

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 094**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

F24D 11/00 (2006.01)

F24H 7/00 (2006.01)

F24J 2/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2011** **E 11716585 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014** **EP 2567173**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la acumulación de calor**

30 Prioridad:

04.05.2010 EP 10161922

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.04.2014

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**WORTMANN, JÜRGEN;
SCHÄFER, CLAUS;
LUTZ, MICHAEL;
SEELER, FABIAN;
GÄRTNER, MARTIN;
MAJOR, FELIX;
SCHIERLE-ARNDT, KERSTIN;
MACHHAMMER, OTTO;
HUBER, GÜNTHER y
MAURER, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 453 094 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para la acumulación de calor

La invención parte de un dispositivo para la acumulación de calor en una central solar, que comprende un medio de acumulación de calor que absorbe calor para la acumulación de calor y emite calor para el aprovechamiento del calor acumulado, así como un recipiente para el alojamiento del medio de acumulación de calor, estando cerrado el recipiente con una cubierta hermética a los gases. La invención parte además de un procedimiento para la acumulación de calor en una central solar, en el que en un intercambiador de calor se transfiere calor por un portador de calor a un medio de acumulación de calor o en el intercambiador de calor se evacúa calor desde el medio de acumulación de calor al portador de calor, estando alojado el medio de acumulación de calor en un recipiente que está cerrado con una cubierta hermética a los gases. Un dispositivo de este tipo y un procedimiento de este tipo se dan a conocer por el documento EP 1 890 035 A2.

Mediante el uso del dispositivo o del procedimiento para la acumulación de calor es posible hacer funcionar centrales solares sin interrupción también en momentos sin sol, por ejemplo de noche. Para posibilitar un funcionamiento sin interrupción, las grandes centrales solares requieren acumuladores de calor muy grandes. Así se sabe por ejemplo que en caso de centrales solares de canales parabólicos que se hacen funcionar ya en la actualidad con una potencia eléctrica de 50 MW se usan acumuladores de sal que contienen hasta 28.000 t de sal como medio de acumulación de calor. La sal se deposita en dos tanques dispuestos de manera dual. Con la luz del sol se conduce el medio portador de calor calentado en el parque solar desde el tanque frío hacia el tanque caliente. Durante la descarga se extrae el medio de acumulación de calor del tanque caliente y se enfría en la central eléctrica con la obtención de energía eléctrica. El medio de acumulación de calor enfriado se reconduce al tanque frío.

Para poder hacer funcionar sin interrupciones centrales solares con una potencia superior o durante un espacio de tiempo más largo, se requieren para la acumulación de calor acumuladores de calor claramente más grandes en comparación con los dispositivos conocidos actualmente. Según esto existe por un lado la posibilidad de usar un gran número de acumuladores más pequeños, lo que sin embargo requiere un mayor espacio necesario o usar acumuladores grandes.

Para evitar que se produzca un vacío parcial en el recipiente, mediante el cual actúan fuerzas inadmisiblemente grandes sobre la envoltura del recipiente, se ocupa por un gas el volumen no ocupado en los recipientes. En caso de medios de acumulación de calor que pueden oxidar debe evitarse adicionalmente una oxidación. Para ello se usa por ejemplo nitrógeno como gas para ocupar el volumen no insertado por el medio de acumulación de calor. En caso de medios de acumulación de calor que no pueden oxidar puede usarse para ello también aire.

Con oscilaciones de temperatura en el sistema de acumulación se modifican, debido a expansiones térmicas del medio de acumulación de calor, los volúmenes ocupados por el medio de acumulación de calor. En medida especialmente dominante se modifica según esto el volumen del contenido del tanque en forma de gas. El control de altas presiones mediante la construcción del recipiente requiere un gasto alto. Por este motivo deben excluirse cargas de presión adicionales sobre la envoltura del recipiente. Para ello se hacen funcionar grandes recipientes preferentemente a presión ambiente. En la actualidad se garantiza la modificación de volumen debido a la expansión térmica del medio de acumulación de calor debido a que se evacúa gas al entorno en caso de aumento de volumen. Con una reducción de la temperatura del medio de acumulación de calor debe alimentarse entonces de nuevo gas. Esto requiere la obtención y facilitación de gas para poder compensar las correspondientes oscilaciones. Con el uso de un medio de acumulación de calor con una presión de vapor alta debe esperarse cantidades de intercambio de gas especialmente altas, originadas mediante evaporación en la fase de acumulación caliente y mediante condensación en la fase de acumulación fría.

En medios de acumulación de calor sensibles a la oxidación, por ejemplo aceite, el gas asume una función de inertización. El oxígeno puede conducir también en pequeñas concentraciones a procesos de oxidación del medio de acumulación de calor, pudiéndose formar productos nocivos, por ejemplo insolubles. Mediante esto pueden producirse deposiciones indeseadas. Además se ve influida la capacidad de acumulación del medio de acumulación de calor por la formación de los productos insolubles. En la actualidad, para la eliminación de tales deposiciones indeseadas puede realizarse una separación destilativa de compuestos de alto punto de ebullición. Como alternativa se cambia también el medio de acumulación de calor, en el que se han formado deposiciones. Con un medio de acumulación de calor combustible, una concentración suficientemente grande de oxígeno con una presión de vapor notable puede crear además un riesgo de explosión. Con sustancias no sensibles a la oxidación como medio de acumulación de calor, por ejemplo usando masas fundidas de nitrato, puede hacerse funcionar el dispositivo por ejemplo también con aire como gas para la compensación de oscilaciones de volumen.

En particular cuando se requiere una superposición de gas con un gas inerte, se producen altos costes de funcionamiento. En la actualidad se usa en centrales solares para la compensación de volumen nitrógeno líquido que se evapora y se conduce al medio de acumulación de calor. Mediante uso de grandes acumuladores de gas isobáricos con volumen variable que se designan también como gasómetros, puede construirse un sistema tampón de gas. Mediante el volumen variable puede recogerse el gas en exceso con calentamiento y puede emitirse con enfriamiento. Sin embargo, el uso de gasómetros de este tipo es problemático con el uso de medios de acumulación

de calor con una presión de vapor notable, dado que el medio de acumulación de calor se condensa en el gasómetro. Para impedir la condensación se requieren refrigeradores que condensan y reconducen de manera eficaz medio de acumulación de calor evaporado contenido en el gas. Estos dispositivos son sin embargo muy costosos en montaje y funcionamiento.

5 Además se conocen también tanques de cubierta flotante. Sin embargo, las cubiertas flotantes no están realizadas generalmente de manera completamente hermética a gases y disponen, por ejemplo, de obturaciones de pared para la pared del recipiente. Una mejora de la hermeticidad a gases se consigue, por ejemplo, usando un segundo sistema de obturación. Para el empleo a las altas temperaturas de un acumulador de calor no es suficiente sin embargo esta solución. El oxígeno puede llegar al material sensible a la oxidación a altas temperaturas de
10 almacenamiento y mediante oxidación pueden formarse sólidos indeseados o en caso de medios de acumulación de calor que contienen carbono también gases inertes indeseados tales como monóxido de carbono o dióxido de carbono. Con el uso de medios de acumulación de calor que contienen azufre pueden formarse dióxido de azufre y trióxido de azufre que pueden dañar las paredes del recipiente mediante corrosión.

15 Es objetivo de la presente invención proporcionar un dispositivo para la acumulación de calor que no presente los inconvenientes conocidos por el estado de la técnica y pueda hacerse funcionar también a altas temperaturas de manera segura.

20 Se soluciona el objetivo mediante un dispositivo para la acumulación de calor en una central solar, que comprende un medio de acumulación de calor que absorbe calor para la acumulación de calor y emite calor para el aprovechamiento del calor acumulado, así como un recipiente para el alojamiento del medio de acumulación de calor, estando cerrado el recipiente con una cubierta hermética a los gases, y en el que están comprendidos medios para la compensación de volumen, para compensar un aumento de volumen del medio de acumulación de calor debido a un aumento de la temperatura y una reducción de volumen del medio de acumulación de calor debido a una reducción de la temperatura.

25 El objetivo se soluciona además mediante un procedimiento para la acumulación de calor en una central solar, en el que para la acumulación de calor se transfiere calor a un medio de acumulación de calor o para el aprovechamiento del calor se evacúa calor desde el medio de acumulación de calor al portador de calor, estando alojado el medio de acumulación de calor en un recipiente que está cerrado con una cubierta hermética a los gases, compensándose una expansión de volumen del medio de acumulación de calor mediante un aumento de volumen del recipiente o mediante flujo del medio de acumulación de calor desde el recipiente hacia un recipiente tampón y compensándose
30 una reducción de volumen del medio de acumulación de calor mediante una disminución de volumen del recipiente o mediante flujo del medio de acumulación de calor desde un recipiente tampón hacia el recipiente.

El dispositivo de acuerdo con la invención es adecuado en particular cuando se usan sustancias sensibles a la oxidación y/o de bajo punto de ebullición como medio de acumulación de calor.

