

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 605**

51 Int. Cl.:

F28F 21/04 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2019 PCT/IB2019/061297**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2020 WO20136558**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2019 E 19835825 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022 EP 3903059**

54 Título: **Aparato de almacenamiento de energía térmica**

30 Prioridad:

27.12.2018 IT 201800021106

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

21.11.2022

73 Titular/es:

**ENI S.P.A. (100.0%)
Piazzale Enrico Mattei, 1
00144 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**BIANCHI, GABRIELE;
LAZZARI, CARLA;
SAMA', CARMEN y
PASSERA, TAMARA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 928 605 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

Aparato de almacenamiento de energía térmica

5 La presente invención se relaciona con un aparato de almacenamiento de energía térmica.

10 En la técnica anterior se conocen sistemas para almacenamiento de energía térmica que son aplicables a cada situación de generación o recuperación térmica. En particular, el almacenamiento térmico está adaptado para ser aplicado en sistemas de generación de potencia por fuentes renovables, tales como por ejemplo plantas solares concentradas (CSP).

15 Los sistemas de almacenamiento de energía renovable hacen posible almacenar la energía sobrante producida durante el día y retornarla cuando el aislamiento es bajo o inexistente y/o cuando la demanda de energía es mayor. El almacenamiento de energía térmica equilibra ventajosamente el suministro de energía con la demanda de los usuarios.

20 Los sistemas de almacenamiento de energía térmica pueden clasificarse de acuerdo con el método usado para la acumulación de calor: "almacenamiento de calor sensible" en el cual se almacena energía en la forma de calor sensible variando la temperatura entre un valor mínimo y un valor máximo de un medio de almacenamiento, que puede ser tanto sólido como líquido y que no sufre cambios en su estado físico; "almacenamiento de calor latente" en el cual se almacena energía en la forma de calor latente que deriva desde el paso de fase de un material, usualmente se trata de transformarse desde líquido a sólido y viceversa; "almacenamiento de calor químico" en el cual se almacena energía explotando reacciones químicas completamente reversibles apropiadas, en la forma de calor de absorción química o produciendo H₂ o gas de síntesis.

25 Excepto por los sistemas en los cual hay generación directa de vapor y en los cuales podría ser ventajoso el hecho de usar un almacenamiento del tipo "almacenamiento de calor latente", en otros tipos de sistemas, como en la mayoría de las plantas de CSP, la energía térmica se almacena en la forma de calor sensible "almacenamiento de calor sensible". Además de las condiciones de operación tales como temperatura y presión de operación de la planta, los parámetros fundamentales para este tipo de almacenamiento están relacionados con el tipo de medio de almacenamiento usado: densidad, calor específico, conductividad y difusividad térmica, presión de vapor, compatibilidad con el materiales usados. Hasta la fecha, la solución tecnológica más ampliamente usada involucra la instalación de dos tanques con nivel variable, en los cuales se almacena el medio de almacenamiento líquido a su temperatura mínima y máxima. Esta tecnología se puede definir como directa cuando el medio de almacenamiento usado es también el fluido de transferencia de calor a través del cual se absorbe o transfiere el calor, o como indirecta cuando el medio de almacenamiento y el fluido de transferencia de calor son dos sustancias diferentes y el almacenamiento se carga y/o descarga a través de un intercambiador de calor.

40 La investigación tecnológica se está moviendo hacia un tanque único. La energía térmica se acumula estableciendo un gradiente de temperatura, la denominada termoclina, dentro del medio de almacenamiento, que permite segregar idealmente el área a la temperatura mínima desde la área a la temperatura máxima, si se controla adecuadamente. También para esta tecnología es posible hablar sobre almacenamiento directo o indirecto como ya se describió anteriormente. La razón de usar un material como acumulación térmica está dictada por varios factores: fácil disponibilidad, bajo coste, posibilidad de alcanzar altas temperaturas, facilidad de producción, ausencia de problemas ambientales.

45 Además de la posibilidad de usar líquidos, es posible elegir materiales sólidos como medios de almacenamiento tales como partículas sólidas, por ejemplo arena, u hormigón y/o material cerámico.

50 El primer tipo permite realizar tanto un almacenamiento directo como indirecto, en el primer caso haciendo fluido el lecho de partículas sólidas y usándolo también como un fluido de transferencia de calor, en el segundo caso hipotetizando un lecho empaquetado dentro del almacenamiento y acumulando y/o liberando calor por contacto directo con el fluido de transferencia de calor. La posibilidad de usar partículas sólidas tanto como un fluido de transferencia de calor como un medio de almacenamiento permite eliminar ineficiencias vinculadas al intercambio de calor entre las dos sustancias. Las desventajas de esta elección, sin embargo, son numerosas: las partículas deben tener un diámetro bien definido con el fin de poder obtener un lecho fluido, alto consumo de aire y/o gas usado para fluidizar el lecho, formación de polvo debido al estrés mecánico al que están sometidas las partículas, fenómenos de abrasión en el material en contacto con el lecho fluido, posible formación de aglomerados a alta temperatura debido a fenómenos de sinterización. Algunos de estos problemas críticos se superan adoptando un lecho de partículas empaquetado y de este modo estable. En este caso el calor se acumula y/o transfiere por contacto directo con el fluido de transferencia de calor que necesariamente debe ser químicamente compatible con el material elegido como un medio de almacenamiento. Al hacerlo así, no se desperdicia más energía para fluidizar el lecho, además, todavía necesita ser controlado el diámetro de partículas, pero no tan estrictamente como para tener un lecho fluidizado. La posibilidad de usar partículas sólidas maximiza el área de intercambio entre el fluido de transferencia de calor y el propio medio de almacenamiento, pero todavía están algunas desventajas, tales como: la progresiva deformación inelástica (trinquete térmico) a la cual se somete el lecho empaquetado debido a los ciclos térmicos repetidos; la instauración de canales

65

de fluido caliente dentro del fluido más frío debido a las diferentes densidades y viscosidades, conocida como digitación o canalización.

5 Algunas soluciones técnicas prevén que el fluido de transferencia de calor fluya no en contacto con el hormigón sino en tubos de metal rodeados por hormigón. Esta realización puede presentar el problema del desconchado, es decir el desprendimiento del hormigón desde el tubo debido a la alta sobrepresión que se produce dentro del propio material debido a evaporación del agua presente o diferencias en expansiones térmicas.

10 Algunas soluciones técnicas tienen un sistema de losas en el cual los espacios entre las losas de hormigón adyacentes son muy pequeños (1-2 mm) que se obtienen colocando láminas delgadas de capas de sacrificio, por ejemplo de cera o plástico, en el molde que no son fáciles de colocar y que luego debe ser retiradas. Dadas las grandes dimensiones de las losas (0.5-1.5 m de ancho, 2.5-5 m de alto por 10-30 mm de espesor) esta solución presenta considerables dificultades y problemas desde un punto de vista de implementación. Desventajosamente, una vez que las láminas de cera han sido retiradas, los canales pasantes obtenidos pueden ser irregulares y tener una conformación ondulada.

15 El estado de la técnica conocida proporciona losas rectangulares de hormigón de igual tamaño dispuestas en un contenedor en forma de paralelepípedo. Esta solución es adecuada y económicamente viable para sistemas donde las presiones involucradas se mantienen bajas, es decir menos de 5 o 10 bar. A medida que aumenta la presión, el espesor de la carcasa y/o contenedor externo con sección rectangular y/o cuadrada, dada la no homogeneidad de los empujes en las paredes, aumenta muy rápidamente, haciendo desventajosamente no aplicable la solución de la técnica anterior.

20 El objeto de la presente invención es el de proporcionar un aparato de almacenamiento de energía térmica que supere las desventajas de la técnica anterior. El documento DE 42 36 761 A1 muestra un aparato de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención este objeto se logra con un aparato de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 1.

30 Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un método para fabricar un aparato de almacenamiento de energía térmica que supere las desventajas de la técnica conocida.

De acuerdo con la invención, tal objeto adicional se logra con un proceso para fabricar un aparato de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 22.

35 Otras características están comprendidas en las reivindicaciones dependientes.

Las características y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción, que debe entenderse como ejemplificante y no limitante, con referencia a los dibujos esquemáticos anexos, en donde:

40 La figura 1 es una vista axonométrica de un elemento de un módulo básico de un aparato de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la presente invención, donde el elemento del módulo básico comprende una losa de hormigón y un par de barras espaciadoras de hormigón dispuestas paralelas entre sí y en dos bordes transversales de la losa, donde el par de barras espaciadoras soportan la losa estando dispuestas debajo de la cara inferior de la losa, donde el par de barras espaciadoras son una sola pieza con la losa;

45 La figura 2 es una vista frontal de una sección transversal de un aparato de almacenamiento de energía que comprende un tubo hueco que tiene una sección transversal circular que comprende una cavidad con sección transversal circular dentro de la cual se dispone un módulo básico que comprende elementos apilados que comprenden losas con diferentes dimensiones transversales de tal manera que sigan un perfil curvilíneo de una pared interior de la cavidad, donde el módulo básico comprende una multiplicidad de elementos apilados unos sobre los otros de tal manera que las losas de hormigón se apilan unas sobre las otras y espaciadas por una multiplicidad de pares de barras espaciadoras adaptadas para formar una multiplicidad de canales huecos adaptados para el paso de un fluido de transferencia de calor, donde cada canal hueco está comprendido entre la cara superior de una losa inferior apilada, el par de barras espaciadoras y la cara inferior de una losa superior apilada, donde una losa inferior en la base del módulo básico no comprende barras espaciadoras, donde dichos canales huecos tienen diferentes dimensiones, donde los intersticios superior e inferior de la cavidad se rellenan respectivamente con varillas de hormigón que tienen una sección transversal en forma de segmento circular;

