



(10) **DE 10 2011 053 108 B4** 2017.02.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 053 108.4**
(22) Anmeldetag: **30.08.2011**
(43) Offenlegungstag: **28.02.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.02.2017**

(51) Int Cl.: **C10J 3/18 (2006.01)**
C25B 1/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Stöcklinger, Robert, 83620 Feldkirchen-
Westerham, DE**

(74) Vertreter:
**Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte,
93047 Regensburg, DE**

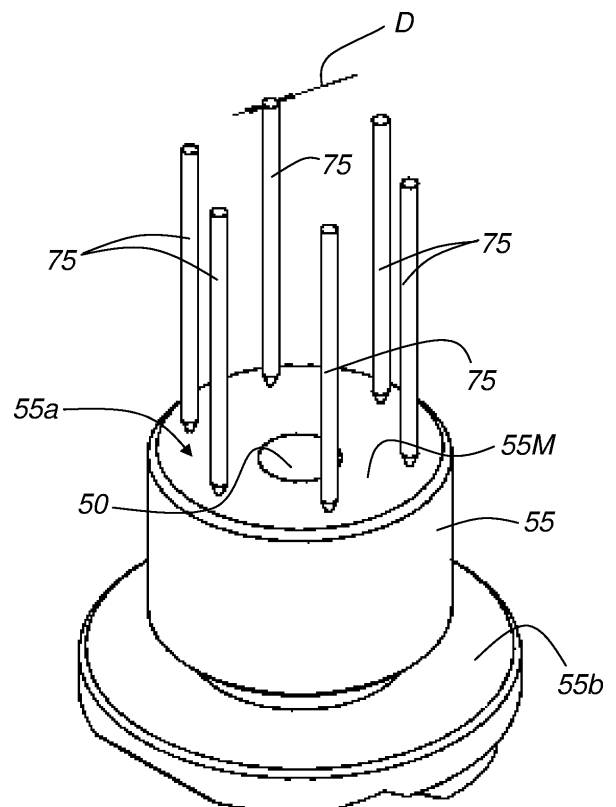
(72) Erfinder:
**Stöcklinger, Robert, 83620 Feldkirchen-
Westerham, DE; zur Nedden, Klaus, Dr., Absam,
AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2008 007 791	A1
DE 10 2010 060 212	A1
WO 2007/ 116 225	A1
WO 2009/ 029 292	A1
WO 2010/ 006 881	A1
RU 2 258 097	C1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Brenngas**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (1; 2; 3) zur Erzeugung von Brenngas (7), mit einem Elektrodenstisch (55) zur Aufnahme eines Elektrolyten (8) aus einem wässrigen Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser, der von einem Reaktorgefäß (60) umgeben ist; einem Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) zur Zufuhr des Elektrolyten (8) auf den Elektrodenstisch (55), der eine Mulde (55M) ausgebildet hat, die den Elektrolyten (8) aufnimmt; einer Elektrode (70) mit einer Vielzahl von stabförmigen Elementen (75), die dem Elektrodenstisch (55) zugewandt sind, wobei das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) und die Elektrode (70) derart ausgestaltet sind, dass zwischen ihnen eine elektrische Spannung anlegbar ist, um zwischen Elektrode (70) und Elektrolyt (8) ein Plasma zu bilden, wodurch das Brenngas (7) erzeugbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrodenstisch (55) um eine Achse (A) drehbar ausgebildet ist und wobei die stabförmigen Elemente (75) in einer Halteeinrichtung (74) gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas, insbesondere Wasserstoff (H_2), Kohlenmonoxid (CO) und gegebenenfalls gasförmigen Kohlenwasserstoffen, wie beispielsweise Methan (CH_4).

[0002] Im Besonderen betrifft eine Vorrichtung mit einem Elektrodentisch zur Aufnahme eines Elektrolyts aus einem wässrigen Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser. Der Elektrodentisch ist von einem Reaktorgefäß umgeben. Ein Elektrolyt-Zufuhrrohr ist zur Zufuhr des Elektrolyts auf den Elektrodentisch ausgebildet. Eine Elektrode trägt eine Vielzahl von stabförmigen Elementen, die dem Elektrodentisch zugewandt sind. Das Elektrolyt-Zufuhrrohr und die Elektrode sind derart ausgestaltet, dass zwischen ihnen eine elektrische Spannung anlegbar ist, um zwischen Elektrode und Elektrolyt ein Plasma zu bilden, wodurch das Brenngas erzeugbar ist.

[0003] Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas.

[0004] Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Methan können als Brenngase bei der Erzeugung von beispielsweise Heizenergie zum Heizen von Gebäuden oder von beispielsweise elektrischer Energie zum Antrieb von Maschinen, insbesondere Fahrzeugen, usw. Verwendung finden. Ferner ist es möglich auch dem Brenngas Kohlenwasserstoffe herzustellen, die als Energieträger in den verschiedensten Anwendungen Verwendung finden.

[0005] RU 2 258 097 C1 beschreibt eine Vorrichtung zur Erzeugung von thermischer Energie, Wasserstoff und Sauerstoff. Bei dieser wird in einen Reaktorraum von einer Seite eine Lösung eingeführt. Die Lösung läuft seitlich in einen Spalt, der parallel zur Strömungsrichtung der Einlassöffnung der Lösung in dem Reaktorraum angeordnet ist. Der Spalt ist zwischen einem flächigen Ansatz an einem Ende einer stabförmigen Anode und einer stabförmigen Kathode gebildet, deren eines Ende dem flächigen Ansatz der Anode und einem Durchgangsloch der Anode zugewandt ist. Durch Anlegen einer Spannung zwischen Kathode und Anode werden in dem Spalt chemische Verbindungen der Moleküle und Ionen der Lösung zerstört. Dadurch entsteht neben thermischer Energie auch Wasserstoff und Sauerstoff, die auf der anderen Seite des Spalts aus dem Spalt austreten und an einer zum Spalt in der Höhe versetzten Auslassöffnung des Reaktorraums aus dem Reaktorraum abgelassen werden. Hierbei wird eine Explosion beim Bilden von Plasma in dem Spalt bzw. der Kathodenzone vermieden.

[0006] WO 2009/029292 A1 offenbart eine Wasserstofferzeugung mit CO_2 - und CO-Absonderung

bei Kohle- und Erdgaskraftwerken unter Verwendung von herkömmlicher Elektrolyse. Hier werden die Rohstoffe Wasser, Kohle, und NaCl (Natriumchlorid) sowie NaOH (Natriumhydroxid) verwendet, um H_2 zu erzeugen.

[0007] Die Ausbeute von Brenngas aus den verwendeten Rohstoffen bei dem Stand der Technik ist jedoch noch optimierbar. Zudem ist bei dem genannten Stand der Technik die Art des erzeugten Brenngases nicht nach jeweils bestehendem Bedarf einstellbar. Das heißt, die Vorrichtungen können nur Wasserstoff, jedoch nicht noch andere Brenngase, wie Kohlenmonoxid und/oder Methan, gleichzeitig produzieren.

[0008] Außerdem gibt es im Stand der Technik viele Versuche, Kohle aus Biomasse zu gewinnen. Hierbei sind verschiedenste Verfahren zur hydrothermalen Karbonisierung von Biomasse bekannt, wie beispielsweise aus der WO 2010/006 881 A1 oder der DE 10 2008 007 791 A1. Bei solchen Verfahren kann Kohle durch Trocknung eines wässrigen Kohleschlammes gewonnen werden. Für die Trocknung ist die Zufuhr externer Energie erforderlich. Es wäre vorteilhaft, wenn auf die Trocknung verzichtet werden könnte und der wässrige Kohleschlamm direkt wieder als Rohstoff für die Erzeugung von anderen industriell nutzbaren Stoffen zum Einsatz kommen könnte.

[0009] DE 10 2010 060 212 A1 betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas. Einem flächigen Element, das zur Aufnahme eines Elektrolyts aus Kohlenstoff und Wasser vorgesehen ist, wird der Elektrolyt über ein Elektrolyt-Zufuhrrohr zugeführt. Eine Elektrode ist dem flächigen Element zugewandt. Zwischen Elektrode und Elektrolyt-Zufuhrrohr kann eine elektrische Spannung angelegt werden, um zwischen Elektrode und Elektrolyt ein Plasma zu bilden, wodurch das Brenngas erzeugt wird.

[0010] WO 2007/116225 A1 offenbart ein Verfahren zur Wasserstofferzeugung aus einem Kohlenwasserstoffbrennstoff. Der Brennstoff wird mit einem Sauerstoff und/oder Dampf enthaltenden Gas zusammengeführt. Das Gemisch aus Brennstoff und Gas wird durch ein Plasma geführt, welches durch einen Mikrowellenplasmagenerator zwischen gegenüberliegenden Elektroden in einem Reaktor erzeugt wurde. Wenigstens eine der Elektroden bildet dabei eine Leitung für den Abfluss von Material aus der Umgebung des Plasmas. Das aus der Abflussleitung austretende Gasgemisch enthält Wasserstoff. Das Gemisch aus Brennstoff und Gas tritt derart in den Reaktor ein, dass es einen Wirbel um die Elektroden bildet.