35 Mediante la cubierta hermética a gases del recipiente se evita que el oxígeno pueda llegar desde fuera al medio de acumulación de calor. También se evita que pueda escaparse gas que está contenido en el sistema. Mediante el uso de los medios para la compensación de volumen es ventajoso sin embargo en particular que no deba estar contenido ningún gas en el recipiente, con el que puedan compensarse oscilaciones de volumen. Las oscilaciones de volumen del medio de acumulación de calor se compensan únicamente mediante aumento o disminución del recipiente o como alternativa mediante flujo del medio de acumulación de calor hacia un recipiente tampón.

40 En una primera forma de realización, los medios para la compensación de volumen comprenden una cubierta flexible del recipiente. La cubierta flexible del recipiente puede realizarse por ejemplo mediante una tapa de recipiente adecuada que se eleva con una expansión de volumen del medio de acumulación de calor y se baja de nuevo con una reducción de volumen del medio de acumulación de calor, sin que se anule la hermeticidad en el borde de la cubierta. En particular es posible que la cubierta flexible comprenda zonas flexibles que se expanden
45 con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor y que se contraen con una reducción de volumen del medio de acumulación de calor. Las zonas flexibles de la tapa pueden extenderse a este respecto como alternativa por toda la cubierta u ocupar únicamente partes de la cubierta. Cuando las zonas flexibles comprenden únicamente partes de la cubierta, entonces es posible por ejemplo que partes de la cubierta estén configuradas en forma de un compensador que puede expandirse con un aumento de volumen. Un compensador de este tipo presenta, por ejemplo, una forma como un fuelle. Como alternativa es también posible que mediante el uso de las zonas configuradas como compensador se realice una elevación y bajada de la cubierta del recipiente de manera correspondiente al volumen del medio de acumulación de calor. Mediante el uso de zonas flexibles en la cubierta del recipiente es posible unir la cubierta de manera fija con el recipiente, en particular de manera hermética a los gases con el recipiente. Una unión puede realizarse por ejemplo mediante soldadura.

55 Para evitar que se produzca un gran aumento de volumen mediante el gas por encima del medio de acumulación de calor está previsto en una forma de realización ventajosa un separador de gases. Con este separador de gases pueden eliminarse del recipiente compuestos de bajo punto de ebullición y/o gases inertes. Según esto puede usarse cualquier separador de gases discrecional conocido por el experto.

En una forma de realización alternativa, los medios para la compensación de volumen comprenden un recipiente tampón, en el que con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor puede fluir una parte del medio de acumulación de calor. Con una disminución de volumen del medio de acumulación de calor fluye entonces de manera correspondiente medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón de vuelta hacia el recipiente.

5 Para poder hacer funcionar de manera isobárica el recipiente tampón es posible dotar el recipiente tampón de una cubierta flexible, tal como se ha descrito anteriormente para el recipiente. Como alternativa es posible también hacer funcionar el recipiente tampón con una sobrecobertura de gas, extrayéndose gas del recipiente tampón en caso de un llenado del recipiente tampón con medio de acumulación de calor y con una extracción del medio de acumulación de calor del recipiente tampón fluye de nuevo gas hacia el interior del recipiente tampón. Para ello es posible, por
10 ejemplo, prever un acumulador de gas separado que recoja el gas que fluye hacia fuera y del gas pueda fluir de nuevo al recipiente tampón. Como alternativa es posible también, como en sistemas conocidos actualmente, dejar fluir el gas hacia fuera del recipiente tampón con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor y reconducir desde una reserva de gas de nuevo gas hacia el recipiente tampón. En comparación con la compensación de volumen con una sobrecobertura de gas en el recipiente es ventajoso que el volumen del
15 recipiente tampón pueda mantenerse mucho más pequeño y con ello se requiera una cantidad mucho más baja de gas. Otra ventaja es que únicamente la expansión térmica del medio de acumulación de calor deba tamponarse. No es necesaria la modificación del volumen que va a tamponarse que domina en sistemas del estado de la técnica mediante expansión térmica del volumen de gas y mediante condensación en medios de acumulación de calor con una presión de vapor notable.

20 Cuando se usa un recipiente tampón, entonces preferentemente con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor se extrae medio de acumulación de calor del recipiente en la zona de la base de recipiente y se transfiere al recipiente tampón. De manera correspondiente con una reducción de volumen del medio de acumulación de calor en el recipiente se reconduce medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón a través de la misma conducción de nuevo hacia el recipiente.

25 El uso del recipiente tampón permite hacer funcionar el recipiente usado para la acumulación de calor con un volumen constante de medio de acumulación de calor. Para poder evacuar del recipiente respectivamente el medio de acumulación de calor en exceso con un aumento de volumen o para poder transferir al recipiente con una reducción de volumen la cantidad necesaria de medio de acumulación de calor, es ventajosa una regulación del volumen adecuada. La regulación de volumen puede realizarse por ejemplo por medio de un registro de posición de
30 una chapa de soporte que cubre el medio de acumulación de calor. Tan pronto como se baje la chapa de soporte se alimenta medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón hacia el recipiente, en caso de una elevación de la chapa de soporte se evacúa líquido desde el recipiente hacia el recipiente tampón. La alimentación o evacuación del medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón hacia el recipiente o desde el recipiente hacia el recipiente tampón puede asumirse, por ejemplo, mediante un sistema de bomba con dirección de bombeo
35 cambiabile. El sistema de bomba se controla a este respecto preferentemente por la regulación del volumen.

La modificación de la posición de la chapa de soporte puede detectarse por ejemplo con ayuda de detectores adecuados. Los detectores que pueden usarse para ello son, por ejemplo, detectores de posición y detectores de fuerza, tales como se usan en la técnica de pesada. Así pueden usarse, por ejemplo, células de pesada convencionales, eventualmente varias en conexión paralela con una medición de la fuerza por medio de tiras de
40 medición de extensión.

Para poder alimentar calor al medio de acumulación de calor usado o para poder extraer calor del medio de acumulación de calor, se conduce éste en una primera forma de realización desde el recipiente hacia un intercambiador de calor adecuado, en el que el medio de acumulación de calor absorbe calor por un portador de calor o emite calor al portador de calor. En una forma de realización alternativa se usa el medio de acumulación de calor directamente como portador de calor. En este caso se calienta el medio de acumulación de calor, por ejemplo,
45 en una central solar para la acumulación del calor en un parque solar y se conduce al recipiente. Para el aprovechamiento del calor puede usarse el medio de acumulación de calor entonces, por ejemplo, en un intercambiador de calor para la generación de vapor sobrecalentado para el funcionamiento de turbinas, que accionan generadores para la generación de corriente. Para la extracción del medio de acumulación de calor se usan habitualmente bombas sumergibles que se extienden hacia el interior del medio de acumulación de calor. En sistemas conocidos, la bomba sumergible está dispuesta de manera central en el medio del recipiente. En particular con el uso de un recipiente con una cubierta flexible, una disposición de este tipo requiere sin embargo una zona flexible adicional que rodea la bomba sumergible. Para evitar esto es posible en una forma de realización preferente,
50 por ejemplo, dejar que se extienda la bomba sumergible lateralmente hacia el interior del recipiente. Por consiguiente, la bomba sumergible no rompe partes móviles del recipiente. Además de una extensión lateral hacia el interior del recipiente es posible como alternativa también prever una cámara unida con el recipiente, en la que está dispuesta la bomba sumergible. La cámara está separada del recipiente, a este respecto, ventajosamente sólo por una pared, de modo que el recipiente y la cámara están configurados en total en una sola pieza. Esto tiene la ventaja de que no deben aislarse dos componentes separados, sino que es suficiente un aislamiento común para el
55 recipiente y la cámara. A través de una entrada adecuada, por ejemplo una perforación en la pared puede fluir medio de acumulación de calor en la cámara y puede extraerse de la cámara con ayuda de la bomba sumergible. La perforación se encuentra, a este respecto, ventajosamente en la zona inferior.

Con el uso de un recipiente tampón es posible conducir la bomba sumergible igualmente de manera lateral en el recipiente o prever una cámara, en la que está dispuesta la bomba sumergible. Sin embargo se prefiere con el uso de un recipiente tampón que la bomba sumergible, tal como se conoce por el estado de la técnica, esté dispuesta de manera central en el recipiente.

5 En una forma de realización especialmente preferente, el dispositivo para la acumulación de calor está configurado como acumulador estratificado, denominado también acumulador termoclino. Mediante la configuración del dispositivo para la acumulación de calor como acumulador estratificado es posible prescindir del segundo acumulador vacío conocido por el estado de la técnica. No es necesario recircular por bombeo respectivamente el material de acumulación de calor desde el acumulador caliente hacia un acumulador frío o desde el acumulador frío hacia un acumulador caliente.

10 En un acumulador estratificado se produce una caída de la temperatura en el medio de acumulación de calor. Dado que el medio de acumulación de calor caliente es habitualmente más ligero que el medio de acumulación de calor frío se encuentra en la zona superior del acumulador estratificado el medio de acumulación de calor caliente y en la zona inferior medio de acumulación de calor frío. Mediante este efecto se estabiliza una caída de la temperatura en el recipiente. Éste está caliente en la zona superior y frío en la zona inferior. Durante la carga del medio de acumulación de calor se alimenta medio de acumulación de calor caliente en la zona superior en el acumulador estratificado. En iguales cantidades se evacúa material frío en el fondo del acumulador estratificado. De manera correspondiente durante la descarga del acumulador de calor, es decir para el aprovechamiento del calor acumulado en el acumulador de calor se extrae en la zona superior del acumulador de calor medio de acumulación de calor caliente y se alimenta medio de acumulación de calor frío en el fondo.

