

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 587**

51 Int. Cl.:

F24S 20/40 (2008.01)
E04D 11/00 (2006.01)
F24S 20/67 (2008.01)
F24S 60/00 (2008.01)
F28D 5/00 (2006.01)
F24D 11/02 (2006.01)
F24D 17/02 (2006.01)
F24D 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2021 PCT/IB2021/051286**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.08.2021 WO21165824**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2021 E 21707381 (6)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024 EP 4107443**

54 Título: **Sistema de intercambio térmico para la regulación térmica de un edificio**

30 Prioridad:

20.02.2020 CH 1982020

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.11.2024

73 Titular/es:

**SIEGENTHALER, ANDY (100.0%)
 Avenue Kiener 3
 1400 Yverdon-les-Bains, CH**

72 Inventor/es:

SIEGENTHALER, ANDY

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 985 587 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

Sistema de intercambio térmico para la regulación térmica de un edificio

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de intercambio térmico que permite la regulación de la temperatura en el interior de un edificio. El sistema de intercambio térmico aprovecha en particular los aportes y disipaciones de calor debidos a la condensación y evaporación del agua. Unos modos de realización se refieren, entre otras realizaciones posibles, a una capa vegetada para un edificio que integra un circuito intercambiador de calor. La invención puede aplicarse a unas instalaciones que funcionan en modo monovalente, ya sea únicamente con energías renovables, o en combinación con una instalación térmica tradicional en modo bivalente. Permite calentar el interior del edificio, enfriarlo y combinar los modos de calefacción y refrigeración.

15 Estado de la técnica

[0002] Los sistemas de calefacción con bomba de calor (PAC) permiten transferir energía térmica de un medio a baja temperatura a un medio a alta temperatura. Las bombas de calor se utilizan cada vez más para el calentamiento de edificios y para la generación de agua caliente, de conformidad con su eficiencia energética superior. Para su funcionamiento, la bomba de calor depende de una fuente de frío que puede ser una sonda geotérmica, o simplemente la atmósfera, entre otros.

[0003] Los sistemas geotérmicos, tales como las sondas verticales y las cuencas planas, son conocidos por permitir regular la temperatura interna de los edificios al hacer circular un fluido caloportador en el subsuelo. Los sistemas de sondas verticales aprovechan esencialmente la inercia térmica de las capas profundas del subsuelo, a veces a varios cientos de metros de profundidad, que permite extraer de él energía residual durante las variaciones de temperatura exterior y se utilizan a menudo como fuente de frío para sistemas de calefacción con bomba de calor. Sin embargo, presentan el inconveniente de una longevidad limitada, en concreto, debido a los intercambios térmicos que tienden a reducir la energía recuperable con el tiempo, debido en concreto a un aporte de energía geotérmica demasiado bajo para mantener constante la temperatura en la fuente. Las instalaciones geotérmicas con una cuenca plana también requieren por otra parte enterrar los circuitos de fluido caloportador a profundidades suficientes para evitar las variaciones de temperaturas estacionales y, en concreto, las heladas. Las profundidades de entierro son generalmente de 1 metro o más, que requiere un considerable esfuerzo de instalación. Adicionalmente, el uso de sistemas geotérmicos requiere zonas grandes y libres, lo que puede resultar difícil o incluso imposible en las zonas urbanas, por falta de espacio y subsuelos obstruidos por tuberías o capas freáticas. Como resultado, se mantienen los sistemas de calefacción tradicionales, a veces a pesar de sus elevados costes operativos y su impacto ambiental.

[0004] Cuando no se dispone de fuentes térmicas geotérmicas, las bombas de calor pueden utilizar la atmósfera como fuente de frío, a través de un intercambiador de calor. Estas soluciones aerotérmicas están relativamente extendidas en regiones de clima templado, pero su rendimiento energético es menor y disminuye aún más a medida que baja la temperatura exterior. Por añadidura, el intercambio de calor aerotérmico requiere una ventilación forzada costosa y ruidosa, lo que limita el rendimiento energético y su uso en entornos urbanos.

[0005] También se conocen instalaciones en las que la energía térmica captada por los colectores solares se almacena en grandes acumuladores de agua caliente cuando la luz solar directa es suficiente, y se utiliza para calentar un edificio o producir agua caliente, normalmente mediante una bomba de calor que utiliza el depósito como fuente de frío. Sin embargo, estas soluciones requieren grandes tanques de acumulación aislados térmicamente, caros y voluminosos. Los colectores solares son también interdependientes de la temperatura exterior y no proporcionan refrigeración directa en verano.

50 El documento GB2516260 divulga un tejado cubierto por una capa de hierba con un circuito de captación de calor.

[0006] Por tanto, existe margen para desarrollar sistemas de intercambio térmico sencillos, energéticamente eficientes que permiten la recuperación del calor de forma renovable, siendo al mismo tiempo respetuosos con el medio ambiente y especialmente adecuados a zonas urbanas, y todas aquellas en las que sea imposible la instalación de otros sistemas energéticamente eficientes.

Breve resumen de la invención

60 [0007] La presente invención propone un sistema de intercambio térmico que limita los inconvenientes comentados anteriormente.

[0008] En particular, el sistema de intercambio térmico según la presente invención comprende un volumen de intercambio dispuesto en una superficie exterior aproximadamente horizontal superpuesta o adyacente al edificio, por ejemplo en un tejado del edificio, un dispositivo de difusión térmica que comprende al menos una red de recogida integrada en el volumen de intercambio, por ejemplo, un circuito hidráulico en el que se hace circular agua glicolada u otro fluido adecuado, para capturar el calor del sistema de intercambio térmico. De manera significativa, el volumen

de intercambio comprende un sustrato de textura porosa y/o mesoporosa y/o microporosa, permitiendo que el agua y su superficie externa se mantengan en contacto con la atmósfera, así como una capa vegetal cubierta de vegetación de tipo muscinal.

5 **[0009]** Los términos "microporo" y "microporoso", así como "mesoporo" o "mesoporoso" designan cavidades cuyo tamaño es lo suficientemente pequeño como para impedir la circulación del agua por gravedad o por movimientos convectivos, pero aún suficiente para que las plantas puedan aprovechar el agua contenida en su interior. Numéricamente se puede considerar que los microporos tienen un tamaño entre 5 μm y 30 μm , mientras que los
10 tamaños de los mesoporos se encuentran entre 30 μm y 75 μm , pero estos límites numéricos no son precisos. Los "macroporos", cuyo tamaño es aproximadamente superior a 75 μm , son demasiado grandes para dar lugar a fuerzas capilares significativas y tienen una capacidad de retención de agua muy limitada.

