



(10) **DE 10 2016 103 473 A1** 2017.08.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 473.8**

(22) Anmeldetag: **26.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **31.08.2017**

(51) Int Cl.: **F28D 20/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**Viessmann Werke GmbH & Co KG, 35108
Allendorf, DE**

(74) Vertreter:
**RPK Patentanwälte Reinhardt, Pohlmann und
Kaufmann Partnerschaft mbB, 70192 Stuttgart,
DE**

(72) Erfinder:
**Fuchs, Sven, 70186 Stuttgart, DE; Ribic,
Adnan, 70372 Stuttgart, DE; Pfannkuch, Moritz,
70197 Stuttgart, DE; Vaupel, Manfred, 35066
Frankenberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

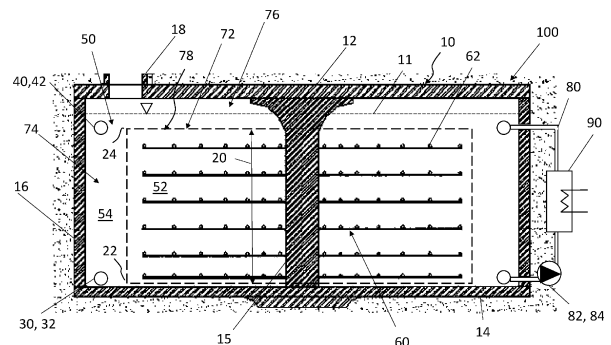
US	6 053 006	A
EP	1 807 672	B1
EP	2 686 633	A1
JP	2001- 201 284	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Energiespeicher**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Energiespeicher (100) mit einem Gehäuse (10), das ein bei einem Phasenübergang latente Wärme aufweisendes Speichermedium (50) umgibt, das im Betrieb bestimmungsgemäß zum Erstarren in eine feste Phase (52) und zum Schmelzen in eine flüssige Phase (54) vorgesehen ist, mit einem ersten Speicherbereich (72) im Inneren des Gehäuses (10), der zumindest zeitweise für die feste Phase (52) des Speichermediums (50) vorgesehen ist und mit einem zweiten Speicherbereich (74) im Inneren des Gehäuses (10), der für die flüssige Phase (54) des Speichermediums (50) vorgesehen ist, wenn feste Phase (52) im ersten Speicherbereich (72) vorhanden ist. Es sind eine erste Durchlassvorrichtung (30) für die flüssige Phase (54) und eine zweite Durchlassvorrichtung (40) für die flüssige Phase (54) vorgesehen, wobei die erste Durchlassvorrichtung (30) und die zweite Durchlassvorrichtung (40) außerhalb des ersten und zweiten Speicherbereichs (72, 74) mittels einer Strömungsverbindung (80) strömungsmäßig verbunden sind und wobei eine der Durchlassvorrichtungen (40, 30) zum Einleiten von flüssiger Phase (54) in das Gehäuse (10) und die andere der Durchlassvorrichtungen (30, 40) zum Herausleiten von flüssiger Phase (54) aus dem Gehäuse (10) vorgesehen ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Energiespeicher mit einem Gehäuse, das ein bei einem Phasenübergang latente Wärme aufweisendes Speichermedium umgibt, welches Speichermedium im Betrieb bestimmungsgemäß zum Erstarren in eine feste Phase und zum Schmelzen in eine flüssige Phase vorgesehen ist.

[0002] Aus der EP 2 686 633 A1 ist ein Latentwärmespeicher bekannt, bei dem Wasser als Speichermedium eingesetzt wird. Der Latentwärmespeicher versorgt ein Gebäude über eine Wärmepumpe mit Wärme. Der Latentwärmespeicher ist entladen, wenn das Wasser im Latentwärmespeicher erstarrt ist und ist aufgeladen, wenn das Wasser im Latentwärmespeicher flüssig ist. Das gezielte Einfrieren und Abtauen des Speichermediums erfolgt im jahreszeitlichen Wechsel.

[0003] Ein Entzugswärmetauscher entzieht dabei dem Wasser Wärme, wobei bei längerdauerndem Wärmeentzug im Winter das Wasser um den Entzugswärmetauscher kontrolliert einfriert. Mittels Wärmezufuhr über eine Regenerationswärmetauscher-Einrichtung kann das Eis um den Entzugswärmetauscher wieder aufgeschmolzen werden oder das Erstarren verzögert werden. Dabei kommt ein Regenerationswärmetauscher zum Einsatz, der als Rohrwendel in mehreren Windungen im Gehäuse angeordnet ist und den Entzugswärmetauscher umgibt. Durch den Entzugswärmetauscher ist es möglich, bis zu einem vorbestimmten maximalen Erstarrungsgrad des Speichermediums Wärme aus dem Energiespeicher zu entnehmen. Solange Eis im Energiespeicher enthalten ist, ist es auch möglich, besonders in der warmen Jahreszeit, Kühlleistung aus dem Energiespeicher bereitzustellen. Durch das Vorsehen von zusätzlichen Regenerationswärmetauschern kann eine flexiblere Regeneration erreicht werden.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Energiespeicher bereitzustellen, bei dem die Flexibilität der Regeneration des Speichermediums und die Regenerationsleistung des Energiespeichers verbessert werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0006] Die Erfindung geht von einem Energiespeicher mit einem Gehäuse aus, das ein bei einem Pha-

senübergang latente Wärme aufweisendes Speichermedium umgibt, welches Speichermedium im Betrieb bestimmungsgemäß zum Erstarren in eine feste Phase und zum Schmelzen in eine flüssige Phase vorgesehen ist, mit einem ersten Speicherbereich im Inneren des Gehäuses, der zumindest zeitweise für die feste Phase des Speichermediums vorgesehen ist; mit einem zweiten Speicherbereich im Inneren des Gehäuses, der für die flüssige Phase des Speichermediums vorgesehen ist, wenn feste Phase im ersten Speicherbereich vorhanden ist.

[0007] Es wird vorgeschlagen, dass eine erste Durchlassvorrichtung für die flüssige Phase und eine zweite Durchlassvorrichtung für die flüssige Phase vorgesehen sind, wobei die erste Durchlassvorrichtung und die zweite Durchlassvorrichtung außerhalb des ersten und zweiten Speicherbereichs mittels einer Strömungsverbindung strömungsmäßig verbunden sind und wobei eine der Durchlassvorrichtungen zum Einleiten von flüssiger Phase in das Gehäuse und die andere der Durchlassvorrichtungen zum Herausleiten von flüssiger Phase aus dem Gehäuse vorgesehen ist.

