

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 031**

51 Int. Cl.:

G01N 33/20 (2006.01)

G01N 1/12 (2006.01)

G01N 25/04 (2006.01)

B01L 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2013** **E 13188812 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017** **EP 2733488**

54 Título: **Dispositivo para la detección de metales fundidos**

30 Prioridad:

15.11.2012 US 201213677808

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

26.09.2017

73 Titular/es:

HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
(100.0%)

Centrum Zuid 1105
3530 Houthalen, BE

72 Inventor/es:

BLACK, JASON

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 634 031 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la detección de metales fundidos

Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un dispositivo de detección de metales fundidos, en particular de hierro fundido. El dispositivo tiene una copa de muestras y una gota que contiene un estabilizador de carburos y en la copa de muestra está dispuesto un material que libera hidrógeno.

Durante el procesado y la preparación de un metal fundido, particularmente hierro fundido, se desea monitorizar ciertos constituyentes químicos del metal. Un medio común para hacerlo es el uso de dispositivos de detección desechables de cambios de fase, que miden la temperatura de una muestra del hierro colado fundido durante la solidificación con el fin de detectar las temperaturas de los cambios de fase. Tales dispositivos de detección de cambios de fase comprenden típicamente un cuerpo molde que tiene una forma de copa y un extremo superior abierto para recibir una muestra de metal fundido. Los dispositivos también incluyen típicamente un termopar que se extiende dentro de la copa por debajo de la superficie de la muestra de metal fundido vertida. Un dispositivo de detección de cambios de fase convencional de este tipo se describe en la Patente de Estados Unidos Nº 3.267.732.

Típicamente, un operador extrae una muestra de metal fundido de un lote del metal fundido utilizando una pequeña cuchara o un cucharón, y después vierte la muestra de metal fundido en el molde de muestras de un dispositivo de detección. El termopar registra continuamente la temperatura del metal a medida que solidifica. A partir de las medidas de la temperatura del cambio de fase de la muestra de metal que solidifica, pueden predecirse ciertas propiedades y aspectos de la composición química de la muestra de hierro fundido, tales como, pero sin limitarse a, el contenido de carbono, el contenido de silicio y el grado de saturación o el nivel equivalente de carbono. El operador puede entonces utilizar esta información para realizar los ajustes necesarios en el baño de metal fundido antes de la colada.

En ciertas circunstancias, tal como para los hierros hipereutécticos, es útil conseguir una solidificación blanca, exenta de grafito, del hierro muestreado. La expresión "solidificación blanca" es una expresión común en la técnica y se refiere a una estructura fundida dominada por la solidificación del hierro en una fase de carburo que, cuando se fractura, aparece "blanca".

La patente de EE.UU. Nº 3.546.921 ("la patente '921") enseña que la adición al hierro fundido de un pelet que comprende un elemento estabilizador de carburos o compuestos de tales elementos promoverá la solidificación blanca. Sin embargo, la patente '921 no consigue una solidificación blanca óptima porque el pelet tiende a elevarse a la superficie del metal fundido como escoria, o tiende a quemarse en la oxidación atmosférica, de modo que no está disponible para la solidificación blanca. Además, si el hierro fundido tiene un contenido de carbono bastante alto o si el metal fundido ha sido fuertemente inoculado, la probabilidad de conseguir una solidificación blanca total basada en la adición de pélets de la patente '921 es baja.

La Patente de EE.UU. Nº 4.003.425 describe que el revestimiento del interior del molde de muestras con un material que contenga agua que se ha de liberar a la temperatura del hierro fundido, mejorará la efectividad de los aditivos promotores tipo carburos antes mencionados. En este caso, el agua es un vehículo cuyo propósito era hacer disponible el hidrógeno para que se alea con el metal. La mejora de un hierro, especialmente los hierros hipereutécticos, para solidificar en una estructura blanca es promovida mediante la presencia de hidrógeno.

La Patente de EE.UU. Nº 4.029.140 ("la patente '140") adopta este tipo de revestimiento para su uso en la promoción de la reacción de los carburos en una copa de muestra desechable. El revestimiento contiene un elemento o compuesto estabilizante de carburos y un material que contiene agua o algunos grupos hidroxilo flojamente combinados. El agua o los grupos hidroxilo son retenidos después del secado del revestimiento, pero se liberan libremente del revestimiento a la temperatura del metal fundido.

Sin embargo, el método de aplicación del revestimiento de la patente '140 a tales dispositivos convencionales de cambio de fase desechables estaba limitado en su utilidad, porque se revestían tanto las paredes de la copa de muestras como el termopar propiamente dicho. Como resultado, estos dispositivos convencionales sufrían de un retardo térmico en el termopar. La Patente de EE.UU. Nº 4.274.284 pretende eliminar el retardo térmico mediante la adición de un revestimiento ablativo que asegure que la unión del termopar esté expuesta al metal fundido cuando la muestra se vierte en el dispositivo.

Sin embargo, los múltiples recubrimientos negaron el supuesto beneficio económico de la patente '140. Además, los revestimientos anteriormente descritos se aplicaron para ser finos, lo que resultó ser un inconveniente importante. Específicamente, se encontró que las copas de muestras revestidas convencionales no pueden llenarse completamente con hierro fundido debido a la liberación violenta de hidrógeno del revestimiento fino y debido a que el material que promueve los carburos se elimina rápidamente del revestimiento fino por ebullición en lugar de alearse con el metal. Como tal, el volumen de metal que quedaba en la copa de muestras era insuficiente para obtener mediciones de la temperatura. A su vez, no se podía predecir con fiabilidad la cantidad de aditivos

estabilizadores de carburo que se han de añadir al metal fundido con el fin de promover eficazmente la solidificación blanca.

Además, los materiales que promueven el carburo y las sustancias que liberan hidrógeno de los revestimientos de la técnica previa anteriormente descritos tienen puntos de fusión por debajo del hierro y los puntos de ebullición cerca de la temperatura de los cambios de fase que se han de monitorizar. Así, incluso con un cuidado extremo, es de esperar que se produzca una reacción de los materiales de revestimiento con el metal fundido, y la extensión de esta reacción es de importancia ya que proporciona una aleación controlada de los aditivos.

En lugar de una pintura o recubrimiento, la Patente de EE.UU. N° 4.059.996 describe una gota de material que se fija al fondo de la copa de muestras. La gota de material incluye un material promotor de la formación de carburos, un material refractario y un material para favorecer la evolución de hidrógeno (es decir, vidrio de agua) al entrar en contacto con el metal fundido. El material refractario ayuda a evitar que el material promotor de la formación de carburos se queme rápidamente y se mezcle demasiado rápidamente con el metal fundido. La gota está inicialmente en forma de una mezcla fluida que se deposita en la copa de muestras, y luego se seca hasta un sólido en un horno.

