(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 001 017**

(51) Int. Cl.:

B28B 19/00 (2006.01)
B32B 13/08 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01)
D21H 19/34 (2006.01)
E04C 2/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2019 PCT/US2019/046101**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020 WO20036842**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2019 E 19759216 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024 EP 3837100**

(54) Título: **Placa de yeso a partir de yeso que tiene un alto nivel de sal de cloruro y una capa de almidón y métodos asociados con la misma**

(30) Prioridad:

14.08.2018 US 201862718599 P
02.05.2019 US 201916401719

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2025

(73) Titular/es:

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.00%)
550 West Adams Street
Chicago, IL 60661-3676, US

(72) Inventor/es:

LI, QINGHUA;
LU, RUNHAI;
COCHRAN, CHARLES W. y
HEMPHILL, MARK

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

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

Placa de yeso a partir de yeso que tiene un alto nivel de sal de cloruro y una capa de almidón y métodos asociados con la misma

Campo de la invención

La presente invención se refiere a placas de yeso formadas a partir de yeso sintético y otras fuentes de yeso que tienen altas concentraciones de sales de cloruro. La presente invención también proporciona un método para preparar la placa de yeso con una capa de almidón para mejorar la adhesión del núcleo de placa de yeso a una lámina de cubierta de papel en relación con una placa de yeso sin la capa de almidón, y un sistema de pared para emplear la placa de yeso.

Antecedentes de la invención

En la construcción de edificios, uno de los elementos de construcción más comunes para la construcción y remodelación son los tableros de yeso, a menudo conocidos como cartón yeso, placas de yeso, paneles de yeso, revestimiento de yeso, y placas de techo. En términos químicos, el yeso es sulfato de calcio dihidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

El yeso fraguado (sulfato de calcio dihidratado) es un material bien conocido que se utiliza en tales productos. Los paneles que contienen yeso fraguado a menudo se denominan placas de yeso, que contienen un núcleo de placa (núcleo de yeso fraguado) intercalado entre dos láminas de cubierta, particularmente láminas de cubierta de papel. Tales paneles se usan habitualmente en la construcción con cartón yeso de paredes interiores y techos de edificios. Pueden incluirse una o más regiones más densas, a menudo denominadas "capas rasas", como capas en cualquier cara del núcleo de placa, normalmente en una superficie de contacto entre el núcleo de placa y una superficie interior de una lámina de cubierta o un recubrimiento sobre la misma. Las regiones más densas pueden estar contiguas a una región menos densa de la capa de yeso que proporciona la capa de núcleo de yeso de la placa de yeso.

Durante la fabricación de una placa de yeso, el estuco (que contiene sulfato de calcio hemihidratado), agua y otros componentes, según sea apropiado, pueden mezclarse, normalmente en una mezcladora para formar una suspensión acuosa de yeso. Los términos de la técnica: suspensión acuosa de yeso o suspensión acuosa o suspensión de yeso se emplean normalmente para la suspensión antes y después de que el sulfato de calcio hemihidratado se convierta en sulfato de calcio dihidratado. La suspensión de yeso se forma y se descarga desde la mezcladora a un transportador móvil que lleva una primera lámina de cubierta, que opcionalmente lleva una capa de acabado. Si está presente, la capa de acabado se aplica corriente arriba de la ubicación en donde se descarga la suspensión de yeso sobre la primera lámina de cubierta. Después de aplicar la suspensión de yeso a la primera lámina de cubierta, se aplica una segunda lámina de cubierta, que de nuevo opcionalmente lleva una capa de acabado, sobre la suspensión de yeso para formar un conjunto de tipo sándwich que tiene el grosor deseado. Una placa de formación, un rodillo o similar pueden ayudar a establecer el grosor deseado. Luego se deja endurecer la suspensión de yeso formando yeso fraguado (es decir, rehidratado) a través de una reacción entre el yeso calcinado y agua para formar una matriz de yeso hidratado cristalino (es decir, sulfato de calcio dihidratado, también conocido como yeso fraguado). La hidratación deseada del yeso calcinado promueve la formación de la matriz de enclavamiento de cristales de yeso fraguado, impartiendo de ese modo resistencia a la placa de yeso. Puede aplicarse calor (por ejemplo, usando un horno) para expulsar el agua libre restante (es decir, sin reaccionar) para producir un producto seco. Luego el producto de yeso fraguado se corta para formar placas de yeso que tengan la longitud deseada.

El yeso (sulfato de calcio dihidratado y cualquier impureza) adecuado para su uso en tableros puede obtenerse tanto de fuentes naturales como fuentes sintéticas, seguido de un procesamiento adicional.

El yeso natural puede usarse calcinando su sulfato de calcio dihidratado para producir la forma hemihidratada. El yeso de fuentes naturales es un mineral que se produce de manera natural y puede extraerse en forma de roca. El yeso que se produce de manera natural es un mineral que normalmente se halla en los antiguos lechos de lagos salados, depósitos volcánicos y lechos de arcilla. Cuando se extrae, el yeso en bruto generalmente se encuentra en forma dihidratada. El yeso también se conoce como sulfato de calcio dihidratado, terra alba o yeso de tierras. Este material también se produce como subproducto en diversos procedimientos industriales. Por ejemplo, el yeso sintético es un subproducto de los procedimientos de desulfuración de los gases de combustión de las centrales eléctricas. En el yeso, hay aproximadamente dos moléculas de agua asociadas a cada molécula de sulfato de calcio.

El yeso blanco también se conoce como yeso calcinado, estuco, sulfato de calcio semihidratado, sulfato de calcio semihidratado o sulfato de calcio hemihidratado.

Cuando el sulfato de calcio dihidratado de cualquiera de las fuentes se calienta lo suficiente, en un procedimiento denominado calcinar o calcinación, el agua de hidratación se elimina al menos parcialmente y puede formarse sulfato de calcio hemihidratado ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) (que normalmente se encuentra en el material denominado habitualmente "estuco") o sulfato de calcio anhidro ($CaSO_4$) según la temperatura y la duración de la exposición. Tal como se usan en la presente memoria, los términos "estuco" y "yeso calcinado" se refieren tanto a las formas hemihidratadas como

anhidras del sulfato de calcio que pueden estar contenidas en el mismo. La calcinación del yeso para producir la forma hemihidratada tiene lugar mediante la siguiente ecuación:

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O$$

El yeso calcinado es capaz de reaccionar con el agua para formar sulfato de calcio dihidratado, que es un producto rígido y se denomina en la presente memoria "yeso fraguado".

El yeso también puede obtenerse de manera sintética (denominado "yeso sintético, *syngyp*" en la técnica) como subproducto de procedimientos industriales tales como la desulfuración de los gases de combustión de las centrales eléctricas, por ejemplo. El yeso natural o sintético puede calcinarse a altas temperaturas, normalmente por encima de 150 °C, para formar estuco (es decir, yeso calcinado en forma de sulfato de calcio hemihidratado y/o sulfato de calcio anhidro), que puede someterse a una rehidratación posterior para formar yeso fraguado en la forma deseada, tal como una placa.

El yeso sintético obtenido de las centrales eléctricas es normalmente adecuado para su uso en paneles de yeso destinados a proyectos de construcción. El yeso sintético es un subproducto de los procedimientos de desulfuración de los gases de combustión de las centrales eléctricas (también conocido como yeso de desulfuración o desulfoyeso o DSG). En particular, el gas de combustión que incluye dióxido de azufre, se lava en húmedo con cal o piedra caliza, lo que produce sulfito de calcio en la siguiente reacción.

$$CaCO_3 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + CO_2$$

Luego se convierte el sulfito de calcio en sulfato de calcio en la siguiente reacción.

$$CaSO_3 + 2H_2O + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

La forma de hemihidrato puede producirse luego mediante calcinación de una manera similar a la utilizada para el yeso natural.

Sin embargo, muchas centrales eléctricas de carbón convencionales se están cerrando en favor de fuentes de energía más respetuosas con el medioambiente. El cierre de las centrales eléctricas de carbón ha creado una creciente escasez de yeso sintético adecuado para la producción de paneles de yeso. El yeso sintético de menor calidad está disponible en centrales eléctricas y otras fuentes, pero este yeso de origen alternativo a menudo contiene concentraciones bastante altas de sales extrañas, particularmente sales de magnesio o sodio, más particularmente cloruro de magnesio y cloruro de sodio. También pueden estar presentes pequeñas cantidades de cloruro de potasio y cloruro de calcio en el yeso sintético de origen alternativo. Las sales extrañas pueden ser problemáticas debido a su tendencia a disminuir la adhesión entre el núcleo de placa y las láminas de cubierta, particularmente una lámina de cubierta de papel posterior.

El documento EP 1 114 005 A1 describe placas de yeso recubiertas de papel y el método para fabricarlas. El documento CA 998 929 A describe placas de yeso en donde las láminas de cubierta de papel están recubiertas con almidón.

Se valorará que esta descripción de antecedentes se ha creado por los inventores para ayudar al lector, y no es ni una referencia para la técnica anterior ni una indicación de que alguno de los problemas indicados fue valorado en la técnica. Si bien los principios descritos pueden, en algunos aspectos y realizaciones, aliviar los problemas inherentes a otros sistemas, se valorará que el alcance de la innovación protegida está definido por las reivindicaciones adjuntas, y no por la capacidad de la invención reivindicada para resolver problema específico mencionado en la presente descripción.

Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a una placa de yeso según la reivindicación 1, a un método según la reivindicación 8 y a un sistema de pared según la reivindicación 11.

La invención se refiere a placas de yeso que tienen una adhesión significativa entre el núcleo de placa y una o más de las láminas de cubierta de papel, incluso cuando están presentes cantidades apreciables de sales extrañas, particularmente sales de cloruro y, más particularmente, NaCl, KCl, $MgCl_2$ y/o $CaCl_2$. Se proporcionan métodos para producir las placas de yeso a partir de fuentes de yeso que contienen sal, particularmente yeso sintético de baja calidad. La adhesión mejorada entre el núcleo de placa y las láminas de cubierta de papel puede lograrse proporcionando una capa de almidón recubierta sobre una superficie interna de al menos una de las láminas de cubierta de papel, particularmente una lámina de cubierta de papel posterior.

Por tanto, en un aspecto, la invención proporciona placas de yeso que comprenden un núcleo de placa que comprende yeso fraguado. Normalmente, también incluye una o más sales de cloruro tales como NaCl, KCl, $MgCl_2$, o $CaCl_2$, o cualquier combinación de los mismos.

En particular, la invención proporciona una placa de yeso que comprende:

una capa de núcleo de placa que comprende yeso fraguado,

una lámina de cubierta de papel frontal que tiene una superficie exterior y una superficie interior, estando la superficie interior en contacto con una primera cara del núcleo de placa; y

una lámina de cubierta de papel posterior que tiene una superficie exterior y una superficie interior, estando la superficie interior en contacto con una segunda cara del núcleo de placa;

en donde la superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta de papel posterior está recubierta con una capa de almidón;

en donde la capa de núcleo está entre la primera lámina de cubierta y la segunda lámina de cubierta,

en donde la capa de núcleo resultó del fraguado, entre la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta posterior, de una suspensión acuosa que comprende una mezcla de agua y estuco, en donde el estuco comprende sulfato de calcio hemihidratado, en donde la suspensión acuosa comprende:

al menos el 60 por ciento en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado sobre una base seca (sin agua),

de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm de aniones cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado, y

agua en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de 0,2:1 a 1,2:1.

La superficie interior de una lámina de cubierta de papel frontal que tiene una superficie exterior y una superficie interior entra en contacto con una primera cara del núcleo de placa. La superficie interior de una lámina de cubierta de papel posterior que tiene una superficie exterior y una superficie interior entra en contacto con una segunda cara del núcleo de placa. La superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta de papel posterior está recubierta con una capa de almidón. Más particularmente, la superficie exterior de la lámina de cubierta de papel posterior puede unirse a una pared una vez que se ha instalado la placa de yeso, y la superficie exterior de la lámina de cubierta de papel frontal puede estar orientada hacia fuera desde la pared una vez que se ha instalado la placa de yeso. Una o ambas láminas de cubierta pueden comprender una lámina de cubierta de papel, que puede ser del mismo material de papel o de diferentes materiales.

El sulfato de calcio hemihidratado está presente en la suspensión acuosa depositada de la invención en cantidades de al menos el 60 % en peso de los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa. Preferiblemente, el sulfato de calcio hemihidratado es al menos el 70 por ciento en peso de los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa, más preferiblemente al menos el 80 % en peso de los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa, aún más preferiblemente al menos el 90 % en peso de los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa. En las formulaciones típicas de tableros de la invención, los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa tienen al menos un 90 por ciento en peso o al menos un 95 por ciento en peso de sulfato de calcio hemihidratado. También se contempla el uso de sulfato de calcio anhidro, aunque se usa preferiblemente en pequeñas cantidades de menos del 20 % en peso de los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa.

Del mismo modo, el sulfato de calcio dihidratado está presente en la capa de núcleo de placa de la placa de yeso de la invención que da como resultado el fraguado de la suspensión acuosa es al menos el 60 % en peso del núcleo, preferiblemente al menos el 70 % en peso y más preferiblemente al menos el 80 % en peso. En las formulaciones de tableros típicas, los materiales secos (sin agua) de la suspensión acuosa tienen al menos el 90 % en peso o al menos el 95 % en peso de sulfato de calcio dihidratado.

En uno o más aspectos adicionales de la invención, la invención proporciona métodos para preparar una placa de yeso que tiene cantidades significativas de una o más sales extrañas en un núcleo de placa. Las placas de yeso pueden presentar una adhesión significativa entre el núcleo de placa y una o más de las láminas de cubierta, particularmente una lámina de cubierta de papel posterior, incluso cuando están presentes una o más sales extrañas. El método prepara la placa de yeso con una capa de almidón para mejorar la adhesión del núcleo de placa de yeso a la lámina de cubierta en relación con una placa de yeso sin la capa de almidón.

En lo que respecta al método, la invención proporciona un método para fabricar una placa de yeso que comprende:

preparar una suspensión acuosa que comprende una mezcla de agua y estuco, en donde el estuco comprende sulfato de calcio hemihidratado, en donde la suspensión acuosa comprende una mezcla de:

al menos el 60 por ciento en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado sobre una base seca, de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm de aniones cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso (pbw) de dicho sulfato de calcio hemihidratado, y

el agua en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de 0,2:1 a 1,2:1; y

disponer la suspensión acuosa entre una lámina de cubierta de papel frontal y una lámina de cubierta de papel posterior para formar un panel, teniendo cada lámina de cubierta una superficie interior y una superficie exterior;

en donde la superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta de papel posterior está recubierta con una capa de almidón, en donde la suspensión de yeso está en contacto con la capa de almidón;

fraguar el sulfato de calcio hemihidratado para formar un panel que comprende un núcleo de yeso que comprende sulfato de calcio dihidratado; y

secar el panel y cortar el panel para dar una placa de yeso que tenga una o más dimensiones predeterminadas.

De aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm de aniones cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado significa que para cada 1.000.000 de partes en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado, la cantidad de aniones cloruro presentes es de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm.

La concentración del anión cloruro en la suspensión acuosa usada para fabricar productos de placas de yeso y para llevar a cabo los métodos de la invención puede variar de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm, normalmente de aproximadamente 1000 ppm a aproximadamente 3000 ppm, más normalmente de aproximadamente 2000 ppm a aproximadamente 3000 ppm, por cada 1.000.000 de partes en peso de sulfato de calcio hemihidratado.

El anión cloruro en la suspensión acuosa usada para los productos y métodos de la invención puede provenir de cualquier fuente. En general, las una o más sales de cloruro están presentes en la fuente de yeso utilizada para formar el núcleo de placa de la invención. La fuente de yeso puede ser una fuente de yeso sintético, particularmente un yeso sintético de baja calidad obtenido de una corriente de gas de combustión de una central eléctrica. Por tanto, generalmente la fuente del anión cloruro son una o más sales de cloruro en el estuco usadas para preparar la suspensión acuosa. Los aniones cloruro se derivan de los átomos de cloruro de una o más sales de cloruro en el estuco cuando el estuco se usa en las suspensiones acuosas. Normalmente, las una o más sales de cloruro son cualquiera de NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, o cualquier combinación de los mismos. Sin embargo, los aniones cloruro también pueden surgir de impurezas, tales como una o más sales de cloruro, en el agua utilizada para fabricar la suspensión de yeso.

Normalmente, los componentes secos de la suspensión acuosa de yeso (sin agua) que se usa para los productos y métodos de la invención y, como resultado, el núcleo de placa tiene menos del 10 % en peso, más normalmente la ausencia de cemento Portland u otro cemento hidráulico o cualquier combinación de los mismos. Normalmente, los componentes secos de la suspensión acuosa (sin agua) y, como resultado, el núcleo de placa tiene menos del 10 % en peso, más normalmente una ausencia, de cenizas volantes. Normalmente, los componentes secos de la suspensión acuosa (sin agua) y, como resultado, el núcleo de placa tiene menos del 10 % en peso, más normalmente una ausencia, de carbonato de calcio.

Para los fines de esta descripción, una base seca es una base libre de agua.

Todos los pesos moleculares promedio, porcentajes y razones usados en la presente memoria son en peso (es decir, % en peso) a menos que se indique lo contrario.

En uno o más aspectos adicionales de la invención, la invención proporciona un sistema de pared que comprende un armazón al que se une al menos una placa de yeso de la invención, en donde la superficie exterior de la lámina de cubierta de papel frontal está orientada en sentido opuesto al armazón. En este sistema de pared, la placa de yeso puede estar en una pared interior o en el techo de un edificio. Por lo general, el armazón es de madera o metal. Normalmente, al menos una placa de yeso se une al armazón mediante uno o más tornillos, clavos, pegamento u otros elementos de fijación mecánicos.

Las ventajas de la presente invención pueden resultar evidentes para los expertos en la técnica a partir de una revisión de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los ejemplos y las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, cabe señalar que, si bien la invención es susceptible de diversas formas, la presente descripción pretende ser ilustrativa y no pretende limitar la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de una placa de yeso de la invención, en la que un núcleo de placa (núcleo de yeso) está intercalado entre una lámina de cubierta de papel frontal y una lámina de cubierta posterior, al menos una de las cuales está recubierta con una capa de almidón.

La figura 2 muestra una vista desde arriba (axial) de la placa de yeso de la figura 1, en donde puede observarse mejor la disposición de la pluralidad de perforaciones en la lámina de cubierta posterior.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de una placa de yeso de la presente invención unida a un lado de una pared de montantes metálicos adecuada en el sistema de pared de la presente invención.

La figura 4 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (5 cm x 5 cm x 1,3 cm) que contiene 1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado.

La figura 5 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (5 cm x 5 cm x 1,3 cm) que contiene 2100 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado.

La figura 6 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido y la perforación sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (5 cm x 5 cm x 1,3 cm) que contiene 2000 ppm de Cl^- de NaCl por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado.

La figura 7 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (5 cm x 5 cm x 1,3 cm) que contiene 30 ppm de Cl^- de NaCl por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona la capacidad de usar yeso que contiene cantidades relativamente altas de sales extrañas en el núcleo de placa de una placa de yeso. En circunstancias normales, las altas concentraciones de sal en el núcleo de placa pueden resultar en una adhesión insuficiente entre el núcleo de placa y al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta posterior, particularmente la lámina de cubierta posterior.

Sorprendentemente, una capa de almidón dispuesta en la(s) superficie(s) interna(s) de la(s) lámina(s) de cubierta puede mejorar la adhesión a un núcleo de placa hecho de suspensión acuosa de estuco que contiene sulfato de calcio hemihidratado y altas cantidades de sales extrañas. La capa de almidón es una capa de almidón continua dispuesta sobre toda la superficie interior de la lámina de cubierta posterior o frontal. Las láminas de cubierta son láminas de cubierta de papel, que pueden ser del mismo material de papel o de diferentes materiales. Está presente almidón adicional en el núcleo de placa.

El núcleo de placa puede comprender una región (capa) menos densa y comprender además una o más regiones (capas) de alta densidad en contacto con la superficie interior de la lámina de cubierta de papel frontal o la lámina de cubierta de papel posterior o una capa de almidón recubierta sobre la misma.

Cuando al menos una capa de almidón está presente en combinación con un núcleo de placa que contiene altas cantidades de sales extrañas, cualquiera de estas placas puede beneficiarse de una mejor adhesión entre el núcleo de placa y la(s) lámina(s) de cubierta, en relación con una placa que es la misma pero que carece de la capa de almidón. Por consiguiente, la presente invención proporciona placas de yeso que contienen cantidades significativas de sales extrañas en el núcleo de placa y métodos para producir tales placas de yeso usando una fuente de yeso que contiene cantidades significativas de sales extrañas. Por tanto, una capa de almidón recubierta sobre al menos una de las láminas de cubierta puede permitir el uso de fuentes de yeso de menor calidad que contienen sales extrañas en exceso para formar una placa de yeso. De lo contrario, tales fuentes de yeso pueden ser inadecuadas para formar una placa de yeso con suficiente adhesión entre el núcleo de placa y las láminas de cubierta. Ventajosamente, la presente invención aborda este problema.

Placa de yeso

La figura 1 representa el panel de tablero 10 de la invención en el que un núcleo de yeso 12 (por ejemplo, de 0,5 pulgadas (1,3 cm) de grosor) está intercalado entre una lámina de cubierta de papel de respaldo (lámina de cubierta posterior) 14 y una lámina de cubierta de papel de revestimiento (lámina de cubierta frontal) 16, cada una de las cuales puede ser papel de una sola capa o de múltiples capas. La superficie interior de la lámina de cubierta de papel de respaldo 14 crea un lado de unión 24 de la lámina de cubierta de papel de respaldo 14 que está orientado hacia el núcleo de yeso. La superficie interior de la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16 crea un lado de unión 26

que mira hacia el núcleo de yeso 12. La superficie exterior de la lámina de cubierta de papel de respaldo 14 está orientada hacia el armazón de la pared (véase la figura 3) de una habitación después de que el panel de tablero 10 se instale como pared interior. La superficie exterior de la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16 está orientada hacia el interior de una habitación después de que el panel de tablero 10 se instale como pared interior.

Una capa de almidón 20 se encuentra sobre el lado de unión 24 de la lámina de respaldo 14. Una capa de almidón opcional 20 se encuentra sobre el lado de unión 26 de la lámina de cubierta del papel de revestimiento 16. Una capa de yeso delgada y densa opcional 22 se encuentra entre el núcleo de yeso 12 y la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16 para contactar con el núcleo de yeso 12 y la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16. Si la capa de yeso delgada y densa 22 está presente, entonces la capa de almidón 20 está entre la capa de yeso delgada y densa 22 y la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16. Otra capa de yeso densa y delgada opcional (no se muestra) puede estar entre el núcleo de yeso 12 y la lámina de cubierta de papel de respaldo 14. En general, el núcleo de yeso 12 y la capa delgada y densa de yeso 22 tienen la misma composición y son contiguos entre sí. Sin embargo, la suspensión del núcleo (suspensión acuosa) utilizada para formar el núcleo de yeso 12 se ha espumado y la suspensión acuosa utilizada para formar la capa delgada y densa de yeso 22 no se ha espumado, por lo que la suspensión de la capa de yeso densa y delgada es más densa que la suspensión del núcleo.

La capa de almidón 20 aumenta sorprendentemente el rendimiento de unión entre el núcleo de yeso 12 y la lámina de respaldo 14. El rendimiento de unión mejorado puede ser particularmente evidente cuando el yeso tiene una alta concentración de sal.

La capa de almidón se dispone sobre el papel de respaldo en una cantidad que oscila entre aproximadamente 0,5-15 libras/MSF (2,4-73 g/m^2), preferiblemente de aproximadamente 0,5-5 libras/MSF (2,4-24 g/m^2), más preferiblemente de aproximadamente 1-2 libras/MSF (4,9 -9,8 g/m^2) (MSF = 1000 pies cuadrados). El almidón se usa como agente de unión y puede ser almidón nativo (crudo), almidón pregelificado o una combinación de almidón nativo y almidón pregelificado.

En general, la región interior de densidad relativamente baja (núcleo de yeso 12) y la región de densidad relativamente alta (capa de yeso delgada y densa 22) tienen la misma composición y son contiguas entre sí. Sin embargo, la región interior de baja densidad puede formarse a partir de una suspensión de yeso en estado espumado, mientras que la región de alta densidad puede formarse a partir de una suspensión de yeso que no está espumada, de modo que se forma una capa más densa. Es decir, la región de alta densidad puede tener una menor porosidad asociada a la misma que la región interior de baja densidad. Normalmente, la capa de yeso delgada y densa 22 se aplica a una superficie interior de una lámina de cubierta seleccionada. Si la región de alta densidad también está presente en la lámina de cubierta seleccionada, entonces la capa de almidón 20 está entre la lámina de cubierta y la región de alta densidad (capa de yeso delgada y densa 22).

Pueden estar presentes una o más sales de cloruro en el núcleo 12 de la presente descripción. Si se incluye una región de alta densidad (capa de yeso delgada y densa 22), las una o más sales de cloruro también pueden estar presentes en la misma. En general, las una o más sales de cloruro incluyen cualquier sal de cloruro del estuco u otro componente usado para preparar la suspensión acuosa para fabricar la placa.

La concentración del anión cloruro en la suspensión acuosa usada para formar el núcleo de placa 12 y, si está presente, la región de alta densidad (capa de yeso delgada y densa 22) puede oscilar entre aproximadamente 500 ppm y aproximadamente 3000 ppm, normalmente entre aproximadamente 1000 ppm y aproximadamente 3000 ppm, más normalmente entre aproximadamente 2000 ppm y aproximadamente 3000 ppm, por cada 1.000.000 de partes en peso de sulfato de calcio hemihidratado.

Métodos de fabricación

Pueden emplearse diversos métodos para preparar una placa de yeso de la presente invención a partir de una suspensión acuosa de yeso que comprende sulfato de calcio hemihidratado y una gran cantidad de sal de cloruro. Sin embargo, en lugar de una fuente de yeso convencional, en el procedimiento de fabricación puede sustituirse por una fuente de yeso que contenga una o más sales de cloruro, tal como se describió anteriormente.

El material base con el que se fabrican los tableros de yeso y otros productos de yeso es la forma hemihidratada del sulfato de calcio ($CaSO_4 \cdot ½H_2O$), habitualmente denominada “yeso calcinado” o “estuco”, que se produce mediante la conversión térmica de la forma dihidratada del sulfato de calcio ($CaSO_4$).

La invención abarca un método para fabricar una placa de yeso que comprende:

preparar una suspensión acuosa que comprende una mezcla de agua y estuco, en donde el estuco comprende sulfato de calcio hemihidratado, en donde la suspensión acuosa comprende una mezcla de:

al menos el 60 por ciento en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado sobre una base seca,

de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm de aniones cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso (pbw) de dicho sulfato de calcio hemihidratado, y

el agua en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de 0,2:1 a 1,2:1; y

disponer la suspensión acuosa entre una lámina de cubierta de papel frontal y una lámina de cubierta de papel posterior para formar un panel, teniendo cada lámina de cubierta de papel una superficie interior y una superficie exterior;

en donde la superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta de papel posterior está recubierta con una capa de almidón, en donde la suspensión de yeso está en contacto con la capa de almidón;

fraguar el sulfato de calcio hemihidratado para formar un panel que comprende un núcleo de yeso que comprende sulfato de calcio dihidratado; y

secar el panel y cortar el panel para dar una placa de yeso que tenga una o más dimensiones predeterminadas.

Las técnicas de fabricación ilustrativas y los equipos adecuados para formar placas de yeso según la presente invención pueden encontrarse, por ejemplo, en la patente estadounidense 7.364.676 y en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2010/0247937. En resumen, tales procedimientos pueden implicar la descarga de una lámina de cubierta sobre un transportador en movimiento. Dado que la placa de yeso normalmente se forma "boca abajo", esta lámina de cubierta corresponde a la lámina de cubierta de papel de revestimiento 16 una vez finalizado el procedimiento de fabricación. La suspensión de yeso puede prepararse con una razón adecuada de agua/sulfato de calcio hemihidratado para su disposición sobre la lámina de cubierta.

Para producir placas de yeso, el estuco se mezcla con agua y aditivos para formar una suspensión acuosa que se alimenta continuamente entre capas continuas de papel en una máquina de placas. Una lámina de cubierta de papel se denomina lámina de papel frontal o de revestimiento, y la otra lámina de cubierta de papel se denomina lámina de papel posterior o de respaldo. A medida que la placa desciende por una línea transportadora para formar un panel, el sulfato de calcio se recristaliza o se rehidrata, volviendo a su estado original de roca. El papel se une química y mecánicamente a la capa de núcleo de placa a medida que se fragua el yeso. Luego, el panel se corta a medida y se transporta a través de secadores para eliminar la humedad libre.

Los componentes secos y/o húmedos de la suspensión de yeso se alimentan a una mezcladora (por ejemplo, una mezcladora de varilla), donde se agitan para formar la suspensión de yeso. La mezcladora comprende un cuerpo principal y un conducto de descarga (por ejemplo, una disposición de compuerta-depósito-arranque como se conoce en la técnica, o una disposición alternativa tal como se describe en las patentes estadounidenses 6.494.609 y 6.874.930). En algunas configuraciones de procedimiento, el conducto de descarga puede incluir un distribuidor de suspensión con una única entrada de alimentación o múltiples entradas de alimentación, como las descritas en las publicaciones de solicitud de patente estadounidense 2012/0168527 y 2012/0170403. Cuando se usa un distribuidor de suspensión con múltiples entradas de alimentación, el conducto de descarga puede incluir un divisor de flujo adecuado, tales como los descritos en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2012/0170403. Puede añadirse un agente espumante (normalmente jabón) en el conducto de descarga de la mezcladora (por ejemplo, en la compuerta tal como se describe, por ejemplo, en las patentes estadounidenses 5.683.635 y 6.494.609) o en el cuerpo principal si se desea. La suspensión descargada desde el conducto de descarga después de que se hayan añadido todos los componentes, incluyendo el agente espumante, es la suspensión primaria de yeso y se usa para formar el núcleo de placa. Esta suspensión de yeso se descarga sobre la lámina de cubierta frontal en movimiento.