[0008] Die erste Durchlassvorrichtung und die zweite Durchlassvorrichtung bilden durch ihre strömungsmäßige Verbindung einen offenen Regenerationswärmetauscher, der direkt mit dem Speichermedium aus dem Gehäuse als Wärmeträgermedium betrieben wird. Dadurch, dass Speichermedium direkt aus Speichermedienvolumen in dem Gehäuse entnommen und Speichermedium dem Speichermedienvolumen wieder zugeführt wird, kann die in das Speichermedienvolumen eingeführte Wärmemenge in weiten Grenzen sehr flexibel und bedarfsgerecht variiert werden.

[0009] Im Stand der Technik findet dagegen ein indirekter Wärmeaustausch statt, da in den üblichen Regenerationswärmetauschern ein separates Wärmeträgermedium strömt, das nicht in das Speichermedium gelangt. Durch die Konstruktion des üblichen Regenerationswärmetauschers sind daher feste Grenzen für den Wärmeaustausch gesetzt.

[0010] Vorteilhaft kann die Strömungsverbindung zwischen erster Durchlassvorrichtung und zweiter Durchlassvorrichtung außerhalb des Gehäuses angeordnet sein. Dann kann besonders günstig wenigstens ein Wärmetauscher in der Strömungsverbindung vorgesehen sein. Denkbar ist jedoch auch, die Strömungsverbindung innerhalb des Gehäuses in einem speichermedienfreien Speicherbereich vorzusehen und dort Wärme zuzuführen.

[0011] Die Konstruktion der ersten und zweiten Durchlassvorrichtung gemäß der Erfindung kann sehr einfach sein, etwa ein einfaches Rohrstück innerhalb des Gehäuses. Die üblichen Regenerati-

onswärmetauscher sind in ihrem maximalen Wärmeeintrag durch ihre Oberfläche festgelegt. Durch den erfindungsgemäßen offenen Regenerationswärmetauscher kann durch eine Variation des Volumenstroms des darin strömenden Speichermediums sowie durch den Wärmeeintrag in der gehäuseexternen strömungsmäßigen Verbindung von erster Durchlassvorrichtung und zweiter Durchlassvorrichtung der Wärmeeintrag des Regenerationswärmetauschers zuverlässig variiert und kontrolliert werden. Dies ist gerade bei einem erhöhten Kältebedarf vorteilhaft, wenn der Energiespeicher zur Kühlung eingesetzt werden soll.

[0012] Es kann auf einen üblichen gewendelten Regenerationswärmetauscher verzichtet werden. Denkbar ist jedoch, dass in einer weiteren Ausgestaltung zusätzlich ein oder mehrere übliche, gewendelte Regenerationswärmetauscher im Gehäuse vorgesehen sein können.

[0013] Das Gehäuse kann vorteilhaft im Erdreich angeordnet sein. Mit besonderem Vorteil kann im ersten Speicherbereich ein Entzugswärmetauscher angeordnet sein, der lagenweise aufgebaut ist. In jeder Lage können Wärmetauscherrohre angeordnet sein, etwa in Form einer flachen Spirale.

[0014] Durch geeignete Variation der Abstände von Wärmetauscherrohren und der Lagen kann das Erstarren des Speichermediums räumlich gesteuert erfolgen, z.B. von innen nach außen. Das Abschmelzen des Speichermediums kann umgekehrt von außen nach innen erfolgen.

[0015] Die erste und zweite Durchlassvorrichtung können jeweils über eine oder mehrere Durchlassöffnungen verfügen, durch die das Speichermedium aus der entsprechenden Durchlassvorrichtung in das Gehäuse eintreten und aus dem Gehäuse austreten kann. Vorteilhaft können mehrere Öffnungen jeweils gleichmäßig so verteilt sein, dass eine möglichst homogene Verteilung des Speichermediums beim Verlassen wie auch beim Zuführen des Gehäuses möglich ist.

[0016] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann der erste Speicherbereich eine Längserstreckung aufweisen und die erste Durchlassvorrichtung benachbart zu einem ersten Ende der Längserstreckung und die zweite Durchlassvorrichtung benachbart zu einem gegenüberliegenden Ende der Längserstreckung angeordnet sein. Vorteilhaft kann eine Strömung innerhalb des Gehäuses erzeugt werden, mit der sowohl Aufbau wie auch Abbau des erstarrten Speichermediums im ersten Speicherbereich gut kontrollierbar sind. Die Strömungsrichtung kann auch abhängig von Betriebsparametern des Energiespeichers verändert werden.

[0017] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann in einem bestimmungsgemäßen Einbauzustand die zweite Durchlassvorrichtung oberhalb der ersten Durchlassvorrichtung angeordnet sein. Vorteilhaft kann durch Gravitationswirkung im Betrieb eine Strömung innerhalb des Gehäuses von der Oberseite des Gehäuses zum Boden des Gehäuses erzeugt werden, mit der sowohl Aufbau wie auch Abbau des erstarrten Speichermediums im ersten Speicherbereich gut kontrollierbar sind.

[0018] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann wenigstens eine der Durchlassvorrichtungen im zweiten Speicherbereich angeordnet sein. Dieser ist dazu vorgesehen, in der gesamten regulären Betriebsphase des Energiespeichers flüssiges Speichermedium zu beinhalten, so dass gewährleistet ist, dass die erste Durchlassvorrichtung stets mit flüssigem Speichermedium beaufschlagt werden kann, wenn diese zum Herausleiten des Speichermediums vorgesehen ist.

[0019] Zweckmäßigerweise kann die zweite Durchlassvorrichtung ebenfalls innerhalb des zweiten Speicherbereichs, im flüssigen Speichermedium, vorgesehen sein.

[0020] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die zweite Durchlassvorrichtung in einem im Betrieb speichermedienfreien Bereich im Gehäuse angeordnet sein. In diesem Fall kann die zweite Durchlassvorrichtung wie eine Dusche über dem zweiten Speicherbereich wirken, wenn durch diese Speichermedium eingeleitet wird und durch die erste Durchlassvorrichtung Speichermedium herausgeleitet wird. Denkbar ist auch eine Kombination von Segmenten der zweiten Durchlassvorrichtung, die sowohl innerhalb des zweiten Speicherbereichs als auch im speichermedienfreien Bereich angeordnet sind.

