

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 602**

51 Int. Cl.:

F23G 7/06 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

F23J 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2012 E 12007061 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2703716**

54 Título: **Calentamiento de un gas de escape de proceso**

30 Prioridad:

28.08.2012 DE 102012017107

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

06.09.2016

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

KOEDER, HORST

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 581 602 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

Calentamiento de un gas de escape de proceso.

La invención concierne a un procedimiento para calentar un gas de escape de un proceso térmico, a un dispositivo correspondiente y a un procedimiento de pirólisis.

5 Estado de la técnica

En una serie de procesos térmicos se generan gases de escape de proceso que pueden o deben ser calentados posteriormente.

10 Así, por ejemplo, se conocen procedimientos para preparar mezclas gaseosas diferentes a partir de un material de carga orgánico sólido, también denominados abreviadamente procedimientos de gasificación. Por ejemplo, como material de carga pueden utilizarse biomasa o materiales valiosos. Como biomasa pueden emplearse madera vieja y madera residual forestal o las llamadas maderas energéticas, pero también materiales residuales agrarios como paja o forraje picado. Los materiales valiosos comprenden, por ejemplo, neumáticos de automóviles y recortes de plástico.

15 Se conocen, por ejemplo por los documentos EP 0 745 114 B1, DE 41 39 512 A1 y DE 42 09 549 A1, procedimientos e instalaciones para gasificar material de carga orgánico sólido. Asimismo, se trata detalladamente la conversión de biomasa en Brown, Robert C. (Hrsg.): Thermochemical Processing of Biomass – Conversion into Fuels, Chemicals and Power. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

20 Mediante una gasificación de material de carga orgánico para obtener gas de síntesis y unos pasos de procedimiento pospuestos (por ejemplo en el llamado procedimiento de conversión de biomasa en líquido, BTL) se puede obtener, por ejemplo, un biocombustible sintético que es semejante en sus propiedades físicas y químicas a los combustibles conocidos de conversión de gas en líquido (GTL) o de conversión de carbón en líquido (CTL).

Sin embargo, los productos gaseosos correspondientemente obtenidos se pueden emplear también, por ejemplo, para el calentamiento de hornos de cuba anular en fábricas de cal y/o como gas de síntesis en la producción de carburos.

25 En los procedimientos conocidos, por ejemplo en la pirólisis, es desventajosa frecuentemente la descarga de constituyentes sólidos y/o líquidos del procedimiento que pueden ocasionar perturbaciones en los procesos de depuración subsiguientes. Por tanto, es conocido calentar los gases de escape de proceso correspondientes. Sin embargo, los procedimientos actuales se manifiestan en este contexto frecuentemente como insatisfactorios, ya que, por ejemplo, son regulables solamente en estrechos intervalos y, por tanto, no son seguros para el proceso.

30 Por tanto, el cometido de la presente invención consiste en indicar posibilidades mejoradas para calentar gases de escape de procesos térmicos.

Revelación de la invención

35 La invención propone un procedimiento para calentar un gas de escape de un proceso térmico, un dispositivo correspondiente y un procedimiento de pirólisis con las características de las reivindicaciones independientes. Ejecuciones preferidas son objeto de las reivindicaciones subordinadas y de la descripción siguiente.

Ventajas de la invención

40 La invención concierne a un procedimiento para calentar un gas de escape de proceso según la reivindicación 1. El al menos un combustible se alimenta externamente de preferencia al comienzo del procedimiento, y en un momento posterior se mantiene la combustión preferiblemente ella sola debido a que los gases combustibles existentes en el gas de escape de proceso se queman como al menos un combustible.

45 Mediante el empleo de mezclas gaseosas ricas en oxígeno para quemar el al menos un combustible se puede conservar especialmente el poder calorífico de gases de escape de proceso que están destinados a su utilización posterior en procesos de combustión, por ejemplo de gases de escape de los llamados procesos de pirólisis. Resulta especialmente una ventaja frente al empleo de aire debido a que se introduce menos nitrógeno adicional o no se introduce ninguno. Esto reduce también la formación de óxidos de nitrógeno. Gracias al empleo de mezclas gaseosas ricas en oxígeno se puede estabilizar también claramente la combustión del al menos un combustible. La temperatura que se genera durante la combustión y, por tanto, la temperatura a la que puede calentarse un gas de escape de proceso correspondiente se pueden regular también en medida muchísimo mayor que con el empleo de aire. Por tanto, un procedimiento correspondiente es muchísimo más seguro para el proceso.

