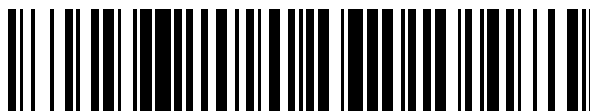


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 429**

51 Int. Cl.:

C21C 1/08 (2006.01)

F27D 21/00 (2006.01)

C21C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2008** **E 10005996 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016** **EP 2228643**

54 Título: **Método para influir en la dilatación máxima del hierro fundido**

30 Prioridad:

22.01.2007 DE 102007004147

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

19.06.2017

73 Titular/es:

**HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
(100.0%)
CENTRUM ZUID 1105
3530 HOUTHALEN, BE**

72 Inventor/es:

HABETS, DANNY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 429 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

Método para influir en la dilatación máxima del hierro fundido

La invención trata sobre un método para influir en las propiedades del hierro fundido mediante la adición de magnesio durante el proceso de fundición de hierro.

5 En general, el contenido de magnesio libre en una pieza de hierro fundido es considerado como un factor determinante en la formación de grafito nodular o vermicular en el hierro fundido tratado con magnesio. La práctica actual para la regulación de la producción de hierro dúctil consiste en determinar el contenido total de magnesio, es decir, el magnesio libre y el magnesio unido, esto se logra mediante el análisis espectrográfico de muestras. Sin embargo, este método da como resultado una imagen incompleta, ya que no se conoce el contenido de magnesio libre y la medición no ofrece información sobre la actividad del oxígeno. No obstante, la actividad del oxígeno, la cual se encuentra en equilibrio con el magnesio libre, es un factor importante que determina la forma del grafito. El llamado hierro dúctil es normalmente una fundición gris, la cual se trata con un aditivo de formación de esferas, de modo que la mayor parte del carbono grafitico se convierta en hierro fundido denominado grafito nodular (nódulos de grafito) o grafito esferoidal. El grafito nodular presente en el hierro fundido debe analizarse en cuanto a forma, tamaño y número de partículas, ya que estos parámetros afectan las propiedades mecánicas del hierro fundido. Por otro lado, se debe tener en cuenta que el análisis visual es una acción compleja o subjetiva, incluso en el caso de un análisis parcialmente automatizado. Métodos de evaluación relacionados se describen, por ejemplo, en US 5,675,097. En DE 199 28 456A1, se describen los métodos de evaluación para determinar la estructura espacial del grafito presente en el hierro fundido, los cuales se basan en la valoración del oxígeno y no presentan las desventajas de los métodos visuales. Esto aumenta la capacidad de respuesta, así como la posibilidad de influir selectivamente en la producción aumentando el rendimiento y reduciendo los desechos durante la fundición. Asimismo, la calidad del hierro fundido se vuelve bastante regulable.

Otros ejemplos para medir el oxígeno, en relación con el control de la composición del hierro fundido tratado con Mg se describen en JP2006063396, US6.544.359 B1 y WO 99/45156.

25 El análisis del hierro fundido tratado con magnesio puede ser realizado, por ejemplo, a través de pruebas metalográficas o espectrográficas de muestras solidificadas o también mediante análisis térmicos.

Por lo general, se utiliza magnesio puro o una aleación de magnesio para incentivar la forma esférica en el hierro fundido. Una parte del magnesio añadido extrae el oxígeno y azufre, la parte restante es conocida como la parte de magnesio libre que regula la actividad del oxígeno. El contenido de magnesio libre durante el proceso de fundición es el factor determinante para la cantidad de partículas del hierro fundido. La parte de magnesio libre en la fundición se vuelve menor con el tiempo, mientras que aumenta la actividad de oxígeno. Esto influye en la estructura y propiedades mecánicas del hierro fundido.

35 Los sensores para determinar la actividad de oxígeno de un metal fundido se describen, por ejemplo, en DE 103 10 387 B3. Aquí se revela un tubo de electrolito sólido, el cual presenta un recubrimiento consistente en una mezcla de circonato de calcio y un fluoruro en su superficie exterior, de modo que se puede llevar a cabo la medición de la concentración de azufre, silicio o carbono durante el proceso de fundición de hierro.