La Patente de Estados Unidos N° 4.515.485 ("la patente '485") también describe el uso de una gota de material. Sin embargo, la gota está dispuesta en un rebaje de una pared inferior de la copa de muestras, de manera que el área superficial de la gota expuesta al metal fundido está limitada, y por lo tanto la cantidad de material hidratado expuesto al metal fundido es limitada.

Ninguno de los revestimientos y gotas de la técnica previa anteriormente descritos consigue satisfactoriamente una solidificación blanca óptima para todas las composiciones de hierros fundidos. La razón de este fracaso es que cada uno de los dispositivos y métodos de la técnica anterior antes mencionados no logra reconocer y apreciar el problema de la inestabilidad ambiental de los materiales de los revestimientos y gotas. Específicamente, los presentes inventores han encontrado que los materiales utilizados en los revestimientos y gotas de la técnica previas anteriormente tratados perderán, con el tiempo, humedad o absorberán humedad del entorno circundante, durante el almacenamiento y el transporte hasta el lugar de uso y también mientras esperan su uso después de la entrega en el lugar de uso.

Por ejemplo, los dispositivos de detección de la técnica anterior se proporcionan con el revestimiento o gota en el momento de la fabricación del dispositivo, con bastante antelación al momento en que se utilizarán realmente estos dispositivos. Los dispositivos fabricados se envasan en cajas, se colocan en palés, se envuelven en una película de plástico transparente que se adhiere firmemente a ellos, y se transportan por tierra, mar o aire para ser desempaquetados y utilizados en otro entorno o lugar. Sin embargo, durante este tiempo, los dispositivos de detección están típicamente sometidos a entornos de transporte y almacenamiento incontrolados. Además, la ubicación en la que el dispositivo de detección es finalmente desempaquetado y utilizado también puede estar bajo condiciones de extremos de temperatura y humedad.

Los presentes inventores han así encontrado que los dispositivos de detección de la técnica anterior, y particularmente la capacidad de liberación de hidrógeno de los revestimientos y gotas de estos dispositivos, son inestables debido a que los materiales de recubrimiento o de la gota son susceptibles a cambios en sus valores de hidratación. Específicamente, los revestimientos o gotas son susceptibles de tomar una hidratación adicional en un ambiente húmedo y perder hidratación en un entorno suficientemente seco.

Aunque la pérdida de humedad con el tiempo es problemática, los presentes inventores han encontrado que la exposición a condiciones húmedas es esencialmente perjudicial para los recubrimientos y gotas de la técnica anterior. Específicamente, en condiciones húmedas, en las que los recubrimientos y gotas de la técnica anterior son susceptibles de absorber incontroladamente humedad del entorno húmedo circundante, se produce una ebullición descontrolada de la muestra de metal fundido. Por consiguiente, como se ha descrito anteriormente, el volumen de metal restante en la copa de muestras es insuficiente para obtener mediciones de temperatura y, a su vez, la predictibilidad de los aditivos estabilizadores de los carburos de los recubrimientos y gotas de la técnica anterior es negativamente afectada.

La patente '485 reconoce que la ebullición incontrolada conduce a cambios en la cantidad de metal fundido que queda en la copa de muestras durante la solidificación, lo que produce por tanto resultados diferentes cuando las gotas son de un tamaño uniforme. Sin embargo, este dispositivo de la técnica anterior no elimina o reduce satisfactoriamente la ebullición. Por lo tanto, el dispositivo de la patente '485 no reconoce el problema recién descubierto por los presentes inventores, a saber que la ocurrencia de ebullición no controlada es en realidad el resultado de la humedad absorbida en los materiales promotores de los carburos. Realmente, los presentes inventores encontraron que algo de agua absorbida ambientalmente se acumula inevitablemente incluso en la limitada área superficial expuesta de la gota de la patente '485. Como resultado, se sigue produciendo un exceso de ebullición, fracasando de este modo en la consecución de la mejora deseada.

Por lo tanto, los dispositivos y métodos de la técnica previa anteriormente tratados no reconocen la existencia de humedad y no abordan cómo evitar las condiciones de humedad que se producen como resultado de la exposición ambiental de los revestimientos o gotas.

Breve resumen de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de muestreo que incluya una gota que sea capaz de resistir cambios en su capacidad de liberación de hidrógeno debido a la absorción de humedad por la exposición ambiental durante los períodos de transporte y almacenamiento de larga duración.

- 5 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de muestreo en el que se puedan obtener muestras metálicas con solidificación blanca óptima, limitando al mismo tiempo la cantidad de hidrógeno que se tiene que añadir a las muestras y limitando de este modo la reacción violenta del material directamente expuesto al metal fundido.

10 Estos objetivos se consiguen mediante realizaciones de la presente invención descritas y reivindicadas en lo que sigue.

Un aspecto de la presente invención está dirigido a un dispositivo de detección de un metal fundido. El dispositivo comprende un sensor de temperatura, una copa de muestras que tiene una cavidad configurada para recibir una muestra de metal fundido y una gota dispuesta en la cavidad. La gota comprende un elemento estabilizador de carburos y un material liberador de hidrógeno que incluye un hidróxido de un metal alcalino-térreo.

- 15 Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de una gota en la detección de temperaturas de cambios de fase de una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. La gota comprende un elemento estabilizador de carburos, hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno, un agente retardante que resiste la reacción de la gota al entrar en contacto con una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, y un agente aglutinante.

- 20 En otra realización, la gota comprende telurio en una cantidad de 15% a 60% en peso basado en el peso total de la gota, e hidróxido de magnesio en una cantidad de 40% a 85% en peso basado en el peso total de la gota. La gota es resistente a la ganancia y a la pérdida de humedad durante el transporte y el almacenamiento.

- Otro aspecto de la presente invención se refiere a un método para detectar temperaturas de cambios de fase de una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. El método comprende las etapas de: proporcionar un dispositivo de detección que incluye un sensor de temperatura y una copa de muestras con una cavidad configurada para recibir una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido; disponer una gota en la cavidad; depositar una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido en la cavidad, y permitir que la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido solidifique mientras se miden simultáneamente las temperaturas de cambios de fase de la muestra que solidifica. La gota comprende un estabilizador de carburos e hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno. La gota reacciona al entrar en contacto con la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, tal que el hidrógeno se libera del hidróxido de magnesio en la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido.
- 25
- 30

- Otro aspecto de la presente invención se refiere a un método para fabricar una gota para uso en la detección de temperaturas de cambios de fase de una muestra de un metal fundido. El método comprende: formar una mezcla fluida de la gota que comprende un estabilizador de carburos e hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno; proporcionar un dispositivo de detección que incluya una copa de muestras con una cavidad configurada para recibir una muestra de metal fundido; depositar la mezcla fluida de la gota en la cavidad; y secar la mezcla fluida de la gota para formar una gota.
- 35

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

- 40 El sumario anterior, así como la siguiente descripción detallada de la invención, se comprenderán mejor cuando se lean conjuntamente con los dibujos adjuntos. Con el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos realizaciones que son actualmente preferidas. Debe entenderse, sin embargo, que la invención no está limitada a las disposiciones e instrumentos precisos mostrados. En los dibujos:

- 45 La Fig. 1 es una vista en alzado lateral en sección transversal de un dispositivo de detección según una realización de la invención; y

La Fig. 2 es una vista en planta desde arriba del dispositivo de detección mostrado en la Fig. 1.

