

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 903**

51 Int. Cl.:

F24V 30/00 (2008.01)

B01J 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2010 PCT/US2010/043226**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.02.2011 WO11017047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2010 E 10806860 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2459938**

54 Título: **Composición formadora de gel en partículas exotérmica expandible**

30 Prioridad:

26.07.2009 US 228594 P
19.03.2010 US 315807 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.06.2020

73 Titular/es:

FOREVER YOUNG INTERNATIONAL, INC.
(100.0%)
84 Corporate Park Drive
Henderson, NV 89074-8701, US

72 Inventor/es:

YOUNG, DANIEL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 763 903 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

Composición formadora de gel en partículas exotérmica expandible

5 **Campo**

La presente invención está en el campo de composiciones formadoras de gel exotérmicas expandibles que son predominantemente útiles en los productos de consumo y las industrias médicas. Más particularmente, se refiere al uso de composiciones formadoras de gel exotérmicas en partículas y expandibles con producción de calor eficiente y duradera para calentar superficies y objetos sin la necesidad de electricidad o gasolina combustible.

Antecedentes

15 La capacidad de producir calor "sobre el terreno" sin el uso de electricidad o combustibles ardientes es deseable en diversas aplicaciones diferentes. En la industria cosmética, se desea calor para la aplicación de diversos cosméticos en la piel y el cuero cabelludo. En la profesión médica, la aplicación de calor es importante en fisioterapia, ortopedia, cicatrización de heridas, tratamiento de artritis, etc. En productos de consumo, la capacidad de mantener calientes los alimentos y otras sustancias, así como calentarlos inicialmente, se desea cuando otros medios de calentamiento no son convenientes o no están disponibles.

20 Se ha descrito la utilidad de las reacciones químicas exotérmicas en tales aplicaciones. Por ejemplo, el ejército ha utilizado un "dispositivo de calentamiento sin llama" (FDE) para calentar las raciones en el campo desde al menos 1973. Este FDE tenía la forma de una "lámina caliente" que consiste en un ánodo de magnesio, un electrodo de carbono y una sal electrolítica. Más recientemente, los militares desarrollaron un dispositivo de calentamiento de raciones desmontado (DRHD) utilizando almohadillas de calentamiento químicas compuestas de partículas de aleación de magnesio y hierro atrapadas en una matriz de polietileno semisólido (patente de los Estados Unidos N.º 4.522.190).

30 Se han descrito otros ejemplos de partículas de aleación metálica para producir calor en la industria cosmética para su uso junto con "pelusa" a base de papel como material absorbente. Sin embargo, tales sistemas tienen un potencial energético relativamente bajo y, por lo tanto, exhiben una reacción exotérmica de corta duración, así como calefacción no uniforme.

35 El documento WO 2007/034443 A2 describe celdas de calor que son adecuadas para su incorporación en envolturas de calentamiento desechables. Las celdas de calor comprenden una composición exotérmica que comprende un material gelificante absorbente, en el que el material gelificante absorbente proporciona una aplicación de calor mejorada en el alivio de dolores y dolores corporales temporales o crónicos.

40 Por consiguiente, existe la necesidad de composiciones que puedan usarse para generar calor en un formato conveniente que sea uniforme, controlable y duradero.

Sumario

45 A continuación se presenta un resumen simplificado con el fin de proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la materia objeto reivindicada. Este resumen no es una descripción general extensa, y no tiene la intención de identificar elementos clave/críticos o delinear el alcance del tema reivindicado. Su único propósito es presentar algunos conceptos en una forma simplificada como preludeo a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

50 La invención se define por las características de la reivindicación independiente. Las realizaciones preferidas están definidas por las características de las reivindicaciones dependientes.

55 La presente invención se refiere abreviadamente a una composición formadora de gel en partículas exotérmicas expandible que comprende partículas de aleación galvánica mezcladas con un polímero superabsorbente (SAP) en el que el gel se expande al menos dos veces (volumen por volumen) y produce calor durante al menos una hora cuando se expone a un líquido acuoso y sal. La presente invención se define por las características específicas adicionales proporcionadas en la reivindicación 1.

