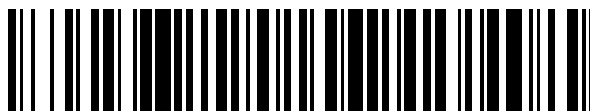


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 493**

51 Int. Cl.:

A61F 7/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2009 PCT/US2009/043779**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09140377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2009 E 09747461 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2296595**

54 Título: **Sistema de suministro de calor húmedo portátil**

30 Prioridad:

15.05.2008 US 53480 P
29.08.2008 US 93009 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2019

73 Titular/es:

WYETH LLC (100.0%)
235 East 42nd Street
New York, NY 10017-5755, US

72 Inventor/es:

WONG, VINCENT, YORK-LEUNG;
BELKIN, MARINA;
HICKSON, CHAD, KAMIL y
OWENS, LEROY, GLENN, JR.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 725 493 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de suministro de calor húmedo portátil

Campo

5 La presente invención va dirigida a un sistema de suministro de calor portátil. En particular, la presente invención va dirigida a un sistema de suministro de calor portátil que genera vapor de agua y proporciona calor húmedo.

Antecedentes

10 Las bandas envolventes térmicas desechables se han convertido en una forma popular de aplicar calor, para aliviar las incomodidades de los dolores y molestias del cuerpo, temporales o crónicas. Las bandas envolventes térmicas desechables comprenden típicamente una composición exotérmica para generar calor, en la que la composición exotérmica comprende típicamente polvos metálicos, sales y agua, que permite que la composición exotérmica libere calor tras la oxidación del polvo metálico. Otros dispositivos reutilizables o desechables pueden usar la energía producida por neutralización de ácidos y bases; el calor de hidratación de sales inorgánicas; geles recalentables; y energía eléctrica para producir calor. Se ha descubierto que estos dispositivos son generalmente adecuados para el tratamiento de dolores y molestias asociadas con rigidez de músculos y articulaciones, dolor nervioso, dolor de espalda, reumatismo, síntomas respiratorios y similares. Normalmente, estos dispositivos producen calor, pero contienen poca humedad.

20 Algunos dispositivos de calentamiento desechables pueden proporcionar calor sostenido durante periodos de aproximadamente una hora a aproximadamente veinticuatro horas, y generalmente se describen como menos molestos y más cómodos de usar que otras fuentes de calor convencionales, tales como bañeras de hidromasaje, toallas calientes, paquetes calientes Hydrocollator, compresas calefactoras y bandas de compresión elásticas. Sin embargo, es ventajoso suministrar tanto calor como humedad, tal como por medio de una bañera de hidromasaje o una toalla caliente. Con frecuencia, el calor húmedo se siente más relajante y calmante, y puede suministrar calor y un alivio del dolor más rápidamente que el calor seco. Sin embargo, los procedimientos convencionales de suministro de calor húmedo, tales como toallas calientes y bañeras de hidromasaje, pueden ser problemáticos e inconvenientes y no suelen ser portátiles. Además, ciertos procedimientos, tales como toallas calientes y algunos productos actuales que reivindican suministrar calor húmedo, sólo pueden suministrar calor durante un corto periodo de tiempo, algunas veces de 15 minutos o menos.

30 Diversos enfoques para mejorar las reacciones exotérmicas en dispositivos portátiles de banda envolvente térmica, para proporcionar una mayor duración del calentamiento y/o proporcionar calor húmedo, incluyen la incorporación de materiales carbonados diversos y diferentes, tales como materiales de carbono activado y no activado, en las composiciones exotérmicas. Otros enfoques incluyen la adición de materiales que retienen o conservan agua a la composición exotérmica, para permitir que esté presente un exceso de agua y se genere vapor de agua.

35 Otros enfoques para producir dispositivos de calentamiento que proporcionan calor y humedad incluyen intentar regular la velocidad y extensión de la reacción exotérmica, producir vapor de agua, regular la temperatura del vapor de agua, y aislar la piel de un usuario contra la temperatura potencialmente perjudicial para la piel del vapor de agua. Por ejemplo, véase la Patente de Estados Unidos 6.629.964 de Ono. Sin embargo, la mayoría de los procedimientos y dispositivos de calentamiento para proporcionar calor y humedad conocidos no producen una cantidad de vapor de agua eficaz para proporcionar suficiente calor y humedad, particularmente en el tejido muscular profundo; o no producen vapor de agua durante un periodo de tiempo prolongado, generalmente durante menos de aproximadamente 4 a 8 horas, con frecuencia durante menos de una hora, y comúnmente durante aproximadamente 15 minutos. Además, dichos dispositivos de la técnica anterior están diseñados para suministrar vapor de agua o vapor caliente por sí mismos.

45 Además, los dispositivos de la técnica anterior suelen generar vapor vaporizando agua en una composición exotérmica. Sin embargo, se sabe que el comportamiento térmico de las composiciones exotérmicas habituales que contienen carbono activado y hierro es muy sensible y dependiente del nivel de agua en la composición. Específicamente, un nivel en exceso de agua en una celda térmica exotérmica puede provocar una velocidad lenta de calentamiento. Esto se debe a que el agua restringe la disponibilidad del aire necesario para que se produzca la reacción exotérmica. De esta manera, la restricción de aire tiene como resultado un calentamiento lento y muy poca o ninguna generación de vapor de agua. Sin embargo, al intentar reducir el nivel de agua en dicha composición para conseguir una velocidad de calentamiento rápida, la duración de la reacción exotérmica puede reducirse significativamente; es decir, la reacción terminará rápidamente porque el carbono activado pierde su capacidad de adsorber oxígeno cuando se seca.

50 Además, para una alta velocidad de vaporización de agua, una composición exotérmica debe conseguir bastante calor (> 65°). Además, para proporcionar calentamiento del músculo profundo y un alivio de dolor eficaz y sostenido en el músculo profundo, la temperatura del músculo profundo debe estar por encima de 38°C. Sin embargo, como la piel humana puede dañarse a temperaturas de la piel elevadas que los expertos en la materia consideran por encima de aproximadamente 43°C, un dispositivo de calentamiento debe poder mantener la temperatura de la piel de un usuario por debajo de aproximadamente 43°C, mientras proporciona una gran cantidad de calor a la piel y el

músculo profundo. De esta manera, un dispositivo de calor húmedo debe proteger a la piel de la alta temperatura de una composición exotérmica mientras suministra altos niveles de calor, manteniendo la temperatura de la piel por debajo de aproximadamente 43°C.

5 Los documentos EP1181911A y EP1782776A1 desvelan sistemas de suministro de calor húmedo portátil. Sin embargo, a pesar de los avances en la tecnología de suministro de calor y humedad, sigue existiendo la necesidad de un dispositivo de calentamiento portátil que proporcione una generación rápida de vapor de agua y calentamiento, que proporcione una generación de vapor de agua sostenida, que suministre una cantidad eficaz de calor para proporcionar calentamiento en el músculo profundo, y que mantenga la temperatura de la piel por debajo de aproximadamente 43°C.

10 **Sumario de la invención**

La presente invención está dirigida a un sistema de suministro de calor húmedo portátil de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta, que comprende:

(a) una porción de generación de vapor de agua que comprende una fuente de vapor de agua; y
 15 (b) una porción de regulación de vapor de agua-aire, comprendiendo dicha porción de regulación de vapor de agua-aire una capa de mezcla de vapor de agua-aire, y una capa de suministro de vapor de agua-aire;

estando dicha porción de generación de vapor de agua y dicha porción de regulación de vapor de agua-aire en comunicación de fluido; y
 20 teniendo dicha porción de regulación de vapor de agua-aire una superficie de suministro de calor latente dispuesta junto a dicha porción de regulación de vapor de agua-aire que suministra calor a un intervalo de temperatura preseleccionado en el que entre aproximadamente el 15% y el 95% del calor es calor latente de condensación.

El sistema de suministro de calor puede proporcionar una mezcla de vapor de agua-aire a la superficie de suministro de calor latente y, en el que dicha mezcla de vapor de agua-aire tiene una temperatura del punto de rocío de entre
 25 aproximadamente 30°C y aproximadamente 50°C.

La presente invención también incluye proporcionar un dispositivo terapéutico que comprende el sistema de suministro de calor húmedo portátil mencionado anteriormente. El dispositivo puede ser un artículo seleccionado entre el grupo que consiste en bandas envolventes para la espalda, bandas envolventes para las rodillas, bandas envolventes para el cuello, bandas envolventes menstruales, bandas envolventes para las articulaciones, bandas envolventes para manos/muñecas, bandas envolventes para la zona del cuello al brazo, bandas envolventes faciales, bandas envolventes para los pies, bandas envolventes corporales, mantas, vendas, bandas envolventes para múltiples fines y combinaciones de las mismas.
 30

La presente invención incluye proporcionar un dispositivo terapéutico en el que la porción de generación de vapor de agua comprende una pluralidad de celdas térmicas que generan vapor de agua, comprendiendo las celdas térmicas una composición exotérmica en forma de partículas.
 35

La presente invención también incluye proporcionar un dispositivo terapéutico en el que la fuente de calor comprende una pluralidad de celdas térmicas, alineándose al menos una porción de dichas celdas térmicas en una fila; y en el que una tira de un material de espuma cubre dicha fila de celdas térmicas proporcionando un espacio de aire paralelo a dicha fila de celdas térmicas.
 40

Los dispositivos de la presente invención son útiles para proporcionar una ventaja a un usuario que comprende: proporcionar un sistema de suministro de calor húmedo portátil que comprende una porción de generación de vapor de agua que comprende una fuente de vapor de agua y una fuente de calor; y una porción de regulación de vapor de agua-aire, comprendiendo dicha porción de regulación de vapor de agua-aire una capa de mezcla de vapor de agua-aire, y una capa de suministro de vapor de agua-aire; estando dicha porción de generación de vapor de agua y dicha porción de regulación de vapor de agua-aire en comunicación de fluido; y teniendo dicha porción de regulación de vapor de agua-aire una superficie de suministro de calor latente dispuesta junto a dicha porción de regulación de vapor de agua-aire que suministra calor a un intervalo de temperatura preseleccionado; aplicar dicho sistema a una superficie de un usuario en la que superficie de suministro de calor latente se encuentra junto a la superficie del usuario; iniciar el calentamiento de dicho sistema; y transferir calor húmedo a la piel del usuario a un intervalo de temperatura preseleccionado, en el que el calor húmedo es aproximadamente entre el 15% y el 95% de calor latente de condensación.
 45
 50

Los dispositivos de la presente invención, que proporcionan calor húmedo, pueden mejorar la velocidad de alivio del dolor, aumentar la temperatura del músculo profundo, aumentar el flujo sanguíneo, y reducir el trabajo cardiaco. Además, los dispositivos de la presente invención pueden ayudar a curar heridas, a suministrar calentamiento corporal, a suministrar principios activos, a suministrar humedad a la piel, a proporcionar relax, a proporcionar alivio respiratorio, a potenciar el sueño, a ayudar en la terapia física del área calentada, a favorecer o mejorar la recuperación tras una operación, a favorecer o mejorar la recuperación de lesiones y combinaciones de los mismos. Los dispositivos de la presente invención también se pueden utilizar para una aplicación mejorada, controlable y
 55

uniforme de composiciones cosméticas y terapéuticas a las membranas cutáneas y mucosas, y a través de las mismas.

Breve descripción de los dibujos

5 El archivo de la solicitud contiene al menos un dibujo en color. La Oficina de Patentes y Marcas facilitará copias de esta patente con dibujos en color previa petición y previo pago de la tasa correspondiente.

La Figura 1 es un diagrama esquemático transversal simplificado de una realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama esquemático simplificado de una realización de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama esquemático transversal de una realización de la presente invención.

La Figura 4 es una vista superior de una realización de la presente invención.

10 Las Figuras 5a y 5b son fotografías infrarrojas de una realización de un sistema de suministro de calor húmedo portátil accionado.

La Figura 5a es una vista de la superficie externa y la Figura 5b es una vista de la superficie de suministro de calor latente.

Descripción detallada de la invención

15 La presente invención incluye un sistema de suministro de calor húmedo portátil que comprende: una porción de generación de vapor de agua que comprende una fuente de vapor de agua y una fuente de calor; una porción de regulación de vapor de agua-aire, comprendiendo la porción de regulación de vapor de agua-aire una capa de mezcla de vapor de agua-aire, y una capa de suministro de vapor de agua-aire que tiene una superficie de suministro de calor latente dispuesta junto a dicha porción de regulación de vapor de agua. La porción de generación de vapor de agua y la porción de regulación de vapor de agua-aire están en comunicación de fluido y el aire y el vapor de agua pueden fluir dentro de y entre la porción de generación de vapor de agua y la porción de regulación de vapor de agua-aire. La superficie de suministro de calor latente está dispuesta junta a la porción de regulación de vapor de agua-aire. La superficie de suministro de calor latente del sistema de calor húmedo suministra humedad a un intervalo de temperatura seleccionado y entre aproximadamente el 15% y el 95% del calor húmedo es calor latente de condensación. Para un sistema de calor húmedo portátil para su uso en piel humana la temperatura preseleccionada debe ser una temperatura que no dañe ni queme la piel preferentemente por debajo de aproximadamente 43°C.

30 El sistema de suministro de calor húmedo portátil de la presente invención suministra calor de forma segura y rápida a un cuerpo humano. La presente invención es útil para suministrar calor de forma segura y rápida al cuerpo, proporcionar un calentamiento al tejido profundo, aliviar el dolor, cicatrizar heridas, reducir el trabajo cardíaco, la relajación, aumentar el flujo sanguíneo, suministrar humedad, mejorar el sueño, la terapia física, y suministrar principios activos. Los dispositivos de la presente invención pueden suministrar calor húmedo hasta aproximadamente 8 horas. El sistema puede ser un sistema desechable de un solo uso o puede incorporarse en un sistema reutilizable o parcialmente reutilizable.

35 El sistema de suministro de calor húmedo portátil se describirá en este documento en el contexto de uso con un cuerpo humano. Sin embargo, como entenderá un experto en la materia, el sistema de calor húmedo portátil y los procedimientos utilizados en el presente documento son igualmente adaptables para su uso con otros animales, plantas u objetos inanimados reconociendo que la temperatura máxima de la superficie de suministro de calor latente y la cantidad total de calor suministrado pueden ajustarse utilizando procedimientos analizados en el presente documento para optimizar el resultado para el sujeto destinado. Por ejemplo, las temperaturas y los tamaños corporales de los animales pueden diferir sustancialmente de los de un humano y, por tanto, puede que sea necesario variar el intervalo de temperatura seleccionado y/o la cantidad de humedad para ser vapor de agua convertido y/o la cantidad de celdas térmicas utilizadas para dar cabida a la fisiología y/o anatomía de la especie seleccionada.

45 La invención puede comprender, consistir en, o consistir esencialmente en los elementos y limitaciones de la invención descritos en el presente documento, así como cualquiera de los ingredientes, componentes o limitaciones adicionales u opcionales descritos en el presente documento.

50 Como se usa en el presente documento, "vapor de agua" se refiere a agua en estado gaseoso. "Mezcla de vapor de agua-aire" y "combinación de vapor de agua-aire" se refieren a añadir aire a "vapor de agua" como se define en el presente documento. Es necesario añadir energía para conseguir el cambio de fase de cambiar agua líquida a vapor de agua. En la realización ejemplar analizada en el presente documento, se utiliza energía térmica. La energía añadida para conseguir el cambio de fase de agua líquida a vapor de agua es calor latente de evaporación. La energía del calor latente de evaporación se libera en el cambio de fase de condensación de vapor de agua a agua líquida y se denomina calor latente de condensación. El término "vapor" como se usa en el presente documento también se refiere a agua en estado gaseoso y los términos vapor de agua y "vapor" pueden usarse indistintamente en el presente documento entendiendo que "vapor" solo se refiere a vapor de agua, no una mezcla de vapor de agua y gotitas de agua líquida.

Como se usa en el presente documento temperatura de "punto de rocío" se refiere a la temperatura a la que debe

enfriarse una mezcla de vapor de agua-aire antes de que el vapor de agua en su interior empiece a condensarse.

“Proporción de humedad” es la proporción del peso de vapor de agua con respecto al peso de aire seco.

“Calor latente”, como se usa en el presente documento, se refiere a la cantidad de energía, en forma de calor liberado o absorbido por una sustancia durante un cambio de fase (es decir, hacia o desde sólido, líquido o gas).

5 “Humedad”, como se usa en el presente documento, se refiere a agua.

“Calor húmedo”, como se usa en el presente documento se refiere a calor en el que entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 95% de la energía térmica transferible es en forma de calor latente de condensación de vapor de agua. Dado que el vapor de agua y la condensación de vapor de agua están asociados con el calor húmedo, el calor húmedo incluye un componente de humedad. El sistema de suministro de calor húmedo también puede transferir vapor de agua y, cuando se produce la condensación, y se libera calor latente, agua líquida. Puesto que en algunas realizaciones un sistema de suministro de calor húmedo puede funcionar junto con otro tipo de sistema de suministro de calor, deberá entenderse que entre aproximadamente 15% y el 95% de la energía térmica transferible en forma de calor latente significa para el sistema de suministro de calor húmedo y que el sistema de suministro de calor húmedo deberá mantener este nivel de producción de calor húmedo durante al menos aproximadamente 10 minutos, como alternativa, durante al menos 20 minutos y, como alternativa, durante al menos 30 minutos.

Una “temperatura preseleccionada” como se usa en el presente documento puede incluir la temperatura indicada más o menos- 1°C o, como alternativa, más o menos 2°C, o una temperatura máxima (es decir) una temperatura no superior a la temperatura indicada) o un intervalo de temperatura entendiéndose que la temperatura preseleccionada significa que el comportamiento de la temperatura es predecible y reproducible en las condiciones indicadas.

20 Los términos “principio activo” o “agente activo” y “agente terapéutico” pueden usarse indistintamente en el presente documento e incluyen principios activos farmacéuticos, así como sustancias que tienen efectos deseados o beneficiosos tales como, por ejemplo, agentes cosméticos o agentes de aromaterapia.

El término “superficie” como se usa en el presente documento puede incluir una superficie por sí misma o una capa o capas de un material/materiales.

25 Las expresiones “cantidad eficaz” o “cantidad terapéuticamente eficaz” de un agente activo como se presentan en el presente documento se definen como una cantidad del agente suficiente para proporcionar al menos el efecto terapéutico deseado.

La expresión “tamaño de partícula medio” significa que hay tantas partículas que tienen un tamaño mayor que el tamaño medio designado como partículas que tienen un tamaño menor que el tamaño medio designado.

30 Se proporcionan otras definiciones cuando es necesario que aparezcan dentro de la descripción de la invención.

Todos los espesores medidos con calibre desvelados en el presente documento se miden de acuerdo con el procedimiento ASTM N° D5729, a menos que se especifique otra cosa.

Todos los pesos base desvelados en el presente documento se miden de acuerdo con el procedimiento ASTM N° D3776, a menos que se especifique otra cosa.

35 Todas las permeabilidades al aire desveladas en el presente documento se miden de acuerdo con el procedimiento ASTM N° D737, a menos que se especifique otra cosa.

Todas las velocidades de transmisión de vapor húmedo (MVTR) desveladas en el presente documento se miden de acuerdo con el procedimiento ASTM N° E96, a menos que se especifique otra cosa.

40 Todos los porcentajes, partes y proporciones están en peso, a menos que se especifique otra cosa. Todos estos pesos, cuando se refieren a los ingredientes y componentes indicados, están basados en el nivel específico de ingrediente y, por lo tanto, no incluyen vehículos o subproductos que pueden incluirse en los materiales disponibles en el mercado, a menos que se especifique otra cosa.

SISTEMA DE SUMINISTRO DE CALOR HÚMEDO

45 Los beneficios fisiológicos del calor húmedo, tales como alivio rápido del dolor, calentamiento del músculo profundo y aumento del flujo sanguíneo, sólo pueden conseguirse si un dispositivo de calor húmedo suministra una cantidad particular eficaz de calor húmedo. Para facilitar un uso conveniente, es deseable que un sistema de suministro de calor húmedo sea portátil. La presente invención proporciona el suministro de una cantidad eficaz de calor húmedo en un sistema de suministro de calor húmedo portátil, conveniente y seguro. El sistema de suministro de calor húmedo portátil de la presente invención incluye una porción de generación de vapor de agua que comprende una fuente de vapor de agua y una fuente de calor; una porción de regulación de vapor de agua-aire, comprendiendo la porción de regulación de vapor de agua-aire una capa de mezcla de vapor de agua-aire y una superficie de suministro de calor latente. Específicamente, la estructura está diseñada para proporcionar la mezcla y distribución

de vapor de agua y aire para proporcionar una producción y transferencia de calor húmedo rápida, segura, eficaz y sostenida.

En la Figura 1 se proporciona un diagrama esquemático transversal de un sistema de calor húmedo ejemplar. Con referencia a la Figura 1, el sistema comprende una porción de generación de vapor de agua 10, y una porción de regulación de vapor de agua-aire 20. La porción de regulación de vapor de agua-aire 20 comprende una capa de mezcla de vapor de agua-aire 24 y una capa de distribución de vapor de agua-aire 22. Como muestra la Figura 1, la porción de regulación de vapor de agua-aire 20 se interpone entre la porción de generación de vapor de agua 10 y una superficie de suministro de calor latente 30. El sistema de suministro de calor húmedo mostrado en la Figura 1 también comprende una capa de superficie externa 40. La superficie externa 40 se encuentra junto a la porción de generación de vapor de agua 10 y frente a la superficie de suministro de calor latente 30.

En una realización la porción de generación de vapor de agua genera vapor de agua que está a una temperatura desde aproximadamente 50°C a aproximadamente 70°C. A medida que se forma el vapor de agua no solo se calienta el vapor de agua, sino que también se almacena calor como calor latente de vaporización. Con el fin de generar vapor de agua, la fuente de vapor de agua debe calentarse rápidamente y suministrar una alta velocidad de vaporización de agua durante un periodo de tiempo de al menos aproximadamente 10 minutos, preferentemente, aproximadamente 30 minutos o más. El calor de vaporización almacenado se libera cuando el vapor de agua se condensa. El vapor de agua es un candidato ideal para transferir calor debido a la magnitud de la transferencia de calor por calor latente cuando se condensa, y debido a que el vapor de agua se genera y se puede conseguir fácilmente. En realizaciones ejemplares descritas en el presente documento, el calor para generar el vapor de agua se genera usando una composición térmica exotérmica tal como, por ejemplo, una composición térmica basada en hierro como la desvelada en la Solicitud de Estados Unidos con Número de Serie 11/233916 (publicada como US2007068508). Sin embargo, como entenderá un experto en la materia, pueden utilizarse igualmente otras composiciones de materiales térmicos y/o fuentes de calor y/u otras fuentes de energía para generar calor en la práctica de la invención.

En una realización ejemplar la porción de generación de vapor de agua incluye composición térmica para generar calor y agua disponible para la vaporización. Opcionalmente, pueden combinarse estos componentes.

