

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 220**

51 Int. Cl.:

H01T 13/20	(2006.01)
F02P 13/00	(2006.01)
F02B 19/18	(2006.01)
F02B 19/10	(2006.01)
F02B 19/08	(2006.01)
F02B 19/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2011 PCT/US2011/002012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12091739**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2011 E 11853843 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2659556**

54 Título: **Sistema de ignición de precámara**

30 Prioridad:

31.12.2010 US 201061460337 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.09.2018

73 Titular/es:

**PROMETHEUS APPLIED TECHNOLOGIES, LLC
(100.0%)
1613 Prospect Parkway, Suite 120
Fort Collins, CO 80525, US**

72 Inventor/es:

**SOTIROPOULOU, MARIA-EMMANUELLA y
TOZZI, LUIGI, P.**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 681 220 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

Sistema de ignición de precámara

5 **I. Campo técnico**

En general, las realizaciones de una unidad de precámara tienen una cámara de precombustión que incluye uno o más puertos de admisión en una configuración que logra campos de flujo y fuerzas de campo de flujo dentro de la cámara de precombustión que dirigen el crecimiento de llama lejos de las superficies de extinción de la cámara de precombustión.

Específicamente, las realizaciones de una cámara de precombustión tienen una superficie interna y uno o más puertos de admisión en una configuración que dirige la mezcla de combustible-oxidante de las corrientes de llenado para rebotar desde una o más localizaciones en la superficie interna de la cámara de precombustión hasta lograr un campo de flujo y unas fuerzas de campo de flujo dentro de la cámara de precombustión que dirijan el crecimiento de llama lejos de las superficies de extinción de llama de la cámara de precombustión.

15 **II. Antecedentes**

20 Los motores que funcionan con combustibles gaseosos, como el gas natural, pueden suministrarse con una mezcla de combustible pobre que tiene una proporción relativamente alta de oxidante y combustible. Pueden usarse bujías de precámara convencionales para mejorar los límites de inflamabilidad pobre en motores de combustión pobre. Como un ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 7.922.551 describe una bujía de precámara que reduce la erosión de electrodo dispersando la energía de descarga sobre un área de superficie más amplia a través de un efecto de remolino creado por orificios periféricos en una tapa de extremo. Sin embargo, en general, quedan varias desventajas no resueltas con el uso de bujías de precámara convencionales en motores de combustión pobre y específicamente como se describe en el documento US 7.922.551, como se expone a continuación.

30 Una primera desventaja sustancial con las bujías de precámara convencionales puede ser que la configuración de la cámara de precombustión no concentre adecuadamente el combustible en la región de chispa de la bujía. Un aspecto de esta desventaja puede ser que las fuerzas de campo de flujo dentro de la región de chispa pueden estar desorganizadas o incluso dar como resultado zonas muertas en las que hay muy poco o ningún campo de flujo. Esto puede dar como resultado la extinción del núcleo de llama, ya que no hay fuerzas de campo de flujo para alejar el núcleo de llama de las superficies de extinción.

35 Una segunda desventaja sustancial con las bujías de precámara convencionales puede ser que la configuración de la precámara favorece el desarrollo del núcleo de llama en la proximidad de las superficies de extinción de llama o favorece el crecimiento de llama hacia las superficies de extinción de llama.

40 Una tercera desventaja sustancial con las bujías de precámara convencionales puede ser que la configuración de la precámara puede no mezclar las corrientes de llenado con gases residuales para reducir suficientemente la temperatura dentro de la precámara o la superficie interna de la precámara, lo que puede dar como resultado la auto-ignición de la mezcla de combustible-oxidante.

45 Una cuarta desventaja sustancial con las bujías de pre precámara convencionales puede ser que la configuración de la precámara no dé como resultado velocidades de combustión suficientemente rápidas con mezclas de combustible pobre, dando como resultado el despliegue de chorros de llama en la cámara de combustión principal que, en comparación con velocidades de combustión más rápidas, tienen menor impulso.

50 Estas y otras desventajas no resueltas con las bujías de precámara convencionales que pueden dar como resultado una o más de entre una combustión lenta e inestable de mezclas de combustible-oxidante, una extinción de llama, una auto-ignición y un menor impulso de chorros de llama, se abordan mediante la presente invención.

55 El documento JP 2007198244 A desvela un motor de combustión interna de ignición por chispa de cámara secundaria capaz de mejorar la estabilidad de ignición y reducir el ruido de combustión en diversas condiciones de funcionamiento.

60 El documento JP S56 69416 A describe una cámara accesorio que forma parte de una bujía, colocándose una mezcla espesa en la cámara accesorio y encendiéndose para provocar la combustión de una mezcla fina.

65 El documento WO 03/044349 A 1 desvela un motor de combustión interna, especialmente un motor de ignición por chispa de gas estacionario, que comprende al menos un cilindro, en el que un pistón se monta de manera desplazable, por lo que el pistón comprime una mezcla esencialmente homogénea de combustible-aire en una cámara de combustión principal en el cilindro, y la cámara de combustión principal se conecta a al menos una precámara a través de al menos una abertura de rebosamiento.

El documento US 4 188 932 A describe un motor de combustión interna que comprende una cámara de combustión primaria, una cámara de combustión secundaria comunicada con la cámara de combustión primaria a través de un paso, una bujía con electrodos extendidos en dicho paso, y medios para evitar que los electrodos se expongan directamente al gas quemado inyectado en la cámara de combustión primaria desde la cámara de combustión secundaria a través del paso.

En el documento GB 2 047 802 A, una cámara de ignición se conecta a través de una pluralidad de puertos de transferencia con una cámara de combustión principal.

El documento JP 2009 270540 A desvela una tecnología capaz de realizar una operación estable proporcionando una llama de combustión estable, limitando la aparición de un fallo de ignición mediante la introducción segura de una mezcla de aire-combustible en un punto de ignición, en un motor para encender la mezcla de aire-combustible que se ha hecho fluir en una cámara de ignición mediante la ignición en el punto de ignición por una bujía de ignición a través de los puertos de boquilla de una cámara de combustión.

El documento JP 2006 144648 A describe un motor de combustión interna de ignición por chispa de cámara de precombustión capaz de expandirse durante un límite mínimo.

III. Divulgación de la invención

La invención se refiere a un método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante en una cámara de precombustión de acuerdo con la reivindicación 1 y a una unidad de precámara de acuerdo con la reivindicación 6.

En consecuencia, un objeto amplio de la invención puede ser proporcionar realizaciones de la cámara de precombustión de unidades de cámara de precombustión que tengan configuraciones que generen campos de flujo y fuerzas de campo de flujo dentro de la cámara de precombustión que puedan lograr, en comparación con las bujías de precámara convencionales, uno o más de: una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante en la región de hueco entre electrodos, un campo de flujo dentro del hueco entre electrodos que reduzca el flujo de las mezclas de combustible-oxidante hacia las superficies de extinción de llama o cree un flujo de mezcla de combustible-oxidante que se dirija o se mueva lejos de las superficies de extinción de llama, aumente la proporción de mezcla de combustible-oxidante en la región central de la cámara de precombustión, dirija o mueva el crecimiento de llama lejos de las superficies de extinción de llama, dirija o mueva el crecimiento de llama hacia la región central de la cámara de precombustión, dirija o mueva el crecimiento de llama hacia la región de la cámara de precombustión que tiene una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante, aumente la mezcla de las corrientes de llenado con los gases de combustión residuales, aumente las velocidades de combustión de las mezclas de combustible-oxidante y genere un mayor impulso de chorros de llama.

Otro objetivo amplio de la invención puede ser proporcionar realizaciones de la cámara de precombustión de unidades de cámara de precombustión que tengan configuraciones que generen campos de flujo y fuerzas de campo de flujo dentro de la cámara de precombustión que puedan lograr uno o más de: una primera zona de recirculación asociada con el hueco entre electrodos que tenga suficientes fuerzas de campo de flujo tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante dentro de la cámara de precombustión para alejar el núcleo de llama de las superficies de extinción de llama de la cámara de precombustión o reducir el movimiento del núcleo de llama hacia las superficies de extinción de la cámara de precombustión, una segunda zona de recirculación que tenga una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante (mayor masa de combustible por unidad de volumen o mayor concentración de combustible) que se acerca al centro de la cámara de precombustión, y una tercera zona de recirculación que tenga una mayor mezcla de gases residuales con corrientes de llenado.

Otro objetivo amplio de la invención puede ser proporcionar realizaciones de una bujía de precámara que incluye una cámara de precombustión que tiene configuraciones que generan los campos de flujo de la invención y las fuerzas de campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión que pueden alcanzar uno o más de: una primera zona de recirculación asociada con el hueco entre electrodos que tiene suficientes fuerzas de campo de flujo tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante dentro de la cámara de precombustión para alejar el núcleo de llama de las superficies de extinción de llama de la cámara de precombustión o reducir el movimiento del núcleo de llama hacia las superficies de extinción de la cámara de precombustión, una segunda zona de recirculación que tiene una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante (mayor masa de combustible por unidad de volumen o mayor concentración de combustible) que se acerca al centro de la cámara de precombustión, y una tercera zona de recirculación que tiene una mayor mezcla de gases residuales con corrientes de llenado.

Otro objetivo amplio de la invención puede ser proporcionar un método para fabricar o usar unidades de cámaras de precombustión que logre una o más de las zonas de recirculación de la invención, campos de flujo o fuerzas de campos de flujo descritos anteriormente entre una pluralidad de diferentes configuraciones de unidades de cámaras de precombustión para proporcionar una o más de las ventajas de: una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante en la región de hueco entre electrodos, un campo de flujo dentro del hueco entre electrodos que reduce el flujo de mezclas de combustible-oxidante hacia las superficies de extinción de llama o crea un flujo de mezcla de

- combustible-oxidante que se dirige o se mueve lejos de las superficies de extinción de llama, aumenta la proporción de mezcla de combustible-oxidante en la región central de la cámara de precombustión, dirige o mueve el crecimiento de llama lejos de las superficies de extinción de llama, dirige o mueve el crecimiento de llama hacia la región central de la cámara de precombustión, dirige o mueve el crecimiento de llama hacia la región de la cámara de precombustión que tiene una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante, aumenta la mezcla de corrientes de llenado con los gases de combustión residuales, aumenta las velocidades de combustión de las mezclas de combustible-oxidante dentro de la cámara de precombustión y genera un mayor impulso de chorros de llama desplegados en la cámara de combustión principal de un motor.
- 5
- 10 Naturalmente, se desvelan otros objetos de la invención en otras áreas de la memoria descriptiva, los dibujos y las reivindicaciones.

IV. Breve descripción de los dibujos

- 15 La figura 1 es una representación esquemática de un motor de movimiento alternativo que incluye una realización específica de la unidad de precámara de la invención.
- La figura 2 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra una realización específica del campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión de una unidad de precámara.
- 20
- La figura 3 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra un campo de flujo convencional dentro de la cámara de precombustión de la bujía de precámara convencional.
- 25 La figura 4 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra una realización específica del campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión de una unidad de precámara.
- La figura 5 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra una segunda realización específica del campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión de una unidad de precámara.
- 30
- La figura 6 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra el crecimiento de llama convencional y los chorros de llama resultantes de la combustión de una mezcla de combustible-oxidante que tiene un campo de flujo convencional dentro de la cámara de precombustión de la bujía de precámara convencional.
- 35
- La figura 7 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra el crecimiento de llama de la invención y los chorros de llama resultantes de la combustión de una mezcla de combustible-oxidante que tiene un campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión de una unidad de precámara.
- 40
- La figura 8 es una vista lateral de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de un hueco en J.
- 45 La figura 9 es una vista desde arriba en sección transversal ampliada del primer electrodo mostrado en la figura 8 que muestra un campo de flujo convencional y unas fuerzas de campo de flujo convencionales en el hueco entre electrodos del hueco en J.
- La figura 10 es una vista desde arriba en sección transversal ampliada del primer electrodo mostrado en la figura 8 que muestra un campo de flujo de la invención y unas fuerzas de campo de flujo de la invención en el hueco entre electrodos del hueco en J.
- 50
- La figura 11 es una vista en sección transversal ampliada 2-2, como se muestra en la figura 1, que muestra una realización específica del campo de flujo de la invención dentro de la cámara de precombustión de una unidad de precámara que crea el campo de flujo de la invención y las fuerzas de campo de flujo de la invención en el hueco entre electrodos del hueco en J mostrado en la figura 10.
- 55
- La figura 12 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama inicial convencional resultante de los campos de flujo convencionales que tienen fuerzas de campo de flujo convencionales en el hueco entre electrodos similares a la figura 9.
- 60
- La figura 13 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama convencional posterior al crecimiento de llama inicial mostrado en la figura 12 resultante de los campos de flujo convencionales que tienen fuerzas de campo de flujo convencionales en el hueco entre electrodos.
- 65

- 5 La figura 14 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama convencional posterior al crecimiento de llama mostrado en la figura 13 resultante de los campos de flujo convencionales que tienen fuerzas de campo de flujo convencionales en el hueco entre electrodos.
- 10 La figura 15 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama inicial de la invención resultante de los campos de flujo de la invención que tienen fuerzas de campo de flujo de la invención en el hueco entre electrodos como se muestra en las figuras 10 y 11.
- 15 La figura 16 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama de la invención posterior al crecimiento de llama inicial mostrado en la figura 15 que muestra el movimiento del núcleo de llama dentro del hueco entre electrodos resultante de los campos de flujo de la invención que tienen fuerzas de campo de flujo de la invención en el hueco entre electrodos, como se muestra en las figuras 10 y 11.
- 20 La figura 17 es una vista lateral ampliada de un primer electrodo y un segundo electrodo en forma de una estructura de hueco en J que ilustra el crecimiento de llama de la invención posterior al crecimiento de llama mostrado en la figura 16 que muestra el movimiento del núcleo de llama dentro del hueco entre electrodos resultante de los campos de flujo de la invención que tienen fuerzas de campo de flujo de la invención en el hueco entre electrodos como se muestra en las figuras 10 y 11.
- 25 La figura 18 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de una estructura de doble barra.
- La figura 19 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de un hueco en J.
- 30 La figura 20 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de un anillo anular.
- La figura 21 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central masivo y un segundo electrodo en forma de una estructura de cuatro puntas.
- 35 La figura 22 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de una estructura de tres puntas.
- 40 La figura 23 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central cuadrado masivo y un segundo electrodo en forma de una estructura de cuatro puntas.
- 45 La figura 24 es una vista de extremo ampliada que muestra un primer electrodo en forma de un electrodo central cuadrado y un segundo electrodo en forma de una estructura de cuatro barras.
- La figura 25 es una vista en sección transversal ampliada 25-25, como se muestra en la figura 28, de una realización específica de una cámara de precombustión de la invención de una estructura de cámara de precombustión que encierra un volumen de cámara de precombustión que incluye un primer volumen de cámara de precombustión y un segundo volumen de cámara de precombustión con un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de una doble barra, como se muestra en la figura 18.
- 50 La figura 26 es una vista en sección transversal ampliada 25-25, como se muestra en la figura 28, de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra el primer volumen de precámara.
- 55 La figura 27 es una vista en sección transversal ampliada 25-25, como se muestra en la figura 28, de una realización específica de una cámara de precombustión de la invención de una estructura de cámara de precombustión que ilustra el segundo volumen de precámara.
- 60 La figura 28 es una vista en perspectiva de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.
- La figura 29 es una vista en sección transversal ampliada 25-25, como se muestra en la figura 28, que ilustra ciertas relaciones dimensionales de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención.
- 65 La figura 30 es una vista en sección transversal ampliada 30-30, como se muestra en la figura 33, de una realización específica de una cámara de precombustión de la invención de una estructura de cámara de precombustión que

encierra un volumen de cámara de precombustión que incluye un primer volumen de cámara de precombustión y un segundo volumen de cámara de precombustión con un primer electrodo en forma de un electrodo central y un segundo electrodo en forma de un hueco en J, como se muestra en la figura 19.

5 La figura 31 es una vista en sección transversal ampliada 30-30, como se muestra en la figura 33, de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra el primer volumen de precámara.

10 La figura 32 es una vista en sección transversal ampliada 30-30, como se muestra en la figura 33, de una realización específica de una cámara de precombustión de la invención de una estructura de cámara de precombustión que ilustra el segundo volumen de precámara.

15 La figura 33 es una vista desde arriba de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.

La figura 34 es una vista en sección transversal ampliada 30-30, como se muestra en la figura 33, que ilustra las relaciones dimensionales de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención.

20 La figura 35 es una vista desde arriba de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.

La figura 36 es una vista lateral de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.

25 La figura 37 es una vista desde arriba de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.

30 La figura 38 es una vista lateral de una realización específica de una estructura de cámara de precombustión de la invención que ilustra ciertas relaciones dimensionales.

V. Modo(s) para realizar la invención

35 Ahora, haciendo referencia principalmente a la figura 1, se muestra un diagrama esquemático de un motor de pistón alternativo (1) que incluye una realización específica de la unidad de precámara (2) de la invención. El motor de pistón alternativo (1) puede contener una o más cámaras de combustión principales (3). El motor (1) puede tener al menos una culata de cilindro (4) y puede tener una o más válvulas (5) que pueden funcionar para permitir de manera interrumpida el flujo hacia o lejos de cada cámara de combustión principal (3). Un sistema de admisión de mezcla de combustible-oxidante (6) proporciona un paso de suministro (7) que se comunica fluidamente con cada una de las

40 cámaras de combustión principales (3). Un medio de transferencia de mezcla de combustible-oxidante (8), tal como un carburador, entrega una cantidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) a través del paso de suministro (7) a las cámaras de combustión principales (3). La mezcla de combustible-oxidante (9) puede incluir una cantidad de combustible (10) (por ejemplo, gas natural, biogás, gasolina, diesel, alcohol u otro combustible, o diversas combinaciones de los mismos), y una cantidad de oxidante (11) (tal como aire, oxígeno, óxido nitroso u otro oxidante, o diversas combinaciones de los mismos).

