



(10) **DE 10 2017 005 303 B4** 2019.02.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 005 303.0**
 (22) Anmeldetag: **31.05.2017**
 (43) Offenlegungstag: **06.12.2018**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **21.02.2019**

(51) Int Cl.: **B60L 53/302** (2019.01)
H01M 10/656 (2014.01)
B60L 58/26 (2019.01)
B60S 5/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Grimm, Friedrich, Prof., 70376 Stuttgart, DE

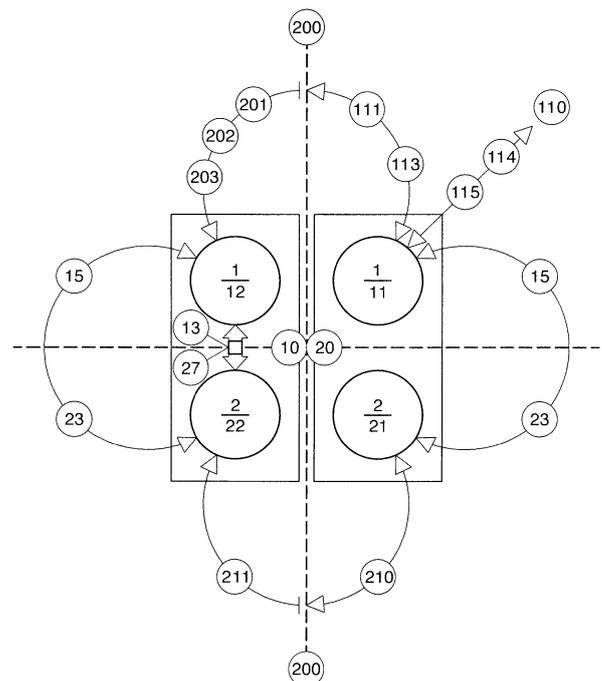
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2009 040 311	A1
DE	10 2011 118 873	A1
DE	10 2014 216 372	A1
DE	10 2015 214 452	A1
DE	10 2016 004 851	A1
DE	10 2016 119 122	A1
US	2009 / 0 139 781	A1

(54) Bezeichnung: **Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) mit einem elektrochemischen Energiespeichersystem (1), einem pneumatischen Energiespeichersystem (2) und mit einer elektropneumatischen Steuerung für den Fahrbetrieb des Elektrofahrzeugs (10) und für den Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs (10) an einer Tankstelle (20) mit mindestens einer Schnellladestation (200). Das elektrochemische Energiespeichersystem (1) besteht aus einer Stromquelle (11) der Tankstelle (20) und aus einer Traktionsbatterie (12) des Elektrofahrzeugs (10), die im Fahr- und Ladebetrieb mittels eines Wärmeübertragers (13) über ein Wärmeträgerfluid (131) in einem Fluidkreislauf (132) mit einer Wärmesenke (14) thermisch konditioniert wird. Das pneumatische Energiespeichersystem (1) wird von einem stationären Druckluftspeichertank (21) der Tankstelle (20) und von einem Druckluftbehälter (22) des Elektrofahrzeugs (10) jeweils mit einem Kompressor (23) gebildet. Im Fahr- und Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs (10) ist eine thermodynamische Koppelung der Energiespeichersysteme (1,2) vorgesehen, wobei die Traktionsbatterie (12) über den Wärmeübertrager (13) mit dem pneumatischen Energiespeichersystem (1) des Elektrofahrzeugs (10) verbunden ist, um die Traktionsbatterie (12) thermisch zu konditionieren und insbesondere durch Entspannung der in dem Druckluftbehälter (22) gespeicherten Druckluft an der Wärmesenke (14) des Fluidkreislaufs (132) zu kühlen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Elektrofahrzeug mit einem elektrischpneumatischen Temperiersystem für den Fahr- und Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs und für den Ladebetrieb einer Tankstelle, bei dem im Ladebetrieb das Elektrofahrzeug mit einer stationären Stromquelle und mit einem Druckluftspeichertank der Tankstelle verbunden wird, um gleichzeitig die Traktionsbatterie und einen Druckluftbehälter des Elektrofahrzeugs aufzuladen. Im Fahr- und im Ladebetrieb ermöglicht der Austausch von Energieinhalten zwischen der Traktionsbatterie und dem Druckluftbehälter eine flexible Nutzung der in zwei unterschiedlichen Systemen gespeicherten Energie. Insbesondere ermöglicht eine thermodynamische Koppelung zwischen dem elektrochemischen und dem pneumatischen Energiespeichersystem über einen Wärmeübertrager die Kühlung der Traktionsbatterie im Lade- und im Fahrbetrieb. Der elektrochemische Energiespeicher betrifft eine Lithium-Ionen-Batterie oder eine Lithium-Schwefel-Batterie sowie eine Nickel-Metallhydrid-Batterie insbesondere als Traktionsbatterie und auch als Stromquelle der Ladestation. Das pneumatische Energiespeichersystem betrifft einen Druckluftspeichertank der Tankstelle und einen Druckluftbehälter des Fahrzeugs sowie eine temporäre Verbindung beider Behälter im Ladebetrieb. Die Steuerung des Austauschs von Energieinhalten zwischen den Speichersystemen erfolgt elektropneumatisch jeweils durch eine zentrale Ventilinsel des Elektrofahrzeugs und der Tankstelle. Die Bezeichnung „Elektrofahrzeug“ betrifft Land-, Wasser- und Luftfahrzeuge, vorzugsweise aber einen PKW.

Stand der Technik

[0002] Für das schnelle Wiederaufladen der Batterie eines Elektrofahrzeugs muss innerhalb kurzer Zeit ein großer Energieinhalt von der Ladestation auf die Traktionsbatterie übertragen werden. Ladestationen, die für eine längere Wiederaufladezeit ausgelegt sind, können mit der normalen Netzspannung von 230 Volt betrieben werden. Schnellladestationen benötigen einen Transformator um die Spannung auf 300-500 Volt zu erhöhen. Zukünftig werden Ladestationen, die mit einer Spannung von bis zu 1000 Volt arbeiten, erforderlich sein, um die Dauer des Schnellladevorgangs auf max. 5-10 min zu begrenzen. Bei der Übertragung eines großen Energieinhalts, z.B. 100 kWh, entsteht unerwünschte Wärme sowohl an der Ladestation als auch in der Traktionsbatterie. Deshalb ist es notwendig die Traktionsbatterie während des Ladevorgangs thermisch zu konditionieren, sodass die Temperatur der Batteriezellen innerhalb eines Toleranzbands von 20-40°C gehalten werden kann. Entsprechend dem Stand der Technik wird dazu ein fahrzeugseitiger Fluidkreislauf mit einem Wärmeträgerfluid und einer fahrzeugseitigen Wärmesenke genutzt, wobei das Wärmeträgerfluid aus einem Wasser-Glykol-Gemisch besteht und die Wärme über eine große Oberfläche im Zusammenwirken mit einem Ventilator als Wärmesenke auf die Umgebungsluft übertragen wird, um eine Überhitzung der Batteriezellen zu vermeiden. Nachteilig dabei ist, dass der Ventilator aus der Traktionsbatterie gespeist wird und deshalb die Kühlleistung dieses Luftkühlers von der Antriebsleistung des Traktionsmotors abhängt. Daraus folgt, dass der Ladestrom über die gesamte Dauer des Schnellladevorgangs nicht gleichmäßig fließen kann, sondern gegen Ende der Ladezeit reduziert werden muss, um eine Überhitzung der Batteriezellen zu vermeiden. Diese beiden Faktoren verlängern die Ladezeit. Zudem ist die fahrzeugseitige Kühlung der Traktionsbatterie mit einem unangenehmen, von dem Ventilator verursachten Dauergeräusch verbunden. Der Energieinhalt der Traktionsbatterie wird durch das Produkt aus der Traktionsspannung und der galvanischen Kapazität der parallel geschalteten Einzelzellen definiert. Um an die Fahrleistungen eines heutigen Autos mit Verbrennungsmotor ohne Abstriche anschließen zu können, muss die Kapazität der Traktionsbatterie z.B. auf bis zu 500 kWh erhöht werden. Der parallel dazu einhergehende Wunsch nach einer immer kürzeren Ladezeit erfordert neue Maßnahmen für die Temperierung der Traktionsbatterie, gerade auch während des Wiederaufladens. Der französische Ingenieur Guy Negre hat bereits in den 90er-Jahren ein von Druckluft angetriebenes Auto vorgestellt. Die Reichweite des Druckluft-Antriebs bleibt jedoch weit hinter den bereits heute erzielbaren Reichweiten eines Elektrofahrzeugs zurück. Das Komprimieren und Speichern von Druckluft in einem Druckluftbehälter ist nicht nur eine Methode, um Energie zu speichern, sondern auch ein thermodynamischer Prozess, bei dem durch das Komprimieren der Luft nutzbare Wärme und durch das Entspannen der Druckluft nutzbare Kälte entsteht.