[0021] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung können die erste und/oder zweite Durchlassvorrichtung einen Durchlassabschnitt mit Durchlassöffnungen für das Speichermedium aufweisen, die insbesondere äquidistant entlang einer Längserstreckung des Durchlassabschnitts verteilt sein können. Auf diese Weise kann ein homogener Wärmeeintrag in das Speichermedium sowie eine homogene Entnahme des flüssigen Speichermediums aus dem zweiten Speicherbereich erreicht werden und so der Abbau und der Aufbau des erstarrten Speichermediums im ersten Speicherbereich besonders genau vorgegeben werden.

[0022] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die erste Durchlassvorrichtung einen Durchlassabschnitt aufweisen, der um den ersten Speicherbereich gelegt sein kann. Dies erlaubt, besonders mit äquidistanten Durchlassöffnungen im Durchlassabschnitt, eine homogene Entnahme des flüssigen Speichermediums aus dem zweiten Speicherbereich

oder eine homogene Zuführung des flüssigen Speichermediums in den zweiten Speicherbereich. Denkbar ist auch, zusätzlich den Durchlassabschnitt der zweiten Durchlassvorrichtung benachbart zum oberen Ende der Längserstreckung des ersten Speicherbereichs um den ersten Speicherbereich zu legen. Günstig ist, wenn die erste und/oder zweite Durchlassvorrichtung dabei insbesondere der Gehäuseform folgen. Zweckmäßig ist, wenn ein größerer Abstand zum ersten Speicherbereich vorgesehen ist als zur Gehäusewand.

[0023] Mit Vorteil können Öffnungen in der ersten und/oder zweiten Durchlassvorrichtung zur Gehäusewand gerichtet sein. Bei einer Entnahme von Speichermedium durch die entsprechende Durchlassvorrichtung kann erreicht werden, dass das Speichermedium dann frei von fester Phase ist und die Durchlassvorrichtung nicht mit fester Phase verstopft..

[0024] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die zweite Durchlassvorrichtung oberhalb des ersten Speicherbereichs angeordnet sein und der Durchlassabschnitt der zweiten Durchlassvorrichtung einen Querschnitt des ersten Speicherbereichs wenigstens bereichsweise überlappen. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die zweite Durchlassvorrichtung in einem speichermedienfreien Bereich im Gehäuse angeordnet sein kann.

[0025] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann der Durchlassabschnitt der zweiten Durchlassvorrichtung an eine Form des Querschnitts des ersten Speicherbereichs angepasst sein. Damit kann die Strömung innerhalb des Speichermediums homogener gestaltet werden, was günstig für den Aufbau und den Abbau der festen Phase des Speichermediums ist.

[0026] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die zweite Durchlassvorrichtung zum Einleiten der flüssigen Phase in das Gehäuse vorgesehen sein und die erste Durchlassvorrichtung zum Herausleiten der flüssigen Phase aus dem Gehäuse vorgesehen sein. Dies ergibt eine günstige Strömung der in das Speichermedium eingeleiteten Wärme.

[0027] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann eine Umschaltvorrichtung vorgesehen sein, um eine Strömungsrichtung der flüssigen Phase des Speichermediums in der Strömungsverbindung zwischen erster und zweiter Durchlassvorrichtung vorzugeben, insbesondere abhängig von Betriebsparametern des Energiespeichers vorzugeben. Die Einleitung von Wärme kann flexibel angepasst werden. Günstigerweise kann ein derartiger wechselnder Betrieb abhängig von Temperatur und/oder Dichte des flüssigen Speichermediums im Energiespeicher erfolgen.

[0028] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die feste Phase des Speichermediums im ersten Speicherbereich im Wesentlichen als Monolith ausgebildet sein. Bei quaderförmigen Gehäusen kann die feste Phase beispielsweise einen quaderförmigen Raum einnehmen sein, während bei zylindrischen Gehäusen die feste Phase einen zylindrischen Raum einnehmen kann. Dies ermöglicht eine besonders einfache Steuerung von Abbau und Aufbau von erstarrtem Speichermedium im ersten Speicherbereich. Der Querschnitt der festen Phase kann vorteilhaft durch einen Entzugswärmetauscher im ersten Speicherbereich gesteuert werden.

[0029] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann der erste Speicherbereich so ausgebildet sein, dass die feste Phase des Speichermediums am Ende einer vorgegebenen Erstarrungsphase konzentrische Schalen bildet, die durch flüssige Phase beabstandet sind. In diesem Fall ragt der zweite Speicherbereich in den ersten Speicherbereich hinein. Die Schalen können in sich geschlossen sein oder auch durch beabstandete Segmente gebildet sein. Eine solche Konfiguration des erstarrten Speichermediums kann durch geeignete Variation der Abstände von Wärmetauscherrohren und der Lagen des Entzugswärmetauschers generiert werden, bei dem das Erstarren des Speichermediums räumlich gesteuert erfolgen kann, z.B. in jedem Zylinder von innen nach außen. Das Abschmelzen des Speichermediums kann umgekehrt von außen nach innen erfolgen.

[0030] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die Strömungsverbindung von erster und zweiter Durchlassvorrichtung einen Wärmetauscher, insbesondere einen Plattenwärmetauscher, umfassen. Ein derartiger Wärmetauscher kann Abwärme, beispielsweise aus einem mit dem Energiespeicher versorgten Gebäude, aufnehmen und dem Speichermedium in der Verbindung zuführen.

[0031] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann der zweite Speicherbereich zwischen Gehäuse und erstem Speicherbereich angeordnet sein. Vorteilhaft ist der erste Speicherbereich vom zweiten Speicherbereich umgeben. Der erste Speicherbereich kann auf dem Boden des Gehäuses aufstehen oder davon beabstandet sein, so dass unter dem ersten Speicherbereich flüssiges Speichermedium vorhanden sein kann.

[0032] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung kann die erste Durchlassvorrichtung beabstandet vom Gehäuse angeordnet sein. Dadurch kann die erste Durchlassvorrichtung gegen die Umgebung des Gehäuses besser isoliert sein.

Zeichnung

[0033] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Figuren sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0034] Es zeigen beispielhaft:

[0035] Fig. 1 in Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit erstem und zweitem Speicherbereich und einem Entzugswärmetauscher im ersten Speicherbereich;

[0036] Fig. 2 in Schnittdarstellung das Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 1 mit zylinderförmiger fester Phase des Speichermediums im ersten Speicherbereich,

[0037] Fig. 3 eine Variante des Ausführungsbeispiels aus Fig. 2 mit fester Phase des Speichermediums in konzentrischen Zylindern im ersten Speicherbereich,

[0038] Fig. 4 in Draufsicht eine Variante einer Anordnung einer ersten Durchlassvorrichtung und einer zweiten Durchlassvorrichtung in einem Gehäuse.

