

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 037**

51 Int. Cl.:

G01N 21/01 (2006.01)

G01N 1/12 (2006.01)

G01N 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2016** **E 16203811 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019** **EP 3336512**

54 Título: **Muestreador de análisis directo con disipador térmico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2019

73 Titular/es:
HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
(100.0%)
Centrum Zuid 1105
3530 Houthalen, BE

72 Inventor/es:
BEYENS, DRIES y
VERHOEVEN, JEAN-PAUL

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 037 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

Muestreador de análisis directo con disipador térmico

Campo técnico

5 La invención se refiere a una muestra solidificada de bajo volumen y baja masa de metal fundido, particularmente
 acero fundido o hierro fundido, que puede analizarse directamente en un espectrómetro de emisión óptica. La
 invención también se refiere a la disposición física de un dispositivo de muestreo por inmersión de metal fundido para
 recuperar una muestra fundida que es capaz de enfriarse rápidamente para producir una muestra para pruebas de
 metal sin grietas que puede analizarse inmediatamente en un espectrómetro de emisión óptica sin preparar la
 10 superficie. La invención se refiere además a una muestra de metal de bajo volumen y baja masa que no se calienta
 por el propio proceso de análisis, lo que conduce a una mayor precisión de los resultados del análisis.

Antecedentes

15 Durante el procesamiento de los metales en su estado fundido, es necesario obtener una muestra representativa del
 metal fundido en varias fases del proceso, p. ej., para el análisis o evaluación de la composición química o la estructura
 metalográfica de la muestra de metal. En la técnica se conocen diferentes métodos para analizar metales fundidos
 durante la fabricación y el procesamiento adicional.

20 Históricamente, la composición de una muestra de metal solidificado a menudo se determina utilizando un equipo de
 espectroscopia de emisión óptica por chispa ("OES"). Los sistemas OES son generalmente los sistemas más efectivos
 para determinar la composición química de una muestra de metal y para controlar el procesamiento de metales
 fundidos debido a sus rápidos tiempos de análisis y precisión intrínseca. Por lo tanto, el análisis OES normalmente se
 utiliza durante los procesos de metal fundido para controlar el progreso de la producción de metal fundido.

25 La OES comprende átomos excitados de una muestra objetivo de los cuales se desea conocer la composición, y la
 observación de la longitud de onda de los fotones emitidos por los átomos durante la transición de un estado excitado
 a un estado de menor energía. Cada elemento de la tabla periódica emite un conjunto característico de longitudes de
 onda diferentes cuando sus átomos regresan de un estado excitado a un estado de energía más baja. Al detectar y
 analizar estas longitudes de onda, la composición elemental de una muestra se puede determinar de acuerdo con una
 curva de calibración, mostrando así la relación entre el cociente entre la intensidad espectral (es decir, la potencia de
 radiación absoluta de un elemento/la potencia de radiación absoluta del metal base) y la concentración del elemento
 en la muestra estándar.

30 La luz espectral puede producirse por irradiación con radiación electromagnética, como un láser o rayos X, pero
 generalmente se produce por OES mediante una chispa corta producida por un generador de chispa que incide en el
 objetivo del cual se desea conocer su composición elemental. En este caso, el objetivo es la muestra de metal. Los
 generadores de chispas, su intensidad y su régimen de pulsos varían de acuerdo con el equipo específico de OES.
 Independientemente de la entrada de energía de la chispa, se sabe que la precisión y fiabilidad de tales espectrómetros
 de emisión dependen de la precisión y la calidad del detector y de las ópticas utilizadas para recibir la radiación emitida
 35 desde la muestra y la homogeneidad de la muestra de metal en sí.

40 En términos generales, el procedimiento de análisis OES comienza con la muestra de metal conductora colocada con
 su superficie de análisis boca abajo sobre una región predeterminada de la plataforma del instrumento de OES, en
 concreto, un espectrómetro de emisión óptica. Más particularmente, la muestra se coloca de manera que abarque y
 cierre la abertura de análisis del espectrómetro y un ánodo casi colinde con la superficie de análisis de la muestra.
 Una vez que se logra el posicionamiento deseado de la muestra y la proximidad del ánodo y la superficie de análisis,
 se libera una chispa entre el ánodo y la muestra de metal conductor que está conectada eléctricamente a la plataforma
 del espectrómetro. Esta conexión se realiza, en la mayoría de los casos, por la fuerza gravitatoria combinada con una
 carga pequeña. La abertura de análisis en el espectrómetro de emisión óptica normalmente es de alrededor de 12 mm
 de ancho. Esta distancia evita que se forme una chispa entre el ánodo y el alojamiento del instrumento. El detector
 45 óptico recibe la luz emitida desde el material excavado de la superficie de la muestra. La cámara de chispa, formada
 en parte por el espacio entre el ánodo y la muestra de metal, se purga continuamente con argón u otro gas inerte para
 evitar la entrada de aire que podría producir valores de análisis erróneos.

50 Para poder tenderse sobre la abertura de análisis del espectrómetro, la muestra de metal no puede tener ninguna
 extensión y la superficie de análisis de la muestra de metal debe ser lisa. No puede haber ninguna parte de la muestra
 o del alojamiento de la muestra que rompa el plano de la superficie de análisis. La muestra debe abarcar la abertura
 de análisis del espectrómetro y debe ser lo suficientemente plana para facilitar la purga de gas inerte de la cámara de
 chispa y presentar una superficie de muestra contigua hacia el ánodo.

55 Los procedimientos y procesos para obtener un análisis representativo de los metales son bien conocidos en la técnica,
 como se describe en In Dulski, T.R., *A Manual for the Chemical Analysis of Metals*, ASTM International, 1996. Hasta
 ahora, por lo general se ha creído que la muestra de metal y el instrumental utilizado para su análisis son
 independientes entre sí y, como tal, una no influye en el otro.

Se conocen dispositivos de muestreo convencionales que proporcionan una muestra para pruebas o disco de metal sólido para su uso en análisis espectrográficos. La forma geométrica y las dimensiones de las muestras para pruebas de metal solidificado obtenidas con tales dispositivos de muestreo a veces serán específicas del tipo de metal o necesidad metalográfica. Una categoría general de muestras que se obtienen mediante dispositivos de inmersión para el análisis OES son muestras que tienen forma de disco u ovalada y un diámetro o longitud de 28-40 mm. Más comúnmente, tales muestras tienen un diámetro o una longitud de aproximadamente 32 mm y un espesor de 4-12 mm. Algunos muestreadores, comúnmente conocidos como muestreadores de inmersión ("*lollipop samplers*" en inglés), pueden producir una muestra de forma diferente, que varía de redonda a ovalada o más larga, de acuerdo con los requisitos del usuario, pero la mayoría de las muestras todavía tienen un diámetro o longitud de aproximadamente 32 mm. Otros muestreadores, comúnmente conocidos como muestreadores de doble espesor, combinan dos espesores dentro de la misma muestra.

Los dispositivos de muestreo habituales diseñados para obtener muestras de metal fundido para su análisis por OES incluyen una cámara de muestras o una cavidad de molde configurada para llenarse con el metal fundido al sumergir el dispositivo de muestreo en el baño de metal fundido. Los moldes que delimitan la cavidad del molde o la cámara de muestreo suelen ser un conjunto de dos partes del tipo de concha de almeja o un anillo cubierto en sus lados superior e inferior por placas planas. Una vez que la muestra de metal se solidifica, los moldes se desechan y la muestra se transporta a la OES para su análisis.

El documento de patente estadounidense n.º 3.646.816 describe este tipo de muestreador de inmersión reemplazable, en el que ambas superficies planas de una muestra similar a un disco están formadas por placas de enfriamiento para lograr una congelación más rápida y un par de superficies más suaves que requieren menos limpieza antes del análisis. Otras patentes de la técnica anterior, tales como el documento de patente n.º 4.211.117, se relacionan con un concepto similar, mientras que las patentes estadounidenses n.º 4.401.389 y 5.415.052 y WO 96/24829 proporcionan ejemplos de esta muestra metalúrgica combinada con otros sensores, uno de los cuales podría ser un sensor de medición de temperatura.

Las muestras producidas por los dispositivos de muestreo convencionales tienen un diámetro de aproximadamente 32 mm en una dirección paralela a la abertura del espectrómetro y un espesor de 4-12 mm en una dirección perpendicular a la abertura del espectrómetro. Se ha descubierto que una muestra solidificada con espesores convencionales requiere un rectificado de la superficie de 0,8 a 5 mm de la superficie tal como se fundió, para así conseguir una superficie de análisis que esté libre de segregación metálica y no metálica. Las muestras convencionales solo pueden lograr este estado de la superficie después de los procesos de preparación para producir una geometría que normalmente presenta un diámetro de al menos 28 mm en una dirección paralela a la abertura del espectrómetro y que tiene un grosor que normalmente es de menos de 12 mm en una dirección perpendicular a la abertura. Esta geometría posterior a la preparación se puede manipular fácilmente con un equipo de preparación de análisis previo que muele mecánicamente la superficie de la muestra y también es conveniente para la manipulación con manipuladores robóticos que hacen avanzar la muestra desde su preparación hasta el análisis y extraerla para esperar la siguiente muestra.

La eliminación de la necesidad de preparar la superficie acelera el tiempo de análisis y es económicamente favorable para el fabricante de metal. Sin embargo, esto solo podría lograrse mediante un llenado uniforme de la cavidad de muestras y un enfriamiento rápido de la muestra de metal fundido, de manera que la sección completa de la muestra presentada para su análisis se congele uniformemente y sin oxidación de la superficie. El contenido de calor del metal solidificado debe eliminarse para que el metal muestreado alcance la temperatura ambiente antes de retirarlo de los moldes de la cámara de muestreo. La exposición de la superficie de metal caliente al aire formará rápidamente óxidos en su superficie, que luego se deben eliminar mediante rectificado mecánico para ser analizados mediante espectroscopia de emisión óptica.

Las restricciones innecesarias impuestas sobre la forma y el tamaño de la muestra de metal para OES, que se comentan más adelante, hacen que el volumen de muestra de la técnica anterior esté sobredimensionado con respecto al volumen mínimo de metal requerido para conseguir la superficie analizada mínima necesaria. Los grandes volúmenes de muestra innecesarios de los dispositivos de la técnica anterior impiden así una rápida solidificación de la muestra de metal fundido. Como tal, los dispositivos convencionales no pueden ser analizados de manera fiable mediante OES sin preparar la superficie y, por lo tanto, se pierden posibles beneficios económicos.

Los muestreadores de análisis directo (AD) son un tipo recientemente desarrollado de muestreadores de inmersión de metal fundido que producen muestras de AD. Las muestras de AD no requieren ningún tipo de preparación de la superficie antes de ser analizadas y, por lo tanto, pueden resultar en un beneficio económico significativo tanto en términos de disponibilidad de los resultados químicos oportunos como en cuanto al ahorro de tiempo de laboratorio mediante el uso del método de análisis OES.

El documento de patente estadounidense n.º 9.128.013 describe un dispositivo de muestreo para recuperar una muestra enfriada rápidamente a partir de un proceso de conversión para fabricar acero que está destinado al análisis local. El dispositivo de muestreo incluye una cámara de muestras formada por al menos dos partes, donde la proporción especificada de la masa de la fundición recogida en la cavidad de muestras con respecto a la masa del conjunto de la cámara de muestras permite un enfriamiento rápido de la fundición que llena la cavidad de muestras.

5 Cuando esta cámara de muestras se retira de la sonda de medición, exponiendo así la superficie de la muestra a la atmósfera, la fundición ya se ha enfriado lo suficiente para evitar la oxidación en la mayor medida posible y, por lo tanto, es innecesario el tratamiento posterior de la superficie de la muestra. Además, la rápida solidificación y la muestra fina ofrecen una solución al problema de la segregación elemental de las muestras con 12 mm de espesor de la técnica anterior, lo que nuevamente promueve la eliminación del rectificado de la superficie antes del análisis.

10 Una muestra similar de tipo AD se conoce gracias a la solicitud de patente estadounidense n.º 2014/318276. Un extremo de la cavidad de muestras de este muestreador de tipo AD se conecta al baño de metal fundido durante la inmersión del muestreador a través de un conducto de entrada, mientras que un extremo opuesto de la cavidad de muestras está comunicado con un dispositivo de acoplamiento. Durante la inmersión, pero antes de llenar la cavidad de muestras con el metal fundido, la cavidad de muestras se purga con un gas inerte para evitar el llenado anticipado y la oxidación del material muestreado. Este dispositivo, así como el dispositivo de muestreo descrito anteriormente, tienen una geometría en la que el conducto de entrada está dispuesto perpendicular a la superficie plana de la cavidad de muestras y, por lo tanto, perpendicular a la superficie de análisis. Si bien la superficie de análisis es libre y está fácilmente disponible para la fuente de chispa de la OES, se ha encontrado que la muestra no es homogénea.

15 **Compendio**

20 La invención se refiere a un muestreador refrigerado rápido que se llena con metal fundido en la dirección de inmersión paralela al eje longitudinal y que produce una muestra metalúrgica analizada en una OES sin preparar la superficie. Parte del molde que es responsable de la mayor masa de enfriamiento no puede separarse de la muestra en sí. Por consiguiente, el alojamiento de la muestra, en lugar de la muestra en sí, está configurado para proporcionar la mayor utilidad en los espectrógrafos de emisión óptica existentes que, en la actualidad, requieren una superficie analizable que tenga ciertas dimensiones.

Un conjunto de cámara de muestras según la invención se define en la reivindicación 1.

