(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 522369 B1 2020-10-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50097/2020
(22) Anmeldetag: 10.02.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2020

(51) Int. Cl.: ***F24H 1/20*** (2006.01)
F24H 9/20 (2006.01)

(30) Priorität:
26.02.2019 AT GM 50023/2019 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2888546 A
FR 2869245 A1
YU 21703 A

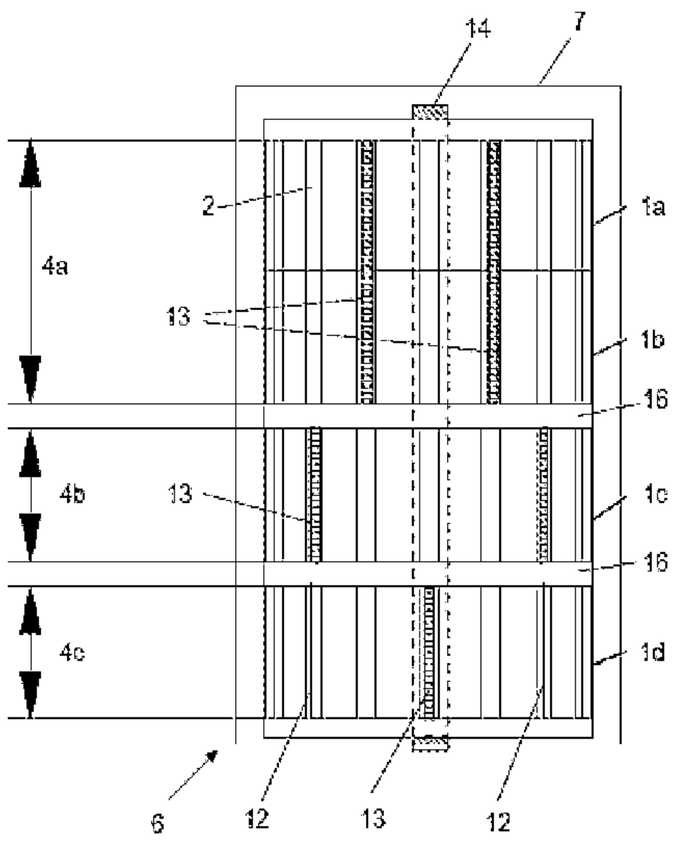
(73) Patentinhaber:
Gratz Michael
8055 Graz (AT)
Pink Werner
8665 Langenwang (AT)

(72) Erfinder:
Gratz Michael
8055 Graz (AT)
Pink Werner
8665 Langenwang (AT)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) **Elektrischer Heizstab und Energiespeicher**

(57) Ein elektrischer Heizstab (6) für einen Energiespeicher (11) weist unabhängig voneinander ansteuerbare Heizzonen (4a, 4b, 4c) auf, die in Längserstreckung des Heizstabs (6) gesehen nacheinander angeordnet sind, wobei in jeder Heizzone (4a, 4b, 4c) zumindest ein elektrisches Heizelement (13) angeordnet ist und die elektrischen Heizelemente (13) unterschiedlicher Heizzonen unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgbar sind. Jede Heizzone (4a, 4b, 4c) weist zumindest einen Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) aus einem elektrisch isolierenden und gegenüber den von den Heizelementen (13) erzeugten Temperaturen stabilen Material auf, wobei der Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) nach außen offene Längsnuten (2), deren Querschnittsform zur Aufnahme eines Heizelements (13) angepasst ist, und innenliegende Längskanäle (3) zur Führung von Anschlussleitungen (12) aufweist.



AT 522369 B1 2020-10-15

Beschreibung

ELEKTRISCHER HEIZSTAB UND ENERGIESPEICHER

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Heizstab, insbesondere einen Schichtladeheizstab, für einen Energiespeicher, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiters betrifft die vorliegende Erfindung einen Energiespeicher mit einem Innenraum für zu erwärmendes bzw. warmzuhaltendes flüssiges Medium, wobei zumindest ein elektrischer Heizstab im Innenraum des Energiespeichers angeordnet ist.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind elektrisch betriebene Heizstäbe bekannt, die fest an einer bestimmten Einbauposition in einen Warmwasserbehälter oder -speicher eingebracht sind. Der Einbau des Heizstabs erfolgt bei Warmwasserspeichern mit geringem Volumen, die üblicherweise als Hängespeicher bezeichnet werden, vorzugsweise in vertikaler Ausrichtung. Die Heizleistung der Heizstäbe wird dabei immer im Bereich der Einbauposition an das Wasser abgegeben.

[0003] Jedoch ist die Effizienz dieser örtlich fixierten Beheizung stark vermindert, unter anderem aufgrund der Konvektion, die sich anhand des Temperaturgefälles zwischen der Wasserschicht, in die der Heizstab seine Energie abgibt, und den oberen, bereits erwärmten beziehungsweise den unteren, kälteren Wasserschichten einstellt. Dies führt zu einer Entmischung der oberen Wasserschichten und zur Ausbildung einer Mischtemperatur. Bei derartigen Systemen kommt es folglich nicht zu einer Entnahme von Wasser mit der höchsten Temperatur, sondern zur Entnahme von Wasser, das eine unzureichende Temperatur aufweist, wodurch die Anforderungen an Komfort und Hygiene nicht erfüllt sind. Außerdem werden die oberen, bereits erwärmten Wasserschichten wieder abgekühlt.

[0004] Um dem Problem der Schichtentmischung entgegenzuwirken, werden im Stand der Technik Heizstäbe mit entsprechend großer Heizleistung eingesetzt. Durch die kürzere Aufheizzeit wird so die gewünschte Speichertemperatur schneller erreicht und die Zeit, in der Schichtentmischung auftreten kann, verkürzt. Dies hat jedoch zur Folge, dass der Eigenertrag (Nettoenergieertrag) eines entsprechenden Energiespeichersystems entsprechend geschmälert wird, insbesondere wenn die Energieerzeugung von erneuerbaren Energieträgern wie Sonne oder Wind stammt, die, über den Tagesverlauf betrachtet, erheblichen Ertragsschwankungen unterliegen können und ökonomisch nicht auf Spitzenentnahmeleistungen ausgelegt sind. Folglich führen die konventionelle Heizstäben, deren Heizleistung an den Ertrag von diskontinuierlichen Energieerzeugern angepasst wird, wiederum zu einer unerwünscht langen Zeit, in der Schichtentmischung auftreten kann.

[0005] Die aus dem Stand der Technik bekannten, elektrisch betriebenen Heizstäbe sind im Wesentlichen als Widerstandsheizelemente ausgebildet, die sich in ihrem Aufbau unterscheiden. Es gibt Widerstandsheizelemente, die auf einem Basisträgersockel, bevorzugt für eine Flansch- bzw. Einschraubverbindung, aufgebaut sind und einen fix verbauten, sogenannten Tauchheizkörper bilden, der direkt im zu erwärmenden Medium eingebracht ist. Ein Lösen dieser Tauchheizkörpereinheit bzw. ein Austausch erfolgt als Kompletteinheit über den Basisträgersockel, der mit dem Speicher dicht verbunden ist. Somit geht das Lösen bzw. Austauschen der Tauchheizkörpereinheit immer mit der Entleerung des Mediums im Speicher einher. Tauchheizkörper stellen den überwiegenden Anteil der sich am Markt befindlichen Heizstäbe dar. Eine andere Gruppe von Heizstäben bilden die sogenannten Heizpatronen. Sie sind im Gegensatz zum Tauchheizkörper nicht fix an einem Trägersockel angebracht, sondern in ein fix im Speicher verbautes, zum Medium hin geschlossenes Schutzrohr eingeschoben. Der Kontakt der Heizstäbe zum Medium besteht im Gegensatz zum Tauchheizkörper nicht direkt, sondern die Wärmeabgabe erfolgt indirekt über das Schutzrohr. Daher ist ein Lösen bzw. ein Austausch der Heizpatrone möglich, ohne die Dichtheit des Speichers zu beeinträchtigen bzw. das Medium zu entleeren.

