der Energie für die
Umsetzungsreaktion und mindestens einen nachfolgenden
Hauptverfahrensschritt mit der Umsetzungsreaktion, wobei
10 im Vorverfahrensschritt in einer Mischphase eine
vollständige Durchmischung der unter Überdruck stehenden
und ein exothermes Stoffgemisch bildenden
Reaktionspartner erfolgt, ohne daß dieses exotherme
Gemisch in der Mischphase reagieren kann und erst am
15 Ende der Mischphase beide Reaktionspartner dem Überdruck
entsprechend mit hoher Reaktionsgeschwindigkeit und
Energiedichte in einer ersten Teilreaktion miteinander
reagieren und
im Hauptverfahrensschritt ein zweites umzusetzendes
20 Stoffgemisch, bestehend aus dem Einsatzstoff und einem
Umsetzungsstoff, die zur Umsetzung benötigte Energie
durch Mischung mit den in einem hohen Temperatur- und
Druckzustand befindlichen Reaktionsprodukte der ersten
Teilreaktion von diesen erhält.

25

30

BAD ORIGINAL

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen
zweiten, mit dem ersten annähernd parallel ablaufenden
Vorverfahrensschritt für das zweite Stoffgemisch mit
einer Mischphase, in der eine vollständige
5 Durchmischung des ebenfalls unter Überdruck stehenden
Einsatzstoffes mit dem Umsetzungsstoff erfolgt, ohne
daß das zweite Stoffgemisch in der Mischphase reagieren
kann.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
in der oder am Ende der Mischphase des zweiten
Vorverfahrensschrittes bereits eine Teilreaktion
erfolgt.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, insbesondere zur
Zerlegung chemisch stabiler Verbindungen, dadurch
gekennzeichnet, daß das erste Stoffgemisch ein
Gasgemisch, bestehend aus einem Brennstoff und einem
Sauerstoffträger und das zweite Stoffgemisch ein
20 Gasgemisch, bestehend aus dem Einsatzstoff und dem
gleichen oder einem anderen Brennstoff ist.
- 25 5. Konverter zur Durchführung des Verfahrens nach einem
der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch den
Hauptreaktionsraum (121) mit einer Austrittsdüse (13)
für die Reaktionsprodukte, mindestens einer ersten
Einspeisungseinheit (21) für die Zufuhr des ersten
Gasgemisches in den Reaktionsraum (121) und mindestens
30 einer zweiten Einspeisungseinheit (31) zur Zufuhr des
zweiten Gasgemisches.

6. Konverter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Einspeisungseinheit (21) aus Zufuhrteilen (211, 212, 213, 214, 215) zur getrennten Zufuhr der das Gasgemisch bildenden Gase und einen als Mischbereich dienenden und in den Hauptreaktionsraum (121) mündenden Mischkanal (216) besteht, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des Gasgemisches im Mischkanal (216) größer ist als die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Reaktionsfront des Gasgemisches.

7. Konverter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopfteil (11) des Konverters (1) die Form einer Kugelkalotte hat und die Austrittsdüse (13) etwa dem Kopfteil (11) gegenüber angeordnet ist.

8. Konverter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischkanäle (216, 316) der im Konverterkopf (11) angeordneten Einspeisungseinheiten (21, 31) radial verlaufen und die Achsen der Mischkanäle (216, 316) sich etwa in einem Schnittpunkt im Hauptreaktionsraum (121) schneiden.