50 La figura 3 es una vista axonométrica de un módulo básico alternativo del aparato de almacenamiento de energía térmica que comprende una multiplicidad de elementos apilados unos sobre los otros de tal manera que las losas de hormigón, todas con las mismas dimensiones transversales, están apiladas unas sobre las otras y espaciadas por la multiplicidad de pares de barras espaciadoras adaptadas para formar una multiplicidad de canales huecos, todos con las mismas dimensiones, adaptados para el paso del fluido de transferencia de calor, donde una losa inferior en la base del módulo básico no comprende barras espaciadoras;

65

5 La figura 4 es una vista frontal de una sección transversal del aparato de almacenamiento de energía que comprende el tubo hueco que tiene una sección transversal circular que comprende la cavidad de sección transversal circular dentro de la cual se dispone un módulo básico alternativo que se muestra en la figura 3 que comprende elementos del módulo básico que comprende losas de iguales dimensiones transversales, donde los intersticios superior, inferior y lateral de la cavidad se rellenan respectivamente con varillas de hormigón que tienen una sección transversal en forma de segmento circular;

10 La figura 5 es una vista frontal de una sección transversal de un aparato de almacenamiento de energía alternativo que comprende un tubo hueco alternativo que tiene una sección transversal rectangular que comprende una cavidad con una sección transversal rectangular dentro de la cual se dispone el módulo básico alternativo de la figura 3 que comprende losas de las mismas dimensiones y pares de barras espaciadoras que tienen una sección transversal rectangular;

15 La figura 6 es una vista lateral de tubos huecos que comprenden respectivas cavidades dentro de las cuales se disponen los módulos básicos del aparato de almacenamiento de energía que están dispuestos mutuamente en serie de tal manera que los canales huecos están en comunicación de flujo entre sí, donde tres tubos huecos están dispuestos en serie de tal manera que sus cavidades están dispuestas en comunicación de flujo entre ellos y se prevén distribuidores de flujo conectados a una red hidráulica para un fluido de transferencia de calor en los extremos de los tubos;

20 La figura 7 es una vista axonométrica de tres tubos huecos mutuamente dispuestos en serie para formar tres series de tres tubos huecos, donde las tres series de tres tubos huecos están a su vez dispuestas mutuamente en paralelo;

25 La figura 8 muestra una vista axonométrica de una multiplicidad de módulos básicos dispuestos en serie de tal manera que los canales huecos están en comunicación de flujo entre sí, donde la multiplicidad de módulos básicos dispuestos en serie está a su vez dispuesta en paralelo;

30 La figura 9 es una vista esquemática de una configuración de conexión hidráulica de una multiplicidad de series de tubos huecos que comprenden una multiplicidad de módulos básicos dentro de sus cavidades, donde las multiplicidad de series de tubos huecos se conectan mutuamente en paralelo por medio de distribuidores de fluido de transferencia de calor que se disponen en los extremos de cada serie de tubos huecos, donde la multiplicidad de series de tubos huecos en paralelo se conecta con otra multiplicidad de tubos huecos por medio la red hidráulica y los distribuidores de fluido de transferencia de calor;

35 La figura 10 es una vista esquemática de una configuración alternativa de dos tubos huecos que comprenden distribuidores de fluido de transferencia de calor en cada extremo conectados por medio de la red hidráulica del fluido de transferencia de calor;

40 La figura 11 es una vista axonométrica de un elemento alternativo de un módulo básico alternativo de acuerdo con la presente invención, donde la losa de hormigón es montable de manera separable con un par de barras espaciadoras de hormigón dispuestas paralelas entre sí y en dos bordes transversales de la losa, donde el par de barras espaciadoras soportan la losa estando dispuestas debajo de la cara inferior de la losa;

45 La figura 12 es una vista frontal de una sección transversal del aparato de almacenamiento de energía que comprende el tubo hueco que tiene una sección transversal circular que comprende la cavidad que tiene una sección transversal circular dentro de la cual se dispone un módulo básico alternativo que comprende losas montadas separadamente con pares de barras, donde las losas

50 tienen diferentes dimensiones transversales de tal manera que sigan el perfil curvilíneo de la pared interior de la cavidad, donde los pares de barras espaciadoras comprenden una pared exterior que comprende al menos una porción en contacto con el perfil curvilíneo de la pared interior de la cavidad, donde los intersticios superior e inferior de la cavidad se rellenan respectivamente con barras de hormigón que tienen una sección transversal en forma de segmento circular.

55 Con referencia a las figuras mencionadas anteriormente y en particular a las figuras 2, 4 y 12, se muestra un aparato 100 de almacenamiento de energía térmica que comprende un tubo 60 hueco que tiene una sección transversal circular que comprende una cavidad 65 interna que tiene una sección transversal circular.

60 Como se muestra en particular en la figura 6, cada tubo 60 hueco comprende dos extremos, y cada extremo comprende una abertura 64 pasante.

Como se muestra por ejemplo en la figura 6, el tubo 60 hueco define una dirección longitudinal a lo largo de la cual se extiende desde un extremo al otro.

ES 2 928 605 T3

Como se muestra en particular en la figura 8, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende una multiplicidad de módulos 10 básicos dispuestos de acuerdo con una configuración en serie o una configuración en paralelo dentro de dicha cavidad 65 interna de dicho al menos un tubo 60 hueco.

5 Como se muestra en particular en la figura 2, cada módulo 10 básico del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende una multiplicidad de elementos 20, 30 apilados unos sobre los otros.

Como se muestra en la figura 1, cada elemento 20, 30 de dicho módulo 10 básico comprende una losa 20 y un par de barras 30 espaciadoras.

10 Como se muestra en las figuras 1-4, las losas 20 y los pares de barras 30 espaciadoras son una sola pieza.

El módulo 10 básico comprende una multiplicidad de losas 20 que están apiladas unas sobre las otras y una multiplicidad de pares de barras 30 espaciadoras que espacian las losas 20 apiladas entre las cuales se dispone el par de barras 30 espaciadoras.

La figura 2 muestra siete elementos 20, 30, en particular ocho losas 20 que se muestran separadas a lo largo de una dirección vertical por siete parejas de barras 30 espaciadoras.

20 Como es evidente a partir de la figura 1, al menos una losa 20 del módulo 10 básico tiene una dimensión transversal tan larga como una dimensión transversal de la cavidad 65. Las otras losas 20 del módulo 10 básico tienen diferentes dimensiones con el fin de seguir la conformación curvilínea de una pared 61 interior de la cavidad 65 del tubo 60 hueco.

25 En las figuras 2-5, 12 el módulo 10 básico comprende una multiplicidad de parejas de losas 20 y una respectiva multiplicidad de pares de barras 30 espaciadoras.

30 Como se muestra en particular en las figuras 2-5, 12, cada par de barras 30 espaciadoras está dispuesto entre cada pareja de losas 20 apiladas y está adaptado para formar un canal 40 pasante adaptado para el paso de un fluido de transferencia de calor desde un extremo al otro de los dos extremos del tubo 60 hueco.

Cada canal 40 pasante está comprendido entre las paredes interiores de cada par de barras 30 espaciadoras y paredes interiores de cada pareja de losas 20 apiladas.

35 La figura 2 muestra siete canales 40 pasantes de diferentes dimensiones transversales e igual altura.

El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica prevé el uso de losas 20 de hormigón con barras 30 espaciadoras que tienen una sección transversal rectangular cuya altura establece la distancia entre las losas 20 y la dimensión del respectivo canal 40 pasante en una dirección vertical de una manera precisa y correcta.

40 La no regularidad de los canales recalcada en el estado de la técnica conocida se resuelve de este modo de una manera ventajosamente sencilla.

45 Ventajosamente, los canales 40 pasantes son más fáciles de hacer que en el estado de la técnica y se pueden mantener altas eficiencias dado que es posible garantizar el control de la altura de los canales 40 pasantes y una distancia constante entre las losas 20. También es posible decidir cambiar la altura de las barras 30 espaciadoras de una manera controlada, de tal manera que se dimensionen los canales 40 de cable con extrema precisión.

50 Estas parejas de losas 20 con pares de barras 30 espaciadoras hacen ventajosamente que la etapa de apilamiento de las losas 20 sea modular, fácil, rápida, permitiendo que se haga un aparato 100 de almacenamiento de energía térmica que comprende módulos 10 básicos adaptados para seguir el perfil de la pared 61 interior de la cavidad 65 del tubo 60 hueco como se muestra en las figuras 2, 12 o módulos 10 básicos en la conformación de un paralelepípedo como se muestra en las figuras 3, 4, 5.

55 Cada losa 20 está hecha de hormigón y cada barra 30 espaciadora está hecha de hormigón.

60 En particular, las losas 20 están hechas preferentemente de hormigón que comprende agregados de alto rendimiento que combinan las características del hormigón con mayor resistencia mecánica a los choques térmicos y un aumento en propiedades químico-físicas tales como calor específico, conductividad térmica mientras que se mantiene el coste bajo y que hace que el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica sea económicamente ventajoso.

Las losas 20 de hormigón se pueden apilar directamente en el sitio dentro de la cavidad 65 del tubo 60 de metal hueco.

65 La presencia de las barras 30 espaciadoras en una sola pieza con la losa 20 contribuye ventajosamente a la resistencia estructural del módulo 10 básico. Adicionalmente, ventajosamente, la losa 20 es ventajosamente más fácilmente transportable y manejable.

ES 2 928 605 T3

Cada barra 30 espaciadora de un par de barras 30 espaciadoras está dispuesta paralela entre sí y paralela a un eje L longitudinal que pasa a lo largo de una dirección longitudinal del tubo 60 hueco.

