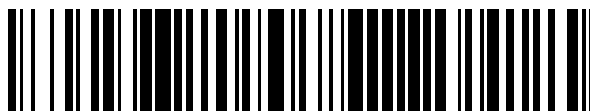


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 117**

51 Int. Cl.:

**B22D 2/00** (2006.01)  
**B22D 41/00** (2006.01)  
**C21C 5/48** (2006.01)  
**F27D 3/16** (2006.01)  
**C22B 9/05** (2006.01)  
**B22D 1/00** (2006.01)  
**C21C 7/072** (2006.01)  
**F27D 21/00** (2006.01)  
**C21C 5/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013 E 13704382 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2812137**

54 Título: **Taponés para purga de gas que comprenden indicadores de desgaste**

30 Prioridad:

**07.02.2012 EP 12154318**

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

**03.10.2016**

73 Titular/es:

**VESUVIUS CRUCIBLE COMPANY (100.0%)  
1209 Orange Street  
Wilmington, Delaware 19801, US**

72 Inventor/es:

**YANG, BIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 585 117 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**

Tapones para purga de gas que comprenden indicadores de desgaste

5 La presente invención se relaciona con tapones de purga refractarios en general utilizados para soplar gas dentro de un recipiente metalúrgico. Se refiere en particular a dichos tapones de purga se proveen con un indicador de desgaste informando a un operador del nivel de desgaste del tapón de purga.

Antecedentes de la invención

10 En los procesos de formado de metal, el metal fundido es transferido desde un recipiente metalúrgico a otro, a un molde o a una herramienta. Por ejemplo una cuchara de fundición es llenada con metal fundido salido de un horno y transferido a una artesa. El metal fundido puede ser entonces fundido desde la artesa a una herramienta para formar bloques o a un molde para formar palanquillas o lingotes. En algunos casos, es deseable soplar un gas dentro del metal fundido contenido en dichos recipientes metalúrgicos. Esto puede ser útil para acelerar la homogenización de la temperatura y composición de un baño, para cargar inclusiones no metálicas presentes en el  
15 bloque del baño hacia la capa superior de escoria, para crear condiciones favorables dentro del metal fundido, y los similares. El gas es en general sopladO dentro del metal fundido por medio de tapones de purga localizados en el fondo o en el lado de un recipiente metalúrgico tal como una cuchara de fundición o una artesa.

20 Los tapones de purga tienen la forma de un bloque de material refractario, en general extendiéndose a lo largo de un eje longitudinal. En un extremo del bloque, una entrada de gas es conectada a una fuente de gas presurizada que se conecta de manera fluida a una salida de gas en el extremo opuesto del bloque. La entrada de gas y la salida de gas pueden estar de manera fluida la una a la otra a través de una red de poro abierto, por uno o más canales (por ejemplo, en forma de ranura o con una sección transversal circular), o una combinación de ambas. Una red de poro abierto se dice algunas veces que produce "permeabilidad indirecta" mientras que un canal se dice  
25 que produce "permeabilidad directa". Se reconoce en general que los tapones de permeabilidad directos son más eficientes que los tapones de permeabilidad indirecta, más que todo porque una red de poro comprende una tortuosidad incontrolable que afecta negativamente la permeabilidad del tapón, mientras el tamaño y la geometría del canal manufacturado puedan ser controlados para minimizar la tortuosidad, y por lo tanto incrementar la permeabilidad comparada con poros de algunos equivalentes iguales en diámetro o dimensiones.

30 Como se ilustra en la figura 1, un tapón (1) de purga es usualmente incorporado en la pared y el lineamiento de un recipiente (31) metalúrgico, con la entrada de gas enfrentándose al lado exterior del recipiente metalúrgico, y con la salida de gas enfrentándose al interior del recipiente, en contacto con el metal fundido. Los términos como "entrada de gas" y "salida de gas" siendo definidos con respecto a la dirección (11) del flujo de el gas siendo inyectada dentro del recipiente metalúrgico. Debido a su estructura y ambiente extremo de trabajo, los tapones de purga se  
35 desgastan más rápido que la línea refractaria del recipiente, con una severa erosión del orden de varios mm o incluso cm después de cada uso. Esto significa que durante la vida de uso de un recipiente metalúrgico tal como una cuchara de fundición, los tapones de gas necesitan ser cambiados varias veces. El cambio de un tapón de gas toma tiempo es trabajo intensivo y requiere la compra de un nuevo tapón cada vez, para que los operadores tiendan a impulsar el uso de un tapón lo más que sea posible para extender los intervalos entre los cambios de tapón. Un peligro significativo de impulsar el uso de un tapón por mucho tiempo, es que si la erosión del tapón es demasiado profunda, la base que queda del tapón puede ser incapaz de resistir la presión del metal fundido y puede dejar un orificio de separación de donde el metal fundido puede fluir hacia fuera libremente. Si esto sucede durante la transferencia desde la cuchara de fundición hacia la artesa, puede salpicar metal fundido a temperaturas del orden  
45 de 1.400°C sobre toda la estación de trabajo con consecuencias dramáticas. Para evitar que esto pase, se han propuesto en el arte indicadores de desgaste, que informan al operador del grado de erosión experimentado por un tapón de purga, quien podrá decidir si puede ser usado otra vez o no.

50 La US5202079 propone un tipo de tapón de permeabilidad indirecta (i.e., en donde el camino del flujo de gas es definido por la porosidad del tapón) que comprende un cuerpo exterior que define la geometría externa del tapón siendo hecho dicho cuerpo externo de un material refractario no poroso, y un núcleo interno hecho de un material refractario con mayor porosidad, permitiendo que el gas fluya desde una entrada a una salida del tapón. La sección representativa transversal del núcleo poroso, normal al eje longitudinal del tapón, varía a lo largo de dicho eje longitudinal. Cuando un recipiente metalúrgico es desocupado de su carga de metal fundido, el gas es inyectada a través del tapón dado que todavía está caliente, y el gas fluye hacia fuera del tapón caliente hacia el interior del  
55 recipiente vacío brillara definiendo la forma de la sección transversal del núcleo poroso expuesta al interior del recipiente dando al operador una indicación sobre el nivel de erosión del tapón dependiendo de la forma de la sección brillante. Este sistema, sin embargo, está restringido a los tipos de tapón de permeabilidad indirecta, y reduce la eficacia del tapón por medio de restringir el camino del flujo de gas al núcleo interno del tapón. Otra desventaja de este tipo de tapón es el efecto de enfriamiento de el gas. El tapón se enfría. Esto incrementa el  
60

desgaste pero también el riesgo de congelamiento del metal y la obstrucción del tapón.