[0003] Die DE 10 2014 216 372 A1 offenbart eine Betriebsvorrichtung zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs mit einer elektrochemischen Batterie und einem pneumatischen Energiespeichersystem, das sowohl für den Fahr- als auch den Ladebetrieb mit einer Stromquelle der Tankstelle genutzt wird. Zur thermischen Konditionierung der Traktionsbatterie ist ein, in einem Hochdrucktank des Fahrzeugs, gespeichertes Gas vorgesehen. Nachteilig an dieser Betriebsvorrichtung zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs ist der nicht vorhandene stationäre Drucklufttank an der Tankstelle, sodass das in Behältern der Tankstelle gespeicherte Gas erst mittels eines Kompressors verdichtet werden muss, um es dem Fahrzeug zur Verfügung stellen zu können. Da der Kompressor in Fließrichtung des Gases, erst nach den stationären Behältern angeordnet ist, bewirkt der für das Befüllen des fahrzeugseitigen Hochdrucktanks erforderliche hohe Druck, einen unerwünschten Temperaturanstieg des Gases, sodass dem Fahrzeug heißes Gas zugeführt wird. Dies ist für die angestrebte Kühlung der

Batterie während des Ladevorgangs offenkundig ungünstig. Ein fahrzeugseitiger Kompressor geht aus dieser Druckschrift ebenfalls nicht hervor, sodass der Hochdrucktank des Fahrzeugs im Fahrbetrieb wieder befüllt werden kann, um verbrauchtes Gas zu ersetzen. Die DE 10 2009 040 311 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Antreiben eines Kraftfahrzeugs, bei der ein Druckgasbehälter zur Bevorratung eines komprimierten, erhitzten Gases vorgesehen ist.

[0004] Das in dem Druckgasbehälter gespeicherte Gas, dient dem Antrieb einer Dampf- oder Druckgasturbine die ihrerseits mit einem Generator und einem Elektromotor verbunden ist. Die DE 10 2016 119 122 A1 offenbart Systeme und Verfahren für das Wärmemanagement einer Traktionsbatterie mit einem zweischaligen Batteriegehäuse, bei dem zwischen dem Außen- und dem Innengehäuse ein Fluidkanal gebildet wird, der von einem ersten und einem zweiten Wärmefluid durchströmt wird. Die DE 10 2015 214 452 A1 offenbart ein Thermomanagementsystem für ein Fahrzeug, bei dem ein Gas, insbesondere Luft zwischen dem Fahrzeug und einer fahrzeugexternen thermischen Energieversorgungseinrichtung ausgetauscht wird, wobei eine Aufnahme von Gas zum Transport thermischer Energie zum Fahrzeug hin oder vom Fahrzeug weg vorgesehen ist. Die DE 10 2016 004 851 A1 offenbart eine Wasserkühlung für eine Traktionsbatterie, die beim Ladevorgang Wärme in einem Kreislauf mit Vor- und Rücklauf auf ein fahrzeugexternes Warmwassersystem überträgt. Die DE 10 2011 118 873 A1 offenbart ein Kühlsystem für ein Fahrzeug mit einer Brennstoffzelle, bei dem ein Absorberkreislauf und ein Kältemittelkreislauf miteinander verbunden sind, wobei das Kühlsystem fast ausschließlich Abwärme zum Betrieb benötigt. Die US 2009/ 0 139 781 A1 offenbart ein Elektrofahrzeug mit einem ersten elektrischen Kontrollkreis zwischen der Traktionsbatterie und einem Elektromotor, einen ersten Kreislauf für ein erstes Wärmeträgerfluid zur Temperierung der Fahrgastzelle und einen zweiten Kreislauf mit einem zweiten Wärmeträgerfluid zur Temperierung der Traktionsbatterie, sowie einen zweiten elektrischen Kontrollkreis, der im Ladebetrieb des Fahrzeugs eine elektrische Verbindung zwischen der Traktionsbatterie, der Ladestation und einem Temperiersystem des Fahrzeugs herstellt.

Aufgabenstellung

[0005] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Temperiersystem sowohl für den Fahrbetrieb eines Elektrofahrzeugs als auch für den Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs an der Schnellladestation einer Tankstelle anzugeben. Der Fahr- und Ladebetrieb sieht eine reversible Übertragung von Energieinhalten zwischen dem elektrochemischen Energiespeichersystem als Stromquelle und dem pneumatischen Energiespeichersystem des Elektrofahrzeugs vor. Dadurch werden durch das Temperiersystem des Elektrofahrzeugs möglichst verlustfreie Kreisprozesse an dem Elektrofahrzeug selbst und zwischen dem Elektrofahrzeug und der Tankstelle ermöglicht. Insbesondere besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Kühlsystem für die Traktionsbatterie im Fahr- und Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs mit Energie aus dem pneumatischen Energiespeichersystem anzugeben.

[0006] Im Einzelnen löst die Erfindung die folgenden Aufgaben:

- Angabe einer reversiblen energetischen Verbindung zwischen einer Tankstelle mit Druckluftspeichertank und Stromquelle und einem Elektrofahrzeug mit Druckluftbehälter und Traktionsbatterie
- Angabe einer irreversiblen energetischen Verbindung zwischen dem Druckluftbehälter und der Traktionsbatterie des Elektrofahrzeugs
- Kühlung der Traktionsbatterie durch Entspannung von Druckluft unter Nutzung des Joule-Thomson-Effekts
- Verkürzung der Ladezeit an der Schnellladestation einer Tankstelle

[0007] Diese Aufgaben werden mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen der Erfindung gelöst. Weitere Aufgaben und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Reversible Energieübertragung im Ladebetrieb

[0008] Die Erfindung ermöglicht eine reversible Übertragung von Energieinhalten zwischen einem pneumatischen Energiespeichersystem der Tankstelle, das aus mindestens einem Druckluftspeichertank besteht und einem pneumatischen Energiespeichersystem des Elektrofahrzeugs, das von mindestens einem Druckluftbehälter gebildet wird, ebenso wie zwischen einer Stromquelle der Tankstelle und der Traktionsbatterie des Elektrofahrzeugs sowie zwischen der Stromquelle und dem Druckluftspeichertank der Tankstelle bzw. zwischen der Traktionsbatterie und dem Druckluftbehälter des Elektrofahrzeugs, jeweils durch einen Kompressor als zwischengeschalteter Energiewandler. Insbesondere betrifft die Erfindung eine von einem Wärmeübertrager

gebildete thermodynamische Verbindung zwischen der Traktionsbatterie und dem Druckluftbehälter des Elektrofahrzeugs, als Kühlsystem für die Traktionsbatterie im Fahr- und Ladebetrieb. Dabei wird die Traktionsbatterie im Ladebetrieb an einer Schnellladestation der Tankstelle durch Entspannung von Druckluft unter Nutzung des Joule Thomson-Effekts gekühlt. Abhängig von der Aussentemperatur kommt dieses mit dem Fluidkreislauf der Traktionsbatterie verbundene Kühlsystem auch im Fahrbetrieb zum Einsatz. Während die Übertragung von elektrisch oder pneumatisch gespeicherten Energieinhalten reversibel ist, ist die Übertragung von Wärme zu der Traktionsbatterie hin oder von der Traktionsbatterie weg ein irreversibler Prozess.

Verbindungen der Energiespeichersysteme

[0009] Zu den Ausstattungen der Tankstelle für ein kombiniertes Lade- und Kühlsystem gehören mindestens eine oder mehrere Ladestationen, an denen jeweils zwei Elektrofahrzeuge andocken können, sodass einerseits über Ladekabel und Stecker eine temporäre Verbindung zu einer Stromquelle der Elektrotankstelle hergestellt werden kann und andererseits über eine Schlauchkupplung für die Druckluft eine Verbindung zu dem Elektrofahrzeug hergestellt werden kann. Um im Fahr- und Ladebetrieb an der Traktionsbatterie des Elektrofahrzeugs eine Kühlleistung von 10-20 kW zu realisieren, erfolgt die Kühlung der Traktionsbatterie durch Entspannung der Druckluft aus mindestens einem Druckluftbehälter des Elektrofahrzeugs, der im Ladebetrieb mit dem Druckluftspeichertank der Tankstelle verbunden ist, wobei ein Druckluftbehälter z.B. auf 300 bar verdichtete Luft aufnimmt, sodass bei einem Behältervolumen von 100 Litern 30.000 Liter Kühlmittel zur Verfügung stehen. Im Ladebetrieb an einer Schnellladestation der Tankstelle erfolgt die Verbindung zwischen der Stromquelle und der Traktionsbatterie entweder durch ein IPT-System (Inductive Power Transmission) oder mittels von Ladekabel, Stecker und Steckdose. In einer Ausführungsvariante der Erfindung sind Ladekabel und Druckluftleitung in einer gemeinsamen Zapfpistole vereinigt, wobei Steck-Rast-Verbindungen vorgesehen sind, die mit dem Drücker der Zapfpistole ver- und entriegelt werden.

