

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 339**

51 Int. Cl.:

**F23D 14/02** (2006.01)

**F23D 14/10** (2006.01)

**F23D 14/62** (2006.01)

**F27B 9/36** (2006.01)

**F27D 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2022 PCT/IB2022/054829**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2022 WO22249047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2022 E 22727492 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024 EP 4348113**

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

30 Prioridad:

**25.05.2021 IT 202100013535**

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

**27.12.2024**

73 Titular/es:

**SACMI FORNI & FILTER S.P.A. (100.00%)**

**Via Selice Provinciale, 17/A**

**40026 Imola (BO), IT**

72 Inventor/es:

**TORO, ALBERTO**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 993 339 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**

Quegador, aparato y método para la cocción de artículos cerámicos

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud de patente está relacionada con la solicitud de patente italiana No. 102021000013535 presentada el 25 de mayo del 2021

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un quemador y un aparato para cocer artículos cerámicos. En particular, la presente invención es ventajosa, pero no exclusiva, adecuada para su uso en la cocción de artículos cerámicos para obtener baldosas, a lo que la descripción siguiente se referirá explícitamente, pero sin pérdida de generalidad.

10 Estado de la técnica

La cocción de artículos cerámicos para la obtención de tejas se realiza generalmente en hornos de túnel, delimitados por dos paredes opuestas y un techo. Estos hornos suelen calentarse mediante dos series de quemadores, cada uno de ellos dispuesto a un lado del túnel. Un horno según el estado de la técnica se describe, por ejemplo, en el documento WO 2020/183390 A1.

15 Normalmente, los quemadores que funcionan con gas natural (por ejemplo, metano) están situados en las paredes laterales del túnel en varios niveles y orientados hacia la pared opuesta.

El ciclo de cocción de los artículos cerámicos se estudia con gran precisión y comprende: calentamiento de los artículos cerámicos a partir de la entrada del horno, su estancia en el interior de la cámara de cocción a una temperatura predefinida y enfriamiento controlado antes de llegar a la salida del horno.

20 Normalmente, los artículos cerámicos se transportan sobre un transportador de gran tamaño que consta de una serie de rodillos cerámicos. En consecuencia, es importante garantizar que la temperatura en el interior de la cámara de cocción sea uniforme en todo el ancho del horno.

25 Con este fin, se han desarrollado diferentes tipos de quemadores industriales, y diferentes disposiciones de estos quemadores dentro de aparatos complejos, para obtener una temperatura cada vez más constante en el interior de la cámara de combustión. En particular, sobre todo en hornos de túnel muy anchos, generalmente se produce una distribución desigual de la temperatura en las diferentes secciones longitudinales y los picos de temperatura locales se determinan en función de la posición de los quemadores.

30 Para superar los problemas antes mencionados, se han producido diferentes tipos de quemadores de "alta velocidad", que introducen los gases de combustión (y la llama) en profundidad en el interior de la cámara de combustión, para mejorar el intercambio de calor en su interior.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, los quemadores cerámicos de tipo conocido se alimentan sustancialmente de combustibles fósiles (metano, LPG), lo que determina un uso antiecológico de recursos no renovables. Por este motivo, se están estudiando diversas soluciones "ambientalmente sostenibles", como el uso de combustibles no fósiles, uno de los cuales es el hidrógeno.

35 Sin embargo, actualmente el uso del hidrógeno se ve obstaculizado por varios factores. En primer lugar, este combustible es causante de picos de temperatura elevados, que generan un aumento de la producción de NOx también en relación con los combustibles fósiles. Además, el hidrógeno suele generar una llama muy inestable, lo que determina un retroceso de llama mucho mayor respecto al metano (o LPG), generando en consecuencia un frente de llama muy retraído (cerca del conducto de alimentación del combustible), lo que provoca un sobrecalentamiento del quemador y corre el riesgo de ser causa de explosiones incontroladas con posibles daños a dichos quemadores y al aparato de encendido.

40 Todos estos elementos, entre otros, determinan una falta de homogeneidad en la temperatura en el interior del horno, lo que provoca inevitablemente defectos de cocción en los artículos cerámicos. En particular, los defectos pueden estar relacionados tanto con el tamaño como con la forma, como por ejemplo la falta de planitud. Por lo tanto, esto resulta en un aumento de rechazos.

45 El objetivo de la presente invención es producir un aparato, un quemador y un método que permitan superar los inconvenientes de la técnica anterior, al menos parcialmente, y que también se implementen de manera fácil y económica.

Objeto y resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un quemador, un aparato y un método para la cocción de artículos cerámicos como se reivindica en las reivindicaciones independientes siguientes y, preferiblemente, en cualquiera de las reivindicaciones que dependen directa o indirectamente de las reivindicaciones independientes.

5 Las reivindicaciones describen realizaciones preferidas de la presente invención formando parte integral de la presente descripción.

Breve descripción de las figuras

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

- la figura 1 es una vista frontal en sección de una primera realización de un aparato según la presente invención;
- 10 - la figura 2 es una vista en planta esquemática de una parte de una segunda realización de un aparato según la presente invención;
- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de parte del aparato de la figura 1 que comprende un quemador según la presente invención;
- la figura 4 es una vista frontal en sección de la parte de la figura 3;
- 15 - la figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de una parte del quemador de la figura 4;
- la figura 6 es una sección longitudinal y una vista detallada del quemador de la parte de la figura 5;
- la figura 7 es una vista frontal en sección de un cabezal de combustión del quemador de la figura 5;
- las figuras 8 y 9 son dos vistas frontales en sección de parte del cabezal de combustión de la figura 7;
- la figura 10 es una vista esquemática en perspectiva de una parte de un quemador según la presente invención; y
- 20 - la figura 11 es una vista lateral en sección de una parte del cuerpo de descarga de la figura 10.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

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

25 El quemador 1 se puede instalar preferentemente, pero no necesariamente, en un horno industrial 2, en particular un horno de túnel, que comprende una cámara de combustión 3.

En particular, como se ilustra en las figuras 1 y 2, los artículos cerámicos T se mueven mediante un sistema de transporte 4 a lo largo de una vía de transporte P.

30 Más precisamente, los artículos cerámicos T son cualquier tipo de artículo cerámico que requiere al menos una cocción en un horno. En la realización no limitante de las figuras 1 y 2, el sistema de transporte 4 comprende una cinta transportadora, sobre la cual se disponen, preferiblemente de manera ordenada, los artículos cerámicos en bruto T 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).

35 Como se ilustra en las figuras 1 a 5, el quemador 1 comprende un cuerpo mezclador 5, que comprende, a su vez, un conducto 6 para alimentar un combustible FL provisto de un cierto porcentaje de hidrógeno (en particular superior al 50 %, más precisamente superior al 70 %), un conducto 7 para alimentar un oxidante, un dispositivo de chispa 8 para iniciar una combustión y un dispositivo de detección de llama 9. En otras palabras, el cuerpo mezclador 5 es la parte del quemador necesaria para generar la mezcla de aire y gas que (después de la formación de chispas para obtener una llama) cocerá los artículos cerámicos T dentro del horno 2. En particular, el combustible introducido por medio del conducto de alimentación de combustible 6 es principalmente hidrógeno (opcionalmente mezclado con gas natural tal como metano o LPG), mientras que el oxidante introducido por medio del conducto de alimentación de oxidante 7 es sustancialmente aire ambiental (por ejemplo, con aproximadamente un 21 % de oxígeno).

40 El quemador 1 comprende además un elemento de descarga tubular 11, que está diseñado (configurado) para ser atravesado por un fluido F que fluye fuera del cuerpo mezclador 5 (formado por la mezcla de combustible y oxidante y/o una combustión del mismo) y está provisto con un extremo 12 que tiene una abertura 13, en la que se inserta al menos una parte del cuerpo mezclador 5 y un extremo 14 opuesto al extremo 12 y que tiene una abertura 15.

Según algunas realizaciones no limitantes, el cuerpo mezclador 5 está acoplado al elemento tubular de descarga 11 mediante elementos de sujeción. Ventajosamente, pero no necesariamente, como en la realización ilustrada en las figuras 4 y 5, los elementos de fijación son pernos 16.

5 En la realización no limitante ilustrada en las figuras 3 y 4, el cuerpo mezclador 5 se inserta en parte en el elemento de descarga 11 y en parte está dispuesto fuera del horno 2. En particular, en la realización de la figura 4, el elemento de descarga 11 se inserta en una pared lateral 56 del horno de túnel 2. Más precisamente, el elemento de descarga 11 se extiende completamente dentro de la pared lateral 56. En cambio, en otras realizaciones no limitantes, el elemento de descarga 11 se extiende por toda la longitud de la pared lateral 56 también entra en parte en la cámara de cocción 3 del horno 2.

10 Ventajosamente, y como se ilustra en la realización no limitante de la figura 4, el cuerpo mezclador 5 comprende un sistema de partición de combustible FPS para el combustible FL, que está configurado para dividir el combustible FL en una pluralidad de porciones FL', FL'', FL''', y un sistema de partición del oxidante OPS para el oxidante OX, que está configurado para dividir el oxidante OX en una pluralidad de porciones OX', OX'', OX''' (ver, por ejemplo, la figura 5). El quemador 1 está configurado de manera que la pluralidad de porciones FL', FL'', FL''' y la pluralidad de porciones  
15 OX', OX'', OX''' se transportan de manera que se mezclen entre sí en al menos dos (en particular tres o más) etapas (formando las respectivas mezclas M', M'', M''').

Ventajosamente, pero no necesariamente, el sistema de partición de oxidante OPS comprende un cabezal de combustión 10, que está dispuesto (al menos parcialmente) dentro del primer elemento tubular de descarga 11 (a través de la abertura 13) y comprende una o más cámaras de combustión 22, 33, configuradas al contener cada uno  
20 una etapa diferente (o mezcla M1, M2) de combustión de la llama.

Ventajosamente, pero no necesariamente, el sistema de partición de combustible FPS para el combustible FL comprende un elemento de inyección 21, que está configurado para inyectar al menos la mayor parte FL''' del combustible FL aguas abajo del cabezal de combustión hacia el extremo 14, es decir, hacia la cámara de cocción 3. De esta manera, la mayor parte de la llama se desarrolla lejos del extremo 12 del quemador 1, permitiendo al mismo  
25 tiempo un desplazamiento del frente de llama hacia la cámara de cocción y una reducción del sobrecalentamiento del cuerpo de mezcla y del elemento de descarga 11.

En particular, el elemento tubular de descarga 11 está configurado para contener una etapa primaria F' de combustión de la llama.

30 Según una realización preferida pero no limitante ilustrada en las figuras 4 a 9, el elemento de inyección comprende un conducto tubular 23, en particular uno axial (es decir, dispuesto paralelo a un eje longitudinal AA del quemador), que pasa por el o más cámaras de combustión 22, 33 de lado a lado para transportar la mayor parte de combustible (que excede el 50 %, preferiblemente del 70 % al 80 %) aguas abajo del cabezal de combustión 10 haciendo avanzar la mayor parte de la llama hacia la cámara de combustión 3.