En resumen, las siguientes realizaciones se proponen como particularmente preferidas en el alcance de la invención:

25 Realización 1: Un conjunto de cámara de muestras para metal fundido, comprendiendo el conjunto de cámara de muestras:

- una placa de cubierta y un alojamiento,

caracterizado por que el alojamiento incluye:

- un extremo de inmersión que tiene una primera abertura para un conducto de entrada de metal fundido y un extremo opuesto; y

30 - una primera cara que se extiende entre el extremo de inmersión y el extremo opuesto, teniendo la primera cara un rebaje que se extiende desde cerca del extremo de inmersión hacia el extremo opuesto, estando el rebaje en comunicación de flujo directo con la primera abertura y configurado para recibir el metal fundido procedente del conducto de entrada,

35 - en donde la placa de cubierta y el alojamiento están configurados para ensamblarse juntos a lo largo de un primer plano para formar una cavidad de muestras que incluye el rebaje, de manera que una superficie de análisis de una muestra de metal solidificado formada dentro de la cavidad de muestras se encuentra en el primer plano,

- en donde la cavidad de muestras y la primera abertura están alineadas a lo largo de un eje longitudinal común,

- en donde la primera abertura está separada del primer plano,

40 - en donde un cociente entre la difusividad térmica de la muestra de metal solidificado y la difusividad térmica de un material que forma el alojamiento está entre 0,1 y 0,5, preferiblemente 0,2, y

- en donde el alojamiento está configurado para no separarse de la muestra de metal solidificado y al menos una parte del alojamiento es directamente adyacente a la muestra de metal solidificado y se encuentra en el primer plano.

45 Realización 2: Conjunto de cámara de muestras según la realización anterior, caracterizado por que un cociente de una masa de la cámara de muestras y una masa del metal fundido recibido dentro del volumen de recogida de muestras es de 9 a 12, preferiblemente 10.

Realización 3: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que la profundidad del rebaje es de 0,5 mm a 3 mm.

50 Realización 4: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que el alojamiento incluye además un reborde que sobresale de la primera cara y rodea el rebaje, una anchura combinada del rebaje y las partes adyacentes del reborde se encuentra en el intervalo de 10 mm a 30 mm.

Realización 5: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que no hay incrementos en una dimensión de anchura de la cavidad de muestras en una dirección de flujo del metal fundido desde el extremo de la zona de distribución hacia el extremo opuesto.

5 Realización 6: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que un cociente entre la longitud y la profundidad de la cavidad de muestras aumenta en una dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada hacia el extremo opuesto.

Realización 7: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que la longitud total del rebaje está entre 25 y 35 mm, preferiblemente 30 mm.

10 Realización 8: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que el rebaje tiene una profundidad uniforme y un área de sección transversal del rebaje se ahúsa gradualmente en la dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada hacia el extremo opuesto.

Realización 9: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que la muestra de metal solidificado se forma como una tira o rectángulo alargado.

15 Realización 10: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que la placa de cubierta incluye un elemento de sellado, configurado para proporcionar un sello sustancialmente hermético al gas entre la placa de cubierta y el alojamiento.

Realización 11: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que la placa de cubierta está asegurada al alojamiento por una abrazadera metálica para formar la cámara de muestras.

20 Realización 12: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que un área de sección transversal del conducto de entrada es entre 0,5 y 2 veces un área de sección transversal del rebaje.

25 Realización 13: Conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las realizaciones anteriores, caracterizado por que cuando la placa de cubierta y el alojamiento se ensamblan juntos, la placa de cubierta se asienta a ras del reborde del alojamiento a lo largo del primer plano.

Realización 14: El uso de un muestreador que tiene el conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para obtener una muestra de metal solidificado que está contenida de forma inseparable al alojamiento del conjunto de cámara de muestras.

Breve descripción de los dibujos

30 El compendio anterior, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, se entenderán mejor cuando se lean junto con los dibujos adjuntos. Con fines ilustrativos, se muestran en los dibujos las realizaciones que se prefieren. Sin embargo, debe entenderse que el dispositivo y el método no se limitan a las disposiciones e instrumentos precisos que se muestran.

35 La figura 1 es una vista en alzado lateral de una sonda de muestreo por inmersión orientada en la dirección de inmersión de acuerdo con una realización de la invención;

la figura 2 es una vista en planta superior de la sonda de muestreo por inmersión de la figura 1;

la figura 3 es una vista lateral en alzado de la sonda de muestreo por inmersión de la figura 1 provista de un conector de gas para conectarla a un soporte de sonda que contiene una vía neumática;

40 la figura 4 es una vista frontal en alzado del alojamiento de una cámara de muestras de dos partes de la sonda de muestreo por inmersión de la figura 1;

la figura 4A es una vista en planta inferior del alojamiento de la cámara de muestras que se muestra en la figura 4;

la figura 5 es una vista frontal en alzado de la placa de cubierta de la cámara de muestras de dos partes de la sonda de muestreo por inmersión de la figura 1;

45 la figura 5A es una vista en planta inferior de la placa de cubierta de la cámara de muestras que se muestra en la figura 5;

la figura 6 es una vista lateral en sección transversal de la sonda de muestreo por inmersión de la figura 3 tomada a lo largo de un plano paralelo a un eje longitudinal de la sonda;

la figura 7 es una vista frontal del alojamiento de la cámara de muestras mostrado en la figura 6 que contiene una muestra de metal solidificado en el mismo y adecuada para el análisis OES sin preparación;

la figura 7A es una vista lateral del alojamiento de la cámara de muestras que se muestra en la figura 7;

la figura 8 es una vista en alzado frontal del alojamiento de una cámara de muestras de dos partes según otra realización de la invención;

la figura 8A es una vista en planta inferior del alojamiento de la cámara de muestras que se muestra en la figura 8;

5 la figura 9 es una vista frontal en alzado de la placa de cubierta, configurada para ser ensamblada con el alojamiento de la cámara de muestras de las figuras 8-8A;

la figura 9A es una vista en planta inferior de la placa de cubierta de la cámara de muestras que se muestra en la figura 9;

10 la figura 10 es una vista lateral en sección transversal de una sonda de muestreo por inmersión que incluye un desoxidante, de acuerdo con otra realización de la invención, tomada a lo largo de un plano paralelo a un eje longitudinal de la sonda;

la figura 11 es una vista en sección transversal de la cavidad de muestras del alojamiento de la cámara de muestras de la figura 4 tomada a lo largo de un plano perpendicular a un eje longitudinal de la sonda;

15 la figura 12 es una vista frontal del alojamiento de la cámara de muestras que se muestra en las figuras 8-8A que contiene una muestra de metal solidificado en el mismo y que es adecuada para el análisis OES sin preparación; y

la figura 12A es una vista lateral del alojamiento de la cámara de muestras que se muestra en la figura 12.

Descripción detallada

La invención se refiere a una sonda de muestreo por inmersión para producir una muestra de metal de tira solidificada para realizar un análisis directo mediante OES.

20 Con referencia a la figura 1, se muestra una sonda de muestreo por inmersión 10 y, más particularmente, una sonda de muestreo de metal fundido 10. Más preferiblemente, la sonda 10 es adecuada para la inmersión y el muestreo de acero o hierro fundido. La sonda 10 comprende un cabezal de medición 5. El cabezal de medición 5 está hecho preferiblemente de arena de sílice unida a resina. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que el cabezal de medición 5 puede estar hecho de cualquier material que se sepa que es adecuado para formar un cuerpo para sumergirlo en metal fundido.

25 El cabezal de medición 5 se apoya en un tubo portador 1. Preferiblemente, el tubo portador 1 es un tubo portador de papel. En uso, un soporte de sonda o lanceta (no mostrada) se inserta preferiblemente en el volumen interior del tubo portador 1 para proporcionar la acción mecánica necesaria para sumergir el cabezal de medición 5 debajo de la superficie de un baño de metal fundido (no mostrado) en la dirección de inmersión I.

30 El cabezal de medición 5 comprende una cámara de muestras 3 para la recogida y recuperación de una muestra de metal fundido. Los expertos en la técnica entenderán que, si bien la cámara de muestras 3 se describe en el presente documento en términos de la sonda de muestreo por inmersión 10, la cámara de muestras 3 se puede utilizar con cualquier tipo de dispositivo de muestreo de metales fundidos. Por lo tanto, el ensamblaje y la configuración de la cámara de muestras 3 descrita en este documento se puede aplicar a cualquier tipo de dispositivo de muestreo de

35 metal fundido, no solo a la sonda de muestreo por inmersión 10. Preferiblemente, la cámara de muestras 3 es una cámara de muestreo de dos partes. Más particularmente, con referencia a la figura 2, la cámara de muestras 3 está compuesta por un alojamiento 30 y una placa de cubierta 32. El alojamiento 30 está formado preferiblemente por uno o más materiales que son buenos conductores térmicos y eléctricos, tales como, entre otros, aluminio, cobre y otros metales que tienen propiedades de conductividad térmica y eléctrica similares para ser acoplados eléctricamente a la muestra de metal recuperada. Preferiblemente, el alojamiento 30 está hecho con aluminio. La masa de la placa de cierre 32 representa preferiblemente del 10 al 20% de la masa total de la cámara de muestras 3. El alojamiento 30 puede estar marcado con medios de identificación mediante un método indestructible.

40 Las dos partes 30, 32 de la cámara de muestras 3 se mantienen preferiblemente sujetas por una abrazadera 4 (también conocida como pinza) con una fuerza de compresión suficiente para resistir una tendencia de las la tendencia de que las dos partes 30, 32 de la cámara de muestreo 3 se separen debido a la fuerza del metal fundido que fluye y llena la cámara de muestras 3. La abrazadera 4 es preferiblemente una abrazadera metálica. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que la abrazadera 4 puede estar hecha de otro material adecuado que sea capaz de sumergirse en metal fundido y que proporcione la fuerza de compresión necesaria.

50 Con referencia a la figura 1, el cabezal de medición 5 tiene un primer extremo 12 y un segundo extremo opuesto 14. El primer extremo 12 del cabezal de medición 5 se corresponde con un extremo de inmersión. El segundo extremo 14 del cabezal de medición 5 está configurado para mirar hacia la lanceta o el soporte de la sonda. La cámara de muestras 3 tiene un primer extremo 16 y un segundo extremo opuesto 18. El primer extremo 16 de la cámara de muestras 3 se

corresponde con un extremo de inmersión. Los expertos en la técnica entenderán que la expresión "extremo de inmersión" significa el extremo del cuerpo que primero se sumerge en metal fundido en la dirección de inmersión I.

5 La cámara de muestras 3 incluye una cavidad de muestras configurada para recibir metal fundido, como se describe con mayor detalle en este documento. La cavidad de muestras se extiende desde cerca del primer extremo 16 hacia el segundo extremo 18 de la cámara de muestras 3 a lo largo de un eje longitudinal X (véase la figura 4).

10 El primer extremo 16 de la cámara de muestras 3 está preferiblemente unido o provisto de otro modo de un conducto de entrada 7. Más particularmente, el primer extremo 16 del alojamiento de la muestra 30 tiene una primera abertura 20 para recibir el conducto de entrada 7 (véase la figura 4). La primera abertura 20 y, por lo tanto, el conducto de entrada 7 están alineados preferiblemente con la cámara de muestras 3 y, más en particular, con la cavidad de muestras 3. De este modo, el metal fundido se introduce en la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3 en la dirección de inmersión paralela al eje longitudinal X de la cavidad de muestras. El conducto de entrada 7 está hecho preferiblemente de un material de cuarzo, más preferiblemente un material de cuarzo fundido. Sin embargo, se entenderá que el conducto de entrada 7 puede estar hecho de cualquier otro material adecuado, que incluye, entre
15 otros, un material cerámico.

20 El conducto de entrada 7 tiene un primer extremo (no mostrado) y un segundo extremo opuesto 22 (véanse las figuras 4-4A). En una realización, el conducto de entrada 7 está asegurado dentro del cabezal de medición 5 por un casquillo 6 (véase la figura 1). El casquillo 6 está hecho preferiblemente de un material de cemento. El segundo extremo 22 del conducto de entrada 7 está adherido o unido al interior de la cámara de muestras 3 por un adhesivo 27 de una manera sustancialmente hermética al gas. Más particularmente, el segundo extremo 22 del conducto de entrada 7 está colocado completamente dentro de la primera abertura 20 del alojamiento 30 de la cámara de muestras 3 y está adherido mediante el adhesivo 27 para lograr una junta sustancialmente hermética al gas. "Sustancialmente hermética al gas" significa que el sello o la junta pueden ser completamente herméticos al gas o herméticos al gas en gran medida. En particular, con respecto a la unión del conducto de entrada 7 y el acoplador de gas 2 (descritos en el presente documento), las juntas formadas son preferiblemente herméticas al gas en la medida en que la cavidad de muestras pueda presurizarse por encima del nivel de presión a la profundidad de inmersión.
25

30 Haciendo referencia a las figuras 1 y 3, el primer extremo del conducto de entrada 7 se corresponde con un extremo de inmersión. El primer extremo no es visible en las figuras 1 y 3 porque está cubierto por una primera tapa de protección 8. Más particularmente, la primera tapa de protección 8 está unida al primer extremo del conducto de entrada 7 de una manera sustancialmente hermética al gas mediante el adhesivo 11. La primera tapa de protección 8 está preferiblemente hecha de metal, y más preferiblemente de acero. La primera tapa de protección 8 puede incluir una abertura (no mostrada) (p. ej., un orificio de 1 mm de diámetro) para asegurar que la cavidad de muestras pueda ser purgada lo suficiente y que todo el aire atrapado pueda ser evacuado de la misma. Una segunda tapa de protección 9, a su vez, cubre (y más específicamente abarca) la primera tapa de protección 8. La segunda tapa de protección 9 está unida al primer extremo 12 del cabezal de medición 5. Preferiblemente, la segunda tapa de protección 9 está hecha de metal, y más preferiblemente acero. En una realización, la segunda tapa de protección 9 está además protegida por una cubierta de papel (no mostrada).
35

40 Haciendo referencia a las figuras 1-2 y 4, el segundo extremo 18 del alojamiento de muestra 30 incluye una segunda abertura 33 para recibir un acoplador 2 y, más particularmente, un acoplador de gas 2. La segunda abertura 33 es, por lo tanto, una lumbrera de gas que preferiblemente está completamente contenida dentro del alojamiento 30. El acoplador 2 está sellado al alojamiento 30 dentro de la lumbrera de gas 33 en el segundo extremo 18 de la cámara de muestras mediante un adhesivo 26, para así lograr una junta sustancialmente hermética al gas. Por lo tanto, un extremo del acoplador 2 se coloca completamente dentro del cuerpo del alojamiento 30 de la cámara de muestras 3.

