

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 090**

51 Int. Cl.:

F02M 19/00 (2006.01)

F02M 27/04 (2006.01)

F02B 51/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2011 E 11745674 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2603687**

54 Título: **Boquilla de inyector triboeléctrico dipolar**

30 Prioridad:

10.08.2010 US 372292 P

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

20.11.2014

73 Titular/es:

**RONNELL COMPANY, INC. (100.0%)
11331 Buckhead Terrace
Midlothian, Virginia 23113, US**

72 Inventor/es:

TAMOL, RONALD A.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 523 090 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

Boquilla de inyector triboeléctrico dipolar

5 Antecedentes

Se ha desarrollado mucho trabajo con el objetivo de crear partículas de combustible pequeñas que generen una mezcla homogénea que experimente combustión de manera más sencilla en un motor de combustión interna. Una área que está siendo objeto de investigación es la de la Combustión Activada por Radicales (RAC). En esta configuración, se introducen radicales libres de combustible en el interior de la cámara de combustión para mejorar la combustión. Se ha constatado la demostración exitosa de dicha situación en un motor de dos ciclos. El cilindro de dos ciclos retiene los radicales libres procedentes del ciclo de combustión anterior y tiene lugar la combustión sin bujía de encendido como fuente de ignición. El cilindro, de hecho, se encuentra lleno de muchos miles de "bujías de encendido" que inician la combustión en el interior del mismo.

Otro tipo de motor es el denominado Motor de Ignición por Compresión de Carga (HCCI). El motor pretende crear una configuración similar a la del diesel, con una mezcla de gasolina similar homogénea. El medio de inicio de la combustión durante el intervalo completo de condiciones de conducción desde carga baja hasta carga elevada sigue siendo un problema con este tipo de motor.

La formación de hollín en un motor diésel principalmente tiene lugar en la primera etapa de introducción de combustible en el aire comprimido caliente del cilindro. Las actividades de desarrollo de motores diésel para eliminar la formación de hollín se han centrado en la producción de partículas de combustible pequeñas aumentando la presión de inyector de combustible hasta un valor de presión extremadamente elevado. En los motores diésel modernos, el sistema de suministro de combustible resultante pueden representar hasta un 35 % del coste total del propio motor. Únicamente se han logrado resultados incrementales y los motores diésel "limpios" modernos requieren un dispositivo de retención de materia particulada y un dispositivo de retención de óxidos de nitrógeno que requieren regeneración. Los requisitos gubernamentales en cuanto a normativa de emisiones continúan siendo cada vez más estrictos.

30 Sumario

Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención proporcionar un inyector de combustible con una boquilla que tiene campos eléctricos y, opcionalmente, magnéticos formados en su interior para mejorar la condición del combustible y/la mezcla combustible/aire para la combustión.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una boquilla dipolar para un inyector de combustible como se describe en la presente memoria.

La Figura 2 es una vista frontal de la boquilla dipolar que se muestra en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista esquemática de un sistema de carburador que incluye una boquilla como se describe en la presente memoria.

La Figura 4 es una vista esquemática de un inyector de combustible electrónico que tiene una boquilla como se describe en la presente memoria.

Descripción detallada

En los términos más simples, la presente invención describe un inyector de combustible que trata un fluido, tal como un combustible para combustión interna y/o una mezcla de combustible/aire con campos eléctricos y, opcionalmente, magnéticos. Sometiendo estos combustibles a campos tanto eléctricos como magnéticos, el combustible introducido homogéneo y/o la mezcla de combustible/aire se encuentra disponible para la combustión en el motor de combustión interna. Se genera el campo eléctrico por medio de un dipolo triboeléctrico, y se suministra el campo magnético por medio de imanes permanentes. Las partículas de combustible tratadas introducidas resultantes, por consiguiente, experimentan combustión de manera más sencilla que las partículas de combustible no tratadas. Este tratamiento del combustible o mezcla de aire/combustible tiene lugar en un inyector de combustible, y específicamente en la boquilla de un inyector de combustible en el punto de captación de este combustible y/o mezcla de combustible/aire, o en las proximidades, en el interior de un cilindro de combustión.

Para los fines de la presente divulgación, el término inyector se usa ampliamente para englobar inyectores de combustible, usados por ejemplo en los motores de gasolina de inyección directa o en los motores de gasolina convencionales, y las boquillas de carburador divulgadas en el documento US5772928 usadas para alimentar combustible al interior del carburador. Estos inyectores y boquillas se pueden someter a estudio técnico para su uso por parte de los fabricantes de equipamientos originales o para el uso de partes de pos-venta para los vehículos existentes.

Determinados materiales, especialmente las superficies plásticas dieléctricas, se cargan cuando entran en contacto con los materiales que fluyen tal como el combustible dieléctrico. La carga puede ser bien positiva o bien negativa. El signo de la carga viene ilustrado por la colocación del material sobre la escala triboeléctrica. La Tabla 1 siguiente recoge un listado parcial de materiales en las series triboeléctricas.

