

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 977**

51 Int. Cl.:
B22D 17/28 (2006.01)
B22D 18/04 (2006.01)
B22D 35/04 (2006.01)
F27B 14/08 (2006.01)
F27D 3/14 (2006.01)
F27B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08829753 .6**
96 Fecha de presentación: **31.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2193001**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.06.2010**

54 Título: **Tubo ascendente para entrega de metal fundido y horno dosificador con el tubo ascendente**

30 Prioridad:
07.09.2007 DE 102007042537

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.11.2012

73 Titular/es:
STRIKOWESTOFEN GMBH (100.0%)
Hohe Strasse 14
51643 Gummersbach, DE

72 Inventor/es:
GLÜCKLICH, JENS

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 389 977 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

Tubo ascendente para entrega de metal fundido y horno dosificador con el tubo ascendente

La invención se refiere a un tubo ascendente para usarse en un horno dosificador así como a un conjunto de tubos ascendentes de diferentes calibres, también a un horno dosificador para entregar porciones medidas de un metal fundido, principalmente aleación de aluminio líquida.

Hornos dosificadores de este tipo (WO 2006/092163 A) comprenden una carcasa revestida refractaria que forma una cuba para el metal fundido, también un tubo de llenado para introducir el metal fundido a la cuba, un tubo ascendente para la entrega de porciones de material fundido y un dispositivo de introducción de presión para generar una sobrepresión en el interior del horno dosificador con el propósito de entregar de a una porción de metal fundido. El interior del tubo ascendente tiene un estrangulamiento en el lado de entrada, un difusor y un segmento de tubo (DE 20 2005 017 110 U1). Los hornos dosificadores se usan, entre otras máquinas de fundición a presión, para alimentar moldes de arena o lingoteras, es decir para llenar sus cámaras de llenado con una porción de metal fundido. En tal caso se depende de porciones medidas con exactitud. Si la cantidad de llenado es demasiado pequeña, pueden producirse daños en la máquina de fundición a presión porque el pistón de presión de la máquina de fundición a presión choca en la pared de la cámara de llenado. Además, la pieza fundida a presión se vuelve deficiente. Si la porción de metal fundido es demasiado grande, existe el riesgo de que el molde de fundición a presión que se compone de piezas individuales se preñe por separado, lo cual también puede conducir a daños, pero en cualquier caso suministra piezas fundidas a presión inservibles. De esta manera, es de importancia decisiva la medida exacta de porciones de metal.

En el estado de la técnica existen tubos ascendentes que tienen forma de casquete esférico en el estrangulamiento del lado de entrada, y tubos ascendentes que tienen forma cónica en el lado de entrada del estrangulamiento (DE 20 2005 017110 U1). En los tubos ascendentes en forma casquete se producen pérdidas de flujo detrás del estrangulamiento y con esto torbellinos en espacios muertos, lo cual reduce la velocidad de caudal (rata de corriente) del material fundido. En tubos ascendentes en forma cónica inmediatamente antes del estrangulamiento se reduce de hecho el riesgo de formación de espacios muertos, aunque la exactitud de la cantidad de entrega del metal fundido, no obstante, no es óptima. Esto se basa en que entre los segmentos individuales de los tubos ascendentes se forman bordes. Al limpiar el tubo ascendente estos bordes pueden cambiar además ligeramente en su posición, si se suprime demasiado poco o demasiado mucho material de la pared interna del tubo ascendente. Esto conduce a modificaciones de la geometría del tubo ascendente y con esto a un cambio del transporte del material fundido después de la limpieza del tubo ascendente.

Los tubos ascendentes se revisten para diversas áreas de porciones de metal fundido, es decir se construyen con diferentes calibres. Con base en un calibre respectivo del tubo ascendente, se controla la porción de metal fundido por la altura y la duración temporal de la sobrepresión en el horno dosificador. Puede desarrollarse una sobrepresión en el horno dosificador porque el tubo ascendente se sumerge en el metal fundido y el estrangulamiento del tubo ascendente impide el desagüe del metal fundido. Si se ha generado una sobrepresión constante en el interior del horno dosificador, el estrangulamiento del tubo ascendente puede considerarse como una placa de orificio (diafragma) que deja pasar una corriente de material esencialmente constante. Sin embargo, antes de producirse una corriente de material constante, existen operaciones en estado transitorio de la corriente del material que dependen de múltiples parámetros que no pueden mantenerse constantes. En el transcurso temporal del estado transitorio se producen oscilaciones de la corriente de material que pueden sobrepasar dicho estado. La magnitud de las oscilaciones puede cambiar de una vez a otra en la operación del horno dosificador, lo cual dificulta la dosificación exacta de las porciones de metal fundido entregadas y la hace inexacta.

El objetivo fundamental de la invención era evitar el defecto mostrado. Principalmente debe especificarse un tubo ascendente con el cual los estados transitorios puedan suavizarse al entregar una porción de metal fundido y muestren en la práctica un proceso aperiódico. La limpieza del tubo ascendente debe conducir a calidades constantes de la forma geométrica.

El objetivo planteado se logró con un tubo ascendente tal como se especifica en la reivindicaciones. En particular, la superficie interna del tubo ascendente entre un segmento de estrangulamiento, un segmento difusor y un segmento de tubo pasa a ser una de manera suave, sin formación de bordes, en cuyo caso se efectúa un cambio permanente del incremento del diámetro interno en el área del segmento difusor. Por consiguiente, la primera derivada matemática $df(x)/dx$ de la función $f(x)$ del diámetro interno del tubo ascendente, como función de la distancia x a lo largo del eje de simetría, forma una función continua, es decir una función sin saltos.