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un método para controlar el proceso, y de esta manera mejorar la técnica existente, donde se pueda influir específicamente sobre las propiedades mecánicas del hierro fundido ya en la fase líquida.

40 El objetivo se alcanza mediante las características que se describen en la reivindicación independiente. En la reivindicación dependiente se revelan configuraciones ventajosas. En particular, el método de la invención se caracteriza porque se mide el contenido de oxígeno en la masa fundida de hierro, mientras que al mismo tiempo se suministra magnesio a la masa fundida, hasta que el contenido de oxígeno en el hierro fundido aumente de 0,08 a 0,1 ppm a una temperatura de 1420°C como temperatura de referencia. Debido a que la medición del oxígeno es más precisa que la medición de magnesio que hasta ahora era posible (el magnesio se encuentra en la fundición como magnesio libre y magnesio unido, de modo que no es posible detectarlo de manera precisa), la determinación de las propiedades mecánicas de la fundición es más precisa. Un especialista puede determinar y utilizar una correlación entre la existencia de unas pocas partículas de grafito grandes en un bajo contenido de oxígeno y de muchas partículas de grafito pequeñas en un mayor contenido de oxígeno.

50 Por lo tanto, es posible hacer una correlación con las propiedades mecánicas, tal y como se describe en US 5.675.097, por ejemplo, con respecto a la resistencia a la rotura, la dilatación y la resistencia a la deformación. En el caso del hierro fundido, sorprendentemente se ha demostrado que presenta una dilatación máxima cuando se realiza la adición del magnesio hasta que el contenido de oxígeno sea inferior a 0,1 ppm, de acuerdo con la invención entre 0,08 a 0,1 ppm. Si el contenido de oxígeno es menor o mayor, disminuye la dilatación del hierro fundido. La mejor opción es añadir alrededor de 200 a 750 ppm de magnesio a la fundición de hierro para lograr el contenido de oxígeno deseado.

El sensor para medir el contenido de oxígeno en la masa fundida de hierro es un sensor de análisis electroquímico

que tiene un tubo de electrolito sólido que se caracteriza porque la superficie exterior del tubo de electrolito sólido se ha recubierto con una capa de dióxido de circonio. En particular, la capa de dióxido de circonio se puede estabilizar con óxido de calcio, óxido de itrio y/u óxido de magnesio. Es ventajoso que se estabilice la capa hasta con 30% en peso de óxido de calcio, hasta 25% en peso de óxido de magnesio y/o hasta 52% en peso de óxido de itrio. Además, es especialmente ventajoso que la capa se estabilice con aproximadamente 4 a 6% en peso de óxido de calcio y que la capa del sensor sea pulverizada por plasma. De preferencia, con un espesor de aproximadamente 30 a 50 μm , en particular aproximadamente 40 μm . El tubo de electrolito sólido donde está dispuesta la capa es de preferencia un tubo de dióxido de circonio, el cual se puede estabilizar con aproximadamente 2% en peso de óxido de magnesio.

5
10 A continuación, se describe un ejemplo de la ejecución de la invención por medio de una gráfica. Las gráficas muestran lo siguiente:

Figura 1: Relación entre el número de partículas de grafito y el contenido de oxígeno (actividad de oxígeno aO).

Figura 2: Relación entre la dilatación relativa y el contenido de oxígeno.

Figura 3: Corte transversal a través del cabezal del sensor.

15 Figura 4: Corte parcial a través de otra forma de ejecución del sensor.

En la Figura 1 se puede observar que la cantidad de partículas de grafito aumenta junto con el aumento en el contenido de oxígeno (actividad de oxígeno aO). Al controlar el contenido de oxígeno mediante la adición de magnesio, también se puede ajustar la cantidad de partículas de grafito. Debido a esto, las propiedades del hierro fundido se ven influenciadas específicamente desde la fundición. La cantidad de partículas máxima se produce en una actividad de oxígeno a aproximadamente 0,10 y 0,12 ppm (válido para 1.420°C). Si la actividad de oxígeno está por debajo de 0,10 ppm, entonces se reduce la cantidad de partículas.