5

TABLA 1

SERIES TRIBOELECTRICAS	
POSITIVO	NEGATIVO
<i>Más positivamente cargado</i>	<i>Menos negativamente cargado</i>
+	o
AIRE	MADERA
VIDRIO	ACRILICO
CUARZO	POLIESTIRENO
MICA	CAUCHO DURO
PLOMO	NIQUEL, COBRE
SEDA	AZUFRE
ALUMINIO	LATÓN, PLATA
PAPEL	ORO, PLATINO
	ACETATO
	CAUCHO SINTÉTICO
<i>Menos positivamente cargado</i>	POLIÉSTER
	ESTIRENO (STYROFOAM)
o	ORLÓN
	POLIURETANO
	POLIETILENO
	POLIPROPILENO
	VINILO (PVC)
	SILICIO
	TEFLÓN
	CAUCHO DE SILICONA
	-
	<i>Más negativamente cargado</i>

10 Debería apreciarse que se identifican un número de metales en las series triboeléctricas. Normalmente, estos metales no son eficaces, por ejemplo, como materiales dieléctricos en el listado que incluye vidrio y diversos polímeros (plásticos). Normalmente, los metales son muy conductores y dispersan rápidamente las cargas triboeléctricas formadas. Por otra parte, los materiales dieléctricos tienden a albergar cargas mejores y, por tanto, crean un campo eléctrico más intenso.

15 Los materiales cargados de carga opuesta, cuando se ubican en paralelo uno a otro, forman un dipolo que consiste en una intensidad de voltaje de electrones que depende de la diferencia en la intensidad de campo opuesto. La intensidad de voltaje de los dos sería aditiva y puede ser de miles de voltios. Las partículas cargadas que abandonan la boquilla y las cargadas hasta un límite de Rayleigh se deforman para dar lugar a una forma cónica en la denominada zona de Taylor. El fluido se rompe para dar lugar a un número enorme de gotas submicrónicas en la punta de esta zona. El resultado es una mezcla de combustible homogénea.

25 Haciendo referencia a la tabla triboeléctrica, cualquier material, ya sea de la escala positiva o negativa, crearía el dipolo. La superficie de vidrio que está clasificada en el extremo superior de la escala de carga positiva sería un buen ajuste para Teflón que se encuentra cerca de la carga negativa más intensa de la escala. La intensidad de los campos eléctricos opuestos es aditiva y la intensidad de campo es inversamente proporcional a la distancia desde la superficie cargada. En el caso del dipolo, cuanto más próximas se encuentren las superficies, más elevado será el campo eléctrico. La polaridad opuesta de campo eléctrico crea líneas de fuerza múltiples y el campo más intenso.

30 La velocidad de flujo de fluido es un factor importante en la carga del fluido de combustible. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la carga generada. Cuanto menor es el área de la trayectoria de combustible a lo largo del orificio de salida pequeño correspondiente, mayor es la carga. Normalmente, se hace referencia a estas cargas en términos relativistas, ya que resulta difícil cuantificar las cargas a la vista de las numerosas variables dinámicas.

35 La única aplicación comercial conocida de la carga triboeléctrica es en el revestimiento de pinturas en forma de polvo como se divulga en el documento US4316582. La pistola de pulverización introduce las partículas de pintura por medio de una descarga de corona de alto voltaje en la salida de la pistola de pulverización o por otro lado, la superficie interna de la pistola de pulverización puede ser una superficie triboeléctrica individual, tal como Teflón, que introduce las partículas de pintura por contacto. Este es un mecanismo de carga de campo individual y no un campo eléctrico de dipolo triboeléctrico que trata un líquido como se ha descrito en la presente memoria.

Un ejemplo de dipolo triboeléctrico sería un vidrio de Pyrex como superficie positiva y Teflón como superficie negativa. Ambos están en el extremo superior de sus respectivas escalas de carga sobre la escala triboeléctrica. Además, ambos materiales pueden soportar temperaturas mayores de 204 °C (400 °F), lo cual resulta beneficioso para el ajuste del motor de combustión interna.

5 Aunque el campo eléctrico exacto de una configuración dipolar resulta difícil de medir, se miden las superficies triboeléctricas de superficie individual en un valor de 1.000 voltios o más. En un ejemplo, la intensidad de campo eléctrico es de aproximadamente 200 a 10.000 voltios/metro, o alternativamente, de aproximadamente 500 a 5000 voltios/metro. En una configuración de dipolo, los dos voltajes, cada uno por separado de 1.000 voltios, serían aditivos como para las líneas de fuerza eléctrica mencionadas anteriormente y crearían campos eléctricos en el intervalo de 10
10 10.000 voltios positivos/metro, especialmente en distancias de separación pequeñas. En otro ejemplo, la intensidad de campo es de aproximadamente 200 a 20.000 voltios/metro, o alternativamente, de aproximadamente 3000 a 5000 voltios/metro.