[0011] Darüber hinaus werden derzeit mit Blick auf den Klimawandel immer größere Anstrengungen unternommen, um die weltweit zunehmende Erzeugung

von Kohlendioxid zumindest zu beschränken, die bei der Verbrennung von organischen Brennstoffen beispielsweise zum Antrieb von Maschinen und/oder zur Erzeugung von elektrischer und/oder Heizenergie stattfindet. Unter organischen Brennstoffen sind zu verstehen Kohle, Öl, Erdgas, Biomasse (nachwachsende Stoffe, insbesondere Holz, Schilfgräser usw., Bioabfälle, insbesondere Klärschlämme, usw.), Haus- und/oder Gewerbemüll, usw. Als eine Variante der Beschränkung der Kohlendioxid-erzeugung wird derzeit überlegt, bei einer Verbrennung freiwerdendes Kohlendioxid in Tanks aufzufangen und das Kohlendioxid unter dem Erdboden zu speichern. Auf diese Weise soll die Menge von in die Atmosphäre gelangendem Kohlendioxid verringert werden. Jedoch ist eine Lagerung des Kohlendioxids unter dem Erdboden problematisch, da hierfür erst geeignete Lagerstätten gefunden und hergerichtet werden müssen. Zudem muss dann sichergestellt werden, dass das Kohlendioxid nicht unbeabsichtigt trotzdem aus der Lagerstätte in die Atmosphäre entweicht. Es wäre also ein großer Vorteil, wenn zumindest bei der Verbrennung von organischen Brennstoffen erzeugtes Kohlendioxid wieder als Rohstoff für die Erzeugung von anderen industriell nutzbaren Stoffen zum Einsatz kommen könnte.

[0012] Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas bereitzustellen, welche einen hohen Wirkungsgrad besitzt und trotz der hohen Temperaturen langzeitstabil ist.

[0013] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas gelöst, welche die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

[0014] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas bereitzustellen, das einfach zu handhaben ist und stabil über einen langen Zeitraum hinweg arbeitet.

[0015] Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas gelöst, welche die Merkmale des Patentanspruchs 8 aufweist.

[0016] Bevorzugt ist der Elektrodentisch der erfindungsgemäßen Vorrichtung um eine Achse (Längsachse) drehbar ausgebildet. Ferner hat der drehbare Elektrodentisch eine Mulde ausgebildet, die den Elektrolyten aufnimmt und eine bestimmte Menge an Elektrolyten hält während sich der Elektrodentisch dreht.

[0017] Die Vorrichtung hat mehrere stabförmige Elemente ausgebildet, die in einer Halteeinrichtung gleichverteilt angeordnet sind. Jedes stabförmige Element hat ein sich verjüngendes und/oder spitz zulaufendes Ende ausgebildet, das der Mulde des Elektrodentisches gegenüberliegt. Bei Betrieb der Vor-

richtung tauchen die stabförmigen Elemente in den sich auf dem Elektrodentisch befindlichen Elektrolyten ein.

[0018] Die Elektrode, welche die stabförmigen Elemente trägt, ist mit einem Durchgang versehen. Somit ist es möglich, dass über die Elektrode Kohlendioxid in das Reaktorgefäß gelangt und an der Erzeugung des Brenngases aus dem auf dem Elektrodentisch befindlichen Elektrolyten teilnimmt.

[0019] Gemäß einer anderen Ausführung der Erfindung ist eine Leitung vorgesehen, die in einem Behälter mündet, in dem der Elektrolyt bevorratet ist. Dadurch ist Kohlendioxid direkt mit dem Elektrolyten mischbar. Ein poröses Element ist in der Leitung angeordnet, über das das Kohlendioxid führbar ist, so dass eine homogene Verteilung und ausreichende Löslichkeit des Kohlendioxids im Elektrolyten erzielbar ist.

[0020] Das Elektrolyt-Zufuhrrohr endet zentral in einem Aufnahmeteller des Elektrodentisches, wobei die stabförmigen Elemente der Elektrode gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr angeordnet sind. Der Aufnahmeteller des Elektrodentisches hat eine Mulde ausgeformt, in der sich eine bestimmte Menge des Elektrolyts mit einer bestimmten Höhe hält.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte:

- dass ein Elektrolyt aus einem wässrigen Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser mittels eines Elektrolyt-Zufuhrrohrs auf eine Mulde eines Aufnahmetellers eines Elektrodentisches kontinuierlich zugeführt wird;
- dass der Elektrodentisch während der kontinuierlichen Zuführung des Elektrolyts um eine Achse gedreht wird;
- dass auf dem Aufnahmeteller des Elektrodentisches in der Mulde der Elektrolyt mit einer Höhe gehalten wird;
- dass eine Vielzahl von stabförmigen Elementen einer Elektrode in den auf dem Elektrodentisch gehaltenen Elektrolyt eintauchen und gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr angeordnet sind; und
- dass eine elektrische Spannung zwischen der Elektrode und dem Elektrolyt-Zufuhrrohr angelegt wird, so dass ein Plasma zwischen den stabförmigen Elementen und dem Elektrolyten ausgebildet wird und das Brenngas erzeugt wird.

[0022] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann Kohlendioxid in das Reaktorgefäß über einen Durchgang in der Elektrode zugeführt werden. Das Kohlendioxid nimmt an der Erzeugung des Brenngases aus dem dem Elektrodentisch kontinuierlich zugeführten Elektrolyten teil. Eine andere Möglichkeit ist, dass Kohlendioxid über eine Leitung in einem Be-

hälter geführt wird, in dem der Elektrolyt bevorratet ist. Das Kohlendioxid wird dabei mit dem Elektrolyten gemischt. Beide Zuführungsmöglichkeiten für Kohlendioxid können getrennt voneinander oder gemeinsam durchgeführt werden.

[0023] Die zuvor beschriebene Vorrichtung und das Verfahren sind in der Lage, unter geringer Zufuhr von elektrischer Energie eine hohe Menge an Brenngas zu erzeugen, welches bei seiner Verbrennung eine hohe Menge thermischer Energie freisetzen kann. Die thermische Energie kann mittels bekannter Verfahren in andere Energieformen, wie elektrische Energie, Dampf usw. umgesetzt werden.

[0024] Die Ausgestaltung des Elektrolyt-Zufuhrrohrs als Elektrode, an welche die Spannung zur Erzeugung von Plasma angelegt wird und die Ausgestaltung der Gegenelektrode als stabförmiges Element, das dem Elektrolyt-Zufuhrrohr zugewandt ist, wie zuvor beschrieben, ist besonders vorteilhaft, um einen hohen Wirkungsgrad bei der Erzeugung von Brenngas zu erzielen.

[0025] Zudem kann das bei einer nachfolgenden Verbrennung des Brenngases freigesetzte Kohlendioxid oder auch bei der Verbrennung anderer organischer Stoffe als Abgas freigesetztes Kohlendioxid als Ausgangsmaterial zur Erzeugung des Brenngases mittels der zuvor beschriebenen Vorrichtung oder des zuvor beschriebenen Verfahrens Verwendung finden. Als weiteres Ausgangsmaterial kann ein wässriges Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser, also Kohleschlamm, dem gegebenenfalls zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit noch Natriumhydroxid oder Natriumchlorid beigelegt ist, zum Einsatz kommen. Kohlendioxid und Kohleschlamm, insbesondere Biomasseschlamm, sind demzufolge für die zuvor beschriebene Vorrichtung und das zuvor beschriebene Verfahren Rohstoffe. Dadurch dient die zuvor beschriebene Vorrichtung und das zuvor beschriebene Verfahren zum Recyceln von Kohlendioxid und Kohleschlamm, insbesondere Biomasseschlamm. Die energieintensive Trocknung des Kohleschlammes zur Herstellung von Kohle und die aufwändige Lagerung von Kohlendioxid unter dem Erdboden sind somit nicht erforderlich.

[0026] Als weiterer Vorteil kann durch den Wechsel von fossilen Brennstoffen auf mit der Vorrichtung erzeugtem Brenngas als Brennstoff ein Kreislauf entstehen, der die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen einfach und kostengünstig beseitigt.

[0027] Es ist auch besonders vorteilhaft, dass in der zuvor beschriebenen Vorrichtung und dem dazugehörigen Verfahren keine Knallgasbildung stattfindet, bei welcher Wasserstoff und Sauerstoff wieder miteinander reagieren und dadurch Wasser entsteht. Als Folge davon kann die Erzeugung von Abwärme mini-

miert werden. Stattdessen haben die zuvor beschriebene Vorrichtung und das dazugehörige Verfahren unter geringer Energiezufuhr von elektrischer Energie eine höhere Ausbeute von Brenngas.

[0028] Nachfolgend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung ausführlicher beschrieben. Es zeigen:

[0029] Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0030] Fig. 2 eine schematische Detailansicht des Reaktorraums und umgebender Installationen gemäß einer ersten Ausführungsform in der Schnittansicht;

[0031] Fig. 3 eine schematische Detailansicht des Reaktorraums und umgebender Installationen gemäß einer zweiten Ausführungsform in der Schnittansicht;

[0032] Fig. 4 eine schematische Detailansicht des Reaktorraums und umgebender Installationen gemäß einer dritten Ausführungsform in der Schnittansicht;

[0033] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht, die die Zuordnung der stabförmigen Elemente der Kathode zu der Anode verdeutlicht;

[0034] Fig. 6 eine Schnittansicht der räumlichen Zuordnung des Elektrodenstisches (Anode) zu den stabförmigen Elementen (Kathode);

[0035] Fig. 7 eine Schnittansicht der räumlichen Zuordnung des Elektrodenstisches (Anode) zu den stabförmigen Elementen (Kathode) wobei der Elektrodenstisch dem Elektrolyt bedeckt ist; und

[0036] Fig. 8 eine Detailansicht des in Fig. 6 mit K gekennzeichneten Bereichs des Elektrodenstisches (Anode) mit dem Elektrolyten.