[0006] Bei Warmwasserbehältern mit größeren Volumina, die üblicherweise als Standspeicher bezeichnet werden, erfolgt der Einbau des Heizstabs vorzugsweise in horizontaler Ausrichtung.

Auch werden bei diesen Systemen, wenn es die Behältergeometrie ermöglicht, mehrere einzelne Heizstäbe in Einbaupositionen unterschiedlicher Höhe in den Speicher eingebracht. Dies soll obigem Problem der Schichtentmischung entgegenwirken, führt jedoch zu einigen Nachteilen, die mit der erhöhten Anzahl verbauter Heizstäbe einhergehen, beispielsweise der konstruktive Mehraufwand, insbesondere bei der Dämmung des Speichers, die erhöhte Dichtigkeitsproblematik sowie der zusätzliche Revisionsbedarf. Aus der Anmeldung WO2010/031994 ist es bekannt, Tauchheizkörper in unterschiedlicher Höhenlage waagrecht zu verbauen, um zonenweise eine temperaturgeschichtete Beheizung des Speicherinhalts zu ermöglichen. Diese Möglichkeit beschränkt sich jedoch in der Praxis auf einen Standspeicher in einer Heizzentrale, dessen servicebedingte Zugänglichkeit der Tauchheizkörper und dessen optische Gefälligkeit unerheblich sind. Der Einsatz von aus der WO2010/031994 bekannten Tauchheizkörpern in kompakten dezentralen Hängespeichern, die im Wohnbereich verwendet werden, ist aufgrund der angesprochenen Probleme bzw. aufgrund eines dadurch verursachten Mehraufwands jedoch unrealistisch.

[0007] Das Dokument GB 2512024 A offenbart die Erzeugung einer Temperaturschichtbeladung in einem Warmwasserspeicher durch einen Tauchheizkörper, der senkrecht auf einen Trägersockel stehend fix verbaut ist. Die Tauchheizkörperausführung wird einerseits als U- förmige, Seite an Seite gereihte Anordnung von Heizelementen beschrieben, aufgebaut auf einen Trägersockel, um eine einfache getrennte elektrische Anbindung der Heizelemente zu erhalten. Diese Lösung erfordert aufgrund der gegebenen beschränkten Platzsituation eher geringe Abstände der U-Rohre, wodurch es aufgrund einer unvermeidlichen Kalkabscheidung an den Tauchheizkörpern zu einer sogenannten Kalkbrückenbildung über die Reihe an Reihe verbauten Heizstäben kommen kann, was zu einer Beeinträchtigung der Wärmeabgabe führt. Als weitere Ausführung ist in diesem Dokument ein Tauchheizkörper beschrieben, dessen Heizelemente seriell gereiht sind, wobei dessen elektrisch getrennte Anbindung nur schematisch abgebildet ist und eine solche elektrisch getrennte Anbindung aufgrund der notwendigen hitzeisolierten Anbindung zum jeweilig getrennt aktivierbaren Heizelement mit einem erheblichen konstruktiven Mehraufwand verbunden ist.

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen elektrischen Heizstab zur Verfügung zu stellen, der die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest vermindert. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung einen Schichtladeheizstab bereitzustellen, der es ermöglicht, einen Warmwasserbereiter optimal mit Sonnenstrom über den ganzen Tag zu versorgen, ohne die Temperaturschichten des Wassers im Speicher zu verwirbeln und damit den Schichtaufbau der unterschiedlichen Temperaturschichten zu zerstören. Der Heizstab soll besonders für Hängespeicher geeignet sein.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Heizstab mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch einen Energiespeicher mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0010] Der erfindungsgemäße elektrische Heizstab ist zum Einbau in einen Energiespeicher vorgesehen, wodurch der Innenraum des Energiespeichers in unterschiedliche Teilschichtbereiche unterteilt ist und jeder Teilschichtbereich des Energiespeichers von einer Heizzone des elektrischen Heizstabs beheizbar ist. Der erfindungsgemäße elektrische Heizstab weist unabhängig voneinander ansteuerbare Heizzonen auf, die in Längserstreckung des Heizstabs gesehen nacheinander angeordnet sind, wobei in jeder Heizzone zumindest ein elektrisches Heizelement angeordnet ist und die elektrischen Heizelemente unterschiedlicher Heizzonen unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgbar sind. Jede Heizzone weist zumindest einen Trägerkörper aus einem elektrisch isolierenden und gegenüber den von den Heizelementen erzeugten Temperaturen stabilen Material, vorzugsweise Keramik, auf, wobei der Trägerkörper nach außen offene Längsnuten aufweist, deren Querschnittsform zur Aufnahme eines Heizelements angepasst ist. Bevorzugt weist der Trägerkörper auch innenliegende Längskanäle auf.

[0011] Der erfindungsgemäße Schichtladeheizstab ermöglicht es, einen Energiespeicher, z.B. einen Warmwasserbereiter oder Wärmetauscher, optimal mit Sonnenstrom über den ganzen Tag zu versorgen, ohne die Temperaturschichten des Wassers im Speicher zu verwirbeln und damit

zu zerstören. Dadurch wird eine unerwünschte Mischtemperatur der unterschiedlichen Temperaturzonen im Speicher vermieden. Der Schichtladeheizstab ermöglicht, angepasst an die Geometrie des Speichers, eine Temperaturschichtung auch bei geringer Heizleistung von oben nach unten und bietet dadurch den Vorteil bei Betrieb mit erneuerbarer Energie diese optimal zu verwenden und gezielt einzusetzen, ohne die Temperaturen des Warmwassers am Speicheraustritt durch eine Vermischung unterschiedlicher Temperaturzonen im Warmwasserbereiter herabzusetzen.

[0012] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0013] Fig. 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen elektrischen Heizstab in Seitenansicht.

[0014] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen einen Trägerkörper eines erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs in Seitenansicht bzw. Draufsicht.

[0015] Fig. 4, 5 und 6 zeigen schematisch alternative Anordnungen von Heizelementen und Anschlussleitungen von Heizelementen des erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs.

[0016] Fig. 7 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Energiespeicher im Längsschnitt.

[0017] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird nun eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs 6 erklärt. Dieser elektrische Heizstab 6 weist unabhängig voneinander ansteuerbare Heizzonen 4a, 4b, 4c auf, die in Längserstreckung des Heizstabs 6 gesehen nacheinander bzw. in der vorgesehenen vertikalen Einbaulage des Heizstabs 6 in einem Wärmespeicher übereinander angeordnet sind. In jeder Heizzone 4a, 4b, 4c ist zumindest ein elektrisches Heizelement 13 angeordnet, und die elektrischen Heizelemente 13 unterschiedlicher Heizzonen 4a, 4b, 4c sind unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgbar. Jede Heizzone 4a, 4b, 4c weist zumindest einen Trägerkörper 1a, 1b, 1c 1d aus einem elektrisch isolierenden und gegenüber den von den Heizelementen 13 erzeugten Temperaturen stabilen Material auf. Als Material wird vorzugsweise ein Keramikmaterial verwendet. Wie in Fig. 1 ersichtlich, weist beispielhaft die oberste Heizzone 4a zwei übereinander gestapelte modulare Trägerkörper 1a, 1b auf, wogegen die mittlere und die untere Heizzone 4b, 4c jeweils einen Trägerkörper 1c, 1d aufweisen. Zwischen den Trägerkörpern 1b, 1c und 1c, 1d sind Abstandshalter 16 angeordnet, die einerseits die Heizzonen 4a, 4b, 4c trennen und andererseits die Handhabung der Heizelemente 13 bei der Herstellung des elektrischen Heizstabs 6 erleichtern. Wie am besten in den Figuren 2 und 3 anhand des Trägerkörpers 1 ersichtlich, weist der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d nach außen offene Längsnuten 2 auf, deren Querschnittsform zur Aufnahme eines Heizelements 13 angepasst ist. Weiters weist der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d innenliegende Längskanäle 3 und ein Durchgangsloch 15 zur Aufnahme eines Verbindungsstabs 14 auf.

