

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 808**

51 Int. Cl.:

D01F 9/32 (2006.01)

F27B 9/08 (2006.01)

F27B 9/36 (2006.01)

F27B 9/28 (2006.01)

F27B 9/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2019** **PCT/EP2019/057981**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019** **WO19197176**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2019** **E 19714644 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 3775339**

54 Título: **Horno**

30 Prioridad:

09.04.2018 DE 102018108291

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.10.2024

73 Titular/es:

ONEJOON GMBH (100.0%)

Auf der Mauer 1

37120 Bovenden, DE

72 Inventor/es:

MUCK, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 983 808 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

Horno

- 5 El alcance de la presente invención se define mediante la reivindicación independiente 1 y formas de realización adicionales de la invención se especifican en las reivindicaciones subordinadas 2 a 12.

10 Tales hornos se utilizan en particular en la producción de fibras de carbono, que se forman en un procedimiento de tres o cuatro etapas a partir de fibras de poliacrilonitrilo. El poliacrilonitrilo se abrevia a continuación en la mayoría de los casos como PAN. También fieltros y materiales textiles no tejidos y papel de fibra de carbono pueden tratarse en tales hornos. Materiales distintos a PAN son por ejemplo viscosa y lignina.

15 En una primera etapa de producción se oxida poliacrilonitrilo en un horno de oxidación a temperaturas entre aproximadamente 200 °C y 400 °C en presencia de oxígeno para dar fibras de PAN oxidadas.

20 Estas fibras de PAN oxidadas se someten entonces en una segunda etapa de producción en un horno a aproximadamente entre 400 °C y 1000 °C a un tratamiento térmico en una atmósfera de gas inerte libre de oxígeno, para aumentar el porcentaje de carbono en las fibras mediante una carbonatación, que en el caso de las fibras de PAN oxidadas se encuentra a aproximadamente el 62 % en peso. Por regla general se utiliza nitrógeno N₂ como gas inerte.

25 En una tercera etapa de producción tiene lugar el tratamiento térmico en un horno del tipo mencionado al principio, que se denomina horno de alta temperatura, entre 800 °C y 1800 °C bajo atmósfera de nitrógeno, teniendo lugar una carbonatación, en la que se pirolizan las fibras de PAN, hasta que presenten un porcentaje de carbono de aproximadamente desde el 92 % en peso hasta el 95 % en peso.

30 Dado el caso, las fibras de carbono obtenidas tras la tercera etapa de producción se someten en una cuarta etapa de producción en un horno del tipo mencionado al principio a un tratamiento térmico adicional en una atmósfera de gas inerte libre de oxígeno a temperaturas de entre 1800 °C y 3000 °C; a estas temperaturas tiene lugar una grafitización de las fibras de carbono, que después presentan un porcentaje de carbono de más del 99 % en peso y se denominan como las denominadas fibras de grafito. Por regla general, en la grafitización se utiliza argón Ar como gas inerte.

35 El espacio de proceso está delimitado en los hornos de alta temperatura conocidos por una mufla de grafito, que está rodeada por un espacio de calentamiento, en el que está alojada una jaula de calentamiento que rodea la mufla o únicamente un elemento de calentamiento por encima y por debajo de la mufla. La capa de aislamiento, que aísla térmicamente el espacio de proceso, rodea allí el espacio de calentamiento y está implementada en la mayoría de los casos mediante fieltros duros o blandos de grafito también en combinación con fibras cerámicas, que están dispuestos correspondientemente entre la carcasa de horno y el espacio de calentamiento. Sin embargo, 40 tales materiales de aislamiento presentan propiedades de aislamiento comparativamente peores y muestran sobre todo en los intervalos de temperatura altos explicados anteriormente conductividades térmicas bastante altas. Por tanto, se producen pérdidas de calor y una demanda de energía condicionada por ello para mantener la temperatura del horno.

45 También hay hornos del tipo mencionado al principio, en los que la carcasa de horno está enfriada por agua. En este caso, la capa de aislamiento, que aísla térmicamente el espacio de proceso, está formada por una capa líquida. Sin embargo, este concepto de aislamiento es muy complejo tanto constructiva como energéticamente.

50 Hornos para el tratamiento térmico de material se conocen por el documento US 4.900.247 A, el documento JP 2004 205 068 A, el documento JP 2008 082 611 A, el documento EP 0 252 506 A2, el documento JP H02 175 923 A, el documento JP S5 643 423 A2, el documento JP H04 163 321 A y el documento DE 20 2017 107 588 U1.

55 El objetivo de la invención es proporcionar un horno del tipo mencionado al principio, que pueda hacerse funcionar de manera energéticamente eficiente.

Este objetivo se alcanza mediante las características técnicas de la reivindicación independiente 1, configuraciones adicionales de la presente invención se indican en las reivindicaciones subordinadas 2 a 12.

60 Según la invención, se ha reconocido que un material de partículas sólidas puede presentar una alta acción de aislamiento térmico, que supera aquella de los conceptos de aislamiento conocidos, siendo en particular en comparación con sistemas enfriados por agua el esfuerzo constructivo. En el caso del material de partículas sólidas se trata preferentemente de mercancía a granel de flujo libre.

65 Cuando el material de partículas sólidas del relleno de aislamiento según la invención está compactado, puede aumentarse la acción de aislamiento con respecto a un relleno sin compactar del material de partículas sólidas, consiguiéndose una acción de aislamiento especialmente buena porque el material de partículas sólidas es un

material de negro de carbón, en particular un material de negro de carbón con un porcentaje de carbono de más del 99,5 %.

Preferentemente, el material de partículas sólidas es procesado para dar un material granulado.

En la práctica, el material de negro de carbón puede ser ventajosamente un negro de carbón de gas, un negro de carbón de horno, un negro de carbón de llama, un negro de carbón de acetileno, un negro de carbón térmico, un negro de carbón de canal o una mezcla de varios de estos tipos de negro de carbón.