35 En las realizaciones no limitantes de las figuras 4 a 9, el conducto tubular 23 tiene una sección sustancialmente constante, preferiblemente circular. En particular, el conducto tubular tiene una primera sección transversal que tiene un diámetro interior que oscila entre 2 mm y 12 mm, en particular entre 4 mm y 10 mm. De esta forma se consigue asegurar una velocidad elevada que favorece una reducción/control del retroceso de llama que suele causar problemas en el caso del hidrógeno, ayudando además al resto del quemador a alcanzar la velocidad necesaria para introducir los gases de combustión F en profundidad dentro de la recámara de combustión 3.

40 En algunos casos no limitantes, el conducto tubular 23 está configurado (largo) para que el extremo 26' permanezca dentro del elemento tubular de descarga 11. En particular, el conducto tubular 23 está configurado (largo) para permanecer en la mitad del elemento de descarga tubular 11 más alejado de la cámara de combustión 3 (es decir, el extremo 14). Más en particular, el conducto tubular 23 tiene, entre los dos extremos 26 y 26', una longitud que oscila entre 40 mm y 150 mm, preferiblemente entre 60 mm y 110 mm.

45 Ventajosamente, pero no necesariamente, como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 6, 8 y 9, el conducto tubular 23 tiene una o más aberturas de distribución de combustible 24 en el área de cada cámara de combustión 22, 33 para inyectar al menos una de las porciones FL', FL'' en cada una de ellas. En particular, la una o más aberturas de distribución 24 son orificios pasantes 25 que conectan un área interior del conducto tubular 23 a una cámara de combustión 22, 33.

50 Ventajosamente, pero no necesariamente, los agujeros pasantes 25 son agujeros radiales, preferentemente en forma de anillo, que se extienden por ejemplo radialmente desde el eje AA. Preferiblemente, los agujeros 25 tienen un diámetro inferior a 5 mm, en particular comprendido entre 1 mm y 3 mm.

55 En algunos casos no limitantes, como el ilustrado en las figuras 4 a 9, el conducto tubular 23 comprende un extremo 26 conectado al conducto de alimentación de combustible 6 para el combustible FL y un extremo 26' que se proyecta dentro del elemento tubular de descarga 11 hacia el extremo 14. En particular, el conducto tubular 23 se extiende a lo largo de un eje de simetría longitudinal AA del quemador 1.

Ventajosamente, pero no necesariamente, el conducto de alimentación de combustible 6 para el combustible FL comprende al menos una porción estrecha 17, que tiene un diámetro interior inferior a 10 mm, en particular comprendido entre 4 mm y 8 mm. En particular, la porción estrecha 17 tiene una sección más pequeña que la del conducto tubular 23. De esta manera, se evita aún más el retroceso de llama.

- 5 En algunos casos no limitantes, no ilustrados, la porción estrecha 17 está configurada para crear un pico de Venturi, atrayendo una porción de oxidante de regreso al conducto de alimentación de combustible para agregar una etapa a la combustión de la llama.

10 Ventajosamente, pero no necesariamente, el quemador 1 (el cuerpo mezclador 5) comprende una recámara 54 (en particular hecha de aluminio o hierro fundido y provista de la parte final de los conductos de alimentación de combustible y oxidante 6 y 7) que cierra el quemador 1 en el lado opuesto a la cámara de combustión 3. En particular, la porción estrecha 17 se obtiene como una sola pieza en la recámara 54 del cuerpo mezclador 5. En particular, aguas arriba y aguas abajo de la porción estrecha 17, el conducto de alimentación de combustible 6 para el combustible FL tiene avellanadores.

15 En algunos casos no limitantes, preferiblemente en presencia de altos porcentajes de hidrógeno en el combustible FL, la recámara 54 del cuerpo mezclador 5 no tiene aberturas configuradas para premezclar el oxidante OX y el combustible FL aguas arriba del sistema de partición del oxidante. En otras palabras, la recámara 54 comprende una pared lateral 48 sin aberturas. De esta manera, la parte estrecha 17 tiene la acción adicional de evitar el retroceso de llama.

20 En otros casos no limitantes, no ilustrados, preferentemente en presencia de pequeños porcentajes de hidrógeno en el combustible FL, la recámara 54 presenta orificios excéntricos, gracias a los cuales la porción estrecha 17 está configurada para crear un pico de Venturi, extrayendo una porción de oxidante nuevamente al conducto de alimentación de combustible para agregar una etapa a la combustión de la llama.

25 En particular, el hidrógeno determina un retroceso de llama mucho mayor en comparación con el metano (o con el LPG) y se observó sorprendentemente que, aumentando la velocidad de alimentación del combustible FL por medio de la porción estrecha 17, es posible prevenir adecuadamente el retroceso de llama, permitiendo control adecuado del mismo y al mismo tiempo inyectar más profundamente el fluido F en la cámara de combustión 3.

30 Ventajosamente, pero no necesariamente, y como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 1 a 4, el quemador 1 comprende un elemento de descarga tubular 18 (ilustrado, por ejemplo, con una línea discontinua en la figura 4), que se extiende desde el extremo 14 del elemento 11 en la dirección opuesta con respecto al extremo 12, es decir, hacia (más precisamente, dentro de) la cámara de combustión 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.

35 En algunos casos no limitantes, el quemador 1 comprende un elemento de aspiración 19 que está diseñado (configurado) para conducir al menos parte de los gases G presentes al exterior del quemador 1, en particular al exterior del elemento de descarga 11 y/o del elemento de descarga 18. (más precisamente dentro de la cámara de combustión 3), en el elemento de descarga tubular 18 y está provisto de una pluralidad de aberturas 20 dispuestas entre el elemento de descarga tubular 11 y el elemento de descarga tubular 18.

40 Ventajosamente, pero no necesariamente, el elemento de descarga tubular 14 está (completamente) situado dentro de la cámara de combustión 3 y, por ejemplo, es coaxial al elemento de descarga tubular 11. En otras palabras, el eje de simetría longitudinal AA del elemento de descarga tubular 18 coincide con el eje longitudinal de simetría AA del elemento de descarga tubular 11.

Ventajosamente, y de manera completamente diferente a los estándares utilizados en el mercado cerámico, el cabezal de combustión 10 es un cabezal de combustión multietapa, es decir, diseñado (configurado) para dividir la formación de la llama en varias etapas. De esta forma, es posible utilizar la técnica de "introducción de aire por etapas".

45 Ventajosamente, y de manera muy diferente a las normas utilizadas en el mercado cerámico, el conducto 23, junto con las aberturas 24, ayuda al cabezal de combustión 10 a dividir la llama en diferentes etapas, en particular dividiendo el combustible FL. De esta manera, es posible utilizar la técnica de "introducción de combustible por etapas".

50 A partir de la combinación de las técnicas antes mencionadas, es posible utilizar el combustible FL con un porcentaje sustancial de hidrógeno y al mismo tiempo aumentar la velocidad de la llama a más de 160 m/s, en particular a más de 180 m/s, más precisamente hasta unos 200 m/s. De hecho, por "alta velocidad" se entiende, concretamente en el ámbito de los quemadores, una velocidad de llama igual o superior a 150 m/s.

Ventajosamente, pero no necesariamente, el cabezal de combustión 10 (con el conducto tubular 23 en su interior) está montado al menos parcialmente dentro del elemento de descarga tubular 11 de manera que sea coaxial con él a lo largo del eje de simetría longitudinal AA del quemador 1.

55 Como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 4 a 9, ventajosamente, el cabezal de combustión multietapa 10 comprende (al menos) una cámara de combustión 22, que está diseñada (configurada) para generar

5 una primera fase de combustión de la llama (en particular para generar la "raíz" de la llama) dada por la combinación de las porciones FL' y OX', y (al menos) una cámara de combustión 33, comunicada con la cámara de combustión 22 y diseñada (configurada) para generar una segunda fase de combustión de la llama (dada por la combinación de las porciones FL" y OX") que fluye fuera de la cámara de combustión 22. En particular, las cámaras de combustión 22 y 33 están configuradas para transportar una porción secundaria F" (o estado secundario) de la llama dentro del elemento de descarga tubular 11 hacia el extremo 14 y en particular, a través del elemento de succión 19 hacia el elemento de descarga tubular 18.

10 En la realización no limitante de las figuras 8 y 9, en las que se ilustran en detalle dos secciones del cabezal de combustión multietapa 10, la cámara de combustión 22 comprende al menos una abertura de entrada 27 y una abertura de salida 28 (dispuestas más precisamente en lados opuestos de la cámara de combustión 22).

15 En algunos casos preferidos no limitantes, el quemador 1 comprende aberturas adicionales 60 para alimentar el combustible FL (en particular la porción FL') que conecta el conducto de alimentación de combustible 6 para el combustible FL con la cámara de combustión 22. En particular, las aberturas adicionales 60 para alimentar el combustible FL comprenden orificios pasantes axiales 61, preferiblemente dispuestos como una corona (a lo largo de direcciones mutuamente paralelas) alrededor del eje de simetría longitudinal AA del quemador 1. Más en particular, las aberturas adicionales 60 están hechas en la abertura de entrada 27, que está diseñado (configurado) para comunicarse con el conducto de alimentación de combustible 6 para el combustible FL y para recibir un caudal volumétrico, más precisamente variable, de dicho combustible FL. Preferiblemente, los agujeros 25 tienen un diámetro inferior a 5 mm, en particular comprendido entre 1 mm y 3 mm.

20 La abertura de salida 28 está orientada hacia el elemento de descarga tubular 18 (es decir, hacia la cámara de combustión 3).

25 Ventajosamente, pero no necesariamente, aguas abajo de la porción estrecha 17, pero aguas arriba de la cámara de combustión 22, el cuerpo mezclador comprende una primera cámara de distribución 59, que está configurada para inyectar parte del combustible FL que pasa a través de las aberturas adicionales 60 y la parte restante dentro del conducto tubular 23 a través del extremo 26.

En algunos casos no limitantes, la cámara de combustión 22 y la cámara de combustión 33 son coaxiales entre sí y están dispuestas a lo largo del eje longitudinal AA del quemador 1.

30 Ventajosamente, pero no necesariamente, la cámara de combustión 22 comprende 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.

Ventajosamente, pero no necesariamente, la cámara de combustión 22 está provista de uno o más canales 30 para alimentar el oxidante OX, configurado para transportar una parte OX' del oxidante OX al interior de la cámara de combustión 22 generando, junto con la porción FL' del combustible FL, una mezcla de oxidante y combustible M'.

35 En particular, los canales 30 para alimentar el oxidante OX están hechos de manera que introduzcan la parte OX' del oxidante OX en la cámara de combustión 22 con una velocidad al menos parcialmente transversal con respecto a una dirección principal del combustible que corresponde sustancialmente a la dirección longitudinal del eje AA del quemador.

