

(19)



(11)

EP 2 792 425 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(51) Int Cl.:
B08B 9/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14163059.0**

(22) Anmeldetag: **01.04.2014**

(54) **Verfahren, Vorrichtung und Verwendung eines Turbinensystems zum Innenreinigen eines Fluidtanks**

Method, device and use of a turbine system for cleaning the inside of a fluid tank

Procédé, dispositif et utilisation d'un système de turbine pour le nettoyage intérieur d'un réservoir de fluide

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.04.2013 DE 102013206908**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.10.2014 Patentblatt 2014/43

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems AG**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Widenhorn, Axel**
70563 Stuttgart (DE)

• **Kissel, Thilo, Dr.**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
• **Barunovic, Daniel**
70499 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Gauss, Nikolai et al**
Pfiz/Gauss Patentanwälte PartmbB
Tübingerstraße 26
70178 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CA-C- 2 184 285 DE-A1- 3 213 711
DE-A1-102011 001 374 DE-A1-102011 003 972
DE-U1-202009 016 441

EP 2 792 425 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Innenreinigen eines einen Anschluss für das Zuführen von Fluid und einen Anschluss für das Abführen von Fluid aufweisenden Fluidtank, bei dem durch den Anschluss für das Zuführen von Fluid in den Fluidtank ein inertes Primärfluid eingeleitet wird, und bei dem durch den Anschluss für das Abführen von Fluid aus dem Fluidtank ein Sekundärfluid in Form von in dem Fluidtank aufgenommenen Fluidresten und/oder mit solchen Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärfluid abgeführt wird, gemäß dem Gegenstand des Anspruchs 1.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Anlage zum Innenreinigen eines einen Anschluss für das Zuführen von Fluid und einen Anschluss für das Abführen von Fluid aufweisenden Fluidtank, gemäß dem Gegenstand des Anspruchs 5. Außerdem betrifft die Erfindung die Verwendung eines Turbinensystems für das Innenreinigen eines Fluidtanks mit einem inertem Primärfluid, gemäß dem Gegenstand des Anspruchs 11. Unter einem Fluidtank wird im Sinne der Erfindung ein geschlossener Behälter für die Lagerung, Bevorratung und/oder den Transport von gasförmigen und/oder flüssigen Medien verstanden, wie z. B. Propan, Butan, Butadien, Propen, Isobutan, Isobuten, Cyclobutan, Otto- oder Dieselmotorkraftstoff, Biodiesel, Heizöl, Cyclobutan, Gemische dieser Medien, oder andere flüchtige, organische Verbindungen enthaltende oder aus diesen bestehende Fluide oder andere, brennbare Bestandteile enthaltende Fluide.

[0003] Vor dem Durchführen von Wartungsarbeiten und Sicherheitsüberprüfungen an einem Fluidtank, sowie um das Aufnehmen von insbesondere wechselnden unterschiedlichen Fluiden vorzubereiten, ist bei Fluidtanks regelmäßig eine Innenreinigung erforderlich.

[0004] Für das Innenreinigen von Fluidtanks ist es bekannt, den Innenraum mit einem Primärfluid in Form von Inertgas, z. B. mit gasförmigem Stickstoff zu spülen, um darin aufgenommene Fluidreste und Schmutzstoffe auszutreiben. Aufgrund der für das Spülen von Fluidtanks erforderlichen großen Gasmengen ist eine solche Innenreinigung von Fluidtanks sehr kostenintensiv. Herkömmlich werden die aus einem Fluidtank entfernten Fluidreste und Schmutzstoffe keiner planmäßigen Verwertung zugeführt, sondern lediglich durch Abfackeln vernichtet. Ein Verfahren und eine Anlage gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 beziehungsweise 5 sind in der DE 32 13 711 A1 beschrieben. Dort werden in das Innere eines zu reinigenden Fluidtanks heiße Brenngase aus einem Verbrennungssofen eingeleitet, um diesen zu spülen. Aus dem Fluidtank dabei ausgetragene brennbare Stoffe werden in dem Verbrennungssofen verwertet. Aufgrund der Verbrennung sind die in dem Verbrennungssofen erzeugten Brenngase chemisch inert. Sie müssen daher noch vor dem Einleiten in den Fluidtank in einer Kühleinrichtung abgekühlt werden.

[0005] In der DE 20 2009 016 441 U1 wird vorgeschlagen, beim Reinigen von Fluidtanks anfallende Restmen-

gen von Flüssigkeiten und Gasen zu verbrennen, um damit das mit einer Pump-Saugfördereinheit in einem Fluidtank durch eine Leitung gepumpte Spülgas für das Reinigen aufzuheizen.

[0006] In der CA 2,184,285 C ist angegeben, einen Fluidtank mit gasförmigem Stickstoff zu spülen, auf den in einem Wärmetauscher die Wärme von aus dem Fluidtank ausgespülten gasförmigen Fluidresten übertragen wird.

[0007] Aus der DE 10 2011 001 374 A1 ist ein Turbinensystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11 bekannt, das einen Brenner enthält, in dem die mit Farbstoffen beaufschlagte Abluft aus einer Lackieranlage verbrannt wird, um mit dem heißen Brenngas eine an eine Gasturbine zu betreiben.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren für das Innenreinigen von Fluidtanks bereitzustellen, das ein kostengünstiges Innenreinigen von Fluidtanks ermöglicht, und eine Anlage für das Innenreinigen von Fluidtanks zu schaffen, die sich mit geringen Betriebskosten betreiben lässt.

