



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 278 698 B1**

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention
of the grant of the patent:
03.05.2006 Bulletin 2006/18

(21) Application number: **99939071.9**

(22) Date of filing: **06.08.1999**

(51) Int Cl.:
B67D 5/04 (2006.01)

(86) International application number:
PCT/US1999/017914

(87) International publication number:
WO 2001/010770 (15.02.2001 Gazette 2001/07)

(54) **FUEL STORAGE SYSTEM WITH VENT FILTER ASSEMBLY**

KRAFTSTOFFLAGEREINRICHTUNG MIT FILTERANORDNUNG VOR DER
ENTLÜFTUNGSÖFFNUNG

SYSTEME DE STOCKAGE COMBUSTIBLE DOTE D'UN ENSEMBLE DE FILTRE DE VENTILATION

(84) Designated Contracting States:
CH DE FR GB IT LI SE

(43) Date of publication of application:
29.01.2003 Bulletin 2003/05

(73) Proprietor: **Vapor Systems Technologies, Inc.**
Dayton, OH 45403 (US)

(72) Inventor: **GRANTHAM, Rodger, P.**
Springfield, MO 65804-7101 (US)

(74) Representative: **Cummings, Sean Patrick et al**
David Keltie Associates
Fleet Place House
2 Fleet Place
London EC4M 7ET (GB)

(56) References cited:
WO-A-93/22031 GB-A- 2 311 768
US-A- 5 305 807 US-A- 5 626 649
US-A- 5 876 604 US-A- 5 902 747
US-A- 5 914 154

Remarks:

The file contains technical information submitted after
the application was filed and not included in this
specification

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

Description

[0001] The present invention relates to a system for reducing the discharge of pollutants from underground gasoline storage tanks. The system is arranged to discharge pollutant free air when the pressure within the system reaches a predetermined level. Air to be discharged is separated from gasoline vapor within the storage system prior to its discharge.

[0002] U.S. Patent No. 5,464,466, to Nanaji et al., describes a fuel storage tank vent filter system where a filter or fractionating membrane is used to capture pollutants from the vapor vented from the system's fuel storage tanks. A property of the membrane is that it will capture or collect selected pollutants including hydrocarbons. The captured pollutants are drawn from the membrane as a liquid and returned to the fuel storage tanks. The fractionating membrane comprises a plurality of stacked and bound thin sheets. Each sheet has a hole formed in its center to form an aperture in the stack extending axially from end to end. A perforated removal pipe must be positioned in the axial aperture to enable the captured vapors to be drawn out of the membrane under a vacuum created by a vacuum pump. The throughput of the system is limited because pollutant molecules, as opposed to air molecules, must be pulled through the fractionating membrane in liquid form. U.S. Patent No. 5,571,310 discloses the use of such a membrane in an organic chemical vent filter system. Harmful volatile organic compounds (VOC's) are drawn through the membrane by using a vacuum pump to create a pressure drop of one atmosphere across the membrane. The pump is positioned between the membrane and the tanks, as opposed to between the membrane and the atmosphere.

[0003] These prior art systems are inadequate, however, because, to achieve adequate throughput, a substantial pressure drop, e.g., one atmosphere, must be created across the fractionating membrane. Further, the fractionating membrane of these prior art systems, and the associated hardware, is typically too large and costly for many applications. The pumping and fluid transfer system is likely to be more costly and difficult to assemble because of the relatively high levels of vacuum created in the system. Finally, the prior art systems do not expel substantially pollutant free air to the atmosphere. Rather, pressure within the tanks is reduced by merely condensing the pollutant vapors to liquid and returning them to the tanks. Accordingly, there is a need for a compact fuel storage system vent filter assembly that provides improved filtering and throughput at a competitive cost.

[0004] This need is met by the present invention wherein a fuel storage system vent filter assembly is provided that includes a fuel vapor duct defining a substantially unobstructed flow path extending from the filter input port to a primary filter output port. Air is drawn through an air-permeable partition and larger, less mobile, pollutant hydrocarbons or VOC's pass to an outlet duct essentially unobstructed by the partition.

[0005] In accordance with one embodiment of the present invention, a fuel storage system is provided comprising at least one storage tank, an air exhaust port, a filter system, a primary pump, and at least one secondary pump. The storage tank includes a fuel delivery port, a fluid vent port, and a pollutant return port. The filter system comprises a filter input port coupled to the fluid vent port and a fuel vapor duct defining a substantially unobstructed flow path extending from the filter input port to a primary filter output port. The primary filter output port is coupled to the pollutant return port. At least a portion of the fuel vapor duct forms an air-permeable partition designed to pass an air component of fluid within the fuel vapor duct through the air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within the fuel vapor duct through the air-permeable partition. A secondary filter output port is partitioned from the fuel vapor duct by the air-permeable partition and is coupled to the air exhaust port. The primary pump is positioned to cause fluid to pass from the filter input port to the primary filter output port. The secondary pump(s) is/are positioned to cause the air component within the fuel vapor duct to pass through the air-permeable partition to the secondary filter output port and the air exhaust port.

[0006] The primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate and the secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate through the air permeable partition to the secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the primary pump, a third volumetric fluid flow rate through the primary filter output port. Preferably, the second volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system. To maximize system efficiency, the volumetric fluid flow rate through the air exhaust port is preferably approximately two to five times greater than the characteristic average net fluid volume return rate or at least approximately two times greater than the characteristic average net fluid volume return rate.

[0007] The first volumetric fluid flow rate is preferably approximately two to eight times the value of the second volumetric fluid flow rate. The second volumetric fluid flow rate is preferably between approximately 15 standard cubic feet per hour (118 cubic centimeters per second) and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second) or preferably approximately 40 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).

[0008] The secondary pump is preferably designed to create a pressure drop of less than 100 kPa across the air-permeable partition, approximately 50 kPa across the air-permeable partition, between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa across the air-permeable partition, or between approximately 37.5 kPa and approximately 62.5 kPa across the air-permeable partition.

[0009] Preferably, the primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fluid flow of between

approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second) and approximately 1500 standard cubic feet per hour (11800 cubic centimeters per second), or approximately 320 standard cubic feet per hour (2513 cubic centimeters per second).

[0010] The filter system includes a plurality of fuel vapor ducts. The plurality of fuel vapor ducts may define a plurality of substantially unobstructed flow paths therein extending from the filter input port to the primary filter output port. Each of the plurality of fuel vapor ducts forms separate portions of the air-permeable partition so as to pass and inhibit respective portions of the air component and the pollutant component. Each of the plurality of fuel vapor ducts may be enclosed within a common fuel vapor duct enclosure. The filter input port, the primary filter output port, and the secondary filter output port may be formed in the common fuel vapor duct enclosure.

[0011] The substantially unobstructed flow path may comprise a substantially linear flow path and the filter input port and the primary filter output port may be positioned at opposite ends of the substantially linear flow path. The air-permeable partition may comprise an air-permeable membrane supported by a porous tube and the substantially unobstructed flow path may extend along a longitudinal axis of the porous tube. The fuel vapor duct and the primary pump may be arranged such that fluid passes from the filter input port to the primary filter output port with a negligible pressure drop.

[0012] In accordance with another embodiment of the present invention, a fuel storage system is provided comprising at least one storage tank, an air exhaust port, a first filter assembly, a primary pump, at least one secondary pump, at least one additional filter assembly, and an additional secondary pump. The storage tanks include a fuel delivery port, a fluid vent port, and a pollutant return port. The first filter assembly comprises a filter input port, a fuel vapor duct, a primary filter output port, and a secondary filter output port. The filter input port is coupled to the fluid vent port. The fuel vapor duct defines a substantially unobstructed flow path extending from the filter input port to a primary filter output port. The primary filter output port is coupled to the pollutant return port. At least a portion of the fuel vapor duct forms an air-permeable partition designed to pass an air component of fluid within the fuel vapor duct through the air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within the fuel vapor duct through the air-permeable partition. The secondary filter output port is partitioned from the fuel vapor duct by the air-permeable partition. The primary pump is positioned to cause fluid to pass from the filter input port to the primary filter output port. The secondary pump(s) is/are positioned to cause the air component within the fuel vapor duct to pass through the air-permeable partition to the secondary filter output port.

[0013] The additional filter assembly comprises an additional filter input port, an additional fuel vapor duct, an additional primary filter output port, and an additional secondary filter output port. The additional filter input port is coupled to the secondary filter output port. The additional fuel vapor duct defines a substantially unobstructed flow path extending from the additional filter input port to the additional primary filter output port. The additional primary filter output port is coupled to the pollutant return port. At least a portion of the additional fuel vapor duct defines an additional air-permeable partition designed to pass an air component of fluid within the additional fuel vapor duct through the additional air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within the additional fuel vapor duct through the additional air-permeable partition. The additional secondary filter output port is partitioned from the additional fuel vapor duct by the additional air-permeable partition and is coupled to the air exhaust port. The additional secondary pump is coupled to the additional filter assembly and is positioned to cause the air component within the additional fuel vapor duct to pass through the additional air-permeable partition to the additional secondary filter output port.

[0014] Preferably, the primary filter pump, the secondary filter pump, and the additional secondary pump are characterized by respective pumping capacities capable of generating a volumetric fluid flow rate through the air exhaust port greater than the characteristic average net fluid volume return rate. To maximize system efficiency, the volumetric fluid flow rate through the air exhaust port is preferably approximately two to five times greater than the characteristic average net fluid volume return rate or at least approximately two times greater than the characteristic average net fluid volume return rate. The volumetric fluid flow rate through the air exhaust port is preferably between approximately 15 standard cubic feet per hour (118 cubic centimeters per second) and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second) or approximately 40 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).

[0015] The primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate. The secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate through the air permeable partition to the secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the primary pump, a third volumetric fluid flow rate through the primary filter output port. The additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fourth volumetric fluid flow rate through the additional air permeable partition to the additional secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the secondary pump, a fifth volumetric fluid flow rate through the additional primary filter output port. Preferably, the fourth volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system. The first volumetric fluid flow rate is preferably approximately twice the value of the second and third volumetric fluid flow rates and the second and third volumetric fluid flow rates are preferably approximately twice the value of the fourth and fifth volumetric fluid flow rates.

