



(10) **DE 10 2011 053 109 B4** 2016.10.13

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 053 109.2**
(22) Anmeldetag: **30.08.2011**
(43) Offenlegungstag: **28.02.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.10.2016**

(51) Int Cl.: **C10L 3/00 (2006.01)**
C25B 5/00 (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:

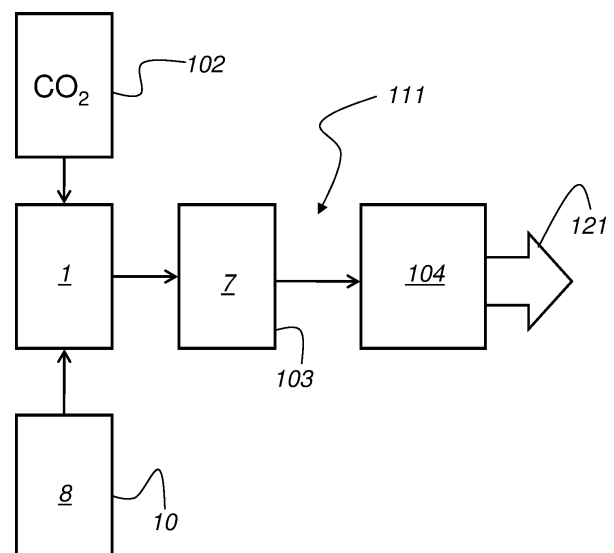
DE 10 2009 018 126 A1
DE 10 2010 060 212 A1

**SATHE, N.; BOTTE, G. G.: Assessment of coal
and graphite electrolysis... In: J. Power Sources,
Vol. 161, 2006, S. 513-523.**

(54) Bezeichnung: **System zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern**

(57) Hauptanspruch: System (111) zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern

- mit einer Vorrichtung (1) mit einer Kathode (70) und einer Anode (50) und einer Plasmaerzeugungsspannungsquelle (80) zur Erzeugung von Brenngas (7) mittels eines Plasmas aus einem Elektrolyt (8), der im Wesentlichen aus einer Aufschlämmung von Kohle in Wasser besteht;
- mit einem Reservoir (10) an Elektrolyt (8), welches zur Zufuhr des Elektrolyts (8) mit der Vorrichtung (1) verbunden ist;
- mit einer CO₂-Quelle (102), welche zur Zufuhr von CO₂ mit der Vorrichtung (1) verbunden ist;
- mit einem Speicher (103) für das in der Vorrichtung (1) produzierte Brenngas (7); und
- mit einer Einrichtung (104), in der das Brenngas (7) in andere Energieträger außer Brenngas wandelbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern aus einem Elektrolyten mittels eines Plasmas.

[0002] 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. Ebenso kann das hergestellte Brenngas in andere Energieträger umgewandelt werden.

[0003] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2009 018 126 A1 bezieht sich auf ein Energieversorgungssystem mit einer Stromerzeugungseinrichtung zur regenerativen Erzeugung von in ein Stromversorgungsnetz einspeisbarer elektrischer Energie und auf ein Betriebsverfahren für ein derartiges Energieversorgungssystem. Die erzeugte elektrische Energie wird zur Wasserstoffgewinnung verwendet. Der mittels Elektrolyse gewonnene Wasserstoff kann anschließend durch Reaktion mit zugeführtem Kohlenoxid in Methan umgesetzt werden, was als Energiespeicher verwendet werden kann. Die Erzeugung von Brenngas aus einer Kohleaufschlammung mittels Plasma wird nicht erwähnt bzw. angesprochen.

[0004] 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.

[0005] WO 2009/029292 A1 offenbart eine Wasserstoffherzeugung mit CO₂- und CO-Absonderung bei Kohle- und Erdgaskraftwerken unter Verwendung von herkömmlicher Elektrolyse. Hier werden die Rohstoffe Wasser, Kohle, und NaCl (Natriumchlorid) so-

wie NaOH (Natriumhydroxid) verwendet, um H₂ zu erzeugen.

[0006] Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2010 060 212 A1 offenbart eine Vorrichtung mit einer Kathode und einer Anode und einer Plasmaerzeugungsspannungsquelle zur Erzeugung von Brenngas mittels eines Plasmas aus einem Elektrolyt, der im Wesentlichen aus einer Aufschlammung von Kohle in Wasser besteht. Ferner ist ein Behälter zur Aufnahme des Elektrolyts vorgesehen. Vom Behälter führen eine Leitung zum Reaktionsgefäß und eine Rückführleitung aus dem Reaktionsgefäß in den Behälter zurück. Dieser Behälter enthält das Rührwerk.

[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] 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 Kohlendioxidherzeugung wird derzeit überlegt, bei einer Verbrennung freiwerdendes Kohlendioxid in Tanks aufzufangen und das Kohlendioxid im Erdboden zu speichern. Auf diese Weise soll die Menge von in die Atmosphäre gelangendem Kohlendioxid verringert werden. Jedoch ist eine Lagerung des Kohlendioxids im 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 Energie oder anderen nutzbaren Energieträgern zum Einsatz kommt.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System zur einfachen Erzeugung von Brenngas und/oder verschiedener Energieträger aus dem Brenngas zu schaffen, wobei die Erzeugung des Brenngases CO_2 verbraucht oder CO_2 -neutral erfolgt.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein System zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern gelöst, das die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

[0012] Das System zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern zeichnet sich dadurch aus, dass eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem Elektrolyt Bestandteil des erfindungsgemäßen Systems ist. Der Elektrolyt besteht im Wesentlichen aus einer Aufschlammung von Kohle in Wasser. Die Vorrichtung weist mit einer Kathode und einer Anode und einer Plasmaerzeugungsspannungsquelle zur Erzeugung von Brenngas mittels Plasma aus dem Elektrolyten auf. Ferner ist ein Reservoir an Elektrolyt vorgesehen, welches zur Zufuhr des Elektrolyts mit der Vorrichtung verbunden ist. Ebenso ist eine CO_2 -Quelle vorgesehen, welche zur Zufuhr von CO_2 mit der Vorrichtung des Systems verbunden ist. Ein Speicher ist für das in der Vorrichtung produzierte Brenngas vorgesehen, wobei das Brenngas vor einem Verbrauch oder einer Weiterverarbeitung zwischenspeicherbar ist. Ferner ist eine Einrichtung vorgesehen, in der das Brenngas in andere Energieträger außer Brenngas wandelbar ist.