50 Mediante el procedimiento según la invención se pueden reducir significativamente el contenido de carbono total en gases de escape de hogares, por ejemplo de hogares en los que se utilizan los gases de escape de proceso

5 mencionados, y el contenido de sólidos o líquido de gases de escape de proceso correspondientes. Asimismo, el calentamiento de los gases de escape, por ejemplo en electrofiltros cuyo grado de separación se manifiesta frecuentemente como insuficiente en los procedimientos convencionales, permite que se consiga una mejor acción de filtrado. La resistencia de la capa de polvo en tales electrofiltros depende de la temperatura, por lo que los filtros trabajan más efectivamente a temperatura más alta.

La reducción de los constituyentes sólidos y líquidos en el gas de escape de proceso se efectúa mediante una transferencia al estado de agregación gaseoso por reacción química o evaporación. De este modo, ya no se producen perturbaciones en los procesos de depuración subsiguientes.

10 La aportación de temperatura necesaria mejora el grado de separación de electrofiltros pospuestos, concretamente no solo debido a la reducción de los constituyentes sólidos y líquidos en el gas de escape del proceso, sino también debido a una variación de la dinámica de flujo y de la resistencia eléctrica de la capa de polvo generada en el electrofiltro. Como es sabido, estas magnitudes dependen de la temperatura, de modo que a una temperatura elevada, como la que se puede lograr según la invención, se puede alcanzar también un grado de separación mejorado.

15 Particularmente en procesos de pirólisis que comprenden un paso de pirólisis a baja temperatura en un llamado gasificador a baja temperatura, los gases de escape de proceso están frecuentemente saturados con alquitrán que puede separarse por condensación al enfriar los gases de escape de proceso. Esto se evita con seguridad mediante el calentamiento y especialmente el calentamiento según la invención empleando una mezcla gaseosa rica en oxígeno. En conjunto, mediante la utilización del procedimiento según la invención se reducen las caídas por debajo del punto de rocío, por ejemplo en sistemas de conducción de gas de escape, y se reducen así la corrosión ocasionada y los caros trabajos de mantenimiento.

20 Particularmente con el empleo del dispositivo explicado más adelante, pero ya también mediante las medidas propuestas en la parte del procedimiento, se puede lograr un mejor mezclado de los gases de escape de proceso de modo que se reduzca su capacidad de formación de venas y sea posible una homogeneización de su temperatura. De manera correspondiente, esto se aplica también para la homogeneización de la composición química de gases de escape de proceso correspondientes. Por el contrario, el mezclado de los gases de escape de proceso es convencionalmente con frecuencia insuficiente, ya que la velocidad de la llama y el impulso de salida de las llamas que se generan en los quemadores son demasiado bajos. Se producen así diferencias de concentración no deseadas en los gases de escape de proceso.

30 Los quemadores empleados para la combustión pueden encenderse con muchísima mayor seguridad debido al alto contenido de oxígeno de la mezcla gaseosa empleada rica en oxígeno. Ya no se pueden formar así, por ejemplo, mezclas inflamables en los sistemas de tuberías empleados. Esto mejora la seguridad.

35 Como se ha mencionado, con la utilización del procedimiento según la invención se produce una reducción del contenido de carbono total en un gas de escape de proceso correspondiente, particularmente cuando se hace que los quemadores empleados funcionen en el dominio sobrestoquiométrico. Si se recircula internamente un gas de escape de proceso correspondiente, es decir, en una cámara de combustión correspondiente, esto da como resultado ventajas especiales en combinación con un aumento del tiempo de permanencia.

40 Asimismo, gracias a la medida según la invención se obtiene también una reducción de la densidad de los gases de escape de proceso, lo que provoca un tiro de aspiración mejorado de las chimeneas conectadas. El tiro de aspiración mejorado es ventajoso especialmente cuando varios hornos están conectados a una chimenea y fallan algunos de ellos, por ejemplo a causa de trabajos de mantenimiento.

