



- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/059566
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 8. Mai 2013 (08.05.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A 575/2012 14. Mai 2012 (14.05.2012) AT
- (72) **Erfinder; und**
- (71) **Anmelder :** MAIR, Christian [AT/AT]; Tiergartenstraße 27, A-6020 Innsbruck (AT).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)

(54) **Title:** FUEL SUPPLY SYSTEM FOR CARBON DIOXIDE-STORING VEHICLES

(54) **Bezeichnung :** BETRIEBSSTOFFVERSORGUNGSSYSTEM FÜR FAHRZEUGE MIT KOHLENDIOXIDSPEICHERUNG

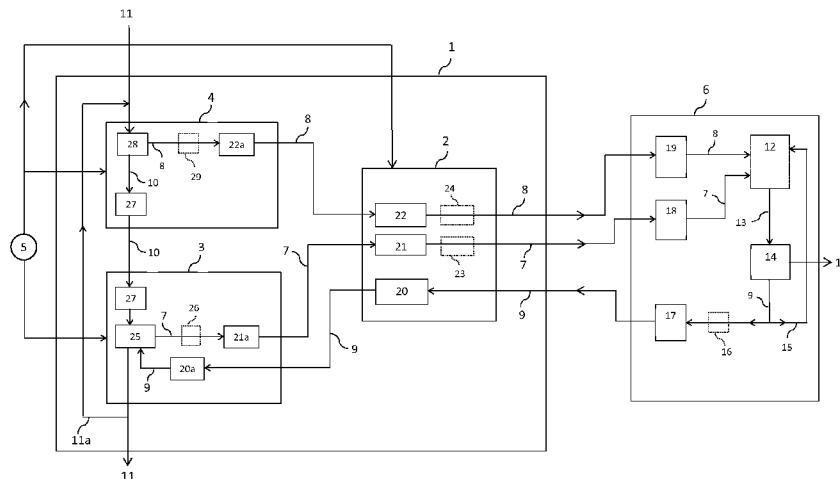


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a fuel supply system (1) for the supply of mobile, hydrocarbon-powered, carbon dioxide-storing machines (6) with power, which system contains devices that are equipped to generate hydrogen (10) by splitting water, to completely synthesize the carbon dioxide (9) periodically conducted away from the machines to hydrocarbon compounds (7) while using the generated hydrogen and to supply said hydrocarbon compounds and the oxygen (8) produced during the generation of hydrogen to the mobile machines (6).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Betriebsstoffversorgungssystem (1) zur energetischen Versorgung mobiler, kohlenwasserstoffbetriebener, kohlendioxidsspeichernder Maschinen (6), welches Vorrichtungen enthält, dazu geeignet, Wasserstoff [Fortsetzung auf der nächsten Seite]



- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(10) durch Aufspaltung von Wasser zu gewinnen, das aus den Maschinen periodisch abgeführte Kohlendioxid (9) unter Verwendung des erzeugten Wasserstoffs vollständig zu Kohlenwasserstoffverbindungen (7) zu synthetisieren und diese wie auch den bei der Wasserstoffherzeugung anfallenden Sauerstoff (8) den mobilen Maschinen (6) zuzuführen.

BETRIEBSSTOFFVERSORGUNGSSYSTEM FÜR FAHRZEUGE MIT KOHLENDIOXIDSPEICHERUNG**Beschreibung:****Technisches Gebiet:**

Die Erfindung betrifft Betriebsstoff-Versorgungssysteme für mobile Antriebsvorrichtungen.

Stand der Technik:

In modernen Volkswirtschaften sind Fahrzeuge meist so konstruiert, dass sie durch eine fahrzeuginterne Oxidation (in z.B. Verbrennungsmotoren, Gasturbinen, Brennstoffzellen) von Kohlenwasserstoffverbindungen (z.B. Benzin, Diesel, Erdgas, Kerosin, Schweröl) die zu ihrem eigenen Betrieb nötige Energie gewinnen, wobei dazu zum größten Teil auf Kohlenwasserstoffverbindungen aus fossilen Quellen zurückgegriffen wird, die über ein Netz von Betankungsanlagen den Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden. Der zur Oxidation nötige Sauerstoff wird den Oxidationsvorrichtungen der Fahrzeuge in Form von Umgebungsluft zugeführt, was zur Folge hat, dass der Abgasmassenstrom der Fahrzeuge größtenteils aus dem schon in der Umgebungsluft überwiegend enthaltenen Stickstoffgas besteht. Dieser Abgasmassenstrom wird mit dem in ihm enthaltenen Kohlendioxid aus den Fahrzeugen emittiert und trägt so zu einer Steigerung des Kohlenstoffdioxidgehaltes der Atmosphäre und zu einer Verstärkung des atmosphärischen Treibhauseffektes bei.