Preferentemente, el relleno de aislamiento se encuentra en un espacio de aislamiento, que rodea por lo menos por regiones la carcasa de espacio de proceso y está configurado como espacio anular, cuya delimitación externa está formada por regiones correspondientes de la carcasa de horno.

A ese respecto, es favorable que el espacio de aislamiento limite por lo menos por regiones con la carcasa de espacio de proceso. Allí donde el espacio de aislamiento limita con la carcasa de espacio de proceso, no hay ningún espacio intermedio entre la capa de aislamiento y la carcasa de espacio de proceso.

Para calentar la atmósfera de espacio de proceso es ventajoso que el sistema de calentamiento comprenda por lo menos un elemento de calentamiento, que esté dispuesto en el espacio de proceso. Si solo está implementado este concepto de calentamiento, por ejemplo, es posible que el espacio de aislamiento rodee completamente en la dirección perimetral la carcasa de espacio de proceso y limite con la carcasa de espacio de proceso.

Alternativa o complementariamente, puede ser ventajoso que el sistema de calentamiento comprenda por lo menos un elemento de calentamiento, que esté dispuesto en un espacio de calentamiento, que limite con la carcasa de espacio de proceso. En este caso, la capa de aislamiento, allí donde el espacio de calentamiento limita con la carcasa de espacio de proceso, puede no limitar en sí misma con la carcasa de espacio de proceso.

Preferentemente, el espacio de calentamiento está dispuesto en el lado superior o en el lado inferior de la carcasa de espacio de proceso. Sin embargo, también se tienen en cuenta variantes alternativas o complementarias, en las que el espacio de calentamiento, y en consecuencia también el elemento de calentamiento alojado en el mismo, están previstos lateralmente en la carcasa de espacio de proceso.

Es especialmente efectivo que el elemento de calentamiento sea un primer elemento de calentamiento y el espacio de calentamiento sea un primer espacio de calentamiento, comprendiendo el sistema de calentamiento por lo menos un segundo elemento de calentamiento, que está dispuesto en un segundo espacio de calentamiento, que limita con el espacio de proceso.

A ese respecto, preferentemente el primer espacio de calentamiento está dispuesto en el lado superior y el segundo espacio de calentamiento está dispuesto en el lado inferior de la carcasa de espacio de proceso.

Es favorable que la carcasa de espacio de proceso esté configurada como mufla, en particular como mufla de grafito.

En cuanto a uno o varios espacios de calentamiento presentes, es ventajoso que la carcasa de espacio de proceso delimite el espacio de proceso y el uno o los varios espacios de calentamiento.

El horno puede estar como horno por lotes con un único acceso, a través del que material que debe tratarse puede introducirse en el espacio de proceso y extraerse de nuevo del espacio de proceso. Sin embargo, es ventajoso que el horno sea un horno continuo y el material que debe tratarse puede guiarse a través del espacio de proceso. Esto es favorable en particular cuando deban tratarse las fibras mencionadas al principio.

A continuación se explican más detalladamente ejemplos de realización de la invención mediante los dibujos. En estos muestran:

la figura 1, una vista en perspectiva de un horno para el tratamiento térmico de fibras de carbono;

la figura 2, un corte longitudinal de la sección de entrada de un primer ejemplo de realización del horno según la figura 1;

la figura 3, un corte transversal de este primer ejemplo de realización del horno según la figura 1 en el plano de corte III mostrado en el mismo;

la figura 4, un corte transversal correspondiente de un segundo ejemplo de realización del horno;

la figura 5, un corte transversal correspondiente de un tercer ejemplo de realización del horno.

En las figuras se muestra un horno 10 para el tratamiento térmico de material, en el que, en los ejemplos de realización mostrados en las figuras 1 a 5, se trata de fibras 12 y a modo de ejemplo de fibras 14 de poliácridonitrilo oxidado, que se denominan a continuación fibras oxPAN 14.

5 El horno 10 comprende una carcasa de horno 16, que delimita un espacio interno 18. La carcasa de horno 16 es en los ejemplos de realización descritos de acero. La carcasa de horno 16 presenta en un lado frontal un paso 20 de entrada de fibras que solo puede reconocerse en la figura 2 y en un lado frontal opuesto un paso de salida de fibras, que debido a las vistas mostradas no puede reconocerse en las figuras. Aparte de estos pasos, la carcasa de horno 16 es estanca a los gases.

10 En el espacio interno 18 de la carcasa de horno 16 se encuentra un espacio de proceso 22, que por su parte está delimitado por una carcasa de espacio de proceso 24 en forma de una mufla 26. La carcasa de espacio de proceso 24 presenta una sección transversal rectangular, pero también son posibles otras secciones transversales, por ejemplo curvadas o redondas. En el presente ejemplo de realización, la mufla 26 está formada a partir de grafito. 15 La carcasa de espacio de proceso 24, es decir la mufla 26, presenta en un lado frontal una abertura de entrada de fibras 28 que de nuevo solo puede reconocerse en la figura 2 y en un lado frontal opuesto una abertura de salida de fibras, que tampoco puede reconocerse en las figuras. Durante el funcionamiento del horno 10 reina en el espacio de proceso 22 una atmósfera de espacio de proceso 30.

20 El horno 10 comprende un sistema de calentamiento 32, con el que se calienta la atmósfera de espacio de proceso 30. A ese respecto, en el espacio de proceso 22 entre la abertura de entrada de fibras 22 y la abertura de salida de fibras 22 se configuran unas zonas de calentamiento sucesivas 34, de las que en la figura 1 pueden reconocerse cinco zonas de calentamiento 34.1, 34.2, 34.3, 34.4 y 34.5. La temperatura aumenta de zona de calentamiento en zona de calentamiento de tal manera que en el espacio de proceso 22 exista un gradiente de 25 temperatura de entre aproximadamente 800 °C y aproximadamente 1800 °C. A cada zona de calentamiento 34 está asociado en cada caso un equipo de calentamiento separado 36, que calienta correspondientemente la mufla 26 en la zona de calentamiento asociada 34, tal como ya se conoce en sí. El horno 10 comprende una capa de aislamiento 38, que aísla térmicamente el espacio de proceso 22.