40 Según la realización no limitante más grande de la figura 8 o 9, la pared lateral 29 de la cámara de combustión 22 tiene forma sustancialmente de cono truncado que comprende una base más grande 31 y una base más pequeña 32, en la que la base 31 está dispuesta en el área de la abertura de entrada 27, mientras que la base más pequeña 32 está dispuesta en la zona de la abertura de salida 28.

Ventajosamente, pero no necesariamente, los canales 30 para alimentar el oxidante OX están hechos de manera que introduzcan la parte OX' del oxidante OX 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.

45 En la realización no limitante de las figuras 4 a 9, el quemador 1 comprende una cámara de combustión 33 dispuestas aguas abajo de la cámara de combustión 22 y provista de una abertura de entrada 34 y una abertura de salida opuestas entre sí. La abertura de entrada 34 está configurada para comunicarse con la abertura de salida 28 y para recibir la mezcla de oxidante-combustible M'. En particular, la abertura de salida 35 está orientada hacia el elemento de descarga tubular 1 (es decir, hacia la cámara de combustión 3). Más precisamente, la cámara de combustión 33 comprende una pared lateral 36 que tiene una sección transversal sustancialmente circular, en particular cilíndrica (es decir, paralela constante al eje longitudinal AA del quemador 1), y provista de uno o más canales 37 para alimentar el oxidante OX configurado para permitir la introducción de una parte OX" del oxidante OX en la cámara de combustión 33 generando, junto con la mezcla oxidante-combustible M', una mezcla oxidante-combustible 10 M", que se genera en el interior de la cámara de combustión 33 y se transporta hacia el elemento de descarga tubular 18 (es decir, hacia la cámara de combustión 3).

55

- 5 En la realización no limitante de las figuras 4 a 9, en particular como se indica en la figura 7, los canales 30 para alimentar el oxidante tienen inclinaciones que difieren entre sí, por ejemplo, en un ángulo sustancialmente equivalente a 30° o 20°. En este caso, la pared lateral 29 de la cámara de combustión 22 y los canales 30 para alimentar el oxidante OX son sustancialmente paralelos. Obviamente, lo anterior también se puede aplicar a los canales 37 para alimentar el oxidante OX.
- Ventajosamente, pero no necesariamente, la cámara de combustión 33 comprende, en la pared lateral 36, una pluralidad de orificios 51 dispuestos en una o más filas radiales, preferiblemente a la misma distancia radial entre sí.
- 10 En la realización no limitante de la figura 6, el cabezal de combustión 33 comprende una corona 52 configurada para regular la introducción del oxidante OX en el elemento tubular de descarga 11 que no pasa a través de las cámaras de combustión 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 de descarga tubular 11.
- 15 Ventajosamente, pero no necesariamente, y como se ilustra en la realización no limitante de la figura 6, la corona 52 comprende ranuras 53 (o cualquier otro tipo de abertura) configuradas para transportar una parte OX<sup>''</sup> del oxidante al interior del elemento tubular de descarga 11 aguas abajo de las cámaras de combustión 22 y 33. De esta manera, junto con la mezcla oxidante-combustible M<sup>''</sup>, y con la porción principal FL<sup>''</sup> del combustible, se genera una mezcla M<sup>'''</sup> que fluye fuera del elemento tubular de descarga 11, a través del elemento de aspiración 19 hacia el elemento de descarga tubular 18. En particular, se genera la llama primaria F' del quemador 1.
- 20 Ventajosamente, pero no necesariamente, y como se ilustra en las realizaciones no limitantes de las figuras 1 a 4, el elemento de succión 19 está diseñado (configurado) para estar dispuesto, al menos parcialmente (en algunos casos completamente), dentro de la cámara de combustión 3. En las realizaciones no limitantes de las figuras 4, 10 y 11, 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 como un todo en la figura 10. 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 no tiene costuras en las secciones no interrumpidas por las aberturas 20.
- 25 Ventajosamente, pero no necesariamente, el bloque de combustión 38 está fabricado de una sola pieza, en particular de carburo de silicio. Más precisamente, el eje de simetría longitudinal del bloque de combustión 38 es el eje de simetría longitudinal AA del quemador 1, de los elementos de descarga tubulares 11 y 18 y del cabezal de combustión multietapa 10.
- 30 Ventajosamente, pero no necesariamente, el bloque de combustión 38 se produce mediante fabricación aditiva, en particular impresión 3D.
- Según otras realizaciones no limitantes, el bloque de combustión 38 se forma mediante técnicas de fundición en moldes.
- 35 En las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, el bloque de combustión 38 es hueco y está diseñado (configurado) para permitir el paso de una mezcla (en particular de la mezcla M<sup>'''</sup>) generada por el cuerpo mezclador 5 (es decir, por el cabezal de combustión 10). En particular, dicha mezcla 35 M', M'', M<sup>'''</sup>, una vez provocada la combustión, se convierte en llama. Según algunos modos de realización no limitantes, el elemento de aspiración 19 comprende, en particular, un tubo de Venturi.
- 40 En la realización no limitante de las figuras 10 y 11 (donde la figura 11 ilustra un detalle del elemento de succión 19 de la realización de la figura 11), el elemento de succión 19 tiene un estrechamiento 40 dispuesto en el área del extremo 14. Además, el elemento de succión 19 tiene al menos una porción en forma de tronco de cono 41, delimitada por una base más grande 42 y una base más pequeña 43. Finalmente, el elemento de descarga tubular 1 tiene un extremo abierto 44 orientado hacia el elemento de succión 19 y un extremo abierto extremo 45 orientado hacia el centro de la cámara de combustión 3.
- 45 Ventajosamente, pero no necesariamente, las aberturas 20 tienen una forma alargada, es decir, son ranuras, y pasan a través de la porción en forma de tronco de cono 41 del elemento de succión 19 de lado a lado (transversalmente). En particular, las aberturas 20 se obtienen longitudinalmente al elemento de descarga tubular 11 y al elemento de descarga tubular 18.
- 50 Más en particular, la base más pequeña 43 de dicha porción 41 en forma de tronco de cono coincide con el estrechamiento 40, mientras que la base más grande 42 de dicha porción 41 en forma de tronco de cono coincide con el extremo abierto 44.
- Ventajosamente, pero no necesariamente, las aberturas 20 están realizadas en la porción 41 en forma de cono truncado del elemento 19 de succión. En particular, pasan a través de la porción 41 en forma de cono truncado del elemento 19 de succión de lado a lado (transversalmente).
- 55 Ventajosamente pero no necesariamente, y como se ilustra en las figuras 4, 10 y 11, el elemento de succión 19 comprende nervaduras de refuerzo 46. Gracias a estas nervaduras 46, es posible extender el elemento de descarga

18 como se desee con el riesgo de que el bloque de combustión 38 se rompa en la zona de la porción con sección más pequeña, es decir, en la zona del elemento de succión 19.

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

5 Ventajosamente, 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 11) del estrechamiento 40 tiene un diámetro menor que 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 11) del estrechamiento 40 tiene un diámetro menor que la mitad del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11. Cuanto más disminuye el diámetro del estrechamiento 40, con respecto al diámetro del elemento de descarga 11, más aumenta la variación de la velocidad de la mezcla M''' que, en uso, circula dentro del elemento de descarga 11.

15 Ventajosamente, pero no necesariamente, la sección transversal TT (figura 11) del estrechamiento 40 tiene un diámetro menor que 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 estrechamiento 40 tiene un diámetro mayor que una sexta parte del diámetro del elemento de descarga 18 y del diámetro del elemento de descarga 11.

20 Ventajosamente, pero no necesariamente, el diámetro del estrechamiento 40 es inferior a 30 mm, en particular igual o inferior a 25 mm. En detalle, el diámetro del estrechamiento 40 varía de 5 mm (en particular de 10 mm; más en particular de 20 mm) a 60 mm (en particular de 40 mm; más en particular de 30 mm). Esta característica también permite evitar el retroceso de llama y, en consecuencia, una mejor gestión de la combustión con mezclas de combustible FL muy ricas en hidrógeno.

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

25 Según una realización preferida pero no limitante, como se ilustra en las figuras 4-7, el dispositivo de chispa 8 comprende un electrodo de chispa (en particular paralelo a la pared lateral 48 de la recámara 54) y el dispositivo de detección de llama 9 comprende un detector de UV de sonda 50. En particular, la sonda UV 50 está dispuesta a lo largo del eje longitudinal AA del quemador a bordo de la recámara 54, es decir, a bordo del cuerpo mezclador 5.

30 Ventajosamente, pero no necesariamente, el dispositivo de detección de llama 9 (más precisamente la sonda de detección de UV 50) está configurado para recibir un haz de UV (radiación ultravioleta) procedente de la llama que pasa a través del elemento de descarga tubular 11. 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 regular adecuadamente el caudal del combustible FL y/o del oxidante OX. Además, en el caso de combustión sin llama, la sonda UV 50, cuando funciona a plena capacidad, se desactiva porque ya no es capaz de detectar ninguna llama, ya que el frente de llama se diluye dentro de la cámara de combustión del horno.

35 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato industrial 55 para la cocción de artículos cerámicos, en particular según la descripción anterior.

Con referencia particular a las figuras 1 y 2, un aparato industrial de acuerdo con la presente invención se indica en su conjunto con el número 55.

40 Según algunas realizaciones no limitantes, los artículos cerámicos T son, una vez cocidos, baldosas. En particular, los artículos cerámicos T están crudos en la entrada del aparato 55 y cocidos en 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 interior 57 en el interior de la cámara de cocción 3 y una superficie exterior 58 en el exterior de la cámara de combustión 3.

45 El aparato industrial 55 comprende además el sistema de transporte 4 descrito anteriormente, en particular horizontalmente, que está configurado para transportar 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 a la salida de la cámara de cocción 3).

El aparato 55 comprende un quemador 1, que comprende, a su vez, un elemento de descarga tubular 11, y preferiblemente, pero no necesariamente, un elemento de descarga tubular 18 y un elemento de succión 19 de los gases G.

50 Ventajosamente, pero no necesariamente, el aparato 55 comprende un quemador 1 (de hidrógeno) según la descripción anterior.

Ventajosamente, el aparato 55 comprende un sistema de alimentación de hidrógeno configurado para inyectar hidrógeno o una mezcla que comprende hidrógeno en el conducto de alimentación 6 para el combustible FL.

Ventajosamente, pero no necesariamente, el elemento de aspiración 19 está dispuesto entre el elemento de descarga 11 y el elemento de descarga 18 y está dispuesto al menos parcialmente (en algunos casos no limitantes también completamente) dentro de la cámara de combustión 3.