[0013] Die Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas ist mit einer Rauchgasreinigung eines fossilen Kraftwerks und/oder einer Speicherung verbunden. Von der Rauchgasreinigung und/oder der Speicherung ist CO_2 der Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas zuführbar.

[0014] Die Rauchgasreinigung des fossilen Kraftwerks separiert das CO_2 und führt es direkt der Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas zu. Das CO_2 wird zusammen mit dem Elektrolyt zugeführt. Die Speicherung für das CO_2 kann als ein unterirdischer Speicher ausgebildet sein. Aus dem Speicher wird das CO_2 direkt der Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas zusammen mit dem Elektrolyt zugeführt.

[0015] Der Energieträger kann einem Verbraucher zugeführt werden. Gemäß einer Ausführungsform kann

der Verbraucher eine Einrichtung zur Energiegewinnung sein. Hier kann z.B. über eine Turbine aus dem Brenngas oder aus den aus dem Brenngas erzeugten Energieträgern elektrische Energie erzeugt werden.

[0016] Der Verbraucher kann auch ein mit einem Verbrennungsmotor betriebenes Fahrzeug sein, dem ein in der Einrichtung aus dem Brenngas erzeugter Treibstoff zuführbar ist. Zusätzlich zu dem mit dem Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeug kann die Einrichtung zur Wandlung des Brenngases in andere Energieträger mit einer Einrichtung zur Energiegewinnung verbunden sein.

[0017] Bevorzugt enthält das von der Vorrichtung erzeugte Brenngas Wasserstoff, Kohlenmonoxid und/oder gasförmige Kohlenwasserstoffe.

[0018] Zudem kann das bei einer nachfolgenden Verbrennung des Brenngases freigesetzte Kohlendioxid oder auch bei der Verbrennung anderer organischer oder fossiler Stoffe als Abgas freigesetztes Kohlendioxid als Ausgangsmaterial zur Erzeugung des Brenngases mittels des zuvor beschriebenen Systems 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 beigefügt ist, zum Einsatz kommen.

[0019] Als weiterer Vorteil kann durch den Wechsel von fossilen Brennstoffen auf mit dem System erzeugten Energieträgern ein Kreislauf entstehen, der die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen einfach und kostengünstig beseitigt.

[0020] Nachfolgend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung ausführlicher beschrieben. Es zeigen:

[0021] Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas, die bei dem erfindungsgemäßen System Einsatz findet;

[0022] Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern;

[0023] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern, wobei CO_2 aus einem Kraftwerk zugeführt wird;

[0024] Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern, wobei CO_2 aus einem unterirdischen Speicher zugeführt wird;

[0025] Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern, wobei CO_2 aus einem Kraftwerk zugeführt wird und der Energieträger bei einem Kraftfahrzeug Verwendung findet; und

[0026] Fig. 6 eine Variante der in Fig. 5 beschriebenen Ausführungsform, wobei der Energieträger bei einem Kraftfahrzeug und zur Erzeugung von elektrischer Energie Verwendung findet.

[0027] 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 dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich ein Beispiel dar, wie die erfindungsgemäße System zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern ausgestaltet sein kann und stellt somit keine abschließende Begrenzung der Erfindung dar.

[0028] 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.

[0029] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Erzeugung von Brenngas 7 mittels eines Elektrolyts 8 aus Kohlenstoff (C) und Wasser (H_2O), 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 (Na_2SO_4), Kaliumhydroxid (KOH), Kaliumchlorid (KCl), Kaliumnitrat (KNO_3) usw., gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Hierzu hat die Vorrichtung 1 einen Reservoir 10 zur Aufnahme des Elektrolyts 8. In dem Reservoir 10 kann auch ein nicht dargestelltes Rührwerk zum Rühren des Gemischs aus Kohlenstoff und Wasser vorhanden sein, so dass der Kohlenstoff in dem Wasser dispergiert ist. In den Reservoir 10 münden eine Leitung 20 zur Ausleitung von Elektrolyt 8, in Pfeilrichtung, zu einer Elektrolyt-Förderpumpe 30 und eine Rückführleitung 25 zur Rückführung von Elektrolyt 8. 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 ein 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 des Zufuhrrohrs 50 zuge-

wandt ist. Die anderen Enden von Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 und Elektrode 70, die voneinander abgewandt sind, sind an eine Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 angeschlossen. Wird mittels der Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 über in Fig. 1 gestrichelt gezeichnete Stromleitungen eine Spannung zwischen dem Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 (Anode) und der Elektrode 70 (Kathode) angelegt, kann zwischen der Elektrode 70 (Kathode) und dem von dem Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 (Anode) zugeführten Elektrolyt 8 ein Plasma erzeugt werden. Eine Strombegrenzung am Plasma kann mittels eines elektrischen Vorschaltwiderstands 90 erzielt werden, der zwischen dem Elektrolyt-Zufuhrrohr 50 und die Plasmaerzeugungs-Spannungsquelle 80 geschaltet ist. Durch die Wärmeentwicklung in dem Plasma bildet sich aus dem Elektrolyt 8 Brenngas 7, genauer gesagt Wasserstoff (H_2) und Kohlenmonoxid (CO) sowie gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methan (CH_4), wie später noch ausführlicher beschrieben. 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 dabei entstehende Wasser läuft oder tropft zurück in das Reaktorgefäß 60. Die Bestandteile $\text{H}_2 + \text{CO}$ des Brenngases 7 sind auch unter den Namen Synthesegas oder Stadtgas bekannt. Das Brenngas 7 kann 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 (H_2), Kohlenmonoxid (CO), sowie gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methan (CH_4), zerlegt werden.