30 En los equipos de calentamiento 36 y la capa de aislamiento 38 se entrará en más detalle una vez más en relación con las figuras 3 a 5.

En el lado de entrada, el horno 10 comprende una compuerta de entrada 40 con una carcasa de compuerta separada 42 y una compuerta de salida, que de nuevo no puede reconocerse debido a las vistas mostradas, con 35 igualmente una carcasa de compuerta separada. A través de la compuerta de salida que no puede reconocerse se suministra al espacio interno 18 de la carcasa de horno 16, y de ese modo también al espacio de proceso 22, con ayuda de un equipo de gas inerte 44 un gas inerte 46, de modo que el tratamiento térmico de las fibras oxPAN 14 transcurre bajo atmósfera de gas inerte. Como se ha mencionado al principio, en la práctica se utilizan nitrógeno N₂ o argón Ar a temperaturas por encima de 1800 °C como gas inerte. La atmósfera de espacio de proceso 30 es 40 una mezcla del gas inerte y un gas de pirólisis liberado durante el tratamiento de las fibras oxPAN 14.

El horno 10 comprende además un sistema de extracción designado en su totalidad con 48, por medio del que puede succionarse la atmósfera de espacio de proceso 30 desde el espacio de proceso 22. En el presente ejemplo de realización, entre la compuerta de entrada 40 y la carcasa de horno 16 puede reconocerse un recinto de paso 45 50 de un equipo de succión 52 del sistema de extracción 48, que delimita un espacio de flujo 54. Este espacio de flujo 54 está unido en un lado de manera estanca a los gases con la compuerta de entrada 40 y en el otro lado de manera estanca a los gases con la carcasa de horno 16, de modo que el gas inerte 46 puede fluir desde la compuerta de entrada 40 a través del espacio de flujo 54 al interior del espacio de proceso 22.

50 Las fibras oxPAN 14 se guían con ayuda de un sistema transportador no mostrado expresamente, en sí conocido, como alfombra 56 de fibras a través de la compuerta de entrada 40, a través del espacio de flujo 54 y además a través del paso de entrada de fibras 20 de la carcasa de horno 16 a su espacio interno 18 y allí a través de la 55 abertura de entrada de fibras 26 de la carcasa de espacio de proceso 24 al espacio de proceso 22. La alfombra de fibras 56 atraviesa el espacio de proceso 22 y las zonas de calentamiento 34 establecidas en el mismo y se guía después a través de la abertura de salida de fibras de la carcasa de espacio de proceso 24 y a través del paso de salida de fibras de la carcasa de horno 16 y finalmente a través de la compuerta de salida unida con el mismo fuera del horno 10.

60 En consecuencia, el horno 10 está concebido como horno continuo. Para materiales distintos a fibras 12, el horno puede estar construido en una modificación no mostrada expresamente también como horno por lotes. En este caso, el material tanto se introduce a través de los pasos mostrados en el espacio de proceso 22 como se extrae de los mismos, cuando el tratamiento ha finalizado.

65 La capa de aislamiento 38 mencionada anteriormente es un relleno de aislamiento 58 de un material de partículas sólidas 60. En la práctica, el material de partículas sólidas 60 es mercancía a granel de flujo libre.

El relleno de aislamiento 58 se encuentra en un espacio de aislamiento 62, que rodea por lo menos por regiones la carcasa de espacio de proceso 24. En los ejemplos de realización mostrados, el espacio de aislamiento 62 limita por lo menos por regiones con la carcasa de espacio de proceso 24.

5 En los ejemplos de realización mostrados, el espacio de aislamiento 62 está configurado como espacio anular 64, cuya delimitación externa está formada por regiones 66 correspondientes de la carcasa de horno 16. En la dirección de la compuerta de entrada 40 y de la compuerta de salida, el espacio anular 64 está cerrado mediante en cada caso una pared anular 68, de las que en la figura 2 puede reconocerse la pared anular correspondiente 68.

10 El relleno de aislamiento 58 se introduce en primer lugar con tapa de carcasa soltada, que no está identificada expresamente, en el espacio de aislamiento 62 y se compacta con apisonadores. También es posible compactar el relleno de aislamiento 58 por medio de vibración. Para ello pueden hacerse oscilar temporalmente desde fuera partes de la carcasa de horno 16. Alternativamente pueden introducirse también generadores de oscilación en el relleno de aislamiento 58.

15 Con el transcurso del tiempo se compacta el relleno de aislamiento 58 debido a los cambios de temperatura condicionados por el funcionamiento durante el calentamiento y el enfriamiento. Además es posible una pérdida de material debido a reacciones con la atmósfera. Esto tiene lugar sobre todo a mayores temperaturas por encima de 1800 °C.

20 Para poder compensar una compactación de este tipo o una pérdida de material de este tipo, la carcasa de horno 16 comprende unas aberturas de acceso que pueden cerrarse 70, por ejemplo, en forma de tubuladuras de acceso, que se ilustran únicamente en la figura 1. El espacio de aislamiento 62 puede estar dividido mediante unas paredes intermedias en secciones de aislamiento, que entonces pueden alcanzarse a través de una respectiva abertura de acceso 70. Por ejemplo, a cada zona de calentamiento 34 puede estar asociada una sección de aislamiento de este tipo.

También el material de partículas sólidas 60 complementado de este modo puede compactarse mediante apisonadores y/o por medio de vibración, tal como se ha descrito anteriormente.