45

La entrega de la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) puede sincronizarse en relación con la posición de aquellas partes del motor (1) (tales como los pistones (12)) acopladas a un cigüeñal (no mostrado) que convierten la expansión de los gases resultantes de la combustión de la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) en la correspondiente cámara de combustión principal (3) en un movimiento de rotación del cigüeñal del motor de pistón alternativo (1).

50

De nuevo haciendo referencia a la figura 1, las realizaciones de la unidad de precámara (2) de la invención pueden disponerse en relación con la una o más cámaras de combustión principales (3) del motor (1), de tal manera que la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de combustión principal (3) del motor (1) puede iniciarse en una cámara de precombustión (13) de la unidad de precámara (2). La mezcla de combustible-oxidante (9) puede tener un campo de flujo (14) dentro de la cámara de precombustión (13) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 2, 4, 5) suficientemente controlado en cuanto a presión, temperatura y distribución a desplegar tras la ignición de uno o más chorros de llama (15) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 6, 7)

55 en la cámara de combustión principal (3) para quemar la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de combustión principal (3). Ciertas realizaciones de la unidad de precámara (2) de la invención pueden producirse por integración o retroadaptación de la cámara de precombustión (13) de la invención y los métodos de control del campo de flujo (14) y las fuerzas de campo de flujo (16) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 2, 4, 5, 10) dentro de la cámara de precombustión (13) de la invención en una numerosa y amplia diversidad de bujías industriales producidas en masa o en serie convencionales para su uso con motores de pistón alternativos (1);

60 sin embargo, la invención no está limitada, y las realizaciones de la unidad de precámara (2) de la invención, la

65

cámara de precombustión (13) de la invención y los métodos que generan campos de flujo (14) de la invención y fuerzas de campo de flujo (16) de la invención dentro de la cámara de precombustión (13) de la invención pueden utilizarse con una numerosa y amplia diversidad de motores de pistón alternativo (1) ya estén configurados como motores de 2 tiempos, motores de 4 tiempos o similares, y pueden utilizarse con otros tipos de motores tales como motores rotatorios, motores Wankel o similares (individual y colectivamente, el "motor").

Ahora, haciendo referencia principalmente a las figuras 1 y 2, las realizaciones específicas de la unidad de precámara (2) de la invención pueden incluir un aislante central (17) que rodea un electrodo central (18). El electrodo central (18) (también denominado "primer electrodo") puede conectarse mediante un cable aislado (19) a un sistema de ignición (20) (tal como una bobina de ignición o un circuito de magneto) en el exterior del motor (1), formando, con un electrodo conectado a tierra (21) (también denominado "segundo electrodo") un hueco entre electrodos (22) (pueden proporcionarse uno o más electrodos en una numerosa y amplia diversidad de configuraciones estructurales dependiendo de la aplicación, como se describe con más detalle a continuación). Una carcasa (23), formada o fabricada habitualmente de un metal, puede rodear o revestir una parte del aislante central (17). La carcasa (23) proporciona una superficie externa de carcasa (24) configurada para acoplarse de manera estanca con la culata de cilindro (4) del motor (1), habitualmente mediante roscas en espiral acopladas (25) que juntan las superficies de sellado (como se muestra en el ejemplo de la figura 1) para disponer la cámara de precombustión (13) de la unidad de precámara (2) en una relación apropiada con la cámara de combustión principal (3) para la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9) en la misma.

Ahora, haciendo referencia principalmente a la figura 2, las realizaciones de la unidad de precámara (2) de la invención proporcionan una cámara de precombustión (13). La cámara de precombustión (13) puede estar formada por la carcasa (23) que se extiende hacia fuera para encerrar al menos parcialmente el electrodo central (18) y el electrodo conectado a tierra (21) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 25-27 y 29). En cuanto a las realizaciones específicas, la cámara de precombustión (13) puede formarse acoplando un elemento de cámara de precombustión (26) a la base de la carcasa (23) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 2-7, 30-32 y 34). Las diversas realizaciones de la cámara de precombustión (13) pueden tener una pared de cámara de precombustión (27) que tiene una superficie externa de precámara (28) dispuesta hacia el volumen interno de la cámara de combustión principal (3). La superficie interna de la cámara de precombustión (30) incluye la superficie interna correspondiente de la carcasa (23), el elemento de cámara de precombustión (26), el aislante central (17) u otras superficies internas que encierran un volumen de cámara de precombustión (29) (individual y colectivamente denominado "superficie interna" (30)).

La superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) ya esté formada por la extensión de la carcasa (23) o por el acoplamiento de un elemento de cámara de precombustión (26) a la base de la carcasa (23), o de otro modo, puede proporcionar además uno o más puertos de admisión-expulsión (31) (también denominados puertos de admisión) que se comunican entre la superficie externa de cámara de precombustión (28) y la superficie interna de cámara de precombustión (30) de la cámara de precombustión (13). El uno o más puertos de admisión (31) pueden configurarse para transferir una cantidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) desde la cámara de combustión principal (3) a la cámara de precombustión (13) y para desplegar chorros de llama (15) desde la cámara de precombustión (13) a la cámara de combustión principal (3).

La combustión de la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de precombustión (13) puede iniciarse mediante la generación de una chispa a través del hueco entre electrodos (22). Los puertos de admisión (31) pueden configurarse para desplegar chorros de llama (15) en la cámara de combustión principal (3) en una localización que da como resultado la combustión de la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de combustión principal (3).

De nuevo haciendo referencia principalmente a la figura 2, en cuanto a ciertas realizaciones de la invención, un puerto de admisión axial (32) puede alinearse sustancialmente de manera axial con el eje longitudinal central (33) de la unidad de precámara (2). En cuanto a ciertas realizaciones, pueden disponerse uno o más puertos de admisión laterales (34) en una relación radialmente separada alrededor del eje longitudinal central (33). Ciertas realizaciones de la invención pueden proporcionar tanto un puerto de admisión axial (32) como uno o más puertos de admisión laterales (34) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 2-7 y 33-38); sin embargo, la invención no está tan limitada, y las realizaciones específicas de la invención pueden proporcionar solo un puerto de admisión axial (32) o solo puertos de admisión laterales (34) dependiendo de la aplicación. Tras comprimir la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) en la cámara de combustión principal (3), una parte de la cantidad de mezcla de combustible-oxidante (9) puede pasar a través del puerto de admisión axial (32) y los puertos de admisión laterales (34) como una o más corrientes de llenado correspondientes (35). Las corrientes de llenado (35) de la mezcla de combustible-oxidante (9) pueden crear el campo de flujo (14) que tiene fuerzas de campo de flujo (16) (representadas en los ejemplos de las figuras 3 a 11 con las puntas de flecha apuntando en la dirección de flujo y la velocidad es mayor con el aumento de la longitud del cuerpo de flecha que permite la comparación entre campos de flujo convencionales y campos de flujo de la invención) dentro del volumen de cámara de precombustión (29).

El campo de flujo (14) y las fuerzas de campo de flujo (16) pueden analizarse usando la dinámica de fluidos computacional ("CFD"). Se usaron ordenadores para realizar los cálculos necesarios para simular la interacción de la

mezcla de combustible-oxidante (9) y el crecimiento de llama (39) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) definida por las diversas realizaciones de las unidades de precámara (2) de la invención y las bujías de precámara convencionales. El software CONVERGE™ CFD ofrecido por Convergent Science, Inc. se usó en el análisis de los campos de flujo (14) y las fuerzas de campo de flujo (16) de las unidades de precámara (2) de la invención y las bujías de precámara convencionales. La CFD puede usarse para calcular la proporción creciente de mezcla de combustible-oxidante (9) hacia dentro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) (o hacia el centro de la cámara de precombustión), disminuyendo la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) que se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), o reduciendo las velocidades de campo de flujo (14) acercándose a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13).

En primer lugar, puede analizarse una cámara de precombustión (13) convencional o que incluya una o más características de acuerdo con la invención usando una CFD para cuantificar las fuerzas de campo de flujo (16) y las velocidades de campo de flujo que se acercan a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) y también puede usarse para cuantificar la distribución de la proporción de la mezcla de combustible-oxidante (9) en relación con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13). En segundo lugar, pueden modificarse los puertos de admisión (31) de la cámara de precombustión (13) alterando uno o más del diámetro (72), la longitud (71), el ángulo (78), el radio (75) desde el eje central (33), el número de puertos de admisión laterales (34), o la desviación de remolino (77) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 28, 29 y 35). Esta lista de modificaciones no pretende incluir todas las modificaciones o combinaciones o permutaciones de las modificaciones posibles, pero son suficientes junto con la descripción y las figuras para que los expertos en la materia fabriquen y usen una numerosa y amplia diversidad de unidades de precámara (2) abarcadas por la invención. A continuación, mediante una CFD, puede realizarse un análisis para cuantificar las fuerzas de campo de flujo (16) y las velocidades de campo de flujo que se acercan a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) y también cuantificar la distribución de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) en relación con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13). El análisis de la primera CFD puede compararse con la segunda CFD para determinar si hay una reducción de las fuerzas de campo de flujo (16) y las velocidades que se acercan a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), un aumento de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) hacia dentro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), o una disminución de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) que se acerca a las superficies internas (30) de la cámara de precombustión (13).

La CFD también puede usarse para calcular la velocidad creciente del crecimiento de llama (39), la velocidad reducida del crecimiento de llama (39) debida a la interacción o conflagración con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) o la extinción reducida del crecimiento de llama (39) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 6 y 7). En primer lugar, puede analizarse una cámara de precombustión usando una CFD para localizar el núcleo de llama (44) en relación con la superficie interna (30) y cuantificar la velocidad del crecimiento de llama (39) dentro de la cámara de precombustión (13). En segundo lugar, los puertos de admisión (31) pueden modificarse como se ha descrito anteriormente. A continuación, a través de la CFD, puede realizarse un análisis para localizar el núcleo de llama (44) en relación con la superficie interna (30) y cuantificar la velocidad de crecimiento de llama (39) dentro de la cámara de precombustión (13). El análisis de la primera CFD puede compararse con la segunda CFD para determinar la velocidad creciente de crecimiento de llama (39), la interacción o conflagración reducida del núcleo de llama (44) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), o la extinción reducida del núcleo de llama (44) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13).

Un motor óptico instrumentado especialmente configurado, combinado con una fotografía Schlieren de alta velocidad y de fluorescencia inducida por láser planar puede usarse para verificar experimentalmente los resultados analíticos de CFD en términos del aumento de la velocidad de crecimiento de llama (39), la interacción reducida del núcleo de llama (44) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), la extinción reducida del núcleo de llama (44) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), el aumento de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) hacia dentro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), la disminución de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) que se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), o la reducción de las velocidades del campo de flujo (14) que se acercan a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13). Otras mediciones del rendimiento de la combustión del motor, tales como la velocidad de liberación de calor (HRR) y la eficiencia térmica de frenado (BTE), permiten cuantificar el o los efectos finales.

En la primera columna de la tabla 1 se enumeran medidas comparativas habituales entre bujías de precámara convencionales y unidades de precámara (2) modificadas de acuerdo con la invención e incluyen medidores de velocidad de campo de flujo por segundo ("m/s") que se acercan a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), la interacción entre el crecimiento de llama (39) y las superficies de extinción en milímetros cuadrados ("mm²") de la cámara de precombustión (13), el impulso de chorro de llama (15) en gramo-metro por segundo ("g-m/s"), la velocidad de crecimiento de llama m/s, y la proporción de mezcla de combustible-oxidante. La tabla 1 enumera además valores a modo de ejemplo para estas medidas obtenidas por CFD para cada una de las unidades de precámara convencionales y unidades de precámara modificadas de acuerdo con la invención; sin embargo, la invención no se limita a estos valores a modo de ejemplo y, dependiendo de la aplicación, las unidades

de precámara modificadas de acuerdo con la invención en comparación con unidades de precámara convencionales pueden producir diferencias mayores o menores en una o más de las medidas.

Tabla 1. Comparación entre una unidad de precámara convencional y una unidad de precámara modificada

Medida comparativa	Unidad de precámara convencional	Unidad de precámara modificada
Velocidad [m/s] de campo de flujo (14) acercándose a superficie interna de cámara de precombustión (30)	30-35	15-18
Interacción o conflagración entre superficie de crecimiento de llama (39) y superficies de extinción [mm ²]	50	5
Impulso de chorro de llama (15) [g-m/s]	800	2800
Velocidad de crecimiento de llama (39) [m/s]	7	24
Proporción de mezcla de combustible-oxidante (9)	0,036	0,038

Ahora, haciendo referencia principalmente a las figuras 2, 4 y 5, la estructura de la superficie externa de cámara de precombustión (28) y la superficie interna de cámara de precombustión (30) de la cámara de precombustión (13), el volumen de precámara (29), la estructura del puerto de admisión axial (32), la estructura de uno o más puertos de admisión laterales (34) y la relación estructural general de una o más de estas estructuras (tales como la distancia del puerto de admisión axial) (32) o el uno o más puertos de admisión laterales (34) desde una localización de punto (36) en la superficie interna (30) que puede ser una distancia predeterminada basada en un análisis CFD, como se describe con más detalle a continuación), pueden modificarse para modificar en consecuencia las características de las corrientes de llenado (35) en cuanto a la cantidad de flujo, la velocidad de flujo, la dirección de flujo, la interacción de las corrientes de llenado (35) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) tal como una localización de punto (36) (que puede ser una localización de punto predeterminada (39) basada en un análisis CFD), un ángulo de incidencia (37) en relación con la localización de punto (36) (que puede ser un ángulo de incidencia predeterminado (37) basado en un análisis CFD), en la localización de punto (36), un ángulo de rebote (38) (que puede ser un ángulo de rebote predeterminado (38) basado en un análisis CFD) o un cambio de dirección de la localización de punto (36) (también denominado "ricochet"), la velocidad de rebote desde la localización de punto (36), o similares, como se describe con más detalle a continuación. La modificación de las estructuras de la cámara de precombustión (13) o los puertos de admisión (32) (34) para modificar las características de las corrientes de llenado (35) pueden, en consecuencia, modificar las características del campo de flujo (14) y las fuerzas de campo de flujo asociadas (16) dentro de la cámara de precombustión (13) para proporcionar ciertas ventajas en comparación con las características de los campos de flujo convencionales y las fuerzas de campo de flujo convencionales logradas en las bujías de precámara convencionales.

Las figuras 2 y 4 proporcionan ejemplos ilustrativos de los resultados que pueden obtenerse usando métodos de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13) de una unidad de precámara (2) y los ventajosos patrones de recirculación pueden lograrse en el campo de flujo (14) dentro de la cámara de precombustión (13) modificando las estructuras de la cámara de precombustión (13) o los puertos de admisión (32) (34), o ambos, de acuerdo con la invención. Como realizaciones específicas de la invención, la estructura de uno o más puertos de admisión laterales (34) en relación con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) puede lograr corrientes de llenado (35) dirigidas hacia la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), tal como una localización de punto (36) en la carcasa (23), el aislante central (17), el electrodo central (18) u otras localizaciones o regiones de la superficie interna (30), pudiendo tales parámetros ajustarse para lograr resultados ventajosos similares entre una numerosa y amplia diversidad de diferentes extremos de disparo (53) (o configuraciones de electrodos) encerrados por la cámara de precombustión (13) de las unidades de precámara de la invención (2) (véanse los ejemplos de las figuras 18 a 24, como se describe con más detalle a continuación).

Haciendo referencia de nuevo principalmente a las figuras 2, 4 y 5, en cuanto a una numerosa y amplia diversidad de realizaciones de la invención, la cámara de precombustión (13) y el puerto de admisión axial asociado (32) o uno o más de los puertos de admisión laterales (34) pueden estructurarse para generar características en las corrientes de llenado (35) para lograr un "efecto ricochet". De acuerdo con las realizaciones de la invención, la expresión "efecto ricochet" significa un rebote, un cambio de dirección, un ángulo de desviación (38), o similares, de una o más corrientes de llenado (35) desde una o más localizaciones de punto correspondientes (36) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) para generar un campo de flujo (14) y unas fuerzas de campo de flujo asociadas (16) dentro del volumen de cámara de precombustión (29) que en comparación con las bujías de precámara convencionales aumenta la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) hacia el centro de la cámara de precombustión (13) o reduce la interacción del crecimiento de llama (39) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13). Aumentar la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) hacia el centro de la cámara de precombustión (13) o reducir la interacción del crecimiento de llama (39) o el núcleo de llama (44) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) puede, tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9) a través de una chispa que salva el hueco entre electrodos (22) dentro de la cámara de precombustión (13), aumentar sustancialmente la velocidad de combustión del combustible-oxidante y aumentar sustancialmente el

crecimiento de llama (39) y el impulso de los chorros de llama (15) desplegados en las cámaras de combustión principales (3) (como se muestra por la comparación de las figuras 6 y 7, como se describe con más detalle a continuación).

- 5 El efecto ricochet con respecto a las corrientes de llenado (35) puede dar como resultado las fuerzas de campo de flujo (16) suficientes para generar un campo de flujo (14) que tenga una o más zonas de recirculación de flujo (40) (41) (42) o combinaciones de las zonas de recirculación de flujo (40) (41) (42) dentro de la cámara de precombustión (13) que pueden faltar por completo, faltar sustancialmente o mejorarse en comparación con los campos de flujo convencionales de las bujías de precámara convencionales, que de otro modo podrían ser estructural o
10 sustancialmente idénticos.