[0016] The secondary pump is preferably designed to create a pressure drop of less than 100 kPa across the air-permeable partition, approximately 50 kPa across the air-permeable partition, between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa across the air-permeable partition, or between approximately 37.5 kPa and approximately 62.5 kPa across the air permeable partition.

[0017] The fuel storage system preferably comprises two additional filter assemblies connected to each other in series such that: (i) the primary pump has a characteristic: pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate; (ii) the secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate through the air permeable partition to the secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the primary pump, a third volumetric fluid flow rate through the primary filter output port; (iii) the additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fourth volumetric fluid flow rate through the additional air permeable partition to the additional secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the secondary pump, a fifth volumetric fluid flow rate through the additional primary filter output port; (iv) the second additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a sixth volumetric fluid flow rate through a second additional air permeable partition to a second additional secondary filter output port, and capable of generating, in combination with the additional secondary pump, a seventh volumetric fluid flow rate through the second additional primary filter output port; and such that (v) the sixth volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system. Preferably the first volumetric fluid flow rate is approximately twice the value of the second and third volumetric fluid flow rates, the second and third volumetric fluid flow rates are approximately twice the value of the fourth and fifth volumetric fluid flow rates, and the fourth and fifth volumetric fluid flow rates are approximately twice the value of the sixth and seventh volumetric fluid flow rates.

[0018] In accordance with yet another embodiment of the present invention, a method of storing fuel is provided comprising the steps of: providing at least one storage tank including a fuel delivery port, a fluid vent port, and a pollutant return port; providing an air exhaust port; providing a filter system comprising (i) a filter input port coupled to the fluid vent port, (ii) a fuel vapor duct defining a substantially unobstructed flow path extending from the filter input port to a primary filter output port, wherein the primary filter output port is coupled to the pollutant return port, and wherein at least a portion of the fuel vapor duct forms an air-permeable partition designed to pass an air component of fluid within the fuel vapor duct through the air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within the fuel vapor duct through the air-permeable partition, and (iii) a secondary filter output port partitioned from the fuel vapor duct by the air-permeable partition and coupled to the air exhaust port; positioning a primary pump to cause fluid to pass from the filter input port at a first volumetric fluid flow rate to the primary filter output port; and positioning at least one secondary pump to cause the air component within the fuel vapor duct to pass through the air-permeable partition to the secondary filter output port and the air exhaust port at a second volumetric fluid flow rate, wherein the second volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system.

[0019] Accordingly, it is an object of the present invention to provide a fuel storage system including a vent filter assembly that includes a fuel vapor duct defining a substantially unobstructed flow path extending from the filter input port to a primary filter output port. Further, it is an object of the present invention to provide a filter system and associated pumping hardware designed to optimize the efficiency of the fuel storage system. Other objects of the present invention will be apparent in light of the description of the invention embodied herein.

[0020] The following detailed description of the preferred embodiments of the present invention can be best understood when read in conjunction with the following drawings, where like structure is indicated with like reference numerals and in which:

Fig. 1 is a schematic illustration of a fuel storage system according to the present invention;

Fig. 2 is a schematic illustration of a filter system portion of a fuel storage system according to the present invention;

Fig. 3 is an illustration of a filter assembly portion of a fuel storage system according to the present invention;

Fig. 4 is a blown up view, partially broken away, of a portion of the filter assembly illustrated in Fig. 3; and

Fig. 5 is an illustration, partially broken away, of a fuel vapor duct portion of a fuel storage system according to the present invention.

[0021] A fuel storage system 10 according to the present invention is illustrated in Figs. 1-5 Referring initially to Fig. 1, the fuel storage system 10 comprises a plurality of storage tanks 12, an air exhaust port 14, and a filter system 16. The storage tanks 12 are coupled to fuel inlet ports 17, fuel delivery ports 18, pressure relief ports 19, a fluid vent port 20, a vapor return port 21, a pollutant return port 22, vapor pressure equalization piping 24, and vent piping 26. The fuel dispensing nozzles of the system (not shown) are arranged to return fuel vapor to the storage tanks 12 via the vapor return ports 21. As will be appreciated by those practicing the present invention, the specifics of the design of the storage tanks 12, fuel inlet ports 17, fuel delivery ports 18, pressure relief ports 19, fluid vent port 20, vapor return port 21, pollutant return port 22, vapor pressure equalization piping 24, and vent piping 26, is conventionally available information

and is not the subject of the present invention. For example, reference is made to U.S. Patent Nos. 5,464,466, issued to Nanaji et al. on November 7, 1995; 5,484,000, issued to Hasselmann on January 16, 1996; 4,566,504, issued to Furrow et al. on January 28, 1986; 4,687,033, issued to Furrow et al. on August 18, 1987; 5,035,271, issued to Carmack et al. on July 30, 1991; 5,051,114, issued to Nemser et al. on September 24, 1991 which describes a conventional, commercially available air permeable membrane; 5,141,037, issued to Carmack et al. on August 25, 1992; 5,590,697, issued to Benjey et al. on January 7, 1997; 5,592,963, issued to Bucci et al. on January 14, 1997; 5,592,979, issued to Payne et al. on January 14, 1997; 5,620,030, issued to Dalhart et al. on April 15, 1997; 5,620,031, issued to Dalhart et al. on April 15, 1997; and 5,678,614, issued to Grantham on October 21, 1997. It is noted that, for the purposes of describing and defining the present invention, any reference herein to a fluid denotes either a gas, a liquid, a gas/liquid mixture, or a gas, liquid, or gas liquid mixture carrying particulate matter.

[0022] Referring now to Figs. 2-5, the filter system 16 comprises a filter assembly 30, a primary pump or blower 40 coupled to a primary input port 28, and a secondary pump 50. The filter assembly 30 includes a filter input port 32, a plurality of fuel vapor ducts 34 (see Figs. 3 and 4), a primary filter output port 36, and a secondary filter output port 38. The filter input port 32 is directly coupled to the fluid vent port 20 illustrated in Fig. 1 and the primary filter output port 36 is directly coupled to the pollutant return port 22, also illustrated in Fig. 1. The filter assembly 30, as is illustrated with particularity Fig. 5, includes the porous tube 46 and the air permeable membrane 44.

[0023] The filter assembly 30 is a product available from Compact Membrane Systems, Inc., Wilmington, Delaware, USA.

[0024] The fuel vapor ducts 34 define a substantially unobstructed flow path 35 extending from the filter input port 32 to the primary filter output port 36. At least a portion of, and preferably all of, each fuel vapor duct 34 forms an air-permeable partition 37 designed to pass an air component of fluid within the fuel vapor duct 34 through the air permeable partition 37, see directional arrows 33 in Fig. 3. Passage of a pollutant component of fluid, e.g., VOC's, within the fuel vapor duct 31 through the air-permeable partition 37 is inhibited. Specifically, the air-permeable partition 37 comprises an air-permeable membrane 44 supported by a porous tube 46 and the substantially unobstructed flow path 35 extends along a longitudinal axis of the porous tube 46.

[0025] Referring to Fig. 4, it is noted that a potting compound 48 is preferably interposed between opposite end portions of adjacent fuel vapor ducts 34 to ensure that all of the fluid incident upon the filter input port 32 is forced to pass through the interior of the fuel vapor ducts 34, as opposed to through the spaces between the fuel vapor ducts 34. For the purposes of describing and defining the present invention, it is noted that when reference is made herein to the substantially unobstructed flow path 35, the presence of the potting compound 48 is not considered to be a substantial obstruction.

[0026] Referring to Figs. 1, 2, 3, and 5, the secondary filter output port 38 is partitioned from the fuel vapor duct 34 by the air-permeable partition 37 and is directly coupled to the air exhaust port 14. The primary pump 40 is positioned to cause fluid to pass from the filter input port 32 through each fuel vapor duct 34 to the primary filter output port 36. The secondary pump 50 is positioned to cause the air component within the fuel vapor duct 34 to pass through the air-permeable partition 37 to the secondary filter output port 38 and the air exhaust port 14.

[0027] As is clearly illustrated in Fig. 3, the filter system 16 includes a plurality of fuel vapor ducts 34 that define respective substantially linear unobstructed flow paths 35 therein extending from the filter input port 32 to the primary filter output port 36. Each of the fuel vapor ducts 34 form separate portions of a collective air-permeable partition 37 and are enclosed within a common fuel vapor duct enclosure 42. The filter input port 32, the primary filter output port 36, and the secondary filter output port 38 are formed in the common fuel vapor duct enclosure 42. The arrangement of the fuel vapor ducts 34 and the primary pump 40 is such that fluid passes from the filter input port 32 through the fuel vapor ducts 34 to the primary filter output port 36 with a negligible pressure drop. This negligible pressure drop is largely attributable to the unobstructed nature of the flow paths 35.

[0028] Reference will now be made to Figs. 1 and 2 in discussing the characteristics of the primary pump or blower 40 and the secondary pump 50, and the various flow rates generated within the system 16. The primary pump 40 has a characteristic pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate R_1 . Specifically, in some preferred embodiments of the present invention, the primary pump 40 has a characteristic pumping capacity capable of generating a fluid flow of between approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second) and approximately 1500 standard cubic feet per hour (11800 cubic centimeters per second). In one embodiment of the present invention, the primary pump 40 has a characteristic pumping capacity capable of generating a fluid flow of approximately 320 standard cubic feet per hour (2513 cubic centimeters per second). The secondary pump 50 has a characteristic pumping capacity capable of generating, in combination with any downstream pumps, a second volumetric fluid flow rate R_2 through the air permeable partition 37 to the secondary filter output port 38. Additionally, the secondary pump 50 has a characteristic pumping capacity capable of generating, in combination with the primary pump 40, a third volumetric fluid flow rate R_3 through the fuel vapor ducts 34 to the primary filter output port 36.