Um diesen klimatischen Effekt kohlenwasserstoffbetriebener Fahrzeuge zu reduzieren, wurden Fahrzeuge vorgeschlagen (z.B. Patent US 5680764A, US6523349B2), die kohlen- und wasserstoffhaltige Treibstoffe in einer stickstofffreien Umgebung oxidieren, um ein Produktgas zu erhalten, das zum überwiegenden Teil aus Kohlendioxid und Wasser besteht, und dadurch, nach erfolgter Wasserabscheidung, eine Kohlendioxidspeicherung in den Fahrzeugen ermöglichen. Eine solche stickstofffreie bzw. -arme und sauerstoffangereicherte (mehr als 21 Vol% Sauerstoffanteil) Oxidationsumgebung kann beispielsweise durch die Abscheidung von Sauerstoff aus der Umgebungsluft mit Hilfe von Membranen oder durch die Verwendung von im Fahrzeug mitgeführtem Sauerstoff erzeugt werden (vgl. Yantovski E. Energy and Exergy Currents. NOVA Science Publication. New York, 1994).

Für das in diesen Fahrzeugen gespeicherte und periodisch aus dem Fahrzeug abzuführende Kohlendioxid, werden oft technische Weiterverwendungsmöglichkeiten oder seine unterirdische Speicherung als Entsorgungsoptionen angeführt. Dabei befindet sich die Technik der unterirdischen Endspeicherung von Kohlendioxid noch im Erprobungsstadium und wirft gravierende Fragen zur langfristigen Dichtheit der Lagerstätten auf.

In der Anmeldung EP 2348254A1 wird das aus den Fahrzeugen abgeführte und Kohlendioxid enthaltende Gasgemisch einer oder mehreren Produktionsanlagen zugeführt, die aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen einen Fahrzeugtreibstoff aus Kohlenwasserstoffen synthetisieren, der wiederum Fahrzeugen zugeführt werden kann. Dadurch werden zwar laut EP 2348254A1 und EP 2325288A1 Kohlendioxidemissionen in den Produktionsanlagen vermieden, allerdings muss aus dem zwischen Fahrzeugen und Treibstoff-Produktionsanlagen bestehenden Kohlenstoffkreislauf dennoch Kohlendioxid entnommen und endgelagert werden (EP 2348254A1, Absatz 31, 58), da den Produktionsanlagen zur Prozessenergiegewinnung auch andere kohlenstoffhaltige Ausgangsstoffe zugeführt werden.

In der Anmeldung US 20090289227A1 bzw. der Patentschrift US 7989507B2 wird eine Methode beschrieben, Kohlendioxid aus Abgasen von Industrieanlagen zu gewinnen und dieses mit Hilfe von Wasserstoff und heute üblicher Katalysatoren in brennbare Kohlenstoffverbindungen wie Methan oder Methanol überzuführen. Der Wasserstoff wird dabei durch mit regenerativem Strom betriebener Elektrolyse von Wasser erzeugt. Bei dieser Methode wird der industrielle Prozess, aus dem das kohlendioxidhaltige Abgas entnommen wird, nicht mit jenen Kohlenwasserstoffen betrieben, die durch das vorgeschlagene System selbst erzeugt werden. Aus diesem Grunde dient die genannte Methode, sofern die produzierten Kohlenwasserstoffe als Treibstoff („Gasoline Products“ in US7989507B2, Fig.1, Fig.2, Fig.5, Fig.6) verwendet oder anderweitig wieder zu Kohlendioxid oxidiert werden und der genannte industrielle, kohlendioxidproduzierende Prozess mit fossilen Kohlenwasserstoffen betrieben wird, nicht einer nachhaltigen Vermeidung von Kohlendioxidemissionen, sondern nur ihrer zeitlichen Verzögerung.

Um die Einlagerung von Kohlendioxid in die Erdatmosphäre durch kohlenwasserstoffbetriebene Fahrzeuge zu vermindern ohne dabei eine fahrzeuginterne Kohlendioxidabscheidung und -speicherung durchführen zu müssen, werden in zunehmend größerem Ausmaß auch aus Biomasse hergestellte Treibstoffe eingesetzt. Diese weisen eine

gegenüber herkömmlichen, fossilen Treibstoffen verbesserte Kohlendioxidemissionsbilanz auf, da die bei ihrer Oxidation entstehende und aus den Fahrzeugen emittierte Menge an Kohlendioxid in äquivalentem Umfang durch das Nachwachsen der Biomasse wieder der Atmosphäre entzogen wird. Tatsächlich wird für heute angebotene Biotreibstoffe allerdings nur eine um höchstens ca. 70% reduzierte Kohlenstoffdioxidemission (gemessen in Kohlenstoffdioxidäquivalenten) gegenüber aus fossilen Quellen hergestellten Treibstoffen angenommen. Auch wenn die Verwendung lignuzellulosehaltiger Rohstoffe zukünftig diesen Wert erhöhen wird, so bestehen die Grenzen der Realisierbarkeit dieses technologischen Ansatzes dennoch in der beschränkten globalen land- und forstwirtschaftlichen Produktionskapazität.