Ausführungsformen der Erfindung

[0039] In den Figuren sind gleichartige oder gleichwirkende Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0040] Im Folgenden verwendete Richtungsterminologie mit Begriffen wie „links“, „rechts“, „oben“, „unten“, „davor“, „dahinter“, „danach“ und dergleichen dient lediglich dem besseren Verständnis der Figuren und soll in keinem Fall eine Beschränkung der Allgemeinheit darstellen. Die dargestellten Komponenten und Elemente, deren Auslegung und Verwendung können im Sinne der Überlegungen eines Fachmanns variieren und an die jeweiligen Anwendungen angepasst werden.

[0041] Fig. 1 zeigt in Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines Energiespeichers **100** nach der Erfindung. Der Energiespeicher **100** weist ein beispielsweise im Erdreich vergrabenes Gehäuse **10** auf mit einem Deckel **12** und einem Boden **14** auf. In dem Deckel **12** ist eine Einstiegsöffnung **18** angeordnet, welche das Betreten des Gehäuses **10** erlaubt. Das Gehäuse **10** kann als Zylinder mit einer kreisförmigen Seitenwand **16** ausgebildet sein. Denkbar sind jedoch auch andere Querschnitte des Gehäuses **10**.

Der Deckel **12** ist mit einer Stütze **15** gegen den Boden **14** abgestützt. Bei kleineren Größen kann auf die Stütze verzichtet werden. Die Stütze **15** erlaubt insbesondere ein Befahren des Deckels **12**, etwa auf einem Parkplatz oder dergleichen. Das Gehäuse **10** kann insbesondere aus Beton gebildet sein.

[0042] Im Gehäuse **10** ist ein Speichermedium **50** bis zu einem vorgegebenen Pegel **11** eingefüllt. Darüber ist ein speichermedienfreier Speicherbereich **76** angeordnet, der die Gefahr eines Berstens des Gehäuses **10** beim Erstarren des Speichermediums **50** verringert. Das Speichermedium **50** kann beispielsweise Wasser sein, das bei geringen Temperaturen zu Eis erstarrt und dabei latente Wärme freigibt und beim Aufschmelzen aufnimmt.

[0043] Unterhalb des Pegels **11** ist ein erster Speicherbereich **72** vorgesehen, der im Betrieb bestimmungsgemäß eine feste Phase **52** des Speichermediums **50** beinhaltet, und ein zweiter Speicherbereich **74** für die flüssige Phase **54** des Speichermediums **50**, der den ersten Speicherbereich **72** umgibt.

[0044] Das Volumen der festen Phase **52** des Speichermediums **50** variiert von einem verschwindenden Minimum, wenn gar keine feste Phase **52** vorhanden ist, bis zu einem Maximum, wenn eine maximale Menge des Speichermediums **50** in die feste Phase **52** übergegangen ist. Dabei ist die Auslegung des Energiespeichers zweckmäßigerweise so gewählt, dass auch dann immer noch flüssige Phase **54** um den ersten Speicherbereich **72** auch im entladenen Zustand des Energiespeichers **100** vorhanden ist.

[0045] Innerhalb des ersten Speicherbereichs **72** ist ein Entzugswärmetauscher **60** angeordnet, der mehrere übereinander angeordnete, nicht näher bezeichnete Lagen aufweist, auf denen Wärmetauscherrohre **62** spiralförmig gewickelt sind, die von einem Wärmeträgermedium durchströmt sind. Ein solcher Entzugswärmetauscher ist beispielsweise aus der EP 1 807 672 B1 bekannt. Der Entzugswärmetauscher **60** ist beispielsweise mit einer Wärmepumpe gekoppelt und stellt Wärme bereit. Im Betrieb des Entzugswärmetauschers **60** gelingt ein ganz kontrolliertes Aufbauen und Abbauen der festen Phase **52** im ersten Speicherbereich **72**.

[0046] Der erste Speicherbereich **72** weist eine Längserstreckung **20** mit einem unteren Ende **22** nahe des Bodens **14** und einem gegenüberliegenden oberen Ende **24**. Der erste Speicherbereich **72** weist eine Querschnitt **78** auf, der durch den Entzugswärmetauscher **60** bestimmt ist.

[0047] Benachbart zum unteren Ende **22** ist eine erste Durchlassvorrichtung **30** vorgesehen, während benachbart zum gegenüberliegenden Ende **24** der Längserstreckung **20** eine zweite Durchlassvorrichtung

tung **40** vorgesehen ist. Die erste Durchlassvorrichtung **30** umfasst einen Durchlassabschnitt **32**, der in diesem Beispiel als gekrümmtes Rohr ausgebildet ist. Bei quaderförmigen Gehäusen kann auch das Rohr auch dem Querschnitt des quaderförmigen Gehäuses folgen. Die zweite Durchlassvorrichtung **40** umfasst ebenso einen Durchlassabschnitt **42**, der als gekrümmtes Rohr ausgebildet ist.

[0048] Der Durchlassabschnitt **32** der ersten Durchlassvorrichtung **30** mit den äquidistanten Öffnungen kann für eine sichere eisfreie Entnahme zur Gehäusewand **16** ausgerichtet werden. Die Rohre können jeweils als Rohrsegmente, z.B. Halbkreise, ausgebildet sind, die an ihren Enden verschlossen sind, oder die Rohre können in sich geschlossen sein, z.B. einen Vollkreis bilden oder nahezu einen Vollkreis bilden. Entlang der Längserstreckung der Rohre können jeweils äquidistante Öffnungen für das flüssige Speichermedium **54** vorgesehen sein.

[0049] Durch die erste Durchlassvorrichtung **30** wird zumindest in einem Betriebsmode im Speicherbetrieb flüssige Phase **54** des Speichermediums **50** aus dem zweiten Speicherbereich **74** entnommen und durch die zweite Durchlassvorrichtung **40** wieder zugeführt. Außerhalb des Gehäuses **10** sind erste Durchlassvorrichtung **30** und zweite Durchlassvorrichtung **40** strömungsmäßig mittels einer Strömungsverbindung **80** verbunden. In der Strömungsverbindung **80** zwischen erster Durchlassvorrichtung **30** und zweiter Durchlassvorrichtung **40** ist ein Wärmetauscher **90**, beispielsweise ein Plattenwärmetauscher, angeordnet, der vorteilhaft Wärme, insbesondere Abwärme eines Gebäudes oder dergleichen, in das in der Strömungsverbindung **80** fließende Speichermedium **50** eintragen kann.

