

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 751**

51 Int. Cl.:

B32B 3/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2016 PCT/US2016/049253**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.03.2017 WO17053020**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2016 E 16849318 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023 EP 3352982**

54 Título: **Quemadores regenerativos con medios de superficie mejorada**

30 Prioridad:

21.09.2015 US 201514859515

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

22.05.2024

73 Titular/es:

**CHRISTY CATALYTICS, LLC (100.0%)
4641 McRee Avenue
St. Louis, MO 63110, US**

72 Inventor/es:

OSBORNE, BRIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 969 751 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

Quemadores regenerativos con medios de superficie mejorada

5 Campo técnico de la invención

La tecnología reivindicada se refiere en general a cuerpos de alúmina sinterizada y, más particularmente, a material de lecho de medio de alúmina conformado para absorber y liberar calor durante el funcionamiento secuencial del quemador.

10 Antecedentes de la invención

15 Los quemadores regenerativos se usan comúnmente en aluminio fundido, recalentamiento de acero, forja y hornos de vidrio. Los quemadores regenerativos típicamente incluyen un par de unidades de quemador que funcionan independientemente conectadas por un sistema de válvulas que permiten que cada unidad funcione alternativamente como un quemador y como un conducto de humos para la otra unidad cuando funciona como un quemador. Los tiempos de ciclo entre las funciones del quemador y de la chimenea pueden ser tan cortos como 30 segundos más o menos. La ventaja de los quemadores regenerativos es que una unidad captura el calor del gas de combustión que escapa del otro quemador y utiliza el calor capturado para calentar un lecho de medio térmico que a su vez precalienta el aire de combustión entrante, reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones.

20 Sin embargo, como las unidades de quemador generalmente alcanzan temperaturas de 816 grados Celsius (1500 grados Fahrenheit) o más durante el funcionamiento de rutina, y el aire entrante generalmente está a temperatura ambiente, el rápido ciclo de los medios del lecho hace que el daño por choque térmico a los medios sea problemático. Además, la recuperación de calor del medio es una función de la transferencia de calor, la capacidad calorífica y el área de superficie efectiva del medio. Por lo tanto, es ventajoso que los medios de lecho transfieran calor de manera rápida y eficiente hacia y desde los gases circundantes para minimizar el choque térmico, así como para utilizar de manera más eficiente el calor del gas de combustión para precalentar el aire entrante.

25 El tamaño y la forma del medio también afectan directamente la caída de presión o la resistencia al flujo de gas a través del lecho del medio. La orientación de los medios, la forma, el área de superficie y las fracciones vacías afectan la caída de presión.

30 Otro problema con los medios de lecho esférico estándar es la rápida acumulación de contaminación en la superficie de los medios. Los contaminantes de los medios del gas de combustión, de la fusión de metales pintados y similares, se acumulan en las superficies de los medios e interfieren con su capacidad para transferir calor de manera eficiente, reducir el flujo de aire y aumentar la caída de presión, lo que requiere una limpieza frecuente y cambios de los medios de lecho.

35 Por lo tanto, existe la necesidad de medios de intercambio de calor económicos que tengan una buena masa térmica, propiedades de transferencia de calor y estabilidad mecánica que no contribuyan excesivamente a la caída de presión. La presente tecnología novedosa aborda esta necesidad.

40 US 2012/0024205 divulga un conjunto de quemador que comprende un quemador con un cuerpo y una garganta de quemador que se extiende hacia abajo desde el cuerpo de quemador, un carro ubicado debajo del quemador y provisto de una cuna, una caja de medios configurada para acoplarse de forma pivotante con la cuna a lo largo de un eje horizontal de la caja de medios de manera que la caja de medios esté soportada en el carro en el eje y pueda girar sobre el carro alrededor del eje, teniendo la caja de medios un puerto que se conecta con la garganta del quemador pero que se separa de la garganta del quemador cuando la caja de medios se inclina alrededor de su eje, y medios en la caja de medios para servir como un dissipador de calor. El eje está desplazado horizontalmente del centro de gravedad de la caja de medios, y la caja de medios se puede girar alrededor del eje horizontal para permitir un fácil acoplamiento y desacoplamiento entre la caja de medios y el quemador.

45 US 1825259 describe un horno regenerativo que comprende una carcasa, una pared horizontal que divide la carcasa en una sección de calentamiento principal superior y una sección de calentamiento secundaria inferior, teniendo dicha pared aberturas en la misma para permitir el paso de gases entre dichas secciones, una cámara de combustión vertical a lo largo de dicha sección de calentamiento principal superior, extendiéndose la sección inferior por debajo de dicha cámara de combustión vertical y por debajo de dicha sección de calentamiento principal superior, una masa de material refractario soportada en la sección superior por dicha partición, una masa de objetos metálicos de forma irregular suelta y promiscua en la sección inferior, teniendo dichos objetos superficies corrugadas para aumentar el área radiante, medios para hacer pasar gases calientes a través del material refractario y a través de la masa metálica para calentar la masa refractaria y la masa metálica, y medios para hacer pasar aire a través de las masas para extraer el calor de las mismas.