5 En particular, el elemento de succión 19 está configurado para conducir al menos parte de los gases G presentes en la cámara de combustión 3 al elemento de descarga 18. De esta manera, es posible utilizar el oxígeno residual dentro de la cámara de combustión 3 y completar la combustión de aquellos gases G que no han sido quemados totalmente con un primer paso por el interior del quemador 1, es decir, mediante una combustión primaria F'. Además, los gases G (presumiblemente, también teniendo en cuenta que tienen una temperatura relativamente alta) contribuyen a mejorar la eficiencia de la combustión.

10 Por "combustión primaria" se entiende la combustión generada por el cuerpo mezclador 5 (en particular por el cabezal de combustión 10), cuya llama fluye a través del elemento de descarga 11.

Ventajosamente, 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 zona de la superficie interior 57 de una de las paredes laterales 56.

15 En particular, el elemento de succión 19 está configurado para crear una depresión entre el elemento de descarga 11 y el elemento de descarga 18 para conducir al menos parte de los gases G presentes en la cámara de combustión 3 al elemento de descarga 18. En otras palabras, en las realizaciones no limitantes ilustradas en las figuras adjuntas, la depresión se genera por efecto Venturi. La alta velocidad de la llama generada por el cabezal de combustión multietapa 10 determina el sorprendente efecto sinérgico de aumentar la capacidad de succión del elemento de succión 19.

20 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 al recorrido 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 4, el quemador 1 está acoplado, mediante elementos de sujeción, a la pared 56 del horno 2. En particular, el elemento de descarga 11 está insertado en la pared 56.

25 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).

Ventajosamente, pero no necesariamente, el elemento tubular 11 del quemador 1 está instalado de manera que atraviese, al menos parcialmente (en particular completa y transversalmente) una de las paredes laterales 56 del horno 2. De esta manera la llama producida por el quemador 1 fluirá directamente hacia el interior de la cámara de combustión 3 del horno 2.

30 En particular, el eje AA es perpendicular al recorrido de transporte P. Más en particular, el eje AA también es perpendicular a la pared lateral 56 del horno de túnel industrial 2.

Ventajosamente, pero no necesariamente, el elemento tubular de descarga 1 del quemador 1 está dispuesto sustancialmente por completo dentro de la cámara de combustión 3.

35 Según algunas realizaciones no limitantes, no mostradas, el elemento de descarga 11 del quemador 1 está instalado de manera que sobresalga parcialmente dentro de la cámara de combustión 3.

Ventajosamente, pero no necesariamente, las aberturas 20 están dispuestas al menos parcialmente (en particular completamente) dentro de la cámara de combustión 3.

40 Ventajosamente, 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 para cambiar de una configuración de encendido con llama a una configuración de encendido sin llama de la cámara de encendido 3. En particular, la unidad de control electrónico 62 está configurada para cambiar del modo con llama al modo sin llama al alcanzar una temperatura predefinida. Más precisamente, la temperatura predefinida es superior a la temperatura de autoignición de la mezcla de combustible. Mediante este control cíclico (intermitente) de la alimentación de oxidante OX y de combustible FL al quemador 1 es posible producir una combustión sin llama también con combustibles como el hidrógeno, que tienden a reformar el frente de llama de forma repentina e indeseable en el interior del quemador. en el caso en que el modo sin llama se prolonga en el tiempo incluso a bajas capacidades (donde una reducción de la intensidad del impulso de la llama provoca la aparición de condiciones adecuadas para formar el frente de llama).

50 En particular, la unidad de control electrónico 62 está configurada para, cíclicamente, durante la configuración de combustión sin llama, disminuir (preferiblemente interrumpir) la alimentación de combustible FL y opcionalmente de oxidante OX, inhibir selectivamente el control de llama (mediante el dispositivo de detección 9) y restablecer la alimentación de combustible FL y opcionalmente de oxidante OX permitiendo que el quemador 1 se encienda en modo sin llama. Utilizando una combustión sin llama, es decir, una combustión que aprovecha el hecho de que la temperatura dentro del horno es superior a la temperatura de autoignición del combustible, es posible reducir drásticamente las emisiones de NOx normalmente generadas en la combustión de mezclas ricas en hidrógeno (y en general por

combustión con picos de llama elevados), permitiendo así el uso de un combustible medioambientalmente sostenible y con bajas emisiones. En particular, la combinación alternante de modo con llama y modo sin llama permite compensar la alta inflamabilidad y propagación (retroceso de llama) del hidrógeno.

5 En particular, pero sin limitación, la unidad de control electrónico 62 está configurada para controlar el aparato 55 para cocer las baldosas T sólo en la configuración sin llama.

10 Ventajosamente, pero no necesariamente, y como se ilustra en la realización no limitante de la figura 1, el aparato 55 comprende al menos dos dispositivos de control de temperatura 63, en particular al menos dos termopares 64 con doble filamento, dispuestos en al menos dos puntos de horno "significativos" diferentes 2. Estos dos puntos son tales que puedan garantizar que la temperatura sea suficientemente superior a la temperatura de autoignición de la mezcla combustible en todos los puntos de la cámara de cocción.

Ventajosamente, pero no necesariamente, en el caso en el que la temperatura detectada por los dos termopares 64 cae por debajo de la temperatura de autoignición, la llama se enciende y se enciende una vez más, es decir, la unidad de control electrónico 62 restablece inmediatamente el modo de funcionamiento del quemador 1 con llama.

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

20 El método comprende al menos una etapa de suministrar a un quemador según la descripción anterior 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 geometría particular del quemador descrita anteriormente, en particular gracias al cabezal de combustión multietapa 10 en combinación con el elemento de inyección 21. Además, las dimensiones de la parte estrecha 17, la geometría de las cámaras 22 y 33, es decir, el tamaño y el número de las aberturas 24 y 60, y el elemento tubular de descarga 1 y el elemento de succión 19, determinan sinérgicamente el importante efecto técnico de reducir el impacto ambiental, permitiendo el uso de una mezcla rica en hidrógeno como combustible y una reducción de NOx, respectivamente.

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

El método comprende además la etapa de alimentar simultáneamente el quemador 1 con oxidante OX y encender (encender) la llama (por medio del dispositivo de chispa 8) que se extiende al menos parcialmente dentro del quemador y la cámara de encendido 3 del horno 2.

30 Una vez completado el encendido de la llama, el método prevé controlar la llama en realimentación gracias al dispositivo de detección 9.

35 Ventajosamente, pero no necesariamente, el método comprende las etapas adicionales de, una vez que la cámara de cocción 3 del horno 2 ha alcanzado una temperatura predefinida (en particular superando la temperatura de autoignición del combustible FL), apagar cíclicamente la llama disminuyendo (o interrumpir) la alimentación de combustible FL y, si es necesario, de comburente OX; preferiblemente desactivar el control de retroalimentación de la llama antes mencionado; restablecer la alimentación de combustible FL, en particular también de comburente, generando en el interior del horno túnel 2 una combustión sin llama que enciende los artículos cerámicos T. En estos casos no limitantes, esta etapa alterna de combustión sin llama (el quemador 1 se alimenta alternativamente y cíclicamente) representa el encendido a plena capacidad operativa del horno 2. En particular, el método prevé el cambio del modo con llama al modo sin llama al alcanzar una temperatura predefinida. Más precisamente, la temperatura predefinida supera la temperatura de autoignición de la mezcla de combustible.

45 Ventajosamente, pero no necesariamente, el método prevé la cocción de las baldosas T sólo después de alcanzar la configuración sin llama. En otras palabras, el quemador 1 se alimenta con comburente OX y combustible FL "cíclicamente" sin provocar chispas en la llama, energizando y desenergizando (abriendo y cerrando) simultáneamente una electroválvula de combustible (en particular dos electroválvulas en serie según la legislación vigente) y una válvula solenoide de aire. En particular, las etapas de energizar y desenergizar las válvulas de solenoide (es decir, de alimentar e interrumpir oxidante y combustible) se llevan a cabo preferiblemente después de que la unidad de control electrónico 62 haya apagado la llama en el quemador 1 e inhibido el electrodo de chispas 49 y la sonda de detección UV 50 de la llama (frente de llama ya no situado en el quemador 1 sino diluido en la cámara 3 del horno). Más en particular, mediante las válvulas de solenoide antes mencionadas, la alimentación de oxidante OX y de combustible FL se controla digitalmente (PRENDIDO/APAGADO), es decir, pasando del caudal máximo a cero y viceversa. De esta manera, es posible evitar la formación de un frente de llama constante anclado dentro del quemador 1. En detalle, este efecto se debe al hecho de que se da un impulso muy alto a la alimentación de la llama, como para evitar la formación del frente de llama en el quemador y que por tanto se diluye directamente en la cámara de combustión 3.

55 En otros casos no limitantes, de acuerdo con el mismo principio explicado anteriormente, el método prevé, por medio de la unidad de control 62, mantener el suministro de oxidante OX y alimentar e interrumpir cíclicamente sólo el suministro de combustible FL. De esta manera, es posible mantener constante el estado de presión en la cámara 3

del horno 2, sin oscilar el tiro de la chimenea. Además, se evita aún más una posible reaparición de chispas del frente de llama dentro del quemador 1.

5 En la etapa sin llama, éste se diluye directamente en la cámara del horno con los productos de combustión ya presentes en la cámara 3 con un contenido de oxígeno inferior al del aire de combustión. En otras palabras, de esta manera, la mezcla de oxidante/combustible que fluye desde el quemador 1 hacia la cámara de combustión 3 se oxida dentro de la cámara 3.

10 De esta forma, es posible evitar la presencia de picos de temperatura (que se encuentran entre las principales causas de la producción de NOx) respecto a las soluciones convencionales únicamente con llama. Esto a su vez provoca una carga térmica reducida en los componentes del quemador 1 (por ejemplo, en el cabezal de combustión 10, en el conducto tubular 23, en el cuerpo de mezcla 5, en el bloque de combustión 38, en los tubos de combustible y oxidante, etc.). Simultáneamente se obtiene una reducción sustancial de la pérdida de calor provocada por el quemador, mejorando así la eficiencia del horno 2. Además, sin llama el quemador 1 será más silencioso, reduciendo así también la contaminación acústica producida por el mismo.

15 Finalmente, la mayor velocidad alcanzada por la parte estrecha 17 en combinación con el conducto tubular 23 para evitar un aumento de la llama del hidrógeno permite un aumento en la penetración de los gases de combustión que fluyen fuera del quemador 1 hacia la cámara de combustión 3, lo que determina una mayor uniformidad en la cocción de los artículos T.

