

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 715 036 A2**

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04111** (2016.01)
H01M 8/04014 (2016.01)
F01D 15/08 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00548/19

(22) Anmeldedatum: 24.04.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.11.2019

(30) Priorität: 24.05.2018
DE 10 2018 112 451.1

(71) Anmelder:
MAN Energy Solutions SE, Stadtbachstrasse 1
86153 Augsburg (DE)

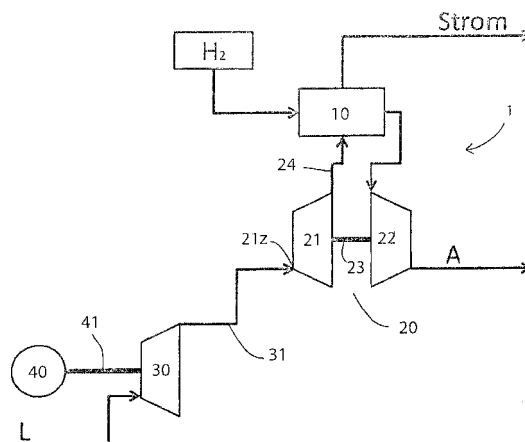
(72) Erfinder:
Jan-Christoph Haag, 69492 Hirschberg (DE)
Lutz Aurahs, 86462 Langweid (DE)
Christoph Heinz, 89129 Langenau (DE)
Klaus Bartholomä, 86316 Friedberg (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Vorrichtung zur Luftversorgung einer Brennstoffzelle, vorzugsweise einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Luftversorgung einer Brennstoffzelle (10), vorzugsweise einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle (10), über zwei Verdichterstufen, ausgebildet mit einem ersten Verdichter (21) eines Turboladers (20), wobei der Verdichter (21) mit einer von einem Abgasstrom (A) der Brennstoffzelle antreibbaren Turbine (22) des Turboladers (20) antriebswirksam verbunden ist, sowie einem zweiten Verdichter (30), wobei eine Zuluft-Zuführung (21z) des ersten Verdichters (21) mit dem zweiten Verdichter (30) über einen Luftkanal (31) zum Zuführen der von dem zweiten Verdichter (30) verdichteten Luft (L) verbunden ist.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer solchen Vorrichtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Luftversorgung einer Brennstoffzelle, insbesondere einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle.

[0002] Herkömmlicherweise werden Brennstoffzellen mit reinem Wasserstoff betrieben, der in der Brennstoffzelle zu Wasser reagiert und dabei Elektrizität freigesetzt wird. Üblicherweise wird der Wasserstoff dazu aus einem Druckbehälter entspannt und der Brennstoffzelle zugeführt. Die zur Verbrennung in der Brennstoffzelle notwendige Luft wird mittels eines elektrisch betriebenen Gebläses aus der Umgebung angesaugt und der Brennstoffzelle zugeführt.

[0003] Ein gattungsgemässer Stand der Technik wird beispielsweise in der DE 10 120 947 A1 oder auch in der DE 10 2004 051 359 A1 beschrieben.

[0004] In beiden Druckschriften ist es so, dass zwei Verdichterstufen vorgesehen sind und ein herkömmlicher Systembypass nach der zweiten Verdichterstufe abzweigt und zum Eingang einer Turbine führt.

[0005] Diese Ausgestaltung erlaubt zwar eine gewisse Regelung der Luftversorgung, ermöglicht jedoch nicht die notwendigen Freiheitsgrade, um beispielsweise in diversen Betriebssituationen zu verhindern, dass mit zwei als Strömungsverdichter ausgebildeten Verdichterstufen die gewünschten Volumenströme und Drücke im Bereich der Brennstoffzelle energieeffizient eingestellt werden können.