[0018] In der dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs 6 ist das Heizelement 13 von einem spiralförmig gedrehten Heizdraht gebildet, der an seinen Enden Anschlussleitungen 12 aufweist. Der spiralförmig gedrehte Heizdraht, der das Heizelement 13 bildet, kann in Heizdrahtabschnitte unterteilt sein, die durch Verbindungsleitungen 12a (siehe Fig. 4, Fig. 5) miteinander verbunden sind. Bevorzugt sind der spiralförmig gedrehte Heizdraht des Heizelements 13, die Anschlussleitungen 12 und gegebenenfalls die Verbindungsleitungen 12a als ein einziger Draht ausgebildet. Man vermeidet dadurch thermische Probleme an den Verbindungsstellen zwischen Heizelement 13, Anschlussleitungen 12 und Verbindungsleitungen 12a, die bei separaten Teilen aufgrund von Verbindungswiderständen auftreten und bis zum Abschmoren der Elemente führen könnten. Außerdem ist die Herstellung des elektrischen Heizstabs 6 einfacher, wenn der spiralförmig gedrehte Heizdraht 13, die Anschlussleitungen 12 und gegebenenfalls die Verbindungsleitungen 12a als ein einziger Draht ausgebildet sind. Da dieser Draht ein elektrischer Widerstandsdraht ist, werden natürlich auch die Anschlussleitungen 12 und die Verbindungsleitungen 12a erwärmt. Diese Erwärmung ist jedoch gegenüber der Wärmeleistung

des spiralförmig gedrehten Heizdrahts 13 vernachlässigbar, der aus einer Vielzahl an Heizwendeln besteht und dessen Gesamtlänge somit auch ein Vielfaches der linearen Anschlussleitungen 12 und Verbindungsleitungen 12a beträgt. Jeder spiralförmig gedrehte Heizdraht 13 ist in einer Längsnut 2 der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d aufgenommen, woraus der kreisförmige Querschnitt der Längsnut 2 resultiert, wobei der sich vom kreisförmigen Querschnitt nach außen erstreckende Schlitz zur definierten Wärmeabstrahlung dient.

[0019] Der elektrische Heizstab 6 ist als modular aufgebaute Heizpatrone ausgebildet, die im Betrieb in einem Energiespeicher 11 (siehe Fig. 7) in einem Schutzrohr 7 angeordnet ist, um mit dem im Energiespeicher befindlichen flüssigen Medium nicht in direkten Kontakt zu kommen.

[0020] In Fig. 4 ist in Verbindung mit Fig. 1 schematisch die Anordnung der Heizdrähte 13 in verschiedenen Längsnuten 2 und der Anschlussleitungen 12 in verschiedenen Innenkanälen 3 gezeigt, sodass alle Anschlussleitungen 12 voneinander isoliert sind. Alternativ zur dargestellten Anordnung könnten die Anschlussleitungen 12 auch in Längsnuten 2 geführt sein. Verbindungsleitungen 12a sind quer über den Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d geführt. Da die oberste Heizzone 4a zwei übereinander gestapelte Trägerkörper 1a, b aufweist, ist sie doppelt so lang wie die beiden anderen Heizzonen 4b, 4c. Das heißt, dass auch die Heizelemente 13 in Form der Heizdrähte doppelt so lang sind und daher eine höhere Wärmeleistung abgeben. Grundsätzlich bestimmt die Anzahl der modularen Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d die Wärmeleistung und die Teilschichthöhe; die Anzahl der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c, 1d wird daher je nach Bedarf festgelegt. Es sei aber an dieser Stelle erwähnt, dass gemäß der Erfindung zur Längenanpassung auch Trägerkörper vorgesehen sein können, die gar keine Heizelemente aufweisen, sondern nur Verbindungsleitungen 12a oder Anschlussleitungen 12. Ebenso wird nach Bedarf festgelegt, wie viele der vorhandenen Längsnuten 2 mit Heizelementen 13 bestückt werden. Die Anschlussleitungen 12 sind zu Klemmen A, E von Verbindungsstellen 5a, 5b, 5c geführt und an den Verbindungsstellen 5a, 5b, 5c mit einer Steuerungs-/Stromversorgungseinheit 17 verbunden, der weiters Signale von Temperaturfühlern 10a, 10b, 10c zugeführt werden, die nachfolgend noch näher beschrieben werden. Weiters ist die Steuerungs-/Stromversorgungseinheit 17 mit Eingangsanschlüssen 18, 19 für das Wechselstromnetz und Photovoltaik-Strom ausgestattet und weist Rechenmittel auf, um Steuerungsprogramme für die Steuerung des Energiespeichers in Abhängigkeit von den Signalen der Temperaturfühler und gegebenenfalls der Verfügbarkeit von Photovoltaik-Strom abzuarbeiten.

[0021] In Fig. 5 ist schematisch für die oberste Heizzone 4a dargestellt, dass die elektrischen Anschlussleitungen 12 alternativ auch in nicht mit Heizelementen 13 belegten Längsnuten 2 geführt werden können, wobei eine Anschlussleitung 12 in einem innenliegenden Längskanal 3 geführt ist. Die Anschlussleitungen 12 sind zu Klemmen A, E der Verbindungsstelle 5b geführt.

[0022] In Fig. 6 ist schematisch eine weitere Ausführungsform eines im Schutzrohr 7 positionierten Heizstabs 6 dargestellt. Dieser Heizstab 6 weist einen obersten Trägerkörper 1a auf, in dem ein Heizelement 13 in einer Längsnut 2 angeordnet ist, wodurch eine obere Heizzone 4a definiert wird. Im obersten Trägerkörper 1a ist auch eine Verbindungsleitungen 12a in einer Längsnut geführt. Unter dem obersten Trägerkörper 1a ist ein zweiter Trägerkörper 1b angeordnet, der nur eine Verbindungsleitung 12a in einer Längsnut 2 aufweist. Unter der zweiten Trägerkörper 1b ist ein dritter Trägerkörper 1c angeordnet, in dem zwei Heizelemente 13 positioniert sind, wodurch eine untere Heizzone 4b definiert wird. Unter dem dritten Trägerkörper 1c befindet sich noch ein vierter Trägerkörper 1d, der nur zur Führung der elektrischen Anschlussleitungen 12 in Längsnuten 12 dient. Die Anschlussleitungen 12 sind zu Klemmen A, E außerhalb des Heizstabs 6 geführt. Es wird darauf hingewiesen, dass alternativ zur dargestellten Ausführung die elektrischen Anschlussleitungen 12 und Verbindungsleitungen 12a auch in innenliegenden Längskanälen 3 geführt sein könnten.

[0023] Fig. 7 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Energiespeicher 11 im Längsschnitt. Der Energiespeicher weist einen Innenraum 11a für zu erwärmendes bzw. warmzuhaltendes flüssiges Medium auf. Im Innenraum 11a des Energiespeichers 11 befindet sich ein Schutzrohr 7 mit einem Hohlraum 7a, der gegenüber dem Innenraum 11a flüssigkeitsdicht abgedichtet ist. Der elektrische Heizstab 6 ist von der Außenseite des Energiespeichers 11 zugänglich im Hohlraum

7a des Schutzrohrs 7 positioniert. Dadurch ist der Innenraum 7a in unterschiedliche Teilschichtbereiche TS1, TS2, TS3 unterteilt, wobei jeder Teilschichtbereich TS1, TS2, TS3 von einer Heizzone 4a, 4b, 4c des elektrischen Heizstabs 6 beheizbar ist. Weiters ist jeder Teilschichtbereich TS1, TS2, TS3 mit einem Temperaturfühler 10a, 10b, 10c ausgestattet, der die in den Teilschichtbereichen TS1, TS2, TS3 herrschenden Temperaturen TE misst. Die Signale der Temperaturfühler 10a, 10b, 10c werden an die Steuerungs-/Stromversorgungseinheit 17 weitergeleitet. Die Temperaturfühler 10a, 10b, 10c sind in einem Fühlerrohr 9 angeordnet, dass in den Innenraum 11a des Energiespeichers 11 ragt und das zusammen mit dem elektrischen Heizstab 6 auf einem gemeinsamen Flansch 8 angeordnet ist. Das Fühlerrohr 9 kann selbstverständlich auch direkt am Energiespeicher 11 eingeschweißt werden. Zusätzlich kann eine Opferanode, welche hier nicht dargestellt ist, vorgesehen werden. Es ist festzuhalten, dass der Energiespeicher natürlich auch mit aus dem Stand der Technik bekannten Einrichtungen ergänzt werden kann, die hier nicht dargestellt sind, weil sie nicht die Erfindung betreffen, wie z.B. eine Wendel, die zur Warmwasserbereitung über ein hydraulisch zugeführtes Heizmedium dient.