Similarmente, la US4385752 divulga tapones porosos que comprenden un cuerpo externo poroso y un núcleo interno poroso teniendo una diferente emisividad que el refractario del cuerpo exterior. El principio es por lo tanto bastante similar al documento previo, con la diferencia de que el cuerpo externo también es poroso, por lo tanto incrementando la eficacia de los tapones con respecto al divulgado en US5202079. Esta solución es, sin embargo, también restringida a tapones porosos únicamente.

La US5249778 extiende el principio divulgado en los dos documentos anteriores para tapones de permeabilidad directa, suministrando un tapón con uno o más canales extendiéndose desde una entrada de gas a una salida de gas, y además incluyendo un inserto poroso en comunicación fluida con la entrada de gas y extendiéndose, a lo largo del eje longitudinal del tapón hacia arriba a la altura correspondiente a, o cerca del final del uso del tapón. Cuando la erosión alcanza el inserto poroso, el gas que fluye a través del inserto poroso enfriará el centro refractario más rápido que la periferia, por lo tanto creando un punto oscuro en el centro indicando el fin de la vida de servicio del tapón. Cada uno de los anteriores tapones requiere que el gas sea inyectado a través del tapón cuando el recipiente este vacío, y por lo tanto no necesariamente cerca de una conexión a una fuente de gas. El enfriamiento del tapón lleva a las desventajas mencionadas arriba.

La US5330160 divulga un tapón de purga que comprende un inserto hecho de un material que tiene un punto de fusión más bajo que el metal contenido en el recipiente, siendo insertado dicho inserto dentro de una cavidad que se extiende desde el tapón superior (que va a entrar en contacto con el metal fundido) hacia abajo a un nivel de tapón considerado como indicativo del final de la vida de servicio del mismo. El inserto de punto de fundición bajo puede extenderse hacia arriba y es enjuagado con el extremo superior del tapón, o terminar a un nivel inferior a dicho "extremo superior" siendo llenada la parte superior de la cavidad con una capa superior hecha de un material refractario resistente al alto desgaste. Cuando la capa superior es desgastada completamente y la parte superior del material de fundición a baja temperatura entra en contacto con el metal fundido para ser fundido, el material de fundición a baja temperatura se derrite y es reemplazado en la cavidad por metal fundido para ser fundido. Cuando el recipiente es desocupado, algún metal permanece en la cavidad y brilla formando un "ojo mágico" claramente visible por un operador. Cuando la erosión del tapón alcanza el fondo de la cavidad, el ojo mágico se desaparece y el operador es entonces informado que el tapón debería ser reemplazado. En una variación del tapón anterior, la US5421561 divulga un tapón en donde el inserto que se funde a baja temperatura es encerrado en un tubo no-metálico que actúa como un aislante termal para adicionalmente mejorar el brillo del "ojo mágico". La producción de dicho tapón es más bien de trabajo intensivo, dado que la cavidad necesita ser perforada dentro del cuerpo del tapón y el inserto insertado ahí mismo, mientras el espacio entre las paredes de la cavidad y el inserto debe ser disminuido. Hay que preguntarse si el indicador de desgaste visual de baja temperatura de fundición se necesita en absoluto, dado que todo lo que se requiere es una cavidad. Más allá, este sistema provee una señal binaria, que indica que el tapón puede ser utilizado mientras que el ojo mágico este visible, pero este no le informa al operador sobre la rata de erosión del tapón. En la práctica, para estar en el lado seguro, el operador reemplaza el tapón cuando el ojo mágico aparece.

La presente invención propone una solución que permite estimar la rata de erosión del tapón la cual es muy sencilla y relativamente barata de manufacturar.

#### Resumen de la invención

La presente invención es definida por las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones dependientes definen las realizaciones preferidas. En particular, la presente invención se preocupa por un tapón de purga de gas para soplar gas dentro de un recipiente metálico que comprende:

- 1.(a) Un cuerpo alargado hecho de un primer material refractario y que se extiende desde un primer, extremo de entrada a un segundo, extremo de salida sobre una distancia, H, medida a lo largo de un eje central longitudinal que comprende,
- 2.(b) Al menos un camino de flujo de gas se conecta de manera fluida a una entrada de gas localizada en dicha primera entrada de dicho cuerpo alargado a una salida de gas, localizada en el segundo, extremo opuesto de salida;
- 3.(c) Un indicador de desgaste visual final en la forma de un núcleo alargado que se extiende desde el primer extremo (2a) a una primera distancia,  $h_1$ , medida a lo largo del eje central longitudinal, que es menor que la longitud, H, del cuerpo alargado,  $h_1 < H$ , estando hecho dicho indicador visual final de un segundo material refractario de una apariencia visual diferente que el primer material refractario al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C,

Caracterizado porque, adicionalmente comprende un indicador de desgaste intermedio visual, parcialmente

incorporado en el indicador de desgaste visual final y extendiéndose desde una distancia inicial  $h_0$ , a una distancia final,  $h_2$ , desde el primer extremo de entrada, en donde  $h_0 < h_1 < h_2 < H$  y en donde el indicador de desgaste visual intermedio está hecho de un tercer material, permitiendo producir una apariencia visual diferente que el primer y el segundo materiales refractarios al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C.

5 Está claro que puede ser ventajoso si el segundo material refractario del indicador de desgaste visual final y el tercer material del indicador de desgaste intermedio son seleccionados de tal forma que se permita generar una apariencia visual diferente con el primer material refractario del cuerpo a temperaturas por encima, en particular por debajo de, 800 a 1500°C, pero ya que se desea tener una indicación del nivel de erosión del tapón sin tener que enfriar el recipiente, en la mayoría de los casos es suficiente que la diferencia visual entre los materiales aparezca en ese rango de temperatura.