45 Según las necesidades del calentamiento y/o la estabilidad del proceso y/o los demás objetivos explicados, se puede emplear en el marco del procedimiento según la invención una mezcla gaseosa rica en oxígeno que presente un contenido de oxígeno de al menos 30 por ciento en volumen, 40 por ciento en volumen, 50 por ciento en volumen, 60 por ciento en volumen, 70 por ciento en volumen, 80 por ciento en volumen, 90 por ciento en volumen o 95 por ciento en volumen. Como alternativa, se puede emplear también oxígeno al menos técnicamente "puro", que debe caer también bajo el término de "mezcla gaseosa rica en oxígeno". Se pueden preparar mezclas gaseosas correspondientes ricas en oxígeno, por ejemplo, empleando instalaciones de descomposición de aire, que pueden hacerse funcionar con especial eficiencia cuando no debe generarse oxígeno completamente puro. Por ejemplo, en este contexto se pueden utilizar instalaciones de descomposición de aire con las llamadas columnas mezcladoras.

50 Como el al menos un combustible se emplean aceite pesado o aceite combustible, metano, etano, butano y/o propano y/o una mezcla gaseosa correspondiente tal como gas natural. Los combustibles líquidos se atomizan con aire o vapor de agua. Se puede generar metano, por ejemplo, con procedimientos que se realizan de todos modos en una instalación correspondiente, por ejemplo mediante craqueado por vapor. El etano, el butano y/o el propano y/o las mezclas correspondientes y/o el gas natural representan también combustibles baratos que pueden utilizarse según la invención.

Como se ha mencionado, un procedimiento correspondiente puede comprender como primera operación la alimentación externa de combustible. Cuando la temperatura del gas de escape de proceso ha alcanzado la temperatura de encendido de los gases combustibles contenidos en el mismo, se suspende la alimentación externa de combustible. El quemador es alimentado entonces solamente con oxígeno o con la mezcla gaseosa rica en oxígeno. El combustible en forma de gases combustibles contenido en el gas de escape de proceso es suficiente para mantener una combustión estable. Se puede economizar así combustible externamente alimentado, por ejemplo gas natural y/o propano. En gases de escape de proceso que no contienen un combustible correspondiente o contienen una cantidad demasiada pequeña de éste se puede efectuar también una combustión continua de combustible externamente alimentado. Son posibles también etapas intermedias. Si un gas de escape de proceso a calentar contiene, por ejemplo, tan solo pequeñas cantidades de gases combustibles, se puede efectuar al principio, como antes, una alimentación externa de combustible. Sin embargo, cuando la temperatura del gas de escape de proceso ha alcanzado la temperatura de encendido de los gases combustibles, no se suspende completamente la alimentación externa de combustible, sino que solamente se la reduce.

Ventajosamente, en un procedimiento correspondiente se quema el al menos un combustible junto con la mezcla gaseosa rica en oxígeno empleando quemadores introducidos en la cámara de combustión, preferiblemente las llamadas lanzas quemadoras. Éstas se explican con más detalle todavía haciendo referencia al dispositivo según la invención.

En un procedimiento correspondiente se efectúa ventajosamente un calentamiento del gas de escape de proceso a una temperatura de 200°C a 1700°C, por ejemplo a una temperatura de 400 a 800°C. De esta manera, se alcanza una temperatura a la que se enciende el combustible contenido en el gas de escape de proceso. Como se ha mencionado, la combustión puede mantenerse entonces exclusivamente mediante la alimentación de la mezcla gaseosa rica en oxígeno.

La combustión se realiza preferiblemente a una presión absoluta que es de 0,1 a 11 bares. Si se efectúan la combustión a sobrepresión, esto proporciona densidades de energía más altas y, por tanto, un calentamiento más efectivo del gas de escape de proceso. Las presiones por debajo de 1 bar se logran, por ejemplo, mediante el tiro de aspiración de una chimenea.