[0010] La ventaja de una vegetación de tipo muscinal proviene de su superficie de intercambio total altamente desarrollada y activa. Los intercambios térmicos con el entorno se deben principalmente a la
15 condensación/evaporación del agua (y en menor medida a la solidificación/licuefacción y a la sublimación/gasificación). Esto permite aportes de energía latente muy importantes en invierno, así como pérdidas por evapotranspiración en verano. Estos aportes latentes, junto con los aportes de energía solar (radiación directa e indirecta) y sensible (aire, precipitaciones y edificio), así como un almacenamiento de energía suficientemente grande en un sustrato húmedo, permiten realizar una recuperación eficaz.

[0011] A diferencia de las cuencas planas más profundas de jardín, el sistema de la invención está significativamente más cerca de la superficie del sustrato y, de este modo, puede beneficiarse de otros aportes, tales como la radiación solar y la conducción de energía sensible (aire, precipitación y edificio), que permiten recargar el sistema en un ciclo
20 nictemeral. A diferencia de los colectores solares térmicos, el sistema permite una mejor recuperación de la radiación solar indirecta en días nublados. En verano, las altas temperaturas del aire y de la superficie permiten la evaporación, que va acompañada de una mayor transpiración de las plantas, lo que resulta ventajoso, en el caso de las plantas muscinales, no tienen estomas para regular su pérdida de agua.

[0012] Preferentemente, el sustrato del sistema de recogida de la invención está al menos parcialmente saturado de agua y comprende una parte no saturada, así como de una parte saturada subyacente a la parte no saturada. Al mantener una parte del sustrato constantemente saturada de agua, se mejora la capacidad térmica de almacenamiento sin perder demasiado calor por convección. De hecho, la naturaleza porosa del sustrato impide la transferencia de energía térmica generada por los movimientos de convección del agua. Este sustrato permite por tanto un almacenamiento que está desvinculado de las necesidades térmicas y permite una recuperación de energía
30 de tipo agua/agua, lo cual se asocia con eficiencias superiores al tipo suelo/agua o aire/agua. Es preferible utilizar un sustrato orgánico (natural o sintético) con una baja conductividad térmica, ligero (preferentemente con un peso saturado < 900 kg/m³) e imputrescible.

[0013] El sistema de recogida está preferentemente conectado a una bomba de circulación y/o a una bomba de calor que permite una recogida eficiente de la energía almacenada. Una variante de la invención también puede funcionar en modo "free-cooling", en el que el fluido contenido en el sistema de recogida se utiliza (directamente o mediante un intercambiador de calor) para enfriar el edificio sin pasar por la bomba de calor.

[0014] Preferentemente, la invención comprende uno o más sensores que permiten determinar uno o más parámetros ambientales tales como temperatura, humedad, etc. y una unidad de control que permite procesar los datos recopilados y controlar el funcionamiento del sistema de intercambio térmico.

[0015] Para poder hacer frente a condiciones climáticas adversas, por ejemplo, bajas temperaturas o precipitaciones abundantes, el sistema de la invención está diseñado para no afectar negativamente a la estructura del edificio en caso de heladas. Esto puede realizarse, entre otras cosas, mediante una o más zonas de amortiguación que comprenden unos elementos deformables, capaces de absorber la expansión del hielo sin comunicarla a la estructura del edificio. Para una mayor seguridad, el sistema puede estar equipado con un rebosadero para evacuar el exceso de agua, y el volumen de intercambio puede estar rodeado por un parapeto dispuesto en la periferia del volumen de intercambio cuya altura excede la del volumen de intercambio para contenerlo, fijado al edificio desde su periferia exterior, para que pueda ser reemplazado o reparado fácilmente.

[0016] La capa vegetada es de tipo muscinal. Abarca en particular especies vegetales tales como musgos, líquenes y otras especies asociadas. La capa muscinal incluye las variedades o especies vegetales no muscinales que se sabe que a menudo están presentes con las variedades muscinales o que viven en relación con ellas para satisfacer un ecosistema estable y perenne. La capa vegetada se selecciona de forma que favorezca la evaporación del agua, en concreto gracias a la transpiración de las especies vegetales utilizadas. Una capa vegetada muscinal está particularmente adaptada a la evaporación debido a la ausencia de estomas que caracteriza a tales especies. Por otro lado, dicha capa está compuesta por una infinidad de ramas foliares que representan una superficie total muy grande de condensación. Otra ventaja de estas especies vegetales es la ausencia de un sistema radicular que podría alterar
60 los gradientes térmicos en el volumen de intercambio y crear puentes térmicos no deseados entre la superficie y las capas profundas. Esta ausencia de raíces también permite conservar mejor la capa impermeabilizante del edificio. Las

plantas muscinales presentan una excelente resistencia a la desecación y a las heladas, así como un albedo más ventajoso que los pavimentos bituminosos o de grava.

5 **[0017]** La altura relativa de las partes saturadas e no saturadas del sustrato depende de los requisitos de la tasa de evaporación, de la duración de la regulación térmica o de otros factores. En particular, es importante que el gradiente de humedad en la parte superior del sustrato se pueda mantener relativamente constante, manteniendo una humedad suficiente en la capa vegetada para mantenerla activa.

10 **[0018]** Teniendo en cuenta, la ligereza y la altura reducida del sustrato, los circuitos de recogida están preferentemente fijados a una estructura elástica para poder gestionar la conducción y la dilatación térmica. Esta estructura puede estar constituida por un marco flexible plano colocado sobre una capa de fieltro resistente a las torsiones, cizallamientos y perforaciones. Este fieltro de protección de al menos 5 mm tiene la doble función de retener el agua y de proteger las capas impermeabilizantes subyacentes. Las condiciones en la zona saturada del sustrato son: nivel de humedad cercano a la saturación, concentración de oxígeno reducida y pH ácido-básico. El marco está
15 fabricado preferentemente con materiales capaces de tolerar este entorno. Para esta aplicación se pueden utilizar varios materiales plásticos y ciertos tipos de madera o bambú. No obstante, la mayoría de los metales utilizados en el campo de la construcción pueden liberar elementos tóxicos para la vegetación muscinal.