[0029] Fuel storage systems employing vapor return hardware are characterized by an average net fluid volume return rate which is the difference between the volume of vapor returned to the storage tanks of the system and the volume of

fluid dispensed to a fuel receiving tank or lost to the ambient. The volume of returned vapor tends to pressurize the storage system. The second volumetric fluid flow rate R_2 is selected such that it is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system to ensure that harmful pollutants are not vented to the ambient due to over pressurization, and to ensure that the filter system 16 of the present invention operates at maximum efficiency. For example, in a typical fuel storage system utilized to dispense on the order of 250,000 gallons (946,250 liters) of fuel per month, the second volumetric fluid flow rate R_2 is approximately 40 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second). Further, the first volumetric fluid flow rate R_1 is preferably approximately two to eight times the value of the second volumetric fluid flow rate R_2 . The specific value of the selected second volumetric fluid flow rate R_2 is largely dependent upon the average fuel dispensing rate of the particular fuel storage system, however, it is contemplated by the present invention that, in many preferred embodiments of the present invention, the second volumetric fluid flow rate R_2 is between approximately 15 standard cubic feet per hour and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second).

[0030] The characteristics of the filter system 16 of the present invention allow the secondary pump 50 to be designed to create a pressure drop of about 50 kPa across the air-permeable partition 37. In some embodiments of the present invention, it is contemplated that the secondary pump 50 may be designed to create a pressure drop of between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa or, more preferably, between approximately 37.5 kPa and approximately 62.5 kPa across the air-permeable partition 37. All of these values represent a significant departure from the storage system of U.S. Patent No. 5,571,310, where harmful VOC's from a storage system, as opposed to non-polluting air components from the storage system, are drawn through a membrane by using a vacuum pump to create a pressure drop of about one atmosphere (100 kPa) across the membrane.

[0031] Referring now specifically to Fig. 2, in a preferred embodiment of the present invention, additional secondary pumps 50', 50" are employed in the filter system 16 of the present invention. As will be appreciated by those practicing the present invention, the first filter assembly 30, the primary pump 40, and the secondary pump 50, are substantially as described above. However, in the embodiment illustrated in Fig. 2, the fuel storage system 10 comprises two additional filter assemblies 30', 30" connected in series such that: (i) the secondary pump 30 has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate R_2' through the air permeable partition 37 to the secondary filter output port 38, and capable of generating, in combination with the primary pump 40, a third volumetric fluid flow rate R_3' through the primary filter output port 36; (ii) the first additional secondary pump 50' has a characteristic pumping capacity capable of generating a fourth volumetric fluid flow rate R_4' through an additional air permeable partition 37 to an additional secondary filter output port 38', and capable of generating, in combination with the secondary pump 50, a fifth volumetric fluid flow rate R_5' through an additional primary filter output port 36'; (iii) the second additional secondary pump 50" has a characteristic pumping capacity capable of generating a sixth volumetric fluid flow rate R_6' through a second additional air permeable partition 37 to a second additional secondary filter output port 38" coupled to the air exhaust port 14, and capable of generating, in combination with the additional secondary pump 50', a seventh volumetric fluid flow rate R_7' through a second additional primary filter output port 36"; and such that (iv) the sixth volumetric fluid flow rate R_6' is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system 12. To maximize system efficiency, the volumetric fluid flow rate through the air exhaust port 14 is approximately two to five times greater than the characteristic average net fluid volume return rate, or at least two times greater than the characteristic average net fluid volume return rate.

[0032] An additional filter input port 32' is coupled to the secondary filter output port 38 and a second additional filter input port 32" is coupled to the additional secondary filter output port 38'. An additional primary filter output port 36' and a second additional primary filter output port 36" are coupled to the pollutant return port 22. Referring to Fig. 2, the preferred flow rates (R) and associated hydrocarbon concentrations (HC) for one embodiment of the present invention are as follows, where HC_6 represents the hydrocarbon concentration of the fluid vented to the atmosphere:

Flow Rate standard cubic foot per hour (scfh)	Hydrocarbon Concentration % of fluid flow
$R_1 = 320 \text{ scfh}/2513 \text{ ccs}$	$HC_1 = 80\%$
$R_2' = 160 \text{ scfh}/1256 \text{ ccs}$	$HC_2 = 59.93\%$
$R_3' = 160 \text{ scfh}/1256 \text{ ccs}$	$HC_3 = 99.998\%$
$R_4' = 80 \text{ scfh}/628 \text{ ccs}$	$HC_4 = 25.54\%$
$R_5' = 80 \text{ scfh}/620 \text{ ccs}$	$HC_5 = 95.01\%$
$R_6' = 40 \text{ scfh}/314 \text{ ccs}$	$HC_6 = 1.54\%$
$R_7' = 40 \text{ scfh}/314 \text{ ccs}$	$HC_7 = 47.61\%$

[0033] In the embodiment illustrated in Fig. 2, the volumetric fluid flow rate through the air exhaust port 14 is selected such that it is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of the fuel storage system 10 to ensure that harmful pollutants are not vented to the ambient due to over pressurization, and to ensure that the filter system 16 of the present invention operates at maximum efficiency. The specific value of the selected second volumetric fluid flow rate R_2 is largely dependent upon the average fuel dispensing rate of the particular fuel storage system, however, it is contemplated by the present invention that, in many preferred embodiments of the present invention, the volumetric fluid flow rate through the air exhaust port 14 is between approximately 15 standard cubic feet per hour (118 cubic centimeters per second) and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second), or, more specifically, 10 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).

[0034] It is contemplated by the present invention that, it only one additional filter assembly 30' is utilized according to the present invention, the primary filter pump 40, the secondary filter pump 50, and the additional secondary pump 50' are preferably characterized by respective pumping capacities capable of generating a volumetric fluid flow rate through the air exhaust port 1 greater than the characteristic average net fluid volume return rate of the system.

[0035] The characteristics of the filter system 16 of the present invention allows the additional secondary pumps 50', 50" to be designed to create a pressure drop of about 50 kPa across the respective air-permeable partitions 37. In some embodiments of the present invention, it is contemplated that the additional secondary pumps 50', 50" may be designed to create a pressure drop of between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa or, more preferably, between approximately 37.5 kPa and approximately 62.5 kPa across the respective air-permeable partitions 37.

[0036] Having described the invention in detail and by reference to preferred embodiments thereof, it will be apparent that modifications and variations are possible without departing from the scope of the invention defined in the appended claims.

Claims

1. A fuel storage system (10) comprising
 - at least one storage tank (12) including a fuel delivery port (18), a fluid vent port (20), and a pollutant return port (22);
 - an air exhaust port (14);
 - a filter system (16) comprising
 - a filter input port (32) coupled to said fluid vent port,
 - a plurality of fuel vapor ducts (34) defining a flow path (35) extending from said filter input port to a primary filter output port (36), wherein
 - said primary filter output port is coupled to said pollutant return port, and wherein
 - at least a portion of said fuel vapor duct forms an air-permeable partition (37) designed to pass an air component of fluid within said fuel vapor duct through said air-permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within said fuel vapor duct through said air-permeable partition, said air-permeable partition including an air-permeable membrane (44);
 - each of said plurality of fuel vapor ducts forming separate portions of said air-permeable partition so as to pass and inhibit respective portions of said air component and said pollutant component;
 - a secondary filter output port (38) partitioned from said fuel vapor duct by said air-permeable partition and coupled to said air exhaust port;
 - a primary pump (40) positioned to cause fluid to pass from said filter input port to said primary filter output port; and
 - at least one secondary pump (50) positioned to cause said air component within said fuel vapor duct to pass through said air-permeable partition to said secondary filter output port and said air exhaust port.
2. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein:
 - said primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generate a first volumetric fluid flow rate;
 - said secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate through said air permeable partition and said secondary filter output port to said air exhaust port, and capable of generating, in combination with said primary pump, a third volumetric fluid flow rate through said primary filter output port; and wherein
 - said second volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of said fuel storage system.
3. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein the second volumetric flow rate is approximately two to five times greater than the average net fluid volume return rate of said fuel storage system.

4. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein the second volumetric flow rate is at least approximately two times greater than the average net fluid volume return rate of said fuel storage system.
5. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said first volumetric fluid flow rate is approximately two to eight times the value of said second volumetric fluid flow rate.
6. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said second volumetric fluid flow rate is between approximately 15 standard cubic feet per hour and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second).
7. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said second volumetric fluid flow rate is approximately 40 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).
8. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop of less than 100 kPa across said air-permeable partition.
9. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop of approximately 50 kPa across said air-permeable partition.
10. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop of between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa across said air-permeable partition.
11. A fuel storage system as claimed in claim 2 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop of between approximately 37.5 kPa and approximately 62.5 kPa across said air-permeable partition.
12. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein said primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fluid flow of between approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second) and approximately 1500 standard cubic feet per hour (11800 cubic centimeters per second).
13. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein said primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fluid flow of approximately 320 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).
14. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein:
 - said filter system includes a plurality fuel vapor ducts;
 - said plurality of fuel vapor ducts define a plurality of flow paths therein extending from said filter input port to said primary filter output port;
 - each of said plurality of fuel vapor ducts form separate portions of said air-permeable partition so as to pass and inhibit respective portions of said air component and said pollutant component;wherein each of said plurality of fuel vapor ducts are enclosed within a common fuel vapor duct enclosure; and wherein said filter input port, said primary filter output port, and said secondary filter output port are formed in said common fuel vapor duct enclosure.
15. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein said flow path comprises a substantially linear flow path and wherein said filter input port and said primary filter output port are positioned at opposite ends of said substantially linear flow path.
16. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein said air-permeable membrane is supported by a porous tube (48) and wherein said flow path extends along a longitudinal axis of said porous tube.
17. A fuel storage system as claimed in claim 1 wherein said fuel vapor duct and said primary pump are arranged such that fluid passes from said filter input port to said primary filter output port with a negligible pressure drop.
18. A fuel storage system (10) comprising:
 - at least one storage tank (12) including a fuel delivery port (18), a fluid vent port (20), and a pollutant return port