Alternative, nicht auf Kohlenwasserstoffverbindungen, sondern auf elektrischer Energie aufbauende Energieversorgungskonzepte für Fahrzeuge erzeugen, sofern sie auf Elektrizität aus regenerativen oder nuklearen Quellen zurückgreifen, keine oder nur geringe Kohlenstoffdioxidemissionen. Der derzeitige Stand der Batterietechnik führt allerdings für verkehrstaugliche Fahrzeuge nicht nur zu im Vergleich zu herkömmlichen Tankvorgängen langen Ladezeiten, sondern begrenzt auch sehr stark die Reichweite der Fahrzeuge. Dies resultiert aus der im Vergleich zu Kohlenwasserstoffen geringen Energiedichte der derzeit verwendeten Batterien.

Aufgabe der Erfindung:

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Betriebsstoffversorgungssystem und ein Verfahren zur energetischen Versorgung mobiler Maschinen und insbesondere von Fahrzeugen (Wasser-, Land- und Luftfahrzeuge) zur Verfügung zu stellen, das eine im Vergleich zu heutigen Systemen und Verfahren ähnliche Antriebsleistung und Reichweite der mobilen Maschinen ermöglicht, dabei aber Kohlenstoffdioxidemissionen sowohl in die Erdatmosphäre als auch in Form von Einlagerungen in den Erdboden oder in Gewässern möglichst vermeidet. Diese Vermeidung von Kohlenstoffdioxidemissionen betrifft dabei die Funktionsweise der mobilen Maschinen selbst, aber auch ihr Treibstoff-Versorgungssystem (insbesondere die Herstellung der Treibstoffe).

Darstellung der Erfindung:

In den folgenden Ausführungen wird mit dem Begriff „Treibstoff“ eine einzelne brennbare Kohlenwasserstoffverbindung oder ein Gemisch von mehreren verschiedenen brennbaren

Kohlenwasserstoffverbindungen bezeichnet, welche durch einen ein- oder mehrstufigen Syntheseprozess aus Kohlendioxid und Wasserstoff, eventuell auch unter zusätzlicher Zuführung von Sauerstoff, erzeugt werden können. Insbesondere kann es sich bei einem Treibstoff um Methan oder Methanol handeln.

In der vorliegenden Erfindung wird ein Betriebsstoffversorgungssystem für mobile Maschinen (6) (in den weiteren Ausführungen nur noch als „Fahrzeuge“ bezeichnet) vorgeschlagen, das auf einem nahezu geschlossenen Kohlenstoffkreislauf beruht. Dabei kann das in den Fahrzeugen (6) durch die Oxidation von Treibstoff entstandene und fahrzeugintern gespeicherte Kohlendioxid gänzlich zur Synthese von neuem Treibstoff verwendet und dieser wieder den Fahrzeugen (6) zugeführt werden, sodass kein Kohlendioxid anfällt, das in die Atmosphäre emittiert, industriell weiterverarbeitet oder endgelagert werden müsste. Stattdessen wird dadurch ein nahezu geschlossenes Kohlenstoffrecyclingsystem verwirklicht, in dem nur durch das von den Fahrzeugen (6) oder den Treibstoffsyntheseanlagen (3) emittierte Wasser und dem darin in geringen Mengen gelösten Kohlenstoffdioxid Kohlenstoff an die Umgebung abgegeben wird.

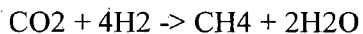
Das vorgestellte System dient der Versorgung von Fahrzeugen (6), die als Betriebsstoffe zur Gewinnung ihrer Antriebsenergie neben brennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen auch in den Fahrzeugen mitgeführten Sauerstoff (8) verwenden. Außerdem verfügen solche Fahrzeuge (6) über eine fahrzeuginterne Kohlendioxidabscheidung und –speicherung im Sinne des oben beschriebenen Verfahrens: Die brennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen werden unter Zuführung von Sauerstoff (8) oxidiert, wodurch ein im Wesentlichen aus Kohlendioxid und Wasser bestehendes Produktgas (13) entsteht. Durch Abkühlung und/oder Verdichtung wird daraus Wasser (11) abgeschieden, sodass konzentriertes Kohlendioxid (9) zur fahrzeuginternen Speicherung zur Verfügung steht. Teilweise wird das erzeugte Produktgas vor bzw. nach erfolgter Wasserabscheidung wieder der Oxidationsreaktion zugeführt, um deren Intensität und die physikalischen Eigenschaften des Abgasstroms zu regeln. Die Oxidationsvorrichtung (12) im Fahrzeug kann zum Beispiel aus einer oder mehreren Verbrennungskraftmaschinen (Verbrennungsmotor, Gasturbine), aus einer oder mehreren Brennstoffzellen oder aus Kombinationen der genannten Möglichkeiten bestehen.