45 El acoplador 2 está configurado para coincidir con un conducto (no mostrado) y, más en particular, con un conducto de gas. Más particularmente, un primer extremo del conducto de gas está unido al acoplador 2 y un segundo extremo opuesto del conducto de gas está unido a un sistema neumático (no mostrado). El sistema neumático suministra preferiblemente un gas inerte a la cámara de muestras 3 a través del conducto de gas para purgar y presurizar la cámara de muestras 3. Los ejemplos del gas inerte que se puede usar para purgar y presurizar la cámara de muestras 3 incluyen, pero no se limitan a nitrógeno o argón. Preferiblemente, el gas inerte (p. ej., nitrógeno o argón) está a una presión de 2 bar. El sistema neumático también facilita la eliminación de los gases de escape de la cámara de muestras 3 a través del conducto de gas. Cuando un sistema neumático está en comunicación con la cámara de muestreo 3 de la sonda 10 a través del acoplador 2, hay una trayectoria continua de gas desde el extremo de inmersión del conducto de entrada 7 hasta la cámara de muestreo 3 (es decir, a lo largo del eje longitudinal X) que está sustancialmente libre de fugas, y aun así, la cámara de muestras 3 se desmonta fácilmente para acceder a la muestra.
50

55 Con referencia a la figura 3, en una realización, el acoplador 2 está provisto de un conector de gas 23 configurado para coincidir con un receptáculo correspondiente en el soporte de la sonda. Más particularmente, el conector de gas 23 es un tipo de conjunto de conector de empuje/tracción e incluye una junta tórica 24 para el sellado de gas en una superficie coincidente con el soporte de la sonda.

En uso, el cabezal de medición 5 se sumerge en un baño de metal fundido y la cámara de muestras 3 se purga y se

presuriza mediante el gas inerte que se suministra a través del sistema neumático y que se desplaza desde el acoplador 2 hacia el conducto de entrada 7 a lo largo del eje longitudinal X. Después de sumergir el cabezal de medición 5 debajo de la superficie del baño de metal fundido, la segunda tapa de protección 9 y la cubierta de papel (si está presente) se funden debido al calor del metal fundido, exponiendo así la primera tapa de protección 8 al metal fundido. Posteriormente, la primera tapa de protección 8 también se funde, haciendo así que la cámara de muestras 3 esté en comunicación fluida con el baño de metal fundido a través del conducto de entrada 7. Más particularmente, cuando se funde la segunda tapa de protección 8, la presión del gas inerte sale de la cámara del muestreador 3 a través del conducto de entrada abierto 7 (es decir, a través del primer extremo del conducto de entrada 7) hasta que el sistema neumático vuelva de un modo de purga a un modo de escape o vacío. Luego, el metal fundido entra en la cámara de muestras 3 a través del conducto de entrada 7, particularmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo 22 y posteriormente hacia la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3, mientras que el gas sale de la cámara de muestras 3 a través del acoplador 2. El gas sale preferiblemente debido a la presión ferrostática natural del metal fundido de relleno, pero también puede salir debido a un ligero vacío aplicado en el conducto de gas por medio de un equipo remoto.

Las figuras 4-6 muestran con mayor detalle la cámara de muestras de dos partes 3 de la sonda 10. El alojamiento 30 de la cámara de muestras 3 tiene un primer lado o cara 40 y un segundo lado o cara opuestos 42 (véanse las figuras 4A y 6). La primera cara 40 es una cara de análisis, lo que significa que es el lado geométrico del alojamiento 30 en el que se recoge la muestra y que, por lo tanto, está configurado para colocarse boca abajo en la plataforma del espectrógrafo de emisión óptica durante el análisis. La dirección descendente, en este caso, es una dirección hacia la fuente de chispa de un sistema OES. La primera cara 40 se extiende entre el extremo de inmersión y el extremo opuesto del alojamiento 30. Más particularmente, la primera cara 40 se extiende en un primer plano AF desde el primer extremo 16 hasta el segundo extremo 18 de la cámara de muestras 3. En el segundo extremo 18 de la cámara de muestras 3, se proporciona una lumbrera de gas 33 que está preferiblemente contenida totalmente dentro del alojamiento 30. La lumbrera de gas 33 recibe el acoplador 2 (como se muestra en la figura 1 o 3) que, como se describe en la presente memoria, se sella en el alojamiento 30 de manera sustancialmente hermética al gas por medio del adhesivo 26 (véase la figura 3).

Haciendo referencia a las figuras 4 y 6, las partes de la primera cara 40 están ahuecadas para formar diferentes regiones o zonas de la cámara de muestras 3 para la ventilación y la recogida de metal fundido. Más particularmente, la primera cara 40 del alojamiento 30 incluye varios rebajes que forman colectivamente la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3, tal y como sigue: una primera región 34 cercana al primer extremo 16 de la cámara de muestras 3 y en comunicación directa con el conducto de entrada 7, una segunda región 35, que cubre la primera región 34, y una tercera región 36, adyacente a la segunda región 35. La primera cara 40 también incluye un rebaje adicional en forma de una cuarta región 38 cercana al segundo extremo 18 de la cámara de muestras 3 y en comunicación directa con la lumbrera de gas 33. La lumbrera de gas 33 (y, por lo tanto, el acoplador 2) y el conducto de entrada 7 están ubicados en el alojamiento 30, de manera que están en comunicación directa y alineados con la cavidad de muestras de la cámara de muestra 3. Más particularmente, la lumbrera de gas 33 y el conducto de entrada 7 se extienden preferiblemente paralelos a la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3, y más preferiblemente la lumbrera de gas 33 y el conducto de entrada 7 se extienden a lo largo de un eje longitudinal X en común de la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3.

Con referencia a la figura 6, la cuarta región 38 es un volumen de conexión definido por una muesca o rebaje formado en la primera cara 40 del alojamiento 30 de la cámara de muestras 3. Así, el volumen de conexión 38 tiene un extremo abierto 38a en la primera cara 40. El volumen de conexión 38 está en comunicación de gas con la lumbrera de gas 33. Como el metal fundido generalmente se solidifica en la tercera región 36, como se describe en la presente memoria, el volumen de conexión 38 no se considera, por lo general, parte de la cavidad del alojamiento de la muestra para recibir metal fundido.

La tercera región 36 es una zona de ventilación que está en comunicación de gas con el volumen de conexión 38. La zona de ventilación 36 está definida por una muesca o rebaje formado en la primera cara 40 del alojamiento 30. Por lo tanto, la zona de ventilación 36 tiene un extremo abierto 36a en la primera cara 40 y un extremo inferior cerrado opuesto 36b. Una línea central de la zona de ventilación 36 se alinea preferiblemente con la segunda región 35 y con el acoplador de gas 2.

La segunda región 35 es una zona de análisis. La zona de análisis 35 se define por una muesca o rebaje alargado formado en la primera cara 40 del alojamiento 30. Así, la zona de análisis 35 tiene un extremo abierto 35a en la primera cara 40 y un extremo inferior opuesto parcialmente cerrado 35b. Más particularmente, el límite físico del extremo inferior cerrado 35b solo se extiende a través de una porción de la longitud de la zona de análisis 35.

En una realización, los extremos opuestos (es decir, el extremo anterior y el extremo posterior en términos de la dirección de inmersión I) de la zona de análisis 35 están redondeados para facilitar el mecanizado. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que los extremos pueden tener cualquier forma.

Una parte de la zona de análisis 35 se superpone a la primera región 34 de la cámara de muestras 3. Más particularmente, el extremo anterior de la zona de análisis 35 (es decir, el extremo anterior de la zona de análisis 35 cerca del extremo de inmersión 16 de la cámara de muestras 3) se superpone y está en comunicación directa con la

primera región 34 (véase la figura 6). Por lo tanto, la parte de la zona de análisis 35 que cubre la primera región 34 no está limitada físicamente por el extremo inferior cerrado 35b. La primera región 34 es una zona de distribución que está en comunicación directa con el conducto de entrada 7. Más particularmente, el metal fundido se introduce directamente en la zona de distribución 34 desde el segundo extremo 22 del conducto de entrada 7. Como tal, el conducto de entrada 7 está colocado de manera que se encuentre en comunicación de flujo directo con la zona de distribución 34 en una dirección paralela al eje longitudinal X.

De nuevo, no hay una delimitación física entre la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34. Sin embargo, estas se consideran zonas separadas en términos de las dimensiones prescritas para la práctica de la invención. En particular, el límite imaginario entre la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34, como se indica con una línea discontinua 35c en la figura 6, es esencialmente una extensión del extremo inferior cerrado 35b, es decir, el límite 35c entre la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34 es el mismo que el del extremo inferior cerrado 35b. Se prefiere que la zona de análisis 35 tenga una profundidad uniforme sobre la zona de distribución 34, como se explica con mayor detalle en este documento.

En conjunto, el volumen de conexión 38, la zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34 forman el volumen hueco de la cámara de muestras 3. La zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34 comprenden colectivamente la cavidad que recibe el metal fundido, lo que quiere decir la cavidad de muestras, en la cual se introduce el metal fundido (y más particularmente, el acero fundido o el hierro) a lo largo del eje longitudinal X, se recoge, luego se solidifica para formar una muestra de metal solidificado S, y finalmente se analiza directamente. La zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34 son regiones contiguas.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 6, la primera cara 40 del alojamiento 30 incluye una porción elevada 39 que abarca los rebajes del volumen de conexión 38, la zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34. Más particularmente, la porción elevada, denominada en el presente documento "reborde 39", rodea periféricamente el volumen colectivo del volumen de conexión 38, la zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34. El borde superior o distal 39a del reborde 39 está preferiblemente a una altura de 0,2 mm a 0,5 mm, y más preferiblemente de 0,3 mm, con respecto al resto de la primera cara 40 (es decir, con respecto al primer plano AF). De este modo, el borde distal 39a del reborde periférico 39 se encuentra en un segundo plano AP, que está separado del primer plano AF de la primera cara 40. En el presente documento, el segundo plano AP se denomina "plano de análisis". Cuando la cámara de muestras 3 se llena con metal, la superficie analizable AS de la muestra de metal solidificado AS se encuentra en el plano de análisis AP, como se describe en la presente memoria con mayor detalle.

Haciendo referencia a las figuras 5-5A, la placa de cubierta 32 no necesita estar formada por el mismo material que el alojamiento 30. A diferencia del alojamiento 30, la placa de cubierta 32 no tiene que estar formada por un material que sea un buen conductor eléctrico. La placa de cubierta 32, p. ej., puede estar formada de sílice fundida o de un material cerámico refractario. Preferiblemente, sin embargo, la placa de cubierta 32 está formada con el mismo material que el alojamiento 30.

Preferiblemente, para fines prácticos de ensamblaje, la placa de cubierta 32 tiene aproximadamente la misma anchura y longitud que el alojamiento 30. Sin embargo, se entenderá que la placa de cubierta 32 no se limita a tales dimensiones y puede tener una anchura y longitud mayores o menores que la del alojamiento 30.

La placa de cubierta 32 tiene un primer lado o cara 44 y un segundo lado o cara opuestos 46. La placa de cubierta 32 tiene preferiblemente un espesor entre 1 mm y 5 mm que se extiende desde la primera cara 44 hasta la segunda cara 46. La primera cara 44 de la placa de cubierta 32 está configurada para orientarse hacia el alojamiento 30 y, más en particular, la primera cara 40 del alojamiento 30 en la configuración ensamblada de la cámara de muestras 3. En la primera cara 44 de la placa de cubierta 32 se proporciona un elemento de sellado 31 para colocarse entre el alojamiento 30 y la placa de cubierta 32 en la configuración ensamblada de la cámara de muestras 3. El elemento de sellado 31 es preferiblemente un elemento de sellado de gas. Más en particular, el elemento de sellado 31 es una junta. La junta 31 está dimensionada preferiblemente para abarcar o rodear el reborde 39 en la configuración ensamblada de la cámara de muestras 3. La junta 31 puede tener cualquier forma. Preferiblemente, sin embargo, la junta 31 tiene la misma forma que la del reborde 39 de la primera cara 40 del alojamiento 30.

En una realización, la junta 31 está formada con silicona o cualquier polímero similar. Los expertos en la técnica entenderán que la junta 31 puede estar formada por cualquier material que proporcione un cierre hermético a los gases entre la placa de cubierta 32 y el alojamiento 30. Después de que el material de la junta 31 se aplique en la primera cara 44 de la placa de cubierta 32, la junta 31 se deja secar antes de que la placa de cubierta 32 se ensamble con el alojamiento 30 y se asegure entre sí mediante la abrazadera 4, asegurando de esta manera que la junta 31 no se adhiera al alojamiento 30.

Los expertos en la técnica entenderán que la junta 31 puede formarse alternativamente como junta tórica o con un material de junta plana sin apartarse del alcance de la invención. En otra realización, p. ej., la junta 31 es una lámina de plástico aplicada como junta plana, preferiblemente con un espesor de 0,04 a 0,1 mm. La junta plana, p. ej., puede estar formada por la cinta de protección de la superficie, producto n.º 4011a, fabricada por 3M™.

En la configuración ensamblada de la cámara de muestras 3, como se muestra en la figura 6, la placa de cubierta 32 y el alojamiento 30 se ensamblan juntos a lo largo del plano de análisis AP para formar la cavidad de muestras que incluye la zona de distribución 34, la zona de análisis 35 y la zona de ventilación 36. Más en particular, la placa de cubierta 32 descansa en el reborde 39 del alojamiento 30 (es decir, en el plano de análisis AP) y la junta 31 hace contacto con la primera cara 40 del alojamiento 30, de manera que la junta 31 rodea o engloba el reborde 39. Más en particular, en la configuración ensamblada de la cámara de muestras 3, la placa de cubierta 32 se asienta a ras frente al reborde 39 en el plano de análisis AP y está sellada en la primera superficie 40 del alojamiento 30, en un ajuste de tipo junta debido al sellado de la junta 31 frente a la primera superficie 40.