20

Esto se ajusta a la experiencia ya conocida de la práctica de la fundición, la cual dice que un alto contenido de magnesio tiene efectos negativos en la cantidad de partículas.

La Figura 2 muestra la relación entre la dilatación relativa del hierro fundido y el contenido de oxígeno. La dilatación máxima (elongación) se puede ver a aproximadamente 0,08 ppm. En una actividad de oxígeno más baja, la dilatación es un poco menor, probablemente debido a la menor cantidad de partículas. Si la actividad de oxígeno supera el valor óptimo, entonces se produce una disminución constante de la dilatación. El gráfico muestra que es posible influir en la dilatación relativa del hierro fundido al ajustar el contenido de oxígeno durante la fundición de hierro, lo cual se puede realizar por medio de la adición de magnesio.

25

En la figura 3 se muestra un sensor. Los cables eléctricos 2 (Cu/CuNi/conductor) están dispuestos en el relleno de arena 3 dentro de un tubo de metal 1. Sobre la pieza de unión 4, los cables eléctricos están conectados a una estructura u otro soporte, los cuales también están conectados a una unidad de medición. El otro extremo de los cables 2 está conectado con un termopar 5 y el sensor de análisis electroquímico 6. El sensor de análisis electroquímico 6 tiene un tubo de electrolito sólido (sonda ZrO_2) con un escudo de choque de acero como carcasa externa. La sonda de ZrO_2 posee una capa de dióxido de circonio en su superficie exterior, la cual está estabilizada con 5% en peso de óxido de calcio. Esta capa tiene un espesor de aproximadamente 40 μm . Esto no se presenta en detalle en la gráfica, puesto que los tubos de electrolito sólido se muestran a un nivel básico.

30
35

El termopar 5 se fija en un cemento de sellado para termopar 7. Asimismo, el sensor de análisis 6 también se fija en un cemento 8, la cual se cierra con un tapón hermético 9 en el extremo dispuesto en el interior del sensor, a través del cual se realizan los contactos eléctricos. Ambos elementos sensores 5 y 6 están interconectados por medio de una pinza de plástico 10. Los cables pasan por el interior del tubo de metal 1 por medio de la pieza con aislamiento térmico 11. Durante la inmersión del sensor, un cuerpo de arena 12 está dispuesto en el exterior del tubo metálico 1 con el fin de protegerlo.

40

La Figura 4 muestra una disposición similar, en la que se muestra el empalme del sensor en el tubo de soporte 13. El tubo de soporte 13 está hecho de cartón y, en su zona frontal, el lado del cuerpo de arena 12 está rodeado por un tubo de soporte contra salpicaduras 14, el cual está hecho de arena de fundición o cemento.

45

Los elementos sensores 5 y 6 se deben proteger durante el transporte. Asimismo, durante la inmersión en la masa fundida se deben cubrir con una tapa metálica 15, la cual se funde durante o después de la inmersión del sensor en el metal fundido liberando los elementos sensores 5 y 6.

50

Los elementos sensores 5 y 6 se deben proteger durante el transporte. Asimismo, durante la inmersión en la masa fundida se deben cubrir con una tapa metálica 15, la cual se funde durante o después de la inmersión del sensor en el metal fundido liberando los elementos sensores 5 y 6.

REIVINDICACIONES

1. Método para influir en la elongación de hierro fundido mediante la adición de magnesio al proceso de fundición, **caracterizado por que** se mide el contenido de oxígeno en la masa fundida de hierro, mientras que al mismo tiempo se suministra magnesio a la masa fundida, hasta que el contenido de oxígeno en el hierro fundido aumente de 0,08 a 0,1 ppm a una temperatura de 1.420°C.
2. Método según la Reivindicación 1, **caracterizado por que** se añade alrededor de 200 a 750 ppm de magnesio.