30 El material de partículas sólidas 60 puede ser un material granular, en particular en forma de un material granuloso, de un material en polvo o de un material en polvo fino. Alternativamente, el material de partículas sólidas también puede estar procesado para dar un material granulado. Una acción de aislamiento térmico especialmente buena, es decir una mala conductividad térmica, existe en el material de negro de carbón, en particular en el material de negro de carbón con un porcentaje de carbono de más del 99,5 %, que es preferentemente un negro de carbón de gas, un negro de carbón de horno, un negro de carbón de llama, un negro de carbón de intersticio, un negro de carbón de acetileno, un negro de carbón térmico, un negro de carbón de canal o una mezcla de varios de estos tipos de negro de carbón.

40 En todos los ejemplos de realización mostrados en las figuras 2 a 5, la carcasa de espacio de proceso 24, es decir la mufla 26, está montada sobre unos soportes 72, que se extienden hacia abajo a través del espacio de aislamiento 62 y están anclados al suelo de la carcasa de horno 16. Dado el caso es suficiente una fijación en el lado de entrada y en el lado de salida de la carcasa de espacio de proceso 24 a la carcasa de horno 16; en este caso puede prescindirse de los soportes 72.

45 Las figuras 2 y 3 muestran ahora un primer ejemplo de realización del horno 10, en el que el espacio de aislamiento 62 rodea completamente en la dirección perimetral la carcasa de espacio de proceso 24 y en la dirección perimetral limita completamente con la carcasa de espacio de proceso 24. Esto puede reconocerse en la figura 3. Por consiguiente, en este caso se delimita el espacio de aislamiento 62 para el relleno de aislamiento 58 en la dirección perimetral mediante las regiones mencionadas 66 de la carcasa de horno 16 por un lado y mediante la carcasa de espacio de proceso 24, es decir la mufla 26, por otro lado.

50 El equipo de calentamiento 36 comprende para cada zona de calentamiento 34 un elemento de calentamiento 74, que está dispuesto en el espacio de proceso 22. El elemento de calentamiento 74 tiene en el presente ejemplo de realización forma de placa. Como material para el elemento de calentamiento 74 se tienen en cuenta por ejemplo grafito o materiales compuestos en forma de CFC de carbono reforzado con fibras de carbono ("carbon fiber carbon composite"). Los elementos de calentamiento 74 se hacen funcionar de manera en sí conocida a través de módulos de calentamiento presentes por fuera en la carcasa de horno 16 y no mostrados expresamente, que están unidos a través de unos cabezales de conexión 76 y unos pernos de conexión eléctricos 78 con los elementos de calentamiento 74, extendiéndose los pernos de conexión 78 a través de la carcasa de espacio de proceso 24, del espacio de aislamiento 62 y la carcasa de horno 16.

55 En el ejemplo de realización según las figuras 2 y 3, la carcasa de espacio de proceso 24 está configurada como carcasa de una sola cámara 80, que como tal delimita de manera única el espacio de proceso 22.

60 En el segundo ejemplo de realización del horno 10 mostrado en la figura 4, con el espacio de proceso 22 limita un

espacio de calentamiento 82, en el que está dispuesto el elemento de calentamiento 74. El espacio de calentamiento 82 está separado mediante una pared de separación 84 con respecto al espacio de proceso 24.

Para ello, la carcasa de espacio de proceso 24, es decir la mufla 26, está configurada como carcasa de múltiples cámaras 86, en este caso como carcasa de dos cámaras 88, que delimita por un lado el espacio de proceso 22 y por otro lado el espacio de calentamiento 82.

En una modificación no mostrada expresamente, el espacio de calentamiento 82 puede estar delimitado también mediante una carcasa separada, que está colocada en la carcasa de espacio de proceso 24.

El espacio de calentamiento 82 está ubicado en el lado superior del espacio de proceso 22. En una modificación no mostrada expresamente, el espacio de calentamiento 82 puede estar dispuesto con el elemento de calentamiento 74 también en el lado inferior del espacio de proceso 22.

En el tercer ejemplo de realización del horno 10 mostrado en la figura 5, el espacio de calentamiento en el lado superior del espacio de proceso 22 es un primer espacio de calentamiento 82a y el elemento de calentamiento alojado en el mismo es un primer elemento de calentamiento 74a. La pared de separación es una primera pared de separación 84a. Además, con el espacio de proceso 22 limita un segundo espacio de calentamiento 82b, en el que está dispuesto un segundo elemento de calentamiento 74b. El segundo espacio de calentamiento 82b está separado mediante una segunda pared de separación 84b con respecto al espacio de proceso 24.

Para ello, la carcasa de espacio de proceso 24, es decir la mufla 26, está configurada de nuevo como carcasa de múltiples cámaras 86, en este caso como carcasa de tres cámaras 90, que delimita por un lado el espacio de proceso 22 y por otro lado tanto el primer espacio de calentamiento 82a como el segundo espacio de calentamiento 82b.

En una modificación no mostrada expresamente, correspondientemente el primer espacio de calentamiento 82a y/o el segundo espacio de calentamiento 82b puede estar delimitado por una respectiva carcasa separada, que están colocadas en la carcasa de espacio de proceso 24.

El segundo espacio de calentamiento 82b está ubicado en el lado inferior del espacio de proceso 22.

En modificaciones no mostradas expresamente, alternativa o complementariamente a los espacios de calentamiento 82 o 82a y 82b también pueden estar previstos uno o varios espacios de calentamiento lateralmente junto al espacio de proceso 22, en el que o en los que están dispuestos entonces elementos de calentamiento orientados verticalmente.

En los ejemplos de realización con el espacio de calentamiento 82 o con los espacios de calentamiento 82a, 82b correspondientemente no es posible que el espacio de aislamiento 62 o el relleno de aislamiento 58 limite en la dirección perimetral completamente con el espacio de proceso 22. En la región de los espacios de calentamiento 82, 82a y 82b, estos están dispuestos en cada caso entre el espacio de proceso 22 y el espacio de aislamiento 62 y el relleno de aislamiento 58.

