(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 327 115**

(51) Int. Cl.:
F24J 2/07 (2006.01)
F24J 2/28 (2006.01)
F24J 2/48 (2006.01)
F24J 2/52 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03793601 .0**
(96) Fecha de presentación : **09.06.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1546616**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

(54) Título: **Módulos de absorbente volumétrico de cerámica o de metal combinados y simplificados.**

(30) Prioridad: **06.09.2002 PCT/DK02/00584**
06.09.2002 PCT/DK02/00585
10.02.2003 DK 2003 00179
12.03.2003 DK 2003 00377

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2009

(73) Titular/es: **Kraftanlagen München GmbH**
Ridlerstrasse 31c
80339 München, DE

(72) Inventor/es: **Stobbe, Per y**
Hoffschmidt, Bernhard

(74) Agente: **Blanco Jiménez, Araceli**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Módulos de absorbente volumétrico de cerámica o de metal combinados y simplificados.

Campo de la invención

Generalmente, la presente invención se refiere a centrales térmicas solares que tienen una superficie de receptor calentada por radiación reflejada del sol, donde dicha superficie de receptor comprende una pluralidad de módulos de absorbente volumétrico cada uno con una entrada y una salida y una estructura de soporte y un interior permeable a fluidos entre éstos, a través de los cuales un medio fluido portador de energía como el aire, es pasado y calentado a temperaturas tales que éste sea capaz de generar energía o procesar el vapor. Más particularmente la invención se refiere a un diseño o principio de receptor de aire volumétrico para un uso en estas centrales de energía solar que incorporan módulos de absorbente que poseen elementos de soporte para constituir una unidad o ensamblaje de receptor volumétrico (unidad VR).

Tales módulos de absorbente volumétrico han sido probados como una estructura en panal hecha de silicio/carburo de silicio con excelentes resultados en el proyecto de investigación HitRec y SolAir. Además, las estructuras en panal han sido probadas hechas de cordierita, carburo de silicio recristalizado, malla metálica, pantallas metálicas, hoja metálica y estructuras de espuma cerámica hechas de nitruro de silicio y silicio/carburo de silicio por Deutches Zentrum für Luft und Raumfart en Colonia, sin alcanzar la fase comercial.

Antecedentes de la invención

Las centrales térmicas solares son utilizadas habitualmente para convertir la radiación electromagnética de onda corta del sol en electricidad. Varias tecnologías pueden ser usadas en este proceso de conversión. Una de estas tecnologías comprende espejos ajustables, que reflejan la radiación del sol y mediante unos ajustes continuos concentran la radiación sobre una superficie de receptor o de absorbente, que es calentada de esta manera. El flujo de un medio colector de calor líquido o gaseoso, tal como el agua, sal fundida, sodio, un gas o el aire, contra o a través de la superficie de receptor, lo enfría y calienta el medio colector de calor. Una vez calentado, el medio colector de calor puede pasar a través de un intercambiador o convertidor de calor para generar vapor, que pasa a través de una máquina o turbina de vapor conectada a un generador eléctrico para producir electricidad. Preferiblemente, el medio colector de calor, que es enfriado por este proceso, puede ser recirculado con el fin de maximizar el rendimiento energético del sistema.

La superficie de receptor en este tipo de STPP (es decir, central térmica solar), que es calentada por la radiación del sol reflejada, debe ser enfriada en todo momento para evitar la fundición, oxidación o evaporación de los materiales de construcción. Preferiblemente, la complejidad de tal STPP es reducida por el uso de aire como medio colector de calor. En la región situada enfrente de la superficie de receptor, una mezcla gaseosa, tal como el aire, absorbe partes de la radiación solar incidente, reduciendo así la radiación sobre el cuerpo absorbente y por consiguiente también el aumento de temperatura en el cuerpo absorbente. El aire calentado junto con el aire atmosférico ambiente es aspirado a través del cuerpo absorbente y es calentado posteriormente al interior por radiación de pared y contacto con la pared. En promedio la entrada de energía solar concentrada varia en un área de superficie de receptor de 0.5-2 PM/m^2. Por lo que, se necesitan materiales estables a temperatura muy elevada para la construcción de la superficie de receptor y de su soporte.

En cuanto a la tecnología de receptores de aire solares, se hace referencia a la patente estadounidense nº. 5,483,950, que expone el concepto original de Sulzer y los materiales de receptor posibles como “módulos de bandas de malla metálica, etc.”. Este tipo de material se basa en acero aleado y otros metales de temperatura elevada. Además el sistema de retorno de aire básico está descrito como un sistema de tubos o tubular. Por otra parte, el sistema de retorno de aire depende de un deflector para dirigir el aire de retorno de vuelta a la parte anterior del receptor. Dichos “tubos de aire de retorno sirven de elementos de soporte para los módulos de absorbente” y por lo tanto no está descrito y/o reivindicado ninguna otra tecnología de portador o estructura de marco de los módulos de absorbente. En la reivindicación 1 el alojamiento mencionado tiene una “cámara de aire calentado”, la cual, tal y como está definida, calienta el aire que debe ser enfriado más tarde. En otras palabras el aire calentado no es calentado por la superficie del receptor, sino en la cámara de aire o por la parte posterior caliente del absorbente o pasando a través del absorbente. En la práctica, el principio del receptor PHOEBUS de uso de deflectores para el sistema de aire de retorno no podría ser usado debido a la fundición ya que no es posible enfriar los deflectores.

En varios proyectos de investigación financiados por la Comisión Europea, se ha alcanzado una temperatura de salida máxima práctica de 750ºC basada en el tipo Steinmüller/TSA de receptor volumétrico de banda de malla metálica. Todas las aproximadamente 100 piezas de unidades hexagonales con un espesor de 240 mm y 40 mm son montadas juntas sin ranuras o similares entre éstas para el retorno de aire. El rendimiento térmico del estado de equilibrio a 700ºC máximo excedió el 90% de insolación a 300 kW/m^2 en el amplio receptor PHOEBUS de 2.5 MW probado en España de 1996-2000. En la práctica la densidad de flujo solar no debe exceder <700 kW/m^2 durante más de algunos segundos, lo cual no fue posible con helióstatos de movimiento lento. Los módulos PHOEBUS se dañaron después de unas cien horas de uso. El problema real fue que la masa térmica inferior de las telas metálicas hacen que esta tecnología sea más bien vulnerable. El problema está relacionado también con la ausencia total de posibilidad de regulación del flujo individualmente sobre la superficie, en cualquiera de los módulos de 100 piezas. Esta construcción de superficie de receptor de regulación de pieza única, sin válvula, no tiene control del flujo de masa de aire con respecto

a las áreas individuales y por lo tanto ningún enfriamiento del material de la pantalla metálica en áreas importantes según la insolación. El rendimiento máximo del absorbente de pieza única de 2.5 metros de diámetro fue tan alto como un 89%, pero el rendimiento del aire de retorno fue tan bajo como un 1-2% ya que el aire de retorno fue introducido sólo desde la circunferencia. En esta disposición sin flujo regulado individual los potenciales de rendimiento de los módulos de absorbente de malla metálica no pueden ser alcanzados. El aumento del tamaño de la central hace que este fenómeno sea mucho más grave y reduce aún más el rendimiento.

Como comparación, en el proyecto SolAir200, los módulos de absorbente SiSiC de cerámica con 36 piezas de un tamaño de 125 x 125 mm pueden funcionar con flujos solares mucho más elevados (valores absolutos) y transitorios de flujo elevado, ya que los módulos están basados en una masa térmica elevada que tolera un sobrecalentamiento de más de 10 segundos sin ser dañados o averiados. La estructura modular de cerámica de la superficie del receptor está prevista para permitir valores absolutos de densidades de flujo solar superiores a 1.2 PM/m^2 y transitorios de flujo presentes durante desplazamientos o frentes de nubes con períodos de luz solar más cortos que 1 minuto. Esto produce aumentos de temperatura de salida de 750ºC a 850ºC sin ningún daño para las unidades VR. Para los fines de protección, tales condiciones llevan a situaciones de cierre de emergencia durante la prueba del receptor PHOEBUS que posee una construcción de malla metálica. Las características específicas de la superficie del receptor de cerámica garantizan un margen de seguridad relativamente superior de los flujos de sobrecarga y temperaturas que impiden los puntos calientes sobre la superficie del receptor de cerámica en comparación con la superficie del receptor de banda de malla metálica. Las sobrecargas de flujo elevado pueden aparecer normalmente en condiciones de operación irregular (por ejemplo mal funcionamiento del campo de helióstatos o del control del receptor, particularmente de energía del campo de helióstatos total sobre la superficie del receptor en días soleados con una insolación superior a los valores de diseño). Unos transitorios de flujo elevado aparecen normalmente en días en los que están presentes algunas nubes en el cielo azul durante períodos con valores de insolación elevados entre períodos nublados cortos y una energía de campo de helióstatos total sobre la superficie del receptor, especialmente después del frente de nubes.

También se hace referencia a la tecnología de receptores de aire solares unitarios descritos en PCT/DK02/00585 en los que un cuerpo receptor de cerámica y un elemento de soporte (este último llamado frecuentemente de copa) son unidos pegando las partes de cerámica entre sí. Esta tecnología se basa en materiales tales como monolitos de carburo de silicio extruidos y copas de soporte moldeadas fabricadas mediante distintos métodos y pegadas entre sí durante la fase verde y metal de silicio es infiltrado después en un horno hasta una porosidad cero. No obstante, este método de fabricación es avanzado, costoso y no deja espacio para la implementación de otros materiales. Además, existe un tamaño máximo práctico de tales módulos de cerámica unitarios de aproximadamente 180 x 180 mm. También la estructura de soporte en la parte superior de la torre de la central de energía solar tiene que estar provista con tubos portadores para cada unidad VR. Esto requiere el uso de más materiales y más trabajo, incrementando el coste total de la central. El producto tiene rendimientos de conversión térmica del 80 al 85%, que es apropiado para unidades VR montadas en la central, pero puede ser demasiado caro para unidades VR montadas en circunferencia donde la radiación solar es inferior y se necesita un rendimiento más alto.

También se hace referencia a la patente estadounidense nº. 6,003,508, que expone más detalladamente un receptor volumétrico solar. La Fig. 1 de la patente ilustra una superficie de receptor solar como una pluralidad de cuerpos absorbentes que presentan superficies extremas (superiores) hexagonales, que están hechos de un material de cerámica poroso, por ejemplo de carburo de silicio. Los cuerpos absorbentes son montados sobre la parte superior de los elementos de soporte respectivos, cada elemento de soporte siendo soportado también por un tubo metálico fijado a una denominada “membrana doble”. La Fig. 2 de la patente muestra cuerpos absorbentes que están fijados en los elementos de soporte por unión o ajuste por presión. Los cuerpos absorbentes y los elementos de soporte comprenden el mismo material de cerámica, por ejemplo carburo de silicio o silicio/carburo de silicio, de tal forma que las dos partes puedan extenderse de manera uniforme y que su fijación mutua sea mantenida también en caso de tensiones térmicas elevadas. No hay ninguna definición o explicación específica de los términos “unión” y “ajuste por presión” ni ejemplos de fabricación del ensamblaje del absorbente combinado y del elemento de soporte en la patente.

En el proyecto de investigación HitRec en los años 1996-1999 (siendo éste la base de la patente estadounidense nº. 6,003,508) los módulos de absorbente ReSiC hexagonales de 120 mm fueron conectados y bloqueados en las copas de cerámica por tres pernos de cerámica de alúmina de 3 mm de diámetro y 20 mm de largo. No obstante, los pernos fueron difíciles de mantener fijados en el sitio durante la operación a temperaturas elevadas e implicaron ciertas complicaciones también ya que los pernos, debido a la gravedad, se deslizaban constantemente de los agujeros correspondientes en la unidad VR. Además, el ensamblaje fue complejo debido a la cantidad de pequeños pernos de superficie lisa y sin depender de una disposición de cierre seguro.

El proyecto SiRec probado por Ciemat en el año 2002 demostró que una pantalla de malla metálica de pequeño tamaño pero completa funcionaba en forma de absorbente volumétrico con diámetros de un metro o más. No obstante, este concepto fue muy vulnerable con respecto a un sobrecalentamiento local y tenía una capacidad térmica pobre. Después de unas horas la capa de pantalla anterior fue fundida en varias áreas. El problema está relacionado con la ausencia total de posibilidad de regulación del flujo sobre la superficie, una situación de regulación sin válvula. La construcción de pieza única no permitió la posibilidad de controlar el flujo de la masa de aire con respecto a las áreas individuales y por lo tanto el enfriamiento del material de pantalla metálica en áreas principales según la insolación. Además, el diseño plano, que no permitía asegurar la disposición de las capas de pantallas en contacto cercano las unas con la otras con el fin de dispersar mejor el calor, fue un serio problema.

No obstante, basándose en un diseño en forma de módulo y de cúpula según la presente invención con un enfriamiento individual y un sistema de aire de retorno adecuado, se ha descubierto ahora que el rendimiento, sin embargo, podría llegar a ser tan alto como el 90% con el tiempo de vida necesario.

Monolitos absorbentes	% de rendimiento térmico	Valor máximo de insolación kW/m^2	Promedio de insolación kW/m^2
SiSiC 90 cpsi	80 - 85	1000	500
malla metálica	80 - 95	<700	300
Pantalla metálica	85 - 90	<700	300
Hoja metálica 400 cpsi	85 - 95	<800	300

Se ha mostrado también que el rendimiento térmico puede ser incrementado por el revestimiento del lado anterior del monolito de absorbente con un revestimiento negro de superficie inorgánica resistente al calor, tal como una pintura, un esmalte o una metalización.

Resumen de la invención

El objetivo de la presente invención consiste en proveer una construcción mucho más simplificada que permite realizar una selección libre en cuanto a la variedad y el coste más bajo de una unidad de receptor volumétrico (unidades VR) y/o módulos de absorbente.

Este objetivo es conseguido con un ensamblaje o unidad de receptor volumétrico para el uso en una central térmica solar según la reivindicación 1. Ciertos aspectos del ensamblaje o unidad de receptor volumétrico incluyen una superficie de receptor calentada por la radiación del sol,

- un módulo de absorbente volumétrico ensamblado a partir de un monolito al interior de un marco con una entrada y una salida, y un interior permeable a fluidos entre éstas para el paso de un medio fluido portador de energía tal como un gas, por ejemplo el aire, a través del mismo, fijado a
- un elemento de soporte equipado con un embudo que tiene una entrada y una salida, y un interior permeable a fluidos entre éstas para recuperar el medio fluido portador de energía que sale de la salida del módulo de receptor y pasar este último también sobre una estructura de soporte de membrana doble de un alojamiento de receptor, unidos entre sí con
- una instalación de cierre mecánico para la fijación del módulo de absorbente volumétrico al elemento de soporte

dicho módulo de absorbente siendo ensamblado con dicho elemento de soporte de tal forma y por tales medios que cualquier tensión mecánica y/o térmica sustancial mutua entre estos sean evitados o eliminados, incluso cuando el módulo o ensamblaje absorbente volumétrico se calienta a la temperatura operativa de la central eléctrica.

El aire, bombeado a través del receptor, es calentado en la cara anterior del receptor, y no por una cámara de aire o por el lado posterior de un absorbente. El módulo de absorbente es un cuerpo individual no integrado rígidamente al interior del embudo y del elemento de soporte combinados, sino conectado mecánicamente con una serie de dispositivos de cierre al elemento de soporte. La invención permite la selección de distintos materiales de módulo de absorbente desde el centro hasta la circunferencia o bordes de la superficie receptora. Como la radiación solar concentrada no es uniforme sobre la superficie de receptor total, los módulos de absorbente que poseen propiedades de materiales diferentes son muy ventajosos. Preferiblemente, los módulos de absorbente producidos a partir de SiSiC están montados centralmente, mientras que los módulos de absorbente en circunferencia se basan preferiblemente en metales. El uso de una serie de cierres para el ensamblado de los módulos de absorbente sobre dichos elementos de soporte elimina las dos tensiones mecánicas o térmicas durante el proceso de unión y durante el uso posterior en unas centrales térmicas solares a temperaturas de aproximadamente 700-1000ºC. Esta característica asegura una duración

de vida más larga y un mantenimiento simplificado para un receptor solar volumétrico que tiene un coste inferior de inversión de central.

Básicamente dos tipos diferentes de materiales y tres principios de diseños diferentes están disponibles ahora para la misma STPP. Los materiales metálicos y de cerámica tienen la forma de cuerpos en panal multicelulares y de estructuras de espuma. Los metales se definen también como estructuras fibrosas o similares a hilos/cables. Los diseños y materiales pueden ser seleccionados según la presente invención sin ninguna limitación con respecto:

- al diseño modular general de la unidad de VR
- al monolito de absorbente individual y diseño del marco
- al módulo de absorbente para los métodos de cierre del elemento de soporte/embudo.