20 **[0019]** La presente invención está especialmente adaptada a los trazados urbanos, facilitando la implementación de dispositivos económicos y ecológicos. Además de la regulación térmica de un edificio, la invención también permite realizar una revegetación menor de bajo mantenimiento, y que puede combinarse con la instalación de otros dispositivos de recuperación de energía renovable, como paneles fotovoltaicos o colectores térmicos. La presente invención también permite proporcionar servicios ecológicos tales como: secuestro de CO₂ atmosférico, diversificación ecológica, retención y reducción del flujo de agua, protección térmica y acústica, regulación microclimática y estética ambiental.
25

Breve descripción de las figuras

30 **[0020]** Se indican unos ejemplos de implementación de la invención en la descripción ilustrada por las figuras adjuntas:

- Figura 1a: vista esquemática superior de un sistema de regulación térmica según la invención
- Figura 1b: vista esquemática en sección lateral de la conexión de las tuberías de recogida a la red externa
35
- Figura 2: Vista esquemática en sección de un sistema de regulación térmica según la invención
- Figura 3: Detalle en sección de una evacuación de agua según un modo de realización de la invención
- Figuras 4a y 4b: esquema de funcionamiento de la invención según un modo de realización en free-cooling, respectivamente con una bomba de calor para la calefacción y/o la producción de agua caliente sanitaria.
40
- Figura 5: vista esquemática en sección de una zona de amortiguación de la presente invención
- Figura 6: vista en sección lateral del sistema de regulación térmica e hídrica según la invención
45

Ejemplo(s) de modo de realización de la invención

50 **[0021]** Con referencia a las figuras 1a, 1b y 2, el sistema de intercambio térmico **5** según la presente invención comprende un volumen de intercambio **100** dispuesto en la parte superior o adyacente de un edificio **B**. La parte superior o adyacente de un edificio se entiende como cualquier superficie aproximadamente horizontal en contacto con el aire libre, incluye el techo, una terraza, o cualquier otra parte que cubra una superficie del edificio **B**. El edificio **B** incluye edificios residenciales, que comprenden una o más plantas tales como 2, 3, 4, 5 plantas o más, comercios, talleres, garajes, almacenes y cualquier otra construcción que requiera una regulación térmica.
55

[0022] El volumen de intercambio **100** comprende una superficie externa **S100** en contacto con el aire libre y que permite modular los intercambios con la atmósfera. Los intercambios con la atmósfera incluyen, por ejemplo, la recepción de radiación solar directa e indirecta, condensación y evaporación de agua atmosférica, difusión térmica, recogida de agua de lluvia, evaporación de la humedad presente en el volumen de intercambio **100** y, en concreto, la evapotranspiración de la humedad por las superficies activas de la vegetación.
60

[0023] El volumen de intercambio **100** comprende, debajo de la superficie externa **S100**, un sustrato **103** que permite almacenar energía. El sustrato **103** comprende, a tal efecto, unos elementos macroporosos (estructurales), mesoporosos y/o microporosos (texturales) que permiten retener la mayor parte del agua y limitar la circulación por convección, permitiendo al mismo tiempo cierto drenaje. Puede contener, por ejemplo, lignina, puzolana, arcilla expandida, aluminosilicatos (p. ej., zeolita, perlita) o cualquier otro material ligero de textura mesoporosa y/o
65

microporosa que permita retener la humedad. Es importante que el sustrato **103** sea lo suficientemente ligero como para no comprometer la estabilidad de la estructura del edificio **B**. Además, estos materiales porosos están compuestos por elementos de baja conductividad térmica en comparación con el agua que contienen, y limitan los intercambios térmicos por convección al atrapar agua en sus poros. Las propiedades físicas del sustrato **103** permiten un gradiente de temperatura significativo entre la superficie externa **S100** y la superficie del edificio **B**, para que en invierno, la parte inferior del sustrato **103** normalmente se encuentra sin escarcha en un clima templado.

[0024] Unos materiales minerales como tierra, arcilla o grava son, a tal efecto, demasiado pesados para utilizarse en tales estructuras. También es importante que el sustrato **103** se no putrescible para perdurar en el tiempo. Unos materiales totalmente naturales, unos materiales compuestos o unos materiales sintéticos pueden utilizarse, así como la mezcla de dichos materiales. El sustrato **103** puede ser uniforme o estar compuesto por varias capas superpuestas de distintos materiales. Los materiales utilizados no deben alterar química o físicamente las capas impermeabilizantes subyacentes.

[0025] El agua retenida en la porosidad del sustrato **103** sirve como depósito energético, en particular por su capacidad térmica elevada. Este depósito funciona como fuente o disipador de calor dependiendo de la estación o ciclo térmico considerado. Cuando se alcanzan las capacidades máximas de agua del sustrato **103**, el agua permanece en forma libre en la parte inferior del volumen de intercambio **100**. La parte del sustrato **103** entonces sumergida corresponde a la parte saturada de agua **103b**. La parte del sustrato **103** no sumergida en agua residual corresponde a la parte no saturada **103a**. La parte no saturada participa en la modulación de los intercambios con la atmósfera, en concreto gracias a su capilaridad que permite la migración del agua desde la parte saturada **103b** hacia la superficie externa **S100**. De manera preferente, el sustrato **103** se determina de manera que se mantenga constante, o aproximadamente constante, el gradiente de humedad entre la superficie externa **S100** y la parte saturada **103b**, en concreto durante la evaporación del agua por la superficie externa **S100**. Ventajosamente, el gradiente de humedad se mantiene independientemente de la cantidad de agua presente en la parte saturada **103b**, y hasta que esté completamente seco. La altura del sustrato y de la superficie externa **S100** está dimensionada de manera que, cuando el volumen **100** esté saturado, no se supere la carga ponderal máxima determinada por la estructura del edificio.

[0026] La altura de la parte saturada **103b** puede limitarse mediante uno o más dispositivos de flujo **E1**, **E2** proporcionados en el sistema de intercambio térmico **S**. La altura máxima se puede predeterminar en función de los parámetros climáticos específicos de la ubicación, tales como la frecuencia y la cantidad de precipitaciones, la cantidad de condensación o evaporación, y cualquier otro parámetro relevante, siendo el objetivo mantener una reserva de energía suficiente gracias a la parte saturada **103b**. En caso de que los aportes naturales de agua sean insuficientes, se puede prever una entrada de agua que se puede activar para preservar la parte saturada **103b**.

[0027] Uno o más dispositivos de flujo vertical **E1**, dispuestos en el sustrato **103**, pueden proporcionarse adicional o alternativamente. Según un modo de realización ilustrado por la figura 3, el dispositivo de flujo vertical **E1** es un tamiz **105**, permeable al agua y resistente a presiones laterales del volumen **100**. El tamiz **105** tiene una forma hueca, por ejemplo cilíndrica y contiene un espacio libre **106** en su interior. El tamiz **105** puede adoptar la forma de una malla fina, o de un material poroso o de cualquier otro dispositivo que tenga propiedades filtrantes, de forma que deje pasar únicamente el agua y retenga el resto de los elementos del volumen de intercambio **100** en el techo del edificio **B**. El espacio **106** está en equilibrio hidrostático con el agua contenida en el sustrato **103**. Una tubería **107** permite el flujo de agua tan pronto como el nivel supere la altura "h" de su borde superior. El tamiz cilíndrico **105** puede estar coronado con una placa de protección **108**. En caso de necesidad, la altura del borde superior de la tubería vertical se puede regular manualmente o automáticamente mediante una unidad de control **300**, en función de los parámetros ambientales.