Das vorgestellte Betriebsstoffversorgungssystem für Fahrzeuge enthält eine oder mehrere Betankungsvorrichtungen (2), die den beschriebenen Fahrzeugen (6) Sauerstoff (8) und Treibstoff (7) (jeweils in hohem Reinheitsgrad) zuführen und Kohlendioxid (9) aus den Fahrzeugen abführen können. Die Sauerstoff- und Treibstoffzufuhr erfolgt dabei getrennt

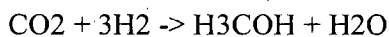
voneinander entweder in gasförmiger oder flüssiger Form. Außerdem besteht das hier vorgestellte Versorgungssystem aus einer oder mehreren Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff (4) und einer oder mehreren Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3). Ein erfindungsgemäßes Versorgungssystem kann auch Zwischenspeicher und/oder Verflüssigungsvorrichtungen für die genannten Stoffe aufweisen.

Das den Fahrzeugen entnommene, konzentrierte Kohlendioxid (9) wird aus den einzelnen Betankungsvorrichtungen (2) einer oder mehreren Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) zugeführt. Dies kann in flüssiger, gasförmiger oder überkritischer Form geschehen. Ebenfalls wird diesen Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) reines Wasserstoffgas (10) aus den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) zugeführt. Aus dem ihnen zugeführten Kohlendioxid (9) und Wasserstoff (10) erzeugen die Synthesevorrichtungen (3) in einem auf den jeweiligen Treibstoff abgestimmten katalytischen Prozess Treibstoff (7). Anlagen für eine katalytische Umsetzung von Kohlendioxid und Wasserstoff zu Methan- bzw. Methanol sind allgemein bekannt: Im Falle von Methan kommen beispielsweise Nickel-dotierte Feststoffkatalysatoren, im Falle von Methanol beispielsweise kupfer-dotierte Feststoffkatalysatoren zum Einsatz. Solche Anlagen können vom Fachmann ausgelegt und in den Gesamtprozess integriert werden.

In einem erfindungsgemäßen Betriebsstoffversorgungssystem fällt in den Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff aus Wasserstoff und Kohlendioxid (3) nur Wasser (11) als einziges Nebenprodukt an. Der Syntheseprozess für Methan kann etwa durch folgende Reaktionsgleichung veranschaulicht werden:



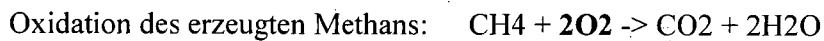
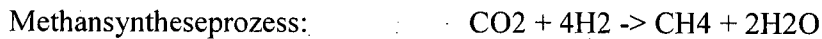
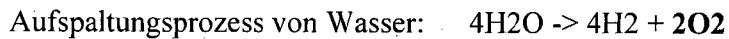
Für die Synthese von Methanol gilt die Reaktionsgleichung



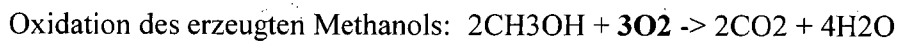
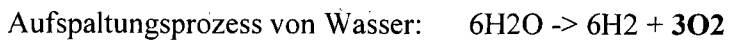
Das anfallende Wasser kann aus der Vorrichtung zur Synthese von Treibstoff (3) emittiert werden. In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des Versorgungsnetzwerkes wird dieses Wasser in einem Rezirkulationsmassenstrom (11a) teilweise oder gänzlich einer oder mehreren Anlagen zur Aufspaltung von Wasser (4) zugeführt.

Der in den Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) erzeugte Treibstoff wird, in gasförmiger oder flüssiger Form und nach eventueller Zwischenspeicherung, den Betankungsvorrichtungen (2) zugeführt.

Der in der Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) bei der Herstellung des zur Treibstoffsynthese benötigten Wasserstoffs (10) anfallende, reine Sauerstoff (8) entspricht - den stöchiometrischen Gesetzen folgend - genau jener Menge an Sauerstoff, die zur vollständigen Oxidation des in der Treibstoffsynthesevorrichtung (3) erzeugten Treibstoffs benötigt wird. Für Methan kann dieses stöchiometrische Verhältnis etwa in folgenden Gleichungen angegeben werden:



Für Methanol können folgende Gleichungen dieses stöchiometrische Verhältnis ausdrücken:

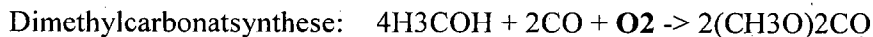


Deshalb kann ein erfindungsgemäßes Betriebsstoffversorgungssystem sämtlichen, von den Fahrzeugen zur Oxidation des Treibstoffs benötigten Sauerstoff (8) ohne zusätzliche Vorrichtung zur Sauerstoffproduktion den Fahrzeugen (6) zur Verfügung stellen. Dazu wird in einem erfindungsgemäßen Betriebsstoffversorgungssystem der in den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) produzierte Sauerstoff (8) teilweise oder gänzlich den Betankungsvorrichtungen (2) zugeführt. Dies kann wiederum in gasförmiger oder flüssiger Form geschehen.

Die Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) können sich zum Beispiel eines Elektrolyseprozesses, aber auch eines thermischen oder thermochemischen Aufspaltungsverfahrens bedienen. Die dafür nötige Energie muss aber, um das dem vorgestellten Betriebsstoffversorgungssystem zugrundeliegenden Prinzip einer CO₂-emissionsfreien Energieversorgung der Fahrzeuge zu gewährleisten, aus nicht fossilen Energiequellen (5) stammen. Da es sich dabei um eine stationäre Energieversorgung handelt,

ist diese leicht durch zum Beispiel solar- oder windenergetische Anlagen zu verwirklichen. Diese wie auch Anlagen zur elektrolytischen Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff sind technisch gut untersucht und können vom Fachmann ausgelegt und in den Gesamtprozess integriert werden.