Los cuerpos en panal de absorbente o de receptor pueden ser fabricados a partir de un material extruido, moldeado, ondulado o materiales de cerámica impresos tales como el carburo de silicio recristalizado (ReSiC) o hechos preferiblemente de silicio/carburo de silicio más avanzado (SiSiC). Normalmente, el monolito debería estar hecho de ReSiC con una densidad superior a 2.1 X 10^3 por kg/m^3 (2.10 g/cc), preferiblemente de 2.2 X 10^3-2.4 X 10^3 por kg/m^3 (2.20-2.40 g/cc) y una porosidad inferior al 35% en volumen. La resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas para este tipo de familia de cerámicas puede ser mejorada significativamente en comparación con TeSiC, cuando los cuerpos de SiC de densidad elevada preformados son infiltrados con metal de silicio (SiSiC) en un horno bajo condiciones adecuadas. La densidad final de SiSiC debería ser superior a 2.9 X 10^3 por kg/m^3 (2.90 g/cc), especialmente en la gama de 2.9 X 10^3-3.1 X 10^3 por kg/m (2.90-3.10 g/cc) para una duración de vida máxima.

De forma alternativa los cuerpos en panal de absorbente o de receptor pueden ser fabricados a partir de espuma cerámica o en combinación con piezas de láminas delgadas laminadas de espuma montadas sobre la parte anterior de un monolito en panal de cerámica/monolito de espuma. Las estructuras de espuma de células de cerámica tales como ReSiC, SiSiC, SiN están comercialmente disponibles en el mercado en varias dimensiones y a partir de una variedad de fuentes-también en forma de placas de espuma delgadas de 5-10 mm de espesor.

Las hojas/papel/textil/tela porosos que miden de 0.1 a varios milímetros de espesor y basados en 5-50 μm de fibras de carbono espesas o carbono comprendiendo fibras que deben ser ensambladas en un monolito son fabricados entre otros por Crane Inc. en EEUU y por Carbon AG basándose en unas fibras en masa disponibles comercialmente. Existen tres materiales precursores principales para la fabricación de las fibras de carbono, de los cuales el poliacrilonitrilo (PAN) y el rayón son los más usados habitualmente y disponibles en BASF AG, Hércules Inc., Amoco Inc. y otros, con una densidad de aproximadamente 1.8 X 10^3 por kg/m^3 (1.8 g/cm^3). El papel o fieltro puede, durante el ondulado y otro tipo de conformación, ser bloqueado mecánicamente y mantenido en dimensiones estables en la forma deseada durante la fase verde por resinas, sistemas de unión termoplásticos o sistemas basados en fenólico también conocidos por su alto contenido de carbono. Los cuerpos ondulados de densidad elevada preformados son infiltrados con metal de silicio (SiSiC) en un horno bajo condiciones adecuadas. La densidad final de SiSiC debería ser superior a 2.9 x 10^3 por kg/m^3 (2.90 g/cc), especialmente en la gama de 2.9 x 10^3-3.1 x 10^3 por kg/m^3 (2.90-3-10 g/cc) para una duración de vida máxima.

Se hace referencia al método de producción desarrollado por SGL Carbon AG para los discos de freno de cerámica basados en fibras de carbono que son siliconizadas para el nuevo vehículo de Porsche. De forma alternativa, SGL Carbon AG fabrica también textiles y cintas reticulados a partir de fibras de carbono de espesores a partir de 0.1 mm.

De forma alternativa, los módulos de absorbente pueden ser fabricados a partir de una hoja delgada basada en materiales metálicos estables a temperatura elevada como el inconel, o aleaciones similares de alta tecnología, que generalmente no contienen hierro. Los metales de alta temperatura basados en hierro aleados con aluminio, cromo y estabilizados con metales como el cerio, itrio u otros compuestos de elementos de los grupos principales II a IV del sistema periódico. Tales aleaciones ampliamente conocidas llamadas normalmente aleaciones de FeCr están disponibles en fábricas de hojas metálicas como Kanthal o Sandvik y usadas también por empresas como Emitec Gmbh y Kemira Oy en forma de portadores catalizadores para la industria automóvil.

Unas estructuras de láminas de espuma de células metálicas que tienen un espesor inferior a unos pocos milímetros hasta 5 milímetros están disponibles por un proveedor tal como Sumitomo Electric Industries Ltd. en Japón, hechas a partir de una aleación de Fe, Ni, Cr, Al con un tamaño de poro de 100-400 μm, una porosidad >95% bajo el nombre comercial de CelMet.

Un material de tipo fieltro de metales disponibles en la empresa Bekaert en Bélgica, realizado a partir de aleaciones tales como la aleación de FeCr consistiendo en hierro, cromo, aluminio y a menudo pequeñas cantidades de metal de suelos raros como el cerio, itrio son adecuados para mejorar la VRU según la presente invención. Este material de Bekaert es un material de tipo fibra no producido a partir de fibras individuales ensambladas al interior de una lámina, sino que es producido por un proceso donde las fibras son raspadas a partir de un material sólido, cortadas y comprimidas en una lámina. Los espesores disponibles son de menos de un milímetro a varios milímetros.

De forma alternativa, las bandas de malla metálica dispuestas axialmente entre sí funcionarán como el cuerpo receptor aunque a temperaturas inferiores en comparación con las cerámicas. Este producto metálico muy conocido es también conocido como Cable Enrollado Reticulado Rizado. Es fabricado por reticulado de un hilo metálico relativamente delgado (0.05-1.0 mm de diámetro) en una tela o un tubo, que es ondulado para proporcionar un espesor de 1-15 mm y una anchura de 15-200 mm, preferiblemente de 25-60 mm. La empresa Catalytic Support Systems Ltd. situada en el Reino Unido, y algunas fabricas europeas suministran este producto basado en hilos metálicos aleados comercialmente disponibles, normalmente en base a aleaciones de Inco Ltd. en el Reino Unido tal como un tipo de materiales como inconel o una aleación de FeCr o aleados con otros compuestos de elementos de los grupos principales II a IV del sistema periódico. Este material extremadamente poroso y muy flexible es comprimido durante el ensamblado al interior del marco y no proporciona ninguna expansión adicional durante el calentamiento. La malla metálica es compactada en una densidad de 0.05-2.0 kg/litro. La resistencia al plegado y los módulos Young y de corte del hilo metálico proporcionan la presión de envasado necesaria. Este material es normalmente elástico, aunque los hilos pueden volverse frágiles.

Además, las variedades inventivas de módulos de absorbente también pueden estar basadas en el principio de marco comprendiendo un material de pantalla metálica laminado formado adecuadamente en base a un tela de tipo reticulado de hilos metálicos de metales aleados dispuestos cerca los unos de los otros, radiales en varias capas para formar una pila. Una de las características inventivas presentes es que incluso con materiales de capacidad térmica inferior, un rendimiento elevado de conversión que se extiende al 90% es posible aunque esto requiere más unidades VR de dimensiones más pequeñas con medios de flujo de enfriamiento individuales de regulación. El tipo de tela de material es usado normalmente en forma de capa individual en pantallas para la separación y/o unión de materiales particulares y en polvo en la industria. Los cables o hilos usados para formar la tela o tejido de hilo reticulado o son de un tipo de aleación avanzado tal como una serie inconel o serie AISI 300 o 400 o similar. Frecuentemente el cable tiene un diámetro pequeño de 0.04-1.0 mm y una distancia entre los hilos de cruce en un rango de 0.1-5.0 mm, preferiblemente de 0.3-1 mm. La forma de monolito de absorbente puede tener preferiblemente un borde oblicuo o inclinado sobre los ángulos que se extiende de 5-200 mm sobre la estructura de marco y ser plana o preferiblemente tener una forma de cúpula entre los bordes oblicuos aunque puede tener otras formas.

El grado de oxidación determina el tiempo de vida de cada uno de los materiales individuales a través del crecimiento de óxidos. Una oxidación en exceso debe ser evitada mediante una selección cuidadosa de materiales y un enfriamiento eficiente.

La unión o ensamblaje mecánicos de los módulos de absorbente en su marco al interior de la estructura del elemento de soporte deben estar expuestos a modos que impiden que la tensión o expansión física sea transferida al módulo de absorbente. Tal tensión puede causar daños a cualquiera de las partes, pero en particular a los módulos de absorbente, que opcionalmente pueden ser fabricados a partir de cerámicas más frágiles. De esta manera, las unidades VR según la invención comprenden elementos individuales, por ejemplo un módulo de absorbente de cerámica (monolito y marco) y un elemento de soporte y una estructura de soporte metálica ensamblados todos por medios que eliminan:

- la transferencia de un gradiente de temperatura en exceso entre los lados del módulo de absorbente y la pared del elemento de soporte,
- la transferencia de la diferencia de tensión mecánica entre el módulo de absorbente y las paredes del elemento de soporte,
- la transferencia del gradiente de expansión mecánica entre el módulo de absorbente y la pared del elemento de soporte,

incluso cuando el ensamblaje es calentado por un espejo reflejado y una radiación solar concentrada. Los elementos de soporte pueden ser integrados de tal forma que aparecen como una red de abrazaderas metálicas proporcionando también una rigidez a la estructura de soporte a través de las estrías del aire de retorno.

En tales casos donde los módulos de absorbente son de aleaciones de metales, los cuales pueden ser conectados provechosamente por soldeo o similar a las paredes del elemento de soporte también metálico, la necesidad de impedir la transferencia de tensión y las diferencias de temperatura mencionadas anteriormente es menor.

No obstante, se necesita un medio de ensamblaje mecánico para aplicaciones a temperatura elevada y materiales incompatibles. El principio inventivo descrito aquí comprende la unión de partes entre sí con una disposición de cierre, que permite también una libertad máxima para reemplazar cualquier módulo siempre que sea necesario y para seleccionar módulos de materiales diferentes y una configuración en la misma STPP.

Por consiguiente, el principio o diseño del receptor de aire volumétrico permite una combinación o es libre de combinar varios tipos de diseño y de selección de materiales tales como módulos de absorbente de cerámica o metálicos y elementos de soporte metálicos con una estructura de alojamiento del receptor hecha con ambos metales y cerámicas en la misma central térmica solar.

El ensamblaje según la presente invención para el uso en una central térmica solar (STPP) que posee una superficie de receptor que debe ser calentada por radiación del sol, comprende:

- un módulo de absorbente volumétrico con una entrada y una salida y un interior permeable a fluidos entre éstas para el paso de un medio fluido portador de energía tal como un líquido o un gas, por ejemplo aire, a través de éste,

- un elemento de soporte integrado con un embudo con una entrada y una salida y un interior permeable a fluidos entre éstas para recoger el medio fluido portador de energía que sale de la salida del cuerpo de receptor y lo, pasa más adelante,

- una membrana doble o colector para la recepción del fluido portador de energía, que integra el elemento de soporte y hace recircular el fluido de retorno para simplificar la estructura, y

- un alojamiento de receptor sin un sistema de tuberías complicado, sin tuberías de entrada de aire, y sin tuberías transversales para el sistema del fluido de retorno,

dicho módulo de absorbente siendo ensamblado con dicho elemento de soporte en una forma tal y con medios tales que cualquier tensión mutua sustancial mecánica y/o térmica entre éstos es evitada o eliminada incluso cuando el módulo de absorbente es calentado a temperatura(s) operativa(s) de la central de energía.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte/embudo) pueden ser ensambladas en la unidad VR básica por uno de los distintos dispositivos de cierre, los cuales - dependiendo del número de dispositivos de cierre individuales- fijan las estrías de marco en las ranuras del elemento de soporte, por ejemplo mediante unas pinzas de cierre. En una fase posterior esto permite una sustitución simple y fácil de cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre. De manera alternativa, las pinzas de hilo metálico fijadas en la estría de marco aseguran el módulo de absorbente desde el interior del elemento de soporte.

De forma alternativa, el principio del dedo de cierre integrado en el elemento de soporte puede asegurar y mantener en el sitio el módulo de absorbente en su estría de marco.

Las diferencias de tensión pueden ser eliminadas por maximización o minimización, preferiblemente por eliminación de cualquier transferencia de calor entre los módulos de absorbente y el elemento de soporte, sea por contacto físico total máximo para garantizar la transferencia de calor máxima o por contacto físico o por contacto mínimo para garantizar un calor mínimo, preferiblemente sin transferencia de calor.

Preferiblemente el módulo de absorbente está interconectado a un aparato que consiste en un elemento de soporte y un embudo, cuya forma interna tiene paredes paralelas o casi paralelas en el elemento de soporte y paredes no paralelas en el embudo de tal forma que al menos la parte inferior de la salida del módulo de absorbente tiene una forma externa para el ajuste del interior de dicha forma del elemento de soporte para su montaje sobre el embudo incluso cuando es calentado a la(s) temperatura(s) operativa(s) de la central de energía.

El elemento de soporte integrado con el embudo puede ser fabricado preferiblemente a partir de metales procedentes de láminas, de forma alternativa moldeado en la forma deseada a partir de un metal líquido o prensado a partir de metal a base de polvo por presión elevada en una forma seguida de un tratamiento térmico. La hidroformación del aparato a partir de material de lámina tubular también puede ser preferida. El elemento de soporte podría ser fabricado de forma alternativa a partir de cerámicas que poseen especificaciones adecuadas, tales como una fuerza mecánica elevada y una resistencia a impactos. Si tal elemento de soporte de cerámica ofrece una conductibilidad térmica baja, la pérdida de calor a partir del aire caliente al interior del elemento de soporte puede ser inferior en comparación con los metales y perder menos energía a través del elemento de soporte y por la presente mejorar el rendimiento del sistema total.

El sobrecalentamiento local del lado anterior del cuerpo de receptor puede tener lugar debido a un flujo no laminar al interior del embudo producido por el área de salida relativamente pequeña. Un flujo de aire laminar a través de los numerosos canales a través del cuerpo de receptor no es posible cuando el módulo de absorbente está montado sobre un elemento de soporte en la parte superior de un embudo que posee lados paralelos o cuando la salida de aire presenta un área más pequeña en comparación con el módulo de absorbente. El cambio de la longitud de canal en áreas específicas y el hecho de dejar las otras sin modificar en el monolito puede asegurar razonablemente un flujo de gas similar en cada canal y por la presente mejorar el enfriamiento uniforme en todas partes del módulo de absorbente. La conformación del lado posterior del módulo de absorbente para el flujo de gas similar fue desarrollada con el proyecto de investigación SolAir patrocinado por la UE por el presente inventor con la empresa HelioTech, en Dinamarca, en el año 2000 (documento de referencia ht-pyramid-00). El flujo de gas medido en un monolito no modificado que tiene una cara anterior y una cara de salida paralelas puede variar de 8-10 m/s en el centro hasta 2-3 m/s en los ángulos de un monolito cuadrado de 125 x,125 mm multicelular de 55 mm de alto cuando está montado sobre un embudo. También un módulo de 250 X 250 mm fue probado y formado como ensayo. Normalmente el flujo de aire en una estructura en panal multicelular con 90 cpsi (células por pulgada cuadrada) es de 1-2 m/s. Se prefiere por lo tanto que el lado de salida del módulo de absorbente sea fabricado en forma de cono o de pirámide o combinaciones de éstas,

preferiblemente en la gama de la diagonal interna mínima (anchura) del elemento de soporte/salida del embudo con áreas planas en los ángulos para la medida de diagonal máxima del monolito.

Además, la cara anterior del monolito del módulo de absorbente tiene preferiblemente un ángulo oblicuo o inclinado sobre cada lado de entrada que modifica los bordes afilados. El diseño en pendiente redirige el aire de retorno que tiene una velocidad de gas que varía entre 2-10 m/s en las ranuras entre las unidades VR. El diseño de bordes afilados fue inventado originalmente en el proyecto de investigación SolAir patrocinado por la UE por el presente inventor para aumentar el rendimiento del aire de retorno y de forma correspondiente el rendimiento de conversión térmica de unidades VR que debe ser mejorado en un 30-40% como calculado en el proyecto SolAir confidencial (documento de Ref. TE- 1.7-2RA-03) por Ciemat's (Departamento español de ciencia & Tecnología) con los CFD de código FLUENT (Dinámicos de Fluido Informatizados) en el mes de mayo del 2000. Se hace referencia también a las ilustraciones en PCT/DK02/00584 y PCT/DK02/00585. El diseño de pendiente no está descrito o mencionado en la patente estadounidense de referencia nº. 6,003,508.