60 La sal puede estar presente en el líquido acuoso o puede incorporarse en la composición formadora de gel, en cuyo caso se disuelve en el líquido acuoso cuando entra en contacto con la composición formadora de gel, exponiéndolo así a las partículas de aleación galvánica y al SAP.

65 En una realización, el electrolito comprende cloruro de potasio, cloruro de sodio o cloruro de calcio, o mezclas de los mismos.

Las partículas de aleación galvánica pueden comprender magnesio y hierro.

Además, la composición puede incluir opcionalmente un aglutinante y/o un encapsulante.

El SAP puede, por ejemplo, ser poliacrilato de sodio.

- 5 La composición expandible puede expandirse, por ejemplo, dos veces, cinco veces o incluso diez veces, volumen por volumen, cuando se pone en contacto con una solución acuosa como el agua.

En una realización de ejemplo, la composición formadora de gel tiene una capacidad de absorción de más de 400 gramos de peso húmedo por gramos iniciales de peso seco.

- 10 La composición puede formarse a partir de partículas de aleación galvánica que a su vez se forman a partir de una mezcla de entre 2-20 % en peso de hierro y 80-98 % en peso de magnesio. Además, se puede formar mezclando una relación en peso de partículas de aleación galvánica de 20:1 a 5:1 con el polímero superabsorbente.

- 15 En otra realización, las partículas de aleación galvánica están microencapsuladas por un polímero, tal como hidroxipropilmetilcelulosa.

La composición también puede ser parte de un kit, junto con una solución activadora acuosa. En tal kit, el electrolito está contenido en la composición formadora de gel en partículas exotérmicas o en la solución activadora acuosa.

- 20 Otros aspectos de la invención se encuentran en toda la especificación.

Descripción detallada

- 25 La presente invención está en el campo de composiciones formadoras de gel exotérmicas expandibles que son predominantemente útiles en los productos de consumo y las industrias médicas. Más particularmente, se refiere el uso de composiciones formadoras de gel exotérmico en partículas expandible con producción de calor eficiente y duradera para calentar superficies y objetos sin la necesidad de electricidad o gasolina combustible.

- 30 Las composiciones formadoras de gel exotérmicas de la presente invención se formulan generalmente a partir de partículas de aleación galvánica mezcladas con polímeros superabsorbentes. En una realización, las partículas de aleación galvánica y/o las composiciones formadoras de gel en partículas se procesan adicionalmente para incluir algún grado de encapsulación de componentes para controlar la reacción exotérmica. Las composiciones formadoras de gel se activan al contacto con una solución activadora, tal como una solución acuosa de electrolitos.

- 35 Las partículas de aleación galvánica generalmente consisten en dos agentes metálicos con diferentes potenciales de oxidación y la composición formadora de gel o la solución activadora también incluye al menos un electrolito.

Partículas de aleación galvánica

- 40 Las partículas de aleación de la presente invención generalmente consisten en una mezcla de dos o más agentes metálicos, cada uno con un potencial de oxidación diferente, tal que uno sirve como el cátodo y el otro sirve como el ánodo en una reacción electroquímica, una vez que los dos componentes de la composición se ponen en contacto eléctrico entre sí a través de una solución activadora.

- 45 Ejemplos de agentes metálicos para su uso en la presente invención incluyen mezclas de cobre, níquel, paladio, plata, oro, platino, carbono, cobalto, aluminio, litio, hierro, óxido de hierro (II), óxido de hierro (III), magnesio, Mg_2Ni , $MgNi_2$, Mg_2Ca , $MgCa_2$, $MgCO_3$ y combinaciones de los mismos. Por ejemplo, el platino puede dispersarse en carbono y esta dispersión puede usarse como material de cátodo. Véanse las patentes de los Estados Unidos números 3.469.085; 4.264.362; 4.487.817; y 5.506.069.

- 50 Un material anódico de ejemplo es magnesio, que reacciona con el agua para formar hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$) y gas hidrógeno, y genera grandes cantidades de calor. Otros agentes metálicos que tienen altos potenciales de oxidación estándar (tal como litio) también pueden servir como material anódico, pero son menos preferidos desde un punto de vista de coste y seguridad. El material del cátodo tendrá un potencial de oxidación estándar más bajo que el material del ánodo. El cátodo no se consume en la interacción electroquímica, pero sirve como sitio para los electrones abandonados por el ánodo corrosivo para neutralizar los iones cargados positivamente en el electrolito. Los materiales catódicos de ejemplo incluyen hierro, cobre y cobalto.