5 Cada barra 30 espaciadora del módulo 10 básico comprende una sección transversal rectangular.

Cada barra 30 espaciadora de cada par de barras 30 espaciadoras comprende una dimensión longitudinal tan larga como una dimensión longitudinal de la respectiva pareja de losas 20 apiladas entre las cuales se dispone el par de barras 30 espaciadoras.

10 Cada losa 20 de la pareja de losas 20 apiladas comprende dos caras: una cara 21 superior y una cara 22 inferior. Cada par de barras 30 espaciadoras está dispuesto entre la cara 21 superior de una losa 20 apilada inferior y la cara 22 inferior de una losa 20 apilada superior de la pareja de losas 20 apiladas.

15 Cada losa 20 comprende dos bordes 26 transversales.

Cada barra 30 espaciadora comprende un borde 36 transversal exterior.

20 Como se muestra en particular en las figuras 1-5, 11, 12, cada barra 30 espaciadora del par de barras 30 espaciadoras está dispuesta en uno de los dos bordes 26 transversales de la losa 20 de tal manera que el canal 40 pasante comprende una dimensión transversal tan larga como la máxima dimensión transversal comprendida entre las paredes interiores del par de barras 30 espaciadoras y paredes interiores de la pareja de losas 20 apiladas.

25 Como se muestra en particular en las figuras 6, 9, 10, en la boca de las aberturas 64 pasantes terminales de una multiplicidad de tubos 60 huecos dispuestos mutuamente en serie, se proporcionan distribuidores 80 de fluido de transferencia de calor conectados a un sistema o a una red hidráulica para la distribución del fluido de transferencia de calor.

30 Cada losa 20 comprende una dimensión longitudinal de longitud que oscila entre 0.5 y 20 metros, una dimensión transversal de longitud que oscila entre 0.5 y 5 metros y un espesor de longitud que oscila entre 0.01 y 0.30 metros, en donde el espesor se mide a lo largo de una dirección vertical.

35 Preferiblemente la losa de hormigón única puede tener un intervalo de longitud desde 1 a 20 m; ancho desde 0.7 a 3 m y altura desde 2 a 10 cm.

40 La altura de la losa 20 y el espesor entre dos losas 20 que constituyen el canal 40 pasante del fluido de transferencia de calor son parámetros de fundamental importancia en el dimensionamiento del aparato 100 de almacenamiento térmico eficiente y su valor se determina con simulaciones adecuadas que toman en consideración las características químico-físicas del material sólido y del fluido de transferencia de calor usado así como las condiciones de operación usadas en el sistema de almacenamiento. En esta solución ambos de estos parámetros son fácilmente controlables y alcanzables.

45 La barra 30 espaciadora comprende un espesor que oscila entre 0.5 y 5 centímetros en longitud, donde el espesor se mide a lo largo de la dirección vertical, definiendo una dimensión vertical del canal 40 pasante.

La barra 30 espaciadora comprende una dimensión transversal que tiene una longitud que oscila entre 1 y 30 centímetros.

50 Preferiblemente la longitud de las barras 30 espaciadoras es igual a la de la losa 20; la altura de las barras 30 espaciadoras es igual al espesor deseado entre dos losas 20, así como las dimensiones de los canales 40 pasantes, en un rango entre 1 y 4 cm; el ancho de las barras 30 espaciadoras varía en un rango entre 5 y 20 cm.

55 Las dimensiones propuestas representan una solución fácilmente alcanzable y por lo tanto permiten simplificar ventajosamente la etapa de fabricación.

60 El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica tiene la ventaja de proporcionar un sistema de almacenamiento de energía térmica de bajo coste que se puede usar en todas las aplicaciones térmicas que se benefician a partir de la gestión de tal calor de una manera separada de su producción. Ejemplos cubren el uso en combinación con sistemas solares de CSP, sistemas de recuperación de calor tales como ciclos de potencia en generación de electricidad, en embalses para aumentar el factor de recuperación, en plantas de desalinización solar.

El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende un tubo 60 hueco que tiene una sección transversal circular.

ES 2 928 605 T3

La conformación del tubo 60 hueco es de la misma conformación que las paredes 61 interiores del tubo 60 hueco que forman la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco y por lo tanto también la sección transversal de la cavidad es de conformación circular.

5 Como se muestra en la figura 2, cada losa 20 de las parejas de losas 20 del módulo 10 básico tiene dimensiones transversales que son diferentes de al menos otra losa 20 de la misma pareja de losas 20 y/o del mismo módulo 10 básico de tal manera que dos bordes 26 transversales de cada losa 20 del módulo 10 básico están en contacto por al menos una porción con paredes interiores curvilíneas de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco. De esta forma, los espacios vacíos transversales semicirculares laterales que no estarían ocupados si todas las losas 20 del módulo 10 básico tuvieran la misma dimensión transversal, teniendo una conformación de paralelepípedo, en cambio están ocupados por el propio módulo 10 básico deformado en una dirección transversal. Como resultado, los canales 40 pasantes tienen dimensiones transversales que son diferentes entre sí.

15 Como se muestra en la figura 2, es posible rellenar por completo toda la dimensión vertical del tubo 60 hueco, o como se muestra en la figura 4, prever que los dos espacios vacíos superior e inferior del módulo 10 básico se rellenen con varillas 50 en forma de segmento circular de hormigón, una varilla 51 superior y una varilla 52 inferior, de tal manera que los canales 40 pasantes tienen dimensiones transversales que varían dentro de un intervalo dado de longitudes definidas anteriormente en la realización de la figura 2.

20 Las varillas 50 que tienen una sección transversal en forma de segmento circular comprenden una dimensión longitudinal tan larga como la dimensión longitudinal de las losas 20 del módulo 10 básico y/o tan larga como la dimensión longitudinal de la cavidad 65 del tubo 60 hueco.

25 Las varillas 50 que tienen una sección transversal en forma de segmento circular pueden ser equivalentes a las losas 20, reemplazando una de las losas 20 de la al menos una pareja de losas 20 como se muestra en la figura 4 de hecho con respecto a la varilla 51 superior que comprende una superficie plana inferior que es completamente equivalente a la superficie 22 inferior de la losa 20, la varilla 51 superior se superpone directamente encima de un par de barras 30 espaciadoras que la separan en distancia vertical desde la superficie 21 superior de la losa 20 inferior.

30 Ventajosamente, el uso de losas 20 de diferentes anchos transversales para permitir que estas losas 20 de hormigón sean apiladas con barras 30 espaciadoras dentro de la cavidad 65 del tubo 60 hueco cilíndrico permite el uso de tubos 60 huecos de metal cilíndricos comercialmente disponibles obteniendo una solución modular y expandible, adaptada para trabajar incluso con altas presiones pero basada en elementos estándar y de bajo coste del módulo 10 básico.

35 Adicionalmente, como se muestra en la figura 4, es posible proporcionar una alternativa adicional donde el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica de la figura 3 comprende un 10 módulo básico alternativo que rellena parcialmente la cavidad 65 interna con una sección transversal elíptica del tubo 60 hueco. En esta alternativa que se muestra en la figura 4 es posible ver que el módulo 10 básico en forma de paralelepípedo que se muestra en la realización de la figura 3 se inserta o monta directamente dentro del tubo 60 hueco de sección circular de la figura 4. En esta alternativa hay cuatro espacios vacíos dejados libres por el módulo 10 básico y que en la figura 4 se rellenan con un máximo de cuatro varillas que tienen una sección transversal en forma de segmento circular. 50, 51, 52, 53, 54, donde las cuatro varillas 50 que tienen una sección transversal en forma de segmento circular están hechas de hormigón.

45 Ventajosamente el uso de las varillas 50 de hormigón semicirculares mostradas en las alternativas descritas anteriormente y en las figuras 2 y 4, permite aumentar el aislamiento térmico del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica con el entorno exterior.

50 Ventajosamente, gracias a las varillas 50 de hormigón semicirculares es posible tener un aislamiento térmico incluso cuando se usan tubos 60 huecos de metal que ya están en el mercado en lugar de tubos 60 huecos construidos directamente de hormigón.

55 En las figuras 2 y 4 las losas 20 pueden tener un ancho variable o constante en el cual los espacios vacíos semicirculares de la cavidad 65 del tubo 60 hueco se rellenan con tantas barras de hormigón que comprenden la sección transversal en forma de segmento circular.

60 Adicionalmente, se prevé la posibilidad de losas 20 de hormigón de dimensión variable dispuestas en cavidades 65 de los tubos 60 huecos o la posibilidad de losas 20 de la misma dimensión apiladas en la cavidad 65 del tubo 60 hueco en las cuales se crean cuatro espacios vacíos en la conformación de segmentos circulares con sección transversal de medialuna. Al rellenar estos cuatro espacios vacíos con tantas varillas que tienen sección transversal en la conformación de segmentos 50 circulares, la solución es ventajosamente adecuada para sistemas con altas temperaturas así como también altas presiones.

65 Con estas geometrías del aparato 100 de almacenamiento térmico que se muestra en las figuras 2 y 4, es por lo tanto posible cubrir un amplio rango de presión y ventajosamente hacer el aparato 100 de almacenamiento de energía

térmica adaptado para operar con un amplio rango de fluidos de transferencia de calor: diversos tipos de aceite diatérmico, mezclas de sales fundidas o gases con presiones para todos los fluidos hasta 100 bar.

5 Adicionalmente, el uso de varillas 50 de hormigón como un material de almacenamiento adicional y principalmente como aislante térmico del entorno exterior limita ventajosamente el aislamiento necesario en la pared exterior del tubo 60 hueco. Por lo tanto también hay una reducción de costes ventajosa.