10 El tercer material del indicador de desgaste visual intermedio puede ser un metal, preferiblemente acero, más preferiblemente acero al carbono o acero inoxidable, que al menos parcialmente se funde en contacto con el metal fundido que va a ser fundido, de tal forma que después de vaciar el recipiente, deje algo de dicho metal para ser fundido en la cavidad formada por el retiro del indicador visual del metal. Alternativamente, el tercer material del indicador de desgaste visual intermedio puede ser un material refractario, preferiblemente seleccionado de carburo de silicio, magnesita, alúmina,  $Al_2O_3-SiO_2$  fundible,  $Al_2O_3$ , espinela, Al-C, Mg-Cr, preferiblemente Al-C, mientras que produzca una apariencia visual diferente del primero y el segundo materiales refractarios del cuerpo del tapón y del indicador de desgaste visual final, respectivamente, al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C. Para mejor visibilidad, se recomienda usar un indicador hecho de metal. El brillo del metal es claramente visible y facilita el trabajo del operador.

15 El segundo material refractario del indicador de desgaste visual final puede ser seleccionado de un grupo de carburo de silicio, magnesita, alúmina,  $Al_2O_3-SiO_2$  fundible,  $Al_2O_3$ , espinela, Al-C, Mg-Cr, preferiblemente Al-C, mientras que produzca una apariencia visual diferente del primer y, si aplica, del tercer material refractario del cuerpo del tapón y del indicador de desgaste visual intermedio, respectivamente, al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C.

20 La longitud,  $h_2-h_0$ , del indicador de desgaste visual intermedio está preferiblemente comprendido entre 25 y 150 mm, más preferiblemente entre 30 y 100 mm, el más preferido, entre 40 y 70. La altura,  $h_2$ , entre la base del tapón y la parte superior del indicador de desgaste intermedio es preferiblemente no más de 400mm, más preferiblemente no más de 300mm, y la más preferible no más de 200mm. La altura,  $h_1-h_0$ , de la porción del indicador de desgaste visual intermedio incorporada en el indicador de desgaste visual final está preferiblemente comprendida entre 10 y 75mm, más preferiblemente, entre 15 y 50 mm, y la más preferida entre 20 y 30 mm. Entre 20 y 80% de la longitud del indicador de desgaste intermedio es preferiblemente incorporada en el indicador de desgaste visual final; preferiblemente, 40 a 60% de la longitud del mismo es incorporada y, más preferiblemente alrededor de la mitad del indicador de desgaste visual intermedio es incorporado en el indicador de desgaste visual final. El nivel inferior,  $h_0$ , alcanzado por el indicador de desgaste visual intermedio puede ser del orden de 100 a 150mm, preferiblemente de 105 a 140 mm, y más preferible entre 120 y 130 mm.

25 Para mejorar aún más las diferencias visuales entre los dos, los indicadores de desgaste visual intermedio y final pueden tener una sección transversal normal al eje (X1) central longitudinal de diferentes figuras. En caso de que el indicador de desgaste visual intermedio este hecho de un conductor eléctrico tal como un metal, un circuito eléctrico puede ser conectado ventajosamente a dos puntos distintos del indicador intermedio, a alturas predeterminadas. Un bombillo de luz, LED o los similares puede ser conectado a dicho circuito. Cuando la erosión del tapón alcanza la máxima conexión eléctrica, el circuito es interrumpido y la luz correspondiente a dicho punto se apaga, indicando al operador, aun antes de que el recipiente sea vaciado, que un cierto nivel de erosión ha sido alcanzado. Esta realización es particularmente adecuada para recipientes que, contrario a por ejemplo, las cucharas de fundición, no son vaciados regularmente. Por ejemplo, puede dar una indicación del nivel de erosión de un tapón de purga montado sobre una artesa aun sin vaciar la artesa.

30 El tapón de purga de la presente invención puede ser un tipo de tapón de permeabilidad directa, en donde el camino del flujo de el gas tiene la forma de una o varias ranuras extendiéndose desde el extremo de entrada al extremo de salida del tapón o puede alternativamente ser del tipo de permeabilidad indirecta, en donde el camino del flujo de el gas está definido por la porosidad abierta del primer material refractario haciendo el cuerpo del tapón.

35 La presente invención también incluye un recipiente metalúrgico que comprende un tapón de purga de gas como es discutido arriba, con la salida de gas en comunicación fluida con el interior de dicho recipiente. El recipiente puede ser por ejemplo una cuchara de fundición o una artesa.

Breve descripción de las figuras.

En las figuras adjuntas se ilustran diversas realizaciones de la presente invención:

La Figura 1: muestra un tapón de purga montado sobre el suelo inferior de un recipiente metalúrgico.

La Figura 2: muestra una vista en perspectiva de un tapón de purga de acuerdo con la presente invención mostrando los indicadores de desgaste visuales intermedio y final.

La Figura 3: muestra diversos cortes transversales de un tapón a diferentes niveles del mismo, ilustrando la apariencia visual del tapón dependiendo del nivel de erosión del tapón.

La Figura 4; muestra una realización preferida de la invención con los indicadores de luz del nivel de desgaste del tapón.

#### Descripción detallada de la invención

Como se puede ver en la Figura 2, un tapón (1) de purga de acuerdo con la presente invención comprende un cuerpo que se extiende a lo largo de un eje (X1) longitudinal entre una entrada (3a) en un primer extremo de dicho cuerpo y una salida (3b) de gas en el extremo opuesto de dicho cuerpo, a lo largo de dicho eje longitudinal, la entrada (3a) de gas estando en comunicación fluida con la salida (3b) de gas a través de al menos un camino de flujo de gas. El cuerpo está hecho de un primer material refractario. Un camino (3) de flujo de gas en forma de ranura es ilustrado en la Figura 2, definiendo un tipo de tapón de permeabilidad directa. En dicha realización el primer material refractario del cuerpo (1) de tapón es sustancialmente no poroso, o al menos no tiene una porosidad abierta capaz de formar un camino de flujo de gas continuo extendiéndose desde la entrada (3a) de gas a la salida (3b) de gas del tapón. La presente invención también puede ser aplicada a tipos de tapón indirectos, en donde el camino del flujo de el gas está definido por la porosidad abierta del primer material refractario que constituye el cuerpo del tapón. Un cuerpo en forma de cono truncado es ilustrado en las Figuras, pero es claro que la presente invención es independiente de la geometría externa del cuerpo (1) de purga, mientras un eje (X1) longitudinal pueda ser definido.