[0006] Im automotiven Umfeld sind auch Brennstoffzellen bekannt, die mittels Turbolader aufgeladen werden. Die Ansaugluft wird dabei vom Verdichter eines Turboladers angesaugt und das bei der Verbrennung entstehende Abgas treibt die Turbine des Turboladers an. Gegebenenfalls kann zusätzliche elektrische Energie durch einen Elektromotor auf die Welle des Turboladers eingespeist werden, um ein thermodynamisches Ungleichgewicht der beiden Komponenten auszugleichen.

[0007] Nachteilig ist bei den bekannten Lösungen, dass diese nicht energieeffizient im industriellen Massstab zur Energieerzeugung eingesetzt werden können. Es besteht ein Bedarf danach die Energieeffizienz und damit den Wirkungsgrad des Gesamtsystems zu erhöhen.

[0008] Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, die genannten Nachteile zu vermeiden und einen Aufbau anzugeben, welcher hinsichtlich der zur Brennstoffzelle gelieferten Volumenströme und Drücke einen hohen Freiheitsgrad bei gleichzeitig hoher Energieeffizienz bietet.

[0009] Erfindungsgemäss wird dieser Aufbau durch die Vorrichtung mit den Merkmalen im Anspruch 1 gelöst.

[0010] Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, ein zweistufiges Aufladesystem mit vorzugsweise einer Zwischenkühlung der verdichteten Luft bereit zu stellen, wobei einer von zwei Verdichtern von einer Turbine durch das Abgas der Brennstoffzelle angetrieben wird.

[0011] Erfindungsgemäss wird hierzu eine Vorrichtung zur Luftversorgung einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle über zwei Verdichterstufen bereit gestellt, ausgebildet mit einem ersten Verdichter eines Turboladers, wobei der Verdichter mit einer von einem Abgasstrom der Brennstoffzelle antreibbaren Turbine des Turboladers antriebswirksam verbunden ist, sowie einem zweiten Verdichter, wobei eine Zuluft-Zuführung des ersten Verdichters mit dem zweiten Verdichter über einen Luftkanal zum Zuführen der von dem zweiten Verdichter verdichteten Luft verbunden ist. Die auf diese Weise über die zwei Verdichterstufen verdichtete Luft wird der Brennstoffzelle zugeführt.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass ein Motor, vorzugsweise ein Elektromotor den zweiten Verdichter (erste Verdichterstufe) über eine Antriebswelle antreibt oder das Verdichterrad des zweiten Verdichters direkt auf der Antriebswelle angeordnet ist. Ein Elektromotor treibt somit nicht mehr den Turbolader an, sondern einen separaten Verdichter, der dem Turbolader als Verdichterstufe vorgeschaltet ist. Der vorgeschaltete Verdichter kann damit direkt auf der Welle des Elektromotors montiert werden, wodurch der konstruktive Aufwand deutlich reduziert werden kann.

[0013] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zu-fuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine vorgesehen ist, welche strömungswirksam in die Zuführung zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine antriebswirksam über eine Welle mit einem Generator verbunden ist und der Generator über eine elektrische Anschlussleitung elektrische Energie für den Motor bereit stellt, sobald der Generator über die Welle von der Turbine angetrieben wird.

[0014] Alternativ kann die vom Generator erzeugte Energie teilweise oder vollständig am Ausgang der Brennstoffzelle zusätzlich zu der von der Brennstoffzelle erzeugten Energie bereitgestellt werden. Ergänzend kann auch eine Steuerungseinrichtung die Energie zwischen der Elektromotor und dem Ausgang an der Brennstoffzelle jeweils abhängig von der jeweiligen elektrischen Last lastabhängig aufteilen.

[0015] Hierzu wird somit zur Entspannung des Wasserstoffs eine Turbine mit einem Generator verwendet. Die Turbine gibt dabei ihre Wellenleistung an den Generator ab, auf dessen Welle die Turbine vorzugsweise direkt montiert ist. Die elektrische Leistung kann entweder verwendet werden, um den ersten Verdichter anzutreiben, oder sie kann direkt mit dem Ausgang der Brennstoffzelle gekoppelt werden und somit zusätzliche elektrische Leistung zur Verfügung stellen.