Descripción detallada de la invención

- La presente invención se refiere a un dispositivo de detección de metales fundidos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un dispositivo para detectar y registrar las temperaturas de los cambios de fase de una muestra de hierro fundido durante el enfriamiento y solidificación del hierro fundido. La presente invención también se refiere a una gota de material a unir al y posicionar dentro del dispositivo de detección.
- 50

Puesto que la gota de material de la presente invención se puede aplicar a dispositivos de detección convencionales, la estructura y los materiales de construcción de un dispositivo de detección típico se describirán con referencia a las Figs. 1-2. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que la gota de material de la

presente invención también se puede utilizar con o en dispositivos de detección que tienen otras estructuras y materiales de construcción.

Con referencia a las Figs. 1-2, se muestra el dispositivo de detección 10. El dispositivo de detección 10 es preferiblemente un dispositivo desechable y se usa para muestras de metal fundido a temperaturas de 1.150°C a 1.450°C, y más preferiblemente para muestras de hierro fundido o de hierro colado fundido a temperaturas de 1.250°C a 1.350°C. El dispositivo de detección 10 comprende una cámara o copa de muestras 12 hecha de un material refractario. Por ejemplo, la copa de muestras 12 puede estar hecha preferiblemente de arena de hierro colado moldeada, cemento refractario, o una combinación de estos materiales. Más preferiblemente, la copa de muestras 12 está hecha de una arena moldeada revestida con una resina termoendurecible. Lo más preferiblemente, la copa de muestras 12 está hecha de una arena moldeada revestida con una resina fenólica. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la copa de muestras 12 puede estar hecha de cualquier material capaz de resistir la temperatura del hierro fundido y que no interfiera adversamente con la dicción y medición deseadas.

La copa de muestras 12 tiene preferiblemente una forma de sección transversal generalmente cuadrada o rectangular con un extremo superior abierto 14 y una pared de fondo cerrada 16. Se forma una cavidad 18 y está definida entre el extremo superior 14 y la pared de fondo 16 de la copa de muestras 12. La cavidad 18 tiene una configuración generalmente cilíndrica. La parte inferior de la pared de fondo 16 incluye un rebaje 20 dispuesto centralmente entre las paredes opuestas 22, 24 de la copa de muestras 12.

La copa de muestras 12 incluye un sensor de temperatura 25 para detectar la temperatura de la muestra de metal fundido contenida en la misma y para facilitar el registro de todos los cambios de temperatura. El sensor de temperatura incluye un tubo protector 28 que está hecho preferiblemente de cuarzo. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que se pueden utilizar alternativamente otros materiales convencionales de naturaleza similar al cuarzo. El tubo protector 28 es preferiblemente anular en sección transversal y transparente a la radiación.

Los cables 30, 32 del termopar están al menos parcialmente dispuestos dentro del tubo protector 28. El tubo protector 28 se extiende a través de la cavidad 18 y sus extremos están soportados por un primer y segundo orificios 26 alineados formados en paredes opuestas de la copa de muestras 12. Los orificios 26 están sustancialmente cerrados con un cemento refractario 33 que sella los orificios 26 y mantiene la posición del sensor de temperatura. Los orificios 26 se disponen preferiblemente en una posición de modo que su eje se encuentre a lo largo de un eje lateral central L1 de la cavidad 18.

Los cables 30, 32 del termopar del sensor de temperatura pueden ser uno cualquiera de los materiales convencionales para termopares utilizados hasta ahora en relación con termopares desechables, tales como cromel y alúmel, que se usan con muestras de hierro fundido hipereutéctico (es decir, un termopar de Tipo K). Los extremos yuxtapuestos de los alambres 30, 32 del termopar están unidos entre sí en una unión caliente 34. La unión caliente 34 está preferiblemente posicionada adyacente a un eje de elevación central L2 de la cavidad 18.

Las paredes opuestas 22, 24 de la copa de muestras 12 están provistas de ranuras 36, 38 periféricas que se extienden verticalmente. El primer cable 30 del termopar se extiende a lo largo y a lo largo de la primera ranura 36 y está doblado a lo largo de la pared 22 hacia el rebaje 20 donde puede utilizarse como una porción de contacto para un dispositivo de registro de las mediciones de temperatura (véase la Fig. 1). El segundo cable de termopar 32 se extiende a lo largo y a través de la segunda ranura 38 y está doblado a lo largo de la pared 24 hacia el rebaje 20, donde puede utilizarse como otra porción de contacto (véase la Fig. 1). En una realización, el primer 30 y/o segundo 32 cable del termopar están preferiblemente provistos de un manguito aislante (no mostrado) entre el agujero 26 y el fondo de la copa de muestras 12 para impedir una conexión eléctrica entre los cables 30, 32 del termopar a través de los gases de combustión que se emiten desde el cuerpo de la copa de muestras 12.

De nuevo, la realización descrita anteriormente de la copa de muestras 12 es sólo con fines ilustrativos. La gota de la presente invención, tal como se describe en detalle más adelante, se puede utilizar en cualquiera de una amplia variedad de diferentes copas comercialmente disponibles usadas como copas de muestras en dispositivos de detección de cambios de fase.

Específicamente, en una realización de la presente invención, se coloca una gota 40 dentro de y preferiblemente unida a la cavidad 18 de la copa de muestras 12. La gota 40 es esencialmente una masa de material que está situada dentro de la cavidad 18. En una realización, la gota 40 está preferiblemente adherida al menos a una pared interior de la copa de muestras 12, y más preferiblemente a un lado superior de la pared inferior 16 de la copa de muestras 12, por acción del componente aglutinante de la gota 40.

La gota 40 de acuerdo con la invención comprende dos componentes esenciales: un elemento estabilizador de carburos y una fuente de hidrógeno. La gota 40 también puede comprender opcionalmente un retardante, un aglutinante y/o un dispersante. Las propiedades y el papel de cada uno de estos componentes se describen a continuación con mayor detalle. La gota 40 está preferiblemente esencialmente desprovista de cualquier material higroscópico, ya que tales materiales tienen una afinidad por la humedad atmosférica y por lo tanto tienden a volverse húmedos cuando se exponen al aire húmedo y a ambientes húmedos.

En una realización, la gota 40 se forma mezclando los componentes de la gota 40 juntos, depositando la mezcla fluida de la gota resultante con el equipo convencional de administración de fluidos en la cavidad 18 de la copa de muestras 12 y secando después la mezcla fluida de la gota para obtener la gota 40.