De este modo, la placa de cubierta 32 cierra la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3. De nuevo, la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3 es el volumen en el que se introduce el metal fundido a lo largo del eje longitudinal X desde el conducto de entrada 7, se recoge y luego rápidamente se enfría para formar la muestra de metal solidificado S y, más en particular, la muestra de acero con forma de tira o hierro solidificado S. Como tal, solo hay dos aberturas formadas en la cámara de muestras ensamblada 3, en concreto, la primera abertura 20 en comunicación con el conducto de entrada 7 y la abertura de la lumbrera de gas 33 en comunicación con el acoplador 2. Ninguna porción de la placa de cubierta 32 contribuye al volumen de la muestra de metal solidificado recuperada. La superficie de análisis de la muestra de acero o hierro solidificado S alojada con la cavidad de muestras reside en el plano de análisis AP. Además, la primera abertura 20 y el conducto de entrada asociado 7 y la lumbrera de gas 33 y el acoplador asociado 2 están separados y no se intersecan con el plano de análisis AP.

De aquí en adelante, una longitud L de cada zona 34, 35, 36 se describe en términos de una dimensión paralela y alineada con el eje longitudinal X de la cavidad de muestras, una anchura W de cada región 34, 35, 36 se describe en términos de una dimensión perpendicular al eje longitudinal X; y una profundidad D de cada zona 34, 35, 36 se describe en términos de una dimensión perpendicular al eje longitudinal X y perpendicular a la dimensión de la anchura. Más en particular, la profundidad de cada zona 34, 35, 36 se mide desde un punto a lo largo del plano de análisis AP hasta el extremo inferior o límite de cada zona 34, 35, 36, porque la cavidad de muestras de la cámara de muestras 3 está delimitada en un extremo por las zonas 34, 35, 36 y en el otro extremo por la placa de cubierta 32 que se encuentra en el plano de análisis.

Las dimensiones de longitud L, anchura W y profundidad D se muestran más claramente en la figura 4, figura 6 y figura 11. La dimensión del área de la sección transversal, comentada en el presente documento, es equivalente a una dimensión de anchura W multiplicada por una dimensión de profundidad D (véase la figura 11).

La zona de análisis 35 tiene una anchura W_A de entre 8 y 12 mm, preferentemente de 10 mm. La longitud L_A de la zona de análisis 35, que se extiende desde el extremo anterior hasta el extremo posterior (el extremo posterior de la zona de análisis correspondiente al extremo anterior de la zona de ventilación 36) es de 25 a 35 mm, preferiblemente de 30 mm. La profundidad D_A de la zona de análisis 35 se extiende desde un punto a lo largo del plano de análisis AP hasta el extremo inferior cerrado 35b y el límite 35c (es decir, la base del rebaje). La profundidad D_A de la zona de análisis 35 es de 0,5 mm a 3 mm, preferiblemente de 2 mm.

En una realización, la anchura W_A de la zona de análisis 35 se ahúsa ligeramente a lo largo del eje longitudinal X, de modo que el área de la sección transversal de la zona de análisis 35 (es decir, el área de la sección transversal de la zona de análisis 35, tomada a lo largo del plano perpendicular al eje longitudinal X, como se muestra en la figura 11) está en un máximo cercano al extremo de inmersión 16 de la cámara de muestras 3 y se ahúsa ligeramente hacia la zona de ventilación 36. Más en particular, las paredes que definen la anchura W_A de la zona de análisis 35 (es decir, las paredes que se extienden perpendiculares a la primera cara 40) se ahúsan ligeramente en la dirección del eje longitudinal X, de modo que la anchura W_A de la zona de análisis 35 es mayor en el primer extremo 16 de la cámara de muestras 3 cercana al conducto de entrada 7 y disminuye en la dirección del eje longitudinal X hacia la zona de ventilación 36. Como tal, la zona de análisis 35 puede acomodar la contracción del solidificación de metal fundido sin esfuerzo excesivo en la sección transversal delgada de la muestra de metal solidificado S.

El área de la sección transversal del conducto de entrada 7, es decir, la sección transversal del conducto de entrada 7 tomada a lo largo del plano perpendicular al eje longitudinal X, como se muestra en la figura 11, depende del área de la sección transversal de la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34. Preferiblemente, el área de la sección transversal del conducto de entrada 7 es entre 0,5 y 2 veces el área de la sección transversal de la zona de análisis 35. Más en particular, el cociente entre el conducto de entrada 7 y el análisis la zona 35 es mayor que 0,5 y menor que 2. Preferiblemente, el área de la sección transversal del conducto de entrada 7 es de entre 0,20 y 0,70 veces el área de la mayor sección transversal de la zona de distribución 34 y, por lo tanto, disminuye la velocidad de entrada requerida para la mezcla de metales, incluida la incorporación de cualesquiera desoxidantes. Más preferiblemente, el área de la sección transversal del conducto de entrada 7 es 0,55 veces el área de la sección transversal más grande de la zona de distribución 34. Si el área de la sección transversal del conducto de entrada 7 es demasiado pequeña (es decir, menos de 0,5 veces el área de la sección transversal de la zona de análisis 35 y/o menos de 0,20 veces el área de la sección transversal más grande de la zona de distribución 34), entonces no hay suficiente desaceleración del metal fundido que entra para lograr una mezcla óptima de desoxidantes y reducir el flujo turbulento, y se produce un mal llenado. Si el área de la sección transversal del conducto de entrada 7 es demasiado grande (es decir, más de 2 veces el área de la sección transversal de la zona de análisis 35 y/o mayor que 0,70 veces el área de la sección transversal más grande de la zona de distribución 34), entonces, la zona de distribución 34, cuando está llena, agrega

calor sensible a la muestra de metal fundido que debe eliminarse con más masa de alojamiento 30, alejándose así de una solución económica.

La zona de distribución 34, como se describió anteriormente, se encuentra debajo de la zona de análisis 35 y, por lo tanto, no influye en la longitud total L_A de la zona de análisis 35. El volumen de la zona de distribución 34 está delimitado por la zona de análisis 35 y, más en particular, por el límite 35c, en su extremo superior, así como por sus paredes laterales opuestas 34a, 34b y su superficie inferior 34c (véase la figura 11). Las paredes laterales 34a, 34b son sustancialmente perpendiculares al plano de análisis AP. La anchura W_D de la zona de distribución 34 (es decir, la distancia que abarca las paredes laterales 34a, 34b) tampoco excede preferiblemente la anchura W_A de la zona de análisis 35 y preferiblemente no es menor que el diámetro interior del conducto de entrada 7. Preferiblemente, la anchura W_D de la zona de distribución 34 es igual al diámetro interior del conducto de entrada 7. Una primera porción de la superficie inferior 34c (es decir, la superficie opuesta a la zona de análisis 35) de la zona de distribución 34 se extiende en un plano horizontal paralelo al eje longitudinal X. Una segunda porción de la superficie inferior 34c está inclinada, y más particularmente se extiende hacia arriba en un ángulo α , y se interseca con el extremo inferior cerrado 35b de la zona de análisis 35 en un ángulo α entre 40° y 90° , preferiblemente 60° . La zona de distribución 35 termina en esta intersección. Como tal, la profundidad de la zona de distribución 34 disminuye en la dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada 7 hacia el acoplador de gas 2.

La profundidad D_V de la zona de ventilación 36 varía entre aproximadamente 0,1 y 1 mm, la longitud L_V de la zona de ventilación 36 es de aproximadamente 5 mm, y la anchura W_V de la zona de ventilación 36 es preferiblemente igual o menor que la anchura W_A de la zona de análisis 35. La profundidad D_V de la zona de ventilación 36 está en su máximo en el extremo más cercano al extremo de inmersión 16 de la cámara de muestras 3. Es decir, la profundidad D_V de la zona de ventilación 36 disminuye ligeramente desde la dirección de inmersión I hacia el volumen de conexión 38. Más particularmente, se prefiere una reducción gradual de la profundidad D_V de la zona de ventilación 36 desde el extremo posterior de la zona de análisis 35 hasta el final de la zona de ventilación 36 se prefiere de 1 mm a 0,2 mm.

No hay aumentos en la anchura de la cavidad de muestras después del final de la zona de distribución hasta el acoplador de gas o aumentos en las dimensiones de profundidad de la cavidad de muestras en la dirección del flujo del acero o hierro fundido desde el conducto de entrada 7 hacia el acoplador de gas 2, de manera que el metal que se contrae durante la solidificación puede moverse libremente hacia el conducto de entrada 7.

El área de la sección transversal de la zona de análisis 35 (es decir, la anchura W_A de la zona de análisis 35 multiplicada por la profundidad D_A de la zona de análisis 35) es de entre 2,5 y 10 veces el área de la sección transversal de la zona de ventilación 36 (es decir, la anchura W_V de la zona de ventilación 36 multiplicada por la profundidad D_V de la zona de ventilación 36). Por lo tanto, el área de sección transversal máxima de la zona de ventilación 36 es de entre 2 y 8 mm².

Las diversas zonas 34, 35, 36 de la cámara de muestras 3, como se comentó anteriormente, se corresponden con diferentes porciones de la muestra de metal solidificado S formada en la cámara de muestras 3. Como tal, las dimensiones de la zona de ventilación 36, la zona de análisis 35 y la zona de distribución 34 se corresponden con las dimensiones de varias porciones de la muestra de metal solidificado S formada en ellas. Una profundidad de cada una de las zonas 36, 35, 34, p. ej., se corresponde con el espesor de una parte correspondiente de la muestra de metal solidificado S.

Las figuras 8-9A muestran una cámara de muestras alternativa que es esencialmente la misma que la cámara de muestras 3, excepto por ciertas diferencias en las configuraciones del alojamiento 60 y la placa de cubierta 62, como se explica más adelante. El alojamiento 60 incluye un volumen de conexión 68, una zona de ventilación 66, una zona de análisis 65 y una zona de distribución 64, que son iguales que el volumen de conexión 38, una zona de ventilación 36, una zona de análisis 35 y una zona de distribución 34, respectivamente, del alojamiento 30. El alojamiento 60 también está provisto de una lumbrera de gas 63 en un extremo, similar a la lumbrera de gas 33 de la cámara de muestras 3, y un conducto de entrada 67, similar al conducto de entrada 7 de la cámara de muestras 3. El alojamiento 60 también tiene un primer lado o cara 70 que es una cara de análisis y que se extiende en un primer plano AF, y una segunda cara opuesta 72. A diferencia del alojamiento 30, el alojamiento 60 no incluye un reborde elevada (es decir, el reborde elevado 39 del alojamiento 30). Haciendo referencia a las figuras 9-9A, la placa de cubierta 62 tiene una primera cara 74 configurada para orientarse hacia el alojamiento 60 en la configuración ensamblada de la cámara de muestras. Se proporciona una junta 61 en la primera cara 74 de la placa de cubierta 62 para colocarse entre el alojamiento 60 y la placa de cubierta 62 en la configuración ensamblada de la cámara de muestras. A diferencia de la placa de cubierta 32 de la cámara de muestras 3, la placa de cubierta 62 incluye además una parte central elevada 69 que se extiende desde su primera cara 74. La parte central elevada 69 tiene una altura de entre 0,2 mm y 0,5 mm, preferiblemente de 0,3 mm. La junta 61 rodea o abarca la parte central elevada 69.

En la configuración ensamblada de la cámara de muestras, la parte central elevada 69 de la placa de cubierta 62 se asienta a ras frente al alojamiento 60, con la junta 61 para sellar a la primera cara 70 del alojamiento 60. Por lo tanto, la placa de cubierta 62 cierra el volumen abierto de la cámara de muestreo vaciado del material del alojamiento 60 para formar el volumen de conexión 68, una zona de ventilación 66, una zona de análisis 65 y una zona de distribución 64. En esta realización, el plano de análisis AP es igual al plano AF de la cara de análisis 70.

Con referencia a la figura 10, se muestra una realización alternativa de la cámara de muestras 3, 3', que incluye además un desoxidante en forma de tira 71. Varios números de referencia utilizados para describir la cámara de muestras 3 que se muestra en la figura 6 se repiten en la figura 10, pero no se repiten en el presente documento con respecto a la discusión de la figura 10, ya que identifican los mismos componentes ya descritos con respecto a la figura 6. El desoxidante es preferiblemente aluminio, pero alternativamente puede ser zirconio, titanio u otros desoxidantes similares conocidos la técnica. La anchura y el grosor de la tira de desoxidante 71 son de aproximadamente 2 mm y 0,1 mm, respectivamente. La tira desoxidante 71 está anclada al conducto de entrada 7 en su segundo extremo 22, opuesto a la dirección de inmersión I, mediante un codo 73 sobre el segundo extremo 22 del conducto de entrada 7, resistiendo así la fuerza del gas de purga para inyectar la tira desoxidante metálica 71 en el baño fundido. La longitud de la tira desoxidante metálica 71 es preferiblemente tan larga como la longitud del conducto de entrada 7 que está albergado en el cabezal de medición 5. Una porción 72 de la tira desoxidante metálica 71 ubicada en el conducto de entrada 7 está preferiblemente torcida al menos 90° para colocar su anchura perpendicular al conducto de entrada de la pared 7.

El enfriamiento rápido del metal fundido recogido en la cámara de muestras 3 se logra en gran parte debido al cociente entre la masa de la cámara de muestras 3 (es decir, la masa de la placa de cubierta 32 más la masa del alojamiento 30) y el volumen del metal fundido recogido que se convierte en una masa. En el caso del acero fundido, que tiene una densidad fundida aproximada de 7 g/cm³, o en el caso del hierro fundido, que tiene una densidad fundida aproximada de 6,8 g/cm³, el cociente entre la masa de la cámara de muestras 3 y la masa del metal fundido recogida dentro de la cámara de muestras 3 (calculada en función del volumen recogido en ella) está preferiblemente en el intervalo de 9 a 12, más preferiblemente 10, con el fin de asegurar una superficie de análisis libre de óxido AS.

Por lo tanto, mientras que los vacíos internos de la zona de análisis 35, la zona de ventilación 36 y la zona de distribución 34 satisfacen preferiblemente los criterios dimensionales específicos descritos anteriormente, las dimensiones generales de la cámara de muestras 3 (compuesta por la placa de cubierta 2 y el alojamiento 30) también son preferiblemente cumplir con ciertos criterios para conseguir el cociente de masa deseada entre la masa de la cámara de muestras 3 y la masa del metal fundido recogida dentro de la cámara de muestras 3. Un experto en la técnica entenderá que la anchura, profundidad y/o longitud totales del alojamiento 30 o la placa de cubierta 32 pueden ajustarse según sea necesario para aumentar o disminuir la masa del alojamiento 30, sin cambiar los vacíos internos necesarios para crear la cavidad de muestras.