10 Preferentemente el material de las varillas 50 es diferente del de las losas 20 y en particular puede ser de hormigón con baja conductividad de tal manera que pueda funcionar mejor como aislante térmico. En este caso su coste es incluso inferior al de las losas 20.

15 Como se muestra en particular en la figura 4, se posiciona una base de hormigón en la parte interior inferior de la cavidad 65 del tubo 60 hueco cuya base es la varilla que tiene una sección 52 en forma de segmento circular sobre la cual se apilan horizontalmente varias losas 20 con dimensiones variables como en la figura 2 o en una dimensión fija como en la figura 4. La parte interior más alta de la cavidad 65 del tubo 60 hueco se rellena con una varilla de hormigón adicional que tiene sección 51 transversal en forma de segmento circular. El tubo 60 hueco de sección transversal circular relleno con los módulos 10 básicos y las varillas 50 constituye el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica.

20 Ventajosamente para el módulo 10 básico en forma de paralelepípedo que se muestra en la figura 3 es posible usar como una carcasa tubos 60 huecos comerciales con una sección transversal circular como se muestra en la figura 4 y/o una sección transversal rectangular como se muestra en la figura 5 hechos de metal u hormigón.

25 Ventajosamente, por lo tanto, no es necesario diseñar y fabricar carcasas particulares, específicamente desarrolladas para estos módulos 10 básicos. Esto simplifica además la etapa de implementación y permite contener ventajosamente los costes. Es suficiente apilar las losas 20 dentro de la cavidad 65 del tubo 60 hueco y prever la instalación de las partes inferiores con los distribuidores 80 de fluido de transferencia de calor adecuadamente diseñados y fabricados para asegurar una distribución homogénea del líquido entre las diversas losas 20 de los módulos 10 básicos del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica.

30 El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende un único tanque que contiene losas 20 de hormigón apiladas en contacto directo con un fluido de transferencia de calor, como se muestra en las figuras 2, 4, 5, 12. Las losas 20 están hechas con barras 30 espaciadoras que tienen una sección transversal rectangular que hace simple la etapa de apilamiento.

35 El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica puede tener la conformación de un paralelepípedo con losas 20 todas las cuales tienen la misma dimensión que se muestra en la figura 5.

40 El fluido de transferencia de calor en contacto directo con las losas 20 de hormigón y las barras 30 espaciadoras puede ser un fluido estable o gas con baja viscosidad en condiciones de operación, con buena capacidad de calor y alta velocidad de transferencia de calor.

45 Ejemplos de fluidos de transferencia de calor son aceites diatérmicos o mezclas de sales fundidas, que están ampliamente disponibles en el mercado y pueden usarse en el sistema de almacenamiento térmico.

El rango de temperatura del sistema de almacenamiento es desde 0 a 700°C, el rango de presiones desde 1 a 100 bar.

50 El fluido de transferencia térmica se hace fluir a la entrada del sistema de almacenamiento en los canales 40 pasantes obtenidos apilando horizontalmente las losas 20 de hormigón y la distribución uniforme entre los canales 40 pasantes del fluido entrante se obtiene a través de un distribuidor 80. Las velocidades del fluido de transferencia de calor se mantienen bajas, en el rango de 0.0005 y 0.01 m/s. En los canales 40 pasantes se establece un movimiento laminar que favorece la transferencia de calor entre el fluido y el hormigón de los elementos 20, 30 del módulo 10 básico.

55 Como se muestra en las figuras 6-8, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende una multiplicidad de tubos 60 huecos y una multiplicidad de módulos 10 básicos, en donde cada módulo 10 básico de dicha multiplicidad de módulos 10 básicos se coloca dentro de cada cavidad 65 interna de cada tubo 60 hueco de la multiplicidad de tubos 60 huecos.

60 Adicionalmente, como se muestra en particular en la figura 6, cada tubo 60 hueco de esta multiplicidad de tubos 60 huecos está dispuesto en una configuración en serie a lo largo del eje L longitudinal con otro tubo 60 hueco de la misma multiplicidad de tubos 60 huecos de tal manera que los extremos de estos dos tubos 60 huecos adyacentes dispuestos en serie 70 están en comunicación de flujo entre sí, teniendo las aberturas 64 pasantes en comunicación de flujo.

65

Como se muestra en la figura 10, también es posible prever otras formas de configuración en serie, por ejemplo proporcionando que cada tubo 60 hueco comprenda en sus extremos distribuidores 80 de fluido de transferencia de calor conectados a la red hidráulica del fluido de transferencia de calor, proporcionando de esta forma conexiones tanto en serie entre los varios tubos 60 huecos como se muestra en la figura 10, como en paralelo.

La cavidad 65 interna del tubo 60 hueco puede contener ventajosamente una multiplicidad de módulos 10 básicos dispuestos en serie 70 de tal manera que la multiplicidad de los canales 40 pasantes de los módulos 10 básicos adyacentes de esta multiplicidad de módulos 10 básicos dispuestos en serie 70 está en comunicación de flujo entre sí, o una serie 70 de módulos 10 básicos adyacentes y dispuestos en paralelo dentro de la cavidad 65 de un mismo tubo 60 hueco.

Como se muestra en la figura 9, son posibles las conexiones entre la serie 70 de módulos 10 básicos contenidos en los tubos 60 huecos, disponiéndolos mutuamente tanto en paralelo como en serie por medio de distribuidores 80 y la red hidráulica del fluido de transferencia de calor.

Para los aparatos 100 de almacenamiento de energía térmica que operan a bajas presiones, más losas 20 idénticas apiladas horizontalmente forman el módulo 10 básico. Varios módulos 10 básicos colocados lado a lado en serie 70 forman una serie 70 de módulos 10 básicos como se muestra por ejemplo en la figura 8. En cada extremo de la serie 70 de módulos 10 básicos hay un distribuidor 80. La serie 70 de módulos 10 básicos está contenida en el tubo 60 hueco que tiene una sección transversal rectangular, como se muestra por ejemplo en la figura 5 o de sección transversal circular como se muestra en las figuras 2 y 4. Varias series 70 de módulos 10 básicos configurados en serie y/o en paralelo constituyen el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica que es un sistema de almacenamiento térmico.

La serie 70 de módulos 10 básicos conectados en paralelo se conectan en paralelo por medio de distribuidores 80 conectados a las dos respectivas aberturas 64 pasantes de los extremos de los tubos 60 huecos en donde cada tubo 60 hueco dispuesto en paralelo comprende dentro de su cavidad 65 solo una serie 70 de módulos 10 básicos dispuestos en serie 70.

Ventajosamente, la distancia entre canales 40 pasantes adyacentes se mantiene entre 1 y 4 cm y las losas 20 tienen espesores entre 2 y 10 cm, que representan dimensiones que pueden controlarse y obtenerse más fácilmente, reduciendo ventajosamente las dificultades de fabricación.

A pesar de estos espesores vacíos y llenos más altos, el rendimiento y eficiencia del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica permanecen ventajosamente altos con respecto al estado de la técnica.

Además, la disposición horizontal de los canales 40 pasantes y su distancia deseada correcta se obtienen usando barras 30 espaciadoras que tienen una sección transversal rectangular que ventajosamente permiten un apilamiento más simple y más regular de más losas 20 de hormigón unas sobre las otras.

El control de la altura de los canales 40 pasantes como el de las losas 20 son parámetros fundamentales para la eficiencia del almacenamiento y en este aparato 100 de almacenamiento de energía térmica se obtienen de una forma precisa, repetible, controlable y ventajosamente económica, gracias al uso de barras 30 espaciadoras especiales.

La presencia de barras 30 espaciadoras también permite ventajosamente producir y apilar únicas losas 20 de 16 metros y con mayor dimensión longitudinal. Desde un punto de vista fluidodinámico, además, dentro del único canal 40 pasante horizontal entre losas 20 horizontales los movimientos convectivos están limitados con respecto a los canales verticales de losas verticales del estado de la técnica anterior, facilitando ventajosamente la formación de la termoclina y limitando el área.

Ventajosamente, las pérdidas de carga por serie 70 única de módulos 10 básicos y/o por los sistemas que consisten en varias series 70 de módulos 10 básicos en serie y/o en paralelo son menores y constantes durante las etapas de carga y descarga de la termoclina en la cual se invierte la dirección del flujo dentro de los canales 40 pasantes, garantizando una mayor eficiencia de almacenamiento y una mejora en operaciones como resultado. Ventajosamente, los canales 40 pasantes están dispuestos horizontalmente. También es posible prever que las losas 20 estén dispuestas verticalmente creando canales verticales pero renunciando al efecto técnico sinérgico y ventajoso de cuando los canales 40 pasantes están dispuestos horizontalmente.

Ventajosamente, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica proporciona un contacto directo entre el fluido de transferencia de calor y hormigón sin mostrar problemas de desconchado incluso si se usan sales fundidas y se alcanzan altas temperaturas.

A modo de ejemplo, se dan dos ejemplos del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica que comprende el tubo 60 hueco que tiene una sección transversal rectangular y los módulos 10 básicos paralelepípicos. Para los dos ejemplos, se usan módulos 10 básicos que comprenden losas 20 y barras 30 espaciadoras sólidas de hormigón y dos posibles fluidos de transferencia de calor que consisten en una mezcla de sales fundidas y un aceite diatérmico con

las siguientes características químico-físicas: el sólido de hormigón tiene una densidad de 2300 kg/m³, con calor específico de 1000 J/kg/K y conductividad térmica de 1.2 W/m/K; Sales fundidas con densidad 1820 kg/m³, con calor específico de 1520 J/kg/K y conductividad térmica de 0.52 W/m/K; aceite diatérmico con una densidad de 770 kg/m³, con calor específico de 2425 J/kg/K y conductividad térmica de 0.089 W/m/K.

