

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 469**

51 Int. Cl.:

F23C 9/00 (2006.01)
F27B 3/20 (2006.01)
F27B 9/36 (2006.01)
F27D 99/00 (2010.01)
F23D 14/02 (2006.01)
F23D 14/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2021 PCT/IB2021/054056**
87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2021 WO21229468**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2021 E 21732113 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 4150253**

54 Título: **Quemador y método para la cocción de artículos cerámicos**

30 Prioridad:

12.05.2020 IT 202000010738
15.01.2021 IT 202100000695

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.10.2024

73 Titular/es:

SACMI FORNI & FILTER S.P.A. (100.0%)
Via Selice Provinciale, 17/A
40026 Imola (BO), IT

72 Inventor/es:

TORO, ALBERTO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 984 469 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

Quemador y método para la cocción de artículos cerámicos

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud de patente reivindica prioridad de la solicitud de patente italiana nº 102020000010738 presentada el 12/05/2020 y de La solicitud de patente italiana nº 102021000000695 presentada el 15/01/2021.

10 Campo técnico

La presente invención se refiere a un quemador y un método para la cocción de artículos cerámicos. En particular, la presente invención se aplica ventajosa pero no exclusivamente en la cocción de artículos cerámicos para obtener tejas, a las que se referirá explícitamente la siguiente descripción sin pérdida de generalidad.

15 Antecedentes de la invención

La cocción de artículos cerámicos para obtener tejas se realiza generalmente en hornos de túnel, delimitados por dos paredes opuestas y un techo. Estos hornos suelen calentarse con dos juegos de quemadores, cada uno dispuesto a un lado del túnel.

Normalmente, los quemadores accionados por gas metano están situados en las paredes laterales del túnel en varios niveles y orientados hacia la pared opuesta.

25 El ciclo de cocción de los artículos cerámicos está diseñado con gran precisión y conlleva: calentamiento de los artículos cerámicos a la entrada del horno, permanencia de dichos artículos en el interior de la cámara de cocción a una temperatura predefinida y enfriamiento controlado antes de alcanzar la salida del horno.

30 Normalmente, los artículos cerámicos se transportan sobre un gran transportador compuesto por un conjunto de rodillos cerámicos. Por consiguiente, es importante garantizar que la temperatura en el interior de la cámara de cocción sea uniforme en toda la anchura del horno.

35 Para ello, se han desarrollado diferentes tipos de quemadores industriales, y diferentes disposiciones de los quemadores en el interior de aparatos complejos, para obtener una temperatura cada vez más constante en el interior de la cámara de cocción.

40 Sin embargo, especialmente en los hornos de túnel muy anchos, suele producirse una distribución no uniforme de la temperatura en las distintas secciones longitudinales, con picos locales de temperatura determinados en función de la posición de los quemadores. En particular, en muchos casos las temperaturas son más altas en el centro del túnel y más bajas cerca de las paredes laterales.

45 Esta temperatura no uniforme provoca inevitablemente defectos de cocción en los artículos cerámicos que se desplazan cerca de las paredes del túnel. En concreto, los defectos pueden ser tanto dimensionales como de forma, como la falta de planitud. Esto se traduce en un aumento del número de artículos desechados.

Normalmente, esta diferencia de temperatura, entre el centro del horno y las zonas próximas a las paredes laterales, se debe a que los humos que circulan por el interior de la cámara de cocción se ralentizan cerca de las paredes, se reduce la turbulencia de dichos humos y, en consecuencia, también el coeficiente de intercambio térmico.

50 Además, como ya se ha dicho, los quemadores cerámicos de tipo conocido se alimentan sustancialmente con combustibles fósiles (metano, GLP) que si bien por un lado permiten reducir las emisiones de NOx mediante una combustión normal, por otro suponen un uso antiecológico de recursos no renovables.

55 El documento EP3155320 describe un quemador para un horno industrial, que puede instalarse en un horno que comprenda al menos una cámara de cocción y que comprenda un cuerpo tubular principal provisto de al menos un primer orificio para la entrada de un combustible y al menos un segundo orificio para la entrada del comburente, y con una boquilla final provista de una salida orientada hacia la cámara de cocción, y elementos para provocar la combustión de la mezcla de combustible y comburente. El quemador comprende además al menos un conducto, obtenido entre un segundo elemento tubular y la pared del horno, adaptado para extraer una porción de los gases presentes en el interior de la cámara de cocción y conducirlos a la salida de la boquilla final.

El documento EP1217297 describe un quemador para una turbina de gas que comprende un premezclador cónico.

65 El objeto de la presente invención es proporcionar un quemador y un método que superen, al menos parcialmente, los inconvenientes de la técnica conocida y que, al mismo tiempo, sean fáciles y económicos de producir.

Breve descripción de la invención

El alcance de la presente invención queda definido por las reivindicaciones independientes 1 y 14, y otras realizaciones de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes 2-13 y 15.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran algunos ejemplos de realización no limitativos de la misma, en los que:

- la figura 1 es una vista frontal en sección de una primera realización de un aparato según la realización adicional de la presente invención;
- la figura 2 es una vista esquemática en planta de una sección de una segunda realización de un aparato de acuerdo con la realización adicional de la presente invención;
- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de una parte del aparato de la figura 1 que comprende un quemador de acuerdo con la otra realización de la presente invención;
- las figuras 4 y 4a son vistas frontales en sección de dos realizaciones diferentes de la pieza de la figura 3;
- las figuras 5 y 5a son vistas frontales en sección de dos realizaciones diferentes de una parte del aparato de la figura 2 que comprende otro quemador de acuerdo con la presente invención;
- las figuras 6 y 6a son vistas esquemáticas en perspectiva de una parte del quemador de las figuras 4 y 4a respectivamente;
- las figuras 7 y 7a son vistas en sección longitudinal y en detalle del quemador de la parte de las figuras 6 y 6a respectivamente;
- las figuras 8 y 8a son vistas frontales en sección de un cabezal de combustión del quemador de las figuras 6 y 6a respectivamente;
- las figuras 9 y 10 son dos vistas frontales en sección de parte del cabezal de combustión de las figuras 8 y 8a;
- la figura 11 es una vista esquemática en perspectiva de una parte de un quemador de acuerdo con la presente invención;
- la figura 12 es una vista lateral en sección de una parte del cuerpo de descarga de la figura 11; y
- las figuras 13 y 13a son dos gráficos que ilustran la variación de temperatura en función de la distancia a una pared del horno (la distancia se muestra en el eje X y la temperatura en el eje Y).

Divulgación detallada

En la figura 1, el número 1 indica en conjunto un quemador para la cocción de artículos cerámicos T de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención.

El quemador 1 puede instalarse preferentemente, pero no necesariamente, en un horno industrial 2, en particular un horno de túnel, que comprenda una cámara de cocción 3.

En particular, como se ilustra en las figuras 1 y 2, los artículos cerámicos T son desplazados por un sistema de transporte 4 a lo largo de una trayectoria de transporte P.

Más concretamente, los artículos cerámicos T son cualquier tipo de artículo cerámico que requiera al menos una cocción en horno.

En la realización no limitante de las figuras 1 y 2, el sistema de transporte 4 comprende una cinta transportadora sobre la que se disponen, preferentemente de forma ordenada, los artículos cerámicos verdes T que se van a cocer.

Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, el sistema de transporte 4 comprende una pluralidad de rodillos cerámicos (si es necesario, también movidos a diferentes velocidades para diferenciar la cocción de los artículos).

Como se ilustra en las figuras 1 a 6a, el quemador 1 comprende un cuerpo mezclador 5, que a su vez comprende un conducto 6 para suministrar un combustible FL que comprende un porcentaje de hidrógeno, un conducto 7 de suministro de comburente, un dispositivo de disparo 8 para iniciar una combustión y un dispositivo 9 de detección de llama. El quemador comprende además un cabezal de combustión 10. En otras palabras, el cuerpo mezclador 5 es la parte del quemador necesaria para generar la mezcla de aire y gas que (tras un disparo para obtener una llama) cocerá los artículos cerámicos T dentro del horno 2. En particular, el combustible introducido por medio del conducto de suministro de combustible 6 es sustancialmente gas metano, mientras que el comburente introducido por medio del conducto de suministro de comburente 7 es sustancialmente aire ambiente (con aproximadamente, por ejemplo, un 21% de oxígeno).

El quemador 1 comprende además un elemento de descarga tubular 11, que está adaptado para (configurado para) ser atravesado por un fluido F que sale del cuerpo mezclador 5 (formado por la mezcla de combustible y comburente y/o cualquier combustión del mismo) y está provisto de un extremo 12 que tiene una abertura 13, en cuyo interior se introduce

al menos una parte del cuerpo mezclador 5 (en particular del cabezal de combustión 10), y de un extremo 14 opuesto al extremo 12 y que tiene una abertura 15.

5 Según algunas realizaciones no limitantes, el cuerpo mezclador 5 se acopla con el elemento de descarga tubular 11 mediante elementos de fijación.

Ventajosa pero no necesariamente, como en la realización ilustrada en las figuras 4, 4a y 5, 5a, los elementos de fijación son pernos 16.

10 En la realización no limitante ilustrada en las figuras 4, 4a y 5, 5a, el cuerpo mezclador 5 está insertado en parte en el interior del elemento de descarga 11 y está dispuesto en parte en el exterior del horno 2. En particular, en la realización de la figura 4, el elemento de descarga 11 se inserta en el interior de una pared lateral 56 del horno de túnel 2. Más concretamente, el elemento de descarga 11 se extiende completamente por el interior de la pared lateral 56.

15 En la realización no limitante de las figuras 5, 5a, en cambio, el elemento de descarga 11 se extiende a lo largo de la pared lateral 56 entrando en parte también en la cámara de cocción 3 del horno 2.

20 Ventajosamente, pero no necesariamente, el quemador 1 comprende un elemento de descarga tubular 18 (ilustrado, por ejemplo, por una línea discontinua en las figuras 4a y 5a) que se extiende desde el extremo 14 del elemento 11 en dirección opuesta al extremo 12, es decir, hacia (más precisamente el interior de) la cámara de cocción 3. En otras palabras, el elemento de descarga 18 está dispuesto en el lado opuesto del elemento de descarga 11 con respecto al cuerpo mezclador 5.

25 En algunos casos no limitantes, el quemador 1 comprende un elemento de succión 19 que está adaptado para (configurado para) llevar al menos una parte de los gases G, G' presentes fuera del quemador 1, en particular fuera del elemento de descarga 11 y/o del elemento de descarga 18 (más precisamente dentro de la cámara de cocción 3), al elemento tubular de descarga 18 y está provisto de una pluralidad de aberturas 20 dispuestas entre el elemento 11 y el elemento tubular de descarga 18.

30 Ventajosa pero no necesariamente, y tal como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 4, 4a y 5, 5a, el elemento tubular de descarga 14 se encuentra (completamente) en el interior de la cámara de cocción 3 y, por ejemplo, es coaxial con el elemento tubular de descarga 11. En otras palabras, el eje longitudinal de simetría AA del elemento tubular de descarga 18 coincide con el eje longitudinal de simetría AA del elemento tubular de descarga 11.

35 Ventajosamente y de manera completamente diferente a los estándares utilizados en el mercado de la cerámica, el cabezal de combustión 10 es un cabezal de combustión multietapa, es decir, adaptada para (configurada para) dividir la formación de la llama en diferentes etapas. De este modo es posible utilizar la técnica de la etapa de aire para aumentar la velocidad de la llama a más de 160 m/s, en particular a más de 180 m/s, más concretamente hasta aproximadamente 200 m/s. De hecho, el término "alta velocidad" indica, específicamente con referencia a los quemadores, una velocidad de la llama superior o igual a 150 m/s. Ventajosa pero no necesariamente, el cabezal de combustión 10 está montado al menos parcialmente en el interior del elemento de descarga tubular 11 de manera que sea coaxial con él a lo largo del eje longitudinal de simetría AA del quemador 1.

45 En la presente invención, como se ilustra en las figuras 4 a 10, ventajosamente, el cabezal de combustión multietapa 10 comprende (al menos) una cámara de combustión 21, que está adaptada para (configurada para) generar una primera fase de combustión de la llama (en particular para generar la denominada "raíz" de la llama), y (al menos) una cámara de combustión 22, comunicada con la cámara de combustión 21 y adaptada para (configurada para) generar una segunda fase de combustión de la llama a la salida de la cámara de combustión 21. En particular, las cámaras de combustión 21 y 22 están configuradas para transportar la llama a gran velocidad en el interior del elemento tubular de descarga 11 hacia el extremo 14 y, en particular, a través del elemento de succión 19 hacia el elemento tubular de descarga 18.

50 Ventajosa pero no necesariamente, y como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 4 a 8a, el conducto de suministro 6 del combustible FL comprende una boquilla 17 para la introducción del combustible FL hacia la cámara de combustión 21. La boquilla 17 tiene un orificio axial 59 con un diámetro inferior a 20 mm, en particular inferior a 15 mm, más en particular inferior o igual a 13,5 mm. De este modo, es posible aumentar el porcentaje de hidrógeno antes mencionado en el combustible FL. En particular, el hidrógeno determina un petardeo mucho mayor que el metano (o el GLP) y sorprendentemente se ha observado que aumentando la velocidad de suministro del combustible FL, se puede contrarrestar adecuadamente el petardeo, permitiendo un control adecuado del mismo y al mismo tiempo inyectando más fluido F en la cámara de cocción 3.

60 Ventajosa pero no necesariamente, la boquilla 7 para la introducción del combustible FL se obtiene en una sola pieza sobre una culata 54 (en particular de aluminio) del quemador 1.

65 En la realización no limitante de la figura 8, en la que se ilustra en detalle una sección del cabezal de combustión multietapa 10, la cámara de combustión 21 comprende al menos una abertura de entrada 23 y una abertura de salida 24 (dispuestas más precisamente en lados opuestos de la cámara de combustión 21).

En particular, la abertura de entrada 23 está adaptada para (configurada para) estar en comunicación con el conducto de alimentación de combustible 6 y recibir un caudal volumétrico, más precisamente variable, de dicho combustible. La abertura de salida 24 está orientada hacia el elemento de descarga tubular 18 (o la cámara de cocción 3).

5

En algunos casos no limitativos, como el ilustrado en la realización de la figura 8, la cámara de combustión 21 y la cámara de combustión 22 son coaxiales entre sí y están dispuestas a lo largo del eje longitudinal AA del quemador 1.

10

Ventajosa pero no necesariamente, la cámara de combustión 21 comprende también una pared lateral 25, en particular cilíndrica y/o frusto-cónica (o de forma compleja), provista de uno o varios canales de suministro de comburente 26 configurados para transportar una parte OX' del comburente OX a la cámara de combustión, generando una mezcla comburente-combustible M'. En particular, los canales de suministro 26 del comburente OX están configurados para transportar (dirigir) la parte OX' del comburente OX al dispositivo de disparo 8 (y/o al dispositivo de detección de llama 9). Esto facilita el encendido del quemador a altas capacidades. Más concretamente, los canales de alimentación 26 del comburente OX tienen diámetros diferentes. Ventajosa pero no necesariamente, los canales de suministro 26 del comburente OX están configurados para introducir la parte OX' del comburente OX en la cámara de combustión 21 con una velocidad que tiene al menos un componente transversal al eje de simetría AA del quemador (a lo largo del cual se inyecta el combustible FL).

15

20

Ventajosa pero no necesariamente, a lo largo del conducto de suministro 7 del comburente OX hacia la cámara de combustión 21 se dispone un elemento de distribución 60 para distribuir el comburente OX provisto de una pluralidad de aberturas pasantes 61 para dividir el comburente OX que fluye hacia la cámara de combustión 21, en particular a través de los canales de suministro del comburente 26. Más concretamente, las aberturas 61 tienen una anchura inferior a 5 mm, en particular inferior a 4 mm, preferentemente inferior o igual a 3,5 mm. De este modo, especialmente en el caso de un porcentaje particularmente elevado de hidrógeno en el combustible FL, es posible obtener una mayor estabilidad de la llama a potencias mínimas del quemador. En particular, de este modo es posible distribuir de manera más gradual y uniforme la parte OX' del comburente OX, a fin de desviar menos el flujo del combustible FL a los caudales mínimos en presencia de orificios de mayores dimensiones.

25

30

En concreto, el elemento de distribución 60 comprende al menos tres, en particular al menos cuatro, aberturas pasantes 61 que, en particular, son orificios circulares. Más en particular, los orificios pasantes 61 son iguales entre sí y están distribuidos en el elemento de distribución a lo largo de al menos una dirección paralela al eje longitudinal AA del quemador 1. En detalle, sin limitación, las aberturas pasantes 61 están dispuestas exclusivamente en el lateral del conducto 7.