[0009] Diese Aufgabe wird zum einen durch ein Verfahren für das Innereinigen von Fluidtanks mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 5 sowie die in Anspruch 11 angegebene Verwendung eines Turbinensystems gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Wegen der Explosionsgefahr können Fluidtanks, die mit brennbaren Gasen oder Flüssigkeiten befüllt wurden, nicht mit Druckluft gespült werden. Für das Reinigen von solchen Fluidtanks mittels Spülen ist deshalb aus Sicherheitsgründen der Einsatz von chemisch inertem Primärfluid erforderlich, wie z. B. Stickstoff. Die Erfinder haben erkannt, dass die Reinigungswirkung von für das Reinigen von Fluidtanks eingesetztem Primärfluid erheblich gesteigert werden kann, indem das Primärfluid vor dem Zuführen in einen Fluidtank konditioniert, d. h. auf eine für das Reinigen und Spülen günstige Temperatur aufgewärmt wird. Indem das Primärfluid erwärmt wird, ist es insbesondere möglich, in den Fluidtanks aufgenommene Flüssigkeiten durch das Übertragen von Wärme aus dem Primärfluid zu verdampfen und aus den Fluidtanks auszutreiben.

[0011] Bei einem Einsatz von gasförmigem Primärfluid für das Spülen, wie z. B. Stickstoff, werden für die Reinigung von Eisenbahn-Kesselwagen, von Tanklastwagen oder auch von Schiffstanks mit einem Tankvolumen, das häufig in der Größenordnung von 20m³ liegt, sehr große Gasmengen von 700m³ oder mehr benötigt, was zu erheblichen Kosten führt.

[0012] Eine Idee der Erfindung besteht deshalb auch darin, das für das Innenreinigen von Fluidtanks eingesetzte Primärfluid zu erwärmen, bevor es in den Fluidtank eingeleitet wird, um die für das Spülen eines Fluidtanks erforderliche Menge von Primärfluid zu verringern. Darüber hinaus ist es eine Idee der Erfindung, die für das Erwärmen des Primärfluids benötigte Energie aus in den

Fluidtanks aufgenommenem Sekundärfluid und Schmutzstoffen zu gewinnen, die aus den Fluidtanks entfernt werden.

[0013] Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, das aus einem Fluidtank bei dem Spülen abgeführte Sekundärfluid wenigstens teilweise einer Einrichtung für das chemische Umsetzen des Sekundärfluids unter Freisetzen von Wärme zuzuführen, um die darin freigesetzte Wärme dann wenigstens teilweise auf das dem Fluidtank zugeführte Primärfluid zu übertragen. Mit dieser Maßnahme ist es insbesondere möglich, die für das Reinigen von Fluidtanks benötigte Zeitspanne zu verringern und auf diese Weise auch die Wartungsintervalle für z. B. Eisenbahn-Kesselwagen, Tanklastwagen oder Schiff-tanks zu verkürzen. Die Einrichtung für das chemische Umsetzen des Sekundärfluids kann z.B. ein Brenner sein, in dem das Sekundärfluid mit einem weiteren brenn-baren Fluid verbrannt wird. Der Brenner ist in ein vor-zugsweise als Mikrogasturbine ausgebildetes Turbinen-system integriert und erzeugt einen Heißgasstrom, mit dem für das Erzeugen von kinetischer Energie eine Gas-turbine beaufschlagt wird, die mit einem mechanischen Energieverbraucher bewegungsgekoppelt ist. Die in dem Abgasstrom der Gasturbine enthaltene thermische En-ergie kann dann z.B. in der Konditioniereinrichtung zu-mindest teilweise auf das dem Fluidtank zugeführte Pri-märfluid übertragen werden.

[0014] Eine Idee der Erfindung ist es deshalb auch, ein Turbinensystem, insbesondere eine Mikrogasturbine zur Reinigung oder Spülung eines Fluidtanks mit einem Pri-märfluid einzusetzen, wobei das Turbinensystem einen Brenner und eine mit einem Verdichter gekoppelte Gas-turbine umfasst. Dabei wird der Brenner mit einem Se-kundärfluid versorgt, welches aus mit in dem Fluidtank aufgenommenen Fluidresten und/oder mit solchen Flu-idresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärflu-id besteht, und es wird das von dem Turbinensystem freigesetzte Abgas einer Konditioniereinrichtung für das Konditionieren des Primärfluids zugeführt.

[0015] Um die Leistung der Gasturbine zu steigern und um die Temperatur des mit der Gasturbine erzeugten Abgasstroms zu erhöhen, ist es von Vorteil, wenn der mechanische Energieverbraucher ein Verdichter für das Verdichten von dem Brenner zugeführter Verbrennungs-luft ist, wobei auf die mittels des Verdichters verdichtete Verbrennungsluft thermische Energie aus dem Abgas-strom übertragen wird. Der mechanische Energiever-braucher kann alternativ oder zusätzlich auch ein elek-trischer Generator sein, der elektrischen Strom erzeugt.

[0016] Darüber hinaus ist es möglich, einen entspre- chenden Fluidtank mit der beim chemischen Umsetzen des Sekundärfluids freigesetzten Wärme von außen zu erwärmen, was insbesondere in der Winterzeit zu erheb- lichen Energieeinsparungen führen kann.

[0017] Von Vorteil ist es, in einer Anlage für das Innen- reinigen von Fluidtanks einen Leitungsabschnitt vorzu- sehen, der die Leitung für das Abführen von Sekundär- fluid aus einem Fluidtank mit der Leitung für das Zuführen

von Primärfluid in den Fluidtank verbindet, um das aus dem Fluidtank abgeführte Sekundärfluid dem Fluidtank erneut zuzuführen. Auf diese Weise ist es möglich, einen Fluidtank mit Primärfluid zu beaufschlagen, das zumin- dest teilweise in einem Kreislauf geführt ist, so dass die für das Spülen eines Fluidtanks erforderliche Menge an Primärfluid mit dieser Maßnahme verringert werden kann.

[0018] Indem in diesem Leitungsabschnitt ein Wärme- tauscher für das Übertragen von Abwärme aus dem Ab- gas der Gasturbine auf das dem Fluidkanal erneut zu- geführte Primärfluid angeordnet ist, lässt sich dabei das für das Spülen eines Fluidtanks eingesetzte Primärfluid auf eine für das Reinigen günstige Prozesstemperatur konditionieren.

[0019] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Anlage für das Innenreinigen eines Fluidtanks; und

Fig. 2 eine zweite Anlage für das Innenreinigen eines Fluidtanks.