15 También se aplica un componente de campo magnético a las partículas que abandonan la boquilla. Cuanto más intenso sea el campo magnético, mejor. La intensidad de campo magnético cae exponencialmente con la distancia. Por tanto, resulta deseable disponer de una distancia magnética mínima desde la corriente de fluido y la ubicación del orificio de salida de la boquilla. La intensidad magnética de los imanes permanentes puede ser de aproximadamente 400 gauss a 15.000 gauss, o alternativamente, de aproximadamente 1000 a 10.000 gauss, o de 20 aproximadamente 5000 a 8000 gauss.

Se colocan imanes permanentes de las tierras raras de alta intensidad en serie próximos a un punto en el que su campo magnético cubre el flujo en el orificio de salida de las partículas de combustible cargadas a partir de la boquilla. Estos imanes tienen una orientación preferida perpendicular al campo eléctrico al final de la superficie de 25 boquilla triboeléctrica. Existe una ventaja de colocación de una orientación perpendicular de campos magnéticos y eléctrico perpendiculares. Cuando un campo eléctrico y un campo magnético están perpendiculares uno con respecto al otro, se crea una fuerza de Lorentz perpendicular a estos campos. Esta fuerza actúa sobre las partículas de combustible con una acción de bombeo. La bibliografía se refiere a dicha configuración como un "Propulsor Magnetoplasmodinámico" para generar propulsión sobre las partículas. La propulsión es particularmente útil cuando se usa la boquilla en un motor aspirado y carburado en el que la disminución de presión de la boquilla sólo depende de la presión atmosférica. El resultado es una boquilla-bomba dinámica.

30 Cuando se usan dos imanes, se colocan en lados sustancialmente opuestos del orificio de la boquilla. Están orientados uno con respecto al otro con polaridades opuestas para obtener una intensidad máxima de campo magnético entre ellos. Cuando se orientan con polaridades opuestas, se obtiene una intensidad de campo magnético aditiva.

Se puede insertar el imán o imanes en los orificios o hendiduras maquinizadas en el interior de la boquilla al final o, por el contrario, en las proximidades del orificio de la boquilla. Alternativamente, la disposición específica con la que se monta una boquilla puede permitir otras estructuras de mecanismo en las cuales los imanes se colocan próximos al orificio/extremo de la boquilla. Distancias ejemplares del imán o imanes desde el orificio de salida de una boquilla pueden ser de aproximadamente 0,127 a 2,540 cm (de 0,05 a 1,0 pulgadas) o alternativamente de aproximadamente 0,254 a 1,270 cm (de 0,1 a 0,5 pulgadas). Esta distancia puede variar dependiendo de la intensidad del imán(es) usado(s). Para un imán que tiene una intensidad de aproximadamente 4000 gauss, la distancia de montaje desde el orificio de salida puede ser de aproximadamente 0,254 a 3.810 cm (de 0,1 a 1,5 pulgadas).

Se piensa que los parámetros siguientes son relevantes para maximizar la boquilla triboeléctrica con el fin de llevar a cabo el tratamiento de plasma no térmico de un fluido dieléctrico que fluye y que abandona la boquilla. Este listado es no limitante ya que, en cada caso, se pueden aplicar parámetros adicionales o menos de la totalidad de los mismos.

1. Para la intensidad máxima de campo eléctrico, se debería maximizar la separación de los materiales positivos y negativos sobre la escala triboeléctrica para la formación de los materiales dipolares.
2. Se debería configurar la distancia mínima entre los materiales triboeléctricos para la máxima intensidad de campo eléctrico. La intensidad de campo eléctrico puede estar en 200-15.000 voltios/metro, o alternativamente en 1000 a 5000 voltios/metro.
3. El volumen mínimo de la trayectoria de flujo tiene como resultado una velocidad de flujo máxima para lograr una carga acumulada máxima sobre el combustible de dieléctrico. La profundidad del orificio debería ser de 0,00254 cm (0,001 pulgada) y por debajo de intervalo dependiendo de la disminución de presión que se puede conseguir.
4. La resistencia magnética máxima de los imanes permanentes debería estar dentro del intervalo de 400 gauss a 15.000 gauss. Los imanes de tierras raras están seleccionados entre dos grupos que consisten en samario-cobalto, neodimio-hierro-boro.
5. La distancia mínima entre las polaridades opuestas de los imanes en el punto de descarga de flujo es una ventaja.

6. La disminución máxima de presión que se puede conseguir y el flujo de combustible/aire procedente de la boquilla es una ventaja.

7. Se debería optimizar la ubicación dentro del motor con respecto a las condiciones de temperatura y presión de operación para la respectiva ubicación de la boquilla. Debido a que las condiciones del motor pueden ser calientes, podría resultar favorable usar vidrio de Pyrex que pueda soportar las temperaturas superiores a 316 °C (600 °F), Teflón para 204 °C (400 °F) e imanes de tierras raras de samario para 350 °C.