20 En uso, el dispositivo de chispa 8 (en particular el electrodo de chispa 5) genera una chispa que junto con el combustible FL que fluye desde el conducto 6 y con el oxidante OX que fluye desde el conducto 7 determina la generación de la llama. En particular, la parte OX' del oxidante y el combustible FL' generan la mezcla M' dentro de la cámara de combustión 22, que define una primera etapa de la llama y continúa hacia la cámara de combustión 33, dentro de la cual se encuentra la mezcla M', la porción FL" del combustible y la parte OX" del oxidante forman la mezcla M", que define una segunda etapa de la llama. La mezcla M" ingresa al interior del elemento tubular de descarga 11, en el que se mezcla con la parte OX''' del oxidante OX y con la porción FL''' del combustible FL que sale por el extremo 26' formando el fluido F (y la llama primaria F'). Por lo tanto, el cuerpo mezclador 5 genera una mezcla al menos parcialmente quemada, es decir, una llama, cuyos fluidos F pasan 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 aspirados desde el interior de la cámara de combustión 3) al elemento de descarga 18. Este último introduce la llama en la cámara de combustión 3.

30 Los productos de combustión emitidos por el quemador 1 no se queman totalmente durante su primer paso a través del elemento de descarga 11, pero la combustión aumenta (se completa) gracias a la recirculación continua de los gases G (presentes dentro de la cámara de combustión 3) a través del elemento de succión 19 en el elemento de descarga 18. En otras palabras, el quemador 1 genera, mediante el dispositivo de chispa 8, una combustión primaria sobre los gases introducidos por los conductos 6 y 7 (combustible y comburente) y una combustión secundaria de los mismos, aprovechando los gases G recircular desde el interior de la cámara de combustión 3 no completamente quemada (en la que hay oxígeno residual) aspirado por el elemento de succión 19. En particular, la combustión primaria tiene lugar dentro del elemento de descarga 11 y la combustión secundaria tiene lugar dentro del elemento de descarga 18.

40 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 cuerpo mezclador 5) determina un aumento de los movimientos turbulentos dentro de la cámara de combustión 3. Además, el secundario La combustión que tiene lugar dentro del elemento de descarga 18 genera un aumento adicional del intercambio de calor, en particular a través de irradiación, debido al calentamiento de dicho elemento de descarga 18. Esto da como resultado un aumento del coeficiente total de intercambio de calor en los artículos cerámicos T y una mayor homogeneidad de la temperatura en el interior de la cámara de cocción 3.

50 Por lo 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 del ancho de la cámara de cocción 3 del horno 2. En particular, la temperatura en las proximidades de la pared 3 se incrementa considerablemente gracias a las turbulencias generadas por el elemento de succión 19 (gracias a la velocidad adicional permitida por el cabezal de combustión multietapa 10) y a la contribución de la irradiación proporcionada por el elemento de descarga 18 en las proximidades de dicha pared 3. Además, la temperatura en el centro del horno aumenta con respecto a las soluciones convencionales, debido al uso del elemento de descarga 18, que permite que el bloque de combustión 38 alcance grandes profundidades dentro del horno 2. Por lo tanto, la llama que sale desde dicho elemento de descarga 14 se emite con más profundidad que las soluciones convencionales.

55 Es importante observar que también el pico de temperatura en las proximidades de la salida del quemador 1 se aplana (al menos parcialmente).

Aunque la invención descrita anteriormente se refiere en particular a un ejemplo de realización específico, no debe considerarse limitada a este ejemplo de realización, y a todas las variantes, modificaciones o simplificaciones cubiertas

5 por las reivindicaciones adjuntas, tales como una geometría diferente del cabezal de combustión 10, del elemento de inyección 21, de las cámaras 22 y 33, del bloque de combustión 38 y en particular del elemento de aspiración 19, un método de aspiración diferente de los gases G en proximidad de la superficie interior 57 de la pared lateral 56, un una disposición diferente de los quemadores 1 dentro del aparato 55 (tanto en relación con la posición como con la alineación), un sistema de transporte 4 diferente, etc., entran dentro de su alcance.

El aparato y el quemador descritos anteriormente ofrecen numerosas ventajas.

En primer lugar, la producción y el montaje del quemador 1 se simplifican con respecto a las soluciones de la técnica anterior que comprenden más componentes. Además, el quemador 1, dada la geometría y la penetración en la cámara de combustión 3, puede instalarse fácilmente en sustitución (como mejora) de una arquitectura estándar.

10 Además, la presencia del elemento de descarga 18 dentro de la cámara 3 y del elemento de succión 19 cerca de la superficie interior 57 de la pared 56 y no dentro de la pared 56, permite evitar, junto con el escalonamiento del combustible, problemas asociados. al sobrecalentamiento de esta pared 56, normalmente de ladrillo, lo que provocaría un sobrecalentamiento, con posibles roturas, del bloque de combustión 38 y/o un sobrecalentamiento del cuerpo mezclador 5 (normalmente de metal), lo que a su vez generaría un riesgo de quemaduras para los operadores y una considerable pérdida de energía.

15 Otras ventajas de la presente invención residen en la disminución de las pérdidas, en el aumento de la combustión (la recirculación obtenida, de al menos el 50 % de los productos de la combustión del quemador, permite el uso de regulaciones con reducción de comburente, aprovechando el oxígeno residual). presentes en los gases recirculados G) y de la uniformidad de la temperatura dentro de la cámara de combustión 3, determinan, mediante el aparato 55 y el quemador 1 de acuerdo con la presente invención, la necesidad de una cantidad menor de gas (particularmente útil en el (caso de combustibles que son problemáticos de gestionar, como el hidrógeno) que se introducirán en el quemador 1 para mantener una determinada temperatura, con respecto a las soluciones de la técnica anterior.

20 Además, el uso de un cabezal de combustión multietapa 10, en combinación con el elemento de inyección 21, permite una reducción de los picos de temperatura de la llama, que son la razón principal de la creación de óxidos de nitrógeno. Por tanto, la presente invención determina una reducción de los óxidos de nitrógeno (NOx), en particular por debajo de 50 ppm utilizando gas natural.

Además, el efecto sinérgico entre el cabezal de combustión multietapa 10, el elemento de inyección 21 y el bloque de combustión 38 permite utilizar salidas mucho más pequeñas, permitiendo alcanzar una velocidad de llama del orden de 200 m/s.

30 La presente invención está configurada para ser suministrada por diferentes tipos de gas (por ejemplo, metano o LPG) y está diseñada para funcionar con combustibles ambientalmente sostenibles, tales como metano enriquecido con hidrógeno, hidrógeno puro, etc. En particular, la estructura de los canales de alimentación del oxidante varía dependiendo del combustible utilizado.

35 En comparación con un quemador convencional, la llama del quemador según la presente invención es más homogénea y menos arremolinada. Esta característica permite que la llama permanezca estirada y se propague en mayor medida sin extenderse demasiado en el entorno circundante (es decir, en la cámara de cocción 3). Este efecto garantiza que las piezas cerámicas que pasan durante la cocción no se vean muy afectadas por la interacción directa de la llama, evitando así defectos tecnológicos (coloraciones, diferentes calibres, etc.) debidos a los picos de temperatura que muchas veces vienen determinados por la interacción directa con la llama. la llama.

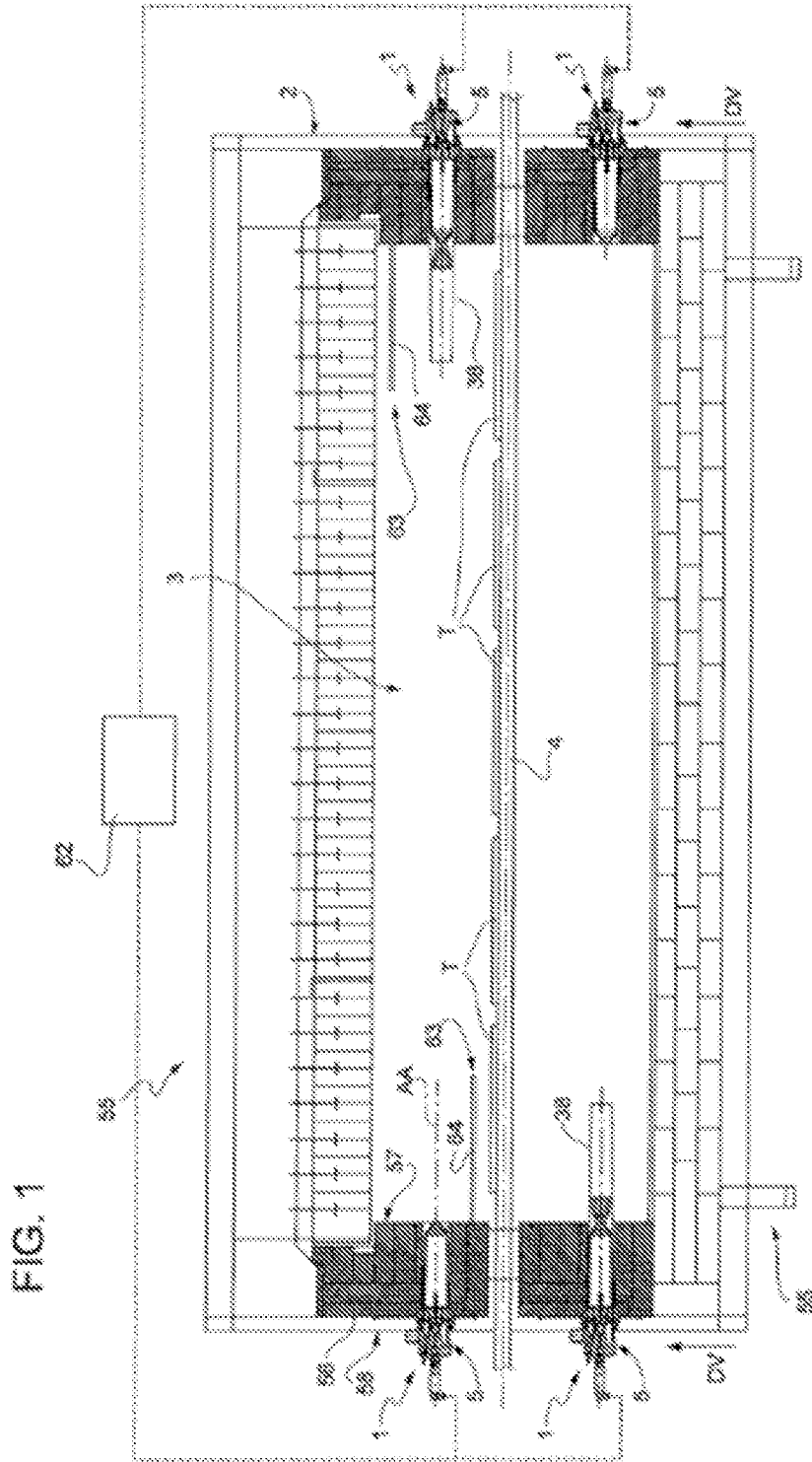
40 Además, la fuerte recirculación creada por la muy alta velocidad de la llama del quemador 1, que comprende un bloque de combustión como se describe anteriormente, diluye la temperatura de la llama (es decir, disminuye los picos aumentando la mediana) y aumenta el coeficiente de intercambio convectivo con los artículos cerámicos T. Por ello, frente a una arquitectura convencional y con la misma potencia, la presente invención permite calentar en mayor medida el material sin "atacarlo" con picos de temperatura en la zona de las llamas y oxidarlo de forma más intensa. 45 sustancias orgánicas contenidas en los artículos cerámicos T de manera homogénea y evitando así la aparición de un color más oscuro en la porción interior de un artículo seccionado. De esta manera, también se inhibe parcialmente el riesgo de que los artículos cerámicos T exploten en una zona de precalentamiento del horno 2, por ejemplo, cuando se cuecen artículos con un contenido de humedad excesivo.