35

Ventajosa pero no necesariamente, la cámara de combustión 22 comprende una abertura de entrada 27 y una abertura de salida 28 opuestas entre sí. La abertura de entrada 27 está configurada para estar en comunicación con la abertura de salida 24 y para recibir la mezcla de comburente y combustible M'. La abertura de salida 28 está orientada hacia el elemento de descarga tubular 18 (o la cámara de cocción 3).

40

En algunos casos no limitantes, como el ilustrado en la realización de la figura 8, la cámara de combustión 22 comprende también una pared lateral 29 que tiene una sección transversal sustancialmente circular; en particular, la sección transversal de la pared lateral 29 converge radialmente a medida que se aproxima a la abertura de salida 28.

45

Ventajosa pero no necesariamente, la cámara de combustión 22 está provista de uno o más canales de suministro 30 para el comburente OX, configurados para transportar una parte OX'' del comburente OX a la cámara de combustión 22 generando, junto con la mezcla comburente-combustible M', una mezcla comburente-combustible M''.

50

En particular, los canales de suministro 30 para el comburente OX se producen de tal manera que la parte OX'' del comburente OX entra en el interior de la cámara de combustión 22 con una velocidad al menos parcialmente transversal con respecto a una dirección principal de la mezcla comburente-combustible M' sustancialmente correspondiente al eje longitudinal AA del quemador.

55

Según la realización no limitativa de la figura 8, la pared lateral 29 de la cámara de combustión 22 tiene una forma sustancialmente frusto-cónica que comprende una base mayor 31 y una base menor 32, en la que la base mayor 31 está dispuesta en la abertura de entrada 27, mientras que la base menor 32 está dispuesta en la abertura de salida 28.

60

Ventajosamente, pero no necesariamente, los canales de suministro 30 para el comburente OX están hechos de tal manera que permiten que la parte OX' ' del comburente OX entre en la cámara de combustión 22 con una velocidad que tiene una dirección sustancialmente paralela a la pared lateral 29 de la segunda cámara de combustión.

65

En la realización no limitante de las figuras 4 a 10, el quemador 1 que comprende una cámara de combustión 33 está dispuesto aguas abajo de la cámara de combustión 22 y provisto de una abertura de entrada 34 y una abertura de salida 35 opuestas entre sí. La abertura de entrada 34 está configurada para estar en comunicación con la abertura de salida 28 y para recibir la mezcla de comburente y combustible M''. En particular, la abertura de salida 35 está orientada hacia el elemento de descarga tubular 18 (o la cámara de cocción 3). Más precisamente, la cámara de combustión 33 comprende una pared lateral 36 que tiene una sección transversal sustancialmente circular, en particular cilíndrica (o constante

paralela al eje longitudinal AA del quemador 1), y provista de uno o varios canales de alimentación 37 para el comburente OX configurados para permitir la entrada de una parte OX^m del comburente OX en la cámara de combustión 33. De este modo, la cámara de combustión 33 puede generando, junto con la mezcla comburente-combustible M^m, una mezcla comburente-combustible M^m, que se genera en el interior de la cámara de combustión 33 y se conduce hacia el elemento tubular de descarga 18 (o hacia la cámara de cocción 3).

Ventajosa pero no necesariamente, y como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 1 a 5, el elemento de succión 19 está adaptado para (configurado para) estar dispuesto, al menos parcialmente (en algunos casos totalmente) dentro de la cámara de cocción 3.

En las realizaciones no limitantes de las figuras 4, 5, 11 y 12, el elemento tubular de descarga 11, el elemento tubular de descarga 18 y el elemento de succión 19 forman juntos un bloque de combustión 38 ilustrado esquemáticamente en conjunto en la figura 11. En particular, una superficie lateral 39 del bloque de combustión 38 es (al menos) parcialmente sin costuras. Más en particular, la superficie lateral 39 del bloque de combustión 38 carece de juntas en las secciones no interrumpidas por las aberturas 20.

Ventajosa pero no necesariamente, el bloque de combustión 38 está fabricado en una sola pieza, en particular de carburo de silicio. Más concretamente, el eje longitudinal de simetría del bloque de combustión 38 es el eje longitudinal de simetría AA del quemador 1, de los elementos tubulares de descarga 11 y 18 y del cabezal de combustión multietapa 10.

Ventajosa pero no necesariamente, el bloque de combustión 38 se fabrica mediante fabricación aditiva, en particular impresión 3D.

Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, el bloque de combustión 38 se forma soldando el elemento tubular de descarga 11 con el elemento de succión 19 y el elemento de succión 19 con el elemento tubular de descarga 18.

Según otras realizaciones no limitantes no ilustradas, el bloque de combustión 38 está formado por el acoplamiento mecánico mediante sistemas de fijación (por ejemplo, pernos, tornillos, remaches, etc.) del elemento de descarga tubular 11 con el elemento de succión 19 y del elemento de succión 19 con el elemento de descarga tubular 18.

Según otras realizaciones no limitantes, el bloque de combustión 38 se forma mediante técnicas de fundición en molde.

En las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, el bloque de combustión 38 es hueco y está adaptado para (configurado para) permitir el paso de una mezcla (en particular la mezcla M^m) generada por el cuerpo mezclador 5 (o por el cabezal de combustión 10). En particular, dicha mezcla M^m, M^m, M^m, una vez desencadenada la combustión, se convierte en llama.

Según algunas realizaciones no limitantes, el elemento de succión 19 comprende, en particular es, un tubo Venturi.

En la realización no limitante de las figuras 11 y 12 (donde la figura 12 ilustra un detalle del elemento de succión 19 de la realización de la figura 11), el elemento de succión 19 tiene un estrangulador 40 dispuesto en el extremo 14.

Además, el elemento de succión 19 tiene al menos una sección 41 de forma frusto-cónica, delimitada por una base mayor 42 y una base menor 43. Por último, el elemento tubular de descarga 18 tiene un extremo abierto 44 orientado hacia el elemento de succión 19 y un extremo abierto 45 orientado hacia el centro de la cámara de cocción 3.

Ventajosa pero no necesariamente, las aberturas 20 tienen forma alargada, o son ranuras, y atraviesan de lado a lado (transversalmente) la sección frusto-cónica 41 del elemento de succión 19. En particular, las aberturas 20 se obtienen longitudinalmente al elemento tubular de descarga 11 y al elemento tubular de descarga 18.

Más en particular, la base menor 43 de dicha sección frusto-cónica 41 coincide con el estrangulador 40, y la base mayor 42 de dicha sección frusto-cónica 41 coincide con el extremo abierto 44.

Ventajosa pero no necesariamente, las aberturas 20 están previstas en la sección frusto-cónica 41 del elemento de succión 19. En particular, atraviesan de lado a lado (transversalmente) la sección frusto-cónica 41 del elemento de succión 19.

Ventajosa pero no necesariamente, y como se ilustra en las figuras 3-5, 11 y 12, el elemento de succión 19 comprende nervios de refuerzo 46. Gracias a estos acanalados 46, es posible alargar el elemento de descarga 18 como se desee sin riesgo de rotura del bloque de combustión 38 en el segmento de menor sección, o en el elemento de succión 19.

Ventajosa pero no necesariamente, el elemento de descarga 11 tiene una sección transversal circular, en particular de diámetro constante.

Ventajosa pero no necesariamente, el elemento de descarga 18 tiene una sección transversal circular, en particular de diámetro constante.

Ventajosa pero no necesariamente, el elemento de succión 19 tiene una sección transversal circular.

5 Ventajosa pero no necesariamente, el elemento de succión 19 tiene una sección transversal circular con un diámetro sustancialmente variable.

10 En particular, la sección transversal TT (figura 12) del estrangulador 40 tiene un diámetro inferior a dos tercios del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11. Más en particular, la sección transversal TT (figura 12) del estrangulador 40 tiene un diámetro inferior a la mitad del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11. Cuanto más se reduzca el diámetro del estrangulador 40 con respecto al diámetro del elemento de descarga 11, mayor será el aumento de la variación de velocidad de la mezcla M'' que, en uso, circula por el interior del elemento de descarga 11.

15 Ventajosa pero no necesariamente, la sección transversal TT (figura 12) del estrangulador 40 tiene un diámetro inferior a un tercio del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11. En particular, la sección transversal TT (figura 12) del estrangulador 40 tiene un diámetro superior a una sexta parte del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11.

20 Ventajosa pero no necesariamente, el diámetro del estrangulador 40 es inferior a 30 mm, en particular igual o inferior a 25 mm. En detalle, el diámetro del estrangulador 40 oscila entre 5 mm (en particular 10 mm; más en particular 20 mm) y 60 mm (en particular 40 mm; más en particular 30 mm). También esta característica contrarresta el petardeo y, por tanto, mejora la gestión de la combustión con mezclas ricas en hidrógeno del combustible FL.

25 Ventajosa pero no necesariamente, el diámetro del elemento de descarga 11 y el diámetro del elemento de descarga 18 oscilan entre 20 mm (en particular 40 mm; más en particular 50 mm) y 200 mm (en particular 120 mm; más en particular 100 mm).

30 En algunos casos no limitantes, el dispositivo de disparo 8 y/o el dispositivo de detección de llama 9 tienen una forma alargada y se insertan en el interior del cuerpo mezclador 5 a lo largo de un canal de electrodos 47 y de un canal de electrodos 48 respectivamente dispuestos a lo largo de los ejes AI y AR respectivamente (ilustrados en la figura 8) inclinados al menos parcialmente (por ejemplo en al menos 5° o 10°) por un ángulo α y por un ángulo β respectivamente con relación al eje longitudinal AA del quemador 1. En algunos casos no limitantes, los ángulos α y β son sustancialmente iguales entre sí. En otros casos no limitantes, los ángulos α y β son diferentes entre sí.

35 En particular, los ángulos α y β son ángulos menores de 45° . Más en particular, los ángulos α y β son ángulos inferiores a 30° . Más concretamente, los ángulos α y β son inferiores a 20° . En detalle, los ángulos α y β son sustancialmente iguales a 15° .

40 En la realización no limitante de la figura 8, el dispositivo de disparo 8 comprende un electrodo de disparo 49 y el dispositivo de detección de llama 9 comprende un electrodo de detección 50. En particular, el electrodo de detección 50 es más largo que (más concretamente, más del doble de largo que) el electrodo de disparo 49. Ventajosa pero no necesariamente, el dispositivo de detección de la llama 9 (más concretamente el electrodo de detección 50) atraviesa al menos las cámaras de combustión 21 y 22 y está configurado para disponerse al menos parcialmente tangente al dardo de la llama (es decir, a la forma de la llama cuando funciona a pleno rendimiento). De este modo, es posible preservar la integridad del electrodo de detección de llama 50. En efecto, el hecho de que el electrodo de detección 50 permanezca tangente al dardo de llama, sin estar sumergido en su interior, limita el desgaste del electrodo. En particular, como se ilustra en la realización no limitante de la figura 8, el dispositivo de detección de llama 9 (más concretamente, el electrodo de detección 50) también atraviesa la cámara 33 y termina en el interior del elemento de descarga tubular 11. En uso, el electrodo de detección 50 proporciona datos relativos al estado de la llama generada por el quemador, a través de los cuales es posible ajustar adecuadamente el caudal del combustible FL y/o del comburente OX.

50 Según una realización preferida pero no limitante, como se ilustra en las figuras 4a, 5a y 8a, el dispositivo de disparo 8 comprende un electrodo de disparo 43 y el dispositivo de detección de llama 9 comprende una sonda de detección UV 50'. En particular, la sonda UV 50' está dispuesta a lo largo del eje longitudinal AA del quemador a bordo de una brecha 54, más precisamente pero sin limitación, a bordo del cuerpo mezclador 5.

60 Ventajosa pero no necesariamente, el dispositivo de detección de la llama 9 (más concretamente la sonda de detección UV 50') está configurado para recibir un haz UV (radiación ultravioleta) procedente de la llama que atraviesa al menos las cámaras de combustión 21 y 22. En uso, la sonda de detección UV 50' proporciona datos relativos al estado de la llama generada por el quemador, a través de los cuales es posible ajustar adecuadamente el caudal del combustible FL y/o del comburente OX. Además, en el caso de la combustión sin llama, a plena capacidad de funcionamiento la sonda UV 50' se desactiva porque ya no es capaz de detectar ninguna llama, ya que el frente de llama se diluye en el interior de la cámara de cocción del horno.

65 En las realizaciones no limitantes de las figuras 9 y 10 se ilustran en sección frontal dos posibles variantes del cabezal de combustión 10, en las que los canales de suministro de comburente 30 tienen diferentes inclinaciones entre sí. En

- particular, en la figura 9, el eje de inclinación AO de los canales 30 está inclinado un ángulo γ sustancialmente igual a 30° , mientras que en la figura 10 el eje de inclinación AO' de los canales 30 está inclinado un ángulo γ' sustancialmente igual a 20° . En este caso, la pared lateral 29 de la cámara de combustión 22 y los canales de alimentación 30 del comburente OX son sustancialmente paralelos. Evidentemente, lo anterior también puede aplicarse a los canales de alimentación 37 del comburente OX.
- Ventajosa pero no necesariamente, la cámara de combustión 33 comprende, en la pared lateral 36, una pluralidad de orificios 51 dispuestos en una o varias filas radiales, preferentemente a la misma distancia radial unos de otros.
- En la realización no limitante de la figura 7, el cabezal de combustión 33 comprende una corona 52 configurada para limitar la entrada del comburente OX en el elemento tubular de descarga 11 que no atraviesa las cámaras de combustión 21, 22 y 33. En particular, la corona 52 se extiende desde el borde de la abertura de salida 35 hacia (hasta) la pared interior del elemento tubular de descarga 11.
- Ventajosamente pero no necesariamente, y tal como se ilustra en la realización no limitante de la figura 7, la corona 52 comprende ranuras 53 (o cualquier otro tipo de abertura) configurados para transportar una segunda parte OX^{IV} del comburente hacia el elemento tubular de descarga 11 aguas abajo de las cámaras de combustión 21, 22 y 33. De este modo, junto con la mezcla oxidante-combustible M^{III}, se genera el fluido F que fluye fuera del elemento tubular de descarga 11, a través del elemento de succión 19 hacia la descarga tubular 18.
- De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato industrial para la cocción de artículos cerámicos.
- Con especial referencia a las figuras 1 y 2, un aparato industrial conforme a la presente invención se indica en su conjunto con el número 55.
- Según algunas realizaciones no limitantes, los artículos cerámicos T, una vez cocidos, son tejas.
- En particular, los artículos cerámicos T se verdean a la entrada del aparato 55 y se cuecen a la salida.
- El aparato industrial 55 comprende el horno 2 (descrito anteriormente), en particular un horno de túnel, provisto de al menos una pared lateral 56 que delimita la cámara de cocción 3 y tiene una superficie 57 en el interior de la cámara de cocción 3 y una superficie 58 en el exterior de la cámara de cocción 3.
- El aparato industrial 55 comprende además el sistema de transporte 4, en particular horizontal, que está configurado para mover la pluralidad de artículos cerámicos T a lo largo de la trayectoria de transporte P dentro de la cámara de cocción 3 (desde la entrada hasta la salida de la cámara de cocción 3).
- El sistema de transporte 4 puede ser cualquier tipo de sistema de transporte. Por ejemplo, el sistema de transporte 4 comprende una cinta transportadora (o una malla transportadora) sobre la que se disponen, preferentemente de forma ordenada, los artículos cerámicos verdes T que se van a cocer.
- Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, el sistema de transporte 4 comprende una pluralidad de rodillos cerámicos (si es necesario, movidos a diferentes velocidades para diferenciar la cocción de los artículos).
- En particular, el horno de túnel 2 tiene dos paredes laterales opuestas 56, entre las que se desplazan los artículos cerámicos T.
- Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, los artículos cerámicos son cualquier tipo de artículo cerámico que requiera al menos una cocción en el horno.
- El aparato 55 comprende un quemador 1 que, a su vez, comprende un elemento tubular de descarga 11 y, preferentemente pero no necesariamente, un elemento tubular de descarga 18 y un elemento de succión 19 para los gases G, G'.
- Ventajosa pero no necesariamente, el aparato 30 comprende un quemador (de hidrógeno) 1 como se ha descrito anteriormente.
- Ventajosa pero no necesariamente, el aparato 55 comprende un sistema de suministro de hidrógeno configurado para inyectar hidrógeno o una mezcla que comprenda hidrógeno en el conducto de suministro 6 para el combustible FL.
- Ventajosa pero no necesariamente, el elemento de succión 19 está situado entre el elemento de descarga 11 y el elemento de descarga 18 y está dispuesto al menos parcialmente (en algunos casos no limitantes también totalmente, como se ilustra en la figura 5) en el interior de la cámara de cocción 3.
- En particular, el elemento de succión 19 está configurado para llevar al menos una parte de los gases G, G' presentes en el interior de la cámara de cocción 3 hacia el elemento de descarga 18. De este modo, es posible utilizar el oxígeno

residual en el interior de la cámara de combustión 3 y completar la combustión de los gases G, G' que no han sido totalmente quemados durante su primer paso por el interior del quemador 1, o por combustión primaria.