15 Es especialmente ventajoso el uso de acumuladores estratificados usando medios de acumulación de calor con una conductividad de temperatura pequeña. En caso de medios de acumulación de calor con conductividad de temperatura grande se realiza una conducción de calor no convectiva en el acumulador estratificado desde zonas calientes hacia zonas frías y tiene lugar una compensación de la temperatura. Con materiales malos conductores térmicos este efecto no es fuertemente eficaz, de modo que también durante un espacio de tiempo más largo se conserva una diferencia de temperatura en el dispositivo para la acumulación de calor.

20 Cuando la sección transversal del dispositivo configurado como acumulador estratificado para la acumulación de calor se mantiene pequeña, la cantidad de calor aprovechable que se acumula en el dispositivo puede mantenerse alta y con ello puede mejorarse el grado de acción. Además de una sección transversal pequeña es ventajosa, a este respecto, una altura grande del recipiente. La altura del recipiente está limitada, sin embargo, mediante la presión hidrostática del medio de acumulación de calor, mediante la cual se carga la pared del recipiente. Un volumen correspondientemente grande para el medio de acumulación de calor puede obtenerse por ejemplo conectándose en serie varios dispositivos configurados como acumuladores estratificados para la acumulación de calor. Según esto es especialmente ventajoso cuando cada uno de los recipientes conectados en serie para el alojamiento del medio de acumulación de calor está dotado de medios para la compensación de volumen. Cuando se usa un recipiente tampón como medio para la compensación de volumen, es posible sin embargo también que todos los recipientes conectados en serie para el alojamiento del medio de acumulación de calor estén unidos con el recipiente tampón.

25 El dispositivo de acuerdo con la invención para la acumulación de calor y el procedimiento para la acumulación de calor son adecuados en particular para el funcionamiento de centrales solares. Según esto se alimenta al medio de acumulación de calor el calor generado en la central solar. Usando un medio de acumulación de calor líquido es posible que el medio de acumulación de calor se use al mismo tiempo también como portador de calor. Como alternativa es también posible usar un portador de calor que absorba el calor generado en la central solar y emita el calor entonces en un intercambiador de calor adecuado al medio de acumulación de calor.

30 Las centrales solares que pueden usar el dispositivo de acuerdo con la invención y el procedimiento de acuerdo con la invención son por ejemplo centrales solares de canales parabólicos.

35 Para poder absorber una cantidad de calor suficientemente grande y para poder hacer funcionar el dispositivo para la acumulación de calor a una temperatura suficientemente alta, que por ejemplo sea suficiente para el funcionamiento de una turbina en una central solar, es necesario usar medios de acumulación de calor que sean estables a las correspondientes temperaturas. Como medios de acumulación de calor pueden usarse por ejemplo masas fundidas de sal. Las masas fundidas de sal, en particular aquéllas que contienen potasio o litio, son sin embargo muy caras y conducen con las cantidades grandes necesarias a gastos de inversión considerables. Además debido a las grandes cantidades necesarias podrían escasear los recursos, de modo que se requieren alternativas. Como alternativa pueden usarse por ejemplo medios de acumulación de calor que contienen azufre. El azufre se produce como producto residual durante la desulfurización de combustibles y puede proporcionarse en grandes cantidades a costes comparativamente bajos. Como medio de acumulación de calor que contiene azufre es adecuado en particular azufre elemental. Para adecuar la presión de vapor y el punto de fusión es ventajoso añadir al azufre al menos un aditivo que contiene aniones. Como aditivos que contiene aniones son adecuados en particular aquéllos que no oxidan a la temperatura de funcionamiento el azufre para dar los correspondientes productos de oxidación, por ejemplo óxidos de azufre, haluros de azufre o haluros de óxido de azufre. Además es

ventajoso cuando los aditivos que contienen aniones se disuelven bien en el azufre.

Los aditivos que contienen aniones preferentes son compuestos iónicos de un metal del sistema periódico de los elementos con aniones cargados negativamente una vez o múltiples veces de un solo átomo o varios átomos.

5 Los metales de los compuestos iónicos son por ejemplo metales alcalinos, preferentemente sodio, potasio; metales alcalinotérreos, preferentemente magnesio, calcio, bario; metales del 13^o grupo del sistema periódico de los elementos, preferentemente aluminio; metales de transición, preferentemente manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, zinc.

10 Ciertos ejemplos de aniones de este tipo son: haluros y polihaluros, por ejemplo fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro, triyoduro; calcogenuros y policalcogenuros, por ejemplo óxido, hidróxido, sulfuro, hidrogenosulfuro, disulfuro, trisulfuro, tetrasulfuro, pentasulfuro, hexasulfuro, selenuro, telurio; pnícogenuros, por ejemplo amida, imida, nitruro, fosfuro, arsenuro; pseudohaluros, por ejemplo cianuro, cianato, tiocianato; aniones complejos, por ejemplo fosfato, hidrogenofosfato, dihidrogenofosfato, sulfato, hidrogenosulfato, sulfito, hidrogenosulfito, tiosulfato, hexacianoferratos, tetracloroaluminato, tetracloroferrato.

15 Ciertos ejemplos de aditivos que contienen aniones son: cloruro de aluminio(III), cloruro de hierro(III), sulfuro de hierro(II), bromuro de sodio, bromuro de potasio, yoduro de sodio, yoduro de potasio, tiocianato de potasio, tiocianato de sodio, sulfuro de disodio (Na₂S), tetrasulfuro de disodio (Na₂S₄), pentasulfuro de disodio (Na₂S₅), pentasulfuro de dipotasio (K₂S₅), hexasulfuro de dipotasio (K₂S₆), tetrasulfuro de calcio (CaS₄), trisulfuro de bario (BaS₃), selenuro de dipotasio (K₂Se), fosfuro de tripotasio (K₃P), hexacianoferrato(II) de potasio, hexacianoferrato(III) de potasio, tiocianato de cobre(I), triyoduro de potasio, triyoduro de cesio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de cesio, óxido de sodio, óxido de potasio, óxido de cesio, cianuro de potasio, cianato de potasio, tetraaluminato de sodio, sulfuro de manganeso(II), sulfuro de cobalto(II), sulfuro de níquel(II), sulfuro de cobre(II), sulfuro de zinc, fosfato de trisodio, hidrogenofosfato de disodio, dihidrogenofosfato de sodio, sulfato de disodio, hidrogenosulfato de sodio, sulfito de disodio, hidrogenosulfito de sodio, tiosulfato de sodio, tiosulfato sodio, fosfato de tripotasio, hidrogenofosfato de dipotasio, dihidrogenofosfato de potasio, sulfato de dipotasio, hidrogenosulfato de potasio, sulfito de dipotasio, hidrogenosulfito de potasio, tiosulfato de potasio.

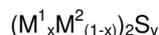
20 Los aditivos que contienen aniones en el sentido de esta solicitud son además mezclas de dos o varios compuestos de un metal del sistema periódico de los elementos con aniones cargados negativamente una sola vez o múltiples veces formalmente de un solo átomo o varios átomos, preferentemente aniones constituidos por átomos no metálicos. Según esto no es crítica según el nivel de conocimiento actual la proporción de cantidad de los componentes individuales.

30 Preferentemente, la mezcla de acuerdo con la invención contiene azufre elemental en el intervalo del 50 % al 99,999 % en peso, preferentemente en el intervalo del 80 % al 99,99 % en peso, de manera especialmente preferente del 90 % al 99,9 % en peso, respectivamente con respecto a la masa total de la mezcla de acuerdo con la invención.

35 Preferentemente, la mezcla de acuerdo con la invención contiene aditivos que contienen aniones en el intervalo del 0,001 % al 50 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,01 % al 20 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,1 % al 10 % en peso, respectivamente con respecto a la masa total de la mezcla de acuerdo con la invención.

40 La mezcla de acuerdo con la invención puede contener otras sustancias de adición, por ejemplo aditivos que reducen el punto de fusión de la mezcla. La proporción de otras sustancias de adición se encuentra generalmente en el intervalo del 0,01 % al 50 % en peso, respectivamente con respecto a la masa total de la mezcla.

Adicionalmente pueden usarse también mezclas de polisulfuros alcalinos de fórmula general



en la que significan M¹, M² = Li, Na, K, Rb, Cs y M¹ es distinto de M² así como son 0,05 ≤ x ≤ 0,95 y 2,0 ≤ y ≤ 6,0.

En una forma de realización preferente de la invención es M¹ = K y M² = Na.

45 En otra forma de realización preferente de la invención es 0,20 ≤ x ≤ 0,95. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es 0,50 ≤ x ≤ 0,90.

En otra forma de realización preferente de la invención es 3,05 ≤ y ≤ 6,0. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es y = 4,0, 5,0 o 6,0.

50 En una forma de realización especialmente preferente de la invención es M¹ = K, M² = Na, 0,20 ≤ x ≤ 0,95 y 3,0 ≤ y ≤ 6,0.