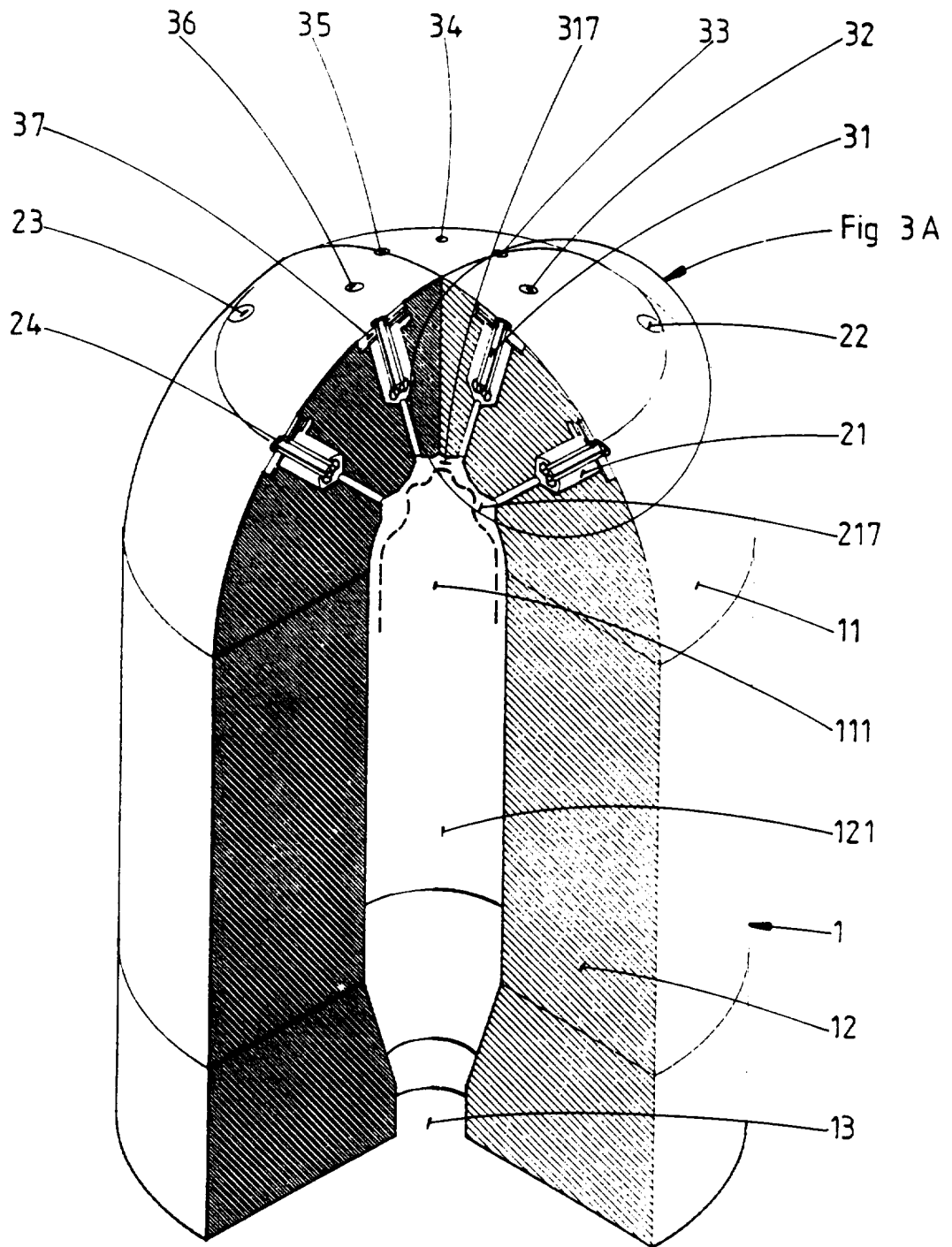
9. Konverter nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisungseinheiten (21-24) für das erste Gasgemisch auf einem auf den Konverterkopf (11) liegenden äußeren Kreis und die Einspeisungseinheiten (31 - 37) für das zweite Gasgemisch auf einem inneren Kreis liegen.

10. Konverter nach einem der Ansprüche 5 bis 9, gekennzeichnet durch eine Piloteinrichtung (4) am Reaktionsraum (121) zur Zündung des einströmenden ersten Gasgemisches.