5 Para el primer ejemplo, se almacena una energía térmica de 500 kWh, operando con un fluido de transferencia de calor con sales fundidas en el rango de temperatura comprendido entre 300 y 550 grados centígrados.

10 El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende ocho módulos 10 básicos dispuestos en serie 70 para formar una longitud a lo largo de la dirección del eje L longitudinal de 16 metros lineales. Cada módulo 10 básico comprende losas 20 de dimensión transversal de 1 metro de longitud, de dimensión longitudinal de 2 metros. El módulo 10 básico en conjunto tiene una altura en la dirección vertical de 0.54 metros y se obtiene apilando siete losas 20 con respectivos pares de barras 30 espaciadoras entre una losa 20 y la otra 20. El volumen ocupado por almacenamiento es igual a 8.67 m³, para un volumen de hormigón de 6.27 m³. Los canales 40 pasantes únicos tienen una altura de 2.5 cm y las losas 20 tienen un espesor de 5.6 cm con un grado de vacío de 0.31.

15 Una vez que se alcanza la estabilidad térmica del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica, el tiempo de carga y descarga son ambos de aproximadamente 5 horas. La capacidad de almacenamiento es de 80 kWh de calor por cada metro cúbico de hormigón. El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica tiene una eficiencia que oscila entre 94 y 97 %.

20 Para el segundo ejemplo, se almacena una energía térmica de 660 kWh, operando con aceite diatérmico como un fluido de transferencia de calor en el rango de temperatura comprendido entre 300 y 400 grados centígrados.

25 El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende dos series 70 dispuestas en paralelo de ocho módulos 10 básicos dispuestos en serie 70 para formar una longitud a lo largo del eje L longitudinal de 16 metros lineales. Las dos series 70 forman dos tanques. Cada módulo 10 básico comprende losas 20 de dimensión transversal de 1 metro de longitud, de dimensión longitudinal de 2 metros. El módulo 10 básico en conjunto tiene una altura en la dirección vertical de 0.55 metros y se obtiene apilando veintiuna losas 20 con respectivos pares de barras 30 espaciadoras entre una losa 20 y la otra 20. El volumen ocupado por almacenamiento que consiste en las dos series 70 es igual a 17.6 m³, para un volumen de hormigón de 13.44 m³. Los canales 40 pasantes únicos tienen una altura de 0.7 cm y las losas 20 tienen un espesor de 2 cm con un grado de vacío de 0.25.

30 Una vez que se alcanza la estabilidad térmica del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica, el tiempo de carga y descarga son ambos de aproximadamente 4.5 horas. La capacidad de almacenamiento es de 50 kWh de calor por cada metro cúbico de hormigón. El aparato 100 de almacenamiento de energía térmica tiene una eficiencia de 96 %.

35 En cuanto a la fabricación de este aparato 100 de almacenamiento de energía térmica, es posible definir un proceso que comprende una etapa de fabricación del módulo 10 básico.

40 La etapa de fabricación del módulo 10 básico comprende una etapa de apilar en orden de acuerdo con la dirección vertical al menos una primera losa 20 de al menos una pareja de losas 20, al menos un par de barras 30 espaciadoras y al menos una segunda losa 20 de la al menos una pareja de losas 20 de tal manera que la primera losa 20 y la segunda losa 20 se apilan una sobre la otra y se espacian mutuamente a lo largo de una dirección vertical por medio del par de barras 30 espaciadoras formando de este modo un canal 40 pasante adaptado para el paso de un fluido de transferencia de calor desde un extremo al otro de dos extremos del tubo 60 hueco, en donde cada canal 40 pasante está comprendido entre paredes interiores de cada par de barras 30 espaciadoras y paredes interiores de cada pareja de losas 20 apiladas.

45 Este proceso para fabricar el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica prevé que la etapa de apilamiento de los elementos 20, 30 del módulo 10 básico tenga lugar dentro de la cavidad 65 del tubo 60 del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica.

50 Alternativamente, este proceso para fabricar el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende una etapa de insertar el módulo 10 básico dentro de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco, en donde el tubo 60 hueco comprende la cavidad 65 interna y los dos extremos, donde cada extremo comprende la abertura 64 pasante.

55 Ventajosamente es posible apilar las losas 20 unas sobre las otras espaciándolas por medio de pares de barras 30 espaciadoras también dentro de la cavidad 65 del tubo 60 hueco, haciendo más fácil el ensamblaje.

60 Ventajosamente, también es posible prever que el módulo 10 básico sea ensamblado en el exterior y posicionarlo más adelante dentro de la cavidad 65 del tubo 60 hueco para acelerar la fabricación del aparato 100 de almacenamiento de energía térmica.

65

ES 2 928 605 T3

Alternativamente, con el fin de obtener diámetros muy grandes de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco es posible acercarse a las losas 20 con una dimensión transversal más pequeña.

5 Ventajosamente, el módulo 10 básico que está formado por varias piezas, losas 20 de una sola pieza con el par de barras 30 espaciadoras, no presenta ningún problema de expansión térmica diferencial. Por lo tanto es ventajosamente posible fabricar un módulo 10 básico de gran tamaño.

10 Alternativamente, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprende al menos un tubo 60 hueco y al menos un módulo 10 básico dispuesto dentro de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco.

Alternativamente, el módulo 10 básico comprende una única pareja de losas 20 que están apiladas una sobre la otra y un único par de barras 30 espaciadoras que las espacian una de la otra a lo largo de una dirección vertical.

15 Alternativamente, el módulo 10 básico prevé que el elemento 20, 30 del módulo 10 básico que comprende la losa 20 y el par de barras 30 espaciadoras descansen sobre una pared 61 interior de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco y prevé que la cavidad 40 pasante está comprendida entre la cara 22 inferior de la losa 20, las paredes del par de barras 30 espaciadoras y la pared 61 interior de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco.

20 Alternativamente, también es posible prever lo opuesto, es decir cuando no hay una losa 20 que delimite la cavidad 40 pasante superiormente y esta cavidad 40 pasante está delimitada por la pared 61 interior de la cavidad 65 interna o por la varilla 51 superior.

25 Como se muestra en las figuras 11-12 alternativamente, es posible prever que los pares de barras 30 espaciadoras se puedan hacer por separado de la losa 20, es decir como partes montables de manera separable con la losa 20 de hormigón. Las barras 30 espaciadoras se hacen por separado de la losa 20 y simplemente dispuestas sobre la losa 20 durante la etapa de apilar una losa 20 sobre las otras 20.

30 Alternativamente, como se muestra en la figura 12, cada losa 20 de las parejas de losas 20 del módulo 10 básico tiene dimensiones transversales que son diferentes de al menos otra losa 20 de la misma pareja de losas 20 y/o del mismo módulo 10 básico de tal manera que dos bordes 26 transversales de cada losa 20 del módulo 10 básico están en contacto por al menos una porción con paredes interiores curvilíneas de la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco. Además, las barras 30 espaciadoras separables están dispuestas de tal manera que al menos una porción de su pared 36 transversal exterior esté en contacto con al menos una porción curvilínea de la pared 61 interior de la cavidad 65 del tubo 60 hueco de tal manera que sigan aún más con exactitud el perfil curvilíneo de la pared 61 interior de la cavidad 65.

Alternativamente, el tubo 60 hueco también puede estar hecho de hormigón.

40 Alternativamente, el tubo 60 de hormigón hueco puede ser de una sola pieza con las varillas 50.

Alternativamente, el tubo 60 de hormigón hueco se puede envolver en un tubo de metal o lámina de metal.

45 Alternativamente, las losas 20 pueden estar hechas de material sólido que tenga buena capacidad térmica, conductividad térmica y resistencia equivalente al hormigón y con compatibilidad químico-física con el fluido de transferencia de calor usado.

50 Alternativamente, las varillas 50 en forma de segmento circular pueden estar hechas de material sólido que tenga buena capacidad térmica, conductividad térmica y resistencia equivalente al hormigón y con compatibilidad químico-física con el fluido de transferencia de calor usado.

55 Alternativamente, es posible prever que las barras 30 espaciadoras del módulo 10 básico puedan comprender una sección transversal sustancialmente en la conformación rectangular, es decir que la sección transversal es en forma cuadrada o que la sección transversal es sustancialmente rectangular en forma y tenga una base geométrica inferior y una base geométrica superior paralelas entre sí de tal manera que soporte las losas 20 y que los lados laterales de la sección transversal pueden tener un perfil curvilíneo u otra conformación, por ejemplo un perfil curvilíneo cóncavo, un perfil curvilíneo convexo, un perfil curvilíneo ahusado hacia arriba o hacia abajo.

60 Como alternativa, como se muestra en la figura 5, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica que comprende un tubo 60 hueco alternativo que tiene una sección transversal rectangular que comprende una cavidad 65 interna alternativa que tiene una sección transversal rectangular.

De acuerdo con esta última alternativa y como se muestra en particular en las figuras 3, 4, 5, los módulos 10 básicos prevén que cada losa 20 tenga la misma dimensión transversal que cualquier otra losa 20 del módulo 10 básico.

65 Como se muestra en particular en la figura 5, el tubo 60 hueco tiene una sección transversal rectangular y la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco comprende una sección transversal rectangular y tiene dimensiones adaptadas para ser

ocupada completamente por el módulo 10 básico, lo que significa que los bordes 26 transversales de las losas 20 están en contacto con las paredes interiores de la cavidad 65. Dentro de un tubo 60 hueco es posible prever que haya una multiplicidad de módulos 10 básicos dispuestos en serie 70, como se muestra en las figuras 8 o 9.