En una forma de realización muy especialmente preferente de la invención es M¹ = K, M² = Na, 0,50 ≤ x ≤ 0,90 e y = 4,0, 5,0 o 6,0.

Igualmente son adecuadas mezclas de polisulfuros alcalinos y tiocianatos alcalinos de acuerdo con la fórmula general



5 en la que significan $M^1, M^2, M^3, M^4 = Li, Na, K, Rb, Cs$ y M^1 es distinto de M^2 , M^3 es distinto de M^4 así como son $0,05 \leq x \leq 1$, $0,05 \leq z \leq 1$, $2,0 \leq y \leq 6,0$ y m la proporción de cantidad de sustancia con $0,05 \leq m \leq 0,95$.

En una forma de realización preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$ y M^2 y $M^4 = Na$.

En otra forma de realización preferente de la invención es $0,20 \leq x \leq 1$. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es $0,50 \leq x \leq 1$.

10 En otra forma de realización preferente de la invención es $3,0 \leq y \leq 6,0$. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es $y = 4,0, 5,0$ o $6,0$.

En otra forma de realización preferente de la invención es $0,20 \leq z \leq 1$. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es $0,50 \leq z \leq 1$.

En otra forma de realización preferente de la invención es $0,20 \leq m \leq 0,80$. En una forma de realización especialmente preferente de la invención es $0,33 \leq m \leq 0,80$.

15 En una forma de realización especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, M^2 y $M^4 = Na$, $0,20 \leq x \leq 1$, $0,20 \leq z \leq 0,95$, $3,0 \leq y \leq 6,0$ y $0,20 \leq m \leq 0,95$. En una forma de realización muy especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, M^2 y $M^4 = Na$, $0,50 \leq x \leq 1$, $0,50 \leq z \leq 0,95$, $y = 4,0, 5,0$ o $6,0$ y $0,33 \leq m \leq 0,80$.

En otra forma de realización especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, $x = 1$, $z = 1$, $y = 4,0, 5,0$ o $6,0$ y $0,33 \leq m \leq 0,80$.

20 En otra forma de realización especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, $x = 1$, $z = 1$, $y = 4$ y $m = 0,5$.

En otra forma de realización especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, $x = 1$, $z = 1$, $y = 5$ y $m = 0,5$.

En otra forma de realización especialmente preferente de la invención es M^1 y $M^3 = K$, $x = 1$, $z = 1$, $y = 6$ y $m = 0,5$.

Los medios de acumulación de calor que son sensibles a la oxidación y presentan una alta presión de vapor se hacen funcionar de manera especialmente ventajosa en un acumulador estratificado.

25 Con el uso de un recipiente tampón para la compensación de volumen se prefiere hacer funcionar el recipiente tampón en frío y cubrirlo con un gas inerte cuando se usa un medio de acumulación de calor con una presión de vapor no despreciable. Mediante el funcionamiento en frío del recipiente tampón se evita en gran parte que se evapore el medio de acumulación de calor en el recipiente tampón. El funcionamiento en frío del recipiente tampón significa en este caso que la temperatura en el recipiente tampón se encuentra ampliamente por debajo de la
30 temperatura de ebullición del medio de acumulación de calor. Mediante el funcionamiento en frío del recipiente tampón es posible prescindir de dispositivos costosos para la separación del medio de acumulación de calor gaseoso que se introduce en el gas de escape o configurar éstos de manera muy simplificada.

35 En particular es necesario que el límite de fase en el recipiente tampón se mantenga a una temperatura ampliamente por debajo de la temperatura de ebullición del medio de acumulación de calor. "Ampliamente por debajo de la temperatura de ebullición" significa en el contexto de la presente invención que la temperatura asciende a como máximo el 70 %, preferentemente como máximo el 60 % de la temperatura de ebullición en Kelvin.

40 Un límite de fase frío en el recipiente tampón puede obtenerse por ejemplo debido a que en una conexión en serie de varios acumuladores estratificados se usan respectivamente recipientes completamente rellenos y el último recipiente, en el que está contenido el medio de acumulación de calor con la más baja temperatura, se usa como recipiente tampón. Como alternativa es también posible prever varios recipientes tampón que respectivamente están completamente rellenos hasta el último recipiente tampón. La ventaja del uso de varios recipientes tampón conectados en serie, en los que el último recipiente tampón contiene el límite de fase con respecto al gas, es que puede mantenerse baja la pérdida de calor del recipiente. El tamaño del recipiente tampón se selecciona dependiendo del coeficiente de expansión del medio de acumulación de calor y de la diferencia de temperatura de
45 trabajo, dependiendo del medio de acumulación de calor usado. Con el uso de medios de acumulación de calor que contienen azufre y temperaturas de trabajo entre 290 °C y 390 °C asciende el tamaño del recipiente tampón por ejemplo al menos a 3,5 centésimas del volumen del recipiente para el alojamiento del medio de acumulación de calor.

50 Con el uso de recipientes tampón es posible que durante la introducción de medio de acumulación de calor caliente en un recipiente tampón más frío, el medio de acumulación de calor caliente específicamente más ligero pueda acceder mediante convección a zonas superiores e impedir la formación de un límite de fase frío. La convección perturbadora puede impedirse por ejemplo debido a que respectivamente el medio de acumulación de calor caliente

5 se alimenta o se evacúa en la zona superior de un recipiente tampón y el medio de acumulación de calor frío se
 alimenta o se evacúa respectivamente en la zona inferior del recipiente tampón. Según esto es posible por un lado
 prever recipientes tampón separados uno de otro o prever instalaciones alternativas en un recipiente tampón que
 contienen respectivamente aberturas en la zona inferior, para permitir un transporte de medio de acumulación de
 calor frío o como alternativa en la zona superior para permitir un transporte de medio de acumulación de calor
 10 caliente. En particular para la unión en el recipiente tampón, en el que existe el límite de fase frío, es ventajoso
 prever una entrada y una salida en la zona inferior y guiar la unión en la zona inferior del recipiente tampón
 conectado previamente. Mediante esto se conduce medio de acumulación de calor frío desde el recipiente tampón
 previo hacia el recipiente tampón con el límite de fase o se guía medio de acumulación de calor frío desde el
 recipiente tampón con el límite de fase hacia el recipiente tampón previo.

Cuando un enfriamiento no es suficiente para obtener una temperatura del límite de fase, en el que pueda evitarse
 una evaporación del medio de acumulación de calor, es también posible prever por ejemplo un intercambiador de
 calor que se encuentra en el interior, con el que puede enfriarse el medio de acumulación de calor en el recipiente
 tampón con el límite de fase. De esta manera puede evitarse una evaporación del medio de acumulación de calor.

15 En otra forma de realización preferente se dispone el recipiente tampón de modo que la superficie límite de fase en
 el recipiente tampón está a una altura hidrostática similar a la superficie de líquido en el recipiente para el
 alojamiento del medio de acumulación de calor. Mediante esto, también en caso de una interrupción de las bombas
 de alimentación o evacuación, actúan fuerzas hidrostáticas únicamente bajas sobre el recipiente para el alojamiento
 20 del medio de acumulación de calor y el recipiente tampón. Además se requiere únicamente un gasto mínimo de
 energía para el funcionamiento de las bombas, dado que en ambas direcciones, es decir tanto para la alimentación
 del medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón hacia el recipiente como desde el recipiente hacia el
 recipiente tampón actúa también la presión hidrostática del medio de acumulación de calor.

25 En otra configuración ventajosa, el recipiente tampón está configurado con una superficie de sección transversal
 grande. Mediante la superficie de sección transversal grande, las modificaciones de volumen inevitables mediante
 modificación de la temperatura del medio de acumulación de calor provocan únicamente una modificación pequeña
 de la altura hidrostática de la superficie de líquido en el recipiente tampón. Mediante esto pueden mantenerse bajas
 las sucesiones de las fuerzas hidrostáticas que actúan.

A continuación se representan ejemplos de realización de la invención por medio de las figuras y se explican en más
 detalle en la siguiente descripción.

30 Muestran:

- la figura 1.1 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con cubierta flexible con
 medio de acumulación de calor frío,
- la figura 1.2 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con una cubierta flexible
 con medio de acumulación de calor caliente,
- 35 la figura 2 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con cubierta flexible con
 bomba sumergible en una primera forma de realización,
- la figura 3 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con cubierta flexible con
 bomba sumergible en una segunda forma de realización,
- la figura 4 un dispositivo para la acumulación de calor con recipiente tampón,
- 40 la figura 5 recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor como acumulador estratificado
 en serie,
- la figura 6 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor que está configurado como
 acumulador estratificado,
- 45 la figura 7 un colector, tal como se usa en un acumulador estratificado de acuerdo con la figura 6, en vista en
 planta,
- la figura 8 dos recipientes tampón conectados en serie,
- la figura 9 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor que está combinado en una
 sola pieza con un recipiente tampón,
- 50 la figura 10 un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con recipientes tampón en
 otra forma de realización.

En la figura 1.1 está representado un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con
 cubierta flexible con medio de acumulación de calor frío. Un recipiente 1 está relleno con un medio de acumulación

de calor 3. Como medio de acumulación de calor es adecuado cualquier medio discrecional que pueda absorber y acumular calor. Los medios de acumulación de calor usados habitualmente son por ejemplo masa fundidas de sal. De manera especialmente preferente es adecuado el recipiente representado en la figura 1 para el alojamiento de un medio de acumulación de calor que contiene azufre.