[0016] Es ist weiter mit Vorteil vorgesehen, wenn zufuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine vorgesehen ist, welche strömungswirksam in die Zuführung zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine antriebswirksam über eine Welle mit dem zweiten Verdichter verbunden ist.

[0017] Ebenso kann mit Vorteil vorgesehen sein, dass eine Kühlvorrichtung am Luftkanal zwischen dem ersten und zweiten Verdichter vorgesehen ist, um die verdichtete Luft im Luftkanal zu kühlen, vorzugsweise durch die bei der Expansion des Wasserstoffs entstehende Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung zugeführt wird.

[0018] Ebenso kann es vorgesehen sein, dass eine Kühlvorrichtung am Luftkanal nach dem zweiten Verdichter vorgesehen ist, um die vom zweiten Verdichter verdichtete Luft im Luftkanal zu kühlen, vorzugsweise durch die bei der Expansion des Wasserstoffs entstehende Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung zugeführt wird.

[0019] Bei den genannten Ausführungsvarianten ist es mit Vorteil vorgesehen, dass der erste und zweite Verdichter als Strömungsverdichter ausgebildet sind.

[0020] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung einer wie zuvor beschriebenen Vorrichtung zur Bereitstellung von Luft für eine Brennstoffzelle, welche Teil eines Brennstoffzellensystems ist, über welches elektrische Antriebsleistung für einen Verbraucher, vorzugsweise im Leistungsbereich von > 100 kW bereitgestellt wird.

[0021] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

[0022] Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Prinzipskizze eines erstes Ausführungsbeispiels gemäss der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Prinzipskizze eines alternativen Ausführungsbeispiels gemäss der Erfindung und

Fig. 3 eine schematische Prinzipskizze eines weiteren alternativen Ausführungsbeispiels gemäss der Erfindung.

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die Fig. 1 bis 3 näher beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen in den Figuren auf gleiche strukturelle und/oder funktionale Merkmale hinweisen.

[0024] In den gezeigten Ausführungsbeispielen ist jeweils eine Brennstoffzelle 10 sowie die Vorrichtung 1 zur Luftversorgung der mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle 10 gezeigt. Die Vorrichtung 1 verfügt über zwei Verdichterstufen, ausgebildet mit einem ersten Verdichter 21 eines Turboladers 20 und einem zweiten Verdichter 30.

[0025] Der Verdichter 21 ist mit einer von einem Abgasstrom A der Brennstoffzelle 10 antreibbaren Turbine 22 des Turboladers 20 antriebswirksam verbunden. Der von der Brennstoffzelle 10 erzeugte Abgasstrom durchströmt dabei die Turbine 22 und treibt über die Welle 23 das Verdichterrad des Verdichters 20 an. Dabei wird die dem Verdichter 20 vom zweiten Verdichter 30 zugeführte verdichtete Luft weiter verdichtet und über einen Luftzufuhrkanal der Brennstoffzelle 10 zugeführt.

[0026] Zwischen den beiden Verdichtern 20, 30 ist ein Luftkanal 31 angeordnet, sodass die Zuluft-Zuführung 21z des ersten Verdichters 21 mit dem zweiten Verdichter 30 über den Luftkanal 31 zum Zuführen der von dem zweiten Verdichter 30 verdichteten Luft L verbunden ist.

[0027] In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist ein Elektromotor 40 vorgesehen, der den zweiten Verdichter über eine Antriebswelle 41 antreibt. Hierzu ist das Verdichterrad des zweiten Verdichters 21 direkt auf der Antriebswelle 41 angeordnet. Ferner ist in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass zufuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine 60 vorgesehen ist, welche strömungswirksam in die Zuführung 61 zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine 60 antriebswirksam über die Welle 62 mit dem Generator 70 verbunden ist.