BAD ORIGINAL

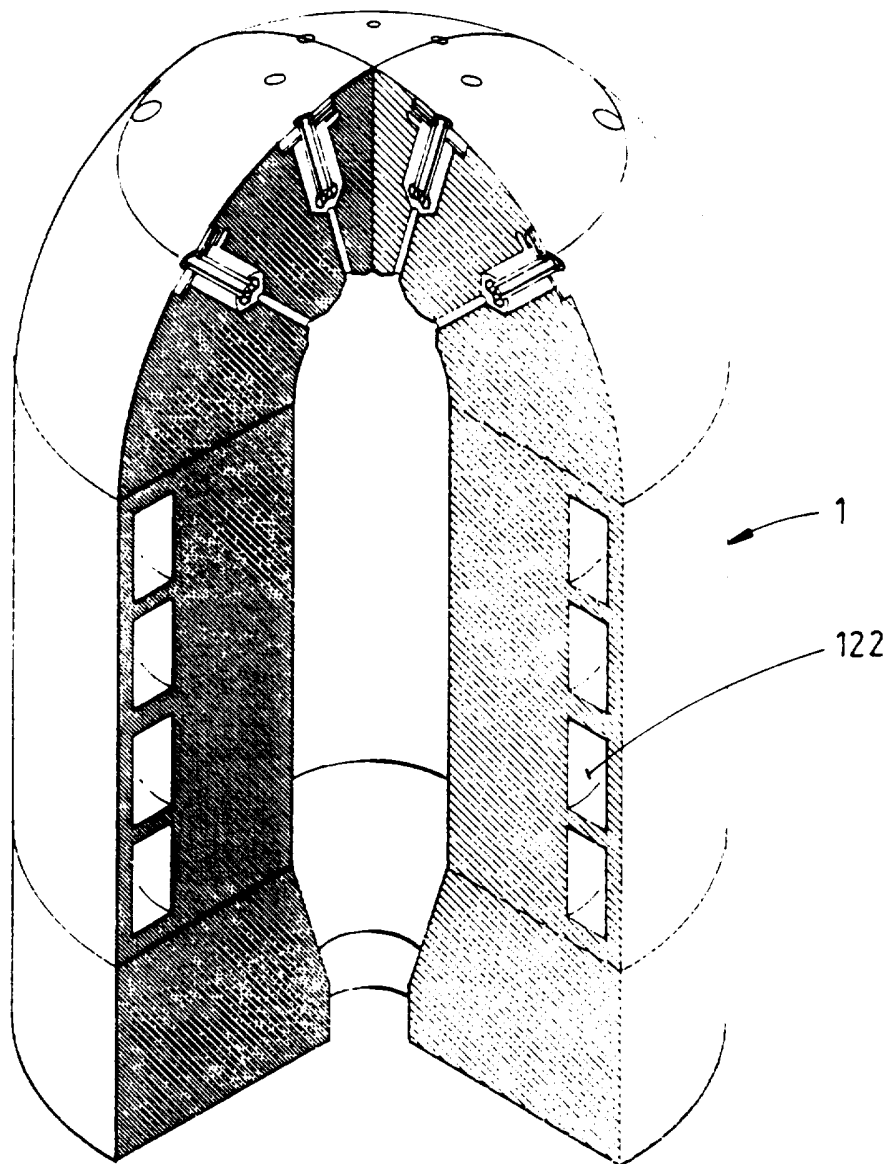
11. Konverter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Piloteinrichtung (4) aus einer Zufuhrleitung (41), einem Zündraum (42) mit mindestens einer Zündeinrichtung und einem Strömungskanal (43) besteht, wobei der Strömungskanal (43) in den Reaktionsraum (121) mündet.
12. Konverter nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Pilotanlage (4) nach Beendigung des Zündvorganges und während des Betriebs des Konverters (1) für die Gasentnahme aus dem Reaktionsraum (121) zur Gasanalyse dient.
13. Konverter nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Konverter (1) aus einem Metallmantel mit Keramikauskleidung des Reaktionsraumes (121) besteht.
14. Konverter nach einem der Ansprüche 5 bis 13, gekennzeichnet durch Vorheizkanäle (122) zur Vorheizung eines oder mehrerer Gase.