Un tapón de acuerdo con la presente invención comprende al menos dos indicadores, (4,5) de desgaste visuales dispuestos tal que estos puedan informar a un operador sobre al menos cuatro niveles diferentes de erosión del tapón. En particular, comprende un indicador (5) de desgaste visual final en la forma de un núcleo alargado extendiéndose desde el primer extremo (2a) de entrada a una primera distancia,  $h_1$ , medida a lo largo del eje (X1) central longitudinal, que es menor que la longitud, H, del cuerpo alargado,  $h_1 < H$ . El indicador visual final está hecho de un segundo material refractario de apariencia visual diferente que la del primer material refractario al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C. El indicador (5) de desgaste visual final de la presente invención puede estar hecho de un segundo material refractario poroso como es divulgado en US4385752, y aun comprendiendo el mismo material que el primer material refractario no- poroso del cuerpo, pero con una mayor porosidad como es divulgado en US5249778. Un indicador visual poroso requiere de inyección de gas para crear un contraste visual indicativo del nivel de erosión. Dado que el efecto de enfriamiento del gas no es deseado y una fuente de gas no está necesariamente disponible cuando el recipiente está vacío es preferible que la apariencia visual entre el indicador visual final y el primer material refractario del cuerpo sea suficientemente diferente sin la necesidad de soplar gas a través del tapón. Por ejemplo, el primer y el segundo materiales refractarios pueden ser suficientemente diferentes sin la necesidad de soplar gas a través del tapón. Por ejemplo el primer y el segundo materiales refractarios pueden tener diferentes colores, bastante visibles a simple vista y el indicador (5) de desgaste visual final necesita no ser poroso. Es preferible que el indicador de desgaste visual sea visible sin tener que enfriar el recipiente, para que la apariencia visual entre el primer y el segundo materiales refractarios deberían ser diferentes al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C. está claro que si los dos materiales muestran una apariencia diferente a una temperatura menor es aún mejor, pero en la mayoría de los casos, es suficiente que el contraste sea visible a altas temperaturas.

El indicador (5) de desgaste visual final se extiende hacia arriba a una altura,  $h_1$  del tapón medida desde la base (2a) del tapón a lo largo del eje (X1) longitudinal, que es mayor que el nivel más bajo admisible,  $h_0$ , de erosión del tapón. Puede ser hecho de cualquiera de los siguientes materiales: carburo de silicio, magnesita, alúmina,  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  fundible,  $Al_2O_3$ , espinela, Al-C, Mg-Cr. El indicador (5) de desgaste visual final es preferiblemente hecho de Al-C.

El tapón de purga de la presente invención comprende un indicador (4) de desgaste visual intermedio adicional, hecho de un tercer material diferente del primer y el segundo materiales refractarios del cuerpo(1) del tapón y el indicador (5) de erosión visual final. El tercer material del indicador (4) de desgaste visual intermedio debe ser tal que cuando está expuesto a la erosión, el tapón visto desde arriba (i.e., desde el interior del recipiente) produce una

aparición visual diferente al cuerpo (1) circundante, en el indicador (4) de desgaste visual intermedio, y en el indicador (5) de desgaste visual final cuando son expuestos. Como es ilustrado en las Figuras 2 y 3 (e), el indicador (4) de desgaste visual intermedio está en la forma de una varilla alargada, parcialmente incorporada en el indicador (4) visual final con una porción del mismo sobresaliendo de él. El indicador (4) de desgaste visual intermedio se extiende desde una altura  $h_0$ , definiendo una altura igual o levemente por encima del máximo nivel de erosión tolerado por el tapón, a una altura  $h_2$ , desde la base (2a) del tapón, en donde,  $h_0 < h_1 < h_2 < H$  en donde  $H$  es la altura total del tapón.

Esta disposición se aprovecha totalmente de los dos indicadores de desgaste visuales, dado que permite que los cuatro niveles de erosión sean identificados. Como se ilustra en las Figuras 3 (a) – (d), cuando la erosión alcanza una altura,  $H$ , del tapón que está por encima de  $h_2$  (=el punto más alto del indicador de desgaste visual intermedio), la superficie superior del tapón como puede ser vista por un operador observando desde abajo el recipiente vacío parece como una superficie homogénea del primer material refractario del cuerpo (2) del tapón, como se muestra en la Figura 3 (a) (corte A-A). Cuando la erosión alcanza la altura comprendida entre  $h_2$  y  $h_1$  (= el punto más alto alcanzado por el indicador de desgaste visual final), el operador puede ver la sección transversal del indicador (4) de desgaste visual intermedio encerrado en el primer material refractario del cuerpo (2) del tapón, como se muestra en la Figura 3 (b) (corte B-B) . Cuando la erosión procede más allá entre  $h_1$  y  $h_0$  (= extremo inferior del indicador de desgaste visual intermedio), el operador puede ver tres porciones diferentes: el cuerpo (2) circundante encerrando la sección transversal del indicador (5) de desgaste visual final, que así mismo encierra el indicador (4) de desgaste visual intermedio, como se muestra en la Figura 3(c) (corte C-C). Finalmente, cuando la erosión procede por debajo de  $h_0$ , la apariencia visual de la superficie superior del tapón consiste simplemente del segundo material refractario del indicador (5) incorporado en el primer material (2) refractario circundante del tapón, como se muestra en la Figura 3 (d) (corte D-D). En este punto, no puede ser más utilizado, para que no se desgaste completamente durante la siguiente operación dejando un orificio de separación en donde debería estar el tapón.

El indicador(4) de desgaste visual intermedio puede ser hecho de un tercer material refractario seleccionado de la misma lista de materiales presentados para el segundo material refractario del indicador (5) de desgaste visual final, mientras que este produzca una apariencia visual al menos en un rango de temperatura comprendido entre 800 y 1500°C que es diferente, en la una mano, del primer material refractario del cuerpo (2) del tapón, para que una erosión del tapón a una altura comprendida entre  $h_2$ , y  $h_1$  pueda ser fácilmente descubierta por observación visual y, en la otra mano, desde dicho segundo material refractario, para que una erosión del tapón entre  $h_1$  y  $h_2$  pueda ser identificada. El tercer material refractario puede ser el mismo que el primer material refractario del cuerpo de tapón, pero con una porosidad más alta, permitiendo que el gas fluya por ahí cuando la superficie superior del indicador de desgaste visual intermedio es expuesta al ambiente por erosión, y por lo tanto se enfría a una rata más rápida que la del cuerpo circundante, produciendo un color más oscuro que este último. Alternativamente, el tercer material refractario también puede ser visualmente distinto del primer y el segundo material refractario. Puede ser por ejemplo cargado con un pigmento, tal como carbono negro o dióxido de titanio, dándole un color diferente del primer y el segundo materiales refractarios.