Breve descripción de la invención

50 La presente invención proporciona un cuerpo cerámico cilíndrico sinterizado como se define en la reivindicación 1. Este cuerpo cerámico cilíndrico sinterizado comprende una porción cilíndrica que define un eje principal; y una pluralidad de

porciones de aleta que se extienden desde la porción cilíndrica. Las porciones de aleta están colocadas equidistantemente alrededor de la porción cilíndrica y las porciones de aleta se extienden radialmente hacia afuera desde la porción cilíndrica. El cuerpo tiene: un contenido de alúmina de al menos 99 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; un contenido de sílice de entre 0,1 y 0,3 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; un contenido de titanio de entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; un contenido de calcio de entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; un contenido de sosa de entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; un contenido de óxido de hierro de entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través del mismo; una porosidad de menos de 3 por ciento; una conductividad térmica a 100 °C de 0,293 W/cm· °C (0,07 cal/seg cm °C); y una capacidad calorífica de 0,879 J/g· °C (0.21 cal/gm/°C).

Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una primera realización del cuerpo de quemador regenerativo de la presente tecnología novedosa.

La Figura 2 es una vista en alzado lateral de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una segunda realización del cuerpo de quemador regenerativo de la presente tecnología novedosa.

La Figura 4 es una vista en alzado lateral de la Figura 3.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un cuerpo de quemador regenerativo de tercera realización de la presente tecnología novedosa.

La Figura 6 es una vista en alzado lateral de la Figura 5.

La Figura 7 ilustra esquemáticamente un sistema de quemador regenerativo que utiliza los cuerpos de la Figura 1.

La Figura 8 es una vista esquemática de una pluralidad de cuerpos intersecantes de la Figura 1.

Descripción detallada de la invención

Con el fin de promover la comprensión de los principios de la tecnología reivindicada y presentar su mejor modo de funcionamiento actualmente entendido, ahora se hará referencia a las realizaciones ilustradas en los dibujos y se utilizará un lenguaje específico para describirlas. Sin embargo, se entenderá que no se pretende limitar el alcance de la tecnología reivindicada, contemplándose tales alteraciones y modificaciones adicionales en el dispositivo ilustrado y tales aplicaciones adicionales de los principios de la tecnología reivindicada como se ilustra en el mismo, como se le ocurriría normalmente a un experto en la técnica a la que se refiere la tecnología reivindicada. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones.

Como se muestra en las Figuras 1-8, la nueva tecnología descrita en este documento se refiere a medios refractarios de alúmina en forma de diente 20 para su uso como material de lecho de absorción de calor/liberación de calor en un sistema de quemador regenerativo.

En general, la descripción se refiere a quemadores regenerativos que tienen un diseño de quemador doble, en donde el escape caliente del quemador actualmente activo se dirige a los medios que comprenden la entrada de aire del quemador actualmente inactivo, para calentar los medios. Cuando el quemador activo está inactivo y el quemador inactivo está activado, el aire de entrada se precalienta al pasar a través del medio caliente, y el escape caliente del quemador ahora activo se dirige sobre el medio del puerto de entrada del quemador ahora inactivo. El sistema incluye medios en forma de diente 20 en lugar de medios esféricos anteriores para proporcionar una mayor área de superficie para la transferencia de calor, una caída de presión reducida (o una caída de presión equivalente con medios más pequeños que producen una transferencia de calor más rápida) y una facilidad de limpieza.

Cada cuerpo de medios 20 incluye una porción central 25 desde la cual se extiende una pluralidad de miembros de aleta 30. La parte central 25 es cilíndrica, con aletas alargadas 30 que se extienden hacia afuera desde la misma. La parte central 25 tiene una forma de sección transversal circular. Las aletas 30 están colocadas equidistantemente alrededor del diámetro de la porción central 25. Típicamente, las aletas 30 están conectadas a la porción central 25 a lo largo de sustancialmente toda su longitud y se extienden perpendicularmente hacia afuera desde la misma.

Los cuerpos 20 típicamente incluyen un par de depresiones de orificio central 40, una depresión respectiva 40 colocada en el centro de cada extremo respectivo de la porción central cilíndrica 25, de modo que el eje mayor 45 de la porción central cilíndrica 25 interseca ambas depresiones de orificio central 40. En algunas realizaciones, las depresiones del orificio 40 se cruzan para definir un túnel axial 50 formado a través de la porción cilíndrica 25.