El volumen de la mezcla fluida de la gota es preferiblemente de 1,89% a 2,70% del volumen de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido contenida en la cavidad 18 de la copa de muestras 12. Más preferiblemente, el volumen de la mezcla fluida de la gota es de 2,00% a 2,30% del volumen de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. Lo más preferiblemente, el volumen de la mezcla fluida de la gota es aproximadamente 2,25% del volumen de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. El peso de la mezcla fluida de la gota es preferiblemente 0,50% a 0,85% del peso de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. Más preferiblemente, el peso de la mezcla fluida de la gota es de 0,60% a 0,80% del peso de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. Lo más preferiblemente, el peso de la mezcla fluida de la gota es aproximadamente 0,80% del peso de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido.

Por ejemplo, para una copa de muestras 12 que tiene un volumen de cavidad de 37 mililitros, si la cavidad 18 se llena completamente con una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, el peso de la muestra de metal fundido es de 270 gramos. Para dicha copa de muestras 12, suponiendo que la cavidad 18 será llenada completamente con una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, el volumen de la mezcla fluida de la gota que se dispensará en la cavidad 18 estará preferiblemente entre 0,7 mililitros y 1 mililitro y el peso de la mezcla fluida de la gota está preferiblemente entre 1,5 y 1,7 gramos. Más preferiblemente, asumiendo de nuevo que la cavidad 18 será llenada completamente con una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, el volumen y el peso de la mezcla fluida de la gota son aproximadamente 0,85 mililitros y aproximadamente 1,58 gramos, respectivamente.

Después del secado, el peso de la gota 40 es preferiblemente de 0,35% a 0,45% del peso de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido. Más preferiblemente, el peso de la gota 40 es aproximadamente 0,40% del peso de la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido.

Los expertos en la técnica entenderán que la descripción de una copa de muestras con un volumen de cavidad de 37 mililitros es sólo con fines ilustrativos. Pueden utilizarse copas de muestras que tengan otros volúmenes de cavidad, y por lo tanto la gota se puede usar con muestras de metales fundidos de varios pesos y volúmenes. Como tal, se entenderá que, dependiendo de la copa de muestras que se use, el peso y volumen de la mezcla fluida de la gota (y por lo tanto el volumen y el peso de la gota 40) se ajustarán en consecuencia para mantener los porcentajes de volumen y peso deseados.

Cada componente de la gota 40 se describirá ahora con más detalle. Se entenderá que la frase "peso húmedo", tal como se utiliza en lo sucesivo, se refiere a un estado de la gota 40 antes de secar, en el que la gota existe como una mezcla fluida de la gota. También se entenderá que la frase "peso seco", tal como se utiliza en lo sucesivo, se refiere a un estado de la gota 40 después del secado de la mezcla fluida de la gota para formar una gota sólida seca.

El elemento estabilizador de carburos o estabilizador de carburos promueve la formación de carburos (es decir, la solidificación blanca) de la muestra de hierro fundido contenida en la cavidad 18 de la copa de muestras 12. Más particularmente, el estabilizador de carburos es un material metálico que impide la precipitación de grafito en la muestra que solidifica. Al contacto con el hierro fundido, la gota 40 reacciona con la muestra de hierro fundido y el estabilizador de carburos se libera desde la gota 40 en la muestra de hierro fundido. El estabilizador de carburos puede preferiblemente ser uno cualquiera de bismuto, boro, telurio, selenio o compuestos o aleaciones de estos elementos. Lo más preferiblemente, el estabilizador de carburos es telurio.

En una realización preferida, el estabilizador de carburos está presente en forma de un polvo que tiene un tamaño medio de partícula de 5 a 100 μm . Más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en forma de un polvo que tiene un tamaño medio de partícula de 15 a 50 μm . Lo más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en forma de un polvo que tiene un tamaño medio de partícula de aproximadamente 20 μm . A menos que se indique lo contrario en la presente memoria, todos los tamaños de partícula especificados en la presente memoria son diámetros de partícula d_{50} medidos mediante un analizador de difracción láser o un sedígrafo que determina el tamaño de partícula por análisis de sedimentación. Como es bien entendido por los expertos en la técnica, el diámetro d_{50} representa el tamaño en el que la mitad de las partículas individuales (en peso) son más pequeñas que el diámetro especificado.

El estabilizador de carburos está preferiblemente presente en una cantidad de 5% a 25% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 7% a 37% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en una cantidad de 10% a 20% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 15% a 25% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Lo más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en una cantidad de 12% a 14% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 18% a 20% en peso basado en el peso seco total de la gota 40.

La fuente de hidrógeno (es decir, el material liberador de hidrógeno) es un material que evoluciona a o libera hidrógeno al metal fundido, cuando la gota 40 entra en contacto con y reacciona con la muestra de metal fundido, particularmente hierro fundido, contenida en la copa de muestras 12.

5 El material liberador de hidrógeno es preferiblemente un material que tiene uno o más grupos hidróxido enlazados iónicamente, ya que dicho material es resistente a ganancias y pérdidas de humedad y, por lo tanto, mantendrá su nivel de hidratación en condiciones o entornos de transporte, almacenamiento y uso húmedos o secos. Más preferiblemente, el material liberador de hidrógeno es aquel que no absorbe la humedad. El material liberador de hidrógeno también es preferiblemente un material que es estable a la temperatura de secado para la gota 40, pero que se descompone a la temperatura de uso del dispositivo de detección 10.

10 Preferiblemente, el material liberador de hidrógeno es un hidróxido de un metal alcalino-térreo. Más preferiblemente, el material liberador de hidrógeno es uno de hidróxido de magnesio, hidróxido de telurio, hidróxido de calcio e hidróxido de bismuto. Lo más preferiblemente, el material liberador de hidrógeno es hidróxido de magnesio. Como tal, al contacto y reacción de la gota 40 con la muestra de hierro fundido, el magnesio se libera del hidróxido de magnesio en la muestra de hierro fundido.

15 El magnesio no hubiera sido convencionalmente utilizado en un dispositivo de detección diseñado para promover la solidificación blanca del hierro, porque la temperatura de fusión del magnesio es inferior a la del hierro fundido y, por tanto, sería de esperar que se uniera al hierro fundido e interfiriera con y contrarrestara la acción del elemento estabilizador de carburos (por ejemplo, telurio). Sin embargo, los presentes inventores han descubierto que el magnesio puede usarse sorprendentemente en un dispositivo de detección para la solidificación blanca del hierro, porque cuando el magnesio está en presencia de un material que contiene oxígeno que se descompondrá liberando una proporción estequiométrica igual o mayor de oxígeno, el magnesio liberado es completamente neutralizado por oxidación antes de cualquier contaminación del metal fundido o interferencia con el telurio.

20 El material liberador de hidrógeno está preferiblemente presente en una cantidad de 10% a 37% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 15% a 54% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Más preferiblemente, el material liberador de hidrógeno está presente en una cantidad de 12% a 25% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 20% a 30% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Lo más preferiblemente, el material liberador de hidrógeno está presente en una cantidad de 16% a 18% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 23% a 25% en peso basado en el peso seco total de la gota 40.