Thermische Konditionierung der Traktionsbatterie

[0010] Die im Rahmen der Erfindung angegebene Kühltechnik zur Kühlung der Traktionsbatterie basiert im Fahr- und Ladebetrieb auf der Entspannung von Druckluft aus dem Druckluftbehälter des Elektrofahrzeugs bzw. aus dem Druckluftspeichertank der Tankstelle. Beim Entspannen der Druckluft kann durch einen Mischer Feuchtigkeit und Umgebungsluft der Druckluftströmung beigemischt werden, sodass einerseits eine exakte Einstellung der notwendigen Vorlauftemperatur für die Druckluft und andererseits eine Erhöhung der Kühlkapazität der entspannten Druckluft ermöglicht wird. Der Wärmeübertrager weist eine hydraulische Struktur auf, die in einer Ausführungsvariante von einem Lamellenregister gebildet und von einem Wärmeträgerfluid durchströmt wird. Mittels einer Vielzahl von Düsen in einer Rasteranordnung wird die Druckluft großflächig entspannt und über einen durch einen Ventilator unterstützten Luftstrom in einer Vielzahl von Luftkanälen des Lamellenregisters mit der Außenluft vermischt. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist der Wärmeübertrager als Zweiphasen-Thermosyphon mit senkrechten, in Fahrtrichtung des Elektrofahrzeugs ausgerichteten Wänden zwischen den Batteriezellen der Traktionsbatterie ausgebildet. Der Zweiphasen-Thermosyphon ist mit einem Unterdruck beaufschlagt und nimmt ein phasenwechselndes Wärmeträgerfluid, z.B. Ethanol oder Methanol, auf. Die Batteriezellen sind in einem vollflächigen wärmeleitenden Kontakt mit der Außenseite der senkrechten Wände dieses plattenförmigen Wärmeübertragers verbunden. Bei Wärmeeintrag seitens der Batteriezellen verdampft das Wärmeträgerfluid und kondensiert an einem von der entspannten Druckluft durchströmten berippten Wärmeträgerrohr, das den Plattenwärmeübertrager an seinem oberen Ende als Wärmesenke in Fahrtrichtung durchquert. Eine Strömungsleitvorrichtung im Inneren des Plattenwärmeübertragers nimmt das kondensierte Wärmeträgerfluid auf und leitet es zu der Innenseite der senkrechten Wände des Zweiphasen-Thermosiphons, um die Wände des Plattenwärmeübertragers an der Innenseite zu benetzen. Druckluft aus dem Druckluftbehälter wird über eine Düse in das berippte Wärmeträgerrohr eingeleitet und dabei entspannt. Dadurch wird Wärme von den Batteriezellen auf einen von entspannter Druckluft gekühlten Luftstrom übertragen und dient bedarfsweise auch zur Kühlung des Fahrzeuginnenraums. Luftkanäle zwischen den Modulen der Batteriezellen ermöglichen eine Kühlung durch einen Ventilator und/oder durch den Fahrtwind. Als Wärmeträgerfluid für den als Zweiphasen-Thermosyphon ausgebildeten Wärmeübertrager kommen neben dem bevorzugten destillierten Wasser auch Methanol oder Ethanol, Isobutan, R365 oder Acetone oder ein Fluid aus der Stoffgruppe der Isopentane in Frage. Der Plattenwärmeübertrager selbst kann aus Edelstahl oder Aluminium oder als Verbund aus Kunststoff und Metall hergestellt werden. Der Druck innerhalb des passiv arbeitenden Zweiphasen-Thermosiphons wird auf wenige mbar abgesenkt, sodass der Siedepunkt von Wasser bei kleiner gleich 20°C liegt. Mittels der latenten Verdampfungswärme des Wärmeträgerfluids oder Arbeitsmittels wird Wärme von der Wärmequelle, die von den Wänden des Plattenwärmeübertragers gebildet wird, durch Verdampfung zu der Wärmesenke, die von dem berippten Wärmeträgerrohr gebildet wird, transportiert. Dabei erfolgt der Wärmetransport nahezu isotherm bei konstanter Temperatur, der Wärmeträgerflu-

id-Sättigungstemperatur des Zweiphasen-Thermosiphons. Der große Vorteil dieser Technik liegt darin, dass für den Fluidkreislauf keine Umwälzpumpe benötigt wird und bereits eine geringe Füllmenge mit dem Wärmeträgerfluid ausreicht, um einen hohen Wärmestrom zu übertragen. Bereits geringe Temperaturdifferenzen reichen aus, um einen kontinuierlichen Wärmetransport von den Batteriezellen auf die entspannte Druckluft zu übertragen. Im Winter wird das Wärmeträgerfluid mittels einer elektrischen Widerstandsheizung beheizt, sodass die Batteriezellen ihre Arbeitstemperatur erreichen. Weist die hydraulische Struktur einen Zweiphasen-Thermosiphons ist die Widerstandsheizung in dem sog. Sumpf am unteren Ende des Plattenwärmeübertragers angeordnet und verdampft das Wärmeträgerfluid, wodurch Wärme auf die Batteriezellen übertragen wird. Im Falle eines Lamellenregisters ist die elektrische Widerstandsheizung der hydraulischen Struktur zugeordnet und dient ebenfalls der Erwärmung der Batteriezellen über das Wärmeträgerfluid.

Druckluft als Hilfsantrieb

[0011] Im Fahrbetrieb bei Temperaturen von 20-25°C in den Batteriezellen der Traktionsbatterie treibt die Druckluft aus dem Druckluftbehälter einen Generator an, der zusätzlichen Strom für den oder die Traktionsmotoren liefert. Die Druckluft und der Generator können auch als Reserveantrieb im Sinne eines Range Extenders genutzt werden. Bei Dauerfrost z.B. ermöglicht die Druckluft im Zusammenwirken mit einem Druckluftmotor einen von der Traktionsbatterie unabhängigen Fahrbetrieb.

Elektropneumatische Steuerung des Fahrbetriebs

[0012] Eine zentrale elektropneumatische Ventilinsel ist für die Steuerung des Fahr- und Ladebetriebs vorgesehen und ermöglicht z.B. im Bremsbetrieb eine Energierückgewinnung. Besteht das Antriebssystem des Elektrofahrzeugs z.B. aus vier Radnabenmotoren, die im Bremsbetrieb als Radnabengeneratoren wirken, kann Strom in die Traktionsbatterie zurückgespeichert werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Traktionsmotor im Bremsbetrieb mit dem Kompressor zu verbinden, um Druckluft in den Druckluftbehälter zu speichern. Die dabei entstehende Wärme kann für eine Erwärmung der Batteriezellen genutzt werden. Schließlich kann die Druckluft einen Generator antreiben, der wiederum Strom in die Traktionsbatterie zurückspeichert. Im Sinne einer ganzheitlichen Temperierung des Elektrofahrzeugs in unterschiedlichen Temperaturbereichen von etwa -20°C bis +45°C erfolgt die Temperaturregulierung über die zentrale Ventilinsel, wobei in den unterschiedlichen Betriebszuständen des Fahrzeugs Aktoren gesteuert werden, die einen reversiblen Energieaustausch ermöglichen und z.B. als Einheit aus Generator und Traktionsmotor oder als Einheit aus Kompressor und Druckluftmotor ausgebildet sind. Entspannte Druckluft kann nach dem Kühlen der Traktionsbatterie in das Umluftsystem der Klimaanlage eingeleitet werden und dient der Kühlung des Fahrzeuginnenraums. Durch die vollkommene Entlastung der Traktionsbatterie von der Kühlfunktion im Ladebetrieb und eine mit dem Kühlmittel Luft gegebene Entlastung der Traktionsbatterie auch im Fahrbetrieb erhöht sich die Reichweite eines Elektrofahrzeugs zwischen den Tankstopps erheblich. Die effiziente Kühlung der Traktionsbatterie über eine externe Kältequelle vom Anfang bis zum Ende des Ladeprozesses mit gleichbleibend hoher Stromstärke verkürzt den Ladevorgang auf unter 10 min.

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur einer Tankstelle

[0013] Die unterirdischen Kraftstofftanks einer bestehenden Tankstelle können zu Druckluftspeichertanks umgerüstet werden, wobei ein ehemaliger Kraftstofftank eine Mehrzahl einzelner Druckluftspeichertanks aufnehmen kann. Für die Speicherung der Druckluft ist ein elektrisch betriebener wassergekühlter Kompressor vorgesehen, dessen Strombedarf durch eine Solaranlage mit PV-Modulen oder durch Windturbinen oder durch das Netz gedeckt wird. Während der Druckluftspeichertank der Tankstelle durch einen Kompressor beladen wird, kann die Prozesswärme für die Beheizung der Aufenthaltsräume der Tankstelle genutzt werden. Stehen der Kompressor und der Druckluftspeichertank z.B. in einer Garage, kann die von dem Kompressor generierte Wärme z.B. für die Heizung eines Eigenheims genutzt werden.

Tankstelle mit Batteriespeicher

[0014] Da das lokale Stromnetz nicht ausreicht, um flächendeckend Tankstellen gleichzeitig mit Strom zu versorgen und da die regenerative Stromerzeugung natürlich bedingten Schwankungen unterliegt, ist es notwendig ein zukünftiges Tankstellennetz mit Batteriespeichern als Zwischenspeicher auszustatten. Dabei wird die übliche Netzspannung von 230 V durch einen Transformator auf bis zu 1000 V erhöht, um die Ladezeit zu verkürzen. Bei der Übertragung eines Energieinhalts von z.B. 100 Wh treten auch in dem Batteriespeicher hohe Temperaturen auf, die eine Kühlung durch entspannte Druckluft aus dem Druckluftspeichertank der Tankstelle erfordern. Neben einem Netzanschluss bietet sich auch eine der Tankstelle zugeordnete Solaranlage mit PV-

Modulen oder eine oder mehrere Windturbinen als Stromquelle an. Eine Schnellladestation der Tankstelle ist mit einem Zählwerk ausgestattet, das nicht nur den entnommenen Strom, sondern auch die Menge der übertragenen Druckluft zählt, sodass eine exakte Abrechnung der bezogenen Energiemengen ermöglicht wird.