Para no tener bordes, el segmento de estrangulamiento del lado de la entrada, con un primer radio de curvatura, pasa a ser uno con el segmento difusor, y el difusor pasa a ser uno, sin bordes, con un segundo radio de curvatura, con el segmento de tubo. Los radios de curvatura se seleccionan grandes en comparación con el diámetro de entrada o el diámetro de salida. "Grandes" significan aquí "más grande en casi un orden de magnitud o más aún".

Los tubos ascendentes son piezas intercambiables que se intercambian, por un lado, debido al deterioro, por otra parte al cambiar durante la producción de las piezas fundidas a presión. Con el fin de entregar una porción determinada de metal fundido durante un marco temporal determinado, se selecciona un tubo ascendente de calibre apropiado de un conjunto de tubos ascendentes y se inserta en el horno dosificador. El conjunto de tubos ascendentes de diferente calibre cubre el área total de las corrientes de metal fundido del horno dosificador concernido.

Ejemplos de realización de la invención se describen por medio del dibujo. Allí se muestra:

Fig. 1; un horno dosificador en representación esquemática con las piezas externas retiradas,

Fig. 2: una vista parcial del espacio interior de un horno dosificador,

10 Fig. 3: un diagrama de la corriente másica por el tiempo de un tubo ascendente convencional,

Fig. 4: un diagrama de la corriente másica por el tiempo en un tubo ascendente de la invención,

Fig. 5: un corte longitudinal a través de un tubo ascendente,

Fig. 6: un corte longitudinal a través de otro tubo ascendente y

Fig. 7: una herramienta de limpieza para limpiar tubos ascendentes.

15 La Fig. 1 es una representación esquemática del espacio interno de un horno dosificador, este contiene internamente una carcasa 1 revestida de modo refractario que forma una cuba para el metal fundido, además un tubo de llenado 2 para introducir el metal fundido a la cuba, un tubo ascendente 3 para entregar porciones de metal fundido y un dispositivo de introducción de presión 4 para generar una sobrepresión en el interior del horno dosificador con el fin de entregar respectivamente porciones de metal fundido en el tubo ascendente 3. El nivel del material fundido en el horno dosificador se indica por un nivel 5. El tubo de llenado 2 se compone de cerámica o de hormigón refractario y forma un embudo que se estrecha y tiene una salida estrecha, el cual al operar el horno dosificador forma un cierre para la sobrepresión generada en el interior, y por otra parte permite las corrientes adicionales de metal fundido a la cuba. La operación del horno dosificador se efectúa irregularmente, es decir que para la entrega de una porción de metal fundido en el tubo ascendente 3 durante un tiempo determinado, por ejemplo de 8 segundos, se genera una sobrepresión, que sirve para transportar una porción de metal fundido a través del tubo ascendente 3 a la cámara de llenado, por ejemplo de una máquina de fundición de aluminio a presión. Las presiones empleadas se encuentran en el rango de 10 mbar a 200 mbar y preferentemente en el rango de 40 a 80 mbar. Con el fin de generar esta presión, el tubo ascendente 3 debe actuar como cierre temporal, es decir que la generación de la presión se efectúa esencialmente más rápido que el posible desagüe de material por el tubo ascendente 3.

20 La Fig. 2 muestra la estructura en principio de un tubo ascendente 3. La pared del tubo ascendente se compone de cerámica o de hormigón refractario. El interior del tubo ascendente 30 contiene tres segmentos, más precisamente un segmento de estrangulamiento 31 en el lado de la entrada, un segmento difusor de conexión 32 y un segmento de tubo 33 en el lado de la salida. El estrangulamiento 31 retarda el desagüe del metal fundido durante la generación de presión en la carcasa 1, de tal modo que por medio de un dispositivo de introducción de presión 4 puede ajustarse una altura deseada de sobrepresión en la carcasa 1. Entonces el estrangulamiento 31 actúa como una placa de orificio (diafragma), es decir que a una presión establecida constante fluye una corriente casi constante por el tubo ascendente 3.

35 Sin embargo, antes de que se produzca esta corriente impulsada, constante, la corriente debe empujarse del valor cero al valor deseado, en cuyo caso pueden producirse operaciones en estado transitorio. La Fig. 3 muestra el comportamiento de la corriente másica en un tubo ascendente convencional de la forma de casquete. Los estados transitorios son sobrepasados antes de que resulte una corriente másica aproximadamente constante. Por el contrario, la figura 4 muestra el comportamiento de la corriente másica en un tubo ascendente de la invención. Tal como es ostensiblemente evidente, el estado transitorio transcurre prácticamente de manera aperiódica, es decir que no ocurren estados que sobrepasen los estacionarios.