En particular, una vez que se hacen ajustes para los diámetros exteriores del segundo extremo 22 del conducto de entrada 7 y el acoplador de gas 2, de modo que ambos estén completamente contenidos dentro del alojamiento de la muestra, se pueden ajustar fácilmente una o más dimensiones del alojamiento 30 para cumplir con el requisito de cociente de masa para que la masa de la cámara de muestras 3 (donde la placa de cubierta 32 represente del 10 al 20% de la masa de la cámara de muestras 3) sea entre 9 y 12 veces, preferiblemente 10 veces, la masa de la muestra de metal S.

Con el fin de recuperar una muestra de metal fundido adecuada para el análisis utilizando una OES de un baño de metal fundido, los siguientes ejemplos proporcionan procedimientos y configuraciones ejemplares que no son parte de la invención.

Ejemplo 1

La sonda 10, que incluye la cámara de muestras 3 que se muestra en la figura 6, está acoplada neumáticamente al soporte de la sonda con el conector simple de empuje/tracción 23. El conector 23 está directamente conectado a la cámara de muestreo 3 por el acoplador 2 o a una distancia unida por una vía neumática. El cierre del circuito de gas proporciona una ligera sobrepresión del gas de purga inerte. Usando el soporte de la sonda para una ventaja mecánica, la sonda 10 se sumerge en un baño de metal fundido y permanece a una distancia predeterminada por debajo de la superficie del metal durante un tiempo específico. Durante esta inmersión, la tapa protectora 9 del cabezal de medición 5, que está diseñada para soportar la destrucción mientras pasa a través de la escoria que flota sobre la superficie metálica, se funde, exponiendo así la tapa protectora más pequeña 8 del conducto de entrada 7. Como después también se funde la primera tapa protectora 4, se libera la sobrepresión del gas inerte y el gas de purga inerte fluye desde el soporte de la sonda a través del conector de gas 23 (si está presente) y el acoplador 2 al volumen de conexión 38, la zona de ventilación 36, la zona de análisis 35, la zona de distribución 34, que subyace en la zona de análisis 35, y el volumen interno 7a del conducto de entrada. El conector de gas 23 (si está presente) y el acoplador 2 se adhieren por medio del adhesivo 26 al alojamiento 30 de manera sustancialmente hermética al gas mediante, y el conducto de entrada 7 se adhiere por medio del adhesivo 27 al alojamiento 30 de manera sustancialmente a prueba de gas. Más particularmente, el segundo extremo 22 del conducto de entrada 7 está totalmente contenido dentro del alojamiento 30 y se adhiere en él de manera sustancialmente hermética al gas por medio del adhesivo 27.

Este gas de purga elimina la atmósfera ambiental potencialmente oxidante, en primer lugar, dentro de la cámara de muestreo 3 y continúa fluyendo durante unos segundos más, lo que permite descargar los restos de la segunda tapa protectora 9 y cualquier escoria que haya sido arrastrada hacia abajo pegada al cabezal de medición 5. Después, las válvulas neumáticas se cambian momentáneamente de purga a escape o vacío, de modo que la dirección del gas de purga se invierte para eliminar la sobrepresión, permitiendo en particular que el exceso de presión dentro de la cámara de muestras 3 se escape por la ruta inversa, como se mencionó anteriormente, y salga de la cámara de muestras 3.

- Con esto, el metal fundido del baño de metal fundido (que no se muestra) entra y llena el conducto de entrada 7 y se descarga desde el volumen 7a del conducto de entrada 7 hasta la zona de distribución 34 de la cámara de muestras 3. Después, el metal fundido se introduce la zona de análisis 35 que cubre la zona de distribución 34 y llena la zona de análisis 35. Una porción del metal fundido continuará fluyendo hacia el acoplador 2 en el segundo extremo de la cámara de muestras 3, llenando así, al menos parcialmente o incluso completamente, la estrecha zona de ventilación 36. A continuación, el soporte de la sonda se mueve en la dirección opuesta, retirando la cámara de muestras llena del baño fundido. Un experto en la técnica reconocerá que en la técnica se conoce la descripción básica del soporte de la sonda y de las válvulas y conmutadores neumáticos necesarios para llevar a cabo el muestreo asistido neumáticamente y no forman parte de la presente invención.
- El pequeño tamaño del acero o hierro fundido recuperado se enfría por medio del alojamiento 30 y la placa de cubierta 32, incluso cuando la sonda de medición se retira del recipiente de proceso. La velocidad de extracción de calor de la muestra fundida enfría en un minuto el metal fundido a temperaturas tan altas como 1750 °C a 100 °C o a temperatura ambiente, lo que esencialmente elimina todo el enfriamiento externo requerido en el muestreo convencional y permite el desmoldeo inmediato sin la oxidación potencial de la superficie, que normalmente se produciría al exponer una superficie metálica caliente a una atmósfera que contiene oxígeno.
- Cuando el metal fundido se congela en la cámara de muestras 3, la muestra de metal solidificado S se forma inseparablemente del alojamiento 30, como se muestra en las figuras 7-7A.
- El ligero ahusamiento en la zona de ventilación 36 fomenta el enfriamiento del metal fundido antes de que alcance el acoplador de gas 2 y asegura que la muestra de metal solidificado pueda encogerse hacia la zona de análisis 35. Más particularmente, el metal fundido que llena la zona de ventilación 36 se congela preferiblemente de forma completa en la zona de ventilación 36 antes de alcanzar el volumen de conexión 38.
- El metal fundido se congela en la zona de análisis 35 frente a la placa de cubierta 32 y, más particularmente, frente a la primera superficie 44 de la placa de cubierta 32, formando así la superficie de análisis AS de la muestra S, que es la superficie configurada para colocarse boca abajo en la plataforma del espectrógrafo de emisión óptica durante el análisis de la muestra S. La superficie de análisis AS se extiende en el plano donde la primera cara 44 de la placa de cubierta 32 hace contacto directo con la superficie formada por el reborde 39 (es decir, el plano de análisis AP). Haciendo referencia a las figuras 7-7A, la superficie de análisis AS se extiende en el mismo plano que el reborde 39 del alojamiento 30, en concreto, el plano de análisis AP. Más en particular, tanto la superficie de análisis AS de la muestra de metal solidificado S que colinda con la primera superficie 44 de la placa de cubierta 32 como el reborde metálico 39 en contacto con la primera superficie 44 de la placa de cubierta 32 extienden el plano de análisis AP para ayudar a cerrar la abertura de la OES.
- El cabezal de medición 5 se fractura fácilmente, permitiendo la extracción de la cámara de muestreo 3 del tubo portador 1 en la dirección de inmersión I hacia adelante. Se retira la pinza 4 que sujeta la cámara de muestras 3 de dos partes. Haciendo referencia a las figuras 7-7A, se muestra la cámara de muestras desensamblada 3. A diferencia de los dispositivos de muestreo convencionales, la muestra S permanece unida al alojamiento de muestra 30. Por lo tanto, el término "muestra", cuando en el presente documento se hace referencia a la muestra para pruebas de metal proporcionada a la OES, se refiere a la combinación inseparable de la muestra solidificada recuperada y el alojamiento de la muestra 30.
- Más en particular, las figuras 7-7A muestran el alojamiento 30 que contiene una muestra de metal solidificado S contenida de forma inseparable en su interior, sin mostrarse la placa de cubierta 32, ya que se ha desmontado del alojamiento 30. La superficie de análisis AS comprende la superficie de la porción 55 de la muestra S formada en la zona de análisis 35, que se asienta por encima de la zona de distribución de relleno de metal 34. La porción restante 56 de la muestra S que se extiende desde y contigua a la porción de la zona de análisis 55 está formada por un metal que ha fluido y se ha solidificado dentro de la zona de ventilación 36. Por tanto, la parte restante 56 de la muestra S puede incluir irregularidades, como la estructura irregular 58, que no influyen en el análisis posterior de OES. La superficie de análisis AS se encuentra en el plano de análisis AP y no hay partes o materiales adherentes extraños que puedan romper el plano de análisis AP. Es decir, la inseparabilidad de la muestra S y del alojamiento 30 da como resultado una extensión del alojamiento 30 a cada lado del metal solidificado, en concreto, por el reborde 39, a lo largo del plano de análisis.
- La muestra (es decir, el alojamiento 30 que contiene la muestra de metal solidificado S, en la forma mostrada en las figuras 7-7A) se proporciona después a la OES mediante los medios convencionales y se analiza directamente mediante la OES sin preparar la superficie. El enfriamiento rápido de la muestra S evita la oxidación de la superficie que se produce normalmente durante la etapa de desmoldeo. Esto elimina la necesidad de rectificado mecánico y facilita el análisis rápido de la muestra S y el informe de la química al proceso del metal en espera de estos resultados. Debido a que el conducto de entrada 7 y la lumbrera de gas 33 (así como el acoplador de gas 2) están situados dentro del alojamiento 30 separados y, más en particular, por debajo del plano de análisis (así como por debajo de la cara de análisis 40), en lugar de estar en ambos lados, como se encuentra normalmente en los moldes de concha de almeja la técnica anterior, donde estos componentes se encuentran a lo largo de la línea de separación del molde, no es necesario retirar el conducto de entrada 7 y el acoplador de gas 2 del alojamiento 30, para obtener una superficie libre de óxido, permitiendo así la creación de una muestra de metal solidificado que se puede colocar directamente en una

OES sin preparación (es decir, análisis sin preparación). Es decir, ninguna parte del conducto de entrada 7 y la lumbrera de gas 33/acoplador de gas 2 se intersecan con el plano de análisis AP, de manera que el conducto de entrada 7 y la lumbrera de gas 33/acoplamiento de gas 2 no interfieran con el plano de análisis AP.

5 También se descubrió que llenar la cavidad de muestras a lo largo del mismo eje longitudinal X que el de la superficie de análisis de la muestra AS mejora la homogeneidad de la muestra.

Ejemplo 2

10 Una muestra de metal solidificado S adecuada para el análisis utilizando una OES de un baño de metal fundido se recuperó mediante el mismo procedimiento que el utilizado en el ejemplo 1, excepto por que la sonda 10 incluía una cámara de muestras 3 configurada como se muestra en las figuras 8-9A. Por lo tanto, la muestra S resultante se contuvo de forma inseparable al alojamiento 60, extendiéndose la superficie de análisis AS en el plano donde la porción central elevada 69 de la placa de cubierta 62 se sitúa a ras frente a la primera cara 70 del alojamiento 60. Como tal, el área de masa y superficie del alojamiento 60 que están en contacto con el instrumento frío de OES se maximizan.

15 Más en particular, las figuras 12-12A muestran el alojamiento 60 que contiene una muestra de metal solidificado S contenida de forma inseparable en su interior, sin mostrarse la placa de cubierta 62, ya que se ha desmontado del alojamiento 60. La superficie de análisis AS comprende la superficie de la porción 75 de la muestra S formada en la zona de análisis 65, una porción de la cual se asienta sobre la zona de distribución de relleno de metal 64. La porción restante 76 de la muestra S que se extiende desde y contigua a la porción de la zona de análisis 75 está formada por un metal que ha fluido y se ha solidificado dentro de la zona de ventilación 66. Por tanto, la parte restante 76 de la muestra S puede incluir irregularidades, como la estructura irregular 78, que no influyen en el análisis posterior de OES. La superficie de análisis AS se encuentra en el plano de análisis AP y no hay partes o materiales adherentes extraños que puedan romper el plano de análisis AP. La cara de análisis 70 (es decir, la primera cara 70 del alojamiento 60) también se encuentra en el plano de análisis AP (es decir, el plano AF es igual al plano AP). Es decir, la inseparabilidad de la muestra S y del alojamiento 60 da como resultado una extensión del alojamiento 60 a cada lado del metal solidificado, en concreto, por la primera cara 70, a lo largo del plano de análisis AP.

25 Un experto en la técnica puede entender a partir de los ejemplos anteriores que la cámara de muestras 3 se podría utilizar en cualquier tipo conocido de dispositivos de muestreo y aplicación de muestreo.

30 Las ventajas de la presente invención se entienden mejor a la luz de los procesos de metal fundido que son muy rápidos y donde el tratamiento excesivo del metal y/o el procesamiento excesivo del calor puede generar un alto costo adicional en términos de tiempo y materiales que podrían haberse evitado mediante una química del metal fácilmente disponible en el lugar del proceso.

La invención proporciona una solución a los inconvenientes de la técnica anterior mediante la provisión de una muestra de metal solidificado, preferiblemente acero o hierro, que cumpla con los siguientes requisitos:

- una muestra de metal que se analiza sobre un espectrómetro de emisión óptica,
- 35 - una muestra de metal, que en su sección transversal más grande, tiene una profundidad de entre 0,5 mm y 3 mm, preferiblemente 2 mm,
- una muestra de metal sólido sin porosidad del gas y atrapamiento de escoria,
- una superficie de análisis plana y recuperada sin vías de flujo de fluido que fijen la distancia desde la superficie hasta el ánodo del OES,
- una superficie de muestra libre de oxidación,
- 40 - una muestra de metal homogénea de un espesor máximo perpendicular al plano de análisis para eliminar áreas de segregación metálica y no metálica,
- una superficie de muestra analítica que abarca aproximadamente 10 mm x 30 mm y, de este modo, proporciona una superficie suficiente para obtener al menos 2, preferiblemente 4 chispas,
- 45 - una superficie de muestra que se encuentra en el mismo plano que el alojamiento de muestra en el que se enfrió el metal muestreado, de manera que el plano de la superficie analítica de muestra se extiende sin interrupción en ambas direcciones de superficie por el alojamiento de muestra 30, 60 (es decir, por el reborde 39 del alojamiento de muestra 30, como se muestra en las figuras 7-7A o por la primera cara 70 del alojamiento de muestra 60, como se muestra en las figuras 12-12A) con una variación de menos de 0,1 mm, y
- 50 - una superficie de muestra que se mantiene térmicamente durante el análisis OES gracias al alojamiento de muestra 30, 60 conectado.