[0024] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen werden nun Funktion und Details des erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs 6 und des Energiespeichers 11 noch näher erläutert.

[0025] Der als Heizpatrone ausgeführte elektrische Heizstab 6 ermöglicht eine vertikal unterschiedliche Beheizung von Warmwasser in einem z.B. als Hängespeicher ausgebildeten Energiespeicher 11. Die Beheizung erfolgt durch eine vertikale temperaturgeschichtete Warmwassererwärmung von oben nach unten in den Teilschichtbereichen TS1, TS2, TS3. Der als eine Einheit ausgeführte elektrische Heizstab 6 kann unterschiedliche Heizzonen 4a, 4b, 4c entlang seiner Länge aktivieren und somit gezielt Teilschichtbereiche TS1, TS2, TS3 im Energiespeicher 11 beheizen. Die unterschiedlich beheizbaren Teilschichtbereiche TS1, TS2, TS3 werden entsprechend dem gewünschten Medium-Volumen ausgelegt. Die Heizzonen 4a, 4b 4c werden entsprechend der benötigten Wärmeleistung und Schichthöhe mit modularen Trägerkörpern 1, 1a, 1b, 1c dimensioniert. Durch die Anzahl aneinander gereihter Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c zu einer entsprechenden Gruppenlänge für diese Heizzone 4a, 4b, 4c und deren Bestückung mit Heizelementen 13 in Form von spiralförmig gedrehten Heizdrähten wird die Heizleistung im jeweiligen Teilschichtbereich TS1, TS2, TS3 bestimmt. Der elektrische Heizstab 6 kann anders als herkömmliche Tauchheizungen auch bei mit Medium voll befülltem Energiespeicher 11 entnommen bzw. getauscht werden. Dabei besteht der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c vorzugsweise aus modular aneinander gereihten Keramikelementen, mit der Möglichkeit die elektrischen Anschlussleitungen 12 der Heizelemente 13 der Heizzonen 4a, 4b, 4c getrennt über innenliegende Längskanäle 3 der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c zu führen. Die getrennt ansteuerbaren Heizzonen 4a, 4b, 4c enthalten Heizelemente 13, vorzugsweise in Form von spiralförmig gedrehten Heizdrähten, die sich an der Außenseite in einer speziell dem spiralgedrehten Heizdraht angepassten Längsnut 2 des Trägerkörpers 1 befinden und genau im jeweiligen Teilschichtbereich TS1, TS2, TS3 für die Schichttemperatur des Mediums im Energiespeicher 11 zuständig sind. Die unterschiedliche Anpassung der Heizleistung passend zum jeweiligen Volumen des Teilschichtbereichs TS1, TS2, TS3 erfolgt durch die modulare Aneinanderreihung der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c entsprechend der jeweiligen Heizleistung und dem zu erwärmenden Teilschichtbereich TS1, TS2, TS3. Die Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c aller Heizzonen-Gruppen 4a, 4b, 4c, die jeweils für sich eine abgeschlossene Heizzone 4a, 4b, 4c darstellen, werden über Verbindungsstäbe 14 vertikal geführt bzw. verbunden und zu einer Heizpatroneneinheit verschraubt. Zur optimalen Anpassung der Teilschichthöhe bzw. Heizzonenleistung können Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c ohne Heizfunktion als Platzhalter mit beliebiger Höhe eingefügt werden. Es können auch Abstandshalter 16 aus Keramik oder dergleichen eingefügt werden. Entgegen dem Stand der Technik sind die Verbindungsstäbe 14, welche im Inneren der Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c geführt werden, vorzugsweise lösbar auf einer bestimmten Länge ausgeführt. Dadurch ist es möglich die modular aufgebaute Heizpatrone vor Ort bzw. geteilt in das Schutzrohr 7 einzuführen, um in Folge erst im Schutzrohr den elektrischen Heizstab 6 als eine Einheit zu verschrauben, was bei längerer Ausführung bzw. geringem Platz für Servicearbeiten von Vorteil ist. Aufgrund der Hitzeentwicklung bei Aktivierung der Heizzonen 4a, 4b, 4c wird vorzugsweise das Material Keramik für die Trägerkörper 1, 1a, 1b, 1c verwendet, da dieses eine sehr hohe Beständigkeit gegenüber den sich einstellenden

Temperaturen aufweist und speziell die Formgebung der Längsnuten 2 zur Aufnahme des Heizdrahtes eine zu starke Erwärmung des Schutzrohres 7 durch einen definierten Abstand zwischen dem Trägerkörper 1 und dem Schutzrohr 7 verhindert. Die elektrisch getrennte Anbindung der Heizelemente 13 mit elektrisch voneinander isolierten Anschlussleitungen 12 zur individuellen Ansteuerung der Erwärmung der Teilschichtbereiche TS1, TS2, TS3 erfolgt mit demselben Draht, der auch als spiralförmig gedrehter Heizdraht in der Längsnut 2 für die schichtweise Beheizung des Mediums im Innenraum 11a des Energiespeichers 11 zuständig ist. Die Anschlussleitungen 12 werden in innenliegenden Längskanälen 3 oder in nicht mit spiralförmig gedrehtem Heizdraht belegten Längsnuten 2 von einer Heizzone 4a, 4b, 4c bis zu den Klemmen A, E von Anschlussstellen 5a, 5b, 5c geführt. Die Verwendung eines Drahtes ohne Unterbrechungsstellen, mit gleichem Durchmesser als Heizdraht 13 und gleichzeitig als elektrische Anschlussleitungen 12, geführt in getrennten innenliegenden Längskanälen 3 bzw. Längsnuten 2 pro Heizzone 4a, 4b, 4c zu den Klemmen A, E der Anschlussstellen5a, 5b, 5c bietet einen optimalen Schutz bezüglich der Hitzeeinwirkung und verhindert dadurch effektiv ein Abschmoren der Anschlussleitungen 12. Die Zusammenführung aller Anschlussleitungen 12 an einer zugänglichen Anschlussstelle 5a, 5b, 5c bzw. Kabelklemmstelle ermöglicht auch ein individuelles Aktivieren der unterschiedlich platzierten Heizzonen 4a, 4b, 4c und somit eine temperaturgeschichtete Warmwasserbereitung. Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen elektrischen Heizstabs 11 gegenüber der bekannten Schichtbeladung mittels U-Form-Tauchheizstäben besteht darin, dass gemäß der Erfindung keine mehrfachgereihten Tauchstäbe mit geringem Abstand voneinander vorhanden sind, die viel eher zu einer Kalkbrückenausbildung neigen als das alleinstehende, mit dem elektrischen Heizstab 6 bestückte Schutzrohr 7. Zusätzlich neigt die Kombination aus dem erfindungsgemäßen elektrischen Heizstab 6 und dem Schutzrohr generell aufgrund der geringeren Heizleistung pro Flächeneinheit zu einer geringeren Kalkabscheidung als das System mit Tauchheizkörpern.