El diseño de pendiente permite un enfriamiento mejorado del flujo de aire de retorno entrando en la parte anterior de monolito de absorbente comprendiendo los bordes de monolito, donde la longitud de los canales se reduce continuamente hacia los bordes o áreas del monolito donde la sección transversal de los canales aumenta en fases o continuamente hacia los bordes o una pendiente con canales más cortos continuamente como un manto en forma de pirámide rotacional. Para la disposición de demostración de SolAir3000, incluyendo 270 piezas de unidades VR cada una de 140 x 140 mm fabricadas en un material SiSiC multicelular de 90 cpsi, la temperatura del aire de retorno está en un rango de 50-150ºC, preferiblemente de 75-100ºC entrando en las áreas en pendiente proporcionando un buen rendimiento en un rango del 84-86% combinado con una tolerancia de sobrecarga muy elevada. El flujo de masa total de aproximadamente 4 kg/seg y una caída de presión promedio sobre la superficie de receptor total en un rango de 500-900 Pa. El diseño citado más arriba con muchas unidades VR pequeñas que permiten que el retorno de aire sea entregado entre las numerosas unidades VR producirá rendimientos de retorno de aire en un rango del 45-75% correspondiendo al 7-10% de aumento de rendimiento del sistema total en comparación con el receptor PHOEBUS y las construcciones de pieza única SiRec ambos con rendimientos de retorno de aire de sólo el 1-3%.

Para otra mejora del flujo de aire, un cuerpo extra, tal como un elemento mezclador de flujo, puede ser montado al interior del embudo. De forma alternativa, un difusor fabricado a partir de metal de lámina y de diseño apropiado mejorará el flujo laminar a través de todos los canales en el monolito de módulo de absorbente y por lo tanto impedirá el sobrecalentamiento local del material de módulo de absorbente. Mediante un diseño propio este dispositivo puede actuar también en forma de protección de sobrecarga térmica en caso de que el monolito del módulo de absorbente se haya dañado y permite que la radiación solar concentrada llegue no restringida al interior del embudo o incluso al interior de la membrana doble y por esta disposición asegure un margen de seguridad superior en el sistema global.

Para una pequeña central de energía que posee una salida 10 MWe, (MW eléctrica), el receptor solar debe ser montado sobre una parte superior de una torre de ~80 metros de altura y tienen un área de superficie de aproximadamente 100-150 m^2. La energía solar está concentrada a partir del campo por más de 800 espejos helióstatos cada uno de un tamaño de aproximadamente 100 m^2. Los -1000 vatios/m^2 entrantes del sol tienen un efecto sobre los espejos helióstatos y son reflejados en la superficie del receptor. Desafortunadamente no se puede distribuir la energía solar concentrada de esta manera sobre la superficie del receptor. La insolación de la superficie del receptor variará desde -200 kW/m^2 en la circunferencia hasta 900 kW/m^2 en el centro. Para compensar el flujo totalmente diferente por área de unidad, unos métodos diferentes son usados solos o en combinación para obtener una temperatura de salida uniforme e igual de cada una de las unidades VR de 4.000-7.000 siendo de aproximadamente 140 x 140 mm. De esta manera:

1. Los diferentes módulos de absorbente correspondiendo a distintos precios e índices de rendimiento pueden ser montados preferiblemente de forma individual según los niveles de flujo, que forman parte del objeto principal de las presentes invenciones. Las unidades VR más caras y tolerantes de un nivel de flujo más alto en el centro de la superficie de receptor. Y menos costosas, las unidades VR tolerantes de temperatura inferior y de rendimiento más elevado potencial hacia la circunferencia del receptor con un nivel de flujo más bajo.

2. Preferiblemente, el flujo de aire individual debería ser regulado también por un elemento sensible a la temperatura de regulación del flujo en base a un resorte montado axialmente en el flujo de gas de aire caliente después o cerca de la salida de embudo, dicho resorte teniendo una barra montada en el centro conectada a un elemento de válvula. El resorte puede ser de tipo hélice dispuesto después de la cabeza de válvula y montado sobre cada unidad VR. La diferencia de temperatura asegura una acción o movimiento mecánico de una regulación de cuerpo del flujo de aire en un movimiento de tipo onda y asimismo equilibra las diferencias de temperatura potenciales.

3. De forma alternativa, el flujo de aire individual también puede ser regulado por un(os) elemento(s) sensible(s) a la temperatura de autoregulación del flujo en base a materiales laminados de distintos niveles de expansión montados en conexión con cada unidad VR. Estas diferencias de temperatura aseguran una acción o movimiento mecánico y la regulación del flujo de masa en un movimiento en forma de onda y por lo tanto equilibra las diferencias potenciales de temperatura. Se hace referencia a la patente DE nº. 197 36 335.

4. Unos orificios de diámetro fijo montados manualmente de bajo coste en cada salida de embudo para regular el flujo de masa del aire a través de la unidad VR individual específica puede ser una alternativa a aquellos más costosos mencionados anteriormente.

Otras variaciones y mejoras de las presentes invenciones son una combinación del elemento de soporte y del embudo montados mecánicamente directamente sobre la membrana doble o estructura de colector. Tal estructura de soporte puede soportar físicamente todos los módulos de absorbente en cualquier parte de los elementos de soporte y embudos. En la versión simplificada la salida del embudo está fijada, soldada, anclada o atornillada directamente a la membrana doble que actúa como colector para ambos medios de aire caliente y de enfriamiento. El sistema de aire de retorno de enfriamiento que forma parte de la estructura entera es asimismo también simplificada, lo que implica una reducción de costes adicional del sistema. Tampoco se necesita ningún elemento desviador del aire de retorno para el aire de retorno que debe ser guiado de vuelta hacia la cara anterior del receptor como se reivindica en la patente estadounidense 5,483,950.

El principio de un elemento de soporte y embudo integrados o fijados rígidamente sobre el colector de doble membrana permitirá también la mezcla de distintos tamaños y materiales de módulos de absorbente en la misma central térmica solar (STPP) permitiendo así una libertad absoluta de diseño, ya que los módulos de absorbente se vuelven módulos reales y son así totalmente intercambiables. La STPP incluso después de su inicio operacional puede ser optimizada también mediante el cambio de los módulos de absorbente según la evaluación y por lo tanto reducir opcionalmente el número de helióstatos costosos.

Las unidades VR basadas en el material SiSiC costoso tienen una proporción de inversión de capital del 2-3% de la inversión de central STPP total. La proporción de inversión del campo de helióstatos está normalmente en el rango del 35-45%. El número de helióstatos increíblemente elevado en el campo es uno de los puntos fuertes de la presente invención, ya que, para cada aumento de porcentaje del rendimiento térmico de las unidades VR (en el rango del 80-9%) y del alojamiento do receptor, el inversor puede reducir el tamaño del campo de helióstatos en un 1%. Los costes de los helióstatos se sitúan normalmente en el rango de 100-150/m^2 por área instalada.

En la descripción y reivindicaciones, las definiciones presentes de partes individuales usadas son las siguientes:

- módulo de absorbente (preferiblemente integrado) = monolito de absorbente + marco
- elementos de soporte globales integrados (IOSM) = elemento de soporte integrado con un embudo
- unidad VR (unidad de receptor volumétrico) (preferiblemente ensamblada con un dispositivo de cierre) = módulo de absorbente + IOSM
- membrana doble = canal(es) colectores en el alojamiento de receptor (en la parte superior de la torre) para la distribución de recirculación del aire de retorno.

Formas de realización preferidas del módulo o ensamblaje de absorbente según la presente invención están ilustradas en las figuras del dibujo y descritas más abajo en los ejemplos y reivindicaciones dependientes en el conjunto de reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un dibujo explicativo de los elementos y cuerpos de la presente invención integrados en un ensamblaje de receptor de STPP (central térmica solar),

la Fig. 2 es una vista despiezada de una unidad de receptor volumétrico (unidad VR) según la presente invención,

la Fig. 3 es una vista en perspectiva de una sección de unidades VR según la invención sin módulos de absorbente,

la Fig. 4 es una vista en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad o ensamblaje de receptor volumétrico según la invención,

la Fig. 5 es una vista en perspectiva que ilustra características internas de un elemento de soporte provisto de dedos metálicos y una salida en el fondo,

la Fig. 6 es una vista lateral en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad de receptor volumétrico según la invención,

la Fig. 7 es una vista lateral en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad VR que ilustra una disposición de enganche para la conexión mecánicamente de un módulo de absorbente en un elemento de soporte,

la Fig. 8 es una vista en perspectiva con una sección transversal parcial de otra forma de realización de una unidad VR con un módulo de absorbente comprendiendo un monolito que tiene paredes interiores paralelas delgadas ensambladas al interior de un marco de refuerzo de pared más espeso,

la Fig. 9 es una vista en perspectiva de otra forma de realización de un elemento de soporte que ilustra una porción de las partes internas del elemento de soporte,

la Fig. 10 es una vista de partes de dos unidades de receptor volumétrico, de las cuales una está mostrada en una elevación lateral en perspectiva mientras que la otra está mostrada en sección transversal, según la invención,

la Fig. 11 es una vista en perspectiva de otra forma de realización de un elemento de soporte según la invención que ilustra una porción de las partes internas del elemento de soporte,

la Fig. 12 es una vista lateral en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad de recepción con un monolito de absorbente con una estructura de canales múltiples provista por paredes paralelas delgadas o una estructura de espuma multicelular,

la Fig. 13 es una vista en perspectiva de un módulo de unidad VR con una sección transversal parcial del ángulo ilustrando una porción del monolito y del elemento de soporte,

la Fig. 14 es una vista en perspectiva de otra forma de realización de una unidad VR mostrando en sección transversal parcial una porción de un monolito de absorbente volumétrico solar de capas orientadas radialmente laminadas, paralelas delgadas de un material de pantalla dispuestas sobre la parte superior de una malla metálica más gruesa.

Descripción detallada de los dibujos

Se hace referencia a la Fig. 1, que es un dibujo explicativo de los elementos y cuerpos de la presente invención integrados en un ensamblaje de receptor de STPP (central térmica solar) designado por 10.

La superficie del receptor solar de la STPP es ensamblada a partir de un gran número de unidades VR 20. Tales unidades VR son montadas una cerca de la otra con una pequeña distancia 19 entre éstas. Cada unidad VR es ensamblada a partir de un módulo de absorbente 1 conectado a un elemento dé soporte 2 equipado con un embudo 3. El embudo tiene una salida 5, preferiblemente conectada a una membrana doble 13 en la parte anterior del alojamiento de receptor. Opcionalmente un orificio 4 o elemento autorregulador puede estar montado en la salida del embudo.

Con más detalles la Fig. 1 muestra en sección transversal una porción de dicho ensamblaje de receptor de central térmica solar 10 donde unos módulos de absorbente de receptor 1 compuestos por monolitos de 1 m teniendo cada uno una pluralidad de canales paralelos están montados en elementos de soporte 2. El flujo solar incidente calienta cada monolito de absorbente 1, a través del cual el aire ambiente es aspirado. Durante el paso a través de su multiplicidad de canales, el aire ambiente es calentado a temperatura elevada, enfriando así el módulo de absorbente entero. El aire calentado que sale del módulo de absorbente, que está conectado al elemento de soporte 2, 3, es pasado también en forma de aire caliente a través de la salida 5 en la parte en forma de embudo del elemento de soporte a temperaturas de aproximadamente 700-900ºC en la cavidad central 8. Tanto un escudo protector de calor con un intervalo de aire o una capa de aislamiento de material fibroso pueden reducir la pérdida de calor desde el interior hasta el exterior del embudo. El aire caliente, acumulado en la cavidad central 8 a partir de todas las numerosas unidades VR y después de pasar por un intercambiador de calor tubular 9 que produce vapor 15, es devuelto por un ventilador motorizado 11 a través de una tubería 7 al interior del colector de membrana doble para una recirculación.

El “aire de enfriamiento” que tiene una temperatura preferiblemente de aproximadamente 75-150ºC pasa en la dirección opuesta al aire caliente, el cual tiene una temperatura preferiblemente de aproximadamente 700-900ºC, al interior del elemento de soporte, y en la práctica vuelve preferiblemente a través de una membrana doble de 13 agujeros 12 al volumen recolector 14 entre los elementos de soporte globales integrados (IOSM). El aire de retorno en la parte exterior del módulo de absorbente es pasado a través de las estrías o hendiduras 19 entre los módulos de absorbente 1 hasta la superficie superior de éstos, en cuyo punto se mezcla con aire ambiente y es aspirado hacia atrás a través del interior de las estructuras absorbentes hacia una pluralidad de canales paralelos, de longitud corta provistos en las áreas de los bordes afilados. El lado posterior o de salida (no mostrado) del monolito de absorbente está conformado para asegurar una caída de presión y flujo laminar similares a través de todos los numerosos canales.

En referencia a la Fig. 2, se trata de una vista despiezada de una unidad de receptor volumétrico (unidad VR) 20, un módulo de absorbente está indicado por 1, dicho módulo estando compuesto por un monolito 1 m en un marco 1 a, 2 es el elemento de soporte para el módulo de absorbente 1, 3 es un embudo provisto preferiblemente con un aislamiento interno en su pared interna e integrado preferiblemente en el elemento de soporte global 6 (IOSM), 5 es un tubo de salida, también provisto preferiblemente de un aislamiento interno en su pared interna, para la salida del IOSM 6, que debe ser conectada mecánicamente al colector de membrana doble en el alojamiento de receptor, 4 es un elemento de orificio o de abertura para la regulación del flujo de aire a través de la unidad VR particular.

En referencia a la Fig. 3, se trata de una vista en perspectiva de una sección de unidades VR según la invención sin módulos de absorbente, 30 indica una entrada del elemento de soporte que es por ejemplo de 140 mm en cuadrado,

38 indica los dedos para una disposición de cierre sobre cada uno de los cuatro lados paralelos 32 que rodean el área de entrada del elemento de soporte, 39 designa las estrías o hendiduras entre los elementos de soporte para el aire de retorno, 33 indica la parte inferior debajo del elemento de soporte que posee la forma de un embudo sin lados paralelos cuya salida 35 está conectada mecánicamente a una disposición de colector de membrana doble. Entre los embudos de salida 35 están situados los orificios de entrada del aire de retorno (no mostrados).

En referencia a la Fig. 4, se trata de una vista en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad o ensamblaje de receptor volumétrico según la invención que comprende un elemento de soporte cuadrado 42 provisto de dedos de metal integrados 48 de material plegado sobre cada lado del marco 41 a del monolito de absorbente 41 para fines de sujeción. Los dedos metálicos se extienden en una estría 44 provista en el marco 41 a del módulo de absorbente. De esta manera, ninguna conexión fija, física rígida está formada entre el módulo de absorbente y el elemento de soporte y las tensiones que surgen de la expansión térmica no causan la rotura de ciertas partes. El aislamiento de fibra 47 en el interior de la parte de embudo del elemento de soporte reduce la pérdida de calor del aire caliente al interior del embudo hacia el aire de retorno exterior más frío.

En referencia a la Fig. 5, se trata de una vista en perspectiva que ilustra características internas de un elemento de soporte 52 provisto de dedos metálicos 58 y que tiene una salida 55 en el fondo. Estos dedos metálicos 58 son parte del elemento de soporte 52 y se dirigen hacia la salida 55 al interior del elemento. La salida 55 tiene un área más pequeña que el área de entrada 50, que posee dimensiones adecuadas para recibir y mantener un módulo de absorbente.

En referencia a la Fig. 6, se trata de una vista lateral en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad de receptor volumétrico según la invención compuesta por un monolito de absorbente de cerámica 61 y un elemento de soporte 62 provisto de ranuras 62s en sus paredes laterales y conectado también a una parte del embudo 63. El módulo de absorbente de cerámica 61 es ensamblado con el elemento de soporte 62 a lo largo de una estría 64 en un receso 65 en todas las paredes del marco de circunferencia externa 61 a del módulo de absorbente. Las pinzas 68 están montadas en el borde superior de la pared del elemento de soporte 62 y están protegidas de la radiación solar directa por la parte saliente del monolito sobre el receso 65. Además, las pinzas están situadas en un área del aire de retorno y son enfriadas también por el mismo. El monolito de absorbente presenta opcionalmente una construcción de cerámica laminada que tiene un cuerpo en panal 61 C más espeso y por lo tanto más fuerte para salidas estructurales laminadas en una capa superior multicelular altamente porosa más delgada 61t, que recibe la radiación solar y aumenta el rendimiento, todas ensambladas en un marco 61a. El lado de salida o lado posterior del monolito de absorbente está formado como el tronco de una pirámide que tiene una cara plana central 67a y lados de cara periférica inclinados 67b para obtener un flujo de gas deseado a través de los múltiples canales del monolito de absorbente, mientras que el lado anterior es esencialmente plano aunque provisto de pendientes o bordes inclinados 69 en todos los rebordes laterales.

En referencia a la Fig. 7, se trata de una vista lateral en perspectiva con una sección,transversal parcial de una unidad VR que ilustra una conexión de disposición de sujeción de un módulo de absorbente 71 mecánicamente al interior de un elemento de soporte 72. Los lados paralelos de entrada del elemento de soporte son equipados con un número de ranuras 72s o aberturas rectangulares en las paredes laterales. El posicionamiento de forma correcta del módulo de absorbente al interior del elemento de soporte expone una estría 74 en el módulo de absorbente. Una pinza 78 o fijación de cierre de metal adecuado provee una interconexión entre las dos partes y asegura que el módulo de absorbente sea mantenido en la posición correcta. Si el módulo de absorbente, contra toda expectativa, es dañado o necesita ser sustituido después de su duración de vida total, la retirada de las pinzas permite tal sustitución.