[0021] Die in der Fig. 1 gezeigte Anlage 10 dient für das Innenreinigen eines Fluidtanks 12, der z.B. auf einen Unterbau in einem Tanklastwagen montiert oder in einen Eisenbahn-Kesselwagen integriert ist. Der Fluidtank 12 hat einen Anschluss 14 für das Zuführen von Fluid in den Innenraum 16. Durch einen Anschluss 18 des Fluidtanks 12 ist es möglich, aus dem Innenraum 16 Fluid abzufüh- ren.

[0022] In der Anlage 10 gibt es einen mit Stickstoff be- füllten Druckbehälter 20. Der Druckbehälter 20 kann mit einer Leitung 22 über den Anschluss 14 mit dem Fluid- tank 12 verbunden werden. Aus dem Druckbehälter 20 kann in den Fluidtank 12 durch die Leitung 22 auf diese Weise als ein Primärfluid Stickstoffgas zugeführt werden, um den Innenraum 24 des Fluidtanks 12 damit zu spülen. Das Stickstoffgas aus dem Druckbehälter 20 in der An- lage 10 dient als ein Primärfluid für den Fluidtank 12. Um das Stickstoffgas aus dem Druckbehälter 20 durch die Leitung 22 in den Fluidtank zu bewegen, kann in der An- lage 10 optional insbesondere eine als Pumpe oder Ver- dichter ausgebildete Fördereinheit vorgesehen sein, die in der Leitung 22 zwischen dem Druckbehälter 20 und dem Wärmetauscher 48 oder zwischen dem Wärmetau- scher 48 und dem Fluidtank 12 angeordnet ist.

[0023] Die Anlage 10 enthält ein als Mikrogasturbine ausgebildetes Turbinensystem 26 mit einem Brenner 28. Über eine Leitung 30, die mit dem Anschluss 18 des Flu- idtanks 12 verbunden werden kann, ist es möglich, dem Brenner 28 in dem Turbinensystem 26 mit Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtes Stickstoffgas als ein Sekundärfluid aus dem Fluidtank 12 zuzuführen. Um das mit Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagte

Stickstoffgas aus dem Fluidtank 12 durch die Leitung 30 in die Brennkammer 28 zu bewegen, enthält die Anlage 10 bevorzugt, aber nicht zwingend, eine als Verdichter oder Pumpe ausgebildete Saugfördereinheit 31. Der Brenner 28 hat eine Brennkammer 32, in der das mit Fluidresten oder Schmutzstoffen aus dem Fluidtank 12 beaufschlagte Stickstoffgas mit einem von außen zugeführten Brenngas und mit Verbrennungsluft verbrannt wird.

[0024] Der Brenner 28 ist dazu bevorzugt als ein sogenannter Zweistufen-Brenner ausgebildet, der als eine erste Brennerstufe eine Pilotstufe hat, in die das Brenngas zugeführt wird, und der als eine zweite Brennerstufe eine Hauptstufe aufweist, in die das mit Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagte Stickstoffgas eingeleitet wird, um es dort in einer mittels der Pilotstufe erzeugten Brennerflamme zu verbrennen.

[0025] Es sei bemerkt, dass in einer modifizierten Ausführungsform der Brenner 28 für das Verbrennen von mit Fluidresten oder Schmutzstoffen aus dem Fluidtank 12 beaufschlagtem Stickstoffgas auch ein Brenner sein kann, der mit Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtes Stickstoffgas ohne das Zuführen von zusätzlichem Brenngas verbrennt. In diesem Fall muss allerdings gewährleistet sein, dass die Fluidreste und Schmutzstoffe in dem Stickstoffgas aus dem Fluidtank 12 Verbrennungseigenschaften haben, die zumindest näherungsweise den Verbrennungseigenschaften von Brenngas entsprechen.

[0026] Der Brenner 28 erzeugt dabei einen Heißgasstrahl, der über einen Heißgaskanal 34 zu einer Gasturbine 36 geleitet wird. In der Gasturbine 36 wird die thermische Energie des mit dem Brenner 28 erzeugten Heißgases in kinetische Energie gewandelt, die dann auf einen mit der Gasturbine bewegungsgekoppelten Verdichter 38 und einen elektrischen Generator 40 übertragen wird. Der Verdichter dient für das Verdichten von Ansaugluft, die dem Brenner 28 durch einen Ansaugluftkanal 42 zugeführt wird. Mittels des elektrischen Generators 40 kann für ein nicht weiter dargestelltes Leitungsnetz mit elektrischen Verbrauchern elektrische Energie bereitgestellt werden.

[0027] Das Abgas der Gasturbine 36 ist durch einen Abgaskanal 44 geführt. Für das Übertragen von Wärme aus dem Abgas der Gasturbine 36 auf die dem Brenner 28 zugeführte Ansaugluft enthält das Turbinensystem 26 einen Wärmetauscher 46, der Wärme aus dem Abgas der Gasturbine 36 auf die dem Brenner 28 zugeführte verdichtete Verbrennungsluft überträgt.

[0028] Der Abgaskanal 42 des Turbinensystems 26 ist an einen Wärmetauscher 48 angeschlossen. Der Wärmetauscher 48 dient für das Konditionieren von Stickstoffgas aus dem Druckbehälter 20, das durch die Leitung 22 dem Fluidtank 12 für das Spülen von dessen Innenraum zugeführt wird. Der Wärmetauscher 48 ist für das Erwärmen von dem Druckbehälter 20 zugeführtem Stickstoffgas ausgelegt. Mittels des Wärmetauschers 48 ist es möglich, das Stickstoffgas aus dem Druckbehälter

20 von der Umgebungstemperatur auf bis zu 600°C aufzuheizen.