[0026] Die Warmwasserbereitung erfolgt vorzugsweise für einen ca. 140l bis 160l HängeEnergiespeicher 11, da dieser bei durchschnittlicher Warmwasserentnahme über ein angemessenes Speichervolumen sowohl für die Produktion von Warmwasser mit Sonnenstrom als auch über ein jederzeit bereitzustellendes Warmwasser-Komfortvolumen verfügt. Der Energiespeicher 11 wird vorzugsweise in drei Heizzonen 4a, 4b, 4c unterteilt. Die oberste Heizzone 4a heizt den Teilschichtbereich TS1, der das Komfortvolumen bildet, und wird mit einer höheren Heizleistung, vorzugsmäßig bis ca. 1000W, ausgestattet. Die Komfortzone wird vorzugsweise über einen Schaltthermostat bzw. die temperaturgeführte Steuerungs-/Stromversorgungseinheit 17 ständig auf der Sollspeichertemperatur gehalten. Die weiteren Teilschichtbereiche TS2, TS3 werden von zugeordneten weiteren Heizzonen 4b und 4c beheizt, die jeweils mit ca. 500W Heizleistung ausgestattet sind. Die Steuerung dieser zwei weiteren Heizzonen 4b, 4c erfolgt vorzugsweise durch eine sogenannte Photovoltaik-Freigabe, d.h. Freigabe zu Zeiten, an denen mit einer Sonnenstrahlung zu rechnen ist. Die Photovoltaik-Freigabe erfolgt jedoch vorzugsweise seriell, d.h. erst, wenn die zweite Heizzone 4b den ihr zugeordneten Teilschichtbereich TS2 auf Solltemperatur gebracht hat, erfolgt die Freigabe der dritten Heizzone 4c.

Patentansprüche

1. Elektrischer Heizstab (6) für einen Energiespeicher (11), wobei der elektrische Heizstab (6) unabhängig voneinander ansteuerbare Heizzonen (4a, 4b, 4c) aufweist, die in Längserstreckung des Heizstabs (6) gesehen nacheinander angeordnet sind, wobei in jeder Heizzone (4a, 4b, 4c) zumindest ein elektrisches Heizelement (13) angeordnet ist und die elektrischen Heizelemente (13) unterschiedlicher Heizzonen unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Heizzone (4a, 4b, 4c) zumindest einen Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) aus einem elektrisch isolierenden und gegenüber den von den Heizelementen (13) erzeugten Temperaturen stabilen Material aufweist, wobei der Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) nach außen offene Längsnuten (2) aufweist, deren Querschnittsform zur Aufnahme eines Heizelements (13) angepasst ist.
2. Elektrischer Heizstab nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) innenliegende Längskanäle (3) aufweist.
3. Elektrischer Heizstab nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) ein Durchgangsloch (15) zur Aufnahme eines Verbindungsstabs (14) aufweist.
4. Elektrischer Heizstab nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trägerkörper (1, 1a, 1b, 1c) aus einem Keramikmaterial besteht.
5. Elektrischer Heizstab nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heizelement (13) von einem spiralförmig gedrehten Heizdraht gebildet ist.
6. Elektrischer Heizstab nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spiralförmig gedrehte Heizdraht Anschlussleitungen (12) aufweist.
7. Elektrischer Heizstab nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spiralförmig gedrehte Heizdraht in Heizdrahtabschnitte unterteilt ist, die durch Verbindungsleitungen (12a) miteinander verbunden sind.
8. Elektrischer Heizstab nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spiralförmig gedrehte Heizdraht, die Anschlussleitungen (12) und gegebenenfalls die Verbindungsleitungen (12a) als ein einziger Draht ausgebildet sind.
9. Elektrischer Heizstab nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der spiralförmig gedrehte Heizdraht in einer Längsnut (2) des Trägerkörpers (1, 1a, 1b, 1c) aufgenommen ist.
10. Elektrischer Heizstab nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Anschlussleitungen (12) und/oder zumindest eine Verbindungsleitung (12a) in einer Längsnut (2) des Trägerkörpers (1, 1a, 1b, 1c) geführt ist.
11. Elektrischer Heizstab nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Anschlussleitungen (12) und/oder zumindest eine Verbindungsleitung (12a) in einem innenliegenden Längskanal (3) des Trägerkörpers (1, 1a, 1b, 1c) geführt ist.
12. Elektrischer Heizstab nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlussleitungen (12) zu einer elektrischen Verbindungsstelle (5a, 5b, 5c) geführt sind.
13. Energiespeicher (11), mit einem Innenraum (11a) für zu erwärmendes bzw. warmzuhaltendes flüssiges Medium, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (11) zumindest einen elektrischen Heizstab (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweist, wodurch der Innenraum (11a) in unterschiedliche Teilschichtbereiche (TS1, TS2, TS3) unterteilt ist, wobei jeder Teilschichtbereich (TS1, TS2, TS3) von einer Heizzone (4a, 4b, 4c) des elektrischen Heizstabs (6) beheizbar ist.

14. Energiespeicher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Innenraum (11a) des Energiespeichers (11) ein Schutzrohr (7) mit einem Hohlraum (7a) angeordnet ist, der gegenüber dem Innenraum (11a) flüssigkeitsdicht abgedichtet ist, wobei der elektrische Heizstab (6) von der Außenseite des Energiespeichers (11) zugänglich im Hohlraum (7a) des Schutzrohrs (7) positionierbar ist.

15. Energiespeicher nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Teilschichtbereich (TS1, TS2, TS3) mit einem Temperaturfühler (10a, 10b, 10c) ausgestattet ist.

16. Energiespeicher nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperaturfühler (10a, 10b, 10c) in einem im Innenraum (11a) des Energiespeichers (11) angeordneten Fühlerrohr (9) angeordnet sind.

17. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (11) mit einer Steuerungs-/Stromversorgungseinheit (17) ausgestattet ist, der die Signale der Temperaturfühler (10a, 10b, 10c) zugeführt werden, die mit Eingangsanschlüssen (18, 19) für das Stromnetz und/oder Photovoltaik-Strom ausgestattet ist, die mit Stromversorgungsanschlüssen versehen ist, die mit der elektrischen Verbindungsstelle (5a, 5b, 5c) des elektrischen Heizstabs (6) verbunden sind, und die Thermostatschaltungen und/oder mit Rechenmitteln ausgestattet ist, um Steuerungsprogramme für die Steuerung des Energiespeichers in Abhängigkeit von den Signalen der Temperaturfühler und gegebenenfalls der Verfügbarkeit von Photovoltaik- Strom abzuarbeiten.

18. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (11) als Warmwasserbereiter ausgebildet ist.

19. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (11) als Wärmetauscher ausgebildet ist.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