[0028] Uno o más dispositivos de flujo de seguridad **E2**, dispuestos en la periferia del volumen de intercambio **100**, pueden utilizarse para evacuar el exceso de agua, en caso de precipitaciones extremas, garantizando así que no se supere la carga ponderal máxima.

[0029] El sistema de intercambio térmico **S** comprende además un dispositivo de segregación **104** que permite aislar térmicamente el edificio **B** del sustrato **103**. El sistema de segregación **104** es en particular resistente al agua y a la humedad. Puede comprender una o más capas simples, o una o más capas múltiples. El dispositivo de segregación **104** comprende, en el ejemplo ilustrado, una o más capas de revestimiento impermeable **104b**, como los revestimientos habitualmente utilizados para impermeabilizar edificios. El revestimiento impermeable **104b** puede estar hecho de material alquitranado, o bien de material de plástico impermeable o de otros materiales equivalentes, ya sea individualmente o en combinación. La elección del material se realiza teniendo en cuenta las condiciones de acidez presentes en la zona saturada **103b** del sustrato. El revestimiento impermeable **104b** puede comprender varias capas de un mismo material o bien de materiales distintos. El espesor del revestimiento impermeable es del orden de 1 a 10 milímetros, típicamente entre 2 y 6 mm.

[0030] El revestimiento impermeable **104b** está ventajosamente protegido por una capa protectora **104a**. La capa protectora **104a** protege el revestimiento impermeable **104b** de posibles impactos o daños causados por el sustrato **103**. Esta capa protectora es en concreto útil en el caso de que haya elementos angulares presentes en el sustrato **103**. La capa de protección **104a** puede adoptar la forma de un fieltro de protección, preferentemente no

biodegradable. La capa de protección **104a** puede alternativamente comprender un material flexible, semirrígido o rígido, o una combinación de dichos materiales. Una combinación de este tipo también puede incluir unas placas prefabricadas de drenaje y de almacenamiento de agua colocadas sobre una capa flexible. El espesor de la capa de protección **104a** es del orden de 1 mm a 10 cm, en particular del orden de 3 a 6 mm.

5
 [0031] El sistema de segregación **104** está provisto preferentemente de una capa térmicamente aislante horizontal **104c**. Cualquier material aislante conocido y habitualmente utilizado puede actuar como capa aislante horizontal **104c**. La capa aislante horizontal **104c** puede ser, por ejemplo, una capa de poliestireno expandido, o unos paneles de lana de roca o de vidrio, u hormigón celular. La capa aislante horizontal **104c** se dispone debajo del revestimiento impermeable **104b** para permanecer protegida de la humedad. Una capa subyacente de barrera de vapor **104d** puede disponerse en la superficie del techo del edificio **B**. Una capa superficial de barrera de vapor **104d** puede disponerse de manera adicional o como alternativa en la superficie externa de la capa aislante horizontal **104c**, de acuerdo con las prácticas habituales. Cada capa de barrera de vapor tiene un espesor de unos pocos milímetros, típicamente de 1 a 5 mm. El espesor de la capa aislante horizontal **104c** es variable en función de los objetivos de aislamiento buscados.

15
 [0032] Los intercambios térmicos entre el interior del edificio **B** y el sistema de intercambio térmico **5** se llevan a cabo mediante un dispositivo de difusión térmica **200**, que comprende una o más bombas y una o más redes de tuberías **201** así como, preferentemente, un intercambiador de calor para el funcionamiento en free-cooling **204**. En particular, el dispositivo de difusión térmica **200** comprende una o más redes de recogida **201a** dispuestas en el sustrato **103** para hacer circular un fluido de caloportador a través del volumen de intercambio **100**. Las tuberías de la red de recogida **201a** se pueden disponer en espirales, en serpentinas, en líneas paralelas sobre toda la superficie de intercambio **100**, según una red mallada, según una disposición circular, o según cualquier otra configuración que el experto en la materia considere pertinente. La red de recogida **201a** puede incluir, en lugar de las tuberías tubulares representadas o en combinación con las mismas, unos sistemas planos de circulación de fluido caloportador planos, por ejemplo, constituidos por placas de intercambio térmico en cuyo interior se puede establecer una circulación completa de fluido caloportador.

20
 [0033] Varias redes de recogida **201a** pueden estar conectadas en paralelo entre sí mediante un distribuidor de calor. Cabe señalar que la densidad de recogida máxima del sistema de intercambio **S**, en metros de tubería por metro cuadrado de superficie, puede ser más elevada que en un sistema de recogida plano de jardín. La densidad y el número de tuberías de recogida y/o las placas de intercambio de calor **201a** deben adaptarse a las necesidades y al modo de calefacción o refrigeración (monovalente, con una sola fuente, o bivalente, con varias fuentes de energía). Las tuberías de recogida y/o las placas de intercambio de calor **201a** dispuestas en el volumen de intercambio son preferentemente flexibles o semirrígidas. Están más particularmente dispuestas en la parte saturada **103b** y están fijadas a un marco flexible **166** colocado en plano sobre la capa de protección **104a**. La red de recogida **201a** forma preferentemente un circuito cerrado, térmicamente conectado a la red interna **201c**, que permite que otro fluido caloportador circule por el interior del edificio **B**. La conexión térmica entre la red de recogida **201a** y la red interna **201c** se puede llevar a cabo, por ejemplo, utilizando una red externa **201b**.

30
 [0034] El fluido que circula por las tuberías de circulación **201** puede ser agua, posiblemente con aditivos de anticongelante, tal como etilenglicol, componentes anticorrosivos, o fungicidas o bactericidas, o una mezcla de dichos compuestos. Alternativamente, el fluido puede ser otro líquido caloportador, o caloportador, habitualmente utilizado en los sistemas de refrigeración o calefacción. El fluido caloportador que circula por la red de tuberías internas **201c** es preferentemente agua.

45
 [0035] El dispositivo de difusión térmica **200** de la invención puede comprender una bomba de calor **203** para el funcionamiento en régimen de calefacción o de producción de agua caliente sanitaria, y/o un intercambiador de calor **204** para el funcionamiento en régimen de refrigeración "free-cooling". Las figuras 4a y 4b ilustran estas configuraciones de funcionamiento. La conmutación entre estos dos regímenes de funcionamiento se realiza preferentemente mediante un conjunto de válvulas automáticas de tres vías, no representadas.

50
 [0036] Las tuberías internas **201c** se puede disponer en un termosifón, favoreciendo así la libre circulación del fluido. Puede resultar ventajoso incluir un acelerador o una bomba de circulación **206** que permite activar la circulación del fluido. La circulación del fluido caloportador en el circuito externo **201b** es proporcionada preferentemente por una bomba de circulación **202**.