[0050] Das flüssige Speichermedium **50** kann mittels einer Förderpumpe **82** über die erste Durchlassvorrichtung **30** in dem zweiten Speicherbereich **74** zur zweiten Durchlassvorrichtung **40** gefördert werden.

[0051] Die Strömungsverbindung **80** ist in den Figuren beispielhaft durch die Gehäusewand **16** geführt. Die üblichen Leitungen zu den Durchlassvorrichtungen **30**, **40** wie auch zum Entzugswärmetauscher **60** können jedoch zweckmäßigerweise durch den Deckel **12** des Gehäuses **10** geführt oder an anderer geeigneter Stelle vorgesehen sein.

[0052] Im bestimmungsgemäßen Einbauzustand ist die zweite Durchlassvorrichtung **40** oberhalb der ersten Durchlassvorrichtung **30** angeordnet, so das erwärmtes Speichermedium **50** im Gehäuse **10** von oben nach unten strömen kann. Die Strömung ist vorteilhaft zum Steuern des Aufbaus und Abbaus der festen Phase **52**. Die zweite Durchlassvorrichtung **40** ist in diesem Beispiel unterhalb des Pegels **11** des Speichermediums **50** angeordnet.

[0053] Prinzipiell kann der Betrieb auch umgekehrt erfolgen, so dass ein wechselnder Betrieb abhängig von Temperatur und Dichte des Speichermediums **50** im Gehäuse **10** erfolgen kann. Um die Strömungsrichtung umzukehren, kann eine Umkehrvorrichtung **84** vorgesehen sein, so dass durch die erste Durchlassvorrichtung **30** Speichermedium **50** eintreten und durch die zweite Durchlassvorrichtung **40** Speichermedium herausgeleitet werden kann. Dies kann beispielsweise über eine Pumpe mit Drehrichtungsumkehr erfolgen.

[0054] Fig. 2 zeigt in Schnittdarstellung das Ausführungsbeispiel des Energiespeichers **100** der Erfindung nach Fig. 1, bei dem der Entzugswärmetauscher **60** eine vorgesehene maximale Menge des Speichermediums **50** in die feste Phase **52** überführt hat. Zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen wird zur Beschreibung der einzelnen Komponenten des Energiespeichers **100** auf Fig. 1 verwiesen.

[0055] Mit dem verwendeten Entzugswärmetauscher **60** gelingt ein gesteuertes Wachstum der festen Phase **52** um die Wärmetauscherrohre **62** (Fig. 1) des Entzugswärmetauschers **60**, die schließlich zusammenwächst, wobei die feste Phase **52** von innen nach außen wächst. Die feste Phase **52** des Speichermediums **50** bildet mit dem beschriebenen Entzugswärmetauscher **60** einen Monolithen, in dem der Entzugswärmetauscher **60** angeordnet ist.

[0056] Fig. 3 zeigt eine Variante des Ausführungsbeispiels aus Fig. 2. Zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen wird zur Beschreibung der einzelnen Komponenten des Energiespeichers **100** auf Fig. 1 verwiesen.

[0057] In der dargestellten Variante bildet sich die feste Phase **52** des Speichermediums **50** nicht als monolithischer Block wie in Fig. 2 aus, sondern als konzentrische Schalen **73**, beispielsweise als konzentrische Zylinder. Dies kann erreicht werden, indem die Wärmetauscherrohre **62** (Fig. 1) des Entzugswärmetauschers **60** in geeigneter Weise in ihren Abständen variiert werden.

[0058] Bei dieser Variante kann es sehr vorteilhaft sein, die zweite Durchlassvorrichtung **40** im speichermedienfreien Speicherbereich **76** anzuordnen und das erwärmte Speichermedium **50** durch diese in das Gehäuse **10** einzulassen.

[0059] Fig. 4 zeigt in Draufsicht eine Variante einer Anordnung der ersten Durchlassvorrichtung **30** und der zweiten Durchlassvorrichtung **40**, wie sie für die Ausgestaltung in Fig. 3 günstig ist.

[0060] Die erste Durchlassvorrichtung **30** ist aus einem Durchlassabschnitt **32** aus einem nahezu geschlossen-kreisförmig gebogenen Rohr gebildet, das

beabstandet zum Gehäuse **10** im zweiten Speicherbereich **74** angeordnet ist. Die zweite Durchlassvorrichtung **40** ist aus einem Durchlassabschnitt **42** aus einem nahezu geschlossen-kreisförmig gebogenen Rohr gebildet, und zwar so, dass dieses innerhalb des Querschnitts des ersten Speicherbereichs **72** und oberhalb davon im speichermedienfreien Speicherbereich angeordnet ist. Tritt warmes Speichermedium **50** aus der zweiten Durchlassvorrichtung **40** aus, kann dieses zu beiden Seiten der konzentrischen Zylinder in dem ersten Speicherbereich **72** fließen, was für die Steuerung des Wachstums der festen Phase **52** vorteilhaft ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2686633 A1 [0002]
- EP 1807672 B1 [0045]

Patentansprüche

1. Energiespeicher (100) mit einem Gehäuse (10), das ein bei einem Phasenübergang latente Wärme aufweisendes Speichermedium (50) umgibt, das im Betrieb bestimmungsgemäß zum Erstarren in eine feste Phase (52) und zum Schmelzen in eine flüssige Phase (54) vorgesehen ist, mit einem ersten Speicherbereich (72) im Inneren des Gehäuses (10), der zumindest zeitweise für die feste Phase (52) des Speichermediums (50) vorgesehen ist, mit einem zweiten Speicherbereich (74) im Inneren des Gehäuses (10), der für die flüssige Phase (54) des Speichermediums (50) vorgesehen ist, wenn feste Phase (52) im ersten Speicherbereich (72) vorhanden ist, gekennzeichnet durch eine erste Durchlassvorrichtung (30) für die flüssige Phase (54) und eine zweite Durchlassvorrichtung (40) für die flüssige Phase (54), wobei die erste Durchlassvorrichtung (30) und die zweite Durchlassvorrichtung (40) außerhalb des ersten und zweiten Speicherbereichs (72, 74) mittels einer Strömungsverbindung (80) strömungsmäßig verbunden sind und wobei eine der Durchlassvorrichtungen (40, 30) zum Einleiten von flüssiger Phase (54) in das Gehäuse (10) und die andere der Durchlassvorrichtungen (30, 40) zum Herausleiten von flüssiger Phase (54) aus dem Gehäuse (10) vorgesehen ist.