(22);

an air exhaust port (14);

a first filter assembly (30) comprising

a filter input port (32) coupled to the fluid vent port,

a fuel vapor duct (31) defining a flow path (35) extending from said filter input port to a primary filter output port (36), wherein

said primary filter output port is coupled to said pollutant return port, and wherein

at least a portion of said fuel vapor duct forms an air-permeable partition (37) designed to pass an air component of fluid within said fuel vapor duct through said air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within said fuel vapor duct through said air-permeable partition, said air permeable partition including an air-permeable membrane (44):

a secondary filter output port (38) partitioned from said fuel vapor duct by said air-permeable partition;

a primary pump (40) positioned to cause fluid to pass from said filter input port to said primary filter output port;

at least one secondary pump (50) positioned to cause said air component within said fuel vapor duct to pass through said air-permeable partition to said secondary filter output port;

at least one additional filter assembly (30') comprising

an additional filter input port (32) coupled to said secondary filter output port,

an additional fuel vapor duct (34) defining a flow path (35) extending from said additional filter input port to an additional primary filter output port (36), wherein said additional primary filter output port is coupled to said pollutant return port, and wherein

at least a portion of said additional fuel vapor duct defines an additional air-permeable partition (37) designed to pass an air component of fluid within said additional fuel vapor duct through said additional air permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within said additional fuel vapor duct through said additional air-permeable partition, said air permeable partition including an air-permeable membrane (44); and

an additional secondary filter output port (38') partitioned from said additional fuel vapor duct by said additional air-permeable partition and coupled to said air exhaust port; and

an additional secondary pump (50') coupled to each of said at least one additional filter assemblies and positioned to cause said air component within said additional fuel vapor duct to pass through said additional air-permeable partition and said additional secondary filter output port to said air exhaust port.

19. A fuel storage system as claimed in claim 18 wherein said fuel storage system has a characteristic average net fluid volume return rate and wherein said primary filter pump, said secondary filter pump, and said additional secondary pump are **characterized by** respective pumping capacities capable of generating a volumetric fluid flow rate through said air exhaust port greater than said characteristic average net fluid volume return rate.

20. A fuel storage system as claimed in claim 19 wherein said volumetric fluid flow rate through said air exhaust port is approximately two to five times greater than said characteristic average net fluid volume return rate.

21. A fuel storage system as claimed in claim 19 wherein said volumetric fluid flow rate through said air exhaust port is at least approximately two times greater than said characteristic average net fluid volume return rate.

22. A fuel storage system as claimed in claim 19 wherein said volumetric fluid flow rate through said air exhaust port is between approximately 15 standard cubic feet per hour (118 cubic centimeters per second) and approximately 150 standard cubic feet per hour (1180 cubic centimeters per second).

23. A fuel storage system as claimed in claim 19 wherein said volumetric fluid flow rate through said air exhaust port is approximately 40 standard cubic feet per hour (314 cubic centimeters per second).

24. A fuel storage system as claimed in claim 18 wherein:

said primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate; said secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow rate through said air permeable partition to said secondary filter output port, and capable of generating, in combination with said primary pump, a third volumetric fluid flow rate through said primary filter output port; said additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fourth volumetric fluid flow rate through said additional air permeable partition and said additional secondary filter output port to said air exhaust port, and capable of generating, in combination with said secondary pump, a fifth volumetric

fluid flow rate through said additional primary filter output port; and wherein
said fourth volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of said
fuel storage system.

- 5 **25.** A fuel storage system as claimed in claim 24 wherein said first volumetric fluid flow rate is approximately twice the
value of said second and third volumetric fluid flow rates and said second and third volumetric fluid flow rates are
approximately twice the value of said fourth and fifth volumetric fluid flow rates.
- 10 **26.** A fuel storage system as claimed in claim 24 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop
of less than 100 kPa across said air-permeable partition.
- 15 **27.** A fuel storage system as claimed in claim 24 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop
of approximately 50 kPa across said air-permeable partition.
- 20 **28.** A fuel storage system as claimed in claim 24 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop
of between approximately 25 kPa and approximately 75 kPa across said air-permeable partition.
- 25 **29.** A fuel storage system as claimed in claim 24 wherein said secondary pump is designed to create a pressure drop
of between approximately 37.5 kPa und approximately 62.5 kPa across said air-permeable partition.
- 30 **30.** A fuel storage system as claimed in claim 16 wherein said fuel storage system comprises two additional filter
assemblies, and wherein said two additional filter assemblies are connected to each other in series such that
said primary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a first volumetric fluid flow rate,
said secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a second volumetric fluid flow
rate through said air permeable partition to said secondary filter output port, and capable of generating, in combination
with said primary pump, a third volumetric fluid flow rate through said primary filter output port,
said additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a fourth volumetric
fluid flow rate through said additional air permeable partition to said additional secondary filter output port, and
capable of generating, in combination with said secondary pump, a fifth volumetric fluid flow rate through said
additional primary filter output port,
said second additional secondary pump has a characteristic pumping capacity capable of generating a sixth volu-
metric fluid flow rate through a second additional air permeable partition and a second additional secondary filter
output port to said air exhaust port, and capable of generating, in combination with said additional secondary pump,
a seventh volumetric fluid flow rate through said second additional primary filter output port, and such that
said sixth volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average not fluid volume return rate of said fuel
storage system.
- 35 **31.** A fuel storage system as claimed in claim 30 wherein said sixth volumetric fluid flow rate through said air exhaust
port is approximately two to five times greater than said characteristic average net fluid volume return rate.
- 40 **32.** A fuel storage system as claimed in claim 30 wherein said sixth volumetric fluid flow rate through said air exhaust
port is at least approximately two times greater than said characteristic average not fluid volume return rate.
- 45 **33.** A fuel storage system as claimed in claim 30 wherein said first volumetric fluid flow rate is approximately twice the
value of said second and third volumetric fluid flow rates, said second and third volumetric fluid flow rates are
approximately twice the value of said fourth and fifth volumetric fluid flow rates, and said fourth and fifth volumetric
fluid flow rates are approximately twice the value of said sixth and seventh volumetric fluid flow rates.
- 50 **34.** A method of storing fuel comprising the steps of:
providing at least one storage tank (12) including a fuel delivery port (18), a fluid vent port (20), and a pollutant
return port (22);
providing an air exhaust port (14);
providing a filter system (16) comprising
55 a filter input port (32) coupled to said fluid vent port,
a plurality of fuel vapor ducts (34) defining a plurality of flow paths (35) extending from said filter input port to a
primary filter output port (36), wherein
said primary filter output port is coupled to said pollutant return port, and wherein

at least a portion of said fuel vapor duct forms an air-permeable partition (37) designed to pass an air component of fluid within said fuel vapor duct through said air-permeable partition and designed to inhibit passage of a pollutant component of fluid within said fuel vapor duct through said air-permeable partition, said air-permeable partition including an air-permeable membrane (44);

each of said plurality of fuel vapor ducts forming separate portions of said air-permeable partition so as to pass and inhibit respective portions of said air component and said pollutant component;

a secondary filter output port (38) partitioned from said fuel vapor duct by said air-permeable partition and coupled to said air exhaust port;

positioning a primary pump (40) to cause fluid to pass from said filter input port at a first volumetric fluid flow rate to said primary filter output port; and

positioning at least one secondary pump (50) to cause said air component within said fuel vapor duct to pass through said air-permeable partition and said secondary filter output port to said air exhaust port at a second volumetric fluid flow rate wherein said second volumetric fluid flow rate is greater than a characteristic average net fluid volume return rate of said fuel storage system.

Revendications

1. Système de stockage de carburant (10) comprenant :

au moins un réservoir de stockage (12) comprenant un orifice de distribution de carburant (18), un événement de fluide (20), et un orifice de renvoi de polluant (22) ;

un orifice d'évacuation d'air (14) ;

un système de filtrage (16) comprenant :

un orifice d'entrée de filtrage (32) couplé audit événement de fluide,

un conduit de vapeurs de carburant (34) définissant un circuit d'écoulement (35) s'étendant à partir dudit orifice d'entrée de filtrage jusqu'à un orifice primaire de sortie de filtrage (36), dans lequel :

ledit orifice primaire de sortie de filtrage est couplé audit orifice de renvoi de polluant, et dans lequel :

au moins une partie dudit conduit de vapeurs de carburant forme une séparation perméable à l'air (37) conçue pour laisser passer un composant d'air du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air et conçue pour empêcher le passage d'un composant de polluant du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air, ladite séparation perméable à l'air comprenant une membrane perméable à l'air (44) ;

un orifice secondaire de sortie de filtrage (38) séparé dudit conduit de vapeurs de carburant par ladite séparation perméable à l'air et couplé audit orifice d'évacuation d'air ;

une pompe primaire (40) positionnée de manière à amener le fluide à passer dudit orifice d'entrée de filtrage audit orifice primaire de sortie de filtrage ; et

au moins une pompe secondaire (50) positionnée de manière à amener ledit composant d'air à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à passer à travers ladite séparation perméable à l'air vers ledit orifice secondaire de sortie de filtrage et ledit orifice d'évacuation d'air.

2. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel :

ladite pompe primaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un premier débit volumétrique de fluide ;

ladite pompe secondaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un deuxième débit volumétrique de fluide à travers ladite séparation perméable à l'air et ledit orifice secondaire de sortie de filtrage vers ledit orifice d'évacuation d'air, et

capable de générer, en combinaison avec ladite pompe primaire, un troisième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice primaire de sortie de filtrage ; et dans lequel :

ledit deuxième débit volumétrique de fluide est supérieur à un débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique dudit système de stockage de carburant.