Como se describió anteriormente, una o ambas láminas de cubierta de una placa de yeso pueden estar opcionalmente en contacto interfacial con una región o capa de alta densidad del núcleo de placa, también conocida como capa de acabado. la capa de acabado puede estar contiguo al núcleo de placa después del fraguado. En las realizaciones en donde se inserta espuma en el conducto de descarga, puede retirarse una corriente de suspensión de yeso secundaria del cuerpo de la mezcladora para proporcionar una suspensión para formar la capa de acabado. Si está presente, la capa de acabado puede depositarse sobre la lámina de cubierta de papel frontal móvil antes de que la parte principal de la suspensión de yeso se deposite para formar el núcleo de placa, produciéndose la deposición de la capa de acabado normalmente corriente arriba de la mezcladora.

Como se describió anteriormente, una capa de almidón está presente en al menos una lámina de cubierta, particularmente sobre la lámina de cubierta posterior, para aumentar la adhesión a la misma. La capa de almidón puede recubrirse previamente en la superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta posterior. En la alternativa, los métodos pueden comprender además aplicar la capa de almidón a la superficie interna de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta posterior. El almidón puede aplicarse a la(s) superficie(s) interior(es) como una capa continua de almidón, como se definió anteriormente. Más particularmente, el almidón puede aplicarse a la(s) superficie(s) interior(es) de la lámina de cubierta de papel frontal y/o la lámina de cubierta de papel posterior en una cantidad de aproximadamente 0,5-15 lbs./MSF

(2.4 - 73 g/m^2), preferiblemente de aproximadamente 0,5-5 lbs./MSF (2,4 - 24,4 g/m^2), más preferiblemente de aproximadamente 1 lb/MSF a aproximadamente 2 lbs/MSF (4,8 - 9,8 g/m^2). Los métodos adecuados para aplicar la capa de almidón sobre la lámina de cubierta de papel posterior o la lámina de cubierta de papel frontal pueden incluir, por ejemplo, pulverización, pintado, impresión por inyección de tinta, estarcido, impresión con estarcido, recubrimiento con rodillo, recubrimiento por inmersión (inmersión) o similares.

Después de mezclar, la suspensión acuosa tiene opcionalmente espuma añadida para disminuir la densidad del producto. La espuma se genera combinando agua y jabón. Luego se inyecta la espuma en la suspensión acuosa después de que salga de la mezcladora a través de un tubo flexible o una tolva. El anillo de espuma es un aparato que tiene múltiples orificios que están dispuestos en un anillo perpendicular al eje del tubo flexible, de modo que la espuma se introduce bajo presión en la suspensión acuosa cuando pasa por el anillo de espuma. La espuma se añade normalmente a la porción de suspensión para la capa de núcleo menos densa, pero no a la porción de suspensión para la capa de acabado.

Cuando la espuma y la suspensión se han unido, la suspensión resultante se mueve y se vierte sobre un transportador revestido con una pieza de material de revestimiento. Se coloca otra pieza de material de revestimiento sobre la suspensión, formando un conjunto intercalado con la suspensión entre los dos materiales de revestimiento. El conjunto en forma de sándwich se alimenta a una placa de formación, cuya altura determina el grosor de la placa. A continuación, el conjunto de sándwich continuo se corta en longitudes apropiadas con la cuchilla de corte, generalmente de ocho pies a doce pies. Durante este procesamiento, se deja que la suspensión se endurezca (fragüe) para formar un núcleo de placa que comprende una matriz cristalina de enclavamiento de yeso fraguado.

Luego se trasladan las tablas a un horno para su secado. Las temperaturas en el horno suelen oscilar entre 450 °F (232 °C) y 500 °F (260 °C) como máximo. Preferiblemente, hay tres o más zonas de temperatura en el horno. En la primera zona en contacto con la placa húmeda, la temperatura aumenta hasta la temperatura máxima, mientras que la temperatura disminuye lentamente en las dos últimas zonas. El soplador de la primera zona está posicionado a la salida de la zona, soplando el aire en contracorriente con el sentido de desplazamiento de la placa. En la segunda y tercera zonas, los sopladores están ubicados en la entrada de la zona, dirigiendo la cocorriente de aire caliente con el desplazamiento de la placa. Un calentamiento menos intenso en la última zona evita la calcinación de las áreas secas de la placa, lo que provoca una mala adhesión del papel. Un tiempo de permanencia típico en el horno es de unos cuarenta minutos, pero el tiempo variará según la capacidad de la línea, la humedad de la placa y otros factores.

Si se están aplicando una capa de almidón y una capa de acabado a una lámina de cubierta, entonces la capa de almidón se recubre sobre la(s) lámina(s) de cubierta antes de la deposición de la(s) capa(s) de acabado sobre la misma. Como tal, la capa de almidón se interpone entre la capa de acabado (región de alta densidad), si está presente, y la lámina de cubierta. Más particularmente, la capa de almidón está en contacto interfacial con la superficie interior de la lámina de cubierta y la capa de acabado, si está presente, está en contacto interfacial con la capa de almidón. Si no hay una capa de acabado en un lugar determinado, el núcleo de placa está en contacto interfacial con la capa de almidón. Después de secar la placa de yeso para formar yeso fraguado, tal como se describió anteriormente, la(s) capa(s) de acabado se integran con una región de baja densidad del núcleo de placa, de modo que una región (capa) de alta densidad del núcleo de placa está en contacto interfacial con la lámina de cubierta de papel posterior o una capa de almidón recubierta sobre la misma y/o con la lámina de cubierta de papel frontal o una capa de almidón dispuesta sobre la misma.

El núcleo de yeso (por ejemplo, el núcleo de yeso 12 de la figura 1) resultante de la suspensión de núcleo de yeso fraguado generalmente tiene un grosor de 0,25 pulgadas (6,4 mm) a 1,5 pulgadas (38 mm) y una densidad de 15 a 55 libras/pie cúbico (de 240 a 881 kg/m^3). Cuando se forma espuma, el núcleo de yeso resultante de la suspensión de yeso espumado fraguado tiene un volumen total de huecos del 10 al 92 por ciento en volumen, particularmente del 25 al 90 por ciento en volumen, y más particularmente del 30 al 85 por ciento en volumen. Por el contrario, la capa de acabado resultante, si está presente, tiene un volumen total de huecos inferior al 30 por ciento en volumen.

Yeso y estuco (yeso calcinado)

El componente de sulfato de calcio hemihidratado (normalmente proporcionado en la materia prima conocida como estuco o yeso calcinado) usado para formar la matriz cristalina del núcleo de panel de yeso comprende normalmente sulfato de calcio beta hemihidratado, sulfato de calcio anhidro soluble en agua, sulfato de calcio alfa hemihidratado o mezclas de cualquiera o todos estos, y se obtiene de fuentes naturales o sintéticas. En algunos aspectos, el estuco puede incluir minerales distintos del yeso, tales como pequeñas cantidades de arcillas u otros componentes que están asociados con la fuente de yeso o que se añaden durante la calcinación, el procesamiento y/o el suministro del estuco a la mezcladora. El estuco puede ser fibroso o no fibroso. Normalmente, el estuco crudo tiene al menos un 70 % en peso de sulfato de calcio hemihidratado, preferiblemente al menos un 80 % en peso de sulfato de calcio hemihidratado, más preferiblemente al menos un 85 % en peso de sulfato de calcio hemihidratado y, además, preferiblemente al menos un 90 % en peso de sulfato de calcio hemihidratado.

Sales de cloruro

La suspensión acuosa de yeso para formar la placa de yeso de la invención comprende agua y estuco, en donde la suspensión acuosa de yeso también contiene aniones cloruro. Los aniones cloruro pueden surgir de una o más sales de cloruro de cualquier fuente. En general, las una o más sales de cloruro están presentes en la fuente de yeso utilizada para formar el núcleo de la placa de la invención. Por tanto, todas o al menos la mayoría de las una o más sales de cloruro pueden introducirse en la suspensión de yeso desde la fuente de yeso que se usa. La fuente de yeso puede ser una fuente de yeso sintético, particularmente un yeso sintético de baja calidad obtenido de una corriente de gas de combustión de una central eléctrica. Una fuente de yeso de baja calidad de este tipo puede no ser adecuada de otro modo para formar un tablero sin usar al menos una capa de almidón, según la presente invención. La una o más sales de cloruro también pueden surgir de impurezas, tales como una o más sales de cloruro, en el agua utilizada para fabricar la suspensión acuosa de yeso.

Las sales de cloruro son cualquier sal que contenga cloruro. Por tanto, incluyen sales monovalentes de anión cloruro y un catión monovalente, tal como sodio o potasio. Por tanto, incluyen sales divalentes de aniones cloruro y un catión divalente, tal como calcio o magnesio. También se contemplan otras sales de cloruro, tales como sales trivalentes de aniones cloruro y un catión trivalente.

La concentración de los aniones cloruro de la una o más sales de cloruro en la suspensión acuosa usada para formar el núcleo de placa y, si está presente, la región de alta densidad (capa de yeso delgada y densa) de la invención puede variar de aproximadamente 500 ppm a aproximadamente 3000 ppm, normalmente de aproximadamente 1000 ppm a aproximadamente 3000 ppm por cada 1.000.000 de partes en peso de sulfato de calcio hemihidratado, más normalmente de aproximadamente 2000 ppm a aproximadamente 3000 ppm por cada 1.000.000 de partes en peso de sulfato de calcio hemihidrato.

Almidón

Pueden usarse diversos almidones para la capa de almidón de la invención y, si se desea, también pueden añadirse a la suspensión acuosa de yeso. Sin embargo, la suspensión acuosa de yeso puede tener ausencia de almidón.

La capa de almidón puede estar húmeda o seca (previamente recubierta) cuando entra en contacto con el núcleo de yeso o, si está presente, con la capa de yeso densa. El núcleo de yeso no está fraguado cuando la capa de almidón entra en contacto con él.

La capa de almidón carece de yeso, carga inorgánica, carga orgánica y látex u otro polímero. La capa de almidón consiste esencialmente en almidón y agua, pero opcionalmente puede tener una pequeña cantidad de STMP.

Cualquiera de las capas de almidón (por ejemplo, la capa de almidón 20) puede ser una capa de almidón continua que entra en contacto, al menos con el 90 % o preferiblemente el 100 %, de la superficie interna de la lámina de cubierta de papel posterior 14 o la lámina de cubierta de papel frontal 16. Una capa de almidón 20 que es "continua" se refiere a la capa que tiene una falta sustancial de discontinuidades en la superficie interna de la lámina de cubierta de papel posterior 14 o la lámina de cubierta de papel frontal 16. Es decir, el almidón se dispone como una capa sobre toda o casi toda (más del 90 %) de la lámina de cubierta de papel posterior 14 o la lámina de cubierta de papel frontal 16. Alternativamente, cuando la capa de almidón 20 es continua, no hay ningún patrón de capa. Por consiguiente, los métodos adecuados para aplicar la capa de almidón 20 sobre la lámina de cubierta de papel posterior 14 o la lámina de cubierta de papel frontal 16 pueden incluir, por ejemplo, pulverización, pintado, impresión por inyección de tinta, estarcido, impresión con estarcido, recubrimiento con rodillo, recubrimiento por inmersión (inmersión) o similares. La capa de almidón 20 puede recubrirse previamente sobre la lámina de cubierta de papel posterior 14 o la lámina de cubierta de papel frontal 16 antes de entrar en contacto con una suspensión de yeso. El almidón de la capa de almidón 20 puede estar húmedo o seco cuando entra en contacto con la suspensión de yeso. Tal como se describe a continuación, el yeso está en estado húmedo cuando entra en contacto con la capa de almidón 20 para formar una unión más eficaz con la misma. Es decir, la suspensión de yeso se pone en contacto con la capa de almidón 20 antes del fraguado del yeso para formar el núcleo de placa 12.

El almidón de la capa de almidón 20 puede ser un almidón pregelatinizado (cocido) y/o un almidón crudo. A este respecto, los almidones se clasifican como hidratos de carbono y contienen dos tipos de polisacáridos: amilosa lineal y amilopectina ramificada. Los gránulos de almidón son semicristalinos, por ejemplo, como se observa bajo luz polarizada, y son insolubles en agua a temperatura ambiente o cerca de temperatura ambiente. Los almidones no cocidos se caracterizan por ser insolubles en agua fría y que tienen una estructura semicristalina. Típicamente, los almidones no cocidos se obtienen mediante molienda en húmedo y no se modifican calentando almidón húmedo como en el caso de almidones cocidos. Los almidones pregelatinizados, o cocidos, se caracterizan por ser solubles en agua fría y tener una estructura no cristalina.

El almidón crudo puede proporcionarse como una suspensión (dispersión) de hasta el 50 % en peso de sólidos de almidón en el agua. El almidón cocido es una disolución limitada a como máximo un 10 % en peso de sólidos disueltos en el agua. Hay como máximo un 50 % en peso de almidón cocido total y almidón crudo en la dispersión de almidón. Una mezcla de agua con almidón cocido y almidón crudo es útil porque el almidón cocido ayuda a mantener el almidón crudo en suspensión. Sin embargo, la invención puede usar únicamente almidón crudo si la suspensión de almidón

se mezcla muy pronto después de mezclarla con agua. Preferiblemente, la suspensión de almidón contiene del 0,5 al 5 % en peso de almidón cocido, más preferiblemente del 1-3 % en peso de almidón cocido. El almidón y el agua pueden incluir opcionalmente además STMP (trimetafosfato de sodio) en una cantidad que oscila entre el 0-10 % en peso, preferiblemente el 3 % en peso, de los sólidos de almidón.

Se prefiere el almidón nativo (crudo). Puede prepararse un gel de almidón dispersando partículas de almidón en agua. Sin precocer el almidón, puede formar un gel durante el procedimiento de secado.

El almidón crudo generalmente tiene una mayor densidad aparente con menos variabilidad que la que se encuentra en el almidón pregelatinizado. Esto es útil porque, por ejemplo, la densidad constante permite que un alimentador volumétrico añada almidón de manera más precisa y consistente. Por ejemplo, la densidad aparente del almidón en libras por pie cúbico (pcf) puede ser de aproximadamente 35 pcf a aproximadamente 50 pcf (de aproximadamente 561 kg/m^3 a aproximadamente 801 kg/m^3), de aproximadamente 35 pcf a aproximadamente 45 pcf (de aproximadamente 561 kg/m^3 a aproximadamente 721 kg/m^3), de aproximadamente 37 pcf a aproximadamente 50 pcf (de aproximadamente 593 kg/m^3 a aproximadamente 801 kg/m^3), de aproximadamente 37 pcf a aproximadamente 45 pcf (de aproximadamente 593 kg/m^3 a aproximadamente 721 kg/m^3), de aproximadamente 40 pcf a aproximadamente 50 pcf (de aproximadamente 641 kg/m^3) a aproximadamente 801 kg/m^3), de aproximadamente 40 pcf a aproximadamente 47 pcf (de aproximadamente 641 kg/m^3 a aproximadamente 753 kg/m^3), de aproximadamente 40 pcf a aproximadamente 45 pcf (de aproximadamente 641 kg/m^3 a aproximadamente 721 kg/m^3), de aproximadamente 41 pcf a aproximadamente 45 pcf (de aproximadamente 657 kg/m^3 a aproximadamente 721 kg/m^3), y similares.