En referencia a la Fig. 8, se trata de una vista en perspectiva con una sección transversal parcial de otra forma de realización de una unidad VR con un módulo de absorbente comprendiendo un monolito 81 que tiene paredes internas paralelas delgadas ensambladas al interior de un marco de refuerzo de pared más espeso 81 a. El módulo de absorbente es bloqueado en un elemento de soporte 82 por dedos en forma de U 88 cortados en las paredes laterales 82a del elemento de soporte. Un escudo protector de calor 83ps comprendiendo un intervalo de aire o una capa aislante de material fibroso reduce la pérdida de calor desde el interior hasta el exterior del embudo. El “aire de enfriamiento” preferiblemente de aproximadamente ~100ºC es transmitido sobre el exterior del elemento de soporte después de los dedos 88 hacia la superficie superior de los módulos de absorbente, donde es mezclado con el aire ambiente y aspirado de vuelta hacia el interior de las estructuras de absorbente a través de la pluralidad de canales paralelos de longitud corta proporcionados allí en las áreas en pendiente 81m. La parte posterior o lateral de salida 87 del monolito de absorbente está formada para asegurar una caída de presión y flujo laminar similares a través de todos los numerosos canales. Un cuerpo poroso 89 es montado cerca de la salida de embudo en forma de protección térmica en caso de que el monolito se haya estropeado y permite la radiación directa solar al interior de la membrana doble.

En referencia a la Fig. 9, se trata de una vista en perspectiva de otra forma de realización de un elemento de soporte 92 que ilustra una porción de las partes internas del elemento de soporte que posee dedos 98 formados desde las paredes laterales del elemento de soporte 92a y producidos por corte de unas configuraciones en forma de U en la pared y creando asimismo los dedos, los cuales, mediante un plegado leve actúan en forma de resortes y bloquean los dispositivos para asegurar el módulo de absorbente en sus estrías de marco. La retirada posterior del módulo de absorbente es realizada fácilmente por plegado del dedo de fijación con una herramienta en la dirección inversa.

En referencia a la Fig. 10, se trata de una vista de partes de dos unidades de receptor volumétrico, de las cuales una está mostrada en una elevación lateral en perspectiva mientras que la otra está mostrada en sección transversal, según la invención, cada una estando compuesta por un módulo de absorbente y un elemento de soporte ensamblados

entre sí. 100 designa el módulo de absorbente y 102 es el elemento de soporte ensamblados el uno con el otro por pinzas fijadas 108 sobre el exterior de la pared de circunferencia del elemento de soporte. Las pinzas fijadas están situados en una estría o hendidura del aire de retorno y por lo tanto también son enfriadas. El módulo de absorbente tiene opcionalmente una construcción laminada comprendiendo un cuerpo de capa de malla metálica más espeso y asimismo más fuerte para salidas estructurales laminadas en una capa altamente porosa más delgada. El lado de salida o lado posterior del monolito de absorbente está formado opcionalmente en una cara no plana para obtener un flujo de gas deseado a través del monolito de absorbente, mientras que el lado anterior es esencialmente plano entre las áreas periféricas en pendiente. Opcionalmente, los monolitos absorbentes están fabricados en sus caras superiores y áreas en pendiente con malla metálica.

En referencia a la Fig. 11, se trata de una vista en perspectiva de otra forma de realización de un elemento de soporte que ilustra una porción de las partes internas de un elemento de soporte provisto de ranuras alargadas 114 cortadas en las paredes laterales del elemento de soporte 112, a través de las cuales con el uso de pinzas fijadas sobre el marco de los elementos de soporte que actúan como dispositivos de cierre para la fijación del módulo de absorbente en el sitio al interior del elemento de soporte.

En referencia a la Fig. 12, se trata de una vista lateral en perspectiva con una sección transversal parcial de una unidad de recepción con un monolito de absorbente 121 con una estructura de canales múltiples 121b provista por paredes paralelas delgadas o una estructura de espuma multicelular ensamblada al interior de un marco de refuerzo de pared más espeso 121a. El flujo solar incidente calienta el monolito de absorbente, a través del cual el aire ambiente es aspirado. Durante el paso a través del cuerpo poroso el aire ambiente es calentado a una temperatura considerablemente alta, para enfriar la estructura de absorbente. El aire calentado que sale del monolito de absorbente, que a través del marco 121 a está conectado a un elemento de soporte 122 provisto de ranuras de paso 122s, pasa también en forma de aire caliente a través de la salida en las partes inferiores en forma de embudo del elemento de soporte a aproximadamente 700-900ºC a través del orificio 129b en el colector. Un escudo protector de calor 123 ps comprendiendo un intervalo de aire o una capa aislante de material fibroso reduce la pérdida de calor desde el interior hasta el exterior. El aire caliente es recogido de todas estas unidades VR y después de pasar por un intercambiador térmico de producción de vapor devuelto por un ventilador motorizado (no mostrado) dentro de la estructura de membrana doble para la recirculación. El "aire de enfriamiento" preferiblemente a aproximadamente 75-150ºC producido de esta manera es pasado en la dirección opuesta al aire caliente, siendo preferiblemente > a 800ºC al interior del elemento de soporte, y en la práctica devuelto a las áreas de ángulo/pendiente en la superficie anterior del módulo de absorbente. El aire de retorno más frío sobre el exterior del elemento de soporte pasa por unas pinzas 128 fijadas en la porción de borde superior del elemento de soporte antes de ser mezclado con el aire ambiente y aspirado hacia atrás a través del interior de las estructuras de absorbente 121b por la pluralidad de canales paralelos o poros interconectados provistos ahí. El lado posterior 127 o lado de salida del monolito de absorbente está formado para asegurar una caída de presión y una corriente de aire laminar similares a través de la totalidad de los numerosos canales. Antes de la salida del embudo una protección térmica y el cuerpo de difusor combinado 129a influencian el flujo de aire e impiden la radiación solar directa en la membrana doble si se ha dañado el monolito de absorbente 121. En la salida del embudo los orificios 129b regulan el flujo de masa que pasa a través de la unidad VR individual según la temperatura de salida.

En referencia a la Fig. 13, se trata de una vista en perspectiva de una unidad VR con una sección transversal parcial del ángulo que ilustra una porción del monolito 131 y el elemento de soporte 132 con ranuras 132s cortadas en las paredes laterales del elemento de soporte. Las pinzas 138 fabricadas a partir de metal en lámina aleado de tipo elástico, resistente al calor, fijan el módulo de absorbente en sus estrías de marco 134. Las pinzas en esta figura son montados desde el lado posterior 138a del elemento de soporte y son así enfriadas más fácilmente por el aire de retorno y aún más protegidas de la radiación solar. La retirada posterior del módulo de absorbente se realiza fácilmente por plegado de las pinzas con una herramienta en la dirección inversa.

[0065] En referencia a la Fig. 14, se trata de una vista en perspectiva de otra forma de realización de una unidad VR que muestra en sección transversal parcial una porción de un monolito de absorbente volumétrico solar 141 de capas superiores orientadas radialmente laminadas, paralelas delgadas 141t de material de pantalla dispuestas en la parte superior de una malla metálica más gruesa 141c soldada opcionalmente sobre un marco de refuerzo de pared metálica sólida más espeso 141a. Las capas de parte superior orientadas radialmente laminadas 141t y la malla metálica más gruesa 141c tienen preferiblemente una forma convexa o una forma de cúpula, que hace que éstas sean más resistentes a choques y a la presión. El monolito de absorbente está conectado a través de su marco 141a a un elemento de soporte 142 por pinzas que pueden tener una forma diferente y estar basado en un material de hilo redondo 148 para la fijación radial del módulo en las ranuras 142s en el elemento de soporte 142 en su circunferencia. El flujo solar incidente calienta el monolito de absorbente a través de la parte anterior en forma de cúpula a través de la cual son aspirados principalmente el aire ambiente y el aire de retorno en los bordes en pendiente. Durante el paso a través de las capas de pantalla porosas, el aire ambiente es calentado a una temperatura considerablemente alta, enfriando así la estructura absorbente. El aire calentado que sale de la estructura absorbente es pasado también en forma de airé caliente a través de la salida en la parte inferior en forma de embudo del elemento de soporte a aproximadamente 700-900ºC al interior del área de colector. Un escudo protector de calor 143ps comprendiendo un intervalo de aire o una capa aislante de material fibroso reduce la pérdida de calor desde el interior hasta el exterior del embudo.

Descripción de formas de realización preferidas

Un dispositivo solar comprende según la presente invención un alojamiento de receptor montado sobre una torre elevada comprendiendo una pluralidad de módulos de absorbentes de radiación solar combinados con soportes, colectores de aire caliente y colectores de medios de enfriamiento respectivos. La superficie de receptor con sus numerosos módulos de absorbente es calentada por radiación solar concentrada a partir de un gran número de espejos reflectantes montados al nivel del suelo. Cada módulo de absorbente tiene una extremidad de entrada y una de salida, entre las cuales un flujo de gas es guiado al interior del absorbente desde su extremidad de entrada hasta su extremidad de salida y también a través del elemento de soporte. El gas o aire calentado de esta manera es recogido para una fase ulterior de uso en combinación con un dispositivo para generar electricidad. Un sistema del aire de retorno guía a través de canales internos en el receptor de alojamiento del aire bombeado y enfriado desde la parte posterior de salida del intercambiador térmico hasta el colector de recirculación, el cual a través de salidas en su estructura de membrana doble dirige el aire enfriado hacia el espacio libre entre el exterior de los elementos de soporte y también en las estrías o ranuras entre cada uno de los módulos de absorbente en el plano de superficie anterior.

Ejemplo 1

SiSiC, es decir, silicio/carburo de silicio, proporciona a través de la alta conductividad térmica y capacidad térmica mayor resistencia al choque térmico en comparación con la mayoría de cerámicas y con su porosidad cero una mayor vida útil siendo la 10ª de miles de horas a elevadas temperaturas y en entornos oxidantes en comparación con SiC recristalizado y la mayoría de metales. El monolito del módulo de absorbente SiSiC permite la temperatura de salida más alta de cualquier material disponible que tolere constantemente más de 900ºC y al mismo tiempo siendo menos vulnerable al sobrecalentamiento.

Un elemento de soporte/embudo de lámina metálica está combinado con un módulo de absorbente volumétrico de cerámica basado en silicio/carburo de silicio y compuesto por:

1. un monolito de absorbente que está realizado en un bloque en panal de cerámica que posee un espesor de pared de 0,3-1 mm, dimensiones externas de aproximadamente 140 x 140 mm y tiene 40 mm de altura, utilizando canales en forma de célula triangular, cuadrada, pentagonal o hexagonal o una combinación de éstas en un rango de 50 a 800, preferiblemente de 90-300 cpsi. La conductibilidad térmica es preferiblemente superior a 10 $Wm^2/k/1000ºC$. El área de superficie específica para tal estructura preferiblemente tiene un rango de 500-3.000 m^2/m^3, más preferiblemente de 1.000-2.000 m^2/m^3, siendo extruida o equipada con

2. una pared de marco de refuerzo en la circunferencia de monolito, por ejemplo de 1-3 mm de espesor, dicho módulo de absorbente estando provisto con un corte de estría en la circunferencia de pared de marco, la estría siendo de aproximadamente 5 mm de altura y de aproximadamente 3 mm de profundidad.

El elemento de soporte tiene una sección cuadrada de dimensión interna de 140 x 140 mm formada mecánicamente a partir de un metal de lámina y equipada con un embudo que tiene una salida de 75 mm y una altura total de 125 mm.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) pueden ser ensambladas preferiblemente por una disposición de cierre que depende opcionalmente del número de dispositivos de cierre individuales que aseguran las estrías de marco con las ranuras del elemento de soporte. En una fase posterior esto permite una sustitución simple y fácil de cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre.

Ejemplo 2

Un elemento de soporte/embudo de lámina metálica combinado con un módulo de absorbente volumétrico a base de malla metálica.

El módulo de absorbente es ensamblado a partir de cuerpos individuales de distintos diseños estructurales con dimensiones adecuadas internas, tales como:

1. un número elevado de bandas de malla metálica reticuladas planas dispuestas axialmente y con proximidad entre sí para formar un monolito de bloque cuadrático que posee dimensiones de aproximadamente 240 x 240 mm y una altura de 60 mm para la formación de un monolito de absorbente envasado al interior de

2. un marco formado por una banda metálica más espesa para el refuerzo, por ejemplo de 1-5 mm de espesor, siendo menos vulnerable al sobrecalentamiento, el monolito de malla metálica es anclado internamente al interior del marco de refuerzo por un soldeo al vacío, soldadura a través de la(las) espiga(s) de paso o barra (s), dicho marco estando provisto en su circunferencia con una estría que lo deja dispuesto como módulo de absorbente

3. para acoplarse parcialmente en un elemento de soporte de metal de hoja de sección cuadrada formado mecánicamente/embudo de 250 x 250 mm que posee una salida de 75 m y una altura de 150 mm.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) pueden ser ensambladas por una disposición de cierre que depende del número de dispositivos de cierre individuales para la fijación de las estrías de marco con las ranuras del elemento de soporte. En una fase posterior esto permite una sustitución simple y fácil de cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre.

De forma alternativa los dos cuerpos individuales pueden ser ensamblados en las secciones cuadradas del elemento de soporte mediante la conexión de bordes por soldeo o soldadura con láser o con técnicas de soldadura TIG o MIG en sus circunferencias para obtener una conexión estanca a gases. El marco de refuerzo es por lo tanto conectado rígidamente a los bordes del elemento de soporte.

La solución de malla metálica más vulnerable al sobrecalentamiento debe tener como base aleaciones de alto contenido de níquel y/o de cromo tales como las aleaciones de Inco Ltd. en el Reino Unido conocidas como el tipo Inconel de materiales. Las bandas de malla metálica reticuladas planas pueden ser laminadas en un cuerpo circular formado también de forma cuadrática u, otra forma preferida para acoplarse al interior de la estructura del marco. Es importante garantizar una densidad definida para asegurar el flujo de gas laminar con el fin de evitar un sobrecalentamiento local de la malla metálica.

El material altamente flexible es comprimido durante el ensamblaje al interior del marco y no produce ninguna expansión adicional durante el calentamiento. La densidad de la malla metálica reticulada extremadamente porosa compactada varía de 50-500 kg/m^3, según la presente invención comprimida preferiblemente en 100-200 kg/m^3. La conductibilidad térmica del material es preferiblemente superior a 5 Wm^2/K para una mejor durabilidad. La malla metálica de especificación diferente puede ser ensamblada al interior del mismo marco proporcionando así una caída de presión opcionalmente diferente a través de la superficie anterior de absorbente. La superficie específica para esta estructura tendrá preferiblemente un rango de 200-3.000 m^2/m^3, preferiblemente de 500-2.000 m^2/m^3.

Los elementos de soporte/embudos pueden estar formados en una sección cuadrada por hidroformación de la lámina o corte de metal convencional y plegado.

Ejemplo 3

Un elemento de soporte/embudo metálico de lámina combinados con un módulo de absorbente, que se basa en metal de lámina ondulada para formar un monolito en panal multicelular de diseño esencialmente similar a los panales usados en la industria de convertidores de catalizador de automóviles, como los que son suministrados por EmiTech en Alemania redispuestos en un diseño de unidad de receptor volumétrico (unidad VR). Comúnmente la industria automóvil provee convertidores de forma circular o de doble forma circular al interior del receptáculo de refuerzo. No obstante, este método de fabricación hace que sea difícil realizar un diseño de forma cuadrada sin cambiar parcialmente el tamaño hidráulico de las células. En la presente invención la hoja ondulada también puede estar hecha de láminas onduladas planas o rectas ensambladas en forma de láminas metálicas paralelas dispuestas axialmente, preferiblemente en una combinación de láminas onduladas y no onduladas dispuestas de tal forma que ninguna parte superior de la lámina ondulada corresponda a una conjunto de láminas onduladas similar.

El módulo de absorbente es ensamblado a partir de cuerpos individuales con dimensiones mutuas adecuadas, tales como:

1. un monolito en panal cuadrático que tiene dimensiones de aproximadamente 140 x 140 mm de 50 mm de altura y es fabricado a partir de una hoja metálica aleada ondulada que posee un espesor de menos de 1 mm, preferiblemente en el rango de 0.01-0.9 mm correspondiendo a un diámetro hidráulico posible de 0.1-3 mm. Preferiblemente el número de células por pulgada cuadrada (cpsi) varia de 100-1600, preferiblemente de 150-800 cpsi, (la conductibilidad térmica del material de lámina es preferiblemente superior a 5 Wm^2/k, la superficie específica para esta estructura estará preferiblemente en el rango de 1.000-8.000 m^2/m^3, preferiblemente de 2.000-4.000 m^2/m^3), dicho monolito tiene preferiblemente en su circunferencia

2. una banda metálica más espesa que actúa en forma de marco de refuerzo, tal como 1-3 mm de espesor y 50 mm de altura; el ensamblaje está provisto con estrías parciales en su circunferencia teniendo aproximadamente 5 mm de altura y aproximadamente 3 mm de profundidad. Las partes de hojas metálicas de lámina individuales de los módulos de absorbente pueden estar ancladas entre sí y/o al marco por soldeo al vacío, soldadura o por una(s) espiga(s) o barra(s) de paso; el módulo de absorbente ensamblado siendo un cuerpo individual es

3. también bloqueado en un elemento de soporte/embudo metálico de lámina formado mecánicamente de sección cuadrada de 140 x 140 mm que tiene una salida circular de 75 mm de diámetro y una altura de 125 mm.