5 Alternativamente, como se muestra en las figuras 3-5, 12, cada barra 30 espaciadora de un par de barras 30 espaciadoras es igual a la otra barra 30 espaciadora del mismo par de barras 30 espaciadoras.

Alternativamente, la conformación del tubo 60 hueco es diferente de la conformación de las paredes 61 interiores del tubo 60 hueco que forman la cavidad 65 interna del tubo 60 hueco.

10 Alternativamente, el tubo 60 tiene una sección transversal elíptica. También es posible prever que la sección transversal del tubo 60 hueco sea de un tipo elíptico particular donde el eje geométrico mayor es igual al eje geométrico menor y por lo tanto la sección transversal del tubo 60 hueco puede tener una conformación circular.

15 Alternativamente, es posible prever, como se muestra en la figura 8, que el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica comprenda una multiplicidad de tanques, donde cada tanque consiste en la serie 70 única de módulos 10 básicos dispuestos en serie.

20 Alternativamente, el aparato 100 de almacenamiento de energía térmica también comprende una multiplicidad de módulos 10 básicos dispuestos en paralelo dentro de dicha cavidad 65 interna de dicho al menos un tubo 60 hueco.

25 La invención de este modo concebida es susceptible de muchas modificaciones y variantes, cayendo todas dentro del mismo concepto inventivo; adicionalmente, todos los detalles pueden ser reemplazados por elementos técnicos equivalentes. En la práctica, los materiales usados, así como las dimensiones de los mismos, pueden ser de cualquier tipo de acuerdo con los requisitos técnicos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica que comprende
- 5 al menos un tubo (60) hueco que comprende una cavidad (65) interior y dos extremos, en donde cada extremo proporciona una abertura (64) pasante,
- al menos un módulo (10) básico colocado dentro de dicha cavidad (65) interior de dicho al menos un tubo (60) hueco,
- 10 en donde dicho al menos un módulo (10) básico comprende al menos una losa (20) y al menos un par de barras (30) espaciadoras,
- caracterizado porque al menos un canal (40) pasante adaptado para el paso de un fluido de transferencia de calor desde un extremo al otro de dichos dos extremos de dicho al menos un tubo (60) hueco,
- 15 en donde dicho par de barras (30) espaciadoras están dispuestas paralelas entre sí y están dispuestas paralelas con respecto a un eje (L) longitudinal que pasa a lo largo de una dirección longitudinal de dicho al menos un tubo (60) hueco.
- 20 2. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos una losa (20) de dicho módulo (10) básico es integral con al menos dicho par de barras (30) espaciadoras.
3. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque dicho al menos un canal (40) pasante está comprendido entre las paredes interiores de cada par de barras (30) espaciadoras, una pared (22) interior de dicha al menos una losa (20) y una pared (21, 61) de soporte de otra losa (20) sobre la cual descansa dicha al menos una losa (20) o de una pared (61) interior de dicha cavidad (65).
- 25 4. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque cada losa (20) de dicha al menos una pareja de losas (20) está hecha de hormigón, y/o cada barra (30) espaciadora de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras está hecha de hormigón.
- 30 5. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque cada barra (30) espaciadora de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras tiene una sección transversal rectangular.
- 35 6. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque cada barra (30) espaciadora de cada par de barras (30) espaciadoras tiene una dimensión longitudinal tan larga como una dimensión longitudinal de la respectiva al menos una losa (20).
- 40 7. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque al menos una pareja de losas (20) de dicha al menos una losa (20) están apiladas una sobre la otra y cada losa (20) de dicha al menos una pareja de losas (20) comprende dos caras, una cara (21) superior y una cara (22) inferior, en donde cada par de barras (30) espaciadoras se coloca entre la cara (21) superior de una losa (20) inferior y la cara (22) inferior de una losa (20) superior de al menos una pareja de losas (20) apiladas.
- 45 8. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque cada losa (20) de dicha al menos una pareja de losas (20) comprende dos bordes (26) transversales y cada barra (30) espaciadora de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras se coloca en uno de los dos bordes (26) transversales de la losa (20) de tal manera que dicho canal (40) pasante comprenda una dimensión transversal que es tan larga como la máxima dimensión transversal comprendida entre dichas paredes de dicho par de barras (30) espaciadoras.
- 50 9. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado porque cada losa (20) tiene la misma dimensión transversal que cualquier otra losa (20) apilada de dicho módulo (10) básico.
- 55 10. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizado porque dicho al menos un tubo (60) hueco tiene una sección transversal rectangular y dicha cavidad (65) interna de dicho al menos un tubo (60) hueco es rectangular y tiene dimensiones adaptadas para ser ocupada completamente por dicho al menos un módulo (10) básico.
- 60 11. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, caracterizado porque dicho al menos un tubo (60) hueco tiene una sección transversal elíptica y dicha cavidad (65) interna de dicho al menos un tubo (60) hueco es elíptica.
- 65

- 5 12. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque cada losa (30) de dicha al menos una pareja de losas (20) tiene dimensiones transversales diferentes con respecto a al menos otra losa (30) de dicha al menos una pareja de losas (20) de tal manera que dos bordes (26) transversales de cada losa (20) del módulo (10) básico estén en contacto por al menos una porción con paredes interiores curvilíneas de dicha cavidad (65) interior de dicho al menos un tubo (60) hueco.
- 10 13. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, caracterizado porque dicho al menos un módulo (10) básico encaja parcialmente con dicha cavidad (65) interior de dicho al menos un tubo (60) hueco generando de este modo al menos un espacio vacío entre dicho al menos un módulo (10) básico y paredes interiores de dicha cavidad (65) interior, siendo dicho espacio vacío ocupado por una varilla (50, 51, 52, 53, 54) de hormigón que tiene una sección transversal en forma de segmento circular.
- 15 14. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, caracterizado porque comprende una multiplicidad de tubos (60) huecos y una multiplicidad de módulos (10) básicos, en donde cada módulo (10) básico de dicha multiplicidad de módulos (10) básicos se coloca dentro de cada cavidad (65) interna de cada tubo (60) hueco de dicha multiplicidad de tubos (60) huecos,
- 20 en donde cada tubo (60) hueco de dicha multiplicidad de tubos (60) huecos está dispuesto en serie a lo largo de un eje (L) longitudinal con otro tubo (60) hueco de dicha multiplicidad de tubos (60) huecos de tal manera que los extremos de dos tubos (60) huecos adyacentes de dicha multiplicidad de tubos (60) huecos dispuestos en serie están en comunicación de flujo por medio de distribuidores (80) de fluido de transferencia de calor.
- 25 15. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, caracterizado porque dicha cavidad (65) interna de dicho al menos un tubo (60) hueco contiene una multiplicidad de módulos (10) básicos dispuestos en serie (70) de tal manera que los canales (40) pasantes de módulos (10) básicos adyacentes de dicha multiplicidad de módulos (10) básicos dispuestos en serie (70) están en comunicación de flujo por medio de distribuidores (80) de fluido de transferencia de calor.
- 30 16. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, caracterizado porque cada losa (20) de dicha al menos una pareja de losas (20) comprende una dimensión longitudinal de longitud que oscila entre 0.5 y 20 metros, una dimensión transversal de longitud que oscila entre 0.5 y 5 metros y un espesor de longitud que oscila entre 0.01 y 0.30 metros, en donde el espesor se mide a lo largo de una dirección vertical.
- 35 17. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-16, caracterizado porque cada barra (30) espaciadora de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras tiene un espesor de longitud que oscila entre 0.005 y 0.05 metros, en donde el espesor se mide a lo largo de una dirección vertical, definiendo una dimensión vertical de dicho canal (40) pasante.
- 40 18. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-17, caracterizado porque cada barra (30) espaciadora de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras tiene una dimensión transversal de longitud que oscila entre 0.01 y 0.50 metros.
- 45 19. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-18, caracterizado porque dicho tubo (60) hueco está hecho de metal.
- 50 20. Aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-18, caracterizado porque dicho tubo (60) hueco está hecho de hormigón o hecho de hormigón envuelto en un tubo de metal o una lámina de metal.
- 55 21. Proceso para fabricar un aparato (100) de almacenamiento de energía térmica que comprende una fase de fabricación de al menos un módulo (10) básico,
- 60 en donde dicha etapa de fabricación de dicho al menos un módulo (10) básico que comprende al menos una pareja de losas (20) y al menos un par de barras (30) espaciadoras, comprende una etapa de apilar en orden al menos una primera losa (20) de dicho al menos un par de losas (20), dicha al menos una pareja de barras (30) espaciadoras y al menos una segunda losa (20) de dicha al menos una pareja de losas (20) de tal manera que dicha al menos una primera losa (20) y dicha al menos una segunda losa (20) se apilan una sobre la otra y estén espaciadas a lo largo de una dirección vertical por medio de dicho al menos un par de barras (30) espaciadoras formando de este modo un canal (40) pasante adaptado para el paso de un fluido de transferencia de calor desde un extremo al otro de dos extremos de al menos un tubo (60) hueco, en donde cada uno de dicho canal (40) pasante está comprendido entre las paredes interiores de cada par de barras (30) espaciadoras y paredes interiores de cada pareja de losas (20) apiladas, en donde dicho par de barras (30) espaciadoras están dispuestas
- 65

paralelas entre sí y están dispuestas paralelas con respecto a un eje (L) longitudinal que pasa a lo largo de una dirección longitudinal de dicho al menos un tubo (60) hueco.

5 22. Proceso para fabricar un aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado porque la etapa de fabricación de dicho al menos un módulo (10) básico se produce dentro de una cavidad (65) de dicho tubo (60) hueco, en donde dicho al menos un tubo (60) hueco comprende dicha cavidad (65) interna y dichos dos extremos, en donde cada extremo comprende una abertura (64) pasante.