50 Finalmente, gracias a la particular estructura del elemento de inyección, una gran parte de la llama se genera aguas abajo del cabezal de combustión, disminuyendo los problemas relacionados con el retroceso del hidrógeno y el avance del frente de llama.

REIVINDICACIONES

1. Un quemador (1) para la cocción de artículos cerámicos (T), instalable en un horno industrial (2) que comprende una cámara de cocción (3);  
comprendiendo el quemador (1): un cuerpo mezclador (5) que comprende, a su vez, al menos un conducto (6) para alimentar un combustible (FL) provisto de un porcentaje de hidrógeno y al menos un conducto (7) para alimentar un oxidante (OX); un dispositivo de chispa (8) para iniciar una combustión; un dispositivo de detección de llama (9); un primer elemento de descarga tubular (11), que está configurado para ser atravesado por un fluido (F) que fluye fuera del cuerpo mezclador (5) y está provisto de un primer extremo (12), en el que se inserta al menos parte del cuerpo mezclador (5), y un segundo extremo (14), que está opuesto al primer extremo (12);
- 5 el quemador (1) siendo **caracterizado porque** el cuerpo mezclador (5) comprende tanto un sistema de partición de combustible (FPS) para el combustible (FL), que está configurado para dividir el combustible (FL) en una pluralidad de primeras porciones (FL', FL'', FL'''), y un sistema de partición de oxidante (OPS) para el oxidante (OX), que está configurado para dividir el oxidante (OX) en una pluralidad de segundas porciones (OX', OX'', OX'''), que se transportan para mezclarse en al menos dos etapas diferentes con las primeras porciones.
- 10 2. El quemador (1) según la reivindicación 1, en el que el sistema de partición del oxidante (OPS) para el oxidante (OX) comprende un cabezal de combustión (10), que está dispuesto al menos parcialmente dentro del primer elemento tubular de descarga (11) y comprende una o más cámaras de combustión (22, 33), cada una de las cuales está configurada para contener diferentes etapas (M', M'') de la combustión de una llama; y en donde el sistema de partición de combustible (FPS) para el combustible (FL) comprende un elemento de inyección (21), que está configurado para inyectar al menos la mayor parte (FL''') del combustible (FL) aguas abajo del cabezal de combustión (10) hacia el segundo extremo (14); en particular, estando configurado el primer elemento tubular de descarga (11) para contener una etapa primaria (F') de la combustión de la llama.
- 15 3. El quemador (1) según la reivindicación 2, en el que el elemento de inyección (21) comprende un conducto tubular (23), en particular uno axial, que atraviesa dicha una o más cámaras de combustión (22, 33) de lado a lado; en particular, el conducto de alimentación de combustible (6) comprende al menos una porción estrecha (17) con una sección transversal que es menor que la del conducto tubular (23).
- 20 4. El quemador según la reivindicación 3, en el que el conducto tubular (23) tiene una sección transversal sustancialmente constante, en particular circular.
- 25 5. El quemador según la reivindicación 4, en el que el conducto tubular (23) tiene una primera sección transversal que tiene un diámetro que oscila entre 2 mm y 12 mm, en particular entre 4 mm y 10 mm.
- 30 6. El quemador según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que el conducto tubular (23) tiene una o más aberturas de distribución de combustible (24) en el área de cada cámara de combustión (22, 33) para inyectar al menos una de las segundas porciones (FL', FL'') en cada una de ellas.
- 35 7. El quemador según la reivindicación 6, en el que dicha una o más aberturas (24) son orificios pasantes (25), que conectan un área interior del conducto tubular (23) a una cámara de combustión (22, 33).
8. El quemador según la reivindicación 7, en el que los orificios pasantes (25) son orificios radiales, en particular dispuestos en forma anular.
9. El quemador según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el conducto tubular (23) comprende un primer extremo (26), que está conectado al conducto de alimentación de combustible (6) para el combustible (FL), y un segundo extremo (26'), que se proyecta dentro del primer elemento tubular de descarga (11) hacia el segundo extremo (14); en particular, el conducto tubular (23) se extiende a lo largo de un eje de simetría longitudinal (AA) del quemador (1).
- 40 10. El quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conducto de alimentación de combustible (6) comprende al menos una porción estrecha (17) con una sección transversal que tiene un diámetro inferior a 10 mm, en particular que oscila entre 4 mm a 8 mm.
- 45 11. El quemador (1) según la reivindicación 10, en el que la parte estrecha (17) se obtiene como una sola pieza en una recámara (54) del cuerpo mezclador (5); en particular, la recámara (54) del cuerpo mezclador (5) carece de cualquier abertura configurada para premezclar oxidante (OX) y combustible (FL) aguas arriba del sistema de partición de oxidante (OPS).
- 50 12. El quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cabezal de combustión (10) comprende al menos una primera cámara de combustión (22), que está configurada para generar una primera fase de combustión de llama (M'), y una segunda cámara de combustión (33), que se comunica con la primera cámara de combustión (22) y está configurada para generar una segunda fase de combustión de llama (M'') justo fuera de la segunda cámara de combustión (33); la primera y la segunda cámara de combustión (33) estando configurado para

- transportar parte de la llama al primer elemento de descarga tubular (11) hacia el segundo extremo (14), en particular, comprendiendo el quemador (1) aberturas de distribución de combustible adicionales (60) que conectan el conducto de alimentación de combustible (6) para el combustible (FL) a la primera cámara de combustión (22); en particular, dichas aberturas de distribución de combustible adicionales (60) comprenden orificios axiales, preferiblemente dispuestos como una corona alrededor de un eje de simetría longitudinal del quemador (1).
- 5
13. El quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de detección de llama (9) comprende una sonda UV (50), en particular dispuesta a lo largo de un eje longitudinal (AA) del quemador a bordo de una recámara (54) del cuerpo mezclador (5).
- 10
14. El quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende además al menos un segundo elemento de descarga tubular (18), que se extiende desde el segundo extremo (14) hacia el lado opuesto con respecto al primer extremo (12); y un elemento de succión (19), que está configurado para conducir al menos parte de los gases (G) presentes en el exterior del quemador (1) al segundo elemento de descarga tubular (18) y está provisto de una o más aberturas (20) dispuesto entre el primer (11) y el segundo elemento tubular de descarga (18).
- 15
15. Un 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 5 de la cámara de combustión (3) y una superficie exterior (58) en el exterior de la cámara de combustión (3); un sistema de transporte (4), que está configurado para transportar una pluralidad de artículos cerámicos (T) a lo largo de una trayectoria de transporte (P) dentro de la cámara de cocción (3);
- 20
- el aparato (55) siendo **caracterizado porque** comprende al menos un quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14; comprendiendo el aparato industrial (55) al menos un sistema de alimentación de hidrógeno, que está configurado para inyectar hidrógeno o una mezcla que comprende hidrógeno en el conducto de alimentación de combustible.
- 25
16. El aparato (55) según la reivindicación 15, en el que el elemento de succión está dispuesto entre el primer elemento de descarga tubular (11) y un segundo elemento de descarga tubular (18) y, al menos parcialmente, dentro de la cámara de combustión (3); estando configurado el elemento de succión (19) para conducir al menos parte de los gases (G) presentes en la cámara de combustión (3) al segundo elemento de descarga (18); en particular, el elemento de succión (19) está dispuesto en la zona de la superficie interior (57) de la pared lateral (56); el elemento de succión (19) está configurado para crear una depresión entre el primer elemento de descarga (11) y el segundo elemento de descarga (18) para conducir al menos parte de los gases (G, G') presentes en la cámara de combustión (3) al 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) al recorrido de transporte (P), por ejemplo perpendicular a dicha pared (56) del horno industrial (2).
- 30
- 35
17. El aparato (55) según la reivindicación 15 o 16 y que comprende al menos una unidad de control electrónico, que está configurada para controlar el quemador (1) para cambiar cíclicamente de una configuración de encendido con llama a una configuración de encendido sin llama; en particular, estando configurada la unidad de control electrónico para apagar cíclicamente la llama disminuyendo la alimentación de combustible y, si es necesario, de comburente, restablecer la alimentación de combustible y, si es necesario, de comburente, permitiendo así que el quemador se encienda en modo sin llama y vuelva a encender la llama para volver a la configuración de combustión con llama.
- 40
- 40
18. Un método para la cocción de artículos cerámicos (T) transportados dentro de un horno de túnel y que comprende las etapas de:
- alimentar un quemador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14,
- 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 %;
- 45
- alimentar simultáneamente dicho quemador con un oxidante y encender una llama al menos parcialmente dentro del quemador y una cámara de combustión del horno túnel;
  - controlar dicha llama con un control de retroalimentación; en particular, el método comprende cíclicamente, una vez que la cámara de cocción del horno ha alcanzado una temperatura determinada, las siguientes etapas:
  - apagar la llama disminuyendo la alimentación de combustible y, en particular, de oxidante; y
- 50
- restablecer la alimentación de combustible y, en particular, de comburente, generando así, en el interior del horno túnel, una combustión sin llama, que cuece los artículos cerámicos.