Los almidones crudos normalmente están en forma granular nativa. La viscosidad máxima de los almidones crudos puede estar relacionada con el peso molecular promedio del almidón. La forma granular y cruda del almidón puede experimentar al menos cierto grado de gelatinización durante el procedimiento de fabricación de la placa de yeso (por ejemplo, durante el secado en horno).

Cuando se usa almidón crudo, el almidón crudo puede tener un peso molecular de rango medio, indicado por una viscosidad máxima de aproximadamente 100 BU a aproximadamente 900 BU. La viscosidad máxima del almidón crudo puede determinarse según el siguiente método. La viscosidad máxima de Brabender se mide usando un dispositivo Viscograph-E (C.W. Brabender) ajustado a 75 rpm; 700 cmg. Para la medición de la viscosidad, el almidón está en una suspensión que tiene una concentración del 15 % de sólidos en agua. La suspensión de almidón se calienta desde 25 °C hasta 95 °C a una velocidad de 3 °C/min. Luego se mantiene a 95 °C durante 10 minutos hasta que se enfría a 50 °C a una velocidad de -3 °C/min.

Normalmente, la viscosidad máxima del almidón crudo que tiene un peso molecular de rango medio puede ser de aproximadamente 100 unidades Brabender a aproximadamente 850 unidades Brabender, de aproximadamente 120 unidades Brabender a aproximadamente 875 unidades Brabender, de aproximadamente 250 unidades Brabender a aproximadamente 750 unidades Brabender, de aproximadamente 400 unidades Brabender a aproximadamente 700 unidades Brabender, de aproximadamente 100 unidades Brabender a aproximadamente 460 unidades Brabender, de aproximadamente 100 unidades Brabender a aproximadamente 300 unidades Brabender, de aproximadamente 500 unidades Brabender a aproximadamente 850 unidades Brabender, o de aproximadamente 550 unidades Brabender a aproximadamente 850 Unidades Brabender.

Las propiedades de los almidones crudos incluyen una viscosidad baja en agua fría (es decir, a una temperatura de 77 °F (25 °C)), mientras que las propiedades de almidones pregelatinizados incluyen una alta viscosidad instantánea en agua fría. Los almidones crudos según la invención pueden tener cualquier viscosidad adecuada en agua fría. Normalmente, la viscosidad en agua fría es de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 500 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,5 Pa•s), por ejemplo, de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 400 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,4 Pa•s), de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 300 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,3 Pa•s), de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 200 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,2 Pa•s), o de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 100 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,1 Pa•s). Si se desea, el almidón crudo puede tener una viscosidad en agua fría de aproximadamente 50 centipoise (aproximadamente 0,05 Pa•s) o menos, por ejemplo, aproximadamente 40 centipoise (aproximadamente 0,04 Pa•s) o menos, aproximadamente 30 centipoise (aproximadamente 0,03 Pa•s) o menos, aproximadamente 20 centipoise (aproximadamente 0,02 Pa•s) o menos, o aproximadamente 10 centipoise (aproximadamente 0,01 Pa•s) o menos en agua fría (por ejemplo, de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 50 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,05 Pa•s), de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 40 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,04 Pa•s), de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 30 centipoise (de aproximadamente de 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,03 Pa•s), de aproximadamente 1 centipoise a aproximadamente 20 centipoise (de aproximadamente 0,001 Pa•s a aproximadamente 0,02 Pa•s), de aproximadamente 5 centipoise a aproximadamente 50 centipoise (de aproximadamente 0,005 Pa•s a aproximadamente 0,05 Pa•s), de aproximadamente 5 centipoise a aproximadamente 30 centipoise (de aproximadamente 0,005 Pa•s a aproximadamente 0,03 Pa•s), de aproximadamente 5 centipoise a aproximadamente 20 centipoise (de aproximadamente 0,005 Pa•s a aproximadamente 0,02 Pa•s), y similares).

La viscosidad en agua fría puede medirse usando un método de viscosímetro Brookfield con un perfil de prueba de la siguiente manera. Se añade almidón (20 g, seco) al agua (180 g) en un mezclador de Waring (modelo 31BL92) mientras se mezcla a baja velocidad durante 15 segundos. La disolución de almidón (200 g) se transfiere a una copa de medición. Se seleccionan la paleta n.º 2 y 60 RPM. El valor de viscosidad medido a 20 segundos se usa como viscosidad del almidón.

Tal como se usa en la presente memoria, el término "crudo" también significa que el almidón tiene un grado de gelatinización de menos de aproximadamente el 5 % (por ejemplo, menos de aproximadamente el 3 % o menos de aproximadamente el 1 %, incluyendo el 0 %) antes de desecharse como una capa de almidón. El almidón crudo puede gelatinizarse parcial o totalmente cuando se expone a temperaturas elevadas en el procedimiento de fabricación de placas de yeso, por ejemplo, en el horno usado para la etapa de secado para eliminar el exceso de agua del núcleo de placa.

Los almidones cocidos (pregelatinizados) pueden prepararse de cualquier manera adecuada, por ejemplo, en una extrusora tal como se describe en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2015/0010767. El almidón cocido puede prepararse para que tenga cualquier propiedad deseada (por ejemplo, viscosidad, solubilidad en agua fría, viscosidad en agua fría y similares).

Los almidones cocidos pueden prepararse calentando almidón húmedo y pueden prepararse, por ejemplo, mediante técnicas de extrusión, como las descritas en las publicaciones de solicitud de patente estadounidense 2015/0010767, 2014/0113128, y 2014/011312. A veces se denominan almidones cocidos como almidones pregelatinizados, porque la estructura cristalina de los gránulos de almidón se funde, y da como resultado la gelatinización de almidón, que se caracteriza por la desaparición de la birrefringencia bajo un microscopio con una luz polarizada. La gelatinización es el procedimiento durante el cual el almidón se coloca en agua y se calienta ("se cuece") de modo que la estructura cristalina de los gránulos de almidón se transforma a medida que se funde el almidón, después de lo cual las moléculas de almidón pueden disolverse en agua de tal modo que resulte una buena dispersión. Se ha encontrado que, al transformar gránulos de almidón en su forma gelatinizada, inicialmente los gránulos de almidón proporcionan poca viscosidad en el agua porque los gránulos de almidón son insolubles en agua. A medida que aumenta la temperatura, los gránulos de almidón se hinchan y se convierte la estructura cristalina a medida que se funde el almidón a la temperatura de gelatinización. La viscosidad máxima es cuando los gránulos de almidón tienen un hinchamiento máximo. Un calentamiento adicional rompe los gránulos de almidón y disolverá las moléculas de almidón en agua, con una reducción precipitada de la viscosidad. Después de enfriar, la molécula de almidón puede volver a asociarse para formar una estructura de gel tridimensional, aumentando la viscosidad debido a la presencia de la estructura del gel.

Los ejemplos de almidones que pueden ser adecuados para su uso en las placas de yeso y los métodos asociados en la presente memoria incluyen, pero no se limitan a, uno o más almidones de cereales nativos, almidones de raíces nativas, almidones de tubérculos nativos y/o almidones modificados químicamente, con ejemplos representativos específicos que incluyen, por ejemplo, almidón de maíz (normal, ceroso y/o con alto contenido de amilosa), almidón de trigo de tipo A, almidón de trigo de tipo B, almidón de guisante, almidones sustituidos/funcionalizados que tienen grupos sustituyentes (tales como acetato, fosfato, hidroxietilo, hidroxipropilo, alquilsulfonato y similares) en grupos hidroxilo de almidón, o cualquier combinación de los mismos.

El almidón, ya sea crudo y/o cocido, puede tener cualquier viscosidad adecuada. La viscosidad particular del almidón puede soportar la formación de un grosor específico en la(s) capa(s) de almidón. Normalmente, puede usarse uno o más de un almidón pregelatinizado que tenga una viscosidad media de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,7 Pa•s) (medida según el método VMA) o un almidón crudo de viscosidad máxima de aproximadamente 100 unidades Brabender a aproximadamente 900 unidades Brabender, medido según la metodología descrita en la presente memoria. La característica de viscosidad se determina a medida que el almidón se coloca en determinadas condiciones según las metodologías de medición de viscosidad respectivas descritas en la presente memoria, se entenderá que el almidón no necesita incorporarse en la placa de yeso en estas condiciones.

Para reducir las viscosidades máximas de almidones crudos o cocidos, las moléculas de almidón pueden modificarse, por ejemplo, para hidrolizar enlaces glicosídicos entre unidades de glucosa para lograr el peso molecular deseado. Por ejemplo, tales modificaciones pueden incluir modificaciones ácidas, modificaciones enzimáticas, pirólisis, y/u otros métodos. La enzima convertidora de almidón más usada comúnmente es la α-amilasa (alfa-amilasa). La reacción de hidrólisis enzimática puede detenerse mediante ajuste del pH o por calentamiento. Para preparar almidones modificados con ácido, se apreciará que la suspensión acuosa de almidón no modificado pueda tratarse con, por ejemplo, una pequeña cantidad de un ácido, particularmente un ácido fuerte tal como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico o similares. Al ajustar el tiempo de reacción, puede modificarse el grado de despolimerización en el grado que se desee. Por ejemplo, cuando se logra la fluidez adecuada, por ejemplo, según se determina por los controles de laboratorio en procedimiento, puede introducirse un álcali suave para neutralizar el ácido y detener la hidrólisis. Por tanto, los almidones modificados con ácido pueden prepararse en diversas fluideces (viscosidades). Además, algunos almidones modificados con ácido pueden usarse directamente después de la

neutralización sin purificación adicional o pueden purificarse para eliminar sales. El uso final del almidón modificado con ácido puede determinar la conveniencia de la purificación. Por ejemplo, un almidón modificado con ácido sulfúrico y neutralizado con hidróxido de calcio puede contener iones sulfato y calcio que pueden añadirse a una suspensión de estuco y agua, o ponerse en contacto con la suspensión, ya que esos iones ya están presentes en el estuco. Por tanto, las consideraciones para determinar la conveniencia de la purificación de un almidón modificado con ácido incluyen, por ejemplo, la identidad de la base ácida y alcalina y si la introducción de los iones particulares formados a partir de la misma puede tolerarse en una ubicación determinada. Por ejemplo, puede ser deseable evitar la introducción de cantidades excesivas de haluros de metales alcalinos o metales alcalinotérreos con el almidón, y la purificación puede ser ventajosa en tales situaciones.

Un almidón pregelatinizado adecuado puede incluir, pero no se limita a, harina de maíz pregelatinizada, por ejemplo, harina de maíz pregelatinizada disponible en Bunge, St. Louis, Missouri, que tiene el siguiente análisis típico: humedad 7,5 %, proteína 8,0 %, aceite 0,5 %, fibra bruta 0,5 %, ceniza 0,3 %; que tiene una resistencia en verde de 0,48 psi; y con una densidad aparente de 35,0 libras/pie^3 (560 kg/m^3). Otros almidones pregelatinizados útiles pueden incluir, pero no se limitan a, almidón de arroz pregelatinizado y almidón de trigo pregelatinizado.

Los almidones pregelatinizados pueden tener cualquier viscosidad adecuada. La viscosidad de un almidón pregelatinizado puede caracterizarse por tener una viscosidad de "rango medio" (es decir, que tiene una viscosidad de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,7 Pa•s)) cuando el almidón pregelatinizado se somete a condiciones según el método VMA con el almidón pregelatinizado en agua en una cantidad del 15 % en peso del peso total del almidón pregelatinizado y el agua.

Normalmente, la viscosidad de un almidón pregelatinizado adecuado puede ser de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 1.000 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 1 Pa•s), por ejemplo, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 900 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,9 Pa•s), de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 800 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,8 Pa•s), de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,7 Pa•s), de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,5 Pa•s), de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 200 centipoise (de aproximadamente 0,02 Pa•s a aproximadamente 0,2 Pa•s), o de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 700 centipoise (de aproximadamente 0,1 Pa•s a aproximadamente 0,7 Pa•s). Los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, almidones de maíz pregelatinizados, por ejemplo, que tienen una viscosidad de aproximadamente 773 centipoise o 100 centipoise (de aproximadamente 0,773 Pa•s a aproximadamente 0,1 Pa•s), medida según el método VMA establecido en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2012/0113124.

Normalmente, puede prepararse un almidón pregelatinizado para que tenga la solubilidad deseada en agua fría. Las técnicas de pregelatinización convencionales implican hacer que el almidón sea soluble en agua fría y generalmente requieren cocer el almidón en una cantidad en exceso de agua. La extrusión permite una combinación de calentamiento y cizallamiento mecánico, y es un método energéticamente eficiente que puede usarse para producir almidón pregelatinizado en un procedimiento de una sola etapa que tiene un bajo contenido de humedad con solubilidad en agua fría. La solubilidad en agua fría se define por tener cualquier cantidad de solubilidad en agua a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C). Los almidones solubles en agua fría pueden tener una solubilidad en agua fría superior a aproximadamente el 30 % y pueden aumentar la resistencia de la placa de yeso. La solubilidad del almidón pregelatinizado en agua se define como la cantidad de almidón que se disuelve en agua a temperatura ambiente dividido entre la cantidad total de almidón.

Normalmente, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado puede ser de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 100 %. En ejemplos más específicos, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado puede ser de aproximadamente el 50 % a aproximadamente el 100 %.

Normalmente, el almidón pregelatinizado puede tener una viscosidad en agua fría (10 % de sólidos, 25 °C) de aproximadamente 10 BU a aproximadamente 120 BU, medida según el método de Brabender, por ejemplo, de aproximadamente 20 BU a aproximadamente 110 BU, de aproximadamente 30 BU a aproximadamente 100 BU, o de aproximadamente 60 BU a aproximadamente 70 BU. Según el procedimiento de medición de la viscosidad de Brabender mencionado en la presente memoria, la viscosidad se mide usando un dispositivo C.W. Brabender Viscograph, p. ej., un Viscograph-E que utiliza el par de reacción para la medición dinámica. Cabe señalar que, como se define en la presente memoria, las unidades Brabender (BU) se miden mediante el uso de un tamaño de copa de muestra de 16 fl. oz (≈ 500 cm^3), con un cartucho de 700 cmg a una RPM de 75. Un experto habitual en la técnica además reconocerá fácilmente que las unidades Brabender pueden convertirse a otras medidas de viscosidad, como centipoise (por ejemplo, cP = BU X 2,1, cuando el cartucho de medición es de 700 cmg) o unidades Krebs, como se describe en la presente memoria.