Los cuerpos 20 típicamente tienen la forma de un cilindro alado (una porción central cilíndrica 25 que tiene una pluralidad de aletas generalmente ortorrómbicas 30 que se extienden axialmente desde allí), aunque los cuerpos más grandes 20 pueden tener porciones centrales 20 que tienen formas esferoidales prolatas, dando a los cuerpos 20 la forma general de un balón de fútbol americano truncado con aletas 30 colocadas simétricamente que sobresalen de allí.

Las aletas 30 y los túneles axiales 50 funcionan como puntos de recolección de contaminantes transportados por los gases de combustión, extrayendo los contaminantes de los gases de combustión para evitar que pasen más a través de

los lechos. Esto permite que el resto de los cuerpos 20 que componen el lecho permanezcan más limpios por más tiempo, retrasando el aumento gradual de la caída de presión y la pérdida de eficiencia del proceso de transferencia de calor y, por lo tanto, extendiendo el tiempo entre las limpiezas/cambios de lecho.

5 La proporción de aspecto del diámetro a la altura del cilindro central 25 puede estar entre alrededor de 1:1.2 y alrededor de 1:1.5, y la proporción de aspecto alrededor de 1:1.5 (o 2:3), aunque se puede seleccionar cualquier proporción de aspecto deseada. En algunas realizaciones, tales como los cuerpos más pequeños 20, los extremos opuestos 60 son planos, mientras que, en otras realizaciones, tales como los cuerpos más grandes, los extremos opuestos 60 son ligeramente convexos.

10 Los cuerpos 20 son $\geq 99,0$ por ciento en peso de alúmina, y algunas veces hasta 99,5 por ciento en peso de alúmina o más, estando el resto entre 0,1 y 0,3 por ciento en peso de sílice, entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso de óxido de hierro, entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso de titanía, entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso de cal y entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso de sosa.

15 Las absorciones de agua y la porosidad son típicamente de alrededor de 1 por ciento en peso o menos. En la invención reivindicada, el cuerpo 20 tiene una porosidad inferior al 3 por ciento. La absorción de agua puede ser típicamente tan grande como alrededor de 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la absorción de agua puede ser de alrededor de 20 por ciento en peso o más.

20 De acuerdo con la invención reivindicada, el cuerpo 20 tiene una conductividad térmica a 100 °C de 0,293 W/cm·°C (0,07 cal/seg cm °C) y una capacidad calorífica de 0,879 J/g. °C (0,21 cal/gm/°C).

25 Los cuerpos 20 típicamente tienen dicha capacidad térmica relativamente alta de 0,879 J/g. °C (alrededor de 0,21 cal/gm/°C a 20 °C) y conductividad térmica de 0.293 W/cm·°C (0,07 cal/seg cm °C a 100 °C), pero también un coeficiente de expansión térmica relativamente alto. Para minimizar el daño por choque térmico, los cuerpos 20 se caracterizan típicamente con una microestructura muy homogénea.

30 En uso, los cuerpos 20 se cargan en un quemador 90 para definir un lecho regenerativo 100. Los cuerpos de medios 20 son típicamente de un solo tamaño, pero alternativamente pueden proporcionarse en una mezcla de tamaños, o en capas. Las aletas 30 de los cuerpos respectivos 20 descansan contra las aletas 30 de otros cuerpos 20, proporcionando una red contigua de pasajes de aire 70 que definen una cantidad mínima predeterminada de espacio vacío para proporcionar una caída de presión reducida y controlada a través del lecho 100.

35 **Ejemplo 1**

Se fabricó un pequeño cuerpo de medio regenerativo 20 que tiene una altura a lo largo del eje mayor 45 de diecisiete (17) milímetros, un diámetro de cilindro central de doce (12) milímetros y un diámetro total de diecisiete (17) milímetros. Las aletas 30 tienen cada una cinco (5) milímetros de ancho y se extienden cinco (5) milímetros desde la parte cilíndrica 25. Se formó un eje hueco axial 40 a través del cuerpo a lo largo del eje principal 45 que tiene un diámetro de seis milímetros y medio (6,5). El cuerpo 20 incluye seis (6) aletas espaciadas equidistantemente 30 que se extienden dos milímetros y medio (2,5) desde la porción de cilindro 25, cada aleta tiene una longitud de diecisiete (17) milímetros paralela al eje mayor 45. La composición del cuerpo 20 fue:

Al ₂ O ₃	99,0 % en peso
SiO ₂	0,1 % en peso
Fe ₂ O ₃	0,1 % en peso
TiO ₂	0,4 % en peso
Na ₂ O	0,3 % en peso
CaO	0,1 % en peso