30 En realizaciones preferidas, la gota 40 también incluye un retardante. El retardante es un material de relleno añadido a la gota 40 para proporcionar una masa suficientemente unida que permanece sustancialmente intacta durante la solidificación de la muestra de metal fundido, tal que se retarda la liberación del estabilizador de carburos y la liberación de hidrógeno del material liberador de hidrógeno (ambos en forma de vapor) tras el contacto de la gota 40 con el metal fundido muestreado. Más particularmente, el retardante es un material que resiste la reacción y la descomposición total de la gota 40 al entrar en contacto con el metal fundido muestreado. Preferiblemente, el retardante es un material de relleno no hidratante y refractario (por ej., cerámico). Ejemplos preferidos del retardante incluyen sílice, silicato de calcio, silicato de magnesio, zirconia, alúmina y sus compuestos. Más preferiblemente, el retardante es un silicato de alúmina, y lo más preferiblemente, caolín calcinado.

35 El retardante está preferiblemente presente en una cantidad de 18% a 48% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 27% a 71% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Más preferiblemente, el retardante está presente en una cantidad de 30% a 40% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 50% a 60% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Lo más preferiblemente, el retardante está presente en una cantidad de 37% a 39% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 54% a 56% en peso basado en el peso seco total de la gota 40.

40 En realizaciones preferidas, la gota 40 también incluye un aglutinante adecuado para aplicaciones a alta temperatura. Preferiblemente, el aglutinante es un aglutinante termoendurecible. Más preferiblemente, el aglutinante es un aglutinante termoplástico no higroscópico y no basado en formaldehído. En una realización, el aglutinante es una solución que comprende agua y un material polimerizado, tal como poli(vinil alcohol), poli(acetato de vinilo), poli(vinil butiral) y otras resinas polivinílicas, resinas de poliestireno, resinas de ésteres del ácido acrílico y del ácido metacrílico, poliisobutileno, poliamidas y siliconas. Más preferiblemente, el aglutinante comprende una disolución de poli(alcohol vinílico) parcialmente hidrolizado.

45 El aglutinante está preferiblemente presente en una cantidad de 27% a 37% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 1% a 4% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Más preferiblemente, el aglutinante está presente en una cantidad de 30% a 35% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 1% a 3% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Lo más preferiblemente, el aglutinante está presente en una cantidad del 31% a 33% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 1,5% a 2,5% en peso basado en el peso seco total de la gota 40.

En realizaciones preferidas, la gota 40 también incluye un dispersante. El dispersante es un material que mantiene en suspensión las partículas dispersas de los diversos componentes para evitar la sedimentación de estas partículas. Por lo tanto, aunque la inclusión de un dispersante no es necesaria, se ha encontrado que hacerlo es beneficioso para la fabricación de la gota 40 a escala comercial. Ejemplos preferidos del dispersante incluyen citrato trisódico, citrato de amonio y materiales similares que tienen propiedades similares a los mismos. Lo más preferiblemente, el dispersante es citrato trisódico.

El dispersante está preferiblemente presente en una cantidad de 0,04% a 1,3% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 0,06% a 2% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Más preferiblemente, el dispersante está presente en una cantidad de 0,08% a 1% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 0,1% a 1% en peso basado en el peso seco total de la gota 40. Lo más preferiblemente, el dispersante está presente en una cantidad de 0,1% a 0,5% en peso basado en el peso húmedo total de la mezcla fluida de la gota y en una cantidad de 0,3% a 0,5% en peso basado en el peso seco total de la gota 40.

Como se trató anteriormente, en una realización, el peso de la mezcla fluida de la gota es preferiblemente 0,80% del peso de una muestra de hierro fundido/hierro colado fundido que estaría contenida en la copa de muestras 12 y el peso de la gota 40 es preferiblemente 0,40% del peso de la muestra de hierro fundido/hierro colado fundido. Como tal, los porcentajes en peso de los componentes de la mezcla fluida de la gota y de la gota 40 en comparación con el peso total de la muestra de hierro fundido/hierro colado fundido son preferiblemente como se muestra en la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1. Formulación de la gota

Componente	Muestra de metal fundido (%)	
	Mezcla fluida de la gota	Gota 40
Estabilizador de carburos	0,96% - 1,12%	0,72% - 0,80%
Fuente de hidrógeno	1,28% - 1,44%	0,92% - 1,0%
Retardante	2,96% - 3,12%	2,16% - 2,24%
Agente aglutinante	2,48% - 2,64%	0,06% - 0,10%
Dispersante	0,01% - 0,04%	0,01% - 0,02%

En otra realización, la gota 40 se forma por compresión en seco. Específicamente, los componentes de la gota 40 se mezclan conjuntamente y luego se prensan conjuntamente en una gota semejante a un pelet que está unida o adherida dentro de la cavidad 18 de la copa de muestras 12 mediante el uso de un adhesivo o cemento refractario. Alternativamente, la gota puede estar situada dentro de un rebaje formado en una pared de la copa de muestras.

En tal realización, el prensado consigue un enclavamiento mecánico de las partículas del estabilizador de carburos y del material liberador de hidrógeno. Como tales, no son necesarios un aglutinante y un dispersante. Además, el componente retardante puede eliminarse, de modo que la liberación del estabilizador de carburos y de hidrógeno se produzca de forma relativamente rápida. El estabilizador de carburos está preferiblemente presente en la gota 40 en una cantidad de 15% a 60% en peso y el material liberador de hidrógeno está preferiblemente presente en la gota 40 en una cantidad de 40% a 85% en base al peso total de la gota. Más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en una cantidad de 25% a 55% en peso y el material liberador de hidrógeno está presente en una cantidad de 45% a 75% basada en el peso total de la gota. Lo más preferiblemente, el estabilizador de carburos está presente en una cantidad de 30% a 35% en peso y el material liberador de hidrógeno está presente en una cantidad de 65% a 70% basada en el peso total de la gota.

También, en tal realización, el peso del estabilizador de carburos constituye preferiblemente de 0,05% a 0,10%, y más preferiblemente constituye de 0,07% a 0,095%, del peso de una muestra de hierro fundido que estaría contenida en la copa de muestras 12. Lo más preferiblemente, el peso del estabilizador de carburos constituye aproximadamente 0,074% del peso de la muestra de hierro fundido. El peso del material liberador de hidrógeno constituye preferiblemente 0,11% a 0,22% y más preferiblemente constituye 0,13% a 0,19% del peso de la muestra de hierro fundido. Lo más preferiblemente, el peso del material liberador de hidrógeno constituye aproximadamente 0,14% a 0,17% del peso de la muestra de hierro fundido.