[0030] 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 F_1 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 $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7$ vorhanden, welche an verschiedensten Stellen im Kühlleitungssystem 110 angeordnet sind, um jeweils die Temperatur des Kühlmittels in dem Kühlleitungssystem 110 zu messen. Der Temperatursensor T_1 dient zum Messen der Tempera-

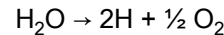
tur des Kühlmittels am Eingang des Kühlleitungssystems **110** bzw. zwischen dem elektrischen Vorschaltwiderstand **140** und dem elektrischen Vorschaltwiderstand **90**. Der Temperatursensor T_2 dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem **110** zwischen dem elektrischen Vorschaltwiderstand **90** und der Elektrode **70**. Der Temperatursensor T_3 dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem **110** zwischen der Elektrode **70** und dem Reaktorgefäß **60**. Der Temperatursensor T_4 dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem **110** zwischen dem Reaktorgefäß **60** und der Elektrolytkühleinrichtung **40**. Der Temperatursensor T_5 dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem **110** zwischen der Elektrolytkühleinrichtung **40** und der Gaskühleinrichtung **100**. Der Temperatursensor T_6 dient zum Messen der Temperatur des Kühlmittels im Kühlleitungssystem **110** zwischen der Gaskühleinrichtung **100** und dem Kühlmittelablauf K_{aus} . Der Temperatursensor T_7 dient zum Messen der Temperatur der Vorrichtung **1**.

[0031] Bei dem Kühlleitungssystem **110** in Fig. 1 kann mittels eines Ventils V die Zufuhr von Kühlmittel zu der Elektrolytkühleinrichtung **40** geregelt werden. Das Ventil V ist in dem Kühlleitungssystem **110** zwischen Reaktorgefäß **60** und Gaskühleinrichtung **100** eingebaut. Bei geöffnetem Ventil V wird das Kühlmittel über das Ventil V an der Elektrolytkühleinrichtung **40** vorbeigeführt. Somit dient das Ventil V als Bypass. Bei geschlossenem Ventil V durchströmt das Kühlmittel nur die Elektrolytkühleinrichtung **40** und wird an dem Ventil V vorbeigeführt. Bei nur teilweise geöffnetem bzw. geschlossenem Ventil V durchströmt das Kühlmittel je nach Öffnungs- bzw. Schließgrad des Ventils V teilweise das Ventil V und teilweise die Elektrolytkühleinrichtung **40**.

[0032] Wird nun die Vorrichtung **1** gemäß diesem Ausführungsbeispiel in Betrieb genommen, können Wassergas bzw. Synthesegas und beispielsweise gasförmige Kohlenwasserstoffe, insbesondere Methan usw., erzeugt werden. Der Elektrolyt **8** umfasst Kohlenstoff (C) und Wasser (H_2O), dem gegebenenfalls noch zur Erhöhung der Leitfähigkeit die Verbindung zugesetzt ist, die in wässriger Lösung in Ionen zerfällt, wie zuvor beschrieben. Wird nun eine elektrische Spannung zwischen der Elektrode **70**, insbesondere ihren stabförmigen Elementen **75** und dem Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** (Anode) angelegt, um ein Plasma zwischen der Elektrode **70** (Kathode) 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.

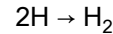
[0033] Im Reaktorgefäß **60** (zwischen Elektrolyt-Zufuhrrohr **50** (Anode) und Elektrode **70** (Kathode)) laufen vor allem die folgenden Reaktionen ab:

– Die Reaktion



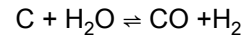
bei der Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird.

– Die Reaktion



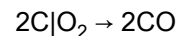
bei der zwei Wasserstoffatome zu einem Wasserstoffmolekül rekombinieren.

– Die Reaktion



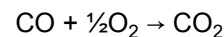
bei der es sich um eine Gleichgewichtsreaktion handelt, und bei welcher Wassergas entsteht, eine Mischung aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H_2).

– Die Reaktion



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

– Die Reaktion



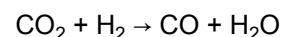
bei welcher Kohlenmonoxid (CO) zu Kohlendioxid (CO_2) verbrennt.

– Die Reaktion



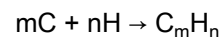
bei welcher Kohlendioxid in Kohlenmonoxid und Sauerstoff gespalten wird.

– Die Reaktion



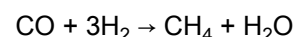
bei welcher Kohlenmonoxid und Wasser erzeugt wird.

– 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 (CH_4) erzeugt wird.

[0034] 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** zugeführt 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.

[0035] 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.

[0036] Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems 100 zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern. Das System umfasst in allen nachstehend dargestellten Ausführungsformen immer eine Vorrichtung 1 zur Erzeugung von Brenngas 7 mittels eines Elektrolyts 8 aus Kohlenstoff (C) und Wasser (H₂O). Der Elektrolyt 8 wird der Vorrichtung 1 aus einem Reservoir 10 zugeführt. Das Brenngas 7 aus der Vorrichtung 1 kann in einem Speicher 103 vor einer möglichen Weiterverarbeitung zwischengespeichert werden. Der Vorrichtung 1 wird ferner ein CO₂ aus einer CO₂-Quelle 102 zugeführt. Gemäß den oben dargestellten Reaktionen wird das CO₂ bei der Erzeugung des Brenngases 7 in Kohlenmonoxid und Sauerstoff oder in Kohlenmonoxid und Wasser umgewandelt. Das Brenngas 7 im Speicher 103 aus der kann weiteren Einrichtung 104 in andere Formen der Energieträger umgewandelt werden. Wie durch den Pfeil 121 angedeutet kann der Energieträger dem Verbraucher direkt zugeführt werden oder aus dem Energieträger kann elektrische Energie gewonnen werden.