La inseparabilidad de la muestra S y del alojamiento 30, 60 da como resultado una extensión del alojamiento 30, 60 a cada lado del metal solidificado a lo largo del plano de análisis que proporciona múltiples mejoras con respecto a la

técnica anterior. Las muestras convencionales de la técnica anterior, que se componen completamente solo por el metal muestreado y están diseñadas para adaptarse a los requisitos físicos de la OES (es decir, cubren completamente la abertura de análisis de la OES), en lugar de diseñarse para lograr geometrías que promuevan la precisión de la OES, cubriendo completamente la abertura de análisis de la OES. Por lo tanto, las muestras convencionales de la técnica anterior tienen un tamaño de muestra que tiene más material del que se necesita para una muestra de metal aceptable. Durante la OES, la chispa no debe saltar al material del borde de la plataforma de muestra de OES, por lo que esta abertura es, a propósito, bastante grande, como se describió anteriormente. El gas inerte se purga en la cámara de la chispa durante el análisis, por lo que las fugas entre la muestra S que debe analizarse y la plataforma del espectrómetro no se pueden tolerar.

La invención utiliza la inseparabilidad de la muestra S y el alojamiento 30, 60 para proporcionar también una porción de la superficie del alojamiento 30, 60 que cubra la abertura de análisis. El alojamiento de muestra 30, 60 que se extiende perpendicular al eje de alargamiento permite que una zona de análisis sea solo un poco más grande que el área de combustión de la chispa de OES. Debido a esta extensión del plano de análisis AP por medio del alojamiento de muestra 30, 60, el volumen del metal fundido que llena la zona de análisis 35, 65 del alojamiento de muestra 30, 60 puede ser mucho menor. Este volumen reducido se traduce en una menor entrada de calor, de manera que junto al calor del metal fundido que llena la zona de distribución 34, 64, la zona de análisis 35, 65 y la zona de ventilación 36, 66 son sustancialmente menores que los dispositivos de la técnica anterior y, por lo tanto, pueden enfriarse rápidamente para conseguir una muestra de metal no segregada. Además, la muestra S recuperada tiene una forma alargada que proporciona una distancia mínima al material 30, 60 del alojamiento adyacente para distribuir el calor lejos de la muestra S durante el análisis OES.

Es decir, un volumen de muestra relativamente más pequeño y un volumen relativamente mayor del alojamiento 30, 60 del muestreador proporcionan el cociente de masa necesaria (es decir, el cociente entre la masa de la cámara de muestras 3 y la masa del metal fundido recogido dentro de la cámara de muestras 3 en el intervalo de 9 a 12, más preferiblemente 10), mejorando así la capacidad del alojamiento 30, 60 conectado para que funcione como un disipador térmico para mitigar el aumento térmico de la muestra durante la OES y, a su vez, minimizar la variación del análisis. Por lo tanto, el conjunto inseparable del alojamiento de muestra 30, 60 y la muestra solidificada S proporciona funciones beneficiosas durante la recuperación de la muestra y, luego, durante el análisis de la muestra, que no se descubrieron o identificaron anteriormente.

La rápida solidificación del metal fundido y, por lo tanto, la producción de una muestra homogénea de metal solidificado S, es posible y, más en particular, se optimiza debido al volumen de muestreo relativamente pequeño (es decir, la pequeña cavidad de muestras formada por la zona de distribución 34, la zona de análisis 35 y la zona de ventilación 36) y la masa de enfriamiento relativamente grande del alojamiento 30, 60 de la cámara de muestras, así como manteniendo un contacto íntimo entre las superficies de la muestra fundida S que se solidifica y los alojamientos 30, 60 de enfriamiento de la cámara de muestras 3, ya que la muestra se enfría y se encoge durante la solidificación. Un beneficio del aumento del área de contacto superficial entre el alojamiento 30, 60 y la muestra de solidificación S para optimizar el intercambio de calor durante el enfriamiento también promueve el mantenimiento de la temperatura de la muestra durante el análisis posterior, donde la energía de la chispa de OES calentará la pequeña masa de la muestra de metal solidificado S. Dicho análisis se puede producir poco después de la recuperación del baño de metal fundido, o minutos, horas o días después.

De manera importante, la muestra de metal S que se obtiene del metal fundido permanece dentro del alojamiento 30, 60 de la muestra para poder analizarse, como se muestra en las figuras 7-7A y 12-12A, en lugar de ser retirada de ahí. Más particularmente, a diferencia de los muestreadores y muestras de la técnica anterior, la presente invención requiere una inseparabilidad del alojamiento de la muestra 30, 60, que es la mayor masa de enfriamiento, y la muestra de metal S recuperada, durante el análisis OES. Por lo tanto, durante el análisis OES, la muestra solidificada S permanece asegurada dentro del alojamiento 30, 60, lo que resulta en una extensión del alojamiento 30, 60 a cada lado del metal solidificado (es decir, por el reborde 39 o la cara plana 70) a lo largo del plano de análisis AP.

Una anchura combinada de la zona de análisis 34, 64 y las partes adyacentes del alojamiento 30, 60 está en el intervalo de 10 mm a 30 mm. Más particularmente, esta anchura combinada es la anchura efectiva W_E del área a analizar situada en el plano de análisis AP. La anchura efectiva W_E comprende la anchura de la muestra solidificada S formada en la zona de análisis 35, 65 (es decir, W_A que es de entre 8 y 12 mm, preferiblemente 10 mm) y la anchura de las porciones del alojamiento 30, 60 (p. ej., el reborde 39 como se muestra en la figura 7) que se extiende a cada lado de la muestra S a lo largo del plano de análisis AP.

Durante el análisis OES, la superficie de la muestra de metal solidificado S se somete a un arco de alta temperatura que excita los átomos de la superficie de la muestra S para emitir radiación. La muestra S se mueve entonces para que una nueva chispa pueda excitar una superficie nueva. Normalmente, el análisis será un mínimo de dos chispas, ocasionalmente tres y, como máximo, 4 sin preparación entre chispas. En muestras de metal convencionales de pequeño volumen, el calentamiento de la muestra de metal suele elevar la temperatura de la muestra, lo que resulta en un error de análisis cada vez más desviado a medida que la temperatura de la muestra aumenta desde la primera temperatura antes de la primera chispa.

Sin embargo, en la presente invención, el calor ganado durante el análisis se elimina o, al menos, se mitiga por la

5 inseparabilidad de la muestra S del alojamiento de la muestra 30, 60, eliminando así este error de la técnica anterior. Este es un resultado sorprendente de la presente invención. Más particularmente, se descubrió de forma inesperada que, debido a que la muestra S permanece asegurada dentro del alojamiento de la muestra 30 durante el análisis OES, se minimiza la variación de temperatura del pequeño volumen de metal solidificado. El alojamiento de muestra 30, 60 al que permanece asegurada la muestra de metal solidificado S proporciona un disipador térmico para absorber la entrada térmica del OES durante el análisis.

10 La muestra solidificada S se forma preferiblemente como una tira o rectángulo alargado, de modo que la distancia entre un centro geométrico de la muestra de metal solidificado S y el disipador térmico circundante (es decir, el alojamiento 30, 60) es mínima. Cuando la muestra alargada S tiene una anchura de 10 mm, p. ej., el calor de una parte central de la muestra solo necesita disiparse a través de una masa de 5 mm de la muestra.

15 Durante el análisis OES, una chispa añadirá calor a la muestra S y el calor se distribuirá (es decir, el índice de distribución será en unidades por segundo) a lo largo de la masa de la muestra S. La manera en que se distribuye el calor influirá en la temperatura medida en la superficie de la muestra S para cada chispa posterior. Por lo tanto, se ha descubierto que la difusividad térmica de un material es un criterio apropiado para seleccionar el material del alojamiento de muestra 30, 60. La difusividad térmica se proporciona en unidades de m^2/s y es igual a la conductividad térmica $(W/mK)/(densidad (kg/m^3) * calor específico (J/kgK))$.

20 Preferiblemente, el cociente entre la difusividad térmica del metal muestreado sólido y la difusividad térmica del alojamiento de muestra 30, 60 está entre 0,1 y 0,5, y más preferiblemente es de 0,2. Para el muestreo de hierro fundido o acero fundido, en particular, el aluminio ha demostrado ser un buen material conductor eléctrico y térmico para formar el alojamiento de la muestra del disipador térmico 30, 60 porque, a pesar de su temperatura de fusión relativamente baja, el índice de transferencia de calor del alojamiento de aluminio 30, 60 es mucho más alto que el índice de transferencia de calor del hierro o acero muestreado. Sin embargo, se entenderá que se pueden usar otros metales, como el cobre, para formar el alojamiento 30, 60, suponiendo que se cumpla el cociente deseado de difusividad térmica (transferencia de calor). Se ha descubierto que tal alojamiento 30, 60 formado por un buen material conductor eléctrico y térmico reduce el error en el análisis OES mediante la transferencia de calor al interior del alojamiento de muestra 30, 60 conectado, a la vez que facilita la transferencia de calor al equipo de OES a través de la cara 70 a lo largo del plano de análisis AP.

30 Los expertos en la técnica apreciarán que podrían realizarse cambios en las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del concepto inventivo general de la misma. Por lo tanto, se entiende que esta invención no está limitada a las realizaciones particulares descritas, sino que pretende cubrir las modificaciones dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de cámara de muestras para metal fundido, comprendiendo el conjunto de cámara de muestras:
 - una placa de cubierta (32) y un alojamiento (30), en la que el alojamiento (30) incluye:
 - un extremo de inmersión (16) que tiene una primera abertura (20) para un conducto de entrada de metal fundido (7) y un extremo opuesto; y
 - una primera cara (40) que se extiende entre el extremo de inmersión (16) y el extremo opuesto, teniendo la primera cara (40) un rebaje que se extiende desde cerca del extremo de inmersión (16) hacia el extremo opuesto, estando el rebaje en comunicación de flujo directo con la primera abertura (20) y configurado para recibir el metal fundido desde el conducto de entrada (7),
- 5
- 10
 - en donde la placa de cubierta (32) y el alojamiento (30) están configurados para ensamblarse juntos a lo largo de un primer plano para formar una cavidad de muestras que incluye el rebaje, de manera que una superficie de análisis de una muestra de metal solidificado formada dentro de la cavidad de muestras se encuentra en el primer plano,
 - en donde la cavidad de muestras y la primera abertura (20) están alineadas a lo largo de un eje longitudinal común, y
- 15
 - en donde la primera abertura (20) está separada del primer plano, caracterizada por que
 - un cociente entre la difusividad térmica de la muestra de metal solidificado y la difusividad térmica de un material que forma el alojamiento (30) está entre 0,1 y 0,5, y
 - el alojamiento (30) está configurado para ser inseparable de la muestra de metal solidificado y al menos una parte del alojamiento (30) es directamente adyacente a la muestra de metal solidificado y se encuentra en el primer plano.
- 20
2. El conjunto de cámara de muestras según la reivindicación precedente, caracterizado por que un cociente entre una masa de la cámara de muestras y una masa del metal fundido recibido dentro del volumen de recogida de muestras es de 9 a 12, preferiblemente 10.
3. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la profundidad del rebaje es de 0,5 mm a 3 mm.
- 25
4. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el alojamiento (30) incluye además un reborde (39) que sobresale de la primera cara (40) y que rodea el rebaje, siendo la anchura combinada del rebaje y las partes adyacentes del reborde (39) un intervalo de 10 mm a 30 mm.
5. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que no hay aumentos en la dimensión de la anchura de la cavidad de muestras después de la zona de distribución (34) en una dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada (7) hacia el extremo opuesto.
- 30
6. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un cociente entre la longitud y la profundidad de la cavidad de muestras aumenta en una dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada (7) hacia el extremo opuesto.
- 35
7. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la longitud total del rebaje es entre 25 y 35 mm, preferiblemente 30 mm.
8. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el rebaje tiene una profundidad uniforme y un área de la sección transversal del rebaje disminuye gradualmente en la dirección de flujo del metal fundido desde el conducto de entrada (7) hacia el extremo opuesto.
- 40
9. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la muestra de metal solidificado se forma como una tira o rectángulo alargado.
10. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la placa de cubierta (32) incluye un elemento de sellado (31) configurado para proporcionar un sello sustancialmente hermético al gas entre la placa de cubierta (32) y el alojamiento (30).
- 45
11. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la placa de cubierta (32) está asegurada al alojamiento (30) por una abrazadera metálica (4) para formar la cámara de muestras.
12. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un área de sección transversal del conducto de entrada (7) es entre 0,5 y 2 veces de un área de sección transversal

del rebaje.

13. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cuando la placa de cubierta (32) el alojamiento (30) se ensamblan juntos, la placa de cubierta (32) se asienta a ras del reborde (39) del alojamiento (30) a lo largo del primer plano.

5 14. El conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el cociente entre la difusividad térmica de la muestra de metal solidificado y la difusividad térmica de un material que forma el alojamiento (30) es de 0,2.

10 15. El uso de un muestreador que tiene el conjunto de cámara de muestras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes para obtener una muestra de metal solidificado que está contenida de manera inseparable en el alojamiento (30) del conjunto de cámara de muestras.