Además, los gases G, G' (presumiblemente, también en vista de que tienen una temperatura relativamente alta) contribuyen a mejorar la eficacia de la combustión.

El término "combustión primaria" indica la combustión generada por el cuerpo mezclador 5 (en particular por el cabezal de combustión 10), cuya llama atraviesa el elemento de descarga 11.

Ventajosa pero no necesariamente, y como se ilustra en la realización no limitante de la figura 4, el elemento de succión 19 está dispuesto en la superficie interior 57 de una de las paredes laterales 56.

En particular, el elemento de succión 19 está configurado para crear una presión parcial negativa entre el elemento de descarga 11 y el elemento de descarga 18 con el fin de llevar al menos una parte de los gases G, G' presentes en la cámara de cocción 3 hacia el elemento de descarga 18. En otras palabras, en las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, la presión parcial negativa se genera por efecto Venturi.

La elevada velocidad de la llama generada por el cabezal de combustión multietapa 10 tiene el sorprendente efecto sinérgico de aumentar la capacidad de aspiración del elemento de succión 19.

Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, el quemador comprende varios elementos tubulares de descarga 18 dentro de la cámara de cocción 3, con varios elementos de succión 19 colocados entre ellos a intervalos.

Según la realización no limitante de la figura 2, el aparato 55 comprende una pluralidad de quemadores 1 dispuestos en serie a lo largo de una dirección DD paralela a la trayectoria de transporte P. En particular, los quemadores 1 están dispuestos en varios niveles dentro de al menos una de las paredes 56 del horno 2.

En las realizaciones no limitantes de las figuras 1 a 5, el quemador 1 está acoplado, mediante elementos de fijación, a la pared 56 del horno 2. En particular, el elemento de descarga 11 se introduce en el interior de la pared 56.

En la realización no limitante de la figura 1, los quemadores 1 están orientados en una dirección DP transversal (en particular, perpendicular) a la dirección DD (y, por tanto, a la trayectoria de transporte P).

Ventajosa pero no necesariamente, el elemento tubular 11 del quemador 1 está instalado de forma que atraviesa, al menos parcialmente (en particular total y transversalmente), una de las paredes laterales 56 del horno 2. De este modo, la llama producida por el quemador 1 fluirá directamente hacia el interior de la cámara de cocción 3 del horno 2.

Según las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, el quemador 1 tiene un eje longitudinal AA que es transversal a la trayectoria de transporte P. En particular, el eje AA es perpendicular a la trayectoria de transporte P. Más en particular, el eje AA es perpendicular también a la pared lateral 56 del horno de túnel industrial 2.

Ventajosa pero no necesariamente, el elemento tubular de descarga 18 del quemador 1 es coaxial con respecto al elemento tubular de descarga 11 y está dispuesto sustancialmente en su totalidad en el interior de la cámara de cocción 3.

Según algunas realizaciones no limitantes no ilustradas, el elemento de descarga 11 del quemador 1 está instalado de manera que sobresale parcialmente en el interior de la cámara de cocción 3.

Ventajosa pero no necesariamente, las aberturas 20 están dispuestas al menos parcialmente (en particular totalmente) en el interior de la cámara de cocción 3.

Ventajosa pero no necesariamente, el aparato 55 (o cada quemador 1) comprende al menos una unidad de control electrónico 62 configurada para controlar el quemador 1 de manera que pase de una configuración de cocción con llama a una configuración de cocción sin llama. En particular, la unidad de control electrónico 62 está configurada para extinguir la llama reduciendo (preferiblemente interrumpiendo) el suministro del combustible FL y, si es necesario, del comburente OX, inhibir selectivamente el control de la llama (mediante el dispositivo de detección 9) y restablecer el suministro del combustible FL y, si es necesario, del comburente OX permitiendo que el quemador 1 se encienda en modo sin llama. Utilizando una combustión sin llama, o una combustión que aprovecha el hecho de que en el interior del horno hay una temperatura superior a la temperatura de autoencendido del combustible, es posible reducir drásticamente las emisiones de NOx generadas normalmente en la combustión de mezclas ricas en hidrógeno (y en general combustiones con altos picos de llama), permitiendo así el uso de un combustible sostenible desde el punto de vista medioambiental y con bajas emisiones.

Ventajosamente pero no necesariamente, y tal como se ilustra en la realización no limitante de la figura 1, el aparato comprende al menos dos dispositivos de control de la temperatura 63, en particular al menos dos termopares 64 con doble filamento, dispuestos en al menos dos puntos "significativos" diferentes del horno 2. Estos dos puntos son tales que

garantizan que en cada punto de la cámara de cocción la temperatura sea suficientemente superior a la temperatura de autoencendido de la mezcla combustible.

5 Ventajosamente, pero no necesariamente, si la temperatura detectada por los dos termopares 64 desciende por debajo de la temperatura de autoencendido, la llama se enciende y vuelve a encenderse, es decir, la unidad de control electrónico 62 restablece inmediatamente el modo de funcionamiento del quemador 1 con llama.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la cocción de artículos cerámicos transportados dentro de un horno de túnel.

10 El método comprende al menos una etapa de alimentación de un quemador como el descrito anteriormente con un combustible que comprende al menos un porcentaje de hidrógeno superior al 20%, en particular superior al 50%, más en particular superior al 70%. Estas mezclas de combustible son posibles gracias a la particular geometría del quemador descrita anteriormente, en particular gracias al cabezal de combustión 10 de varias etapas. Además, las dimensiones de la boquilla 17 (del orificio axial 59), la geometría del elemento de distribución, es decir, la dimensión y el número de aberturas pasantes 61, así como el elemento tubular de descarga 18 y el elemento de succión 19, producen sinérgicamente el importante efecto técnico de reducir el impacto medioambiental, permitiendo la utilización de una mezcla rica en hidrógeno como combustible y la disminución de los NOx.

20 En algunos casos no limitantes, el combustible FL comprende un porcentaje de hidrógeno superior al 90%. En concreto, el combustible es 100% hidrógeno.

El método comprende además la etapa de alimentar simultáneamente el quemador 1 con el comburente OX y provocar (encender) la llama (mediante el dispositivo de disparo 8) que se extiende al menos parcialmente por el interior del quemador y la cámara de cocción 3 del horno 2.

Una vez encendida la llama, el método consiste en controlar la llama en retroalimentación mediante el dispositivo de detección 9. Ventajosamente, pero no necesariamente, el método comprende los pasos adicionales, una vez que la cámara de cocción 3 del horno 2 ha alcanzado una temperatura predefinida (en particular superior a la temperatura de autoignición del combustible FL), de extinguir la llama reduciendo (o interrumpiendo) el suministro del combustible FL y, si es necesario, del comburente OX; preferiblemente desactivando el control de retroalimentación de la llama antes mencionado; y restableciendo el suministro del combustible FL, en particular también del comburente, generando en el interior del horno de túnel 2 una combustión sin llama que quema los artículos cerámicos T. En estos casos no limitativos, este escalón representa la cocción del horno 2 a plena capacidad. En este último paso, en particular, el quemador 1 ya no se enciende/dispara mecánicamente y ya no hay una llama (o mejor dicho, un frente de llama) presente y situada en el cabezal de combustión 10 y en el interior del elemento de descarga tubular 11, porque se diluye directamente en la cámara del horno con los productos de combustión ya presentes en la cámara 3 con un nivel de oxígeno inferior al del aire comburente. En otras palabras, de este modo, la mezcla de comburente/combustible que sale del quemador 1 hacia la cámara de combustión 3 se enciende en el interior de la cámara 3.

40 De este modo, es posible (como se ilustra en la realización no limitante de la figura 13a, que ilustra los perfiles de temperatura FB con llama y FLB sin llama a medida que aumenta la distancia a la pared lateral 56 del horno 2) evitar la presencia de picos de temperatura (que son una de las principales causas de la producción de NOx) con respecto a las soluciones tradicionales con llama. En particular, en la figura 13a puede verse en el perfil FB que las temperaturas obtenidas de la combustión con llama en las inmediaciones de la descarga son extremadamente altas (alrededor de 1500°C cerca de la descarga e incluso 1600°C-1800°C dentro del bloque de combustión 38). Por otro lado, en la configuración sin llama, se han registrado temperaturas máximas de aproximadamente 1250° en el interior de la cámara de cocción 3 del horno 4, mientras que en el interior del quemador 1 sólo hay unos pocos cientos de grados, ya que no hay combustión. Esto conlleva a su vez una menor carga térmica en los componentes del quemador 1 (por ejemplo, en el cabezal de combustión 10, en el cuerpo mezclador 5, en el bloque de combustión 38, en las tuberías del comburente y del combustible, etc.). Al mismo tiempo, se obtiene una reducción significativa de la pérdida de calor causada por el quemador, mejorando así la eficiencia del horno 2.

55 En ausencia de llama, además, el quemador 1 será más silencioso, con lo que también se reducirá la contaminación acústica producida por éste.

Además, debido a la menor compresión en el interior del bloque de combustión 38, aumenta la potencia que puede suministrar el quemador único.

60 Por último, la mayor velocidad alcanzada para contrarrestar el contrafuego incrementado por el hidrógeno permite una mayor penetración de los humos que salen del quemador 1 en el interior de la cámara de cocción 3, lo que se traduce en una mayor uniformidad en la cocción de los artículos T.

65 En uso, el dispositivo de disparo 8 (en particular el electrodo de disparo) genera una chispa que, junto con el combustible FL que fluye desde el conducto 6 y el comburente OX que fluye desde el conducto 7, provoca la generación de la llama. En particular, la parte OX' del comburente y el combustible FL generan la mezcla M' en el interior de la cámara de

combustión 21, que define una primera etapa de la llama y continúa hacia la cámara de combustión 22, en cuyo interior la mezcla M' y la parte OX'' del comburente forman la mezcla M'', que define una segunda etapa de la llama. La mezcla M'' en combustión es transportada hacia la cámara de combustión 33, en cuyo interior se combinan la mezcla M'' y la parte OX''' del comburente (en particular junto con otra parte de comburente que fluye desde los orificios 51) para formar la mezcla M''', que a su vez fluye fuera de la cámara de combustión 33 hacia el elemento tubular de descarga 11 en el que, mezclándose con la parte OX^{IV} del comburente OX, forma el fluido F. Por lo tanto, el cuerpo mezclador 5 genera una mezcla al menos parcialmente combustionada, o una llama, cuyos fluidos F viajan a través del elemento de descarga 11, que los introduce en el elemento de succión 19, que a su vez los transporta (junto con los gases G, G' extraídos del interior de la cámara de cocción 3) al elemento de descarga 18. Este último introduce la llama en la cámara de combustión.

Los productos de combustión emitidos por el quemador 1 no se queman totalmente durante su primer paso por el elemento de descarga 11, pero la combustión se incrementa (se completa) debido a la recirculación continua de los gases G, G' (presentes en el interior de la cámara de combustión 3) a través del elemento de succión 19 hacia el elemento de descarga 18.

Dicho de otro modo, el quemador 1 genera, a través del dispositivo de disparo 8, una combustión primaria sobre los gases que fluyen desde los conductos 6 y 7 b(combustible y comburente) y una combustión secundaria de los mismos aprovechando los gases G, G' recirculados desde el interior de la cámara de combustión 3 y no completamente quemados (en los que hay oxígeno residual) extraídos por el elemento de succión 19. En particular, la combustión primaria tiene lugar en el interior del elemento de descarga 11 y la combustión secundaria tiene lugar en el interior del elemento de descarga 18.

En particular, la acción combinada del estrangulador 40 y del cabezal de combustión multietapas 10 (que permite obtener un buen porcentaje de combustión en menos tiempo gracias a la premezcla en el interior de las cámaras de combustión 21, 22 y 33) determina un aumento de la velocidad del fluido F emitido por el quemador 1 que sale por el elemento de descarga 11. Posteriormente, la velocidad del gas vuelve a descender debido a la forma cónica, en particular divergente, de la sección frusto-cónica 41. En detalle, el uso de un cabezal de combustión 10 multietapa permite estrechar aún más el estrangulador 40 determinando una presión parcial negativa aún mayor.

Se ha planteado la hipótesis de que la variación de velocidad del fluido F, aprovechando el efecto Venturi, provoca una presión parcial negativa en las aberturas 20. Esta presión parcial negativa provoca, a su vez, la succión de los gases G, G' presentes en el interior de la cámara 3 y permite, por tanto, una combustión secundaria aprovechando dichos gases G, G' (en los que todavía está presente un buen porcentaje de oxígeno -aproximadamente el 10%-).

En las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, el elemento de succión 19 (debido a la alta velocidad del fluido F generado por el cabezal de combustión multietapa 10) provoca un aumento del movimiento turbulento en el interior de la cámara de combustión 3. Además, la combustión secundaria que tiene lugar en el interior del elemento de descarga 18 genera un aumento adicional del intercambio de calor, en particular por radiación, debido al calentamiento del elemento de descarga 18. El resultado es un aumento del coeficiente global de intercambio de calor en los artículos cerámicos T y una mayor uniformidad de la temperatura en el interior de la cámara de cocción 3.

Según la realización ventajosa no limitante ilustrada en las figuras 3 y 4, el estrangulador 40 del elemento de succión 19 está dispuesto al nivel de la superficie interior 57 de la pared 56 del horno 2. Esta característica permite maximizar la aspiración y la recirculación de los gases G' presentes cerca de la superficie interior 57 de la pared 56 del horno 2, que son los gases con menor turbulencia y, por tanto, menor temperatura.

El gráfico de la figura 13 ilustra la tendencia de la temperatura en función de la distancia a la pared 56 del horno 2; este gráfico se ha obtenido experimentalmente. En particular, el eje Y indica la temperatura de los artículos cerámicos T en cocción y el eje X la distancia a la pared 56. La variación de temperatura indicada por la línea discontinua SB se refiere a un aparato con un quemador estándar, mientras que la variación de temperatura indicada por la línea continua IB se refiere a una realización no limitante del aparato 55 de acuerdo con la presente invención.

Por tanto, es evidente que, utilizando un aparato 55 o un conjunto de quemadores 1 de acuerdo con la presente invención, se obtiene una mayor uniformidad de la temperatura a lo largo de la anchura de la cámara de cocción 3 del horno 2. En particular, la temperatura en las proximidades de la pared 56 aumenta considerablemente debido a las turbulencias generadas por el elemento de succión 19 (gracias a la mayor velocidad que permite el cabezal de combustión multietapa 10) y a la contribución de la radiación proporcionada por el elemento de descarga 18 en las proximidades de dicha pared 56. Además, la temperatura en el centro del horno aumenta con respecto al caso tradicional debido a la utilización del elemento de descarga 18, que permite que el bloque de combustión 38 alcance grandes profundidades en el interior del horno 2. Por lo tanto, la llama que sale de dicho elemento de descarga 14 se emite a mayor profundidad que en las soluciones tradicionales.

Es importante señalar que también se aplanan (al menos parcialmente) el pico de temperatura en las proximidades de la descarga del quemador 1.

Aunque la invención descrita anteriormente se refiere en particular a un ejemplo de aplicación preciso, no debe

considerarse limitada a dicho ejemplo de aplicación, ya que todas las variaciones, modificaciones o simplificaciones cubiertas por las reivindicaciones adjuntas entran en su ámbito de aplicación, como, por ejemplo, una geometría diferente del cabezal de combustión 10, del bloque de combustión 38 y en particular del elemento de succión 19, un método de aspiración diferente de los gases G' en las proximidades de la superficie interior 57 de la pared lateral 56, una disposición diferente de los quemadores 1 en el interior del aparato 55 (tanto en términos de posición como de alineación), un sistema de transporte 4 diferente, etc.

El aparato y el quemador descritos ofrecen numerosas ventajas.

En primer lugar, la fabricación y el ensamble del quemador 1 se simplifican en comparación con las soluciones del arte conocido que comprenden varios componentes. Además, el quemador 1, dada la geometría y la penetración en la cámara de cocción 3, puede instalarse de forma muy sencilla para sustituir (como mejora de) una arquitectura estándar.