[0037] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung sind in den Figuren der Zeichnung identische Bezugszeichen verwendet. Ferner sind der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellte Ausführungsform stellt lediglich ein Beispiel dar, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas ausgestaltet sein kann und das dazugehörige Verfahren zum Erzeugen von Brenngas ausgestaltet sein können und stellen keine abschließende Begrenzung dar.

[0038] Die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente zueinander in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu den anderen Elementen dargestellt sind.

[0039] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Erzeugung von Brenngas 7 mittels eines Elektrolyts 8 aus Kohlenstoff (C) und Wasser (H₂O), dem gegebenenfalls zur Erhöhung der Leitfähigkeit noch eine Verbindung zugesetzt ist, die in wässriger Lösung in Ionen zerfällt, wie beispielsweise Natriumhydroxid (NaOH), Natriumchlorid (NaCl), Natriumsulfat (Na₂SO₄), Kaliumhydroxid (KOH), Kaliumchlorid (KCl), Kaliumnitrat (KNO₃) usw., gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Hierzu hat die Vorrichtung 1 einen Behälter 10 zur Aufnahme des Elektrolyts 8. In dem Behälter 10 kann auch ein nicht dargestelltes Rührwerk zum Rühren der Suspension aus Kohlenstoff und Wasser vorhanden sein, so dass der Kohlenstoff in dem Wasser dispergiert bleibt. In den Behälter 10 münden eine Leitung 20 zur Ausleitung des Elektrolyts 8, in Pfeilrichtung, zu einer Elektrolyt-Förderpumpe 30 und eine Rückführleitung 25 zur Rückführung von Elektrolyt 8 aus einem Reaktorgefäß 60. Die Elektrolyt-Förderpumpe 30 dient zur Förderung von Elektrolyt 8 durch die Leitung 20 zu einer Elektrolytkühleinrichtung 40 zur Kühlung des Elektrolyts 8, wenn dies erforderlich sein sollte. Von der Elektrolytkühleinrichtung 40 wird der Elektrolyt 8 mittels der Leitung 20 zu einem Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 geleitet, welches den Elektrolyt 8 in das Reaktorgefäß 60 zuführt. Aus dem Reaktorgefäß 60 kann überschüssiger Elektrolyt 8 mittels der Rückführleitung 25 wieder in den Behälter 10 zurückgeführt werden. In das Reaktorgefäß 60 ragt eine Elektrode 70, deren eines Ende einem Ende einer weiteren Elektrode 50A (Anode) zugewandt ist. Im Inneren der Elektrode 50A ist ein Zufuhrrohr 50 geführt. Die Elektrode 50A ist im Reaktorgefäß 60 um eine Achse A drehbar ausgebildet. Die Elektrode 50A (Anode) und die Elektrode 70 (Kathode) sind an eine Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 angeschlossen. Wird mittels der Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 über in Fig. 1 gestrichelt gezeichnete Stromleitungen eine Spannung zwischen der Elektrode 50A (Anode) und der Elektrode 70 (Kathode) angelegt, kann zwischen der Elektrode 70 (Kathode) und der Elektrode 50A (Anode) sowie dem über das Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 der Elektrode 50A (Anode) zugeführten Elektrolyts 8 ein Plasma erzeugt werden. Durch die Wärmeentwicklung in dem Plasma bildet sich aus dem Elektrolyt 8 ein Brenngas 7, genauer gesagt Wasserstoff (H₂) und Kohlenmonoxid (CO) sowie gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methan (CH₄), wie später noch ausführlicher beschrieben ist. Das Brenngas 7 wird aus dem Reaktorgefäß 60 in eine Brenngaskühleinrichtung 100 zum Kühlen des Brenngases 7 geleitet, in welcher das Brenngas 7 entfeuchtet wird. Das da-

bei entstehende Wasser läuft oder tropft zurück in das Reaktorgefäß 60. Die Bestandteile H₂ + CO des Brenngases 7 sind auch unter den Namen Synthesegas oder Stadtgas bekannt. Das Brenngas 7 kann an anderen Vorrichtungen zugeführt werden, welche das Brenngas 7 zur Erzeugung von thermischer Energie verbrennen können. Hierfür kann das Brenngas 7 je nach Bedarf auch zumindest teilweise in seine Bestandteile, also Wasserstoff (H₂), Kohlenmonoxid (CO), sowie gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methan (CH₄), getrennt werden.

[0040] Die Vorrichtung 1 in Fig. 1 hat ferner ein Kühlleitungssystem 110, welches mittels einer Kühlmittel-Förderpumpe 120, die von einer Kühlleitungssystem-Spannungsquelle 130 mit elektrischer Energie versorgt wird, Kühlmittel von einem Kühlmittelzulauf K_{in} in Pfeilrichtung über einen elektrischen Vorschaltwiderstand 140 für die Kühlleitungssystem-Spannungsquelle 130, den elektrischen Vorschaltwiderstand 90, die Elektrode 70, das Reaktorgefäß 60, die Elektrolytkühleinrichtung 40, die Gaskühleinrichtung 100 einem Kühlmittelablauf K_{aus} zuführt. In dem Kühlleitungssystem 110 ist zwischen Kühlmittelzulauf K_{in} und dem elektrischen Vorschaltwiderstand 140 ein Volumenstrommesser F₁ vorhanden, mittels welchem das ihn durchströmende Volumen von Kühlmittel bzw. der Kühlmittelvolumenstrom und damit die Menge von Kühlmittel in dem Kühlleitungssystem messbar ist. An dem Kühlleitungssystem 110 sind eine Vielzahl von Temperatursensoren T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ vorhanden, welche an verschiedensten Stellen im Kühlleitungssystem 110 angeordnet sind, um jeweils die Temperatur des Kühlmittels in dem Kühlleitungssystem 110 zu messen. Der Temperatursensor T₁ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels am Eingang des Kühlleitungssystem 110 bzw. zwischen dem elektrischen Vorschaltwiderstand 140 und dem elektrischen Vorschaltwiderstand 90. Der Temperatursensor T₂ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem 110 zwischen dem elektrischen Vorschaltwiderstand 90 und der Elektrode 70. Der Temperatursensor T₃ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem 110 zwischen der Elektrode 70 und dem Reaktorgefäß 60. Der Temperatursensor T₄ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem 110 zwischen dem Reaktorgefäß 60 und der Elektrolytkühleinrichtung 40. Der Temperatursensor T₅ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem 110 zwischen der Elektrolytkühleinrichtung 40 und der Gaskühleinrichtung 100. Der Temperatursensor T₆ dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem 110 zwischen der Gaskühleinrichtung 100 und dem Kühlmittelablauf K_{aus}. Der Temperatursensor T₇ dient zum Messen der Temperatur der Vorrichtung 1.

[0041] Fig. 2 stellt das Reaktorgefäß 60 mit (Kathode) und Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 genauer dar. Im Gegensatz zu Fig. 1 ist in Fig. 2 auch die Option dargestellt, dass das Reaktorgefäß 60 an mehreren Stellen mit Kühlmittel durchflossen ist, wie nachfolgend ausführlicher beschrieben. Zur besseren Veranschaulichung sind auch der Behälter 10, die Leitung 20, die Rückföhrleitung 25, die Elektrolytförderpumpe 30, und die Elektrolytköhleinrichtung 40 dargestellt.

[0042] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, hat das Reaktorgefäß 60 einen horizontal angeordneten Reaktorboden 61, über dem ein zur Horizontale geneigt angeordneter Zwischenboden 62 angeordnet ist. Zwei vertikal angeordnete Seitenwände 65a, 65b und ein horizontaler Reaktordeckel 66 schließen das Reaktorgefäß 60 ab.

[0043] Das Kühlmittel des Kühlleitungssystems 110 kann zur Kühlung des Reaktorbodens 61 und des Zwischenbodens 62 in das Reaktorgefäß 60 eingeleitet werden. Hierzu ist der Reaktorboden 61 in Fig. 2 mit zwei Durchgangsbohrungen 61a, 61b versehen, durch welche das Kühlmittel des Kühlleitungssystems 110 zwischen Reaktorboden 61 und Zwischenboden 62 geleitet werden kann. Die Durchgangsbohrung 61a dient zum Einleiten des Kühlmittels aus dem Kühlleitungssystem 110, und die Durchgangsbohrung 61b dient zum Ableiten des Kühlmittels des Kühlleitungssystem 110. Zentral durch den Reaktorboden 61 und den Zwischenboden 62 ist zudem das Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 geführt. Ein Ende 52 des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50 befindet sich infolgedessen innerhalb des Reaktorgefäßes 60. Am Teil des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50, welches sich außerhalb des Reaktorgefäßes 60 befindet, ist ein Anschluss 53 zum Anschluss der Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 vorgesehen. An dem anderen Ende 52 des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50 ist an einem Vorsprung 54 des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50 ein Elektrodentisch 55 angesetzt. Das andere Ende 52 des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50 trägt ein Elektrodentisch 55, der im Wesentlichen flächig ausgebildet ist und folglich im Reaktorgefäß 60 angeordnet ist.