[0028] Der Generator 70 versorgt über eine elektrische Anschlussleitung 71 den Motor 40 mit elektrischer Energie, sobald der Generator 70 über die Welle 62 von der Turbine 60 angetrieben wird. Die vom Generator 70 erzeugte Energie kann alternativ auch teilweise oder vollständig am Ausgang 11 der Brennstoffzelle 10 zusätzlich zu der von der Brennstoffzelle 10 erzeugten Energie bereitgestellt werden.

[0029] In der Ausführungsform nach Fig. 3 ist zufuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine 60 vorgesehen, welche strömungswirksam in die Zuführung 61 zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine 60 antriebswirksam über eine Welle 62 mit dem zweiten Verdichter 30 verbunden ist.

[0030] Ferner ist eine erste Kühlvorrichtung 50 am Luftkanal 31 zwischen dem ersten und zweiten Verdichter 20, 30 vorgesehen, um die verdichtete Luft im Luftkanal 31 zu kühlen und zwar mittels der bei der Expansion des Wasserstoffs entstehenden Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung 50 über die dazwischen liegende Kühlleitung zugeführt wird.

[0031] Ferner kann eine weitere Kühlvorrichtung 51 am Luftkanal 22 nach dem zweiten Verdichter 20 vorgesehen sein, um die vom zweiten Verdichter 20 verdichtete Luft im Luftkanal 22 zu kühlen, ebenfalls mittels der bei der Expansion des Wasserstoffs entstehenden Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung 51 über eine Kühlleitung zugeführt werden kann.

[0032] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Luftversorgung einer Brennstoffzelle (10), vorzugsweise einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle (10) über zwei Verdichterstufen, ausgebildet mit einem ersten Verdichter (21) eines Turboladers (20), wobei der Verdichter (21) mit einer von einem Abgasstrom (A) der Brennstoffzelle antreibbaren Turbine (22) des Turboladers (20) antriebswirksam verbunden ist, sowie einem zweiten Verdichter (30), wobei eine Zuluft-Zuführung (21z) des ersten Verdichters (21) mit dem zweiten Verdichter (30) über einen Luftkanal (31) zum Zuführen der von dem zweiten Verdichter (30) verdichteten Luft (L) verbunden ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Motor, vorzugsweise ein Elektromotor (40) den zweiten Verdichter über eine Antriebswelle (41) antreibt oder das Verdichterradd des zweiten Verdichters (21) direkt auf der Antriebswelle (41) angeordnet ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zu-fuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine (60) vorgesehen ist, welche strömungswirksam in die Zuführung (61) zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine (60) antriebswirksam über eine Welle (62) mit einem Generator (70) verbunden ist und der Generator (70) über eine elektrische Anschlussleitung (71) elektrische Energie für den Motor (40) bereit stellt, sobald der Generator (70) über die Welle (62) von der Turbine (60) angetrieben wird.
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Generator (70) erzeugte Energie teilweise oder vollständig am Ausgang (11) der Brennstoffzelle (10) zusätzlich zu der von der Brennstoffzelle (10) erzeugten Energie bereit gestellt wird.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu-fuhrseitig an der Brennstoffzelle eine Turbine (60) vorgesehen ist, welche strömungswirksam in die Zuführung (61) zum Zuführen von Wasserstoff zur Brennstoffzelle eingebracht ist, wobei die Turbine (60) antriebswirksam über eine Welle (62) mit dem zweiten Verdichter (30) verbunden ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlvorrichtung (50) am Luftkanal (31) zwischen dem ersten und zweiten Verdichter (20, 30) vorgesehen ist, um die verdichtete Luft im Luftkanal (31) zu kühlen, vorzugsweise durch die bei der Expansion des Wasserstoffs entstehende Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung (50) zugeführt wird.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlvorrichtung (51) am Luftkanal (22) nach dem zweiten Verdichter (20) vorgesehen ist, um die vom zweiten Verdichter (20) verdichtete Luft im Luftkanal (22) zu kühlen, vorzugsweise durch die bei der Expansion des Wasserstoffs entstehende Expansionskälte, die der Kühlvorrichtung (51) zugeführt wird.
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Verdichter (20, 30) als Strömungsverdichter ausgebildet sind.
9. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, zur Bereitstellung von Luft für eine Brennstoffzelle (10), welche Teil eines Brennstoffzellensystems ist, über welches elektrische Antriebsleistung für einen Verbraucher, vorzugsweise im Leistungsbereich von > 100 kW bereitgestellt wird.