2. Energiespeicher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Speicherbereich (72) eine Längserstreckung (20) aufweist und dass die erste Durchlassvorrichtung (30) benachbart zu einem ersten Ende (22) der Längserstreckung (20) und die zweite Durchlassvorrichtung (40) benachbart zu einem gegenüberliegenden Ende (24) der Längserstreckung (20) angeordnet ist.

3. Energiespeicher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem bestimmungsgemäßen Einbauzustand die zweite Durchlassvorrichtung (40) oberhalb der ersten Durchlassvorrichtung (30) angeordnet ist.

4. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine der Durchlassvorrichtungen (30, 40) im zweiten Speicherbereich (74) angeordnet ist.

5. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Durchlassvorrichtung (40) in einem im Betrieb speichermedienfreien Bereich (76) im Gehäuse (10) angeordnet ist.

6. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und/oder zweite Durchlassvorrichtung (30, 40)

einen Durchlassabschnitt (32, 42) mit Durchlassöffnungen für das Speichermedium (50) aufweist, die insbesondere äquidistant entlang einer Längserstreckung des Durchlassabschnitts (32, 42) verteilt sind.

7. Energiespeicher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchlassabschnitt (32) der ersten Durchlassvorrichtung (30) um den ersten Speicherbereich (72) gelegt ist.

8. Energiespeicher nach Anspruch 6 der 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Durchlassvorrichtung (40) oberhalb des ersten Speicherbereichs (72) angeordnet ist und der Durchlassabschnitt (42) der zweiten Durchlassvorrichtung (40) einen Querschnitt (78) des ersten Speicherbereichs (72) wenigstens bereichsweise überlappt.

9. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchlassabschnitt (42) der zweiten Durchlassvorrichtung (40) an eine Form des Querschnitts (78) des ersten Speicherbereichs (72) angepasst ist.

10. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Durchlassvorrichtung (40) zum Einleiten der flüssigen Phase (54) in das Gehäuse (10) vorgesehen ist und die erste Durchlassvorrichtung (30) zum Herausleiten der flüssigen Phase (54) aus dem Gehäuse (10) vorgesehen ist.

11. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Umschaltvorrichtung (84) vorgesehen ist, um eine Strömungsrichtung der flüssigen Phase (54) des Speichermediums (50) in der Strömungsverbindung (80) zwischen erster und zweiter Durchlassvorrichtung (30, 40) vorzugeben, insbesondere abhängig von Betriebsparametern des Energiespeichers vorzugeben.

12. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die feste Phase (52) des Speichermediums (50) im ersten Speicherbereich (72) im Wesentlichen als Monolith ausgebildet ist.

13. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Speicherbereich (72) so ausgebildet ist, dass die feste Phase (52) des Speichermediums (50) am Ende einer vorgegebenen Erstarrungsphase konzentrische Schalen (73) bildet, die durch flüssige Phase (54) beabstandet sind.

14. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsverbindung (80) von erster Durchlassvorrichtung (30) und zweiter Durchlassvorrichtung (40)

einen Wärmetauscher (90), insbesondere einen Plattenwärmetauscher, umfasst.

15. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Speicherbereich (74) zwischen Gehäuse (10) und erstem Speicherbereich (72) angeordnet ist.

16. Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Durchlassvorrichtung (30) beabstandet vom Gehäuse (10) angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