45 **Ejemplo 2**

Se fabricó un cuerpo de medio regenerativo medio 20 que tiene una altura a lo largo del eje mayor 45 de treinta y cinco (35) milímetros, un diámetro de cilindro central de treinta y un (31) milímetros y un diámetro total de cuarenta y dos (42) milímetros. Se formó un eje hueco axial 40 a través del cuerpo a lo largo del eje principal 45 que tiene un diámetro de dieciséis (16) milímetros. El cuerpo 20 incluye seis (6) aletas espaciadas equidistantemente 30 que se extienden cinco (5) milímetros desde la porción de cilindro 25, cada aleta tiene una longitud de treinta y cinco (35) milímetros paralela al eje mayor 45. La composición del cuerpo 20 fue:

Al ₂ O ₃	99,0 % en peso
SiO ₂	0,2 % en peso
Fe ₂ O ₃	0,1 % en peso
TiO ₂	0,4 % en peso
Na ₂ O	0,2 % en peso
CaO	0,1 % en peso

Ejemplo 3

5 Se fabricó un cuerpo de medio regenerativo grande 20 que tiene una altura a lo largo del eje principal 45 de ochenta (80) milímetros, un diámetro de cilindro central de ochenta y cinco (85) milímetros y un diámetro total de noventa y cinco (95) milímetros. El cuerpo regenerativo 20 tiene una forma esferoidal prolata generalmente truncada. Se formó un eje hueco axial 40 a través del cuerpo a lo largo del eje principal 45 que tiene un diámetro de treinta y cinco (35) milímetros. El cuerpo 20 incluye dieciséis (16) aletas espaciadas equidistantemente 30 que se extienden cinco milímetros y medio (5,5) desde la porción de cilindro 25, cada aleta tiene una longitud de ochenta (80) milímetros paralela al eje mayor 45. La composición del cuerpo 20 fue:

Al ₂ O ₃	99,5 % en peso
SiO ₂	0,10 % en peso
Fe ₂ O ₃	0,05 % en peso
TiO ₂	0,15 % en peso
Na ₂ O	0,15 % en peso
CaO	0,05 % en peso

15 Si bien la tecnología reivindicada se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, la misma debe considerarse de carácter ilustrativo y no restrictivo. Se entiende que las realizaciones se han mostrado y descrito en la memoria descriptiva anterior en cumplimiento del mejor modo y requisitos de habilitación. Se entiende que un experto en la técnica podría realizar fácilmente una cantidad casi infinita de cambios y modificaciones insustanciales a las realizaciones descritas anteriormente y que no sería práctico intentar describir todas estas variaciones de realización en la presente memoria descriptiva. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo cerámico cilíndrico sinterizado, que comprende:
- 5 una porción cilíndrica que define un eje mayor; y
una pluralidad de porciones de aleta que se extienden desde la porción cilíndrica;
en donde las porciones de aleta están posicionadas equidistantemente alrededor de la porción cilíndrica;
en donde las porciones de aleta se extienden radialmente hacia afuera desde la porción cilíndrica;
en donde el cuerpo tiene un contenido de alúmina de al menos 99 por ciento en peso distribuido homogéneamente a
10 través del mismo;
en donde el cuerpo tiene un contenido de sílice de entre 0,1 y 0,3 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través
del mismo;
en donde el cuerpo tiene un contenido de titanio de entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso distribuido homogéneamente a
través del mismo;
15 en donde el cuerpo tiene un contenido de calcio de entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso distribuido homogéneamente a
través del mismo;
en donde el cuerpo tiene un contenido de soda de entre 0,1 y 0,5 por ciento en peso distribuido homogéneamente a través
del mismo;
en donde el cuerpo tiene un contenido de óxido de hierro de entre 0,05 y 0,2 por ciento en peso distribuido
20 homogéneamente a través del mismo;
en donde el cuerpo tiene una porosidad de menos del 3 por ciento;
en donde el cuerpo tiene una conductividad térmica a 100 °C de 0,293 W/cm·°C (0,07 cal/seg cm °C); y
en donde el cuerpo tiene una capacidad calorífica de 0,879 J/g. °C (0,21 cal/gm°°C).
- 25 2. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, en donde el cuerpo tiene una porosidad inferior al 1 por ciento.
3. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, en donde las porciones de aleta son paralelepípedos ortorrómbicos.
4. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, en donde el cuerpo sinterizado tiene una forma esferoidal prolata truncada.
- 30 5. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, que comprende además un eje hueco que se extiende a lo largo del eje
mayor.
6. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, en donde el cuerpo cilíndrico tiene una altura medida paralela al eje mayor
y un diámetro total del cuerpo medido perpendicular al eje mayor; y donde la proporción de aspecto del diámetro a la
35 altura está entre 1:1 y 2:3.
7. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 6, en donde la altura es de 17 milímetros y el diámetro es de 17 milímetros.
- 40 8. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 1, en donde el cuerpo cerámico tiene un contenido de alúmina de 99,5 por
ciento en peso o más.
9. El cuerpo sinterizado de la reivindicación 8, en donde el cuerpo cilíndrico tiene una altura medida paralela al eje mayor
y un diámetro total del cuerpo medido perpendicular al eje mayor; y donde la proporción de aspecto del diámetro a la
45 altura está entre 1:1 y 2:3.
10. Una pluralidad de cuerpos cerámicos refractarios para su uso como cuerpo de lecho de quemador regenerativo,
cada cuerpo respectivo es un cuerpo sinterizado como se define en la reivindicación 3 y comprende, además: una abertura
50 cilíndrica que se extiende a través de la porción cilíndrica y coextensiva con el eje mayor;
en donde cada cuerpo cerámico refractario tiene una altura medida paralela al eje mayor y un diámetro total medido
perpendicular al eje mayor; y
en donde la proporción de aspecto del diámetro a la altura está entre 1:1 y 2:3.
- 55 11. La pluralidad de cuerpos cerámicos refractarios de la reivindicación 10, que comprende además una red contigua de
pasajes de aire.
12. La pluralidad de cuerpos cerámicos refractarios de la reivindicación 11, en donde la intersección de las aletas
60 respectivas de los cuerpos respectivos define la red contigua de conductos de aire.
13. La pluralidad de cuerpos cerámicos refractarios de la reivindicación 11, en donde las aberturas cilíndricas respectivas
y la intersección de las aletas respectivas de los cuerpos respectivos definen la red contigua de conductos de aire.