[0015] Die Figuren zeigen unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten und Anwendungen der Erfindung.

[0016] Es zeigen:

Fig. 1 den Austausch von Energieinhalten zwischen dem Elektrofahrzeug und der Tankstelle in einer schematischen Darstellung

Fig. 2 das Temperiersystem für den Fahr- und Ladebetrieb eines Elektrofahrzeugs in einem schematischen Grundriss

Fig. 3 ein Elektrofahrzeug im Ladebetrieb an einer Tankstelle in der perspektivischen Darstellung

Fig. 4 ein Elektrofahrzeug im Ladebetrieb an der Schnellladestation in der perspektivischen Darstellung

Fig. 5 eine Zapfpistole zur gleichzeitigen Übertragung von Strom und Druckluft in der perspektivischen Darstellung

Fig. 6 die Traktionsbatterie und den Wärmeübertrager eines Elektrofahrzeugs in einer schematischen perspektivischen Übersicht

Fig. 7 einen Wärmeübertrager, der als Zweiphasen-Thermosiphon ausgebildet ist, in einer perspektivischen Schnittdarstellung

Fig. 8 die Traktionsbatterie und den Wärmeübertrager nach **Fig. 7** in einem Detailausschnitt

Fig. 9 eine Traktionsbatterie und den Wärmeübertrager nach **Fig. 7** und **Fig. 8** in einer perspektivischen Übersicht

[0017] **Fig. 1** zeigt die vielfältigen Möglichkeiten der Energieübertragung zwischen dem Elektrofahrzeug **10** und der Tankstelle **20** in dem temporären Ladebetrieb an einer Schnellladestation **200**. Die Traktionsbatterie **12** und der Druckluftbehälter **22** sind über den Wärmeübertrager **13** thermodynamisch untereinander verbunden, sodass die Traktionsbatterie **12** durch Entspannung von Druckluft aus dem Druckluftbehälter **22**, der im Ladebetrieb mit dem Druckluftspeichertank **21** der Tankstelle **20** verbunden ist, gekühlt werden kann. An der Schnellladestation **200** wird einerseits über Ladekabel **201**, Stecker **202** und Zapfpistole **203** eine temporäre Verbindung zwischen der Stromquelle **11** und der Traktionsbatterie **12** des Elektrofahrzeugs **10** und andererseits zwischen dem Druckluftspeichertank **21** und dem Druckluftbehälter **22** über eine Druckluftleitung **210** mit Rückschlagventil **211** hergestellt, um sowohl die Traktionsbatterie **12** als auch den Druckluftbehälter **22** aufzuladen. Während die energetische Verbindung zwischen der Stromquelle **11** und der Traktionsbatterie **12** sowie zwischen dem Druckluftspeichertank **21** und dem Druckluftbehälter **22** reversibel sind, ist die Kühlung der Traktionsbatterie **12** durch Druckluft ein irreversibler Prozess, in dem die aus dem Wärmeübertrager **13** austretende, entspannte Druckluft in einer nachgeordneten Funktion der Klimatisierung des Elektrofahrzeugs **10** dienen kann. Das Schema zeigt auch eine mögliche energetische Verbindung zwischen dem elektrochemischen Energiespeichersystem **1** und dem pneumatischen Energiespeichersystem **2** sowohl des Elektrofahrzeugs **10** als auch der Tankstelle **20**, die jeweils über einen Kompressor **23** und einen Generator **15** als Aktoren ermöglicht werden. Eine elektropneumatische Ventilinsel **27** steuert die Aktoren des Elektrofahrzeugs **10** wie in **Fig. 2** weiter erläutert.

[0018] **Fig. 2** zeigt das elektrochemische Speichersystem **1** bestehend aus der Traktionsbatterie **12** und einer Stromquelle **11** der Schnellladestation **200** sowie das pneumatische Energiespeichersystem **2** bestehend aus dem in einzelne Abteilungen **220** unterteilten Druckluftbehälter **22** und dem mit der Schnellladestation **200** verbundenen Druckluftspeichertank **21** in einem schematischen Grundriss des Elektrofahrzeugs **10**. Im Ladebetrieb an der Schnellladestation **200** wird sowohl Druckluft aus dem Druckluftspeichertank **21** in den Druckluftbehälter **22** als auch Strom aus einer Stromquelle **11** der Schnellladestation **200** auf die Traktionsbatterie **12** übertragen und gespeichert. Für die Übertragung der bei der Wiederaufladung der Traktionsbatterie **12** entstehenden Wärme auf die Umgebungsluft ist ein Wärmeübertrager **13** vorgesehen, der thermodynamisch sowohl mit der Traktionsbatterie **12** als auch mit dem Druckluftbehälter **22** des Elektrofahrzeugs **10** verbunden ist. Die Kühlung der Traktionsbatterie **12** erfolgt durch Entspannung der in dem Druckluftbehälter **22** gespeicherten Druckluft. Weitere, mit dem Druckluftbehälter **22** verbundene Aktoren betreffen eine Einheit aus Generator **15** und Traktionsmotor **16** sowie eine Einheit aus Kompressor **23** und Druckluftmotor **26** und ein Getriebe **17**, die jeweils von einer zentralen Ventilinsel **27** elektropneumatisch gesteuert werden und im Fahrbetrieb über Bremsen **18** eine jeweils reversible Übertragung von Energieinhalten auf die Traktionsbatterie **12** und/oder auf

den Druckluftbehälter **22** ermöglichen. Alternativ zu einer Schlauchverbindung zwischen der Schnellladestation **200** und dem Elektrofahrzeug **10** ist ein IPT-System (Inductive Power Transmission) **112** für die Übertragung von Strom auf die Traktionsbatterie **12** vorgesehen.

[0019] Fig. 3 zeigt ein Elektrofahrzeug **10** an der Schnellladestation **200** einer Tankstelle **20** im Ladebetrieb. Die Tankstelle **20** hat ein elektrochemisches Energiespeichersystem **1**, das von einem Batteriespeicher **111** als Stromquelle **11**, die von PV-Modulen **114** gespeist wird, gebildet wird, sowie ein pneumatisches Energiespeichersystem **2**, das von einer Vielzahl von Druckluftspeichertanks **21**, die in einem ehemaligen Kraftstofftank der Tankstelle **20** integriert sind, gebildet wird. Während des Schnellladevorgangs wird sowohl die Traktionsbatterie **12** des Elektrofahrzeugs **10** als auch der Batteriespeicher **111** der Tankstelle **20** durch Entspannung von Druckluft aus dem Druckluftspeichertank **21** gekühlt. Der Transformator **113** ist dazu ausgebildet, die Spannung aus dem Netz **110** auf bis zu 1000 Volt zu erhöhen, um den Schnellladevorgang auf 10 min zu verkürzen. Druckluftleitungen **210** für das Kühlmedium Luft führen sowohl zu dem Elektrofahrzeug **10** als auch zu dem Batteriespeicher **111**.

[0020] Fig. 4 zeigt die Schnellladestation **200** einer Tankstelle **20**, bei der die Stromquelle **11** des elektrochemischen Energiespeichersystems **1** von einem in einen Container integrierten Batteriespeicher **111** gebildet wird. Mit Hilfe eines Transformators **113** wird die Spannung des z.B. von einer Windturbine **115** erzeugten Stroms auf bis zu 1000 Volt erhöht, um die Wiederaufladung der Traktionsbatterie **12** zu beschleunigen. An der Tankstelle **20** wird eine Schnellladestation **200** gezeigt, bei der das Ladekabel **201** und eine Druckluftleitung **210** in einen flexiblen Schlauch integriert sind. In einem unterirdischen Druckluftspeichertank **21** wird über einen ebenfalls in den Container integrierten Kompressor **23** Druckluft gespeichert.

[0021] Fig. 5 zeigt eine Zapfpistole **203** bestehend aus einem Ladekabel **201** und einer Druckluftleitung **210**, die in einen gemeinsamen Schlauch integriert sind und über einen Stecker **202** und einer pneumatischen Kupplung **211** eine temporäre Verbindung zu dem in **Fig. 3** dargestellten Elektrofahrzeug **10** herstellt.

[0022] Fig. 6 zeigt die Traktionsbatterie **12** und den Wärmeübertrager **13** eines Elektrofahrzeugs **10**. Die Traktionsbatterie **12** ist aus einer Vielzahl in sog. Blöcken zusammengefassten Batteriezellen **120**, die in Schichten angeordnet sind, aufgebaut. Zwischen den Schichten der Traktionsbatterie **12** ist ein in Serpentinaform organisierter Fluidkreislauf **132** vorgesehen, wobei das Wärmeträgerfluid **131** eine thermodynamische Verbindung zu der Wärmesenke **14** des Fluidkreislaufs **132**, der von einer Umwälzpumpe **28** angetrieben wird, herstellt. Die Wärmesenke **14** besteht aus einem Lamellenregister **230**, das mit dem Fluidkreislauf **132** über Vor- und Rücklauf verbunden ist, wobei die einzelnen Lamellen des Lamellenregisters **230** von dem Wärmeträgerfluid **131** durchströmt werden. Bei entsprechenden Witterungsbedingungen sind zwei Ventilatoren **25** vorgesehen, die das Wärmeträgerfluid **131** möglichst auf eine Temperatur von 20°C abkühlen. Im Ladebetrieb und im Sommer wird die Traktionsbatterie **12** durch Entspannung von Druckluft aus dem Druckluftbehälter **22** über eine Vielzahl von Düsen **24**, die durch das Lamellenregister **230** geblasen werden, gekühlt. Bei Frost wird das Wärmeträgerfluid **131** mittels einer elektrischen Widerstandsheizung **135** beheizt und bringt die Batteriezellen **120** über den Fluidkreislauf **132** auf Betriebstemperatur.