Puede haber otras dimensiones según el diseño del sistema total. Los materiales usados pueden ser aleados a partir de metales como el hierro, níquel, cromo y preferiblemente cantidades de aluminio y metal(es) de tierras raras o similares. Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) pueden estar ensambladas por una disposición de cierre que depende del número de dispositivos de cierre individuales para la fijación de las estrías de marco con las

ranuras del elemento de soporte. En una fase ulterior esto permite una sustitución simple y fácil de cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre.

El espesor de las láminas onduladas está diseñado para ser lo menos vulnerable al sobrecalentamiento y posee la capacidad térmica máxima. Las láminas pueden estar hechas a partir de láminas estampadas y apiladas axialmente juntas al interior del marco de refuerzo de placa metálica cuadrada fijado y bloqueado de una manera simple mecánicamente para que puedan ser sustituidas en caso de necesidad.

De forma alternativa las dos partes individuales pueden ser ensambladas en los puntos de conexión de secciones cuadradas del elemento de soporte por soldeo o soldadura con láser o con técnicas de soldadura TIG o MIG en sus circunferencias de tal forma que una unidad potencialmente estanca a gases sea obtenida. La banda de refuerzo es por lo tanto soldada a los bordes de entrada del embudo.

Ejemplo 4

El módulo de absorbente de espuma cerámica fabricado a partir de cerámicas como SiSiC o SiN provee a través de la alta conductibilidad térmica una buena resistencia al choque térmico y debido a su baja porosidad de pared una duración de vida larga a temperaturas elevadas y en entornos oxidantes en comparación con la SiC recristalizada y la mayoría de los metales. El módulo de absorbente de SiSiC permite la temperatura de salida máxima de cualquier material disponible tolerando constantemente una temperatura tan alta como 900ºC y al mismo tiempo siendo menos vulnerable al sobrecalentamiento.

Un elemento de soporte/embudo está combinado con un módulo de absorbente basado en un monolito de espuma cerámica que posee:

1. un monolito de espuma cerámica cuadrático SiSiC con dimensiones al exterior de aproximadamente 140 x 140 mm, una altura de 40 mm, el monolito puede emplear preferiblemente PPI (poros por pulgada) en un rango de 10-200, preferiblemente de 20-80 PPI y ser equipado, moldeado en la fase verde

2. con una pared de refuerzo espesa, densa y de 40 mm de alto en su circunferencia, por ejemplo de 1-3 mm de espesor, que actúa en forma de marco, el marco siendo equipado con un conjunto de estrías en la circunferencia de aproximadamente 3 mm de anchura y aproximadamente 4 mm de profundidad.

Este módulo de absorbente, sobre la parte superior de torre de STPP, está conectado mecánicamente a un elemento de soporte/embudo metálico formado mecánicamente de sección cuadrada que tiene una salida circular de 75 mm de diámetro y una altura de 125 mm. Las dos partes básicas son ensambladas por una disposición de cierre que depende de los dispositivos individuales para la fijación de las estrías de marco con las ranuras del elemento de soporte, que en una fase ulterior permiten sustituir de manera simple y fácil cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre.

El marco alrededor del monolito de espuma puede ser producido a partir de una tela, papel o similar con un espesor de 1-5 mm conectado a la espuma antes de ser rellenado con una lechada cerámica, siendo integrado asimismo y de densidad diferente durante el secado y calentamiento posterior.

Para más rendimiento de conversión térmica el cuerpo de espuma puede ser laminado radialmente a partir de láminas de espuma de estructura de PPI diferente. La espuma situada más cercana al sol tiene poros más pequeños y un número de PPI más elevado, tal como 50-200 PPI mientras que la espuma de soporte más distante mecánicamente tiene poros más grandes y respectivamente un número de PPI inferior. Preferiblemente el monolito de absorbente es plano en la parte anterior con bordes en pendiente sobre su circunferencia para la reintroducción del aire de retorno mejorado en el monolito.

Ejemplo 5

Un gran número de elementos de soporte/embudos metálicos de lámina son integrados rígidamente sobre un alojamiento de receptor de membrana doble/de colector combinado con un número similar de módulos de absorbente volumétrico basados en monolitos de carburo de silicio infiltrados con metal de silicio.

En este diseño el módulo de absorbente de cerámica SiSiC es reemplazable como cuerpo individual que posee dimensiones adecuadas para el elemento de soporte, tal como:

1. un monolito con dimensiones exteriores de aproximadamente 150 x 150 mm y una altura de 40 mm, dicho monolito puede tener formas de células cuadradas, triangulares, pentagonales o hexagonales o combinación de éstas con cpsi en el rango de 50-800, preferiblemente de 90-300 cpsi. (La conductibilidad térmica es preferiblemente superior a 10 $Wm^2/k/1000ºc$ y la superficie específica para esta estructura está preferiblemente en el rango de 500-5,000 m^2/m^3, preferiblemente 1.000-2.000 m^2/m^3) extruida e integrada sobre la circunferencia con

2. una pared de refuerzo, tal como una estructura que actúa como marco de un espesor de 1-3 mm (preferiblemente situada en el área de receso con la referencia 65 en la figura 6) donde un número de estrías de aproximadamente 5 mm de profundidad y 5 mm de altura son cortadas radialmente en la circunferencia o de forma alternativa una ranura de corte completo.

El elemento de soporte es un elemento exterior metálico de lámina formado mecánicamente de sección cuadrada de 140 x 140 mm equipado con el embudo y que posee una altura de salida de aproximadamente 125 mm y siendo fijado mecánicamente o por soldeadura directamente a la membrana doble de alojamiento de receptor. El elemento de soporte tiene un número de estrías correspondiente a las estrías sobre el marco del módulo de absorbente.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) son ensambladas preferiblemente por una disposición de cierre que depende del número de dispositivos de cierre individuales para la fijación de las estrías de marco con el elemento de soporte, que en una fase ulterior permiten el reemplazo simple y fácil de al menos el módulo de absorbente por eliminación de la(s) pinza(s) de cierre.

Para más rendimiento, el cuerpo monolítico multicelular puede en su parte anterior ser laminado en una capa de espuma de estructura de PPI elevada. La capa de espuma puede tener un espesor de 0.2-20 mm, preferiblemente de 1-10 mm. La capa de espuma es integrada preferiblemente con el módulo de absorbente durante la fase verde y posteriormente el metal de silicio es infiltrado en un horno para formar un SiSiC sólido. Preferiblemente el monolito de absorbente es plano en la parte anterior con bordes en pendiente sobre su circunferencia para una reintroducción del aire de retorno mejorada al interior del monolito.

Ejemplo 6

Un elemento de soporte combinado con un módulo de absorbente volumétrico basada en paredes onduladas a partir de silicio/carburo de silicio.

Una tela de fibra de carbono/papel ondulado o estructura similar de tela reticulada está formada en láminas, que son ensambladas en bloques y luego carbonizadas o pirolizadas y por siliconización posterior transformadas en SiSiC de densidad total. Las láminas pueden estar hechas a base de carbono orientado de forma aleatoria o de carbono conteniendo fibras que poseen un espesor de 0,01-2 mm, preferiblemente de 0.1-0.8 mm, que en la fase verde es fijado por una sistema de ligante orgánico adecuado. La superficie o porosidad de lámina interna también puede ser rellenada preferiblemente con un compuesto conteniendo carbono. La lámina plana puede ser ondulada y en esta fase ondulada pegada sobre una lámina plana separada, que asegura la forma hidráulica de la lámina ondulada. Esta estructura combinada puede ser laminada en un proceso continuo para formar un cuerpo similar a un panal monolítico de absorbente. Este método de fabricación por laminado, no obstante, hace que sea difícil formar el cuerpo en un diseño de forma cuadrada sin distorsionar parcialmente el tamaño hidráulico de algunas de las células. Esto puede ser evitado a través de al menos dos métodos: el primero siendo un ensamblado de más de un cuerpo laminado en el ensamblaje; el otro por medio de un apilado de las hojas de manera paralela. De este modo en la presente invención las láminas u hojas onduladas pueden ser láminas onduladas rectas o planas ensambladas en forma de láminas dispuestas paralelas, preferiblemente en una combinación de láminas onduladas y no onduladas dispuestas de tal forma que ninguna parte superior de lámina ondulada corresponda a un conjunto similar de láminas onduladas. El corte en láminas de tamaño adecuado y apiladas en forma de bloques en casetes de láminas más espesas como refuerzo en la circunferencia, todas las partes son ensambladas con pegamento orgánico. Después del ensamblado en casetes, el cuerpo es calentado en un entorno adecuado en un horno a temperaturas elevadas suficientes para asegurar la infiltración del metal de silicio de porosidad cero. Si se necesita un contenido de carbono más elevado para este proceso el cuerpo verde también puede ser sumergido en o revestido con una lechada conteniendo carbono libre o grafito y si es ventajoso también el polvo de metal de silicio o polvos de SiC. La porosidad de la pared de papel, hoja preferiblemente estará en el rango entre 5-25% y tendrá tamaños de poro inferiores a 10 μm para una infiltración del metal de silicio óptima.

El módulo de absorbente se basa en dos cuerpos individuales con dimensiones mutuas internas adecuadas, como:

1. un monolito en panal cuadrático que tiene dimensiones de aproximadamente 136 x 136 mm y una altura de 50 mm fabricado a partir de tela o papeles onduladas que tienen un espesor inferior a 2 mm, preferiblemente en el rango de 0,1-1 mm, después de ser ondulados en un diámetro hidráulico de 0,1-20 mm, preferiblemente en el monolito en panal en un rango de 0,5- mm de diámetro hidráulico (correspondiendo a un número de células por pulgada cuadrada (cpsi) en un rango de 50-800, preferiblemente de 100-400 cpsi), que tiene en su circunferencia

2. una banda de tela o de papel más espesa fijada para el refuerzo, por ejemplo de 1-5 mm de espesor y 50 mm de altura, que actúa en forma de marco donde la circunferencia de la totalidad o de un número de estrías más pequeñas son cortadas, actuando junto con la(s) pinza(s) de cierre.

El módulo de absorbente, en la fase final, es convertido preferiblemente en un horno en un cuerpo de silicio/carburo de silicio con una porosidad cero en las paredes. Luego está conectado con un elemento de soporte metálico de lámina de sección cuadrada de 140 x 140 mm que tiene una salida circular de 75 mm de diámetro y una altura de 125 mm.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) pueden ser ensambladas en una unidad VR por un dispositivo de cierre dependiente de un(os) dispositivo(s) de cierre individual(es) de fijación de las estrías de ensamblaje en línea con la(s) ranura(s) del elemento de soporte. En una fase posterior esto permite reemplazar simple y fácilmente cada parte mediante la retirada de la(s) pinza(s) de cierre.

Otras dimensiones pueden ser preferidas según el diseño del sistema total. Por lo que la presente invención ofrece una característica muy importante, donde el método de hoja ondulada específico permite fácilmente la producción de módulos de cerámica de gran tamaño. Unas dimensiones de 200 x 200 mm o incluso módulos de 1000 x 1000 mm son posibles en formas cuadráticas, rectangulares u otras. Dimensiones, que no pueden ser fabricadas por extrusión y calentamiento posterior de las cerámicas en panal.

Preferiblemente, el material a base de carbono ondulado es convertido en silicio/carburo de silicio apropiado por su alta conductibilidad térmica, preferiblemente superior a 10 $Wm^2/x/1000ºc$. Una superficie específica para esta estructura multicelular estará preferiblemente en la gama de 1.000-5.000 m^2/m^3, preferiblemente 2.000-3.000 m^2/m^3.

El espesor de las láminas o papeles ondulados es tal que deben ser diseñados para ser lo menos vulnerables al sobrecalentamiento y tener una capacidad térmica más alta para obtener un máximo de cpsi. Las láminas pueden de forma alternativa estar hechas de láminas llanas y láminas onduladas apiladas alternándose juntas al interior de un marco de refuerzo de placa de lámina metálica cuadrada, fijado y bloqueado en un modo sencillo mecánicamente para ser reemplazable en caso de necesidad.

Para una optimización de la caída de presión a través del monolito, unos ensamblajes ondulados de diámetros hidráulicos diferentes pueden estar dispuestos en el mismo marco o cuerpos de marco con un diámetro hidráulico idéntico, pueden estar dispuestos a lo largo de otros cuerpos de marco con un diámetro hidráulico diferente en la misma central térmica solar.

En relación con el ejemplo mencionado anteriormente el módulo de absorbente también puede ser usado en otras combinaciones como ensamblado junto con un elemento de soporte de cerámica en la fase verde y siliconizado también en un horno para formar una unidad VR unitaria.

Ejemplo 7

Un elemento de soporte/embudo metálico de lámina combinado con un módulo de absorbente, que se basa en varias pantallas de malla metálica laminada, forma una unidad VR extremadamente eficaz.

El módulo de absorbente es ensamblado a partir de dos cuerpos individuales principalmente de diseño estructural diferente con dimensiones internas adecuadas, tales como:

1. un gran número, por ejemplo de 1-30, preferiblemente de 5-15, de pantallas de hilo metálico laminado dispuestas radialmente para formar un monolito de bloque cuadrático con bordes en pendiente y una parte superior abovedada que posee dimensiones externas de aproximadamente 138 x 138 mm y una altura de 40 mm formando una pila de monolito de absorbente envasado también al interior

2. un marco en su circunferencia, de una banda metálica de refuerzo, de 1-4 mm de espesor, menos vulnerable al sobrecalentamiento, las pantallas metálicas laminadas son ancladas al marco de refuerzo por soldeo en vacío, soldadura, o a través de espiga(s) o barra(s) de paso, dicho marco está sobre su circunferencia provisto de una estría y está entonces dispuesto en forma de módulo de absorbente para acoplarse en un elemento de soporte/embudo de 140 x 140 mm de lámina metálica de sección cuadrada formado mecánicamente que posee una salida de 75 mm y una altura de 125 mm.

El elemento de soporte/embudo puede estar formado en una sección cuadrada por hidroformación de la lámina o por corte y plegado de un metal convencional. Otras dimensiones y formas son fabricadas fácilmente según al ejemplo anterior, como de 250 X 250 mm o incluso más grandes con una salida de embudo diseñada para proporcionar rigidez y una caída de presión deseada y el flujo de masa. El aumento de las dimensiones de los módulos de absorbente tiene como ventaja el hecho de que la caída de presión interna al interior de la membrana doble se reduzca y una fabricación simplificada.

La superficie de receptor principal entre los bordes en pendientes es probablemente plana o preferiblemente abovedada para evitar que las pantallas se separen. El abovedado puede ser cóncavo o convexo. Las masas térmicas de las pantallas laminadas son relativamente bajas y para reducir el sobrecalentamiento potencial, es esencial que las pantallas se toquen entre sí perfectamente en cualquier momento durante el uso. El abovedado de las pantallas de transformación de energía mediante la extensión de estas últimas sobre la parte superior de una pantalla de soporte hecha con una anchura de malla superior y de un hilo considerablemente más espeso puede proteger también térmicamente la estructura. Esta pantalla de soporte para la adición de rigidez al módulo global puede ser anclada potencialmente, directamente a la estructura de marco.

Las dos partes (módulo de absorbente y elemento de soporte) pueden ser ensambladas por una disposición de cierre dependiente de unos dispositivos de cierre de hilo o varios dispositivos de cierre individuales para la fijación de las estrías de marco en las ranuras del elemento de soporte. En una fase posterior esto permite una sustitución simple y fácil de cada parte mediante la retirada de las pinzas de cierre.

De forma alternativa los dos cuerpos individuales pueden ser ensamblados en las secciones cuadradas del elemento de soporte de conexión de bordes por soldeo o soldadura con láser o con técnicas de soldadura TIG o MIG en sus circunferencias de tal forma que una conexión estanca a gases sea obtenida. El marco de refuerzo es conectado así rígidamente a los bordes del elemento de soporte.