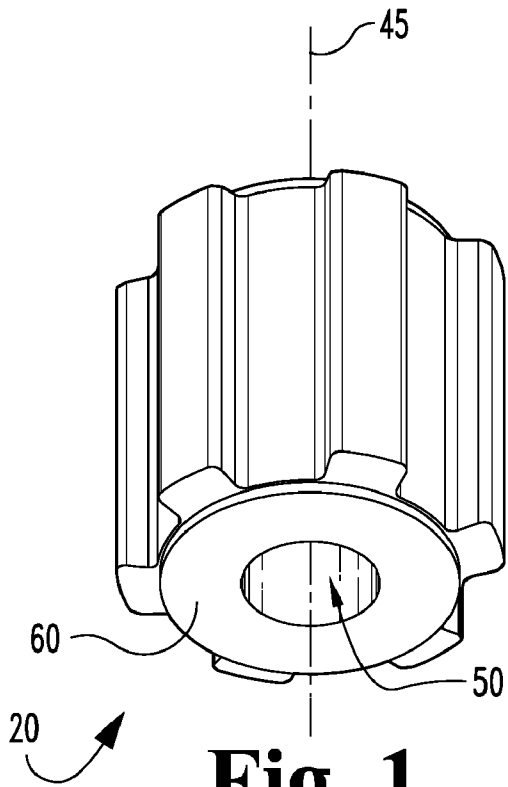


Fig. 1

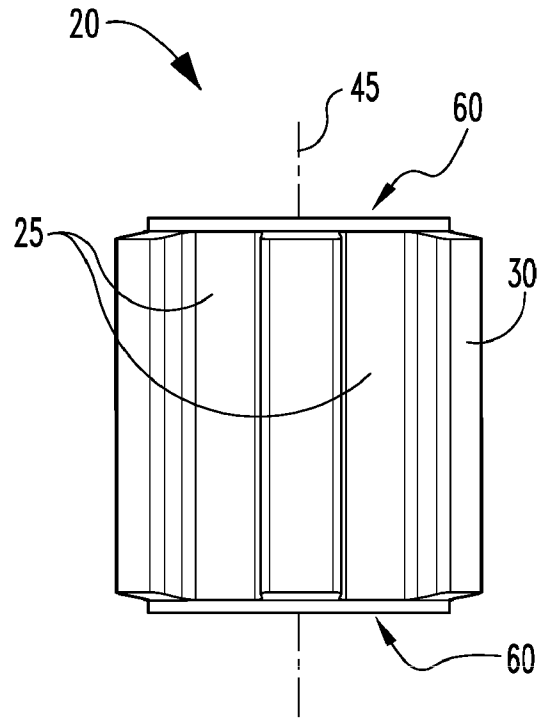


Fig. 2