[0044] Wie in Fig. 2 zudem dargestellt, ist ein Ende 72 der Elektrode 70 dem Elektrodentisch 55 zugewandt. Das Ende 72 der Elektrode 70 befindet sich im Reaktorgefäß 60. Das Ende 71 der Elektrode 70, welches sich außerhalb des Reaktorgefäßes 60 befindet, ist über einen Anschluss 73 an die Spannungsquelle 80 angeschlossen. An den Anschluss 73 wird ein negativer Pol (Minuspole) der Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 angeschlossen. Zudem ist die Elektrode 70 an dem Ende 71 mittels eines Einlasses 71a und Auslasses 71b an das Kühlleitungssystem 110 anschließbar, so dass die Elektrode 70 von Kühlmittel des Kühlleitungssystems 110 durchströmt und so geköhlt werden kann. Das Ende 71 der Elektrode 70 kann somit die Form eines Ventils haben, wie in

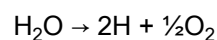
Fig. 2 dargestellt. Die Elektrode 70 föhrt also vollständig durch den Reaktordeckel 66. An dem Ende 72 der Elektrode 70 ist eine Halteeinrichtung 74 angeordnet, an der eine Vielzahl von Stäben bzw. stabförmigen Elementen 75 befestigt sind. Die freien Enden 75b der stabförmigen Elemente 75 sind im Wesentlichen als Spitze ausgebildet und sind jeweils dem Elektrodentisch 55 zugewandt.

[0045] Wie in Fig. 2 gezeigt, trägt der Reaktordeckel 66 einen Aufsatz 67 mit einem Einlass 67a und einem Auslass 67b für das Kühlleitungssystem 110. Der Aufsatz 67 ist folglich von Kühlmittel des Kühlleitungssystems 110 durchströmt. Dadurch wird sowohl der Aufsatz 67 als auch der Reaktordeckel 66 geköhlt. Aus dem Aufsatz 67 föhrt auch eine Leitung 67c zur Ausleitung des erzeugten Brenngases 7 aus dem Reaktorgefäß 60 zu der Gasköhleinrichtung 100.

[0046] Wird nun die Vorrichtung 1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel in Betrieb genommen, können Wassergas bzw. Synthesegas und beispielsweise gasförmige Kohlenwasserstoffe, insbesondere Methan usw., erzeugt werden. Hierfür wird in einem ersten Schritt der Elektrolyt 8 mittels des Elektrolyt-Zufuhrrohrs 50 auf den Elektrodentisch 55 aufgegeben. Der Elektrolyt 8 umfasst Kohlenstoff (C) und Wasser (H₂O), dem gegebenenfalls noch zur Erhöhung der Leitfähigkeit die Verbindung zugesetzt ist, die in wässriger Lösung in Ionen zerfällt, wie zuvor beschrieben. Der Elektrodentisch 55 nimmt den Elektrolyt 8 in seiner Mulde 55M (siehe Fig. 6–Fig. 8) auf. Wird nun eine elektrische Spannung zwischen der Elektrode 70 (Kathode), insbesondere ihren stabförmigen Elementen 75 und dem Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 (Anode) angelegt, um ein Plasma zwischen der Elektrode 70 (Kathode), insbesondere einem ihrer stabförmigen Elemente 75, und dem Elektrolyt 8 zu bilden, wird das Brenngas 7 erzeugt. In dem Plasma sind die Temperaturen so hoch, dass eine Spaltung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff erfolgt.

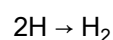
[0047] Im Reaktorgefäß 60 laufen vor allem die folgenden Reaktionen ab:

– Die Reaktion



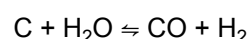
bei der Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird.

– Die Reaktion



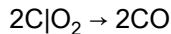
bei der zwei Wasserstoffatome zu einem Wasserstoffmolekül rekombinieren.

– Die Reaktion



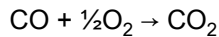
bei der es sich um eine Gleichgewichtsreaktion handelt, und bei welcher Wassergas entsteht, eine Mischung aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂).

– Die Reaktion



bei welcher Generatorgas (Kohlenmonoxid (CO)) erzeugt wird.

– Die Reaktion



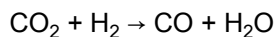
bei welcher Kohlenmonoxid (CO) zu Kohlendioxid (CO₂) verbrennt.

– Die Reaktion



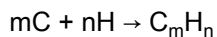
bei welcher Kohlendioxid in Kohlenmonoxid und Sauerstoff gespalten wird.

– Die Reaktion



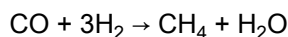
bei welcher Kohlenmonoxid und Wasser erzeugt wird.

– Die Reaktion:



bei welcher die Reaktionsprodukte je nach Kettenlänge gasförmig (Methan, Ethan, Propan, Butan usw.) oder flüssig (höhere Alkane) sind.

– Die Reaktion



bei welcher Methan (CH₄) erzeugt wird.

[0048] Je nach Höhe der an das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** und die Elektrode **70** angelegte Spannung und der Zusammensetzung des Elektrolyts **8**, der mittels des Elektrolyt-Zufuhrrohrs **50** auf den Elektrodenstisch **55** gegeben wird, kann das Brenngas **7** eine unterschiedliche Zusammensetzung haben. Das heißt, die oben genannten Reaktionen laufen zwar nebeneinander jedoch mit unterschiedlichen Anteilen in Bezug auf die anderen Reaktionen ab.

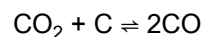
[0049] Je nach Bedarf kann in den Behälter **10** bzw. den Elektrolyt **8** wieder Wasser zugeführt werden, sollte der Elektrolyt **8** durch Rückführen des überschüssigen Elektrolyts **8** aus dem Reaktorgefäß **60** nicht mehr ausreichend wässrig sein.

[0050] Fig. 3 zeigt in einem zweiten Ausführungsbeispiel eine Vorrichtung **2** zur Erzeugung von Brenngas

7 in einer ähnlichen Detailansicht, wie bei Fig. 2. Die Vorrichtung **2** dieses Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen gleich der Vorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels, das in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt ist. Somit sind gleiche Elemente bzw. Komponenten hier nur erneut dargestellt, soweit sie für die Erläuterung des Unterschieds zwischen dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel erforderlich sind.

[0051] Der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel besteht lediglich darin, dass die Elektrode **70** zusätzlich mit einem Durchgang **76** versehen ist, durch welche Kohlendioxid (CO₂) in das Reaktorgefäß **60** strömen kann, wie aus Fig. 3 ersichtlich. Das Kohlendioxid nimmt somit an der Reaktion zur Erzeugung des Brenngases **7** teil. Das Kohlendioxid (CO₂) kann Abgas sein, welches bei der Verbrennung anderer Brennstoffe entstanden ist, wie zuvor beschrieben. Ebenso ist es denkbar, dass das Kohlendioxid (CO₂) aus unterirdischen Lagern, in die es zuvor verbracht wurde, entnommen wird. Das Kohlendioxid (CO₂) kann auch aus der Rauchgasreinigung von Kraftwerken direkt der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** zugeführt werden.

[0052] Somit läuft bei Betrieb der Vorrichtung **2** in deren Reaktorgefäß **60** bzw. deren zweitem Raum **64** noch zusätzlich die folgende Reaktion ab:



bei der also ebenfalls Kohlenmonoxid (CO) entsteht, welches auch Generatorgas genannt wird. Bei dieser Reaktion stellt sich beim Betrieb der Vorrichtung **2** das Boudouard-Gleichgewicht ein, bei welchem Kohlendioxid (CO₂) und Kohlenstoff (C) vollständig in Kohlenmonoxid (CO) umgesetzt werden.

[0053] Eine Zuführung von Kohlendioxid (CO₂) in die Vorrichtung **2** kann demzufolge den Anteil von CO in dem Synthesegas (H₂ + CO) erhöhen, das in dem Reaktorgefäß **60** erzeugt wird. Zusätzlich werden auch bei der Vorrichtung **2** gasförmige Kohlenwasserstoffe (Methan, Ethan, Propan, Butan usw.) erzeugt, die in dem erzeugten Brenngas **7** enthalten sind, wie zuvor beim ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0054] Die anderen Elemente und Funktionen der Vorrichtung **2** des zweiten Ausführungsbeispiels sind gleich den Elementen und Funktionen der Vorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels, so dass eine weitere Beschreibung der Vorrichtung **2** hier ausgelassen werden kann.

[0055] Fig. 4 zeigt in einem dritten Ausführungsbeispiel eine Vorrichtung **3** zur Erzeugung von Brenngas **7**. Die Vorrichtung **3** dieses Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen gleich der Vorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels aufgebaut, die in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt ist. Somit sind gleiche Elemente

bzw. Komponenten hier nur beschrieben, soweit sie für die Erläuterung des Unterschieds zwischen dem ersten und dritten Ausführungsbeispiel erforderlich sind.