Un dispositivo que no pertenece al ámbito de protección está preparado para poner en práctica un procedimiento como el explicado anteriormente. Por tanto, este dispositivo se aprovecha de las ventajas explicadas de la misma manera.

En particular, el dispositivo, como ya se ha mencionado, presenta al menos un quemador introducido en la cámara de combustión, el cual puede ser cargado al menos con la mezcla gaseosa rica en oxígeno y el al menos un combustible.

Ventajosamente, unos quemadores correspondientes pueden ser cargados también con al menos un gas inerte o contenido en una mezcla de gas inerte, especialmente nitrógeno. Se pueden barrer con éste el quemador o los quemadores. El barrido con gas inerte puede emplearse para enfriar y mantener despejadas las toberas de los quemadores y para asegurar un gas de escape de proceso exento de oxígeno. Cada vena de oxígeno no utilizada enviada al quemador puede barrerse permanentemente con nitrógeno u otro gas inerte, de modo que no puede formarse una mezcla inflamable por efecto de la salida de oxígeno de la corriente de gas de pirólisis. Asimismo, por ejemplo, después de encendidos fallidos se puede barrer un quemador con gas inerte hasta que se caiga por debajo de límite de explosión inferior (durante la puesta en marcha en aire) o se sobrepase el límite de explosión superior (durante el funcionamiento normal).

Como quemadores se emplean ventajosamente lanzas quemadoras en las que se pueden alimentar coaxialmente al menos la mezcla gaseosa rica en oxígeno y el al menos un combustible. Se pueden emplear aquí una primera rendija anular envolvente para gas combustible y una segunda rendija anular envolvente para oxígeno o la mezcla que contiene oxígeno. Al menos un canal preferiblemente interior puede emplearse discrecionalmente para el llamado oxígeno de encendido o el gas inerte, especialmente en nitrógeno. Todos los canales, pero especialmente los que conducen oxígeno o una mezcla gaseosa que contiene oxígeno, pueden ser barridos ventajosamente con nitrógeno. Unas lanzas quemadoras correspondientes permiten una generación especialmente fiable de llamas de quemador con alta energía de impulso.

En un dispositivo correspondiente están previstos ventajosamente varios, especialmente al menos tres, quemadores dispuestos uniformemente alrededor de un eje definido por una dirección de flujo del gas de escape de proceso en la cámara de combustión. La cámara de combustión puede estar configurada en forma una llamada mufla. Una mufla representa un ensanchamiento de un canal de gas de escape que está revestido preferiblemente con material refractario. Esta mufla es preferiblemente una parte del sistema de extracción de gas que está conectada por encima de un reactor u horno para generar los gases de escape de proceso. El eje que está definido por la dirección de flujo del gas de escape de proceso en la cámara de combustión discurre verticalmente en los dispositivos corrientes.

Ventajosamente, están previstos al menos tres quemadores cuyos ejes longitudinales están orientados formando un

ángulo de 10° a 90°, especialmente de 25° a 35° con el eje. Un ángulo agudo designa aquí un ángulo entre una dirección de entrada del gas de escape de proceso y la dirección de entrada del al menos un combustible procedente de la tobera quemadora. Los quemadores están orientados también hacia el centro de la cámara de combustión. Pueden encenderse mutuamente. Uno o varios y preferiblemente todos los quemadores pueden ser vigilados por sondas de infrarrojos o de luz ultravioleta y pueden presentar cada uno de ellos un dispositivo de encendido eléctrico. El encendido se efectúa preferiblemente en una zona de mezclado de oxígeno de encendido y gas combustible.

Mediante la disposición propuesta se asegura especialmente un impulso suficientemente alto para mezclar los gases de escape de proceso, estando concebido el impulso total específico de los quemadores, referido a la superficie, como al menos el doble de alto que el de la corriente de gas de escape de proceso. Esto reduce su tendencia a la formación de venas.

Los ángulos entre los quemadores se derivan del número de éstos. Si, por ejemplo, están previstas tres lanzas quemadoras que están distribuidas uniformemente alrededor del perímetro de una mufla correspondiente, se trata de $3 \times 120^\circ = 360^\circ$.