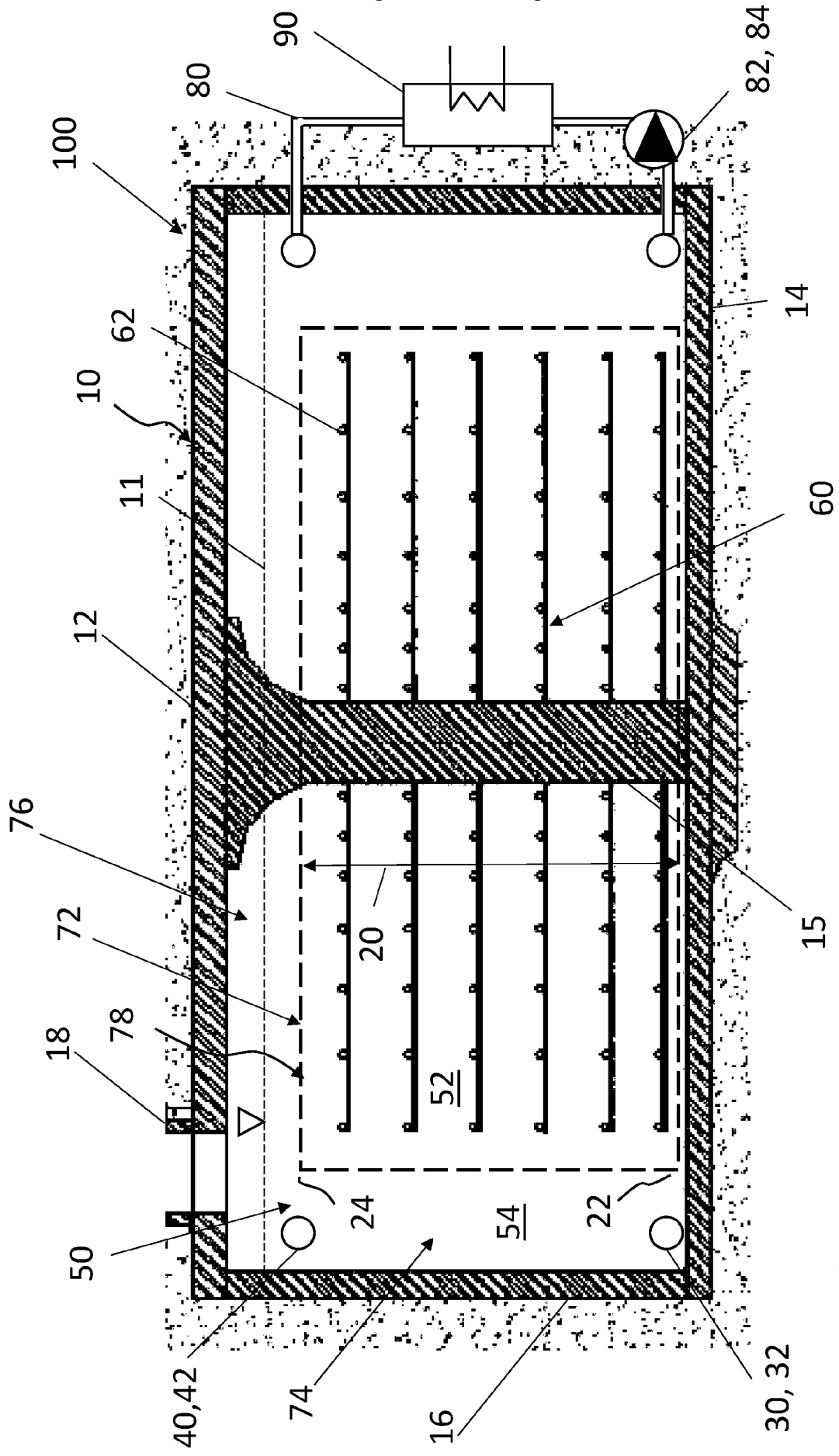


Fig. 1

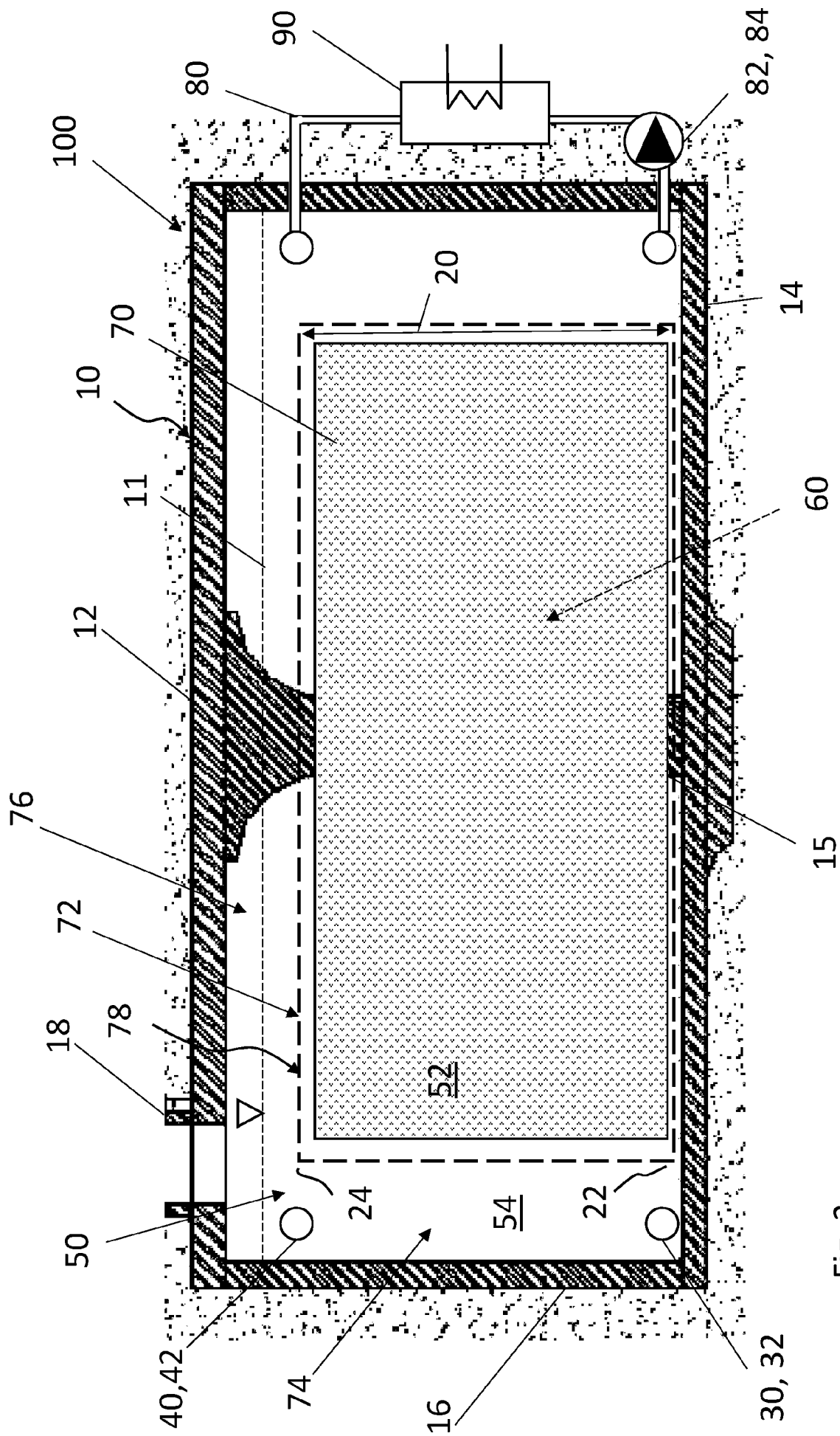


Fig. 2