[0037] Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems 111 zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern, wobei CO₂ aus einem Kraftwerk 105 der Vorrichtung 1 zur Erzeugung eines Brenngases 7 zugeführt wird. Das Kraftwerk 105 ist mit einer Rauchgasreinigung 106 versehen, die den Anteil des CO₂ im Rauchgas reduziert. Das CO₂ aus dem Rauchgas kann direkt der Vorrichtung 1 zur Erzeugung des Brenngases 7 zugeführt werden. Die Rauchgasreinigung 106 bildet somit die CO₂-Quelle 102 für das erfindungsgemäße System 111. Wie bereits in der Beschreibung zu Fig. 2 erwähnt, kann in der weiteren Einrichtung 104 das Brenngas 7 in andere Formen der Energieträger umgewandelt werden. Es ist jedoch ebenfalls denkbar, dass das Brenngas 7 auch direkt (nicht dargestellt) einer Einrichtung 113 zur Energiegewinnung zugeführt wird. Die Einrichtung 113 kann z. B. eine Turbine sein.

[0038] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Systems 100 zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern, wobei CO₂ aus einem fossilen Kraftwerk 105 der Vorrichtung 1 zur Erzeugung eines Brenngases 7 zugeführt wird. Das Kraftwerk 105 ist CO₂-Abscheidung (Rauchgasreini-

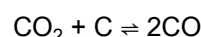
gung 106) mit anschließender Speicherung 122 ausgestattet. Die Speicherung 122 erfolgt durch Injektion und behälterlose Lagerung in unterirdischen Gesteinsschichten auf unbegrenzte Zeit (CO₂-Sequestrierung). Gemäß der Erfindung kann das CO₂ aus der Speicherung 122 entnommen und der Vorrichtung 1 zur Erzeugung des Brenngases 7 zugeführt werden. Ansonsten entsprechen der Aufbau und der Output des Systems 111 im Wesentlichen dem des System 1 aus Fig. 3.

[0039] Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform des Systems 111 zur Erzeugung von einem Energieträger, der für den Antrieb von Kraftfahrzeugen 133 (mit Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeugen) geeignet ist. Das aus der Rauchgasreinigung 106 des Kraftwerks 105 gewonnene CO₂ wird direkt in die Vorrichtung 1 zur Erzeugung des Brenngases 7 eingespeist. In der weiteren Einrichtung 104 des erfindungsgemäßen Systems 111, wird aus dem Brenngas 7 ein Treibstoff für den Antrieb von Kraftfahrzeugen 133 hergestellt. Somit wird das im Kraftwerk 105 erzeugte CO₂ wieder zur Gewinnung von Energieträger verwendet und leistet somit keinen Beitrag zum Treibhauseffekt.

[0040] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform des Systems 111 (analog zu Fig. 5) zur Erzeugung von einem Energieträger, der für den Antrieb von Kraftfahrzeugen 133 geeignet ist. Bei dieser Ausführungsform kann der Vorrichtung 1 zur Erzeugung des Brenngases 7 das CO₂ aus dem Rauchgas des Kraftwerks 105 und zusätzlich auch aus der unterirdischen Speicherung 122 zugeführt werden. Wie bereits in Fig. 5 beschreiben, wird in der weiteren Einrichtung 104 des erfindungsgemäßen Systems 111 aus dem Brenngas 7 ein Treibstoff für den Antrieb von Kraftfahrzeugen 133 hergestellt. Zusätzlich kann der Treibstoff einer Einrichtung 113 zur Energiegewinnung zugeführt werden.

[0041] Das Kohlendioxid (CO₂), das bei den in den Fig. 2 bis Fig. 6 dargestellten Ausführungsformen der Vorrichtung 1 zur Erzeugung eines Brenngases 7 zugeführt wird, kann Abgas sein, welches bei der Verbrennung anderer Brennstoffe (fossiler Brennstoffe) entstanden ist.

[0042] Somit läuft bei Betrieb der Vorrichtung 1 zur Erzeugung des Brenngases 7 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 1 das Boudouard-Gleichgewicht ein, bei welchem Kohlendioxid (CO₂) und Kohlenstoff (C) vollständig in Kohlenmonoxid (CO) umgesetzt werden.

[0043] Eine Zuführung von Kohlendioxid (CO₂) in die Vorrichtung **1** kann demzufolge den Anteil von CO in dem Synthesegas (H₂ + CO) erhöhen. Zusätzlich werden auch bei der Vorrichtung **1** gasförmige Kohlenwasserstoffe (Methan, Ethan, Propan, Butan usw.) erzeugt, die in dem erzeugten Brenngas **7** enthalten sind, wie zuvor beschrieben.

[0044] 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.

[0045] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Abwandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. System (**111**) zur Erzeugung von Energie und/oder Energieträgern

- mit einer Vorrichtung (**1**) mit einer Kathode (**70**) und einer Anode (**50**) und einer Plasmaerzeugungsspannungsquelle (**80**) zur Erzeugung von Brenngas (**7**) mittels eines Plasmas aus einem Elektrolyt (**8**), der im Wesentlichen aus einer Aufschlammung von Kohle in Wasser besteht;
- mit einem Reservoir (**10**) an Elektrolyt (**8**), welches zur Zufuhr des Elektrolyts (**8**) mit der Vorrichtung (**1**) verbunden ist;
- mit einer CO₂-Quelle (**102**), welche zur Zufuhr von CO₂ mit der Vorrichtung (**1**) verbunden ist;
- mit einem Speicher (**103**) für das in der Vorrichtung (**1**) produzierte Brenngas (**7**); und
- mit einer Einrichtung (**104**), in der das Brenngas (**7**) in andere Energieträger außer Brenngas wandelbar ist.

2. System (**111**) nach Anspruch 1, wobei die CO₂-Quelle (**102**), eine Rauchgasreinigung (**106**) eines fossilen Kraftwerks (**105**) und/oder eine Speicherung (**122**) von CO₂ ist, und dass von der Rauchgasreinigung (**106**) und/oder der Speicherung (**122**) CO₂ der Vorrichtung (**1**) zur Erzeugung von Brenngas (**7**) zuführbar ist.