La porción de regulación de vapor de agua-aire del sistema de calor húmedo tiene múltiples objetos y funciones. La primera función es permitir que entre suficiente aire en la porción de generación de vapor de agua para ayudar a la reacción exotérmica. Es importante proporcionar suficiente aire para ayudar a la reacción exotérmica porque la porción permeable del sistema de suministro de calor portátil se lleva puesta contra el cuerpo. Para vaporizar el agua en la composición exotérmica, la temperatura de la composición puede ser tan alta como aproximadamente 70°C. Sin embargo, debido a que la piel puede quemarse a aproximadamente 43°C, la piel debe protegerse de la composición exotérmica caliente. De este modo, en el presente sistema de suministro de calor húmedo, cuando se genera vapor de agua, sale de la porción de generación de vapor de agua a través/al interior de la porción de regulación de vapor de agua-aire. Cuando el vapor de agua pasa a través de la porción de regulación de vapor de agua-aire, el vapor de agua se mezcla con aire y se distribuye de tal forma que la temperatura del punto de rocío de la mezcla de vapor-aire se reduce a un intervalo de temperatura seleccionado. Para su uso general en humanos, esta es preferentemente una temperatura que no daña la piel ni otro tejido. Tradicionalmente, se considera que aproximadamente 43°C o una temperatura inferior es una temperatura que no quemará la piel. Sin embargo, deberá reconocerse que el contacto de la piel con una fuente de alta temperatura solamente producirá una quemadura si la piel no puede disipar la energía que recibe. De este modo, la transferencia de energía, así como la temperatura, es determinante de la posibilidad de daños al tejido. Generalmente, en una transferencia de calor seco o conductivo se produce una quemadura cuando la temperatura de la piel supera aproximadamente 43°C. Sin embargo, sin desear quedar ligado a teoría alguna, se considera que en el caso del calor húmedo gran parte de la energía se transforma por medio de calor latente de condensación. Por lo tanto, la temperatura de la mezcla de vapor de agua-aire puede ser mucho mayor, por ejemplo, aproximadamente 50°C, y la piel no se quemará si la cantidad de energía transferida por el vapor de agua es insuficiente y/o se transfiere a una velocidad insuficiente para elevar la temperatura de la piel por encima de 43°C y/o se disipa a una velocidad suficiente para mantener la temperatura de la piel a aproximadamente 43°C o una temperatura inferior.

El sistema de la presente invención permite usar temperaturas superiores a aproximadamente 43°C sin dañar el tejido humano. Anteriormente, se pensaba que la temperatura en sí del vapor de agua que sale de un dispositivo de calor húmedo debe reducirse a menos de aproximadamente 50°C según la medición de un termómetro seco o termopar para evitar quemaduras en la piel. Sin embargo, los inventores han descubierto que la posibilidad de daño al tejido y/o transferencia de energía no se refleja de forma fiable en la temperatura medida por un termómetro seco o termopar, sino que más bien está relacionada de forma fiable con la temperatura de punto de rocío del vapor de agua. A diferencia de la temperatura del termómetro seco, la temperatura de punto de rocío está relacionada con la cantidad de vapor de agua en la mezcla de gas. La temperatura de punto de rocío se determina por la proporción de humedad de mezcla de vapor de agua-aire que es el nivel absoluto de humedad en el aire. La relación de la temperatura de punto de rocío y la proporción de humedad es que la temperatura de punto de rocío aumenta a medida que la proporción de humedad aumenta. El contenido de energía de una mezcla de vapor de agua-aire se ve más afectado por la cantidad de vapor de agua (es decir, calor latente almacenado) que por su temperatura del termómetro seco (es decir, calor sensible). Al regular la proporción de vapor de agua-aire, puede que haya una

disminución incidental en la temperatura del termómetro seco de la mezcla de vapor de agua-aire. Sin embargo, no es obligatorio regular la temperatura del termómetro seco de la mezcla de vapor de agua-aire porque la energía obtenida o perdida en un cambio de temperatura es mucho menor que la energía presente como calor latente. De este modo, la cantidad de energía transferida por medio de calor latente puede controlarse regulando la proporción de vapor de agua a aire seco. Dicha proporción puede expresarse como libras de vapor de agua/libra de aire seco o como kg de vapor de agua/kg de aire seco.

Como ilustración de la importancia de regular la temperatura de punto de rocío en lugar de regular puntos de temperatura del termómetro seco, se consideran las condiciones ejemplares A y B en las que las condiciones A y B tienen la misma entalpía o contenido de energía, pero diferentes cantidades de vapor de agua. La condición A es una mezcla de vapor de agua-aire en su punto de saturación (vapor de agua máximo) y tiene una temperatura del termómetro seco de aproximadamente 43,3°C (aproximadamente 110°F). Dado que la mezcla es saturada, la temperatura del termómetro seco y del punto de rocío son iguales. La proporción de vapor de agua-aire en la condición A es aproximadamente 0,06 kg de vapor de agua/kg de aire seco.

La condición B tiene una humedad menor, o menos mezcla de vapor de agua-aire saturada y una proporción de vapor de agua-aire de aproximadamente 0,052 kg de vapor de agua/kg de aire seco. Para tener el mismo contenido de energía que en la condición A, la condición B tiene que estar a una temperatura del termómetro seco mucho mayor (aproximadamente 60°C) que la condición A. La proporción de vapor de agua-aire de aproximadamente 0,052 kg de agua/kg de aire seco de la condición B corresponde a una temperatura de punto de rocío de aproximadamente 40,6 °C. Cuando una mezcla de vapor de agua-aire tal como la de la condición B entra en contacto con la piel no quemará la piel a 60°C ya que la velocidad de transferencia de calor es muy baja. A medida que entre en contacto con la piel, la mezcla de vapor de agua-aire se enfriará y condensará sobre la piel a aproximadamente 40,6°C (aproximadamente 105°F). A medida que se condense la velocidad de transferencia de energía será muy alta, pero no quemará la piel porque su temperatura de condensación o temperatura de punto de rocío es solo 40,6 °C. Por el contrario, la mezcla de vapor de agua-aire de la condición A se condensará sobre la piel a aproximadamente 43,3°C (aproximadamente 110°F) y transferirá rápidamente su contenido de calor latente. Como resultado, la condición A supone un mayor riesgo de causar una quemadura en la piel que la condición B, aunque su temperatura del termómetro seco sea mucho menor que la de la mezcla de vapor de agua-aire en la condición B.

De este modo, a diferencia de la técnica anterior, la presente invención regula la proporción de mezcla de vapor de agua-aire frente a regular la temperatura del termómetro seco de una mezcla de vapor de agua-aire. Regulando la proporción de vapor de agua-aire, la temperatura de condensación o temperatura de punto de rocío se controla. Cuando la proporción de vapor de agua-aire se regula a menos de aproximadamente 0,085 kg de vapor de agua/kg de aire seco la temperatura de punto de rocío es inferior a 50°C. Preferentemente, regular la proporción de vapor de agua-aire a menos de aproximadamente 0,060 kg de vapor de agua/kg de aire seco reducirá la temperatura de punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire a menos de 43°C. Una de las ventajas de controlar la temperatura de punto de rocío de la banda envolvente de calor húmedo es que la termodinámica del sistema proporciona una modulación de temperatura en la que la transferencia de calor latente se modula mediante la temperatura de la piel (es decir, el calor latente se transfiere al punto de rocío. De este modo, la transferencia no se producirá salvo que la temperatura de la piel esté en el punto de rocío del vapor de agua, o por debajo del mismo). Esto es de uso particular para poblaciones en riesgo cuya piel no puede disipar calor igual de bien que la población normal debido a un bajo flujo sanguíneo, un alto contenido de grasa, etc. Controlando la temperatura de punto de rocío a menos de 43° C, pueden evitarse las quemaduras de piel para la población en riesgo skin ya que la transferencia por calor latente se detendrá cuando la temperatura de la piel alcance la temperatura de punto de rocío.

De este modo, para evitar las quemaduras de piel, la cantidad o proporción de vapor de agua a aire seco deberá regularse para que el vapor de agua se condense a una temperatura que no cause daños al tejido. Para la piel humana, no se dañará el tejido si la temperatura de punto de rocío es inferior a aproximadamente 43°C, por ejemplo.

Para aplicaciones en las que se desea una temperatura de punto de rocío más alta, tales como algunas aplicaciones terapéuticas, la proporción de vapor de agua aire puede ser mayor. En estas aplicaciones la temperatura de la piel puede seguir siendo inferior a 43°C ya que los inventores han descubierto con sorpresa que hay un importante aumento de perfusión sanguínea con el uso del sistema de calor húmedo de la presente invención. Opcionalmente, también puede utilizarse una alta temperatura de punto de rocío siempre y cuando el tiempo de contacto de la alta mezcla de vapor de agua-aire con la piel sea breve y/o solo se permita que una porción del vapor de agua se condense en la piel. Un tiempo de contacto breve limita la cantidad de vapor de agua disponible para contactar la piel. Como alternativa, el sistema puede diseñarse de manera que una porción del vapor de agua vaya dirigido a la piel y se permita que una porción del vapor de agua haga escapar el sistema lejos de la piel. El tiempo de contacto y o la cantidad de la mezcla de vapor de agua-aire que se permite que contacte con la piel pueden verse influidos por el diseño de la banda envolvente y por las posiciones de las celdas térmicas en la banda envolvente.

El sistema de suministro de calor húmedo portátil de la presente invención dirige selectivamente vapor de agua. En un sistema concebido para uso humano el agua se dirigiría hacia la piel de un usuario. Para el uso humano el vapor de agua que alcance la piel tendría un punto de rocío a la temperatura de punto de rocío terapéutica deseada de aproximadamente 36°C a aproximadamente 50°C, como alternativa, de aproximadamente 36°C a aproximadamente

45°C, como alternativa, de aproximadamente 36°C a aproximadamente 43°C, como alternativa, de aproximadamente 36°C a aproximadamente 42°C, como alternativa, de aproximadamente 38°C a aproximadamente 42°C y, como alternativa, de aproximadamente 38°C a aproximadamente 40°C. El sistema puede dirigir vapor de agua a diana seleccionada durante un periodo de aproximadamente veinte segundos a aproximadamente ocho (8) horas, como alternativa, de aproximadamente veinte minutos a aproximadamente cinco (5) horas y, como alternativa, de aproximadamente media (1/2) hora a aproximadamente dos (2) horas. Para uso humano, la máxima temperatura de la piel y la cantidad de tiempo de mantener la temperatura de la piel a la máxima temperatura de la piel puede seleccionarse adecuadamente para una persona que necesite dicho tratamiento para que los beneficios terapéuticos deseados se alcancen sin eventos adversos tales como quemaduras en la piel. La porción de regulación de vapor de agua-aire garantiza que una cantidad terapéutica de calor húmedo se suministra a la piel de un usuario sin efectos adversos.

La porción de regulación de vapor de agua-aire del sistema de calor húmedo tiene una capa de mezcla de vapor de agua-aire y una capa de distribución de vapor de agua-aire. Además, dado que una función del regulador de vapor de agua-aire es ajustar la proporción de vapor de agua a aire, la porción de regulación de vapor de agua-aire debe estar en comunicación de fluido pasando la porción de generación de vapor de agua con vapor de agua libremente entre la porción de generación de vapor de agua aire y la porción de regulación de vapor de agua-aire. En una realización ejemplar, la porción de regulación de vapor de agua-aire está junto a la porción de generación de vapor de agua. Además, la porción de regulación de vapor de agua-aire necesita un suministro de aire para conseguir el ajuste de la proporción de vapor de agua-aire pero, como un se desea una proporción o intervalo de proporción específico, es conveniente la regulación del suministro de aire. El suministro de aire se puede regular, por ejemplo, mediante el control de la densidad y/o porosidad de los materiales usados para construir el sistema o, como alternativa, mediante el uso de canales y aberturas en el agua y/o materiales impermeables al aire.

La interfaz entre la porción de regulación de vapor de agua-aire y el usuario final es la superficie de suministro de calor latente. En el caso de aplicaciones humanas ejemplares, sería la superficie del sistema de suministro de calor húmedo que está cerca de la piel humana. En algunas realizaciones esa superficie de suministro de calor latente puede contactar o contactar parcialmente la piel superficie. En otras realizaciones, puede que sea conveniente tener un pequeño espacio de aire entre la superficie de suministro de calor latente y la piel. En el sistema de suministro de calor húmedo el vapor de agua generado se dirige preferentemente hacia la superficie de suministro de calor latente. El agua-vapor puede hacerse pasar por la superficie de suministro de calor latente al usuario, el agua-vapor se puede condensar en la superficie de suministro de calor latente que transfiere la energía térmica latente al usuario o, como alternativa, puede producirse una combinación de condensación de vapor de agua y transferencia de agua-vapor.

Se ha seleccionado la terminología de "superficie" de suministro de calor latente. Sin embargo, no se pretende que la superficie se limite a ninguna forma geométrica particular, e incluye, sin limitación, superficies planas, superficies contorneadas, y superficies irregulares. La superficie de suministro de calor latente puede comprender una capa de material. Opcionalmente, la superficie de suministro de calor latente puede fijarse integralmente a la porción de regulación de vapor de agua-aire, y/o una superficie de una porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire. Como alternativa, la superficie de suministro de calor latente puede formar parte de un envase reutilizable para el sistema, por ejemplo.

Porción de generación de vapor de agua

La porción de generación de vapor de agua de la presente invención contiene al menos una fuente vapor de agua y una fuente de calor. La fuente de vapor de agua puede generar energía y vapor de agua de cualquier número de formas. Ejemplos no limitativos de fuentes de calor incluyen energía química; energía producida por neutralización de ácidos y bases; calor de hidratación de sales inorgánicas; geles recalentables; y energía eléctrica. Las fuentes de vapor de agua pueden combinarse con una fuente de calor. Por ejemplo, una celda térmica exotérmica puede incluir una mezcla de combustible (es decir, fuente de calor) y agua y/o agua contenida en un administrador de agua, como la porción de generación de vapor de agua de un sistema de suministro de calor húmedo. Como alternativa, el agua y el combustible (es decir, fuente de calor) pueden separarse suministrándose el agua desde un embalse o aplicándose a una superficie tal como la piel y contactada después con el calor producido por la fuente de generación de calor. Un ejemplo no limitativo de una porción de generación de vapor de agua útil en la presente invención usa una composición exotérmica que incluye agua en un administrador de agua formado en al menos una célula térmica de generación de vapor de agua. El sistema de suministro de calor húmedo contiene una única celda térmica o una pluralidad de celdas térmicas. Una pluralidad de celdas térmicas es particularmente útil en el sistema de la presente invención. Una pluralidad de celdas térmicas permite sistemas flexibles de diversos tamaños y formas. Además, el uso de una pluralidad de celdas térmicas permite un fácil control de la proporción de la mezcla de vapor de agua-aire para controlar el punto de rocío. Por ejemplo, la temperatura de punto de rocío para un diseño de mezcla y ventilación de agua-vapor fijo puede aumentarse/disminuirse aumentando/disminuyendo el número de celdas térmicas. Por sorpresa, los inventores también descubrieron que la duración del calentamiento y la energía total suministrada pueden controlarse variando el número de celdas térmicas usadas por área de unidad de la porción de generación de vapor de agua. Cuanto mayor sea el número de celdas térmicas por área, mayor será la duración del calentamiento suministrado. Cuanto menor sea el número de celdas térmicas por área, menor será la duración del calentamiento suministrado. En algunas realizaciones puede que sea conveniente utilizar una

combinación de sistemas de suministro de calor húmedo y otros tipos de celdas térmicas tales como celdas térmicas secas.

COMPOSICIÓN EXOTÉRMICA

5 La energía térmica para la generación de vapor de agua se proporciona mediante una celda térmica exotérmica que comprende composiciones exotérmicas en forma de partículas. La composición exotérmica comprende una premezcla en forma de partículas fluida y una solución de salmuera. Las composiciones exotérmicas desveladas en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con Número de Serie 11/233.916 (publicada como US2007068508), son ejemplos de composiciones de combustible exotérmicas adecuadas.

10 Las composiciones exotérmicas en forma de partículas tienen características convenientes y determinadas consideraciones que deben abordarse para conseguir las características convenientes. Por ejemplo, el rendimiento de una celda térmica exotérmica puede verse afectado por el tamaño de partícula de los componentes en forma de partículas de la composición exotérmica de dos maneras principales. En primer lugar, la variación del tamaño de partícula de los componentes en forma de partículas de una composición exotérmica puede conducir a la separación o segregación de las partículas dentro de una composición exotérmica. El tamaño de las partículas afecta
15 directamente a la movilidad de las partículas y los componentes en forma de partículas pueden variar en su movilidad, dando como resultado una separación o segregación de las partículas. Los cambios en la composición exotérmica debidos a la segregación de partículas pueden conducir a un comportamiento de reacción menor que el óptimo o deseado.

20 Las composiciones exotérmicas definidas en el presente documento comprenden componentes en forma de partículas que tienen intervalos de tamaño de partícula medio, de tal forma que las composiciones exotérmicas resistan la separación o segregación de partículas. Sin embargo, se contempla que los componentes en forma de partículas, que tienen intervalos de tamaño de partícula medio por encima o por debajo de los intervalos definidos en el presente documento, son adecuados para su uso en las composiciones exotérmicas definidas en el presente documento.

25 La segunda manera en la que puede verse afectado el comportamiento de celdas térmicas exotérmicas por el tamaño de partícula de los componentes en forma de partículas de la composición exotérmica, es que el tamaño de partícula afecta a la accesibilidad del aire a través de la composición exotérmica en forma de partículas. Para soportar y mantener una reacción exotérmica vigorosa para liberar vapor de agua, la composición exotérmica en forma de partículas debe ser porosa, para permitir el acceso libre de aire a los reactantes de la composición
30 exotérmica en forma de partículas. La composición exotérmica en forma de partículas debe ser porosa, incluso con un contenido de agua inicialmente elevado (para la alta generación de vapor de agua) y permanecer porosa a lo largo de la reacción. Para ser y permanecer porosa, la composición exotérmica en forma de partículas necesita tener un componente de administración de agua eficaz y los tamaños de partícula de los componentes de la composición exotérmica deben presentar un comportamiento de empaquetamiento suelto de partículas. Sin desear quedar ligado
35 a teoría alguna, se cree que la porosidad adecuada y mantener la porosidad es un factor importante en la creación de celdas térmicas que tienen largos periodos de producción térmica (es decir, producción térmica durante aproximadamente 8-24 horas) y en la creación de una composición que tenga un comportamiento consistente y reproducible en una pluralidad de celdas térmicas.

40 En una realización, las celdas térmicas de la presente invención comprenden una composición exotérmica en forma de partículas que proporciona calentamiento fiable y, en consecuencia, una generación de vapor de agua fiable y sustancial durante periodos de tiempo de unos pocos minutos a horas cuando las celdas térmicas se incorporan en los sistemas de suministro de calor húmedo portátiles. La composición exotérmica en forma de partículas ejemplar comprende una composición pre-mezclada en forma de partículas y una solución de salmuera.

45 Los componentes de la composición pre-mezclada en forma de partículas pueden incluir hierro en polvo, carbono, material de gelificación absorbente y agua, componentes que se describen en detalle en lo sucesivo en el presente documento. Los componentes de la solución de salmuera incluyen una sal metálica, agua y, opcionalmente, un inhibidor de gas hidrógeno, tal como tiosulfato sódico. Las composiciones exotérmicas en forma de partículas definidas en el presente documento se preparan generalmente construyendo la composición pre-mezclada en forma de partículas y dosificando rápidamente la pre-mezcla con la solución de salmuera, para dar como resultado la
50 formación de la composición exotérmica.

Para su uso en un dispositivo de calor húmedo, una composición exotérmica en forma de partículas debe tener la capacidad de proporcionar un calentamiento inicial rápido y también proporcionar calor durante un periodo de tiempo prolongado. Los dispositivos de calor exotérmico conocidos en la técnica pueden proporcionar generalmente altos niveles de calor rápidamente, aunque sólo duran unos pocos minutos, o pueden proporcionar calor durante un periodo de tiempo prolongado, aunque pueden tardar hasta 30 minutos en calentarse. La presente invención proporciona calentamiento tanto rápido como prolongado, conseguido en parte mediante la elección de componentes dentro de la composición exotérmica en forma de partículas. A modo de ejemplo no limitativo, modificando el tamaño de partícula del componente, pueden controlarse la velocidad de calentamiento, la duración del calentamiento y la temperatura de la reacción exotérmica.

A modo de ilustración, un procedimiento particular de modificación de la reacción exotérmica implica el uso de hierro en polvo, que tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 200 μm , y un material de gelificación absorbente, que tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 300 μm , en el que la proporción de tamaño de partícula medio de material de gelificación absorbente a hierro en polvo es de 1,5:1. Esta proporción particular de material de gelificación absorbente a hierro en polvo proporciona una composición exotérmica que presenta un calentamiento inicial rápido y generación de vapor de agua, que ha sido difícil de conseguir con las composiciones exotérmicas convencionales. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que los intentos de incorporar un alto nivel de humedad en composiciones exotérmicas convencionales dan como resultado agua en los huecos intersticiales entre partículas, que restringe el flujo de oxígeno y ralentiza la velocidad de calentamiento inicial. Para mantener el agua fuera del volumen de huecos intersticiales entre partículas, a menudo se incorpora un administrador de agua en las composiciones exotérmicas, para absorber el exceso de humedad. Sin embargo, la mayor parte de los administradores de agua, tales como vermiculita, y un material de gelificación absorbente, tienen tamaños de partícula que son significativamente mayores que las partículas de hierro, debido a la práctica común de usar partículas de hierro muy finas, basándose en la creencia de que la reacción de oxidación del hierro está limitada por el área superficial de las partículas de hierro. De esta manera, comúnmente se cree que las partículas de hierro pequeñas aumentan el área superficial del hierro.

Sin embargo, como descubrieron y describieron los inventores en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con Número de Serie 11/233916 (publicada como US2007068508), la porosidad es un factor importante en la velocidad de reacción. De esta forma, la disparidad de tamaño entre las partículas del administrador de agua y el hierro puede promover la segregación de las partículas y un empaquetamiento de partículas apretado, inhibiendo de esta manera la reacción. Por ejemplo, cuando la proporción de tamaño de partícula del administrador de agua a las partículas de hierro es mayor de aproximadamente 7:1, pueden ocurrir el empaquetamiento de partículas apretado y la inhibición de la reacción.

De esta manera, con la presente invención, las composiciones exotérmicas que tienen una proporción particular de tamaño de partícula medio de material de gelificación absorbente a hierro en polvo se utilizan para conseguir el empaquetamiento deseado. La distribución y proporción del tamaño de partícula seleccionado evitan el exceso de agua en el volumen de huecos intersticiales entre partículas, y evitan la segregación de partículas y empaquetamiento con volúmenes de huecos de manera que se consiguen velocidades más rápidas de calentamiento inicial. La proporción de tamaño de partícula medio de material de gelificación absorbente a hierro en polvo en la presente invención es de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:10, como alternativa, de aproximadamente 7:1 a aproximadamente 1:7, como alternativa, de aproximadamente 5:1 a 1:5 y, como alternativa, de aproximadamente 3:1 a 1:3.

HIERRO

Se cree que las composiciones exotérmicas en forma de partículas ejemplares definidas en el presente documento liberan calor tras la oxidación del hierro en polvo. No hay un límite particular para la pureza, clase, tamaño, etc. del hierro en polvo, siempre y cuando pueda usarse para producir generación de calor a través de una reacción de oxidación con agua y aire.

Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención comprenden uno o más componentes de polvo de hierro a concentraciones que varían de aproximadamente el 10% a aproximadamente el 90%, como alternativa, de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 88% y, como alternativa, de aproximadamente el 50% a aproximadamente el 87% en peso de la composición pre-mezclada seca. Adicionalmente, el sistema de la presente invención puede comprender más de aproximadamente 0,1 g de hierro en polvo/cm³ de una celda térmica.

Ejemplos no limitativos de fuentes adecuadas para el hierro en polvo incluyen hierro en polvo colado, hierro en polvo reducido, hierro en polvo electrolítico, hierro en polvo de chatarra, hierro esponjoso, lingotes de hierro, hierro pudelado, diversos aceros, aleaciones de hierro, variedades tratadas de estas fuentes de hierro y combinaciones de las mismas.

El hierro esponjoso es una fuente de hierro en polvo que puede ser particularmente ventajosa, debido a la alta área superficial interna del hierro esponjoso. Como el área superficial interna es varios órdenes de magnitud mayor que el área superficial externa, la reactividad no puede controlarse por el tamaño de partícula. Ejemplos no limitativos de hierro esponjoso disponible en el mercado incluyen M-100 y F-417, que están disponibles en Hoeganaes Corporation, localizada en Nueva Jersey, Estados Unidos.