EP 1 278 698 B1

3. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel le deuxième débit volumétrique de fluide est à peu près deux à cinq fois supérieur au débit net de retour de volume de fluide moyen dudit système de stockage de carburant.
- 5 4. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel le deuxième débit volumétrique de fluide est à peu près deux fois supérieur au débit net de retour de volume de fluide moyen dudit système de stockage de carburant.
- 10 5. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ledit premier débit volumétrique de fluide représente à peu près deux à huit fois la valeur dudit deuxième débit volumétrique de fluide.
6. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ledit deuxième débit volumétrique de fluide va d'à peu près 15 pieds cubes par heure à environ 150 pieds cubes par heure (1180 centimètres cubes par seconde).
- 15 7. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ledit deuxième débit volumétrique de fluide est d'à peu près 40 pieds cubes par heure (314 centimètres cubes par seconde).
8. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression inférieure à 100 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
- 20 9. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression d'à peu près 50 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
- 25 10. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression allant d'à peu près 25 kPa à environ 75 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
- 30 11. Système de stockage de carburant selon la revendication 2, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression allant d'à peu près 37,5 kPa à environ 62,5 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
- 35 12. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel ladite pompe primaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un débit de fluide allant d'à peu près 150 pieds cubes par heure (1180 centimètres cubes par seconde) à environ 1500 pieds cubes par heure (11800 centimètres cubes par seconde).
- 40 13. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel ladite pompe primaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un débit de fluide d'à peu près 320 pieds cubes par heure (314 centimètres cubes par seconde).
- 45 14. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel :
- ledit système de filtrage comprend une pluralité de conduits de vapeurs de carburant ;
ladite pluralité de conduits de vapeurs de carburant définit une pluralité de circuits d'écoulement s'étendant à partir dudit orifice d'entrée de filtrage jusqu'audit orifice primaire de sortie de filtrage ;
chacun de ladite pluralité de conduits de vapeurs de carburant forme une partie séparée de ladite séparation perméable à l'air de manière à laisser passer et à bloquer les parties respectives dudit composant d'air et dudit composant de polluant ;
- 50 dans lequel chacun de ladite pluralité de conduits de vapeurs de carburant est enfermé à l'intérieur d'une installation commune de conduits de vapeurs de carburant ; et dans lequel :
- ledit orifice d'entrée de filtrage, ledit orifice primaire de sortie de filtrage, et ledit orifice secondaire de sortie de filtrage sont formés dans ladite installation commune de conduits de vapeurs de carburant.
- 55 15. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel ledit circuit d'écoulement comprend un circuit d'écoulement sensiblement linéaire et dans lequel ledit orifice d'entrée de filtrage et ledit orifice primaire de sortie de filtrage sont positionnés aux extrémités opposées dudit circuit d'écoulement sensiblement linéaire.
16. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel ladite membrane perméable à l'air est

supportée par un tube poreux (46) et dans lequel ledit circuit d'écoulement s'étend le long d'un axe longitudinal dudit tube poreux.

17. Système de stockage de carburant selon la revendication 1, dans lequel ledit conduit de vapeurs de carburant et ladite pompe primaire sont agencés de telle sorte que le fluide passe dudit orifice d'entrée de filtrage audit orifice primaire de sortie de filtrage avec une perte de pression négligeable.

18. Système de stockage de carburant (10) comprenant :

au moins un réservoir de stockage (12) comprenant un orifice de distribution de carburant (18), un évent de fluide (20), et un orifice de renvoi de polluant (22) ;
un orifice d'évacuation d'air (14) ;
un premier ensemble de filtrage (30) comprenant :

un orifice d'entrée de filtrage (32) couplé audit évent de fluide,
un conduit de vapeurs de carburant (34) définissant un circuit d'écoulement (35) s'étendant à partir dudit orifice d'entrée de filtrage jusqu'à un orifice primaire de sortie de filtrage (36), dans lequel :

ledit orifice primaire de sortie de filtrage est couplé audit orifice de renvoi de polluant, et dans lequel :

au moins une partie dudit conduit de vapeurs de carburant forme une séparation perméable à l'air (37) conçue pour laisser passer un composant d'air du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air et conçue pour empêcher le passage d'un composant de polluant du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air, ladite séparation perméable à l'air comprenant une membrane perméable à l'air (44) ;

un orifice secondaire de sortie de filtrage (38) séparé dudit conduit de vapeurs de carburant par ladite séparation perméable à l'air ;

une pompe primaire (40) positionnée de manière à amener le fluide à passer dudit orifice d'entrée de filtrage audit orifice primaire de sortie de filtrage ; et

au moins une pompe secondaire (50) positionnée de manière à amener ledit composant d'air à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à passer à travers ladite séparation perméable à l'air vers ledit orifice secondaire de sortie de filtrage ;

au moins un ensemble supplémentaire de filtrage (30') comprenant :

un orifice d'entrée de filtrage (32) supplémentaire couplé audit orifice secondaire de sortie de filtrage ;

un conduit de vapeurs de carburant (34) supplémentaire définissant un circuit d'écoulement (35) s'étendant à partir dudit orifice d'entrée de filtrage supplémentaire jusqu'audit orifice primaire de sortie de filtrage (36) supplémentaire, dans lequel ledit orifice primaire de sortie de filtrage supplémentaire est couplé audit orifice de renvoi de polluant, et dans lequel :

au moins une partie dudit conduit de vapeurs de carburant supplémentaire définit une séparation perméable à l'air (37) supplémentaire conçue pour laisser passer un composant d'air du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant supplémentaire à travers ladite séparation perméable à l'air supplémentaire et conçue pour empêcher le passage d'un composant de polluant du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant supplémentaire à travers ladite séparation perméable à l'air supplémentaire, ladite séparation perméable à l'air comprenant une membrane perméable à l'air (44) ; et

un orifice secondaire de sortie de filtrage (38') supplémentaire séparé dudit conduit de vapeurs de carburant supplémentaire par ladite séparation perméable à l'air supplémentaire et couplé audit orifice d'évacuation d'air ; et

une pompe secondaire (50') supplémentaire couplée à chacun dudit au moins un ensemble de filtrage supplémentaire et positionnée de manière à amener ledit composant d'air à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant supplémentaire à passer à travers ladite séparation perméable à l'air supplémentaire et ledit orifice secondaire de sortie de filtrage supplémentaire jusqu'audit orifice d'évacuation d'air.

19. Système de stockage de carburant selon la revendication 18, dans lequel ledit système de stockage de carburant présente un débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique et dans lequel ladite pompe primaire de filtrage, ladite pompe secondaire de filtrage, et ladite pompe secondaire de filtrage supplémentaire sont **caractérisées par** des capacités de pompage respectives capables de générer un débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air supérieur audit débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique.
20. Système de stockage de carburant selon la revendication 19, dans lequel ledit débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air est à peu près deux à cinq fois supérieur audit débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique.
21. Système de stockage de carburant selon la revendication 19, dans lequel ledit débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air est au moins à peu près deux fois supérieur audit débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique.
22. Système de stockage de carburant selon la revendication 19, dans lequel ledit débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air va d'à peu près 15 pieds cubes par heure (118 centimètres cubes par seconde) à environ 150 pieds cubes par heure (1180 centimètres cubes par seconde).
23. Système de stockage de carburant selon la revendication 19, dans lequel ledit débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air est d'à peu près 40 pieds cubes par heure (314 centimètres cubes par seconde).
24. Système de stockage de carburant selon la revendication 18, dans lequel :

ladite pompe primaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un premier débit volumétrique de fluide ;
ladite pompe secondaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un deuxième débit volumétrique de fluide à travers ladite séparation perméable à l'air jusqu'audit orifice secondaire de sortie de filtrage, et capable de générer, en combinaison avec ladite pompe primaire, un troisième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice primaire de sortie de filtrage ;
ladite pompe secondaire supplémentaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un quatrième débit volumétrique de fluide à travers ladite séparation perméable à l'air supplémentaire et ledit orifice secondaire de sortie de filtrage supplémentaire jusqu'audit orifice d'évacuation d'air, et capable de générer, en combinaison avec ladite pompe secondaire, un cinquième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice primaire de sortie de filtrage supplémentaire ; et dans lequel :

ledit quatrième débit volumétrique de fluide est supérieur à un débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique dudit système de stockage de carburant.
25. Système de stockage de carburant selon la revendication 24, dans lequel ledit premier débit volumétrique de fluide représente à peu près deux fois la valeur desdits deuxième et troisième débits volumétriques de fluide et lesdits deuxième et troisième débits volumétriques de fluide représentent à peu près deux fois la valeur desdits quatrième et cinquième débits volumétriques de fluide.
26. Système de stockage de carburant selon la revendication 24, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression inférieure à 100 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
27. Système de stockage de carburant selon la revendication 24, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression d'à peu près 50 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
28. Système de stockage de carburant selon la revendication 24, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression allant d'à peu près 25 kPa à environ 75 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
29. Système de stockage de carburant selon la revendication 24, dans lequel ladite pompe secondaire est conçue pour créer une perte de pression allant d'à peu près 37,5 kPa à environ 62,5 kPa à travers ladite séparation perméable à l'air.
30. Système de stockage de carburant selon la revendication 16, dans lequel ledit système de stockage de carburant comprend deux ensembles de filtrage supplémentaires, et dans lequel lesdits deux ensembles de filtrage supplé-

mentaires sont reliés l'un à l'autre en série de telle sorte que :

ladite pompe primaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un premier débit volumétrique de fluide,

ladite pompe secondaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un deuxième débit volumétrique de fluide à travers ladite séparation perméable à l'air jusqu'àudit orifice secondaire de sortie de filtrage, et capable de générer, en combinaison avec ladite pompe primaire, un troisième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice primaire de sortie de filtrage,

ladite pompe secondaire supplémentaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un quatrième débit volumétrique de fluide à travers ladite séparation perméable à l'air supplémentaire jusqu'àudit orifice secondaire de sortie de filtrage supplémentaire, et capable de générer, en combinaison avec ladite pompe secondaire, un cinquième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice primaire de sortie de filtrage supplémentaire,

ladite pompe secondaire supplémentaire présente une capacité de pompage caractéristique capable de générer un sixième débit volumétrique de fluide à travers ladite seconde séparation perméable à l'air supplémentaire et un second orifice secondaire de sortie de filtrage supplémentaire jusqu'àudit orifice d'évacuation d'air, et capable de générer, en combinaison avec ladite pompe secondaire supplémentaire, un septième débit volumétrique de fluide à travers ledit second orifice primaire de sortie de filtrage supplémentaire, et de telle sorte que : ledit sixième débit volumétrique de fluide soit supérieur à un débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique dudit système de stockage de carburant.