- 55 Cualquiera de los métodos habituales puede emplearse en la producción de una aleación galvánica, tal como la disolución convencional o la aleación mecánica. El proceso de aleación mecánica implica inducir una reacción de estado sólido entre los componentes de una mezcla de polvo inicial mediante deformaciones mecánicas repetidas causadas por colisiones de bola-polvo-bola usando un molino de bolas de alta energía. Dichas deformaciones mecánicas pueden incluir, por ejemplo, aplanamiento repetido, fractura y soldadura de componentes metálicos, es decir, partículas metálicas activas y pasivas. La energía resultante producida por el impacto de chocar bolas de acero con partículas atrapadas entre ellas crea superficies de partículas atómicamente limpias. Estas superficies de partículas atómicamente limpias les permiten soldar en frío juntas.

- 65

Los tamaños de partícula de los componentes metálicos antes de la molienda pueden variar de unos pocos micrómetros a unos cientos de micrómetros. En una realización, puede ser deseable tener un tamaño de partícula promedio inferior a 200 micrómetros, tal como 100-150 micrómetros, para facilitar una aleación eficiente.

5 La exposición al oxígeno u otros compuestos reactivos produce capas superficiales que reducen o eliminan por completo el efecto de la soldadura en frío. Por tanto, por lo general, se mantiene una atmósfera inerte en el molino para evitar la reoxidación de las superficies limpias, evitando así la formación de recubrimientos de óxido en las superficies de las partículas que reducen las reacciones de las células galvánicas. Un "gas inerte" como se usa en el presente documento es un gas no reactivo, tal como nitrógeno, helio, neón, argón, criptón, xenón, radón, y también incluye el gas no oxidante, dióxido de carbono. El gas inerte debe estar esencialmente libre de agua (menos de 10 ppm, tal como menos de 5 o menos de 1 ppm).

15 En general, cuando se permite que el proceso de molienda progrese durante un período prolongado de tiempo, la estructura de las partículas se vuelve más refinada y las partículas del cátodo reducen su tamaño. Sin embargo, después de cierto punto en el proceso de molienda, cualquier molienda adicional dará como resultado una reducción de la velocidad de corrosión debido a que el material del cátodo se dispersa demasiado finamente en todo el material del ánodo. Cuando esto ocurre, la relación del área de superficie de partículas de cátodo/ánodo disponible para contacto con el electrolito disminuye y, por lo tanto, disminuye la velocidad de corrosión. Los polvos mecánicamente aleados resultantes de un proceso de molienda son pequeñas partículas que consisten en matrices de metal activo que tienen partículas más pequeñas de metales pasivos dispersos por todas partes. Por consiguiente, el tiempo de molienda debe optimizarse para obtener el mejor resultado en términos de conductividad eléctrica. En una realización, las partículas de aleación galvánica consisten en magnesio y níquel, magnesio y hierro, magnesio y cobre, y magnesio y cobalto (patente de Estados Unidos n.º 4.264.362). En aleaciones que contienen magnesio, el magnesio suele estar presente en mayor abundancia, tal como más de un 75 %, 80 %, 90 % o 95 % en peso.

Polímero superabsorbente

30 Las composiciones formadoras de gel de la presente invención comprenden un polímero superabsorbente (SAP), también conocido como "polvo solidificante" "polímero formador de hidrogel absorbente insoluble en agua" polímero "formador de hidrogel" o "hidrocoloide". El uso de SAP es importante porque, cuando se combina con una solución acuosa, se crea un gel expandido. Este gel a base de agua puede almacenar una cantidad significativa del calor generado por la reacción exotérmica debido a su alta capacidad calorífica específica. Por tanto, el gel permanece caliente durante un período de tiempo relativamente largo (en comparación con la reacción exotérmica realizada en ausencia de gel) y prolonga el tiempo que el objeto que se calienta puede mantenerse a una temperatura elevada relativamente constante. Además, la composición formadora de gel se expande, proporcionando así una mayor área de superficie para la transferencia de calor a objetos externos.