[0029] Indem der Fluidtank 12 mit aufgeheiztem Stickstoffgas gespült wird, lässt sich erreichen, dass mit einer vergleichsweise geringen Menge von Spülgas ein Fluidtank 12 mit einem großen Innenraumvolumen, wie dies z.B. bei den Fluidtanks von Eisenbahn-Kesselwagen, Tanklastwagen und Schiffen der Fall ist, wo Innenraumvolumina von bis zu 700m³ nicht ungewöhnlich sind, gespült werden kann. Das Konditionieren des in einen Fluidtank 12 eingeleiteten Primärfluids bewirkt dabei nicht nur, dass in dem Innenraum eines Fluidtanks 12 angelagerte Schmutzstoffe sich lösen, sondern auch, dass in einem Fluidtank 12 aufgenommenes Restfluid nicht nur mit dem Primärfluid verwirbelt, sondern durch die Wärmeübertragung größtenteils in einen gasförmigen Aggregatzustand überführt werden kann.

[0030] Das beim Spülen eines Fluidtanks 12 über die Leitung 30 mit Schmutzstoffen ausgetragene Sekundärfluid wird in dem Brenner 28 des Turbinensystems 26 mit verdichteter Verbrennungsluft unter Zufuhr von Brenngas chemisch umgesetzt. Der Brenner 28 wirkt so als eine Einrichtung für das chemische Umsetzen von Sekundärfluid in Form von Primärfluid und Restfluid und Schmutzstoffen aus dem Fluidtank 12 unter Freisetzen von Wärme.

[0031] Der Aufbau der Anlage 100 in Fig. 2 entspricht grundsätzlich dem Aufbau der Anlage 10 aus Fig. 1. Baugruppen der Anlage 100 in Fig. 2, die zu Baugruppen in der Anlage 10 aus in Fig. 1 identisch sind, haben in der Fig. 2 in Bezug auf die Fig. 1 um die Zahl 100 erhöhte Zahlen als Bezugszeichen.

[0032] Im Unterschied zu der Anlage 10 aus Fig. 1 gibt es in der Anlage 100 aus Fig. 2 einen Leitungsabschnitt 150, der die Leitung 130 für das Abführen von Sekundärfluid aus dem Fluidtank 112 mit der Leitung 122 für das Zuführen von Primärfluid in Fluidtank 112 verbindet. Mittels der Anlage 100 kann das Primärfluid durch den Fluidtank 112 zum Teil in einem Kreislauf geführt werden, so dass es diesen mehrfach durchsetzt. In einer modifizierten Ausführungsform der Anlage 100 kann anstelle der Saugfördereinheit 131 oder zusätzlich zu dieser in der Leitung 122 eine als Pumpe oder Verdichterstufe ausgebildete Druckfördereinheit vorgesehen sein.

[0033] Es sei bemerkt, dass das heiße Abgas des Turbinensystems 26, 126 in den Anlagen 10, 100 auch dazu eingesetzt werden kann, den zu reinigenden Fluidtank 12, 112 von außen zu erwärmen. Hierfür ist es möglich, einen Fluidtank 12, 112 von außen mit aus dem Abgaskanal 44, 144 strömendem heißen Abgas aus der Gasturbine 36, 136 zu beaufschlagen oder mit der in diesem Abgas enthaltenen Restwärme z.B. Wasser zu erwärmen oder Wasserdampf zu erhitzen, mit dem eine entsprechende Oberfläche eines Fluidtanks 12, 112 beaufschlagt wird.

[0034] Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Innenreinigen eines einen Anschluss 14, 18 für das Zuführen von Fluid

und einen Anschluss 14, 18 für das Abführen von Fluid aufweisenden Fluidtank 12, 112, bei dem durch den Anschluss 14, 18 für das Zuführen von Fluid in den Fluidtank 12, 112 Primärfluid eingeleitet wird. Durch das Verfahren wird bei dem durch den Anschluss (14, 18) für das Abführen von Fluid aus dem Fluidtank 12, 112 Sekundärfluid in Form von in dem Fluidtank 12, 112 aufgenommenen Fluidresten und/oder mit solchen Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärfluid als ein Sekundärfluid abgeführt. Erfindungsgemäß wird das dem Fluidtank 12, 112 zugeführte Primärfluid auf eine für das Innenreinigen des Fluidtanks 12, 112 günstige Prozess-temperatur erwärmt.

Bezugszeichenliste:

[0035]

10, 100	Anlage
12, 112	Fluidtank
14, 114	Anschluss
16, 116	Innenraum
18, 118	Anschluss
20, 120	Druckbehälter
22, 122	Leitung
26, 126	Turbinensystem
28, 128	Brenner
31, 131	Saugfördereinheit
30, 130	Leitung
32, 132	Brennkammer
34, 134	Heißgaskanal
36, 136	Gasturbine
38, 138	Verdichter
40, 140	Generator
42, 142	Ansaugluftkanal
44, 144	Abgaskanal
46, 48, 146, 148	Wärmetauscher
150	Leitungsabschnitt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Innenreinigen eines einen Anschluss (14, 18) für das Zuführen von Fluid und einen Anschluss (14, 18) für das Abführen von Fluid aufweisenden Fluidtank (12, 112), bei dem durch den Anschluss (14, 18) für das Zuführen von Fluid in den Fluidtank (12, 112) ein inertes Primärfluid eingeleitet wird; und bei dem durch den Anschluss (14, 18) für das Abführen von Fluid aus dem Fluidtank (12, 112) ein Sekundärfluid in Form von in dem Fluidtank (12, 112) aufgenommenen brennbaren Fluidresten und/oder mit solchen Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärfluid abgeführt wird, wobei das dem Fluidtank (12, 112) zugeführte Primärfluid für das Innenreinigen des Fluidtanks (12, 112) mittels Spülen auf eine Prozess-temperatur erwärmt