En una realización alternativa, el indicador de desgaste visual intermedio puede estar hecho de un tercer material que no sea refractario y que en realidad tenga una temperatura de fundición menor que la temperatura del metal fundido a ser contenido en el recipiente. Cuando la erosión del tapón alcanza una altura  $h_2$ , de este modo exponiendo la parte superior del indicador (4) de desgaste visual intermedio para entrar en contacto con el metal fundido a una temperatura más alta que la temperatura de fundición del tercer material, el indicador de desgaste visual intermedio se derretirá y la cavidad dejada por el indicador de desgaste visual intermedio fundido queda lleno por el metal fundido contenido en el recipiente. Después de vaciar el recipiente algún metal permanece en la cavidad formando el “ojo mágico” reportado en US5330160. Debe anotarse que el indicador (5) de desgaste visual final nunca deberá ser hecho de un material diferente de temperatura de fundición baja, tras erosionar el tapón hacia abajo a una altura  $h_1$ ; el metal fundido que entra en contacto con la parte superior del indicador (5) de desgaste visual final lo fundirá y llenará la cavidad dejada por este que se extiende hacia abajo a la base (2a) del tapón, y fluye hacia fuera del recipiente con consecuencias dramáticas.

El tercer, material de fundición a baja temperatura del indicador de desgaste visual intermedio puede ser escogido de un grupo de esteatita, silicato de calcio, talco, o metal. En una realización preferida de la invención, el indicador de desgaste visual intermedio está hecho de metal, preferiblemente de acero, tal como acero al carbón, o acero inoxidable. La expresión “material de fundición a baja temperatura” es utilizada aquí para referirse a materiales que tienen una temperatura de fundición más baja que la temperatura del metal fundido contenido en el recipiente.

Alternativamente, el material del indicador de desgaste visual intermedio no necesariamente presenta una temperatura de fundición más baja que la temperatura del material fundido contenido en el recipiente. En dado caso el material es tal que se funde durante la limpieza del tapón por lanzamiento de oxígeno. La limpieza del tapón por lanzamiento de oxígeno no es siempre necesaria pero ayuda a identificar mejor los diferentes indicadores de

desgaste y/o funde algunos de ellos.

Los indicadores (4,5) de desgaste intermedio y final tienen la forma de un prisma alargado, de cualquier sección transversal de geometría: su sección transversal puede ser redonda, para producir un cilindro, o puede ser poligonal. Si las geometrías de seccional transversa de los indicadores de desgaste visual intermedio y final son diferentes el uno del otro, digamos uno es cuadrado y el otro es redondo, el contraste visual entre los dos puede ser aún más impresionante y cualquier confusión entre una erosión hacia abajo a la altura comprendida entre  $h_2$  y  $h_1$  (i.e., en donde el indicador (4) de desgaste visual intermedio es expuesto solo) y una erosión hacia abajo por debajo de  $h_0$  (i.e., en donde el indicador (5) de desgaste visual final es expuesto solo) por lo tanto puede ser evitada.

El indicador (4) de desgaste intermedio típicamente tiene una longitud comprendida entre 25 y 150 mm preferiblemente entre 30 y 100 mm, más preferiblemente, entre 40 y 70mm. Entre el 20 y el 80% de su longitud es incorporada preferiblemente en el indicador (5) de desgaste visual final, más preferiblemente entre el 40 y el 60% de su longitud, y aún más preferiblemente, alrededor de la mitad del indicador (4) de desgaste visual intermedio está incorporado en el indicador (5) de desgaste visual final. Un tapón puede ser utilizado con seguridad hasta que al menos 100mm del tapón permanezca sin erosionar. Por esta razón, el punto más bajo,  $h_0$ , alcanzado por el indicador (4) de desgaste visual intermedio debería ser ligeramente superior de 100mm, y es preferiblemente comprendido entre 105 y 150mm, preferiblemente entre 110 y 130mm.

Si el indicador (4) de desgaste visual intermedio está hecho de un material conductor eléctrico, tal como un metal, puede ser ventajoso para definir un circuito (100, 101, 102) eléctrico conectado a al menos dos puntos distintos de dicho indicador (4) de desgaste visual intermedio y adicionalmente comprendiendo una luz (L1, L2, L3) que indica si el circuito es operacional todavía o si está interrumpido por la erosión del tapón. La Figura 4 muestra un ejemplo de tal realización en donde tres circuitos paralelos están todos conectados al punto más bajo del indicador(4) de desgaste visual intermedio a una altura  $h_0$ , y a tres puntos de diferentes niveles del indicador, un primer circuito(102) en la parte superior,  $h_2$ , del indicador un segundo(101) a la altura,  $h_1$  en donde los indicadores (4,5) de desgaste visual intermedio y final se encuentran, y un tercero (100) en la parte inferior  $h_0$ , del indicador(4) pero separado de la primera conexión. Las tres luces (L1, L2, L3) están conectadas a cada circuito paralelo y están encendidas mientras que los circuitos sean operacionales. Cuando la erosión alcanza la altura  $h_2$  en la parte superior del indicador (4) de desgaste visual intermedio, el circuito (102) eléctrico es interrumpido y la luz (L2) se apaga indicando que la erosión ha alcanzado la altura,  $h_2$ . A medida que la erosión alcanza la altura  $h_1$ , el segundo circuito (101) eléctrico se interrumpe y la luz (L1) se apaga indicando que la erosión ha alcanzado el nivel  $h_1$ . Finalmente, cuando la erosión alcanza la parte inferior del indicador (4) de desgaste visual intermedio a la altura  $h_0$ , la tercera luz (L3) se apaga dado que el circuito (100) es interrumpido. Por supuesto, cada circuito paralelo puede ser conectado a un interruptor eléctrico en vez de a una luz, el interruptor estando abierto a medida que la corriente pueda fluir en cada circuito (100, 101, 102) eléctrico. Cada interruptor está conectado a un segundo circuito que comprende una luz. Cuando una conexión de circuito al indicador de desgaste visual intermedio es interrumpida por la erosión, el correspondiente interruptor se cierra el segundo circuito, prendiendo la luz correspondiente. Dicho indicador de luz externo puede ser muy útil para monitorizar el nivel de erosión de un tapón acoplado a un recipiente metalúrgico que no es vaciado en cortos intervalos como por ejemplo en una artesa. El operador puede por lo tanto ser advertido de un nivel peligroso de erosión del tapón antes de que la artesa haya sido vaciada.