[0056] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht, ist eine Energieabschirmung **88** als ein Hohlzylinder ausgeführt, der im Reaktorgefäß **60** anordenbar ist, um Energieverluste zu den Seitenwänden **65a**, **65b** hin zu minimieren. Die Energieabschirmung **88** ist mit einem vorbestimmten Abstand zu den Seitenwänden **65a**, **65b** in dem Reaktorgefäß **60** angeordnet und kann bei Bedarf ein- und/oder ausgefahren werden. Hierbei umgibt die Energieabschirmung **88** die Halteeinrichtung **74**, die stabförmigen Elemente **75** und den Elektroden **55**. Die Energieabschirmung **88** ist auch mit einem zusätzlichen vorbestimmten Abstand zur Halteeinrichtung **74**, zu den stabförmigen Elementen **75** und Elektroden **55** und auch zum Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** angeordnet.

[0057] Eine Innenfläche der Energieabschirmeinrichtung **88**, das heißt, die den Seitenwänden **65a**, **65b** des Reaktorgefäßes **60** abgewandte Fläche der Energieabschirmeinrichtung **88** ist vorzugsweise verspiegelt. Dadurch kann durch Plasmabildung im Reaktorgefäß **60** abgestrahlte Wärmeenergie im Innenraum des Reaktorgefäßes **60** zurückgehalten werden und sie wird nicht oder nur kaum zu den Seitenwänden **65a**, **65b** des Reaktorgefäßes **60** abgestrahlt. Auf diese Weise kann die Verlustwärme weiter reduziert werden und der Wirkungsgrad der Vorrichtung **3** gesteigert werden.

[0058] Die Energieabschirmung **88** kann insbesondere als Stahlzylinder, beispielsweise aus Edelstahl, ausgeführt sein, welcher den beim Betrieb der Vorrichtung **3** herrschenden Temperaturen und den beim Betrieb der Vorrichtung **3** in dem Reaktorgefäß **60** stattfindenden Reaktionen und Reaktionsbedingungen standhalten kann.

[0059] Zusätzlich ist in **Fig. 4** eine weitere Variante der Zufuhr von Kohlendioxid (CO_2) zur Vorrichtung **3** gezeigt. Das Kohlendioxid (CO_2) wird dabei direkt mit dem Elektrolyt **8** gemischt, der sich in dem Behälter **10** befindet. Über eine Leitung **89** gelangt das Kohlendioxid (CO_2) in den Behälter **10**. Das Kohlendioxid (CO_2) wird dabei über ein poröses Element **67** geführt, um einer feine Verteilung und eine ausreichende Löslichkeit des Kohlendioxids (CO_2) im Elektrolyten **8** zu erzielen.

[0060] Die anderen Elemente und Funktionen der Vorrichtung **3** des dritten Ausführungsbeispiels sind gleich den Elementen und Funktionen der Vorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels, so dass eine weitere Beschreibung der Vorrichtung **3** hier ausgelassen werden kann.

[0061] Die Rekombinationskühleinrichtung **160** dient zur Rekombination von jeweils zwei Wasserstoffatomen (2H) zu einem Wasserstoffmolekül (H_2). Eine solche Rekombinationskühleinrichtung **160** kann hilfreich sein, wenn eine solche Reaktion nicht bereits nach der Brenngaskühleinrichtung **100** ausreichend abgelaufen sein sollte. Die Rekombinationskühleinrichtung kann zwischen der Brennkammer **150** und dem elektrischen Vorschaltwiderstand **90** in das Kühlleitungssystem **110** integriert sein.

[0062] Die anderen Elemente und Funktionen der Vorrichtung **4** des vierten Ausführungsbeispiels sind gleich den Elementen und Funktionen der Vorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels, so dass eine weitere Beschreibung der Vorrichtung **3** hier ausgelassen werden kann.

[0063] Alle zuvor erläuterten Merkmale der Ausführungsbeispiele können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination Verwendung finden. Hierbei sind beispielsweise auch noch folgende besondere Ausgestaltungen und/oder Abwandlungen denkbar.

[0064] Die Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle **80** aller Ausführungsbeispiele ist vorzugsweise eine Gleichspannungsquelle. Die von der Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle **80** erzeugte Gleichspannung kann jedoch auch gepulste Gleichspannung sein bzw. eine Gleichspannung der eine Wechselspannung mit einer Amplitude überlagert ist, die geringer als die Amplitude der Gleichspannung ist.

[0065] Die Kühlung von Elementen bzw. Komponenten der Vorrichtungen **1**, **2** und **3** ist optional. Genauer gesagt, je nach Bedarf und Ausführung der Komponenten können auch weniger oder mehr als die in den Figuren gezeigten Komponenten an das Kühlleitungssystem **110** angeschlossen sein. Der Kühlbedarf richtet sich hauptsächlich nach der Ausführung und gewähltem Material der einzelnen Komponenten und der erzeugten Menge von Brenngas **7** in den Vorrichtungen **1**, **2** und **3**. Darüber hinaus sind auch andere Kühlungen der Komponenten der Vorrichtungen **1**, **2** und **3** als mit einem Kühlleitungssystem **110** möglich, beispielsweise mit separaten Kühleinrichtungen für die einzelnen Komponenten.

[0066] **Fig. 5** zeigt eine perspektivische Ansicht der Elektrode **70** (Kathode), die die Zuordnung der stabförmigen Elemente **75** zum Elektroden **55** (Anode) verdeutlicht. In der hier dargestellten Ausführungsform sind sechs stabförmige Elemente **75** gleichverteilt in Bezug auf Elektroden **55** angeordnet. Die stabförmigen Elemente **75** sind in einer hier nicht dargestellten Halteeinrichtung **74** befestigt. Jedes der stabförmigen Elemente **75** hat einen Durchmesser D . Die Anzahl der stabförmigen Elemente **75** soll nicht als Beschränkung der Erfin-

derung aufgefasst werden. Vorzugsweise ist der vorbestimmte Abstand aller stabförmigen Elemente **75** zueinander gleich. Der Elektrodentisch **55** hat, wie in **Fig. 5** gezeigt, einen Aufnahmeteller **55a** mit einer Mulde **55M** zur Aufnahme des Elektrolyts **8**, der von dem Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** auf den Elektrodentisch **55** aufgebracht wird. Hierzu endet das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** zentral in der Mulde **55M** des Aufnahmetellers **55a**. Zudem hat der Elektrodentisch **55** einen Unterbau **55b**, der unter dem Aufnahmeteller **55a** angeordnet ist, und durch den ebenfalls das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** geführt ist. Überschüssiger Elektrolyt **8** kann mittels der Rückführleitung **25** (siehe **Fig. 4**) aus dem Reaktorgefäß **60** abgeleitet und wieder in den Behälter **10** (**Fig. 4**) rückgeführt werden

[0067] Das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** kann aus Metall, insbesondere Messing, gefertigt sein. Der im Aufnahmeteller **55a** endende Teil des Elektrolyt-Zufuhrrohrs **50** kann zudem insbesondere aus Edelstahl gefertigt sein. Zudem kann das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** außen mit Kunststoff ummantelt sein.

[0068] Der Elektrodentisch **55** muss aus einem hitzebeständigen Material, wie z. B. Schamotte oder Aluminiumoxid (Al_2O_3) gefertigt sein. Der Elektrodentisch **55** ist aus einem elektrisch isolierenden, beispielsweise auch dielektrischen, Material gefertigt. Schamotte ist in diesem Zusammenhang unter anderem wegen seiner porösen Struktur besonders geeignet. Aluminiumdioxid ist in diesem Zusammenhang unter anderem wegen seiner geringen thermischen Leitfähigkeit besonders geeignet. Es ist jedoch darauf zu achten, dass das Material weitestgehend homogen ist, so dass keine unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auftreten, die zu einem Zerplatzen des Elektrodentisches **55** führen.

[0069] **Fig. 6** zeigt eine Schnittansicht der räumlichen Zuordnung des Elektrodentisches **55** (Anode) zu den stabförmigen Elementen **75** (Kathode). Die stabförmigen Elemente **75** der Elektrode **70** sind in einer Halteeinrichtung **74** angeordnet. Das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** endet im Elektrodentisch **55**, der seinerseits eine Mulde **55M** ausgebildet hat, in der sich der zugeführte Elektrolyt **8** hält. Um die lokale thermische Belastung des Elektrodentisches **55** während des Plasma-Prozesses nicht zu groß werden zu lassen ist der Elektrodentisch **55** um die Achse A-A möglich. Die Halteeinrichtung **74** kann ebenfalls aus Metall, insbesondere Messing, gefertigt sein. Die stabförmigen Elemente **75** können aus einem hochtemperaturfesten leitfähigen Material gefertigt sein. Das hochtemperaturfeste leitfähige Material kann insbesondere Metall sein, das vorzugsweise einen hohen Schmelzpunkt (ungefähr 3000) hat. Das Metall kann insbesondere Wolfram sein. Das hochtemperaturfeste leitfähige Material kann jedoch auch ein leitfähiges keramisches Material sein, das vorzugsweise einen

hohen Schmelzpunkt hat. Die Anzahl der stabförmigen Elemente **75** ist je nach Bedarf beliebig wählbar.