3. System (**111**) nach Anspruch 2, wobei das durch die Rauchgasreinigung (**106**) des fossilen Kraftwerks (**105**) separierte CO₂ direkt der Vorrichtung (**1**) zur Erzeugung von Brenngas (**7**) zusammen mit dem Elektrolyt (**8**) zuführbar ist.

4. System (**111**) nach Anspruch 2, wobei die Speicherung (**122**) ein unterirdischer Speicher ist, aus dem das CO₂ direkt der Vorrichtung (**1**) zur Erzeu-

gung von Brenngas (**7**) zusammen mit dem Elektrolyt (**8**) zuführbar ist.

5. System (**111**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Energieträger einem Verbraucher (**121**) zuführbar ist.

6. System (**111**) nach Anspruch 5, wobei der Verbraucher (**121**) eine Einrichtung (**113**) zur Energiegewinnung ist.

7. System (**111**) nach Anspruch 5, wobei der Verbraucher (**121**) ein mit Verbrennungsmotor betriebenes Fahrzeug (**133**) ist, dem ein in der Einrichtung (**104**) aus dem Brenngas (**7**) erzeugter Treibstoff als Energieträger zuführbar ist.

8. System (**111**) nach Anspruch 7, wobei zusätzlich zu dem mit dem Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeug (**133**) die Einrichtung (**104**) zur Wandlung des Brenngases (**7**) in andere Energieträger mit einer Einrichtung (**113**) zur Energiegewinnung verbunden ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