55
 [0037] El régimen de funcionamiento en "free-cooling" ilustrado por la figura 4a se activa preferentemente cuando la temperatura exterior T_a es superior a un umbral predeterminado, por ejemplo 25 °C. Bajo estas condiciones, la humedad del sustrato **103** se evapora. Además, la capa de vegetación muscinal **101**, que no posee estomas, transpira abundantemente y funciona como una bomba de calor inversa. Gracias a la pérdida de calor latente debido a este proceso de evapotranspiración bioactiva, la temperatura del sustrato T_{sub} puede ser entre 6 y 9 °C más baja que la temperatura del aire T_a , que es suficiente para enfriar el edificio, a través del intercambiador de calor de placas **204**.

60
 [0038] En el régimen de funcionamiento de calefacción ilustrado por la figura 4b, los musgos de la capa vegetada **101**, funcionan como un núcleo de condensación/congelación/sublimación eficientes para la recuperación de aportes de energía latente. La lluvia, el aire así como la estructura externa del edificio son otras fuentes significativas de calor

sensible. En invierno, la evapotranspiración es demasiado baja para contrarrestar los aportes.

[0039] El sustrato orgánico saturado de agua **103b** permite un almacenamiento de calor en un ciclo nictemeral (día/noche) y temperaturas de recogida desfasada respecto a la temperatura del aire exterior, el resultado es un rendimiento muy superior al de un sistema aerotérmico aire/agua. Las pérdidas de calor por movimientos convectivos están limitadas por la porosidad del sustrato **103**. Los tubos de recuperación de calor y/o las placas de intercambio térmico colocados entre 18 y 50 cm por debajo de la superficie normalmente no se congelan en condiciones climáticas templadas. Sin embargo, en climas montañosos o continentales (normalmente con una temperatura media del aire negativa en el mes más frío), pueden proporcionarse dispositivos de protección contra las heladas, así como una adaptación de las condiciones de presión y de temperatura en el evaporador del circuito de compresión-expansión de la bomba de calor **203**.

[0040] Cabe destacar que el modo de funcionamiento en calefacción está activo en invierno y además, de forma intermitente en verano para la producción de agua caliente sanitaria. Durante los meses de verano, la bomba de calor **203**, al extraer calor del sustrato **103b**, contribuirá a reducir la temperatura T_{sub} y a maximizar la eficiencia del sistema free-cooling de la figura 4a. La temperatura elevada del sustrato en verano, permite calentar agua caliente sanitaria con mayor eficiencia que un sistema suelo/agua con sonda geotérmica vertical.

[0041] Según un modo de realización particular, las bombas de circulación **202**, **206**, la bomba de calor **203**, y las válvulas necesarias para la conmutación entre refrigeración y calefacción pueden conectarse a una o más sondas térmicas para activarse automáticamente si es necesario, especialmente cuando las temperaturas del volumen de intercambio **100** y/o del interior del edificio **B** se consideraran aptas para el intercambio de calor. La activación de la bomba de calor y de las bombas de circulación puede estar sujeta a estas mediciones de temperatura para que la temperatura se regule automáticamente.

[0042] Según otro modo de realización, las tuberías internas **201c** o externas **201b** están conectadas o integradas en un circuito tradicional de calefacción o refrigeración. Pueden conectarse a una o más válvulas, lo que les permite conectarse a un circuito preexistente o aislarse de dicho circuito. Un circuito preexistente puede ser, por ejemplo, un circuito geotérmico que es necesario completar con el sistema de intercambio térmico objeto de la presente invención, o una instalación de calefacción central tradicional, o una instalación de colectores solares. La bomba de calor se puede conectar entonces en modo bivalente con una o más redes térmicas mediante una o más válvulas de 3 vías o de 4 vías.

[0043] Con referencia ahora a las figuras 2, 5 y 6, el volumen de intercambio **100** comprende ventajosamente una o más zonas de amortiguación **Z** destinadas a absorber las posibles variaciones de volumen del sustrato **103** debido, en concreto, a variaciones de temperatura o de higrometría o a heladas en climas con una temperatura media negativa para el mes más frío. La o las zonas de amortiguación **Z** pueden extenderse, por ejemplo, a toda la periferia del volumen de intercambio **100** o en una porción de esta periferia. Alternativamente o además, una o más zonas de amortiguación **Z** pueden disponerse en el volumen de intercambio **100**, por ejemplo, en forma de líneas transversales espaciadas entre sí por una distancia predeterminada, o en forma de islotes.

[0044] La o las zonas de amortiguación **Z** comprenden unos elementos elásticamente deformables **Z1** juxtapuestos entre sí. Tales elementos elásticamente deformables **Z1** pueden comprender, por ejemplo, espumas sintéticas de células cerradas no biodegradables tales como espumas de neopreno, nitrilo butadieno o etilvinilacetato. Preferentemente no se utiliza poliuretano debido al riesgo de reacción con la acidez del sustrato **103**. Los elementos deformables **Z1** pueden comprender cilindros huecos, cuyo diámetro interior corresponde a un tercio o a la mitad, o a dos tercios del diámetro exterior. Preferentemente, el diámetro interior de cada cilindro que contiene aire, corresponde a la mitad del diámetro exterior. La pared de los cilindros es estanca al agua. Los cilindros huecos pueden estar simplemente unidos o asociados entre sí mediante medios de contacto y sujeción. Se pueden utilizar espumas sintéticas como medio de contacto y sujeción.

[0045] Para constituir la o las zonas de amortiguación **Z**, los elementos elásticamente deformables **Z1** se puede juxtaponer verticalmente sobre toda la superficie cubierta por estas zonas de amortiguación **Z**.

[0046] Los elementos deformables **Z1** pueden tener la altura del sustrato **103** de modo que puedan quedar cubiertos por la superficie externa **5100**, en particular si la superficie externa **S100** es una capa vegetada **101** que comprende opcionalmente un dispositivo anti-raíces **102**. Alternativamente, pueden tener una altura inferior a la del sustrato **103**, correspondiente por ejemplo a la altura de la parte saturada **103b**. Los efectos de dilatación, debido a las heladas, por ejemplo, quedan así neutralizados. Alternativamente, en el caso de un sustrato **103** heterogéneo que comprende varias capas, la altura de los elementos deformables **Z1** puede coincidir con el espesor de una o más capas del sustrato **103**. Los elementos deformables **Z1** pueden disponerse directamente sobre el dispositivo de segregación **104**. La o las zonas de amortiguación **Z** tienen una anchura comprendida preferentemente entre 5 y 30 cm, en función de su número y de la superficie cubierta por la superficie de intercambio. Más particularmente, la anchura de las zonas de amortiguación **Z** está comprendida 15 y 20 cm.