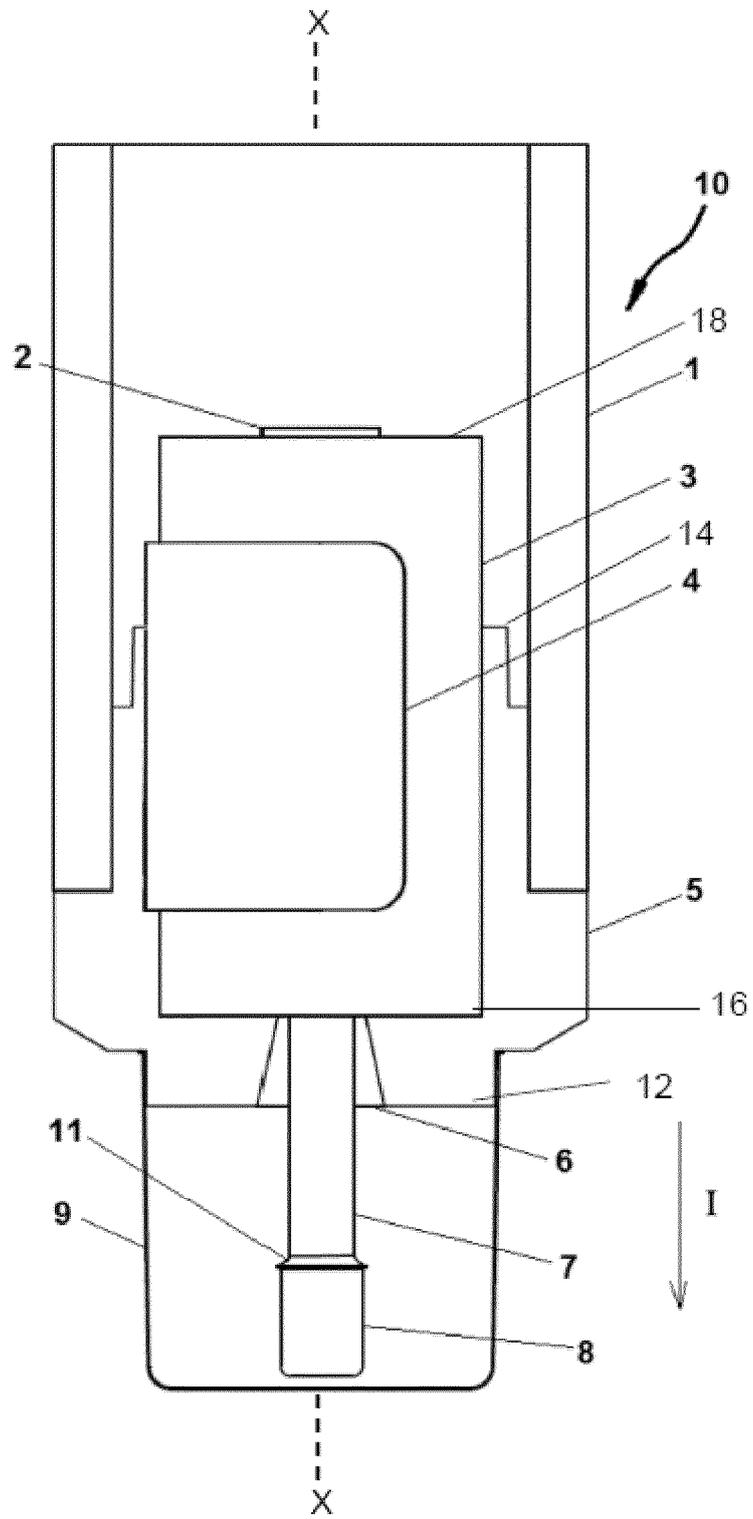


Fig. 1

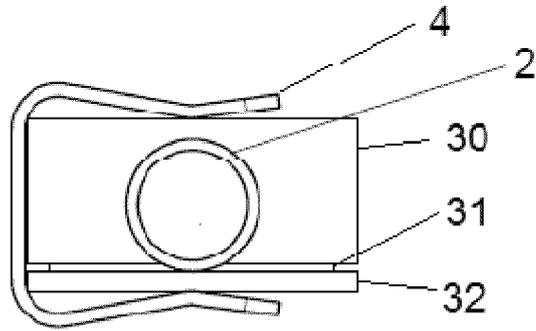


Fig. 2

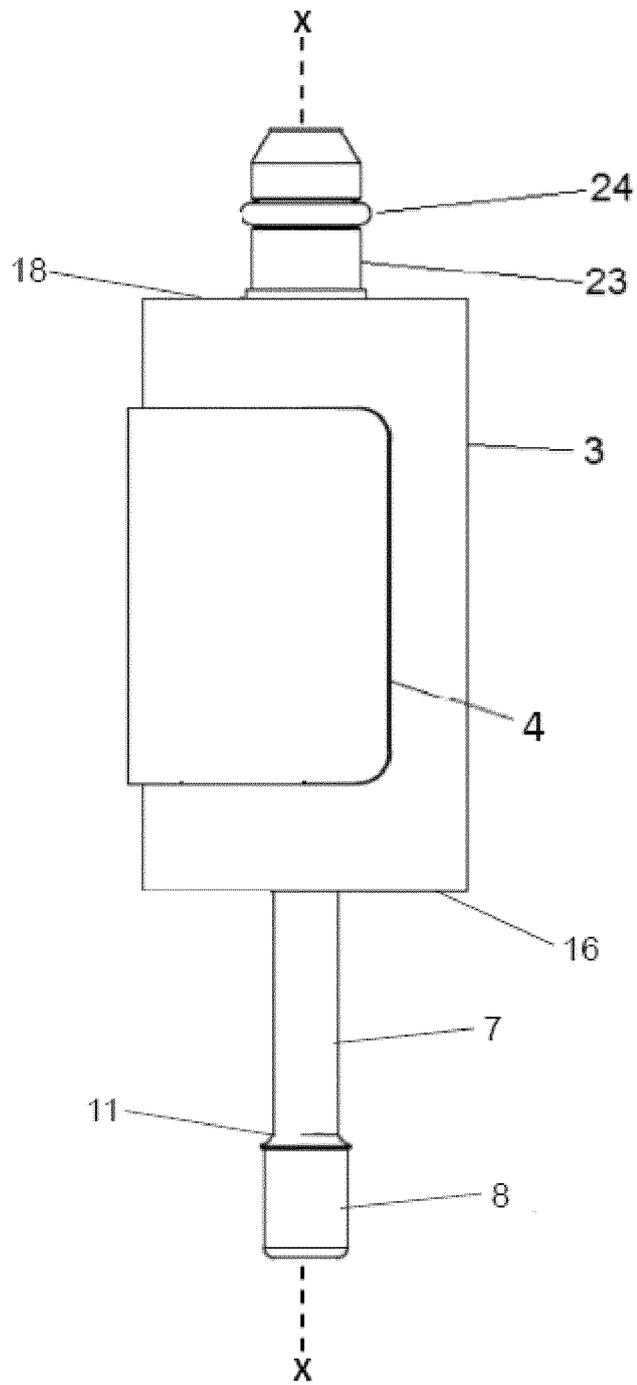


Fig. 3

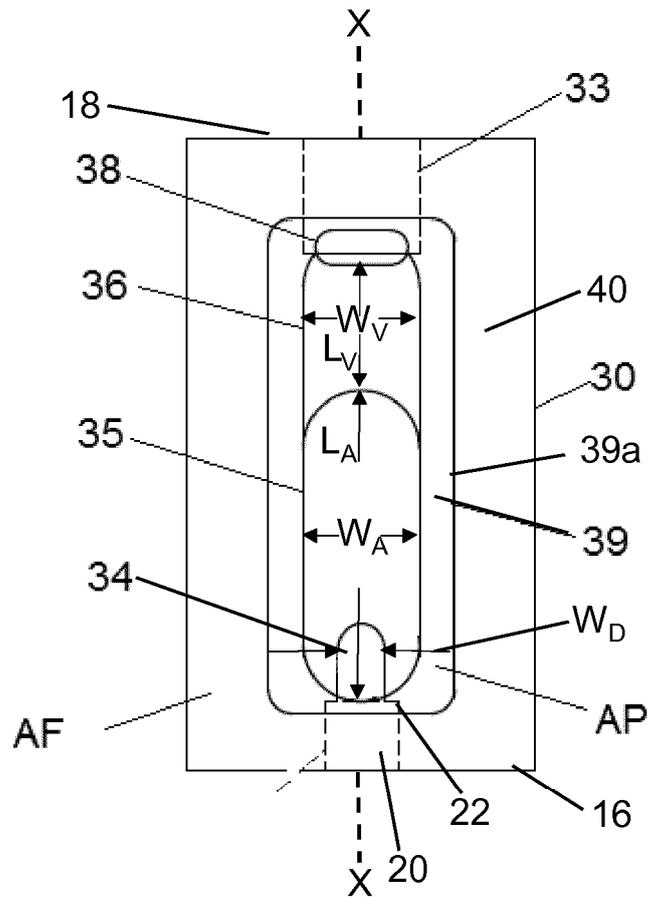


Fig. 4

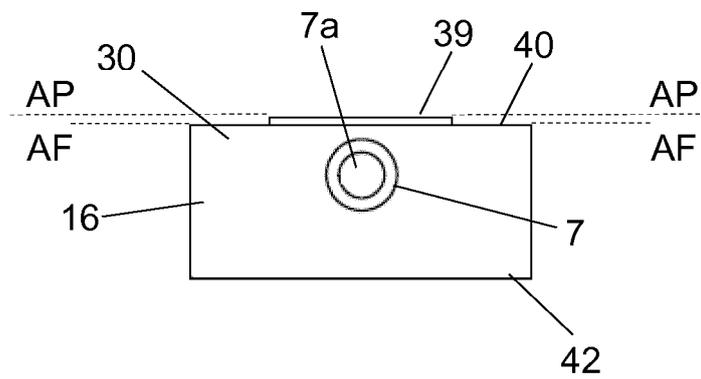


Fig. 4A

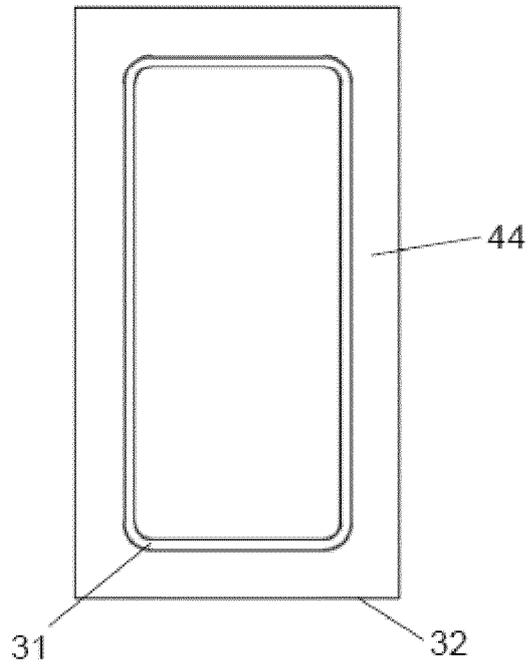


Fig. 5

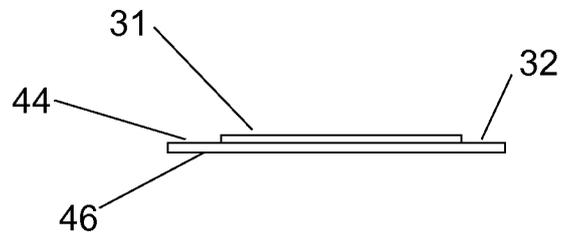


Fig. 5A

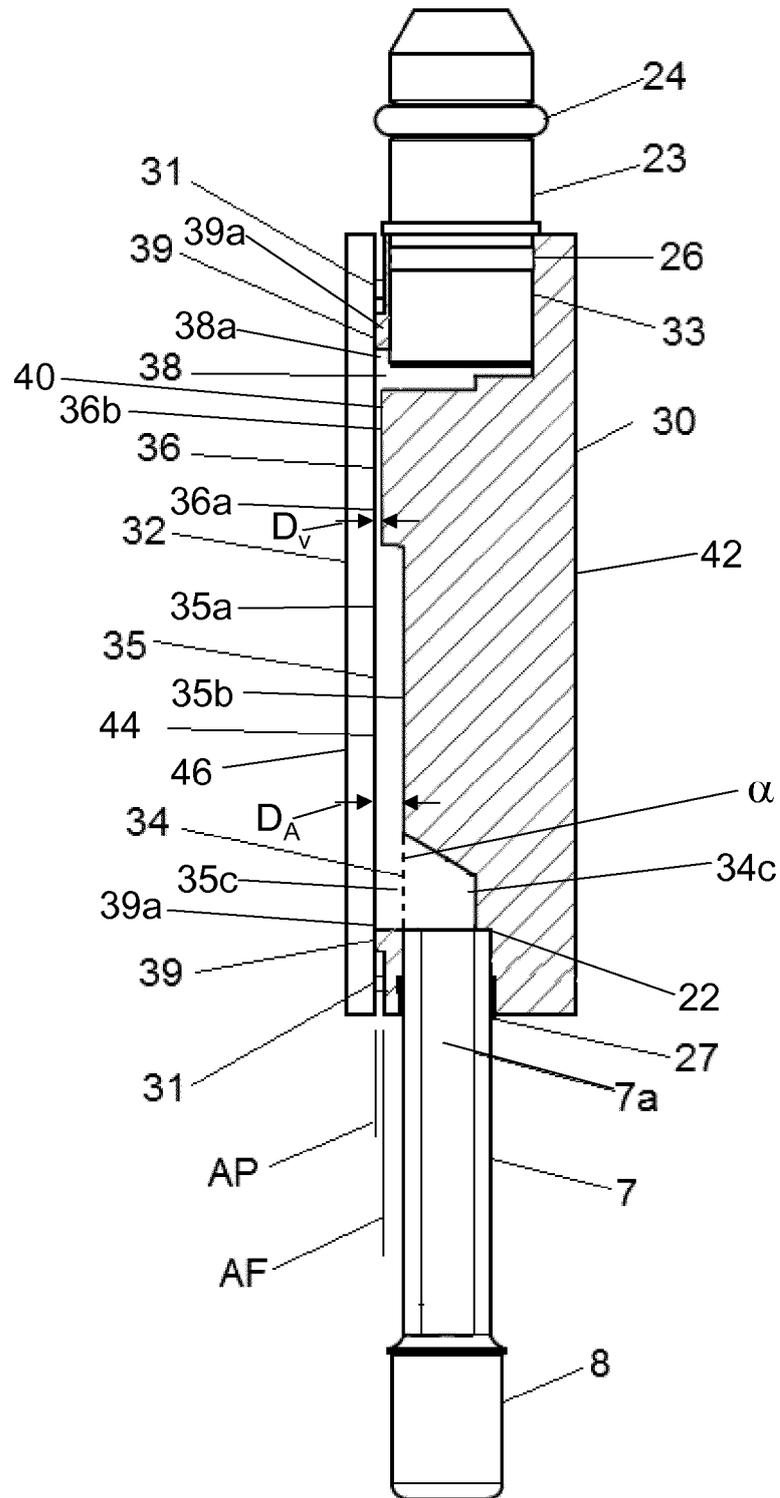


Fig. 6