40 El término "polímero superabsorbente" significa que el polímero es capaz de hincharse hasta 200 gms por gm de polímero seco cuando se expone al agua. En general, los SAP son redes tridimensionales débilmente reticuladas de cadenas poliméricas flexibles que llevan grupos funcionales iónicos disociados. La capacidad de absorción de un SAP en relación con un material en particular, tal como agua, está determinada por la presión osmótica y la afinidad del polímero con dicho material, así como la elasticidad del caucho del polímero. La diferencia entre la concentración de iones dentro de un SAP y la de la solución de agua circundante determina la intensidad de la presión osmótica disponible. Por tanto, la presión osmótica permite que un SAP absorba una gran cantidad de agua. Además, la afinidad de un polímero particular por su solución circundante también afecta a la capacidad de absorción del polímero. Por tanto, basado en la capacidad de absorción de un polímero debido a la presión osmótica circundante y la afinidad del polímero por el agua, un SAP puede absorber grandes cantidades de agua y otras soluciones acuosas sin disolverse mediante la solvatación de moléculas de agua a través de enlaces de hidrógeno, aumentando la entropía de la red para hacer que los SAP se hinchan enormemente.

El factor que suprime el poder de absorción de un SAP, por el contrario, se encuentra en la elasticidad del gel resultante de su estructura de red. La elasticidad específica del caucho de un polímero aumenta con la densidad de reticulación del polímero, en la que la capacidad de absorción de un determinado SAP alcanza su máximo cuando su elasticidad de caucho alcanza el equilibrio con su poder de absorción de agua.

Ejemplos de polímeros superabsorbentes son: un polímero a base de sal de ácido poliacrílico, un polímero a base de sal de alcohol vinílico-ácido acrílico, un polímero basado en PVA o un polímero de isobutileno-anhídrido maleico. Otros ejemplos de SAP incluyen polisacáridos, tal como carboximetil almidón, carboximetilcelulosa e hidroxipropilcelulosa; tipos no iónicos tales como alcohol polivinílico y éteres polivinílicos; tipos catiónicos como polivinilpiridina, polivinil morfolinona y N, N-dimetilaminoetil o N, N-dietilaminopropil acrilatos y metacrilatos; y grupos carboxi, que incluyen copolímeros de injerto de almidón hidrolizado-acrilonitrilo, copolímeros de injerto de almidón hidrolizado-acrilonitrilo parcialmente neutralizados, copolímeros de acrilamida o acrilonitrilo hidrolizados y ácidos poliacrílicos.

Los métodos para fabricar polímeros superabsorbentes son bien conocidos y se pueden optimizar fácilmente para lograr la capacidad de hinchamiento deseada. Por ejemplo, los SAP pueden hacerse a partir de la polimerización de ácido acrílico mezclado con hidróxido de sodio en presencia de un iniciador para formar una sal de sodio de ácido poliacrílico (es decir, "poliacrilato de sodio"). Otros materiales también utilizados para hacer SAP son copolímero de poliacrilamida, copolímero de etileno/anhídrido maleico, carboximetilcelulosa reticulada, copolímeros de alcohol polivinílico y óxido de polietileno reticulado.

Aunque hay muchos tipos de SAP disponibles comercialmente, la mayoría son copolímeros ligeramente reticulados de acrilato y ácido acrílico, y polímeros de almidón-ácido acrílico injertados preparados por suspensión inversa, polimerización en emulsión o polimerización en solución. La polimerización en suspensión inversa se usa generalmente para preparar SAP a base de poliacrilamida e implica dispersar una solución de monómero en un no disolvente, formando finas gotas de monómero a las que se agrega un estabilizante. A continuación, la polimerización es iniciada por radicales a partir de la descomposición térmica de un iniciador.