Los procedimientos y ejemplos anteriores pueden ser alterados según la práctica usual por el experto en la técnica sin extenderse más allá del ámbito de la invención, por ejemplo combinando las estructuras de malla metálica y de hoja ondulada en el mismo módulo de absorbente o estructuras de láminas de espuma y de hoja ondulada en el mismo módulo de absorbente.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citada por el solicitante ha sido recopilada exclusivamente para la información del lector. No forma parte del documento de patente europea. La misma ha sido confeccionada con la mayor diligencia; la OEP sin embargo no asume responsabilidad alguna por eventuales errores u omisiones.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 5483950 A [0005] [0043]
- DK 0200585 W[0008] [0039]
- US 6003508 A [0009] [0010] [0039]
- DK 0200584 W [0039]
- DE 19736335 [0042].

REIVINDICACIONES

1. Ensamblaje,o unidad de receptor volumétrico (20) para el uso en una central térmica solar (10) que tiene una superficie de receptor calentada por la radiación del sol, dicho ensamblaje comprendiendo:

un módulo de absorbente volumétrico (1) ensamblado a partir de un monolito (1m) dentro de un marco (la) con una entrada y una salida y un interior permeable a fluidos entre éstas para el paso de un medio fluido portador de energía tal como un gas, por ejemplo el aire, a través del cual, fijado a

un elemento de soporte (2) equipado con un embudo (3) que tiene una entrada y una salida y un interior permeable a fluidos entre éstas para recoger el medio fluido portador de energía que sale de la salida del módulo de absorbente y que pasa también sobre una estructura de soporte de membrana doble (13) de un alojamiento de receptor,

caracterizado por el hecho de que partes del interior de la entrada del elemento de soporte (2) tienen la forma de una sección hueca con paredes paralelas de menos de 15º de separación y equipado con un embudo (3) y al menos una parte inferior (1a) de la salida del módulo de absorbente volumétrico (1) tiene una forma externa que coincide con el interior de dicha forma de elemento de soporte para acoplarse sin tensión excesiva al interior de tal forma que cualquier tensión mecánica y/o térmica sustancial mutua entre éstos es evitada o eliminada incluso durante un calentamiento a temperatura operativa de la central de energía, dicho módulo de absorbente volumétrico (1) estando fijado a dicho elemento de soporte (2) por una disposición de cierre mecánico (38, 48, 58, 68, 78, 88, 98, 108, 128, 138, 148) para ser intercambiable.

2. Ensamblaje de receptor volumétrico según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que dicho dispositivo de cierre para la fijación mecánica de dicho módulo de absorbente volumétrico en dicho elemento de soporte comprende:

un conjunto de ranuras o estrías (44, 64, 74, 84, 104, 134) en el marco del módulo de absorbente volumétrico (41 a, 61a, 81a, 121a, 131a),

un conjunto de cierres integrados (38, 48, 58, 88, 98) en el elemento de soporte (32, 42, 52, 82, 92) para enganchar y fijar el módulo de absorbente volumétrico liberable al interior,

de tal forma que el módulo de absorbente volumétrico está fijado mecánicamente al elemento de soporte con la capacidad de ser intercambiable.

3. Ensamblaje de receptor volumétrico según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que dicha disposición de cierre para la fijación mecánica de los módulos de absorbente al interior de dicho elemento de soporte comprende:

un conjunto de ranuras o estrías (44, 64, 74, 104, 134) en el marco del módulo de absorbente volumétrico (41 a, 61a, 81a, 121a, 131a),

un conjunto de ranuras (62s, 72s, 102s, 112s, 122s.132s, 142s) en el elemento de soporte (62, 72, 102, 112, 122, 132, 142),

un conjunto de cierres o pinzas (68, 78, 108, 128, 138) para enganchar, mantener y asegurar el módulo de absorbente volumétrico en el elemento de soporte,

de tal forma que el módulo de absorbente volumétrico está fijado mecánicamente al elemento de soporte sin transferencia de tensiones térmicas y con la capacidad de ser intercambiable.

4. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de malla metálica comprendiendo:

un cuerpo monolítico hecho de hilo de metal reticulado (141)

un marco de refuerzo de placa metálica (141a)

un conjunto de ranuras radiales en la estructura de marco (141a) dicho cuerpo estando ensamblado en un módulo de absorbente volumétrico y fijado mecánicamente también a un elemento de soporte.

5. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente comprendiendo un número de telas de hilos metálicos reticulados que son laminados a proximidad en un monolito de absorbente (141) comprendiendo:

un conjunto de pantallas metálicas (141t, 141c) posicionadas radialmente

una estructura de marco de refuerzo (141a)

un diseño de forma plana o en forma de cúpula (Fig. 14)

un conjunto de ranuras radiales en la estructura de marco dicho módulo de absorbente volumétrico siendo ensamblado y fijado mecánicamente a un elemento de soporte.

6. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de silicio/carburo de silicio que tiene una densidad de pared superior a 2.9 x 10^3 kg/m^3 (2.9 g/cc) comprendiendo:

un cuerpo monolítico de cerámica SiSiC multicelular

una pared de circunferencia de cerámica SiSiC más espesa integrada

ranuras en la pared de circunferencia cerámica

dicho módulo de absorbente volumétrico estando fijado mecánicamente a un elemento de soporte.

7. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de cerámica comprendiendo:

un cuerpo monolítico de espuma cerámica, que ha sido moldeado en una estructura de marco de cerámica, y

ranuras radiales en la circunferencia de la estructura de ensamblaje de cerámica

dicho cuerpo siendo ensamblado y convertido en SiSiC para formar un módulo de absorbente volumétrico que debe ser fijado mecánicamente a un elemento de soporte.

8. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de silicio/carburo de silicio que posee una densidad de pared superior a 2.9 x 10^3 kg/m^3 (2.9 g/cc) y producido a partir de una hoja, lámina, tela o papel de fibra ondulada conteniendo carbono, pirolizada/carbonizada en caso de necesidad, dicho módulo comprende:

un cuerpo de material básico ondulado

un marco de refuerzo de material similar ranuras que se extienden radialmente en la circunferencia de la estructura de marco

dicho cuerpo siendo ensamblado en la fase verde y convertido después en SiSiC para formar un módulo de absorbente volumétrico para ser fijado mecánicamente a un elemento de soporte en una fase posterior.

9. Ensamblaje de receptor volumétrico según la reivindicación 8, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente, dicho ensamblaje siendo obtenido a partir de:

un monolito ensamblado a partir de una hoja, tela, fieltro o papel o materiales similares conteniendo carbono ondulado que tiene un espesor inferior a 2 mm, preferiblemente en el rango de 0.1-1 mm ensamblado con

un marco de refuerzo a partir de un material de lámina de tipo hoja, tela, fieltro o papel conteniendo carbono plano rodeado y equipado con el monolito de absorbente que posee un espesor superior a 0.5 mm, preferiblemente en la gama de 0.6-4 mm, para formar un módulo de absorbente verde que tiene

ranuras radiales cortadas en el marco de refuerzo seguido de una infiltración de metal de silicio para formar un cuerpo de SiSiC que posee una densidad de pared superior a 2.9 x 10^3 por kg/m^3 (2.9 g/cm^3) y

una dimensión superior a 150 mm en la cara anterior del monolito de absorbente.

10. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que tiene un diseño que permite también mezclar tamaños y formas diferentes de dicho módulo de absorbente volumétrico.

11. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que permite que el flujo de aire de retorno sea ajustado independientemente para obtener una salida de temperatura idéntica de cada uno de los módulos de absorbente volumétrico con diferencias de 50ºC.

12. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que permite la entrada de un flujo de aire de retorno mejorado en el monolito de absorbente, que comprende:

una pendiente en los bordes del monolito donde la longitud de los canales internos en el monolito disminuye continuamente hacia los bordes

áreas del monolito donde la sección transversal de los canales aumenta en fases o continuamente hacia los bordes

una pendiente con canales continuamente más cortos en la forma de un manto en forma de pirámide rotacional.

13. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que es capaz de resistir a una temperatura de salida de aire superior a 700ºC.

14. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que es capaz de resistir a una temperatura de salida del aire superior a 750ºC.

15. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que es capaz de resistir a una temperatura de salida de aire superior a 800ºC.

16. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que es capaz de proveer diferencias de temperatura de salida del flujo de aire de retorno inferiores a 30ºC.

17. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de comprender:

un monolito en panal metálico producido a partir de una hoja ondulada equipada con un marco metálico aleado a partir de al menos metales como el hierro, níquel, cromo y preferiblemente cantidades de aluminio y de metal de tierras raras o aleado con otros compuestos de elementos de los grupos principales II a IV del sistema periódico,

un elemento de soporte/embudo metálico de lámina de sección acoplada que posee una salida y que está aleado a partir de al menos metales tales como el hierro, níquel, cromo y preferiblemente el aluminio y cantidades de metal de tierras raras,

dicho monolito de absorbente metálico siendo ensamblado con dicho elemento de soporte/embudo metálico acoplado por soldeo o soldadura con láser o de forma alternativa con TIG o MIG en sus circunferencias de tal forma que una unidad estanca es obtenida.

18. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que combina más que 100 unidades VR individuales, comprendiendo:

un módulo de absorbente volumétrico

un elemento de soporte equipado con un embudo que posee una entrada y una salida y es aleado a partir de al menos metales como el hierro, níquel, cromo y preferiblemente el aluminio y cantidades de metal de tierras raras,

un conjunto de ranuras en el módulo de absorbente volumétrico un conjunto de dispositivos de enganche sobre el elemento de soporte

dichos módulos de absorbente estando ensamblados con el elemento de soporte sin ser totalmente estanco a gases.

19. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que dicho ensamblaje comprende:

módulos de receptor volumétrico y elementos de soporte equipados con sus embudos respectivos que están integrados sobre el colector de aire de membrana doble del alojamiento de receptor por soldadura u otra conexión rígida mecánica, así

los elementos de soporte/embudos que poseen una entrada y una salida y un interior permeable a fluidos entre éstas para recoger el medio fluido portador de energía que sale de la salida del cuerpo de receptor y que pasa después sobre el colector de membrana doble, a partir del módulo de absorbente volumétrico montado en cada entrada de

elemento de soporte reduciendo así el peso, la masa térmica y la complejidad del sistema.

20. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que posee dispositivos de cierre para la fijación mecánica de los módulos de absorbente en los elementos de soporte, dicho ensamblaje comprende:

un conjunto de ranuras en el módulo de absorbente volumétrico

un conjunto de dedos de cierre en el elemento de soporte para enganchar el módulo de absorbente volumétrico

dicho módulo de absorbente estando fijado mecánicamente sin soldadura o de manera similar.

21. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que tiene dispositivos de cierre para la fijación mecánica de los módulos de absorbente en los elementos de soporte, dicho ensamblaje comprende:

un conjunto de ranuras en el módulo de absorbente volumétrico

un conjunto de ranuras en el elemento de soporte

un conjunto de pinzas para enganchar, fijar el módulo de absorbente volumétrico

dicho módulo de absorbente estando fijado mecánicamente sin ninguna integración rígida permitiendo un reemplazo opcional.

22. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 20-21, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de malla metálica, dicho ensamblaje comprende:

un cuerpo de malla metálica acoplado en

un marco de placa metálica formando un módulo de absorbente integrado

con ranuras en el marco.

23. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 20-21, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente comprendiendo un número de telas de hilos metálicos reticulados que son laminadas de forma ajustada en un monolito de absorbente comprendiendo:

un conjunto de pantallas metálicas posicionadas radialmente

una estructura de marco de refuerzo

un diseño de forma plana o en forma de cúpula

un conjunto de ranuras radiales en la estructura de marco

dicho módulo de absorbente volumétrico estando ensamblado y fijado mecánicamente al elemento de soporte.

24. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 20-21, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de hoja o lámina ondulada, dicho ensamblaje comprende:

un cuerpo de material ondulado ensamblado en

un marco de refuerzo, que incorpora

un conjunto de ranuras en el marco.

25. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 20-21, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de silicio/carburo de silicio, que tiene una densidad de pared superior a 2.9×10^3 kg/m^3 (2.9º g/cm^3) dicho ensamblaje comprende:

un cuerpo monolítico de cerámica de silicio/carburo de silicio

un conjunto de ranuras en la circunferencia de marco de cerámica integrado.

26. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 20-21, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un módulo de absorbente de cerámica, dicho ensamblaje comprende:

un cuerpo monolítico de espuma cerámica, moldeado preferiblemente en una estructura de marco

un conjunto de ranuras en la circunferencia de estructura de marco de cerámica.

27. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un cuerpo de difusor o de mezclador al interior del elemento de soporte o del embudo con el propósito de:

optimizar el flujo de aire a través del módulo de absorbente volumétrico por compensación de un flujo turbulento y no laminar en el elemento de soporte y embudo

con el fin de reducir la sobrecarga térmica local del módulo de absorbente, para la protección de los módulos de absorbente y por lo tanto optimización de la duración de vida del módulo de absorbente.

28. Ensamblaje de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por el hecho de que incorpora un cuerpo de difusor y/o cuerpo de reflector al interior de la salida del elemento de soporte o del embudo con el fin de:

fijar y proteger la construcción de colector contra un sobrecalentamiento térmico

si el módulo de absorbente es dañado y que la radiación solar concentrada por otra parte puede pasar al interior del embudo, colector, membranas dobles y alojamiento de receptor.

29. Central térmica solar, **caracterizada** por el hecho de que comprende unidades de ensamblajes de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-28, que permiten mezclar materiales de absorbente diferentes dependiendo de unos valores de insolación sobre la superficie del ensamblaje de receptor.

30. Central térmica solar, **caracterizada** por el hecho de que comprende unidades de ensamblajes de receptor volumétrico según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que permiten mezclar distintos materiales de absorbente según las reivindicaciones 4-8, en función de los valores de insolación sobre la superficie del ensamblaje de receptor, tales módulos de absorbente siendo seleccionados entre:

un módulo de absorbente volumétrico de malla metálica

un módulo de absorbente volumétrico de fieltro metálico

un módulo de absorbente volumétrico de tela de pantalla metálica

un módulo de absorbente volumétrico de hoja ondulada metálica

un módulo de absorbente volumétrico en panal de cerámica extruido

un módulo de absorbente volumétrico de espuma cerámica

un módulo de absorbente volumétrico de papel ondulado de cerámica

dicha mezcla de distintos módulos de absorbente volumétrico mejora el rendimiento total del sistema.