Haciendo referencia de nuevo principalmente a la figura 2, lograr el efecto ricochet de las corrientes de llenado (35) puede dar como resultado una o más de una primera zona de recirculación (40), una segunda zona de recirculación (41) y una tercera zona de recirculación (42) del campo de flujo (14) dentro de la cámara de precombustión (13).
15 Cada una de las zonas de recirculación (40) (41) (42) logradas puede proporcionar ciertas ventajas sobre los campos de flujo convencionales.

La primera zona de recirculación (40) puede alcanzar una región de contraflujo (43) en el campo de flujo (14) asociada con el hueco entre electrodos (22) que tenga las suficientes fuerzas de campo de flujo (16) tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de precombustión (13) para alejar el núcleo de llama (44) de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), o reducir el movimiento o la velocidad hacia la superficie interna (30), o las superficies de extinción de llama, de la cámara de precombustión (13) (como se muestra en el ejemplo de la figura 7) para reducir la extinción del crecimiento de llama (39) provocada por la interacción con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) en comparación con los campos de
20 flujo convencionales. En cuanto a realizaciones específicas, las fuerzas de campo de flujo (16) en la región de contraflujo (43) pueden ser suficientes para alejar el núcleo de chispa (44) de las superficies de extinción y hacia la segunda zona de recirculación (41) (como se muestra en el ejemplo de la figura 7).

La segunda zona de recirculación (41) puede lograr, en comparación con los campos de flujo convencionales, un aumento de la proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) (aumento de masa de combustible por volumen o aumento de concentración de combustible) acercándose o hacia el centro de la cámara de precombustión (13) (o una disminución de masa de combustible por volumen que se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13)) que puede dar como resultado un aumento de las velocidades de combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de precombustión (13) dando como resultado un aumento de la velocidad de crecimiento de llama (39) y un aumento del impulso de los chorros de llama (15) desplegados en la cámara de combustión principal (3) del motor (1), en comparación con los campos de flujo convencionales (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 7).
30

La tercera zona de recirculación (42) logra, en comparación con los campos de flujo convencionales, un aumento de la mezcla de gases residuales con corrientes de llenado (35) para reducir en consecuencia las temperaturas superficiales y las temperaturas de los gases residuales dentro de la cámara de precombustión (13), reduciendo de este modo la tendencia a la auto-ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de precombustión (13).
40

Ahora se hace referencia principalmente a las figuras 3 a 5, que proporcionan comparaciones lado a lado de las cámaras de precombustión (13) que tienen sustancialmente la misma estructura en sección transversal. La figura 3 muestra un campo de flujo convencional (45) que no ha logrado el efecto ricochet. Las figuras 4 y 5 muestran realizaciones de las fuerzas de campo de flujo (16) de la invención en las que las corrientes de llenado (35) han creado el efecto ricochet. Como puede entenderse por comparación de la dirección y la velocidad de las fuerzas de campo de flujo (16) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 4) y las fuerzas de campo de flujo convencionales (47) (como se muestra en el ejemplo de la figura 3) (apuntando las puntas de flecha en la dirección del flujo y siendo la velocidad mayor al aumentar la longitud del cuerpo de flecha) dentro de las cámaras de precombustión respectivas (13), el campo de flujo convencional (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 3) da como resultado una mayor velocidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro del hueco entre electrodos (22) moviéndose hacia la superficie interna (30) en comparación con las fuerzas de campo de flujo (16) de la invención resultantes del efecto ricochet (como se muestra en el ejemplo de figura 4) que tiene una menor velocidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) hacia y se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13). La velocidad comparativamente mayor de la mezcla de combustible-oxidante (9) que se mueve hacia y se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) (como se muestra en el ejemplo de la figura 3), tal como el aislante central (17) (incluyendo uno cualquiera o más de la nariz (86), la esquina inferior de la nariz, la superficie lateral de la nariz), pueden tras la ignición mover o localizar en consecuencia el núcleo de llama (44) hacia las superficies de extinción del aislante central (17) (como se muestra en el ejemplo de la figura 6) en comparación con las fuerzas de campo de flujo (16) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 4) que tiene una menor velocidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) que se mueve hacia y se acerca a la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) que tras la ignición localiza comparativamente el núcleo de llama (44) más alejado de la superficie de extinción del aislante central (17) (como se muestra en el ejemplo de la
50
55
60
65

figura 7).

Ahora, haciendo referencia principalmente a la figura 5, en cuanto a ciertas realizaciones, la estructura de la cámara de precombustión (13) y los puertos de admisión (31) pueden lograr un efecto ricochet suficiente para generar realizaciones del campo de flujo (14) de la invención dentro de la cámara de precombustión (13) que tengan suficientes fuerzas de campo de flujo (16) para generar una región de contraflujo (43) en el hueco entre electrodos (22) e incluso extenderse alrededor del primer electrodo (18) y el segundo electrodo (21). La región de contraflujo (43) en lugar de reducir la velocidad de la mezcla de combustible-oxidante (9) hacia y acercándose a la superficie interna (30) como se logra mediante el ejemplo de la figura 4 puede, en comparación con las bujías de precámara convencionales, invertir la dirección de las fuerzas de campo de flujo (16) o crear la región de contraflujo (43) en la región del hueco entre electrodos (22), e incluso alrededor del primer electrodo (18) y el segundo electrodo (21), que se aleja de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) y, en general, hacia el centro de la cámara de precombustión (13). Tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9), las fuerzas de campo de flujo (16) pueden ser suficientes para alejar el núcleo de llama (44) de la superficie de extinción del aislante central (17) (como se muestra en el ejemplo de la figura 7) y mover el crecimiento de llama (39) hacia o en la segunda zona de recirculación (41) que tiene una masa aumentada de combustible por unidad de volumen o una proporción de mezcla de combustible-oxidante aumentada, en comparación con las bujías de precámara convencionales. La combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) en realizaciones de las fuerzas de campo de flujo (16) que alcanzan la región de contraflujo (43) en comparación con la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) en campos de flujo convencionales (45) puede producirse a velocidades sustancialmente aumentadas que producen chorros de llama (15) de impulso sustancialmente aumentado en la cámara de combustión principal (3) de un motor (1).

Ahora se hace referencia principalmente a la figura 6 y la figura 7, que proporcionan comparaciones lado a lado de las cámaras de precombustión (13) que tienen sustancialmente la misma estructura en sección transversal. La figura 6 muestra el crecimiento de llama convencional (46) en una cámara de precombustión (13) en la que las corrientes de llenado (35) no logran el efecto ricochet. La figura 7 muestra el crecimiento de llama de la invención (39) que se produce en las realizaciones del campo de flujo de la invención (14) que han logrado el efecto ricochet. Como puede entenderse, el campo de flujo convencional (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 6) dentro de una cámara de precombustión (13) tiene, tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9), velocidad suficiente dentro de la región del hueco entre electrodos (22) para mover el crecimiento de llama (39) hacia las superficies de extinción de llama del electrodo central (18), el aislante central (17) y la carcasa (23). En realizaciones específicas, la velocidad del campo de flujo (14) de la invención dentro del hueco entre electrodos (22) puede estar entre aproximadamente 1,0 metros por segundo y aproximadamente 100,0 metros por segundo. Como se ha expuesto anteriormente, una mayor interacción o conflagración del núcleo de llama (44) y el crecimiento de llama convencional (45) con las superficies de extinción puede reducir la velocidad a la que la mezcla de combustible-oxidante (9) se quema en la cámara de precombustión (13) y, en consecuencia, reduce la velocidad del crecimiento de llama y el impulso de los chorros de llama (15) desplegados en la cámara de combustión principal (3) de los motores (1).

Ahora se hace referencia principalmente a la figura 7, que ilustra el crecimiento de llama (39) en una cámara de precombustión (13) que tiene un campo de flujo (14) que ha logrado el efecto ricochet. El efecto ricochet confiere varias ventajas sobre los campos de flujo convencionales (45). En primer lugar, el efecto ricochet puede generar fuerzas de campo de flujo (16) en el hueco entre electrodos (22), como se ha descrito anteriormente, lo que puede ser suficiente para mover el núcleo de llama (44) dentro del hueco entre electrodos (22) lejos de la superficie interna (30) (por ejemplo, el aislante central (17) y la carcasa (23) en el ejemplo de la figura 7) que pueden impedir, detener o ralentizar (colectivamente "extinguir") el crecimiento de llama (39). Al reducir la interacción o la conflagración del núcleo de llama (44) con la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) que extingue el crecimiento de llama (39), puede haber un aumento sustancial en la velocidad de combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) en la cámara de precombustión (13). En segundo lugar, el movimiento del núcleo de llama (44) en el hueco entre electrodos (22) hacia el centro de la cámara de precombustión (13) puede favorecer el crecimiento de llama (39) en la dirección de la segunda zona de recirculación (41), que se ha descrito anteriormente, puede tener una mayor proporción de mezcla de combustible-oxidante (9) (mayor masa de combustible por unidad de volumen o mayor concentración de combustible) acercándose al centro de la cámara de precombustión (13). El movimiento del núcleo de llama (44) hacia una mayor concentración de combustible dentro de la cámara de precombustión (13) puede dar como resultado unas velocidades de combustión sustancialmente aumentadas de la mezcla de combustible-oxidante (9) dentro de la cámara de precombustión (13) y un impulso sustancialmente mayor de los chorros de llama (15) desplegados en la cámara de combustión principal (3) de un motor (1).

Ahora se hace referencia a la figura 8 que muestra una sección transversal 9/10-9/10 que permite la comparación de fuerzas de campo de flujo convencionales (47) en relación con la parte superior de electrodo (48) del electrodo central (18) de un electrodo de hueco en J (como se muestra en el ejemplo de la figura 9) y fuerzas de campo de flujo de la invención (49) en relación con la parte superior de electrodo (48) de un electrodo central configurado de manera similar (18) de un electrodo de hueco en J (como se muestra en el ejemplo de la figura 10).

Haciendo ahora referencia principalmente a la figura 9, las flechas representan las direcciones y velocidades de las

- fuerzas de campo de flujo convencionales (47) en el hueco entre electrodos (22) de un electrodo de hueco en J en bujías de precámara convencionales que no han logrado el efecto ricochet, descrito anteriormente. Como se muestra, el campo de flujo convencional (45) y las fuerzas de campo de flujo convencionales correspondientes (47) pueden desorganizarse sustancialmente con direcciones del campo de flujo (14) en varias direcciones que pueden dar como resultado regiones dentro del hueco entre electrodos (22) que tienen bajas velocidades de flujo o incluso zonas muertas (50) que no tienen campos de flujo (14). Esto puede dar como resultado una extinción ya que no hay fuerzas de campo de flujo (16) para alejar el núcleo de llama (44) de las superficies de extinción.
- Haciendo ahora referencia principalmente a la figura 10, las flechas representan las direcciones y velocidades de una realización de las fuerzas de campo de flujo (49) de la invención en el hueco entre electrodos (22) de un electrodo de hueco en J en realizaciones de la unidad de cámara de precombustión (13) de la invención que han logrado el efecto ricochet en relación con el hueco entre electrodos (22) de un electrodo de hueco en J, como se ha descrito con mayor detalle en el ejemplo de la figura 11. Como se muestra, las fuerzas de campo de flujo (49) de la invención y el campo de flujo (14) de la invención correspondiente pueden tener una organización o uniformidad comparativamente mayor con la dirección de flujo de la mezcla de combustible-oxidante (9) sustancialmente en una dirección, con mayor velocidad, y hacia fuera desde el hueco entre electrodos (22) y las superficies de extinción o combinaciones de los mismos. Esto puede reducir la extinción del núcleo de llama (44) ya que hay suficientes fuerzas de campo de flujo (16) para alejar rápidamente el núcleo de llama (44) de las superficies.
- Haciendo ahora referencia principalmente a la figura 11, la cámara de precombustión (13) y los puertos de admisión (31) (34) pueden configurarse con respecto a uno o más aspectos como se ha descrito anteriormente para lograr el ricochet de las corrientes de llenado (35) desde una o más localizaciones de punto (36) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) que encierra un primer electrodo (18) y un segundo electrodo (21) en una configuración de hueco en J. Como se muestra, una realización específica puede incluir un puerto de admisión axial (32) que dirige una corriente de llenado (35) hacia el segundo electrodo (21) (también denominado correa de conexión a tierra). Uno o más puertos de admisión laterales (34) (o un primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) y un segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34)) pueden configurarse para dirigir las corrientes de llenado (35) hacia las localizaciones de punto correspondientes (36) en la superficie interna opuesta (30) de la carcasa (23). La configuración de los uno o más puertos de admisión laterales (34) (o un primer conjunto (51)) puede dar como resultado un ángulo de incidencia (37) y un ángulo de desviación (38) en relación con las una o más localizaciones de punto (36) para rebotar hacia el hueco entre electrodos (22). Además, uno o más puertos de admisión laterales (34) o un segundo conjunto (52) pueden dirigirse hacia el hueco entre electrodos (22). El efecto combinado de las corrientes de llenado rebotadas y dirigidas (35) puede generar fuerzas de campo de flujo (49) de la invención ventajosas y campos de flujo (14) de la invención en la cámara de precombustión (13) que encierra los electrodos primero y segundo (18) (21) en forma de hueco en J.
- Ahora se hace referencia a las figuras 12 a 14 y 15 a 17, que muestran un crecimiento de llama convencional (46) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 12 a 14) tras la ignición de la mezcla de combustible-oxidante (9) de un campo de flujo convencional (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 9) en relación con un electrodo de hueco en J (18) (21) en comparación con el crecimiento de llama (39) de la invención (como se muestra en los ejemplos de las figuras 15 a 17) tras la ignición de la misma mezcla de combustible-oxidante (9) en el campo de flujo (14) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 10) en relación con un electrodo de hueco en J (18) (21) configurado de manera similar.
- Comparando ahora las figuras 12 y 15, la ignición y el crecimiento de llama convencional inicial (46) (como se muestra en el ejemplo de la figura 12) de la mezcla de combustible-oxidante (9) en un campo de flujo convencional (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 9) y la ignición y el crecimiento de llama inicial (39) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 15) de la mezcla de combustible-oxidante (9) en el campo de flujo (14) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 10) pueden ser similares a ciertas realizaciones, o, como en otras realizaciones, la chispa de ignición o el núcleo de llama inicial (44) pueden moverse sustancialmente por las fuerzas de campo de flujo (49) de la invención en comparación con estos mismos hechos en cuanto a las fuerzas de campo de flujo convencionales (47).
- Comparando ahora las figuras 13 y 16, el desarrollo posterior del crecimiento de llama (39) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 16) resultante de la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) del campo de flujo (14) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 10) en cuanto a ciertas realizaciones puede producirse a una mayor velocidad en comparación con el crecimiento de llama convencional (46) (como se muestra en el ejemplo de la figura 13) resultante de la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) del campo de flujo convencional (45) (como se muestra comparando los ejemplos de las figuras 13 y 16). Además, o en combinación con la mayor velocidad del crecimiento de llama (39), el crecimiento de llama (39) resultante de la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) del campo de flujo (14) de la invención puede moverse en la dirección del campo de flujo (14) de la invención en un mayor grado que el que se produce en el campo de flujo convencional (45) (como se muestra comparando los ejemplos de las figuras 13 y 16).
- Comparando ahora las figuras 14 y 17, el desarrollo sustancialmente aumentado del crecimiento de llama (39) (como se muestra en el ejemplo de la figura 17) resultante de la combustión de la mezcla de combustible-oxidante

(9) del campo de flujo (14) de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 10) en cuanto a ciertas realizaciones puede moverse hacia fuera desde el hueco entre electrodos (22) en un período de tiempo sustancialmente menor en comparación con el crecimiento de llama convencional (46) (como se muestra en el ejemplo de la figura 14) resultante de la combustión de la mezcla de combustible-oxidante (9) del campo de flujo convencional (45) (como se muestra en el ejemplo de la figura 9). La velocidad posterior del crecimiento de llama (39) dentro de la cámara de precombustión (13) de la invención puede continuar siendo mayor que en las bujías de precombustión convencionales.

Ahora se hace referencia principalmente a las figuras 18 a 24, cada una de las cuales ofrece un ejemplo de una configuración de un primer electrodo (18) y un segundo electrodo (21) en el extremo de disparo (53) de una bujía que puede utilizarse con realizaciones de una unidad de cámara de precombustión (2) de acuerdo con la invención; sin embargo, la invención no se limita a las configuraciones de electrodos mostradas en las figuras 18 a 24 que proporcionan un número suficiente de ejemplos para que los expertos en la materia fabriquen y usen la invención con una numerosa y amplia diversidad de configuraciones de electrodos diferentes.

Las realizaciones pueden incluir una bujía que incluye una cámara de precombustión (13) que, tras la instalación de dicha bujía, tiene una comunicación de fluidos con la cámara de combustión principal (3) de un motor (1) a través de uno o más puertos de admisión (31), estando al menos dos electrodos (18) (21) dispuestos dentro de dicha cámara de precombustión (3) que define un hueco entre electrodos (22) entre los mismos, caracterizada por que al menos un puerto de admisión (31) tiene una configuración tal que el flujo de la mezcla de combustible-oxidante a través de dicho al menos un puerto de admisión (31) en dicha cámara de precombustión reduce la velocidad de un crecimiento de llama (39) (o una llama creciente) formado después de la ignición a través de una chispa que salva el hueco entre electrodos (22) hacia y acercándose a una superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión.