La(s) capa(s) de almidón dentro de las placas de yeso de la presente invención pueden comprender almidón crudo. O bien, la(s) capa(s) de almidón puede(n) comprender una mezcla de almidón crudo y almidón cocido. La razón entre

almidón crudo y almidón cocido puede seleccionarse, por ejemplo, para proporcionar un grado deseado de fluidez para la aplicación del almidón a la(s) superficie(s) interna(s) de la lámina de cubierta de papel posterior y/o la lámina de cubierta frontal, particularmente la lámina de cubierta posterior, más particularmente una lámina de cubierta de papel posterior. La fluidez elegida puede depender de la técnica mediante la cual se aplica el almidón a la superficie interna de la(s) lámina(s) de cubierta. La fluidez puede medirse, por ejemplo, mediante una prueba de hundimiento. La fluidez puede estar asociada con la viscosidad del almidón o la mezcla de almidón, por ejemplo, de aproximadamente 50 cps a aproximadamente 2000 cps (de aproximadamente 0,05 Pa•s a aproximadamente 2 Pa•s), por ejemplo, de aproximadamente 200 cps a aproximadamente 1500 cps (de aproximadamente 0,2 Pa•s a aproximadamente 1,5 Pa•s), medida según la prueba del viscosímetro Brookfield a 60 rpm con el husillo n.º 5.

Puede incluirse cualquier proporción adecuada de almidón crudo con respecto al almidón cocido en la(s) capa(s) de almidón, por ejemplo, de 0:100 a 100:0 (ya que la combinación es opcional), o de 1:100 a 100:1. La razón de almidón crudo con respecto a cocido puede ser de aproximadamente 90:10 a aproximadamente 10:90, de aproximadamente 70:30 a aproximadamente 30:70, de aproximadamente 60:40 a aproximadamente 40:60, de aproximadamente 90:10 a aproximadamente 60:40, de aproximadamente 90:10 a aproximadamente 70:30, de aproximadamente 90:10 a aproximadamente 80:20, de aproximadamente 80:20 a aproximadamente 60:40, de aproximadamente 80:20 a aproximadamente 70:30., o similares. Si se desea, la razón de almidón crudo con respecto a almidón cocido puede ser aproximadamente 25:75, aproximadamente 30:70, aproximadamente 35:65, aproximadamente 50:50, aproximadamente 65:35, aproximadamente 70:30, alrededor de 75:25, y similares.

Una combinación de almidón cocido y almidón crudo puede mezclarse en seco o mezclarse en húmedo para su aplicación a la(s) superficie(s) interna(s) de la lámina de cubierta de papel posterior y/o la lámina de cubierta frontal. De manera similar, el almidón cocido o crudo solo puede aplicarse en seco o húmedo a la(s) superficie(s) interna(s) de la lámina de cubierta de papel posterior y/o la lámina de cubierta frontal. Puede aplicarse una combinación de almidón cocido y crudo a la(s) superficie(s) interna(s) al mismo tiempo o una a la vez. Los almidones cocidos y crudos pueden mezclarse entre sí en la capa de almidón, o los almidones cocidos y crudos pueden colocarse en capas sobre sí mismos en cualquier orden.

El almidón en la(s) capa(s) de almidón es generalmente un almidón que no migra. A este respecto, los almidones modificados con ácidos migratorios son diferentes de los almidones presentes en la(s) capa(s) de almidón y se conoce en la técnica que tienen cadenas moleculares más pequeñas. Estos almidones migratorios encadenados más pequeños generalmente pueden migrar dentro de una suspensión de yeso, pero no son beneficiosos para mejorar la resistencia de la placa. Los almidones migratorios modificados con ácido tienen pesos moleculares que normalmente están por debajo de aproximadamente 6.000 Dalton. Normalmente, los almidones para su incorporación dentro de la(s) capa(s) de almidón de la invención tienen pesos moleculares más altos que los almidones migratorios, por ejemplo, al menos aproximadamente 15.000 Dalton, o al menos aproximadamente 30.000 Dalton. El peso molecular promedio puede indicarse mediante la viscosidad máxima.

Cualquier cantidad adecuada de almidón puede estar presente en la(s) capa(s) de almidón. Por ejemplo, la(s) capa(s) de almidón pueden incluir una cantidad de almidón que oscila entre, por ejemplo, aproximadamente 0,1 lbs/MSF (0,5 g/m^2) (MSF = 1000 pies cuadrados) y aproximadamente 35 lbs/MSF (171 g/m^2), tal como desde aproximadamente 1 lb/MSF (5 g/m^2) a aproximadamente 2 lbs/MSF (10 g/m^2), o desde aproximadamente 2 lbs/MSF (10 g/m^2) a aproximadamente 35 lbs/MSF (171 g/m^2), o de aproximadamente 1 lb/MSF (5 g/m^2) a aproximadamente 5 lbs/MSF (24 g/m^2), o de aproximadamente 6 lbs/MSF (30 g/m^2) a alrededor de 20 lbs/MSF (98 g/m^2).

En ejemplos particulares, la(s) capa(s) de almidón en las placas de yeso de la invención carecen de yeso, carga inorgánica, carga orgánica y látex u otros polímeros sintéticos. En algunos casos, la(s) capa(s) almidón pueden consistir esencialmente en almidón y agua, opcionalmente con una pequeña cantidad de trimetafosfato de sodio (STMP).

Los almidones funcionalizados orgánicos pueden usarse en la(s) capa(s) de almidón dentro de cualquiera de las placas de yeso descritas en la presente memoria. Los almidones funcionalizados orgánicos pueden formarse mediante la reacción de cualquiera de los grupos hidroxilo en las unidades monoméricas de glucosa del almidón, pero pueden introducirse más fácilmente en el grupo alcohol primario en C-6. Los grupos funcionales que pueden introducirse incluyen, pero no se limitan a, acetato, fosfato, hidroxialquilo, alquilsulfonato y similares.

Los almidones sulfonados adecuados para su uso en las placas de yeso de la presente descripción pueden sintetizarse mediante técnicas de sulfonación conocidas. La sulfonación introduce un resto de ácido sulfónico (-SO_2OH) o sal de sulfonato (-$SO_3^-Na^+$) en el almidón. En un procedimiento de sulfonación ilustrativo, el almidón puede hacerse reaccionar con la sal de sodio del ácido vinilsulfónico a 90 °C durante 4 horas en NaOH acuoso para producir una sal de sulfonato con enlaces de alquilo.

De manera más general, un ácido sulfónico o sal de sulfonato puede unirse al almidón con un grupo alquilo o un grupo arilalquilo, particularmente un ácido sulfónico o una sal de sulfonato C_2-C_{18} o C_2-C_8, más particularmente una sal de sulfonato o ácido alquilsulfónico C_2-C_5. El acoplamiento del ácido sulfónico al ácido sulfónico o a la sal de sulfonato a través de un grupo alquilo o arilalquilo puede producirse en presencia de una base adecuada, tal como hidróxido de

sodio (NaOH) al 10 %. Los agentes sulfonantes adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, vinilsulfonato de sodio, sulfonato de estireno, ácido 2-cloroetanosulfónico, ácido 3-cloropropanosulfónico o 1,3-propanosultona. Si bien la sulfonación puede llevarse a cabo a una temperatura de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 100 °C, puede realizarse a una temperatura de aproximadamente 75 °C a aproximadamente 95 °C, particularmente a una temperatura de aproximadamente 85 °C a 95 °C.

Aditivos

Otros aditivos que pueden estar presentes en la suspensión de yeso utilizada para formar el núcleo de placa pueden incluir, pero no se limitan a, agentes de refuerzo, espuma (preparada a partir de un agente espumante adecuado), dispersantes, polifosfatos (por ejemplo, trimetafosfato de sodio), retardadores, aceleradores, inhibidores de recalcinación, aglutinantes, adhesivos, adyuvantes dispersantes secundarios, agentes niveladores o no niveladores, espesantes, bactericidas, fungicidas, ajustadores del pH, tampones, colorantes, materiales de refuerzo, retardadores de fuego, repelentes al agua (por ejemplo, siloxano), cargas y mezclas de los mismos.

Los aditivos y otros componentes de la suspensión de yeso pueden añadirse a la mezcladora de diversas maneras. Por ejemplo, pueden mezclarse previamente diversas combinaciones de componentes antes de entrar en la mezcladora, por ejemplo, pueden mezclarse previamente uno o más componentes secos y/o uno o más componentes húmedos. Los componentes singulares pueden introducirse de manera similar en la mezcladora en forma húmeda o seca. Si se introducen en forma húmeda, los componentes pueden incluirse en un fluido portador, tal como agua, en cualquier concentración adecuada.

Las fibras pueden usarse opcionalmente en los métodos y la composición de la presente invención. Las fibras pueden incluir fibras minerales (también conocidas como lana mineral), fibras de vidrio, fibras de carbono y mezclas de tales fibras, así como otras fibras comparables que proporcionan beneficios comparables a los tableros. Por ejemplo, pueden incorporarse fibras de vidrio en la suspensión de núcleo de yeso y/o en la suspensión con capa de acabado y la estructura de núcleo cristalina resultante. Las fibras de vidrio en tales aspectos pueden tener una longitud promedio de aproximadamente 0,5 a 0,75 pulgadas (de 1,3 a 1,9 cm) y un diámetro de aproximadamente 11 a aproximadamente 17 micrómetros. En otros aspectos, dichas fibras de vidrio pueden tener una longitud promedio de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,675 pulgadas (de 1,3 a 1,7 cm) y un diámetro de aproximadamente 13 a aproximadamente 16 micrómetros. En otros aspectos más, se utilizan fibras de vidrio E que tienen un punto de reblandecimiento por encima de aproximadamente 800 °C o por encima de al menos aproximadamente 900 °C. La lana mineral o las fibras de carbono, tales como las conocidas por los expertos en la técnica, pueden usarse en lugar de fibras de vidrio o en combinación con ellas.

Las fibras, cuando se incluyen, pueden estar presentes en la suspensión de núcleo de yeso y/o en la suspensión de capa de acabado en cantidades sobre una base seca por cada 100 pbw de sulfato de calcio hemihidratado de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 pbw; preferiblemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 8 pbw; más preferiblemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 7 pbw; y lo más preferiblemente de aproximadamente 3 a aproximadamente 6 pbw. También puede haber una ausencia de fibras.

Opcionalmente, pueden incluirse además uno o más compuestos que contienen fosfato en la suspensión, si se desea. Por ejemplo, los componentes que contienen fosfato pueden incluir componentes solubles en agua y pueden estar en forma de un ion, una sal o un ácido, a saber, ácidos fosfóricos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de ácido fosfórico; sales o iones de fosfatos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de fosfato; y sales monobásicas o iones monovalentes de ortofosfatos, así como sal de polifosfato acíclico soluble en agua. Los ejemplos ilustrativos se describen en las patentes estadounidenses 6.342.284; 6.632.550; 6.815.049; y 6.822.033.

Los componentes que contienen fosfato pueden mejorar la resistencia en verde, la resistencia a la deformación permanente (por ejemplo, el pandeo), la estabilidad dimensional y similares. Pueden usar compuestos de trimetafosfato, que incluyen, por ejemplo, trimetafosfato de sodio, trimetafosfato de potasio, trimetafosfato de litio y trimetafosfato de amonio. Se usa habitualmente trimetafosfato de sodio (STMP), aunque pueden ser adecuados otros fosfatos, que incluyen por ejemplo tetrametafosfato de sodio, hexametafosfato de sodio que tiene de aproximadamente 6 a aproximadamente 27 unidades de repetición de fosfato y que tiene la fórmula molecular $Na_{n+2}P_nO_{3n+1}$ en donde n = 6-27, pirofosfato de tetrapotasio que tiene la fórmula molecular $K_4P_2O_7$, tripolifosfato de dipotasio trisódico que tiene la fórmula molecular $Na_3K_2P_3O_{10}$, tripolifosfato de sodio que tiene la fórmula molecular $Na_5P_3O_{10}$, pirofosfato de tetrasodio que tiene la fórmula molecular $Na_4P_2O_7$, trimetafosfato de aluminio que tiene la fórmula molecular $Al(PO_3)_3$, pirofosfato ácido de sodio que tiene la fórmula molecular $Na_2H_2P_2O_7$, polifosfato de amonio que tiene 1000-3000 unidades de repetición de fosfato y que tiene la fórmula molecular $(NH_4)_{n+2}P_nO_{3n+1}$ en donde n = 1000-3000, o ácido polifosfórico que tiene dos o más unidades de repetición de ácido fosfórico y que tiene la fórmula molecular $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$ en donde n es dos o más.

Los fosfatos normalmente se añaden en forma seca y/o en forma líquida en disolución acuosa, con los componentes secos añadidos a la mezcladora en suspensión, con los componentes líquidos añadidos a la mezcladora, o en otras etapas o procedimientos.

Cuando está presente, el fosfato puede incluirse en la suspensión de yeso en forma seca o en una forma en agua (por ejemplo, una disolución de fosfato de aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 %, tal como una disolución de aproximadamente 10 %). Si se incluye, el fosfato puede estar presente en cualquier cantidad adecuada (sólidos/base de sólidos), tal como de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 0,5 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente el 0,03 % a aproximadamente el 0,4 %, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 0,3 %, o de aproximadamente el 0,12 % a aproximadamente el 0,4 % en peso del estuco. También puede haber ausencia de fosfato.

La suspensión de yeso puede incluir opcionalmente al menos un dispersante para mejorar la fluidez. El/los dispersante(s) puede(n) introducirse en la suspensión de yeso en forma seca, opcionalmente con otros aditivos, y/o en forma líquida, opcionalmente con otros componentes líquidos. Los ejemplos de dispersantes adecuados incluyen sulfonatos de naftaleno, tales como el ácido polinaftalenosulfónico y sus sales (polinaftalenosulfonatos) y derivados, que son productos de condensación de ácidos naftalenosulfónicos y formaldehído, así como dispersantes de policarboxilato, tales como éteres policarboxílicos, por ejemplo. Otros ejemplos de dispersantes adecuados incluyen lignosulfonatos o lignina sulfonada. Los lignosulfonatos son polímeros de polielectrolitos aniónicos solubles en agua, que son subproductos de la producción de pulpa de madera mediante el uso de elaboración de pulpa con sulfito.

Pueden ser deseables dispersantes de menor peso molecular. Los dispersantes de naftalenosulfonato de menor peso molecular pueden verse favorecidos porque tienden a una menor demanda de agua que los dispersantes de mayor viscosidad y mayor peso molecular. Por tanto, los pesos moleculares de aproximadamente 3.000 a aproximadamente 10.000 (por ejemplo, de aproximadamente 8.000 a aproximadamente 10.000) pueden ser pesos moleculares deseables para un dispersante. Si se desea, el peso molecular de los dispersantes de policarboxilato puede ser de aproximadamente 20.000 a aproximadamente 60.000, lo que puede mostrar menos retardo que los dispersantes que tienen pesos moleculares superiores a aproximadamente 60.000.