Además, la presencia del elemento de descarga 18 en el interior de la cámara 3 y del elemento de succión 19 en las proximidades de la superficie interior 57 de la pared 56 y no en el interior de la misma, evitan problemas relacionados con el sobrecalentamiento de dicha pared 56, generalmente de mampostería, lo que conllevaría el sobrecalentamiento, con posibles roturas, del bloque de combustión 38 y/o el sobrecalentamiento del cuerpo mezclador 5 (generalmente de metal), lo que a su vez generaría un riesgo de quemaduras para los operarios y una dispersión de energía no despreciable. Además, se evitan los problemas relacionados con la formación de depósitos y obstrucciones que puede provocar la condensación de los gases recirculados en el interior de la mampostería de la pared lateral 31.

Otras ventajas de la presente invención son la reducción de las dispersiones, el aumento de la combustión (la recirculación obtenida, al menos del 50% de los productos de combustión del quemador, permite la utilización de regulaciones con reducción del comburente, aprovechando el oxígeno residual presente en los gases recirculados G, G') y la uniformidad de la temperatura en el interior de la cámara de combustión 3, determinan, por parte del aparato 55 y del quemador 1 según la presente invención, la necesidad de introducir en el quemador 1 una menor cantidad de gas (generalmente metano) para mantener una temperatura dada, con respecto a las soluciones del arte conocido.

Además, el uso de un cabezal de combustión multietapa 10 permite reducir los picos de temperatura de la llama, que son la causa principal de la creación de óxidos de nitrógeno. Por lo tanto, la presente invención determina una reducción de los óxidos de nitrógeno (NOx), en particular por debajo de 50 ppm.

Además, el efecto sinérgico entre el cabezal de combustión multietapa 10 y el bloque de combustión 38 permite utilizar descargas muy pequeñas. En particular, en algunos casos no limitantes, el diámetro del estrangulador es de 25 mm. Esto se debe a la alta velocidad que puede obtenerse mediante la técnica de la etapa de aire, que permite una velocidad de la llama de aproximadamente 200 m/s.

La presente invención está configurada para ser alimentada con diferentes tipos de gas (por ejemplo, metano o GLP) y está diseñada para funcionar con combustibles ecológicamente sostenibles como, por ejemplo, metano enriquecido con hidrógeno, hidrógeno puro, etc. En particular, la forma de los canales de suministro del comburente varía en función del combustible utilizado.

En comparación con un quemador tradicional, la llama del quemador de acuerdo con la presente invención es más uniforme y menos arremolinada.

Esta característica permite que la llama se mantenga limpia y se propague más sin abrirse demasiado en el entorno (o en la cámara de cocción 3). Esto significa que los artículos cerámicos en tránsito durante la cocción se ven muy poco afectados por la interacción directa de la llama, por lo que se evitan posibles defectos tecnológicos (matización del color, tamaños diferentes, etc.) debidos a los picos de temperatura determinados a menudo por la interacción directa con la llama.

Además, la elevada recirculación creada por la altísima velocidad de la llama del quemador 1, que comprende un bloque de combustión como el descrito anteriormente, diluye las temperaturas de la llama (o disminuye los picos, aumentando la mediana) y aumenta el coeficiente de intercambio convectivo con los artículos cerámicos T. Por esta razón, con respecto a una arquitectura tradicional y con la misma potencia, la presente invención permite un mayor calentamiento del material sin "atacarlo" con picos de temperatura de llama, oxidando de manera más uniforme las sustancias orgánicas contenidas en los artículos cerámicos T y evitando así la aparición de una coloración más oscura en la porción interna de un artículo visto en sección.

De este modo, también se inhibe parcialmente el riesgo de explosión de los artículos cerámicos T en una zona de precalentamiento del horno 2, por ejemplo cuando se introducen en el horno artículos con un contenido de humedad excesivo.

Además, debido a la gran recirculación de gas generada, los productos de la combustión tienden a estratificarse horizontalmente, sin crear movimientos verticales desde una cámara inferior del horno hacia una cámara superior en las proximidades de las paredes. Por esta razón, se inhibe, al menos parcialmente, la aparición de imperfecciones (pequeñas

grietas) en los bordes laterales de los artículos adyacentes a las paredes laterales 56 del horno 2, especialmente en las zonas de precalentamiento.

5 Dado que el quemador 1 mantiene una alta velocidad de la llama también a baja capacidad de trabajo (por ejemplo, en el caso de entrehierros de producción), tampoco la corona del horno 2 se ve sometida (sustancialmente) a estrés térmico por la interacción directa de la llama. En consecuencia, el aparato 55 de acuerdo con la presente invención también permite una mayor uniformidad de cocción de los artículos cerámicos, especialmente en hornos de "boca ancha". Esta característica determina la ventaja adicional de poder reducir la altura de la cámara 3 del horno 2, con el fin de aumentar aún más el intercambio entre los gases G y los artículos cerámicos T en cocción sin correr el riesgo de dañar la corona del horno o los propios artículos debido a penachos de llama no deseados.

10

Por último, la reducción de la cámara del horno conlleva las siguientes ventajas: reducción de los volúmenes en el interior de la cámara, por lo que mejora el intercambio térmico convectivo con el material y la consiguiente reducción del consumo específico.

REIVINDICACIONES

1. El quemador (1) para la cocción de artículos cerámicos (T), que puede instalarse en un horno industrial (2) que comprende una cámara de cocción (3); el quemador (1) comprende: un cuerpo mezclador (5); que comprende a su vez al menos un conducto (6) para suministrar un combustible (FL) que comprende un porcentaje de hidrógeno; al menos un conducto (7) para suministrar un comburente (OX); un dispositivo de disparo (8) para iniciar una combustión; un dispositivo de detección de llama (9); un primer elemento tubular de descarga (11), configurado para ser atravesado por un fluido (F) que sale del cuerpo mezclador (5) y provisto de un primer extremo (12), en cuyo interior se introduce al menos una parte del cuerpo mezclador (5), y un segundo extremo (14), opuesto al primer extremo (12);
- el quemador (1) se **caracteriza porque** el cuerpo mezclador (5) comprende un cabezal de combustión multietapa (10), que está dispuesta al menos parcialmente en el interior del primer elemento tubular de descarga (11); en la que el cabezal de combustión multietapa (10) comprende al menos una primera cámara de combustión (21), que está configurada para generar una primera fase de combustión de una llama, y al menos una segunda cámara de combustión (22), que comunica con la primera cámara de combustión (21) y está configurada para generar una segunda fase de combustión de la llama que sale de la primera cámara de combustión (21); la primera y la segunda cámaras de combustión (21, 22) están configuradas para transportar la llama dentro del primer elemento tubular de descarga (11) hacia el segundo extremo (14)
2. Quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende al menos un segundo elemento tubular de descarga (18), que se extiende desde el segundo extremo (14) en el lado opuesto con respecto al primer extremo (12); y un elemento de succión (19), que está configurado para llevar al menos parte de los gases (G, G') presentes fuera del quemador (1) al segundo elemento tubular de descarga (18) y está provisto de una o más aberturas (20) dispuestas entre el primer (11) y el segundo (18) elementos tubulares de descarga; en particular, en el que el primer elemento tubular de descarga (11) es coaxial con el segundo elemento tubular de descarga (18) y con el cabezal de combustión multietapa (10); en particular, el primer elemento tubular de descarga (11), el segundo elemento tubular de descarga (18) y el elemento de succión (19) forman un bloque de combustión (38), que tiene una superficie lateral (39) al menos parcialmente sin juntas;
- en particular, en el que el primer elemento tubular de descarga (11), el segundo elemento tubular de descarga (18) y el elemento de succión (19) forman un bloque de combustión (38) fabricado como una sola pieza, en particular de carburo de silicio; el bloque de combustión (38) está acoplado al cuerpo mezclador (5);
- en particular, en el que el primer elemento tubular de descarga (11) tiene un estrangulador dispuesto en el segundo extremo; el estrangulador permite que el segundo extremo tenga un diámetro inferior a 30 mm, en particular igual o inferior a 25 mm;
- en particular, en el que el elemento de succión (19) tiene un estrangulador (40) dispuesto en el segundo extremo (14); el elemento de succión (19) tiene al menos una sección de forma frusto-cónica (41), que está delimitada por una base mayor (42) y una base menor (43); el segundo elemento de descarga tubular (18) tiene un primer extremo abierto (44), orientado hacia el elemento de succión (19), y un segundo extremo abierto (44) orientado hacia el interior de la cámara de cocción (3);
- más en particular, en el que las aberturas (20) se extienden a través del elemento de succión (19), por ejemplo, tienen forma alargada y están dispuestas longitudinalmente al primer elemento tubular de descarga (11) y al segundo elemento tubular de descarga (18); la base menor (43) de la sección de forma frusto-cónica (41) coincide con el estrangulador (40); la base mayor (42) de la sección de forma frusto-cónica (41) coincide con el primer extremo abierto (44); en particular, las aberturas (20) están dispuestas en la sección de forma frusto-cónica (41);
- en particular, las cámaras de combustión primera y segunda (21, 22) están configuradas para transportar la llama a gran velocidad en el interior del primer elemento tubular de descarga (11) y, pasando por el elemento de succión (19), hacia el segundo elemento tubular de descarga (18).
3. El quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el elemento de succión (19) está configurado para estar dispuesto, al menos parcialmente, en el interior de la cámara de cocción (3).
4. El quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la primera cámara de combustión (21) comprende una primera abertura de entrada (23) y una primera abertura de salida (24); la primera abertura de entrada (23) está configurada para estar en comunicación con el conducto (6) de alimentación del combustible y para recibir un caudal volumétrico, en particular variable, de dicho combustible (FL); la primera abertura de salida (24) está orientada hacia el segundo elemento tubular de descarga (18); la primera cámara de combustión (21) comprende también una primera pared lateral (25), en particular cilíndrica, provista de uno o varios primeros canales de suministro de comburente (OX) (26), que están configurados para transportar una primera parte (OX') del comburente (OX) al interior de la primera cámara de combustión (21) generando una primera mezcla de comburente(OX)-combustible (M'); en particular, la primera cámara de combustión (21) y la segunda cámara de combustión (22) son coaxiales entre sí y están dispuestas a lo largo de un eje longitudinal (AA) del quemador (1); en particular, los primeros canales de suministro de comburente (OX) (26) están configurados para transportar la primera parte (OX') del comburente (OX) en correspondencia con el dispositivo de disparo (8).
5. El quemador (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda cámara de combustión (22) comprende una segunda abertura de entrada (27) y una segunda abertura de salida (28); la segunda abertura de entrada (27) está configurada para comunicar con la primera abertura de salida (24) y para recibir la primera

mezcla de comburente y combustible (M'); la segunda abertura de salida (28) orientada hacia el segundo elemento tubular de descarga (18); la segunda cámara de combustión (22) comprendiendo también una segunda pared lateral (29) de sección transversal sustancialmente circular, en particular convergente radialmente hacia la segunda abertura de salida (28); estando provista la segunda cámara de combustión (22) de uno o más canales de suministro de segundo comburente (OX) (30), que están configurados para transportar una segunda parte (OX'') del comburente (OX) al interior de la segunda cámara de combustión (22) generando, junto con la primera mezcla comburente-combustible (M'), una segunda mezcla comburente-combustible (M''); en particular, los canales (30) de suministro del segundo comburente (OX) están hechos de tal manera que permiten que la segunda parte (OX'') del comburente (OX) entre en la segunda cámara de combustión (22) con una velocidad que tiene al menos un componente tangencial con respecto a una dirección principal de la primera mezcla comburente-combustible (M'), o con respecto a un eje longitudinal (AA) del quemador (1); en particular, en la que la segunda pared lateral (29) de la segunda cámara de combustión (22) tiene una forma frusto-cónica que comprende una base mayor (31) y una base menor (32); en la que la base mayor (31) en la segunda abertura de entrada (27), mientras que la base menor (32) está dispuesta en la segunda abertura de salida (28); en particular, los segundos canales de suministro del comburente (OX) (30) están hechos de tal manera que permiten que la segunda parte (OX'') del comburente (OX) entre en la segunda cámara de combustión (22) con una velocidad sustancialmente paralela a la segunda pared lateral (29) de la segunda cámara de combustión (22).

6. El quemador (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende una tercera cámara de combustión (33) situada aguas abajo de la segunda cámara de combustión (22) y provista de una tercera abertura de entrada (34) y una tercera abertura de salida (35); la tercera abertura de entrada (34) está configurada para estar en comunicación con la segunda abertura de salida (28) y para recibir la segunda mezcla de comburente y combustible (M''); la tercera abertura de salida (35) está orientada hacia el segundo elemento tubular de descarga (18); la tercera cámara de combustión (33) que comprende una tercera pared lateral (36) que tiene una sección transversal sustancialmente circular, en particular cilíndrica, y provista de uno o más canales de suministro del tercer comburente (OX) (37), que están configurados para permitir que una tercera parte (OX''') del comburente (OX) entre en la tercera cámara de combustión (33) generando, junto con la segunda mezcla comburente-combustible (M''), una tercera mezcla comburente-combustible (M'''), que es transportada hacia el segundo elemento tubular de descarga (18).

7. El quemador (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo de disparo (8) y/o el dispositivo de detección de llama (9) tienen una forma alargada y se insertan en el interior del cuerpo mezclador (5) respectivamente a lo largo de un primer canal (47) y un segundo canal (48) dispuestos a lo largo de los ejes (AI, AR) al menos parcialmente inclinados con respecto a un eje longitudinal (AA) del quemador (1); en particular, el dispositivo de detección de llama (9) atraviesa al menos una primera cámara de combustión (21) y una segunda cámara de combustión (22) y está configurado para disponerse al menos parcialmente tangente a un dardo de llama, es decir, a la forma de la llama cuando funciona a pleno rendimiento.

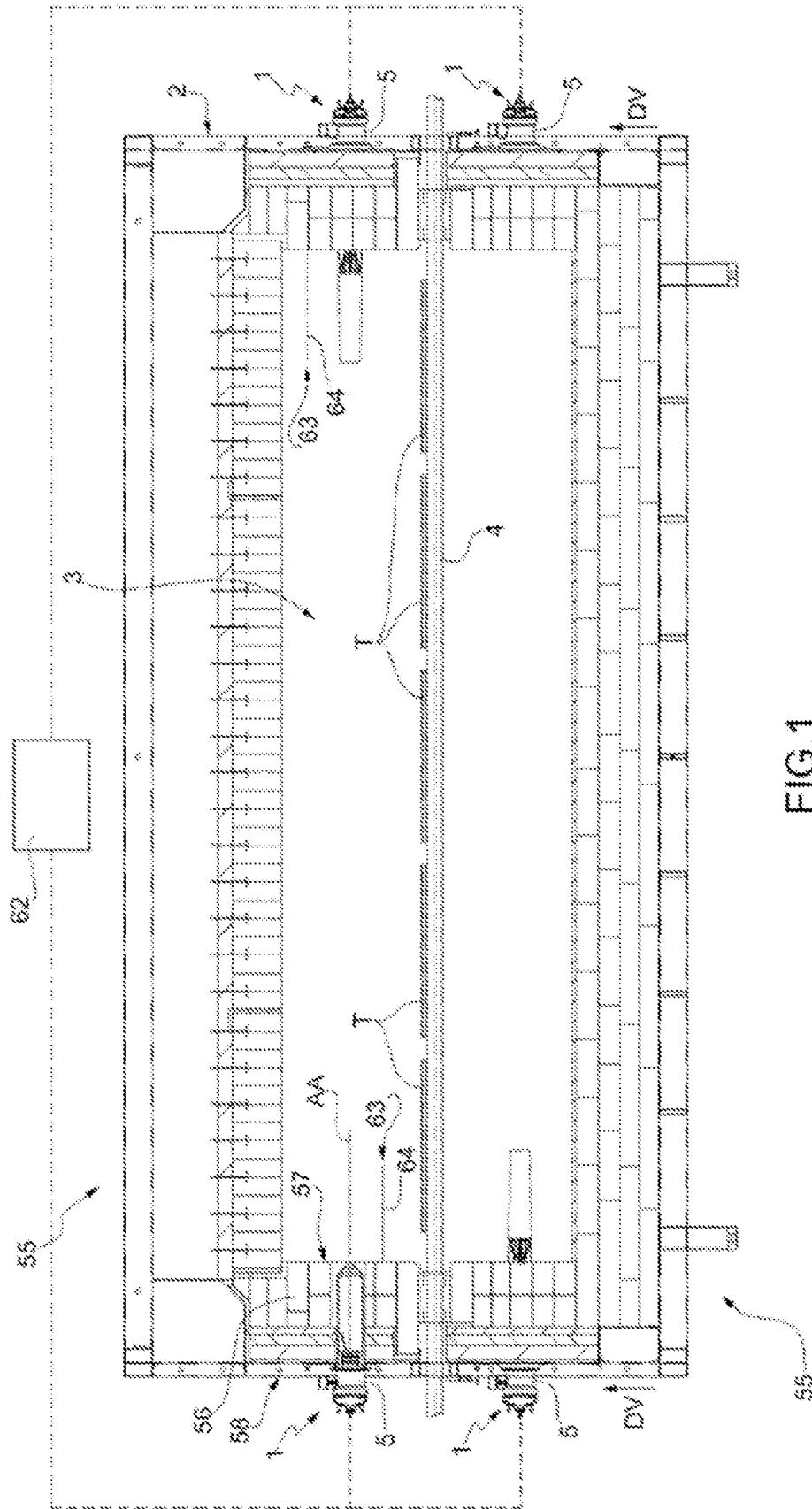
8. El quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conducto de alimentación de combustible (6) comprende una boquilla para la introducción del combustible hacia la primera cámara de combustión (21), dicha boquilla tiene un orificio axial con un diámetro inferior a 20 mm, en particular inferior a 15 mm, más en particular inferior o igual a 13,5 mm; en particular, en el que la boquilla de introducción de combustible se obtiene en una culata del quemador como una sola pieza junto con este último.