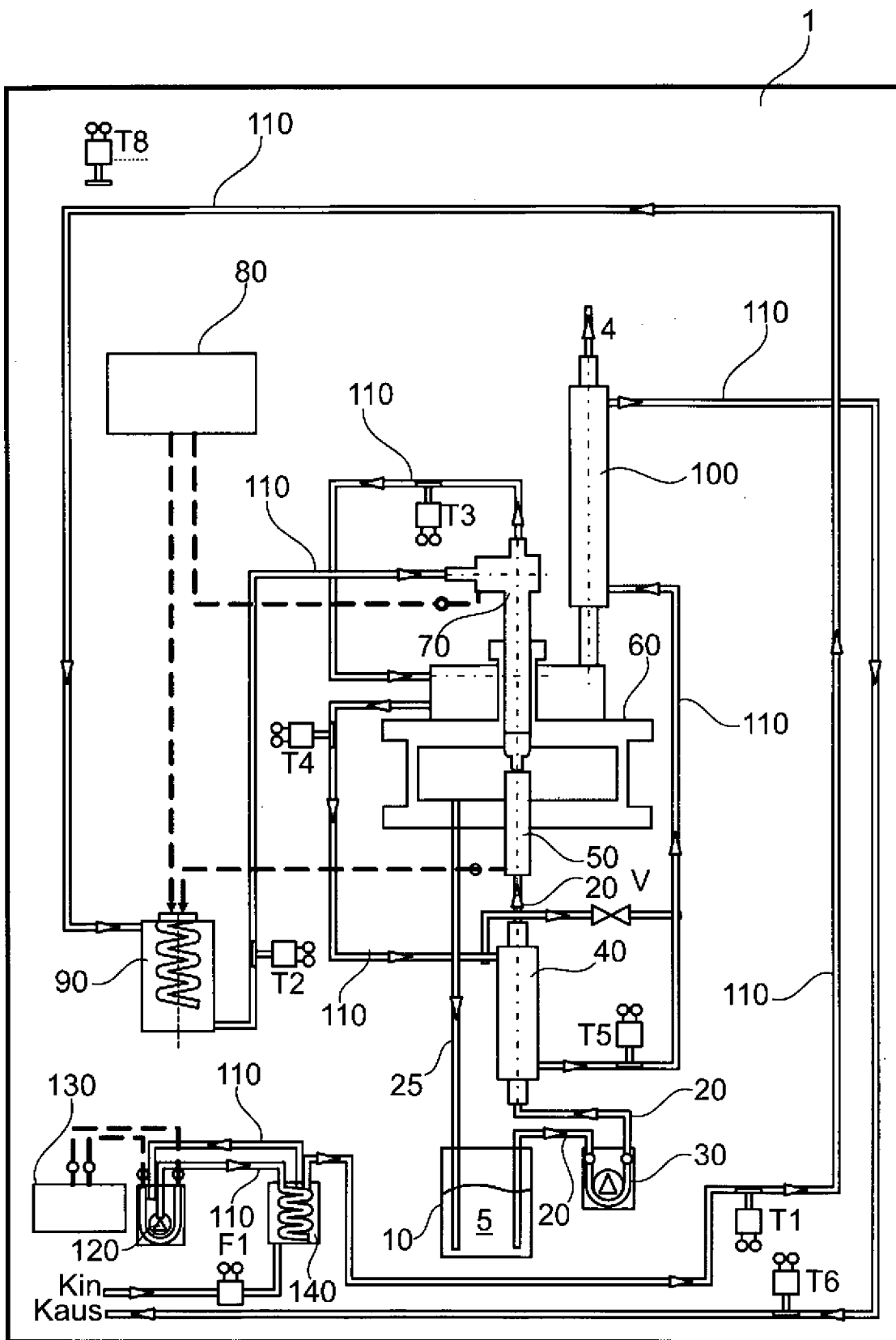


Fig. 1

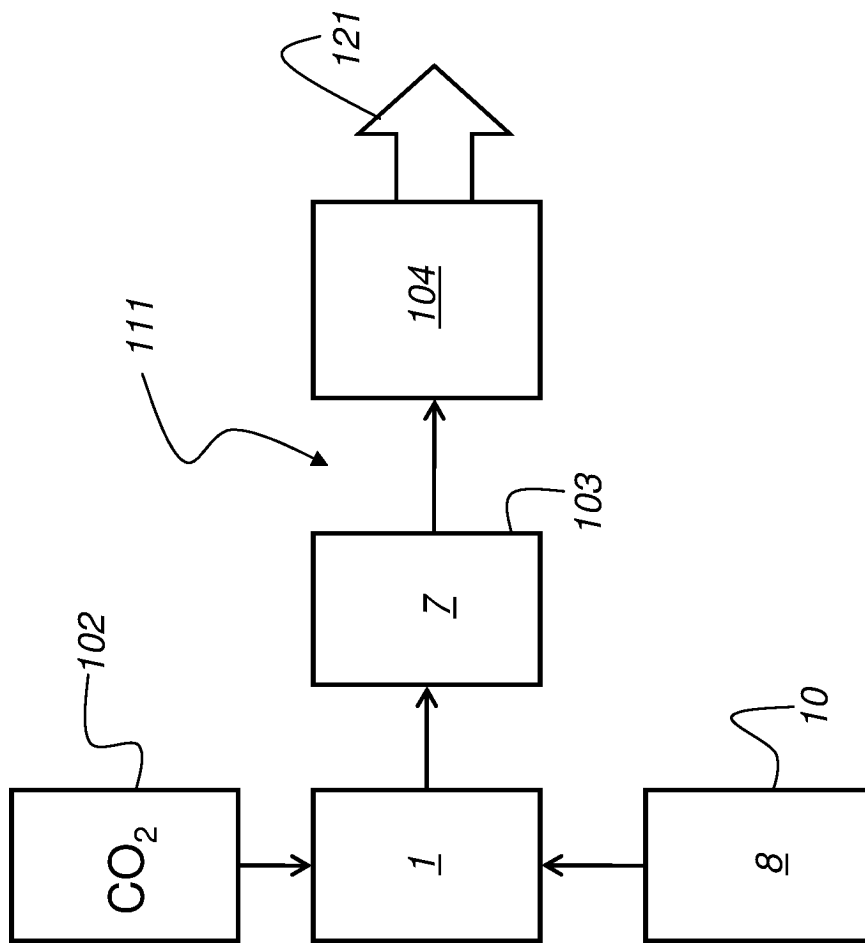


Fig. 2