In einer Ausführungsform des Betriebsstoffversorgungssystems wird zusätzlich Sauerstoff (8) aus den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) den Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) zugeführt, um das Betriebsstoffversorgungssystem mit einem Treibstoff betreiben zu können, dessen Syntheseprozess die Zuführung von Sauerstoffgas erfordert. Im Speziellen kann dadurch zum Beispiel in den Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) durch einen dreistufigen katalytischen Prozess Dimethylcarbonat $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ erzeugt werden:



Am Prinzip der stöchiometrisch hinreichenden Sauerstoffproduktion zur Oxidation des erzeugten Treibstoffs ändert sich in einer solchen Ausführungsform des Betriebsstoffversorgungssystems nichts.

Die Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) und die Betankungsvorrichtungen (2) decken ihren Betriebsenergiebedarf ebenfalls aus regenerativen Energiequellen (5). In einer erfindungsgemäßen Variante des Versorgungssystems nutzen die Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) den ihnen zugeführten Wasserstoff (10), um ihn mit Umgebungsluft in zum Beispiel einer Verbrennungskraftmaschine oder Brennstoffzelle zur Betriebsenergiegewinnung zu oxidieren. In einer anderen erfindungsgemäßen und in Fig. 2 schematisch dargestellten Variante des Versorgungssystems beziehen die Betankungsanlagen (2) ihre Betriebsenergie aus der Oxidation eines Teiles des ihnen zugeführten Treibstoffs mit Hilfe eines Teiles des ihnen zugeführten Sauerstoffs und führen das dabei entstehende Kohlendioxid den Synthesevorrichtungen für Treibstoff (3) zu, nachdem eine zur beschriebenen, fahrzeuginternen Wasserabscheidung analoge Wasserabscheidung (14a) durchgeführt wurde.

Um eine ausreichende Versorgung einer steigenden Anzahl von Fahrzeuge mit Treibstoff zu gewährleisten und auch die geringen Kohlenstoffverluste in dem durch die Fahrzeuge (6) und in dem durch die Vorrichtungen zur Synthese von Treibstoff (3) emittieren Wasser auszugleichen, muss dem Versorgungssystem neben Wasser und Energie aus CO₂-emissionsfreier Erzeugung auch Treibstoff oder Kohlenstoffdioxid in entsprechendem Ausmaß zugeführt werden. Dies kann an geeigneter Stelle des Versorgungssystems, etwa an den Betankungsvorrichtungen (2), durch Zuleitung in gasförmiger, flüssiger, im Falle von Kohlendioxid auch überkritischer Form geschehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

Die Erfindung ist in den Fig. 1 und 2 schematisch abgebildet. Dabei ist aus Gründen der einfacheren Darstellung das Versorgungssystem (1) auf jeweils nur **eine** Betankungsvorrichtung (2), **eine** Vorrichtung zur Synthese von Treibstoff (3) und **eine** Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser (4) reduziert. Um den der Erfindung zugrunde liegenden Gedanken eines nahezu geschlossenen Kohlenstoffkreislaufes zu veranschaulichen, ist in Fig. 1 und 2 auch jeweils eine mobile Maschine (6) mit oben beschriebener Kohlenstoffdioxidabscheidung und -speicherung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführung des Versorgungssystems (1) mit Zwischenspeichern (20a), (21a), (22a), (27) für den Stoffaustausch in der Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser (4) und in der Vorrichtung zur Synthese von Treibstoff (3) und mit optionalen Vorrichtungen zur Verflüssigung von Sauerstoff (24), (29) in der Betankungsvorrichtung (2) und in der Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser (4) bzw. mit optionalen Vorrichtungen zur Verflüssigung von Treibstoff (23), (26) in der Betankungsvorrichtung (2) als auch in der Vorrichtung zur Synthese von Treibstoff (3).

Fig. 2 eine Ausführung des Versorgungssystems (1) mit Zwischenspeichern (20a), (21a), (22a), (27) und mit einem System zur Energiegewinnung aus Treibstoff in der Betankungsvorrichtung (2), bestehend aus Oxidationsvorrichtung (12a), Wasserabscheider (14a) und Kohlendioxidverflüssigungsvorrichtung (16a), so dass die Betankungsvorrichtung (2) keine weitere Energiezufuhr benötigt.

