



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 937**

51 Int. Cl.:
F02M 27/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07839854 .2**

96 Fecha de presentación : **30.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2078154**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.07.2009**

54 Título: **Sistema de atomización de combustible asistido por campo eléctrico y métodos de uso.**

30 Prioridad: **31.10.2006 US 855646 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.11.2011

73 Titular/es: **Temple University of the Commonwealth
System of Higher Education
Broad Street and Oxford Avenue
Philadelphia, Pennsylvania 19122, US**

72 Inventor/es: **Huang, Ke;
Khilnaney-Chhabria, Deepika;
Kaczanowicz, Edward y
Tao, Rongjia**

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 367 937 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 atomización de combustible asistido por campo eléctrico y métodos de uso.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La tecnología de inyección de combustible se emplea en la mayoría de los sistemas de combustión, tales como motores de combustión interna o quemadores de aceite. Se conoce bien que la atomización desempeña un papel importante en la eficacia de la combustión y en las emisiones de contaminantes, específicamente, que una atomización de combustible más fina permite un quemado más eficaz del combustible, dando como resultado más rendimiento energético y menos emisiones dañinas. Esto se atribuye al hecho de que la combustión se inicia a partir de la superficie de contacto entre el combustible y el aire (oxígeno). Si se reduce el tamaño de las gotas de combustible, aumenta el área superficial total para comenzar el proceso de quemado, potenciando la eficacia de la combustión y mejorando las emisiones.

15 Un método para reducir el tamaño de las gotas de combustible es proporcionar un inyector de combustible que utiliza una presión alta, tal como hasta 200 bar (20.000 KPa) para gasolina, para reducir el tamaño de las gotas de combustible hasta 25 μm de diámetro. Un inyector de este tipo, sin embargo, requeriría cambios sustanciales en las tuberías de combustible en los vehículos, ya que las tuberías de combustible de gasolina actuales sólo pueden mantener una presión de combustible inferior a 3 bar (300 KPa).

20 Otro método conocido para reducir el tamaño de las gotas de combustible es la atomización electroestática, que hace que todas las gotas de combustible se carguen negativamente. El tamaño de la gota es pequeño si la densidad de carga en las gotas es alta. Además, puesto que las gotas cargadas negativamente se repelan entre sí, no se producirá aglomeración. La tecnología de atomización electroestática actual requiere inyectores de combustible especiales con una tensión muy alta aplicada directamente a la boquilla de cada inyector. El cátodo emisor emite cargas negativas para pasar el combustible al ánodo, y no desciende para cerrar la boquilla con el fin de detener la pulverización. El uso de un inyector de este tipo requiere modificaciones sustanciales en los sistemas de combustible de vehículos existentes.

30 El documento RU 2 196 919 da a conocer un dispositivo hidráulico que incluye un canal de combustible que tiene una entrada y una salida y electrodos ubicados en el canal de combustible. Los electrodos proporcionan un campo eléctrico que tiene una dirección transversal al flujo de combustible a través del canal.

El documento DE 40 29 056 da a conocer una válvula de inyección de combustible que tiene un espacio intermedio entre los electrodos que están orientados para proporcionar un campo eléctrico transversal al flujo de combustible.

35 Existe una necesidad de proporcionar un método para generar una atomización de combustible más fina desde un inyector de combustible de la que se genera actualmente, dando como resultado una combustión más limpia, un rendimiento energético superior, y una eficacia de combustible superior.

40 SUMARIO DE LA INVENCION

En resumen, la presente invención proporciona un método para reducir el tamaño de partículas de combustible inyectadas por un inyector. El método comprende las etapas de proporcionar un flujo de combustible a través de una tubería de combustible; someter el fluido a un campo eléctrico suficiente para disminuir la viscosidad del fluido procedente de la transmisión desde la tubería de combustible hacia el inyector; transmitir el fluido desde una tubería de combustible hacia el inyector; e inyectar el fluido desde el inyector.

La presente invención también proporciona un aparato para reducir el tamaño de partículas de combustible inyectadas al interior de una cámara de combustión. El aparato comprende una tubería de combustible, una primera malla metálica dispuesta dentro de la tubería de combustible, y una segunda malla metálica dispuesta dentro de la tubería de combustible, aguas arriba o aguas abajo de la primera malla metálica. Un suministro eléctrico está acoplado eléctricamente a la primera malla metálica y a la segunda malla metálica. El funcionamiento del suministro eléctrico genera un campo eléctrico entre la primera malla metálica y la segunda malla metálica. Un inyector de combustible está dispuesto en un extremo de la tubería de combustible, aguas abajo de la malla metálica.