[0023] Fig. 7 zeigt einen Wärmeübertrager **13**, der als Zweiphasen-Thermosiphon **133** allseitig von Wänden **233** umschlossen ist und als Plattenwärmeübertrager **130** einen mit einem Unterdruck beaufschlagten und durch Rippen versteiften Behälter aufweist. Die Wärmesenke **14** am oberen Ende dieses Behälters wird von einem berippten Wärmeträgerrohr **231** gebildet, das von entspannter Druckluft durchströmt wird und den Wärmeübertrager **13** in Fahrtrichtung durchquert. Der Sumpf **134** am unteren Ende des Behälters nimmt im Ruhezustand des Zweiphasen-Thermosiphons **133** ein phasenwechselndes Wärmeträgerfluid **131** auf. Im Ladebetrieb, wie in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, und im Hochleistungsbetrieb des Elektrofahrzeugs **10** wird unerwünschte Wärme aus den Batteriezellen **120** über einen wärmeleitenden Kontakt zu dem Plattenwärmeübertrager **130** übertragen, wobei das Wärmeträgerfluid **131**, z.B. destilliertes Wasser, verdampft und durch Kondensation an dem berippten Wärmeträgerrohr **231** Wärme diskret auf das Kühlmedium Luft überträgt. Das Kondensat wird von einer dampfdurchlässigen Strömungsleitvorrichtung **232** aufgefangen und über eine Vielzahl von Tropfnasen **234** zu den Wänden **233** geleitet, die es von innen benetzt, sodass eine optimale Wärmeübertragung durch Wärmeleitung von den Batteriezellen **120** auf das Wärmeträgerfluid **131** ermöglicht wird. Eine elektrische Widerstandsheizung **135** am unteren Ende des Behälters beheizt bedarfsweise das Wärmeträgerfluid **131** und verdampft es, sodass die Batteriezellen **120** bei Frost erwärmt werden können. Bei Temperaturen unter 0°C gefriert das Wärmeträgerfluid **131** im Fall von destilliertem Wasser im Sumpf **134** des Zweiphasen-Thermosiphons **133**. Eine keilförmige Ausbildung der Umfassungszarge des Plattenwärmeübertragers **130** im Bereich des Sumpfs **134** dient dazu, Frostschäden aufgrund der Volumenzunahme im Fall von gefrierendem Wasser als Wärmeträgerfluid **131** zu vermeiden.

[0024] Fig. 8 zeigt den Detailausschnitt einer Traktionsbatterie **12**, bei der die Batteriezellen **120** jeweils links und rechts mit den Wänden **233** des in **Fig. 7** gezeigten Zweiphasen-Thermosiphons **133** vollflächig und wärmeleitend verbunden sind. Zwischen den einzelnen Modulen der Traktionsbatterie **12** sind jeweils Luftkanäle **235** angeordnet, durch die bei niedrigen Außentemperaturen, z.B. 10°C, der Fahrtwind geleitet wird. Bei hohen Außentemperaturen von mehr als 20°C wird Druckluft in dem berippten Wärmeträgerrohr **231**, das die Wärmesenke **14** des Zweiphasen-Thermosiphons **133** bildet, entspannt, wobei die Einleitungstemperatur der Druckluft knapp über 0°C liegen kann. In einem nicht näher dargestellten Mischluftsystem kann die kühle Luft der Klimaanlage des Elektrofahrzeugs **10** zugeführt werden.

[0025] Fig. 9 zeigt dem Aufbau der Traktionsbatterie **12** mit den Batteriezellen **120** und die pneumatische Verbindung zu dem Druckluftbehälter **22** über Druckluftleitungen **210** sowie den Anschluss an den in **Fig. 7** und **Fig. 8** gezeigten Plattenwärmeübertrager **130**. Düsen **24** am Eintritt in den Plattenwärmeübertrager **130** dienen der Entspannung der Druckluft, indem z.B. Außenluft in einem nicht näher dargestellten Mischer mit der Druckluft vermischt wird oder indem sich der Querschnitt des in **Fig. 8** gezeigten, berippten Wärmeträgerrohrs **231** gegenüber der Druckluftleitung **210** erweitert. Zwischen den in Fahrtrichtung des Elektrofahrzeugs **10** ausgerichteten Modulen der Traktionsbatterie **12** sind Luftkanäle **235** für eine Belüftung durch den Fahrtwind oder einen hier nicht dargestellten Ventilator **25** vorgesehen.

Bezugszeichenliste

Elektrochemisches Energiespeichersystem	1	Pneumatisches Energiespeichersystem	2
Elektrofahrzeug	10	Tankstelle	20
Stromquelle	11	Schnellladestation	200
Netz	110	Ladekabel	201
Batteriespeicher	111	Stecker	202
IPT-System	112	Zapfpistole	203
Transformator	113	Druckluftspeichertank	21
PV-Module	114	Druckluftleitung	210
Windturbine	115	Rückschlagventil	211
Traktionsbatterie	12	Druckluftbehälter	22
Batteriezellen	120	Abteilung	220
Wärmeübertrager	13	Kompressor	23
Plattenwärmeübertrager	130	Lamellenregister	230
Wärmeträgerfluid	131	Beripptes Wärmeträgerrohr	231
Fluidkreislauf	132	Strömungsleitvorrichtung	232
Zweiphasen-Thermosiphon	133	Wand	233
Sumpf	134	Tropfnase	234
Widerstandsheizung	135	Luftkanal	235
Wärmesenke	14	Düse	24
Generator	15	Ventilator	25
Traktionsmotor	16	Druckluftmotor	26
Getriebe	17	Ventilinsel	27
Bremse	18	Umwälzpumpe	28

Patentansprüche

1. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) mit einem elektrochemischen Energiespeichersystem (1), einem pneumatischen Energiespeichersystem (2) und mit einer elektropneumatischen Steuerung für den Fahrbetrieb des Elektrofahrzeugs (10) und für den Ladebetrieb an einer Tankstelle (20) mit mindestens einer Schnellladestation (200), welches elektrochemische Energiespeichersystem (1) von einer Stromquelle (11) der

Tankstelle (20) und von einer Traktionsbatterie (12) des Elektrofahrzeugs (10), die im Fahr- und Ladebetrieb mittels eines Wärmeübertragers (13) über ein Wärmeträgerfluid (131) in einem Fluidkreislauf (132) mit einer Wärmesenke (14) thermisch konditioniert wird, und welches pneumatische Energiespeichersystem (1) von einem stationären Druckluftspeichertank (21) der Tankstelle (20) und von mindestens einem Druckluftbehälter (22) des Elektrofahrzeugs (10) jeweils mit einem Kompressor (23) gebildet werden, wobei im Fahr- und Ladebetrieb des Elektrofahrzeugs (10) eine thermodynamische Koppelung der Energiespeichersysteme (1, 2) vorgesehen ist und die Traktionsbatterie (12) über den Wärmeübertrager (13) mit dem pneumatischen Energiespeichersystem (1) des Elektrofahrzeugs (10) verbunden ist, um die Traktionsbatterie (12) thermisch zu konditionieren und durch Entspannung der in dem Druckluftbehälter (22) gespeicherten Druckluft an der Wärmesenke (14) des Fluidkreislaufs (132) zu kühlen.

2. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet** dass ,der Wärmeübertrager (13) eine hydraulische Struktur mit einer Wärmesenke (14) für den Fluidkreislauf (132) des Wärmeträgerfluids (131) aufweist die von einem Lamellenregister (230) oder von mindestens einem berippten Wärmeträgerrohr (231) gebildet wird, wobei an der Wärmesenke (14) die Druckluft mittels einer Mehrzahl von Düsen (24) in einer Rasteranordnung entspannt wird und sich dabei in einem von einem Ventilator (25) angetriebenen Luftstrom in Luftkanälen (235) des Lamellenregisters (230) mit der Außenluft vermischt.

3. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydraulische Struktur des Wärmeübertragers (13) einen Zweiphasen-Thermosiphon (133) aufweist und als ein mit einem Unterdruck beaufschlagter Plattenwärmeübertrager (130) ausgebildet ist, der an seinem oberen Ende ein von entspannter Druckluft durchströmtes, beripptes Wärmeträgerrohr (231) als Wärmesenke (14) und an seinem unteren Ende einen Sumpf (134) aufweist und als vakuumdichter Behälter mit senkrechten Wänden (233) ein phasenwechselndes Wärmeträgerfluid (131) enthält, wobei die Batteriezellen (120) der Traktionsbatterie (12) als Wärmequelle in einem großflächigen und wärmeleitenden Kontakt mit der Außenseite der Wände (233) stehen und im Inneren des Plattenwärmeübertragers (130) eine Strömungsleitvorrichtung (232) mit Tropfnasen (234) vorgesehen ist, um die Innenseite der Wände (233) mit dem an dem berippten Wärmeträgerrohr (231) kondensierten Wärmeträgerfluid (131) zu benetzen.

4. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektropneumatische Steuerung des Fahrbetriebs über eine zentrale Ventilinsel (27) erfolgt, die den Fluidkreislauf (132) des Wärmeübertragers (13) steuert, sodass eine optimale Arbeitstemperatur für die Batteriezellen (120) über die Menge der an der Wärmesenke (14) des Fluidkreislaufs (132) entspannten Druckluft ermöglicht wird, oder dass ein wassergekühlter Kompressor (23) gesteuert wird, der Druckluft in eine Abteilung (220) des Druckluftbehälters (22) zurückspeichert, wobei eine Fluidverbindung zu dem Fluidkreislauf (132) der Traktionsbatterie (12) eröffnet wird, um die Batteriezellen (120) mit der Prozesswärme des Kompressors (23) zu beheizen.

5. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentrale Ventilinsel (27) über Sensoren eine Temperatursteuerung des Fluidkreislaufs (132) der Traktionsbatterie (12) ermöglicht und bei niedrigen Außentemperaturen bis 15°C Fahrtwind zu der Wärmesenke (14) des Wärmeübertragers (13) geleitet wird, um über das Wärmeträgerfluid (131) die Batteriezellen (120) zu kühlen oder dass bei höheren Außentemperaturen ab 15°C eine Umwälzpumpe (28) gesteuert wird, die den Fluidkreislauf (132) beschleunigt oder dass ein Generator (15) gesteuert wird, der zusätzlichen Strom für den oder die Traktionsmotoren (16) liefert oder als Range Extender einen Reserveantrieb darstellt, oder dass der Betrieb eines Druckluftmotors (26) gesteuert wird, um einen von der Traktionsbatterie (12) unabhängigen Fahrbetrieb zu ermöglichen.

6. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Traktionsmotor (16) des Elektrofahrzeugs (10) von vier Radnabenmotoren gebildet wird, die im Bremsbetrieb als Radnabengeneratoren wirken, um Strom für die Traktionsbatterie (12) zu generieren oder dass der Traktionsmotor (16) im Bremsbetrieb mit einem wassergekühlten Kompressor (23) verbunden wird, um Wärme auf den Fluidkreislauf (132) der Traktionsbatterie (12) zu übertragen und um Druckluft in den Druckluftbehälter (22) zu speichern.

7. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Ladebetrieb an der Schnellladestation (200) die Traktionsbatterie (12) entweder in einem IPT-System (Inductive Power Transmission) (112) oder mittels von Ladekabel (201), Stecker (202) und Steckdose wieder aufgeladen wird, wobei an der Schnellladestation (200) elektrische Energie in die Traktionsbatterie (12) gespeichert

und gleichzeitig der Druckluftbehälter (22) des Elektrofahrzeugs (10) aus einem Druckluftspeichertank (21) der Tankstelle (20) über eine Druckluftleitung (210) mit Rückschlagventil (211) beladen wird.

8. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckluftspeichertank (21) der Tankstelle (20) durch einen wassergekühlten Kompressor (23) beladen wird, dessen Abwärme für die Beheizung der Aufenthaltsräume der Tankstelle (20) genutzt wird oder dass der Druckluftspeichertank (21) in einer Garage steht und die Prozesswärme des Kompressors (23) für die Heizung eines Eigenheims genutzt wird.

9. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die unterirdischen Kraftstofftanks einer bestehenden Tankstelle (20) zu Druckluftspeichertanks (21) umgerüstet werden, wobei ein ehemaliger Kraftstofftank eine Mehrzahl einzelner Druckluftspeichertanks (21) aufnehmen kann und der Strom zum Betrieb eines elektrischen Kompressors (23) von einer Solaranlage mit PV-Modulen (114) oder von Windturbinen (115) oder aus dem Netz (110) bezogen wird.

10. Temperiersystem für ein Elektrofahrzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Tankstelle (20) ein Batteriespeicher (111) mit einem Transformator (113) als Zwischenspeicher vorgesehen ist, wobei sowohl die Traktionsbatterie (12) als auch der Batteriespeicher (111) während des Ladevorgangs des Elektrofahrzeugs (10) durch Entspannung der Druckluft aus dem Druckluftspeichertank (21) gekühlt werden und der Batteriespeicher (111) mit Strom entweder aus dem Netz (110) oder von PV-Modulen (114) oder von Windturbinen (115) gespeist wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

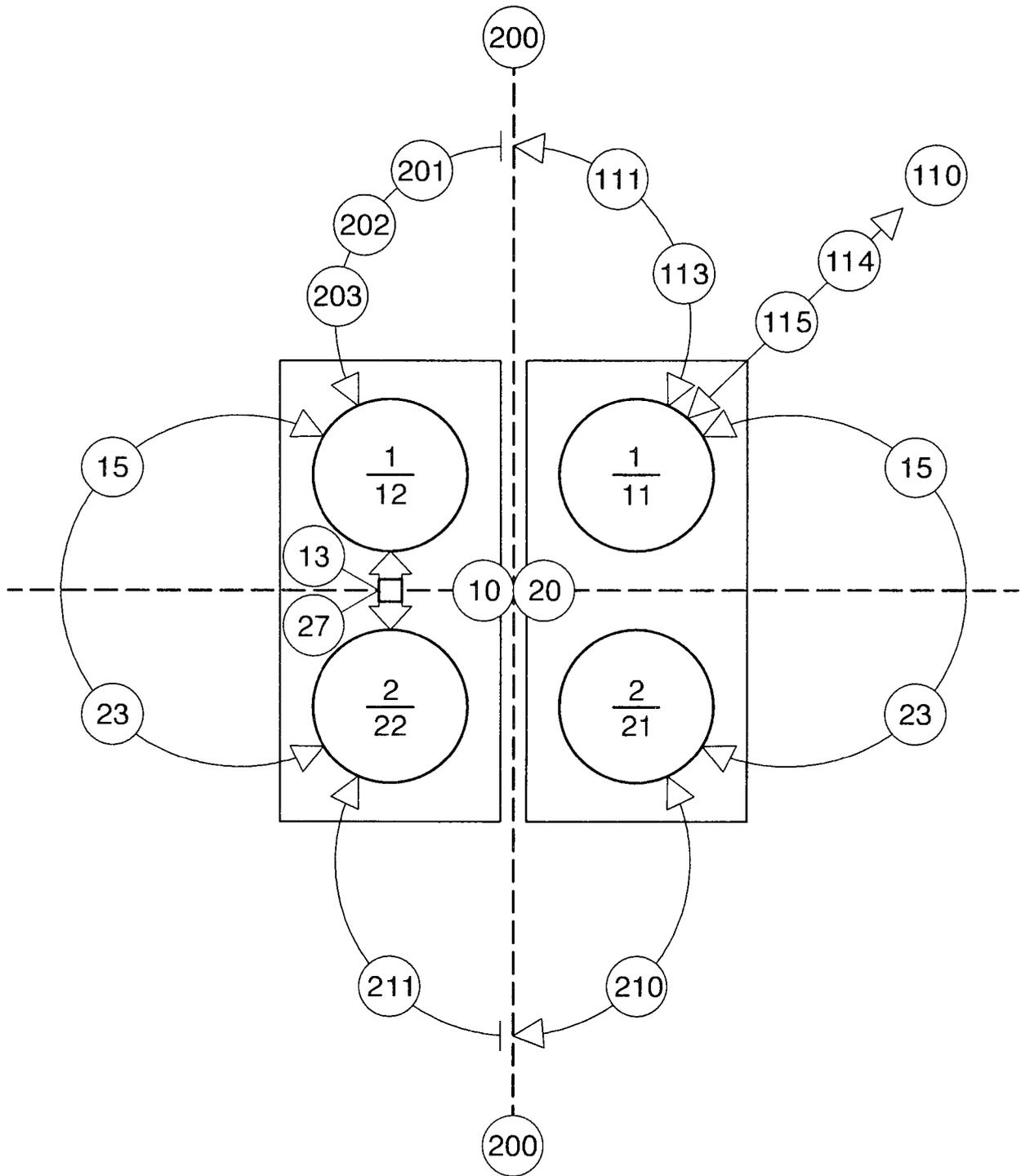
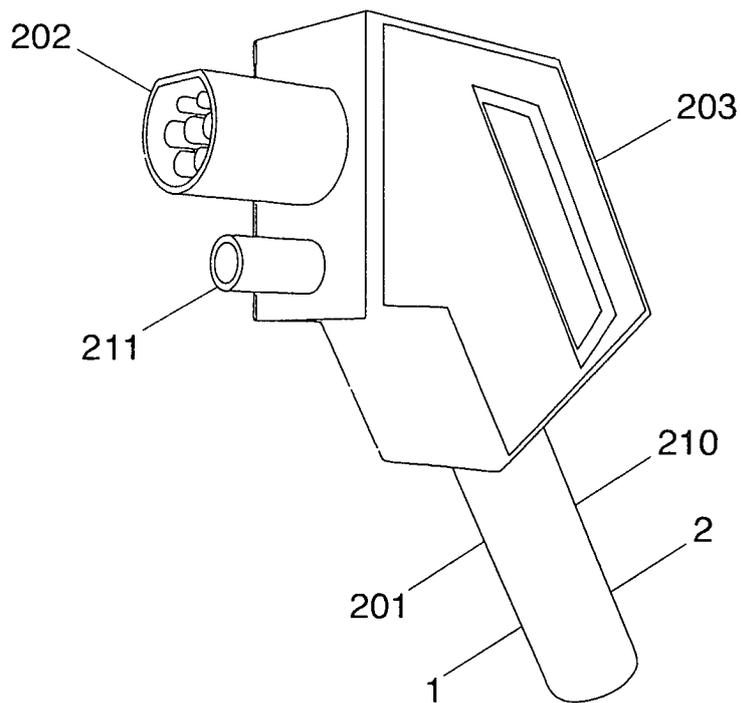
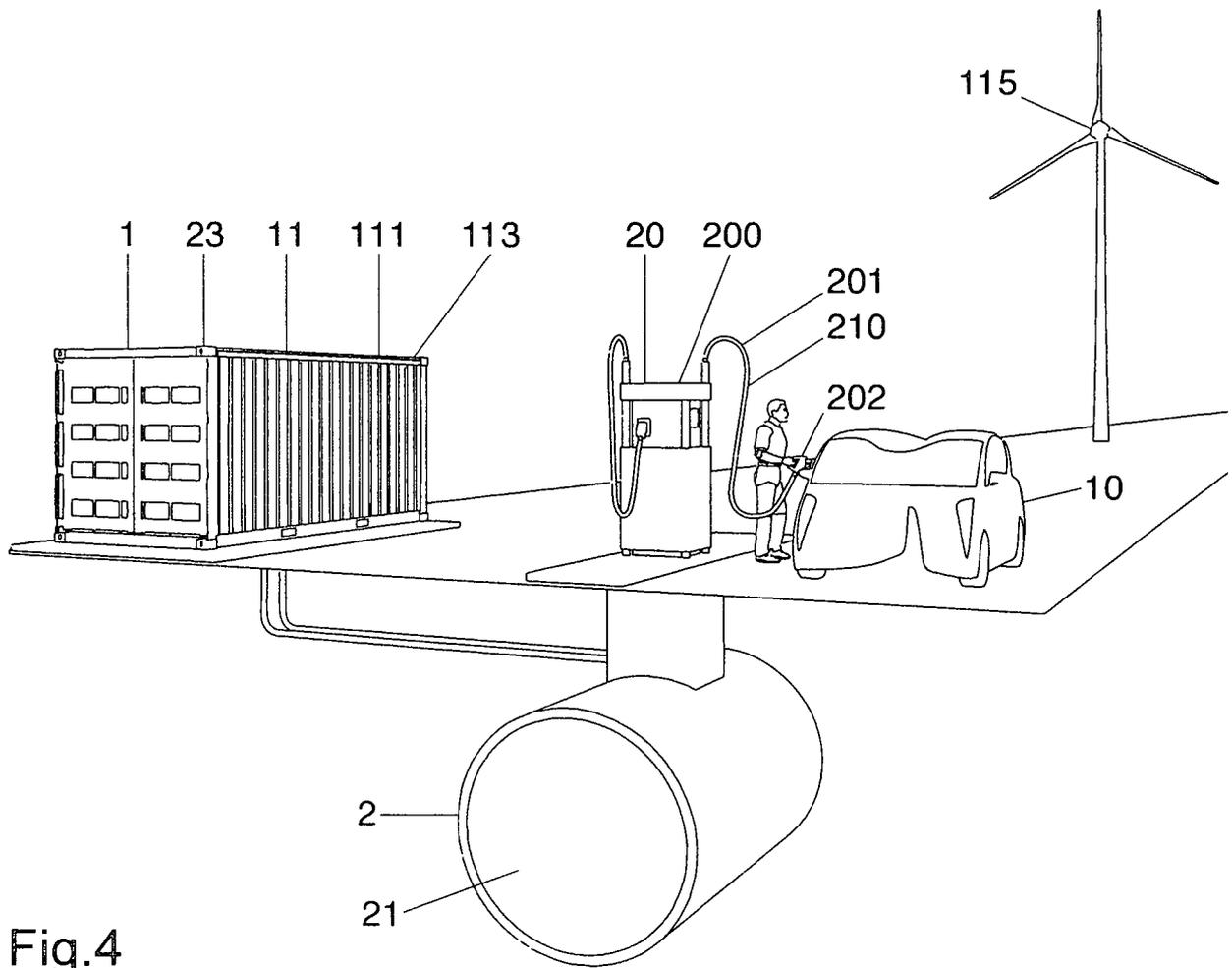