[0070] **Fig. 7** zeigt eine Schnittansicht der räumlichen Zuordnung des Elektrodentisches **55** (Anode) zu den stabförmigen Elementen **75** (Kathode), wobei der Elektrodentisch **55** mit dem Elektrolyt **8** bedeckt ist. Der Elektrolyt **8** hält sich in der Mulde **55M**. Die stabförmigen Elemente **75** können im Abstand zum Elektrodentisch **55** verstellt werden, so dass damit die Eintauchtiefe T der stabförmigen Elemente **75** in den Elektrolyten **8** eingestellt werden kann. Auf dem Elektrodentisch **55** hält sich in der Mulde **55M** der Elektrolyt **8** mit einer bestimmten Höhe H .

[0071] **Fig. 8** eine Detailansicht des in **Fig. 6** mit K gekennzeichneten Bereichs des Elektrodentisches **55** (Anode) mit dem Elektrolyten **8**. Der Elektrolyt **8** wird kontinuierlich zugeführt und hält sich in der Mulde **55M**. Der überschüssige Elektrolyt **8** kann ablaufen und wieder verwendet werden. Die stabförmigen Elemente **75** haben ein sich verjüngendes oder spitz zulaufendes Ende **75S** ausgebildet. In **Fig. 8** ist das Eintauchen der stabförmigen Elemente **75** in den Elektrolyten **8** gestrichelt dargestellt. Das Eintauchen der sich verjüngenden oder spitz zulaufenden Enden **75S** der stabförmigen Elemente **75** erreicht man durch eine Verringerung des Abstandes der stabförmigen Elemente **75** um den Wert T .

[0072] Das Elektrolyt-Zufuhrrohr **50**, der Elektrodentisch **55**, das Reaktorgefäß **60** und die Elektrode **70** können im Querschnitt rund, eckig, oval usw. sein. Die Form der Energieabschirmeinrichtung **88** wird vorzugsweise passend hierzu gewählt, so dass die Energieabschirmeinrichtung **88** sowohl mit einem Abstand zu den Seitenwänden **65a**, **65b** des Reaktorgefäßes **60** als auch zu dem Elektrolyt-Zufuhrrohr **50**, dem Elektrodentisch **55**, und der Elektrode **70** angeordnet werden kann. Zudem kann die Energieabschirmeinrichtung **88** direkt an den Reaktordeckel **66** anschließen, so dass kein oder nur ein minimaler Spalt zwischen Reaktordeckel **66** und Energieabschirmeinrichtung **88** vorhanden ist. Die Energieabschirmeinrichtung **88** kann auch so hoch in dem Reaktorgefäß **60** ausgebildet sein, dass sie den Elektrodentisch **55** seitlich vollständig umschließt. Die Energieabschirmeinrichtung **88** kann auch bis zum Zwischenboden **62** reichen. Es ist vorteilhaft, wenn die Halteeinrichtung **74** eine kreisrunde Scheibe oder Kasten ist, an der oder dem die stabförmigen Elemente **75** befestigt sind, wie in **Fig. 2** dargestellt. Die Halteeinrichtung **74** kann jedoch auch oval sein oder als eine vieleckige, insbesondere stabförmige, dreieckige, rechteckige, quadratische, usw. Scheibe oder ein Kasten ausgebildet sein.

[0073] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Ab-

wandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1; 2; 3) zur Erzeugung von Brenngas (7), mit einem Elektrodentisch (55) zur Aufnahme eines Elektrolyten (8) aus einem wässrigen Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser, der von einem Reaktor-gefäß (60) umgeben ist; einem Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) zur Zufuhr des Elektrolyten (8) auf den Elektrodentisch (55), der eine Mulde (55M) ausgebildet hat, die den Elektrolyten (8) aufnimmt; einer Elektrode (70) mit einer Vielzahl von stabförmigen Elementen (75), die dem Elektrodentisch (55) zugewandt sind, wobei das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) und die Elektrode (70) derart ausgestaltet sind, dass zwischen ihnen eine elektrische Spannung anlegbar ist, um zwischen Elektrode (70) und Elektrolyt (8) ein Plasma zu bilden, wodurch das Brenngas (7) erzeugbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektrodentisch (55) um eine Achse (A) drehbar ausgebildet ist und wobei die stabförmigen Elemente (75) in einer Halteeinrichtung (74) gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) angeordnet sind.
2. Vorrichtung (1; 2; 3) nach Anspruch 1, wobei jedes stabförmige Element (75) ein sich verjüngendes oder spitz zulaufendes Ende (75S) ausgebildet hat, das der Mulde (55M) des Elektrodentischen (55) gegenüberliegt und bei Betrieb der Vorrichtung (1, 2, 3) in den sich auf dem Elektrodentisch (55) befindlichen Elektrolyten (8) eintaucht.
3. Vorrichtung (1, 2, 3) nach den Ansprüchen 1 bis 2, wobei die Elektrode (70) mit einem Durchgang (76) versehen ist, über den Kohlendioxid in das Reaktor-gefäß (60) gelangt und an der Erzeugung des Brenngases (7) aus dem auf dem Elektrodentisch (55) befindlichen Elektrolyten (8) teilnimmt.
4. Vorrichtung (1, 2, 3) nach den Ansprüchen 1 bis 2, wobei eine Leitung (89) vorgesehen ist, die in einen Behälter (10) mündet, in dem der Elektrolyt (8) bevorratet ist, wobei Kohlendioxid direkt mit dem Elektrolyten (8) mischbar ist.
5. Vorrichtung (1; 2; 3) nach Anspruch 4, wobei ein poröses Element (67) in der Leitung (89) angeordnet ist, über das das Kohlendioxid führbar ist, so dass eine homogene Verteilung und ausreichende Löslichkeit des Kohlendioxids im Elektrolyten 8 erzielbar ist.
6. Vorrichtung (1, 2, 3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) zentral in einem Aufnahmeteller (55a) des Elek-

trodentisches (55) endet und wobei die stabförmigen Elemente (75) der Elektrode (70) gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) angeordnet sind.

7. Vorrichtung (1, 2, 3) nach Anspruch 6, wobei der Aufnahmeteller (55a) des Elektrodentischen (55) eine Mulde (55M) ausgeformt hat, in der sich eine bestimmte Menge des Elektrolyten (8) mit einer Höhe (8H) hält.
8. Verfahren zum Erzeugen von Brenngas (7), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte: dass ein Elektrolyt (8) aus einem wässrigen Kohlenstoffgemisch aus Kohlenstoff und Wasser mittels eines Elektrolyt-Zufuhrrohrs (50) auf eine Mulde (55M) eines Aufnahmetellers (55a) eines Elektrodentischen (55) kontinuierlich zugeführt wird; dass der Elektrodentisch (55) bei der kontinuierlichen Zuführung des Elektrolyten (8) um eine Achse (A) gedreht wird; dass auf dem Aufnahmeteller (55a) des Elektrodentischen (55) in der Mulde (55M) der Elektrolyt (8) mit einer Höhe (H) gehalten wird; dass eine Vielzahl von stabförmigen Elementen (75) einer Elektrode (70) in den auf dem Elektrodentisch (55) gehaltenen Elektrolyt (8) eintaucht und gleichverteilt um das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) angeordnet sind; und dass eine elektrische Spannung zwischen der Elektrode (70) und dem Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) angelegt wird, so dass ein Plasma zwischen den stabförmigen Elementen (75) und dem Elektrolyten (8) ausgebildet wird und das Brenngas (7) erzeugt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Elektrodentisch (55) und die Vielzahl der stabförmigen Elemente (75) in einem Reaktor-gefäß (60) angeordnet werden und dass die Elektrode (70) und das Elektrolyt-Zufuhrrohr (50) im Reaktor-gefäß (60) enden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei Kohlendioxid in das Reaktor-gefäß (60) über einen Durchgang (76) in der Elektrode (70) zugeführt wird und an der Erzeugung des Brenngases (7) aus dem dem Elektrodentisch (55) kontinuierlich zugeführten Elektrolyten (8) teilnimmt.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 8 und 9, wobei Kohlendioxid über eine Leitung (89) in einen Behälter (10) geführt wird, in dem der Elektrolyt (8) bevorratet ist und wobei Kohlendioxid direkt mit dem Elektrolyten (8) gemischt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Kohlendioxid über ein poröses Element (67) geführt wird, das in der Leitung (89) angeordnet ist, so dass das Kohlendioxid in den Behälter (10) für den Elektroly-

ten (8) geleitet wird und im Elektrolyten (8) homogen verteilt und ausreichend gelöst wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