Los taponos de purga descritos arriba solamente comprenden unos indicadores (4,5) de desgaste visual intermedio y final, el anterior siendo parcialmente incorporado en el ultimo. Es claro que un adicional, tercero o hasta un cuarto indicador de desgaste puede ser incorporado posiblemente de forma parcial en otro, dando por lo tanto una lectura más sutil de la rata de erosión de un tapón. Se cree, sin embargo, que un tapón de indicador dual de acuerdo con la presente invención satisfará las necesidades en la mayoría de aplicaciones donde dichos taponos están siendo utilizados.

Un tapón de purga de acuerdo con la presente invención puede ser manufacturado muy fácil y económicamente. Una unidad de indicador dual es manufacturada primero. Un indicador (4) de desgaste visual intermedio en la forma de una varilla alargada o un prisma, puede ser colocado apoyándose en el fondo de una herramienta dentro de una cavidad de profundidad correspondiente a la porción del indicador (4) de desgaste visual intermedio que sobresale del indicador (5) de desgaste visual final. Una parte del segundo material refractario es fundida entonces sobre la varilla y es endurecida al menos parcialmente. Alternativamente, una parte del segundo material refractario es fundida en una herramienta prismática (preferiblemente cilíndrica) y mientras está todavía viscosa, una varilla alargada o un prisma en un tercer material es sumergida parcialmente dentro de dicha parte, que es endurecida entonces, al menos parcialmente. Si se utiliza un circuito eléctrico, el cableado puede ser incorporado en el indicador (5) de desgaste visual final durante la manufactura de la unidad de indicador dual.

La unidad de indicador dual parcialmente endurecida es posicionada entonces en el fondo de la herramienta para producir el cuerpo (2) del tapón. Si el tapón es del tipo de herramienta directamente permeable, las láminas de un

material degradante a la temperatura de cocción deberían ser posicionadas en donde las ranuras deben ser dispuestas. Una ranura del primer material refractario es entonces fundida sobre la unidad de indicador dual para formar el cuerpo (2) de tapón y la herramienta puede ser calentada para cocer ambos el primero y el segundo materiales refractarios. Después de la cocción, el tapón puede ser desmoldado y los pasos del proceso final pueden ser llevados a cabo como es conocido por cualquier persona en el arte. Alternativamente, el tapón puede ser fundido directamente en su carcasa metálica. El tratamiento de calor y los pasos del proceso pueden ser fácilmente adaptados por una persona experta en el área.

Un tapón de purga de acuerdo con la presente invención da información sobre al menos cuatro niveles de erosión del tapón (como se ilustra en la Figura3) utilizando una unidad de indicador doble simple, que comprende un indicador (4) de desgaste visual intermedio parcialmente incorporado en un indicador (5) de desgaste visual final. El diseño simple del tapón es, muy fácil y económico de producir, ligeramente igual a un tapón estándar sin indicador, sin requerir el paso de la labor mecanización intensiva para taladrar una cavidad para insertar una varilla en ella como en US5330160 o en US5421561. Esto permite la implementación de un "ojo mágico" como se describe en los documentos anteriores, con funcionalidades adicionales y en un modo más simple de producir. La presente invención puede ser implementada en tapones de purga de tipo de permeabilidad directa e indirecta de igual forma.



## REIVINDICACIONES

1. Un tapón (1) de purga de gas para soplar gas dentro de un recipiente metalúrgico que comprende:

5 (a) Un cuerpo (2) alargado hecho de un primer material refractario y que se extiende desde un primer extremo (2a) de entrada a un segundo, extremo (2b) de salida sobre una distancia, H, medida a lo largo de un eje (X1) central longitudinal que comprende,

10 (b) Al menos un camino (3) de flujo de gas que se conecta de manera fluida a una entrada (3a) de gas localizada en dicha primera entrada de dicho cuerpo alargado a una salida (3b) de gas, localizada en el segundo extremo de salida opuesto;

15 (c) Un indicador (5) de desgaste visual final en la forma de un núcleo alargado que se extiende desde el primer extremo (2a) de entrada a una primera distancia,  $h_1$ , medido a lo largo del eje (X1) central longitudinal, que es menor que la longitud H, del cuerpo alargado,  $h_1 < H$ , estando hecho dicho indicador visual final de un segundo material refractario de una apariencia visual diferente al primer material refractario al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C,

20 caracterizado porque, adicionalmente comprende un indicador (4) de desgaste visual intermedio parcialmente incorporado en el indicador (5) de desgaste visual final y que se extiende desde una distancia inicial,  $h_0$ , a una distancia final,  $h_2$ , desde el primer extremo (2a) de entrada, en donde  $h_0 < h_1 < h_2 < H$  y en donde el indicador (4) de desgaste visual intermedio está hecho de un tercer material, permitiendo que se produzca una apariencia visual diferente que el primero y el segundo materiales refractarios al menos a una temperatura comprendida entre 800 y 1500°C.

25 2. El tapón de purga de gas de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el tercer material del indicador (4) de desgaste visual intermedio es un metal, preferiblemente acero, y más preferiblemente acero al carbono o acero inoxidable, que al menos parcialmente se funde en contacto con el metal fundido que va a ser fundido, dejando una cavidad que contiene algo de dicho metal para ser fundido.

30 3. El tapón de purga de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tercer material del indicador (4) de desgaste visual intermedio es un material refractario, preferiblemente seleccionado del grupo de carburo de silicio, magnesita, alúmina,  $Al_2O_3-SiO_2$  fundible,  $Al_2O_3$ , espinela, Al-C, Mg-Cr, preferiblemente Al-C.

35 4. El tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el segundo material del indicador (5) de desgaste visual final es un material refractario, preferiblemente seleccionado del grupo de carburo de silicio, magnesita, alúmina,  $Al_2O_3-SiO_2$  fundible,  $Al_2O_3$ , espinela, Al-C, Mg-Cr, preferiblemente Al-C, y es diferente del indicador de desgaste visual intermedio en caso de que este sea hecho de un material refractario.