40 La formación del tubo ascendente de la invención se describe por medio de las figuras 5 y 6. El interior del tubo ascendente 30 se suaviza mediante un procesamiento de encolamiento. Pueden distinguirse los tres segmentos: estrangulamiento 31, difusor 32 y el segmento de tubo 33, cuyas longitudes se etiquetan con L31 o L32 o L33. El diámetro de entrada se designa con D_i y el diámetro de salida se designa con D_o . El diámetro externo del tubo ascendentes es de D_a . El segmento de estrangulamiento 31 es redondo cilíndrico y, con un radio de curvatura R_1 , sin bordes, se vuelve uno con el segmento difusor cónico 32. El segmento de tubo 33 es ligeramente cónico hacia la salida, con un ángulo de abertura de 1° y, con un radio de curvatura R_2 , se vuelve uno, sin bordes, con el segmento

ES 2 389 977 T3

5 difusor 32. Las líneas de corte internas en el corte longitudinal axial a través del tubo ascendente 3 son siempre diferenciadas y tienen generalmente forma de S en el segmento difusor 32. Los radios R1 y R2 pueden seleccionarse de tal manera que las curvaturas generadas con ellas, que representan partes de superficie toroidal, se vuelven una de modo tangencial, es decir que en corte axial forman un punto de inflexión en el que puede medirse el ángulo de apertura de cono máximo α del segmento difusor 32. Pero también es posible formar un área de cono del ángulo α con líneas generatrices rectas, las cuales tangencialmente se fusionan con las áreas toroidales formadas por los radios R1, R2. La forma externa del tubo ascendente 3 puede ser redondeada o, tal como se representa, angulosa. Sin embargo, un agudo borde circundante 34 debe estar provisto por el lado de la entrada al pasar del área externa al área interna del tubo ascendente y en el lado de la salida no debe haber ningún "borde de tropiezo" para un tubo secundario, lo cual causa otro agudo borde circundante 35.

10 Hay tubos ascendentes, entre otros, con una longitud total L de 570 mm. Entre las magnitudes nominales de los tubos ascendentes se cuenta además el diámetro externo D_a así como el diámetro interno D_o y D_i a la salida y entrada del tubo ascendente. A partir de una longitud total L = 570 mm el diámetro externo D_a se encuentra en el rango de 65 a 130 mm. El diámetro de salida D_o se encuentra en el rango de 40 a 80 mm y el diámetro de entrada D_i en el rango de 12 a 40 mm. Se entiende que los respectivos valores pequeños se combinan entre sí y los respectivos diámetros grandes se combinan entre sí.

15 En los tubos ascendentes representados en la figura 5 el diámetro de salida $D_o = 40$ mm, y el diámetro de entrada $D_i = 16$ mm, mientras que $L_{31} = 15$ mm y $L_{32} = 55$ mm. Los radios de curvatura $R_1 = 150$ mm y $R_2 = 250$ mm. El ángulo de apertura máximo α del difusor 32 es de aproximadamente 10° .

20 Para las formas de realización según la Fig. 6 resultan los siguientes valores:

L = 570 mm; $D_a = 120$ mm; $D_o = 65$ mm; $D_i = 21$ mm;

$L_{31} = 20$ mm; $L_{32} = 105$ mm; $R_1 = 150$ mm; $R_2 = 250$ mm, $\alpha = 14^\circ$.

25 Es posible desviarse de los valores indicados. De esta manera, el segmento de estrangulamiento 31 no necesita ser estrictamente cilíndrico, más bien se permite una forma ligeramente cónica. El ángulo de pared medido en dirección axial en el segmento de estrangulamiento puede seleccionarse en un rango de 0 a 1° . Incluso para el ángulo de apertura del cono del difusor 32 hay un rango preferido que se extiende de 8° a 16° . Para el segmento de tubo 33 se selecciona un ángulo de pared en el rango de $0,5^\circ$ a 2° lo cual facilita la limpieza del tubo ascendente de metal fundido que se ha endurecido. El primer radio de curvatura R_1 es preferiblemente más grande que 30 mm y puede encontrarse en el rango de 100 a 200 mm y el segundo radio de curvatura R_2 es preferiblemente más grande que 50 mm y puede seleccionarse en el rango de 200 a 300 mm.

30 A causa de la geometría del nuevo tubo ascendente y de las presiones de impulso habituales en hornos dosificadores se logra un flujo laminar en el interior del tubo ascendente, lo cual conduce a que la magnitud de la corriente se eleva en el nuevo tubo ascendente. Mientras que, por ejemplo, un tubo ascendente estándar en forma de casquete del tamaño nominal 570 x 85 / 65 x 21 (L x D_a / D_o x D_i) tiene una corriente másica de escasamente 100 kg/min a 60 mbar de presión de impulso, el nuevo tubo ascendente de flujo optimizado con las mismas medidas nominales a igual presión de impulso tiene una corriente másica de 120 kg/min. Puede suponerse que esta elevación de la velocidad de flujo y el comportamiento mejorado de fluctuación pueden atribuirse al impedimento de formaciones de torbellino o turbulencias en los segmentos individuales (estrangulamiento, difusor, segmento de tubo) dentro del tubo ascendente de la invención.

35 En un horno dosificador hay toda una parea de porciones medidas que usualmente está cubierta con un conjunto de tubos ascendentes de diferente calibre. En la medida que el nuevo tubo ascendente de flujo optimizado muestra un caudal elevado, es posible cubrir toda el área de las porciones a medir con menos tubos ascendentes en el conjunto que antes. En un horno dosificador de tamaño usual para el comercio, es posible arreglárselas con cinco tubos ascendentes en el conjunto (en lugar de los anteriores siete u ocho tubos ascendentes), los cuales tienen las siguientes medidas:

No.	Longitud total (L)	Diámetro externo máx. (D_a)	Diámetro interno máx. (D_o)	Diámetro de entrada (D_i)
1	570	90	40	16
2	570	120	65	21
3	570	120	65	24
4	570	120	65	35
5	570	120	65	40