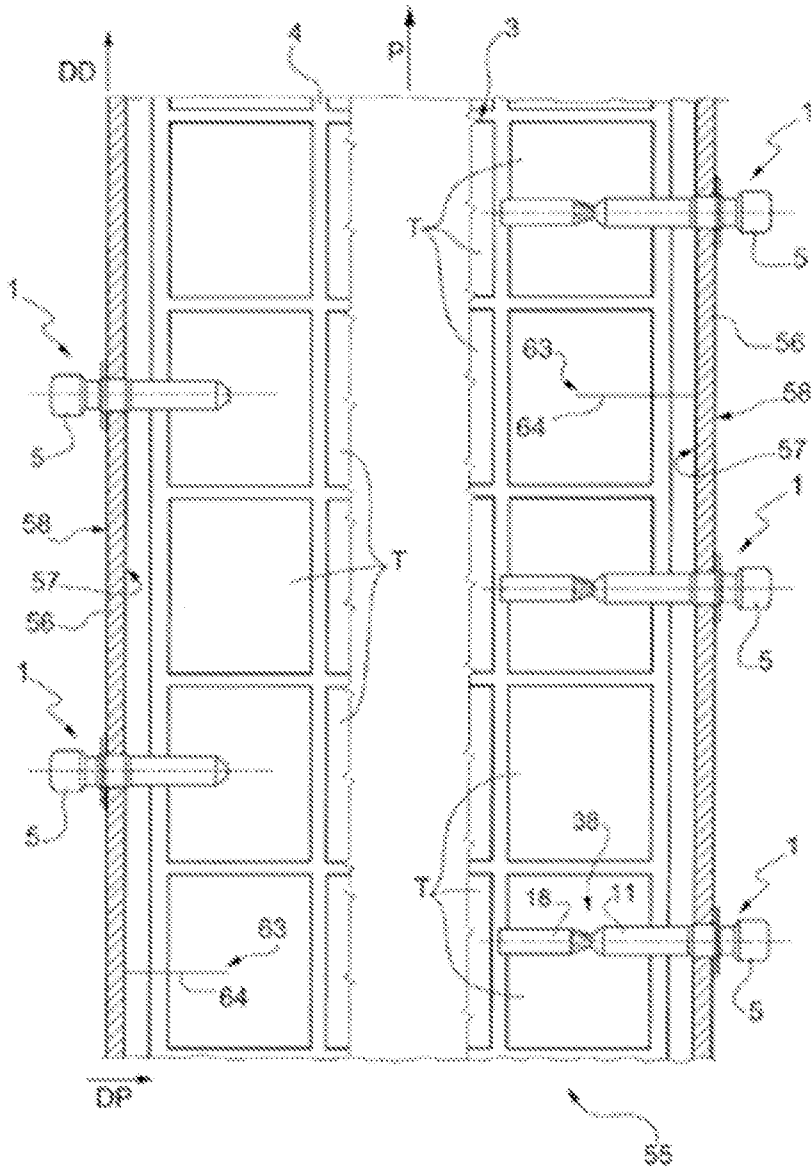


FIG. 2

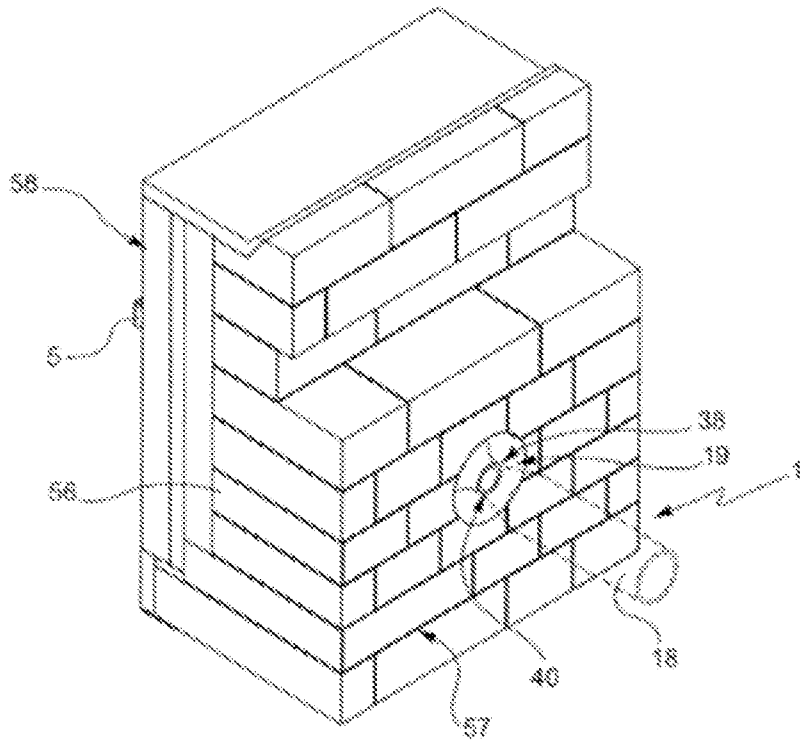


FIG.3

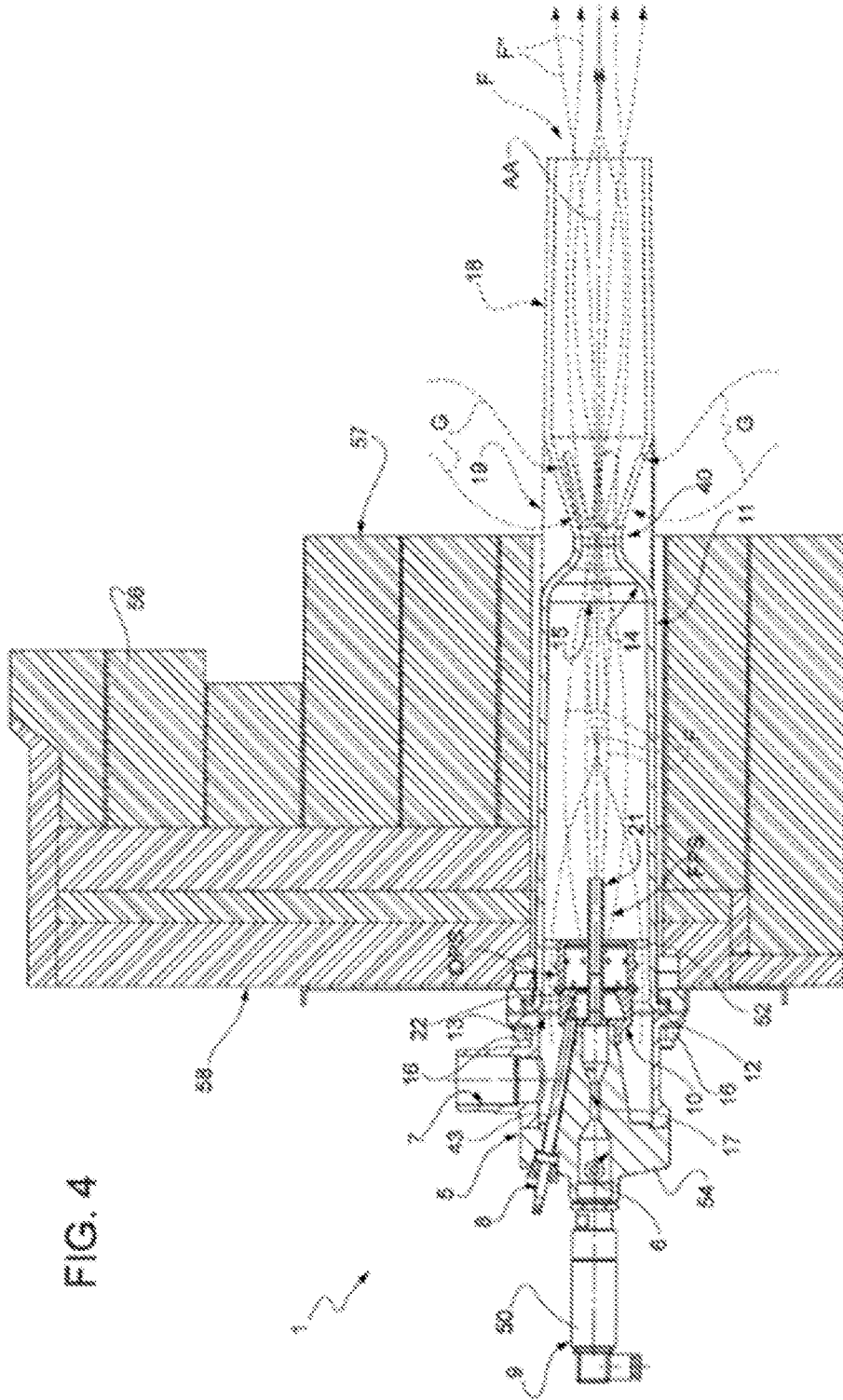
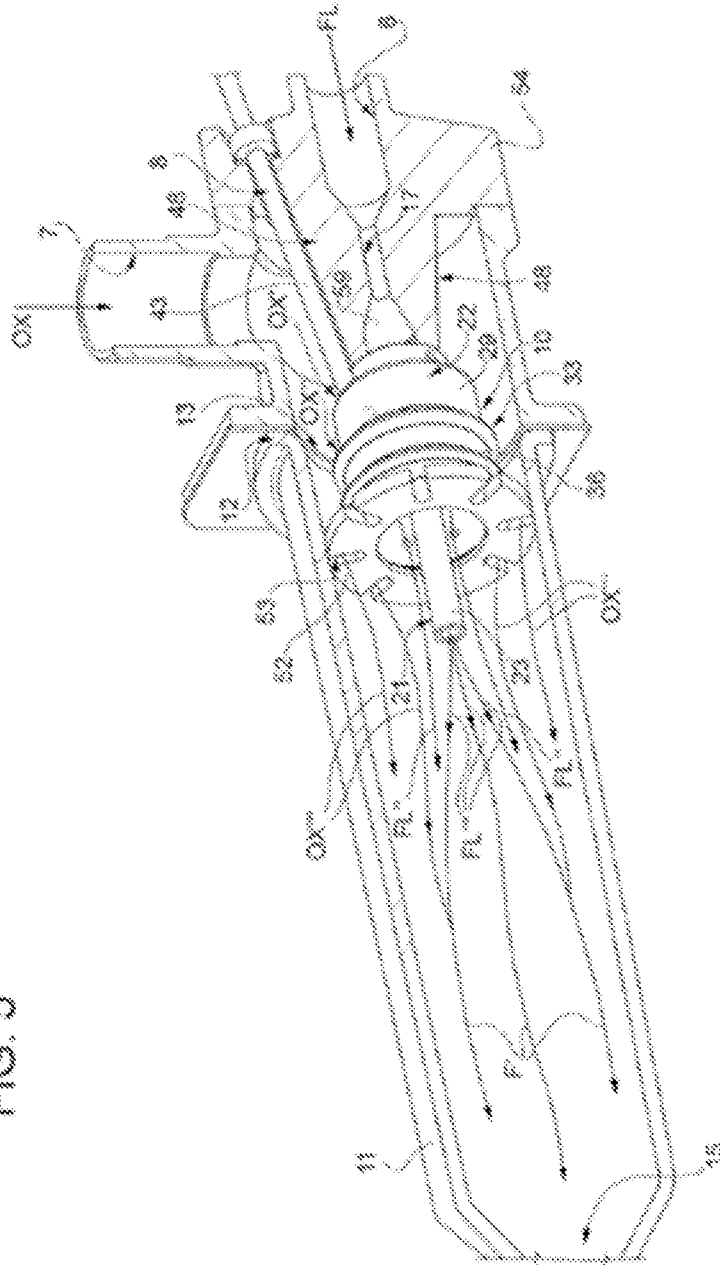