wird, und wobei das aus dem Fluidtank (12, 112) abgeführte Sekundärfluid wenigstens teilweise einem Brenner (28, 128) für das chemische Umsetzen des Sekundärfluids unter Freisetzen von Wärme mittels Verbrennen zugeführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Brenner (28) einen Heißgasstrom erzeugt, mit dem für das Erzeugen von kinetischer Energie eine Gasturbine (36, 136) beaufschlagt wird, die mit einem mechanischen Energieverbraucher (38, 40, 138, 140) bewegungsgekoppelt ist, wobei die Gasturbine (36, 136) einen mit Restwärme beaufschlagten Abgasstrom erzeugt, die zumindest teilweise auf das dem Fluidtank (12, 112) zugeführte Primärfluid in einem Wärmetauscher (48, 148) übertragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Energieverbraucher ein Verdichter (38, 138) für das Verdichten von dem Brenner (28, 128) zugeführter Verbrennungsluft ist, wobei auf die mittels des Verdichters (38, 138) verdichtete Verbrennungsluft Abwärme aus dem Abgasstrom übertragen wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Energieverbraucher ein elektrischer Generator (40, 140) ist, mit dem elektrischer Strom erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidtank (12, 112) mit der beim chemischen Umsetzen des Sekundärfluids freigesetzten Wärme von außen erwärmt wird.
5. Anlage zum Innenreinigen eines einen Anschluss (14, 18) für das Zuführen von Fluid und einen Anschluss (14, 18, 114, 118) für das Abführen von Fluid aufweisenden Fluidtanks (12, 112), mit einer mit an den Anschluss (14, 18, 114, 118) für das Zuführen von Fluid anschließbaren Leitung (30, 130) für das Zuführen eines inertes Primärfluids in den Fluidtank (12, 112); und mit einer an den Anschluss (14, 18, 114, 118) für das Abführen von Fluid anschließbaren Leitung (30, 130) für das Abführen eines Sekundärfluids in Form von in dem Fluidtank (12, 112) aufgenommenen brennbaren Fluidresten und/oder mit solchen Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärfluid, und mit einer Konditioniereinrichtung (48, 148) für das Erwärmen des dem Fluidtank (12, 112) zugeführten Primärfluids auf eine Prozess-temperatur für das Innenreinigen des Fluidtanks (12, 112) mittels Spülen, **gekennzeichnet durch**

ein Turbinensystem (26, 126), das eine Gasturbine (36, 136) aufweist und einen an die Leitung (30, 130) für das Abführen von Sekundärfluid angeschlossenen Brenner (28, 128) für das Erzeugen eines die Gasturbine beaufschlagenden Heißgasstroms enthält, wobei das Turbinensystem (26, 126) einen das Abgas der Gasturbine (36, 136) aufnehmenden Abgaskanal (44, 144) hat, der an einen Wärmetauscher (48, 148) für das Übertragen von Restwärme aus dem Abgas der Gasturbine (36, 136) auf das in der Leitung (22, 122) für das Zuführen von Primärfluid in den Fluidtank (12, 112) geführte Primärfluid angeschlossen ist.

6. Anlage nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** einen Wärmetauscher (46, 146) für das Übertragen von Wärme aus dem Abgas der Gasturbine (36, 136) auf eine dem Brenner (28, 128) zugeführte Verbrennungsluft.
7. Anlage nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasturbine (36, 136) mit einem Verdichter (38, 138) für das Verdichten von dem Brenner (28, 128) zugeführter Verbrennungsluft bewegungs-gekoppelt ist.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasturbine (36, 136) mit einem elektrischen Generator (40, 140) für das Erzeugen von elektrischem Strom bewegungsgekoppelt ist.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **gekennzeichnet durch** einen Leitungsabschnitt (150), der die Leitung (130) für das Abführen von Sekundärfluid aus dem Fluidtank (112) mit der Leitung (130) für das Zuführen von Primärfluid in Fluidtank (112) verbindet, um das aus dem Fluidtank (112) abgeführte Sekundärfluid dem Fluidtank (112) erneut zuzuführen.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **gekennzeichnet durch** einen Leitungsabschnitt (150), der die Leitung (130) für das Abführen von Sekundärfluid aus dem Fluidtank (112) mit der Leitung (130) für das Zuführen von Primärfluid in Fluidtank (112) verbindet, um das aus dem Fluidtank (112) abgeführte Sekundärfluid dem Fluidtank (112) erneut zuzuführen, wobei in dem Leitungsabschnitt (150) ein Wärmetauscher (148) für das Übertragen von Abwärme aus dem Abgas der Gasturbine (136) auf das dem Fluidtank (112) erneut zugeführte Primärfluid angeordnet ist.
11. Verwendung eines Turbinensystems (26, 126), für das Innenreinigen eines Fluidtanks (12, 112) mit einem inerten Primärfluid, wobei das Turbinensystem (26, 126) einen Brenner

(28, 128) und eine mit einem Verdichter (38, 138) gekoppelte Gasturbine (36, 136) umfasst, wobei der Brenner (28, 128) mit einem Sekundärfluid versorgt wird, welches aus mit in dem Fluidtank (12, 112) aufgenommenen brennbaren Fluidresten und/oder mit solchen Fluidresten oder Schmutzstoffen beaufschlagtem Primärfluid besteht, und wobei das von dem Turbinensystem (26, 126) freigesetzte Abgas einem Wärmetauscher (48, 148) für das Erwärmen des Primärfluids auf eine Prozesstemperatur für das Innenreinigen des Fluidtanks (112) mittels Spülen zugeführt wird.

15 Claims

1. Method for cleaning the inside of a fluid tank (12, 112) that has a connection (14, 18) for supplying fluid and a connection (14, 18) for discharging fluid, in which an inert primary fluid is introduced into the fluid tank (12, 112) via the connection (14, 18) for supplying fluid; and a secondary fluid, in the form of flammable fluid residues accommodated in the fluid tank (12, 112) and/or primary fluid charged with such fluid residues or contaminants, is discharged from the fluid tank (12, 112) via the connection (14, 18) for discharging fluid, wherein the primary fluid supplied to the fluid tank (12, 112), for cleaning the inside of the fluid tank (12, 112) by flushing, is heated to a process temperature, and wherein the secondary fluid discharged from the fluid tank (12, 112) is supplied at least in part to a burner (28, 128) in order to chemically convert the secondary fluid with release of heat by burning, **characterized in that** the burner (28) generates a hot gas stream which, in order to generate kinetic energy, is supplied to a gas turbine (36, 136) which is coupled in terms of movement to a mechanical energy consumer (38, 40, 138, 140), wherein the gas turbine (36, 136) generates an exhaust gas stream that is charged with residual heat, at least part of which is transferred, in a heat exchanger (48, 148), to the primary fluid supplied to the fluid tank (12, 112).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the mechanical energy consumer is a compressor (38, 138) for compressing combustion air supplied to the burner (28, 128), wherein waste heat from the exhaust gas stream is transferred to the combustion air compressed by the compressor (38, 138).
3. Method according to one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the mechanical energy consumer is an electrical generator (40, 140) which is used to