Los polímeros superabsorbentes que se encuentran particularmente adecuados incluyen, por ejemplo, AQUA KEEP® Super Absorbent Polymer fabricado por Sumitomo Seika Chemical Company (Osaka, Japón). Para algunas realizaciones, una versión de acción rápida de AQUA KEEP® que se considera adecuada es AQUA KEEP® 10SH-P. Otros polímeros se pueden encontrar comercialmente como CABLOC 80HS, disponible en Stockhausen Inc., Greensboro, NC; LIQ-UIBLOCK® 2G-40, disponible en Emerging Technologies, Inc., Greensboro, NC; SANWET IM1000F, disponible en Hoechst Celanese Corporation, Bridgewater, NJ; AQUALIC CA, disponible en Nippon Shokubai Co., Ltd., Osaka, Japón; y SUMIKA GEL, disponible en Sumitomo Kagaku Kabushiki Kaisha, Japón. Otros SAP también están disponibles comercialmente de varios fabricantes, tales como Dow Chemical (Midland, Mich.) y Chemdal (Arlington Heights, Ill.). Cualquiera de los SAP mencionados anteriormente se puede incluir como una combinación de dos o más polímeros, siempre que la mayoría del polímero (más del 50 % y, preferentemente, más del 70%, peso en peso) tiene una capacidad de absorción igual o superior a 200 gms por gramo.

Las mediciones de absorción pueden realizarse bajo varios métodos, incluido el método de la bolsita de té, el método centrífugo y el método de tamizado. Según el método de la bolsita de té, se coloca una muestra en una bolsa de aproximadamente 5x5 cm y luego se sella la bolsa alrededor de su perímetro. A continuación, se coloca la bolsa en un plato con un exceso de agua o solución de NaCl al 0,9 % y se deja que la muestra absorba la solución y se hinche libremente en la bolsa durante una hora o hasta que alcance el equilibrio. Después, se retira la bolsa para separar la muestra de cualquier exceso de solución y se pesa para calcular la capacidad de hinchamiento. La capacidad de absorción de la muestra de polímero se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{m_s - m_b(1 + A_b) - m_s}{m_s}$$

Donde: A_s = absorbencia de la muestra; A_b = absorbencia del material de la bolsa de té; m_m = peso de la bolsa de té con muestra después de la absorción; m_b = peso de la bolsa de té seca vacía; y m_s = peso de la muestra seca.

En una realización, el SAP (o al menos la mayoría del SAP si se usa una combinación de dos o más) tiene una capacidad de absorción de al menos 200 g/g, donde 1 g de SAP es capaz de absorber hasta 200 g de agua.

En otra realización, el SAP también es un "polímero de acción rápida" o "FAP" que tiene una velocidad de absorción de no más de 20 segundos y, más preferentemente, no más de 10 segundos o no más de 5 segundos. Estas velocidades de absorción de agua en segundos normalmente están incluidos en las especificaciones fabricantes para los diversos SAP.

Aglutinantes opcionales

La composición formadora de gel incluye opcionalmente al menos un aglutinante, tal como un polímero o plástico, además del SAP. Los aglutinantes de ejemplo incluyen resinas naturales, tal como resinas sintéticas, gelatinas, cauchos, alcohol de polivinilo), hidroxietilcelulosas, acetatos de celulosa, acetato butilatos de celulosa, polivinilpirrolidonas, caseína, almidón, poli(ácidos acrílicos), poli(ácidos metilmetacrílicos), poli(cloruros de vinilo), poli(ácidos metacrílicos), copolímeros de estireno-anhídrido maleico, copolímeros de estireno-acrilonitrilo, copolímeros de estirenobutadieno, poli(acetales de vinilo) (por ejemplo, poli(vinilformal) y poli(vinilbutiral)), poli(ésteres), poli(uretanos), resinas fenoxi, poli(cloruros de vinilideno), poli(epóxidos), poli(carbonatos), poli(acetatos de vinilo), poli(olefina), ésteres de celulosa y poli(amidas). Los aglutinantes pueden añadirse a la composición formadora de gel como una solución o emulsión en agua o un disolvente orgánico y combinarse usando métodos conocidos.

Encapsulación opcional

Para controlar la reacción exotérmica y extender el tiempo durante el cual el gel exotérmico permanece a una temperatura elevada, un enfoque es encapsular las partículas de aleación galvánica o la composición formadora de gel para extender su vida útil y controlar la liberación de energía una vez expuesta a la solución activadora.