31. Système de stockage de carburant selon la revendication 30, dans lequel ledit sixième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air est à peu près deux à cinq fois supérieur audit débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique.

32. Système de stockage de carburant selon la revendication 30, dans lequel ledit sixième débit volumétrique de fluide à travers ledit orifice d'évacuation d'air est au moins à peu près deux à cinq fois supérieur audit débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique.

33. Système de stockage de carburant selon la revendication 30, dans lequel ledit premier débit volumétrique de fluide représente à peu près deux fois la valeur desdits deuxième et troisième débits volumétriques de fluide, lesdits deuxième et troisième débits volumétriques de fluide représentent à peu près deux fois la valeur desdits quatrième et cinquième débits volumétriques de fluide, et lesdits quatrième et cinquième débits volumétriques de fluide représentent à peu près deux fois la valeur desdits sixième et septième débits volumétriques de fluide.

34. Procédé de stockage de carburant comprenant les étapes consistant à :

fournir au moins un réservoir de stockage (12) comprenant un orifice de distribution de carburant (18), un événement de fluide (20), et un orifice de renvoi de polluant (22) ;

fournir un orifice d'évacuation d'air (14) ;

fournir un système de filtrage (16) comprenant :

un orifice d'entrée de filtrage (32) couplé audit événement de fluide,

un conduit de vapeurs de carburant (34) définissant un circuit d'écoulement (35) s'étendant à partir dudit orifice d'entrée de filtrage jusqu'à un orifice primaire de sortie de filtrage (36), dans lequel :

ledit orifice primaire de sortie de filtrage est couplé audit orifice de renvoi de polluant, et dans lequel :

au moins une partie dudit conduit de vapeurs de carburant forme une séparation perméable à l'air (37) conçue pour laisser passer un composant d'air du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air et conçue pour empêcher le passage d'un composant de polluant du fluide à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à travers ladite séparation perméable à l'air, ladite séparation perméable à l'air comprenant une membrane perméable à l'air (44) ;

un orifice secondaire de sortie de filtrage (38) séparé dudit conduit de vapeurs de carburant par ladite séparation perméable à l'air et couplé audit orifice d'évacuation d'air ;

positionner une pompe primaire (40) de manière à amener le fluide à passer dudit orifice d'entrée de filtrage à un premier débit volumétrique de fluide audit orifice primaire de sortie de filtrage ; et

positionner au moins une pompe secondaire (50) de manière à amener ledit composant d'air à l'intérieur dudit conduit de vapeurs de carburant à passer à travers ladite séparation perméable à l'air et ledit orifice secondaire de sortie de filtrage jusqu'àudit orifice d'évacuation d'air à un deuxième débit volumétrique de fluide dans lequel ledit deuxième débit volumétrique de fluide est supérieur à un débit net de retour de volume de fluide moyen caractéristique dudit système de stockage de carburant.

Patentansprüche

1. Kraftstofflagereinrichtung (10), umfassend
mindestens einen Lagertank (12) mit einem Kraftstoff-Auslasskanal (18), einer Fluid-Entgasungsöffnung (20) und einem Schadstoff-Rückführungskanal (22), eine Entlüftungsöffnung (14);
ein Filtersystem (16), umfassend
einen Filter-Eingangskanal (32), der mit der Fluid-Entgasungsöffnung verknüpft ist,
eine Mehrzahl von Kraftstoffdampf-Leitungen (34), die einen Strömungsweg (35) bilden, der sich vom genannten Filter-Eingangskanal zu einem ersten Filter-Ausgangskanal (36) erstreckt, worin
der genannte erste Filter-Ausgangskanal mit dem genannten Schadstoff-Rückführungskanal verknüpft ist, und worin
mindestens ein Teil der Kraftstoffdampf-Leitung eine luftdurchlässige Trennwand (37) bildet, die dafür eingerichtet ist, einen Luft-Bestandteil von Fluid innerhalb der genannten Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand hindurch treten zu lassen, und dafür eingerichtet ist, den Durchtritt eines Schadstoff-Bestandteils von Fluid innerhalb der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand zu verhindern, wobei die luftdurchlässige Trennwand eine luftdurchlässige Membran (44) umfasst;
wobei jede der mehreren Kraftstoffdampf-Leitungen einen separaten Teil der luftdurchlässigen Trennwand bildet, so dass sie entsprechende Anteile des Luftbestandteils und des Schadstoff-Bestandteils hindurchtreten lassen und zurückhalten können;
einen zweiten Filter-Ausgangskanal (38), der durch die luftdurchlässige Trennwand von der Kraftstoffdampf-Leitung getrennt ist und an die genannte Entlüftungsöffnung gekoppelt ist;
eine erste Pumpe (40), die so angeordnet ist, dass sie die Strömung von Fluid von dem genannten Filter-Eingangskanal zu dem genannten ersten Filter-Ausgangskanal bewirkt; und
mindestens eine zweite Pumpe (50), die so angeordnet ist, dass sie die Strömung des Luftbestandteils innerhalb der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand zu dem genannten zweiten Filter-Ausgangskanal und der Entlüftungsöffnung bewirkt.
2. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin:
die genannte erste Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, eine erste volumetrische Fluidströmungsrate zu erzeugen,
die genannte zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist,
eine zweite volumetrische Fluidströmungsrate durch die luftdurchlässige Trennwand und den zweiten Filter-Ausgangskanal zu der Entlüftungsöffnung zu erzeugen, und die in der Lage ist, in Kombination mit der ersten Pumpe eine dritte volumetrische Fluidströmungsrate durch den ersten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen, und worin
die genannte zweite volumetrische Fluidströmungsrate größer als eine charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der Kraftstofflagereinrichtung ist.
3. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die zweite volumetrische Strömungsrate annähernd zwei- bis fünfmal größer als die durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der Kraftstofflagereinrichtung ist.
4. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die zweite volumetrische Strömungsrate mindestens zweimal größer als die durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der Kraftstofflagereinrichtung ist.
5. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die erste volumetrische Fluidströmungsrate annähernd den zwei- bis achtfachen Wert der genannten zweiten volumetrischen Fluidströmungsrate besitzt.
6. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die zweite volumetrische Fluidströmungsrate zwischen ungefähr 15 Standard-Kubikfuß pro Stunde und annähernd 150 Standard-Kubikfuß pro Stunde (1180 Kubik-

zentimeter pro Sekunde) beträgt.

7. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die zweite volumetrische Fluidströmungsrate annähernd 40 Standard-Kubikfuß pro Stunde (314 Kubikzentimeter pro Sekunde) beträgt.

8. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe so ausgebildet ist, dass sie einen Druckabfall von weniger als 100 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg erzeugt.

9. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe so ausgebildet ist, dass sie einen Druckabfall von ungefähr 50 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg erzeugt.

10. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe so ausgebildet ist, dass sie einen Druckabfall von zwischen ungefähr 25 kPa und ungefähr 75 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg erzeugt.

11. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 2 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe so ausgebildet ist, dass sie einen Druckabfall von zwischen ungefähr 37,5 kPa und ungefähr 62,5 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg erzeugt.

12. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin die genannte erste Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, einen Fluidstrom von zwischen ungefähr 150 Standard-Kubikfuß pro Stunde (1180 Kubikzentimeter pro Sekunde) und ungefähr 1500. Standard-Kubikfuß pro Stunde (11800 Kubikzentimeter pro Sekunde) zu erzeugen.

13. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin die genannte erste Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, einen Fluidstrom von ungefähr 320 Standard-Kubikfuß pro Stunde (2512 Kubikzentimeter pro Sekunde) zu erzeugen.

14. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin:

das genannte Filtersystem eine Mehrzahl von Kraftstoffdampf-Leitungen besitzt:

die Mehrzahl von Kraftstoffdampf-Leitungen eine Mehrzahl von Strömungswegen darin bilden, die sich vom genannten Filter-Eingangskanal zu dem genannten ersten Filter-Ausgangskanal erstrecken;

jede der mehreren Kraftstoffdampf-Leitungen getrennte Teile der luftdurchlässigen Trennwand bilden, um entsprechende Teile des Luftbestandteils und des Schadstoff-Bestandteils hindurchtreten zu lassen bzw. zurückzuhalten;

worin jede der mehreren Kraftstoffdampf-Leitungen von einem gemeinsamen Kraftstoffdampf-Leitungsgehäuse umgeben ist; und worin

der Filter-Eingangskanal, der erste Filter-Ausgangskanal und der zweite Filter-Ausgangskanal in dem genannten gemeinsamen Kraftstoffdampf-Leitungsgehäuse ausgebildet sind.

15. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin der genannte Strömungsweg einen im Wesentlichen linearen Strömungsweg aufweist, und worin der Filter-Eingangskanal und der erste Filter-Ausgangskanal sich an gegenüberliegenden Enden des im Wesentlichen linearen Strömungswegs befinden.

16. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin die luftdurchlässige Membran von einem porösen Schlauch oder Rohr (46) gestützt oder gehalten wird und worin sich der genannte Strömungsweg entlang einer Längsachse des porösen Schlauchs oder Rohrs erstreckt.

17. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 1 beansprucht, worin die Kraftstoffdampf-Leitung und die erste Pumpe so angeordnet sind, dass Fluid unter vernachlässigbarem Druckabfall vom Filter-Eingangskanal zu dem ersten Filter-Ausgangskanal strömt.