generate electrical current.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the fluid tank (12, 112) is heated from the outside using the heat released by chemical conversion of the secondary fluid.
5. Installation for cleaning the inside of a fluid tank (12, 112) that has a connection (14, 18) for supplying fluid and a connection (14, 18, 114, 118) for discharging fluid, having a line (30, 130), which can be connected to the connection (14, 18, 114, 118) for supplying fluid, for supplying an inert primary fluid to the fluid tank (12, 112); and having a line (30, 130), which can be connected to the connection (14, 18, 114, 118) for discharging fluid, for discharging a secondary fluid, in the form of flammable fluid residues accommodated in the fluid tank (12, 112) and/or primary fluid charged with such fluid residues or contaminants, and having a conditioning device (48, 148) for heating the primary fluid supplied to the fluid tank (12, 112) to a process temperature for cleaning the inside of the fluid tank (12, 112) by flushing, **characterized by** a turbine system (26, 126) which has a gas turbine (36, 136) and contains a burner (28, 128), connected to the line (30, 130) for discharging secondary fluid, for generating a hot gas stream acting on the gas turbine, wherein the turbine system (26, 126) has an exhaust gas duct (44, 144) receiving the exhaust gas of the gas turbine (36, 136), which exhaust gas duct is connected to a heat exchanger (48, 148) for transferring residual heat from the exhaust gas of the gas turbine (36, 136) to the primary fluid conveyed in the line (22, 122) for supplying primary fluid to the fluid tank (12, 112).
6. Installation according to Claim 5, **characterized by** a heat exchanger (46, 146) for transferring heat from the exhaust gas of the gas turbine (36, 136) to combustion air supplied to the burner (28, 128).
7. Installation according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the gas turbine (36, 136) is coupled in terms of movement to a compressor (38, 138) for compressing combustion air supplied to the burner (28, 128).
8. Installation according to one of Claims 5 to 7, **characterized in that** the gas turbine (36, 136) is coupled in terms of movement to an electric generator (40, 140) for generating electrical current.
9. Installation according to one of Claims 5 to 8, **characterized by** a line section (150) which connects the line (130) for discharging secondary fluid from the

fluid tank (112) to the line (130) for supplying primary fluid to the fluid tank (112) in order to feed the secondary fluid discharged from the fluid tank (112) back to the fluid tank (112).

10. Installation according to one of Claims 5 to 8, **characterized by** a line section (150) which connects the line (130) for discharging secondary fluid from the fluid tank (112) to the line (130) for supplying primary fluid to the fluid tank (112) in order to feed the secondary fluid discharged from the fluid tank (112) back to the fluid tank (112), wherein a heat exchanger (148) for transferring waste heat from the exhaust gas of the gas turbine (136) to the primary fluid fed back to the fluid tank (112) is arranged in the line section (150).
11. Use of a turbine system (26, 126) for cleaning the inside of a fluid tank (12, 112) using an inert primary fluid, wherein the turbine system (26, 126) comprises a burner (28, 128) and a gas turbine (36, 136) coupled to a compressor (38, 138), wherein the burner (28, 128) is supplied with a secondary fluid that consists of flammable fluid residues accommodated in the fluid tank (12, 112) and/or primary fluid charged with such fluid residues or contaminants, and wherein the exhaust gas released by the turbine system (26, 126) is supplied to a heat exchanger (48, 148) for heating the primary fluid to a process temperature for cleaning the inside of the fluid tank (112) by flushing.

Revendications

1. Procédé pour le nettoyage intérieur d'un réservoir de fluide (12, 112) présentant un raccord (14, 18) pour l'arrivée de fluide et un raccord (14, 18) pour l'évacuation de fluide, dans lequel on introduit un fluide primaire inerte dans le réservoir de fluide (12, 112) par le raccord (14, 18) pour l'arrivée de fluide; et dans lequel on évacue par le raccord (14, 18) pour l'évacuation de fluide hors du réservoir de fluide (12, 112) un fluide secondaire sous la forme des restes de fluide combustibles contenus dans le réservoir de fluide (12, 112) et/ou du fluide primaire chargé de ces restes de fluide ou de polluants, dans lequel on chauffe à une température de traitement le fluide primaire envoyé au réservoir de fluide (12, 112) pour le nettoyage intérieur du réservoir de fluide (12, 112) par rinçage, et dans lequel on envoie le fluide secondaire évacué hors du réservoir de fluide (12, 112) au moins en partie à un brûleur (28, 128) pour la conversion chimique du fluide secondaire avec dégagement de chaleur par combus-