"Encapsulación" tal como se usan en el presente documento, significa que al menos porciones de las partículas de aleación galvánica o la composición formadora de gel están encerradas sustancialmente en un material de encapsulación adecuado, de modo que el material de encapsulación se adhiera a la superficie de las partículas.

5 "Material de encapsulación adecuado" o "encapsulante" tal como se usan en el presente documento, significa un material que es suficientemente robusto para soportar las condiciones de formulación y fabricación de las composiciones formadoras de gel, es compatible con la formulación y no afecta negativamente a su rendimiento, con inconveniente de que extender la producción de calor no es un efecto adverso. Además, un material de
10 encapsulación adecuado se adhiere a la composición. La adhesión del encapsulante puede ocurrir a través de enlaces químicos covalentes o interacciones no covalentes (por ejemplo, iónicas, Van der Waals, dipolo-dipolo, etc.).

15 "Microencapsulado", tal como se usan en el presente documento, significa que el diámetro promedio del componente encapsulado es de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 1000 µm. Si el componente encapsulado es oblongo o asimétrico, el diámetro promedio se mide en la parte del componente que tiene la mayor longitud.

20 En una realización, la composición está microencapsulada y el producto encapsulado tiene un diámetro promedio de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 1000 µm, como alternativa, de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 120 µm, como alternativa de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 50 µm, y como alternativa de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 25 µm. En otra realización, el producto encapsulado tiene un diámetro promedio de aproximadamente 100 µm a aproximadamente 800 µm, o de aproximadamente 500 µm a aproximadamente 700 µm, tal como 600 µm

25 Ejemplos no limitativos de materiales de encapsulación adecuados incluyen poliestireno, metacrilatos, poliamidas, náilon, poliuretano, polipropileno, polietileno, poliolefinas, poliacrilatos, poliacrilamidas, poliacrilamidas modificadas y matrices de polímeros degradables con etilcelulosa. En una realización, el material de encapsulación es poli(lactida-co-glicólido) (PLG), poli(metacrilato de glicidilo) (PGMA), poliestireno, o combinaciones de los mismos. En una realización alternativa, el encapsulante es hidroxipropilmetilcelulosa. Los materiales de encapsulación adecuados pueden tener un peso molecular de aproximadamente 5 kDa a aproximadamente 250 kDa, como alternativa, de aproximadamente
30 200 kDa a aproximadamente 250 kDa, como alternativa, de aproximadamente 50 kDa a aproximadamente 75 kDa, como alternativa de aproximadamente 10 kDa a aproximadamente 50 kDa y como alternativa de aproximadamente 10 kDa a aproximadamente 25 kDa.

35 También debe entenderse que es posible encapsular cualquiera o todos los componentes de la aleación (es decir, tanto el cátodo como el ánodo), ya sea el cátodo y/o el ánodo por separado, con o sin el aglutinante. Mediante la optimización de rutina utilizando diferentes combinaciones de recubrimientos de diversos componentes y utilizando técnicas de encapsulación conocidas, el formato de encapsulación ideal puede determinarse en función del uso que se dé a la composición. Por ejemplo, para una envoltura corporal destinada a lograr un beneficio terapéutico durante un período de tiempo más largo, sería deseable un recubrimiento menos soluble para extender el período de tiempo
40 de la producción de calor. Como alternativa, para la administración de un medicamento, sería deseable un recubrimiento más soluble para lograr una temperatura más alta en un período de tiempo más corto.

45 Las propiedades químicas de los recubrimientos descritos anteriormente y su uso en diversos campos, tales como la nanotecnología, los materiales energéticos y el campo médico son bien conocidos y dicha optimización podría lograrse fácilmente basándose en este vasto cuerpo de conocimiento.

Procedimientos de fabricación

50 La composición formadora de gel se puede preparar a partir de una mezcla de SAP y partículas de aleación galvánica utilizando cualquiera de diversos mezcladores y batidores disponibles comercialmente, tal como mezcladores de tambor, mezcladores Braun, mezcladores de cinta, batidoras de cuchillas, batidores en forma de V, mezcladores discontinuos, etc. Un batidor preferido es aquel que no corta excesivamente las partículas de aleación galvánica o el polímero superabsorbente. Dependiendo del tipo de equipo utilizado, los dos componentes principales y cualquier componente opcional se añaden al recipiente de mezcla de forma secuencial o simultánea y la mezcla se
55 lleva a cabo hasta que se forma un producto mezclado uniformemente.