En otra realización, la gota 40 comprende sólo un componente esencial, a saber, hidróxido de telurio como una fuente de hidrógeno o material liberador de hidrógeno. Como tal, al contacto y reacción de la gota 40 con la muestra de hierro fundido, el telurio (un elemento estabilizador de carburos), oxígeno e hidrógeno se liberan todos del hidróxido de telurio a la muestra de hierro fundido. Preferiblemente, el peso del hidróxido de telurio constituye 0,120% a 0,175% del peso de la muestra de hierro fundido. Más preferiblemente, el peso del hidróxido de telurio constituye aproximadamente 0,150% del peso de la muestra de hierro fundido.

La formación de diversas gotas 40 de acuerdo con realizaciones preferidas de la presente invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los siguientes ejemplos específicos, no limitativos:

Ejemplos

- 5 Se prepararon cinco mezclas ejemplo de gotas diferentes mezclando diversos materiales en las proporciones mostradas en las Tablas 2-6 siguientes:

Tabla 2: Formulación de gota A

Componente de la gota	% en peso (húmeda)	% en peso (seca)
Estabilizador de carburos	12,7%	18,4%
Fuente de hidrógeno	16,8%	24,4%
Retardante	37,9%	54,9%
Agente aglutinante	32,3%	1,9%
Dispersante	0,3%	0,4%

Tabla 3: Formulación de gota B

Componente de la gota	% en peso (húmeda)	% en peso (seca)
Estabilizador de carburos	13,0%	18,4%
Fuente de hidrógeno	17,0%	24,4%
Retardante	38,0%	55,3%
Agente aglutinante	32,0%	1,9%
Dispersante	-	-

Tabla 4: Formulación de gota C

Componente de la gota	% en peso (seca)
Estabilizador de carburos	33,3%
Fuente de hidrógeno	66,7%
Retardante	-
Agente aglutinante	-
Dispersante	-

Tabla 5: Formulación de gota D

Componente de la gota	% en peso (seca)
Estabilizador de carburos	30,9%
Fuente de hidrógeno	69,1%
Retardante	-
Agente aglutinante	-
Dispersante	-

Tabla 6: Formulación de gota E

Componente de la gota	% en peso (seca)
Estabilizador de carburos	-
Fuente de hidrógeno	100%
Retardante	-
Agente aglutinante	-
Dispersante	-

El estabilizador de carburos para las gotas A, B y C fue el teluro. La fuente de hidrógeno para las gotas A, B y C fue hidróxido de magnesio. La fuente de hidrógeno de la gota D fue hidróxido de calcio. La fuente de hidrógeno de la gota E fue hidróxido de teluro. El retardante para las gotas A y B fue caolín calcinado. El aglutinante para las gotas A y B fue una disolución de poli(alcohol vinílico) al 3% en agua. El dispersante para la gota A fue citrato trisódico.

Para las gotas A y B, se mezclaron conjuntamente los componentes respectivos de las gotas para formar mezclas fluidas de las gotas. Cada mezcla fluida de la gota preparada se dispensó luego en la cavidad de una copa de muestras de metal fundido (es decir, una copa de muestras 12 como se ha descrito anteriormente). La copa de muestras tiene un módulo de colada de aproximadamente 6 cm y un volumen de aproximadamente 37 mililitros. El volumen y el peso de la mezcla fluida de la gota dispensada fueron aproximadamente 0,85 mililitros y aproximadamente 2,16 gramos, respectivamente.

La copa de muestras con la mezcla fluida de la gota dispensada en la misma se dejó a continuación secar en condiciones ambientales para formar una gota 40 seca y sólida y para efectuar un curado final del aglutinante, que a su vez adhiere o liga la gota seca 40 dentro de la cavidad 18 de la copa de muestras 12. El peso de la gota 40 seca y sólida resultante fue aproximadamente 0,4% del peso de la muestra de hierro fundido contenida en la copa de muestras 12, suponiendo que la cavidad de la copa de muestras se llenara completamente.

Para las gotas C y D, los componentes de la gota se mezclaron juntos y posteriormente se prensaron conjuntamente para formar las gotas C y D de tipo pelet. Para la gota E, las partículas del hidróxido de teluro se presionaron juntas para formar la gota E de tipo pelet. Cada una de las gotas C, D y E se unió o se adhirió entonces dentro de la cavidad de una copa de muestras mediante un cemento refractario. La copa de muestras tuvo un módulo de colada de aproximadamente 6 centímetros y un volumen de aproximadamente 37 mililitros.

Cada una de las gotas A, B, C, D y E dispuesta dentro de la cavidad de una copa de muestras respectiva, se puso entonces en contacto con una muestra de hierro fundido. Para cada una de las gotas A, B, C, D y E, los porcentajes en peso de los componentes respectivos con relación al peso de la muestra de hierro fundido se muestran en la Tabla 7 siguiente:

Tabla 7: Porcentajes en peso de los componentes de las gotas

Componente	Gota A	Gota B	Gota C	Gota D	Gota E
Estabilizador de carburos	0,074%	0,074%	0,091%	0,091%	-
Fuente de hidrógeno	0,098%	0,098%	0,182%	0,205%	0,15%
Retardante	0,220%	0,221%	-	-	-
Agente aglutinante	0,008%	0,008%	-	-	-
Estabilizador de carburos	0,002%	-	-	-	-

Para la gota A, en particular, se encontró que la presencia del hidróxido de magnesio permitía la reticulación del poli(alcohol vinílico) del aglutinante sin la aplicación de ningún tratamiento térmico. Aunque el poli(alcohol vinílico) tendería típicamente a absorber humedad del ambiente (y por lo tanto no sería adecuado para los propósitos de la presente invención), el poli(alcohol vinílico) reticulado exhibe suficientes propiedades resistentes a la humedad como las necesarias para la gota 40. Así, sorprendentemente se encontró que de la combinación particular de hidróxido de magnesio y poli(alcohol vinílico) resulta una gota con propiedades resistentes a la humedad superiores.

Además, para cada una de las gotas A, B y C, tanto el hidrógeno (liberado del hidróxido de magnesio) como el teluro se liberaron en la muestra de hierro fundido. Además, sorprendentemente se encontró que el magnesio liberado del hidróxido de magnesio estaba completamente neutralizado tras la reacción de la gota 40 con la muestra de hierro fundido. Como tal, el magnesio liberado no tuvo ningún efecto contaminante sobre el hierro fundido o interfirió con el

teluro. En su lugar, el magnesio liberado sorprendentemente permitió una completa solidificación blanca del hierro fundido.

Además, se encontró que cada una de las gotas A, B, C, D y E eran resistentes a los cambios en los niveles de hidratación. Específicamente, cada uno de las gotas A, B, C, D y E era resistente a la ganancia de humedad y a la pérdida de humedad durante el transporte y/o el almacenamiento a largo plazo, incluso en condiciones de transporte y almacenamiento extremadamente húmedas o extremadamente secas.