Ejemplo

10 Se ajusta un motor de ensayo experimental de cilindro individual para someter a ensayo un carburador que incorpora una boquilla como se describe en la presente memoria. El motor es un motor Briggs & Stratton de cilindro individual de 6,5 caballos de vapor. El carburador fue de diseño experimental que tenía dos secciones de flujo de aire. Una es un flujo de aire principal que incluye una sección venturi, de manera que se coloca un eyector experimental en la corriente de aire venturi y el flujo de vacío correspondiente eleva el combustible desde la tubería de suministro de gasolina a través del chorro y lo descarga en el interior del suministro de aire principal. Se suministra una corriente de aire secundaria a una cámara de mezcla más allá del chorro de venturi para mezclar aire adicional antes de que el flujo total penetre en el cilindro por medio de aspiración. Una serie de válvulas permiten la manipulación de las corrientes de aire para hallar las condiciones óptimas.

20 Las válvulas permiten la operación del motor durante todo su intervalo de operación por encima de 3500 rpm con un orificio de suministro de combustible de 0,00762 cm (0,03 pulgada) de profundidad. El examen de la entrada de cilindro del motor en el punto de alimentación del carburador muestra que tiene lugar la combustión evidente en el propio colector de captación. Esto indica que sería deseable retardar la sincronización del motor para que ocurriese una combustión total en el propio cilindro. Cabría esperar esta observación si hubiera tenido lugar la carga homogénea esperada. Resulta deseable disponer del impulso motor después del punto muerto superior (ATDC) para la potencia máxima suministrada al cigüeñal.

30 El éxito de la presente investigación fue que el orificio extremadamente pequeño con únicamente un chorro (boquilla) podría alimentar al motor para la operación RPM completa. Se demostró una boquilla dipolar triboeléctrica viable.

Volviendo ahora a los dibujos, las Figuras 1 y 2 muestran una boquilla que tiene una construcción que incluye un conductor de dipolo a través del cual puede pasar el combustible y la mezcla de combustible/aire. La boquilla 10 incluye un barril 15 de soporte de aluminio que tiene un orificio circular 16 a través del mismo. Existe un revestimiento polimérico 20 revestido a lo largo de la superficie interior del orificio 16 que pasa a través del barril de aluminio 15. En este ejemplo, el revestimiento es politetrafluoroetileno (PTFE o Teflon). Ubicado en el interior del orificio 16 existe un inserto 25 tubular de vidrio. En este ejemplo, el inserto 25 tubular de vidrio es de Pyrex. Alternativamente, el inserto de vidrio 25 tiene una película de Teflón 20 que se enrolla de manera retráctil alrededor del mismo y que posteriormente se inserta en el interior del orificio 16. En cualquier caso, los dos materiales triboeléctricos diferentes definen la hendidura/conducto 37 a través de la cual fluye el combustible. El diámetro exterior 22 del Pyrex 25 es el mismo o ligeramente menor que el diámetro interior del revestimiento de Teflón 20. El inserto de Pyrex 25 también incluye una hendidura 37 que se encuentra ubicada a lo largo de la distancia longitudinal del inserto 25. La hendidura 37 define una abertura u orificio 35. En esta hendidura 37 y posteriormente desde el orificio 35 el combustible y la mezcla de combustible/aire fluyen desde la boquilla 10. Como se aprecia, la hendidura 37 tiene una parte 38 inferior sustancialmente plana.

50 En este ejemplo, el orificio 35 tiene una profundidad de 0,00762 cm (0,003 pulgadas). Es decir, la parte inferior 38 del inserto de Pyrex 25 es sustancialmente paralela y está a 0,00762 cm (0,003 pulgadas) desde la parte del diámetro interior 39 del orificio revestido 16. La anchura del orificio 35 es de 0,1524 cm (0,06 pulgada).

55 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, existe un orificio individual 35 en la boquilla 10. Por supuesto, podría haber múltiples orificios que podrían estar diseñados y sometidos a estudio técnico alrededor de la circunferencia del inserto 25. De igual forma, la hendidura individual 37 se muestra en el inserto 35. Alternativamente, se podría someter a estudio técnico otra hendidura, o una pluralidad de hendiduras, en la capa de revestimiento 20. Aún más, la hendidura 37 podría ser el resultado de una hendidura parcial en el inserto 25 y en la capa de revestimiento 20.

60 El orificio 35 debería ser relativamente estrecho para que las superficies de los materiales triboeléctricos de los lados opuestos del orificio estuvieran juntas. Esto permite una agrupación superior y una mejor formación del campo eléctrico durante el flujo de combustible y combustible/aire a través del conducto y fuera del orificio 35. La profundidad del orificio y del conducto pueden ser de aproximadamente 0,00254 a 0,025400 (de 0,001 a 0,1 pulgada). Alternativamente, la profundidad del orificio y del conducto pueden ser de aproximadamente 0,00508 a 0,02540 cm (de 0,002 a 0,01 pulgada).