Los naftalenosulfonatos típicos son una disolución de sulfonato de naftaleno en agua, que tiene un intervalo de aproximadamente el 35 % a aproximadamente el 55 % en peso de contenido de sólidos de naftalenosulfonato. Sin embargo, si se desea, los naftalenosulfonatos pueden usarse en forma sólida o de polvo secos.

Cuando está presente, el dispersante puede incluirse en la suspensión de yeso en cualquier cantidad adecuada (sólidos/sólidos), tal como, por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 5 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 4 %, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 3 %, de aproximadamente el 0,2 % a aproximadamente el 3 %, de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 3 %, de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 2,5 %, de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 2 %, de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 1,5 %, etc. También puede haber una ausencia de uno o más de polinaftalenosulfonatos, éteres policarboxílicos o lignosulfonatos.

Pueden añadirse aceleradores y/o retardadores a la suspensión de núcleo de yeso y/o a la suspensión de capa de acabado para modificar la velocidad a la que tienen lugar las reacciones de hidratación del sulfato de calcio hemihidrato. Los aceleradores adecuados pueden incluir, por ejemplo, un acelerador de yeso húmedo, un acelerador resistente al calor (HRA) o un acelerador estabilizado al clima (CSA). El "CSA" es un acelerador de fraguado que incluye sulfato de calcio dihidratado al 95 % molido junto con un 5 % de azúcar y calentado hasta 250 °F (121 °C) para caramelizar el azúcar. El CSA está disponible en USG Corporation y se fabrica según las patentes estadounidenses números 3.573.947 y 6.409.825. El sulfato de potasio es otro acelerador preferido. El HRA (acelerador resistente al calor), que es un acelerador preferido, es sulfato de calcio dihidratado recién molido con azúcar en una razón de aproximadamente 5 a 25 libras de azúcar por cada 100 libras de sulfato de calcio dihidratado. Se describe además en la patente estadounidense n.º 2.078.199, que se incorpora aquí como referencia. Ambos son aceleradores preferidos. Cuando están presentes, el acelerador y/o el retardador pueden incorporarse cada uno en la suspensión de yeso en una cantidad sobre la base de sólidos, por ejemplo, de aproximadamente el 0 % a aproximadamente el 10 % en peso del estuco (por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 10 %), tal como, por ejemplo, de aproximadamente el 0 % a aproximadamente el 5 % en peso del estuco (por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 5 %). Los aceleradores adecuados pueden incluir, por ejemplo, sulfato de calcio dihidratado, sulfato de calcio recubierto con hidratos de carbono, sulfato de calcio dihidratado/fosfonato orgánico y sulfato de calcio dihidratado/fosfato orgánico. También puede haber una ausencia de aceleradores y/o retardadores.

La espuma (también conocida como espuma de agua) puede introducirse opcionalmente en la suspensión con núcleo de yeso y/o la suspensión de capa de acabado (preferiblemente la suspensión de núcleo de yeso) en cantidades que proporcionen la densidad del núcleo y el peso del panel reducidos mencionados anteriormente. El agente espumante para producir la espuma es normalmente un jabón u otro tensioactivo adecuado. La introducción de espuma en la suspensión de núcleo de yeso en las cantidades, formulaciones y procedimientos adecuados producirá una red y una distribución deseadas de huecos dentro del núcleo de los tableros secos finales. Esta estructura con huecos permite reducir el yeso y otros constituyentes del núcleo y la densidad y el peso del núcleo, al tiempo que mantiene las propiedades estructurales y de resistencia deseadas del panel. Si está presente, el agente espumante comprende una porción en peso mayor de componente inestable y una porción en peso menor de componente estable (por ejemplo, cuando se combinan un componente inestable y mezcla de componente estable/inestable). La razón en peso de

componente inestable con respecto a componente estable es eficaz para formar una distribución de huecos con aire dentro del núcleo de yeso fraguado, tal como se describe en las patentes estadounidenses 5.643.510; 6.342.284; y 6.632.550. Los enfoques para añadir espuma a una suspensión de núcleo de yeso son conocidos en la técnica y un ejemplo de un enfoque de este tipo se describe en la patente estadounidense n.º 5.683.635, cuya descripción se incorpora en la presente memoria como referencia. Los huecos de agua por evaporación, que generalmente tienen huecos de aproximadamente 5 µm o menos de diámetro, contribuyen además a la distribución total de huecos junto con los huecos de aire (espuma) mencionados anteriormente. La razón de volumen entre los huecos con un tamaño de poro superior a aproximadamente 5 micrómetros y los huecos con un tamaño de poro de aproximadamente 5 micrómetros o menos es de aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 9:1, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 2,3:1, o similares. El agente espumante está presente en la suspensión de yeso en una cantidad, por ejemplo, inferior a aproximadamente el 0,5 % en peso del estuco, tal como de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 0,5 %, de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 0,2 %, de aproximadamente el 0,02 % a aproximadamente el 0,4 %, de aproximadamente el 0,02 % a aproximadamente el 0,2 %, de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 0,1 %, o similares. También puede haber una ausencia de agentes espumantes.

También pueden incluirse componentes para la resistencia al fuego y/o al agua en la suspensión de yeso. Los ejemplos incluyen, por ejemplo, siloxanos (resistencia al agua); fibra; aditivos disipadores de calor, tales como trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio o similares; y/o partículas de alta expansión (p. ej., expansibles hasta aproximadamente 300 % o más del volumen original cuando se calientan durante aproximadamente una hora a 1560 °F (849 °C)). Puede encontrarse una descripción adicional sobre tales aditivos en la patente estadounidense 8.323.785. Puede incluirse vermiculita de alta expansión, aunque pueden incluirse otros materiales resistentes al fuego. Si están presentes, los aditivos de resistencia al fuego o al agua pueden incluirse en cualquier cantidad adecuada que se desee dependiendo, por ejemplo, de la clasificación de resistencia al fuego y de parámetros de rendimiento similares. Por ejemplo, si se incluyen, los aditivos de resistencia al fuego o al agua pueden estar presentes individualmente en una cantidad de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 10 % en peso del estuco, tal como de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 10 %, de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 8 %, de aproximadamente el 2 % a aproximadamente el 10 %, de aproximadamente el 2 % a aproximadamente el 8 %, o similares. Si se incluye, el siloxano puede introducirse de manera deseable en forma de una emulsión. La suspensión puede conformarse y secarse en condiciones que promueven la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Puede añadirse a la suspensión de yeso un catalizador que promueva la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Como siloxano puede usarse fluido de metilhidrógeno siloxano sin disolvente. Este producto es un fluido de siloxano que no contiene agua ni disolventes. Se contempla que puede usarse de aproximadamente el 0,3 % a aproximadamente el 1,0 % del siloxano si se desea, en base al peso de los componentes secos. Por ejemplo, si se desea, puede estar presente de aproximadamente el 0,4 % a aproximadamente el 0,8 % de siloxano en la suspensión de yeso en función del peso del estuco seco. También puede haber una ausencia de uno o más de estos componentes para la resistencia al fuego y/o al agua. Por ejemplo, puede haber ausencia de siloxano.

Agua

Se añade agua a la suspensión en cualquier cantidad que haga que la suspensión fluya. La cantidad de agua que va a usarse varía mucho según la aplicación con la que se usa, el dispersante exacto que se usa, las propiedades del sulfato de calcio hemihidratado y los aditivos que se usan.

El agua utilizada para hacer la suspensión debe ser tan pura como sea posible para controlar mejor las propiedades tanto de la suspensión como del yeso fraguado. Es bien sabido que las sales y los compuestos orgánicos modifican el tiempo de fraguado de la suspensión, variando ampliamente desde los aceleradores hasta los inhibidores de fraguado. Algunas impurezas provocan irregularidades en la estructura a medida que se forma la matriz de enclavamiento de cristales dihidratados, lo que reduce la resistencia del producto fraguado. Por tanto, la resistencia y la consistencia del producto se mejoran mediante el uso de agua tan libre de contaminantes como sea posible.

El agua puede estar presente en la suspensión de núcleo de yeso y/o en la suspensión de capa de acabado de la presente invención en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de aproximadamente 0,2:1 a aproximadamente 1,2:1; preferiblemente, de aproximadamente 0,3:1 a aproximadamente 1,1:1; más preferiblemente, de aproximadamente 0,6:1 a aproximadamente 1:1; lo más preferiblemente de 0,7:1 a 0,95:1; y normalmente alrededor de 0,85:1.

Lámina de cubierta de papel posterior y lámina de cubierta de papel frontal

La lámina de cubierta de papel posterior y la lámina de cubierta frontal pueden estar hechas de cualquier material de papel adecuado que tenga cualquier gramaje adecuado.

Las láminas de cubierta posterior y frontal están hechas de papel. Sin embargo, los materiales de papel para cada lámina de cubierta pueden ser iguales o diferentes.

Pueden usarse diversos grados de papel en los paneles de yeso, incluyendo el papel de calidad Manila con un acabado calandrado liso que se usa a menudo como lámina de cubierta de papel de revestimiento, y el papel Newsline con un acabado más rugoso se usa a menudo como lámina de cubierta de papel de respaldo. Normalmente ambas calidades de papel son de múltiples capas, con al menos una capa de revestimiento (superficial) y varias capas de material de carga. Sin embargo, si se desea, al menos una lámina de cubierta de papel o ambas láminas de cubierta de papel están hechas de papel de una sola capa.

En algunas realizaciones, para mejorar la resistencia (por ejemplo, resistencia a la extracción de clavos), especialmente para placas de yeso de baja densidad, una o ambas láminas de cubierta pueden formarse a partir de papel y tener un gramaje de, por ejemplo, al menos de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m^2) (por ejemplo, de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m^2) a aproximadamente 65 lbs/MSF (318 g/m^2), de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m^2) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m^2), de aproximadamente 45 lbs/MSF (220 g/m^2) a aproximadamente 55 lbs/MSF (269 g/m^2), de aproximadamente 50 lbs/MSF (244 g/m^2) a aproximadamente 65 lbs/MSF (318 g/m^2), de aproximadamente 50 lbs/MSF (244 g/m^2) a aproximadamente 60 lbs/MSF (293 g/m^2), o similares). Si se desea, la lámina de cubierta de papel frontal puede tener un gramaje mayor que el de la lámina de cubierta posterior, lo que puede proporcionar una mayor resistencia a la extracción de clavos y a la manipulación. La lámina de cubierta posterior de papel puede tener un gramaje algo inferior si se desea (por ejemplo, un gramaje de menos de 45 lbs/MSF (220 g/m^2), por ejemplo, de aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m^2) a 45 lbs/MSF (220 g/m^2) (por ejemplo, de aproximadamente 33 lbs/MSF (161 g/m^2) a aproximadamente 40 lbs/MSF (195 g/m^2)).

Además, si se desea, la lámina de cubierta de papel posterior puede ser una lámina de papel que contiene una pluralidad de perforaciones. Sorprendentemente, las perforaciones dentro de la lámina de cubierta de papel posterior del papel pueden aumentar la adhesión entre el núcleo de placa y la lámina de cubierta. Sin ceñirse a ninguna teoría o mecanismo, se cree que las perforaciones proporcionan un conducto para la migración hacia el exterior de las sales de cloruro liberadas por el núcleo de placa que, de otro modo, se agregarían de manera perjudicial en la superficie de contacto entre el núcleo de placa y las láminas de cubierta. Por tanto, la perforación puede ofrecer un mecanismo complementario a los recubrimientos de almidón descritos en la presente memoria para mejorar la adhesión. Por ejemplo, la capa de almidón puede aplicarse entre el núcleo de yeso y la lámina de cubierta de papel frontal para mejorar la adhesión de la lámina de cubierta de papel frontal y la lámina de cubierta de papel posterior podría estar provista de perforaciones para mejorar la adhesión de la lámina de cubierta posterior. También, por ejemplo, la capa de almidón puede aplicarse entre el núcleo de yeso y la lámina de cubierta de papel frontal y/o la lámina de cubierta de papel posterior para mejorar la adhesión de la lámina respectiva y la lámina de cubierta de papel posterior podría estar dotada de perforaciones para mejorar la adhesión de la lámina de cubierta posterior. En la publicación de solicitud de patente estadounidense 2018/0065336 se describe un equipo ilustrativo para perforar una o más de las láminas de cubierta en placas de yeso de una manera coherente con la presente descripción.

Las perforaciones en la lámina de cubierta de papel posterior pueden estar presentes en forma, tamaño y densidad de perforación adecuados para soportar el secado y/o una mayor adhesión en la placa de yeso.

Normalmente, las perforaciones tienen una forma sustancialmente circular. Sin embargo, debe apreciarse que las perforaciones pueden tener formas geométricas alternativas tales como ovaladas, triangulares, cuadradas, rectangulares o similares. Puede estar presente cualquier combinación de perforaciones circulares y no circulares, dependiendo de los requisitos de una aplicación particular. Puede estar presente cualquier combinación de perforaciones no circulares.

Cada una de las perforaciones dentro de la(s) lámina(s) de cubierta, particularmente la lámina de cubierta posterior, puede definir una abertura que tiene un tamaño que oscila entre aproximadamente 0,005 pulgadas y aproximadamente 0,1 pulgadas (de 0,13 mm a 2,54 mm) en su dimensión transversal más grande, preferiblemente de aproximadamente 0,01 pulgadas a aproximadamente 0,1 pulgadas (de 0,25 mm a 2,54 mm) de tamaño, y más preferiblemente de aproximadamente 0,01 pulgadas a aproximadamente 0,02 pulgadas (de 0,25 mm a 0,51 mm) de tamaño. El término "dimensión transversal más grande" representa la dimensión más grande medida a través de cada perforación dentro del plano de la(s) lámina(s) de cubierta. Para perforaciones circulares, la dimensión transversal más grande representa el diámetro de una abertura circular.

La densidad de cobertura de perforación se refiere al número de perforaciones por área unitaria en la lámina de cubierta posterior. La densidad de perforación dentro de la(s) lámina(s) de cubierta puede ser de aproximadamente 5 a aproximadamente 50 perforaciones/pulgada^2 (de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 7,7 perforaciones/cm^2), preferiblemente de aproximadamente 12 a aproximadamente 25 perforaciones/pulgada^2 (de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 3,9 perforaciones/cm^2), por ejemplo de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 perforaciones/pulgada^2 (de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 2,3 perforaciones/cm^2), o por ejemplo de aproximadamente 15 a aproximadamente 20 perforaciones/pulgada^2 (de aproximadamente 2,3 a aproximadamente 3,1 perforaciones/cm^2).

Si se emplea una lámina de cubierta de papel posterior perforada, entonces, en el método para fabricar la placa de yeso, cuando la espuma y la suspensión se han unido, la suspensión resultante se mueve hacia y se vierte sobre un transportador revestido con una primera pieza de material de revestimiento, que es la lámina de cubierta de papel

frontal (lámina de cubierta de papel de revestimiento). Otra pieza de material de revestimiento, que es la lámina de cubierta de papel posterior perforada (lámina de cubierta de papel de respaldo), se coloca encima de la suspensión, formando un conjunto de tipo sándwich con la suspensión entre los dos materiales de revestimiento.