En una modificación igualmente no mostrada expresamente, el horno 10 puede atravesarse en su totalidad o por lo menos el espacio de proceso 22 en la dirección vertical por las fibras 12. En este caso, los elementos de calentamiento 74, 74a y 74b y los espacios de calentamiento eventualmente asociados 82, 82a y 82b ya no están orientados en cada caso horizontalmente, sino verticalmente.

En una modificación adicional no mostrada expresamente, la carcasa de horno 16 puede comprender por su parte además un aislamiento térmico complementario.

REIVINDICACIONES

1. Horno para el tratamiento térmico, en particular para la carbonatación y/o grafitización, de material, en particular de fibras (12), en particular de fibras (14) a partir de poliacrilonitrilo PAN oxidado, con
 - a) una carcasa de horno (16);
 - b) un espacio de proceso (22) que se encuentra en el espacio interno (18) de la carcasa de horno (16), que está delimitado por una carcasa de espacio de proceso (24) y en el que puede introducirse el material que debe tratarse;
 - c) un sistema de calentamiento (32), por medio del que puede calentarse una atmósfera de espacio de proceso (30) que reina en el espacio de proceso (22);
 - d) una capa de aislamiento (38) que aísla térmicamente el espacio de proceso (22), en el que
 - e) la capa de aislamiento (38) es un relleno de aislamiento (58) de un material de partículas sólidas (60); en el que
 - f) el material de partículas sólidas (60) del relleno de aislamiento (58) está compactado,
 - g) el material de partículas sólidas (60) es un material de negro de carbón, en particular un material de negro de carbón con un porcentaje de carbono de más del 99,5 %.
2. Horno según la reivindicación 1, en el que el material de partículas sólidas (60) es procesado para dar un material granulado.
3. Horno según la reivindicación 1 o 2, en el que el material de negro de carbón es un negro de carbón de gas, un negro de carbón de horno, un negro de carbón de llama, un negro de carbón de acetileno, un negro de carbón térmico, un negro de carbón de canal o una mezcla de varios de estos tipos de negro de carbón.
4. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el relleno de aislamiento (58) se encuentra en un espacio de aislamiento (62), que rodea por lo menos por regiones la carcasa de espacio de proceso (24) y está configurado como espacio anular (64), cuya delimitación externa está formada por unas regiones (66) correspondientes de la carcasa de horno (16).
5. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sistema de calentamiento (32) comprende por lo menos un elemento de calentamiento (74), que está dispuesto en el espacio de proceso (22).
6. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el sistema de calentamiento (32) comprende por lo menos un elemento de calentamiento (74; 74a, 74b), que está dispuesto en un espacio de calentamiento (82; 82a, 82b), que limita con el espacio de proceso (22).
7. Horno según la reivindicación 6, en el que el espacio de calentamiento (82; 82a, 82b) está dispuesto en el lado superior o en el lado inferior del espacio de proceso.
8. Horno según la reivindicación 6 o 7, en el que el elemento de calentamiento es un primer elemento de calentamiento (74a) y el espacio de calentamiento es un primer espacio de calentamiento (82a), comprendiendo el sistema de calentamiento (32) por lo menos un segundo elemento de calentamiento (74b), que está dispuesto en un segundo espacio de calentamiento (82b), que limita con el espacio de proceso (22).
9. Horno según la reivindicación 8, en el que el primer espacio de calentamiento (82a) está dispuesto en el lado superior y el segundo espacio de calentamiento (82b) está dispuesto en el lado inferior del espacio de proceso (22).
10. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la carcasa de espacio de proceso (24) está configurada como una mufla (26), en particular como una mufla (26) de grafito.
11. Horno según una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que la carcasa de espacio de proceso (24) delimita el espacio de proceso (22) y el uno o los varios espacios de calentamiento (82; 82a, 82b).
12. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el horno (10) es un horno continuo y el material que debe tratarse puede guiarse a través del espacio de proceso (22).