- 5 Después de que el medio de acumulación de calor haya emitido calor por ejemplo para el funcionamiento de una central solar, éste tiene una temperatura más baja que tras la absorción de calor que debe acumularse por el medio de acumulación de calor. El medio de acumulación de calor enfriado 3 tiene, a este respecto, un volumen más bajo que el medio de acumulación de calor calentado 3, tal como está representado en la figura 1.2.

- 10 Para evitar que se produzca una sobrepresión demasiado grande en el recipiente, es ventajoso cuando no está contenido o únicamente está contenida una baja cantidad de gas en el recipiente. Para ello se cubre el recipiente 1 con una cubierta 5. Otro efecto de la cubierta 5, en particular en caso de medios de acumulación de calor 3 sensibles a la oxidación, es que se evita una reacción del medio de acumulación de calor 3 con gas que está contenido en una atmósfera por encima del medio de acumulación colector 3. Entre la cubierta 5 y el medio de acumulación de calor 3 no está configurada preferentemente ninguna rendija.

- 15 Para compensar oscilaciones de volumen del medio de acumulación de calor 3 está configurada la cubierta 5 de manera flexible. Para ello están configuradas por ejemplo zonas flexibles 7, tal como se representa en las figuras 1.1 y 1.2, en la cubierta 5. Como alternativa a la forma de realización representada en la figura 1.1 y 1.2 es también posible configurar de manera flexible toda la cubierta 5. Las zonas flexibles 7 pueden estar configuradas por ejemplo en forma de un compensador, por ejemplo en forma de un fuelle. Con la zona flexible 7 está fijada la cubierta 5, en la forma de realización representada en la figura 1.1 y 1.2, a la pared 9 del recipiente 1. La fijación de la cubierta 5 con las zonas flexibles 7 a la pared 9 del recipiente 1 se realiza, a este respecto, preferentemente en arrastre de forma, por ejemplo mediante un procedimiento de soldadura. Mediante esto se evita que pueda salir medio de acumulación de calor 3 a través de fugas entre la pared 9 del recipiente 1 y la cubierta 5 o pueda introducirse gas en el recipiente 1.

- 25 Debido a las zonas flexibles 7, la cubierta 5 tanto en caso de medio de acumulación de calor frío 3, tal como está representado en la figura 1.1, como en caso de medio de acumulación de calor caliente 3, tal como está representado en la figura 1.2, puede apoyarse de manera enrasada sobre el medio de acumulación de calor 3. Mediante la expansión debido al calentamiento del medio de acumulación de calor 3 se eleva la cubierta 5 por el medio de acumulación de calor 3. Las zonas flexibles 7 permiten la elevación de la cubierta 5 sin que se vea influida la hermeticidad del recipiente 1.

- 35 Para que el medio de acumulación de calor 3 pueda absorber calor es posible, por ejemplo, extraer el medio de acumulación de calor 3 del recipiente 1 y conducirlo por un intercambiador de calor, en el que el medio de acumulación de calor 3 absorbe calor. A continuación puede llevarse el medio de acumulación de calor 3 de nuevo al recipiente 1. Mediante esto está contenida continuamente una masa igual de medio de acumulación de calor 3 en el recipiente 1. De manera correspondiente se emite calor a otro medio para la emisión de calor por el medio de acumulación de calor 3 mediante el intercambiador de calor.

Para la absorción de calor es posible también que el medio de acumulación de calor 3 se conduzca, por ejemplo, a un parque solar de una central solar y en éste absorba calor.

- 40 Como alternativa es también posible que, por ejemplo, en el recipiente 1 esté alojado un intercambiador de calor, por medio del cual puede emitirse calor al medio de acumulación de calor o por medio del cual el medio de acumulación de calor 3 pueda emitir calor a un portador de calor que atraviesa el intercambiador de calor.

- 45 Cuando el medio de acumulación de calor 3 se transporta a un intercambiador de calor que está colocado fuera del recipiente 1, se usa para ello por ejemplo una bomba sumergible. Un posible posicionamiento de una bomba sumergible está representado en las figuras 2 y 3. La figura 2 muestra, a este respecto, un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con cubierta flexible con una bomba sumergible en una primera forma de realización.

El recipiente 1 corresponde, a este respecto, en su estructura al recipiente representado en las figuras 1.1 y 1.2.

- 50 Para permitir un movimiento sin perturbaciones de la cubierta 5 se guía una bomba sumergible 11 a través de la pared lateral 9 en el recipiente 1. La bomba sumergible 11 está configurada a este respecto de modo que la zona de succión 13 de la bomba sumergible 11 esté colocada en el fondo del recipiente 1. Con ayuda de la bomba sumergible 11 puede extraerse ahora medio de acumulación de calor 3 del recipiente 1.

En la figura 3 está representado un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con cubierta flexible con bomba sumergible en una segunda forma de realización.

- 55 A diferencia con la forma de realización representada en la figura 2, en la forma de realización representada en la figura 3 está colocada una cámara 15 lateralmente en el recipiente 1. La bomba sumergible 11 se encuentra, a este respecto, en la cámara 15. Esto tiene la ventaja de que la bomba sumergible 11 no debe romper la pared 9 del

recipiente 1.

A través de una entrada no representada en la figura 2 y la figura 3 se reconduce entonces en igual cantidad medio de acumulación de calor en el recipiente 1, para que una masa constante de medio de acumulación de calor esté contenida en el recipiente 1.

- 5 Para llenar la cámara 15 con medio de acumulación de calor 3 y con ello poder extraer medio de acumulación de calor del recipiente 1 con ayuda de la bomba sumergible 11, preferentemente en la zona inferior de la pared del recipiente 17 que separa la cámara 15 del recipiente 1 está configurada una abertura 19, por la que puede fluir medio de acumulación de calor 3 desde el recipiente 1 hacia la cámara 15. Con ayuda de la bomba sumergible 11 puede extraerse entonces medio de acumulación de calor del recipiente 1 y a través de una entrada no representada
10 tampoco en la figura 3 puede alimentarse medio de acumulación de calor calentado o enfriado al recipiente 1, para mantener constante la masa de medio de acumulación de calor 3 en el recipiente 1. El medio de acumulación de calor enfriado o calentado se alimenta al recipiente 1, a este respecto, preferentemente en la zona superior.

- Mediante la disposición de la bomba sumergible 11, tal como está representada en las figuras 2 y 3, es posible disponer la bomba sumergible 11 de modo que ésta no obstaculice la cubierta 5 durante una compensación de volumen del medio de acumulación de calor 3 en el recipiente 1.
15

En la figura 4 está representado un dispositivo para la acumulación de calor con recipiente tampón.

Como alternativa a la forma de realización representada en las figuras 1.1 a 1.2, en la que el recipiente 1 está cubierto con una cubierta 5 con zonas flexibles 7, de modo que mediante la cubierta 5 puedan compensarse oscilaciones de volumen del medio de acumulación de calor 3, es también posible prever un recipiente tampón 21.

- 20 Para la compensación de oscilaciones de volumen, con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor se conduce una parte del medio de acumulación de calor al recipiente tampón 21. Mediante esto es posible mantener en el recipiente 1 un volumen constante de medio de acumulación de calor 3. En el recipiente tampón 21 es posible, por ejemplo, prever una cubierta flexible, tal como está representada en las figuras 1.1 a 3, para compensar diferencias de llenado que resultan debido a la modificación del volumen del medio de acumulación de calor.
25 Como alternativa y preferentemente puede preverse sin embargo una cubierta de gas en el recipiente tampón 21. Para ello, en caso de una reducción de la cantidad de llenado en el recipiente tampón 21 se conduce un gas a través de una conducción de gas 23 en el recipiente tampón 21. El gas que se conduce al recipiente tampón 21 es, a este respecto, un gas inerte con respecto al medio de acumulación de calor 3 para impedir una reacción del gas con el medio de acumulación de calor 3. Como gas es adecuado en particular nitrógeno. Sin embargo pueden usarse,
30 por ejemplo, también gases nobles. Sin embargo se prefiere el uso de nitrógeno. Los dispositivos de alimentación y evacuación de los gases pueden ser componente de un sistema controlado que mantiene constante la presión de gas en el acumulador tampón y/o el volumen en el recipiente 1.

- 35 Cuando debido a un aumento de volumen del medio de acumulación de calor se conduce medio de acumulación de calor al recipiente tampón 21 y así aumenta el nivel de llenado en el recipiente tampón 21, se extrae gas del recipiente tampón 21 a través de una salida de gas 25. Según esto es posible por un lado que el gas se emita al entorno, tal como es preferente con el uso de nitrógeno, o como alternativa se conduce a un acumulador de gases. En particular, con gases distintos de nitrógeno se prefiere la reconducción a un acumulador de gases.