[0047] El volumen de intercambio **100** está delimitado preferentemente por un parapeto **P**, que puede incorporarse,

por ejemplo, en la prolongación de la altura de las paredes del edificio **B**. Por supuesto, pueden preverse otras disposiciones particulares sin perjuicio de la presente invención, como, por ejemplo, un parapeto colocado detrás con respecto al borde del techo. El parapeto **P** puede comprender un revestimiento exterior de fachada metálico, de concreto, de material compuesto o de madera. Alternativamente, el parapeto **PAG** es la simple prolongación vertical de las paredes del edificio **B**. El parapeto **P** excede el volumen de intercambio **100** para contenerlo. El parapeto **P** es preferentemente un revestimiento exterior de fachada fijado a un marco desde el exterior del edificio **B**, para que pueda ser retirado o reemplazado fácilmente. Puede actuar como un segundo nivel de seguridad (no elástico) en caso de un evento improbable de congelación extrema que provocaría una dilatación del volumen de hielo no homogéneo en toda la superficie de intercambio.

[0048] De manera opcional, una capa aislante vertical **104e** (visible en la figura 2) se puede insertar a lo largo del parapeto **P**, en su parte interna. La capa aislante vertical **104e** puede recubrirse con un revestimiento impermeable **104b** y una capa protectora **104a**, que pueden ser diferentes de las capas correspondientes dispuestas horizontalmente entre el volumen de intercambio **100** y el edificio **B**. Preferentemente, las capas de revestimiento impermeable **104b** y de protección **104a** dispuestas verticalmente a lo largo del parapeto **P** o en su caso la capa aislante vertical **104e**, se confunden con capas de revestimiento impermeable **104b** y de protección **104a** dispuestas horizontalmente entre el volumen de intercambio **100** y el edificio **B**, para garantizar la máxima estanqueidad.

[0049] La o las zonas de amortiguación **Z** pueden disponerse entre el parapeto **P** y, llegado el caso, la capa aislante vertical **104e**. Alternativamente, como se ilustra en las figuras 2 y 5, la zona de amortiguación está dispuesta entre el sustrato **103** y la capa aislante vertical **104e**.

[0050] El parapeto **P**, la capa aislante vertical **104e** y las capas de revestimiento impermeable **104b** y de protección **104a**, pueden estar rematadas con un perfil metálico que les protege de las inclemencias del tiempo y de las radiaciones UV que, en última instancia, podrían alterar estos elementos. El paso del circuito de la red de recogida **201a** (o de la red externa **201b**) se realiza preferentemente mediante un codo en forma de U (visible en la figura 1b) en lugar de mediante conexiones pasantes.

[0051] El volumen de intercambio **100** puede opcionalmente comprender rebajes para permitir el paso de tuberías de evacuación de aire o la instalación de dispositivos particulares, tales como aireadores, ventiladores, bases de anclaje para paneles solares o cualquier otro dispositivo habitualmente fijado a tejados. En la ubicación de estos dispositivos se pueden proporcionar unas zonas de amortiguación **Z**.

[0052] Según la invención, ilustrada por la figura 6, la superficie externa **S100** comprende una capa vegetada **101** en contacto con el entorno exterior. La capa vegetada **101** pueden comprender varias especies vegetales de tipo muscinal que se sabe que cubren la superficie sobre la que se disponen. Tales especies pueden comprender, por ejemplo, musgos, líquenes y cualquier otra especie de cobertura, así como sus mezclas. Las especies preferidas son aquellas cuya altura sigue siendo limitada, para restringir las operaciones de mantenimiento como podas o cortes, o para limitar el sombreado de una posible instalación de paneles fotovoltaicos o colectores solares. Se seleccionan preferentemente especies vegetales robustas, en concreto por su resistencia a largos períodos de sequía, de modo que no se requiera ningún dispositivo de riego, aunque dicho dispositivo puede proporcionarse opcionalmente.

[0053] La capa vegetada **101** incluye en particular musgos y otras especies asociadas. Estas variedades de cobertura y resistentes a períodos de sequía, requieren poco mantenimiento. Estas variedades también tienen la característica de no contener estomas, a diferencia de la mayoría de las otras especies vegetales. Por lo tanto, la evapotranspiración no está limitada en períodos calurosos, lo que contribuye a enfriar la superficie sobre la que se dispone la capa vegetada **101**. La evapotranspiración de la capa vegetada **101** participa en la modulación activa de los intercambios con el entorno exterior.

[0054] El volumen de intercambio **100** comprende ventajosamente en este caso un dispositivo anti-raíces **102**. Un dispositivo anti-raíces **102** puede adoptar la forma de una capa de materiales resistente a la perforación, permeable al agua y no biodegradable, dispuesta debajo de la capa vegetada **101** para evitar el enraizamiento de especies vegetales no deseadas. De hecho, es posible que las variedades con raíces profundas crezcan de forma descontrolada y deterioren el sistema de regulación térmica **S** o incluso elementos relacionados, como el edificio **B** o algunos de sus constituyentes. El dispositivo anti-raíces **102** previene selectivamente el enraizamiento de plantas vasculares, sin limitar el desarrollo de musgos y plantas muscinosas que no tienen raíces. El material utilizado puede ser, por ejemplo, un geotextil hecho a base de polímeros naturales o sintéticos. El dispositivo anti-raíces **102** puede alternativamente comprender un geocolchón o cualquier otro elemento poroso y no biodegradable que pueda impedir o retrasar el enraizamiento de especies vegetales. Preferentemente el dispositivo anti-raíces **102** está incluido en el sustrato **103** a una distancia de la superficie externa **S100** entre unos pocos milímetros y 1 o 2 centímetros. Alternativamente, el dispositivo anti-raíces **102** se dispone sobre la superficie del sustrato **103**. Según esta disposición, el dispositivo anti-raíces **102** permite sin embargo el desarrollo de una capa vegetada **101**. En concreto, su porosidad puede ser suficientemente grande para albergar musgos.

[0055] Las especies vegetales muscinales no cuentan con un sistema radicular para extraer activamente del suelo los nutrientes necesarios para su sustento y su crecimiento: sus rizoides tienen principalmente una función de anclaje.

El aporte de nutrientes procedentes de las precipitaciones suele ser suficiente para el desarrollo de la capa de vegetación muscinal y no es necesario ningún enriquecimiento del sustrato. Por el contrario, las especies muscinales en cuestión se benefician de sustratos pobres en nutrientes, con un pH neutro a ácido. Con este tipo de sustrato, por añadidura, se excluye cualquier riesgo de contaminación de aguas grises.