1/6



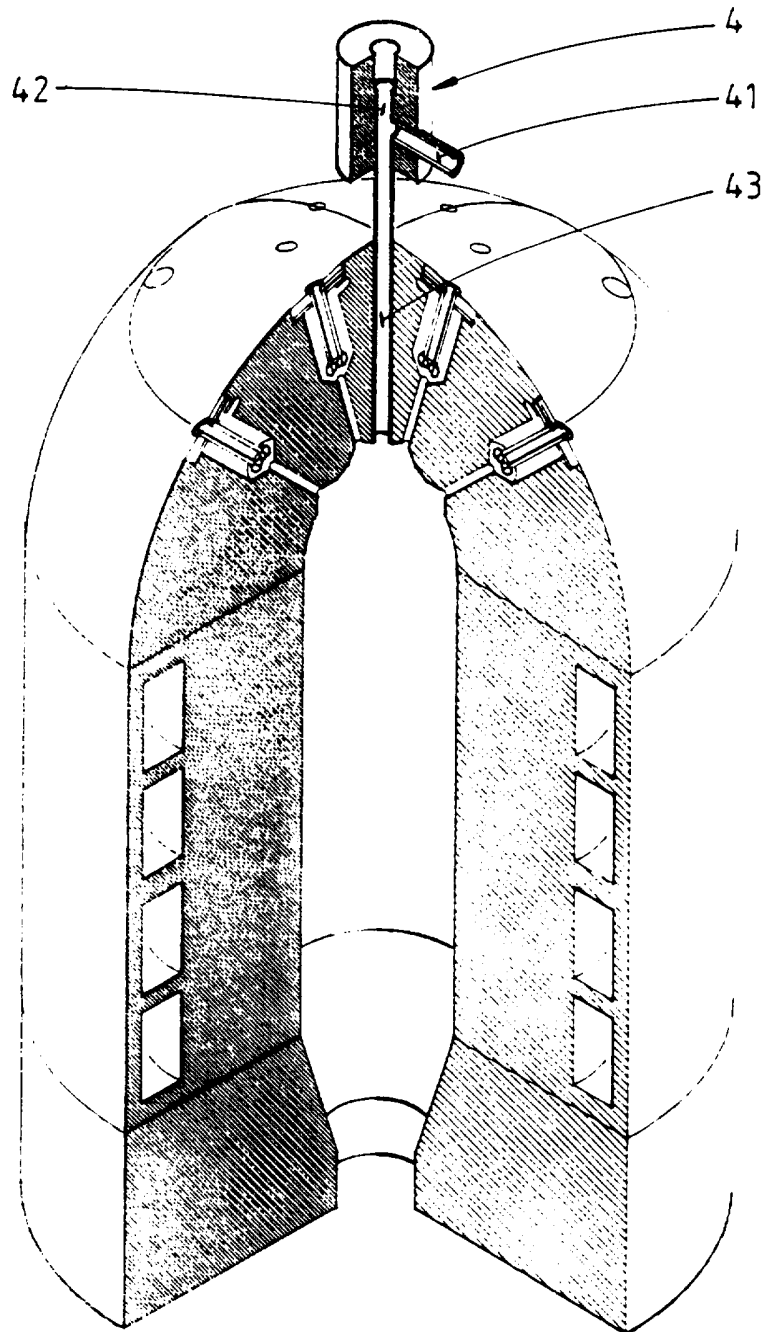
Figur 1

2/6



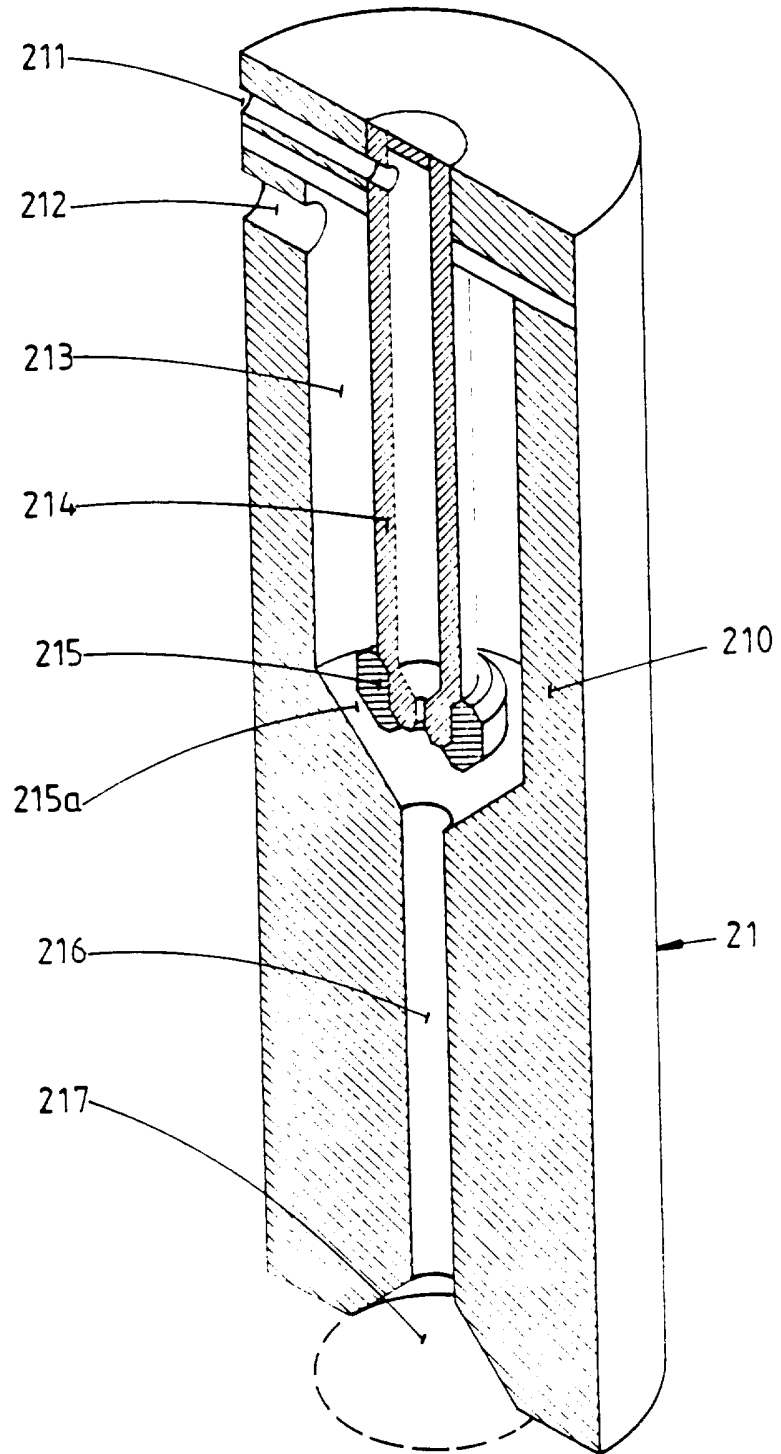
Figur 1a

3/6



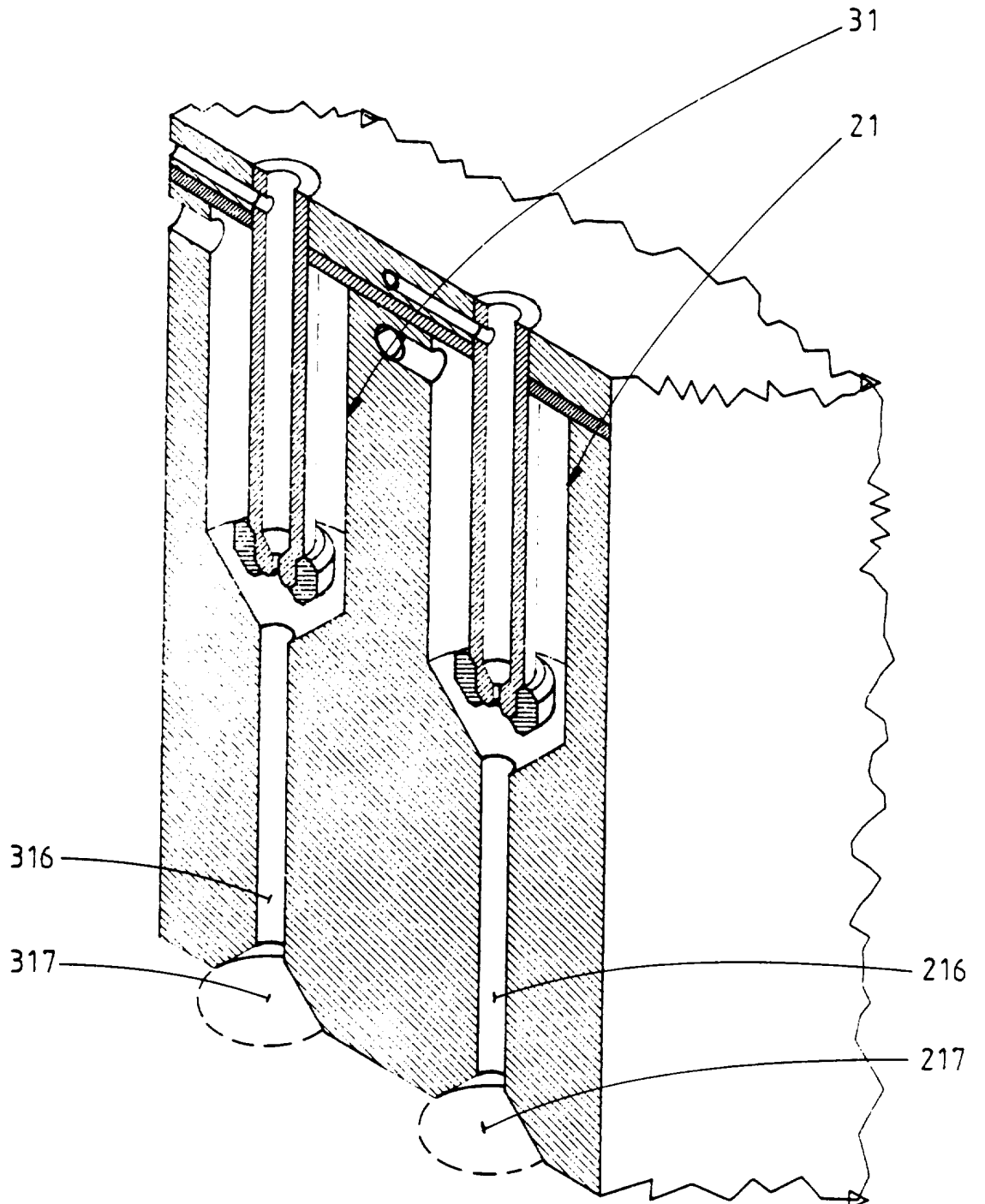
Figur 1b

4/6



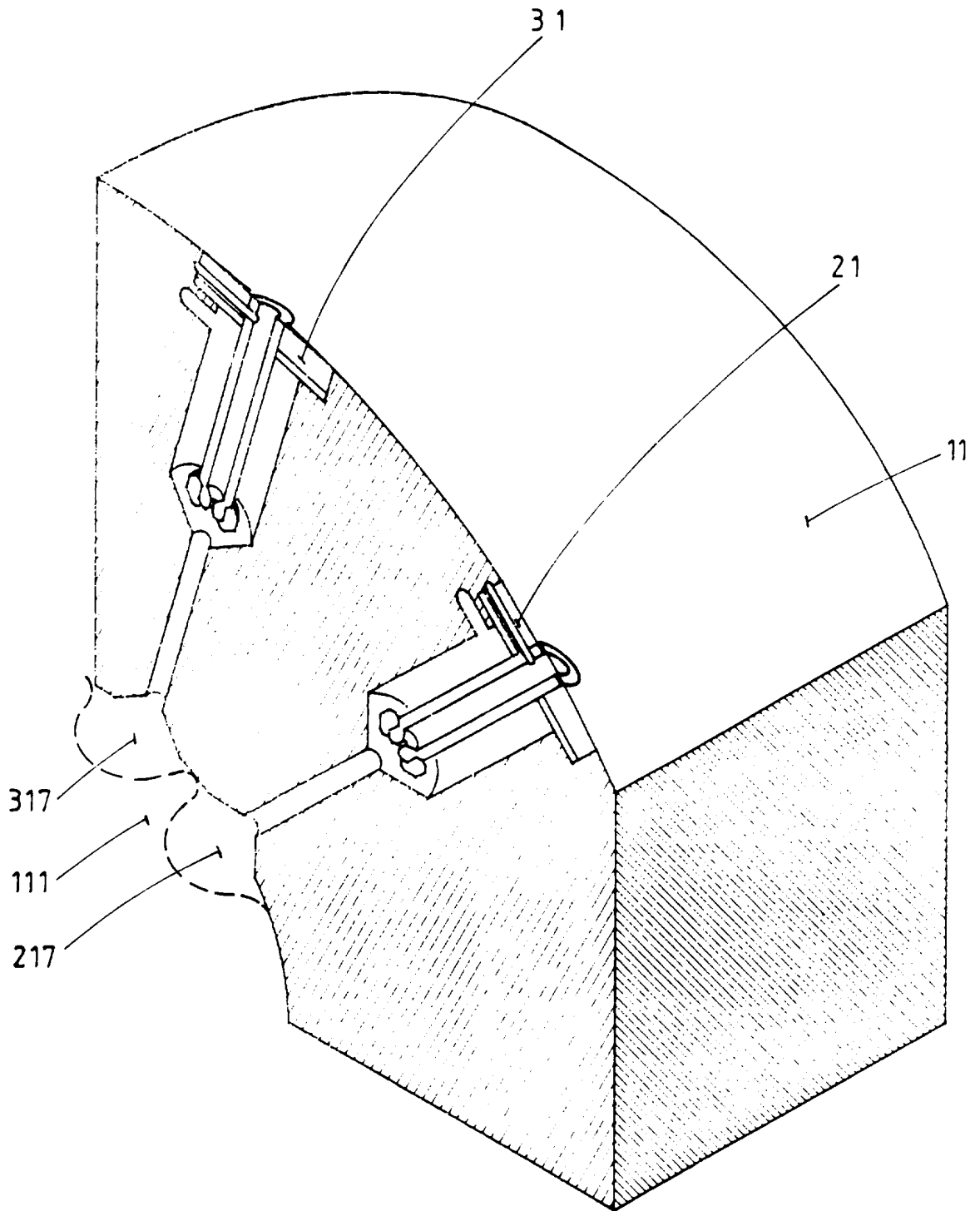
Figur 2

5/6



Figur 3

6/6



Figur 3a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 95/01031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B01J12/00 A62D3/00 F23G7/00 F23G7/06

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 6 B01J A62D F23G

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,80 00741 (K.KONRAD) 17 April 1980 see abstract see page 2, line 20 - page 3, line 19 see page 4, line 14 - line 31 see page 6, line 1 - line 16 see page 7, paragraph 2 see page 9, line 13 - page 12, line 19 see figures 1,2 ---	1-6,13
A	FR,A,2 468 070 (G.BROLA) 30 April 1981 see page 2, line 20 - page 6, line 11 see figures ---	1,4,6-8, 13
A	GB,A,1 387 730 (CONTINENTAL CARBON COMPANY) 19 March 1975 see page 3, line 36 - page 4, line 24 see figures ---	1,2,5-8, 10,11,13
-/--		