- 40 Para acumular calor se extrae medio de acumulación de calor del recipiente 1 a través de un conducto inferior 27 que se encuentra en la zona de la base del recipiente 1. Para la extracción del medio de acumulación de calor se usa una bomba 29. A través de la bomba 29 se conduce el medio de acumulación de calor en un intercambiador de calor 31. En el intercambiador de calor 31, el medio de acumulación de calor 3 absorbe calor. A continuación se conduce el medio de acumulación de calor 3 así calentado a través de un conducto superior 33 de vuelta al recipiente 1. En el recipiente 1 aparece, a este respecto, una caída de la temperatura, estando el medio de acumulación de calor caliente 3 en la zona superior y el medio de acumulación de calor frío en la zona inferior del
45 recipiente 1. El conducto superior 33 conduce a este respecto en la zona superior del recipiente 1 al recipiente, preferentemente de manera directa por debajo de una cubierta 35 que limita por arriba al recipiente.

- 50 Para poder extraer de nuevo calor del acumulador de calor se extrae el medio de acumulación de calor 3 a través del conducto superior 33 del recipiente 1 y se conduce al intercambiador de calor 31. En el intercambiador de calor 31, el medio de acumulación de calor emite entonces calor, por ejemplo, a un portador de calor. Según esto, el medio de acumulación de calor 3 se enfría. El medio de acumulación de calor enfriado se conduce entonces con ayuda de la bomba 29 a través del conducto inferior 27 de vuelta al recipiente 1. Como alternativa a la forma de realización representada en este caso, en la que a través del mismo circuito se alimenta calor o se evacúa calor, es también posible prever un primer intercambiador de calor, por medio del cual se calienta el medio de acumulación de calor 3 y un segundo intercambiador de calor, en el que el medio de acumulación de calor 3 emite de nuevo calor.
55 Para ello puede usarse entonces, por ejemplo, un segundo circuito.

Debido a la alimentación del medio de acumulación de calor caliente en la zona superior del recipiente 1 y a la evacuación del medio de acumulación de calor frío de la zona inferior se forma una estratificación de calor, de modo que el dispositivo está configurado como acumulador estratificado.

En la figura 5 están representados recipientes para el alojamiento de un medio de acumulación de calor como acumulador estratificado en serie.

Como alternativa a la forma de realización representada en la figura 4 con únicamente un recipiente, es también posible usar por ejemplo un acumulador estratificado en serie. Un acumulador estratificado en serie puede comprender muchos recipientes de manera discrecional. En la forma de realización representada en la figura 5, el acumulador estratificado en serie 37 comprende tres recipientes. Mediante el uso de acumuladores estratificados en serie 37 es posible reducir la superficie de sección transversal. De esta manera pueden reducirse más las pérdidas que resultan mediante conducción térmica dentro del medio de acumulación de calor. Así disminuye, por ejemplo, la pérdida de calor aprovechable con altura creciente del recipiente. La altura creciente del recipiente puede simularse mediante el acumulador estratificado en serie 37. El uso del acumulador estratificado en serie tiene la ventaja de que los recipientes individuales no deben conectarse tan alto y por consiguiente una presión más baja actúa, en particular en zonas inferiores, sobre la pared del recipiente. El recipiente puede fabricarse, por consiguiente, en una estabilidad más baja.

Para el funcionamiento de un acumulador estratificado en serie se unen entre sí los recipientes individuales 1 a través de conductos 39, 41. A este respecto sobresale una primera sección de conducto 43 respectivamente en la zona de la base del recipiente 1 que contiene el medio de acumulación de calor más caliente y una segunda sección de conducto 45 en la zona superior del recipiente 1 que contiene el medio de acumulación de calor algo más frío. A este respecto es ventajoso en particular cuando la temperatura del medio de acumulación de calor en la zona inferior del recipiente que contiene el medio de acumulación de calor más caliente 3 es aproximadamente igual que la temperatura del medio de acumulación de calor 3 en la zona superior del recipiente 1, en la que está el medio de acumulación de calor algo más frío. Mediante la conexión uno detrás de otro de dos o más recipientes 1, la diferencia de temperatura entre la zona superior y la base del recipiente es más baja que cuando se usa únicamente un recipiente.

Para poder hacer funcionar un acumulador estratificado en serie 37 se alimenta medio de acumulación de calor caliente en la zona superior del recipiente más caliente y se extrae medio de acumulación de calor frío en la base del recipiente más frío o se alimenta medio de acumulación de calor frío en la base del recipiente más frío y se extrae medio de acumulación de calor caliente en la zona superior del recipiente más caliente. En la misma medida en la que se extrae medio de acumulación de calor de uno de los recipientes del acumulador estratificado en serie 37, se bombea a través de los conductos 39, 41 medio de acumulación de calor desde un recipiente hacia el recipiente adyacente para compensar las modificaciones de volumen en los recipientes 1.

En la figura 6 está representado un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor que está configurado como acumulador estratificado. En un recipiente configurado como acumulador estratificado 47 para el alojamiento de un medio de acumulación de calor 3 se encuentra, tal como se ha descrito ya anteriormente, en la zona superior 49 del recipiente medio de acumulación de calor caliente 3 y en la zona inferior 51 medio de acumulación de calor más frío. En el acumulador estratificado 47 se forman límites de temperatura 53 que con la extracción de medio de acumulación de calor frío y la alimentación de medio de acumulación de calor caliente se desplazan hacia abajo y con la extracción de medio de acumulación de calor caliente y la alimentación de medio de acumulación de calor frío se desplazan hacia arriba. Para impedir que se produzca una convección durante la alimentación de medio de acumulación de calor en el recipiente 1 se usan colectores/distribuidores 55 adecuados. Durante la extracción de medio de acumulación de calor caliente, el colector/distribuidor superior 55 actúa como colector para la extracción de medio de acumulación de calor y el colector/distribuidor inferior 55 actúa como distribuidor, a través del cual se alimenta medio de acumulación de calor en el recipiente 1. De manera correspondiente, el colector/distribuidor inferior 55 durante la extracción de medio de acumulación de calor frío sirve como colector y el colector/distribuidor superior 55 como distribuidor. Los colectores/distribuidores 55 están unidos a este respecto respectivamente con un conducto 57 que conduce, por ejemplo, a un intercambiador de calor.

Una forma adecuada para un colector/distribuidor está representada en la figura 7. En la forma de realización representada en este caso, el colector/distribuidor 55 comprende tres anillos concéntricos 59 que están unidos respectivamente en un punto con el conducto 57. Además de la configuración con tres anillos concéntricos 59, tal como está representada en la figura 7, pueden estar previstos también más de 3 o menos de 3 anillos. También son posibles otras configuraciones discrecionales que permiten una alimentación o extracción uniforme del medio de acumulación de calor.

Para poder alimentar o poder extraer de manera uniforme medio de acumulación de calor, están configuradas aberturas 61 en cada uno de los anillos concéntricos 59. A través de las aberturas 61, el medio de acumulación de calor o bien puede extraerse del recipiente 1 o puede alimentarse en el recipiente 1.

Además de la forma de realización con sólo un recipiente tampón, tal como está representada en la figura 4, es posible como alternativa también prever más de un recipiente tampón, por ejemplo dos recipientes tampón. Esto está representado a modo de ejemplo en la figura 8. Además de la forma de realización con dos recipientes tampón, tal como está representada en la figura 8, pueden conectarse en serie también más de dos recipientes tampón. La ventaja de al menos dos recipientes tampón es que con la alimentación de medio de acumulación de calor caliente en un primer recipiente tampón 63 no puede realizarse ninguna convección de medio de acumulación de calor

caliente en el límite de fase frío, de manera que se impediría la formación de un límite de fase frío. Para impedir una convección perturbadora es ventajoso cuando, tal como se representa en la figura 8, se alimenta el medio de acumulación de calor caliente en la zona superior del primer recipiente tampón 63. Dentro del primer recipiente tampón 63 disminuye la temperatura hacia la base 65. El medio de acumulación de calor frío de la base 65 del primer recipiente tampón 63 se conduce entonces a un segundo recipiente tampón 67. En el segundo recipiente tampón 67 se forma un límite de fase frío 69. La formación del límite de fase frío 69 puede respaldarse mediante el uso de un intercambiador de calor 71 en el segundo recipiente tampón 67. Mediante el uso del intercambiador de calor 71 es posible mantener baja la temperatura en el segundo recipiente tampón 67 y con ello mantener lo más baja posible también la presión de vapor en el recipiente tampón 67.

Como alternativa es posible además, tal como se representa en la figura 9, prever únicamente un recipiente que está separado mediante módulos 73 en zonas individuales. Mediante los módulos 73 que están configurados preferentemente como paredes perpendiculares dentro del recipiente se divide el recipiente en zonas individuales con distinta temperatura. A este respecto es en particular ventajoso cuando respectivamente entre dos zonas 77 con una estratificación de temperatura está configurada una zona esencialmente isotérmica 77. La zona isotérmica 77 está dotada respectivamente en la proximidad de la base de una abertura 79 hacia la zona más caliente 75 con estratificación de temperatura y una abertura superior 81 hacia la zona más fría 75 con estratificación de temperatura. La zona más fría 75 con estratificación de temperatura está unida a través de una abertura 79 con una zona fría 83, en la que se encuentra el límite de fase 69. Tal como en la forma de realización representada en la figura 8 en el segundo recipiente tampón 67 puede estar alojado en la zona fría 83 un intercambiador de calor 71 para mantener el límite de fase 69 a temperatura esencialmente constante. Las paredes 73 pueden estar realizadas también de manera aislante. Para poder extraer gas contenido eventualmente en el medio de acumulación de calor, las zonas individuales 75 están dotadas respectivamente de una ventilación 85.