9. El quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, un elemento de distribución del comburente está dispuesto a lo largo del conducto de suministro del comburente, hacia la primera cámara de combustión, el elemento está provisto de una pluralidad de aberturas pasantes para dividir el comburente que fluye hacia la primera cámara de combustión; en el que dichas aberturas tienen una anchura inferior a 5 mm, en particular inferior a 4 mm, preferentemente inferior o igual a 3,5 mm; en particular, en el que el elemento de distribución comprende al menos tres, en particular al menos cuatro aberturas pasantes; en particular, dichas aberturas son orificios circulares; en particular, en el que el dispositivo de detección de llama comprende una sonda UV, más en particular dispuesta a lo largo de un eje longitudinal del quemador a bordo de una culata del cuerpo mezclador.

10. Aparato industrial (55) para la cocción de artículos cerámicos (T) que comprende: un horno de túnel (2) provisto de al menos una pared lateral (56), que delimita al menos parcialmente una cámara de cocción (3) y tiene una superficie interior (57) en el interior de la cámara de cocción (3) y una superficie exterior (58) en el exterior de la cámara de cocción (3); un sistema de transporte (4), que está configurado para mover una pluralidad de artículos cerámicos (T) a lo largo de una trayectoria de transporte (P) dentro de la cámara de cocción (3); en el que el horno (2) comprende al menos un quemador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; el aparato industrial (55) comprende al menos un sistema de suministro de hidrógeno, que está configurado para inyectar hidrógeno o una mezcla que comprende hidrógeno en el conducto de suministro de combustible.

11. Aparato (55) de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende un quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el elemento de succión (19) está dispuesto entre el primer elemento tubular de descarga (11) y el segundo elemento tubular de descarga (18) y está, al menos parcialmente, dispuesto en el interior de la cámara de cocción (3); el elemento de succión (19) está configurado para llevar al menos una parte de los gases (G, G') presentes en la cámara de

- 5 cocción (3) al interior del segundo elemento tubular de descarga (18); en particular, el elemento de succión (19) está
dispuesto en la superficie interior (57) de la pared lateral (56); el elemento de succión (19) está configurado para crear
una presión parcial negativa entre el primer elemento de descarga (11) y el segundo elemento de descarga (18) con el fin
de llevar al menos una parte de los gases (G, G') presentes en la cámara de cocción (3) hacia el segundo elemento de
descarga (18); en particular, el aparato (55) comprende una pluralidad de quemadores (1) dispuestos en serie a lo largo
de una dirección (DD) que es paralela a la trayectoria de transporte (P); en particular, dicho quemador (1) tiene un eje
longitudinal (AA) que es transversal (en particular, perpendicular) a la trayectoria de transporte (P), por ejemplo
perpendicular a dicha pared (56) del horno industrial (2); en particular, en el que el primer elemento tubular de descarga
10 (11) del al menos un quemador (1) se extiende al menos parcialmente (en particular, totalmente) a través de (en particular,
transversalmente a) la pared lateral (56) del horno (2); el segundo elemento tubular de descarga (18) del quemador (1) es
sustancialmente coaxial con respecto al primer elemento tubular de descarga (11) y está dispuesto sustancialmente en
su totalidad en el interior de la cámara de cocción (3).
- 15 12. El aparato (55) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11, en el que el primer elemento tubular de descarga
(11) del al menos un quemador (1) está instalado de forma que sobresale parcialmente en la cámara de cocción (3).
- 20 13. El aparato (55) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 y que comprende al menos una unidad de control electrónico,
que está configurada para controlar el quemador (1) de manera que pase de una configuración de encendido con llama a
una configuración de encendido sin llama; en particular, la unidad de control electrónico está configurada para extinguir la
llama reduciendo el suministro de combustible y, si es necesario, del comburente y para restablecer el suministro de
combustible y, si es necesario, del comburente permitiendo que el quemador se encienda en modo sin llama; en particular,
el aparato comprende al menos dos dispositivos de control de la temperatura, en particular termopares de doble filamento,
dispuestos en al menos dos puntos diferentes del horno de túnel.
- 25 14. Un método para la cocción de artículos cerámicos (T) transportados dentro de un horno de túnel y que comprende los
pasos de:
- 30 - alimentar un quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9, con un combustible que
comprenda al menos un porcentaje de hidrógeno superior al 20%, en particular superior al 50%, más en particular superior
al 70%;
- alimentar simultáneamente dicho quemador con un comburente y encender una llama al menos parcialmente en el
interior del quemador y de una cámara de cocción del horno de túnel;
- controlando la llama en retroalimentación.
- 35 15. El método de acuerdo con la reivindicación 14 y que comprende, una vez que la cámara de cocción del horno ha
alcanzado una temperatura determinada, los pasos adicionales de:
- 40 - extinguir la llama reduciendo el suministro de combustible y, en particular, del comburente; y
- restablecer el suministro de combustible y, en particular, del comburente generando, en el interior del horno de túnel,
una combustión sin llama que cuece los artículos cerámicos.



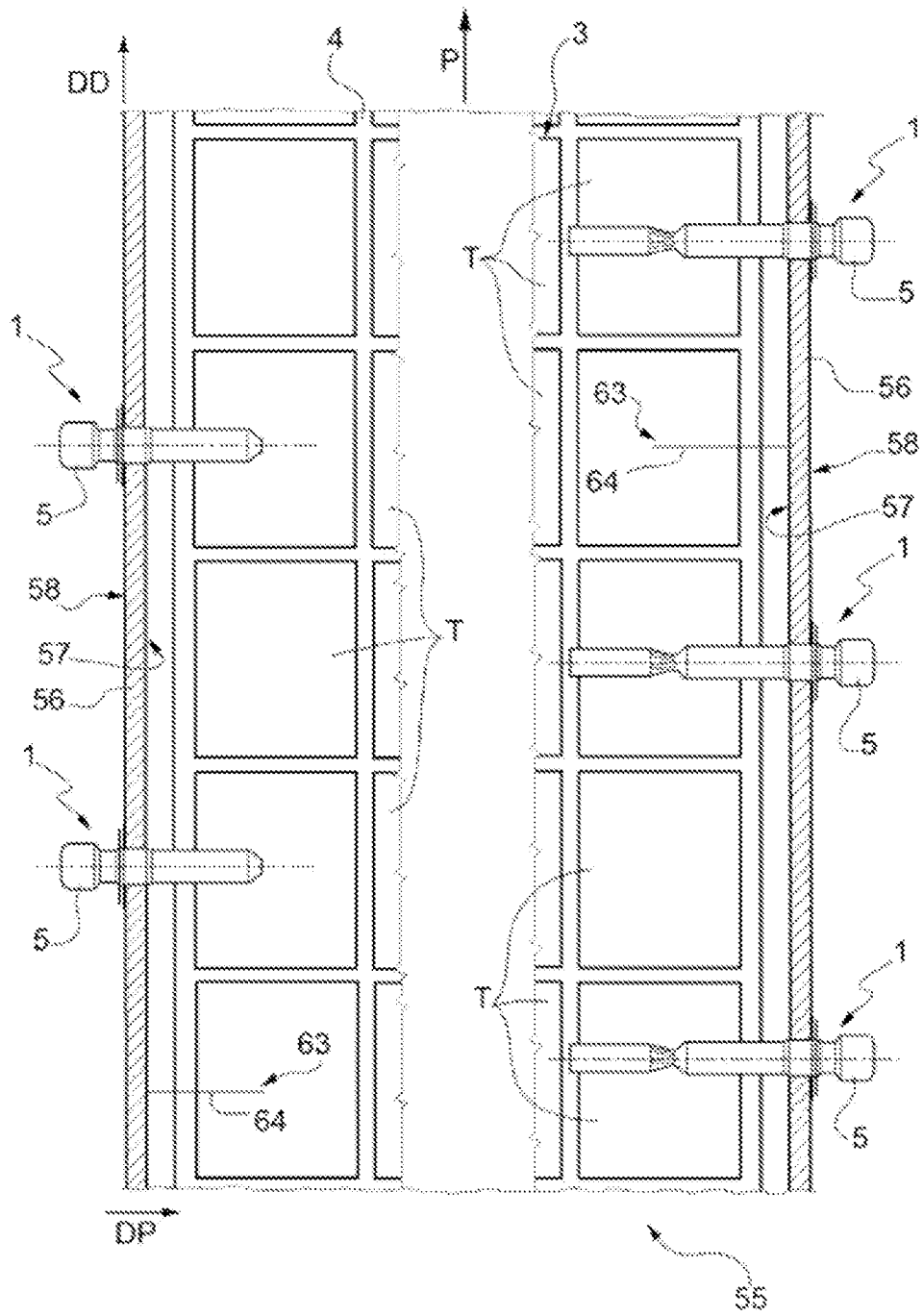


FIG.2

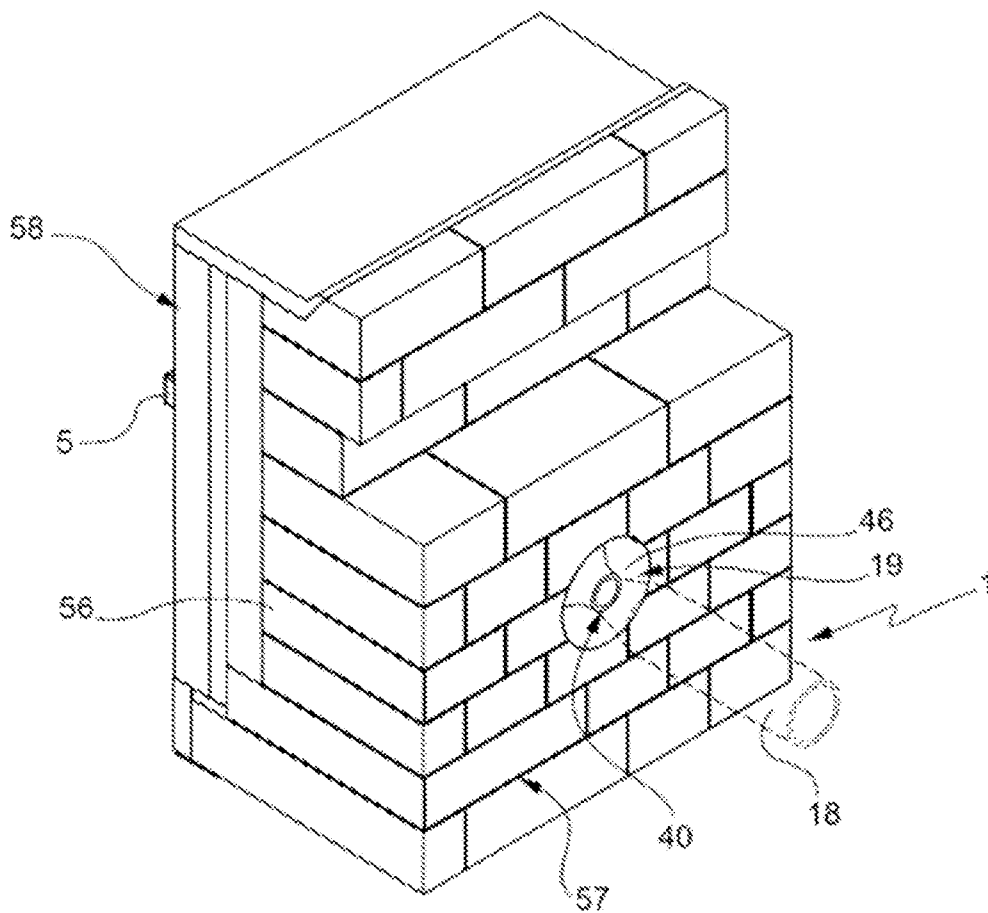


FIG.3

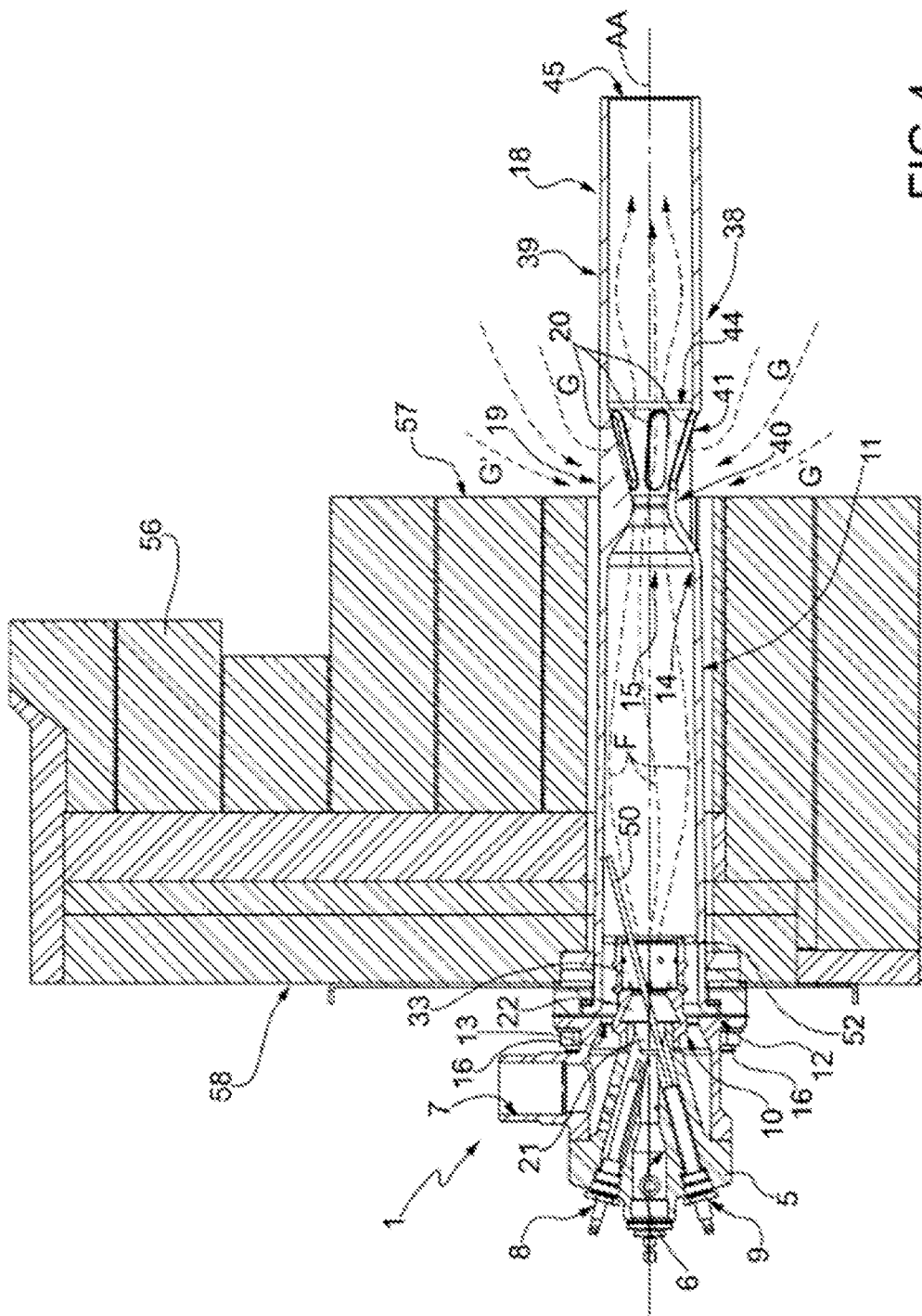
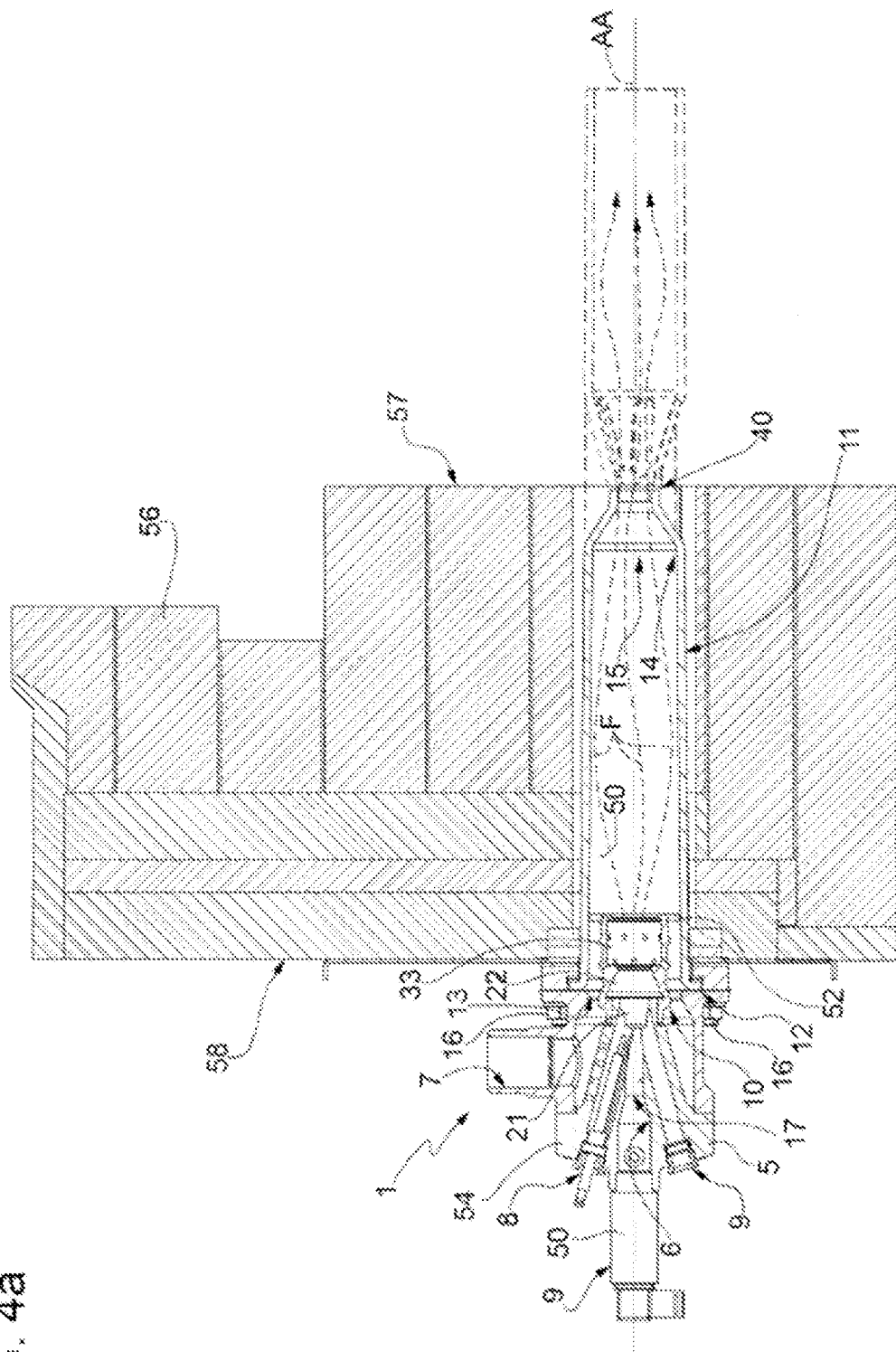