Bezugszeichenliste:

- 1 Betriebsstoffversorgungssystem
- 2 Betankungsvorrichtung
- 3 Vorrichtung zur Synthese von Treibstoff
- 4 Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff
- 5 Energie aus kohlendioxidemissionsfreier Produktion
- 6 Mobile Maschine
- 7 Treibstoff
- 8 Sauerstoff
- 9 Kohlendioxid
- 10 Wasserstoff
- 11 Wasser
- 11a Rezirkulation von Wasser
- 12 Oxidationsvorrichtung zur Energiegewinnung in der mobilen Maschine
- 12a Oxidationsvorrichtung zur Energiegewinnung in der Betankungsvorrichtung
- 13 Abgasmassestrom der Oxidationsvorrichtung
- 14 Vorrichtung zur Wasserabscheidung in der mobilen Maschine
- 14a Vorrichtung zur Wasserabscheidung in der Betankungsvorrichtung
- 15 Rezirkulationsmassestrom
- 16 Vorrichtung zur Kohlendioxidverflüssigung in der mobilen Maschine
(fakultativ)
- 16a Vorrichtung zur Kohlendioxidverflüssigung in der Betankungsvorrichtung
(fakultativ)
- 17 Kohlendioxidspeicher der mobilen Maschine
- 18 Treibstoffspeicher der mobilen Maschine
- 19 Sauerstoffspeicher der mobilen Maschine
- 20 Zwischenspeicher für Kohlendioxid in der Betankungsvorrichtung
- 20a Zwischenspeicher für Kohlendioxid in der Anlage zur Synthese von Treibstoff
- 21 Zwischenspeicher für Treibstoff in der Betankungsvorrichtung
- 21a Zwischenspeicher für Treibstoff in der Anlage zur Synthese von Treibstoff
- 22 Zwischenspeicher für Sauerstoff in der Betankungsvorrichtung
- 22a Zwischenspeicher für Sauerstoff in der Anlage zur Aufspaltung von Wasser
- 23 Vorrichtung zur Verflüssigung von Treibstoff in der Betankungsvorrichtung
(fakultativ)
- 24 Vorrichtung zur Verflüssigung von Sauerstoff in der Betankungsvorrichtung
(fakultativ)
- 25 Reaktor zur Synthese von Treibstoff
- 26 Vorrichtung zur Verflüssigung von gasförmigem Treibstoff in der Vorrichtung
zur Synthese von Treibstoff (fakultativ)
- 27 Zwischenspeicher für Wasserstoff
- 28 Reaktor zur Aufspaltung von Wasser
- 29 Vorrichtung zur Verflüssigung von Sauerstoff (fakultativ)

Patentansprüche:

1. Betriebsstoffversorgungssystem (1) für mobile, mit einer oder mehreren verschiedenen brennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen und mitgeführtem Sauerstoff betriebene, das durch den Betrieb entstehende, nicht in Wasser gelöste Kohlendioxid zumindest teilweise speichernde Maschinen (6), dadurch gekennzeichnet, dass es folgende, in ihrer Kapazität aufeinander abgestimmte Vorrichtungen enthält:
 - mindestens eine Betankungsvorrichtung (2), geeignet, Sauerstoff sowie eine oder mehrere verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen (7) mobilen Maschinen (6) zuzuführen und Kohlendioxid (9) aus mobilen Maschinen (6) abzuführen,
 - mindestens eine Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser (4) in Wasserstoff (10) und Sauerstoff (8),
 - mindestens eine Vorrichtung zur Synthese einer oder mehrerer verschiedener Kohlenwasserstoffverbindungen (3) aus dem durch die Betankungsvorrichtung (2) aus mobilen Maschinen (6) abgeführten Kohlendioxid (9) und dem durch die Vorrichtung zur Aufspaltung von Wasser (4) erzeugten Wasserstoff (10),
 - ein Transportsystem, geeignet, Kohlendioxid (9) aus den Betankungsvorrichtungen (2) und Wasserstoff (10) aus den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) den Vorrichtungen zur Synthese von Kohlenwasserstoffverbindungen (3) zuzuführen,
 - ein Transportsystem, geeignet, den in den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) erzeugten Sauerstoff (8) und die in den Vorrichtungen zur Synthese von Kohlenwasserstoffverbindungen (3) erzeugten Kohlenwasserstoffverbindungen den Betankungsvorrichtungen (2) zuzuführen.
2. Betriebsstoffversorgungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Transportsystem aufweist, um Sauerstoff aus mindestens einer der Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) mindestens einer der Vorrichtungen zur Synthese von Kohlenwasserstoffen (3) zuzuführen.
3. Betriebsstoffversorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Transportsystem aufweist, um Wasser aus mindestens

einer der genannten Vorrichtungen zur Synthese von Kohlenwasserstoffverbindungen (3) mindestens einer der genannten Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) zuzuführen.

4. Betriebsstoffversorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es eine oder mehrere Vorrichtungen (23,24,26,29,16a) aufweist, um Kohlendioxid, Sauerstoff oder Kohlenwasserstoffverbindungen von einem gasförmigen in einen flüssigen, im Fall des Kohlendioxids auch überkritischen Zustand überzuführen.
5. Verfahren, zur energetischen Versorgung von mobilen, mit einer oder mehreren verschiedenen brennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen und mitgeführtem Sauerstoff betriebenen, das durch den Betrieb entstehende, nicht in Wasser gelöste Kohlendioxid zumindest teilweise speichernden Maschinen (6), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
 - Abführung von Kohlendioxid (9) aus mindestens einer mobilen Maschinen (6),
 - Aufspaltung von Wasser (11) in Wasserstoff (10) und Sauerstoff (8),
 - Synthese von einer oder mehreren verschiedenen Kohlenwasserstoffverbindungen (7) aus dem aus mindestens einer mobilen Maschinen (6) abgeführten Kohlendioxid unter Verwendung des durch die Aufspaltung von Wasser erzeugten Wasserstoffs,
 - Zuführung des durch die Aufspaltung von Wasser erzeugten Sauerstoffs (8) und der synthetisierten Kohlenwasserstoffverbindungen (7) in mindestens eine mobile Maschine.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Synthese der Kohlenwasserstoffverbindungen (7) neben Kohlendioxid (9) und Wasserstoff (10) auch Sauerstoff (8) aus den Vorrichtungen zur Aufspaltung von Wasser (4) genutzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das bei der Synthese der brennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen anfallende Wasser mindestens teilweise in einem Rezirkulationsmassenstrom (11a) dem genannten Aufspaltungsprozess von Wasser (4) zugeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahme von Kohlendioxid (9) aus den mobilen Maschinen (6), die Abgabe von Kohlenwasserstoffverbindungen (7) und Sauerstoff (8) an die mobilen Maschinen (6) und der Transport von Kohlendioxid, Sauerstoff und Kohlenwasserstoffverbindungen zwischen den Vorrichtungen, welche der Durchführung der in den Ansprüchen 5 bis 8 genannten Prozesse dienen, mindestens teilweise in flüssiger, im Fall des Kohlendioxids auch überkritischer Form durchgeführt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des erzeugten Wasserstoffs unter Verwendung von Umgebungsluft oxidiert wird und die dadurch gewonnene Energie zum Betrieb der Vorrichtungen genutzt wird, welche der Durchführung der in den Ansprüchen 5 bis 8 genannten Prozesse dienen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der erzeugten Kohlenwasserstoffe und ein Teil des erzeugten Sauerstoffs dazu verwendet werden, Energie zum Betrieb jener Vorrichtungen zu gewinnen, die der Durchführung der in den Ansprüchen 5 bis 8 genannten Prozesse dienen.