18. Kraftstofflagereinrichtung (10), umfassend:

mindestens einen Lagertank (12) mit einem Kraftstoff-Auslasskanal (18), einer Fluid-Entgasungsöffnung (20) und einem Schadstoff-Rückführungskanal (22);

eine Entlüftungsöffnung (14);
 eine erste Filteranordnung (30); umfassend
 einen Filter-Eingangskanal (32), der mit der Fluid-Entgasungsöffnung verknüpft ist,
 eine Kraftstoffdampf-Leitung (34), die einen Strömungsweg (35) bildet, der sich von dem Filter-Eingangskanal
 5 bis zu einem ersten Filter-Ausgangskanal (36) erstreckt, worin
 der genannte erste Filter-Ausgangskanal mit dem Schadstoff-Rückführungskanal verbunden ist, und worin
 mindestens ein Teil der Kraftstoffdampf-Leitung eine luftdurchlässige Trennwand (37) bildet, die dafür einge-
 richtet ist, einen Luftbestandteil von Fluid innerhalb der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trenn-
 wand hindurchtreten zu lassen, und dafür eingerichtet ist, den Durchtritt eines Schadstoff-Bestandteils des
 10 Fluids innerhalb der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand zu verhindern, wobei die
 luftdurchlässige Trennwand eine luftdurchlässige Membran (44) umfasst;
 einen zweiten Filter-Ausgangskanal (38), der durch die luftdurchlässige Trennwand von der Kraftstoffdampf-
 Leitung getrennt ist;
 eine erste Pumpe (40), die so angeordnet ist, dass sie die Strömung von Fluid von dem Filter-Eingangskanal
 15 zu dem ersten Filter-Ausgangskanal bewirkt;
 mindestens eine zweite Pumpe (50), die so angeordnet ist, dass sie die Strömung des Luftbestandteils innerhalb
 der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand zu dem zweiten Filter-Ausgangskanal bewirkt;
 mindestens eine zusätzliche Filteranordnung (30'), umfassend:

20 einen zusätzlichen Filter-Eingangskanal (32), der mit dem genannten zweiten Filter-Ausgangskanal ver-
 bunden ist,
 eine zusätzliche Kraftstoffdampf-Leitung (34), die einen Strömungsweg (35) bildet, der sich von dem zu-
 sätzlichen Filter-Eingangskanal zu einem zusätzlichen ersten Filter-Ausgangskanal (36) erstreckt, worin
 der zusätzliche erste Filter-Ausgangskanal mit dem genannten Schadstoff-Rückführungskanal verknüpft
 25 ist, und worin
 mindestens ein Teil der genannten zusätzlichen Kraftstoffdampf-Leitung eine zusätzliche luftdurchlässige
 Trennwand (37) bildet, die dafür eingerichtet ist, einen Luftbestandteil von Fluid innerhalb der zusätzlichen
 Kraftstoffdampf-Leitung durch die zusätzliche luftdurchlässige Trennwand hindurchtreten zu lassen, und
 dafür eingerichtet ist, den Durchtritt eines Schadstoff-Bestandteils von Fluid innerhalb der genannten zu-
 30 sätzlichen Kraftstoffdampf-Leitung durch die zusätzliche luftdurchlässige Trennwand zu verhindern, wobei
 die luftdurchlässige Trennwand eine luftdurchlässige Membran (44) umfasst; und
 einen zusätzlichen zweiten Filter-Ausgangskanal (38'), der durch die genannte zusätzliche luftdurchlässige
 Trennwand von der zusätzlichen Kraftstoffdampf-Leitung getrennt und mit der genannten Entlüftungsöff-
 nung verknüpft ist; und

35 eine zusätzliche zweite Pumpe (50'), die mit jeder der mindestens einen zusätzlichen Filteranordnung(en)
 verknüpft und so angeordnet ist, dass sie die Strömung des Luftbestandteils innerhalb der zusätzlichen Kraft-
 stoffdampf-Leitung durch die zusätzliche luftdurchlässige Trennwand und den zusätzlichen zweiten Filter-Aus-
 gangskanal zu der genannten Entlüftungsöffnung bewirkt.

40 19. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 18 beansprucht, worin die Kraftstofflagereinrichtung eine charakteristische
 durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate besitzt und worin die erste Filterpumpe, die zweite Filter-
 pumpe und die zusätzliche zweite Pumpe **dadurch gekennzeichnet sind, dass** sie entsprechende Pumpen-
 Kapazitäten besitzen, die in der Lage sind, eine volumetrische Fluidströmungsrate durch die genannte Entlüftungs-
 45 öffnung zu erzeugen, die größer ist als die genannte charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rück-
 führungsrate.

50 20. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 19 beansprucht, worin die volumetrische Fluidströmungsrate durch die
 genannte Entlüftungsöffnung annähernd zwei- bis fünfmal größer als die genannte charakteristische durchschnitt-
 liche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate ist.

55 21. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 19 beansprucht, worin die volumetrische Fluidströmungsrate durch die
 genannte Entlüftungsöffnung mindestens zweimal größer als die charakteristische durchschnittliche Nettofluidvo-
 lumen-Rückführungsrate ist.

22. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 19 beansprucht, worin die volumetrische Fluidströmungsrate durch die
 genannte Entlüftungsöffnung zwischen annähernd 15 Standard-Kubikfuß pro Stunde (118 Kubikzentimeter pro
 Sekunde) und annähernd 150 Standard-Kubikfuß pro Stunde (1180 Kubikzentimeter pro Sekunde) beträgt.

23. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 19 beansprucht, worin die volumetrische Fluidströmungsrate durch die genannte Entlüftungsöffnung annähernd 40 Standard-Kubikfuß pro Stunde (314 Kubikzentimeter pro Sekunde) beträgt.

24. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 18 beansprucht, worin:

die genannte erste Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, eine erste volumetrische Fluidströmungsrate zu erzeugen;

die genannte zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, eine zweite volumetrische Fluidströmungsrate durch die luftdurchlässige Trennwand zu dem zweiten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen, und die in der Lage ist, in Kombination mit der ersten Pumpe eine dritte volumetrische Fluidströmungsrate durch den ersten Filter-Auslasskanal zu erzeugen;

die zusätzliche zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, eine vierte volumetrische Fluidströmungsrate durch die zusätzliche luftdurchlässige Trennwand und den zusätzlichen zweiten Filter-Ausgangskanal zu der genannten Entlüftungsöffnung zu erzeugen, und in der Lage ist, in Kombination mit der genannten zweiten Pumpe, eine fünfte volumetrische Fluidströmungsrate durch den genannten zusätzlichen ersten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen, und worin

die genannte vierte volumetrische Fluidströmungsrate größer als eine charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der Kraftstofflagereinrichtung ist.

25. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 24 beansprucht, worin die genannte erste volumetrische Fluidströmungsrate annähernd den zweifachen Wert der zweiten und der dritten volumetrischen Fluidströmungsrate besitzt und die zweite und die dritte volumetrische Fluidströmungsrate jeweils annähernd den zweifachen Wert der vierten und der fünften volumetrischen Fluidströmungsrate besitzen.

26. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 24 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe dafür eingerichtet ist, einen Druckabfall von weniger als 100 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg zu erzeugen.

27. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 24 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe dafür eingerichtet ist, einen Druckabfall von ungefähr 50 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg zu erzeugen.

28. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 24 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe dafür eingerichtet ist, einen Druckabfall von zwischen ungefähr 25 kPa und ungefähr 75 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg zu erzeugen.

29. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 24 beansprucht, worin die genannte zweite Pumpe dafür eingerichtet ist, einen Druckabfall von zwischen ungefähr 37,5 kPa und ungefähr 62,5 kPa über die luftdurchlässige Trennwand hinweg zu erzeugen.

30. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 18 beansprucht, worin die Kraftstofflagereinrichtung zwei zusätzliche Filteranordnungen aufweist, und worin die beiden zusätzlichen Filteranordnungen in Reihe miteinander verbunden sind, so dass

die genannte erste Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität aufweist, die in der Lage ist, eine erste volumetrische Fluidströmungsrate zu erzeugen,

die genannte zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität aufweist, die in der Lage ist, eine zweite volumetrische Fluidströmungsrate durch die luftdurchlässige Trennwand zu dem genannten zweiten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen und in der Lage ist, in Kombination mit der genannten ersten Pumpe eine dritte volumetrische Fluidströmungsrate durch den genannten ersten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen,

die zusätzliche zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität aufweist, die in der Lage ist, eine vierte volumetrische Fluidströmungsrate durch die zusätzliche luftdurchlässige Trennwand zu dem zusätzlichen zweiten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen, und in der Lage ist, in Kombination mit der genannten zweiten Pumpe eine fünfte volumetrische Fluidströmungsrate durch den zusätzlichen ersten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen,

die weitere (zweite) zusätzliche zweite Pumpe eine Pumpen-Kennkapazität besitzt, die in der Lage ist, eine sechste volumetrische Fluidströmungsrate durch eine weitere (zweite) zusätzliche luftdurchlässige Trennwand und einen weiteren (zweiten) zusätzlichen zweiten Filter-Ausgangskanal zu der genannten Entlüftungsöffnung zu erzeugen, und in der Lage ist, in Kombination mit der genannten zusätzlichen zweiten Pumpe eine siebte volumetrische Fluidströmungsrate durch den genannten weiteren (zweiten) zusätzlichen ersten Filter-Ausgangskanal zu erzeugen, und so dass

die genannte sechste volumetrische Fluidströmungsrate größer als eine charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der genannten Kraftstofflagereinrichtung ist.

31. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 30 beansprucht, worin die sechste volumetrische Fluidströmungsrate durch die genannte Entlüftungsöffnung annähernd zwei- bis fünfmal größer als die genannte charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate ist.

32. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 30 beansprucht, worin die sechste volumetrische Fluidströmungsrate durch die genannte Entlüftungsöffnung mindestens ungefähr zweimal größer als die genannte charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate ist.

33. Kraftstofflagereinrichtung wie in Anspruch 30 beansprucht, worin die erste volumetrische Fluidströmungsrate ungefähr den zweifachen Wert der zweiten und der dritten volumetrischen Fluidströmungsrate besitzt, die zweite und die dritte volumetrische Fluidströmungsrate jeweils annähernd den zweifachen Wert der vierten und der fünften volumetrischen Fluidströmungsrate besitzen und die vierte und die fünfte volumetrische Fluidströmungsrate jeweils ungefähr den zweifachen Wert der sechsten und der siebten volumetrischen Fluidströmungsrate besitzen.