Como se ha mencionado, las llamas generadas poseen un impulso de salida relativamente alto. La temperatura de las llamas se reduce fuertemente debido a una alta incorporación del gas de escape de proceso en la llama. Sin embargo, debido a la alta incorporación la corriente completa de gas de proceso puede llevarse homogénea y rápidamente a las temperaturas deseadas. La reacción principal del gas rico en oxígeno o del oxígeno contenido en el mismo con el gas de escape de proceso tiene lugar así en la cámara de combustión.

Debido a los quemadores introducidos en la mufla se logra también una aceleración del gas de escape de proceso. Debido al ensanchamiento del canal de gas de escape de proceso en la cámara de combustión se reduce una pérdida de presión por efecto del calentamiento del gas de escape de proceso.

Un procedimiento de pirólisis en el que un material de carga orgánico sólido se convierte al menos parcialmente en un gas de escape de proceso y en el que el gas de escape de proceso se calienta por medio de un procedimiento anteriormente explicado y/o un dispositivo correspondiente, no forma parte de la invención. Ventajosamente, se genera en este caso como gas de escape de proceso un gas de destilación por pirólisis y/o un gas de síntesis y se calienta este gas. Se obtienen entonces también las ventajas explicadas.

Se explica seguidamente la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una forma de realización preferida de la invención.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una cámara de combustión para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 1.

La figura 2 muestra un quemador para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 1.

Formas de realización de la invención

En las figuras los elementos iguales o mutuamente correspondientes están indicados con símbolos de referencia idénticos. Se prescinde de una explicación repetida en aras de una mayor claridad.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo para la puesta en práctica de la invención y éste se ha designado en conjunto con 10. El dispositivo comprende la cámara de combustión 1 que, como se ha explicado, puede estar configurada, por ejemplo, como una mufla y que representa un segmento tubular cilíndricamente ensanchado con paredes 11 revestidas de material refractario. Un material de revestimiento correspondiente, por ejemplo óxido de aluminio o de circonio o chamota, se ha representado tan solo seccionalmente en línea de trazos y se ha designado con 13.

La cámara de combustión 1 está dispuesta de manera ventajosa directamente por encima de un reactor de proceso en el que se genera un gas de escape de proceso P. El gas de escape de proceso P se alimenta a la cámara de combustión 1, por ejemplo desde abajo, lo que se ilustra mediante una flecha correspondiente. Un eje A aquí vertical corresponde a la dirección de flujo del gas de escape de proceso P en la cámara de combustión.

En la cámara de combustión 1 van guiados por unas guías correspondientes 12 unos quemadores 2 que, como se ha explicado, pueden estar configurados como lanzas quemadoras y a los cuales se pueden alimentar un gas combustible y la mezcla gaseosa explicada rica en oxígeno. El extremo distal de los quemadores está enrasado con el respectivo material refractario 13 o está ligeramente retranqueado con respecto a éste. En la representación de la figura 1 se ilustran dos quemadores en el plano del papel. Si, como puede estar previsto también según la invención, se emplean tres quemadores, solamente uno de estos quemadores está dispuesto en el respectivo plano del papel. Los quemadores están orientados con sus ejes longitudinales a en dirección al eje A anteriormente explicado y están

5 inclinados formando un ángulo, aquí de 25°, con éste. Como se ha explicado, pueden estar previstos también otros ángulos. Mediante los quemadores 2 se genera una llama 20 representada aquí de manera fuertemente esquematizada, con la cual se puede calentar el gas de escape de proceso P. La cámara de combustión puede presentar, por ejemplo, una anchura interna máxima de 10 a 900 cm, por ejemplo 200 cm, y el diámetro interior del canal de gas de escape dispuesto encima y debajo de ella es correspondientemente más pequeño. La altura total de la cámara de combustión puede ser, por ejemplo, de 25 a 2250 cm, por ejemplo 500 cm.

En la figura 2 se representa esquemáticamente en una vista en sección parcial un quemador configurado como una lanza quemadora y éste se ha designado en conjunto con 2.