El hierro en polvo que tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 400 μm , como alternativa, de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 400 μm y, como alternativa, de aproximadamente 150 μm a aproximadamente 300 μm es adecuado para su uso en el presente documento. Otros tamaños también pueden ser adecuados en la medida en que la proporción del tamaño de partícula medio de hierro con respecto al tamaño medio de material de gelificación absorbente es tal que el tamaño y la distribución de partículas proporciona un empaquetamiento de partículas con suficientes volúmenes de huecos para permitir el acceso libre de aire.

El tamaño de partícula medio del hierro en polvo, y de cualquier otro componente en forma de partículas definido en el presente documento, puede determinarse usando un procedimiento de tamizado, tal como el procedimiento desvelado en el Procedimiento ASTM B214. Generalmente, las partículas se tamizan a través de una serie de tamices que consisten en diferentes tamaños, y se mide la fracción en peso de partículas retenidas en cada tamiz. La fracción en peso de las partículas en cada tamiz se usa después para construir una curva de distribución de peso acumulado. La curva de distribución de peso acumulado se construye representando el tamaño de partícula frente al porcentaje en peso añadido acumulativamente de partículas, menos el tamaño de partícula retenido en el siguiente tamiz más grande. Un diámetro medio se determina a partir de la curva de distribución de peso acumulado, definiéndose el diámetro medio como el tamaño de partícula que corresponde al 50% del peso acumulado. Los detalles sobre la construcción de la curva de distribución de peso acumulado se describen en "Methods of Presenting Size Analysis Data" en Particle Size Medición, páginas 153-156, 4ª Edición, Terrence Allen, (1990).

CARBONO

Las composiciones exotérmicas en forma de partículas ejemplares de una realización de la presente invención comprenden uno o más componentes de carbono a concentraciones que varían de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 25%, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 15% y, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 10% en peso de la composición.

Ejemplos no limitativos de carbono adecuado para su uso en el presente documento incluyen carbono activado, carbono no activado y mezclas de los mismos. El componente de carbono tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 25 μm a aproximadamente 200 μm y, como alternativa, de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 100 μm . El carbono activado es particularmente útil. Además, las combinaciones de diversos carbonos también son útiles.

El carbono activado tiene una estructura interna extremadamente porosa, que le proporciona capacidades de adsorción de oxígeno particularmente buenas. De hecho, el carbono activado tiene la capacidad de absorber oxígeno extremadamente bien cuando el carbono activado está húmedo permitiendo, de esta manera, que el carbono activado funcione como un catalizador en la reacción electroquímica. En presencia de un material altamente absorbente de agua, tal como por ejemplo un material de gelificación absorbente, o vermiculita, la disponibilidad de agua para el carbono puede estar restringida. De esta forma, es importante que el carbono activado se pre-humedezca antes de la adición de materiales altamente absorbentes de agua. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que el carbono activado debería pre-humedecerse, debido a su incapacidad para competir eficazmente con el material altamente absorbente de agua, cuando la pre-mezcla en forma de partículas se dosifica con salmuera. Cuando el carbono activado está pre-humedecido, se libera el calor de adsorción, de manera que el agua adsorbida por el carbono activo está en un estado de energía termodinámicamente bajo y, de esta manera, el agua no migra desde el carbono activado al material altamente absorbente de agua. Por lo tanto, el carbono activado permanece húmedo cuando se añade el material altamente absorbente de agua, y es capaz de funcionar como un catalizador para la adsorción de oxígeno.

Además de su comportamiento catalítico, el carbono activado puede ofrecer la ventaja de servir como un administrador de agua auxiliar para la reacción exotérmica y/o adsorber olores tales como aquellos provocados por la oxidación del hierro en polvo.

Ejemplos no limitativos de carbonos adecuados incluyen carbono activado preparado a partir de cáscara de coco, madera, carbón vegetal, huya, carbón de huesos y similares, y combinaciones de los mismos son adecuadas para su uso en el presente documento, aunque aquellos preparados a partir de otras materias primas, tales como productos animales, gas natural, grasas, aceites, resinas y combinaciones de los mismos son útiles también. No hay limitación respecto a las clases de carbono activado usadas. Sin embargo, el carbono activado preferido tiene buenas capacidades de adsorción de oxígeno. Un ejemplo de un carbono activo disponible en el mercado incluye el carbono activado disponible en MeadWestvaco, localizado en Covington, VA, EE. UU.

Adicionalmente, la cantidad de carbono en las composiciones exotérmicas en forma de partículas definidas en el presente documento debería ser mínima, para maximizar el volumen de huecos intersticiales entre partículas. El carbono típicamente es el componente de partículas más finas y el exceso de carbono puede dar como resultado que el carbono rellene el volumen de huecos intersticiales entre partículas, entre las partículas más grandes de los otros materiales. De esta manera, la cantidad de carbono necesario en una composición exotérmica para generar calor húmedo es generalmente mucho menor que el usado en las composiciones exotérmicas convencionales debido al nivel relativamente alto de material de gelificación absorbente usado en el presente documento. Por lo tanto, el carbono en el presente documento se usa principalmente por su actividad catalítica y mínimamente por su propiedad de retención de agua.

Un bajo nivel de carbono pre-humedecido es también altamente deseable para una alta velocidad de fabricación de las celdas térmicas de la presente invención, debido a que un bajo nivel de carbono pre-humedecido posibilita que la pre-mezcla absorba fácilmente la solución de salmuera. Con un alto nivel de carbono, la velocidad de absorción de salmuera es lenta, debido al humedecimiento del carbono. De esta manera, un bajo nivel de carbono pre-humedecido aumenta significativamente la velocidad de fabricación de las celdas térmicas definidas en el presente

documento.

MATERIAL DE GELIFICACIÓN ABSORBENTE

5 Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención comprenden uno o más materiales de gelificación absorbentes, a concentraciones que varían de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 25%, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 15% y, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 10% en peso de la composición.

10 El material de gelificación absorbente ("MGA") adecuado para su uso en el presente documento posibilita la retención de agua física o químicamente dentro de las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención. En particular, el material de gelificación absorbente sirve para las funciones de almacenar agua para su liberación y liberar el agua de forma controlada. Después del calentamiento, se libera agua almacenada del MGA y se convierte en vapor de agua absorbiendo calor, almacenando así energía térmica como calor latente de vaporización en el vapor de agua. Adicionalmente, una porción del agua almacenada puede utilizarse para mantener el nivel de humedad de carbono activado. Almacenando el exceso de agua en el MGA en lugar de en el volumen de huecos intersticiales entre partículas, la composición exotérmica en la celda térmica es capaz de oxidar rápidamente el hierro y generar una temperatura interna suficientemente alta para producir vapor de agua, generado a partir del agua almacenada en el MGA. Debido a la alta capacidad de retención de agua del MGA, la composición exotérmica en las celdas térmicas permanece altamente reactiva durante un periodo de tiempo prolongado. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se considera que el MGA puede evitar o impedir que agua líquida entre y/o se mantenga en los huecos intersticiales de los compuestos exotérmicos en forma de partículas, facilitando así la prevención de "inundación" de la composición exotérmica.

25 Ejemplos no limitativos de materiales de gelificación absorbentes adecuados incluyen aquellos materiales de gelificación absorbentes que tienen propiedades de absorción de fluidos y pueden formar hidrogeles tras el contacto con agua. Un ejemplo de dicho material de gelificación absorbente es el material de gelificación absorbente, formador de hidrogel, que está basado en un poliácido, por ejemplo, ácido poliacrílico. Los materiales poliméricos formadores de hidrogel de este tipo son aquellos que, tras el contacto con líquidos tales como agua, embeben dichos fluidos y, de esta manera, forman el hidrogel. Estos materiales de gelificación absorbentes particularmente útiles generalmente comprenden materiales poliméricos formadores de hidrogel, parcialmente neutralizados, ligeramente reticulados, sustancialmente insolubles en agua, preparados a partir de monómeros que contienen ácido, insaturados, polimerizables. En dichos materiales, el componente polimérico formado a partir de los monómeros que contienen ácido, insaturados, puede comprender todo el agente de gelificación o puede injertarse en otros tipos de restos poliméricos, tales como almidón o celulosa. Los materiales de almidón injertado con ácido acrílico son de este último tipo. De esta manera, los materiales de gelificación absorbentes adecuados y específicos incluyen almidón injertado con acrilonitrilo hidrolizado, almidón injertado con ácido acrílico, poliacrilato, copolímero basado en anhídrido maleico y combinaciones de los mismos. Los poliacrilatos y materiales de almidón injertado con ácido acrílico son particularmente útiles. Ejemplos no limitativos de poliacrilatos disponibles en el mercado incluyen aquellos poliacrilatos que están disponibles en Nippon Shokubai, localizada en Chatanooga, TN, EE. UU.

40 El material de gelificación absorbente tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 300 μm a aproximadamente 800 μm , como alternativa, de aproximadamente 400 μm a aproximadamente 800 μm y, como alternativa, de aproximadamente 500 μm a aproximadamente 800 μm . Se ha demostrado que los materiales de gelificación absorbentes que tienen un tamaño de partícula medio de 300 μm o mayor contribuyen con efectos de segregación de partículas mínimos o inexistentes. La reducción de los efectos de segregación proporciona una mejora en el mantenimiento de la temperatura, de manera que los beneficios térmicos terapéuticos deseados se consiguen sin acontecimientos adversos, tales como quemaduras cutáneas. La reducción de los efectos de segregación permite también la producción a alta velocidad de dispositivos de suministro de calor portátiles, que comprenden una pluralidad de celdas térmicas y que proporcionan hasta cuatro horas de calor húmedo terapéutico.

50 Como se ha descrito anteriormente, las composiciones exotérmicas en forma de partículas definidas en el presente documento tienen proporciones particulares de tamaño de partícula medio de material de gelificación absorbente a hierro en polvo. Se ha descubierto que las composiciones exotérmicas que comprenden las proporciones de tamaño de partícula medio seleccionadas y definidas de estos componentes presentan efectos de segregación mínimos o inexistentes, que dan como resultado composiciones exotérmicas que satisfacen el comportamiento térmico pretendido para los beneficios de calor húmedo terapéutico deseado.

55 Además del material de gelificación absorbente, las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención pueden comprender, opcionalmente, otros materiales de retención de agua que tienen función capilar y/o propiedades hidrófilas. Estos materiales de retención de agua opcionales pueden incluirse en las composiciones exotérmicas en forma de partículas a concentraciones que varían de aproximadamente el 0,1% a aproximadamente el 25%, como alternativa, de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 20% y, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 15% en peso de la composición. Ejemplos no limitativos de dichos materiales de retención de agua opcionales incluyen vermiculita, silicatos porosos, madera en polvo, harina de madera, algodón, papel, materia vegetal, sales de carboximetilcelulosa, sales inorgánicas y combinaciones de las mismas. El material de gelificación absorbente y los materiales de retención de agua

60

opcionales se describen adicionalmente en las Patentes de Estados Unidos N° 5.918.590 y 5.984.995.

SAL METÁLICA

5 La composición exotérmica en forma de partículas de la presente invención comprende una o más sales metálicas a concentraciones que varían de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 10%, como alternativa, de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 7% y, como alternativa, de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 5% en peso de la composición.

10 Ejemplos no limitativos de sales metálicas adecuadas para su uso en el presente documento incluyen aquellas sales metálicas que sirven como un promotor de la reacción para activar la superficie del hierro en polvo, para facilitar la reacción de oxidación con aire y proporcionar conducción eléctrica a la composición exotérmica, para mantener la reacción de corrosión (es decir, oxidativa). En general, existen diversas sales adecuadas de metal alcalino, alcalino-térreo y de transición, que pueden usarse solas o en combinación, para mantener la reacción de corrosión del hierro.

15 Ejemplos no limitativos de sales metálicas adecuadas incluyen sulfatos, cloruros, sales de carbonato, sales de acetato, nitratos, nitritos y combinaciones de las mismas. Ejemplos no limitativos específicos de sulfatos incluyen sulfato férrico, sulfato potásico, sulfato sódico, sulfato de manganeso, sulfato de magnesio y combinaciones de los mismos. Ejemplos no limitativos específicos de cloruros incluyen cloruro cúprico, cloruro potásico, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro de manganeso, cloruro de magnesio, cloruro cuproso y combinaciones de los mismos. El cloruro cúprico, cloruro sódico y mezclas de los mismos son sales metálicas particularmente útiles. Un ejemplo de un cloruro sódico disponible en el mercado incluye el cloruro sódico disponible en Morton Salt, localizada en Chicago, Illinois (EE. UU.).

20 AGUA

25 Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención comprenden agua a concentraciones que varían de aproximadamente 1% a aproximadamente 50%, como alternativa, de aproximadamente 1% a aproximadamente 35%, y como alternativa, de aproximadamente 5% a aproximadamente 33%, en peso de la composición. El agua adecuada para su uso en el presente documento puede ser de cualquier fuente apropiada, incluyendo los ejemplos no limitativos de la misma agua corriente, agua destilada, agua desionizada o cualquier mezcla de las mismas.

30 Se sabe que el rendimiento térmico de las celdas térmicas exotérmicas es altamente sensible al nivel de humedad con una pequeña cantidad de agua dando solo un corto tiempo de reacción y demasiada agua reduciendo la velocidad de calentamiento deseada y/o "inundando" la celda térmica y terminando la reacción. En un dispositivo que genera calor húmedo, el desafío es aún mayor ya que se necesita un suministro de agua para crear el vapor de agua de calor húmedo. Se ha descubierto, sin embargo, que las composiciones exotérmicas en forma de partículas con espacios intersticiales formados por la selección del tamaño y la distribución del tamaño de las partículas de hierro y MGA de la presente invención no sólo proporcionan celdas térmicas que son altamente eficaces para generar altas cantidades de vapor de agua, que superan los 0,25 gramos de vapor de agua por celda durante el transcurso de la reacción, sino que también proporcionan celdas térmicas que tienen tiempos de calentamiento inicial rápidos, para conseguir las temperatura deseadas rápidamente. Esto se consigue incorporando una proporción en peso suficiente de agua a material de gelificación absorbente, de manera que las composiciones exotérmicas en forma de partículas tengan una retención de agua interna alta (preferentemente con el MGA actuando como depósito principal) y altos volúmenes de huecos intersticiales entre partículas. Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención comprenden una proporción en peso de agua a material de gelificación absorbente de aproximadamente 3:1 a aproximadamente 9:1 y, como alternativa, de aproximadamente 4:1 a aproximadamente 7:1 en peso de la composición exotérmica.

40 Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención pueden comprender un alto nivel de agua y también construirse a niveles de peso de celda más bajos que en las celdas térmicas actuales. Por lo tanto, las composiciones exotérmicas de la presente invención se utilizan más eficazmente con una alta concentración de agua, y se necesita una composición menos exotérmica para conseguir la cantidad y duración deseada de generación de vapor de agua.

COMPONENTES OPCIONALES

50 Las composiciones exotérmicas de la presente invención pueden comprender, adicionalmente, uno o más componentes opcionales conocidos o eficaces de otra manera para su uso en composiciones exotérmicas, con la condición de que los componentes opcionales sean física y químicamente compatibles con los componentes composicionales descritos anteriormente en el presente documento, o no afecten indebidamente de otra manera a la estabilidad, la estética o el rendimiento del producto.

55 Los componentes opcionales adecuados para su uso en el presente documento incluyen materiales tales como adyuvantes de aglomeración, para la aglomeración de partículas, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos jarabe de maíz, jarabe de maltitol, jarabe de sorbitol de cristalización y jarabe de sorbitol amorfo; aglutinantes secos, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos celulosa microcristalina, celulosa microfina, maltodextrina, lactosa

5 pulverizada, sacarosa y dextrina co-cristalizadas, dextrosa modificada, manitol, almidón pre-gelatinizado, fosfato dicálcico y carbonato cálcico; potenciadores de la reacción de oxidación, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos cromo elemental, manganeso, cobre y compuestos que comprenden dichos elementos; inhibidores de gas hidrógeno, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos compuestos alcalinos orgánicos e inorgánicos, y sales de ácidos débilmente alcalinos, incluyendo ejemplos no limitativos específicos de los mismos tiosulfato sódico, sulfito sódico, hidróxido sódico, hidróxido potásico, hidrogenocarbonato sódico, carbonato sódico, hidróxido cálcico, carbonato cálcico y propionato sódico; cargas, incluyendo ejemplos no limitativos de las mismas fragmentos celulósicos naturales, incluyendo polvo de madera, borra de algodón y celulosa, fibras sintéticas en forma fragmentaria, incluyendo fibras de poliéster, resinas sintéticas espumadas, tales como poliestireno y poliuretano
10 espumadas, compuestos inorgánicos, incluyendo sílice en polvo, gel de sílice poroso, sulfato de sodio, sulfato de bario, óxidos de hierro y alúmina; agentes anti-apelmazantes, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos fosfato tricálcico y silicoaluminato sódico; y mezclas de los mismos.

15 Dichos componentes también incluyen espesantes, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos, almidón de maíz, almidón de patata, carboximetilcelulosa y almidón alfa; y tensioactivos, incluyendo los ejemplos no limitativos de los mismos tensioactivos aniónicos, catiónicos, no iónicos zwitteriónicos y anfóteros. Pueden incluirse otros componentes opcionales más dentro de las composiciones o sistemas del presente documento, según sea apropiado, incluyendo agentes diluyentes, incluyendo los ejemplos no limitantes de los mismos metasilicatos, zirconio, cerámicos y mezclas de los mismos. Los componentes opcionales pueden incluirse en las composiciones exotérmicas en forma de partículas a concentraciones que varían de aproximadamente el 0,01% a aproximadamente el 35% y, como alternativa, de aproximadamente el 0,1% a aproximadamente el 30% en peso de la composición.

20 El oxígeno es necesario para que ocurra la reacción de oxidación. Sin embargo, en las realizaciones ejemplares presentadas en el presente documento no es necesaria una fuente de oxígeno interno. Opcionalmente, en otras realizaciones dentro del ámbito de esta invención, puede incorporarse material químico productor de oxígeno en la composición exotérmica en forma de partículas en el momento de la preparación de la misma. Ejemplos no limitativos de fuentes de oxígeno adecuadas para su uso con la presente invención incluyen aire y oxígeno preparado artificialmente de diversas purezas. El aire es particularmente útil debido a que es práctico y económico.

CELDAS TÉRMICAS

30 Las celdas térmicas de la porción de generación de vapor de agua de la presente invención pueden comprender composiciones exotérmicas en forma de partículas que utilizan un sistema de reacción de oxidación de hierro exotérmico para proporcionar una fuente de vapor de agua. Una celda térmica compuesta por una composición exotérmica en forma de partículas y usada como una fuente de vapor de agua para suministrar calor húmedo debe tener una composición exotérmica en forma de partículas capaz de permanecer altamente reactiva, incluso con un alto contenido de agua. Un alto contenido de agua proporciona una alta velocidad de generación de vapor de agua durante un periodo de tiempo prolongado. La composición exotérmica en forma de partículas proporciona una generación de vapor de agua rápida cuando se incorpora en una porción de generación de vapor de agua de los sistemas de suministro de calor portátiles. La porción de generación de vapor de agua está en comunicación con la porción de regulación de vapor de agua-aire que ajusta el punto de rocío del vapor de agua a una temperatura preseleccionada regulando la proporción de vapor de agua y aire en la mezcla de vapor de agua aire. Para el uso humano, la temperatura de punto de rocío preseleccionada es preferentemente la que no dañará el tejido humano.

35 Las composiciones exotérmicas de la presente invención son composiciones exotérmicas en forma de partículas. Como se usa en el presente documento, "en forma de partículas" se refiere a partículas diferentes contenidas dentro de las composiciones. Las composiciones exotérmicas en forma de partículas definidas en el presente documento contienen partículas diferentes, en las que cada partícula tiene un tamaño de partícula medio que varía de aproximadamente 25 μm a aproximadamente 800 μm . Se prefiere un intervalo de tamaño de partículas para obtener una composición con espacio de poros intersticiales.

40 En una realización ejemplar, una composición exotérmica se prepara preparando una premezcla de hierro carbono humedecido y MGA que se trata posteriormente con una solución de salmuera. En una realización ejemplar la composición comprende de aproximadamente 10% a aproximadamente 90% en peso de hierro en polvo; de aproximadamente 1% a aproximadamente 25% en peso de un carbono seleccionado del grupo que consiste en carbono activado, carbono no activado, y mezclas de los mismos; de aproximadamente 1% a aproximadamente 25% o, como alternativa, aproximadamente 2% a aproximadamente 12% en peso de un material de gelificación absorbente; y de aproximadamente 1% a aproximadamente 50%, como alternativa, de aproximadamente 1% a aproximadamente 35% o, como alternativa, de aproximadamente 15% a aproximadamente 35% en peso de agua.
55 Una única celda térmica ejemplar de la presente invención puede comprender de aproximadamente 0,4 g de premezcla por celda a aproximadamente 2,5 g de pre-mezcla por celda, y de aproximadamente 0,4 g solución de salmuera por celda a aproximadamente 1,5 g de solución de salmuera por celda. Una celda térmica de la presente invención puede comprender un peso de celda total, por celda, de aproximadamente 0,8 g a aproximadamente 10,0 g, como alternativa, de aproximadamente 1,5 g a aproximadamente 3,5 g y, como alternativa, de aproximadamente 2,5 g, a aproximadamente 3,0 g. En una realización ejemplar de un sistema de suministro de calor húmedo puede utilizarse una pluralidad de celdas térmicas para construir un sistema.

Como se ha descrito anteriormente, la selección del tamaño de partícula de los componentes en forma de partículas particularmente el hierro y el MGA de las composiciones exotérmicas es importante para minimizar la separación o segregación de partículas dentro de una composición exotérmica. El tamaño de partícula afecta directamente a la movilidad de las partículas y los componentes en forma de partículas pueden variar en su movilidad, dando como resultado una separación o segregación de las partículas. Las composiciones exotérmicas definidas en el presente documento comprenden preferentemente componentes en forma de partículas que tienen intervalos de tamaño de partícula medio definidos para que las composiciones exotérmicas resistan la separación o segregación de partículas. Se contempla, sin embargo, que los componentes en forma de partículas que tienen intervalos de tamaño de partícula medios por encima o debajo de los intervalos definidos en el presente documento sean adecuados para su uso en las composiciones exotérmicas definidas en el presente documento.

Las celdas térmicas de la presente invención son pequeñas comparadas con la mayoría de las celdas térmicas convencionales, ya que la selección del tamaño de partícula minimiza la necesidad de niveles en exceso de composición exotérmica para compensar los efectos de la segregación de partículas. Como se ha descrito anteriormente, los efectos de la segregación de partículas están reducidos en la composición exotérmica en forma de partículas de la presente invención usando hierro en polvo, en una proporción particular, con el material de gelificación absorbente. Asimismo, sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que la velocidad de reacción oxidativa de dichas composiciones exotérmicas está controlada por la porosidad de la composición exotérmica. La accesibilidad del oxígeno a través de la composición exotérmica en forma de partículas está afectada por el comportamiento de empaquetamiento de las partículas, es decir, el volumen de huecos intersticiales, y por la cantidad de agua presente en la composición exotérmica. El comportamiento del empaquetamiento de las partículas se determina al menos en parte por el tamaño relativo de las partículas y la distribución de tamaños de las partículas.

De acuerdo con la invención, la celda térmica está formada en una estructura unificada que comprende, al menos, dos superficies opuestas, preferentemente una superficie sustancialmente no permeable al aire y no permeable a la humedad, tal como un material de sustrato de capa laminar, y una superficie aireada que es altamente permeable al aire y permeable a la humedad, tal como un material no tejido polimérico. Para dirigir el vapor de agua hacia la piel, el lado permeable al aire y la humedad de la celda térmica se dispone hacia el lado orientado hacia el lado de la superficie de suministro de calor latente del sistema de suministro de calor húmedo. La superficie permeable al aire y la humedad se interpone entre la celda térmica y la porción de regulación de vapor de agua-aire del sistema de suministro de calor húmedo y la porción de regulación de vapor de agua-aire se interpone entre la celda térmica y la superficie de suministro de calor latente. La superficie sustancialmente no permeable al aire puede ser la superficie externa u orientarse cerca de la superficie externa.