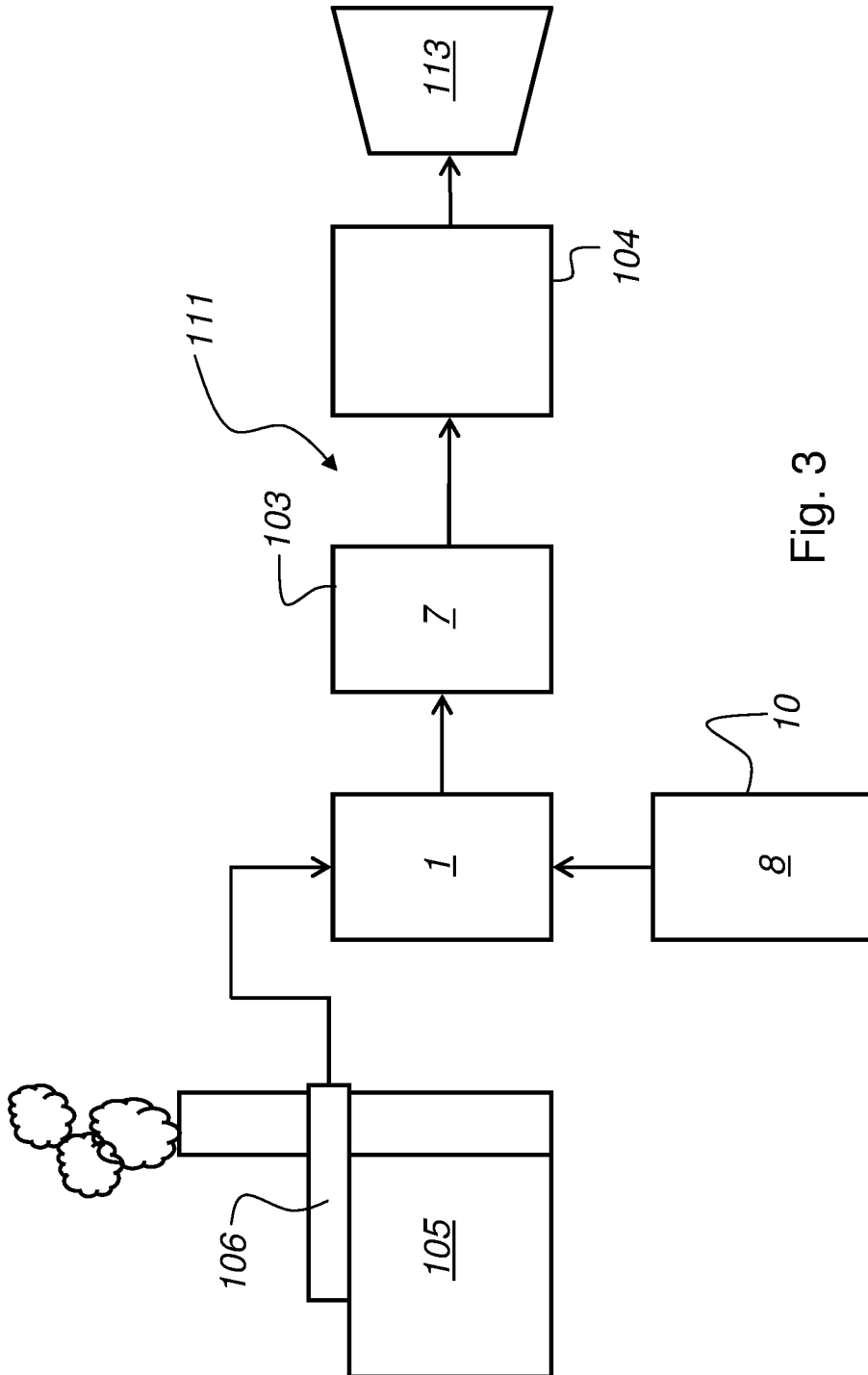


Fig. 3

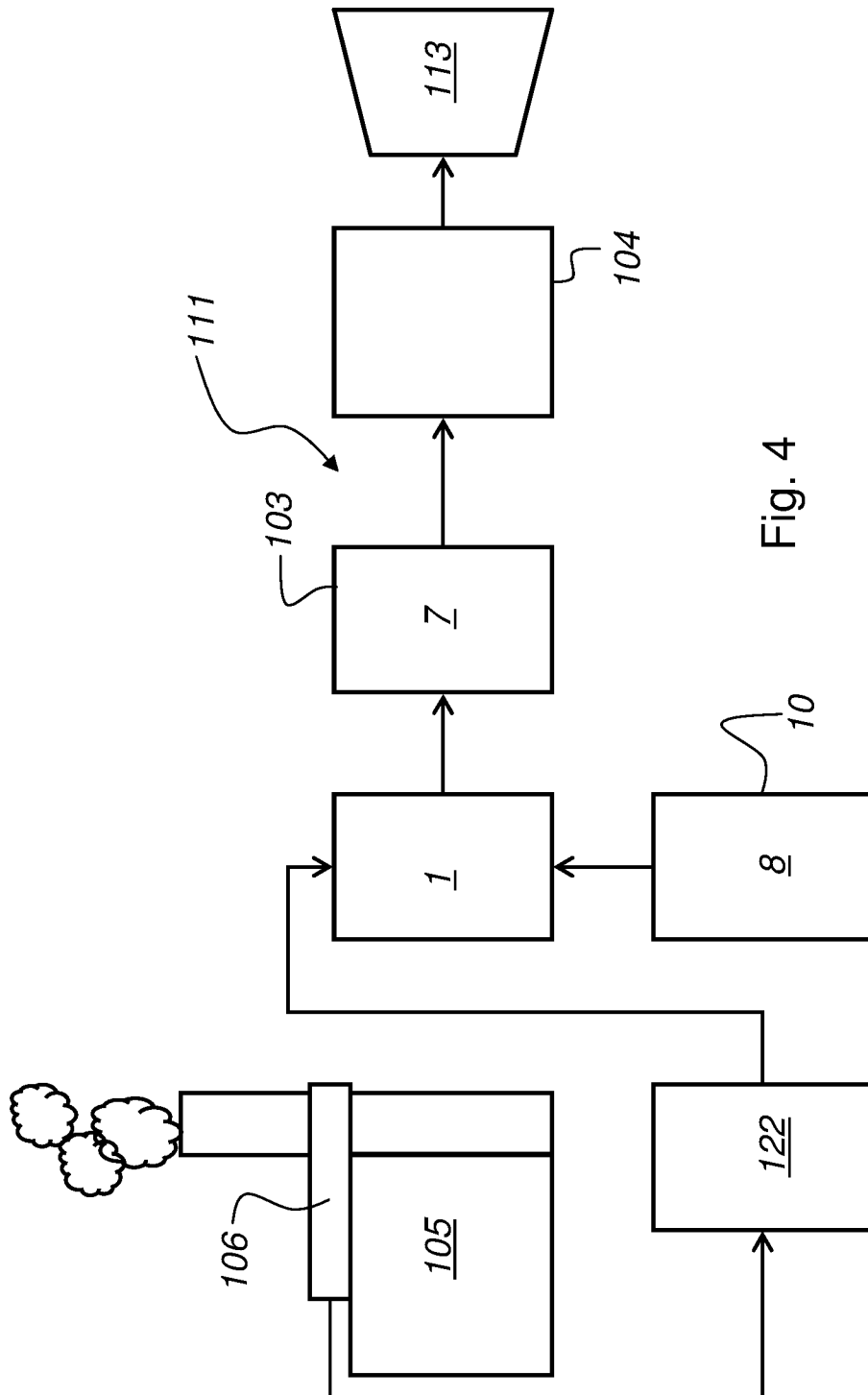


Fig. 4