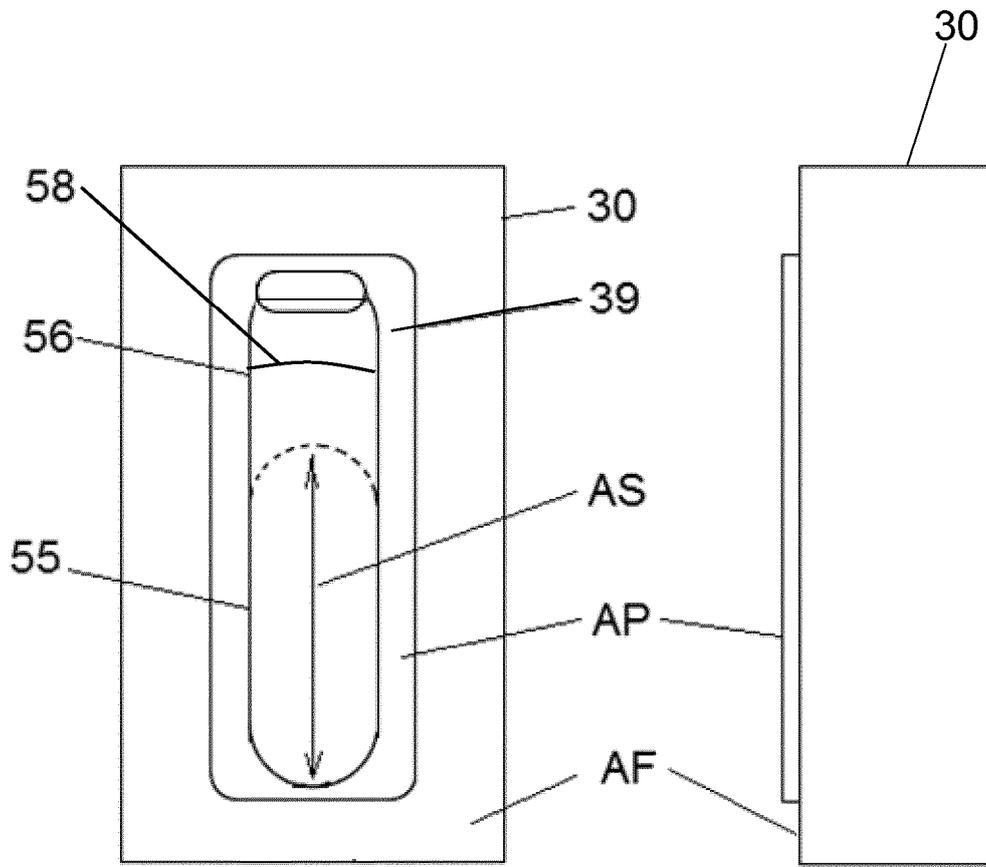


Fig. 7

Fig. 7A

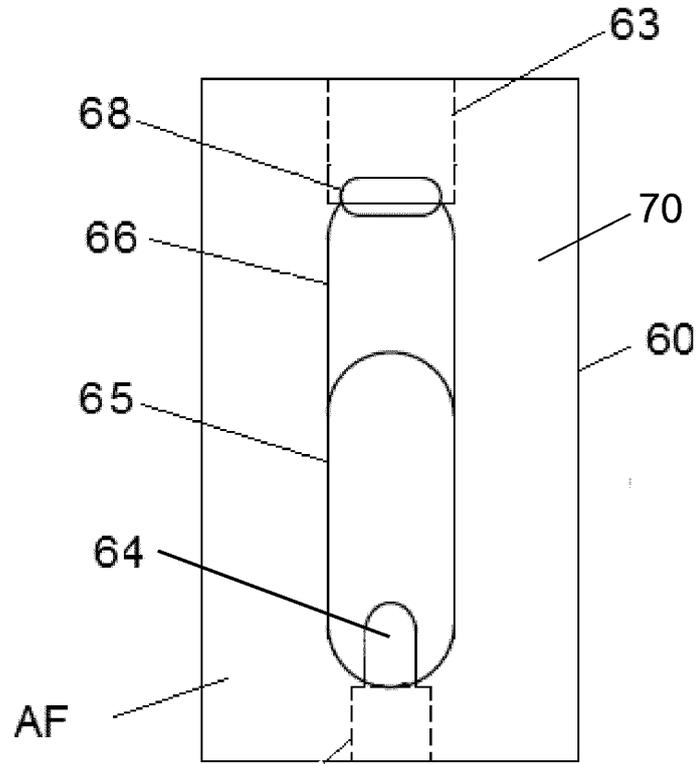


Fig. 8

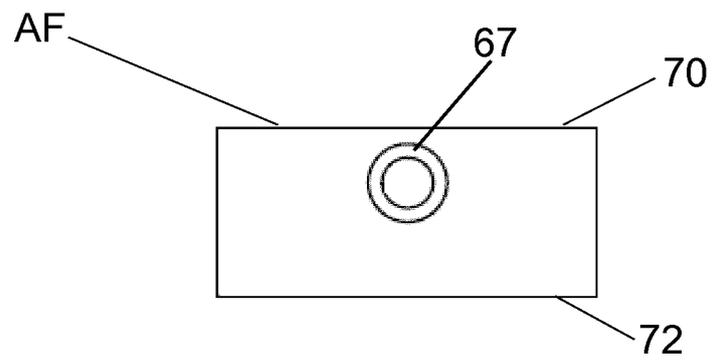


Fig. 8A

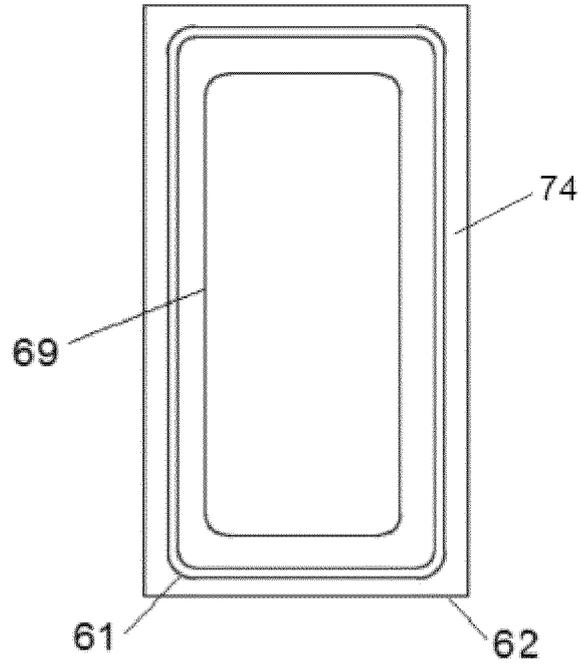


Fig. 9



Fig. 9A

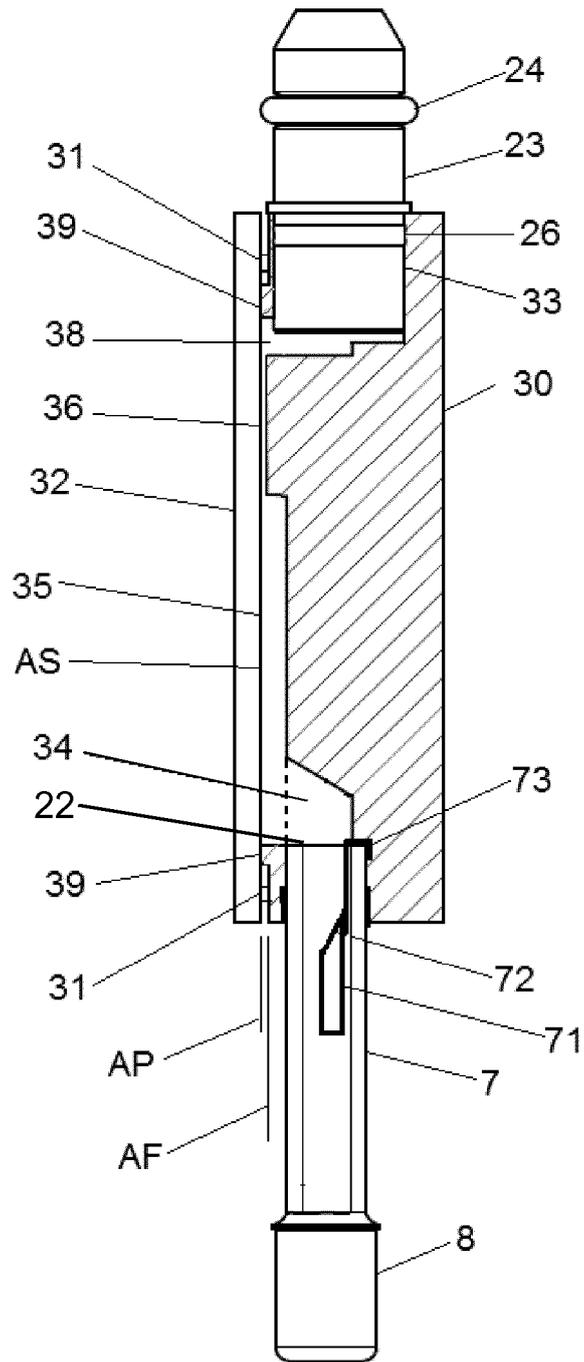


Fig. 10

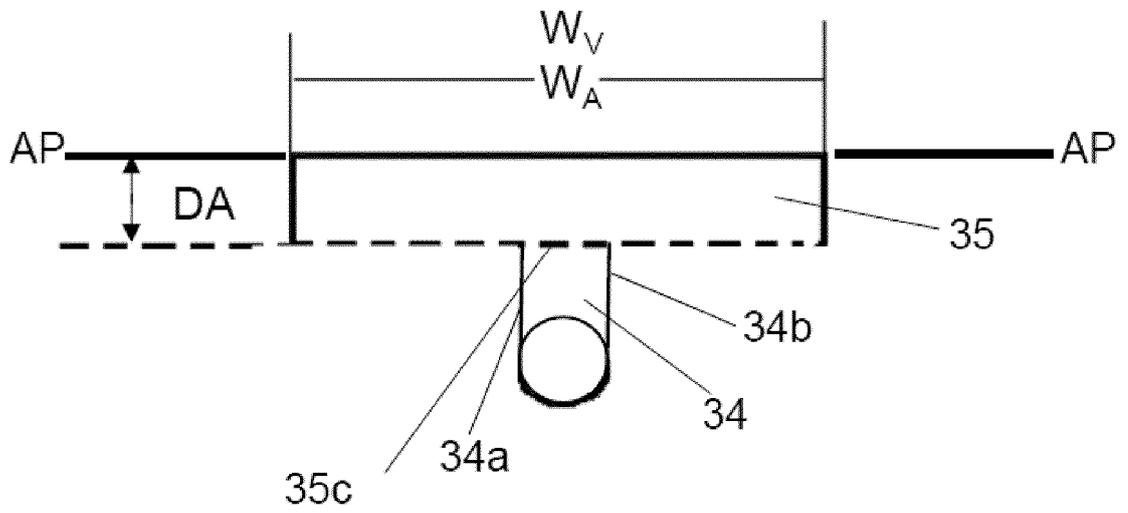


Fig. 11

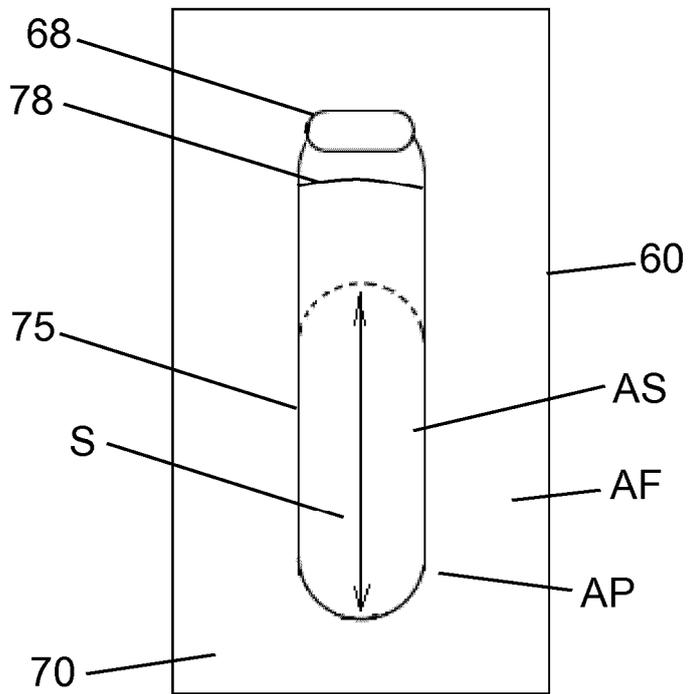


Fig. 12

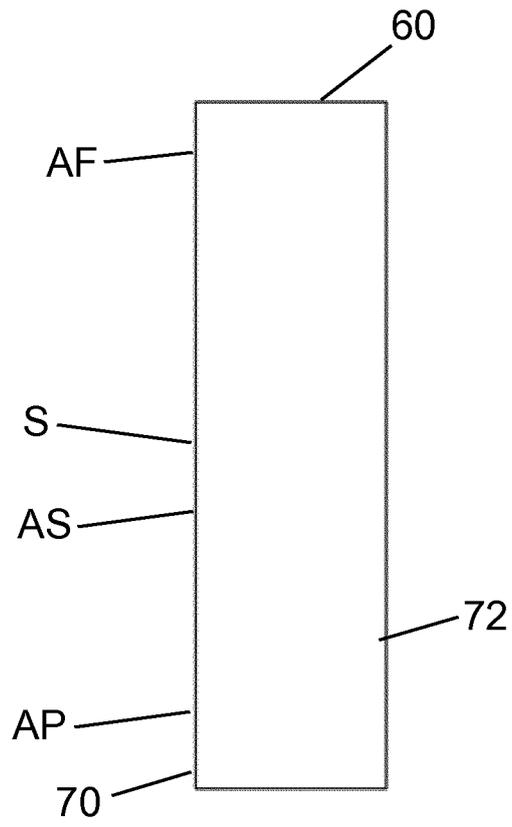


Fig. 12A