ES 2 389 977 T3

No.	Longitud de estrangulamiento (L31)	Primer radio de curvatura (R1)	Segundo radio de curvatura (R2)	Longitud del difusor aproximadamente de
1	15	150	250	55
2	20	150	250	105
3	25	150	250	100
4	35	150	250	90
5	40	150	250	85

5 Al usar los tubos ascendentes 3 el material fundido se solidifica en las paredes del tubo, el cual resulta en un revestimiento indeseado del interior del tubo 30. Por esto, un revestimiento así se retira de tiempo en tiempo, lo cual puede suceder con una herramienta representada en la figura 7. Este tiene una barra 70 con un asa 71 y una rasqueta 72 que está diseñada como un disco semi-redondo con un radio adecuado al diámetro de entrada del tubo ascendente 3 concernido. El diámetro de la barra 70 también puede seleccionarse apropiadamente dependiendo del tamaño del tubo ascendente. Puesto que el interior 30 del tubo ascendente no tiene bordes, se impide el riesgo de golpear fuertemente la rasqueta 72 en las paredes internas del tubo a causa de fuerzas de inercia al cambiar la dirección en los bordes, de tal modo que se impiden en gran medida daños en la pared interna del tubo al limpiar el tubo ascendente.

10 En lugar de un disco semi-redondo como rasqueta 72 también puede utilizarse una rasqueta moldeada con forma de lezna, el cual se adapta a la curvatura en forma de S de cada uno de los interiores del tubo ascendente 30, con el fin de alcanzar una y otra vez la geometría deseada del interior del tubo ascendente en cada operación de limpieza.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo ascendente para usarse en un horno dosificador para la entrega de porciones medidas de metal fundido que comprende un interior de tubo ascendente (30) que tiene un segmento de estrangulamiento (31) en el lado de entrada con un diámetro de entrada (Di) y un segmento de tubo (33) con un diámetro de salida (Do), los cuales están conectados entre sí por un segmento difusor (32), en cuyo caso no solo las superficies internas (30) del segmento de estrangulamiento (31) y del segmento difusor (32) sino también las del segmento difusor (32) y del segmento de tubo (33) pasan suavemente a ser una sola sin formar bordes y se efectúa un cambio continuo en el incremento del diámetro interno en la transición desde el segmento de estrangulamiento (31) al segmento difusor (32) y en la transición desde el segmento difusor (32) al segmento de tubo (33).
- 10 2. Tubo ascendente según la reivindicación 1, donde el segmento de estrangulamiento (31) en el lado de entrada forma un canal de un diámetro de entrada (Di) esencialmente constante, en cuyo caso
- el segmento difusor (32) tiene una forma generalmente cónica, se une al segmento de estrangulamiento (31) y forma un área que se amplía de la superficie interna (30) del tubo ascendente (3),
- el segmento de tubo (33) se une al segmento difusor y forma un canal de salida con un diámetro de salida (Do),
- 15 el segmento de estrangulamiento (31) en el lado de entrada pasa a ser uno con el segmento difusor (32) sin bordes, con un radio de curvatura (R1) a fin de producir un cambio continuo del incremento en el diámetro interno al pasar desde el segmento de estrangulamiento (31) al segmento difusor (32), y
- el segmento difusor (32) pasa a ser uno con el segmento de tubo (33), sin bordes, con un segundo radio de curvatura (R2) a fin de producir un cambio continuo de incremento en el diámetro interno al pasar del segmento difusor (32) al segmento de tubo (33).
- 20 3. Tubo ascendente según la reivindicación 2, en cuyo caso los radios de curvatura (R1, R2) se seleccionan grandes en comparación con el diámetro de entrada (Di) o el diámetro de salida (Do).
4. Tubo ascendente según la reivindicación 2 o 3, en cuyo caso el primer radio de curvatura (R1) tiene un valor en el rango de 100 a 200 mm, y el segundo radio de curvatura (R2) tiene un valor en el rango de 200 a 300 mm.
- 25 5. Tubo ascendente de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, donde el difusor (32) tienen en su área central un ángulo de apertura de cono máximo (α) con respecto al eje de tubo ascendente en el rango de un valor de 8° a 16° y, como resultado de la curvatura de la pared, el ángulo de cono (α) gradualmente se vuelve uno con el ángulo de la pared del segmento de estrangulamiento (31) o del segmento de tubo (33).
- 30 6. Tubo ascendente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde el ángulo de pared del segmento de estrangulamiento (31), medido con respecto a la dirección axial, se encuentra en el rango de 0° a 1°.
7. Tubo ascendente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, donde el ángulo de pared del segmento de tubo (33), medido respecto de la dirección axial, se encuentra en el rango de 0,5° a 2°.
8. Tubo ascendente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en cuyo caso el tubo ascendente (3) se forma con un borde agudo (34) en la entrada al segmento de estrangulamiento (31).
- 35 9. Conjunto de tubos ascendentes de diferente calibre que están ajustados respectivamente para entregar porciones medidas de metal fundido dentro de un rango clasificado de tamaños de porciones con el fin de cubrir un rango total de porciones medidas de un horno dosificador, en cuyo caso los tubos ascendentes individuales (3) del conjunto tienen las características del tubo ascendente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8.
- 40 10. Conjunto de tubos ascendentes según la reivindicación 9, en cuyo caso el conjunto comprende cinco tubos ascendentes que tienen las siguientes dimensiones (in mm):

No.	Longitud total (L)	Diámetro externo máx. (Da)	Diámetro interno máx. (Do)	Diámetro de entrada (Di)
1	570	90	40	16
2	570	120	65	21
3	570	120	65	24
4	570	120	65	35
5	570	120	65	40