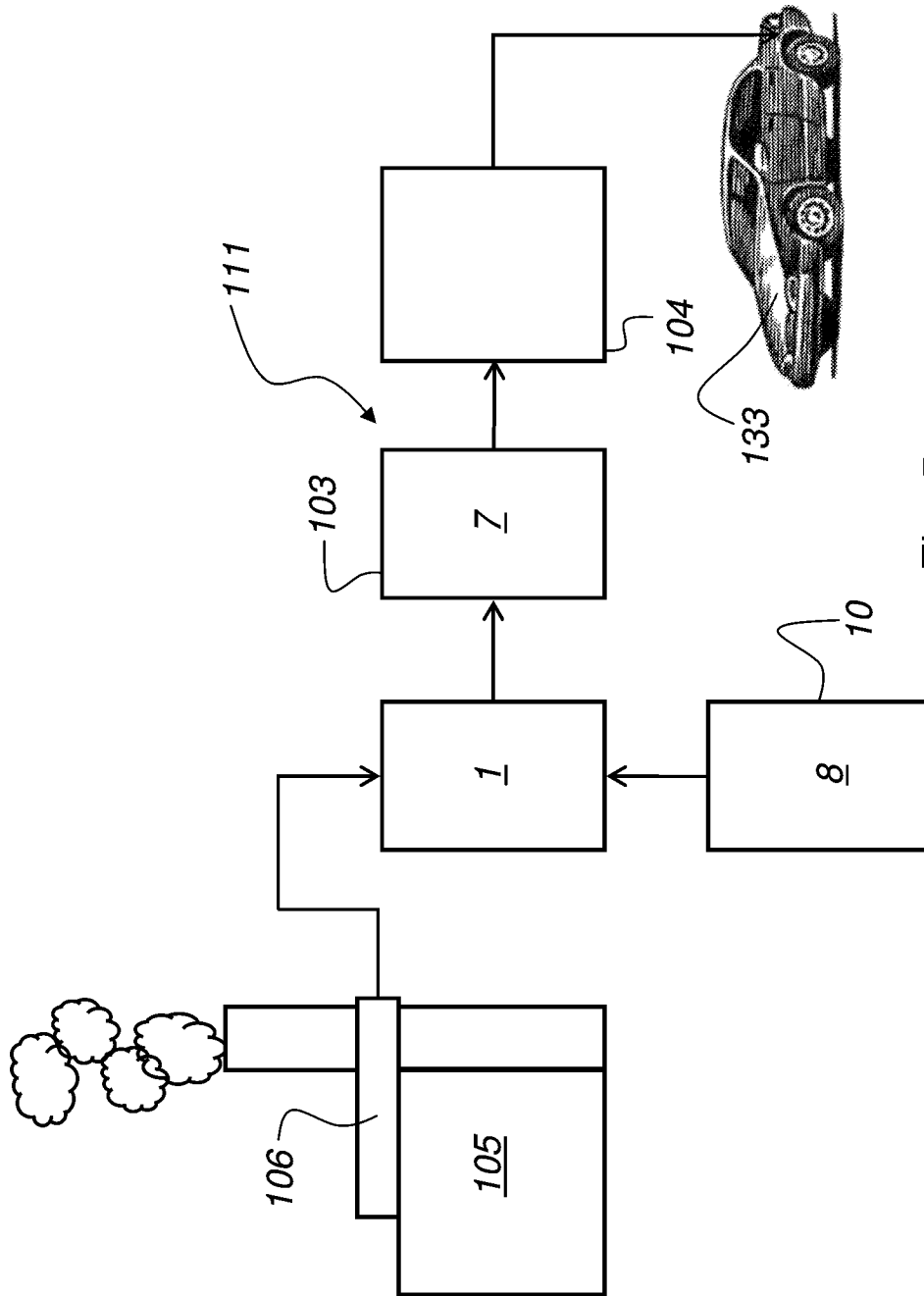


Fig. 5

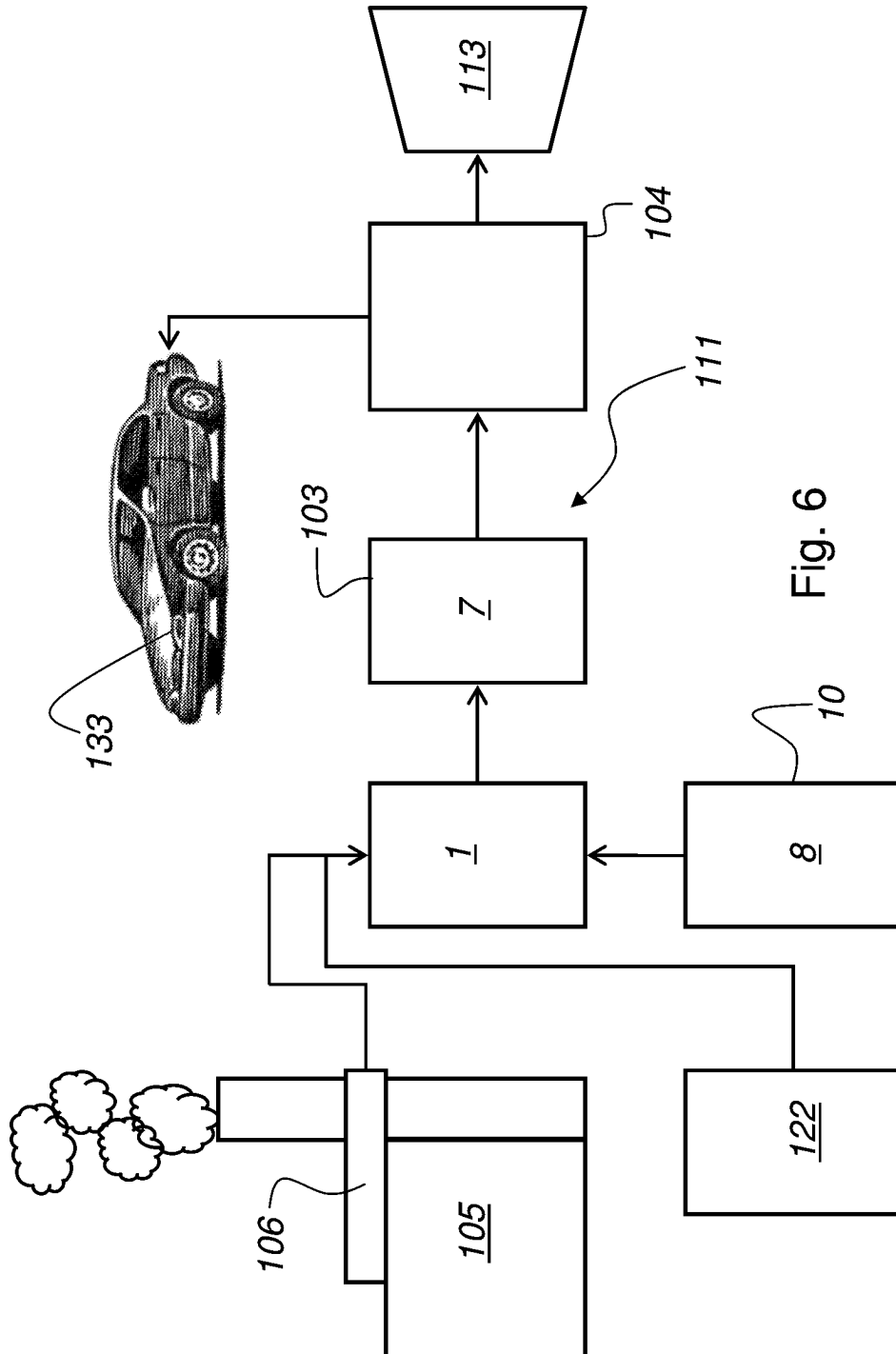


Fig. 6