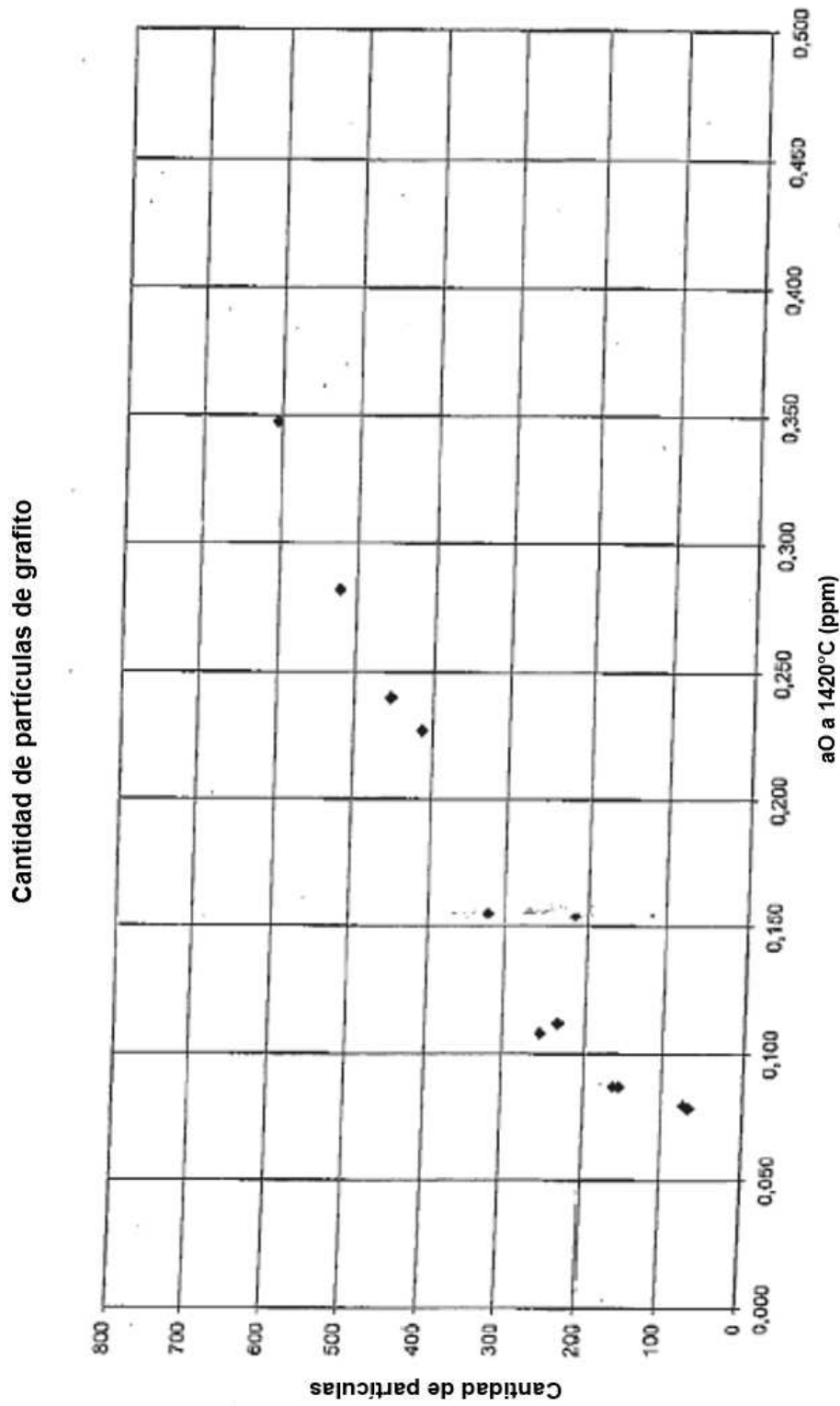


Fig. 1

Relación de la actividad del oxígeno