Una generación de calentamiento y vapor de agua uniforme se proporciona usando una pluralidad de celdas térmicas. Usando una pluralidad de celdas térmicas, el tamaño de una celda térmica individual puede reducirse. El tamaño relativamente pequeño de las celdas térmicas y su espaciado en el sistema de la presente invención posibilita un flujo de aire uniforme a las celdas térmicas. Además, el vapor de agua generado puede controlarse por el número de celdas térmicas usadas y su espaciado. A modo de ejemplo no limitativo, en una realización ejemplar, en dos sistemas de suministro de calor portátiles, del mismo tamaño (por ejemplo, iguales en todos los aspectos excepto en el número de celdas térmicas y el espaciado entre las celdas térmicas), un sistema fabricado con 24 celdas térmicas tiene una velocidad de generación de vapor de agua que es dos veces menor que la velocidad de generación de vapor de agua del sistema fabricado con 12 celdas térmicas, aunque dura cuatro veces más. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que la relación no lineal entre la generación de vapor de agua y la duración se debe al área superficial fija del sistema que es accesible al aire. De esta manera, la velocidad de reacción, la velocidad de generación de vapor de agua y la duración de la generación de calor pueden controlarse por el número de celdas térmicas usadas y su espaciado dentro de un área dada.

LA SUPERFICIE AIREADA

La superficie aireada de las celdas térmicas (por ejemplo, "superficie de celda térmica aireada") puede servir para la doble función de proporcionar aire a la composición exotérmica en forma de partículas en la porción de generación de vapor de agua, y evitar que la composición exotérmica en forma de partículas se fugue de la celda térmica, así como la formación de la capa de mezcla de vapor de agua y aire como porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire. La superficie aireada afecta a la regulación de la mezcla de vapor de agua y aire, particularmente cuando el sistema se usa en una orientación vertical contra la piel cuando la superficie aireada se orienta hacia la piel en una realización ejemplar. La variación de la superficie orientada hacia la piel aireada puede usarse, de esta manera, para regular la cantidad de aire mezclado con el vapor de agua generado, para ayudar a reducir la temperatura del punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire. Sin embargo, debido a su alta permeabilidad al aire, la superficie aireada no tiene un efecto limitativo sobre la velocidad de reacción ni, particularmente, sobre la velocidad de generación de vapor de agua del sistema.

La superficie de celda térmica aireada puede formarse de un material SMMS (hilado-soplado en estado fundido-soplado en estado fundido-hilado), un material SMS (hilado-soplado en estado fundido-hilado), un material hilado, un material soplado en estado fundido, una malla, tela o combinaciones de los mismos que pueden variar en el peso base de aproximadamente 15 gsm (gramos por metro cuadrado) a aproximadamente 90 gsm y, como alternativa, de

aproximadamente 15 gsm a aproximadamente 76 gsm. En un material SMMS las capas "S" en la estructura proporcionan resistencia y permiten la entrada de aire, mientras que las dos capas "M" están fabricadas de filamentos de denier mucho más fino, que funcionan para evitar que las partículas de carbono más pequeñas se fuguen de las celdas. Ejemplos no limitativos de materiales adecuados usados para una capa de SMMS pueden incluir polipropileno, polietileno, poliéster u otros materiales poliméricos adecuados conocidos por los expertos en la materia.

La superficie de celda térmica aireada tiene una permeabilidad al aire mayor de aproximadamente $25\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ y puede tener una velocidad de transmisión de vapor húmedo mayor de aproximadamente $5.000\text{ g/m}^2/24\text{ h}$. La superficie aireada puede tener un espesor de aproximadamente 0,05 mm a aproximadamente 1 mm, como alternativa, de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 0,8 mm y, como alternativa, de aproximadamente 0,4 mm.

LA SUPERFICIE OPUESTA DE LA CELDA TÉRMICA

La superficie opuesta no permeable o semipermeable al aire /no permeable o semipermeable a la humedad de la celda térmica puede fabricarse de películas o películas laminadas hasta telas no tejidas para formar un sustrato de capa pelicular. En general, las películas adecuadas son aquellas que tienen una hermeticidad térmica y son capaces de poder fundirse térmicamente de forma fácil. Los materiales no tejidos, si se usan, proporcionan soporte e intensidad a los sustratos de capa pelicular. Ejemplos no limitativos de películas adecuadas incluyen polietileno, polipropileno, nylon, poliéster, policloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, policloruro de vinilideno, poliuretano, poliestireno, copolímero de etileno-acetato de vinilo saponificado, copolímero de etileno-acetato de vinilo, goma natural, goma regenerada y goma sintética, y combinaciones de los mismos. El sustrato de capa pelicular tiene un espesor de un intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente $300\ \mu\text{m}$, y puede ser no permeable o semipermeable al aire y no permeable o semipermeable a la humedad. Para una tela no tejida, si se usa, son adecuadas aquellas que tienen propiedades características preferidas de peso ligero y alta resistencia a tracción, por ejemplo, nylon, rayón, éster de celulosa, derivados de polivinilo, poliolefinas, poliamidas o poliésteres.

Un ejemplo no limitativo de un material no tejido preferido es una estructura laminada SMMS de aproximadamente 15 gsm a aproximadamente 100 gsm (gramos por metro cuadrado) de peso base. Dichos materiales no tejidos se describen, en general, en Riedel "Nonwoven Bonding Methods and Materials", Nonwoven Word, (1987). Un ejemplo de una lámina no tejida disponible en el mercado es el material número W502FWH, que está disponible en el mercado en FQN (First Quality Nonwoven), localizada en Haxle Township, PA, EE. UU.

Ejemplos no limitativos de sustratos de capa pelicular útiles incluyen láminas no tejidas de polipropileno laminadas a una película de poli(etileno-acetato de vinilo) o polietileno de baja densidad (LDPE), que tienen un espesor de aproximadamente $5\ \mu\text{m}$ a aproximadamente $100\ \mu\text{m}$. Un ejemplo de una película de polipropileno/acetato de etilenvinilo (PP/EVA) disponible en el mercado es el material número DH245, que está disponible en el mercado en Clopay Plastics y Cincinnati, OH EE. UU.

La celda térmica puede formarse uniendo superficies opuestas del material de la superficie aireada y la película no permeable/semipermeable juntas alrededor de su periferia, formando de esta manera una bolsa, envoltura o cavidad. Las cavidades pueden fabricarse también en el sustrato no permeable/semipermeable al aire y no permeable/semipermeable a la humedad por vacío, termoformado, estampado mecánico, estampado al vacío u otros medios aceptables. Para su uso en el presente documento, se prefiere el termoformado, que se describe en "Thermoforming", The Wiley Encyclopedia of Packaging Techonogy, pgs. 668-675 (1986), Mrilyn Bakker, Ed.

Cuando se carga con una composición exotérmica en forma de partículas, cada celda térmica tiene un volumen de carga, un volumen de huecos y un volumen de celda. El volumen de carga, como se usa en el presente documento, significa el volumen de la composición en forma de partículas en la celda térmica cargada. El volumen de huecos, como se usa en el presente documento, significa el volumen de la celda que queda sin cargar con la composición en forma de partículas en una celda térmica acabada, medido sin presión diferencial en la celda térmica, y sin estiramiento o deformación adicional de los materiales de sustrato. El volumen de celda como se usa en el presente documento significa el volumen de carga más el volumen de huecos de la celda térmica. La proporción del volumen de carga al volumen de celda es aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,0, como alternativa, de aproximadamente 0,75 a aproximadamente 1,0, más alternativamente de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,0, como alternativa, de aproximadamente 0,85 a aproximadamente 1,0 y, como alternativa, de aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,0.

Una celda térmica puede medirse también en términos de altura o espesor de la celda térmica en el punto de mayor espesor. En una realización ejemplar el espesor de las celdas térmicas en el punto de mayor espesor es de más de aproximadamente 0,2 cm (centímetros) a aproximadamente 1,0 cm, preferentemente de más de aproximadamente 0,3 cm a aproximadamente 0,9 cm, como alternativa, de aproximadamente 0,4 cm a aproximadamente 0,8 cm y, como alternativa, de aproximadamente 0,5 cm a aproximadamente 0,7 cm.

La celda térmica resultante puede tener cualquier forma geométrica, por ejemplo, disco, triángulo, pirámide, cono, esfera, cuadrado, cubo, rectángulo, paralelepípedo rectangular, cilindro, elipse y similares. La forma de la celda

térmica puede ser de geometría alargada, con el eje mayor paralelo a los sustratos, que tiene una altura de aproximadamente 0,2 cm a aproximadamente 5 cm, como alternativa de mayor de aproximadamente 0,5 cm a aproximadamente 1 cm, una anchura de aproximadamente 0,2 cm a aproximadamente 20 cm, como alternativa, de aproximadamente 5 cm a aproximadamente 10 cm y una longitud de aproximadamente 1 cm a aproximadamente 20 cm, como alternativa, de aproximadamente 5 cm a aproximadamente 10 cm, dando como resultado un volumen de celda de aproximadamente 0,04 cm³ a aproximadamente 30cm³ y, como alternativa, de aproximadamente 1.25 cm³ a 3 aproximadamente 10 cm.

Como alternativa, la forma puede ser una geometría con forma de disco que tiene un diámetro de celda de aproximadamente 0,2 cm a aproximadamente 5 cm, de aproximadamente 1 cm a aproximadamente 4 cm, como alternativa, de aproximadamente 2 cm a aproximadamente 3 cm y una altura de aproximadamente 0,2 cm a aproximadamente 1 cm, como alternativa, de aproximadamente 0,3 cm a aproximadamente 0,9 cm, como alternativa, de aproximadamente 0,4 cm a aproximadamente 0,8 cm y, como alternativa, de aproximadamente 0,5 cm a aproximadamente 0,7 cm, dando como resultado un volumen de celda de aproximadamente 0,0045 cm³ a aproximadamente 20 cm³, como alternativa de 0,2 cm³ a aproximadamente 1 cm³.

La celda térmica puede tener una área superficial, vista en planta, por celda, de aproximadamente 0,03 cm² a aproximadamente 20 cm², como alternativa, de aproximadamente 0,1 cm² a aproximadamente 20 cm² y, como alternativa, de aproximadamente 1 cm² a aproximadamente 20 cm². Las celdas térmicas con esta área por celda se incorporan fácilmente en dispositivos flexibles, lo que proporciona una adaptabilidad mejorada a las formas del cuerpo; proporcionan un calor regular y uniforme a un área diana; y mejoran la comodidad del usuario.

La celda térmica puede tener un peso de pre-mezcla de aproximadamente 0,4 g de pre-mezcla por celda a aproximadamente 2,5 g de pre-mezcla por celda, como alternativa, de aproximadamente 1,0 g de pre-mezcla por celda a aproximadamente 2,4 g de pre-mezcla por celda y, como alternativa, de aproximadamente 1,5 g de pre-mezcla por celda a aproximadamente 2,3 g de pre-mezcla por celda. Las celdas térmicas con este peso de pre-mezcla por celda se incorporan también fácilmente en dispositivos y sistemas flexibles, lo que proporciona una adaptabilidad mejorada a las formas del cuerpo; proporcionan un calor regular y uniforme a un área diana y mejoran la comodidad del usuario.

De acuerdo con la invención, el sistema de calor húmedo usa una pluralidad de celdas térmicas. Todas las celdas térmicas pueden ser generadoras de calor húmedo o un componente de un generador de calor húmedo o, como alternativa, una parte de las celdas térmicas pueden ser generadores de calor húmedo o un componente de generadores de calor húmedo usados en combinación con celdas térmicas secas.

En una banda envolvente de calor húmedo ejemplar que comprende uno o más sistemas de suministro de calor húmedo en los que la fuente de vapor de agua se incorpora en celdas térmicas, la fuente de vapor de agua puede comprender un área plana de aproximadamente 25% a aproximadamente 90%, como alternativa, de aproximadamente 25% a aproximadamente 75%, y, como alternativa, de aproximadamente 25% a aproximadamente 60% del área plana total de la banda envolvente.

PORCIÓN DE REGULACIÓN DE VAPOR DE AGUA-AIRE

El sistema de suministro de calor húmedo de la presente invención contiene una porción de generación de vapor de agua como se ha descrito anteriormente. La porción de generación de vapor de agua dirige de manera preferentemente selectiva vapor de agua hacia la porción de regulación de agua-aire. Como se ha descrito anteriormente en una realización ejemplar esto puede conseguirse usando una película permeable sobre un lado del dispositivo de generación de vapor de agua una película impermeable sobre el otro lado del dispositivo de generación de vapor de agua. La porción de regulación de vapor de agua-aire proporciona un ajuste de la temperatura de punto de rocío. La porción de generación de vapor de agua está en comunicación de fluido con la porción de regulación de vapor de agua-aire y reduce la temperatura de punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire que sale del sistema a una temperatura segura para el suministro de calor latente al usuario diana. En las realizaciones descritas en el presente documento la comunicación de fluido se consigue mediante un material permeable tal como una película u otro material permeable. Sin embargo, como entenderá un experto en la materia, también pueden ser adecuadas otras disposiciones que permitan la comunicación de fluido tales como, por ejemplo, canales o aberturas para facilitar la comunicación de fluido.

Opcionalmente, la porción de regulación de vapor de agua-aire puede orientar vapor de agua generado por la porción de generación de vapor de agua hacia la superficie de suministro de calor latente y, por último, el usuario diana. En el caso de aplicaciones humanas terapéuticas y de belleza esto significa hacia una superficie del cuerpo del usuario. Es preferible que la superficie de suministro de calor latente pueda sujetarse cómodamente contra la piel o, como alternativa, sujetarse muy cerca de la piel con una cantidad controlada y preseleccionada de espacio entre la superficie y la piel. En consecuencia, el sistema de suministro de calor húmedo puede quedarse en su lugar adhiriéndose adhesivamente a la piel o, como alternativa, colocarse en un envase tal como, por ejemplo, una cavidad, una banda envolvente, o un dispositivo contorneado que se quede en su lugar al menos parcialmente adaptándose a un contorno de la superficie del cuerpo. El envase puede mantener la porción de generación de vapor de agua y/o la porción de regulación de vapor de agua-aire en su lugar contra la parte del cuerpo deseada. En

una realización ejemplar la porción de regulación de vapor de agua-aire o, como alternativa, una porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire está incluida en la estructura del envase. El envase puede ser un envase desechable de un solo uso o un envase reutilizable. El envase puede mantenerse en su lugar mediante cualquiera de una variedad de medios conocidos en la técnica incluyendo, sin limitación, adhesivos, broches, lazos, piezas que engranan, botones, broches o combinaciones de los mismos.

En una realización ejemplar, la porción de regulación de vapor de agua-aire puede comprender al menos una capa de mezcla de vapor de agua-aire y al menos una capa de distribución de vapor de agua-aire. Las capas se disponen de manera que el vapor de agua y el aire puedan pasar entre las capas y la porción de generación de vapor de agua. La porción de regulación de vapor de agua-aire también puede facilitar un fluido regular de aire dentro, y vapor de agua fuera, de la porción de generación de vapor de agua, particularmente cuando el sistema se usa de una manera que comprime el sistema. Para minimizar el efecto de compresión, es conveniente usar una capa de mezcla de vapor de agua que sea resistente a la compresión. Un ejemplo de dicho material es un material no tejido punzonado por agujas. La porción de regulación de vapor de agua-aire puede comprender también una o más superficies de suministro de calor latente. La superficie de suministro de calor latente puede ser una superficie en sí de una porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire o, como alternativa, comprender una capa o capas de material.

La permeabilidad al aire de la porción de regulación de vapor de agua-aire que comprende la capa de mezcla vapor de agua-aire, la capa de distribución de vapor de agua-aire y la superficie de suministro de calor latente, es de aproximadamente de $25 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ a aproximadamente $8000 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$, como alternativa, de aproximadamente $300 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ a aproximadamente $8000 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ y, como alternativa, de aproximadamente $500 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ a aproximadamente $7000 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$, medida usando el Procedimiento ASTM N° D737. La velocidad de transmisión vapor húmedo de la porción de regulación de vapor de agua-aire es de aproximadamente $500 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ a aproximadamente $2.500 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$, como alternativa, de aproximadamente $1000 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ a aproximadamente $2.000 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ y particularmente mayor de aproximadamente $1400 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$, medida usando el Procedimiento ASTM N° E96. En una realización ejemplar la porción de regulación de vapor de agua-aire puede comprender una o más capas de mezcla de vapor de agua-aire y una o más capas de distribución de vapor de agua-aire.

En una realización ejemplar, una disposición particularmente útil es usar una única capa de distribución de vapor de agua-aire y una única capa de mezcla de vapor de agua-aire. En esta realización el sistema de calor húmedo se incorpora en una banda envolvente y/o compresión de calor húmedo. Es fundamental que el perímetro de la banda envolvente o compresión de calor húmedo esté termosellado para que el perímetro de la única capa de distribución de vapor de agua-aire y la única capa de mezcla de vapor de agua-aire del sistema de calor húmedo se sellen dentro del perímetro de la banda envolvente o compresión de calor húmedo. En una realización preferida la capa de distribución de vapor de agua-aire puede construirse de un material de espuma en el que el material base de la espuma sea sustancialmente impermeable al aire y al vapor de agua, pero que tenga canales y/o aberturas que permitan el paso de aire y/o vapor de agua. La capa de distribución de vapor de agua-aire que comprende una capa de espuma perforada termosellada alrededor del perímetro impide que entre aire en el perímetro de la banda envolvente de calor húmedo. Como resultado, el tamaño y el número de aberturas y/o canales en la capa de distribución de vapor de agua actúa para regular el sistema permitiendo suficiente aire para generar el vapor de agua permitiendo también que el vapor de agua saliente salga fácilmente de la banda envolvente hacia la piel regulando así la velocidad de reacción y, a su vez, la cantidad de vapor de agua generado. Regulando la cantidad de vapor de agua generado, la porción de regulación de vapor de agua de la banda envolvente se puede simplificar. Además, para realizaciones que usan celdas térmicas, la regulación de la cantidad de aire para la reacción también facilita el control del calentamiento de las celdas térmicas para que las celdas no alcancen una temperatura excesivamente alta. En una realización ejemplar, solo se necesitó una única capa de $0,8 \text{ mm}$ de espuma tanto para permitir un buen rendimiento de producción y transferencia de calor húmedo como una manipulación segura de una compresión de calor húmedo reemplazable con las manos para extraer la compresión del empaquetamiento de partículas apretado que inicia la activación y la instalación en una banda envolvente o envase reutilizable. Una compresión de calor húmedo fina que sea fácil de manipular es conveniente para su uso en una banda envolvente de calor húmedo semidurable o u otro dispositivo de calor húmedo semidurable ya que permite una manipulación fácil de la compresión de calor húmedo desechable y un uso conveniente de una porción de la banda envolvente.

En una realización ejemplar, una disposición particularmente útil es el uso de dos capas de mezcla de vapor de agua-aire y dos capas de distribución de vapor de agua-aire, alternadas entre sí, con la primera capa de mezcla de vapor de agua-aire adyacente a la porción de generación de vapor de agua. Como alternativa, una capa de distribución de vapor de agua-aire puede situarse adyacente a la porción de generación de vapor de agua. Opcionalmente, como se ha descrito anteriormente, una capa de mezcla de vapor de agua-aire puede formar también puede formarse en asociación integral con la porción de generación de vapor de agua

El sistema de la presente invención está diseñado para permitir que una fuente de vapor de agua exotérmica funcione a una alta temperatura, de aproximadamente 50°C a aproximadamente 70°C , para maximizar la producción de vapor de agua mientras suministra calor latente y humedad al usuario a una temperatura seleccionada para un uso humano. Para un usuario humano la temperatura seleccionada es normalmente una temperatura que no daña la piel. Dado que el vapor de agua y la condensación de vapor de agua para liberar calor latente son importantes para la transferencia de energía en un sistema de calor húmedo, la temperatura preseleccionada para el sistema de calor

húmedo en una realización preferida es la temperatura de punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire junto a la superficie de suministro de calor latente. En realizaciones ejemplares para uso humano la temperatura de punto de rocío puede ser aproximadamente 45°C o, como alternativa, aproximadamente 43°C o, como alternativa, aproximadamente 40°C en la que aproximadamente incluye temperatura que varía +/-1°C o, como alternativa, +/-2°C. De este modo, el sistema proporciona protección térmica al usuario y mantiene un entorno de generación de vapor de agua ideal que almacena y después libera energía térmica.

Los inventores han descubierto con sorpresa que pueden usarse temperaturas de punto de rocío superiores a aproximadamente 43°C en algunos casos sin dañar el tejido humano. Se piensa, sin desear quedar ligado a teoría alguna, que esto es posible porque suficiente energía térmica latente suministrada al cuerpo del usuario estimula la circulación y facilita la disipación de la energía térmica para evitar daños. Como alternativa, el diseño de la banda envolvente puede modificar el tiempo de contacto del agua-vapor con la piel de manera que el tiempo de contacto no sea suficiente para condensar todo el vapor de agua; reduciendo por tanto la transferencia de energía a la piel.

En una realización ejemplar el vapor de agua se hace seguro para el contacto con la piel regulando la mezcla de vapor de agua y aire a una proporción de vapor de agua a aire seco de menos de aproximadamente 0,085 kg de vapor de agua/kg de aire seco. Regulando la proporción de vapor de agua a aire, el vapor de agua en la mezcla de vapor de agua-aire condensará a una temperatura de punto de rocío, de manera que el calor puede transferirse de forma óptima y segura a la piel de un usuario, sin riesgo de lesión térmica. Como se usa en el presente documento, "aire seco" se refiere a aire sin contenido de agua apreciable.

Las descripciones en el presente documento incluyen una realización ejemplar que usa dos pares de capas de mezcla de vapor de agua-aire y dos pares de capas de distribución de vapor de agua-aire. Sin embargo, como entenderá un experto en la materia, la una o una pluralidad de dos, o más capas de mezcla de vapor de agua-aire y una o una pluralidad de, dos, o más capas de distribución de vapor de agua-aire o alguna combinación de las mismas también pueden utilizarse en la práctica de la invención. Puede ser conveniente el ajuste de lugar, espesor, permeabilidad al aire, y velocidad de transmisión de vapor húmedo de cada capa y/o tipo de material para crear un entorno térmico y de mezcla de aire adecuado en realizaciones que tienen una pluralidad de capas de mezcla y/o capas de distribución.

De acuerdo con la invención, la proporción de vapor de agua a aire seco puede regularse utilizando una o más tiras longitudinales, dispuestas en paralelo a una fila de múltiples celdas térmicas. La/s tira/s puede/n funcionar como una porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire. Con referencia al dibujo esquemático simplificado en la Figura 2, en una realización ejemplar, las celdas térmicas 50 están alineadas en filas sobre el cuerpo de una banda envolvente 52. Una tira de espuma 54 cubre longitudinalmente cada una de las filas de celdas térmicas 50 que forman canales de aire 56. Es preferible que la tira 54 se coloque en el sistema de calor húmedo entre las celdas térmicas 50 y la superficie de suministro de calor latente en el sistema de calor húmedo. Las tiras longitudinales pueden servir para crear un espacio de aire paralelo a una fila de múltiples celdas térmicas. El espacio de aire puede ayudar a proporcionar un flujo de aire regular en la porción de generación de vapor de agua, y ayudar a mezclar vapor de agua-aire. La altura de las tiras longitudinales puede ajustarse para que la proporción de vapor de agua a aire seco sea inferior a 0,085 kg de agua / kg de aire seco y, como alternativa, inferior a aproximadamente 0,060 kg de agua / kg de aire seco. Se considera, sin desear quedar ligado a teoría alguna, que una tira sobre una pluralidad de celdas térmicas permite que la pluralidad de celdas térmicas sean cubiertas por la tira para actuar y/o verse afectadas de manera cooperativa. No es necesario que todas las celdas térmicas se agrupen y/o alineen en filas y sean cubiertas por una tira. En algunas realizaciones solo puede cubrirse una fila o grupo o una porción de las filas o agrupamientos de celdas térmicas con una tira.