5 **[0056]** El espesor del sustrato **103**, del dispositivo anti-raíces **102** y de la capa vegetada **101** es preferentemente del orden de 10 a 50 cm, más particularmente del orden de 15 a 20 cm. La altura de la parte saturada **103b** es del orden de unos pocos centímetros, típicamente entre 3 y 15 cm. La altura del volumen de la parte saturada **103b** puede diseñarse para que coincida con un tercio, la mitad o dos tercios de la altura del sustrato **103** según sea necesario. En el caso de flujos verticales centrales en la superficie del edificio con ligeras pendientes dirigidas hacia estos flujos, el nivel de la parte saturada se puede planificar de manera que alcance 1-2 cm por debajo de la junta entre la superficie del dispositivo de segregación **104** y el parapeto **P**, para evitar cualquier posibilidad de presión debido al aumento del volumen de agua tras la congelación. En ese caso, la zona de amortiguación no es forzosamente necesaria, ya que la zona drenada que está en contacto con los parapetos, es incluso capaz de absorber movimientos de dilataciones.

15 **[0057]** De manera opcional, el sistema de intercambio térmico **5** según la presente invención puede comprender o estar conectado a una instalación **300** que comprende uno o más sensores **C1**, **C2**, que permiten determinar uno o más parámetros ambientales como la higrometría, la temperatura, el viento, la luz solar, y cualquier otro parámetro ambiental que pueda influir en el estado del sustrato **103**, y en particular de la parte saturada **103b**. Los datos se pueden transmitir a través de una conexión por cable o una conexión inalámbrica a una unidad de control central **310** que comprende los medios necesarios para procesar los datos y determinar las condiciones óptimas relativas a los intercambios térmicos entre el interior del edificio **B** y el sistema de intercambio térmico **S**. Alternativamente, los datos ambientales se pueden transmitir desde una estación meteorológica o un centro de medición alejado del edificio **B**. El procesamiento de datos puede incluir su registro y el aprendizaje de un programa de inteligencia artificial que permita determinar los parámetros de intercambios térmicos entre el interior del edificio **B** y el sistema de intercambio térmico **S**.

20 **[0058]** La presente invención abarca además un método de regulación térmica que comprende una etapa de evaporación de agua para enfriar un sustrato **103** como se describió anteriormente. El enfriamiento del sustrato **103** se realiza en particular gracias a la evapotranspiración de una capa vegetada **101** cuidadosamente seleccionada. Las especies vegetales se seleccionan en particular entre aquellas que carecen de medios para regular su transpiración y, en particular, que carecen de estomas. En este caso, las especies muscinales como los musgos o los líquenes son particularmente adecuadas.

35 **[0059]** El método según la presente invención permite una regulación térmica activa gracias al volumen de intercambio **100** descrito anteriormente.

40 **[0060]** El sistema de calefacción y refrigeración de la presente invención aprovecha en particular los aportes de energía latente de condensación para la calefacción, las pérdidas de energía latente de evaporación para la refrigeración, así como la inercia térmica del agua. La invención se basa en modos monovalentes de energía renovable y también se puede combinar en modo bivalente con una instalación térmica tradicional. Permite calentar el interior del edificio, refrigerarlo, y alternar los modos de calefacción y refrigeración de forma sinérgica.

Números de referencia empleados en las figuras

45 **[0061]**

- 100 volumen de intercambio
- 101 capa vegetada
- 102 dispositivo anti-raíces
- 103 sustrato
- 103a parte no saturada
- 103b parte saturada
- 104 dispositivo de segregación
- 104a capa protectora
- 104b revestimiento impermeable
- 104c capa aislante horizontal
- 104d barrera de vapor
- 104e capa aislante vertical
- 105 tamiz
- 106 espacio libre
- 107 tubería vertical
- 108 placa de protección
- 166 marco flexible
- 200 dispositivo de difusión térmica
- 201 tubería de circulación

ES 2 985 587 T3

201a	red de recogida
201b	red externa
201c	red interna
202	bomba de circulación
203	bomba de calor
204	intercambiador de calor free-cooling
206	bomba de circulación
300	unidad de control
310	central de control
B	edificio
C1	sensor
C2	sensor
E1	dispositivo de flujo vertical
E2	dispositivo de flujo de seguridad
P	parapeto
S	sistema de intercambio térmico
S100	superficie externa
Z	zona de amortiguación
Z1	elementos deformables

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de intercambio térmico (S) que permite la regulación térmica en el interior de un edificio (B), que comprende un volumen de intercambio (100) configurado para disponerse en una superficie exterior aproximadamente horizontal superpuesta en o adyacente al edificio (B), y una red de recogida (201a) integrada en el volumen de intercambio (100) para atrapar el calor, **caracterizado por que** el volumen de intercambio (100) comprende una superficie externa (5100) en contacto con la atmósfera y un sustrato poroso (103) que permite retener agua, y **por que** la superficie externa (S100) es una capa vegetada (101) de tipo muscinal.
- 10 2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sustrato (103) comprende una parte no saturada (103a) y una parte saturada (103b) subyacente a la parte no saturada (103a).
- 15 3. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un dispositivo de difusión térmica (200) que comprende una bomba de circulación (202).
4. Sistema según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el dispositivo de difusión térmica (200) comprende una bomba de calor (203) y/o un intercambiador de calor (204).
- 20 5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende uno o más sensores (C1, C2) que permiten determinar uno o más parámetros ambientales y una unidad de control (300) que permite procesar los datos recopilados y controlar el sistema de intercambio térmico (S).
- 25 6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el volumen de intercambio (100) comprende además una o más zonas de amortiguación (Z) que constan de unos elementos deformables.
7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un parapeto (P) dispuesto en la periferia del volumen de intercambio (100), y cuya altura excede la del volumen de intercambio (100) con el fin de contenerlo.
- 30 8. Sistema según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el parapeto (P) está configurado para ser fijado al edificio desde su periferia exterior, para que pueda ser reemplazado o reparado fácilmente.
- 35 9. Procedimiento de regulación térmica de un edificio (B) con el entorno exterior, **caracterizado por que** los intercambios térmicos se llevan a cabo a través de un sistema de intercambio térmico (S) como se describe en las reivindicaciones 1 a 9.