La figura 18 representa el extremo de disparo (53) de un hueco entre electrodos de bujía de doble barra (como también se muestra en los ejemplos de las figuras 2-7). La estructura de electrodo de bujía de doble barra (54) se usa habitualmente en motores de gas natural (1) que queman biocombustibles tales como gases de vertedero y gases digestivos. Habitualmente, estos combustibles tienen un bajo contenido de energía y, por lo tanto, pueden ser susceptibles a la extinción durante el desarrollo inicial de la llama. El área de superficie del hueco entre electrodos relativamente pequeña, tal como la proporcionada por la configuración de doble barra, puede ser ventajosa para estas aplicaciones.

La figura 19 representa el extremo de disparo (53) de una estructura de electrodo de bujía de hueco en J convencional (55) (como también se muestra en los ejemplos de las figuras 8-17).

La figura 20 representa el extremo de disparo (53) de una estructura de electrodo de bujía anular (56). Este tipo de hueco entre electrodos (22) se usa habitualmente en motores de gas natural que requieren una mayor durabilidad de la bujía. El área de superficie del hueco entre electrodos es significativamente mayor que la de la estructura de electrodo de bujía de doble barra y hueco en J (55).

La figura 21 representa el extremo de disparo (53) de una estructura de electrodo de bujía masiva redonda (57). Este tipo de hueco entre electrodos (22) se usa habitualmente en motores de gas natural que requieren una durabilidad de bujía relativamente larga. El área de superficie del hueco entre electrodos puede ser mayor que la del hueco entre electrodos de bujía anular (56).

La figura 22 representa el extremo de disparo (53) de una estructura de electrodo de bujía de tres puntas (58). Este tipo de hueco entre electrodos (22) puede usarse en motores de gas natural que funcionan a densidades de potencia de motor relativamente más bajas.

La figura 23 representa el extremo de disparo de una estructura de electrodo de bujía masiva cuadrada (59). Este tipo de hueco entre electrodos (22) se usa en motores de gas natural que funcionan a densidades de potencia de motor relativamente más altas.

La figura 24 representa el extremo de disparo (53) de una estructura de electrodo de bujía de 4 palas (60). Este tipo de hueco entre electrodos (22) puede usarse en motores de gas natural que funcionan a densidades de potencia de motor relativamente más altas. A diferencia de los huecos entre electrodos de tipo masivo, el hueco entre electrodos de tipo pala puede diseñarse para reducir la obstrucción aerodinámica de los electrodos.

Ahora se hace referencia a las figuras 25 a 38, que proporcionan ejemplos de funcionamiento de realizaciones específicas de la invención que logran el efecto ricochet y presentan las ventajas descritas anteriormente de lograr el efecto ricochet; sin embargo, no se pretende que los ejemplos de funcionamiento sean limitantes sino más bien suficientes junto con la descripción y las figuras proporcionadas en el presente documento para que los expertos en la materia fabriquen y usen una numerosa y amplia diversidad de realizaciones de unidades de cámara de precombustión (2) de acuerdo con la invención.

EJEMPLO 1. DOBLE HUECO ENTRE ELECTRODOS DE DOBLE BARRA.

Ahora se hace referencia principalmente a las figuras 25 a 29, que proporcionan un ejemplo de funcionamiento de una realización específica de la unidad de precámara (2) de la invención que tiene un primer electrodo (18) en forma de un electrodo central (63) y un segundo electrodo (21) en forma de un electrodo de doble barra conectado a tierra (54) (como se muestra en el ejemplo de la figura 18) en forma de una primera barra (61) y una segunda barra (62) dispuestas a una distancia de separación con el primer electrodo (18) en forma de un electrodo central (63) que tiene una localización entre la primera barra (61) y la segunda barra (62) para proporcionar un hueco de doble electrodo (como se muestra en el ejemplo de la figura 18 y los ejemplos de las figuras 2 a 7). Un aislante central (17) rodea el electrodo central (63). Una carcasa metálica (23) recubre el electrodo central (63) y se extiende hacia fuera para proporcionar una cámara de precombustión (13) que tiene una superficie externa de carcasa generalmente cilíndrica (24) y una superficie interna de cámara de precombustión de carcasa generalmente cilíndrica (30) que rodea el aislante central (17) y el primer electrodo (18) y el segundo electrodo (21). La cámara de precombustión (13) tiene una parte superior de cámara de precombustión generalmente plana (64) (como se muestra en los ejemplos de las figuras 25 a 29). Puede proporcionarse un diámetro interior de cámara de precombustión (65) en el intervalo de aproximadamente 9 mm y aproximadamente 13 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 29). La cámara de precombustión (13) puede tener una profundidad de inserción (66) (la parte de la superficie externa (28) que se extiende dentro de la cámara de combustión principal (3)) de entre aproximadamente 6 mm y aproximadamente 8 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 29).

La relación de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) puede encerrar un volumen total (67) de entre aproximadamente 800 mm³ y aproximadamente 1000 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 25). La configuración de la cámara de precombustión (13) delante del hueco entre electrodos (22) puede encerrar un primer volumen de cámara de precombustión (68) de entre aproximadamente 350 mm³ y aproximadamente 450 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 26). El primer volumen de cámara de precombustión (68) puede ajustarse, por ejemplo, aumentando o disminuyendo el diámetro interior de cámara de precombustión (65) de la superficie interna cilíndrica (30) que define el primer volumen de cámara de precombustión (68). La configuración de la cámara de precombustión (13) hacia atrás del hueco entre electrodos (22) puede encerrar un segundo volumen de cámara de precombustión (69) de entre aproximadamente 450 mm³ y aproximadamente 550 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 27). El segundo volumen de cámara de precombustión (69) puede ajustarse, por ejemplo, aumentando o disminuyendo el diámetro interior de cámara de precombustión (65) de la superficie interna cilíndrica (30) que define el segundo volumen de cámara de precombustión (69). El ejemplo de las figuras 25-29, tiene un primer volumen de precámara (68) definido por un mayor diámetro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) y tiene un segundo volumen de precámara (69) definido por un menor diámetro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), respectivamente. La altura (70) del primer volumen de cámara de precombustión (68) puede estar en el intervalo de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 5 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 29).

La cámara de precombustión (13) ya se forme por la extensión de la carcasa (23) o por el acoplamiento de un elemento de cámara de precombustión (26) a la base de la carcasa (23), o de otro modo, puede tener un puerto de admisión axial (32) alineado sustancialmente de manera axial con el eje longitudinal central (33) de la unidad de precámara (2) (como se muestra en el ejemplo de la figura 29). El puerto de admisión axial (32) puede tener una longitud (71) a lo largo del eje longitudinal (33) entre la superficie externa (28) y la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) en el intervalo de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 4 mm (que es el espesor de la pared de cámara de precombustión (27)) (como se muestra en el ejemplo de la figura 29). El puerto de admisión axial (32) puede tener un diámetro (72) de entre aproximadamente 1 milímetro y aproximadamente 2 milímetros (como se muestra en el ejemplo de la figura 29).

Haciendo ahora referencia principalmente a la figura 28, cada uno de los puertos de admisión laterales (34) puede tener un diámetro (72) en el intervalo de aproximadamente 1 mm y aproximadamente 2 milímetros ("mm") (como se muestra en el ejemplo de la figura 28). Cada puerto de admisión lateral (34) puede tener una abertura de puerto externa (73) localizada radialmente hacia fuera del puerto de admisión axial (32) en un primer radio (75) de entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 7 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 28). Cada uno de los puertos de admisión laterales (34) puede comunicarse entre la superficie externa (28) y la superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un ángulo de puerto de admisión lateral (78) en el intervalo de aproximadamente 20 grados y aproximadamente 30 grados (como se muestra en el ejemplo de la figura 28) para localizar en consecuencia una abertura de puerto interna (74) en la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) (como se muestra en el ejemplo de la figura 28).

EJEMPLO 2. ELECTRODO DE HUECO EN J.

Ahora se hace referencia principalmente a las figuras 30 a 38, que ofrecen un ejemplo de funcionamiento de una realización específica de la unidad de precámara (2) de la invención que tiene un primer electrodo (18) en forma de un electrodo central (63) y un segundo electrodo (21) en forma de un electrodo en J conectado a tierra (también mostrado en el ejemplo de las figuras 19 y 10-11 y 15-17) dispuesto a una distancia axialmente por encima del electrodo central (63) para proporcionar un hueco entre electrodos (22) (como se muestra en el ejemplo de la figura

30). Un aislante central (17) rodea el electrodo central (63). Una carcasa metálica (23) recubre el electrodo central (63) y se extiende hacia fuera para proporcionar una cámara de precombustión (13) que tiene una superficie externa de carcasa generalmente cilíndrica (24) y una superficie interna generalmente cilíndrica (30) que rodea el aislante central (17) y el primer electrodo (18) y el segundo electrodo (21). El extremo sustancialmente cerrado de la cámara de precombustión cilíndrica (13) tiene una parte superior de cámara de precombustión plana (64) (como se muestra en los ejemplos 30-38). El diámetro interior de cámara de precombustión (65) puede proporcionarse en el intervalo de aproximadamente 9 mm y aproximadamente 13 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 34). La cámara de precombustión (13) puede tener una profundidad de inserción (66) (la parte que se extiende dentro de la cámara de combustión principal (3)) de entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 5 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 34).

La relación de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13) puede encerrar un volumen total (67) de entre aproximadamente 800 mm³ y aproximadamente 1000 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 30). La configuración de la cámara de precombustión (13) por delante del hueco entre electrodos (22) puede encerrar un primer volumen de cámara de precombustión (68) de entre aproximadamente 550 mm³ y aproximadamente 650 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 31). El primer volumen de cámara de precombustión (68) puede ajustarse, por ejemplo, aumentando o disminuyendo el diámetro interior de cámara de precombustión (65) de la superficie interna cilíndrica que define el primer volumen de cámara de precombustión (68). La configuración de la cámara de precombustión (13) hacia atrás del hueco entre electrodos (22) puede encerrar un segundo volumen de cámara de precombustión (69) de entre aproximadamente 250 mm³ y aproximadamente 350 mm³ (como se muestra en el ejemplo de la figura 32). El segundo volumen de cámara de precombustión (69) puede ajustarse, por ejemplo, aumentando o disminuyendo el diámetro interior de cámara de precombustión (65) de la superficie interna cilíndrica que define el segundo volumen de cámara de precombustión (69). El ejemplo de las figuras 30 a 38 tiene un primer volumen de precámara (68) definido por un mayor diámetro de la superficie interna de la cámara de precombustión (13) y tiene un segundo volumen de precámara (69) definido por un menor diámetro de la superficie interna (30) de la cámara de precombustión (13), respectivamente. La altura (70) del primer volumen de cámara de precombustión (68) medido desde aproximadamente la parte superior de electrodo (48) del electrodo central (63) a la superficie interna de la parte superior de cámara de precombustión (64) puede estar en el intervalo de aproximadamente 6 mm a aproximadamente 8 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 34).

La cámara de precombustión (13) ya se forme por la extensión de la carcasa (23) o por el acoplamiento de un elemento de cámara de precombustión (26) a la base de la carcasa (23), o de otro modo, puede tener un puerto de admisión axial (32) alineado sustancialmente de manera axial con el eje longitudinal central (33) de la unidad de precámara (2) (como se muestra en el ejemplo de la figura 34). El puerto de admisión axial (32) puede tener una longitud (71) a lo largo del eje longitudinal (33) entre la superficie externa (28) y la superficie interna (30) de la parte superior de cámara de precombustión (64) en el intervalo de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 4 mm (que es el espesor de la pared de cámara de precombustión (27)) (como se muestra en el ejemplo de la figura 34). El puerto de admisión axial (32) puede tener un diámetro (72) de entre aproximadamente 1 milímetro y aproximadamente 2 milímetros ("mm") (como se muestra en el ejemplo de la figura 33).

Como se muestra en la figura 33, la cámara de precombustión (13) puede incluir entre seis y ocho puertos de admisión laterales (34) localizados radialmente hacia fuera y, en general, espaciados radialmente de manera equidistante alrededor del puerto de admisión axial (32). Los puertos de admisión laterales (34) pueden comprender un primer conjunto (51) de entre tres y cuatro puertos de admisión laterales (34) y un segundo conjunto (52) de entre tres y cuatro puertos de admisión laterales (34), pudiendo cada uno de los conjuntos (51) (52) tener una estructura diferente.

Haciendo ahora referencia principalmente a las figuras 35 y 36, cada uno del primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) puede tener un diámetro (72) en el intervalo de aproximadamente 1 mm y aproximadamente 2 milímetros ("mm") (como se muestra en el ejemplo de la figura 33). Cada uno del primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) puede tener una abertura de puerto externa (73) localizada radialmente hacia fuera del eje longitudinal central (33) en un primer radio (75) de entre aproximadamente 6 mm y aproximadamente 8 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 36). Cada uno del primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) puede tener una desviación de remolino (77) de entre 3 mm y 4 mm que define la distancia perpendicular entre el eje central de puerto de admisión lateral (76) y el eje longitudinal central (33) de la unidad de precámara de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 35). Cada uno del primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) puede comunicarse entre la superficie externa (28) y la superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un ángulo de puerto de admisión lateral (78) en el intervalo de aproximadamente 25 grados a aproximadamente 35 grados (como se muestra en el ejemplo de la figura 36). La abertura de puerto externa (73) de cada uno del primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) podría espaciarse de manera equidistante y con un único puerto de admisión lateral (34) localizado en un primer ángulo de índice (79) de aproximadamente 30 grados a aproximadamente 40 grados desde la localización de referencia (80) del electrodo de correa conectado a tierra (21) (como se muestra en el ejemplo de la figura 35).

Haciendo ahora referencia principalmente a las figuras 37 y 38, cada uno del segundo conjunto (52) de puertos de admisión lateral (34) puede tener un diámetro (72) en el intervalo de aproximadamente 1 mm y aproximadamente 2

milímetros (“mm”) (como se muestra en el ejemplo de la figura 33). Cada uno del segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34) puede tener una abertura de puerto externa (73) localizada radialmente hacia fuera del eje longitudinal central (33) en un segundo radio (81) de entre aproximadamente 7 mm y aproximadamente 9 mm (como se muestra en el ejemplo de la figura 38). Cada uno del segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34) puede tener una segunda desviación de remolino (83) de entre 1 mm y 2 mm que define la distancia perpendicular entre el eje central de puerto de admisión lateral (82) y el eje longitudinal central (33) de la unidad de precámara de la invención (como se muestra en el ejemplo de la figura 37). Cada uno del segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34) puede comunicarse entre la superficie externa (28) y la superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un segundo ángulo de puerto de admisión lateral (84) en el intervalo de aproximadamente 50 grados a aproximadamente 60 grados (como se muestra en el ejemplo de la figura 38). La abertura de puerto externa (73) de cada uno del segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34) podrían espaciarse de manera equidistante y con un único puerto de admisión lateral (34) localizado en un segundo ángulo de índice (85) de aproximadamente 80 grados a aproximadamente 100 grados desde la localización de referencia (80) del electrodo de correa conectado a tierra (21) (como se muestra en el ejemplo de la figura 37).