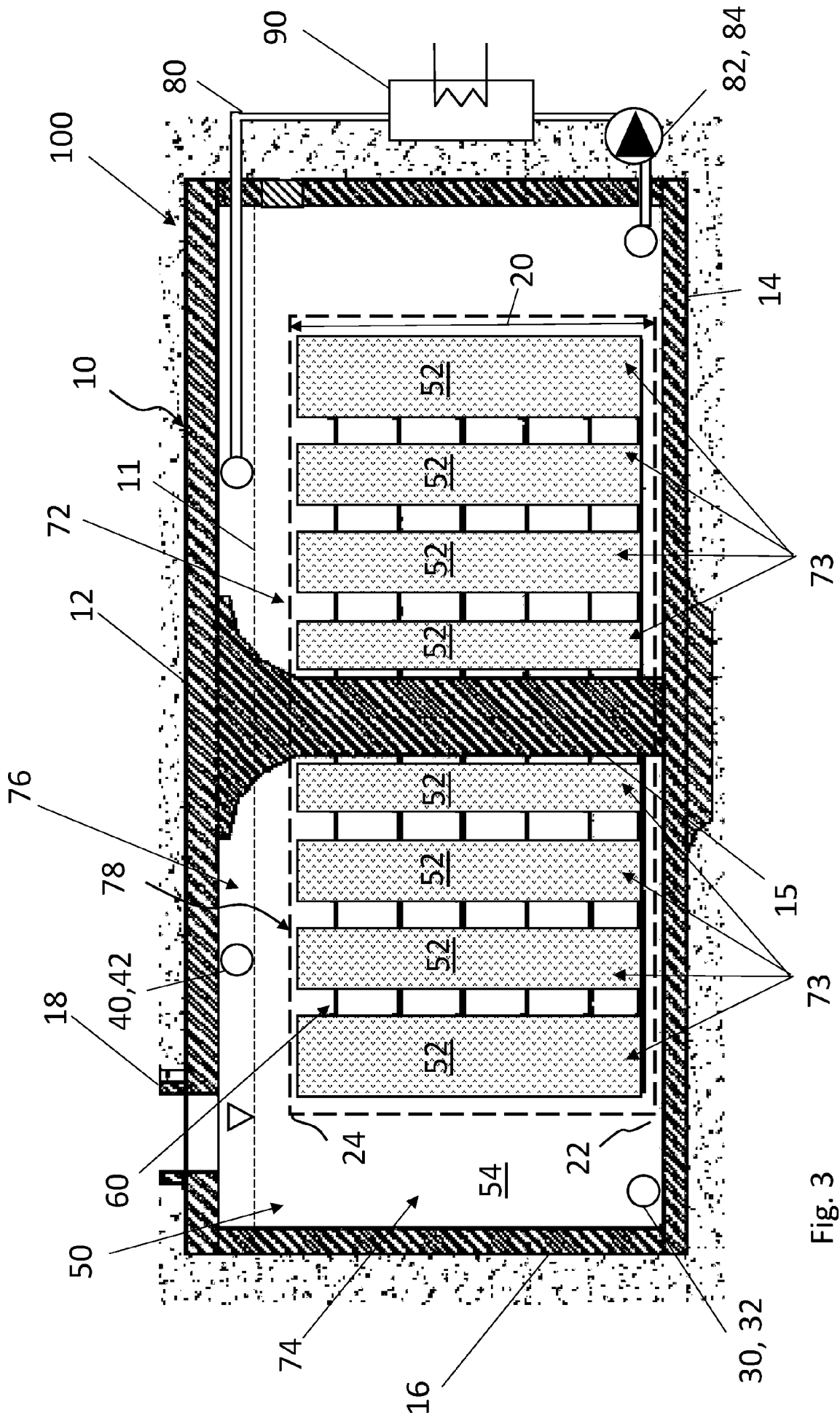


Fig. 3

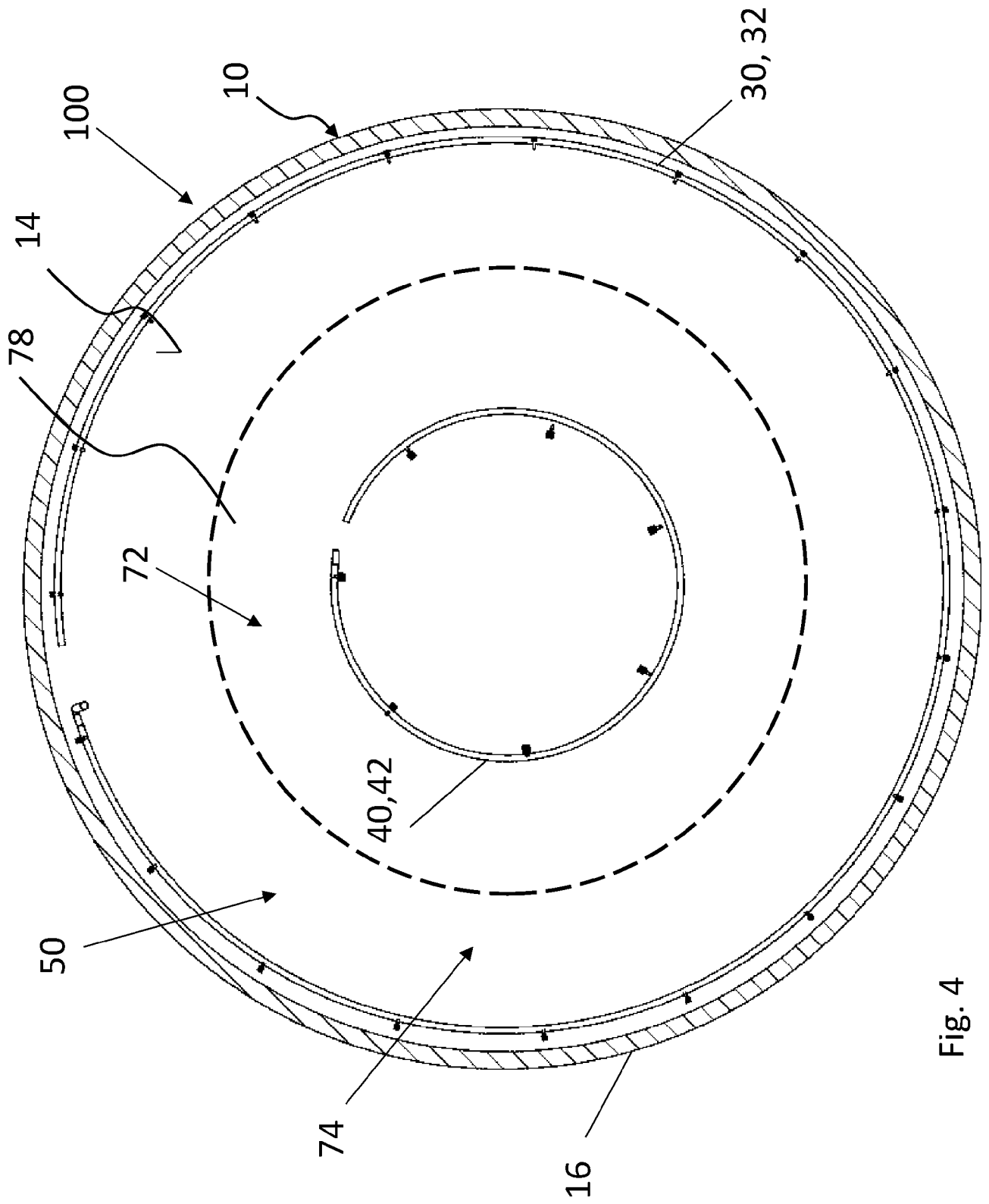


Fig. 4