Una correspondiente ventilación 85 presenta preferentemente también el primer recipiente tampón 63 de la forma de realización representada en la figura 8.

Un recipiente para el alojamiento de un medio de acumulación de calor con recipientes tampón en una segunda forma de realización está representado en la figura 10.

A diferencia de la forma de realización representada en la figura 4, en la forma de realización representada en la figura 10 el recipiente tampón 21 está posicionado de modo que el límite de fase 69 en el recipiente tampón se encuentra en altura hidrostática similar al límite de fase 87 del medio de acumulación de calor 3 en el recipiente 1. Para poder compensar posibles oscilaciones del volumen en el recipiente 1 está cubierto el medio de acumulación de calor 3 preferentemente con una cubierta 89. La cubierta 89 está unida, a este respecto, de manera hermética a los gases con el recipiente 1. Con las flechas en la figura 10 están simbolizados pequeños movimientos dentro de los límites de elasticidad de la cubierta 89, que se detectan y se reinvierten mediante una regulación del volumen, conduciéndose medio de acumulación de calor al recipiente tampón 21 o conduciéndose desde el recipiente tampón 21 hacia el recipiente 1. Para ello, con la detección de una elevación de la cubierta 89 se conduce medio de acumulación de calor desde el recipiente 1 hacia el recipiente tampón 21 y con una bajada de la cubierta 89 se conduce medio de acumulación de calor desde el recipiente tampón 21 hacia el recipiente 1. De esta manera se realiza un volumen que permanece esencialmente igual en el recipiente 1.

La ventaja del posicionamiento del recipiente tampón 21, de manera que el límite de fase 69 esté a altura hidrostática similar al límite de fase 87 del medio de acumulación de calor 3 en el recipiente 1, es que también en caso de una interrupción de las bombas de alimentación y evacuación actúan únicamente fuerzas hidrostáticas bajas sobre los acumuladores. Además requiere el funcionamiento de las bombas para la compensación del volumen únicamente un gasto mínimo de energía.

Además es ventajoso cuando, tal como se representa en la figura 10, el recipiente tampón 21 presenta una superficie de sección transversal grande. Debido a una superficie de sección transversal grande, las modificaciones de volumen inevitables mediante modificación de la temperatura de la fase líquida del medio de acumulación de calor provocan únicamente bajas modificaciones de la altura hidrostática de la superficie de líquido 69 en el acumulador tampón 21. Como consecuencia de esto permanecen bajas las sucesiones de fuerzas hidrostáticas.

Lista de números de referencia

1	recipiente	69	límite de fase frío
3	medio de acumulación de calor	71	intercambiador de calor
5	cubierta	73	módulos
7	zonas flexibles	75	zona con estratificación de temperatura
9	pared del recipiente 1	77	zona isotérmica
11	bomba sumergible	79	abertura
13	zona de succión	81	abertura superior
15	cámara	83	zona fría
17	pared	85	ventilación
19	abertura	87	límite de fase

(continuación)

21	recipiente tampón	89	cubierta
23	alimentación de gas		
25	evacuación de gas		
27	conducto inferior		
29	bomba		
31	intercambiador de calor		
33	conducto superior		
35	cubierta		
37	acumulador estratificado en serie		
39	conducto		
41	conducto		
43	primera sección de conducto		
45	segunda sección de conducto		
47	acumulador estratificado		
49	zona superior		
51	zona inferior		
53	límite de temperatura		
55	colector/distribuidor		
57	conducto		
59	anillo		
61	abertura		
63	primer recipiente tampón		
65	base		
67	segundo recipiente tampón		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la acumulación de calor en una central solar, que comprende un medio de acumulación de calor que absorbe calor para la acumulación de calor y emite calor para el aprovechamiento del calor acumulado, así como un recipiente para el alojamiento del medio de acumulación de calor, estando cerrado el recipiente con una cubierta hermética a los gases, **caracterizado porque** están comprendidos medios para la compensación de volumen, para compensar un aumento de volumen del medio de acumulación de calor (3) debido a un aumento de la temperatura y una reducción de volumen debido a una reducción de la temperatura.
- 10 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios para la compensación de volumen comprenden una cubierta flexible (5) del recipiente (1).
- 15 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la cubierta flexible (5) comprende zonas flexibles (7) que se elevan con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor (3) y que se bajan con una reducción de volumen del medio de acumulación de calor (3).
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los medios para la compensación de volumen comprenden un recipiente tampón (21; 63, 67), en el que con un aumento de volumen del medio de acumulación de calor (3) puede fluir una parte del medio de acumulación de calor (3).
5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el dispositivo para la acumulación de calor está configurado como acumulador estratificado (47).
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el medio de acumulación de calor (3) contiene azufre.
- 20 7. Procedimiento para la acumulación de calor en una central solar, en el que para la acumulación de calor se transfiere calor a un medio de acumulación de calor o para el aprovechamiento del calor se evacúa calor desde el medio de acumulación de calor al portador de calor, estando alojado el medio de acumulación de calor en un recipiente que está cerrado con una cubierta hermética a los gases, **caracterizado porque** una expansión de volumen del medio de acumulación de calor (3) se compensa mediante un aumento de volumen del recipiente (1) o mediante flujo del medio de acumulación de calor (3) desde el recipiente (1) hacia un recipiente tampón (21; 63, 65) y una reducción de volumen del medio de acumulación de calor (3) se compensa mediante una disminución de volumen del recipiente (1) o mediante flujo del medio de acumulación de calor (3) desde el recipiente tampón (21; 63, 65) hacia el recipiente (1).
- 25 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** un aumento de volumen del recipiente (1) se consigue expandiéndose las zonas flexibles (7) de una cubierta flexible (5).
- 30 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** al recipiente (1) se alimenta medio de acumulación de calor caliente (3) en la zona superior y se extrae medio de acumulación de calor frío (3) en la zona inferior.
- 35 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** al medio de acumulación de calor (3) se alimenta calor de una central solar.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** la central solar es una central solar de canales parabólicos.