10 23. Proceso para fabricar un aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado porque comprende una etapa para insertar dicho módulo (10) básico dentro de una cavidad (65) interna de dicho al menos un tubo (60) hueco,

15 en donde dicho al menos un tubo (60) hueco comprende dicha cavidad (65) interna y dichos dos extremos, en donde cada extremo comprende una abertura (64) pasante.

24. Proceso para fabricar un aparato (100) de almacenamiento de energía térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 21-23, caracterizado porque dicho aparato (100) de almacenamiento de energía térmica está de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-21.

Fig. 1

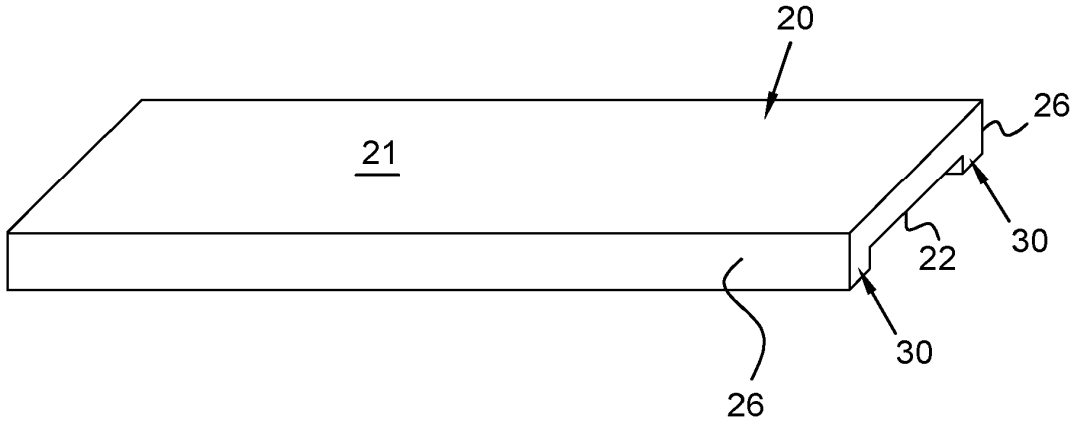
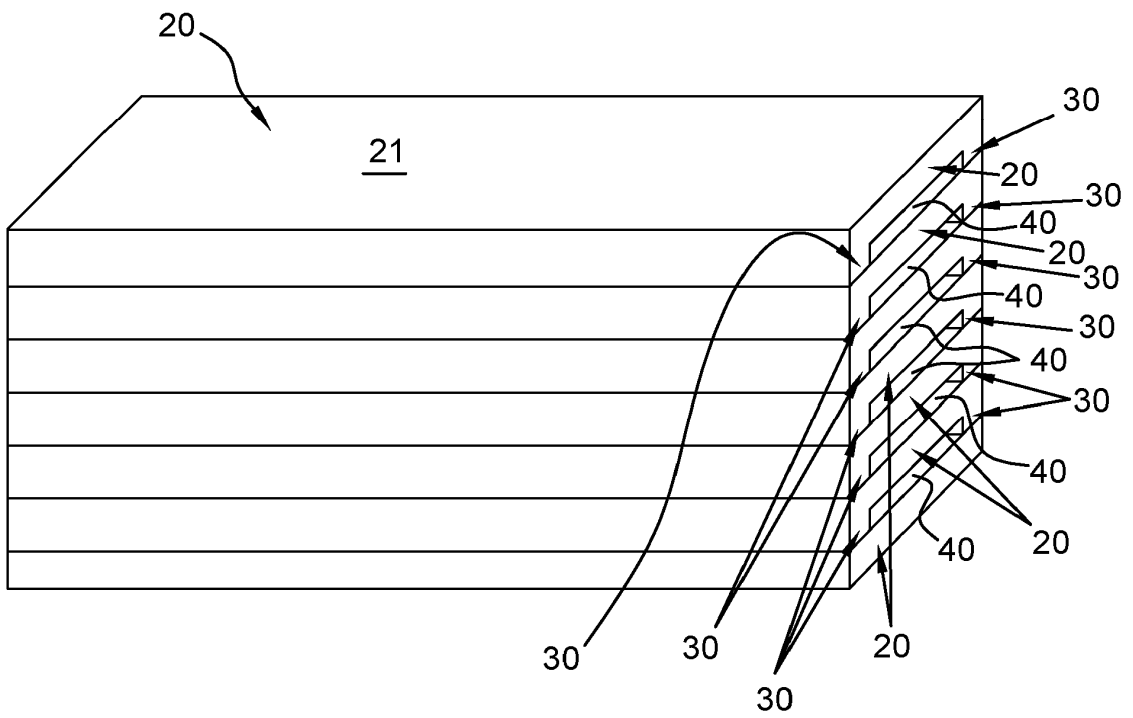