Fig.1



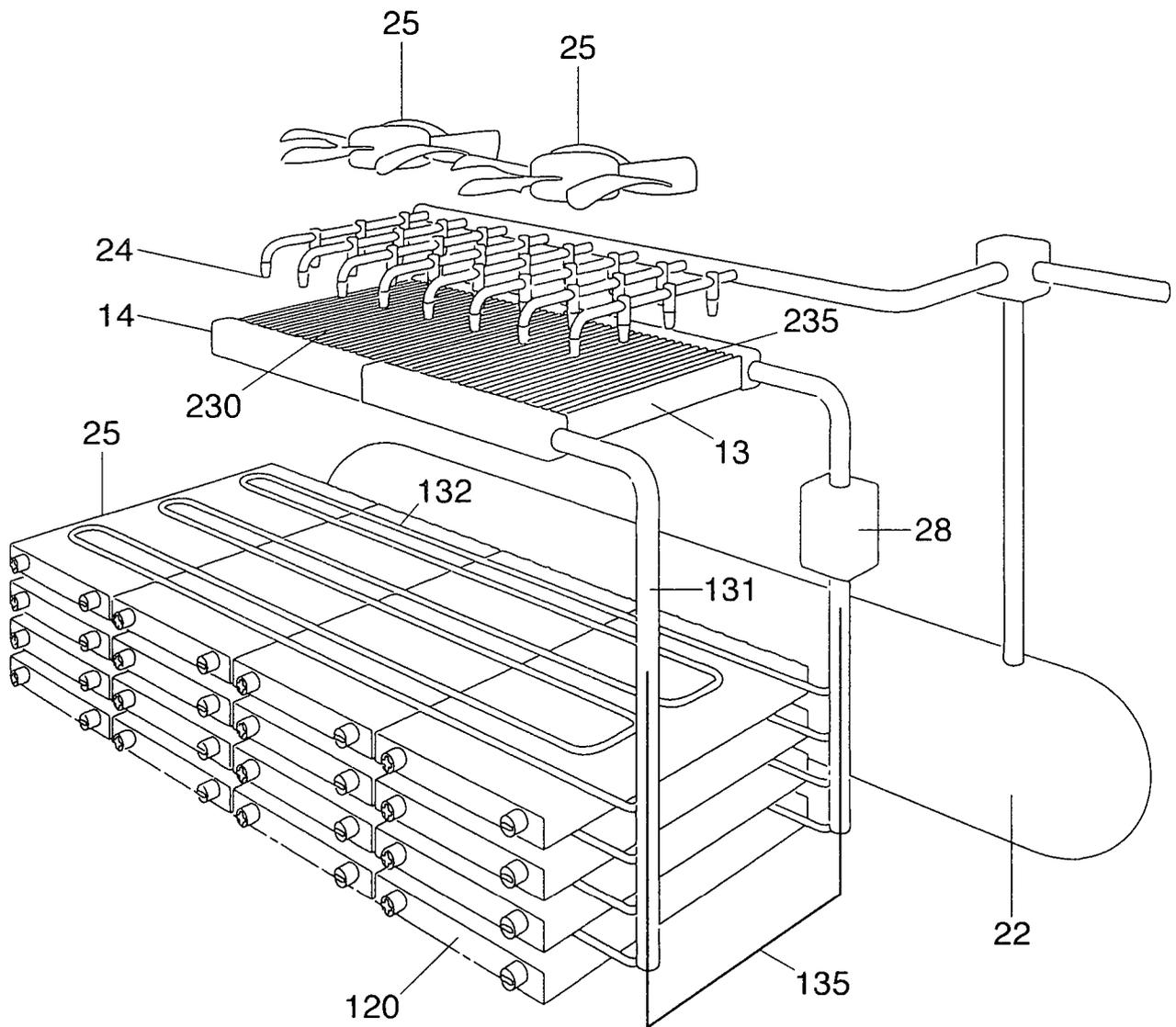


Fig.6

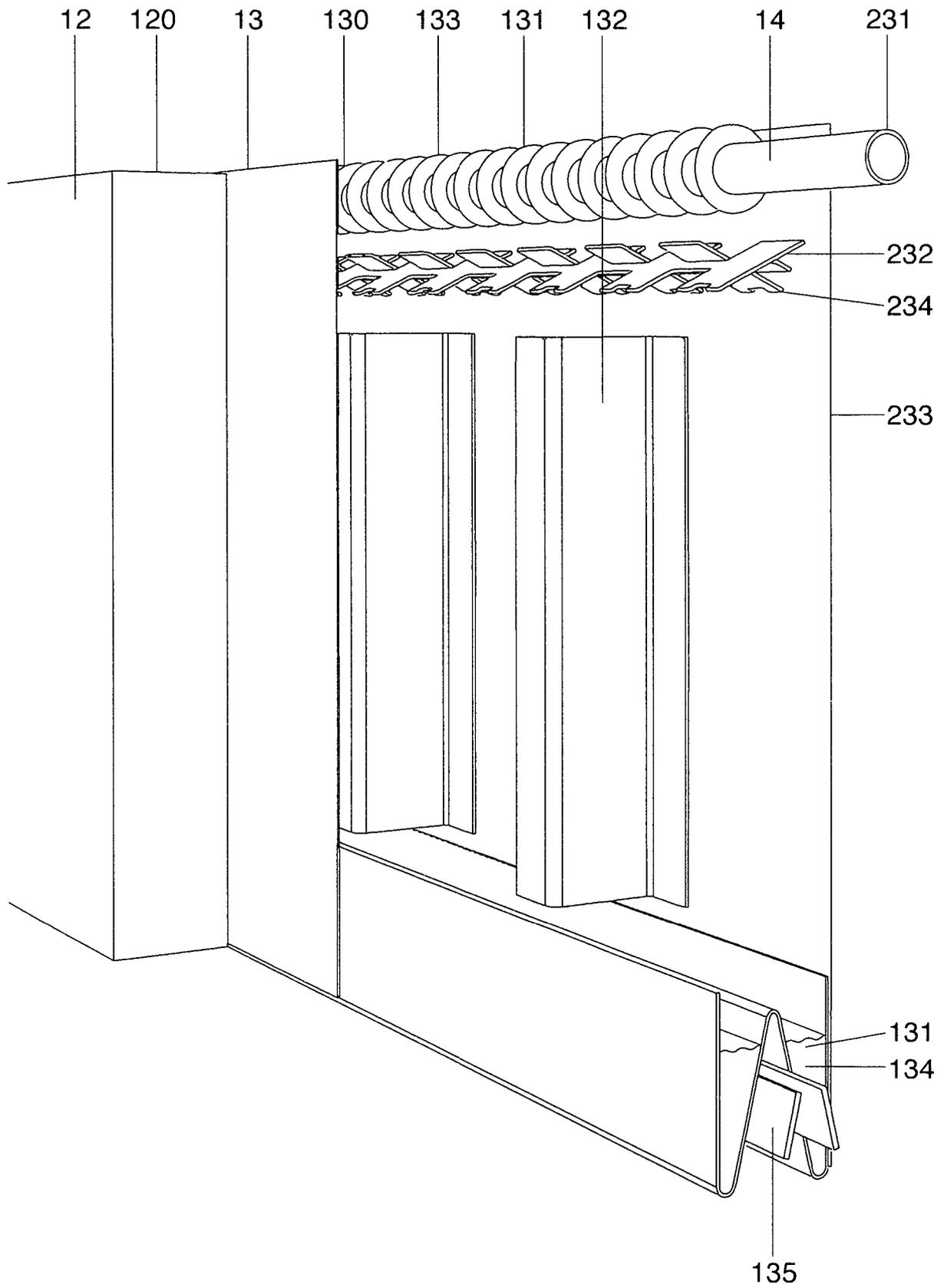