FIG. 4

FIG. 4a



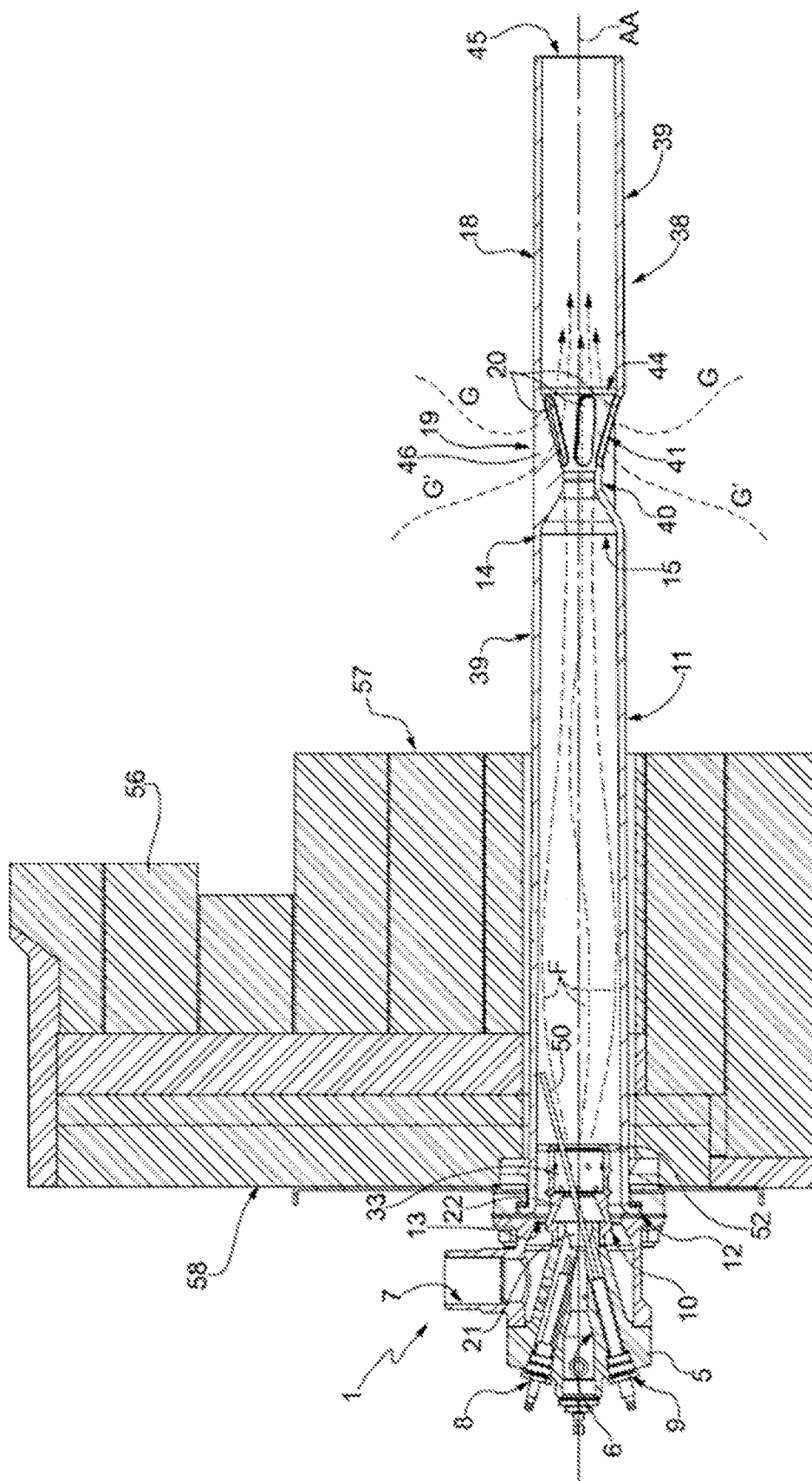
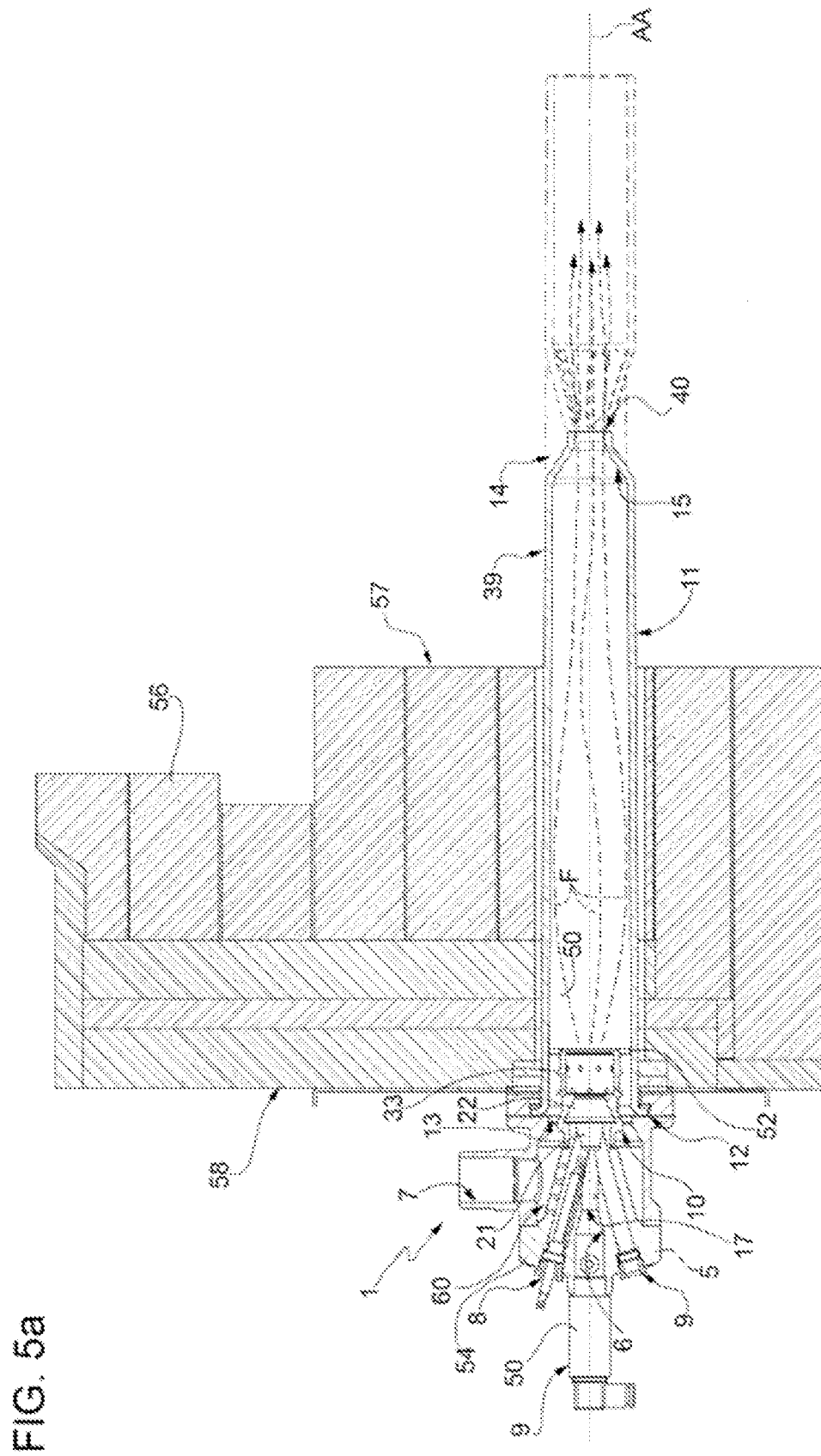


FIG. 5



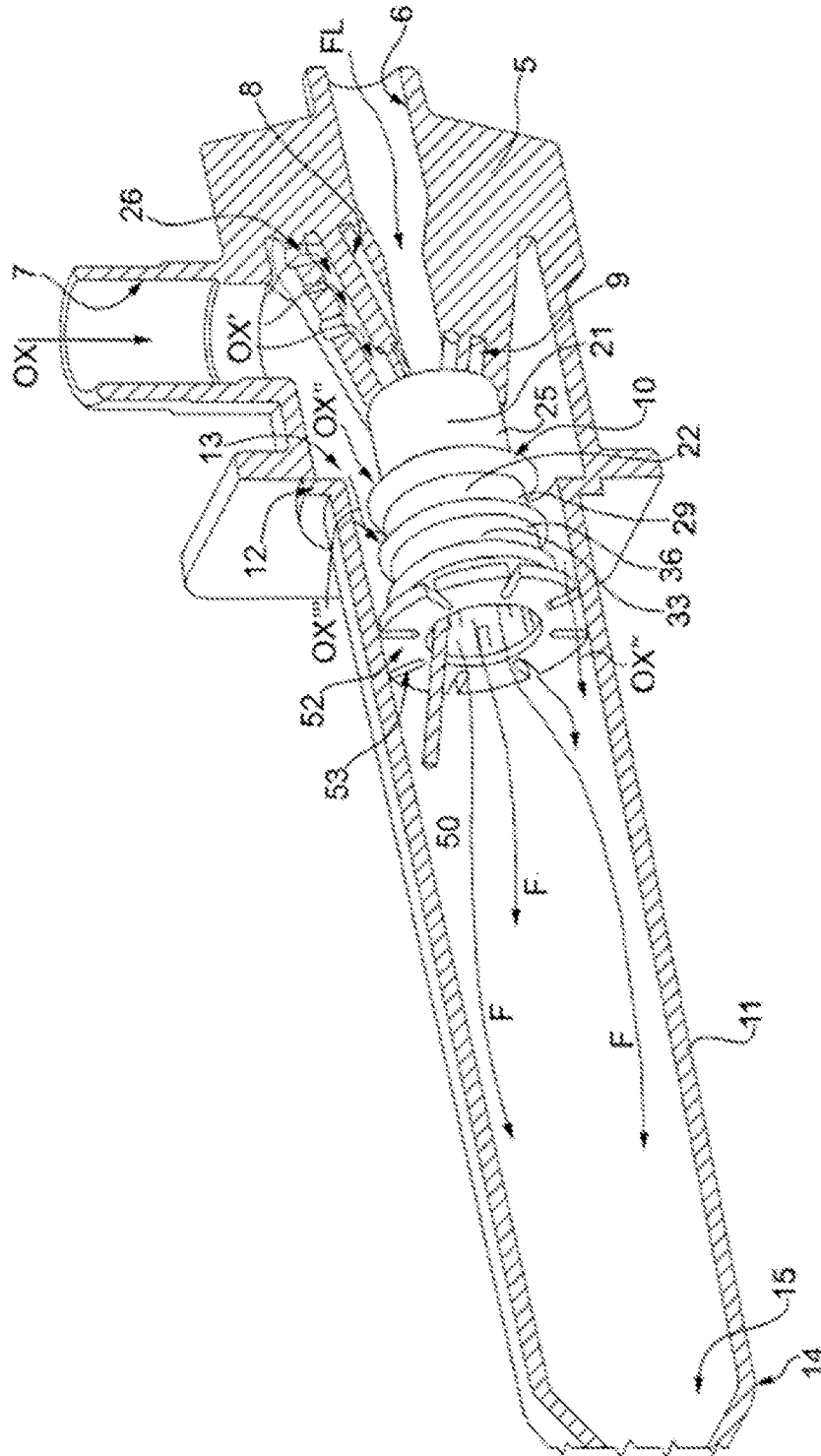
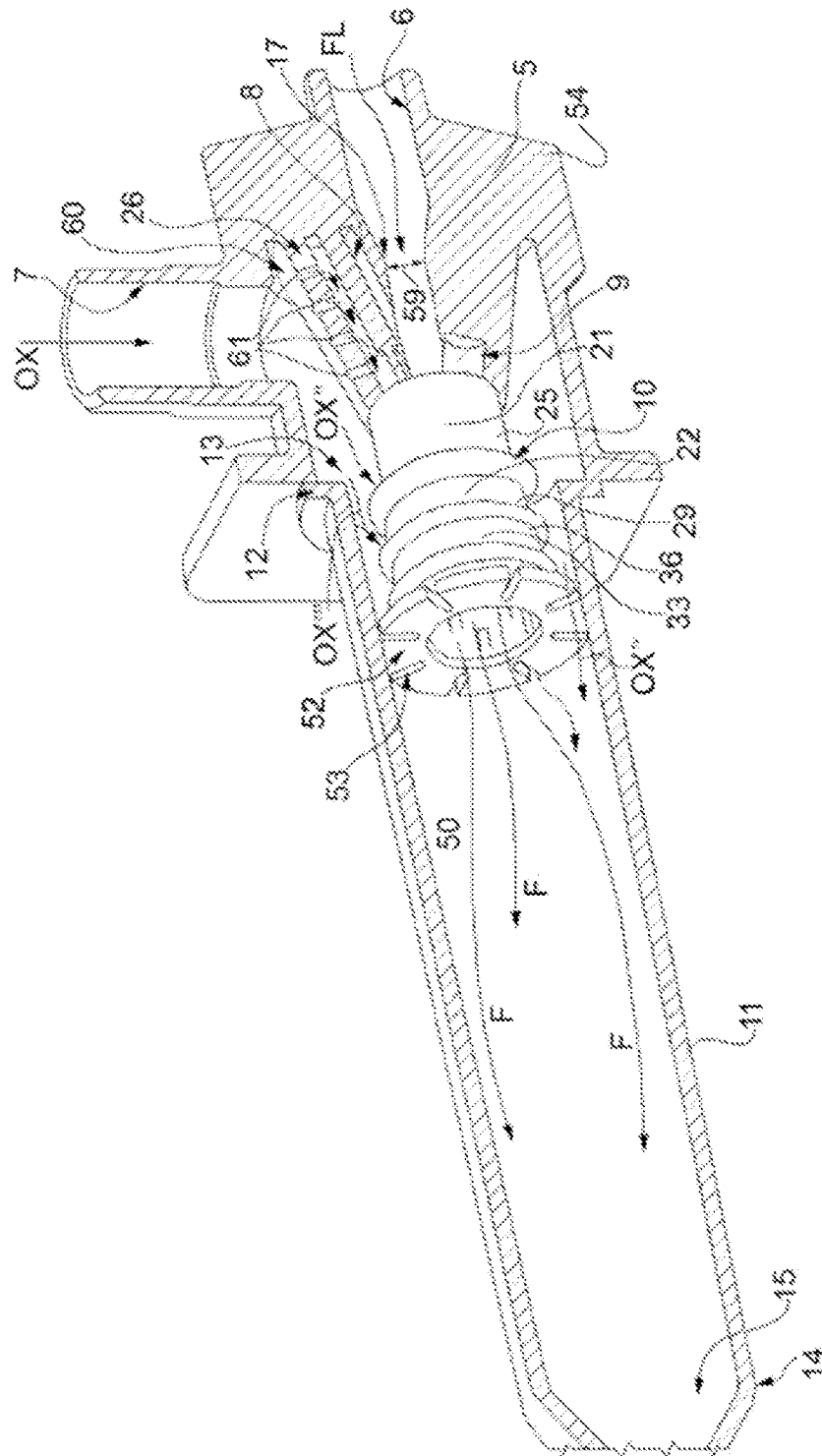