10 Este quemador está configurado sustancialmente en forma de tubos 21, 22, 23 concéntricamente dispuestos. En un canal interior formado por el tubo 21 se alimenta oxígeno de encendido. Discrecionalmente, en este canal interior puede alimentarse también nitrógeno de barrido. Un tubo circundante 22 define una rendija anular alrededor del tubo interior 21. Se puede alimentar gas combustible a la primera rendija anular envolvente. Un segundo tubo envolvente 23 define una segunda rendija anular. Se pueden alimentar la mezcla gaseosa rica en oxígeno y también nitrógeno de barrido a este segundo tubo envolvente 23.

15 En una zona trasera del quemador 2, representada arriba en la figura 2, están representadas de manera fuertemente esquematizada unas acometidas correspondientes para estos gases o mezclas gaseosas. El quemador puede presentar, por ejemplo, una longitud total de aproximadamente 1,5 m. El segmento con los tubos 21, 22, 23 concéntricamente dispuestos tiene, por ejemplo, una longitud aproximada de 80 cm. Esto hace posible un guiado seguro hacia dentro de una cámara de combustión 1, aun cuando ésta esté revestida con un material refractario correspondiente. El quemador 2 puede presentar unos equipos de encendido y/o de vigilancia no representados.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para calentar un gas de escape (P) de un proceso de pirólisis, en el que se conduce el gas de escape (P) del proceso a través de una cámara de combustión (1) en la que se genera calor por combustión de al menos un combustible (F), **caracterizado** por que la cámara de combustión está construida como un ensanchamiento de un canal de gas de escape y por que están previstos varios quemadores dispuestos uniformemente alrededor de un eje definido por la dirección de flujo del gas de escape del proceso en la cámara de combustión, quemándose como el al menos un combustible (F) aceite pesado o aceite combustible, metano, etano, butano, propano y/o gas natural y/o mezclas correspondientes con una mezcla gaseosa (O) rica en oxígeno que presenta un contenido de oxígeno de al menos 25 por ciento en volumen.
- 5
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la mezcla gaseosa (O) rica en oxígeno presenta un contenido de oxígeno de al menos 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 o 95 por ciento en volumen o representa oxígeno al menos técnicamente puro.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se emplea como el al menos un combustible (F), al menos temporalmente, al menos un componente gaseoso del gas de escape (P) del proceso.
- 15 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se efectúa un calentamiento del gas de escape (P) del proceso a una temperatura de 200 a 1700°C.