1/6

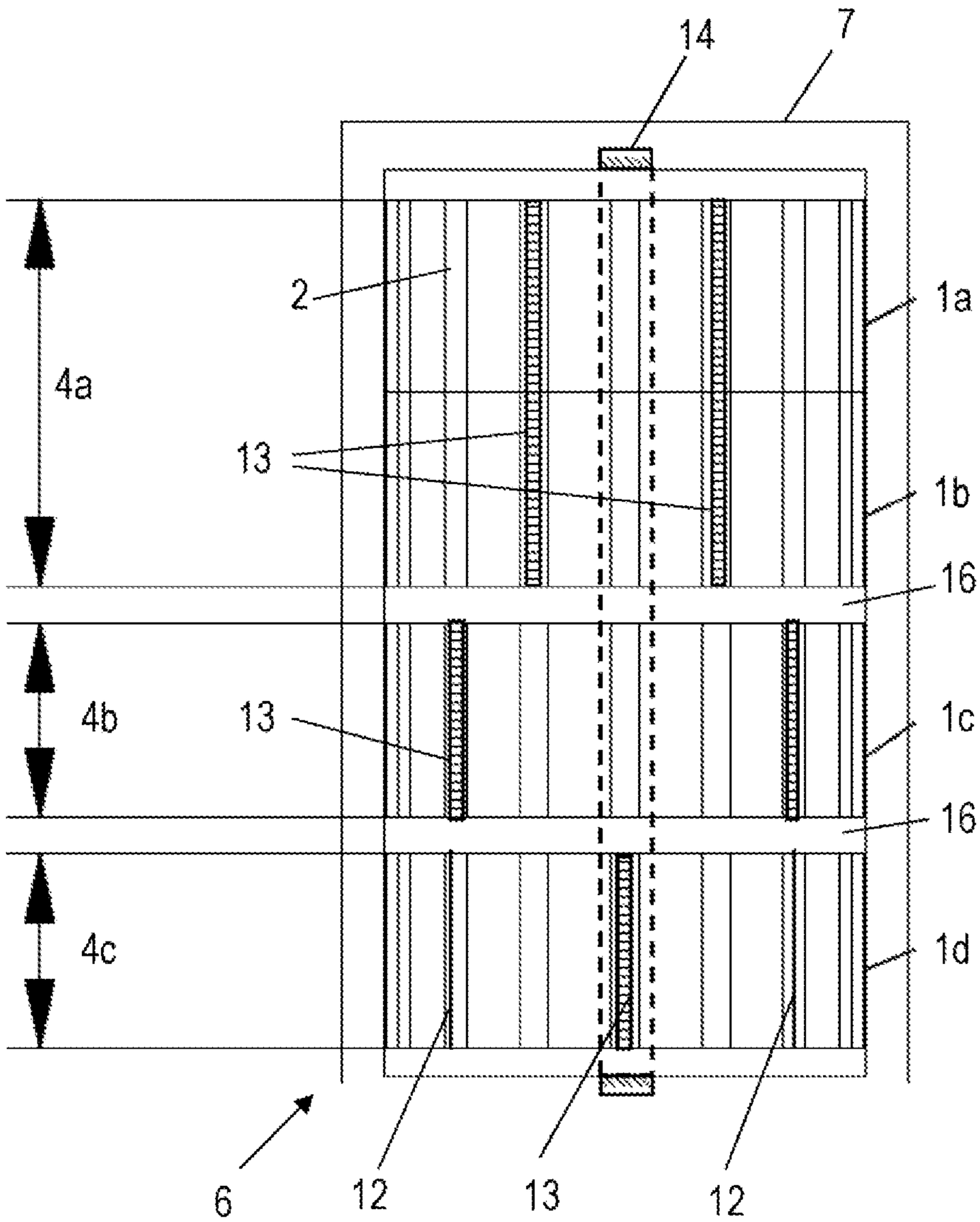


Fig. 1

2/6

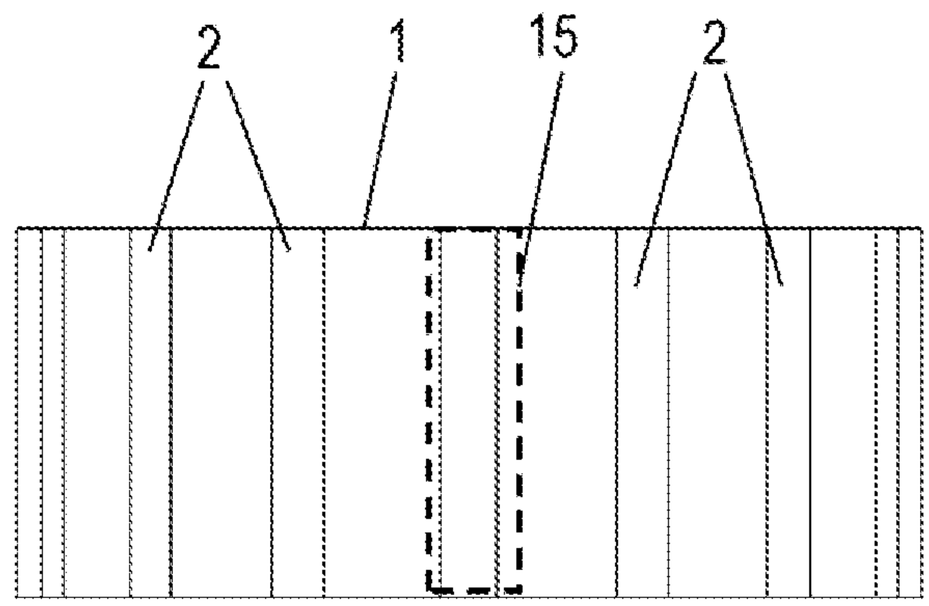


Fig. 2

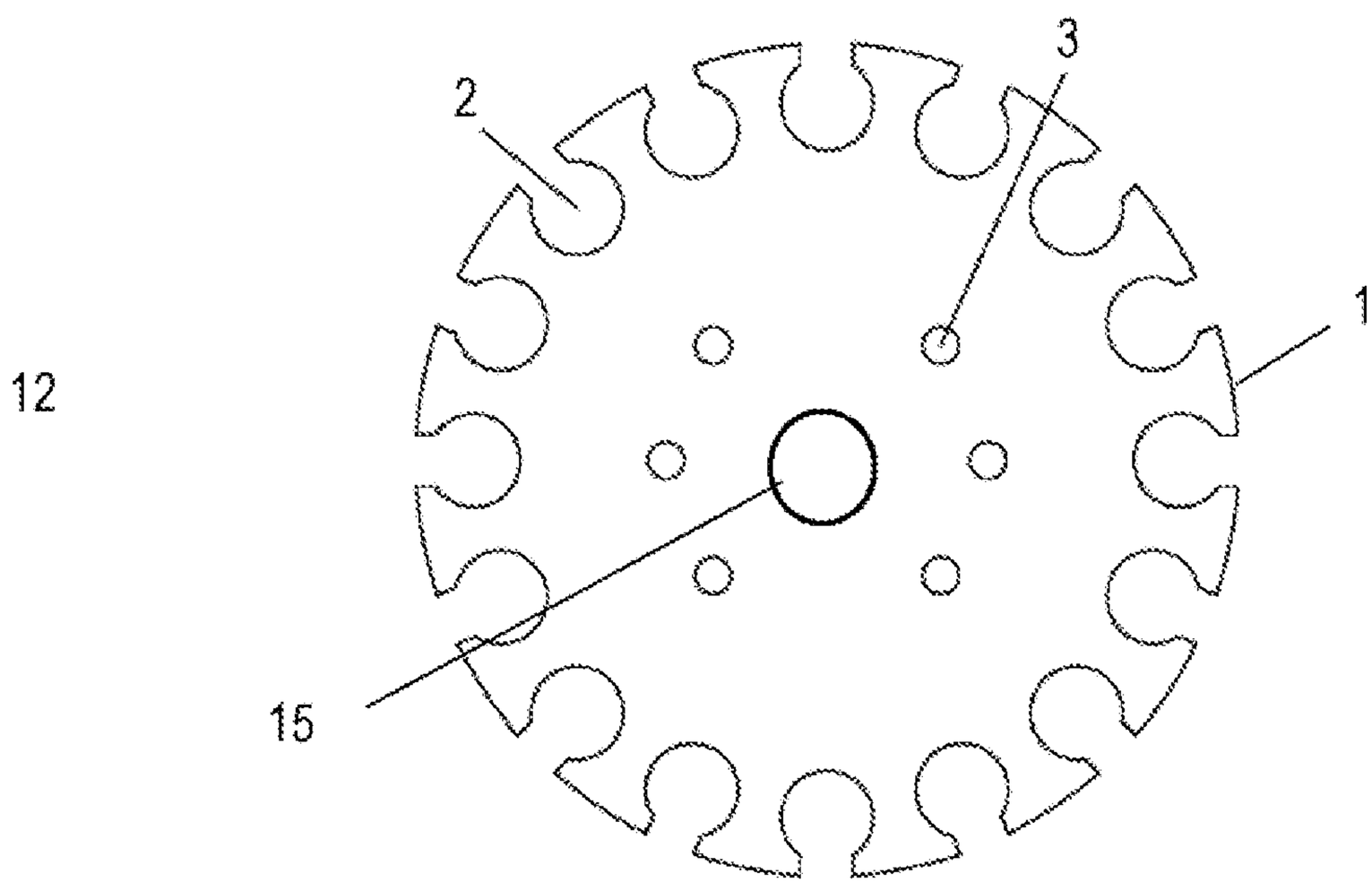