- tion,
caractérisé en ce que le brûleur (28) produit un courant de gaz chaud, avec lequel on alimente une turbine à gaz (36, 136) pour la production d'énergie cinétique, laquelle est cinétiquement couplée à un consommateur mécanique d'énergie (38, 40, 138, 140), dans lequel la turbine à gaz (36, 136) produit un courant de gaz d'échappement transportant de la chaleur résiduelle, qui est transférée au moins en partie dans un échangeur de chaleur (48, 148) au fluide primaire envoyé au réservoir de fluide (12, 112).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le consommateur mécanique d'énergie est un compresseur (38, 138) pour la compression de l'air de combustion fourni au brûleur (28, 128), dans lequel de la chaleur perdue est transférée du courant de gaz d'échappement à l'air de combustion comprimé au moyen du compresseur (38, 138).
3. Procédé selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le consommateur mécanique d'énergie est un générateur électrique (40, 140), avec lequel on produit du courant électrique.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on chauffe le réservoir de fluide (12, 112) par l'extérieur au moyen de la chaleur dégagée lors de la conversion chimique du fluide secondaire.
5. Installation pour le nettoyage intérieur d'un réservoir de fluide (12, 112) présentant un raccord (14, 18) pour l'arrivée de fluide et un raccord (14, 18, 114, 118) pour l'évacuation de fluide, avec une conduite (30, 130) pour l'introduction d'un fluide primaire inerte dans le réservoir de fluide (12, 112) pouvant être raccordée au raccord (14, 18, 114, 118) pour l'arrivée de fluide; et avec une conduite (30, 130) pour l'évacuation d'un fluide secondaire sous la forme de restes de fluide combustibles contenus dans le réservoir de fluide (12, 112) et/ou de fluide primaire chargé de ces restes de fluide ou de polluants, pouvant être raccordée au raccord (14, 18, 114, 118), et avec un dispositif de conditionnement (48, 148) pour le chauffage du fluide primaire envoyé au réservoir de fluide (12, 112) à une température de traitement pour le nettoyage intérieur du réservoir de fluide (12, 112) par rinçage,
caractérisée par un système de turbine (26, 126), qui présente une turbine à gaz (36, 136) et qui contient un brûleur (28, 128) raccordé à la conduite (30, 130) pour l'évacuation de fluide secondaire pour la production d'un courant de gaz chauds alimentant la turbine à gaz, dans laquelle le système de turbine (26, 126) comporte un canal de gaz d'échappement (44, 144) recevant les gaz d'échappement de la turbine à gaz (36, 136), qui est raccordé à un échangeur de chaleur (48, 148) pour le transfert de chaleur résiduelle des gaz d'échappement de la turbine à gaz (36, 136) au fluide primaire conduit dans la conduite (22, 122) pour l'introduction de fluide primaire dans le réservoir de fluide (12, 112).
6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée par** un échangeur de chaleur (46, 146) pour le transfert de chaleur des gaz d'échappement de la turbine à gaz (36, 136) à un air de combustion fourni au brûleur (28, 128).
7. Installation selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** la turbine à gaz (36, 136) est cinétiquement couplée à un compresseur (38, 138) pour la compression de l'air de combustion fourni au brûleur (28, 128).
8. Installation selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** la turbine à gaz (36, 136) est cinétiquement couplée à un générateur électrique (40, 140) pour la production de courant électrique.
9. Installation selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisée par** une partie de conduite (150), qui relie la conduite (130) pour l'évacuation de fluide secondaire hors du réservoir de fluide (112) à la conduite (130) pour l'introduction de fluide primaire dans le réservoir de fluide (112), afin de fournir de nouveau au réservoir de fluide (112) le fluide secondaire évacué hors du réservoir de fluide (112).
10. Installation selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisée par** une partie de conduite (150), qui relie la conduite (130) pour l'évacuation de fluide secondaire hors du réservoir de fluide (112) à la conduite (130) pour l'introduction de fluide primaire dans le réservoir de fluide (112), afin de fournir de nouveau au réservoir de fluide (112) le fluide secondaire évacué hors du réservoir de fluide (112), dans laquelle un échangeur de chaleur (148) est disposé dans la partie de conduite (150) pour le transfert de chaleur perdue des gaz d'échappement de la turbine à gaz (136) au fluide primaire introduit de nouveau dans le réservoir de fluide (112).
11. Utilisation d'un système de turbine (26, 126) pour le nettoyage intérieur d'un réservoir de fluide (12, 112) avec un fluide primaire inerte, dans laquelle le système de turbine (26, 126) comprend un brûleur (28, 128) et une turbine à gaz (36, 136) couplée à un compresseur (38, 138), dans laquelle le brûleur (28, 128) est alimenté avec un fluide secondaire, qui se compose de restes de fluide combustibles contenus dans le réservoir de

fluide (12, 112) et/ou de fluide primaire chargé de ces restes de fluide ou de polluants, et dans laquelle les gaz d'échappement dégagés par le système de turbine (26, 126) sont envoyés à un échangeur de chaleur (48, 148) pour le chauffage du fluide primaire à une température de traitement pour le nettoyage intérieur du réservoir de fluide (112) par rinçage.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