REIVINDICACIONES

1. Un método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13), que comprende
- 5 proporcionar una cámara de precombustión (13) que comprende:
un primer electrodo (18) y un segundo electrodo (21) dispuestos dentro de la cámara de precombustión (13), estando el primer electrodo (18) y el segundo electrodo (21) dispuestos a una distancia de separación entre sí para proporcionar un hueco entre electrodos (22);
al menos un puerto de admisión (31) que se comunica entre una superficie externa (28) y una superficie interna (30)
- 10 de dicha cámara de precombustión (13); estando el al menos un puerto de admisión (31) configurado para dirigir al menos una corriente de llenado (35) de dicha mezcla de combustible-oxidante (9) en dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13); e
introducir al menos una corriente de llenado de la mezcla de combustible-oxidante (9) en la cámara de precombustión (13) a través del al menos un puerto de admisión,
- 15 caracterizado por que dicho al menos un puerto de admisión (31) está configurado para dirigir al menos una corriente de llenado (35) directamente hacia un aislante central (17) colocado en el centro de dicha cámara de precombustión (13) para que rebote desde dicho aislante central para generar fuerzas de campo de flujo (16) en el hueco entre electrodos sustancialmente en una dirección.
- 20 2. El método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13) de la reivindicación 1, que comprende además configurar dicho al menos un puerto de admisión (31) para dirigir al menos una corriente de llenado (35) hacia uno o más electrodos (18, 21) dentro de dicha cámara de precombustión (13).
3. El método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13) de la reivindicación 1, que comprende además configurar dicho al menos un puerto de admisión (31) para dirigir al menos
- 25 una corriente de llenado (35) hacia una carcasa (23) de dicha cámara de precombustión (13).
4. El método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13) de la reivindicación 1, que comprende además configurar dicho al menos un puerto de admisión (31) para dirigir al menos
- 30 una corriente de llenado (35) de dicha mezcla de combustible-oxidante (9) hacia al menos una localización de punto (36) en dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13) seleccionada del grupo que consiste en: una nariz central (86) del aislante central (17), una esquina superior de dicha nariz central de dicho aislante central, uno o más electrodos (18, 21), y dicha carcasa (23).
- 35 5. El método de distribución de una mezcla de combustible-oxidante (9) en una cámara de precombustión (13) de la reivindicación 1, que comprende además hacer rebotar dicha al menos una corriente de llenado (35) desde dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13) para lograr una interacción reducida de dicho núcleo de llama (44) con dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13).
- 40 6. Una unidad de precámara (2), que comprende:
un primer electrodo (18) y un segundo electrodo (21) dispuestos a una distancia de separación entre sí para proporcionar un hueco entre electrodos (22);
una cámara de precombustión (13) que encierra al menos parcialmente dicho primer electrodo (18) y dicho segundo electrodo (21); y
- 45 al menos un puerto de admisión (31) que se comunica entre una superficie externa (28) y una superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13), estando dicho al menos un puerto de admisión (31) configurado para dirigir al menos una corriente de llenado (35) hacia dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13) para reducir la interacción de un núcleo de llama (44) con dicha superficie interna (30) de dicha cámara de precombustión (13),
- 50 caracterizada por que dicho al menos un puerto de admisión (31) está configurado para dirigir al menos una corriente de llenado (45) directamente hacia un aislante central (17) colocado en el centro de dicha cámara de precombustión (13) para que rebote desde dicho aislante central para generar fuerzas de campo de flujo (16) en dicho hueco entre electrodos sustancialmente en una dirección.
- 55 7. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 6, en la que dicho al menos un puerto de admisión (31) comprende un puerto de admisión axial (32) alineado sustancialmente de manera axial con un eje longitudinal central (33) de dicha unidad de precámara (2) y entre cuatro puertos de admisión laterales (34) y seis puertos de admisión laterales (34), cada uno localizado radialmente hacia fuera de dicho puerto de admisión axial (32) en un radio (75) de entre aproximadamente 5 milímetros y aproximadamente 7 milímetros.
- 60 8. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 6, en la que dicho al menos un puerto de admisión (31) comprende un puerto de admisión axial (32) alineado sustancialmente de manera axial con un eje longitudinal central (33) de dicha unidad de precámara (2) y una pluralidad de puertos de admisión laterales (34) y en la que cada uno de dicha pluralidad de puertos de admisión laterales (34) se comunica entre dicha superficie externa (28) y dicha superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un ángulo de puerto de admisión lateral (78) en el intervalo de entre aproximadamente 20 grados y aproximadamente 30 grados.
- 65

- 5 9. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 6, en la que dicho al menos un puerto de admisión (31) comprende un puerto de admisión axial (32) alineado sustancialmente de manera axial con un eje longitudinal central (33) de dicha unidad de precámara (2) y un primer conjunto (51) de entre tres puertos de admisión laterales (34) y cuatro puertos de admisión laterales (34), teniendo cada uno de los mismos una abertura de puerto externa (73) localizada radialmente hacia fuera de dicho puerto de admisión axial (32) en un primer radio (75) de entre aproximadamente 6 milímetros y aproximadamente 8 milímetros, teniendo dicho primer conjunto (51) una desviación de remolino (77) de entre aproximadamente 3 milímetros y aproximadamente 4 milímetros que proporciona un ángulo de índice (79) de dicha abertura de puerto externa (73) en relación con dicho segundo electrodo (21) de entre aproximadamente 30 grados y aproximadamente 40 grados.
- 10 10. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 9, en la que cada uno de dicho primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) se comunica entre dicha superficie externa (28) y dicha superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un ángulo de puerto de admisión lateral (78) en el intervalo de entre aproximadamente 25 grados y aproximadamente 35 grados.
- 15 11. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 9, que comprende además un segundo conjunto (52) de puertos de admisión laterales (34) que comprende entre tres puertos de admisión laterales (34) y cuatro puertos de admisión laterales (34), teniendo cada uno de los mismos una abertura de puerto externa (73) localizada radialmente hacia fuera de dicho puerto de admisión axial (32) en un segundo radio (81) de entre aproximadamente 7 milímetros y aproximadamente 9 milímetros, teniendo dicho segundo conjunto (52) una desviación de remolino (83) de aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 2 milímetros que proporciona un ángulo de índice (85) de dicha abertura de puerto externa (73) en relación con dicho segundo electrodo (21) en el intervalo de entre aproximadamente 80 grados y aproximadamente 100 grados.
- 20 12. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 11, en la que cada uno de dicho primer conjunto (51) de puertos de admisión laterales (34) se comunica entre dicha superficie externa (28) y dicha superficie interna (30) de la pared de cámara de precombustión (27) hacia dentro en un ángulo de puerto de admisión lateral (84) en el intervalo de entre aproximadamente 50 grados y aproximadamente 60 grados.
- 25 13. La unidad de precámara (2) de la reivindicación 6, en la que al menos un puerto de admisión está configurado para desarrollar fuerzas de campo de flujo (16) que aumentan la mezcla de una cantidad de gases residuales dentro de dicha cámara de precombustión (13) con dichas corrientes de llenado (35) para reducir la temperatura de dicha superficie interna (30) de dicha precámara o dicha cantidad de gases residuales.
- 30