40 5. El tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la longitud,  $h_2-h_0$ , del indicador (4) de desgaste visual intermedio está comprendida entre 25 y 150 mm, preferiblemente entre 30 y 100 mm, y más preferiblemente, entre 40 y 70 mm, y la altura,  $h_2$ , entre la base del tapón y la parte superior del indicador de desgaste intermedio es no más de 400mm, preferiblemente no más de 300mm y más preferiblemente no más de 200mm.

45 6. El tapón de purga de gas de acuerdo con la reivindicación precedente, en donde la longitud,  $h_1-h_0$ , de la porción del indicador (4) de desgaste visual intermedio incorporada en el indicador (5) de desgaste visual final está comprendida entre 10 y 75mm, preferiblemente, entre 15 y 50 mm, y más preferiblemente entre 20 y 30 mm.

50 7. El tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los indicadores (4, 5) de desgaste visual intermedio y final tienen una sección transversal normal al eje (X1) central longitudinal de diferentes formas.

55 8. El tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos al menos un camino (3) de flujo de gas tiene la forma de una o varias ranuras que se extienden desde el extremo (2a) de entrada y entrada y el extremo (2b) de salida de un tapón o está definido alternativamente por la porosidad abierta del primer material refractario realizando el cuerpo (2) del tapón.

60 9. El tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el indicador (4) de desgaste visual intermedio está hecho de un material de conducción eléctrica, tal como un metal y en donde un circuito (100, 101, 102) eléctrico está definido entre dos puntos distintos del indicador (4) de desgaste visual intermedio, a un nivel comprendido entre  $h_0$  y  $h_2$ , comprendiendo adicionalmente dicho circuito eléctrico un

indicador de luz (L1, L2, L3) conectado al mismo.

5 10. Un recipiente (31) metalúrgico que comprende un tapón de purga de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, con la salida (3b) de gas en forma de comunicación fluida con el interior de dicho recipiente.

10 11. El recipiente metalúrgico de acuerdo con la reivindicación precedente que es una cuchara de fundición o una artesa.