Normalmente, las perforaciones son del 0,1 al 10 %, más normalmente del 0,5 al 5 % de la superficie de la lámina de cubierta posterior.

La figura 2 muestra una vista desde arriba (axial) del panel de tablero 10, en donde puede verse una configuración ilustrativa de perforaciones 21 dentro de la lámina de cubierta de papel de respaldo 14. Tal como se representan, las perforaciones 21 están dispuestas en un patrón de matriz regular de columnas y filas. Debe apreciarse que otras disposiciones con patrón de las perforaciones 21 también se encuentran dentro del alcance de la invención, y el número, la separación y la densidad de cobertura representados de las perforaciones 21 no deben considerarse limitativos.

Sistemas

La figura 3 es una vista en perspectiva de un sistema de pared de edificio típico 30 que puede emplearse en un sistema de pared de la presente invención. La figura 2 muestra el "esqueleto" de la pared de montantes metálicos 32 que incluye una pluralidad de montantes metálicos 34, una pista superior 36 y una pista inferior 38. Las placas de yeso 10 (figura 1) pueden fijarse de cualquier manera conocida a uno o ambos lados de los montantes metálicos 34 para cerrar la pared y formar la superficie o superficies interiores de la pared o un techo. Puede fabricarse un "esqueleto" típico de pared de montantes metálicos según la patente estadounidense número 6.694.695 de Collins y col., que se incorpora en la presente memoria como referencia, que es adecuada para combinarse con un panel de revestimiento exterior para lograr un sistema de pared de la presente invención. Este sistema de armazón metálico se proporciona simplemente a modo ilustrativo, ya que también pueden emplearse armazones de madera u otros metales.

Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la invención, pero, por supuesto, no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes de su alcance.

Ejemplos

Las formulaciones de núcleo de yeso (suspensión) con una alta concentración de cloruro en forma de NaCl o $MgCl_2$ se prepararon como se especifica en la tabla 1. Las muestras indicadas como que contienen $MgCl_2$ o NaCl más almidón se refieren a las pruebas de aquellas muestras con una capa de almidón sobre la lámina de cubierta de papel posterior (véase la tabla 2 a continuación). Por tanto, los núcleos de placa definidos por las muestras n.º 1 y n.º 2 tienen una composición idéntica entre sí, al igual que las muestras n.º 3 y n.º 4. Todas las formulaciones de núcleo de yeso contenían una pequeña cantidad de almidón de maíz cocido.

Tabla 1 Formulaciones de núcleos de yeso

NÚCLEO	**1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$**	**1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ + almidón**	**2100 ppm de Cl^- de NaCl**	**2100 ppm de Cl^- de NaCl + almidón**	**2000 ppm de Cl^- de NaCl**	**30 ppm de Cl de NaCl**
ID de muestra	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5 (sin almidón + perforación); n.º 6 (con almidón + perforación)	N.º 7 (sin almidón); n.º 8 (sin almidón)
Grosor	½" (1,3 cm)	½" (1,3 cm)	½" (1,3 cm)	½" (1,3 cm)	½" (1,3 cm)	½" (1,3 cm)
Estuco (g) (sulfato de calcio hemihidratado)	900	900	900	900	900	900
HRA (g)[1]	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Almidón de maíz cocido (también conocido como pregelificado) (g)	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Fibra de vidrio (g)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
NaCl (g)	----	----	3,46	3,46	3,30	0,049
$MgCl_2$ (g)	1,45	1,45	----	----	----	----
Disolución de trimetafosfato de sodio al 10 % (g)[2]	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Retardador al 1 % (g)[2]	25	25	25	25	25	25

NÚCLEO	1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$	1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ + almidón	2100 ppm de Cl^- de NaCl	2100 ppm de Cl^- de NaCl + almidón	2000 ppm de Cl^- de NaCl	30 ppm de Cl de NaCl
ID de muestra	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5 (sin almidón + perforación); n.º 6 (con almidón + perforación)	N.º 7 (sin almidón); n.º 8 (sin almidón)
Medidor de agua (g)	861	861	861	861	861	861
[1]HRA = acelerador resistente al calor [2]gramos de disolución, % es % en peso						

Las envolturas de 12 pulgadas x 12 pulgadas x ½ pulgada (30 cm x 30 cm x 1,3 cm) se hicieron utilizando papel de Manila (46 libras/MSF) como lámina de cubierta de papel frontal y papel Newsline (40 libras/MSF) como lámina de cubierta posterior. Antes de verter las formulaciones en suspensión (tabla 1) en el sobre, las disoluciones de almidón diluido (tabla 2) se aplicaron con brocha sobre el lado del núcleo (interior) de la lámina de cubierta de papel posterior utilizada para las muestras n.º 2 y n.º 4.

Tabla 2: Concentración de almidón diluido y uso

ID de muestra	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5	N.º 6	N.º 7	N.º 8
Disolución de tratamiento de papel posterior	Sin almidón	4 % de almidón crudo + 4 % de almidón de maíz cocido (también conocido como pregelificado)	Sin almidón	8 % de almidón crudo	Sin almidón	5 % de almidón crudo sobre papel posterior perforado	Sin almidón	5 % de almidón crudo
Cambio en el peso del papel (g)	0	10	0	10	0	10	0	10
Peso de almidón seco (lbs/MSF) (g/m^2)	0	0,9 lbs (4,4 g) de almidón crudo + 0,9 lbs (4,4 g) de almidón de maíz cocido (también conocido como pregelificado)	0	1,8 lbs (8,8 g) de almidón crudo	0	1,1 lbs (5,4 g) de almidón crudo	0	1,1 lbs (5,4 g) de almidón crudo

Las formulaciones en suspensión (tabla 1) se prepararon remojando los polvos secos en disolución durante 10 segundos y mezclando durante 10 segundos en una mezcladora Hobart, seguido de inyección de la espuma resultante durante 4,5 segundos y mezclando otros 2 segundos. La suspensión así obtenida se vertió en cada una de las envolturas. Después de que la suspensión fraguara y se endureciera, la envoltura se selló con una cinta de papel. La placa sellada se secó a 450 °F (232 °C) durante 20 minutos y después se trasladó a un horno a 350 °F (177 °C). Después de secar a 350 °F (177 °C) durante 15 minutos, la placa se secó adicionalmente a 110 °F (43 °C) durante la noche.

Los efectos del tratamiento con almidón se evaluaron mediante un método de corte en "X" para someter a prueba la unión entre el papel y el núcleo. Se hicieron varios cortes en forma de "X" en el papel posterior de las muestras de tablero terminadas. El tamaño del corte en "X" era de aproximadamente 2 pulgadas x 2 pulgadas (5 cm x 5 cm). El papel se desprendió del centro del corte. Las muestras se evaluaron cualitativamente en comparación entre sí evaluando la cantidad de papel que quedaba en el núcleo de yeso del tablero después del desprendimiento. Si hay una buena adhesión al núcleo de yeso, queda una capa delgada de papel en el núcleo. Por el contrario, si hay una mala adhesión al núcleo, el papel se desprende del núcleo y deja una mayor parte del núcleo expuesta.

La figura 4 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (30 cm x 30 cm x 1,3 cm) que contiene 1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado. La placa de muestra de control n.º 1 no tenía una capa de almidón entre su lámina de cubierta de papel y su núcleo de yeso. La placa de muestra experimental n.º 2 tenía una capa de almidón entre su lámina de cubierta de papel y su núcleo de yeso.

La figura 5 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (30 cm x 30 cm x 1,3 cm) que contiene 2100 ppm de Cl^- de $MgCl_2$ por cada millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado. La placa de muestra de control n.º 3 no tenía una capa de almidón entre su lámina de cubierta de papel y su núcleo de yeso. La placa de muestra experimental n.º 4 tenía una capa de almidón entre su lámina de cubierta de papel y su núcleo de yeso.

Al comparar las placas de muestra n.º 1 y n.º 2 de la figura 4 entre sí, la placa de muestra experimental n.º 2 con una capa de almidón tenía un área más pequeña de yeso expuesto en cada corte en "X" que la placa de muestra de control n.º 1 que carecía de la capa de almidón. Esto indica que la capa de almidón mejoró significativamente la adhesión de la lámina de cubierta de papel a la capa de núcleo de yeso hecha de una suspensión acuosa de yeso que contenía 1200 ppm de anión Cl^-.

De manera similar, al comparar las placas de muestra n.º 3 y n.º 4 de la figura 5 entre sí, la placa de muestra experimental n.º 4 con una capa de almidón tenía un área más pequeña de yeso expuesto en cada corte en "X" que la placa de muestra de control n.º 2 que carecía de la capa de almidón. Esto indica que la capa de almidón mejoró significativamente la adhesión de la lámina de cubierta de papel a la capa de núcleo de yeso hecha de una suspensión acuosa de yeso que contenía 2100 ppm de anión Cl^-.

La figura 6 muestra fotografías que muestran el efecto de la disolución de almidón diluido del mismo almidón crudo usado en los ejemplos anteriores y, además, perforaciones sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgadas (30 cm x 30 cm x 1,3 cm) que tiene un núcleo de yeso hecho de estuco que contiene 2000 ppm de Cl^- de NaCl por millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado. La figura 6 comparó una placa de muestra de control n.º 5 con la placa de muestra experimental n.º 6 de la presente invención. La placa de control n.º 5 tenía una lámina de cubierta de papel posterior que no tenía perforaciones ni una capa de almidón entre la lámina de cubierta de papel posterior y el núcleo de yeso. La placa de muestra experimental n.º 6 de la presente invención tenía una lámina de cubierta de papel perforada y una capa de almidón entre la lámina de cubierta de papel posterior y el núcleo de yeso. Para esta lámina de papel perforada, la distancia entre las perforaciones adyacentes era de ¼ de pulgada (6,4 mm). El diámetro de las perforaciones era de aproximadamente 0,01 a 0,02 pulgadas (de 0,25 a 0,5 mm).

Al comparar las placas de muestra n.º 5 y n.º 6 de la figura 6 cuando el anión cloruro es de 2000 ppm, la placa de muestra experimental n.º 6 con una capa de almidón y un tratamiento de perforación tenía un área más pequeña de yeso expuesto. Por tanto, la placa de muestra experimental n.º 6 tenía una mejor adhesión que la placa de muestra de control n.º 5.

Además, la comparación de la placa de muestra experimental n.º 6 de la figura 6 con la placa de muestra experimental n.º 2 de la figura 5 con la misma capa de almidón pero sin perforaciones mostró que las perforaciones mejoraron aún más la adhesión.

La figura 7 muestra fotografías que muestran el efecto del uso de una disolución de almidón diluido sobre una placa de yeso de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada (30 cm x 30 cm x 1,3 cm) que tiene un núcleo de yeso hecho de estuco que contiene 30 ppm de Cl^- de NaCl por millón de partes de sulfato de calcio hemihidratado. Este estuco representa el estuco de sal con bajo contenido de cloruro convencional. La disolución de almidón diluido era la misma que en las placas de muestra de la figura 6. La figura 7 muestra una placa de muestra de control n.º 7 con una lámina de cubierta de papel posterior que no tiene capa de almidón entre la lámina de cubierta de papel posterior y el núcleo de yeso. La figura 7 también muestra una placa de muestra experimental n.º 8 que tiene una capa de almidón entre la lámina de cubierta de papel posterior y el núcleo de yeso.

Al comparar la placa de muestra de control n.º 7 y la placa de muestra experimental n.º 8 cuando el anión cloruro es de 30 ppm, el área expuesta de la placa de control n.º 7 es similar a la de la placa experimental n.º 8. Esto indica que la capa de almidón no mejoró significativamente la unión entre el papel y el núcleo para estas muestras en las que estaban presentes niveles bajos de sales de cloruro.

Lo anterior son simplemente ejemplos de la invención. Un experto en la técnica entenderá que cada uno de estos ejemplos puede usarse en diversas combinaciones con los otros aspectos de la invención proporcionados en la presente memoria.

Las realizaciones preferidas de esta invención se describen en la presente memoria, incluyendo el mejor modo conocido por los inventores para llevar a cabo la invención. Las variaciones de esas realizaciones preferidas pueden resultar evidentes para los expertos en la técnica al leer la descripción anterior. Los inventores esperan que los expertos en la técnica empleen tales variaciones según sea apropiado, y los inventores pretenden que la invención se practique de otro modo que como se describe específicamente en la presente memoria.

El uso de los términos "un" y "una" y "el/la" y "al menos uno" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular y plural, a menos que se indique lo contrario en la presente descripción o que el contexto lo contradiga claramente. El uso del término "al menos uno" seguido de una lista de uno o más elementos (por ejemplo, "al menos uno de A y B") debe interpretarse como un elemento seleccionado de los elementos enumerados (A o B) o cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados (A y B), a menos que se indique lo contrario en este documento o que el contexto lo contradiga claramente. La "relación de unión" no significa que dos capas estén en contacto directo. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significa "que incluye, pero sin limitarse a"), a menos que se indique lo contrario. La recitación de los intervalos de valores en la presente descripción solo pretende servir como un procedimiento abreviado

de referirse individualmente a cada valor separado que cae dentro del intervalo, a menos que se indique lo contrario en la presente descripción, y cada valor por separado se incorpora a la especificación como si se mencionara individualmente en la presente. Todos los procedimientos descritos en la presente descripción pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en la presente o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje ilustrativo (por ejemplo, "tal como") proporcionado en la presente descripción, pretende simplemente iluminar mejor la invención y no plantea una limitación en el alcance de la invención a menos que se indique lo contrario. Ningún lenguaje en la especificación debe interpretarse como indicativo de ningún elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

A menos que se indique lo contrario, todos los porcentajes, razones y pesos moleculares promedio se basan en el peso.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de yeso que comprende:

una capa de núcleo de placa que comprende yeso fraguado,
una primera lámina de cubierta de papel frontal que tiene una superficie exterior y una superficie interior, estando la superficie interior en contacto con una primera cara del núcleo de placa; y
una segunda lámina de cubierta de papel posterior que tiene una superficie exterior y una superficie interior, estando la superficie interior en contacto con una segunda cara del núcleo de placa;
en donde la superficie interior de al menos una de la primera lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior está revestida con una capa de almidón, en donde la capa de almidón carece de yeso, carga inorgánica, carga orgánica y látex u otro polímero;
en donde la capa de almidón es una capa de almidón continua en toda la superficie interior de al menos una de la primera lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior;
en donde la capa de núcleo de placa comprende además almidón adicional,
en donde la capa de núcleo está entre la primera lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior,
en donde la capa de núcleo resultó del fraguado, entre la primera lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior, de una suspensión acuosa que comprende una mezcla de agua y estuco, en donde el estuco comprende sulfato de calcio hemihidratado, en donde la suspensión acuosa comprende:

almidón para proporcionar el almidón adicional de la capa de núcleo,
al menos el 60 por ciento en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado sobre una base seca, de aproximadamente 500 partes en peso a aproximadamente 3000 partes en peso de anión cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado, y dicha agua en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de 0,2:1 a 1,2:1.

2. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la capa de almidón comprende almidón crudo.

3. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la capa de almidón comprende una mezcla de almidón crudo y almidón cocido.

4. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la suspensión acuosa comprende de aproximadamente 1000 partes en peso a aproximadamente 3000 partes en peso de anión cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado.

5. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la capa de almidón está revestida sobre la superficie interior en una cantidad de desde aproximadamente 0,5 lb/MSF (2,5 g/m^2) hasta aproximadamente 15 lb/MSF (73 g/m^2).

6. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la segunda lámina de cubierta de papel posterior tiene perforaciones.

7. La placa de yeso de la reivindicación 1, en donde la capa de almidón está revestida sobre la superficie interior de la primera lámina de cubierta de papel frontal y la superficie interior de la segunda lámina de cubierta de papel posterior, en donde el almidón de la capa de almidón es un almidón no migratorio que tiene un peso molecular de al menos 15.000 Dalton.

8. Un método para fabricar una placa de yeso de la reivindicación 1, comprendiendo dicho método:

preparar una suspensión acuosa que comprende una mezcla de agua y estuco, en donde el estuco comprende sulfato de calcio hemihidratado, en donde la suspensión acuosa comprende una mezcla de:

almidón para proporcionar almidón adicional de la capa de núcleo,
al menos el 60 por ciento en peso de dicho sulfato de calcio hemihidratado sobre una base seca, de aproximadamente 500 partes en peso a aproximadamente 3000 partes en peso de anión cloruro por cada 1.000.000 de partes en peso (pbw) de dicho sulfato de calcio hemihidratado, y el agua en una razón en peso de agua con respecto a sulfato de calcio hemihidratado de 0,2:1 a 1,2:1; y
disponer la suspensión acuosa entre una primera lámina de cubierta de papel frontal y una segunda lámina de cubierta de papel posterior, teniendo cada lámina de cubierta una superficie interior y una superficie exterior;

en donde la superficie interior de al menos una de la lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior está revestida con una capa de almidón, en donde la suspensión acuosa entra en contacto con la capa de almidón;
en donde la capa de almidón es una capa de almidón continua en toda la superficie interior de al menos una de la primera lámina de cubierta de papel frontal y la segunda lámina de cubierta de papel posterior;
en donde la capa de núcleo de placa comprende además el almidón adicional,
fraguar el sulfato de calcio hemihidratado para formar un panel que comprende un núcleo de yeso que comprende sulfato de calcio dihidratado; y
secar el panel y cortar el panel para dar una placa de yeso que tenga una o más dimensiones predeterminadas.

9. El método de la reivindicación 8, en donde la segunda lámina de cubierta de papel posterior tiene perforaciones.

10. El método de la reivindicación 8, en donde el sulfato de calcio hemihidratado comprende yeso sintético que comprende la una o más sales de cloruro.

11. Un sistema de pared que comprende un armazón y una placa de yeso de la reivindicación 1 unida al armazón, en donde la superficie exterior de la primera lámina de cubierta de papel frontal está orientada en sentido opuesto al armazón.

Figura 1

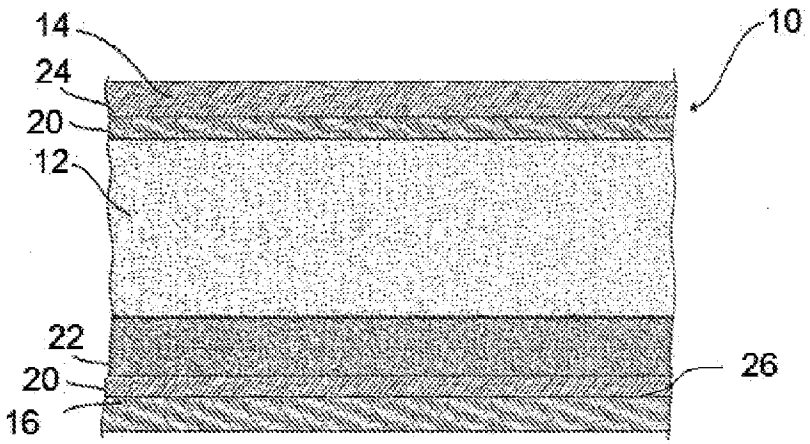

Figura 2

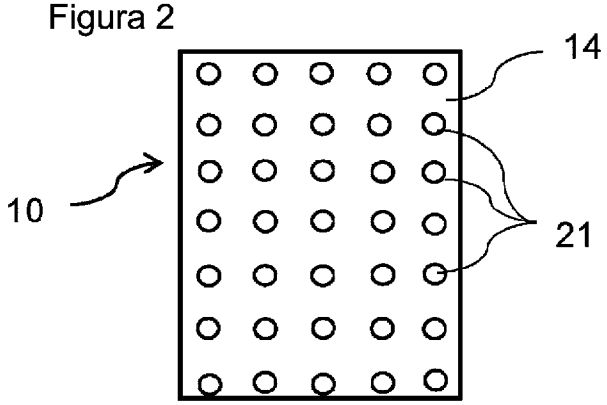

Figura 3

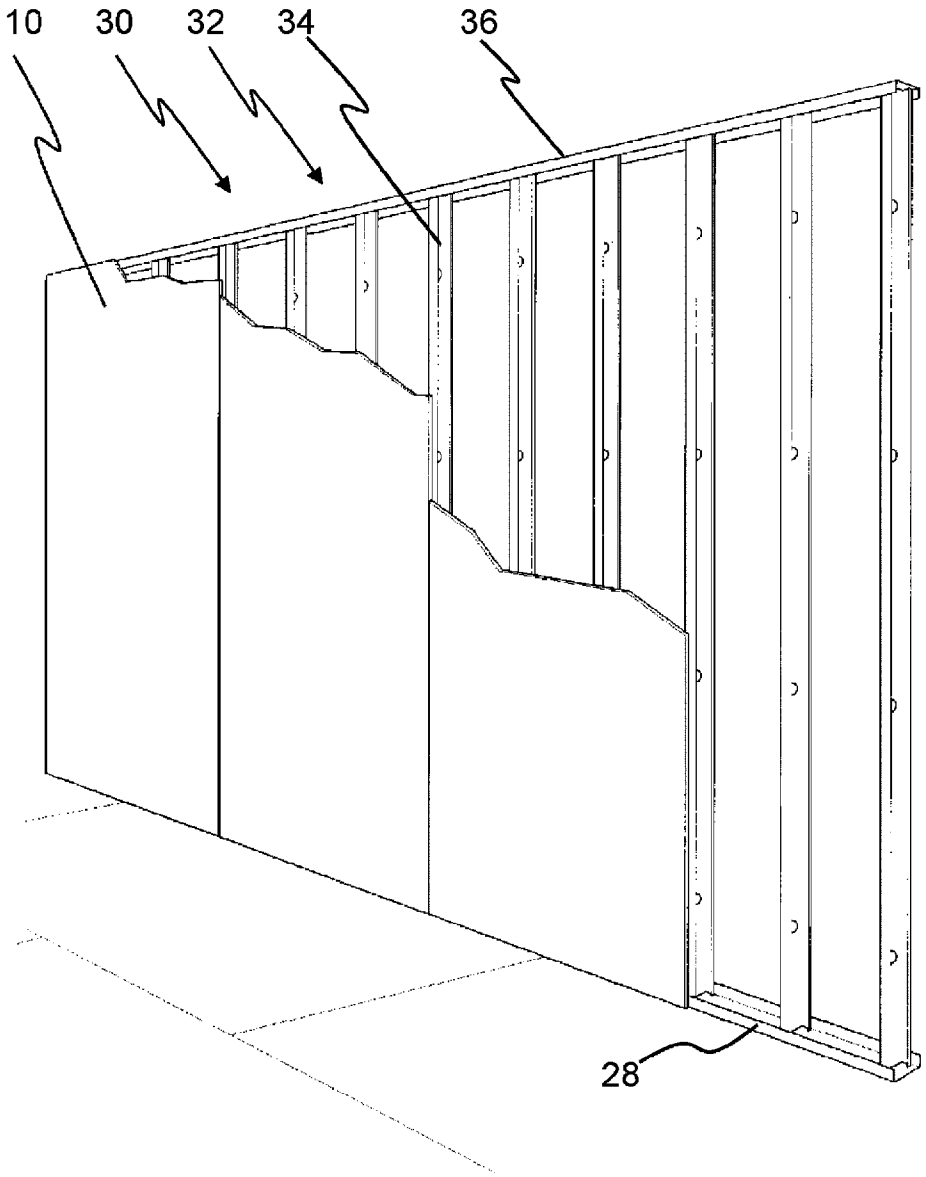

Figura 4

Efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada que contiene 1200 ppm de Cl^- de $MgCl_2$

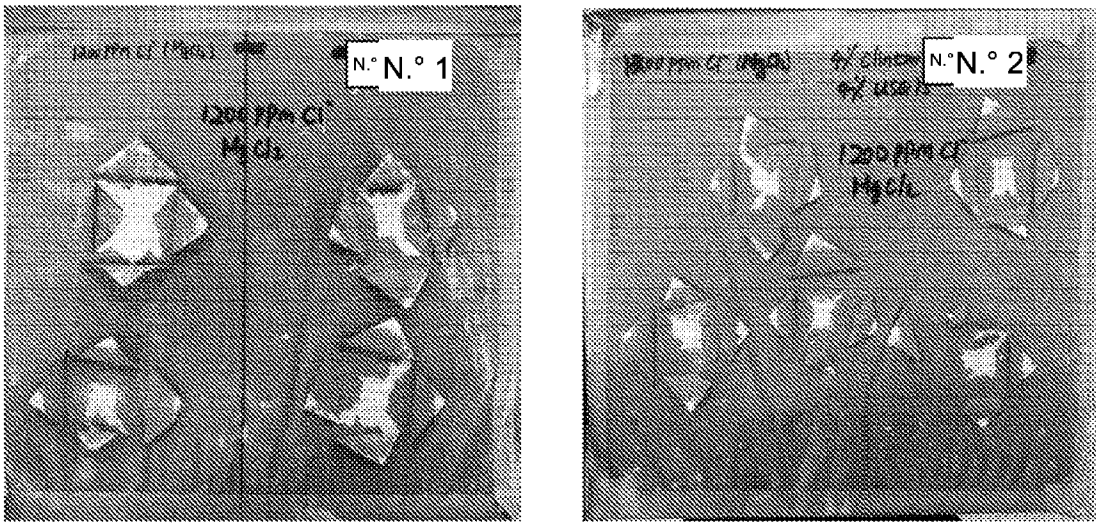

Figura 5

Efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada que contiene 2100 ppm de Cl^- de $MgCl_2$

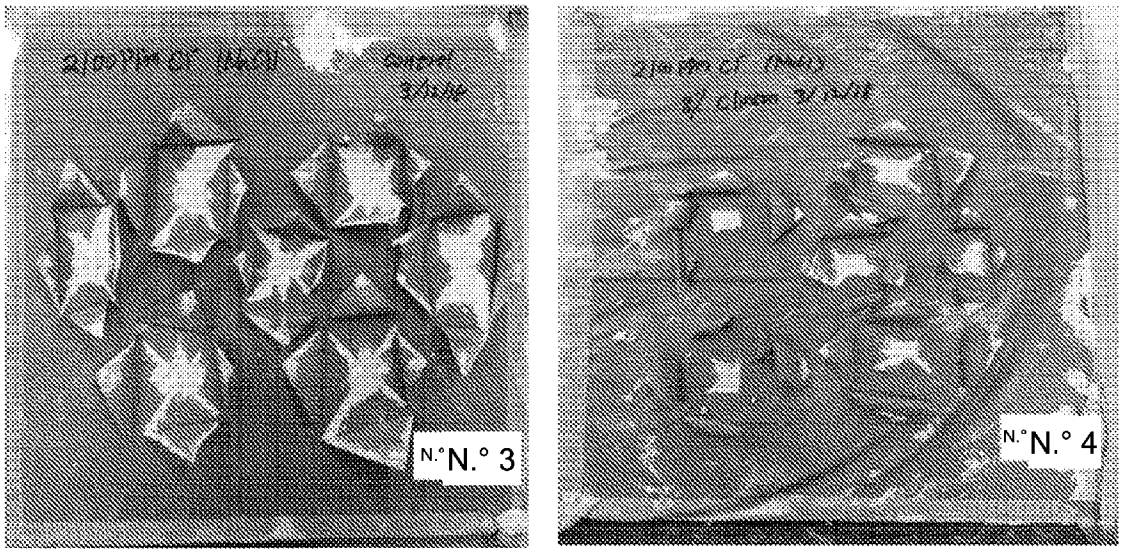

Figura 6

Efecto de la disolución de almidón diluido y la perforación sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada que contiene 2000 ppm de Cl^- de MgCl2

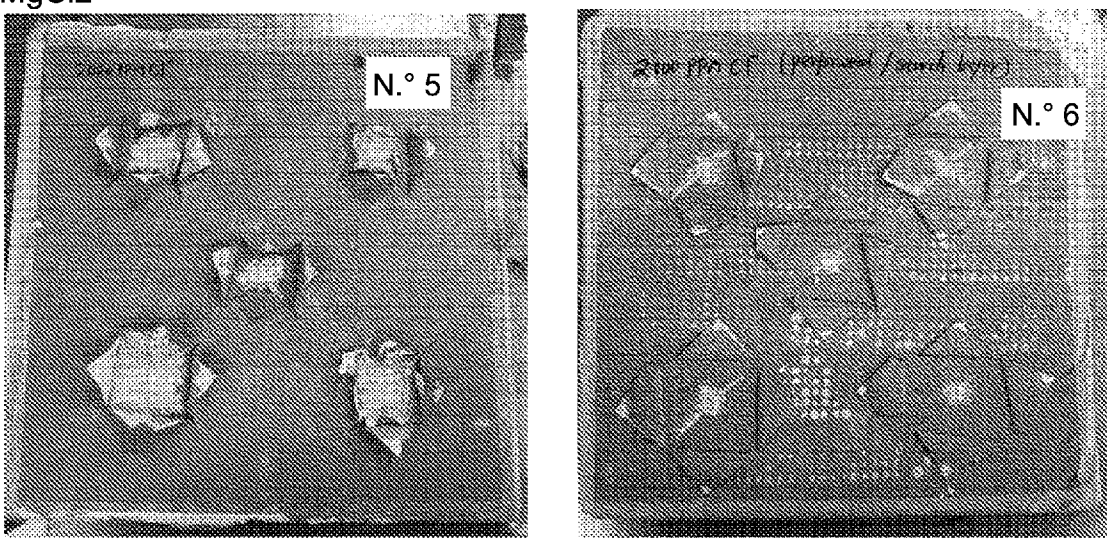

Figura 7

Efecto de la disolución de almidón diluido sobre una placa de 12 pulgadas x 12 pulgadas x 1/2 pulgada que contiene 30 ppm de Cl^- de NaCl