60 La composición formadora de gel en partículas se prueba midiendo el volumen y la velocidad de expansión, así como la producción y retención de calor. Una composición formadora de gel en partículas se considera óptima si se expande (volumen/volumen) al menos dos veces, y preferentemente cinco veces o incluso diez veces. Se considera "eficiente" si es capaz de alcanzar una temperatura de al menos 43 °C (110 °F) y mantener una temperatura de al menos 40 °C (105 °F) durante una hora.

Solución activadora

65 La solución activadora de la presente invención es generalmente una solución acuosa, tal como agua. También es importante tener en cuenta que la composición formadora de gel o la solución activadora contienen al menos un

electrolito, que se necesita para iniciar la reacción exotérmica. Tal como se usa en el presente documento, El término "electrolito" significa una sustancia que contiene iones libres que es eléctricamente conductora. Las soluciones de electrolitos suelen ser soluciones iónicas y habitualmente existen como soluciones de ácidos, bases o sales. Las sales cuando se introducen en un disolvente acuoso como el agua se disocian en sus elementos componentes. Los ejemplos de electrolitos preferidos incluyen cloruro de potasio, cloruro de sodio y cloruro de calcio. h

Usos

10 Las composiciones formadoras de gel de la presente invención son útiles porque forman una matriz de gel en expansión cuando se hidratan y crean un equilibrio entre la liberación de energía y la gobernanza energética. Esto se debe a la relación casi simbiótica entre el SAP y las partículas de aleación galvánica. El material en partículas gelificable absorbe el agua muy rápidamente, lo que limita el potencial de reacción de la aleación. A continuación, se produce una reacción controlada a medida que la humedad se transfiere del componente de gel al componente de aleación. Esta reacción libera calor y gas hidrógeno, y crea óxidos de la aleación. Este calor se transfiere nuevamente al gel que almacena el calor en lugar de dejarlo escapar al aire. Este sistema sinérgico de almacenamiento y distribución de calor proporciona un efecto beneficioso para aplicaciones comerciales, tal como tratamientos médicos, terapéuticos y de belleza. Como las partículas formadoras de gel se expanden a medida que se hidratan, se pueden incorporar a cualquiera de los diferentes aparatos y, a medida que se hinchan, se expanden donde se desee, lo que se puede usar para crear una capa uniforme de gel exotérmico, maximizando así el contacto del área de superficie y eliminando áreas de calor no uniforme.

Ejemplos

25 En los ejemplos siguientes, las condiciones tales como relaciones de peso, los tiempos de mezcla, etc., se pueden optimizar fácilmente para el uso previsto particular. Por ejemplo, en un producto de consumo como una taza para calentar bebidas, sería deseable fabricar una composición que alcance una temperatura más alta que la de un producto médico destinado a entrar en contacto con la piel.

30 **Ejemplo 1**

Partículas de aleación galvánica

35 En una realización, se preparan partículas de hierro y magnesio mezclando entre 2 y 20 % en peso de hierro con 80 y 98 % en peso de magnesio en un molino de bolas herméticamente sellado. El aire se evacua con un gas seco inerte antes de la molienda. La molienda continúa a temperatura ambiente o cerca de ella (por ejemplo, 15 a 50 °C) hasta que el producto sea uniforme.

40 El producto de aleación galvánica se prueba para determinar su capacidad de reacción cuando se pone en contacto con una solución salina (por ejemplo, cloruro de sodio al 0,5 a 10 %) midiendo una pérdida de peso, principalmente debido a la emisión de vapor de agua.

Ejemplo 2

45 Composición formadora de gel

Las partículas de aleación galvánica como se ha descrito anteriormente se mezclan con un polímero superabsorbente en una relación en peso de 20:1 a 5:1. Se añade un electrolito, tal como cloruro de sodio a la mezcla en un porcentaje en peso de, por ejemplo, entre 0,05 a 10 %. Debido a que el electrolito es el catalizador de reacción exotérmica, cuanto mayor sea el porcentaje se alcanzaría una temperatura más alta que el porcentaje más bajo.