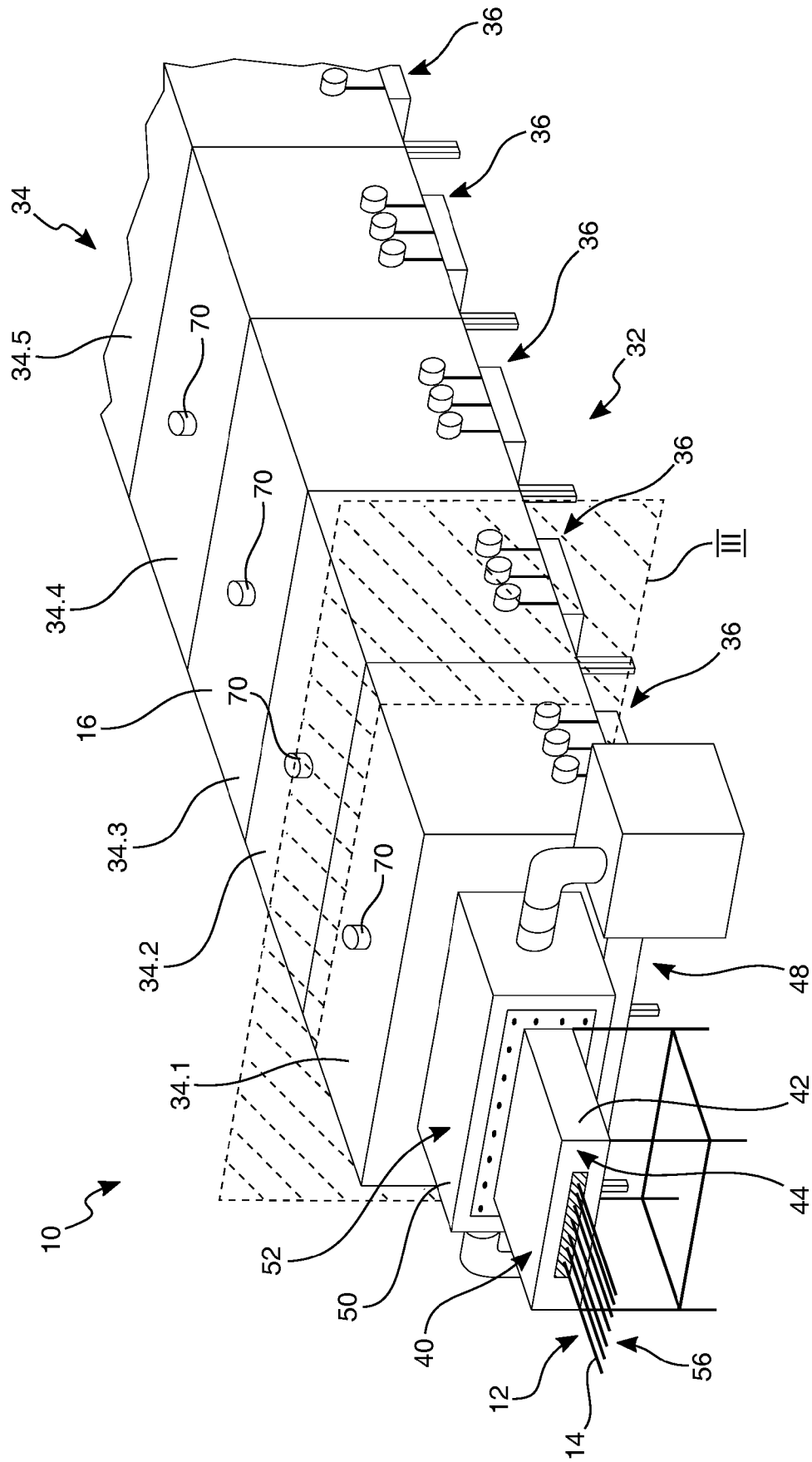


Fig. 1

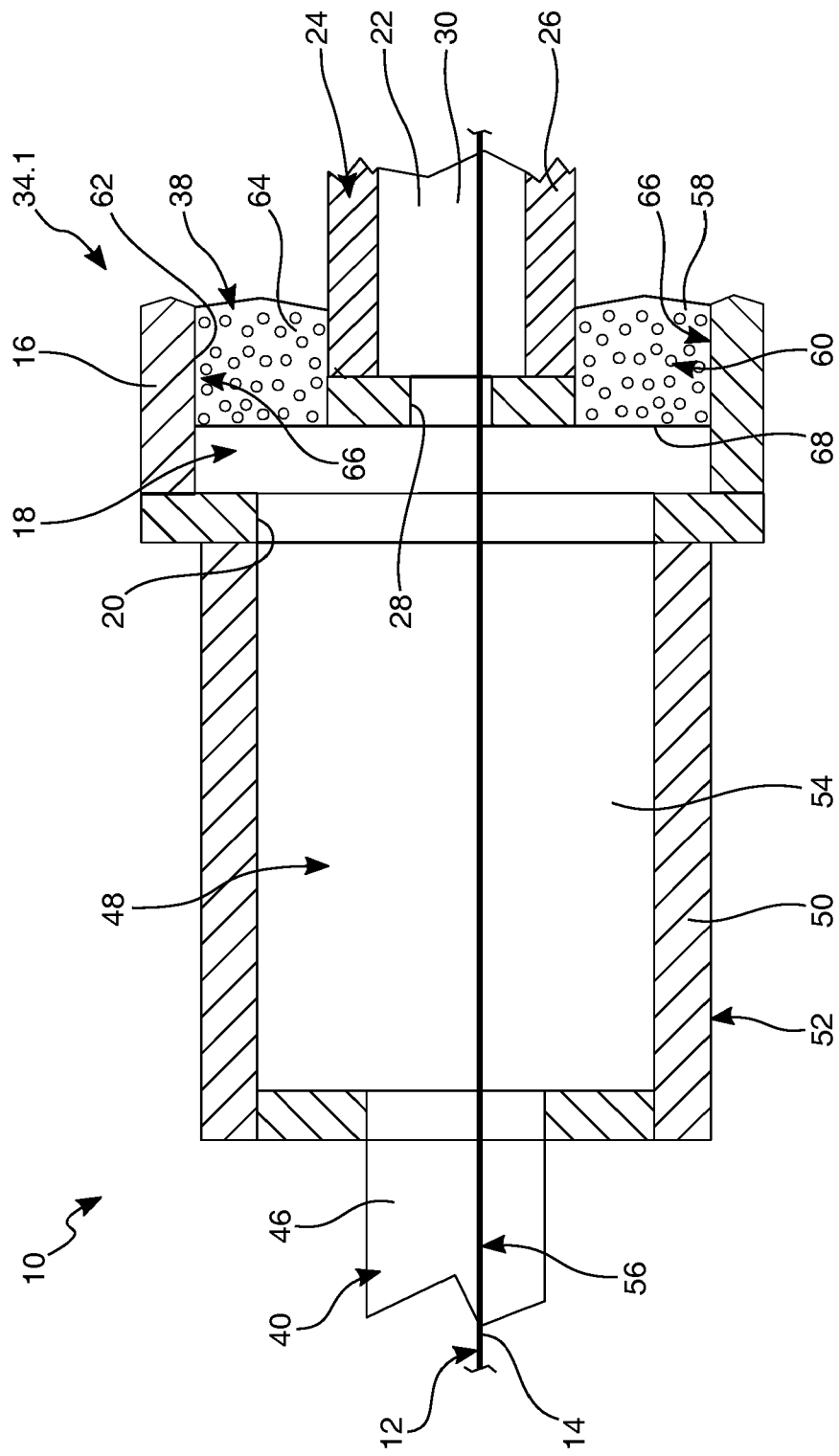