65 Como se muestra, el inserto es de Pyrex (vidrio) y el revestimiento 20 es de Teflón polimérico. Alternativamente, es posible que el revestimiento 20 estuviera formado por vidrio y el inserto 25 estuviera formado por Teflón. De hecho, también se podrían usar materiales alternativos. Como se ha comentado anteriormente, es mejor que los respectivos

materiales de los lados opuestos de un orificio y el conducto se carguen de manera diferente como se muestra en la escala de la serie triboeléctrica. Un lado del orificio y del conducto sería un material tomado a partir de la serie de carga positiva, mientras que el otro lado del orificio y del conducto estaría seleccionado a partir de un material entre las series triboeléctricas con carga negativa.

- 5
- Volviendo a la Figura 3, se muestra una boquilla 55 dentro del sistema para un carburador 50. La boquilla 55 se ajusta en un recipiente de combustible 60 y extrae el combustible al interior de la sección de venturi 62 de un carburador 50. El flujo 65 de aire principal se mezcla con el combustible que pasa a través de la boquilla 55 y se mezcla con el flujo 70 de aire secundario. Posteriormente, se alimenta la mezcla de combustible/aire a través de la
- 10
- entrada de motor 75 en el interior de la cámara de combustión. La boquilla 55 tiene un orificio 57 a partir del cual se pulveriza el combustible en el recipiente de combustible 60 dentro del flujo de aire 65. Como se muestra también en la Figura 3, los imanes 58 están emparejados a cada lado del flujo de aire y combustible/aire para crear un campo magnético próximo al orificio 57 de la boquilla 55.
- 15
- La Figura 4 es un dibujo esquemático de un inyector de combustible 80. El combustible 81 pasa a través del inyector y a través de la boquilla 85 y fuera de un orificio 87. Como se muestra, los imanes 90 están ubicados próximos al orificio 87 a partir del cual se produce la salida del combustible 81.

REIVINDICACIONES

1. Un inyector de combustible (80) para su uso en un motor de combustión interna, comprendiendo el inyector (80):
 - 5 una boquilla (10, 55, 85) que tiene un conducto (37) al cual se adapta el combustible para pasar a través del conducto (37);
caracterizado por que
 el conducto (37) viene definido por dos o más paredes, una primera pared (38) formada por un primer material de la serie triboeléctrica positivamente cargado y una segunda pared (39) formada por un segundo material de la serie triboeléctrica negativamente cargado; y
 10 un orificio en el extremo del conducto (37), siendo el orificio (35) una abertura a la cual se adapta el combustible para abandonar la boquilla (10, 55, 85).
 2. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 1, en el que las paredes primera y segunda están sustancialmente en lados opuestos del conducto (37).
 3. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 2, en el que las paredes primera y segunda comprenden cada una partes sustancialmente paralelas, y la distancia entre las partes paralelas de las paredes primera (38) y segunda (39) es de aproximadamente 0,00254 a 0,15240 cm (de 0,001 a 0,06 pulgadas).
 - 20 4. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 3, en el que las paredes primera (38) y segunda (39) comprenden cada una partes sustancialmente paralelas, y la distancia entre las partes paralelas de las paredes primera (38) y segunda (39) es de aproximadamente 0,00254 a 0,02540 cm (de 0,001 a 0,01 pulgadas).
 - 25 5. Un inyector de combustible (80) como se describe en la reivindicación 1, en el que el primer material está seleccionado entre el grupo que consiste en vidrio, cuarzo, nailon, plomo y aluminio.
 6. Un inyector de combustible (80) como se describe en la reivindicación 1, en el que el segundo material está seleccionado entre el grupo que consiste en material acrílico, poliestireno, caucho, níquel, cobre, plata, oro, platino, acetato, poliéster, estireno, poliuretano, polietileno, polipropileno, vinilo, silicio, Teflón y silicona.
 - 30 7. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 1, que comprende un primer imán (58, 90) montado sobre la boquilla (10) próxima al orificio, de manera que el combustible que pasa a través del orificio se encuentra sujeto a un campo magnético procedente del imán (58, 90).
 - 35 8. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 7, que comprende además un segundo imán (58, 90) montado sobre la boquilla próxima al orificio y en el lado opuesto del orificio desde el primer imán (58, 90).
 9. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 8, en el que la intensidad del imán (58, 90) de cada uno de los imanes primero y segundo (58, 90) es de aproximadamente 400 gauss a 15.000 gauss.
 - 40 10. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 9, en el que la intensidad del imán (58, 90) de cada uno de los imanes primero y segundo (58, 90) es de aproximadamente 1.000 a 10.000 gauss.
 - 45 11. Un inyector de combustible como se describe en la reivindicación 8, en el que los imanes (58, 90) son imanes permanentes seleccionados entre el grupo que consiste en imanes de samario-cobalto y neodimio-hierro-boro.
 - 50 12. Un inyector de combustible (80) como se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende:
 un orificio circular (16) a través de la boquilla (10), teniendo el orificio (16) un primer revestimiento de material (20) sobre el mismo, definiendo el orificio revestido (16) un primer diámetro interior (39),
 un inserto (25) de corte transversal generalmente circular de un segundo material que tiene un diámetro exterior (22) aproximadamente igual o ligeramente menor que el diámetro interior (39) del orificio revestido (16), en el que
 55 además el inserto (25) está ubicado en el orificio (16),
 en donde el inserto (25) tiene una hendidura longitudinal (37) en su superficie,
 en donde además la hendidura (37) y una superficie adyacente (39) del revestimiento (20) sobre el orificio (16) forman las paredes que definen el conducto (37) a través de la boquilla (10).
 - 60 13. Un inyector de combustible (80) como se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11 que comprende:
 un orificio circular (16) a través de la boquilla, teniendo el orificio (16) un segundo revestimiento de material (20) sobre el mismo, definiendo el orificio revestido (16) un primer diámetro interior (39),
 65 un inserto (25) de corte transversal generalmente circular de un primer material que tiene un diámetro exterior (22) aproximadamente igual o ligeramente menor que el diámetro interior (39) del orificio revestido (16), en el que