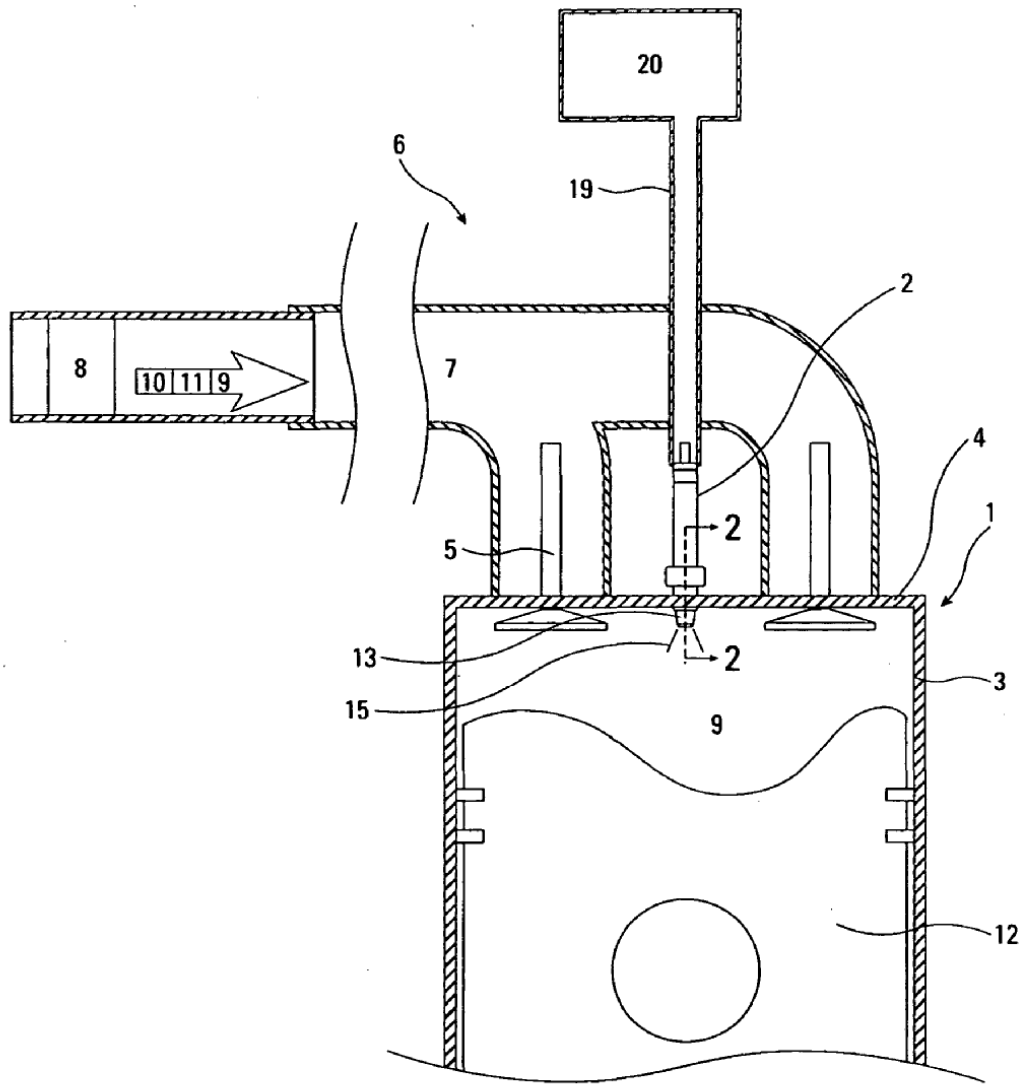


Fig. 1

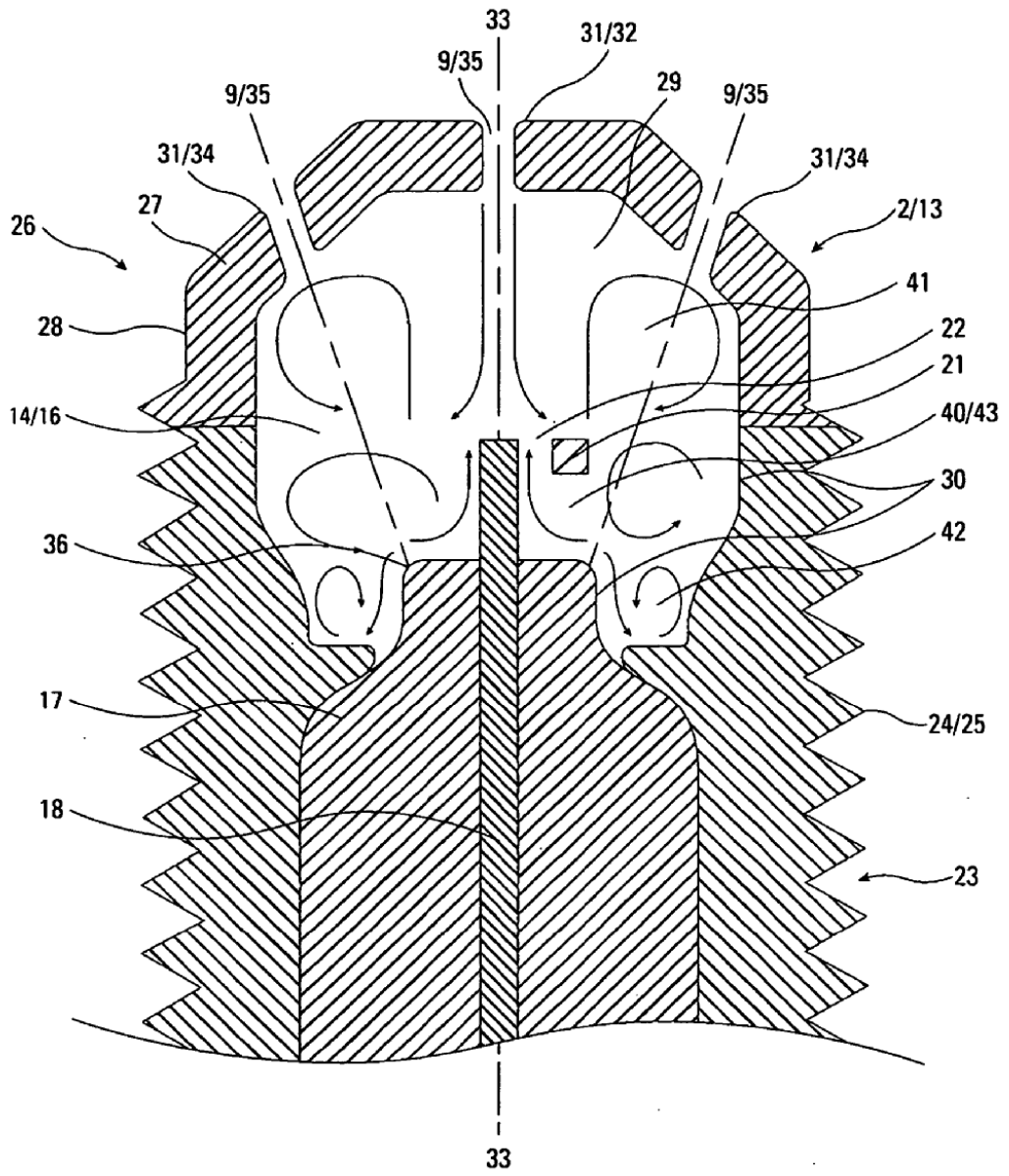


Fig. 2

Técnica convencional

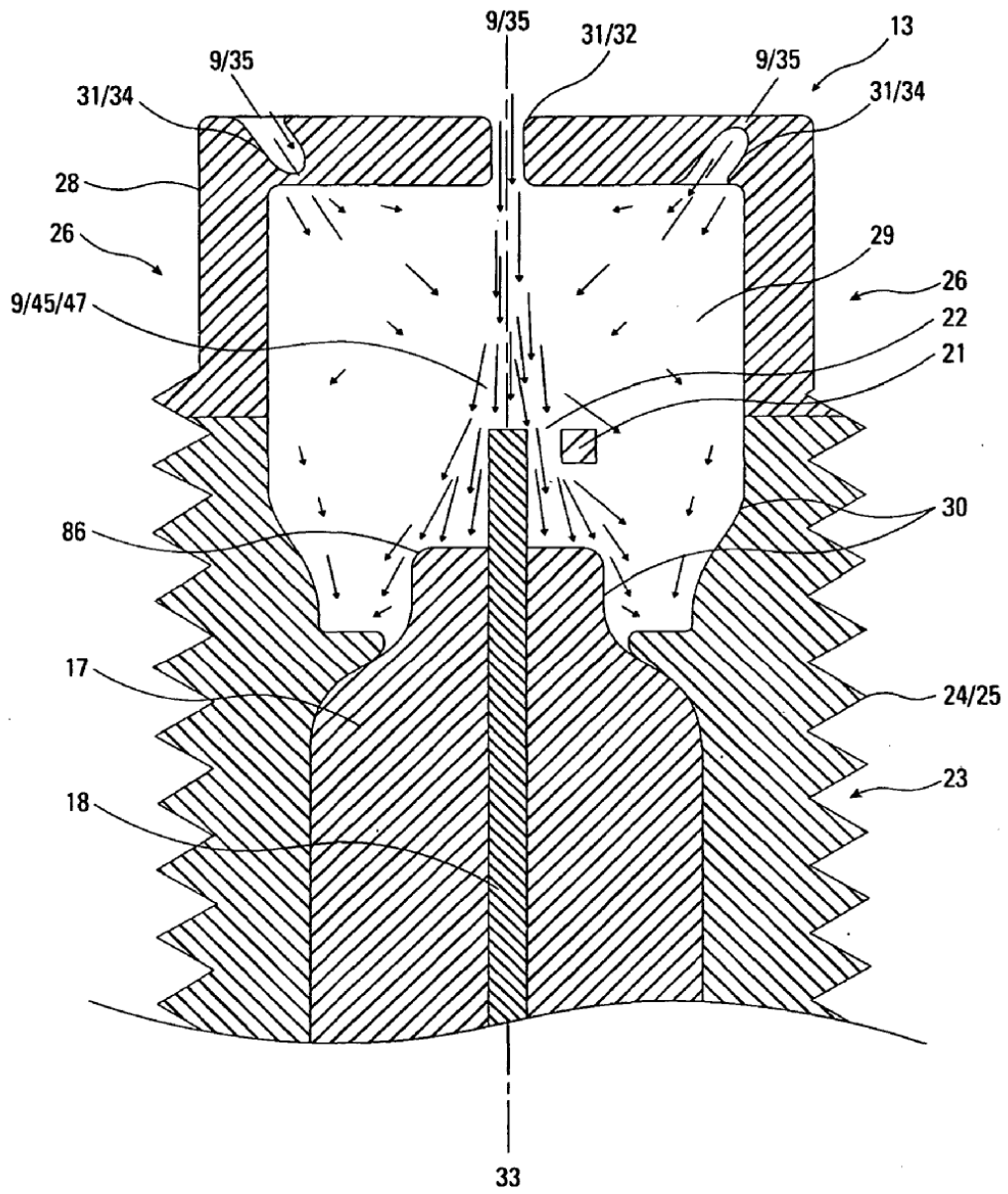


Fig. 3

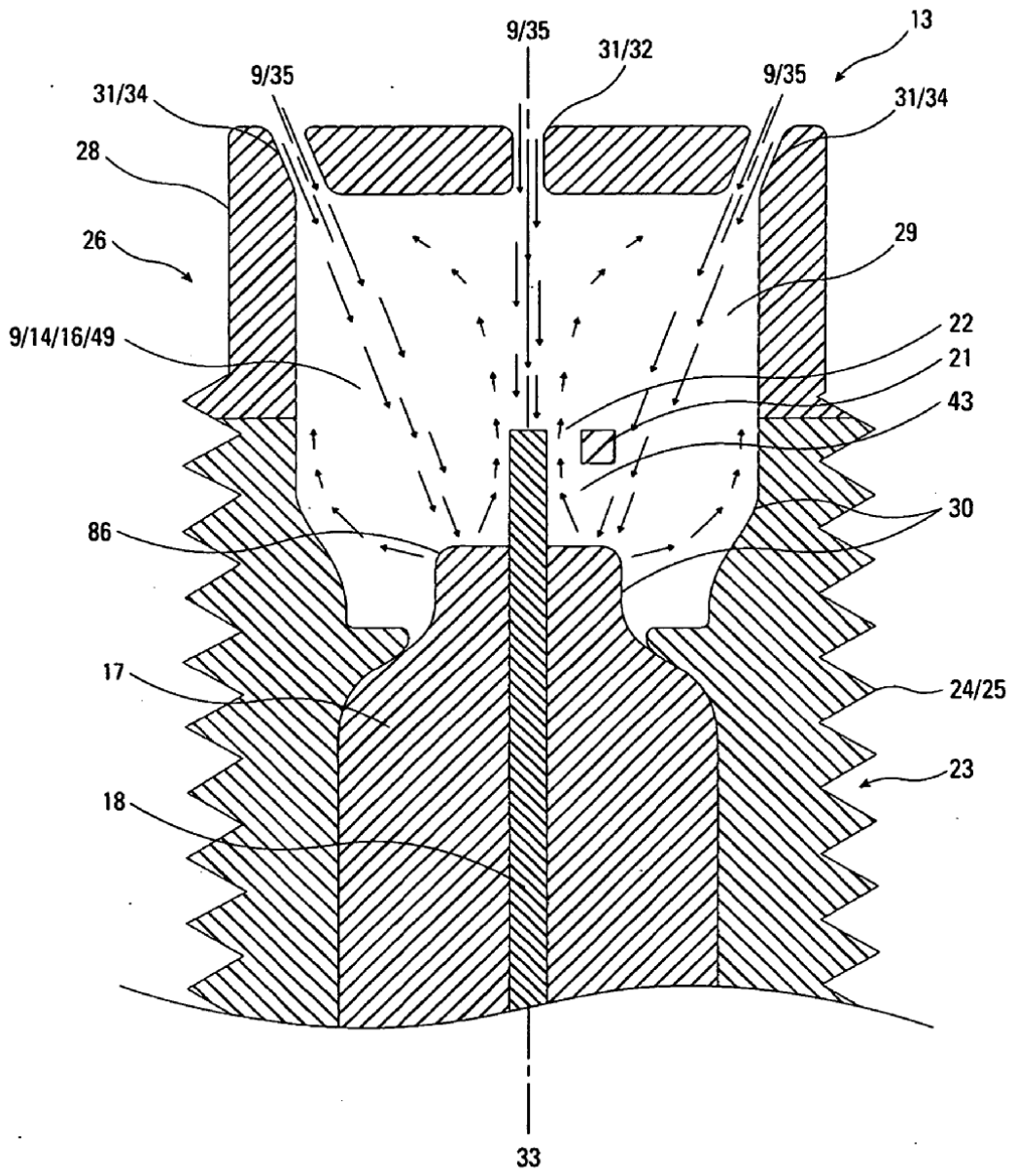


Fig. 5

Técnica convencional

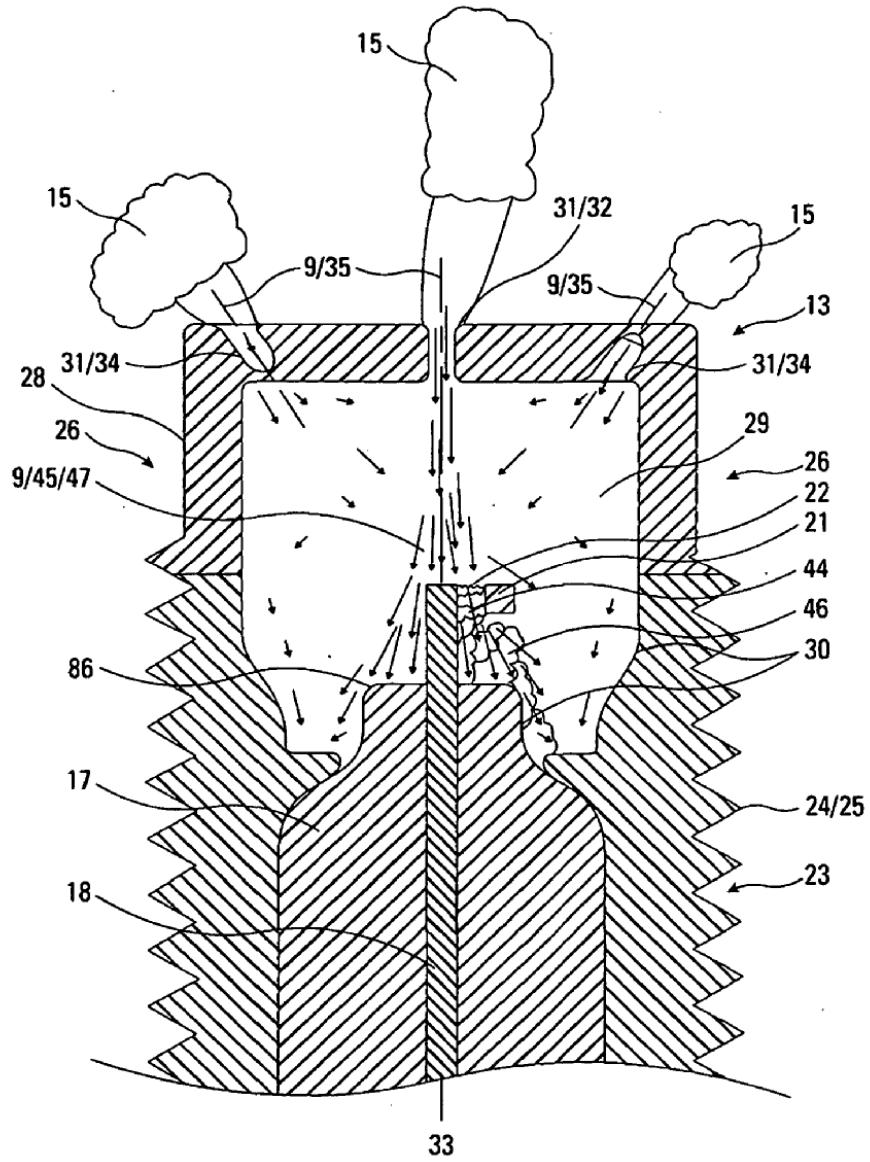


Fig. 6

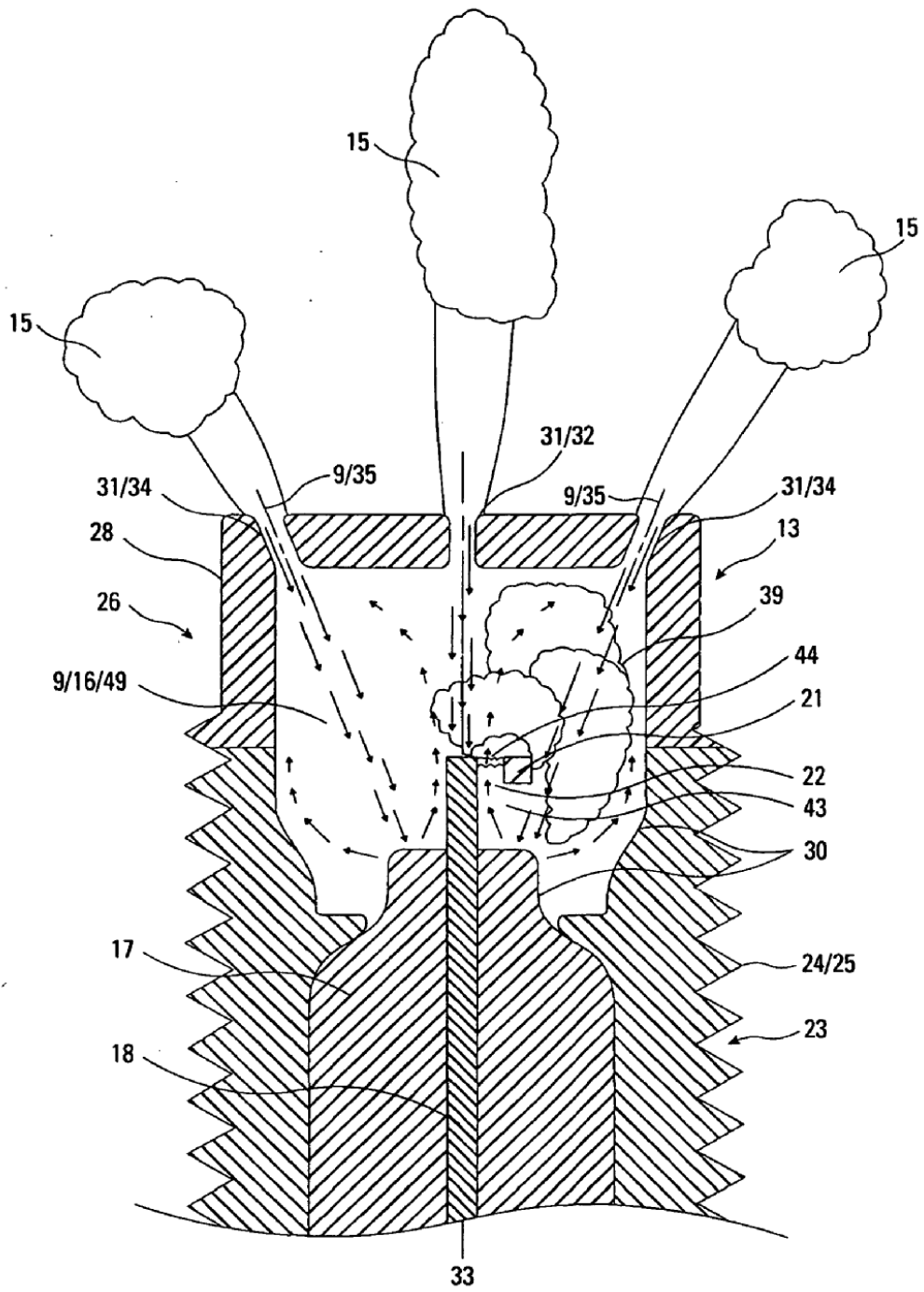
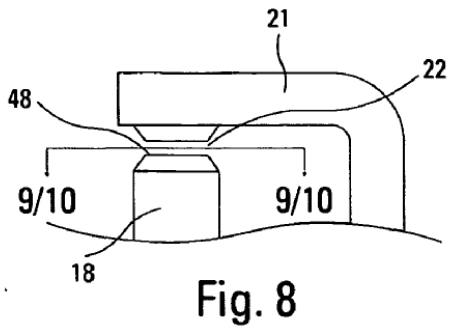