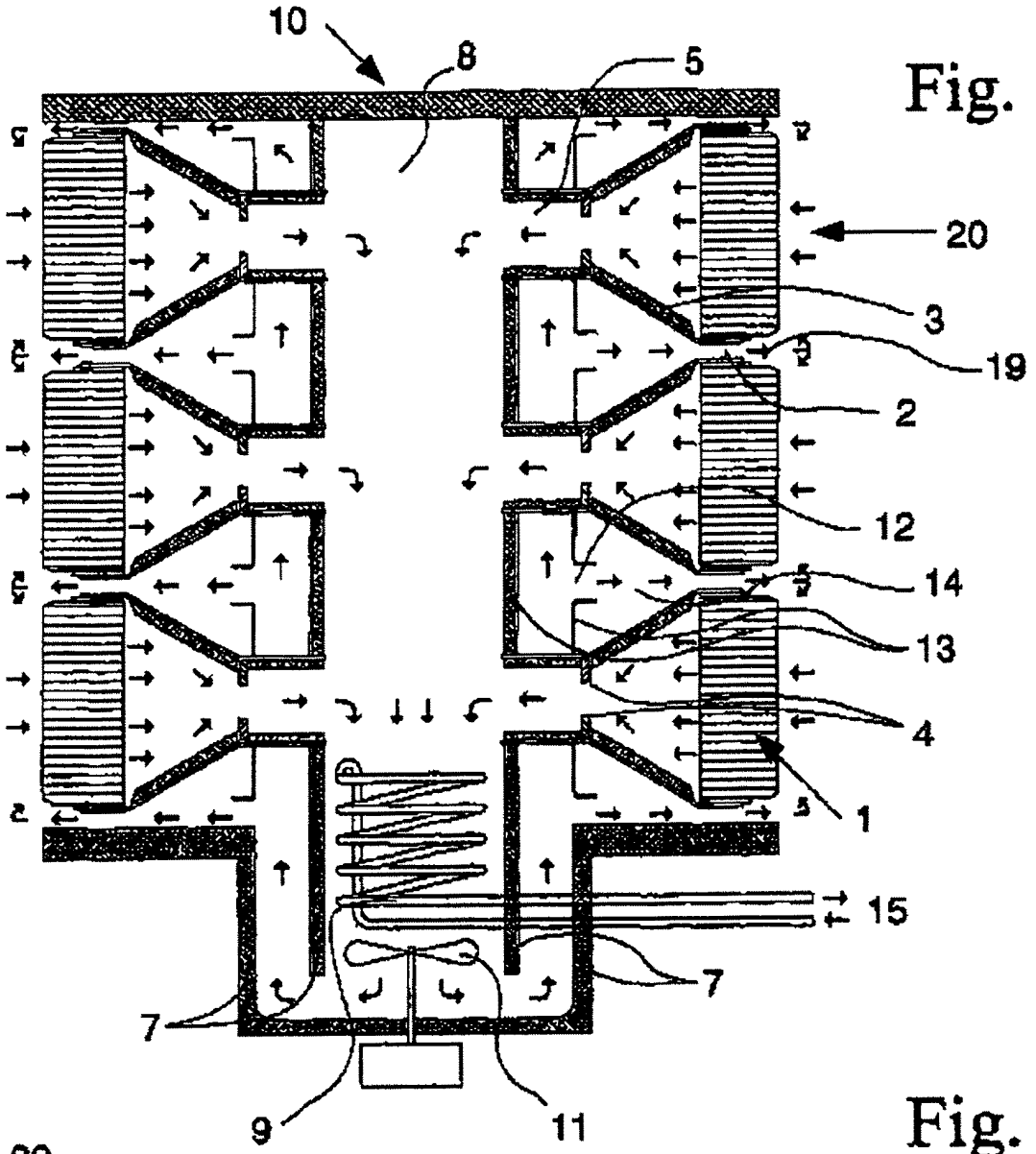


Fig. 1

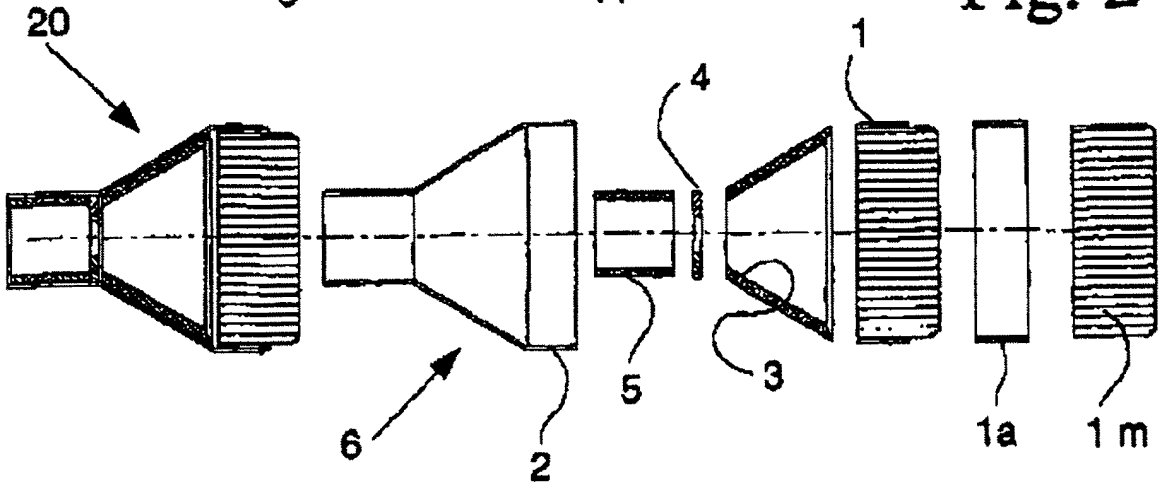


Fig. 2

Fig. 3

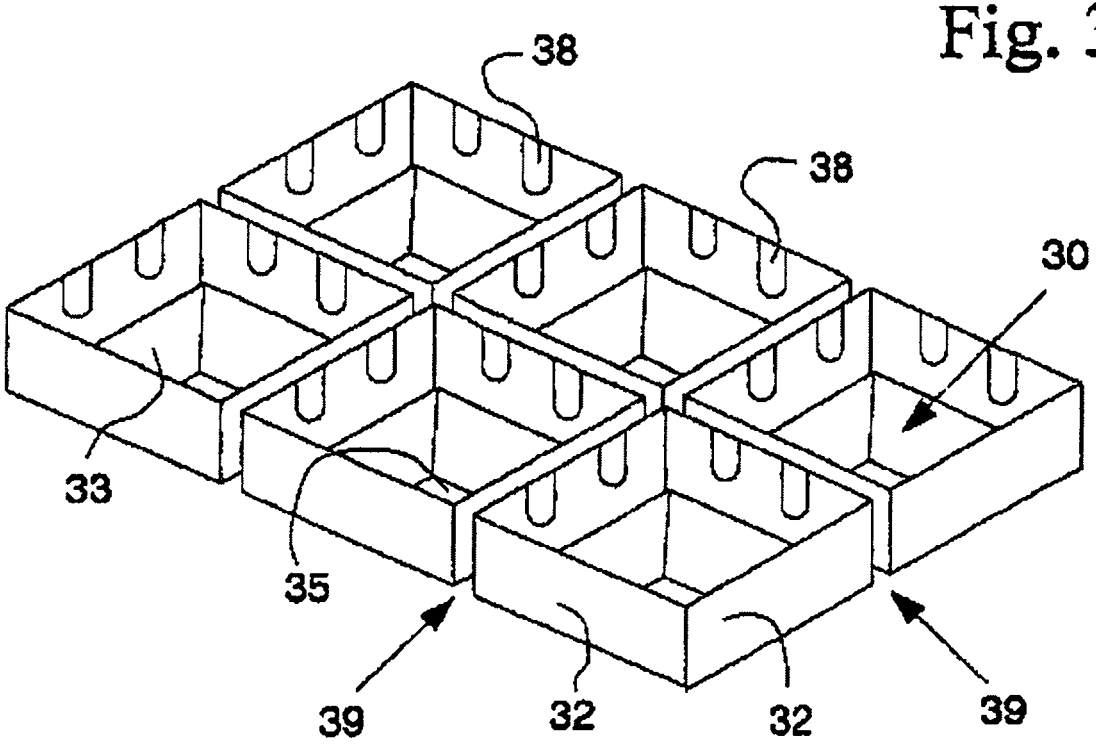


Fig. 4

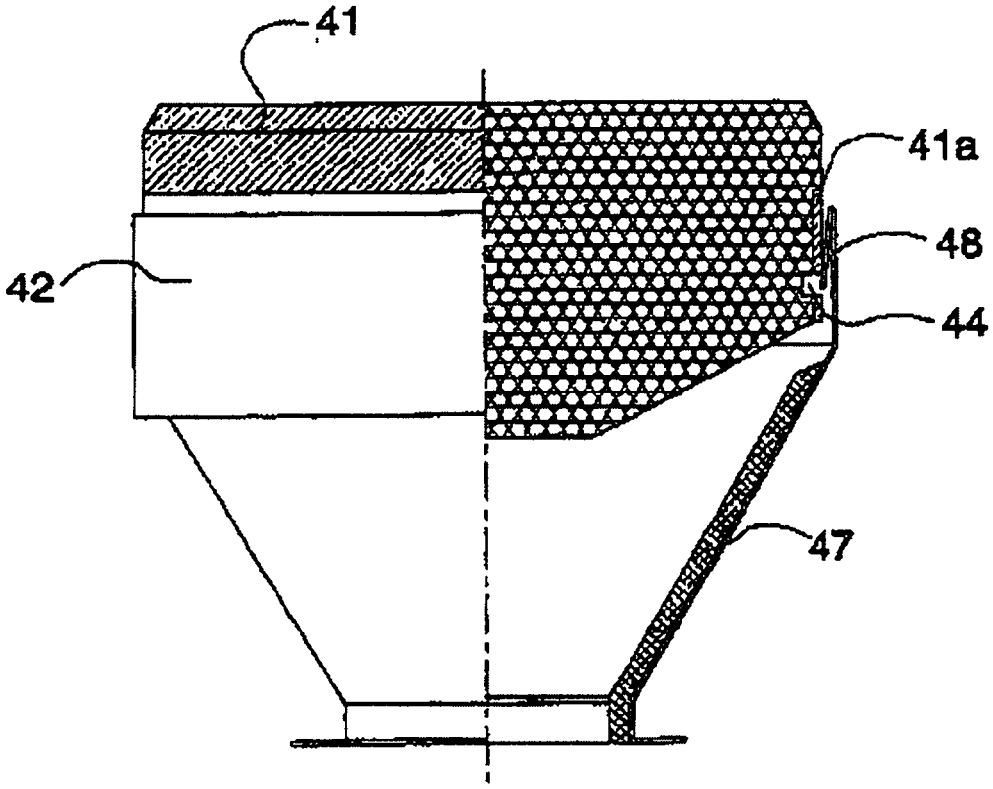


Fig. 5

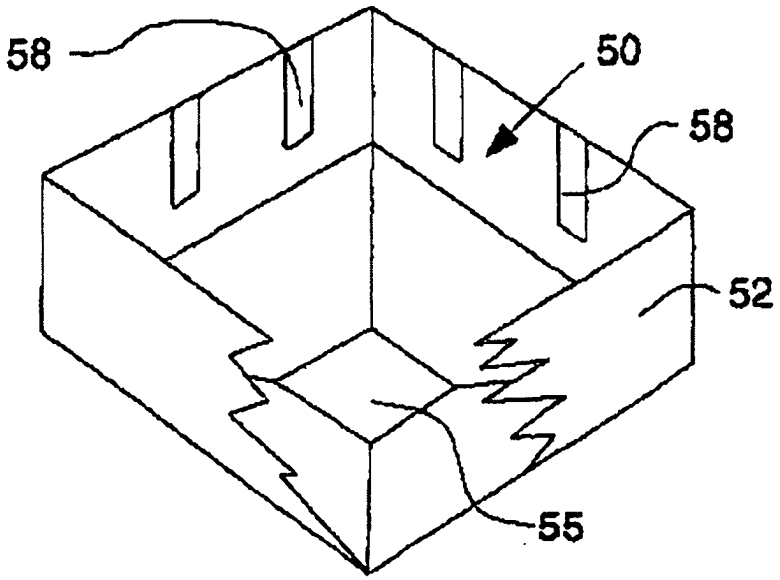

58
50
58
52
55

Fig. 6

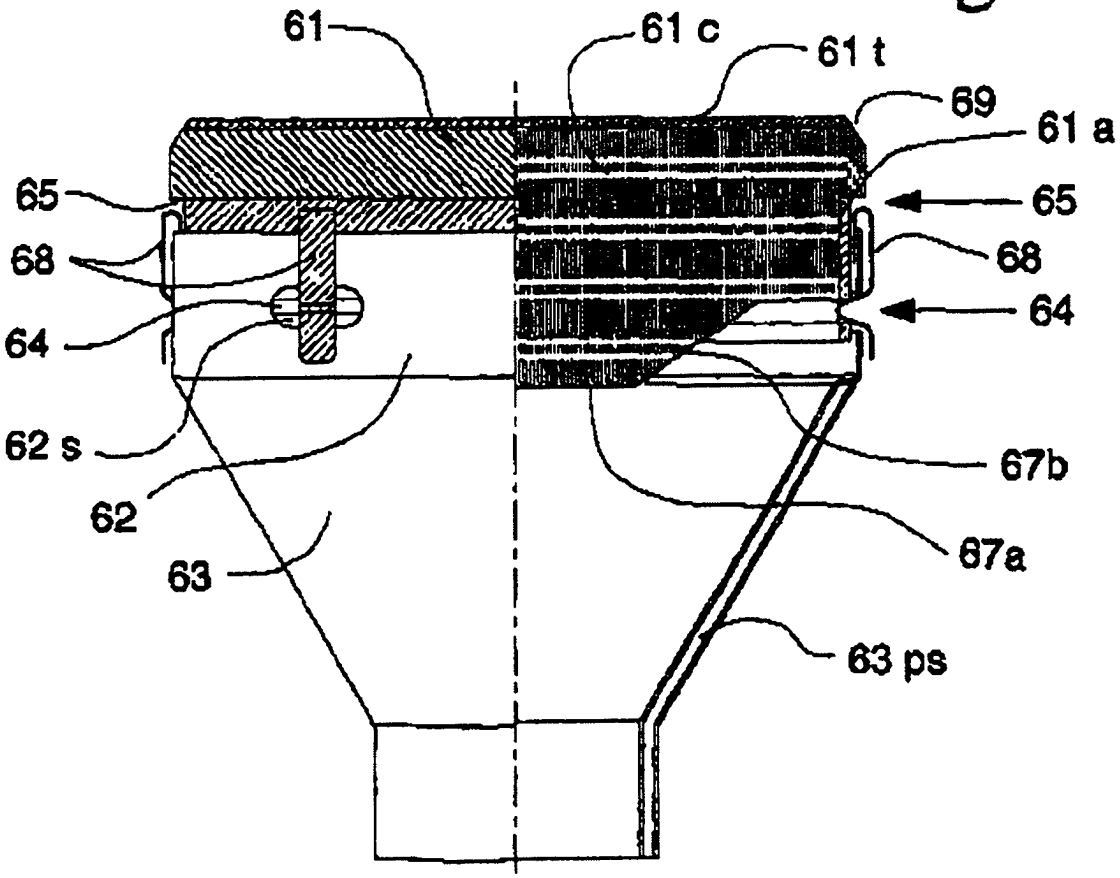

61
61 c
61 t
69
61 a
65
65
68
68
64
64
62 s
62
63
67b
67a
63 ps

Fig. 7

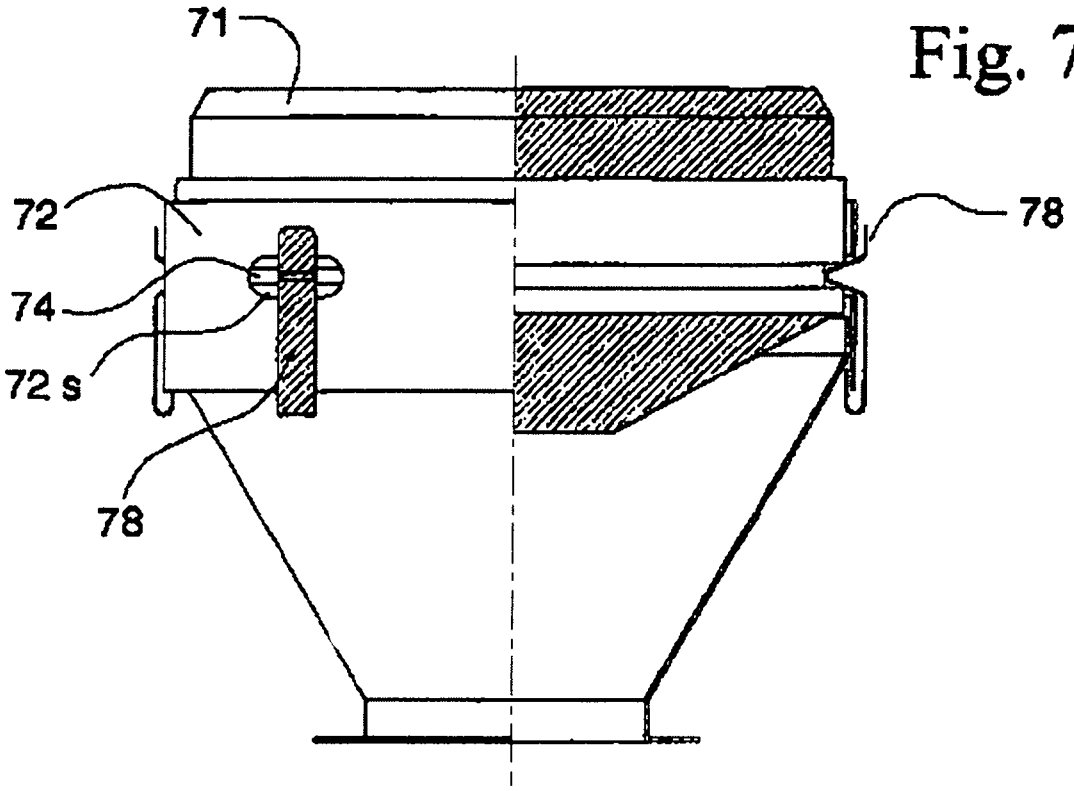


Fig. 8