CAPA DE MEZCLA DE VAPOR DE AGUA-AIRE

En una realización ejemplar la al menos una capa de mezcla de vapor de agua-aire puede comprender una estructura aireada de entre aproximadamente 18 gsm y aproximadamente 430 gsm (gramos por metro cuadrado) y, como alternativa, de aproximadamente 50 gsm a aproximadamente 150 gsm. La al menos una capa de mezcla de vapor de agua-aire puede tener un espesor medido con calibre de acuerdo con el Procedimiento ASTM N° D5729 de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 19 mm, como alternativa, de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 4 mm, como alternativa de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 5 mm y, como alternativa, de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 4 mm.

Ejemplos no limitativos de materiales adecuados para la capa de mezcla de vapor de agua-aire incluyen materiales tejidos; materiales no tejidos incluyendo materiales no tejidos tendidos en húmedo, tendidos al aire, unidos por puntadas, perforados con aguja y unidos térmicamente; telas; polietileno; polipropileno; poliéster; pulpa de madera; rayón; materiales basados en plantas fibrosas incluyendo celulosas, lana, seda, yute, cáñamo, algodón, lino, sisal, ramio y combinaciones de los mismos.

La al menos una capa de mezcla de vapor de agua-aire tiene una permeabilidad al aire de aproximadamente 400 cm³/cm²/s a aproximadamente 17.000 cm³/cm²/s y, como alternativa, de aproximadamente 1.000 cm³/cm²/s a aproximadamente 1.500 cm³/cm²/s, medida por el Procedimiento ASTM N° D737 y una velocidad de transmisión de vapor húmedo de aproximadamente 5.000 g/m²/24 h a aproximadamente 7.000 g/m²/24 h y, como alternativa, de

aproximadamente 5.500 g/m²/24 h a aproximadamente 6.500 g/m²/24 h, medida por el Procedimiento ASTM E96.

CAPA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA-AIRE

5 En una realización ejemplar, la al menos una capa de distribución de vapor de agua-aire puede comprender una capa de material aislante que tiene un espesor medido con calibre de acuerdo con el Procedimiento ASTM N° D5729, de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 13 mm, como alternativa, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 6 mm y, como alternativa, de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 2 mm. La al menos una capa de distribución de vapor de agua-aire puede tener un peso base de aproximadamente 5 gsm a aproximadamente 430 gsm, como alternativa, de aproximadamente 5 gsm a aproximadamente 50 gsm y, como alternativa, de aproximadamente 5 gsm a aproximadamente 25 gsm, como se mide por el Procedimiento ASTM N° D3776. El material de la capa de distribución de vapor de agua-aire es sustancialmente impermeable al aire y la humedad, y puede ser resistente a la compresión.

15 Ejemplos no limitativos de materiales adecuados para la capa de distribución de vapor de agua-aire incluyen espuma basada en polietileno, espuma basada en polipropileno, espuma basada en poliéster, espuma basada en poliestireno, espuma basada en poliuretano, lámina de plástico espumado, película de plástico, lámina metalizada, laminado de papel metalizado, no tejido, esponja, lana de vidrio, fibra de vidrio y combinaciones de los mismos.

20 El material impermeable al aire y la humedad puede tener una permeabilidad al aire de menos de aproximadamente 0,025 cm³/cm²/s, medido usando el Procedimiento ASTM N° D737, y una velocidad de transmisión de vapor húmedo de menos de aproximadamente 200 g/m²/24 h, medida usando el Procedimiento ASTM N° E96. El material puede tener también una conductividad térmica de aproximadamente 0,5 W/m*K a aproximadamente 285 W/m*K (K son grados Kelvin) y una densidad de aproximadamente 5 kg/m³ a aproximadamente 150 kg/m³. La conductividad térmica de este material puede obtenerse a partir de la siguiente fuente: "For Computer Heat-Conduction Properties data" A.L. Edwards, UCRL-505 Copyright K&K Associates 1997.

25 En algunas realizaciones, puede que sea conveniente perforar selectivamente, el material impermeable al aire y la humedad para formar la capa de distribución de vapor de agua-aire y permitir el paso de aire y/o vapor de agua a través de la misma hasta el usuario, y permitir que el aire entre y alcance la porción de generación de vapor de agua, particularmente si se usa una reacción de oxidación exotérmica como el mecanismo para la generación de vapor de agua. Como alternativa pueden emplearse aberturas y/o canales para permitir el paso de aire y mezclas de aire-vapor de agua.

30 Aunque los materiales usados para la capa de distribución de vapor de agua-aire pueden ser sustancialmente impermeables al aire y al vapor de agua, deben montarse, construirse o configurarse de manera que toda la permeabilidad al aire de la capa de distribución de vapor-aire sea de aproximadamente 500 cm³/cm²/s a aproximadamente 2500 cm³/cm²/s, como alternativa, aproximadamente de 1000 cm³/cm²/s a aproximadamente 2500 cm³/cm²/s, medida por el Procedimiento ASTM N° D737. La velocidad de transmisión de vapor húmedo de la capa de distribución de vapor-aire es de aproximadamente 6.000 g/m²/24 h a aproximadamente 9.000 g/m²/24 h, como alternativa, de aproximadamente 7.000 g/m²/24 h a aproximadamente 8.500 g/m²/24 h, como alternativa, de aproximadamente 7.500 g/m²/24 h a aproximadamente 8.500 g/m²/24 h y, preferentemente, aproximadamente 8.100 g/m²/24 h, medida por el Procedimiento ASTM N° E96.

TIRAS LONGITUDINALES

40 Como se ha descrito anteriormente, la porción de regulación de vapor de agua-aire también puede comprender tiras longitudinales. Las tiras longitudinales pueden usarse para proporcionar aire adicional al sistema para la reacción, y proporcionar una mezcla de vapor de agua-aire adicional. Las tiras longitudinales pueden comprender cualquier material flexible y no compresible. La altura de las tiras longitudinales puede ajustarse para conseguir una proporción deseada de vapor de agua a aire de menos de aproximadamente 0,085 kg de agua/kg de aire seco (0,065 libras de agua/libra de aire seco) y, como alternativa, menos de aproximadamente 0,060 kg de vapor de agua/kg de aire seco. Ejemplos no limitativos de materiales adecuados para su uso en las tiras longitudinales incluyen espuma basada en polietileno, espuma basada en polipropileno, espuma basada en poliestireno, espuma basada en poliuretano, lámina de plástico espumado, película de plástico, lámina metalizada, laminado de papel metalizado, no tejidos, esponja, lana de vidrio, fibra de vidrio y combinaciones de los mismos. Las tiras longitudinales pueden disponerse junto a la superficie de suministro de calor latente del sistema, sea el sistema un sistema desechable de un solo uso o sea el sistema un sistema reutilizable. Opcionalmente, para un sistema reutilizable en el que una porción del sistema es desechable, las tiras longitudinales pueden ser una porción de la parte desechable o reutilizable.

SUPERFICIE DE SUMINISTRO DE CALOR LATENTE

55 La superficie de suministro de calor latente está en comunicación con la porción de regulación de vapor de agua-aire y se pone en contacto o adyacente a una superficie de usuario diana cuando el sistema está en funcionamiento. La superficie de suministro de calor latente puede contactar la superficie del usuario (por ejemplo, la piel en caso de uso humano) o, como alternativa, puede colocarse con un hueco predeterminado entre la superficie de suministro de calor latente y la superficie del usuario. La superficie de suministro de calor latente puede ser una superficie sobre

una porción de la porción de regulación de vapor de agua-aire o, como alternativa, una capa distinta. En una realización ejemplar la superficie de suministro de calor latente puede ser, por ejemplo, una capa de material que tenga un peso base de aproximadamente 20 gsm a aproximadamente 100 gsm, como alternativa, de aproximadamente 40 gsm a aproximadamente 90 gsm y, particularmente, de aproximadamente 80 gsm a aproximadamente 82 gsm. En una realización ejemplar la superficie de suministro de calor latente puede tener, por ejemplo, un espesor medido con calibre de aproximadamente 0,05 mm a aproximadamente 12 mm y, como alternativa, de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 5,0 mm y, como alternativa, de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 2 mm. La superficie de calor latente puede tener una permeabilidad al aire de aproximadamente 200 cm³/cm²/s a aproximadamente 500 cm³/cm²/s, como alternativa, de aproximadamente 300 cm³/cm²/s a aproximadamente 400 cm³/cm²/s y, particularmente, aproximadamente 314 cm³/cm²/s medida utilizando el procedimiento ASTM N° D737. La superficie de calor latente puede tener una velocidad de transmisión de vapor húmedo superior a aproximadamente 5.000g/m²/24 h., medida usando el Procedimiento ASTM N° E96.

Ejemplos no limitativos de materiales adecuados para la superficie de suministro de calor latente incluyen nylon, rayón, éster de celulosa, derivados de polivinilo, poliolefinas, poliamidas, poliésteres, polipropilenos, celulosas, lana, seda, yute, cáñamo, algodón, lino, sisal, ramio y combinaciones de los mismos.

CAPA DE SUPERFICIE EXTERNA DEL SISTEMA

Es preferible que la capa de superficie externa del sistema opuesta al lado de la superficie de suministro de calor latente (es decir, en una realización ejemplar para uso humano el lado externo de la porción de generación de vapor de agua o la superficie más alejada de la piel) pueda comprender una capa aislante que evita que el lado no orientado hacia la piel del sistema se caliente demasiado, y también que dirige calor hacia abajo, hacia el lado orientado hacia la piel del sistema. La capa aislante puede ponerse adyacente al lado opuesto de las celdas térmicas, u otra fuente de vapor de agua, que forman la porción de generación de vapor de agua.

Ejemplos no limitativos de materiales de materiales adecuados para una capa aislante incluyen espuma basada en polietileno, espuma basada en polipropileno, espuma basada en poliestireno, espuma basada en poliéster, espuma basada en poliuretano, lámina de plástico espumado, película de plástico, lámina metalizada, laminado de papel metalizado, no tejidos, esponja, lana de vidrio, fibra de vidrio y combinaciones de los mismos.

Dicha capa aislante puede tener un espesor medido con calibre, de acuerdo con el Procedimiento ASTM N° D5729, de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 3 mm, como alternativa, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2,5 mm, como alternativa, de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 2 mm y, como alternativa, de aproximadamente 1 mm.

Dicha capa de aislante tiene una permeabilidad al aire de menos de aproximadamente 0,025 cm³/cm²/s, medida usando el Procedimiento ASTM N° D737, y una velocidad de transmisión de vapor húmedo de menos de aproximadamente 250 g/m²/24 h, medida usando el Procedimiento ASTM N° E96. La capa aislante tiene también una conductividad térmica de aproximadamente 0,25 W/m*K a aproximadamente 0,5 W/m*K (K son grados Kelvin), y una densidad de aproximadamente 5 kg/m³ a aproximadamente 15 kg/m³. La conductividad térmica de este material puede obtenerse a partir de la siguiente fuente: "For Computer Heat-Conduction Properlazos Data" A.L. Edwards, UCRL-505 Copyright K&K Associates 1997.

Puede añadirse una capa de material más externa opcional, adyacente a la capa aislante. Ejemplos no limitativos de dicho material más externo incluyen aquellos descritos anteriormente para las capas en contacto con la piel. La capa aislante y el material más externo pueden formarse también como un laminado pre-combinado. Opcionalmente, esta capa más externa puede actuar como recubrimiento y/o formar parte de la estructura para mantener el dispositivo en su lugar durante el funcionamiento.

Las diversas capas de la porción de generación de calor y/o regulación de vapor de agua-aire y/o la superficie de suministro de calor latente pueden unirse juntas de cualquier número de maneras conocidas por los expertos en la materia. Ejemplos no limitativos de procedimientos de unión adecuados incluyen sellado térmico alrededor de la periferia de las capas; pegamento o adhesivo de fusión en caliente entre cada capa; adhesivo de pulverización; unión/soldadura ultrasónica; unión por presión; corrugado y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones puede que sea conveniente unir selectivamente solo algunas de las capas.

PORCIÓN MOLDEABLE

Opcionalmente, el sistema de la presente invención también puede comprender una porción moldeable y/o colocarse en una estructura moldeada. La porción moldeable puede proporcionar flexibilidad y estabilidad adicionales para el uso del sistema sobre porciones del cuerpo sobre las que puede ser difícil conseguir un buen ajuste, tal como la cara y/o la cabeza.

Ejemplos no limitativos de materiales a partir de los cuales puede formarse la porción moldeable incluyen una lámina metálica, una estructura de hilo metálico, una estructura de plástico flexible, una estructura de laminado flexible y combinaciones de las mismas. Dicha porción moldeable puede incorporarse dentro de la estructura del sistema, o puede ser una estructura externa fijada de forma extraíble o no extraíble a una superficie externa.

BANDAS ENVOLVENTES TÉRMICAS

Las bandas envolventes, compresas o parches que comprenden los sistemas de calor húmedo pueden ser autónomos o, como alternativa, colocarse en un envase. Una realización autónoma puede fijarse directamente al usuario tal como, por ejemplo, mediante un adhesivo o mediante extensiones de material que forman una banda envolvente que puede asegurarse mediante vueltas, nudos o broches. También se entenderá que el dispositivo puede ser un dispositivo de uso único o reutilizable o parcialmente reutilizable. Para dispositivos reutilizables, piezas reutilizables tales como, por ejemplo, la fuente de calor, deben ser convenientemente extraíbles, pero tienen que poder asegurarse en su lugar para el funcionamiento.

Materiales adecuados para los envases incluyen, sin limitación, materiales enumerados como adecuados para la superficie de suministro de calor latente y/o la capa de superficie externa.

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

CELDA TÉRMICA DE COMPOSICIÓN EXOTÉRMICA

Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención pueden prepararse por cualquier técnica conocida, o eficaz de otra manera, adecuada para proporcionar una composición exotérmica que proporcione un beneficio de calor húmedo terapéutico. Las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención se preparan preferentemente usando técnicas de mezcla convencionales, tales como la técnica de mezcla descrita en el presente documento. Otros procedimientos adecuados de mezcla de los componentes de las composiciones exotérmicas en forma de partículas de la presente invención se describen más completamente en la Patente de Estados Unidos 4.649.895 de Yasuki y col., expedida el 17 de marzo de 1987.

En una realización preferida, una técnica de mezcla particular de los componentes de las composiciones exotérmicas en forma de partículas implica la adición de carbono a una mezcladora o aparato de mezcla, seguido de la adición de una pequeña cantidad del agua total y mezclar después la combinación carbono/agua. Normalmente, se añade suficiente agua para ayudar a la mezcla, mientras que se evita la reacción exotérmica prematura. La mezcla se detiene y se añade un material de gelificación absorbente a la combinación de carbono/agua. La mezcla se reanuda hasta que todos los componentes estén mezclados minuciosamente y después se añade hierro en polvo y se mezcla. La composición se mezcla después hasta que se mezcla uniformemente, para formar una pre-mezcla en forma de partículas. El cloruro sódico, opcionalmente un inhibidor de gas hidrogeno, tal como tiosulfato sódico, y el agua restante se mezclan por separado para formar una solución de salmuera que se añade después a la pre-mezcla de hierro en polvo, para formar una composición exotérmica en forma de partículas que es útil en la construcción de una celda térmica de la presente invención.

En una realización ejemplar, celdas térmicas que tienen dos superficies opuestas pueden prepararse añadiendo una cantidad fija de la composición pre-mezclada en forma de partículas a una cavidad en una lámina de sustrato de capa laminar, tal como una cavidad en una lámina de sustrato de capa laminar coextruida de polipropileno/poli(acetato de etilen-vinilo) (EVA). En este procedimiento, el agua o la salmuera se dosifica rápidamente encima de la composición pre-mezclada y una estructura aireada, tal como una estructura formada por un sustrato no tejido de polipropileno SMMS, se pone sobre la celda, como una superficie opuesta, orientada hacia el lado de la película de EVA de la lámina que contiene la cavidad preformada. La capa laminar y la capa no tejida se unen juntas usando un calor bajo, formando una estructura unificada. La celda térmica resultante contiene la composición exotérmica en forma de partículas sellada en la cavidad, entre la capa laminar y la estructura aireada.

Se ha descubierto que las celdas térmicas preparadas por el procedimiento descrito en el presente documento son especialmente eficaces para proporcionar una alta generación de vapor de agua, inicialmente y a lo largo del tratamiento térmico deseado, con la condición de que las celdas térmicas comprendan una composición exotérmica que comprende una proporción seleccionada de tamaño de partícula medio de material de gelificación absorbente a hierro en polvo, definida en el presente documento.

Como alternativa, las celdas térmicas individuales pueden prepararse usando vacío para formar una cavidad. Es decir, se usa vacío para extender la superficie del sustrato de capa laminar en un molde a medida que la composición pre-mezclada en forma de partículas se pone encima de la superficie del sustrato de capa laminar, directamente sobre el molde. La composición pre-mezclada en forma de partículas cae en la cavidad formada por vacío, que se mantiene en su sitio mediante el vaciado ejercido sobre la película en el fondo del molde. A continuación, una solución de salmuera se dosifica rápidamente encima de la composición pre-mezclada. Una estructura aireada, tal como una superficie de sustrato no tejido de polipropileno SMMS, se pone después sobre la primera superficie del sustrato de la capa laminar para formar una superficie opuesta a la primera superficie de sustrato de capa laminar, de manera que la composición exotérmica en forma de partículas está contenida entre las dos superficies opuestas. La composición exotérmica en forma de partículas se sella después entre la primera y segunda superficies opuestas. Una vez que las celdas térmicas se han formado y sellado, se libera el vacío. Esta estructura particular y el procedimiento de fabricación de una pluralidad de celdas térmicas son particularmente ventajosos para una banda envolvente de calor húmedo, porque elimina la necesidad de tener una película impermeable a la humedad diferente, para mantener el vapor de agua generado dirigido hacia el lado del dispositivo

orientado hacia la piel.

Las celdas térmicas resultantes pueden usarse individualmente o como una pluralidad de celdas térmicas. Habitualmente, una pluralidad de celdas es conveniente para un de calor terapéutico. El uso de una única celda térmica puede ser útil para una aplicación de administración de medicamento, por ejemplo. Las celdas térmicas pueden incorporarse en diversos dispositivos portátiles, tales como bandas envolventes corporales, bandas envolventes para múltiples fines, vendas, gasas y similares desechables y/o reutilizables. Algunas bandas envolventes corporales que pueden incluir los sistemas de suministro de calor húmedo tales como por ejemplo, bandas envolventes para la espalda, bandas envolventes para las rodillas, bandas envolventes para el cuello, bandas envolventes menstruales, bandas envolventes para las articulaciones, bandas envolventes para manos/muñecas, bandas envolventes para la zona del cuello al brazo, bandas envolventes faciales, bandas envolventes para los pies, bandas envolventes corporales, mantas, vendas, bandas envolventes para múltiples fines y combinaciones de las mismas, pueden tener un medio para retener las bandas envolventes en su sitio alrededor de diversas partes del cuerpo. El medio de retención puede incluir, pero sin limitación, adhesivos y/o un sistema de fijación, tal como un gancho de dos partes re-cerrable y un sistema de sujeción con bucle, nudos, broches, etc.

Como alternativa, la porción de generación de vapor de agua, formada por ejemplo por una pluralidad de celdas térmicas, puede ser desechable, y ajustarse en un dispositivo reutilizable, de manera que una porción del dispositivo se deseché y una porción se reutilice. A modo de ejemplo no limitativo, la porción de generación de vapor de agua puede desecharse y la porción de regulación de vapor de agua-aire puede reutilizarse.

Las celdas térmicas resultantes se envasan entre 1 y 5 minutos después de la dosificación con la solución de salmuera en un envase secundario, impermeable al aire, para evitar que ocurra la reacción de oxidación hasta que se desee, como se describe en la Patente de Estados Unidos 4.649.895 mencionada anteriormente. Las celdas térmicas también pueden envasarse en un momento posterior, con la condición de que se mantengan en un entorno libre de oxígeno, usando medios conocidos por los expertos en la materia, tales como rodearlas con una capa de nitrógeno.

Pueden añadirse capas adicionales, o las capas pueden modificarse sobre el lado orientado a la piel del dispositivo, el lado opuesto, o ambos, como se desee para diversos efectos y resultados. Ejemplos incluyen, sin limitación, una capa orientada a la piel no tejida que puede texturizarse para dar suavidad o una capa que puede impregnarse con un aroma o agente activo.

A modo de ejemplo no limitativo, como se describe más adelante, pueden añadirse una o más capas aislantes al lado orientado hacia la piel o al lado opuesto. Como alternativa o, además, pueden añadirse otras diversas capas, como se describe más adelante, al lado del dispositivo orientado hacia la piel. La estructura final puede sellarse alrededor del perímetro, a través de todas las capas, con un sello perimetral, o cada capa puede sellarse a las capas adyacentes usando sistemas de sellado, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos, adhesivo de pulverización, enlace ultrasónico, sistemas de soldadura polimérica, pegamento o adhesivo de fusión en caliente entre cada capa, enlace por presión, corrugado y combinaciones de los mismos.

En una realización ejemplar las celdas térmicas pueden tener diferente producción de calentamiento. Por ejemplo, puede haber una combinación de celdas térmicas de calor húmedo alto/poco tiempo con celdas térmicas de menor calor húmedo/más tiempo. Ejemplos de modos en los que la duración de calentamiento una celda térmica puede controlarse incluyen, sin limitación, la cantidad de material de composición exotérmico en forma de partículas incluido en la celda y/o la cantidad de humedad disponible para formar vapor de agua. Otra variación ejemplar es usar una o más celdas térmicas del sistema de suministro de calor húmedo en combinación con una o más celdas térmicas de conducción convencional en un único dispositivo.

El sistema de la presente invención puede incorporar, opcionalmente, un componente terapéutico a suministrar a través de la piel, en el que el componente terapéutico compuestos aromáticos, compuestos aromáticos no activos, principios activos cosméticos, principios activos farmacéuticos, principios activos hidratantes, principios activos sanitarios, suplementos nutricionales, agentes de aromaterapia, otros agentes terapéuticos y combinaciones de los mismos.

Las cantidades de dichos principios activos pueden variar, dependiendo del principio activo particular. Las cantidades proporcionadas por las realizaciones de la presente invención son generalmente menores que aquellas requeridas para la dosificación a través de la piel en un entorno seco, tal como con un mecanismo de calor seco.

El componente terapéutico opcional puede incorporarse en la porción de generación de vapor de agua como una capa de sustrato diferente, incorporarse en al menos una de las capas de sustrato formadoras de las celdas térmicas, incorporarse en el compuesto químico contenido en las celdas térmicas, incorporarse en celdas que contienen un principio activo diferente o incorporarse en un dispositivo discreto y diferente, para usarlo con la porción de generación de vapor de agua y la porción de regulación de vapor de agua-aire. Las celdas térmicas pueden comprender también una capa de sustrato diferente o pueden incorporar en al menos una de las superficies opuestas un componente autoadhesivo y/o un componente de absorción de sudor.

La invención está abierta a una amplia variedad de tipos de materiales activos que incluyen, pero sin limitación,

materiales volátiles, materiales solubles en agua, materiales con limitada solubilidad en agua a temperatura ambiente y combinaciones de los mismos. Además, en algunos casos pueden utilizarse materiales no solubles en agua en el sistema tales como, por ejemplo, cuando se presentan al sistema en combinación con disolventes o solubilizantes adecuados.