Fig. 3



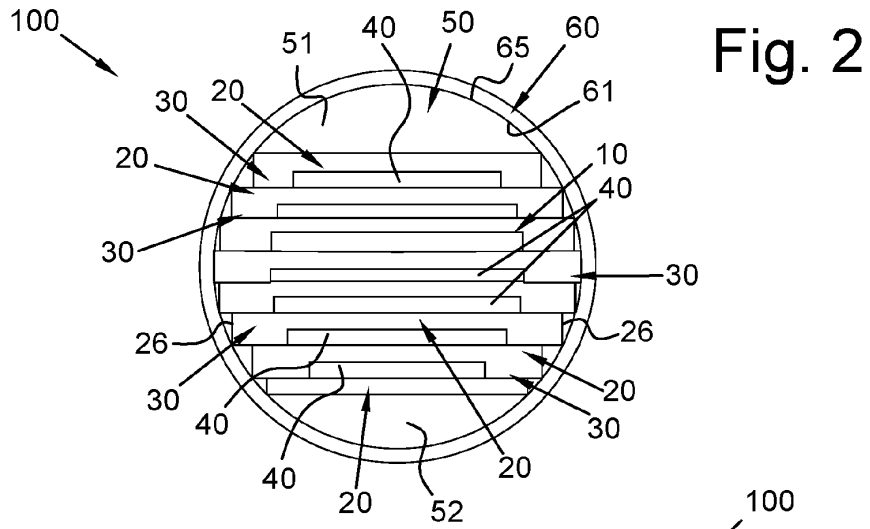


Fig. 2

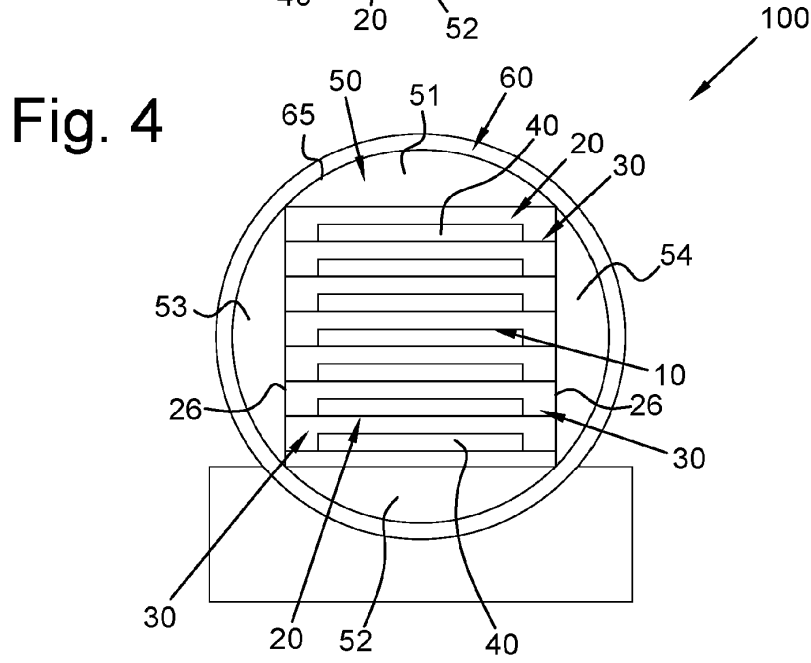


Fig. 4

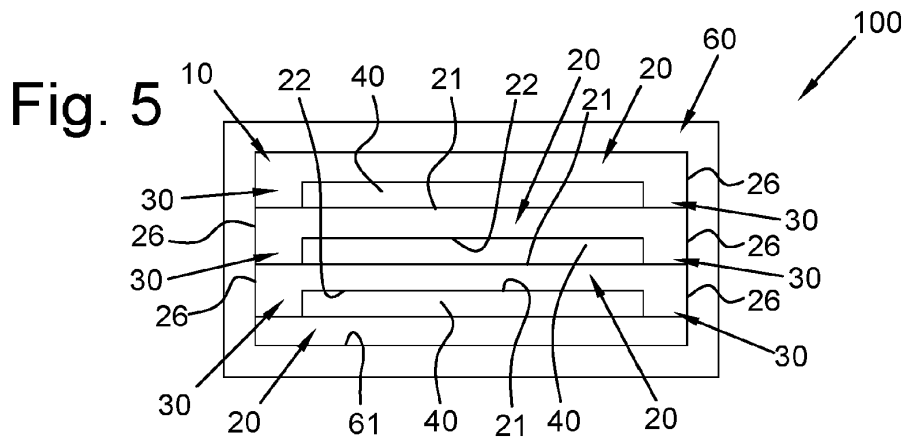


Fig. 5

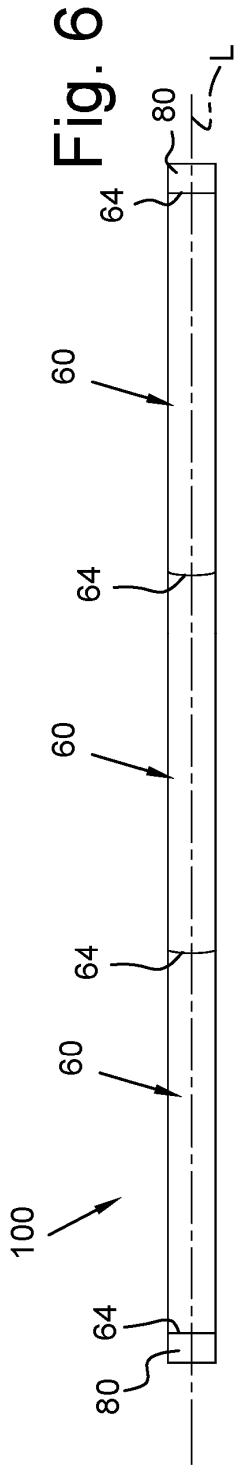


Fig. 6

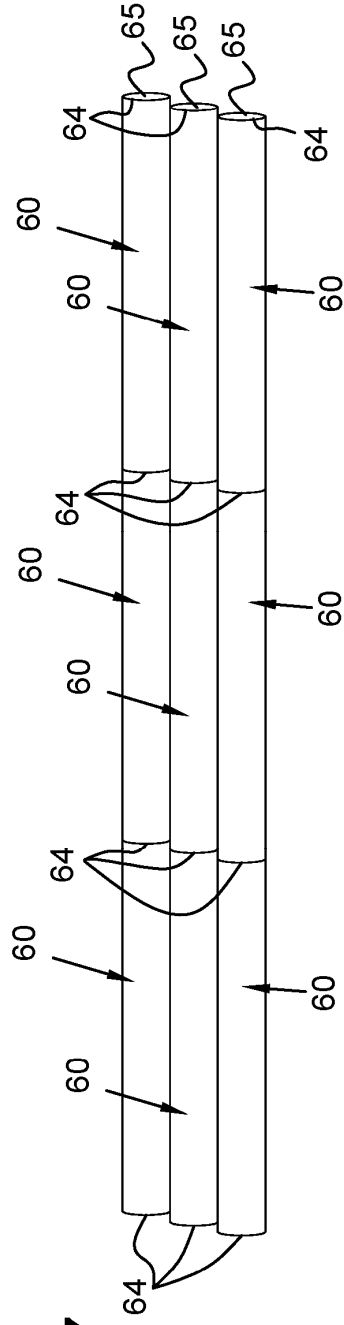


Fig. 7

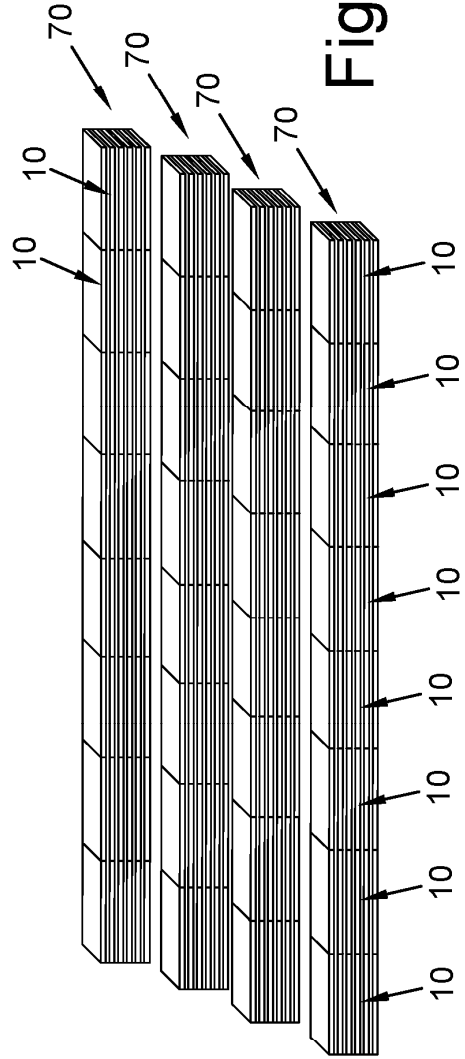


Fig. 8

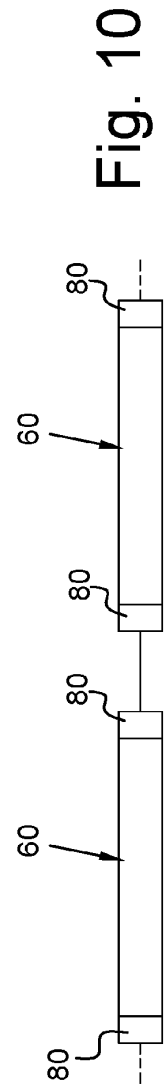
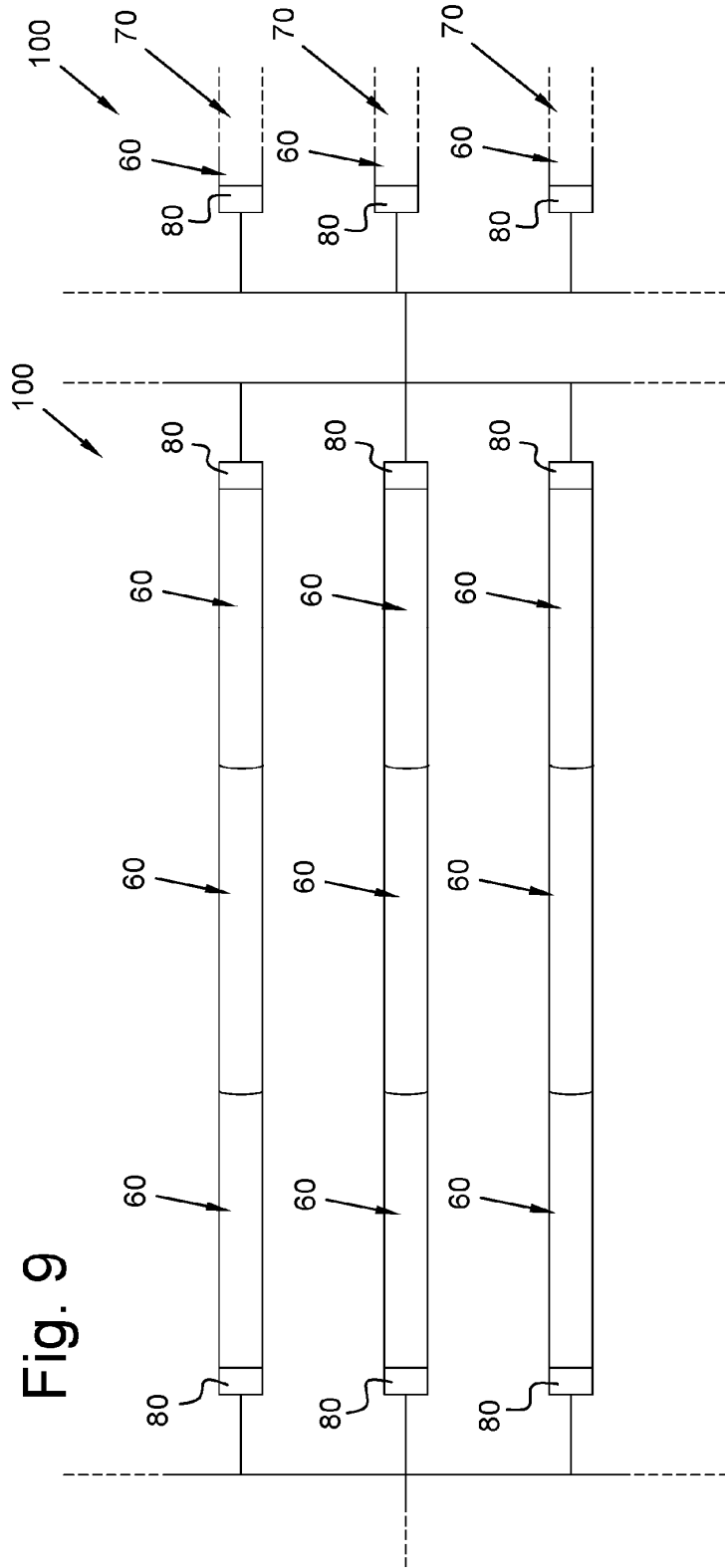


Fig. 11

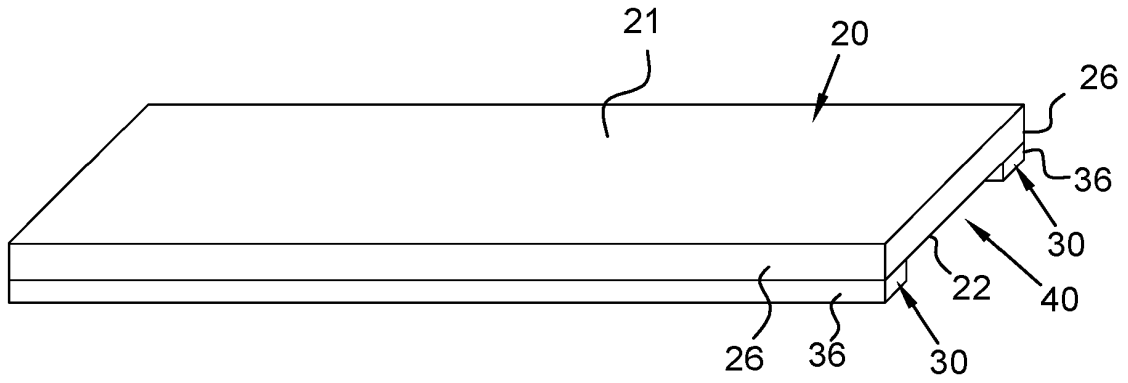


Fig. 12