FIG.6

FIG. 6a



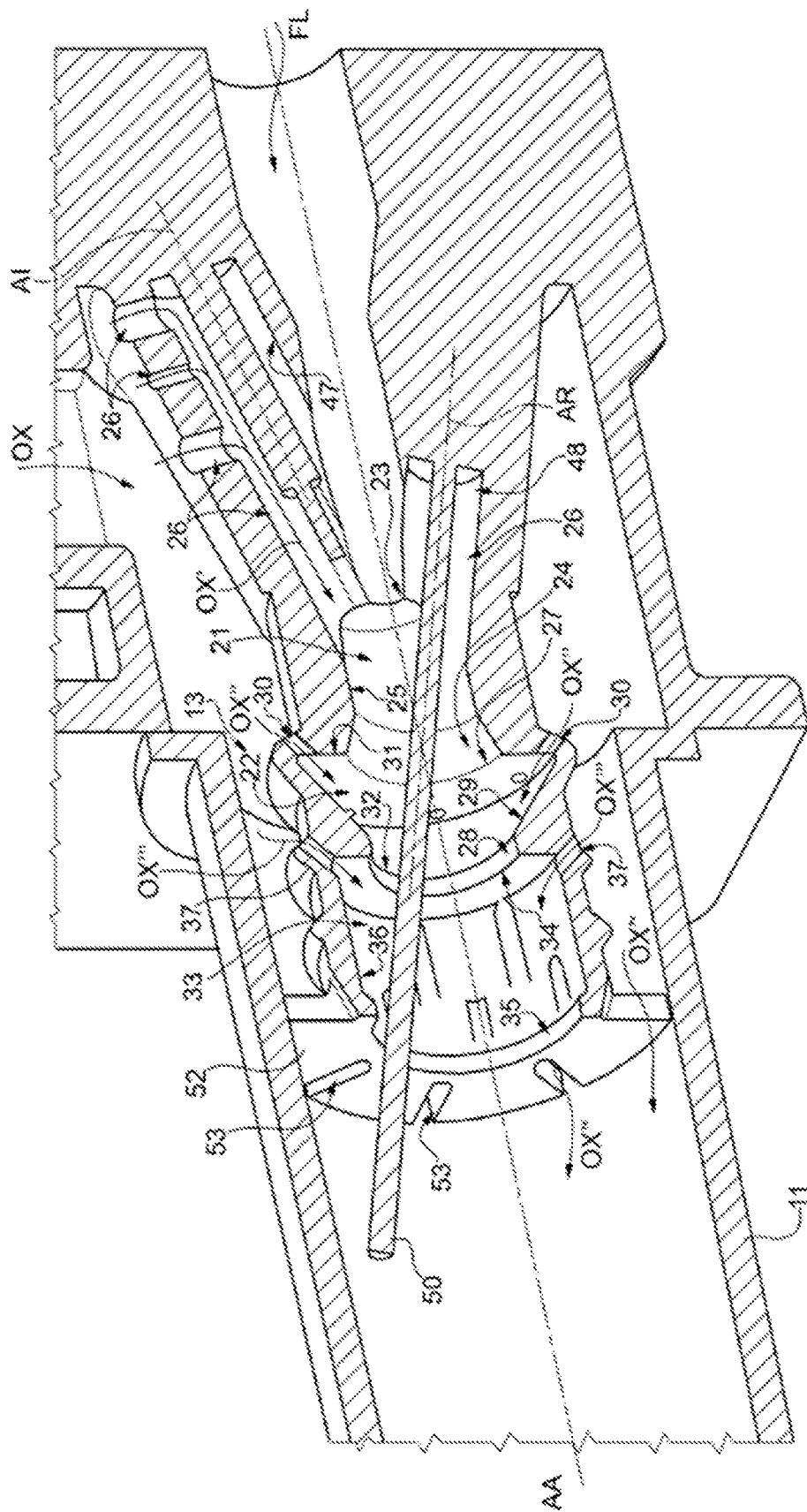
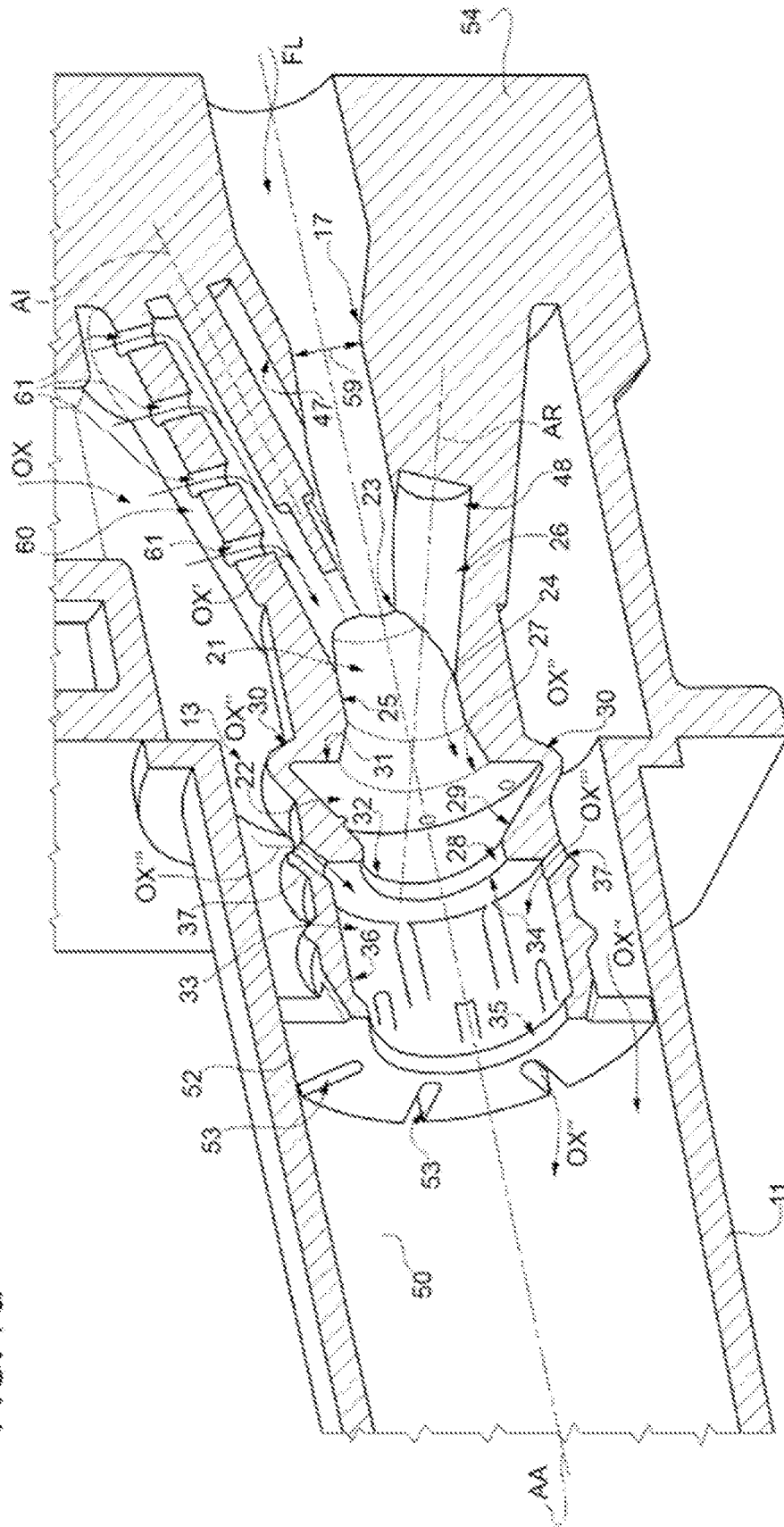


FIG. 7

100



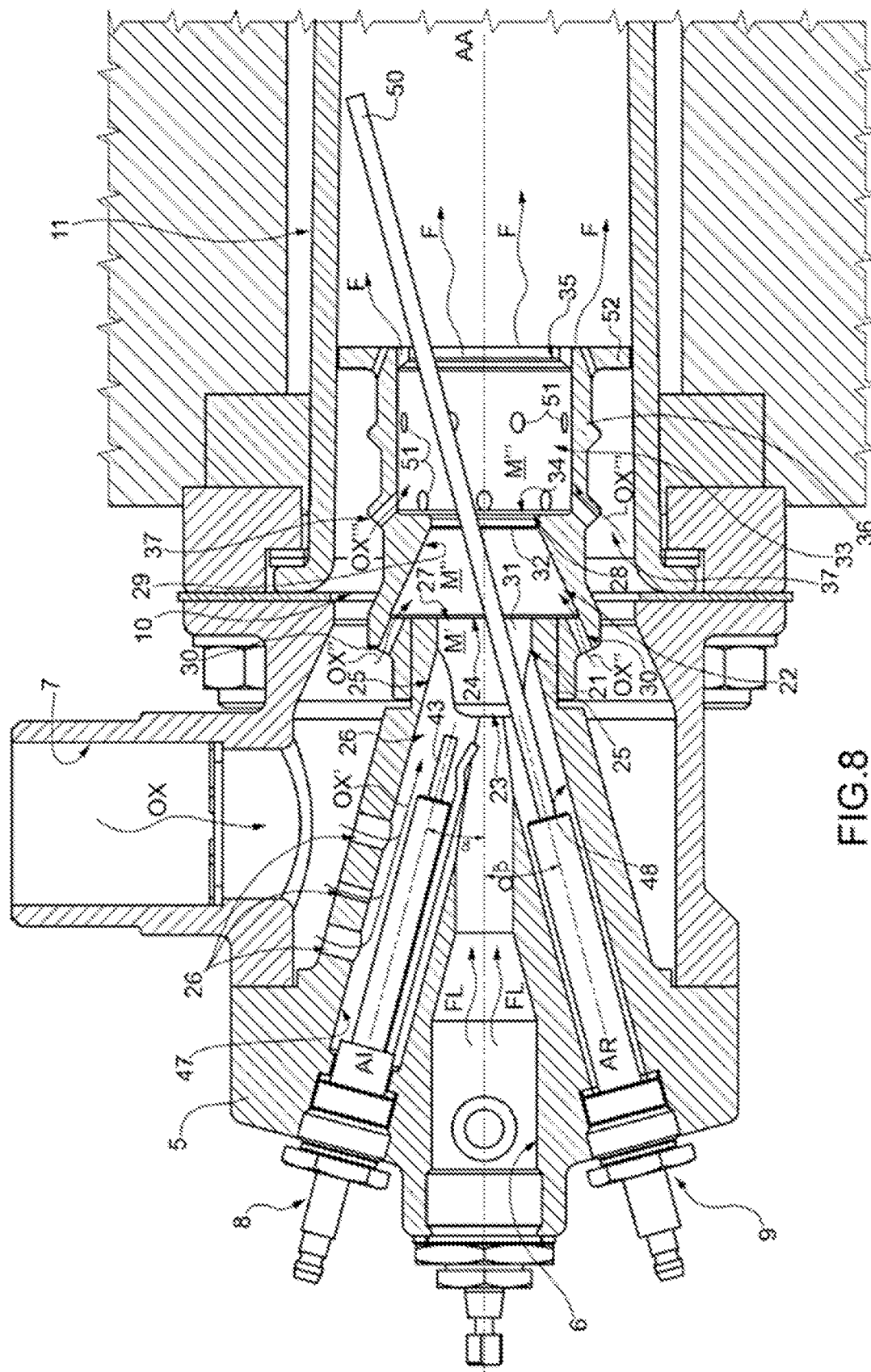
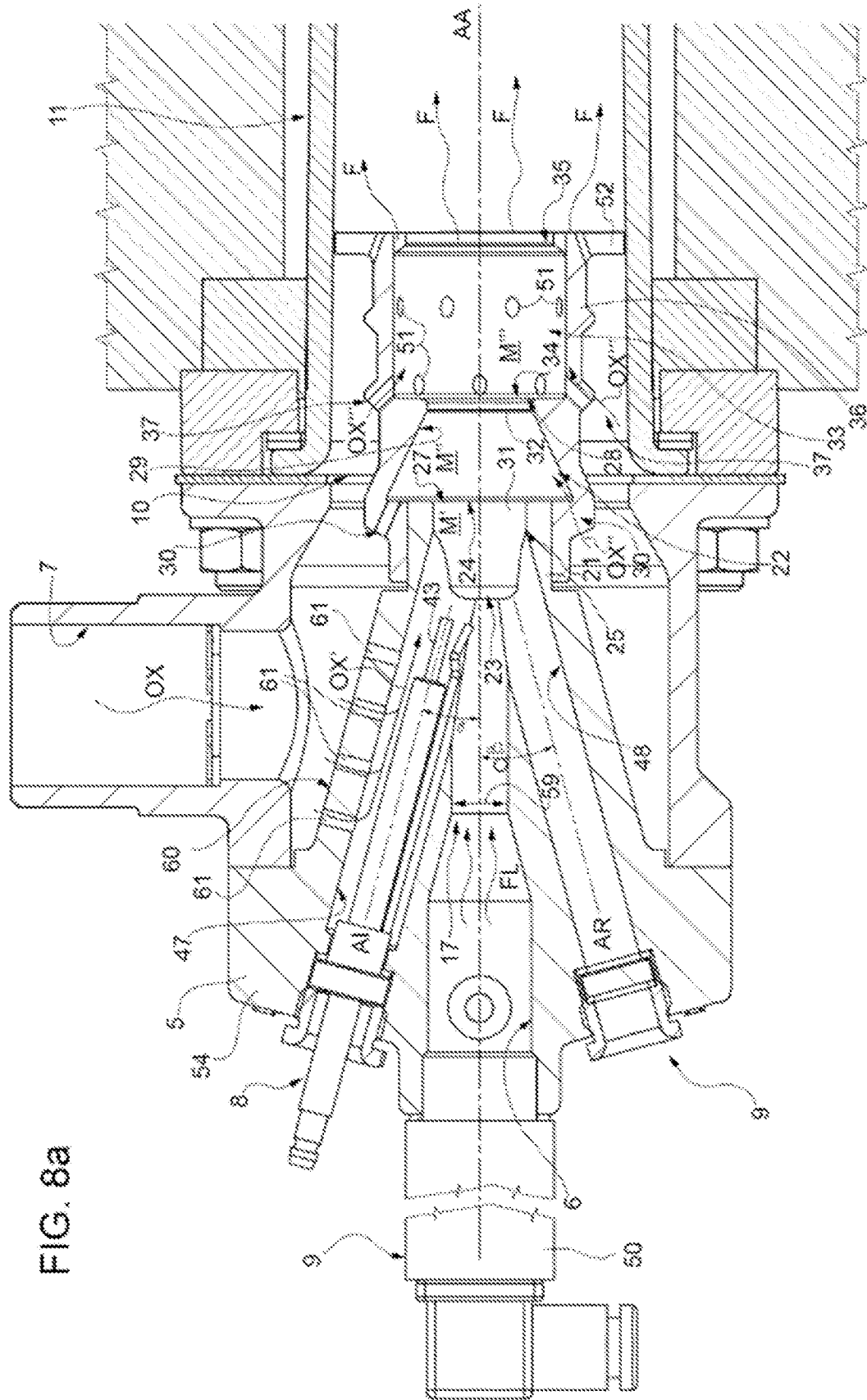
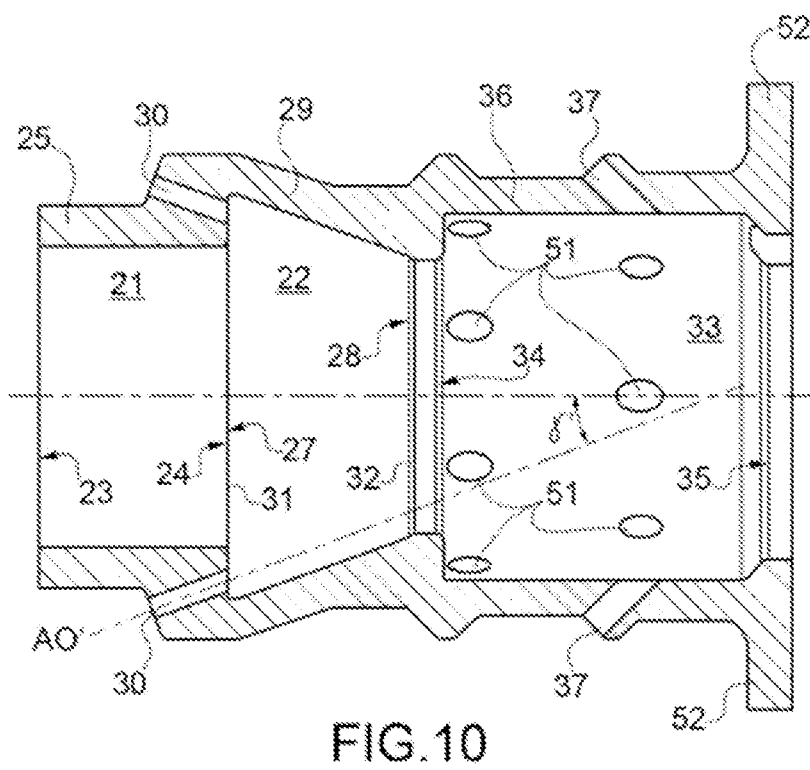
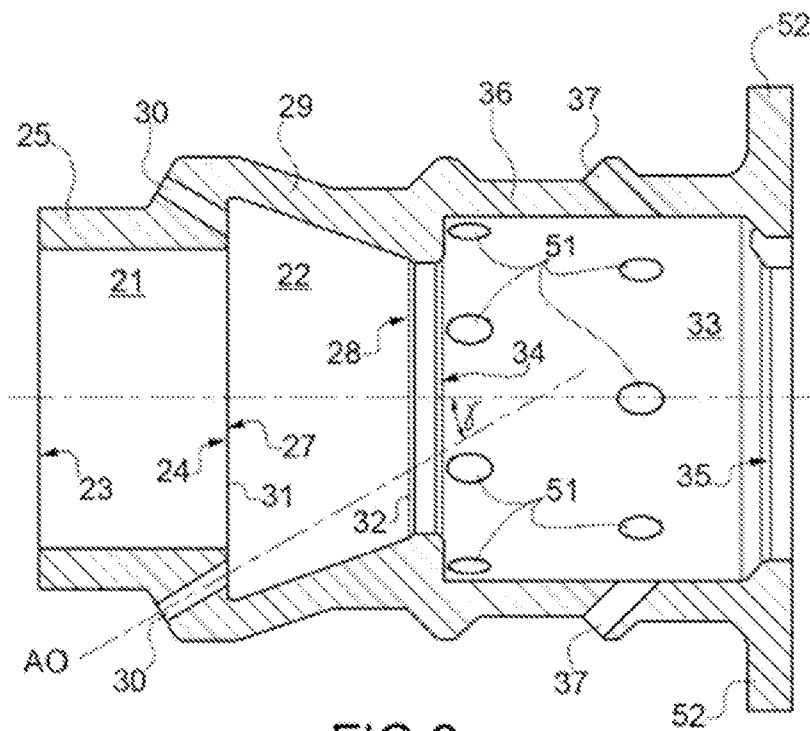