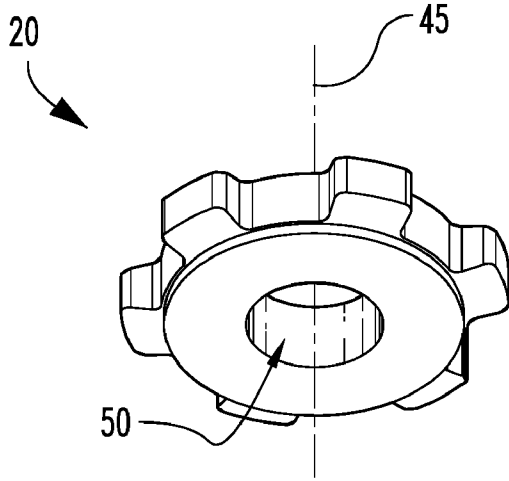


Fig. 3

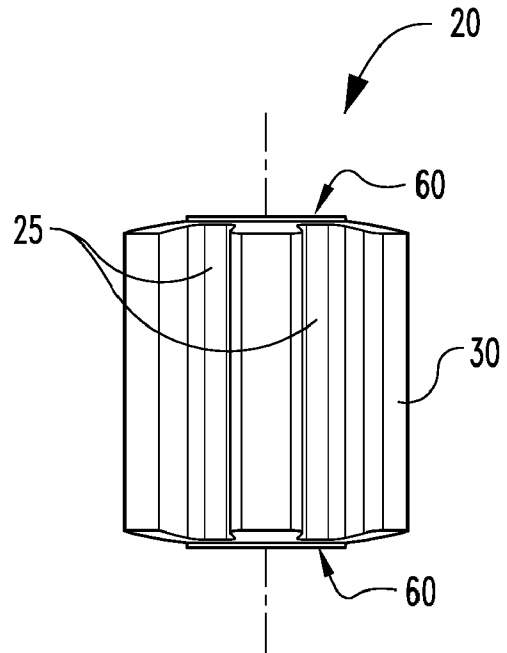


Fig. 4