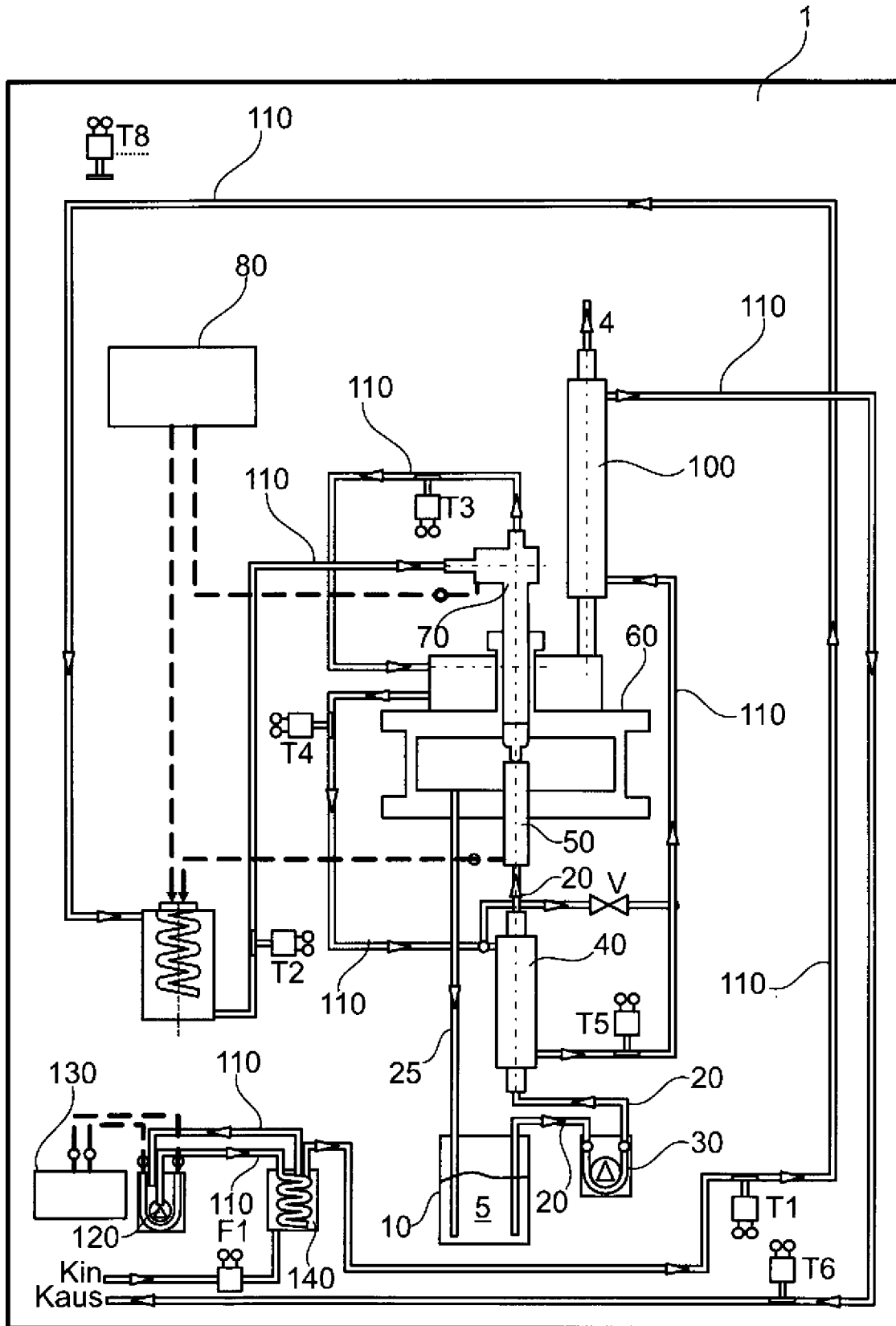


Fig. 1

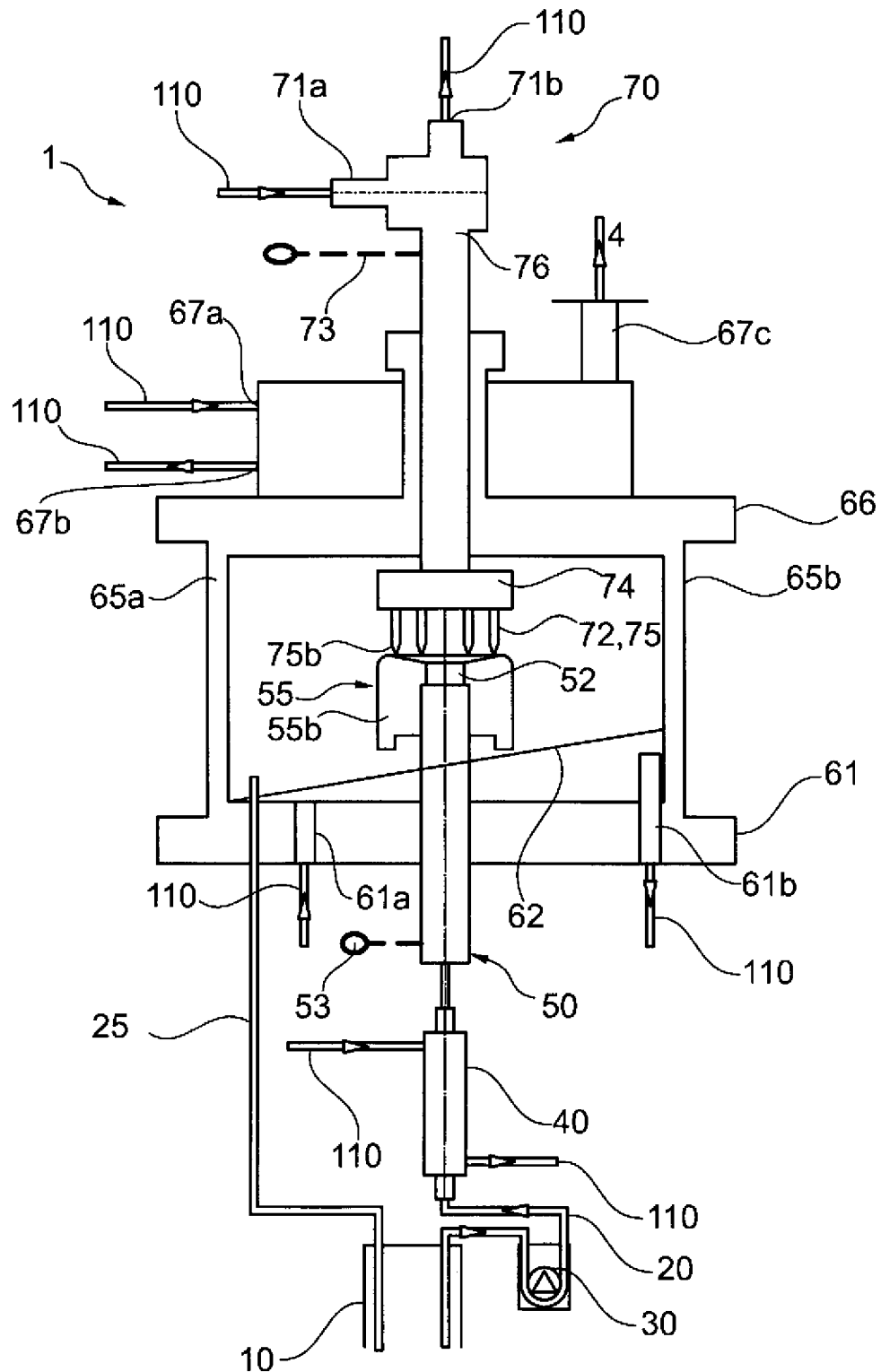


Fig. 2

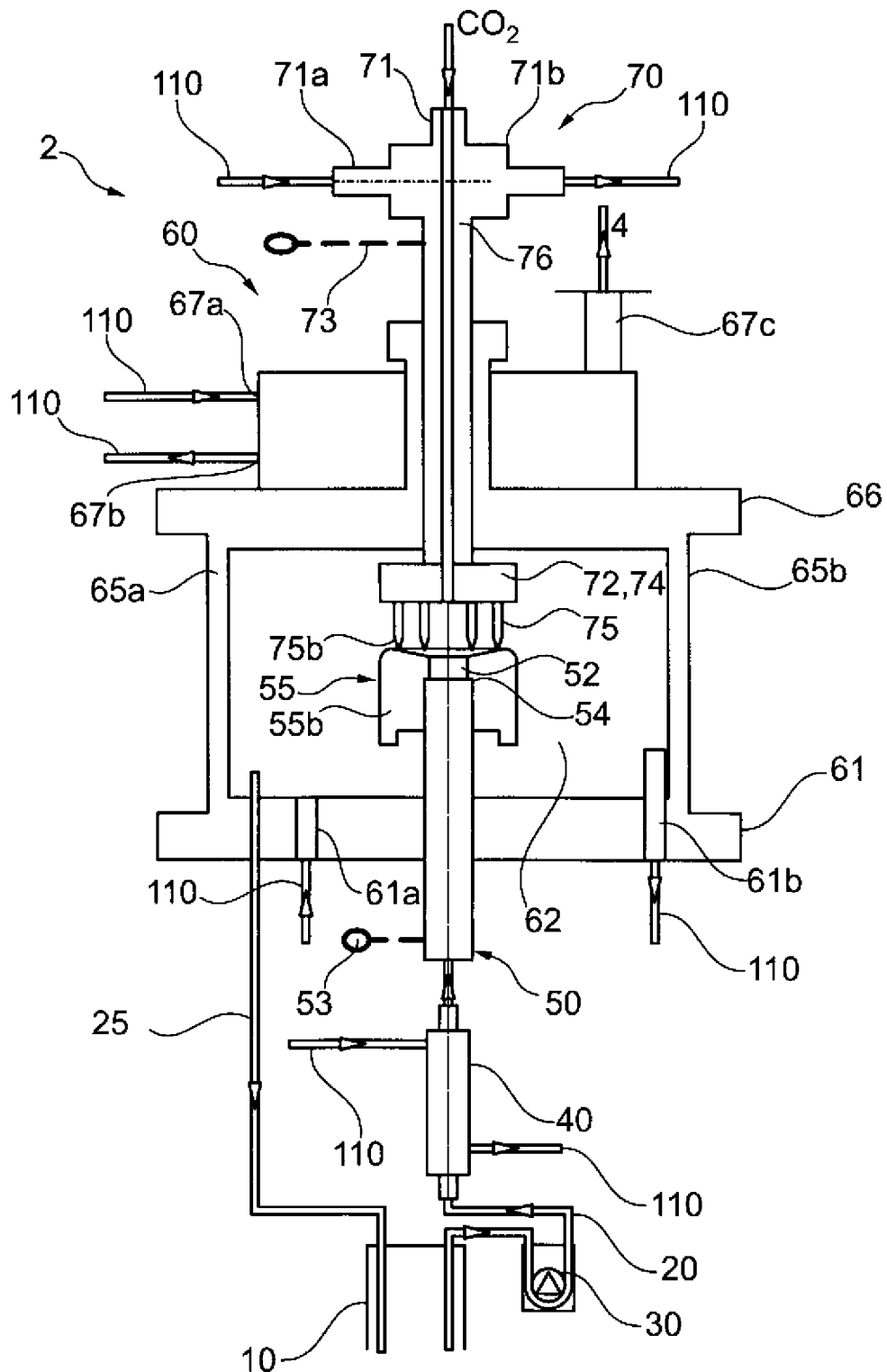


Fig. 3

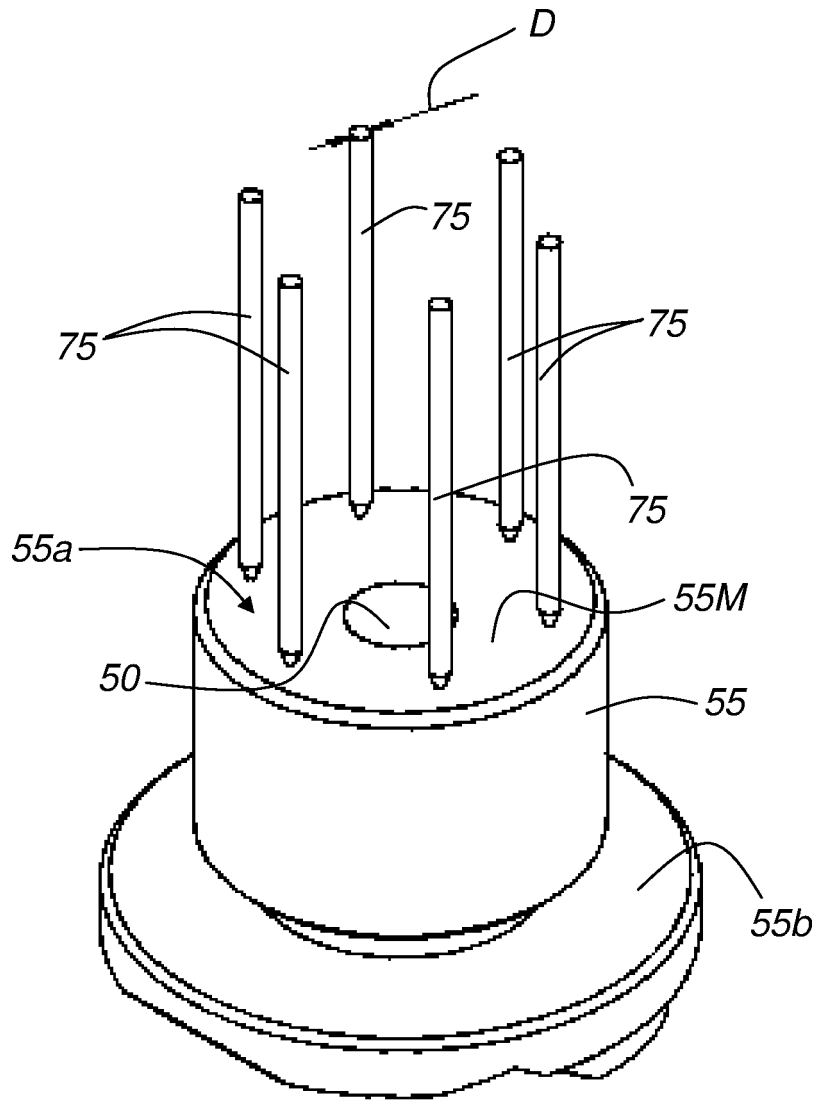