5 Ejemplos no limitativos de compuestos aromáticos activos incluyen agentes de aromaterapia, mentol, alcanfor, eucalipto y mezclas de los mismos. Ejemplos no limitativos de compuestos aromáticos no activos incluyen benzaldehído, citral, decanal, aldehído y combinaciones de los mismos. Ejemplos no limitativos de principios activos cosméticos incluyen principios activos potenciadores de la hidratación, principios activos reductores de arrugas, principios activos potenciadores del tono de la piel, principios activos de iluminación de la piel, principios activos de
10 oscurecimiento de la piel y combinaciones de los mismos. Ejemplos no limitativos de principios activos farmacéuticos/agentes terapéuticos incluyen antibióticos, vitaminas, suplementos nutricionales, agentes herbarios, agentes antiviricos, analgésicos, agentes anti-inflamatorios, antipruríticos, antipiréticos, agentes anestésicos, descongestionantes, mucolíticos, antitusivos, antihistamínicos, principios activos para alivio de dolor, antifúngicos, antimicrobianos y combinaciones de los mismos. En particular, ejemplos no limitativos de principios activos para
15 alivio de dolor incluyen aspirina, salsalato, diflunisal, ibuprofeno, ketoprofeno, nabumetona, piroxicam, naproxeno, diclofenaco, indometacina, sulindac, tolmetina, etodolac, ceterolac, oxaproxina, celecoxib y combinaciones de los mismos.

La presente invención tiene muchos usos, incluyendo ejemplos no limitativos de los mismos el suministro consistente, seguro, eficaz y sostenido de calor húmedo, alivio de dolor, calentamiento de músculo profundo, aumento del flujo sanguíneo, reducción del trabajo cardiaco, curación de heridas, calentamiento corporal, suministro de principios activos, suministro de humedad, alivio respiratorio, hidratación de la piel, potenciación del sueño, terapia física y combinaciones de los mismos. La forma, el tamaño y el contorno del sistema pueden variarse para facilitar el uso seleccionado particular, es decir, banda envolvente corporal, banda envolvente facial, banda envolvente para múltiples fines, vendas, gasas y similares.

25 Para uso humano el sistema suministra de forma segura y eficaz una gran cantidad de calor latente, mientras que mantiene una temperatura superficial de la piel de aproximadamente 36°C a aproximadamente 50°C, como alternativa, de aproximadamente 36°C a aproximadamente 45°C, como alternativa, aproximadamente 36°C a aproximadamente 42°C, como alternativa, de aproximadamente 36°C a aproximadamente 43°C, como alternativa, de 38°C a aproximadamente 42°C y, como alternativa, de aproximadamente 38°C a aproximadamente 40°C. El sistema también suministra una temperatura superficial de la piel de aproximadamente 36°C después de aproximadamente 5 minutos del inicio del calentamiento. Además, en una realización, el sistema suministra una temperatura superficial de la piel de al menos 38°C durante al menos aproximadamente 60 minutos medida mediante termopar.

35 En una realización el sistema es capaz de suministrar calor seguro mediante el ajuste de la temperatura de punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire suministrada a la superficie de la piel. El punto de rocío se ajusta ajustando la proporción de vapor de agua a aire o la proporción de humedad. En una realización ejemplar, la mezcla de vapor de agua-aire tiene una proporción de humedad de vapor de agua a aire que es menor de 0,065 kg de vapor de agua/kg de aire seco y, como alternativa, menor de aproximadamente 0,060 kg de vapor de agua/kg de aire seco, que corresponde a una temperatura del punto de rocío de aproximadamente 40°C a aproximadamente 50°C.

40 Debido a que la temperatura de la mezcla de vapor de agua-aire del sistema, durante el uso en el cuerpo, es de sólo unos pocos grados por encima de la temperatura normal de la piel, que es de aproximadamente 32°C a aproximadamente 35°C, y la temperatura del punto de rocío de la mezcla de vapor de agua-aire es aproximadamente la temperatura normal de la piel cuando alcanza la piel, el calor puede transferirse de forma segura a la piel a través del calor latente de condensación del agua desde la mezcla de vapor de agua-aire. De esta manera, el sistema es capaz de suministrar de forma segura una gran cantidad de calor a la piel, en el que de aproximadamente el 15% a aproximadamente el 95%, como alternativa, de aproximadamente el 20% a aproximadamente el 80% y, como alternativa, de aproximadamente el 40% a aproximadamente el 75% del calor se suministra como calor latente. En una realización, el sistema de calor húmedo suministra de aproximadamente 15% a aproximadamente 95% del calor como calor latente de condensación durante al menos 10 minutos, como alternativa, al menos 30 minutos o, como alternativa, durante al menos aproximadamente 1 hora, como alternativa, durante al menos aproximadamente 3 horas o, como alternativa, durante al menos aproximadamente 5 horas.

Además de suministrar calor, el sistema de calor húmedo también puede proporcionar hidratación a tejidos a medida que el vapor de agua se condensa dando lugar a agua y suministra el calor latente de condensación al tejido.

55 La temperatura superficial de la piel puede medirse mediante el siguiente procedimiento. Las mediciones de temperatura pueden hacerse utilizando un termopar. Las mediciones de temperatura pueden hacerse colocando un termopar entre la piel y la superficie de suministro de calor latente. En una realización ejemplar las mediciones de temperatura se hacen con termopares de tipo K (Omega, parte N.º 5SRTC-TT-K-40-72) y se registran mediante un registrador de datos de temperatura (Omega, HH84). Para medir la temperatura de la superficie de la piel de un usuario, el usuario se sentará en una sala a aproximadamente 22°C durante aproximadamente 20 minutos para que su piel se normalice a la temperatura y condiciones de la sala. Durante ese tiempo, el termopar se pone y se pega
60

con cinta sobre la superficie de la piel, teniendo cuidado de que la cinta no se ponga sobre el área detectora del termopar. Tras finalizar el tiempo de equilibrio, la temperatura puede medirse y registrarse durante un periodo de tiempo deseado.

5 Para facilitar la estandarización de los resultados del ensayo en algunas realizaciones es conveniente construir el sistema de calor húmedo a medir, sellarlo en un envase impermeable y apartarlo durante 24 horas para equilibrarlo antes del ensayo. Cuando se va a ensayar un sistema, éste se retira del recipiente impermeable/envase protector para activar la celda térmica y se pone sobre una parte del cuerpo de un usuario, normalmente el antebrazo o la espalda, con el dispositivo, por ejemplo, el termopar y/o sensor de flujo de calor, tocando la parte del cuerpo entre la parte del cuerpo y el dispositivo de medición. Puede hacerse una única medición o, como alternativa, una serie de mediciones con el tiempo. Normalmente, la temperatura de la piel puede medirse antes de la aplicación del sistema que va a ensayarse y/o después de la aplicación del sistema con fines de referencia. Esto puede conseguirse colocando el dispositivo de medición sobre la piel.

10 Todas las mediciones se realizan en condiciones ambiente, es decir, un intervalo de temperatura de aproximadamente 21°C a aproximadamente 23°C y un intervalo de humedad relativa de aproximadamente 38% a aproximadamente 42% en el laboratorio o área en el que se hacen las mediciones.

15 La temperatura de punto de rocío se mide preferentemente cuando se activa el sistema de calor húmedo y en posición sobre un usuario ya que la temperatura de punto de rocío de interés particular está relacionada con la cantidad de vapor de agua entre el cuerpo y la banda envolvente de calor húmedo. La cantidad de vapor de agua entre el cuerpo y la banda envolvente de calor húmedo depende de la cantidad de vapor de agua generada por la banda envolvente menos la cantidad de vapor de agua condensada y la cantidad de vapor de agua que fluye fuera de la banda envolvente.

20 La temperatura de punto de rocío puede medirse con un transmisor de punto de rocío (Vaisala) Vaisala HUMICAP® HMT337 con filtro de acero inoxidable HM47453SP. Esta unidad es fabricada por Vaisala y se obtiene en su oficina estadounidense en 10 D Gill St., Woburn, Massachusetts 01801 Tel 1-888-824-7252. Este instrumento tiene una sonda de humedad calentada que evita la condensación en la sonda en entornos de alta humedad. Para registrar la temperatura de punto de rocío la banda envolvente de calor húmedo se activa para empezar la producción de calor y vapor de agua y se coloca sobre la superficie de un usuario. Para un usuario humano la piel de la espalda o el antebrazo es conveniente, pero puede medirse en cualquier superficie en la que pueda usarse el dispositivo. Es preferible dejar 1-5 minutos para que el sistema se “estabilice” antes de empezar las mediciones. Para hacer una medición la sonda de humedad se inserta entre la compresa de calor húmedo y la superficie del usuario y se deja estabilizar. La temperatura de punto de rocío se muestra en el transmisor del dispositivo de medición. La medición de la temperatura de punto de rocío se toma después de que se haya estabilizado durante aproximadamente 90 segundos. La sonda mide un entorno muy localizado, por lo que puede ser conveniente hacer múltiples mediciones en diversas posiciones entre la banda envolvente y la superficie.

25 El sistema de la presente invención según se describe en el presente documento puede generar y suministrar de aproximadamente 75 W/m² a aproximadamente 500 W/m², como alternativa, de aproximadamente 100W/m² a aproximadamente 200W/m², como alternativa, de aproximadamente 200W/m² a aproximadamente 500 W/m² y, como alternativa, de aproximadamente 300W/m² a aproximadamente 500W/m² de flujo de calor a una temperatura segura de la piel.

30 El generado y/o transferido puede monitorizarse y/o medirse usando imágenes por infrarrojos. Una Cámara de Infrarrojos FLIR Systems SC660 fabricada por FLIR System provista de Software FLIR ExamInIR para el análisis de imágenes y un Trípode MX 350 24” Tabletop o similar.

35 El sistema de calor húmedo genera y suministra calor a una superficie de la piel en la que de aproximadamente 15% a aproximadamente 95%, como alternativa, de aproximadamente 20% a aproximadamente 80%, y aproximadamente 40% a aproximadamente 75% del calor suministrado a una superficie de la piel se suministra como calor latente tras la condensación de la mezcla de vapor de agua-aire. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que el resto del calor transferido al usuario es calor transferido por conducción. Debido a que la mayoría de la transferencia de calor es a través de condensación sobre/en el cuerpo, a través del control de la temperatura de punto de rocío mediante la mezcla vapor de agua-aire, el sistema de la presente invención puede suministrar niveles de pico de calentamiento al cuerpo de hasta tres a cinco veces el de una banda envolvente de calentamiento seco convencional, mientras que mantiene una temperatura de la piel constante de aproximadamente 43°C o menor, proporcionando de esta manera una experiencia de uso segura para el usuario.

40 El sistema produce calor a diferentes velocidades durante la reacción. Inicialmente, el sistema produce vapor de agua a una velocidad muy alta, que se aproxima a 2,0 mg/min/cm² de generación de vapor de agua. Durante este periodo, la velocidad de transferencia de calor a la piel es muy alta, puesto que el calor latente de condensación de esta cantidad de vapor de agua, aproximadamente en los primeros 30 minutos de uso del sistema, provoca un gran aumento en el flujo de calor a la piel, aumentando de esta manera la temperatura del músculo profundo y de la piel muy rápidamente. Que el calor se suministra por calor latente de condensación se demuestra mediante la temperatura estable de la piel que ocurre en los aproximadamente 10-60 primeros minutos de aplicación del sistema

y, después, se estabiliza a una temperatura del punto de rocío de equilibrio entre el vapor de agua y el vapor de agua que condensa en la superficie de la piel. La adición continuada de flujo de calor alto a la piel a una temperatura constante demuestra que el calor latente es responsable de al menos el 15% y hasta aproximadamente el 95% de la transferencia de calor al tejido muscular profundo, mientras que mantiene una temperatura constante seleccionada que es menor que la temperatura que provocaría daños a la piel. En una realización ejemplar para uso humano una temperatura de menor de aproximadamente 43°C, como alternativa, menor de aproximadamente 41°C o, como alternativa, menor de aproximadamente 39 C°.

El aumento del contenido de humedad de la piel también mejora la conductividad térmica de la piel y mejora la velocidad de transferencia de calor a través de la piel y, más en profundidad, hacia el tejido subyacente. Una vez que la velocidad de generación de vapor de agua inicial ha alcanzado el tejido profundo y la temperatura de la piel está a un nivel terapéutico, la porción de generación de vapor de agua está diseñada de manera que las velocidades de generación de vapor de agua se reduzcan a un nivel menor de entre aproximadamente 0,05 mg/min/cm² y aproximadamente 1,0 mg/min/cm². A esta menor velocidad sostenida, el sistema continúa produciendo vapor de agua, que proporciona suficiente calor latente para mantener la temperatura de la piel y del tejido profundo a la temperatura terapéutica deseada, conseguida en los 10-30 primeros minutos de uso del sistema, durante toda la duración del uso del sistema.

El calor latente puede suministrar el beneficio de calentamiento del sistema a un usuario debido a la gran cantidad de flujo de calor, por ejemplo, la capacidad de suministrar suficiente calor para elevar la temperatura de la masa de tejido corporal a una temperatura terapéutica dentro de los 10-30 minutos posteriores al inicio del calentamiento del sistema sin exponer la piel a una temperatura perjudicial; es decir manteniendo una temperatura de la piel menor de aproximadamente 43 °C. Esto contrasta con las bandas envolventes de calor seco convencionales que dependen de la transferencia de calor conductivo, que requerirían que la temperatura de la piel subiera por encima de 50°C para suministrar una temperatura al músculo profundo de 38°C en menos de una hora.

En una realización ejemplar la producción de energía de un sistema de suministro de calor húmedo de la invención es de aproximadamente 75 W/m² a aproximadamente 500 W/m² de flujo de calor, como alternativa, de aproximadamente 100 W/m² a aproximadamente 300 W/m² de flujo de calor y, como alternativa, de aproximadamente 150 W/m² a aproximadamente 250 W/m² en comparación con una banda envolvente de calor seco convencional que normalmente suministra de aproximadamente 50 W/m² a aproximadamente 100 W/m² de flujo de calor. Esto es una diferencia de calor suministrado al cuerpo de aproximadamente 3 veces con respecto al mismo periodo de tiempo a una temperatura de aplicación segura.

El flujo de calor puede medirse usando un sensor de flujo de calor PU_22 (Huksaflux, HuksefluxUSA, Inc. P.O. Box 850, Manorville, New York 11949. Las señales del sensor de flujo de calor se leen con un registrador OM-DAQPRO-5300 (Omega Engineering Inc., dirección: One Omega DR., Box 4047 Stamford, CT, EE. UU., teléfono (203)359-1660). La unidad se programa para convertir las señales de milivoltios que recibe del sensor del flujo de calor en W/m². Se usa una interfaz USB para transferir datos del registrador a un ordenador. En una medición ejemplar, los datos se registran durante 1 hora a intervalos de 10 segundos. Al hacer una medición, el/los sensor/es de flujo de calor se conecta/n al registrador y el registro de datos se inicia en el software. El sistema de calor húmedo a ensayar se extrae de su bolsa o envase de almacenamiento sellado y se activa mediante contacto con el aire. El sistema de calor húmedo se coloca con el lado que está liberando vapor de agua encima del sensor de flujo de calor. Una vez que el dispositivo de calentamiento se coloca sobre el sensor de flujo de calor, empieza la adquisición de datos y las mediciones se registran después durante el periodo de tiempo deseado. Los resultados del flujo de calor se tabulan y pueden representarse también frente al tiempo. Dicha representación del gráfico es particularmente útil para ayudar a definir los intervalos de tiempo que representan el flujo de calor máximo, el flujo de calor en estado estacionario y el intervalo con disminución del flujo de calor.

MEDICIÓN DE CALOR LATENTE

El calor latente liberado puede determinarse usando el flujo de calor y la velocidad de pérdida/generación de agua. Para determinar el % total de calor de un sistema de calor húmedo que es latente, la producción térmica (por ejemplo, flujo de calor) de la banda envolvente de calor húmedo se mide cuando el sistema está colocado con su lado permeable orientado hacia arriba. Esto se hace para permitir que la humedad escape libremente desde la banda envolvente y no se vuelva a reabsorber hacia la banda envolvente. Para medir el flujo de calor total la banda envolvente de calor húmedo se coloca encima de un sensor de flujo de calor que se fija a la superficie de una placa de temperatura constante mantenida a 36°C en un entorno a una temperatura de 23°C y una humedad relativa de 40%. La placa de temperatura se mantiene a una temperatura constante haciendo circular agua desde un baño de agua en circulación de temperatura controlada, disponible en VWR Scientific, Suwanee, GA, EE. UU., modelo 1157, a una velocidad de 1,3 l/min. En el documento JIS S 4100 (Asociación de Normas Japonesas) se describe una placa de temperatura constante que puede usarse.

La velocidad de generación de vapor de agua se determina midiendo el cambio de peso del sistema de calor húmedo. El procedimiento para determinar la velocidad de generación de vapor de agua se describe a continuación. Para calcular el calor latente la velocidad de pérdida de agua se multiplica por el calor latente de agua que, es 2,261 kJ/gm de agua.

El flujo de calor y la velocidad de pérdida de agua se representan gráficamente. El cálculo del % total de flujo de calor que es debido al calor latente puede realizarse examinando los gráficos del flujo de calor y velocidad de vaporización del agua, para determinar los intervalos de tiempo de cada uno de ellos, que tienen el flujo de calor máximo y el comportamiento de estado estacionario más duradero. Se pueden usar múltiples puntos temporales para calcular un intervalo de flujos de calor proporcionado porque en una realización se proporcionan tanto un calentamiento rápido como una generación de vapor de agua, así como un calentamiento y generación de vapor de agua sostenidos. De esta manera, el flujo de calor y la generación de vapor de agua pueden variar a lo largo del transcurso de la reacción exotérmica.

Para una banda envolvente ejemplar de calor húmedo de 24 celdas en la que se midió calor a cinco intervalos espaciados regularmente durante un periodo de tiempo de 60 minutos, el porcentaje de calor total que era calor latente variaba de aproximadamente 42% a aproximadamente 61%. Más específicamente, el porcentaje de calor total que era calor latente fue 49%, 61%, 61%, 42% y 47% para las mediciones uno a cinco, respectivamente. La cantidad total de calor fue aproximadamente 750 W*min/m², aproximadamente 2400 W*min/m², aproximadamente 5000 W*min/m², aproximadamente 3400 W*min/m², y aproximadamente 1500 W*min/m² para las mediciones uno a cinco, respectivamente. Este ejemplo solo se facilita a modo ilustrativo y no se interpretará como una limitación ya que son posibles muchas otras variaciones de la presente invención.

El flujo de calor y la velocidad de pérdida de vapor de agua se usan para calcular el % de flujo de calor debido al calor latente en cada intervalo de tiempo. A continuación se muestra la ecuación usada:

$$\% \text{ de calor del calor latente} = \frac{100 \times \text{Velocidad de pérdida de vapor de agua (g/m}^2 \text{ min)} \times 2,261 \text{ kJ/g de agua}}{\text{Flujo de calor (kJ/m}^2 \text{ min)}}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s.}$$

Los sistemas y procedimientos de la presente invención transfieren al usuario de aproximadamente un 15% a aproximadamente un 95%, como alternativa, de aproximadamente un 20% a aproximadamente un 80% y, como alternativa, de un 40% a aproximadamente un 75% del calor generado como calor latente.

La producción y cantidad de calor latente transferido por el sistema de calor húmedo puede distinguirse de dispositivos anteriores comercializados como dispositivos de calor "de vapor" que, cuando se ensayan habitualmente mediante este procedimiento, no muestran cantidades detectables de transferencia de calor latente.

El sistema de suministro de calor portátil de la presente invención, cuando se aplica al cuerpo, afecta también drásticamente sobre la temperatura de la piel y el músculo, provocando un aumento en la circulación/caudal sanguíneo en el área donde se aplica el sistema. El trabajo cardiovascular total en el cuerpo disminuye, debido a la aplicación del sistema, incluso aunque el flujo sanguíneo localizado aumente drásticamente.

El sistema proporciona un aumento de aproximadamente 3 a aproximadamente 9 veces el caudal sanguíneo en reposo de un área de piel antes de la aplicación del sistema, durante el periodo de tiempo en el que el sistema se aplica al área de la piel de un usuario. En una realización ejemplar de calor húmedo de 24 celdas, el sistema aumentó el flujo sanguíneo aproximadamente 5 veces frente a una banda envolvente de calor seco, y en una realización ejemplar de calor húmedo de 12 celdas, el sistema aumentó el flujo sanguíneo aproximadamente 2 veces frente a una banda envolvente de calor seco. El uso de una realización ejemplar de calor húmedo de 24 celdas del sistema durante una hora aumentó el flujo sanguíneo de forma comparable a un tratamiento con paquete caliente Hydrocollator convencional y más que un tratamiento con bañera de hidromasaje convencional. Este ejemplo solo se facilita con fines ilustrativos y no deberá interpretarse como limitativo ya que son posibles muchas otras variaciones de la presente invención.

Cuando la carga de trabajo cardiaco se mide como un producto de la presión sanguínea media y el ritmo cardiaco medio durante un periodo de tiempo, la carga de trabajo cardiaco disminuye en al menos aproximadamente un 4%, con aplicación del sistema de suministro de calor portátil de la presente invención a la piel de un usuario humano. El trabajo cardiaco se mantiene básicamente constante con la aplicación de bandas envolventes de calor seco o con otras modalidades típicas de calentamiento tales como paquetes calientes Hydrocollator. En el caso de una bañera de hidromasaje, la carga de trabajo cardiaco aumenta significativamente, por encima del 20%, durante una aplicación de 15 minutos. El tipo de relajación cardiaca proporcionada por la presente invención no pudo conseguirse previamente con los dispositivos de calor húmedo portátiles.

Los sistemas de suministro de calor húmedo pueden aumentar la temperatura del músculo profundo a una temperatura bastante por encima de la temperatura de reposo típica, de aproximadamente 36°C a 2,5 cm por debajo de la superficie de la piel hasta una temperatura de aproximadamente 38°C. El sistema también proporciona una temperatura del tejido de al menos aproximadamente 38°C a una profundidad de al menos aproximadamente 2,5 cm por debajo de una superficie externa de la piel de un usuario, en aproximadamente 60 minutos desde el inicio del calentamiento, mientras que se mantiene una temperatura de la superficie externa de la piel de menos de aproximadamente 43°C.

Adicionalmente, el sistema proporciona un aumento en la temperatura del tejido a al menos aproximadamente 2,5 cm por debajo de una superficie externa de la piel de un usuario, de al menos aproximadamente 1°C por encima de una medición de la temperatura inicial del tejido, aproximadamente a los 20 minutos desde el inicio del calentamiento, mientras que se mantiene una temperatura de la superficie externa de la piel de menos de aproximadamente 43°C; de al menos aproximadamente 2°C por encima de una medición de la temperatura inicial del tejido, aproximadamente a los 40 minutos desde el inicio del calentamiento, mientras que se mantiene una temperatura de la superficie externa de la piel de menos de aproximadamente 43°C; y de al menos aproximadamente 3°C por encima de una medición de la temperatura inicial del tejido, aproximadamente a los 60 minutos desde el inicio del calentamiento, mientras que se mantiene una temperatura de la superficie externa de la piel de menos de aproximadamente 43°C.

La temperatura del músculo profundo y la temperatura de la piel de un usuario durante el uso de realizaciones ejemplares de 12 celdas térmicas y 24 celdas térmicas del sistema de calor húmedo de la presente invención se compararon con y temperaturas del músculo profundo y de la piel para un dispositivo convencional de celdas térmicas de calor seco. El dispositivo ejemplar de 24 celdas térmicas de calor húmedo calentó el músculo profundo a aproximadamente 38°C con una temperatura máxima de la piel de aproximadamente 40°C. El dispositivo ejemplar de 12 celdas térmicas de calor húmedo calentó el músculo profundo a aproximadamente 37,5 °C con una temperatura máxima de la piel de aproximadamente 40°C. El dispositivo de celdas térmicas secas calentó el músculo profundo a menos de aproximadamente 36,5°C después de 60 minutos de calentamiento con una temperatura máxima de la piel de aproximadamente 35°C. Este ejemplo solo se facilita con fines ilustrativos y no deberá interpretarse como una limitación ya que son posibles muchas otras variaciones de la presente invención.