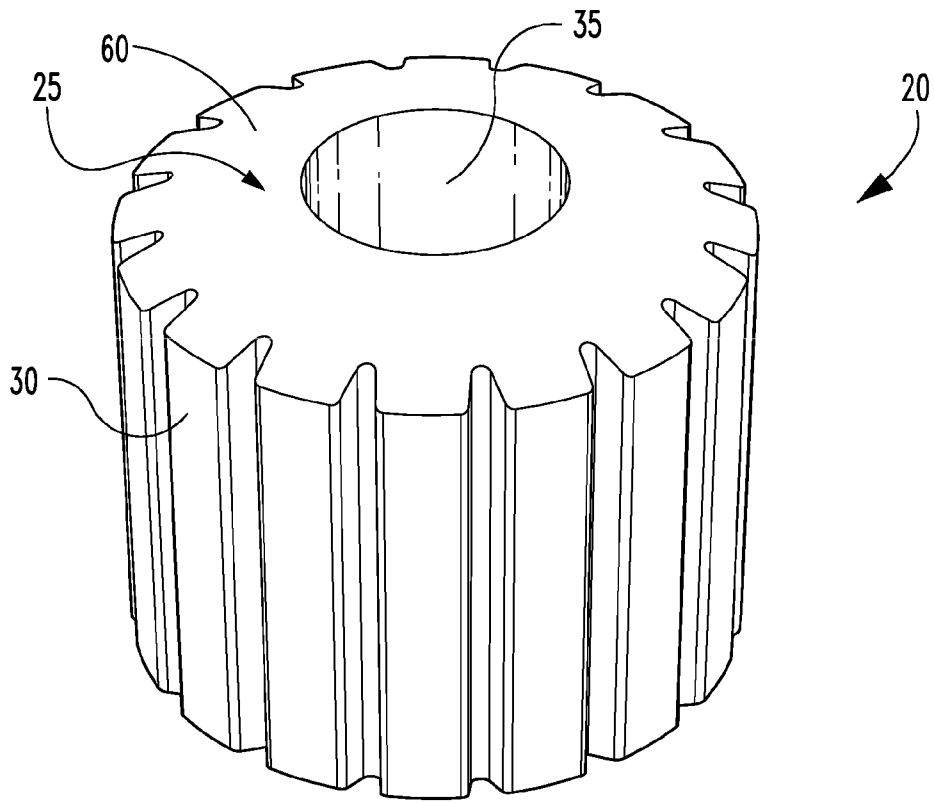


Fig. 5

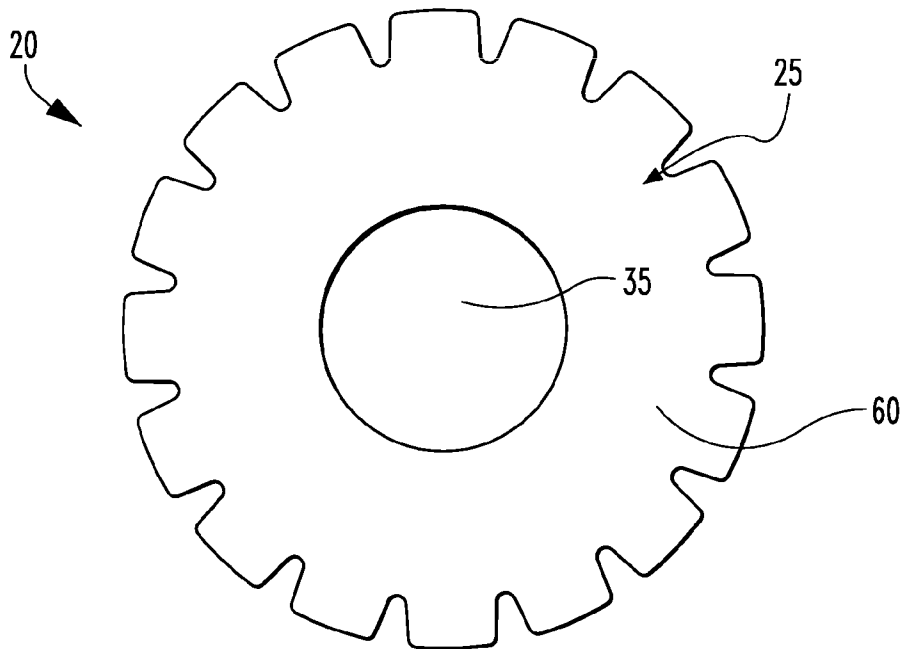


Fig. 6