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

28 November 1995

08. 12. 95

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

Stevnsborg, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 95/01031

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,39 42 962 (FR. KAMMERER GMBH) 27 June 1991 see the whole document ---	1,4-7, 10,14
A	US,A,3 098 883 (FARBWERKE HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT) 23 July 1963 see the whole document ---	1,7-11
A	US,A,3 586 732 (TRW INC.) 22 June 1971 see column 10, line 20 - column 11, line 12 see figures 2,3 ---	1,7-9,13
A	US,A,3 985 494 (HOWE-BAKER ENGINEERS, INC.) 12 October 1976 see the whole document -----	1,4,7,8, 10,11,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 95/01031

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8000741	17-04-80	US-A- 4206711 EP-A- 0020504	10-06-80 07-01-81
FR-A-2468070	30-04-81	NONE	
GB-A-1387730	19-03-75	NONE	
DE-A-3942962	27-06-91	AT-T- 109364 DE-D- 59006728 WO-A- 9109650 EP-A- 0506869	15-08-94 08-09-94 11-07-91 07-10-92
US-A-3098883	23-07-63	NONE	
US-A-3586732	22-06-71	NONE	
US-A-3985494	12-10-76	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In: nationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01031

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 B01J12/00 A62D3/00 F23G7/00 F23G7/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 B01J A62D F23G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO,A,80 00741 (K.KONRAD) 17. April 1980 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 20 - Seite 3, Zeile 19 siehe Seite 4, Zeile 14 - Zeile 31 siehe Seite 6, Zeile 1 - Zeile 16 siehe Seite 7, Absatz 2 siehe Seite 9, Zeile 13 - Seite 12, Zeile 19 siehe Abbildungen 1,2 ---	1-6,13
A	FR,A,2 468 070 (G.BROLA) 30. April 1981 siehe Seite 2, Zeile 20 - Seite 6, Zeile 11 siehe Abbildungen --- -/--	1,4,6-8, 13

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <ul style="list-style-type: none"> *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 | <ul style="list-style-type: none"> *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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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 nahelegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <p style="text-align: center; font-weight: bold;">28. November 1995</p>	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <p style="text-align: center; font-weight: bold;">08. 12. 95</p>
Name und Postanschrift der Internationale 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 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Stevnsborg, N</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01031

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB,A,1 387 730 (CONTINENTAL CARBON COMPANY) 19. März 1975 siehe Seite 3, Zeile 36 - Seite 4, Zeile 24 siehe Abbildungen ---	1,2,5-8, 10,11,13
A	DE,A,39 42 962 (FR. KAMMERER GMBH) 27. Juni 1991 siehe das ganze Dokument ---	1,4-7, 10,14
A	US,A,3 098 883 (FARBWERKE HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT) 23. Juli 1963 siehe das ganze Dokument ---	1,7-11
A	US,A,3 586 732 (TRW INC.) 22. Juni 1971 siehe Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 12 siehe Abbildungen 2,3 ---	1,7-9,13
A	US,A,3 985 494 (HOWE-BAKER ENGINEERS, INC.) 12. Oktober 1976 siehe das ganze Dokument -----	1,4,7,8, 10,11,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In: Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 95/01031

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-8000741	17-04-80	US-A- 4206711 EP-A- 0020504	10-06-80 07-01-81
FR-A-2468070	30-04-81	KEINE	
GB-A-1387730	19-03-75	KEINE	
DE-A-3942962	27-06-91	AT-T- 109364 DE-D- 59006728 WO-A- 9109650 EP-A- 0506869	15-08-94 08-09-94 11-07-91 07-10-92
US-A-3098883	23-07-63	KEINE	
US-A-3586732	22-06-71	KEINE	
US-A-3985494	12-10-76	KEINE	