Fig. 7



Técnica convencional

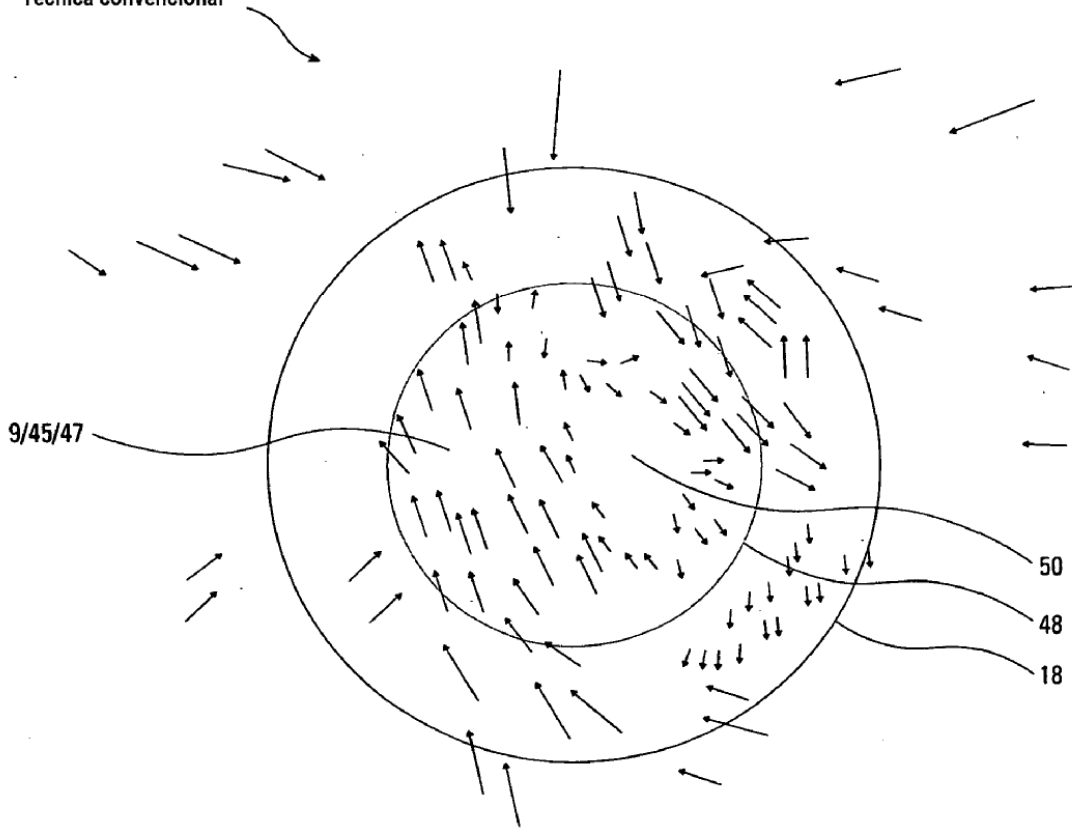


Fig. 9

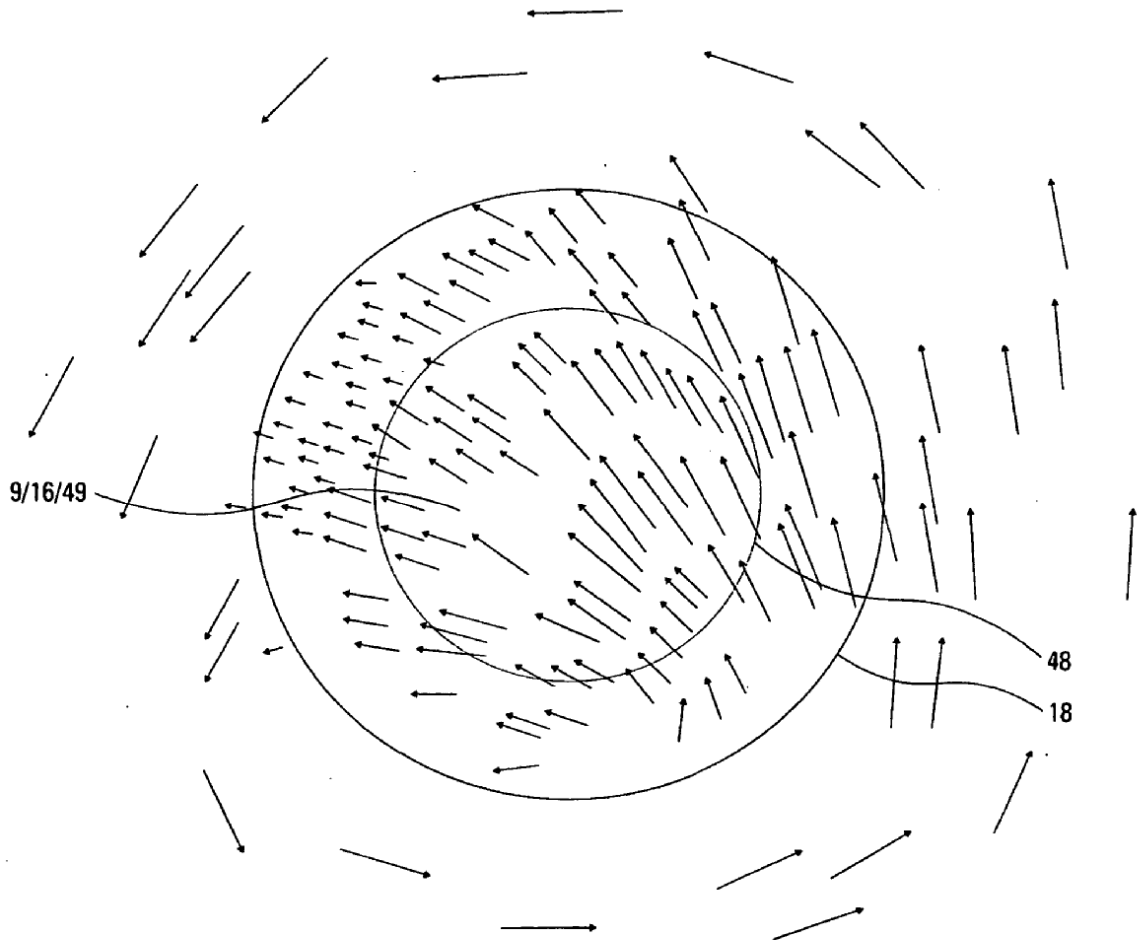


Fig. 10

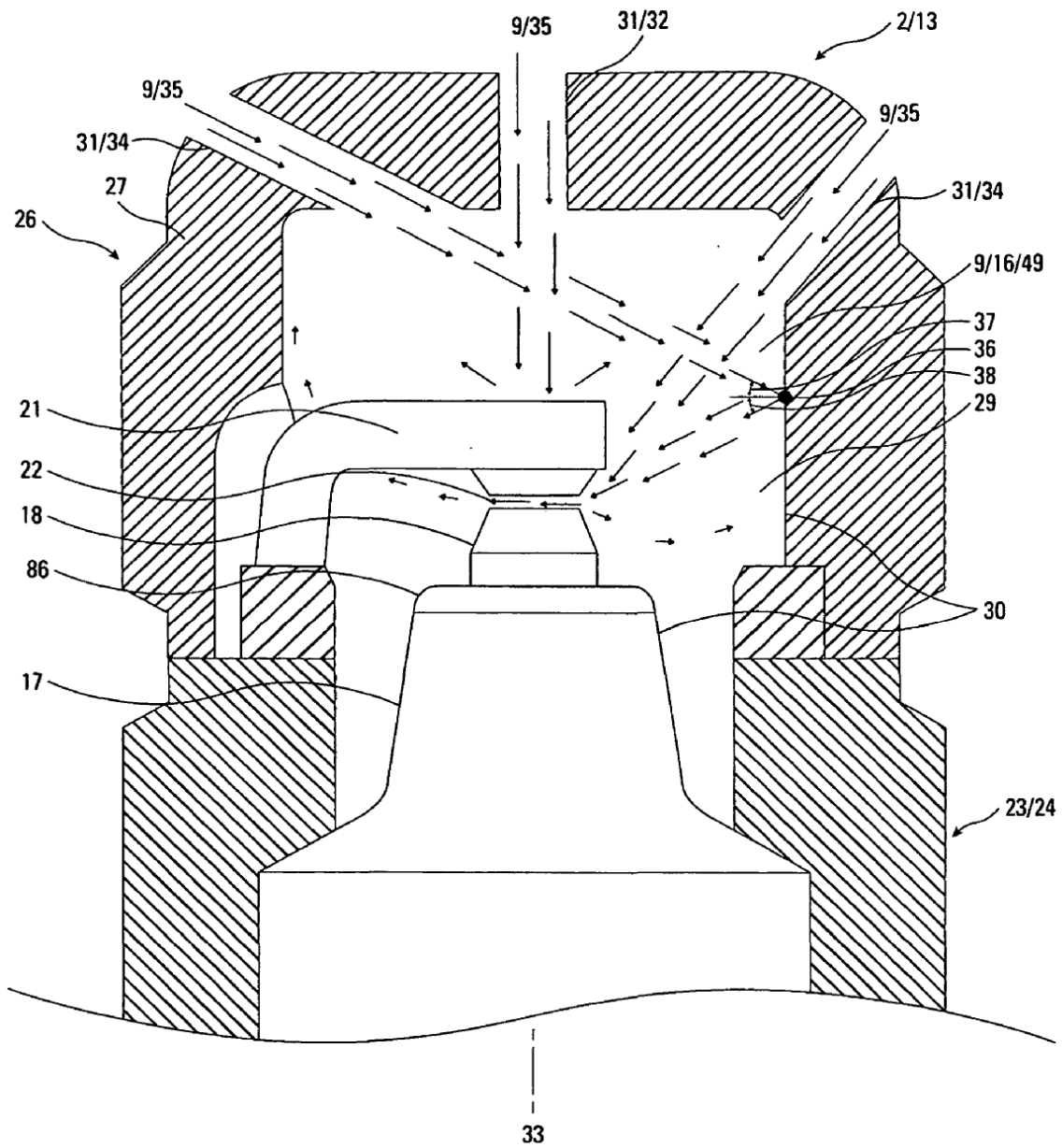


Fig. 11

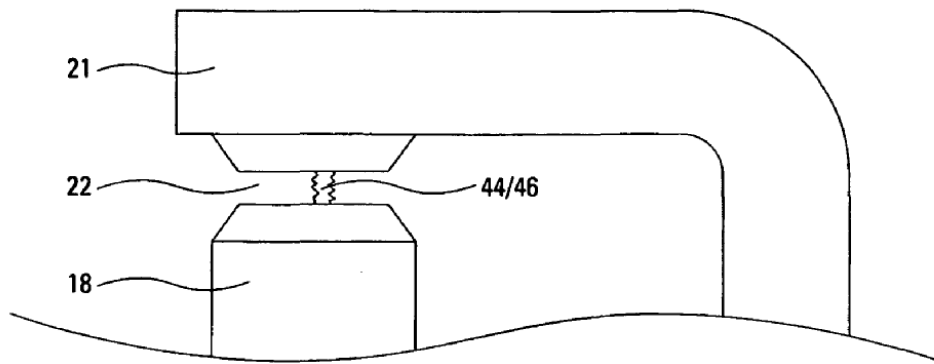


Fig. 12

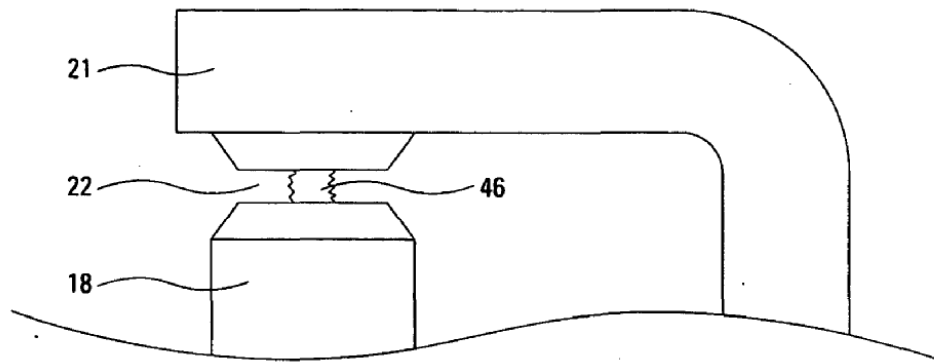


Fig. 13

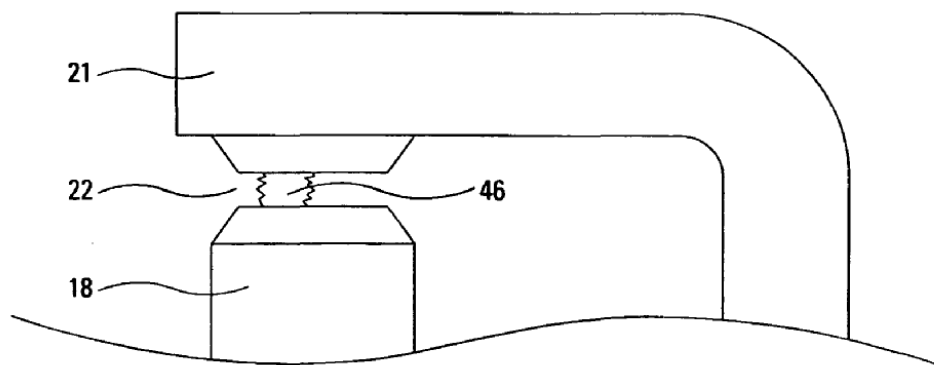


Fig. 14

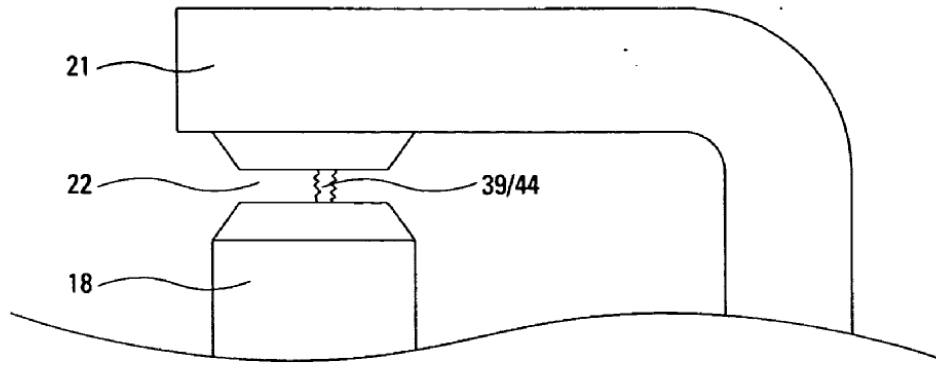


Fig. 15

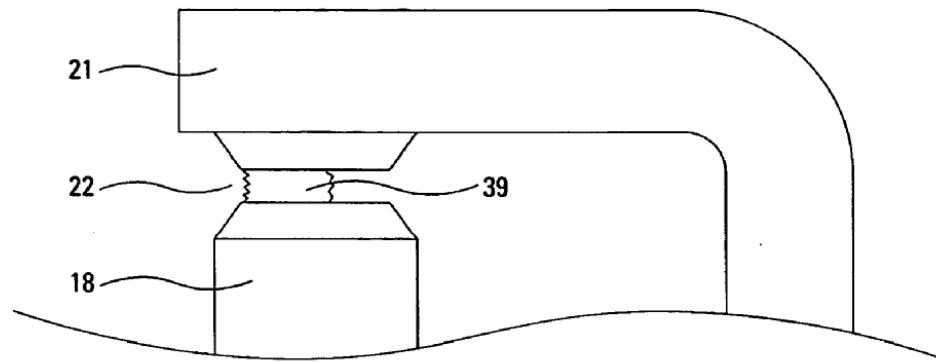


Fig. 16

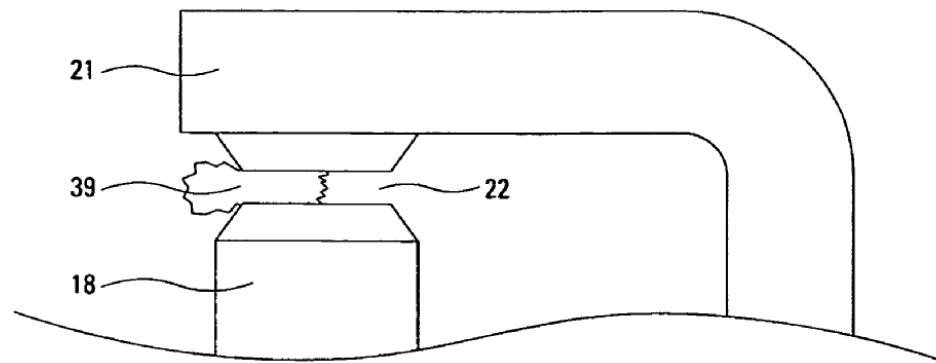


Fig. 17

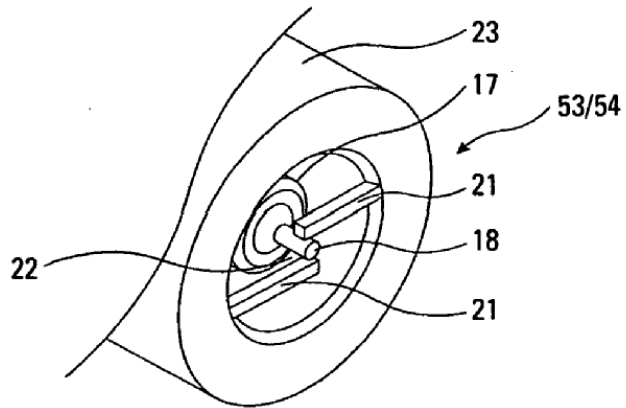


Fig. 18

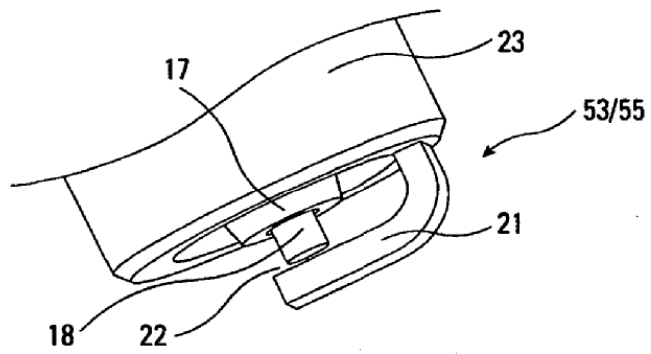


Fig. 19

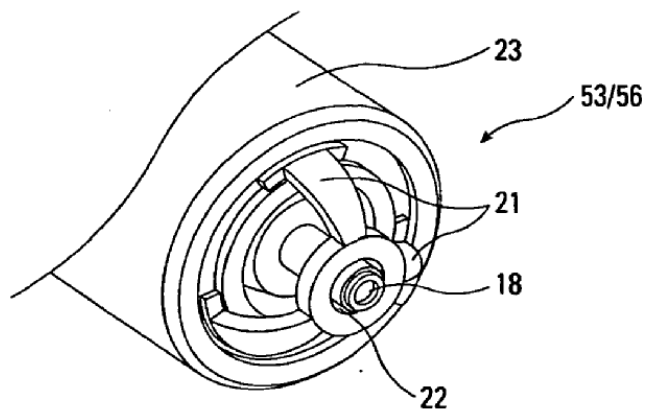


Fig. 20

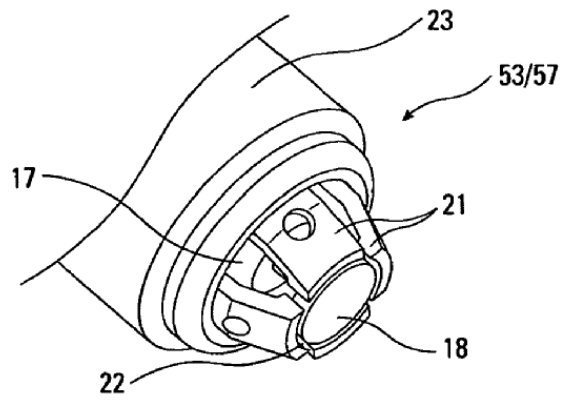


Fig. 21

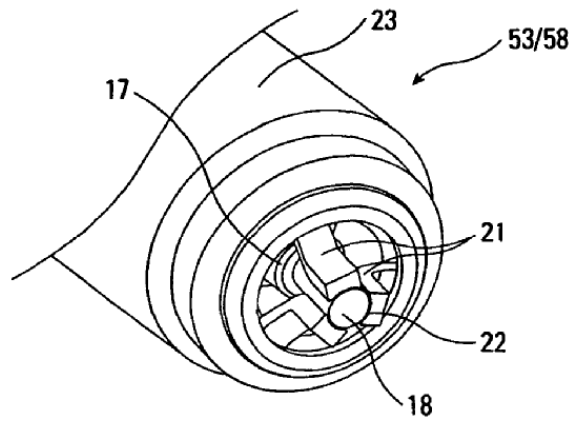


Fig. 22

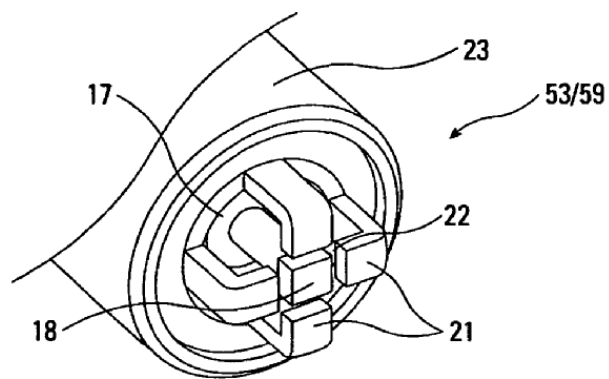