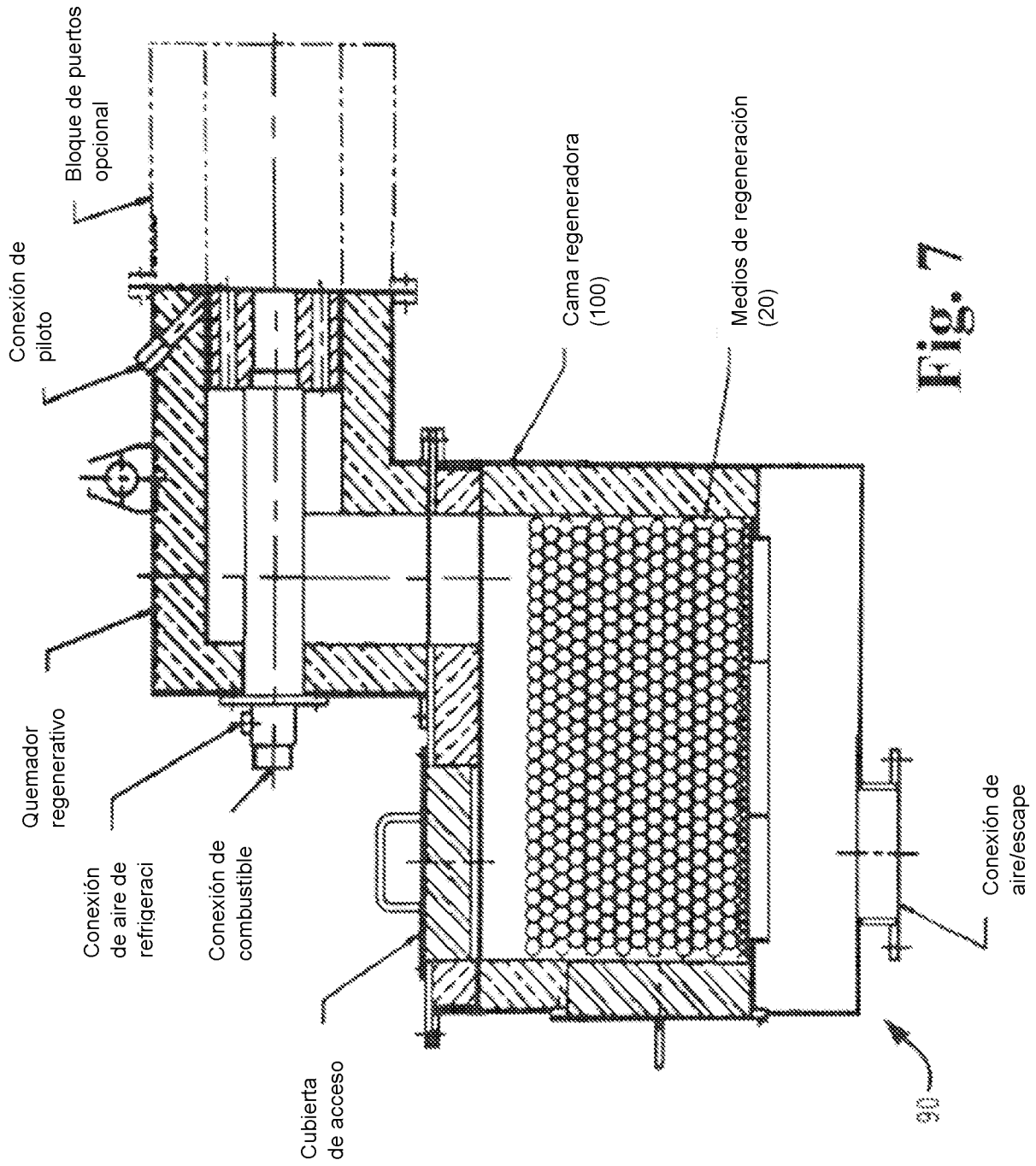


Fig. 7

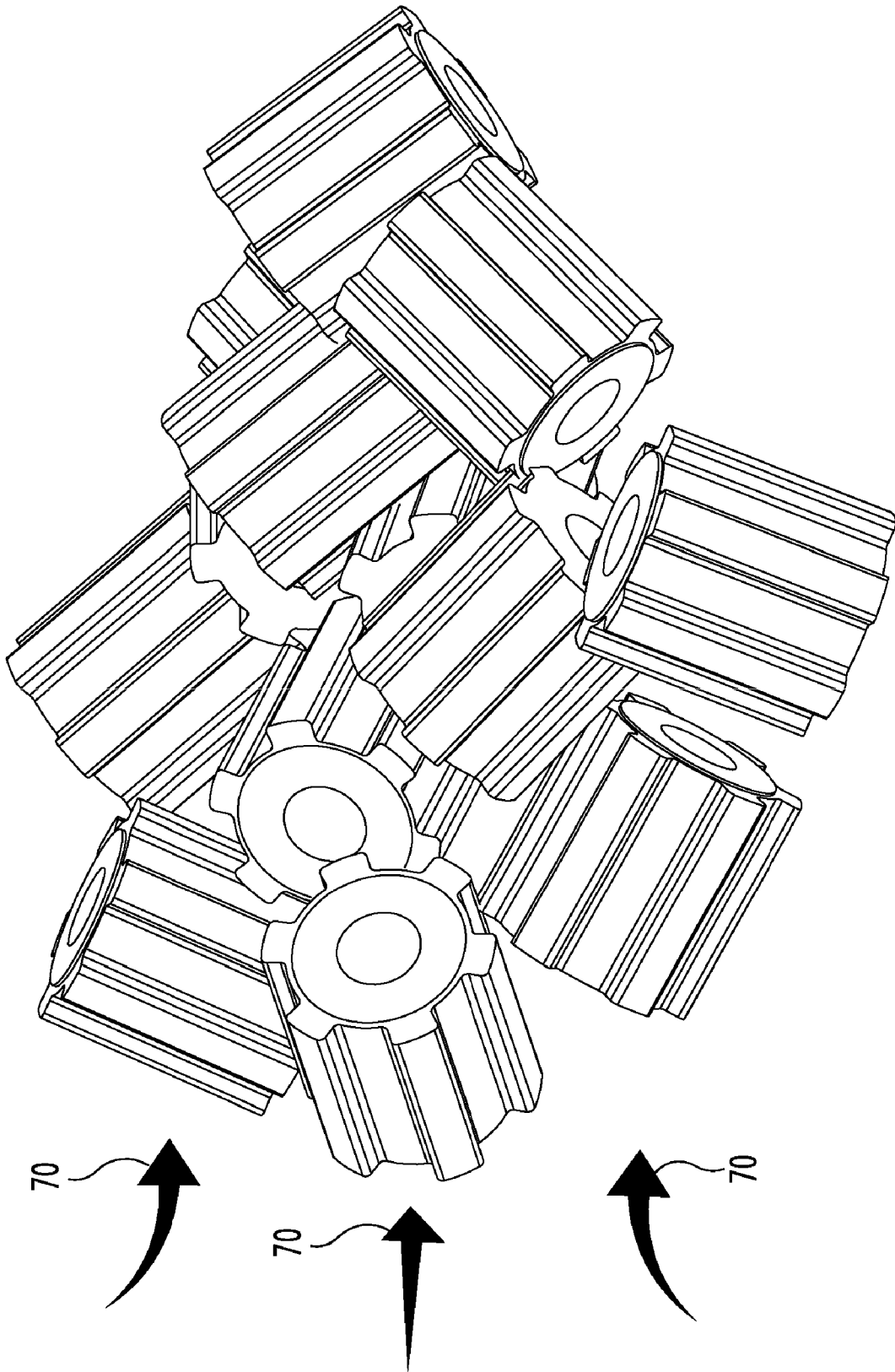


Fig. 8