ES 2 389 977 T3

No.	Longitud de estrangulamiento (L31)	Primer radio de curvatura (R1)	Segundo radio de curvatura (R2)	Longitud del difusor aproximadamente de
1	15	150	250	55
2	20	150	250	105
3	25	150	250	100
4	35	150	250	90
5	40	150	250	85

11. Horno dosificador para entregar porciones medidas de metal fundido que comprende

una carcasa revestida refractaria (1) que forma una cuba para el metal fundido,

un tubo de llenado (2) para introducir el metal fundido a la cuba,

5 un tubo ascendente (3) para entregar porciones de metal fundido, y

un dispositivo de introducción de presión (4) para producir una sobrepresión en el interior del horno dosificador con el propósito de entregar de a una porción de metal fundido, en cuyo caso el tubo ascendente (3) se forma de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8.

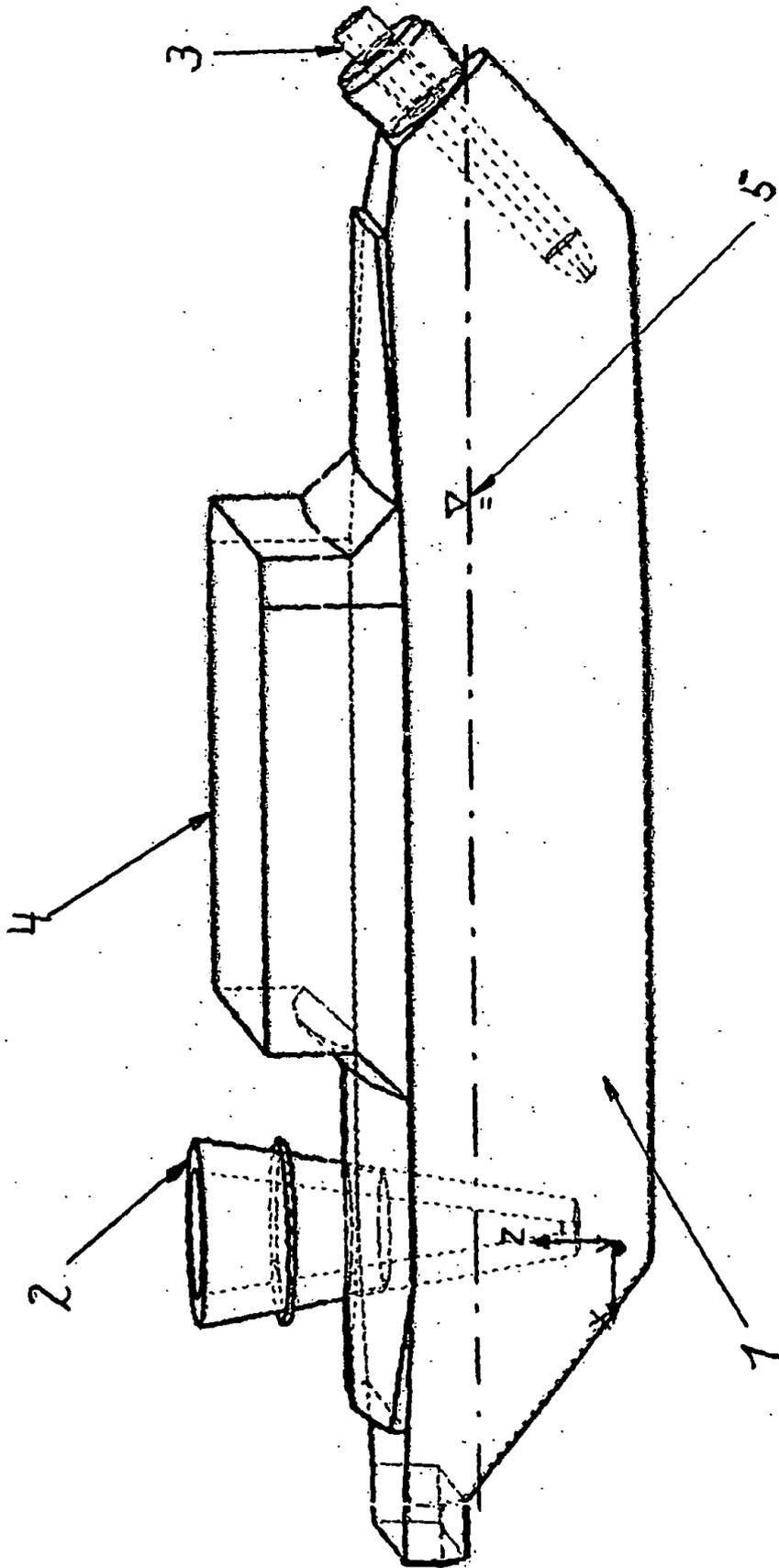


Fig. 7

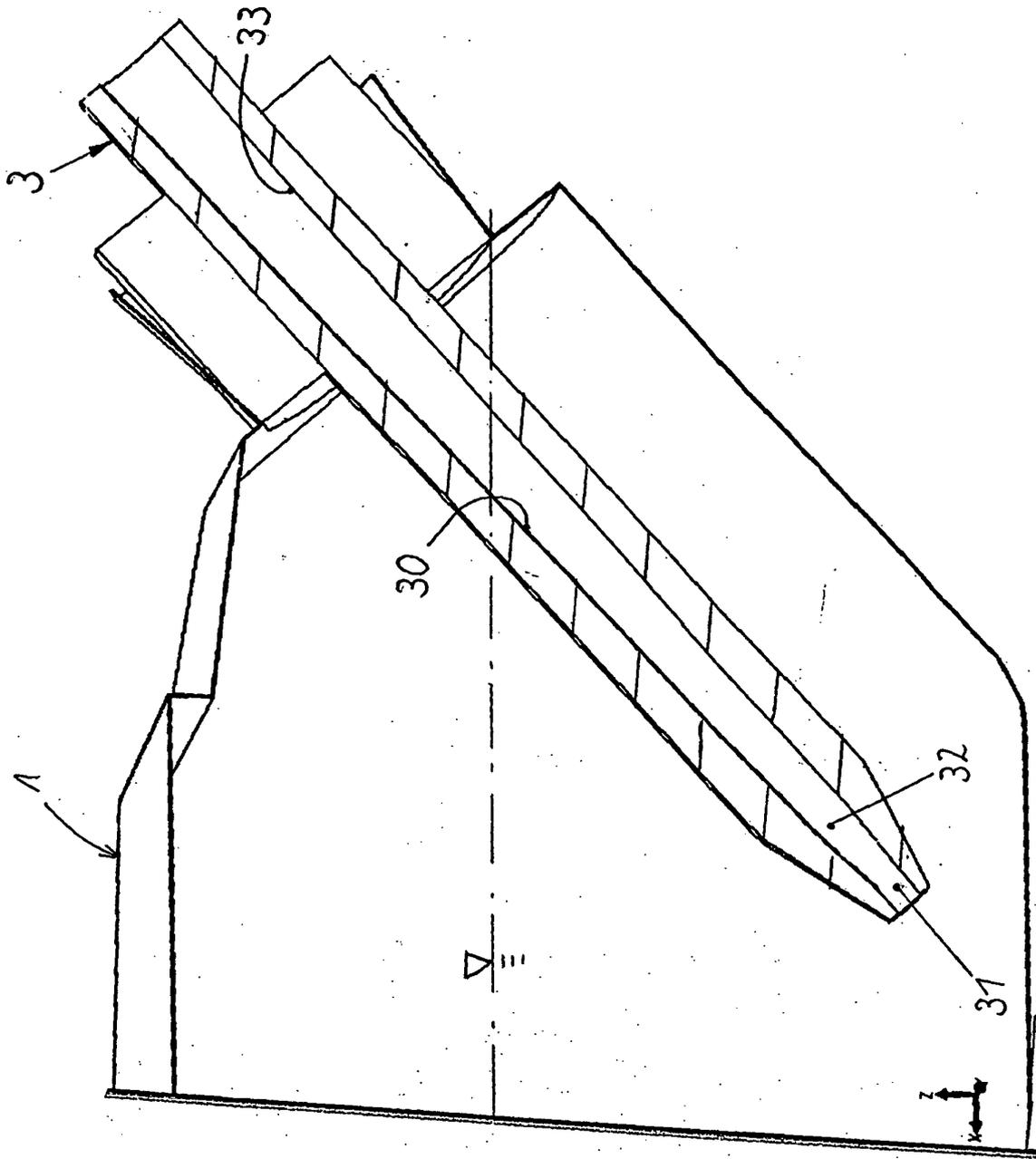


Fig 2

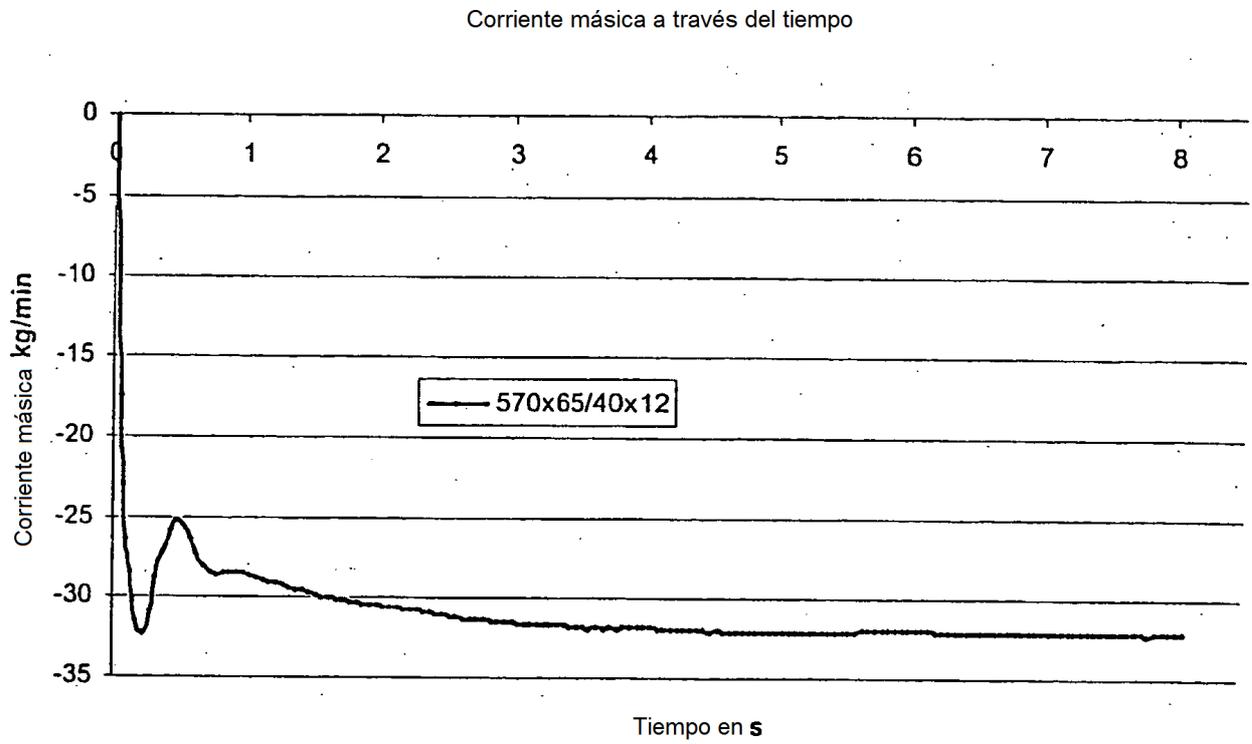


Fig. 3

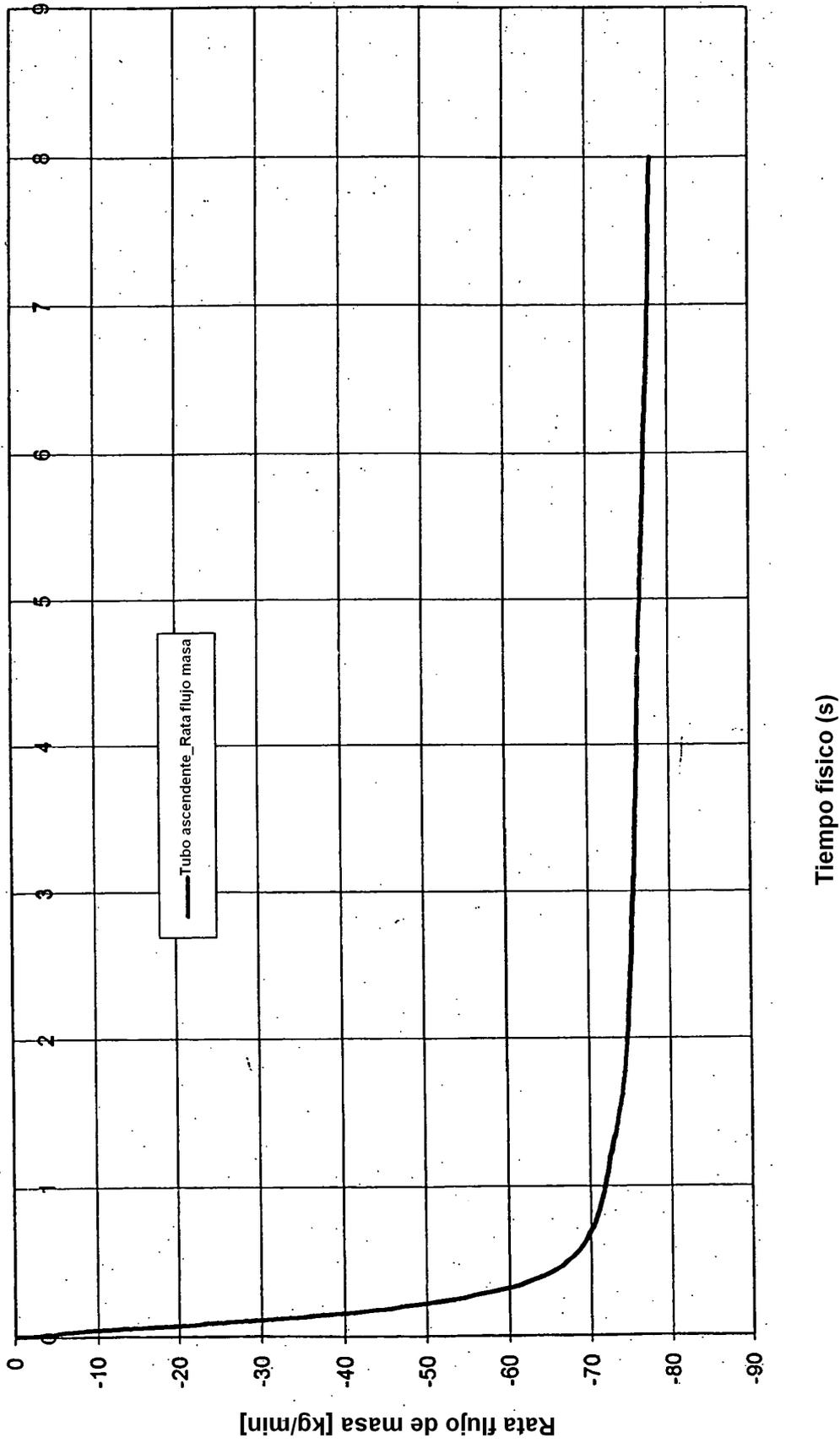
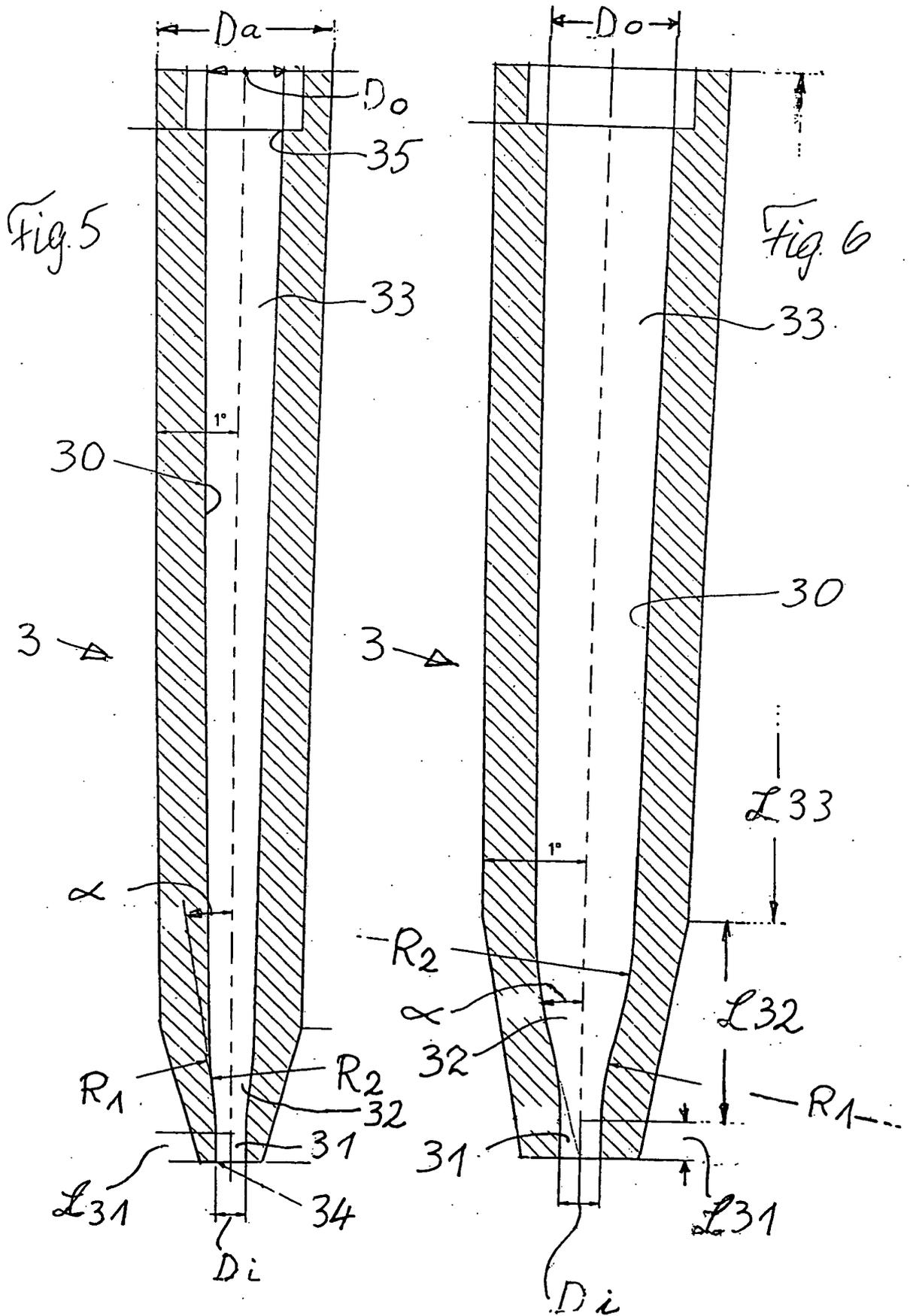