Fig. 2

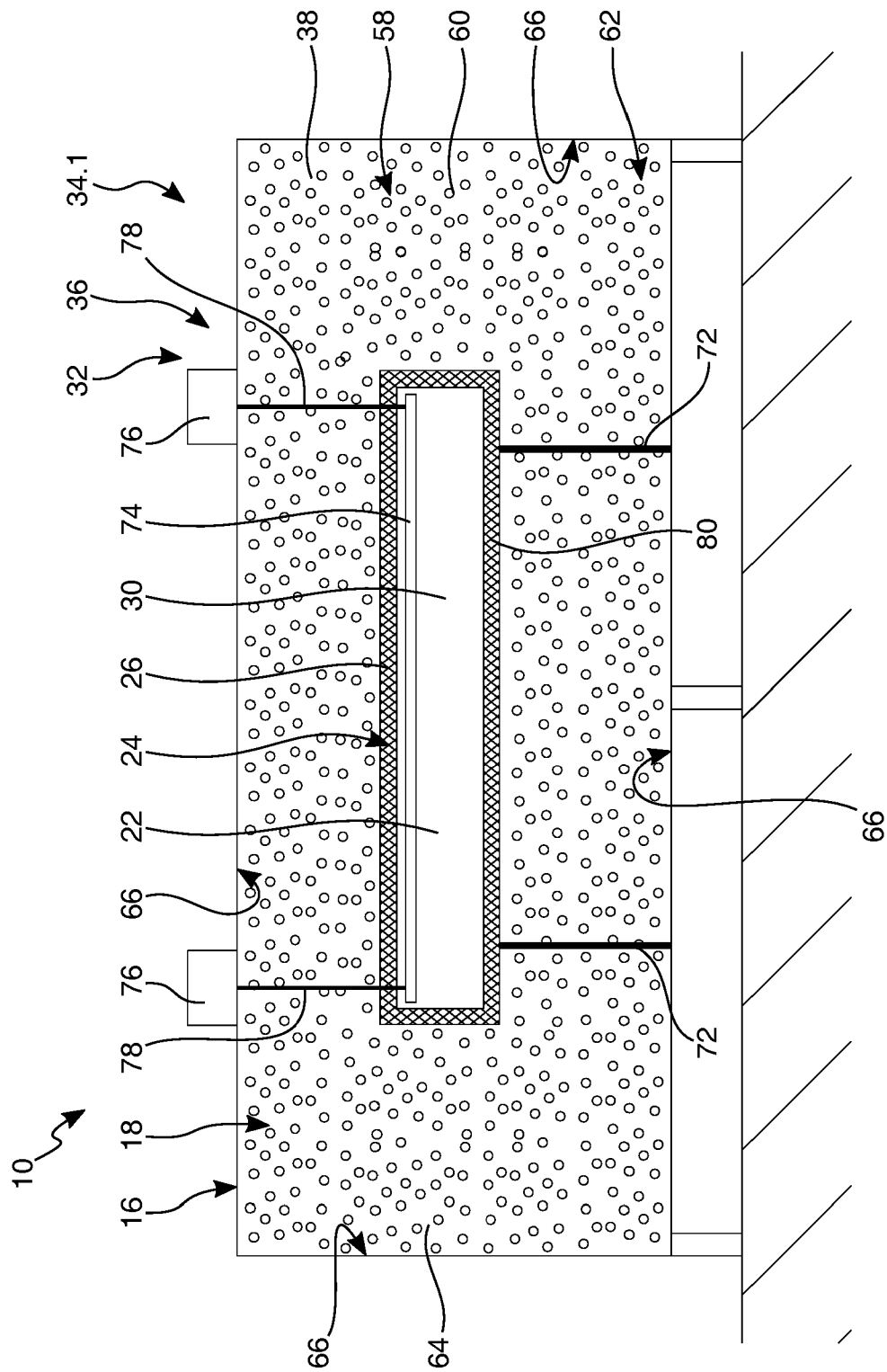


Fig. 3