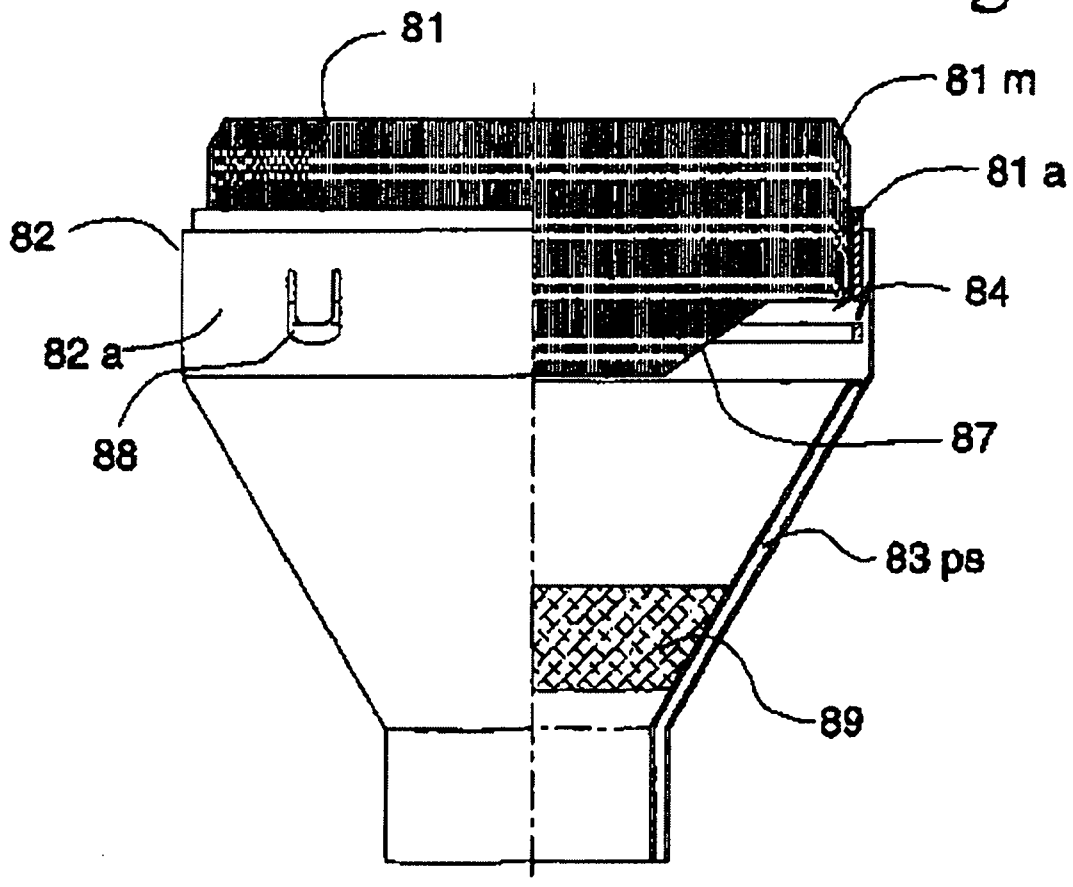


Fig. 9

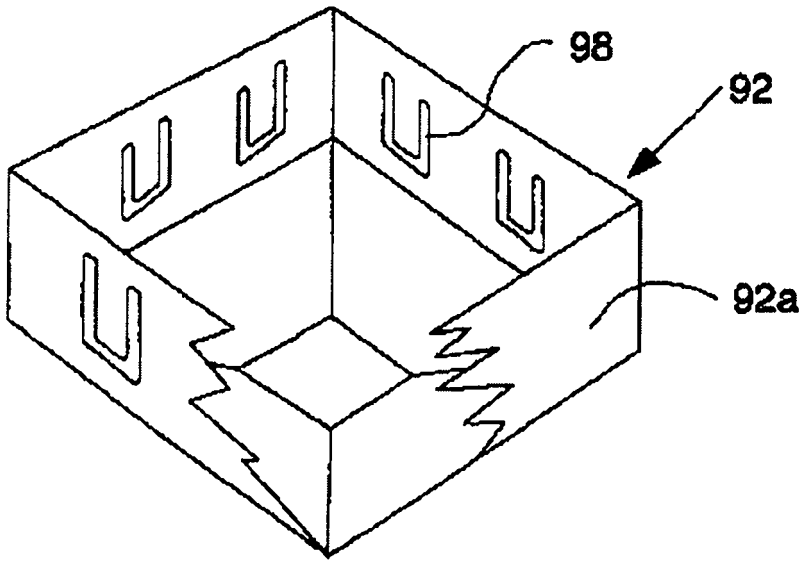


Fig. 10

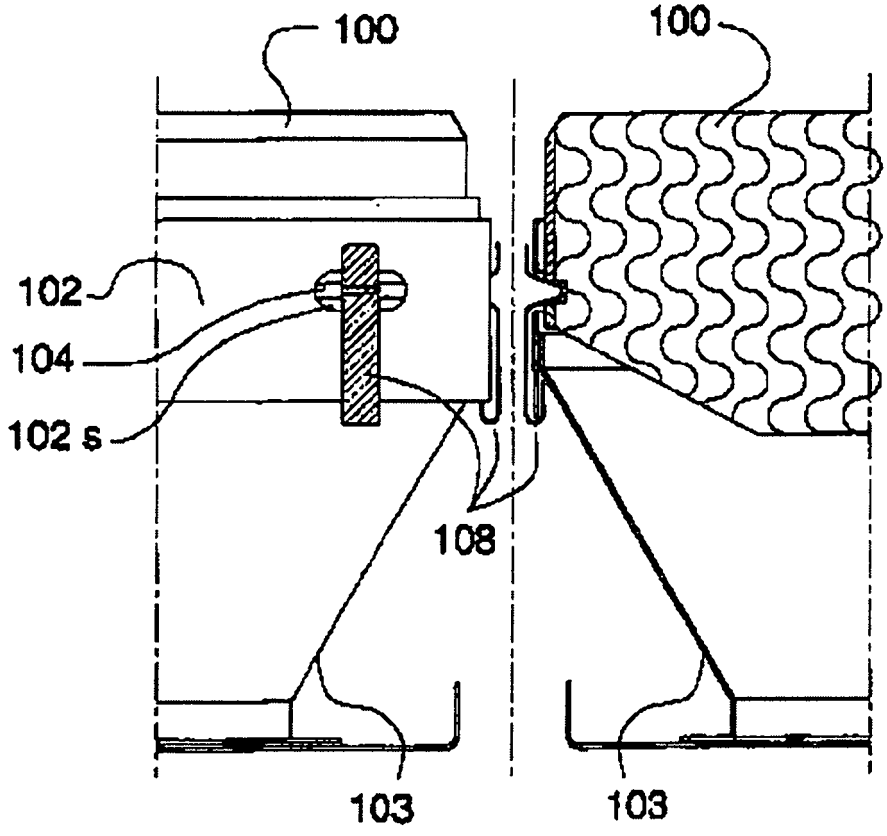


Fig. 11

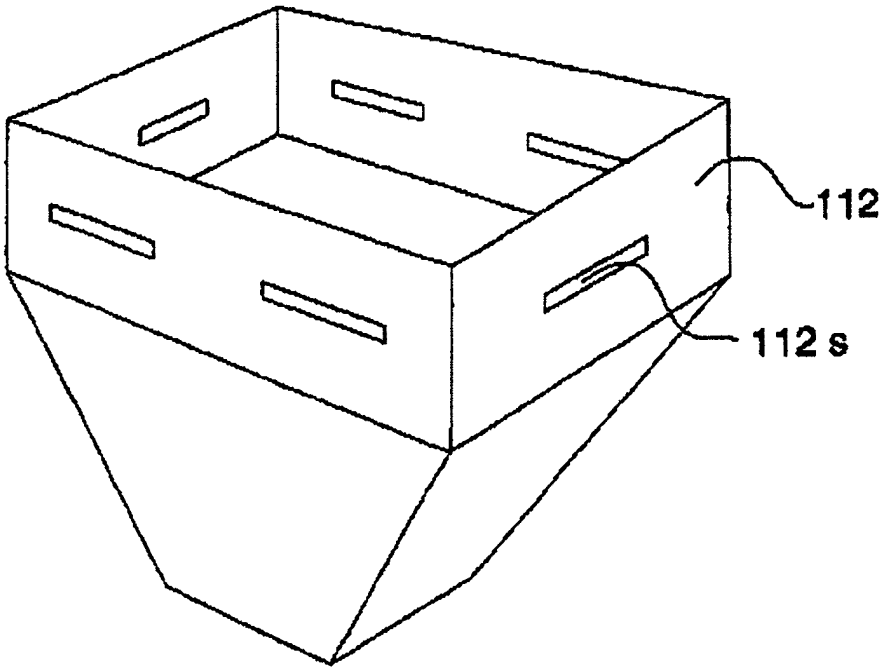


Fig. 12

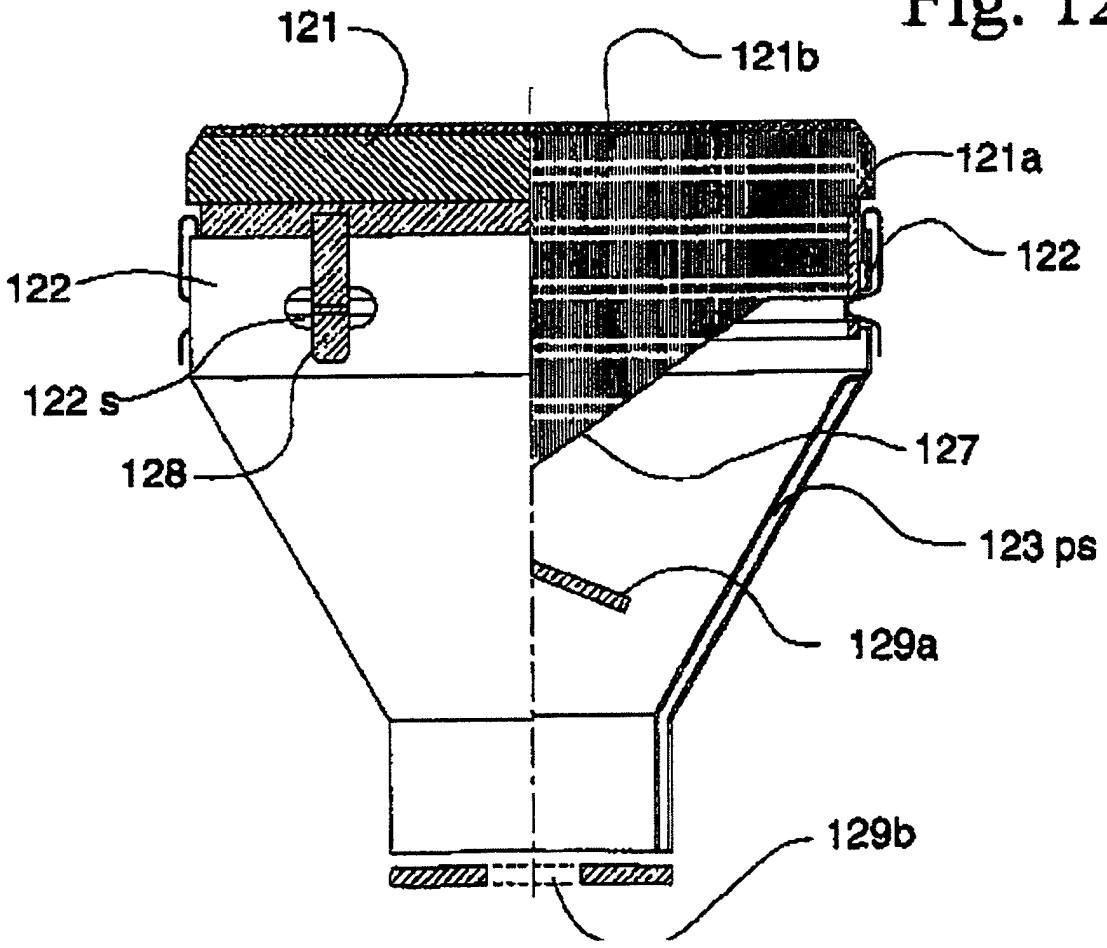


Fig. 13

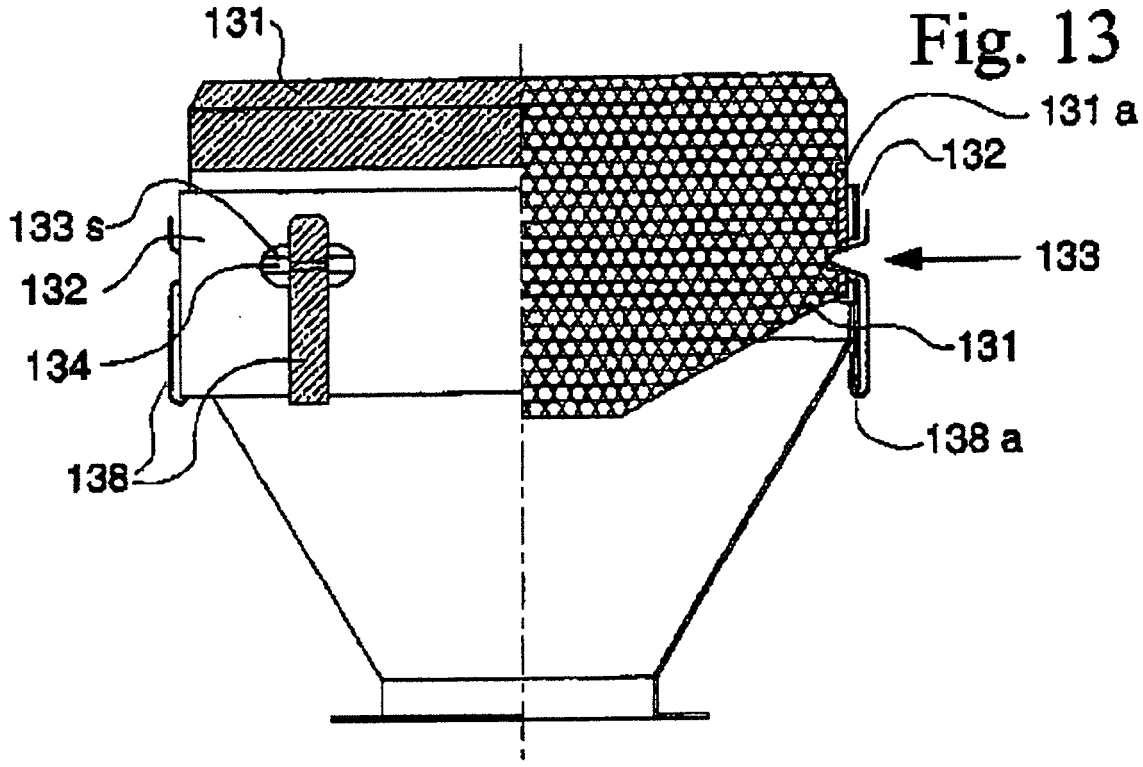
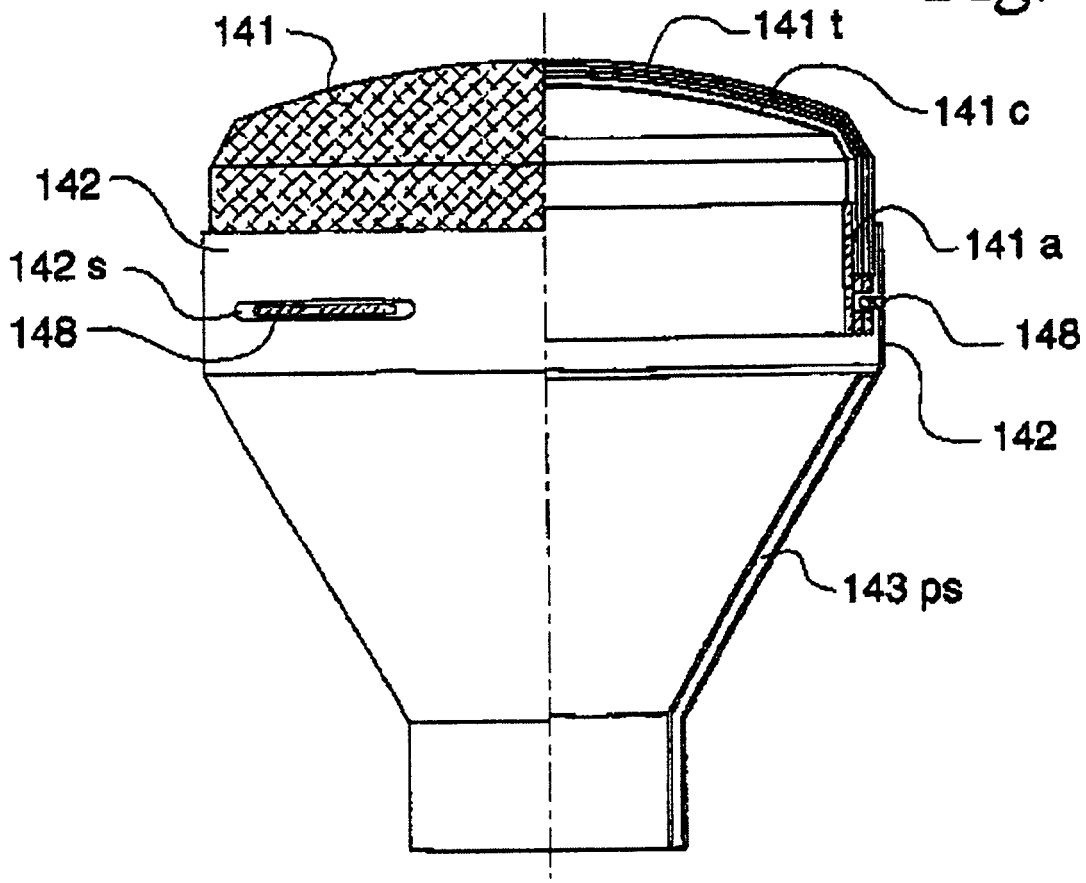

131
131 a
132
133 s
133
132
131
134
138 a
138

Fig. 14


141
141 t
141 c
142
141 a
142 s
148
148
142
143 ps