con la elongación relativa

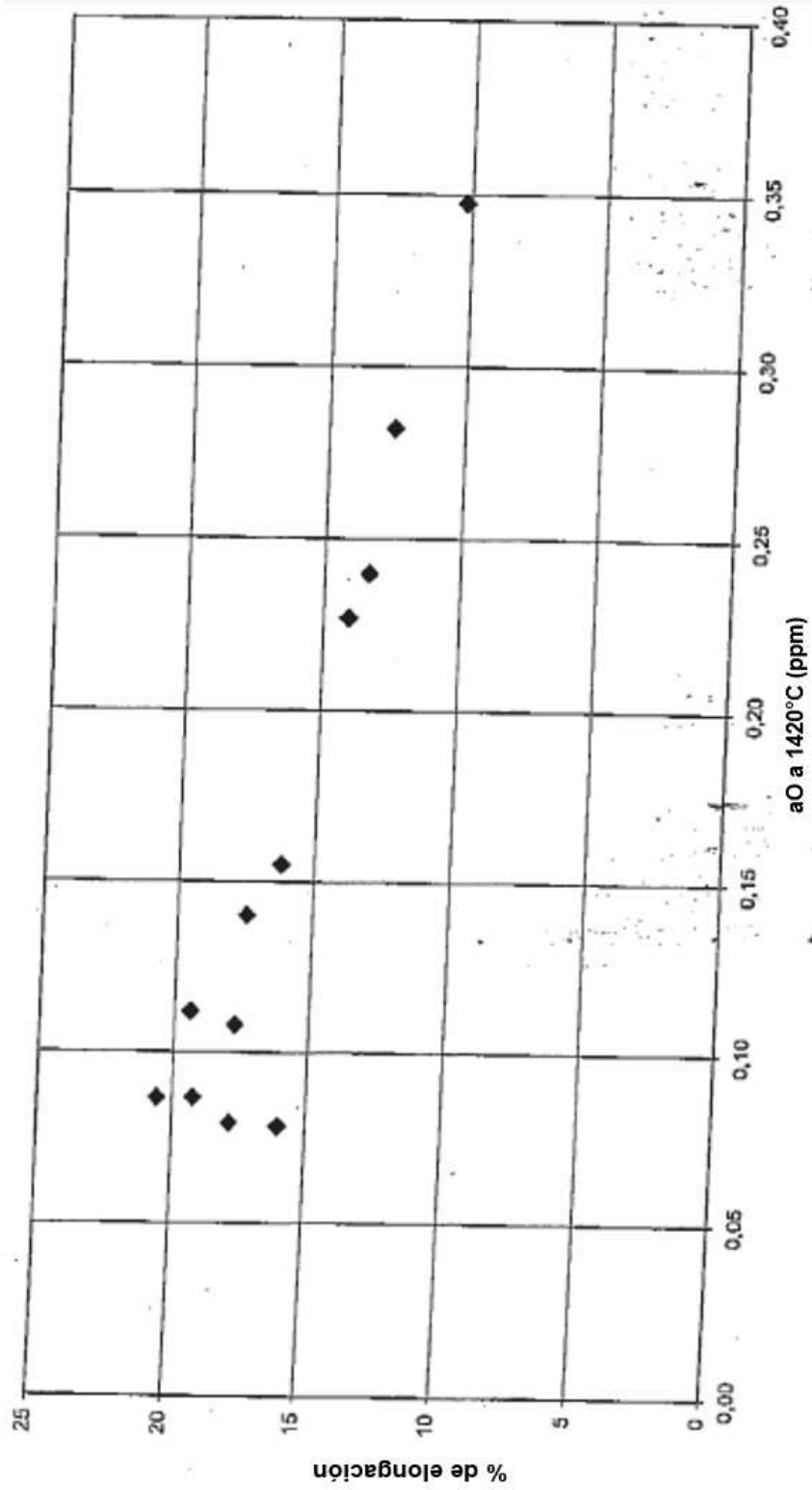


Fig. 2