además el inserto (25) está ubicado en el orificio (16),
en donde el inserto (25) tiene una hendidura longitudinal (37) en su superficie,
en donde además la hendidura (37) y una superficie adyacente (39) del revestimiento (20) sobre el orificio (16)
forman las paredes que definen el conducto (37) a través de la boquilla (10).

5
14. Un inyector de combustible (80) como se describe en las reivindicaciones 12 o 13, en el que la hendidura (37) en
el inserto (25) comprende una superficie inferior (38) sustancialmente paralela a la superficie (39) de revestimiento
de orificio, y la distancia entre la superficie inferior (38) y la superficie (39) de revestimiento de orificio es de
aproximadamente 0,00254 a 0,15240 cm (de 0,001 a 0,06 pulgadas).

10
15. Un inyector de combustible (80) como se describe en la reivindicación 14, en el que la hendidura (37) en el
inserto (25) comprende una superficie inferior (38) sustancialmente paralela a la superficie (39) de revestimiento de
orificio, y la distancia entre la superficie inferior (38) y la superficie adyacente (39) de revestimiento de orificio es de
aproximadamente 0,00254 a 0,02540 cm (de 0,001 a 0,01 pulgadas).

15

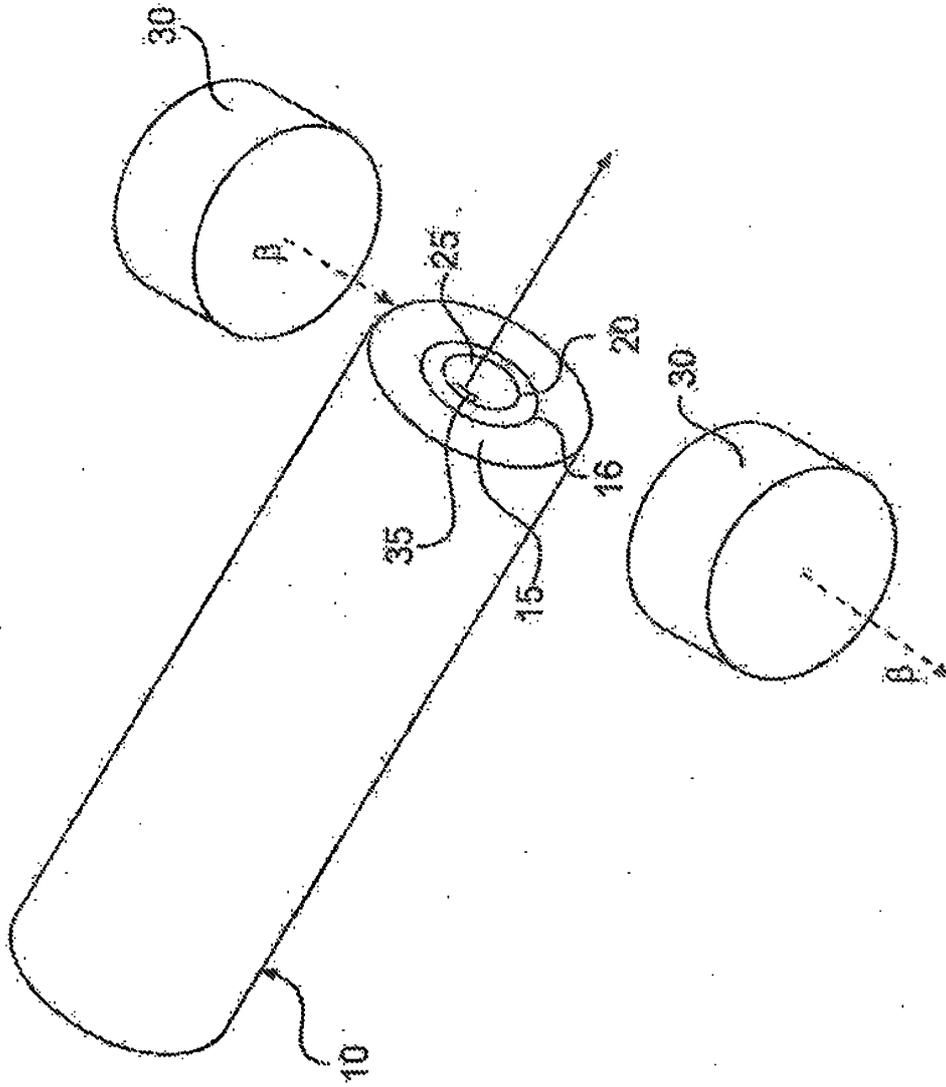


FIG. 1

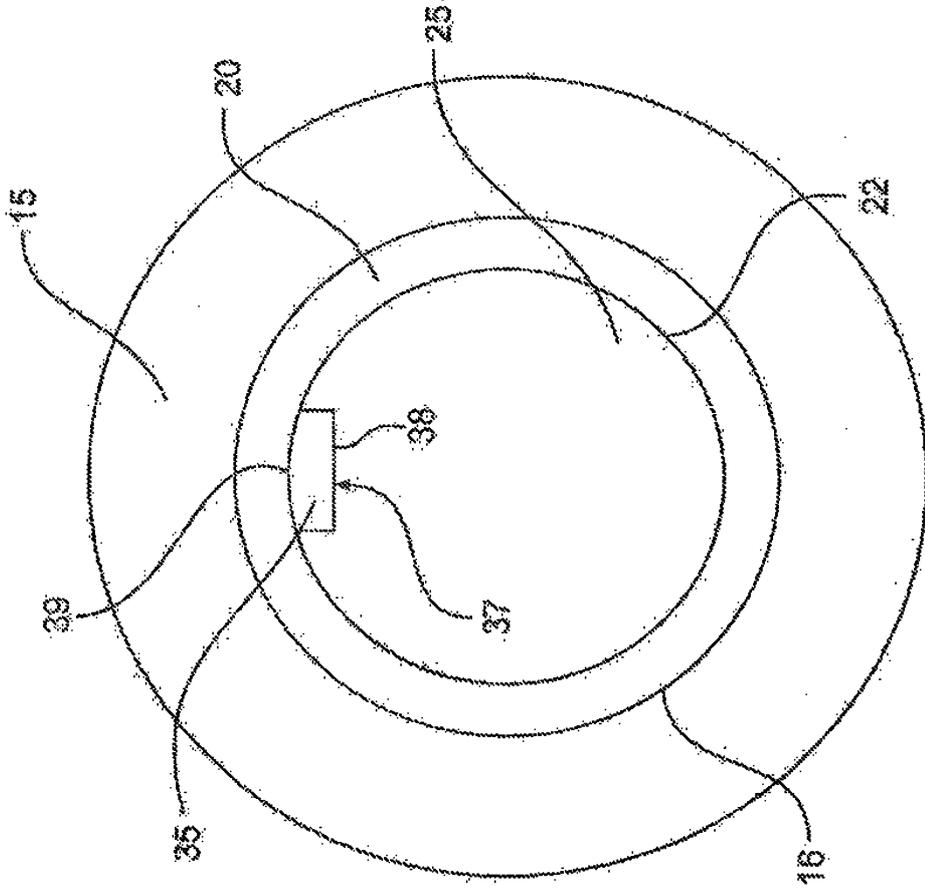


FIG. 2

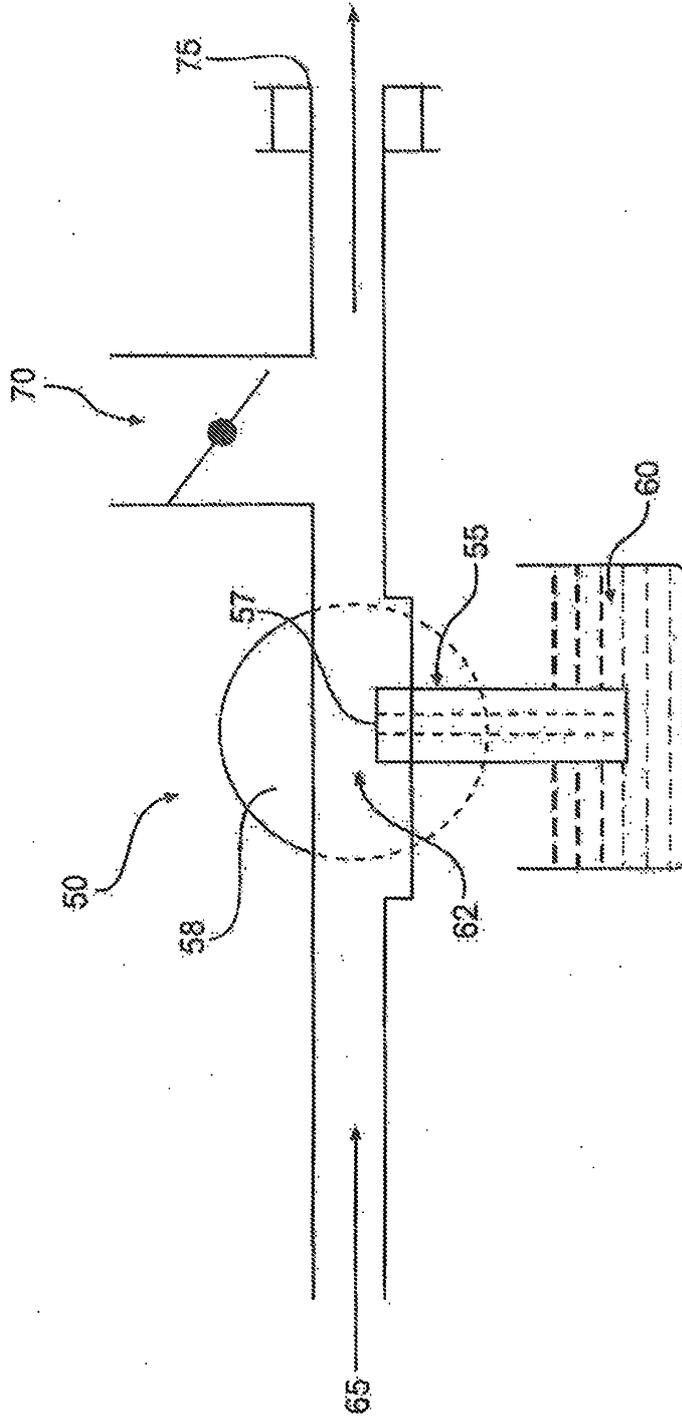


FIG. 3

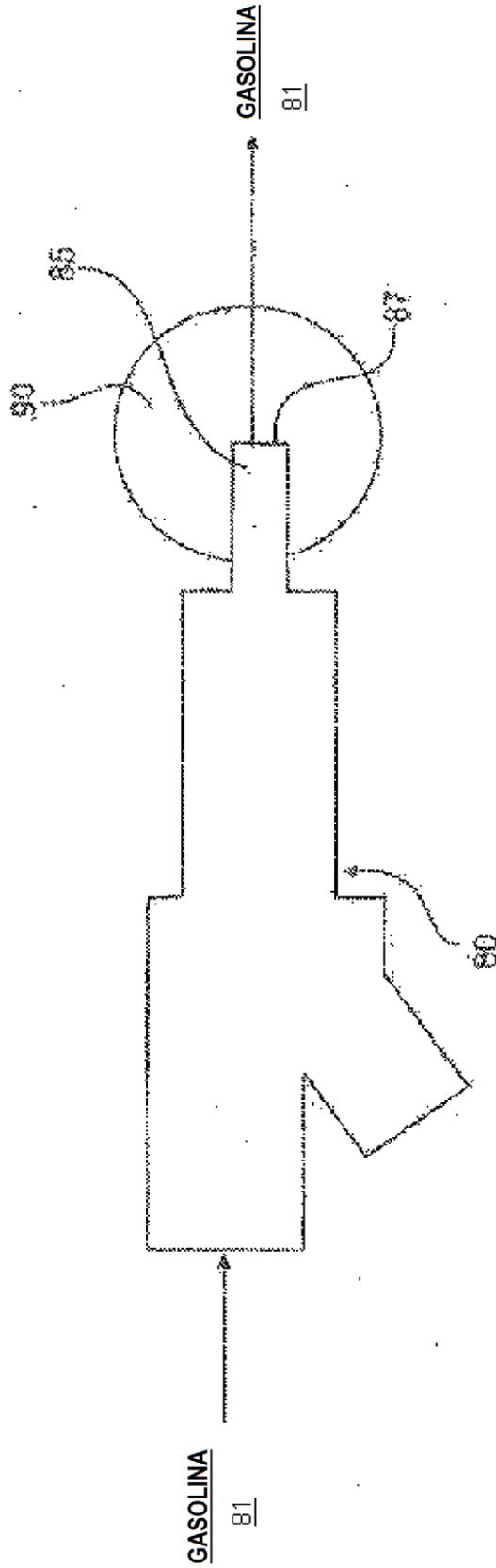


FIG. 4