Fig. 3

3/6

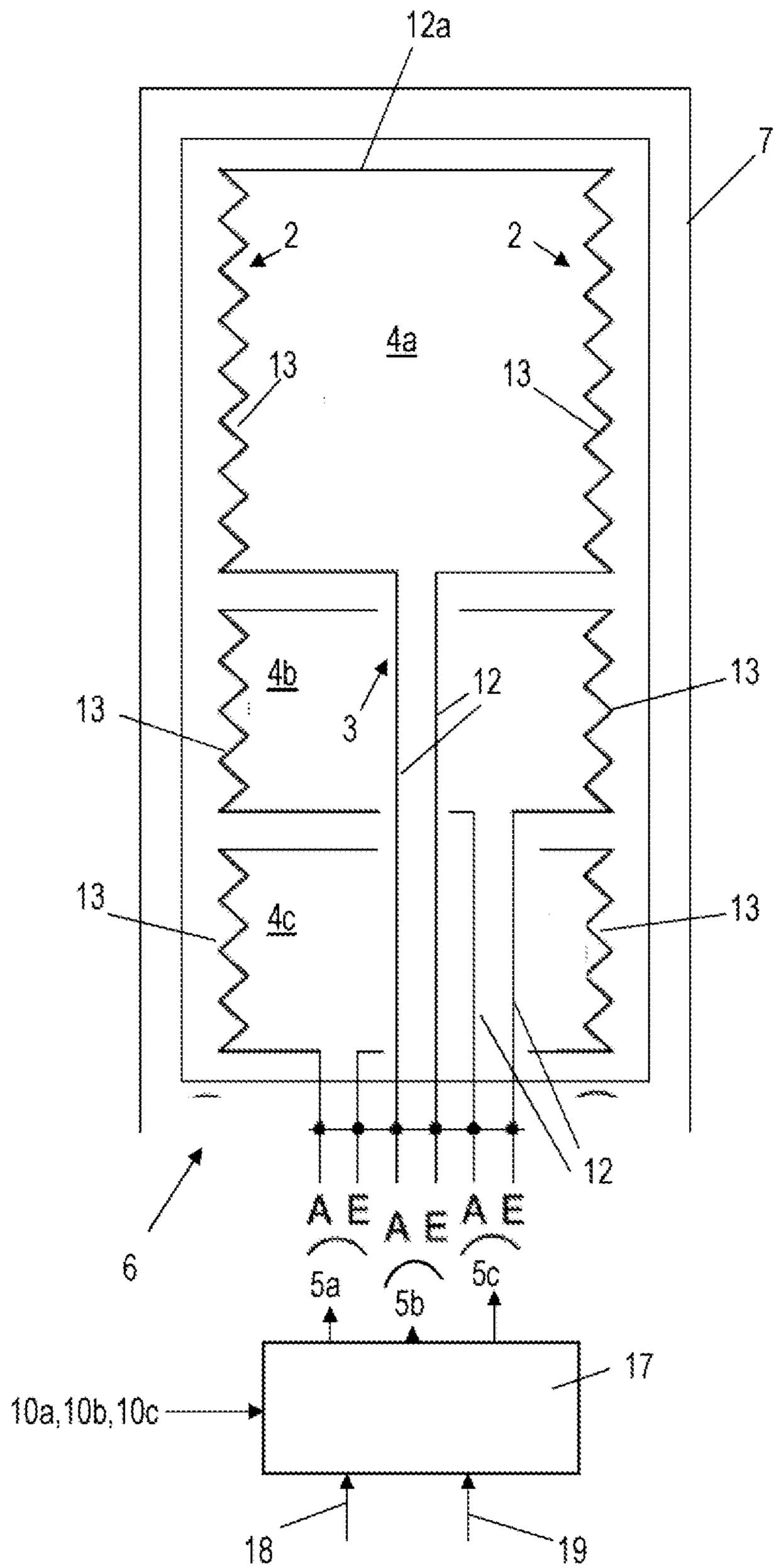

12a
7
2
2
4a
13
13
4b
13
3
12
13
13
4c
13
12
6
A E
A E
A E
5a
5b
5c
17
10a,10b,10c
18
19