Dicha temperatura del músculo profundo es habitual del tipo de calentamiento térmico que anteriormente solo podía conseguirse con el uso de bañeras de hidromasaje. El tipo de capacidad térmica proporcionado por la presente invención no podía conseguirse anteriormente con dispositivos de calor húmedo portátiles.

La temperatura de la piel y la temperatura del músculo profundo pueden medirse mediante los siguientes procedimientos.

La temperatura de la piel se mide con una con una sonda termistora, TSD202A, producida por BIOPAC, Inc., Goleta, CA. Dicha sonda es una sonda de "respuesta rápida", con un tiempo de respuesta de 0,6 segundos y de 1,7 mm de diámetro. La salida de la sonda se digitaliza con un convertidor A/D, MP100, de 16 bit, y se almacena en un ordenador.

La temperatura del músculo profundo se mide con una sonda de termopar T y alambre, pieza N° IT-18, producida por Physitemp Instruments, Inc., Clifton, NJ, EE. UU. El termopar es de calibre 24, con una constante de tiempo de 0,3 segundos. El termopar se inserta en el tejido mediante una aguja de calibre 22.

Antes de medir la temperatura del músculo profundo, una persona se sienta durante 20 minutos en una sala a 22°C. Durante los 20 minutos, el termistor y el termopar se ponen sobre y bajo la piel, respectivamente. El área de la persona donde están localizados el termistor y el termopar se escanea con un formador de imágenes Doppler por láser, para medir el flujo sanguíneo de la piel. Un dispositivo o modalidad de calentamiento a ensayar (por ejemplo, una banda envolvente de calor seco convencional, un sistema de la presente invención, una bañera de hidromasaje o unos paquetes calientes Hydrocollator, etc.) se aplican durante un periodo de tiempo que coincide con los protocolos de terapia clínica convencionales para la modalidad de calentamiento usada. Después del periodo de ensayo, el área ensayada del sujeto se explora de nuevo para medir el flujo sanguíneo de la piel. Después del final del periodo de ensayo, el termistor y el termopar se retiran y el área donde se puso el termopar se inspecciona y se limpia. Cada 5 minutos durante un experimento, se pide al sujeto que rodee con un círculo, en una escala analógica visual de 10 puntos, la percepción del sujeto del calor y grado de satisfacción con la modalidad de calentamiento.

El termopar se pone en el tejido del cuádriceps, a 2,5 cm de la superficie de la piel, usando una aguja para penetrar en la piel. Para poner el termopar en el tejido, se inserta una aguja a un ángulo de 60 grados respecto a la piel, verificándose la profundidad por formación de imágenes por ultrasonidos. Una vez que el termopar se ha insertado, la aguja se retira y el termopar estéril se deja en su sitio en el tejido. El miembro de la persona no se mueve durante el periodo de ensayo, para minimizar cualquier traumatismo potencial al miembro. Para asegurar la esterilidad, el conjunto de termopar se esteriliza con CIDEX durante una hora antes de su uso y, después, se lava en solución salina estéril.

El termopar se pone en el tejido muscular profundo y no en la capa de grasa. La colocación se confirma por medición ultrasónica (Sonosite 180, Seattle WA EE. UU.) del muslo superior de la persona.

La salida del termopar se transduce mediante un sistema de termómetro digital Iso-thermex, certificado para uso humano y hospitalario. Dicho dispositivo tiene una precisión del 0,1% y lo produce Columbus Instruments, Columbus, OH, EE. UU.

El termopar se deja en su sitio a lo largo del ensayo y durante 15 minutos después de la retirada de la modalidad de calentamiento. Un sistema de la presente invención se deja en su sitio durante 1 hora.

El flujo sanguíneo de la piel puede medirse usando un caudalímetro Doppler de infrarrojos por láser (sonda TST 140, de Biopac systems, Goleta, CA, EE. UU.). El dispositivo tiene una sonda plana de 3 g, con un área superficial activa de 1 cm cuadrado. La sonda se enchufa a un amplificador LDF 100C y se digitaliza a 2.000 muestras por segundo, con un convertidor de analógico a digital de 16 bit (Biopac Systems, NP150, Goleta, CA, EE. UU.). La unidad se calienta durante 30 minutos antes de las mediciones de flujo. La sonda de flujo se calibra antes y al final de un experimento. El volumen de tejido muestreado por la sonda es de 1 mm³. Una persona de ensayo se sienta en una sala a 22°C durante 20 minutos antes del experimento, tiempo durante el cual se mide el flujo en sangre.

Las mediciones se toman antes de aplicar una modalidad de calentamiento, inmediatamente después de la retirada de la modalidad de calentamiento y a los 5, 10 y 15 minutos después de retirar una modalidad de calentamiento.

Pueden analizarse entonces la temperatura de la piel y el músculo con el tiempo, y el flujo sanguíneo de la piel.

El trabajo cardíaco es una representación calculada del esfuerzo cardíaco que gasta el cuerpo en determinadas condiciones. El trabajo cardíaco se define como un producto de la frecuencia cardíaca y la media matemática de la presión sanguínea diastólica y sistólica.

Trabajo cardíaco inicial = frecuencia cardíaca inicial media X presión sanguínea media inicial.

Presión sanguínea media inicial = ((presión sanguínea sistólica inicial media – presión sanguínea diastólica inicial media) X 0,33 + presión sanguínea diastólica inicial media) / 100.

Trabajo cardíaco final = frecuencia cardíaca final media X presión sanguínea media final.

Presión sanguínea media final = ((presión sanguínea sistólica final media – presión sanguínea diastólica final media) * 0,33 + presión sanguínea diastólica final media) / 100.

Diferencia en la carga de trabajo cardíaco = Carga de trabajo cardíaco inicial – Carga de trabajo cardíaco final.

La frecuencia cardíaca se mide en latidos por minuto. La frecuencia cardíaca se mide mediante una detección individual del pulso radial de un sujeto de ensayo durante un periodo de un minuto.

La presión sanguínea se mide por auscultación del brazo derecho de una persona de ensayo con un esfigmomanómetro de aire. Las presiones sistólica y diastólica se determinan de acuerdo con el procedimiento y las normas de la Asociación Cardíaca Americana, y se proporcionan en mm de Hg, siendo la sistólica el primer golpeteo y la diastólica el cambio de un golpeteo a un sonido amortiguado. El manguito de presión sanguínea se infla a 200 mm de Hg y la presión se reduce a intervalos de 3 mm de Hg por segundo.

El sistema también puede proporcionar la percepción de comodidad y alivio de dolor aproximadamente a los 10 minutos de iniciarse el calentamiento del sistema. Para determinar el nivel de comodidad y de alivio de dolor, se usa una escala analógica visual de 0-10 puntos para medir la comodidad subjetiva. Dicha escala puede usarse, por ejemplo, durante el ensayo de músculo profundo descrito anteriormente, en la pierna de una persona de ensayo. La comodidad y alivio de dolor se mide antes de aplicar una modalidad de calentamiento, y cada 5 minutos durante una primera hora; después puede medirse posteriormente cada hora, para experimentos más largos. Después de retirar una modalidad de calentamiento, la comodidad y alivio de dolor se mide a los 5, 10 y 15 minutos. Como alternativa el alivio de dolor puede valorarse evaluando el intervalo de movimiento antes y después del tratamiento con el sistema de calor húmedo.

El sistema de la presente invención también genera de aproximadamente 0,05 mg de vapor de agua/min/cm² a aproximadamente 2,5 mg de vapor de agua/min/cm² de la porción de generación de vapor de agua y, como alternativa, de aproximadamente 0,1 mg de vapor de agua/min/cm² a aproximadamente 2,0 mg de vapor de agua/min/cm² de la porción de generación de vapor de agua, en el que el vapor de agua suministra humedad a la superficie de la piel, por condensación sobre la superficie de la piel.

La cantidad de vapor de agua generado, y la velocidad de generación de vapor de agua puede medirse midiendo el cambio de peso de un sistema de la presente invención u otro dispositivo de calentamiento exotérmico, desde antes de iniciarse el calentamiento hasta después de que el sistema se agote y a lo largo del tiempo de uso del sistema. Para medir y registrar el cambio de peso, un Medidor Toledo Balance, Modelo PG503-S, se conecta a un ordenador en el que se ejecuta el programa Software Toledo BalanceLink (Mettler Toledo AG, CH-8606 Greifensee, teléfono +41 44 944 22 11), usando un cable de interfaz RS232C. Antes del ensayo, el equilibrio se calibra de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Una lámina de espuma de poliestireno de 10 cm de espesor se pone encima de la escala de la balanza y la balanza se pone a cero.

Antes del ensayo, el equilibrio se calibra de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Una lámina de espuma de poliestireno de 10 cm de espesor se pone encima de la escala de la balanza y la balanza se pone a cero.

El sistema a ensayar se retira de una bolsa de lámina metálica hermética al aire, donde se almacena después de la fabricación, y se pone en el centro de la lámina de espuma de poliestireno con la superficie de suministro de calor latente orientada hacia arriba para que el vapor de agua pueda escapar, y el registro de datos iniciado. El peso

inicial del dispositivo de calentamiento exotérmico y el peso del dispositivo de calentamiento exotérmico se registran posteriormente hasta que el sistema se agota y, de esta manera, puede medirse la pérdida de humedad desde el inicio hasta el final de la reacción.

5 La cantidad de pérdida de peso está correlacionada con la cantidad de pérdida de agua, que estima la cantidad de vapor de agua generado durante la reacción. Con una composición exotérmica tal como la de la presente invención, debido a que ninguno de los otros componentes de la composición exotérmica se pierde durante la reacción y el agua no se consume como parte de la reacción, la pérdida de peso puede correlacionarse con la pérdida de agua y el vapor de agua generado. Las mediciones basadas en pérdida de peso y los cálculos de vapor de agua generado son aproximaciones, porque durante el transcurso de la reacción se produce óxido de hierro y, de esta manera, siempre se gana algo de peso durante el transcurso de la reacción. Sin embargo, se produce una cantidad mínima de óxido de hierro y, de esta manera, se gana la cantidad mínima de peso. Por lo tanto, la cantidad de pérdida de peso se aproxima a la cantidad de pérdida de agua.

15 La cantidad de vapor de agua generado por área de la piel de un usuario puede calcularse dividiendo la cantidad total de vapor de agua generado por el sistema por el área de la piel a la que se aplica el sistema. El vapor de agua generado por unidad de tiempo también puede calcularse dividiendo la cantidad de vapor de agua generado por un sistema por la duración de la generación de vapor de agua. Un experto habitual en la materia entenderá cómo realizar dichos cálculos, manualmente o usando un programa informático.

20 Además, el sistema puede aumentar el nivel de humedad de la piel en al menos aproximadamente un 300% frente al nivel de humedad de la piel antes de la aplicación del sistema, durante un periodo de tiempo de menos de aproximadamente 30 minutos.

25 La cantidad de humedad de la piel y el aumento en la humedad de la piel se miden con un medidor de la humedad de la piel de capacitancia Corneometer 810 (Courage Khazaka Electronics, Cologne, DE). El corneómetro determina el nivel de humedad del estrato córneo de la piel por capacitancia eléctrica. La alteración en el nivel de hidratación de la piel da como resultado un cambio en la capacitancia. La sonda de capacitancia se aplica a la piel durante un segundo, a una presión de 7,1 N/cm². El grado de capacitancia de la piel se indica de 1-100 unidades. Una unidad representa un contenido de agua del estrato córneo de 0,02 mg/cm² a una profanidad de medición de 20 nm. Una piel muy seca es menor de 30 unidades, una piel seca es de 30-45 unidades y una piel suficientemente hidratada es mayor de 45 unidades.

30 La capacitancia del tejido (es decir, en este caso, la piel) se mide aplicando ondas electromagnéticas a una frecuencia de 100.000 ciclos/segundo (Hz), a una profundidad de 20 nm, para formar imágenes de la superficie de la piel. La sonda se pone sobre la piel de un sujeto de ensayo, en una localización deseada a estudiar. Antes del ensayo, la persona se sienta en una sala a aproximadamente 22°C y una humedad relativa del 40%, durante 20 minutos, para permitir que la piel llegue a un estado normalizado. La capacitancia, a partir de la cual se calcula la humedad de la piel, se mide antes e inmediatamente después de la retirada de la modalidad de calentamiento.

35 USO

40 Un dispositivo térmico puede ser solamente un sistema de calor húmedo o un sistema de calor húmedo usado junto con un sistema de calentamiento por conducción convencional. Por ejemplo, un dispositivo térmico puede comprender al menos una celda de calor húmedo y al menos una celda de calor seco incorporada en un dispositivo térmico. Esta configuración puede ser útil, por ejemplo, al proporcionar calor y calor húmedo de manera regulada para facilitar el suministro de una sustancia aromática o un agente terapéutico.

45 El sistema de calor húmedo portátil de la presente invención puede ser útil para suministrar calor consistente, seguro, eficaz y sostenido de forma portátil para proporcionar: alivio de dolor, calentamiento de músculo profundo, aumento del flujo sanguíneo, reducción del trabajo cardíaco, relajación, curación de heridas, suministro de humedad, suministro de principios activos, calentamiento corporal, alivio respiratorio, hidratación de la piel, potenciación del sueño, terapia física y combinaciones de los mismos, dependiendo de la forma, tamaño y contorno del sistema, es decir, banda envolvente corporal, banda envolvente facial, vendas, gasas y similares.

50 De acuerdo con una realización el sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención puede ser útil para proporcionar calentamiento de músculo profundo aplicando el sistema a la piel de un usuario; suministrando una mezcla de vapor de agua-aire generada por el sistema a la piel del usuario; y transfiriendo calor a la piel del usuario, en el que el sistema transfiere calor a la piel de un usuario y en el que de aproximadamente 15% a aproximadamente 95% de calor a un usuario como calor latente de condensación mientras mantiene una temperatura de la piel a menos de aproximadamente 43°C.

55 El sistema de calor húmedo portátil puede proporcionar de aproximadamente 75 W/m² a aproximadamente 500 W/m², como alternativa, de aproximadamente 100W/m² a aproximadamente 200W/m², como alternativa, de aproximadamente 200W/m² a aproximadamente 500 W/m² y, como alternativa, de aproximadamente 300W/m² a aproximadamente 500W/m² de flujo de calor.

Además, el sistema de calor húmedo portátil puede usarse para proporcionar una temperatura superficial de la piel

5 de al menos aproximadamente 36°C aproximadamente a los 5 minutos de iniciarse el calentamiento del sistema. Puede usarse para proporcionar una temperatura al tejido de al menos aproximadamente 38°C, a una profundidad de al menos aproximadamente 2,5 cm por debajo de una superficie externa de la piel, aproximadamente a los 60 minutos de iniciarse el calentamiento del sistema, mientras que se mantiene una temperatura de la superficie externa de la piel de menos de aproximadamente 43°C.

10 De acuerdo con otra realización el sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para un alivio rápido del dolor aplicando el sistema a la piel de un usuario; iniciando el calentamiento del sistema; y suministrando una mezcla de vapor de agua-aire generada por el sistema a la piel del usuario; en el que el sistema proporciona alivio de dolor aproximadamente a los 60 minutos de iniciarse el calentamiento del sistema mientras que se mantiene una temperatura de la piel de menos de aproximadamente 43°C.

15 El sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para proporcionar un principio activo de alivio de dolor; y suministrar el principio activo a través de la piel. Un principio activo de alivio de dolor puede incorporarse en la porción de generación de vapor de agua, en la fuente de vapor de agua o en la porción de regulación de vapor de agua-aire. Un principio activo de alivio de dolor también puede incorporarse en un dispositivo diferente, que se usa junto con el sistema de la presente invención para suministrar el principio activo de alivio de dolor a través de la piel.

20 De acuerdo con otra realización el sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para aumentar el flujo sanguíneo aplicando el sistema a la piel de un usuario; iniciando el calentamiento del sistema; y aumentando el flujo sanguíneo, en un área de la piel del usuario en la que se aplica el sistema, de aproximadamente 2 a aproximadamente 9 veces frente al flujo sanguíneo del área de piel antes de la aplicación del sistema, durante un periodo de tiempo en el que el sistema se aplica a la piel de un usuario; mientras que se mantiene una temperatura de la piel de menos de aproximadamente 43°C.

25 El sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para proporcionar una reducción del trabajo cardiaco, y relajación, aplicando el sistema a la piel de un usuario; iniciando el calentamiento del sistema; y reduciendo el trabajo cardiaco al menos aproximadamente un 4% durante el periodo de tiempo en el que el sistema se aplica a la piel de un usuario, mientras mantiene la temperatura de la piel a menos de aproximadamente 43°C. El periodo de tiempo que el sistema se aplica a la piel de un usuario puede ser de al menos aproximadamente 1 hora.

30 De acuerdo con otra realización el sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para proporcionar humedad a la piel aplicando el sistema a la piel de un usuario; iniciando el calentamiento del sistema; y generando de aproximadamente 0,05 mg de vapor de agua/min/cm² de la porción de generación de vapor de agua a aproximadamente 10 mg de vapor de agua/min/cm² de la porción de generación de vapor de agua, en el que el vapor de agua proporciona humedad a la superficie de la piel por condensación sobre la superficie de la piel.

35 El sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para aumentar el nivel de humedad de la piel en al menos aproximadamente un 300% frente al nivel de humedad de la piel antes de la aplicación del sistema, durante un periodo de tiempo de menos de aproximadamente 60 minutos. El sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para proporcionar un principio activo cosmético, y suministrar el principio activo cosmético a la piel.

40 De acuerdo con otra realización el sistema de calor húmedo portátil de acuerdo con la presente invención también puede ser útil para proporcionar un beneficio a un usuario aplicando dicho sistema a una superficie de un usuario en el que la superficie de suministro de calor latente se coloca junto a la superficie del usuario; iniciando el calentamiento de dicho sistema; y transfiriendo calor húmedo a la piel del usuario a un intervalo de temperatura seleccionado, en el que el calor húmedo es de aproximadamente el 15% a aproximadamente el 95% de calor latente de condensación.

45 El beneficio puede seleccionarse del grupo que consiste en reducir el trabajo cardiaco en al menos de aproximadamente el 4% durante el periodo de tiempo en que dicho sistema se aplica a la piel de un usuario; aumentar el flujo sanguíneo, en un área de la piel de dicho usuario en la que se aplica dicho sistema, de aproximadamente 3 a aproximadamente 9 veces frente al flujo sanguíneo de dicha área de piel antes de la aplicación de dicho sistema; proporcionar relajación; proporcionar curación de heridas; proporcionar alivio respiratorio; proporcionar calentamiento corporal; proporcionar hidratación de la piel; proporcionar potenciación del sueño; proporcionar terapia física, proporcionar o mejorar la recuperación tras una operación, favorecer o mejorar la recuperación de lesiones y combinaciones de los mismos.

EJEMPLOS

55 Los siguientes ejemplos describen y demuestran adicionalmente las realizaciones dentro del ámbito de la presente invención. Los ejemplos se dan únicamente con fines de ilustración, y no pretenden considerarse como limitaciones de la presente invención, puesto que son posibles muchas variaciones de la misma, sin alejarse del ámbito de la invención. Todas las concentraciones ejemplificadas son porcentajes peso-peso, a menos que se especifique otra

cosa.

EJEMPLOS 1 - 3 FUENTE DE VAPOR DE AGUA

5 La fuente de vapor de agua ejemplificada a continuación son celdas térmicas exotérmicas, cargadas con una composición exotérmica en forma de partículas, para su uso en la porción de generación de vapor de agua del sistema de la presente invención.

Las composiciones exotérmicas en forma de partículas ejemplificadas a continuación se prepararon usando técnicas de mezcla convencionales para formar las composiciones exotérmicas en forma de partículas, en las que las composiciones resultantes permiten la construcción de las celdas térmicas de la presente invención.

10 Se preparó una pre-mezcla añadiendo carbono activado y agua a una mezcladora o aparato de mezcla, tal como una Mezcladora Littleford Day, y mezclando durante aproximadamente diez minutos. Se añade después un material de gelificación absorbente de poliacrilato y la mezcla se mezcla durante aproximadamente 10 minutos. A continuación, se añade hierro esponjoso en polvo a la mezcladora, y la pre-mezcla resultante se mezcla durante aproximadamente 5 minutos.

15 Se añadió aproximadamente 2,2 g de la composición de pre-mezcla resultante a cada una de las cavidades preformadas, cavidades que se han creado con un vacío para formar las cavidades, en una lámina de película coextruida de polipropileno/EVA (por ejemplo, película coextruida del 60% de PP / 40% de EVA RMS# GCAS10045989 de 24,7 gsm 1,4mil (Clopay, Augusta, KY)).

20 A continuación, se prepara una solución de salmuera añadiendo agua, cloruro sódico y, opcionalmente, tiosulfato sódico a una mezcladora, y mezclando durante aproximadamente quince minutos. La solución de salmuera resultante se dosifica después rápidamente sobre la composición de pre-mezcla.

25 Una superficie aireada de un material no tejido, SMMS, de polipropileno 100%, pieza terminada CTM4417064, de 44,1 gsm (First Quality Non-wovens, McElhattan, PA) se pone sobre las cavidades que contienen la pre-mezcla y la salmuera, orientando el lado de EVA hacia la cavidad preformada que contiene la lámina de película. La lámina de película y el SMMS se unen juntos usando un calor bajo, formando una estructura unificada. La estructura unificada resultante contiene celdas térmicas, que contienen la composición exotérmica en forma de partículas sellada en las cavidades, entre las superficies opuestas de la superficie aireada y la superficie de la capa laminar opuesta.

Las celdas térmicas empiezan a generar calor poco después de que se añada la salmuera a la composición en forma de partículas, por lo tanto, las superficies superior e inferior se unen y las celdas térmicas acabadas se envasan rápidamente en un envase secundario hermético al aire, para un uso futuro.

30 La Tabla 1 ilustra diferentes composiciones exotérmicas en forma de partículas de celdas térmicas de la presente invención.

Tabla 1 - Composiciones exotérmicas en forma de partículas

Componente	Composición 1 (% en peso)	Composición 2 (% en peso)	Composición 3 (% en peso)
Hierro en polvo (F-417, Hoeganaes Corp., New Jersey)	60,40	56,75	58,70
Carbono Activado (NuChar-SN, MeadWestvaco, Covington, VA)	4,05	3,81	3,94
Material de Gelificación Absorbente (poliacrilato de sodio, Nippon Shokubai, Chattanooga, TN)	5,09	4,78	4,94
Cloruro Sódico	3,02	3,47	1,38
Tiosulfato Sódico	0,38	0,43	---
Agua	27,06	30,76	31,04

35 Las realizaciones ejemplares de la presente invención se describen a continuación, con referencia a la Figura 3 y la Figura 1. Los mismos símbolos representan los mismos elementos estructurales a lo largo de las mismas.

La Figura 3 ilustra una realización de un sistema de suministro de calor húmedo que tiene dos capas de mezcla de vapor de agua-aire y dos capas de distribución de vapor de agua-aire, como una porción de una porción de regulación de vapor de agua-aire. Con referencia a la Figura 3, la porción de generación de agua 110 comprende la celda térmica 180. La celda térmica 180 está construida de acuerdo con el Ejemplo 1, usando la Composición de la Tabla 1 anterior. Adyacente a la porción de generación de agua 110 hay una porción de regulación de vapor de agua-aire 120. Adyacente a un segundo lado de la porción de generación de agua 110 está la superficie externa 140 que comprende una capa aislante y una capa más externa.