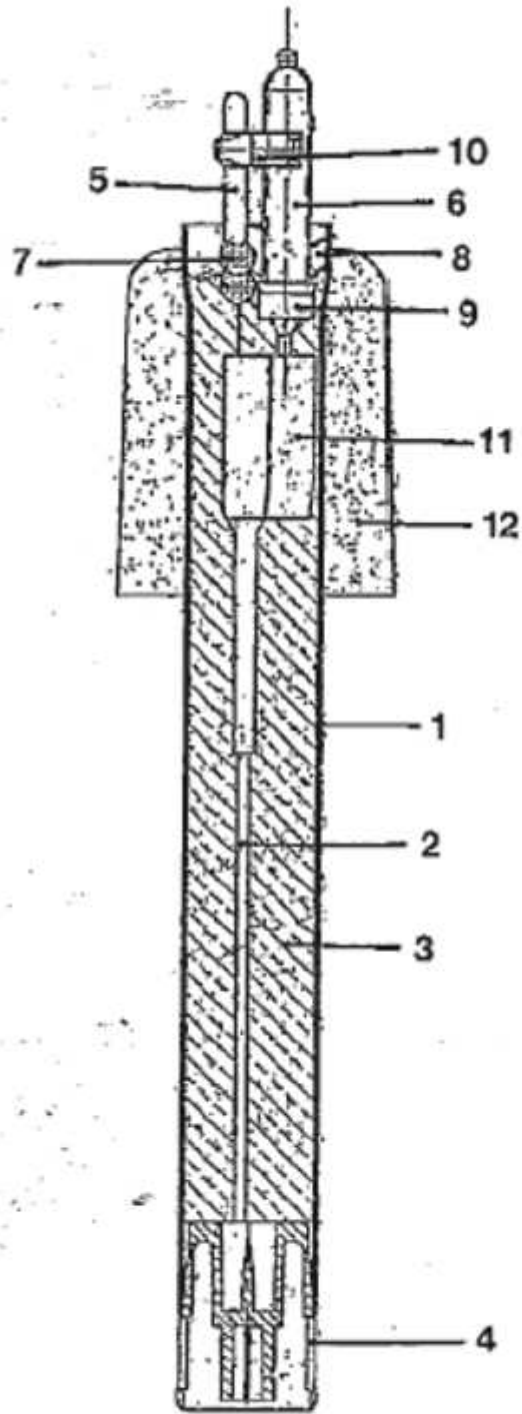


Fig. 3

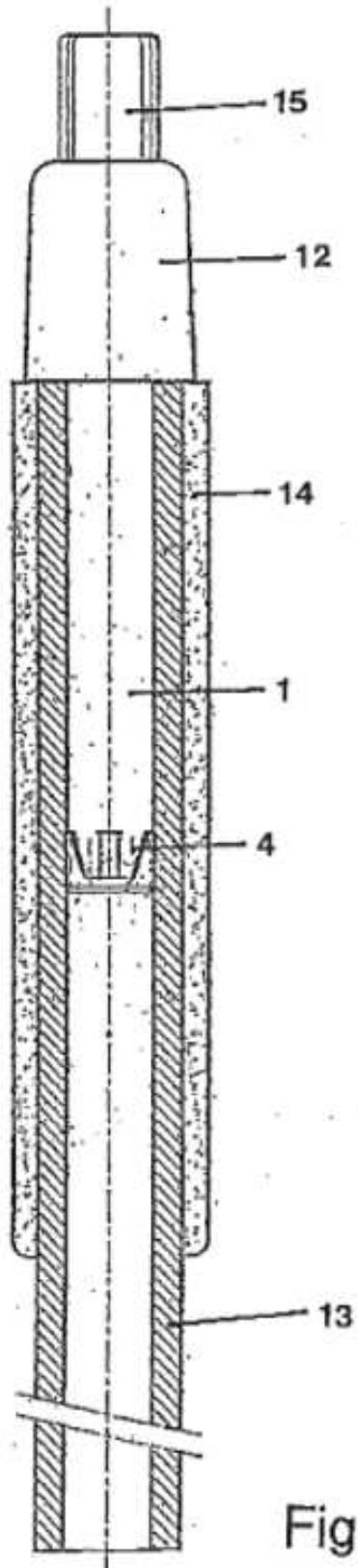


Fig. 4