34. Verfahren zum Lagern von Kraftstoff, umfassend die folgenden Schritte:

Bereitstellen mindestens eines Lagertanks (12) mit einem Kraftstoff-Auslasskanal (18), einer Fluid-Entgasungsöffnung (20) und einem Schadstoff-Rücklaufkanal (22);
Bereitstellen einer Entlüftungsöffnung (14);
Bereitstellen eines Filtersystems (16), umfassend einen Filter-Eingangskanal (32), der mit der Fluid-Entgasungsöffnung verknüpft ist,
eine Mehrzahl von Kraftstoffdampf-Leitungen (34), die eine Mehrzahl von Strömungswegen (35) bilden, die sich vom genannten Filter-Eingangskanal zu einem ersten Filter-Ausgangskanal (36) erstrecken, worin der genannte erste Filter-Ausgangskanal mit dem genannten Schadstoff-Rückführungskanal verknüpft ist, und worin
mindestens ein Teil der Kraftstoffdampf-Leitung eine luftdurchlässige Trennwand (37) bildet, die dafür eingerichtet ist, einen Luft-Bestandteil von Fluid innerhalb der genannten Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand hindurch treten zu lassen und dafür eingerichtet ist, den Durchtritt eines Schadstoff-Bestandteils von Fluid innerhalb der Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand zu verhindern, wobei die luftdurchlässige Trennwand eine luftdurchlässige Membran (44) umfasst;

wobei jede der mehreren Kraftstoffdampf-Leitungen einen separaten Teil der luftdurchlässigen Trennwand bildet, so dass sie entsprechende Anteile des Luftbestandteils und des Schadstoff-Bestandteils hindurchtreten lassen und zurückhalten können;
einen zweiten Filter-Ausgangskanal (38), der durch die genannte luftdurchlässige Trennwand von der genannten Kraftstoffdampf-Leitung getrennt ist und an die genannte Entlüftungsöffnung gekoppelt ist; Anbringen einer ersten Pumpe (40) derart, dass sie das Strömen von Fluid von dem genannten Föter-Eingangskanal mit einer ersten volumetrischen Fluidströmungsrate zu dem genannten ersten Filter-Ausgangskanal bewirkt; und Anbringen mindestens einer zweiten Pumpe (50) derart, dass sie das Strömen des genannten Luftbestandteils innerhalb der genannten Kraftstoffdampf-Leitung durch die luftdurchlässige Trennwand und den zweiten Filter-Ausgangskanal zu der genannten Entlüftungsöffnung mit einer zweiten volumetrischen Fluidströmungsrate bewirkt, wobei die genannte zweite volumetrische Fluidströmungsrate größer als eine charakteristische durchschnittliche Nettofluidvolumen-Rückführungsrate der Kraftstofflagereinrichtung ist.

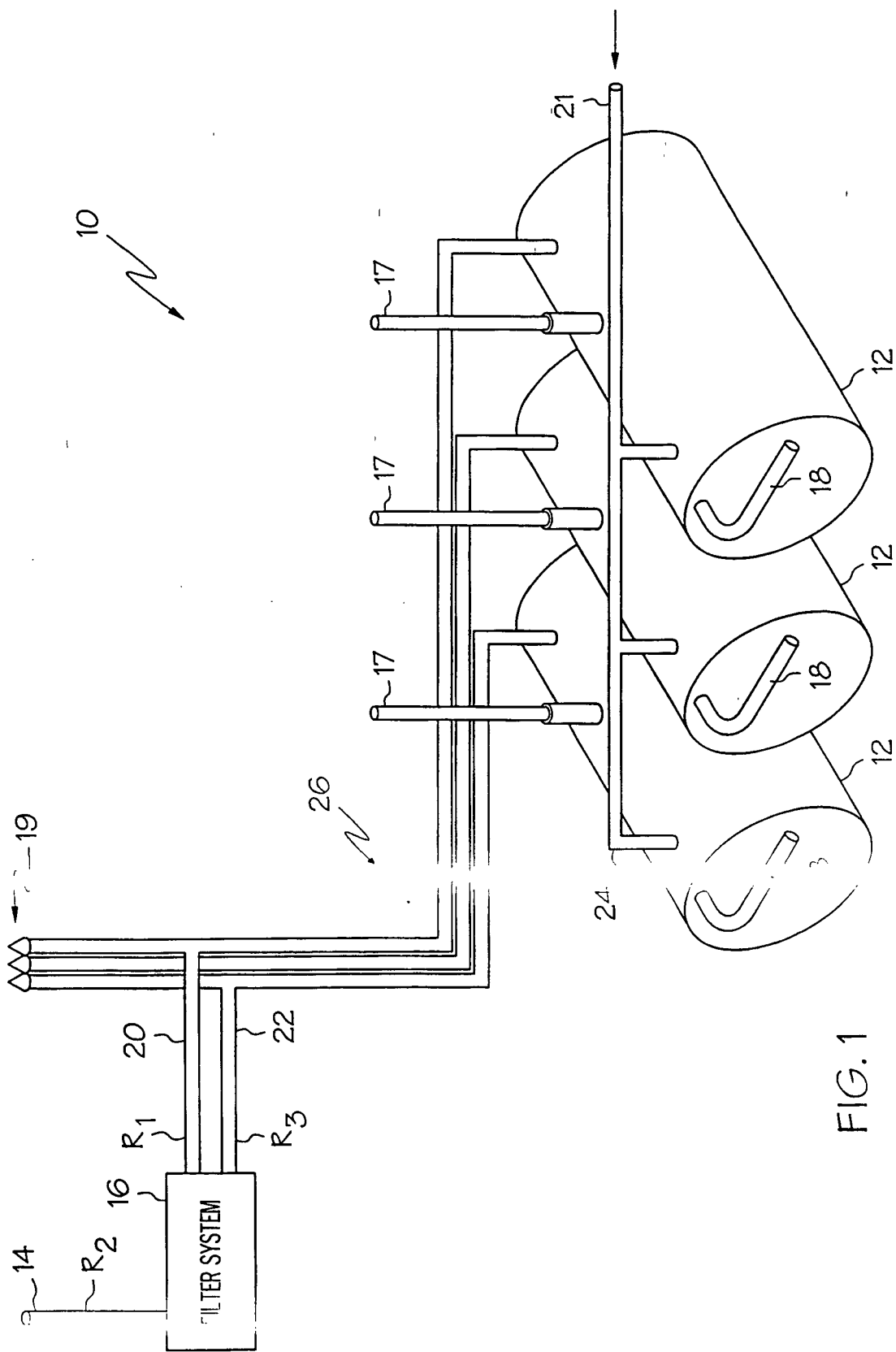


FIG. 1

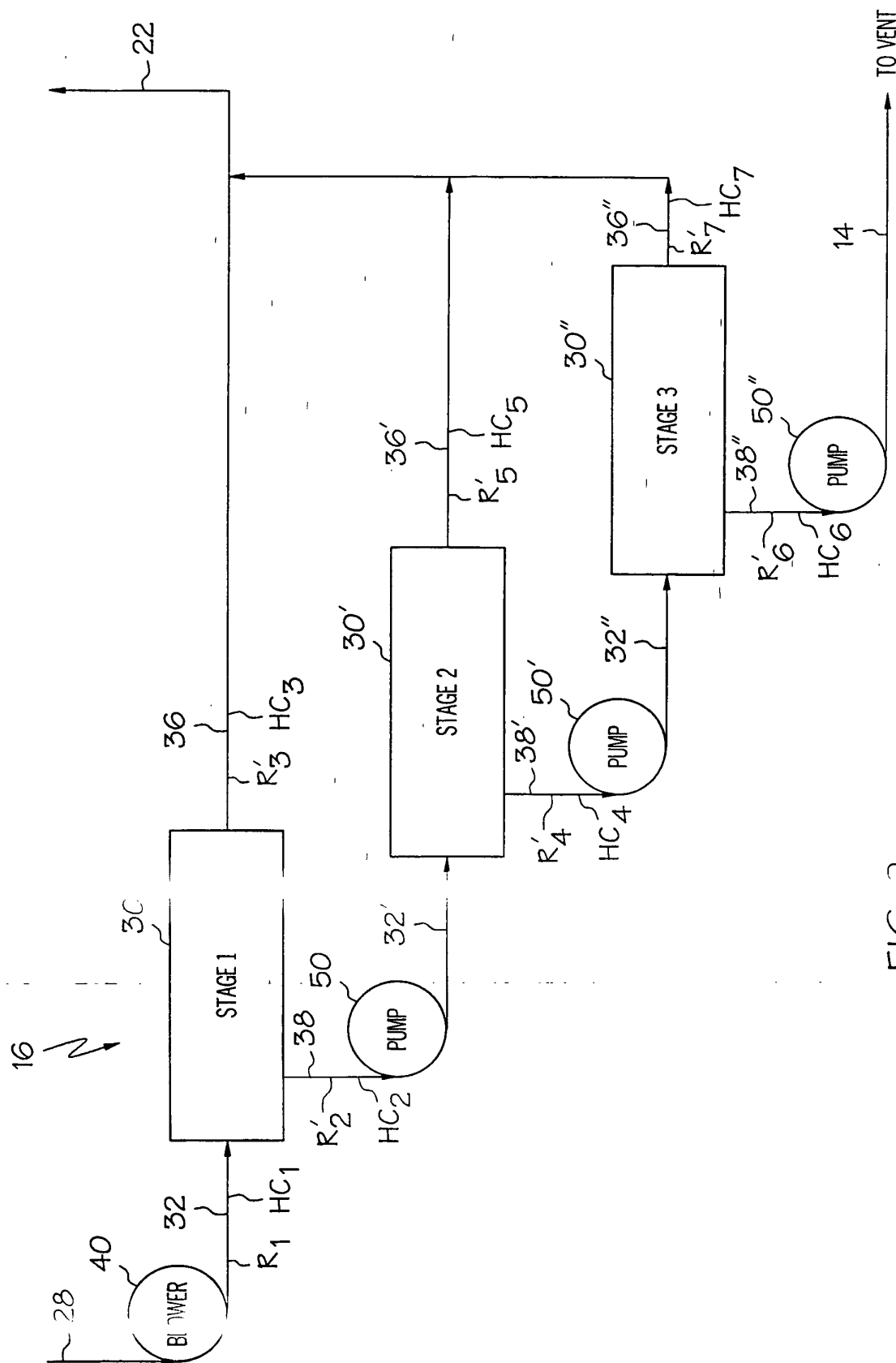


FIG. 2.