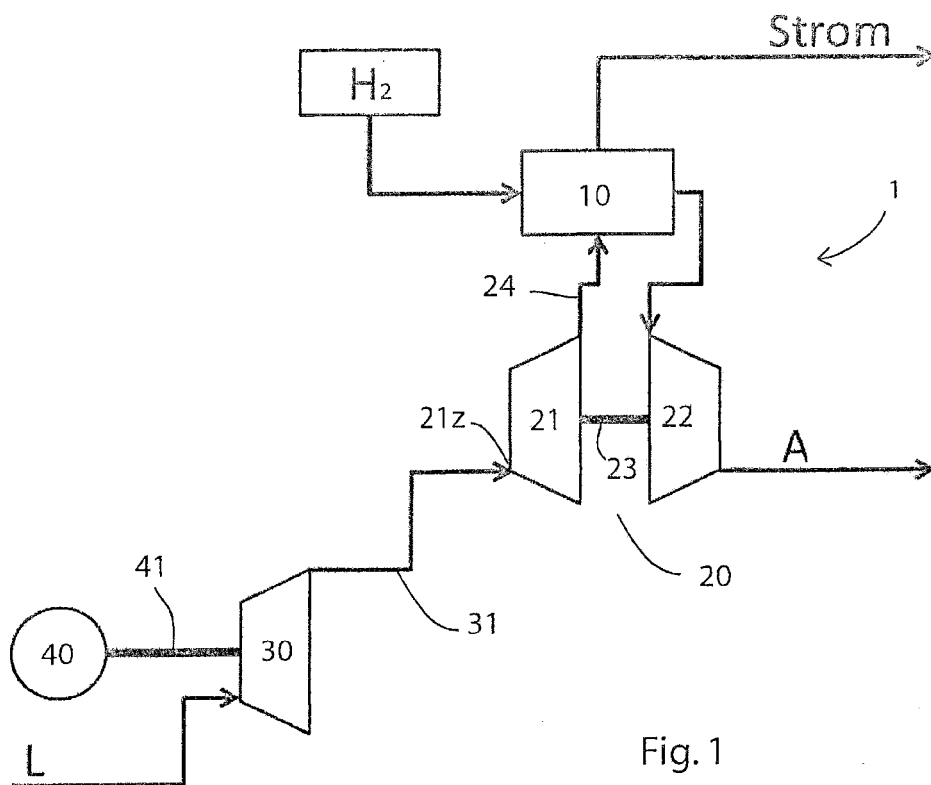


Fig. 1

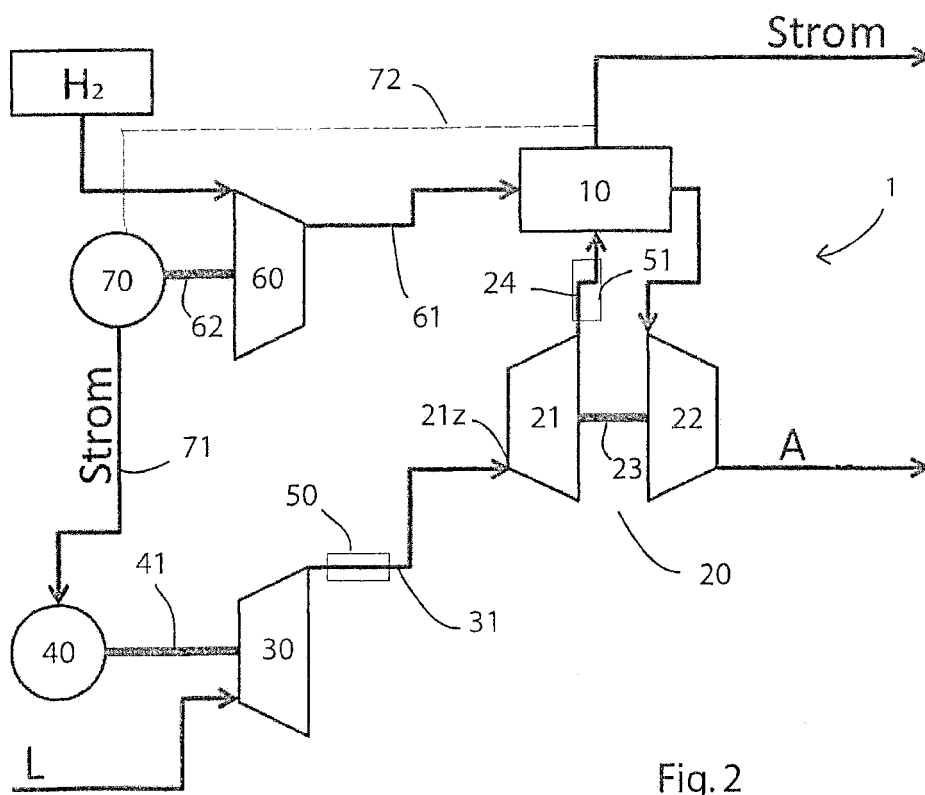