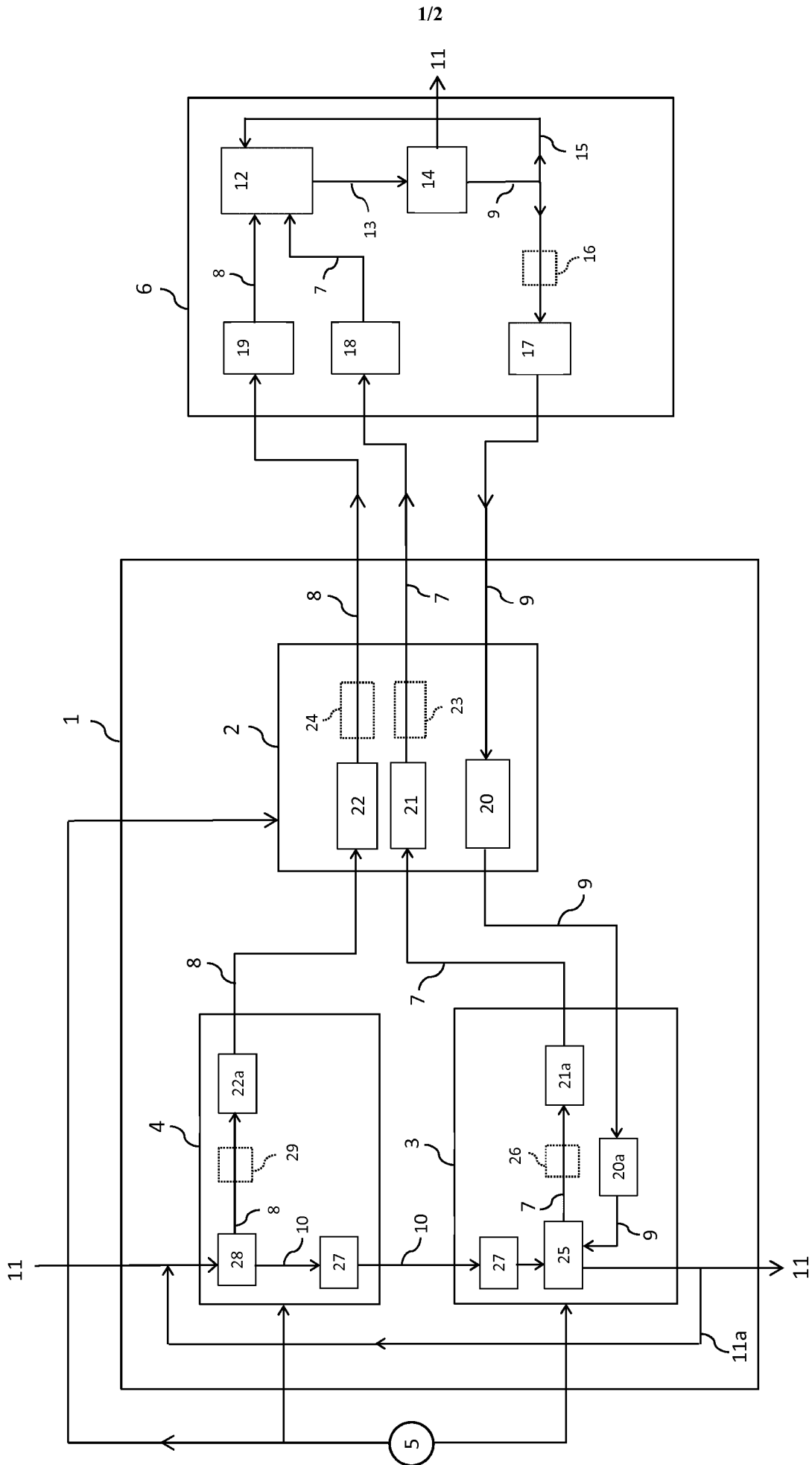


Fig. 1

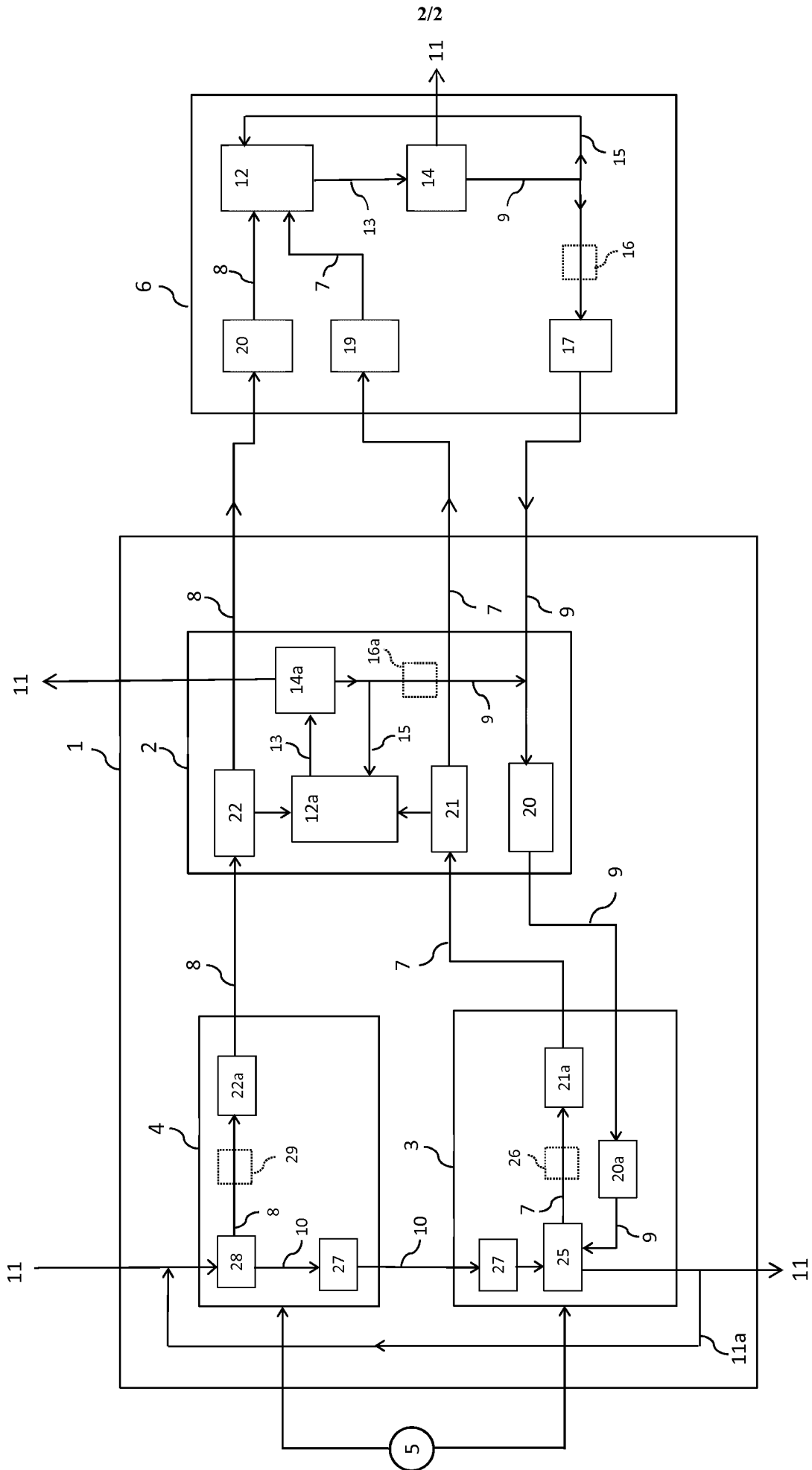


Fig. 2