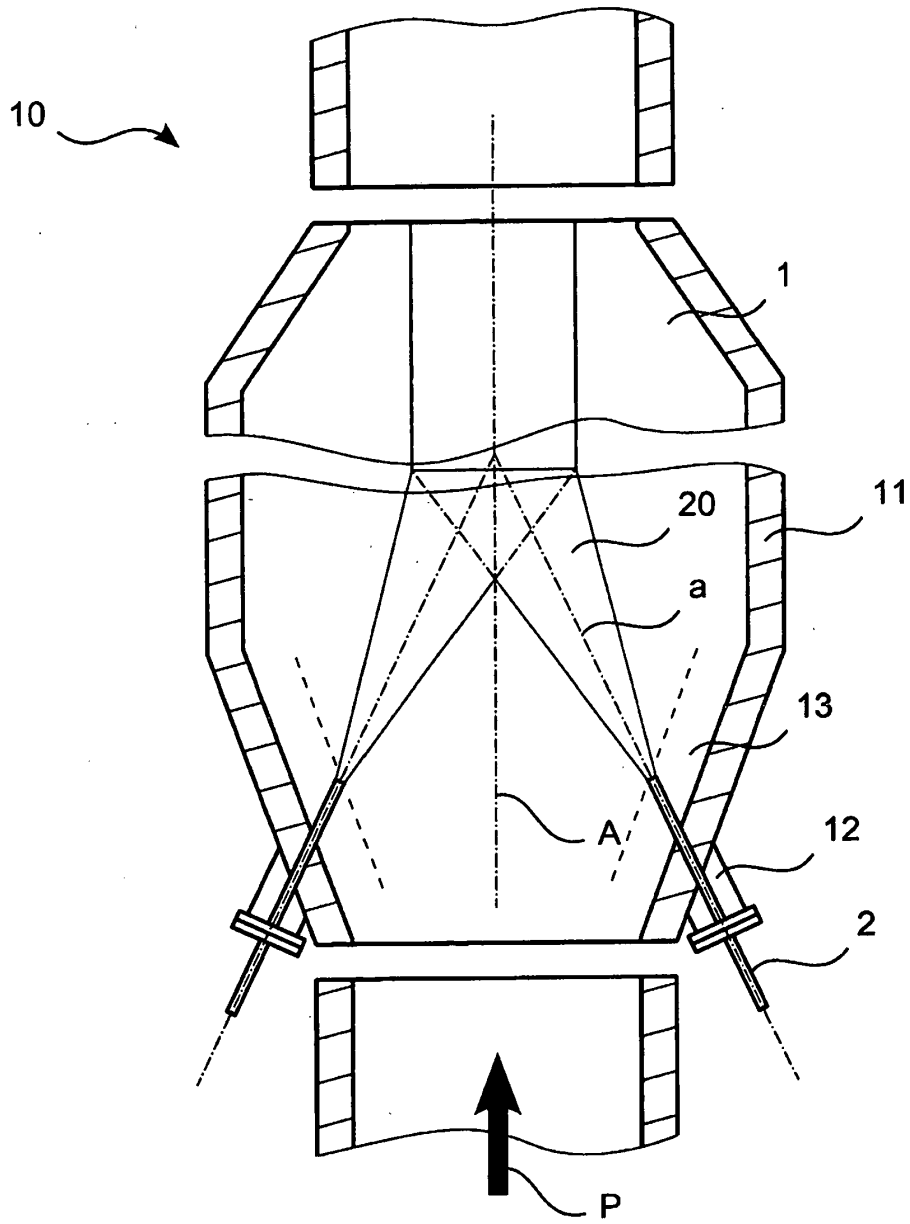


Fig. 1

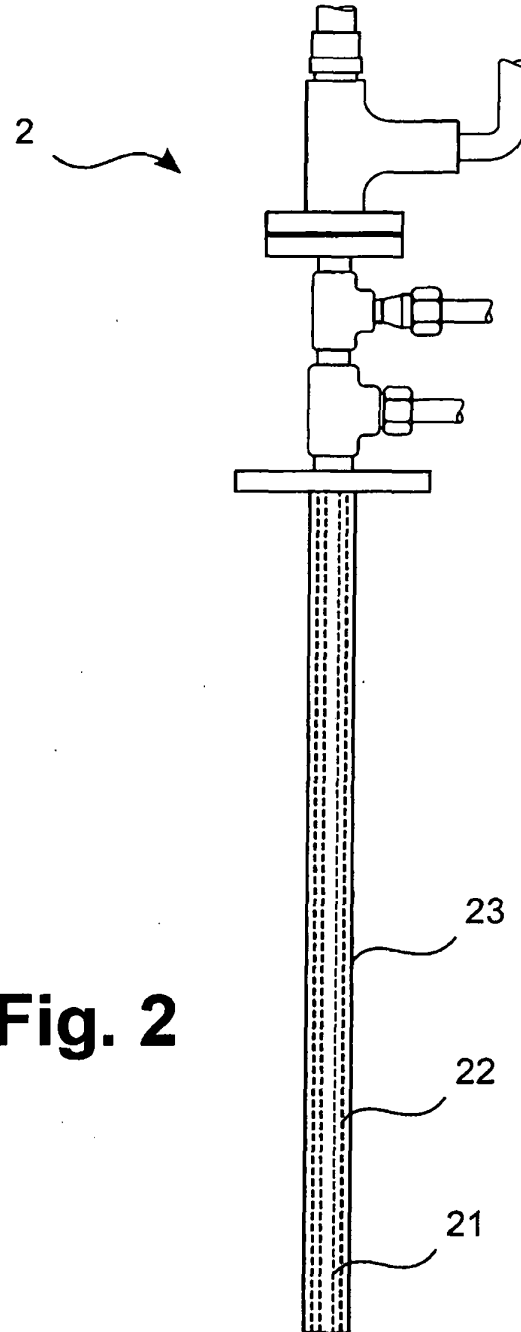


Fig. 2