Fig. 23

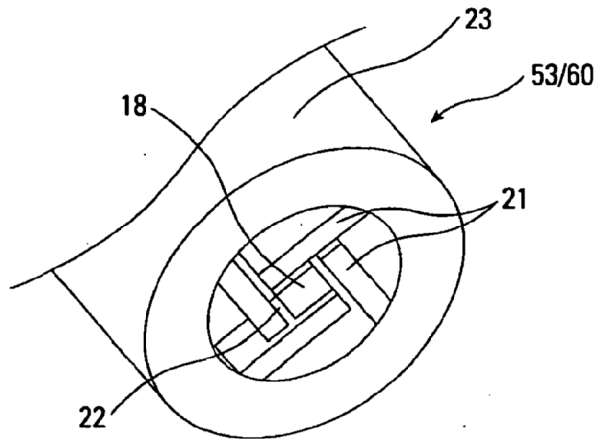


Fig. 24

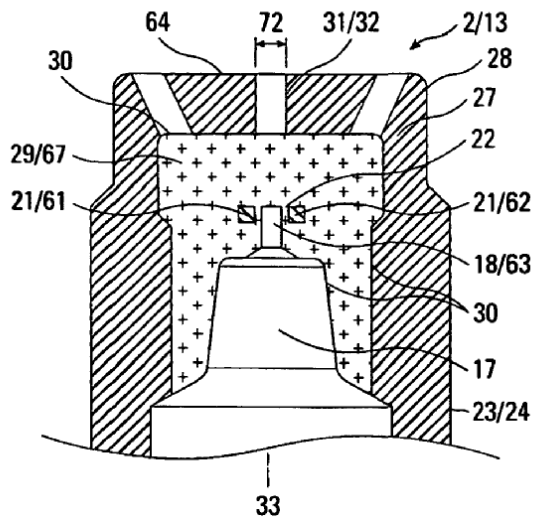


Fig. 25

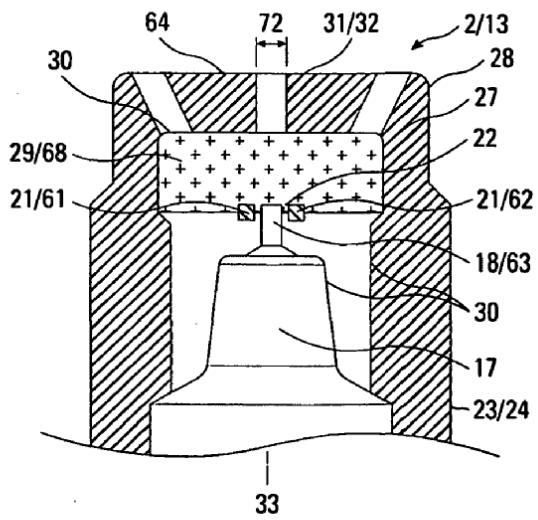


Fig. 26

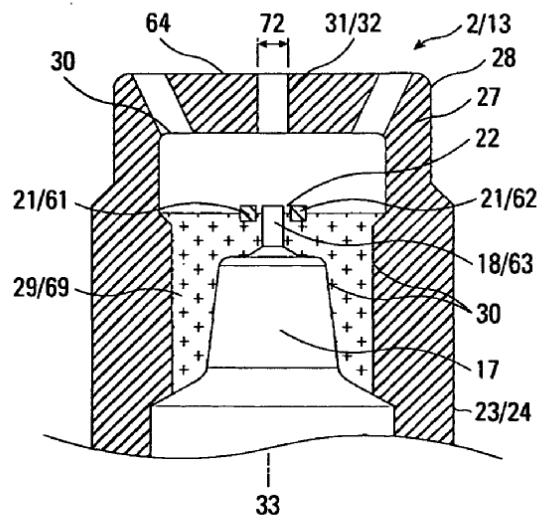


Fig. 27

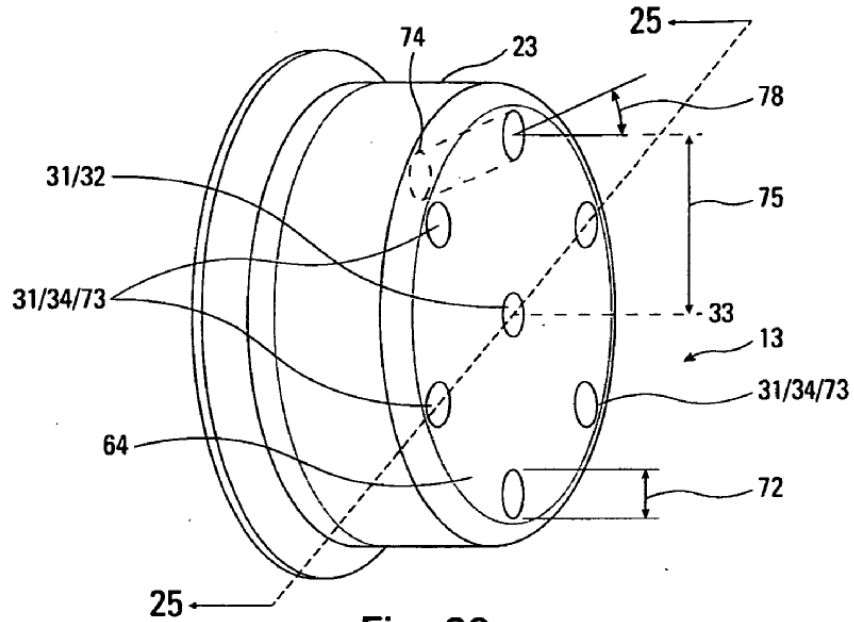


Fig. 28

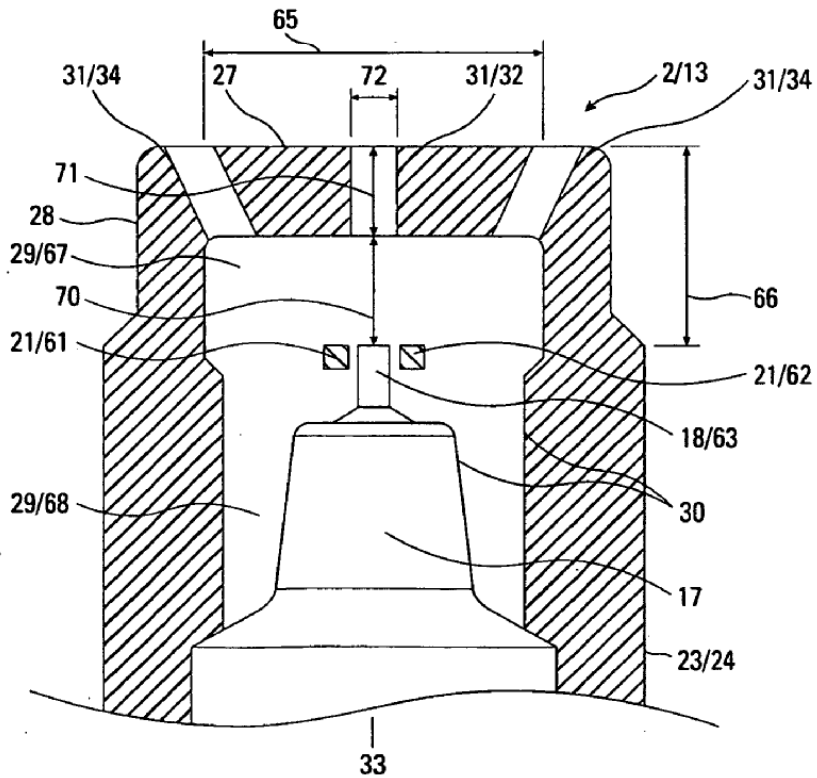


Fig. 29

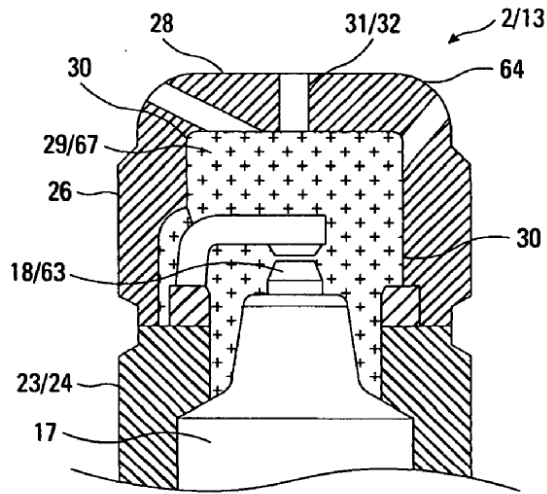


Fig. 30

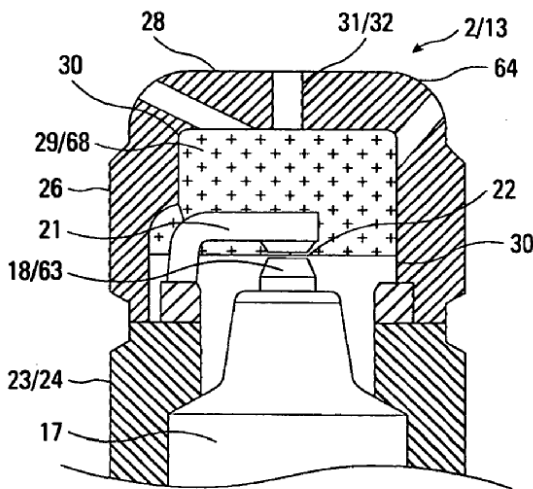


Fig. 31

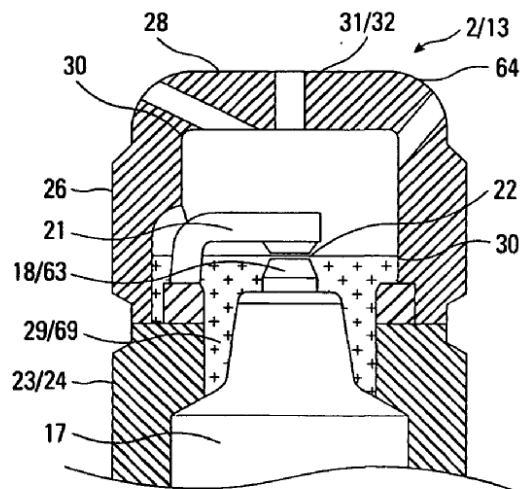


Fig. 32

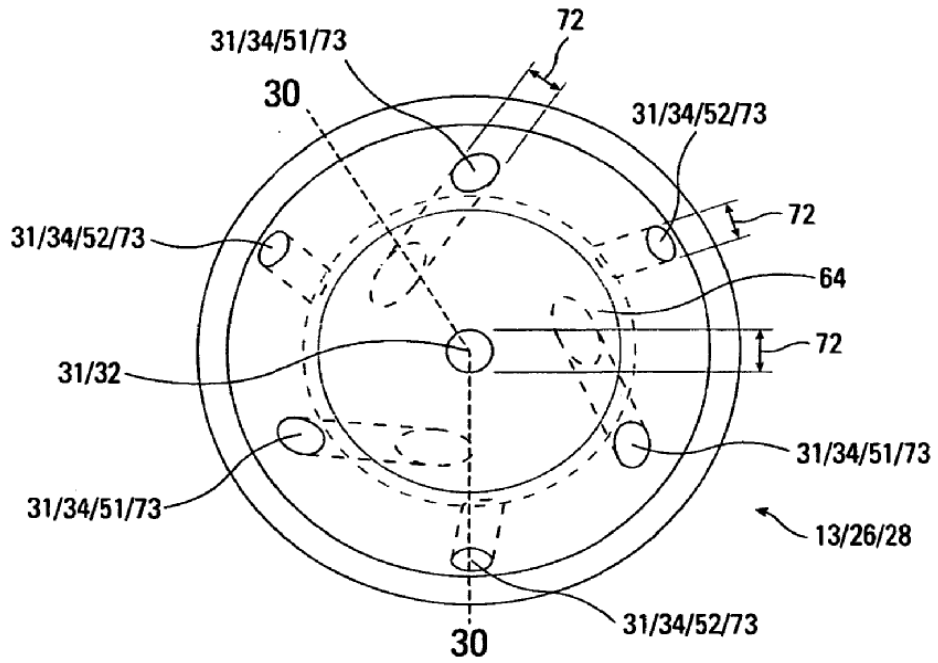


Fig. 33

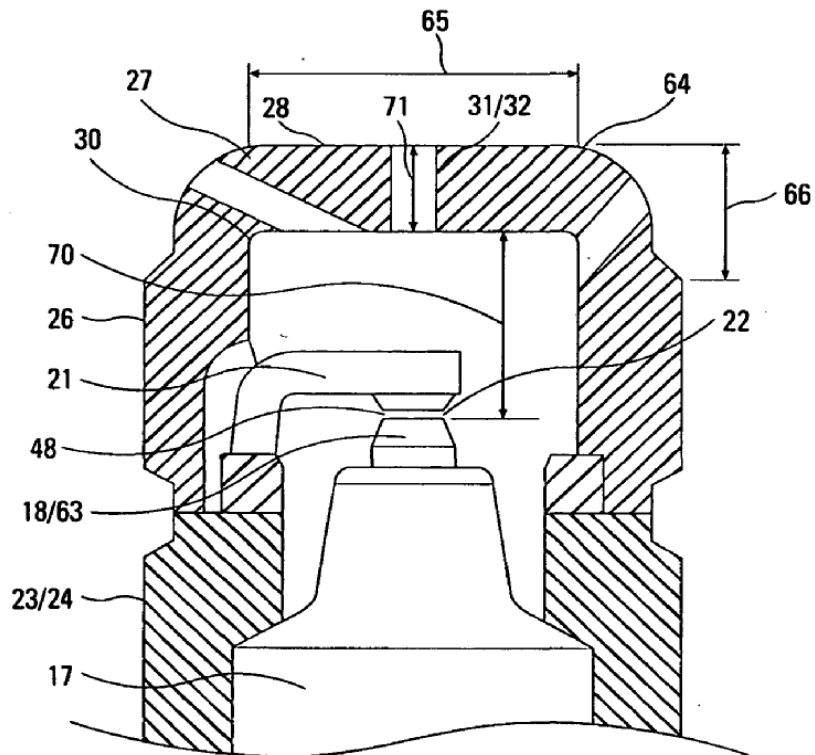


Fig. 34

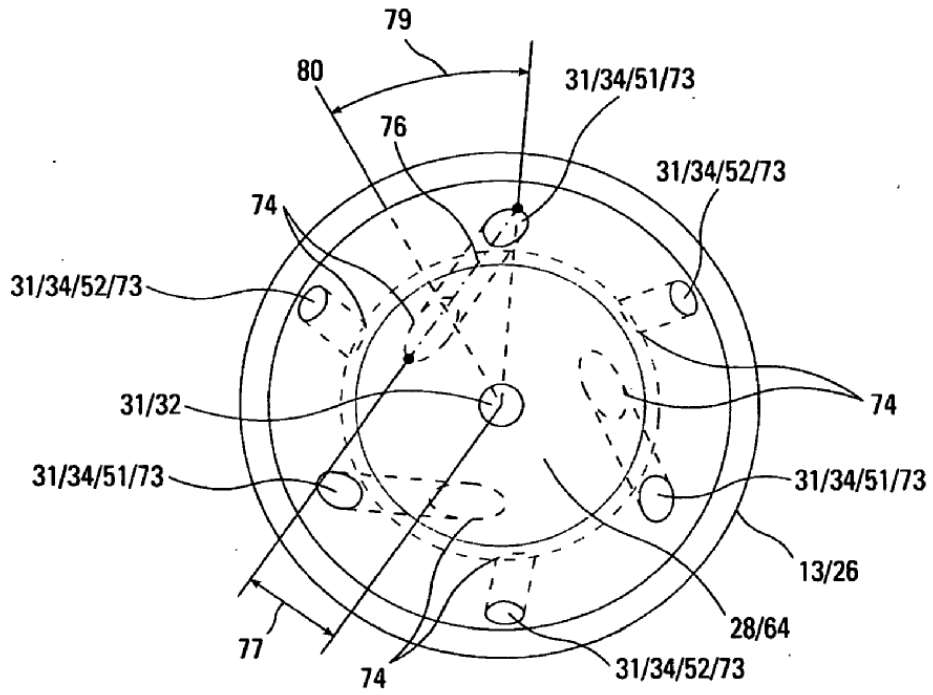


Fig. 35

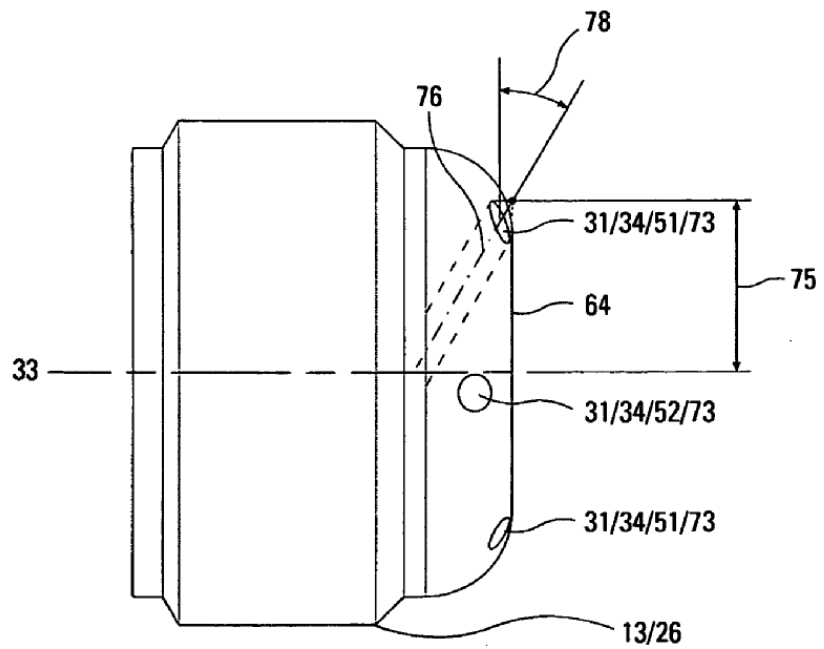


Fig. 36

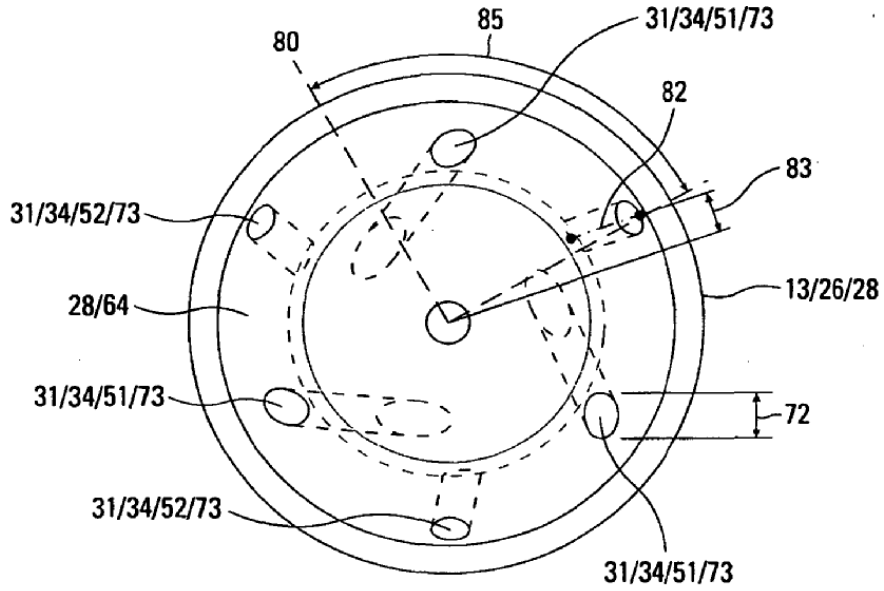


Fig. 37

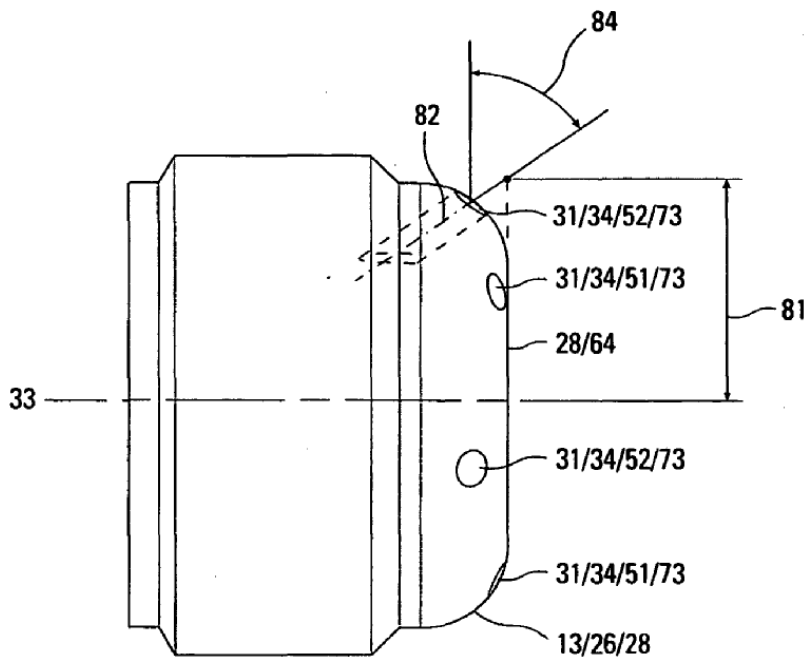


Fig. 38