Fig. 4

4/6

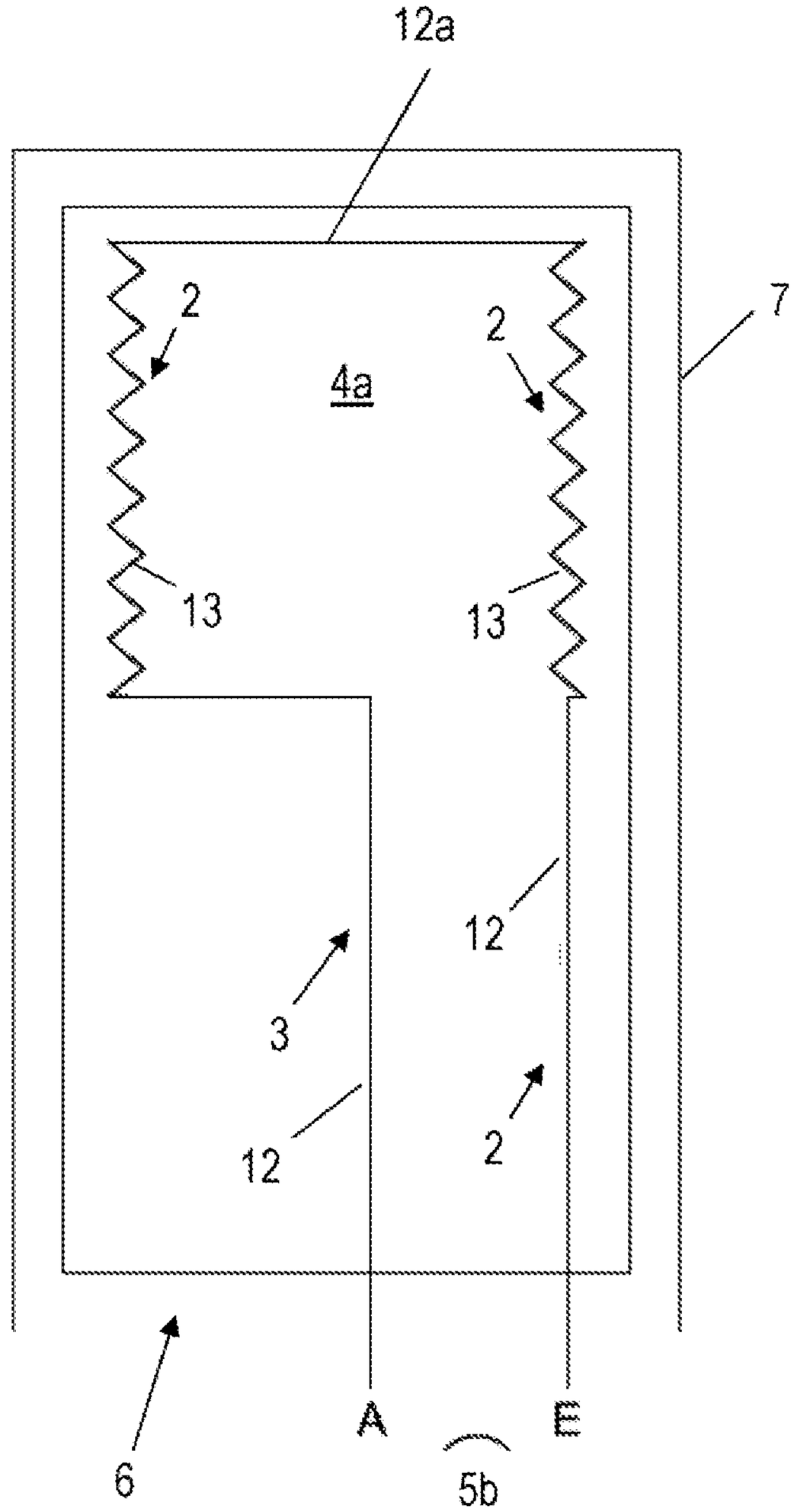


Fig. 5

5/6

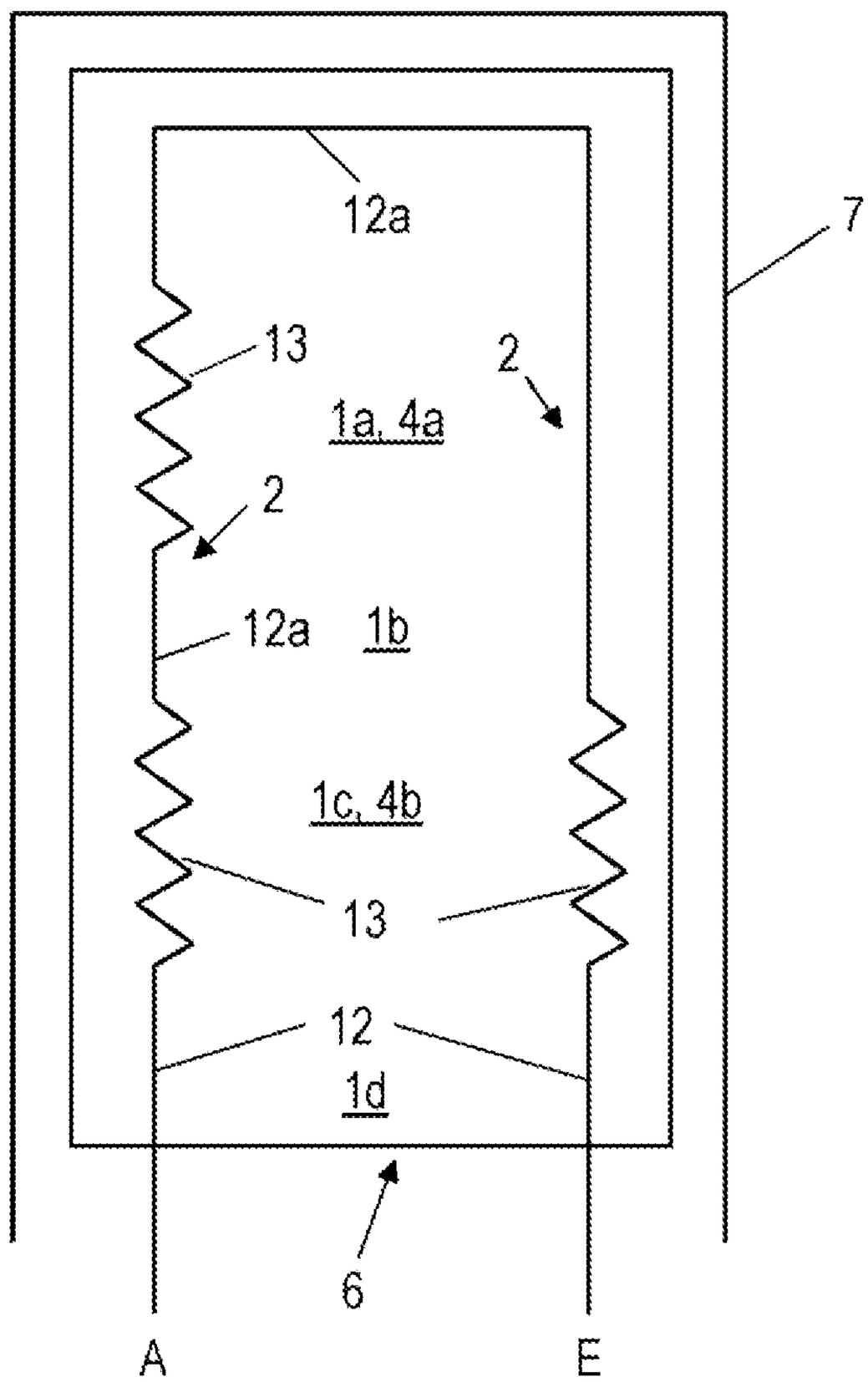


Fig. 6

6/6

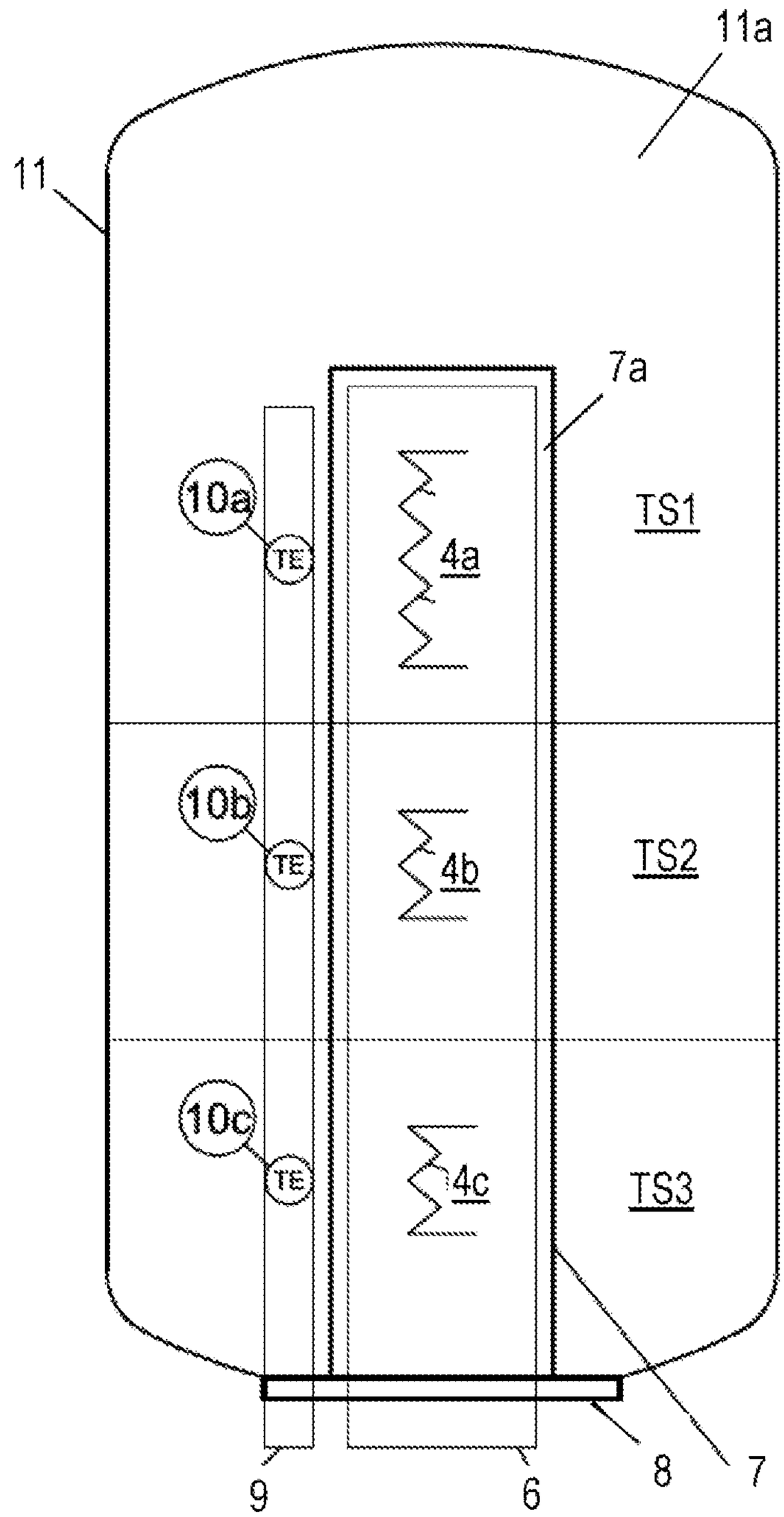


Fig. 7