Por consiguiente, tampoco se acumuló agua absorbida en las gotas A, B, C, D y E, o cualquier acumulación de este tipo fue mínima. Como resultado, cuando cada una de las gotas A, B, C, D y E fue expuesta a la muestra de metal fundido, se eliminó o fue mínima cualquier ebullición no controlada. Por lo tanto, la cantidad de metal fundido vertida inicialmente en la copa de muestras permaneció virtualmente sin cambios durante la solidificación del metal. Como resultado, el uso de las gotas A, B, C, D y E dio como resultado tiempos predecibles de enfriamiento/solidificación de colada a colada.

Además, cada una de las gotas A, B, C, D y E no contenía humedad atrapada y, por lo tanto, no estuvo sometida a un secado prematuro típicamente efectuado debido a dicha humedad. De este modo, la composición de cada gota, y específicamente el contenido del material liberador de hidrógeno, permanece virtualmente sin cambios desde el punto de fabricación, a través del transporte y almacenamiento, hasta su uso.

Además, la cantidad de estabilizador de carburos, en particular de teluro, necesaria para conseguir una solidificación blanca completa en la gota 40 es mucho menor en comparación con los revestimientos y gotas de la técnica anterior, como se muestra en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8: Contenido de teluro

	Te (% en peso)	Fe (% en peso) (carga teórica)*	Te (%) (carga teórica)
Gota de la técnica anterior	0,388	343,0	0,113%
Gota 40	0,200	269,4	0,074%
* Los valores "teóricos" se refieren a un estado en el que el volumen de la copa de muestras 12 está completamente lleno con hierro fundido			

Por lo tanto, las gotas de la presente invención y los dispositivos de detección que incluyen gotas de la presente invención se pueden usar en una amplia gama de temperaturas de colada, condiciones de colada y condiciones de almacenamiento y transporte con excelentes resultados.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de detección de un metal fundido, dispositivo que comprende:
un sensor de temperatura (25);
una copa de muestras (12) que tiene una cavidad (18) configurada para recibir una muestra de metal fundido; y
5 una gota (40) dispuesta en la cavidad (18), gota (40) que comprende
un elemento estabilizador de carburos y un material liberador de hidrógeno caracterizado porque el material liberador de hidrógeno comprende un hidróxido de un metal alcalino-térreo.
2. El dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que la gota (40) comprende además un aglutinante.
- 10 3. El dispositivo de detección según la reivindicación 2, en el que el aglutinante es una disolución de poli(alcohol vinílico) al 3% al agua.
4. El dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que el material liberador de hidrógeno es hidróxido de magnesio.
5. El dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que la gota (40) comprende 0,35% a 0,45% en peso basado en el peso total de una muestra de metal fundido.
- 15 6. El dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que la gota (40) es resistente a cambios en su nivel de hidratación durante el transporte y almacenamiento de la gota (40).
7. El dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que la gota (40) comprende además un retardante que resiste la reacción de la gota al entrar en contacto con el metal fundido.
- 20 8. Uso de una gota (40) para detectar las temperaturas de cambio de fase de una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, caracterizado porque la gota comprende un estabilizador de carburos, hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno, un retardante que resiste la reacción de la gota al contacto con una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, y un aglutinante.
9. Uso según la reivindicación 8, en el que el estabilizador de carburos comprende 7% a 37% en peso basado en el peso total de la gota (40).
- 25 10. Uso según la reivindicación 8, en el que el estabilizador de carburos es telurio.
11. Uso según la reivindicación 8, en el que el hidróxido de magnesio comprende de 15% a 54% en peso basado en el peso total de la gota (40).
12. Uso según la reivindicación 8, en el que el aglutinante comprende una disolución de poli(alcohol vinílico) al 3% en agua.
- 30 13. Uso según la reivindicación 12, en el que la disolución de poli(alcohol vinílico) al 3% en agua comprende de 1% a 4% en peso basado en el peso total de la gota (40).
14. Uso según la reivindicación 8, en el que la gota (40) es resistente a cambios en su nivel de hidratación durante el transporte y almacenamiento de la gota (40).
- 35 15. Uso de una gota (40) para uso en la detección de temperaturas de cambio de fase de una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, caracterizado porque la gota (40) comprende telurio en una cantidad de 15% a 60% en peso basada en el peso total de la gota (40) e hidróxido de magnesio en una cantidad de 40% a 85% en peso basada en el peso total de la gota (40), gota (40) que es resistente a la ganancia de humedad y a la pérdida de humedad durante el transporte y almacenamiento.
- 40 16. Uso según la reivindicación 15, en el que el telurio está presente en una cantidad de 0,05% a 0,10% en peso basada en el peso total de una muestra de hierro fundido y el hidróxido de magnesio está presente en una cantidad de 0,11% a 0,22% en peso basada en el peso total de la muestra de hierro fundido.
17. Un método para detectar temperaturas de cambio de fase de una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido, método que comprende las etapas de:
45 proporcionar un dispositivo de detección que incluya un sensor de temperatura (25) y una copa de muestras (12) con una cavidad (18) configurada para recibir una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido;

disponer una gota (40) en la cavidad (18), caracterizada porque la gota (40) comprende un estabilizador de carburos e hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno;

- 5 depositar una muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido en la cavidad (18), haciendo que la gota (40) reaccione con la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido tras el contacto con la misma, de tal manera que el hidrógeno se libere del hidróxido de magnesio a la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido; y

permitir que la muestra de hierro fundido o de hierro colado fundido solidifique mientras se miden simultáneamente las temperaturas de cambio de fase de la muestra que solidifica.

18. Un método para fabricar una burbuja (40) para uso en la detección de temperaturas de cambio de fase de una muestra de metal fundido, método caracterizado por:

- 10 formar una mezcla fluida de la gota que comprende un estabilizador de carburos e hidróxido de magnesio como material liberador de hidrógeno;

proporcionar un dispositivo de detección que incluye una copa de muestra (12) con una cavidad (18) configurada para recibir una muestra de metal fundido;

depositar la mezcla fluida de la gota en la cavidad (18); y

- 15 secar la mezcla fluida de la gota para formar una gota (40).

19. El método según la reivindicación 18, en el que el estabilizador de carburos comprende de 5% a 25% en peso basado en el peso total de la mezcla fluida de la gota y comprende 7% a 37% en peso basado en el peso total de la gota (40).

- 20 **20.** El método de la reivindicación 18, en el que el hidróxido de magnesio comprende de 10% a 37% en peso basado en el peso total de la mezcla fluida de la gota y comprende de 15% a 54% en peso basado en el peso total de la gota (40).