La celda térmica 180 tiene una composición exotérmica en forma de partículas, dosificada en una cavidad 111 formada en una superficie opuesta 160 de una capa laminar de polipropileno/EVA, no permeable al aire y no permeable a la humedad (por ejemplo, película coextruida del 60% de PP / 40% de EVA RMS# GCAS10045989 de 24,7 gsm 0,036 mil (Clopay, Augusta, KY)), opuesta a una superficie aireada 170 de polipropileno SMMS (por ejemplo, polipropileno 100% 34 gsm SB/ 4 gsm M/ 4 gsm M/ 34 gsm SB, Código W502FWH634, 76 gsm (Polymer Group Inc., Waynesboro, VA)).

La superficie externa 140 está adyacente a la superficie opuesta 160 y comprende dos capas que incluyen una capa de espuma de polipropileno 162 aislante de 0,16 cm (por ejemplo, PP 100% 0,16 cm Microespuma RMS#95818584 16 gsm (Pregis, Wurtland, KY) y una capa no tejida de polipropileno 164 más externa.

Adyacente a la superficie aireada 170 hay una primera capa de mezcla de vapor de agua-aire 124, de 3 mm de espesor, de guata no tejida, de fibras largas de polietileno/poliéster (por ejemplo, 70% de 9dpfPET/PE BICO/ 30% de 12dpf fibras de PET huecas RMS#95169555 84 gsm unidas por aire (Libeltex, Meulebeke, Bélgica). Adyacente a la primera capa de mezcla de vapor de agua-aire 124 hay una primera capa de distribución de vapor de agua-aire 122, de 0,16 cm de espesor, de espuma de polipropileno perforada (por ejemplo, 100% de PP de 0,16 cm de Microespuma RMS#95818584 16 gsm (Pregis, Wurtland, KY); alterada internamente mediante troqueles para añadir perforación). Adyacente a la primera capa de distribución de vapor de agua-aire 122 hay una segunda capa de mezcla de vapor de agua-aire 125, de 3 mm de espesor, de guata no tejida, de fibras largas de polietileno/poliéster del mismo material que el que se usa en la primera capa de mezcla de vapor de agua-aire 124. Adyacente a la segunda capa de mezcla de vapor de agua-aire 125 hay una segunda capa de distribución de vapor de agua-aire 123, de espuma de polipropileno perforada, de 0,16 cm de espesor del mismo material que el que se usa en la primera capa de distribución de vapor de agua-aire 122. Fijada a la segunda capa de distribución de vapor de agua-aire 123 está la superficie de suministro de calor latente 130 que comprende dos capas en contacto con la piel de material no tejido de polipropileno (por ejemplo, 50/50 de polipropileno/polietileno BICO Pieza# 236YLJO09P 80 de gsm (Fiberweb, Washougal, WA), alternadas internamente mediante deformación mecánica). Las capas se sellan juntas alrededor de la periferia de las capas, para formar un sistema.

Haciendo referencia a la Figura 1, la Figura 1 ilustra una realización de un sistema de calor húmedo que solo tiene una capa de mezcla de vapor de agua-aire y una capa de distribución de vapor de agua-aire. Con referencia a la Figura 1, la celda térmica 80 está construida de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior, usando la composición de la Tabla 1. La celda térmica 80 tienen una composición exotérmica en forma de partículas de generación de vapor de agua, dosificada en una cavidad 11 formada en una superficie opuesta de la capa laminar 60, de polipropileno/EVA (por ejemplo, 60% de PP/40% de EVA coextruida RMS# GCAS10045989 de 24,7 gsm de 0,036 mm (Clopay, Augusta, KY)), opuesta a una superficie aireada 70 de polipropileno 100% SMMS (es decir, pieza terminada# CTM4417064, de 44,1 gsm SMMS (First Quality Nonwovens, McElhattan, PA).

La superficie externa 40 está adyacente a la capa laminar 60 de la superficie opuesta y comprende dos capas que incluyen una capa de espuma de polipropileno aislante de 0,16 cm (por ejemplo, Microespuma RMS#95818584 de 16 gsm (Pregis, Wurtland, KY)) y una capa no tejida de polipropileno más externa.

Adyacente a la superficie aireada 70 está la capa de mezcla de vapor de agua-aire 24 que comprende una capa de 3 mm de espesor, de mezcla de vapor de agua-aire 20 de fibras largas de polietileno/poliéster (por ejemplo, 70% de 9dpfPET/PE BICO/ 30% de 12dpf fibras de PET huecas RMS#95169555 84 de gsm mediante guata no tejida unida por aire (Libeltex, Meulebeke, Bélgica). Adyacente a la capa de mezcla de vapor de agua-aire 24 hay una capa de distribución de vapor de agua-aire 22, de 0,16 cm de espesor, de espuma de polipropileno perforada (por ejemplo, 100% de PP de 0,16 cm de Microespuma RMS#95818584 de 16 gsm (Pregis, Wurtland, KY); alterada internamente mediante troqueles para añadir perforación). Adyacente a la primera capa de distribución de vapor de agua-aire 22 está la superficie de suministro de calor latente 30 que comprende dos capas en contacto con la piel de material no tejido de polipropileno (por ejemplo, 50/50 de polipropileno/polietileno BICO Pieza# 236YLJO09P 80 de gsm (Fiberweb, Washougal, WA), alternadas internamente mediante deformación mecánica). Las capas se sellan juntas alrededor de la periferia de las capas, para formar un sistema.

Con referencia a la Figura 4, la Figura 4 es una vista superior en planta de una realización de un dispositivo terapéutico de la presente invención 500 que tiene una pluralidad de celdas térmicas (por ejemplo, veinticuatro (24) celdas térmicas) 580 que forman una porción de generación de vapor de agua que comprende una composición exotérmica en forma de partículas que incluye una fuente de vapor de agua y una fuente de calor.

EJEMPLOS DE IMÁGENES POR INFRARROJOS

5 Las Figuras 5A y 5B muestran imágenes por infrarrojos de una realización ejemplar del dispositivo terapéutico del sistema de suministro de calor húmedo de la invención activado. La Figura 5A es una vista de la superficie externa de un dispositivo terapéutico del sistema de suministro de calor húmedo de la invención activado. Como muestra la Figura 5A, los perfiles de las celdas térmicas individuales son visibles en la superficie exterior en la imagen por infrarrojos. La Figura 5B es una vista de la superficie de suministro de calor latente de un dispositivo terapéutico del sistema de suministro de calor húmedo de la invención activado. Como muestra la Figura 5B, la porción de regulación de vapor de agua-aire facilita la dispersión y la uniformidad de calor sobre la superficie de suministro de calor latente del sistema activado. Como muestra la Figura 5B, los contornos del perímetro de las celdas térmicas individuales no son discernibles en una imagen por infrarrojos de la superficie de suministro de calor latente de un sistema activado que está suministrando calor a la superficie de suministro de calor latente debido a la dispersión del calor.

15 No se entenderá que las dimensiones y los valores desvelados en el presente documento se limitan estrictamente a los valores numéricos exactos indicados. Por el contrario, salvo que se especifique otra cosa, cada una de dichas dimensiones tiene por objeto significar tanto el valor indicado como un intervalo funcionalmente equivalente que rodea dicho valor. Por ejemplo, una dimensión desvelada como "40 mm" tiene por objeto significar "aproximadamente 40 mm."

20 Cada documento citado en el presente documento, incluyendo cualquier patente o solicitud referenciada o relacionada, se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad, a menos que se excluya expresamente o se limite de otra manera. La mención de cualquier documento no supone una admisión de que sea técnica anterior con respecto a cualquier invención desvelada o reivindicada en el presente documento, ni de que enseñe, sugiera o desvele dicha invención en solitario o en cualquier combinación con cualquier otra referencia o referencias. Adicionalmente, en la medida en que cualquier significado o definición de un término en el presente documento contradiga cualquier significado o definición del mismo término en un documento incorporado por referencia, dominará el significado o definición asignado a ese término en el presente documento.

25 Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, será obvio para los expertos en la materia que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones, sin apartarse del ámbito de la invención. Por lo tanto, en las reivindicaciones adjuntas se pretenden cubrir todos esos cambios y modificaciones que están dentro del ámbito de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de calor húmedo portátil que comprende:

- (a) una porción de generación de vapor de agua (10) que comprende una fuente de vapor de agua y una fuente de calor (80); y
- (b) una porción de regulación de vapor de agua-aire (20), comprendiendo dicha porción de regulación de vapor de agua-aire una capa de mezcla de vapor de agua-aire (24), y una capa de distribución de vapor de agua-aire (22);

estando dicha porción de generación de vapor de agua (10) dispuesta sobre el primer lado de, y en comunicación de fluido con, dicha porción de regulación de vapor de agua-aire (20); y una superficie de suministro de calor latente (30) dispuesta en el segundo lado de dicha porción de regulación de vapor de agua-aire (20) que suministra calor húmedo a un intervalo de temperatura seleccionado en la que del 15% al 95% del calor húmedo es calor latente de condensación; en el que dicho sistema proporciona calor húmedo a una superficie de la piel humana manteniendo una temperatura de dicha superficie de dicha piel desde 38°C a 42°C, mientras genera una cantidad de flujo de calor de 100 W/m² a 500 W/m²; en el que dicha fuente de calor (80) comprende una pluralidad de celdas térmicas (80) exotérmicas, estando al menos una porción de dichas celdas térmicas (80) alineadas en una fila; y en el que una tira de un material de espuma (54) cubre dicha fila de celdas térmicas (80), proporcionando dicha tira (54) un espacio de aire (56) paralelo a dicha fila de celdas térmicas (80) para ayudar a la entrada de aire en el sistema; en el que cada celda térmica (80) se forma en una estructura unificada que comprende al menos dos superficies opuestas, una superficie sustancialmente no permeable al aire y no permeable a la humedad (60), y una superficie aireada (70) que es altamente permeable al aire y permeable a la humedad; y en el que la superficie de la celda térmica aireada (70) se dispone hacia el lado de la superficie de calor latente y tiene una permeabilidad al aire de más de 25 cm³/cm²/s y una velocidad de transmisión de vapor húmedo de más de 5.000 g/m²/24h.

2. El sistema de la Reivindicación 1, en el que el intervalo de temperatura seleccionado es de menos de 43°C.

3. El sistema de la Reivindicación 1 o la Reivindicación 2, en el que dicho sistema proporciona una proporción de vapor de agua a aire seco de menos de aproximadamente 0,085 kg de vapor de agua / kg de aire seco (0,085 lb de vapor de agua / lb de aire seco) en dicha superficie de suministro de calor latente de dicho sistema.

4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha capa de mezcla de vapor de agua-aire (24) tiene una permeabilidad al aire de 400 cm³/cm²/s a 17.000 cm³/cm²/s y una MVTR de 5.000 g/m²/24h a 7.000 g/m²/24h.

5. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha capa de mezcla de vapor de agua-aire (24) tiene un espesor de 0,1 a 5 mm.

6. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha capa de distribución de vapor de agua-aire (22) comprende un material sustancialmente no permeable al aire que tiene una permeabilidad al aire de menos de 0,025 cm³/cm²/s, en el que dicha capa de distribución de vapor de agua-aire (22) comprende una pluralidad de aberturas de distribución de vapor de agua que hacen que dicha capa de distribución de vapor de agua-aire tenga una permeabilidad al aire de más de 500 cm³/cm²/s a 2500 cm³/cm²/s.

7. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha porción de regulación de vapor de agua-aire (120) comprende una pluralidad de dichas capas de mezcla de vapor de agua-aire (124, 125) y una pluralidad de dichas capas de distribución de vapor de agua-aire (122, 123).

8. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema proporciona una mezcla de vapor de agua-aire a una superficie de suministro de calor latente (30) y en el que dicha mezcla de vapor de agua-aire tiene una temperatura de punto de rocío de 30°C a 50°C.

9. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema se forma como un dispositivo desechable de un solo uso.

10. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho sistema se forma como dispositivo para múltiples fines en el que dicha porción de generación de vapor de agua (10) es un dispositivo desechable de un solo uso y en el que dicha porción de regulación de vapor de agua-aire (20) es reutilizable.

11. Un dispositivo terapéutico que comprende un sistema de suministro de calor húmedo portátil como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

12. El dispositivo terapéutico de la Reivindicación 11, en el que dicho dispositivo suministra calor húmedo a un usuario proporcionando un aumento en la temperatura del tejido al menos 2,5 cm por debajo de una superficie

externa de la piel de un usuario de al menos 1°C por encima de una medición de la temperatura inicial del tejido a los 20 minutos desde el inicio del calentamiento de dicho sistema, mientras que se mantiene una temperatura de dicha superficie externa de dicha piel de menos de 43°C .

- 5 13. El dispositivo terapéutico de la Reivindicación 11 o la Reivindicación 12, en el que dicho dispositivo genera de $0,05\text{ mg}$ de vapor de agua/ min/cm^2 de la porción de generación de vapor de agua a 10 mg de vapor de agua/ min/cm^2 de la porción de generación de vapor de agua; en el que dicho vapor de agua suministra humedad a la superficie de la piel mediante condensación sobre la superficie de la piel.

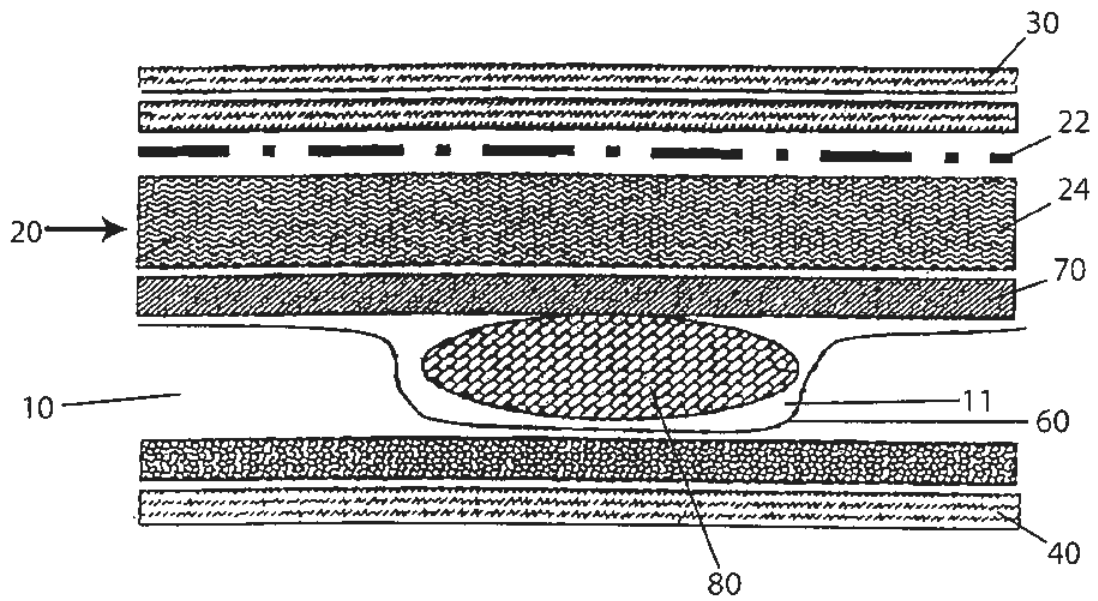


FIG. 1

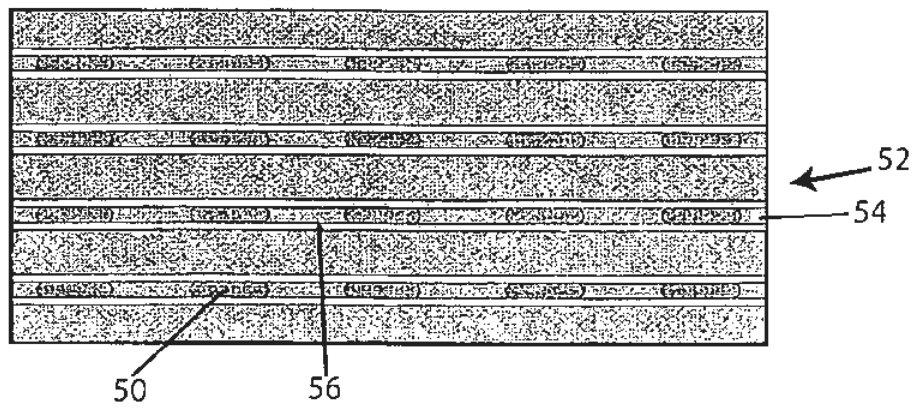


FIG. 2

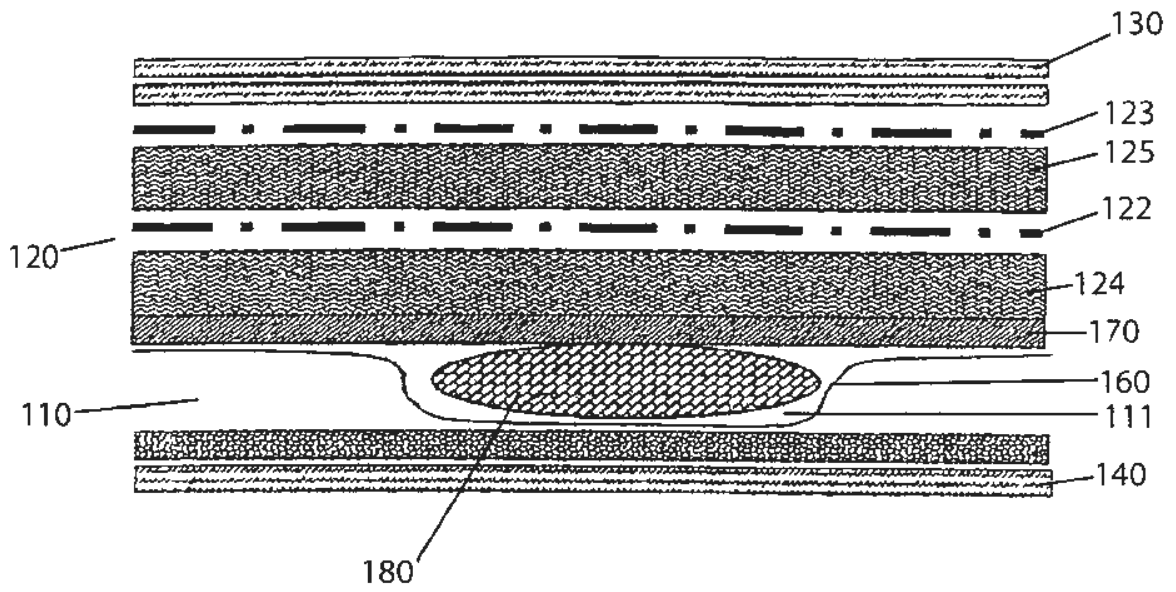


FIG. 3

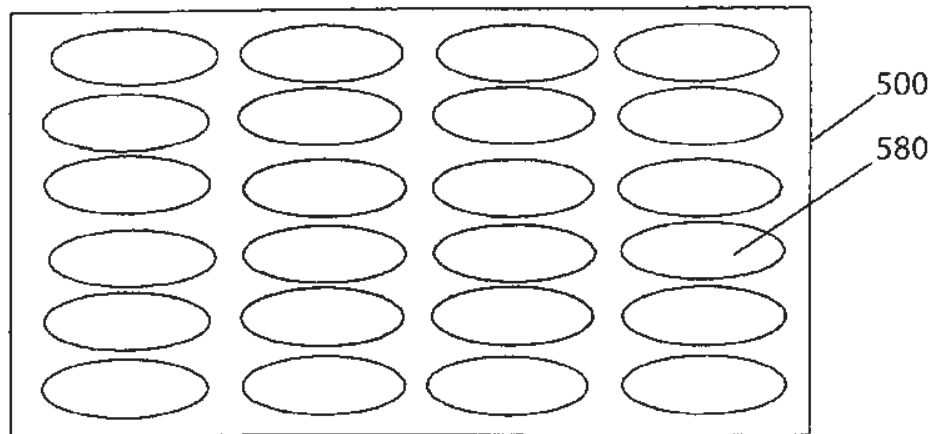


FIG. 4

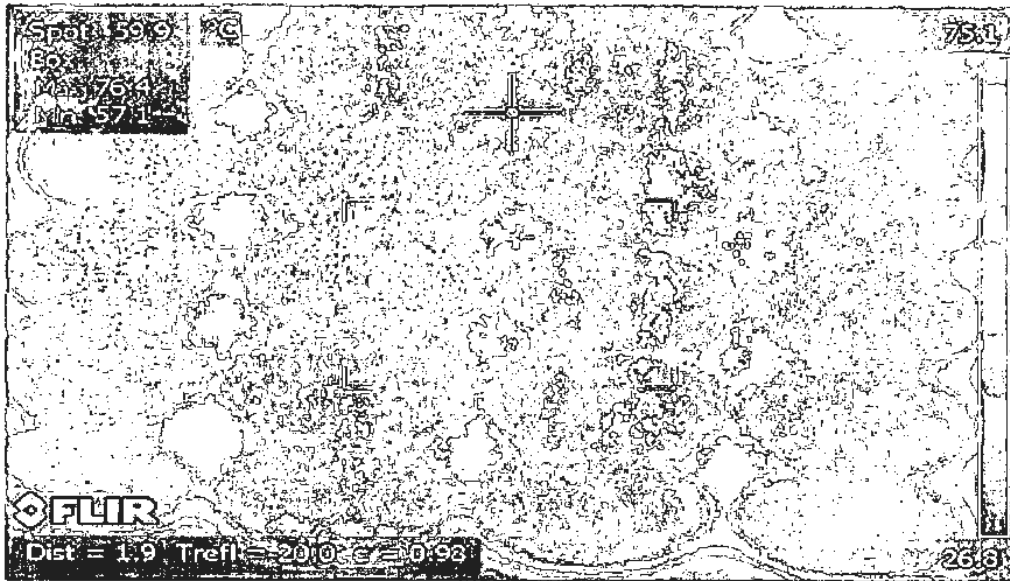


Imagen por infrarrojos de superficie externa

FIG. 5A

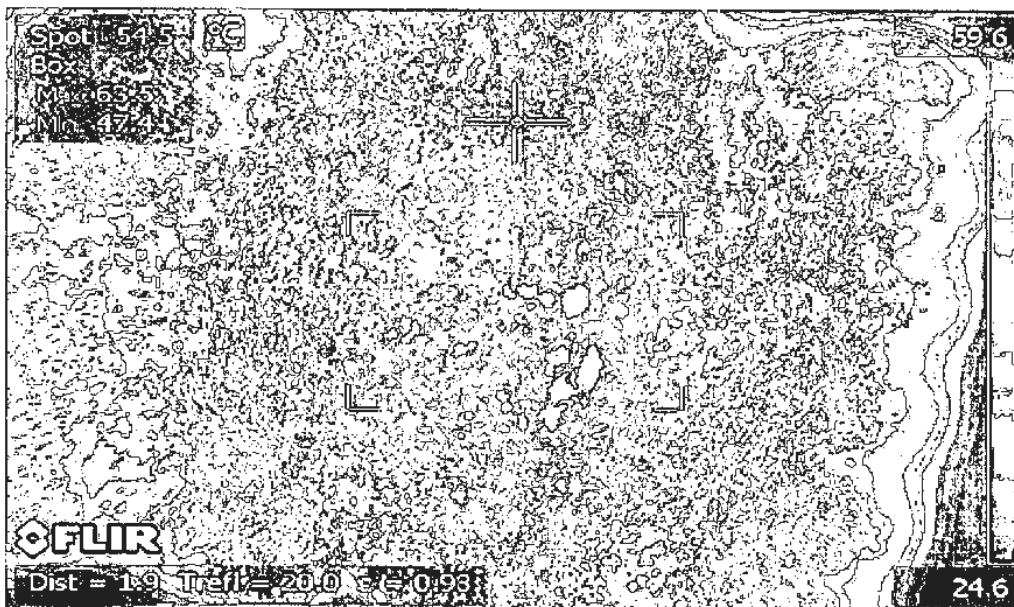


Imagen por infrarrojos de superficie de transferencia de calor latente

FIG. 5B