Fig. 5

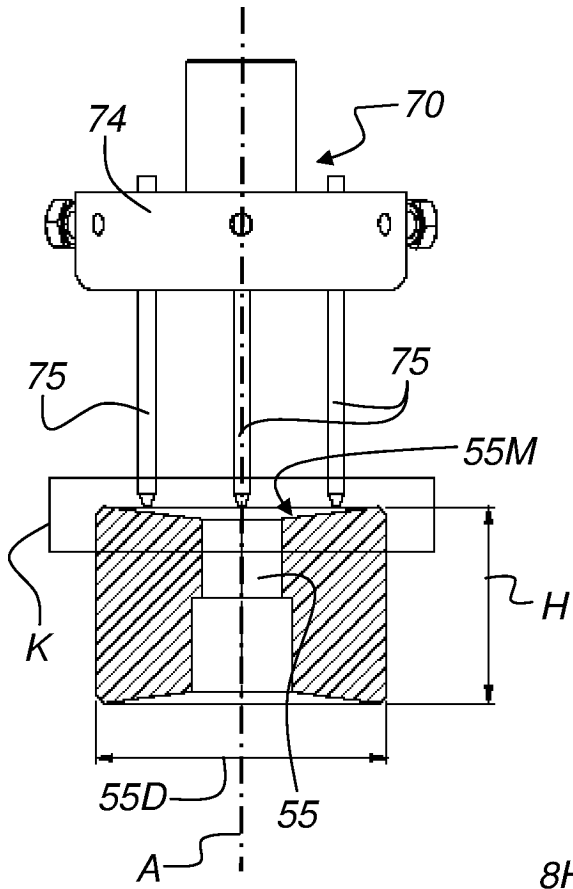


Fig. 6

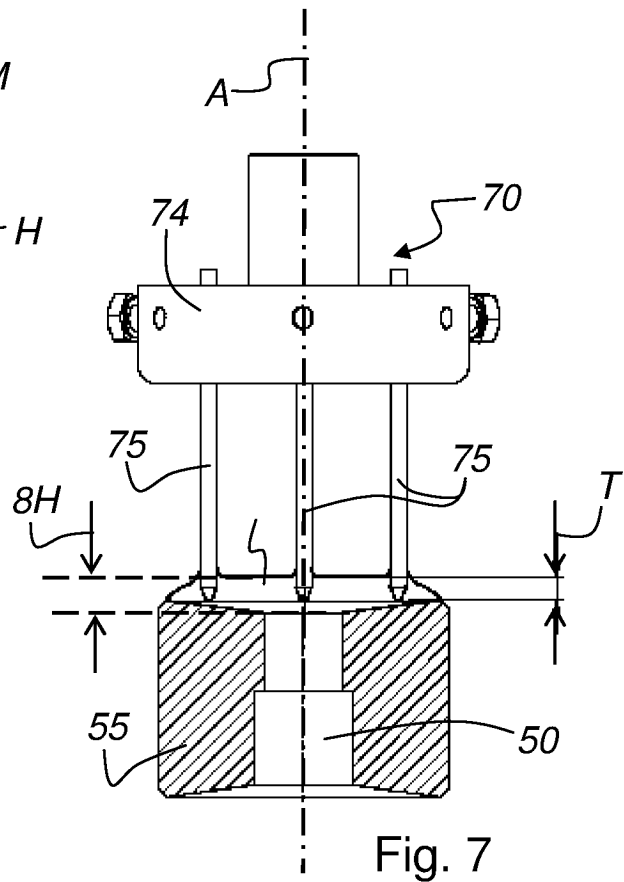


Fig. 7

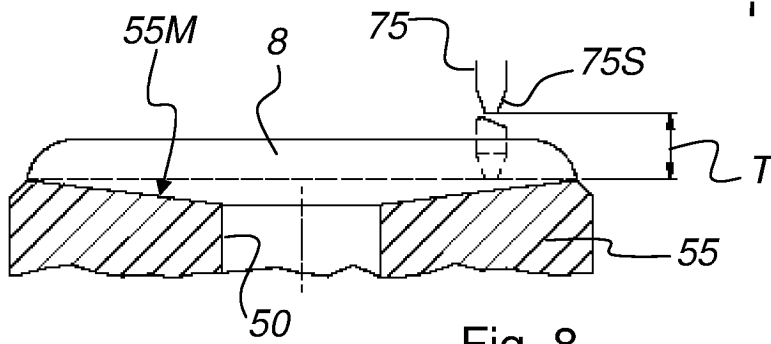


Fig. 8