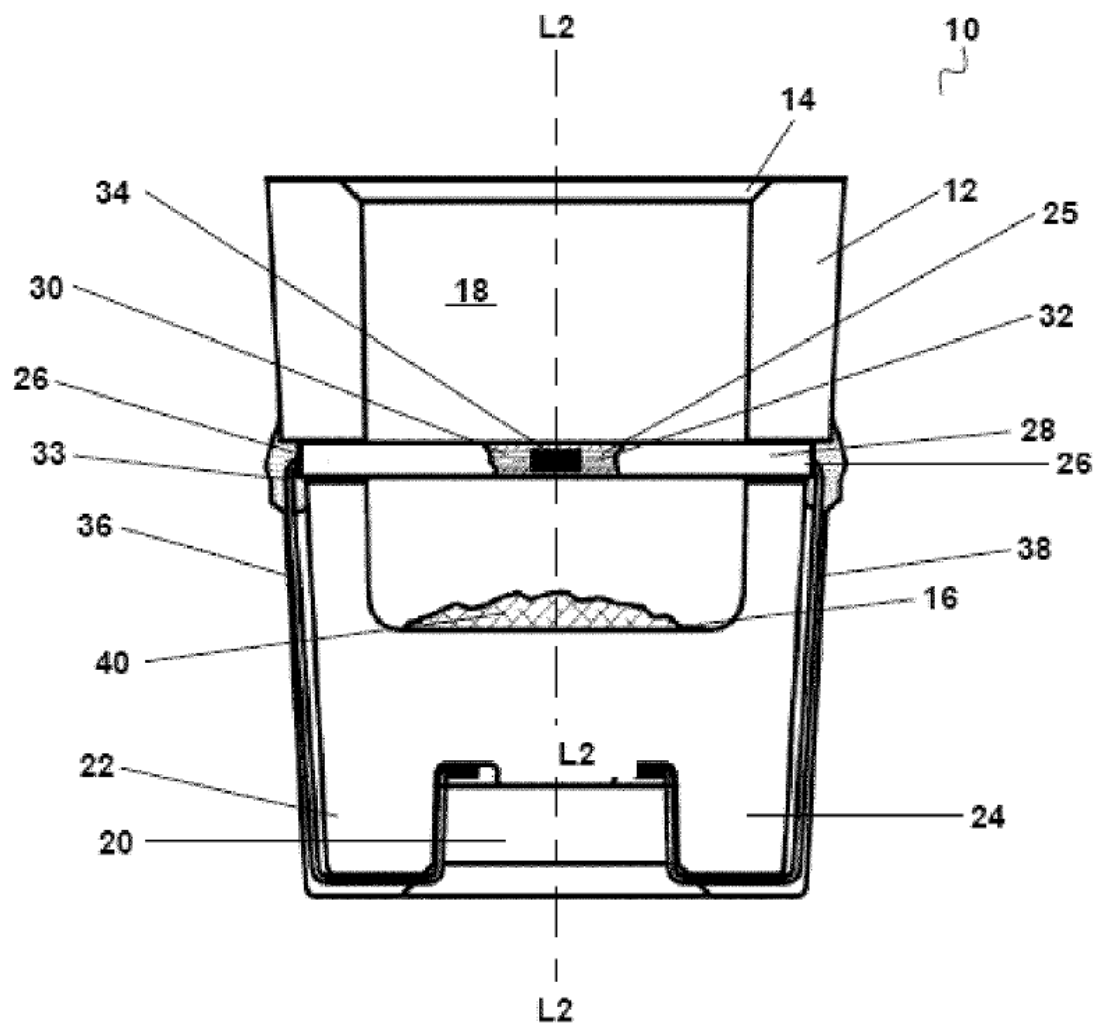


FIG. 1

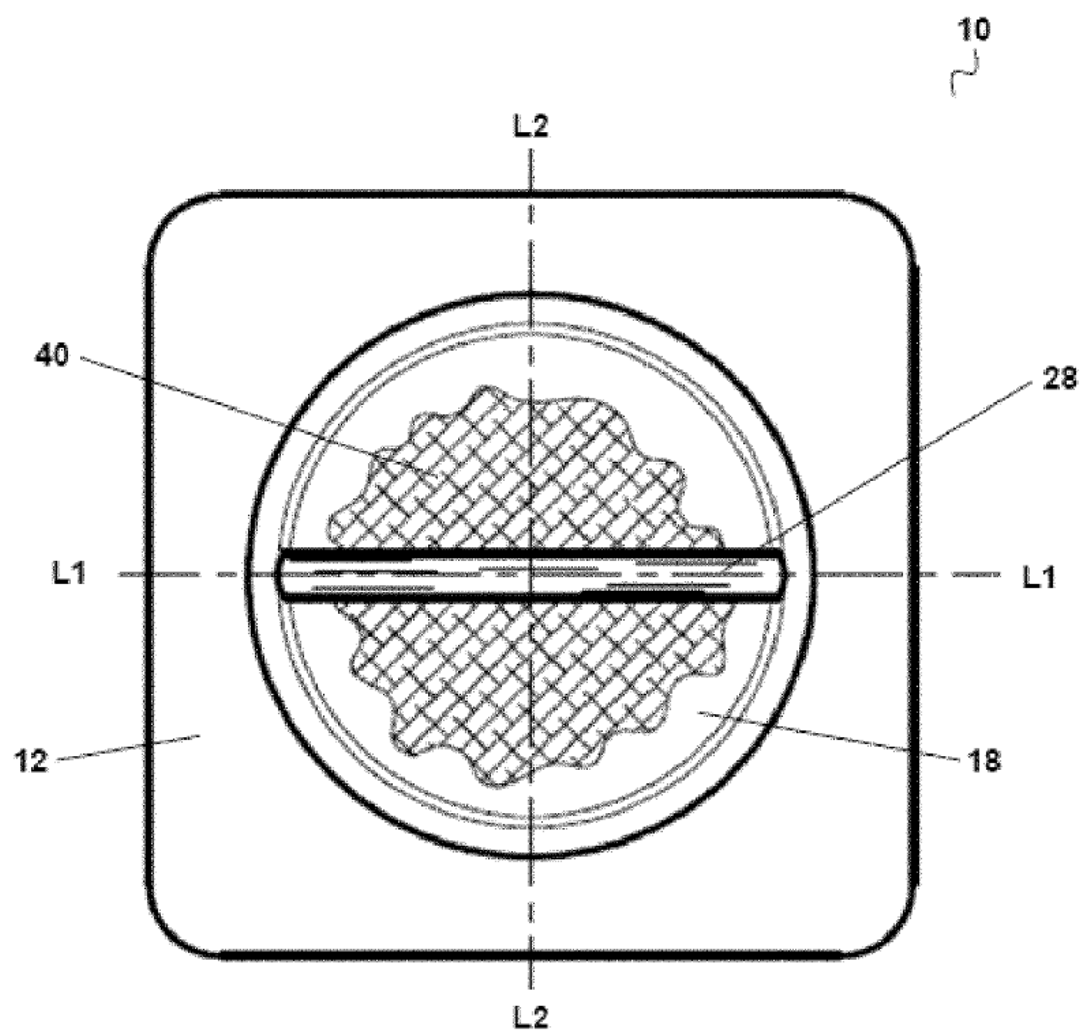


FIG. 2