Fig. 4



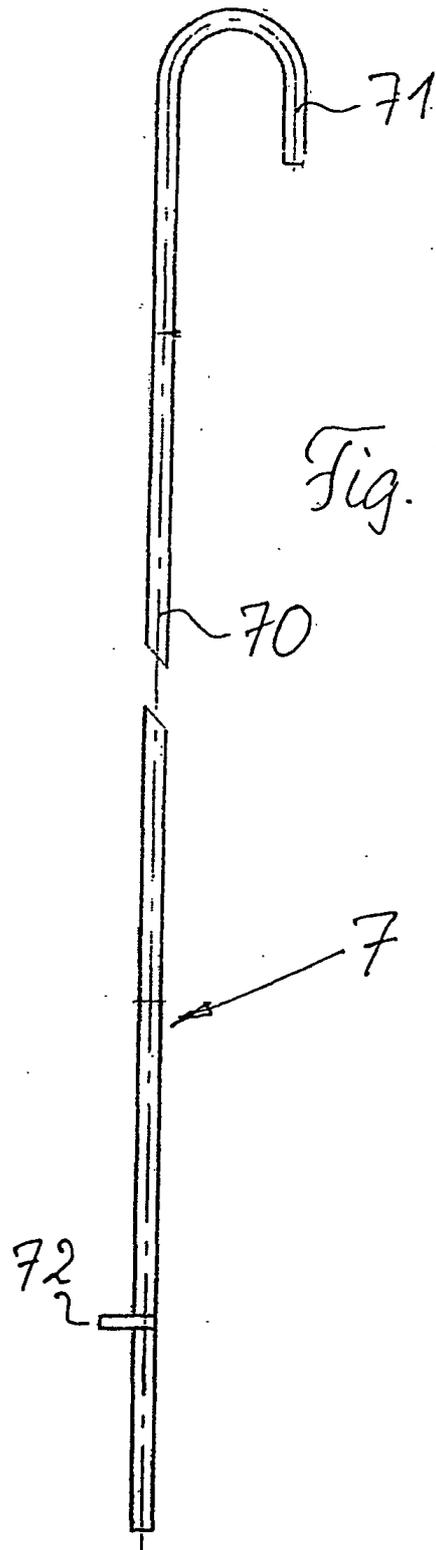


Fig. 7