Fig.7

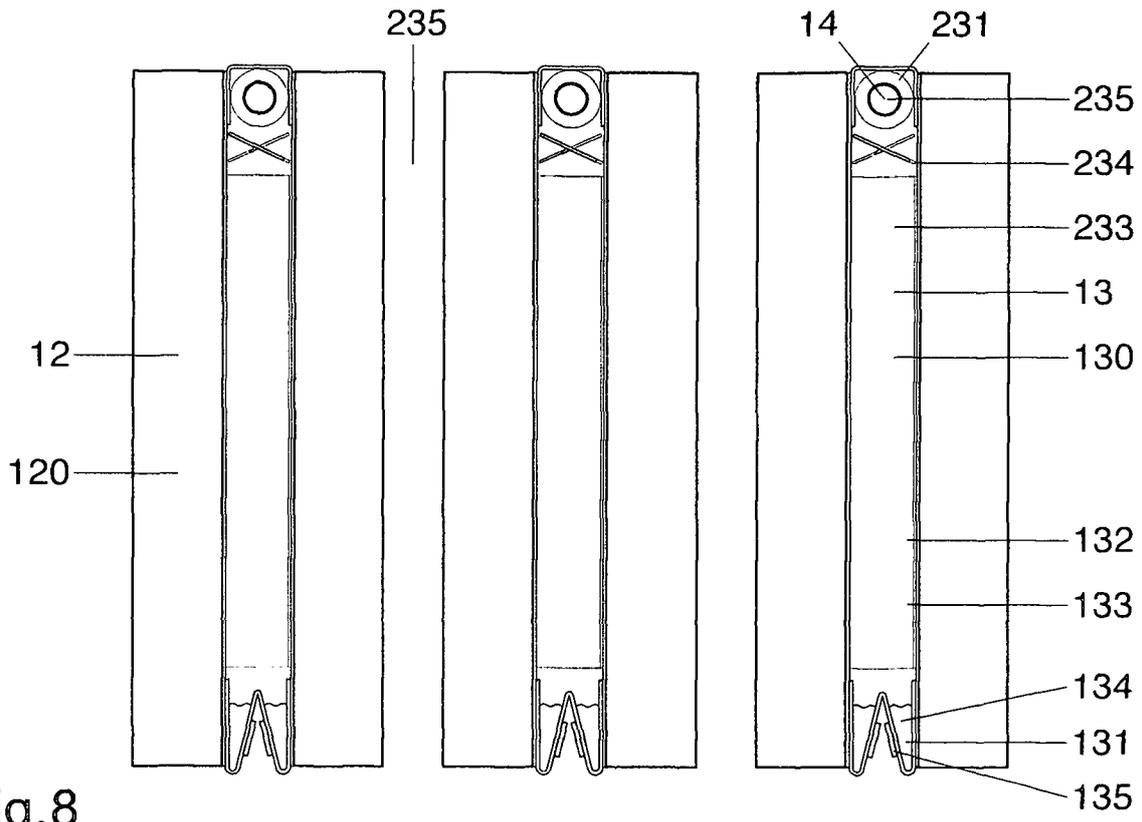


Fig. 8

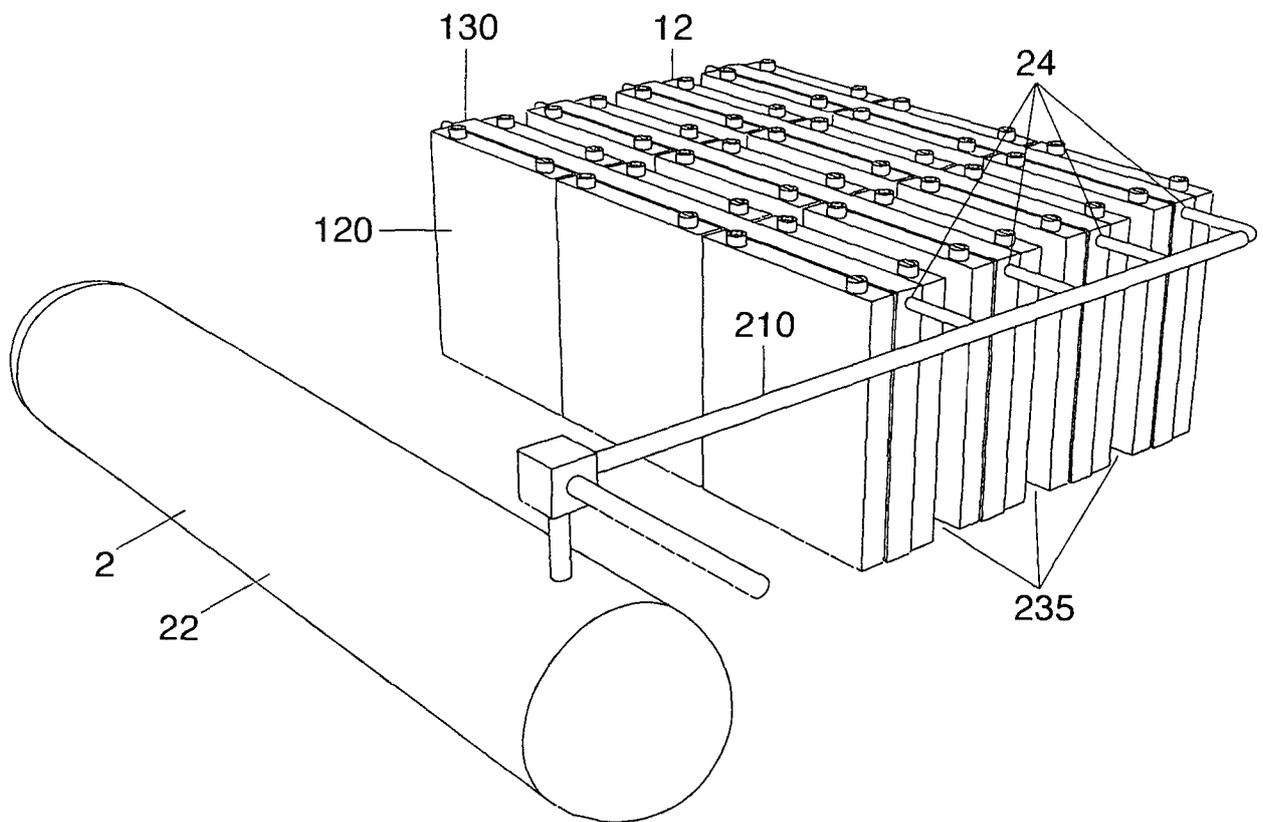


Fig. 9