Fig. 2

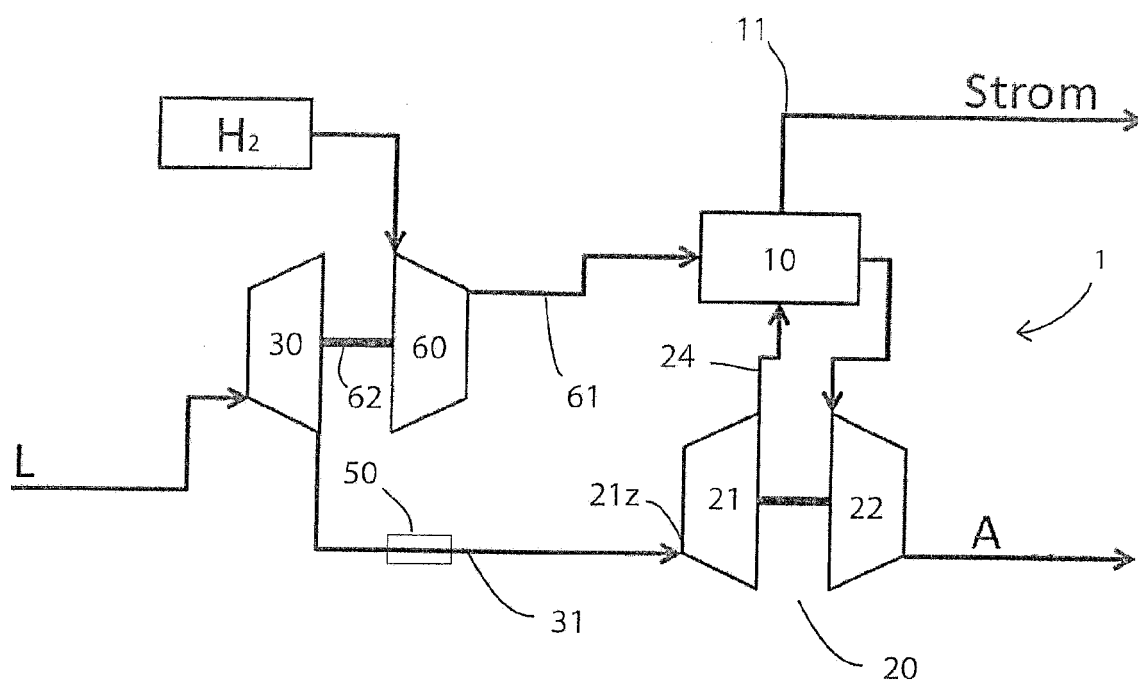


Fig. 3