FIG. 8

FIG. 8a





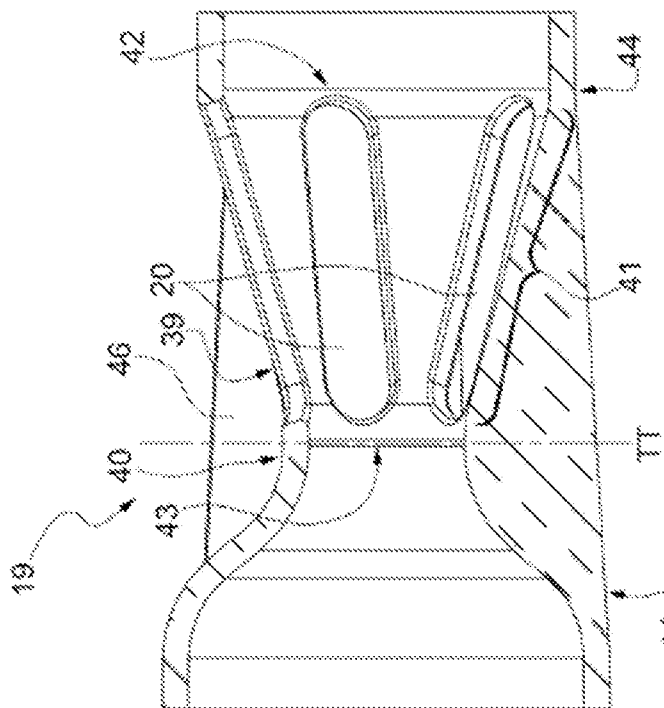


FIG. 12

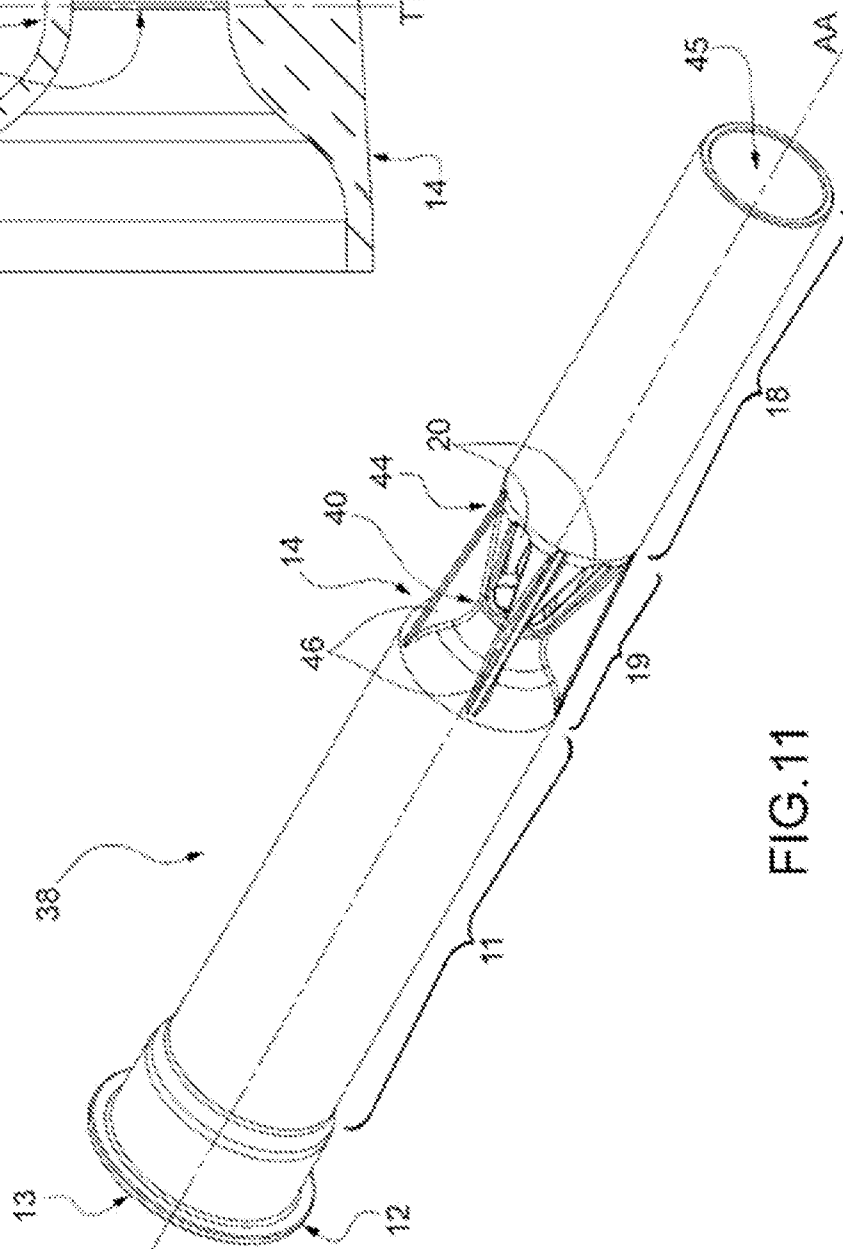


FIG. 11

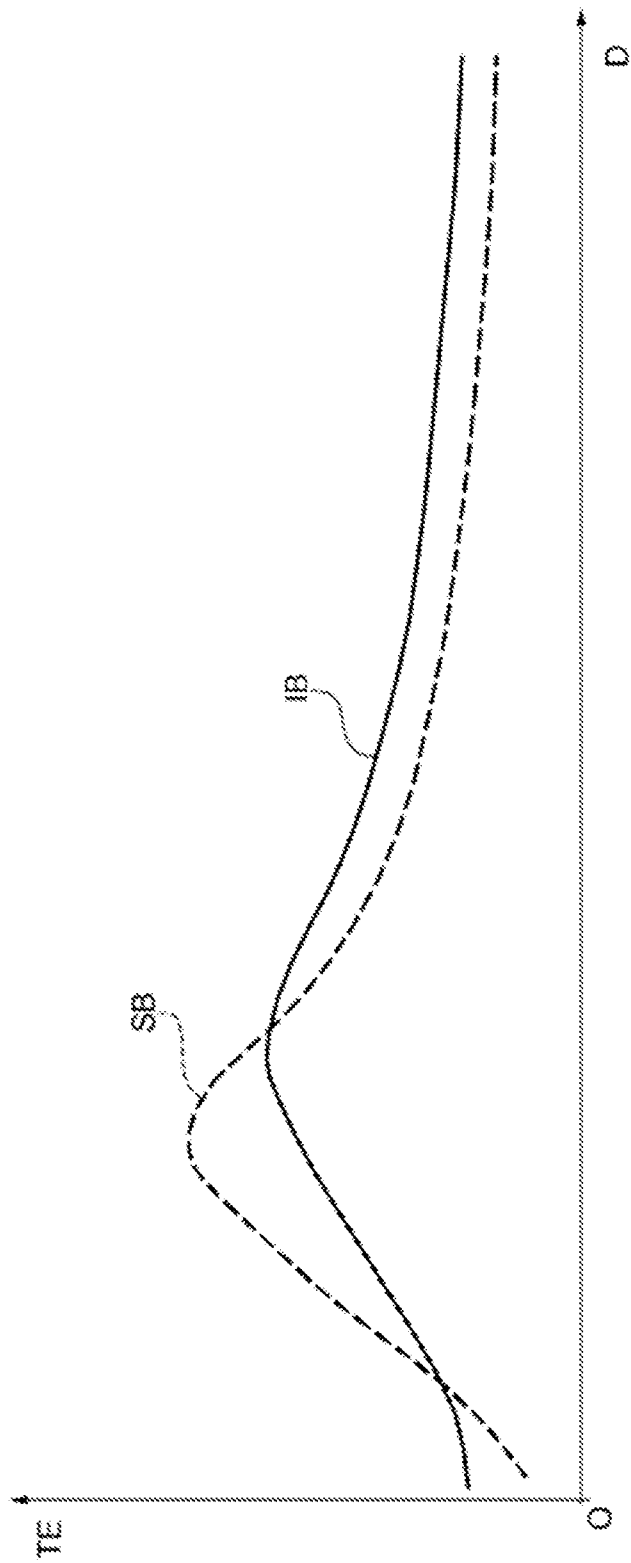


FIG.13

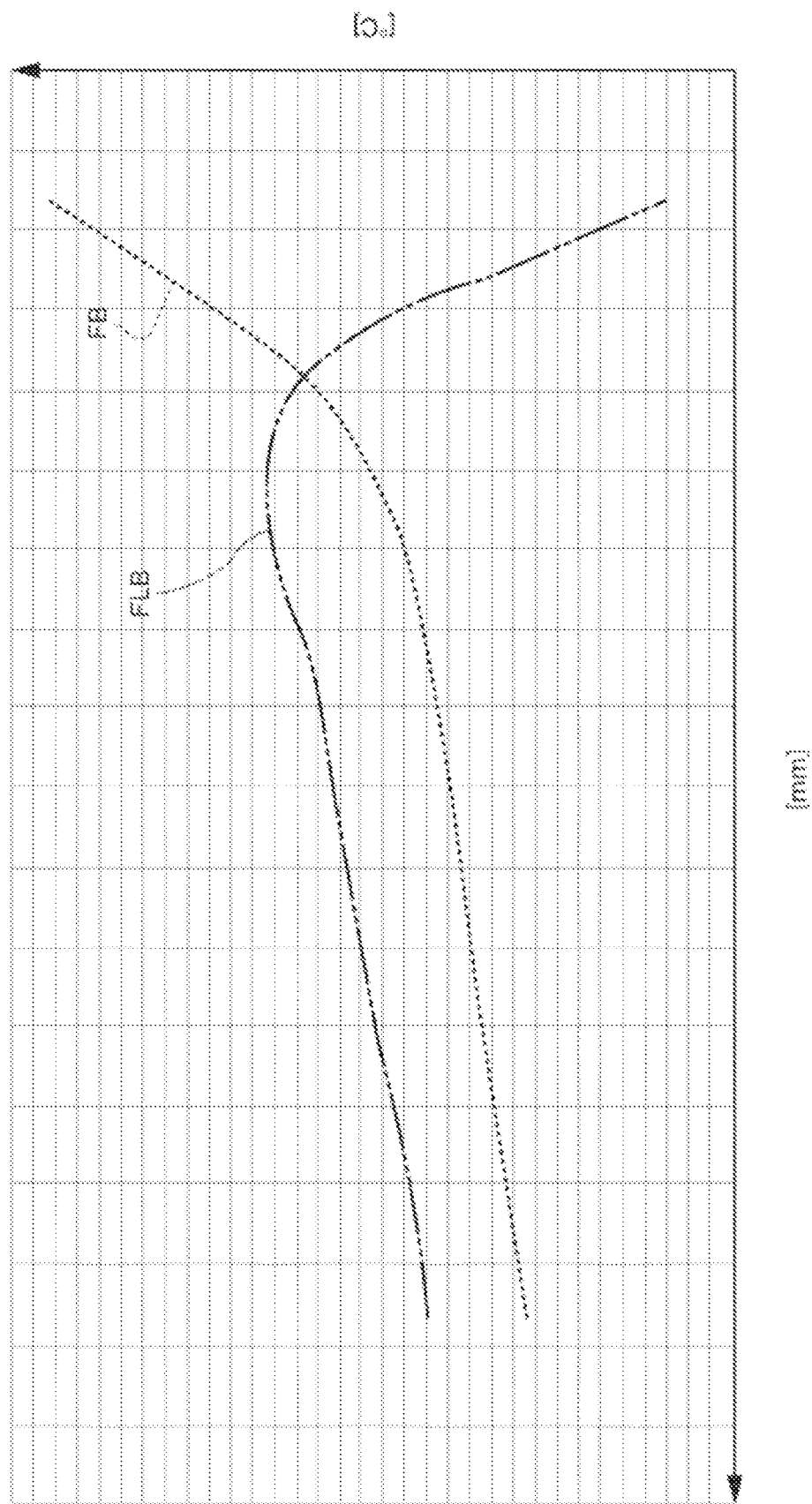


FIG. 13a