FIG.1.1

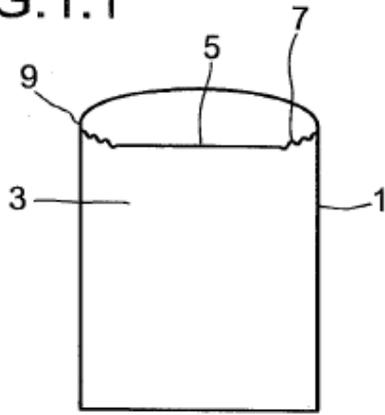


FIG.1.2

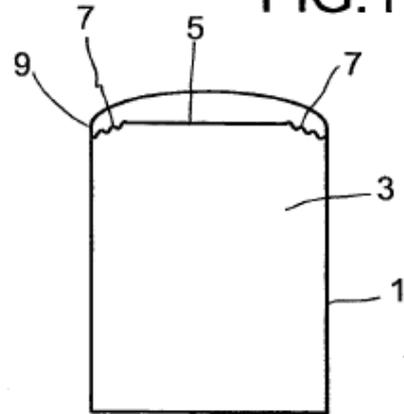


FIG.2

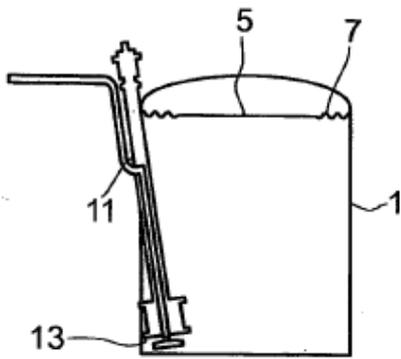


FIG.3

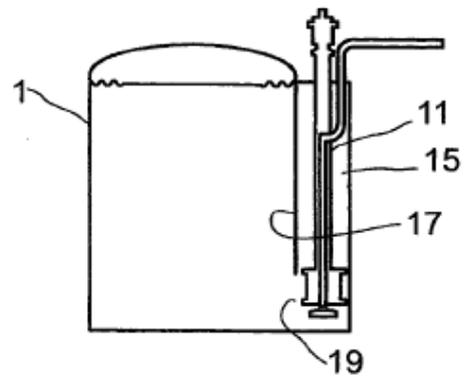


FIG.4

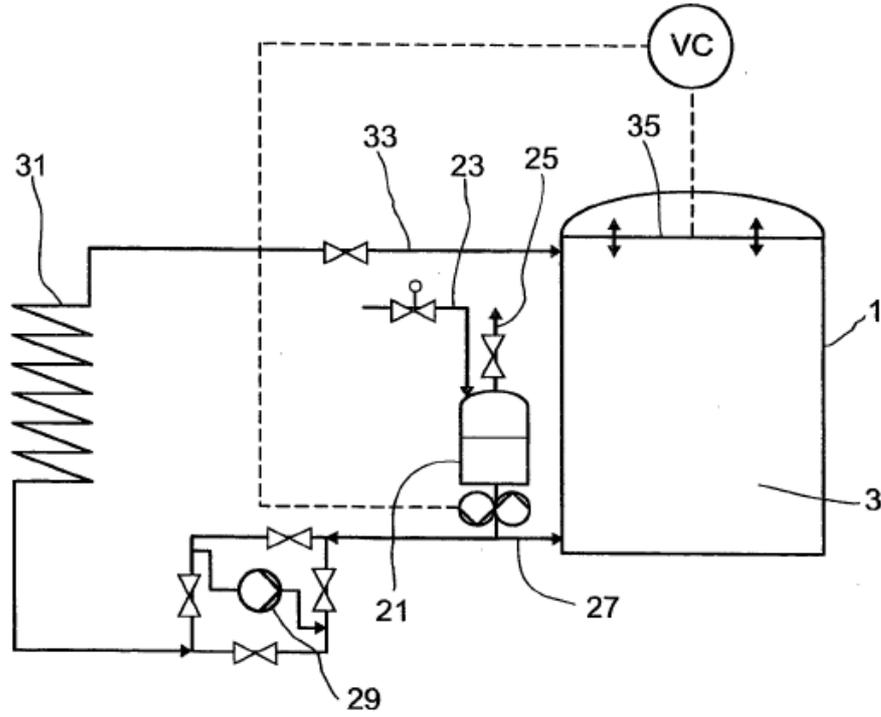


FIG.5

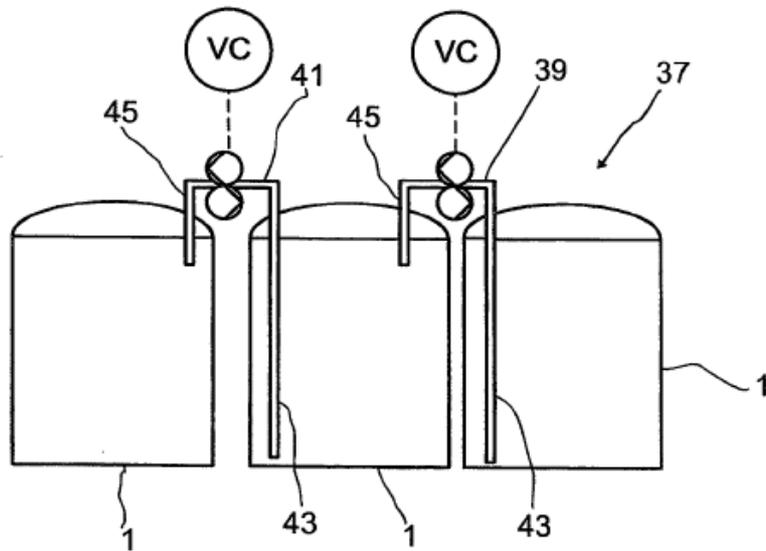


FIG.6

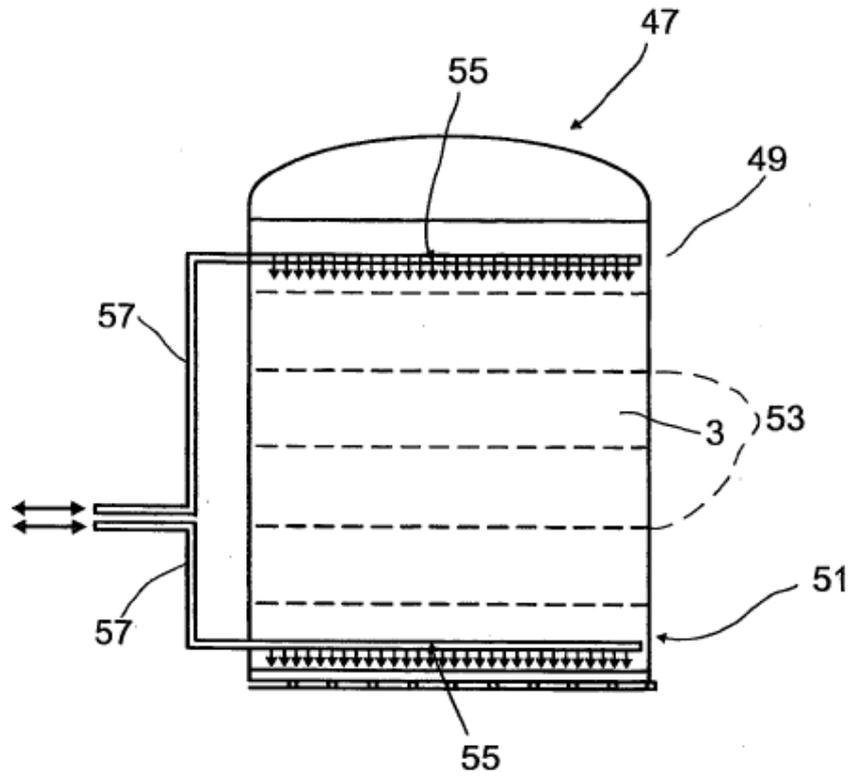


FIG.7

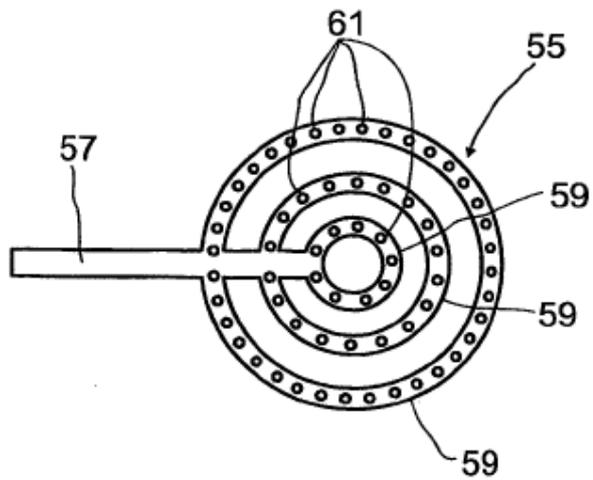


FIG.8

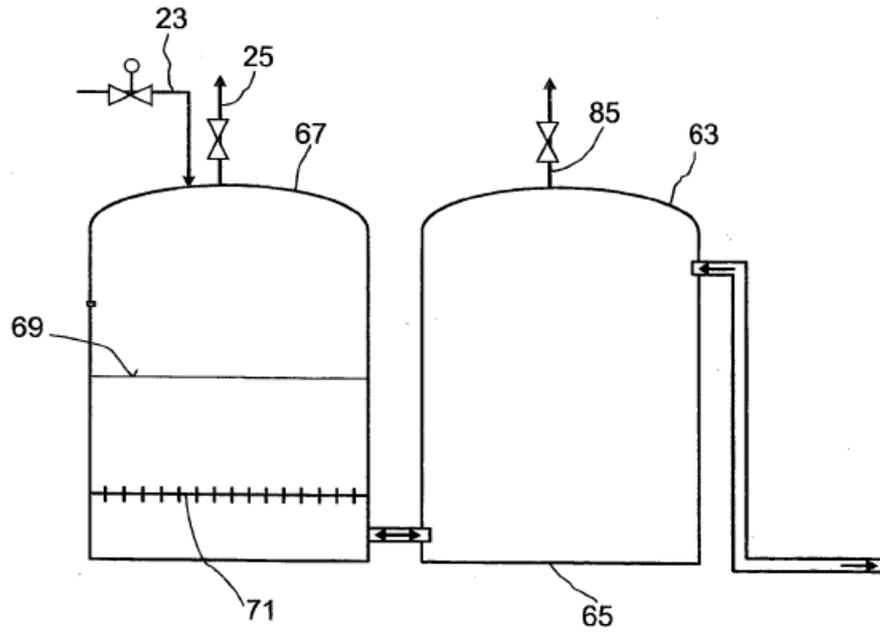


FIG.9

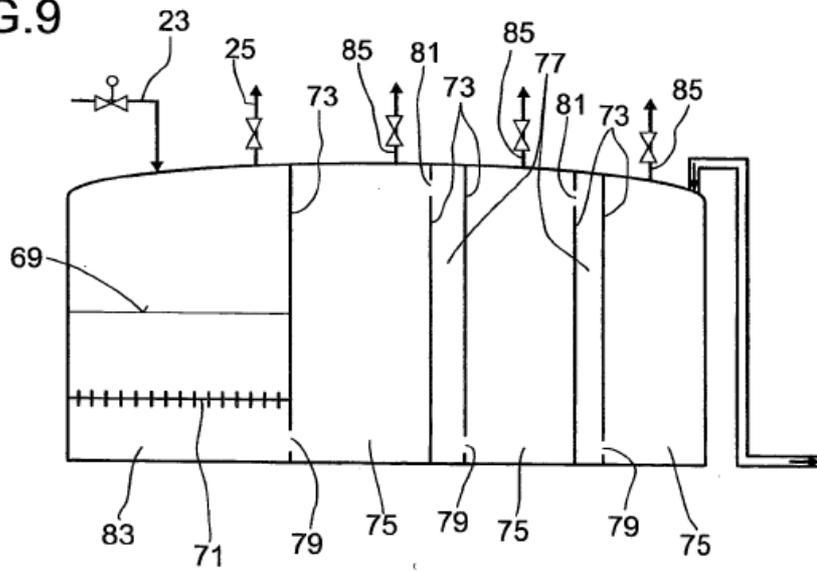


FIG.10