La mezcla se introduce en un aparato de mezcla adecuado y se mezcla hasta homogeneidad.

55 **Ejemplo 3**

Rendimiento de las composiciones formadoras de gel

60 Un peso dado de la composición formadora de gel en partículas del Ejemplo 2 se introduce en un vaso de precipitados tarado, y el vaso de precipitados se introduce en un baño de agua a una temperatura constante, tal como 51 °C (125 °F). Se añade al vaso de precipitados un volumen dado de solución acuosa (por ejemplo, agua). La temperatura de la composición en el vaso de precipitados se controla durante una hora y se registra a intervalos tales como cada 5 minutos.

65 La composición se considera aceptable si alcanza una temperatura de al menos 43 °C (110 °F) y mantiene una temperatura de al menos 40 °C (105 °F) durante una hora.

Se entenderá que muchos cambios adicionales en los detalles, materiales, etapas y disposición de las partes, que se han descrito e ilustrado en el presente documento para explicar la naturaleza de la invención, los expertos en la materia pueden realizarlos dentro del alcance de la invención tal como se expresa en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una composición formadora de gel en partículas exotérmica expandible para calentar superficies y objetos, que comprende partículas de aleación galvánica, en donde
 5 la composición comprende una mezcla uniforme de partículas de aleación galvánica y polvo solidificante de un polímero superabsorbente; la composición es formadora de gel y se **caracteriza por que** es capaz de expandirse al menos dos veces (volumen/volumen) a medida que la mezcla se hidrata y
 10 es capaz de producir calor durante al menos una hora mediante una reacción exotérmica de la composición cuando se expone al agua y a un electrolito, en donde las partículas de aleación galvánica generalmente consisten en una mezcla de dos o más agentes metálicos, cada uno con un potencial de oxidación diferente, tal que uno sirva como el cátodo y el otro sirva como el ánodo en una reacción electroquímica en una solución activadora; en donde
 15 las partículas de aleación galvánica que generalmente consisten en una mezcla de dos o más agentes metálicos y el polvo solidificante están configuradas para formar un material en partículas gelificable, por lo que el material en partículas gelificable limita el potencial de reacción de las partículas de aleación galvánica de modo que tiene lugar una reacción controlada que se produce cuando la humedad se transfiere del material en partículas gelificable a las partículas de aleación galvánica, de modo que la reacción libera calor y gas hidrógeno, y crea óxidos de las partículas de aleación galvánica, de modo que el calor se transfiere nuevamente al gel que almacena el calor.
- 20 2. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición formadora de gel en partículas exotérmica comprende además un electrolito.
3. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una solución activadora, conteniendo la solución activadora un electrolito.
 25
4. La composición de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en la que el electrolito comprende cloruro de potasio, cloruro de sodio o cloruro de calcio.
5. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las partículas de aleación galvánica comprenden
 30 magnesio y hierro.
6. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición formadora de gel en partículas exotérmica comprende además al menos un aglutinante.
- 35 7. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el polímero superabsorbente es poliácridamida de sodio.
8. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la composición formadora de gel se expande al menos cinco veces (volumen/volumen) o al menos diez veces (volumen/volumen).
 40
9. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición formadora de gel en partículas exotérmica tiene una capacidad de absorción mayor de 400 g/g.
10. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las partículas de aleación galvánica se forman a partir de una mezcla de entre el 2-20 % en peso de hierro y el 80-98 % en peso de magnesio.
 45
11. La composición de acuerdo con la reivindicación 1 formada al mezclar una relación en peso de partículas de aleación galvánica y polímero superabsorbente es de 20:1 a 5:1.
- 50 12. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las partículas de aleación galvánica están microencapsuladas por un polímero.
13. La composición de acuerdo con la reivindicación 12, en la que el polímero es hidroxipropilmetilcelulosa.
- 55 14. Un kit para calentar superficies y objetos, que comprende una composición formadora de gel en partículas exotérmica expandible de acuerdo con la reivindicación 1 y una solución activadora acuosa.
15. El kit de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el kit comprende además un electrolito, en donde el electrolito está contenido en la composición formadora de gel en partículas exotérmica o en la solución activadora
 60 acuosa.