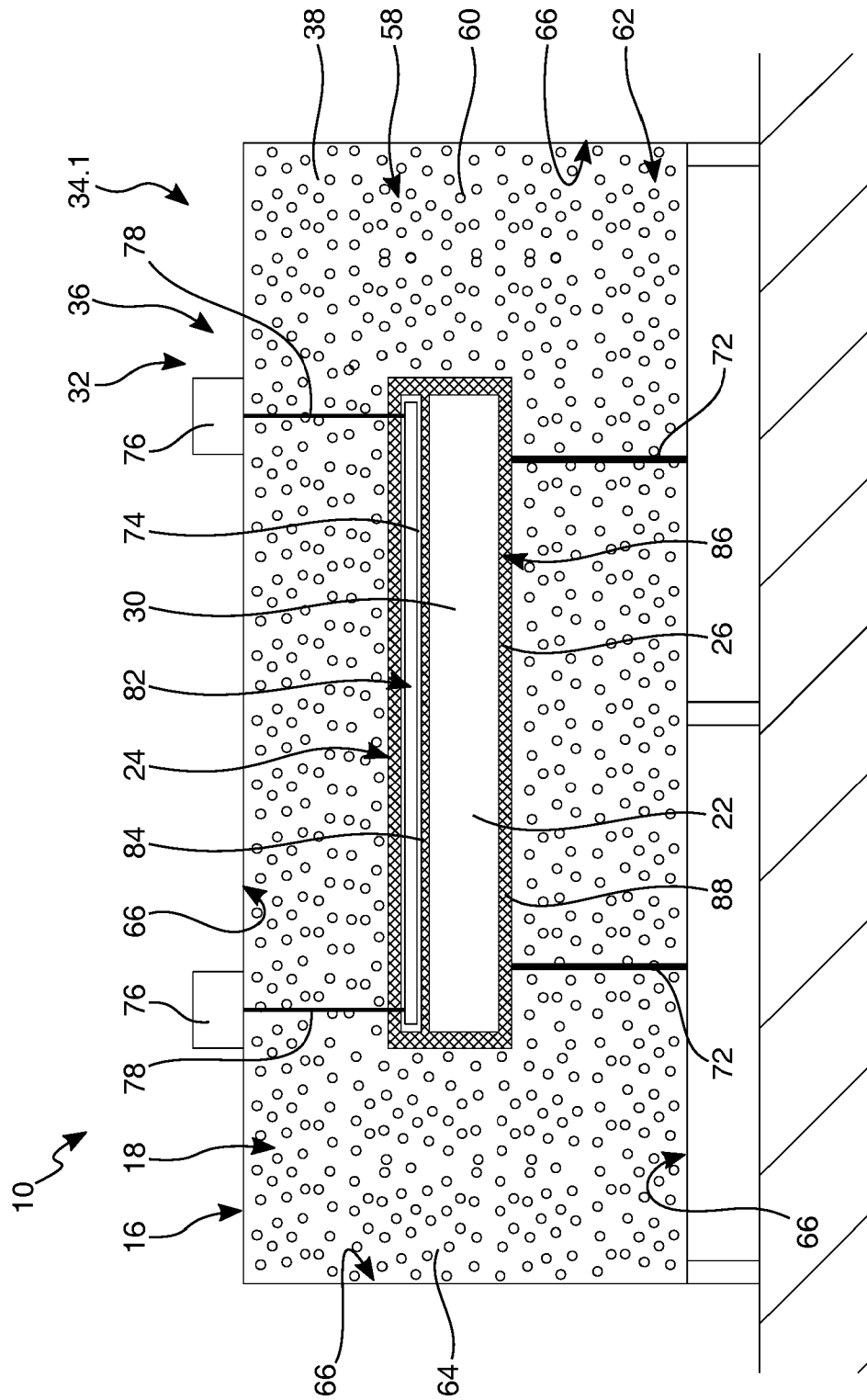


Fig. 4

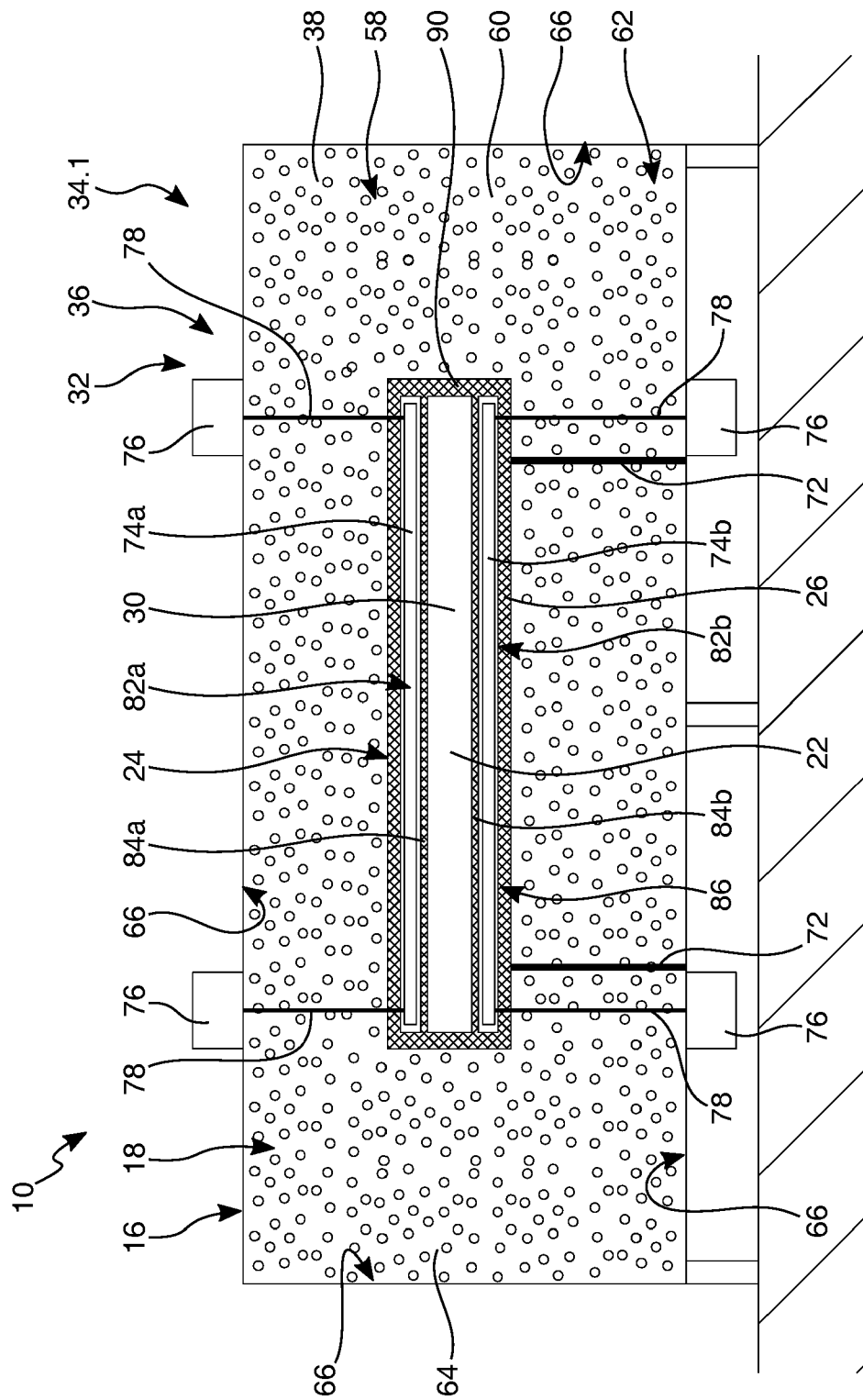


Fig. 5