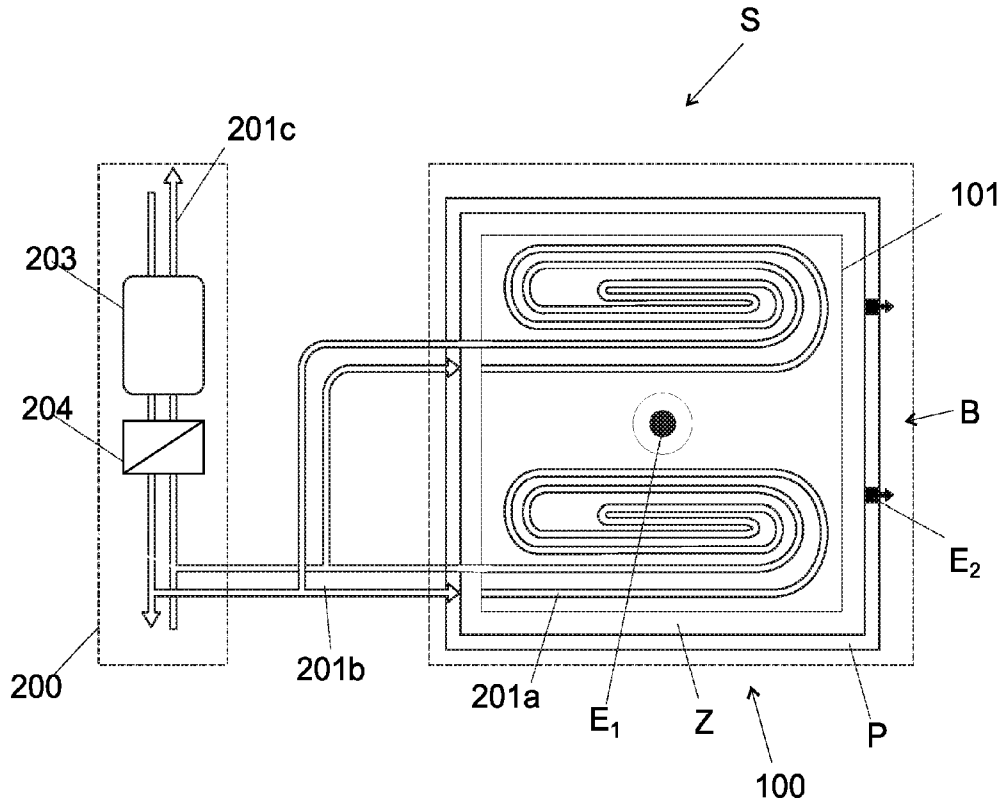


Fig. 1a

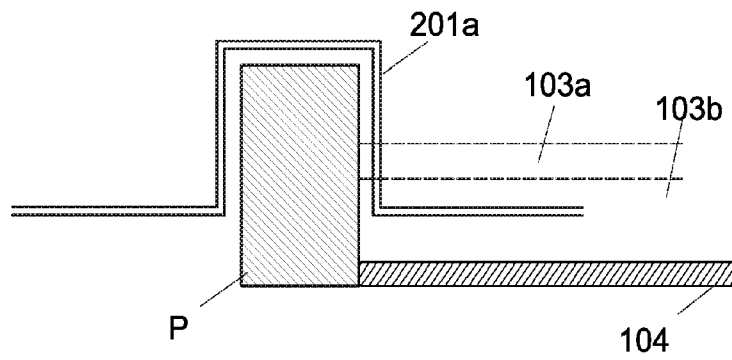


Fig. 1b

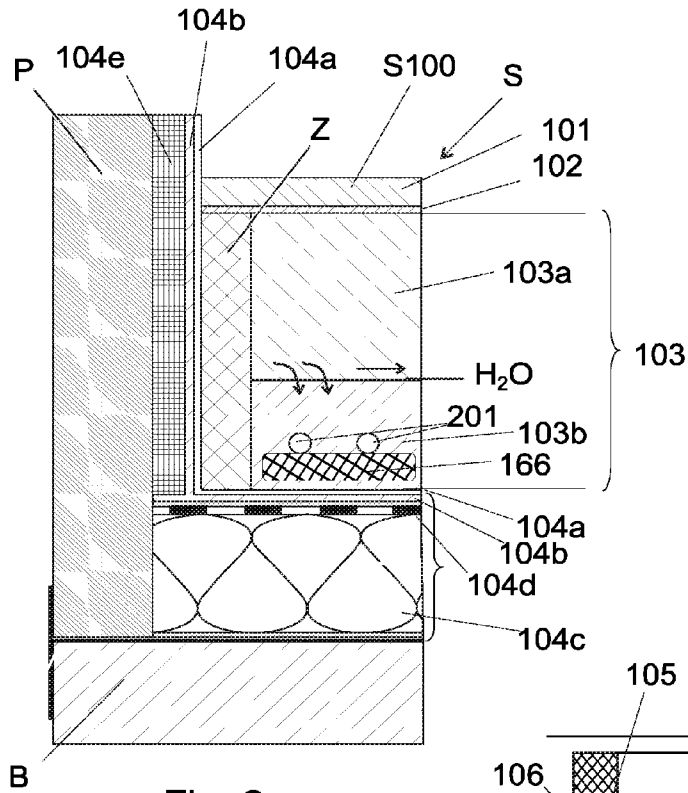


Fig. 2

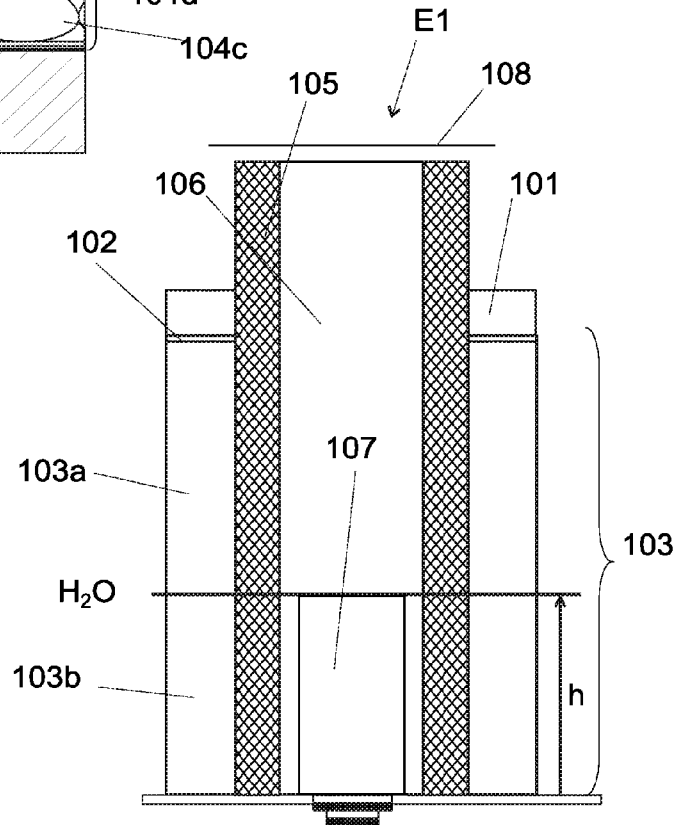


Fig. 3