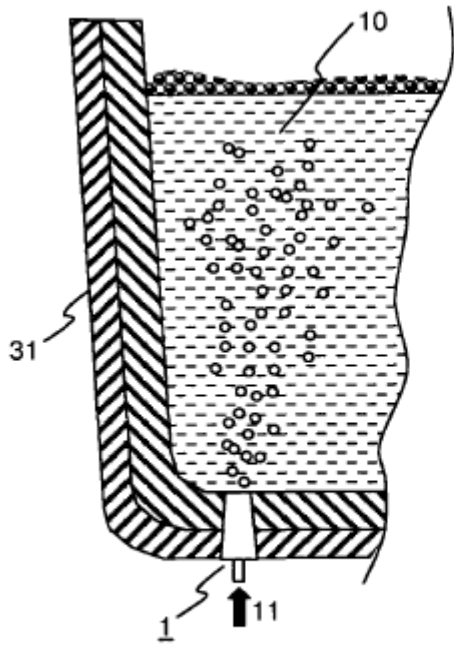


FIGURA 1

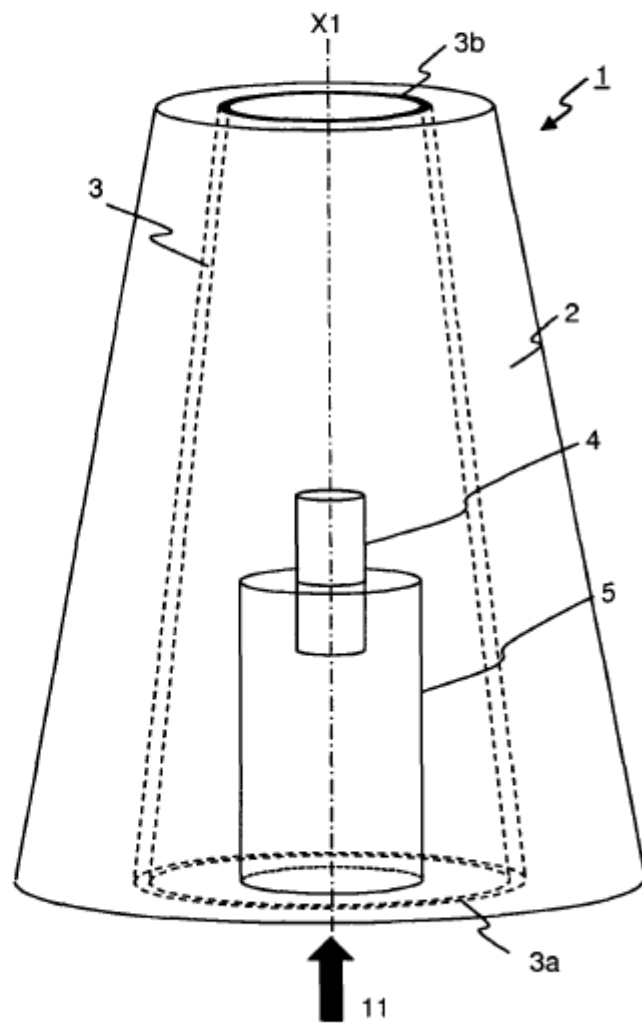


FIGURA 2

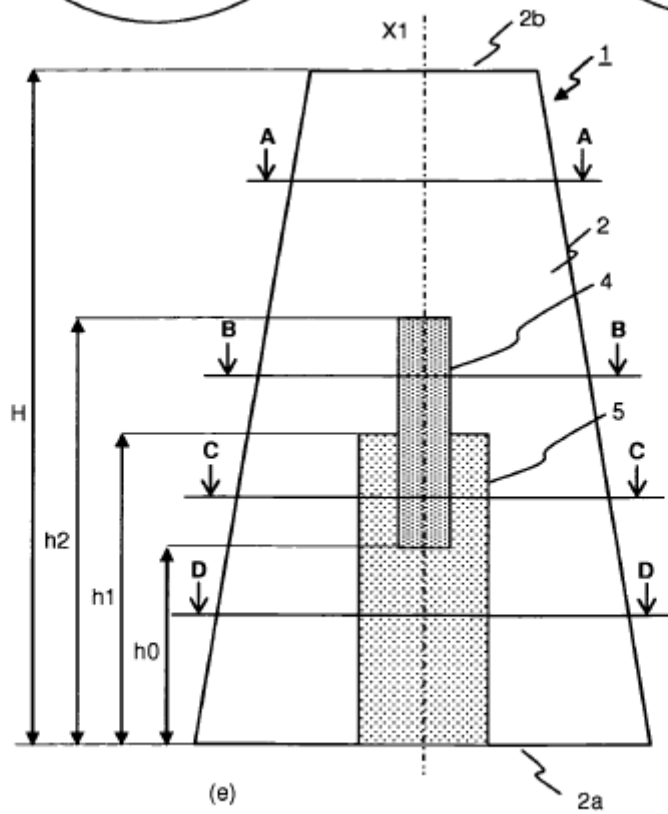
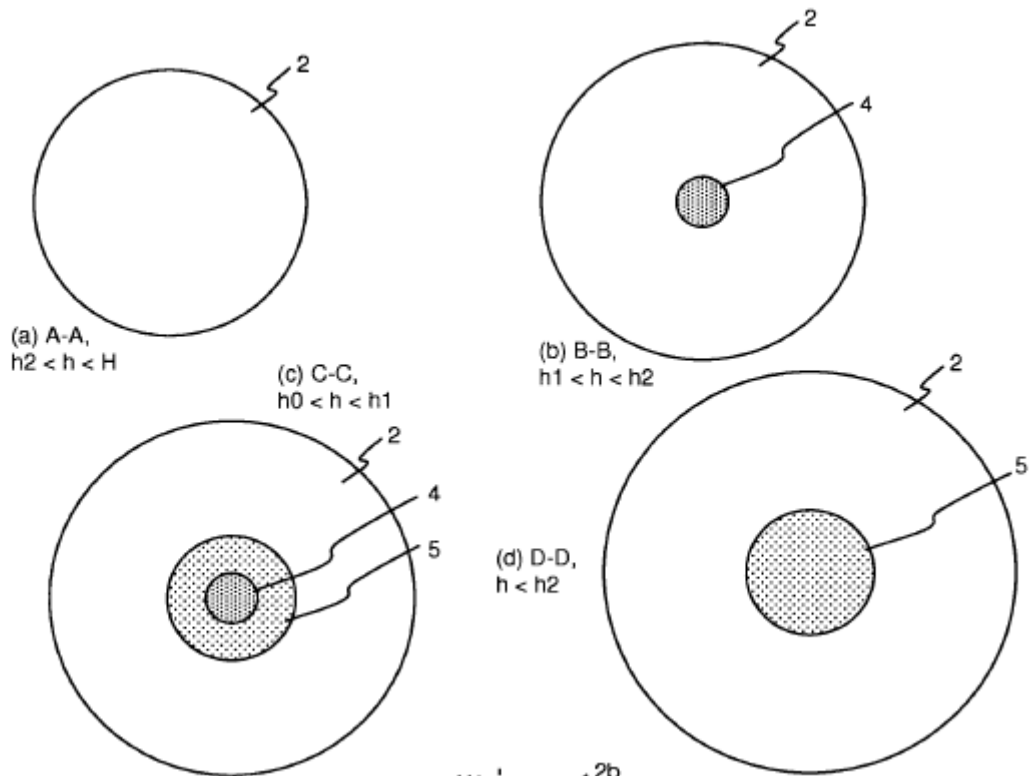


FIGURA 3

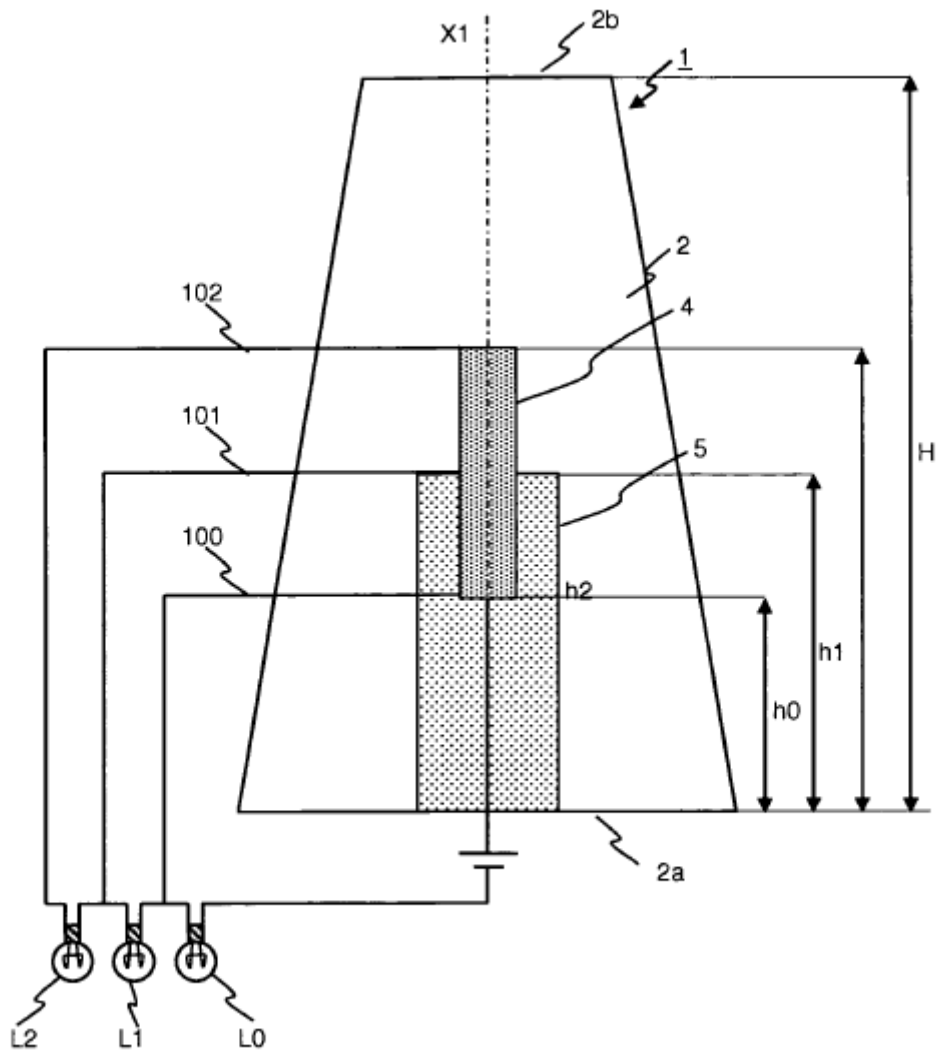


FIGURA 4