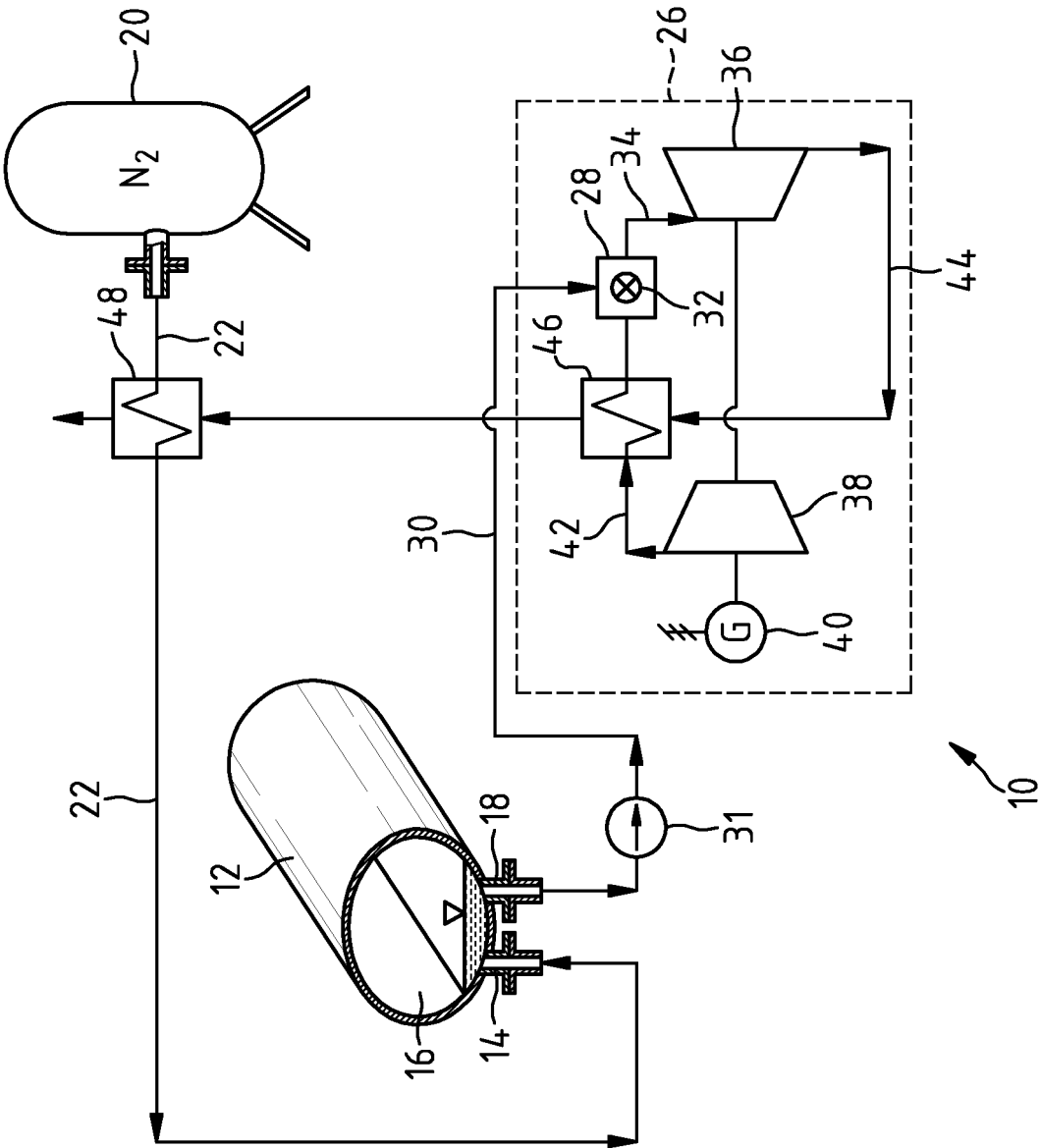


Fig.1

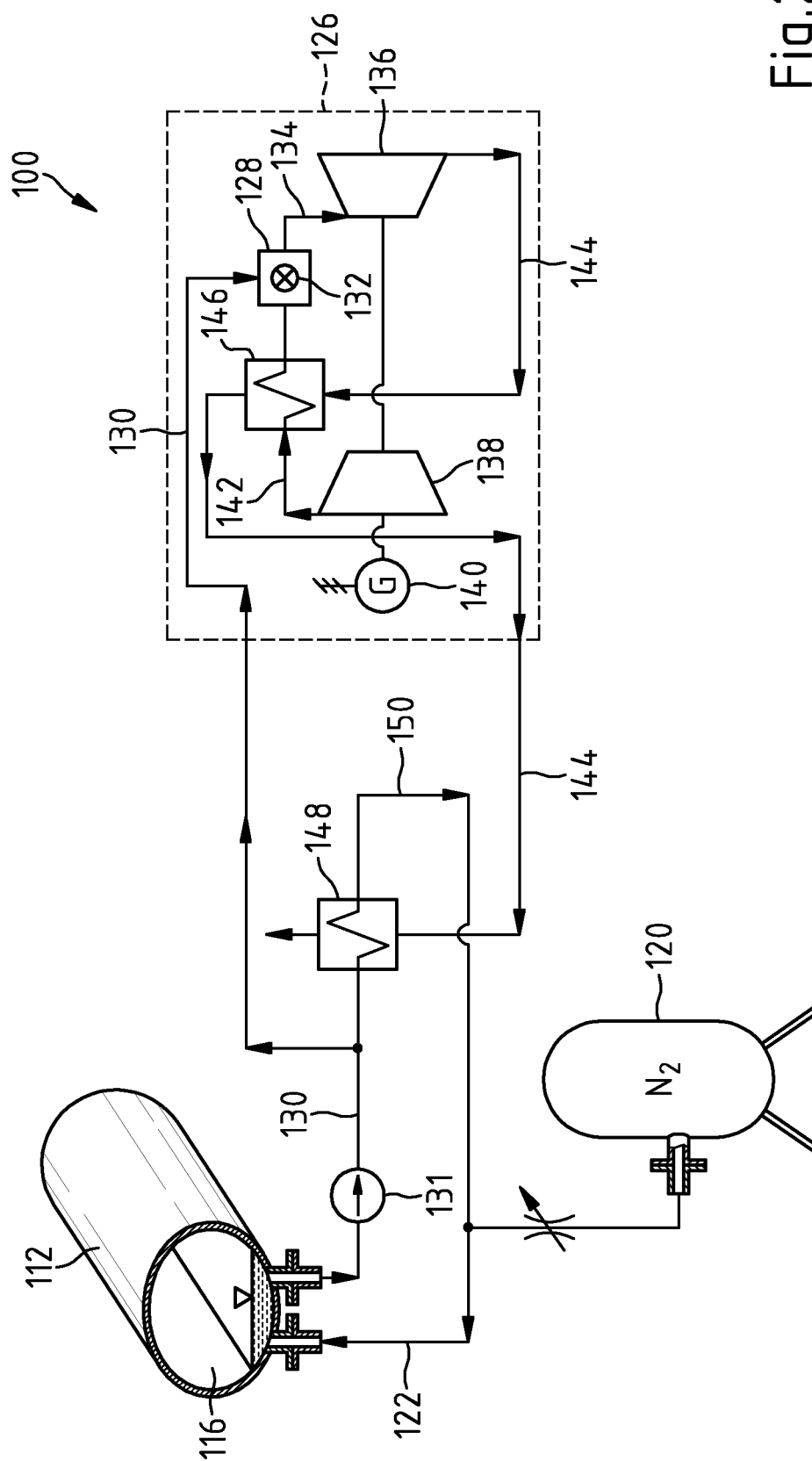


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3213711 A1 [0004]
- DE 202009016441 U1 [0005]
- CA 2184285 C [0006]
- DE 102011001374 A1 [0007]