FIG. 4

FIG. 5





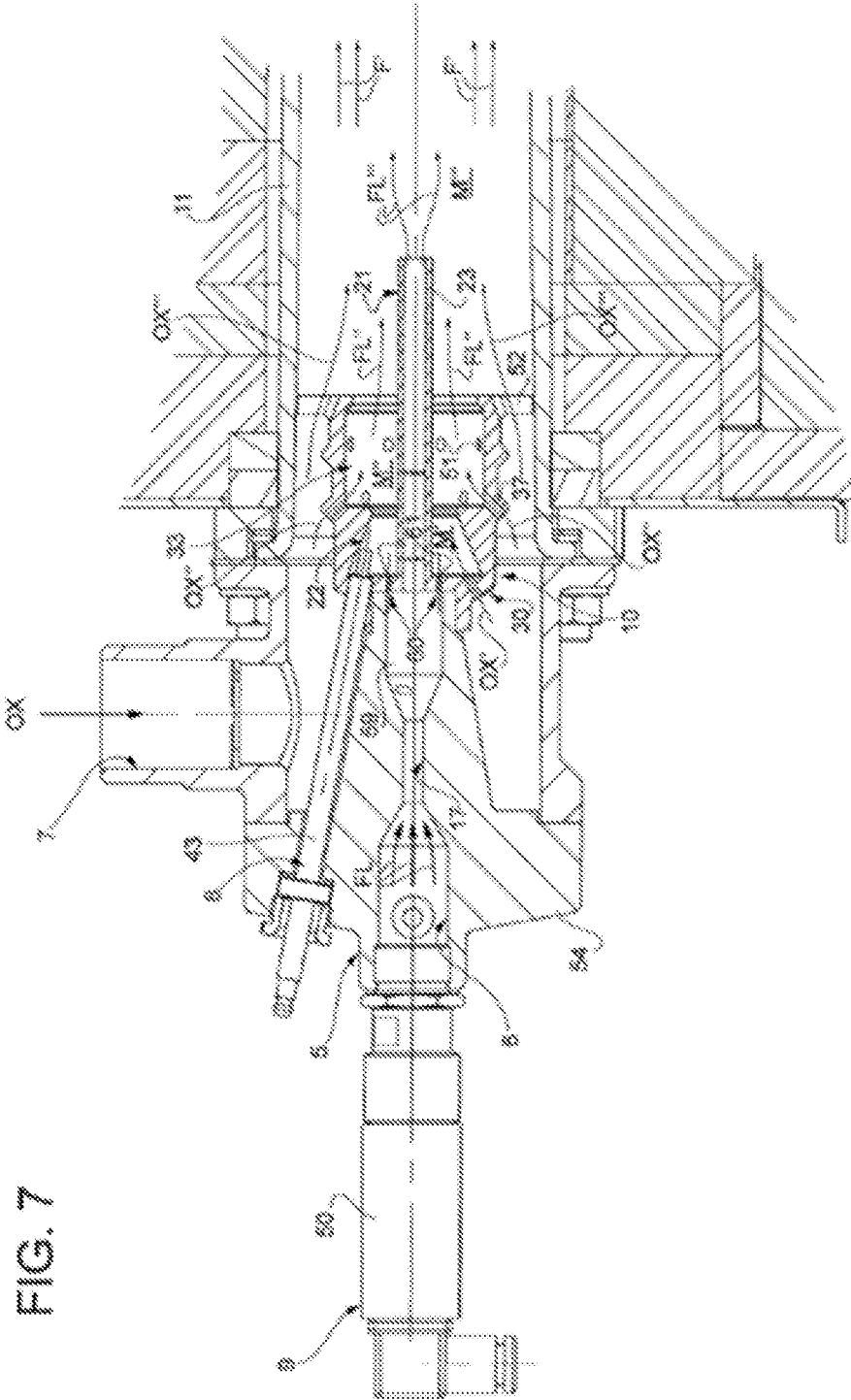


FIG. 8

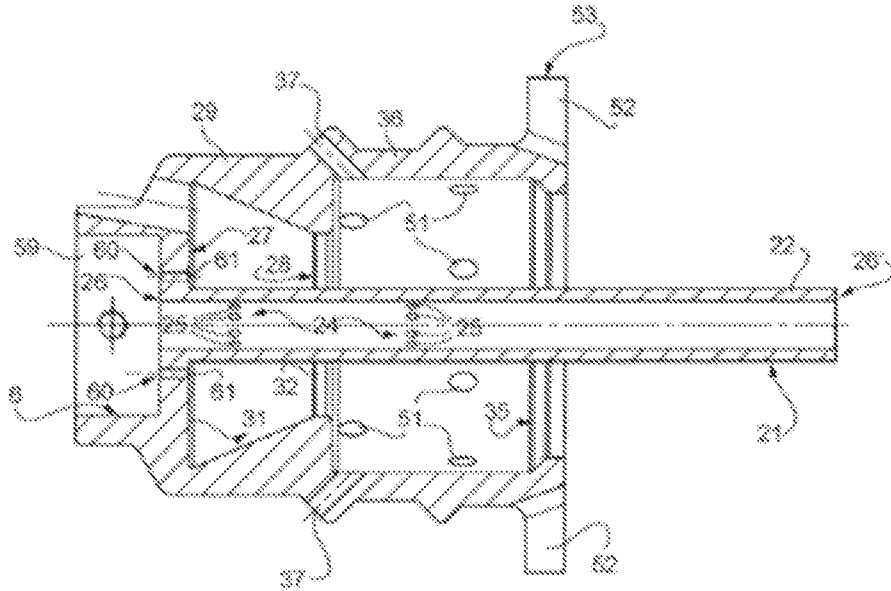
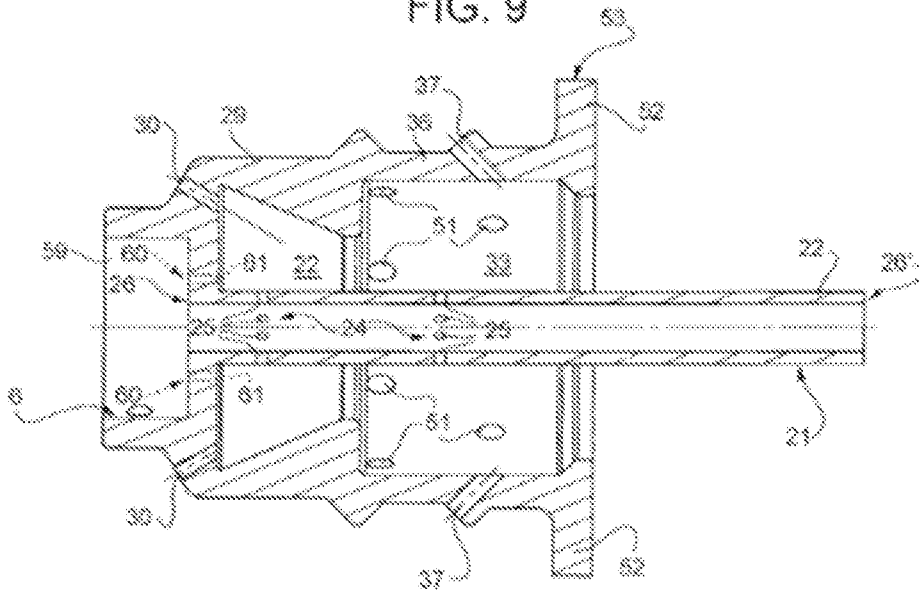


FIG. 9



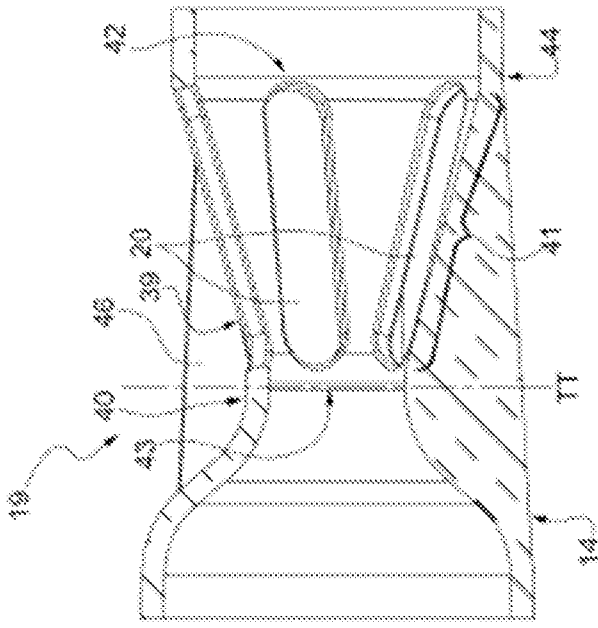


FIG. 11

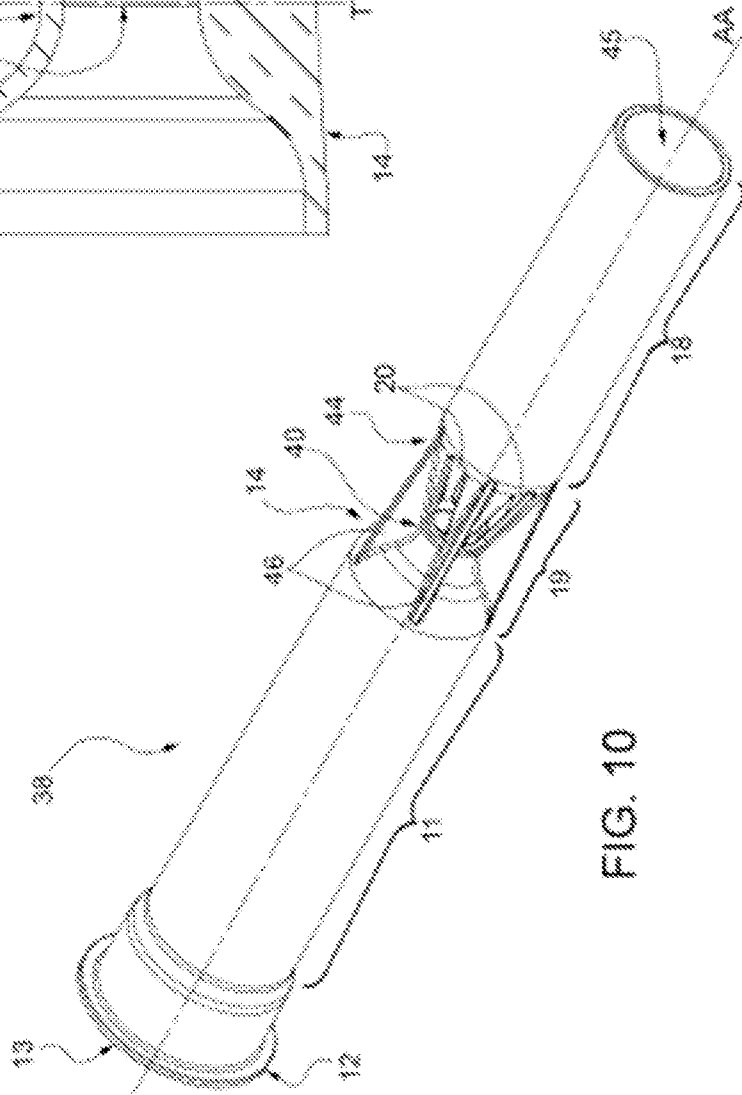


FIG. 10