55 Además, la presente invención proporciona un método para mejorar el rendimiento del combustible en un vehículo, un método para aumentar el rendimiento energético de un motor de combustión, y un método para mejorar las emisiones de un motor de combustión haciendo fluir el combustible a través de una tubería de combustible; aplicando un campo eléctrico al combustible dentro de la tubería de combustible en un sentido paralelo al sentido del flujo de combustible para reducir la viscosidad del mismo; y descargando el combustible que tiene viscosidad reducida a través de un inyector de combustible al interior de una cámara de combustión para la combustión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Los dibujos adjuntos, que se incorporan al presente documento y forman parte de esta memoria descriptiva, ilustran una realización de la invención, y, junto con la descripción general facilitada anteriormente y la descripción detallada que se facilitará más adelante, sirven para explicar las características de la invención. En los dibujos:

10 La figura 1 es un dibujo esquemático de una configuración de prueba que usa un sistema de inyector de combustible asistido por campo eléctrico según una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 2 es un modelo de pulverización de gotas de combustible sobre una placa que usa el sistema de inyector de la figura. 1;

15 la figura 3 es un gráfico que muestra el tamaño de las gotas de combustible diesel tras pasar a través del sistema de inyector de combustible asistido por campo eléctrico frente al porcentaje de gotas totales.;

la figura 4 es un gráfico que muestra el tamaño de las gotas de gasolina mezclada con un 20% de etanol tras pasar a través del sistema de inyector de combustible asistido por campo eléctrico frente al porcentaje de gotas totales;

20 la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra el método de uso del sistema mostrado en la figura 1; y

la figura 6 es una vista en perspectiva de un sistema de combustible de vehículo que muestra una realización a modo de ejemplo del sistema de inyección de combustible asistido por campo eléctrico instalado en el sistema de combustible de vehículo.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 Cierta terminología se usa en la siguiente descripción únicamente por conveniencia y no es limitativa. La terminología incluye las palabras mencionadas específicamente antes, derivadas de las mismas y palabras de importancia similar. La realización ilustrada a continuación no pretende ser exhaustiva ni limitar la invención a la forma precisa dada a conocer. Esta realización se elige y describe para explicar mejor el principio de la invención y su aplicación y uso práctico y para permitir que otros expertos en la técnica utilicen mejor la invención.

35 La presente invención se utiliza para reducir la viscosidad del combustible cuando el combustible pasa a través de un campo eléctrico dentro de una tubería de combustible antes de entrar en un inyector de combustible para su inyección en una cámara de combustión. Cuando se reduce la viscosidad del combustible, también se reduce el tamaño de las gotas de combustible pulverizadas expulsadas, dando como resultado una combustión más eficaz del combustible. La invención tiene aplicación en vehículos con motores de combustión, tales como automóviles, aviones y barcos, así como aplicaciones no vehiculares, tales como generadores. Aunque la presente invención se refiere a reducir el tamaño de las gotas de combustible expulsadas desde un inyector de combustible, los expertos en la técnica reconocerán que la presente invención no se limita al combustible como fluido, sino que también puede usarse en otros fluidos con el fin de reducir la viscosidad del fluido y por tanto el tamaño de partícula de las gotas pulverizadas. Por ejemplo, la tecnología realizada en la presente invención puede usarse para otras aplicaciones que requieran gotas de pulverización pequeñas, como pulverizadores de pintura.

45

50 Un sistema 100 de inyección de combustible asistido por campo eléctrico según una realización a modo de ejemplo de la presente invención se muestra esquemáticamente en la figura 1. El sistema 100 de inyección incluye una tubería 110 de combustible a través de la que fluye el combustible "F". Tal como se muestra en la figura 1, el combustible F fluye de izquierda (lado de aguas arriba) a derecha (lado de aguas abajo). El combustible F fluye desde la tubería 110 de combustible hacia un inyector 120 de combustible, que inyecta combustible F al interior de una cámara de combustión (no mostrada) para la combustión.

55 Una malla 112 de aguas abajo está insertada en la tubería 110 de combustible. Una malla 114 de aguas arriba, también está insertada en la tubería 110 de combustible, aguas arriba de la malla 112 de aguas abajo. Las mallas 112, 114 están aisladas eléctricamente de cualquier otro metal, incluyendo la tubería 110 de combustible, y forman un capacitor dentro de la tubería 110 de combustible. La malla 114 de aguas arriba puede situarse de manera deseable entre aproximadamente 0,5 y 2 centímetros de la malla 112 de aguas abajo. Además, la malla 112 de aguas abajo puede situarse de manera deseable aproximadamente a 10-30 centímetros del inyector 120 de combustible. Las mallas 112, 114 pueden estar construidas de cobre o algún otro metal eléctricamente conductor. De manera deseable, el metal eléctricamente conductor del que están construidas las mallas 112, 114 no reacciona químicamente con el combustible F que está fluyendo en la tubería 110 de combustible y que pasa por las mallas 112, 114. Las mallas 112, 114 tienen un tamaño de malla suficientemente grueso de modo que no afecten negativamente al flujo de combustible F a través de la tubería 110 de combustible al interior del inyector 120 de combustible.

60

Un suministro 130 de tensión está acoplado eléctricamente a cada una de la malla 112 de aguas abajo y la malla 114 de aguas arriba con el fin de generar un campo eléctrico entre la malla 112 de aguas abajo y la malla 114 de aguas arriba. Un terminal 132 positivo del suministro 130 eléctrico está acoplado a la malla 112 de aguas abajo, constituyendo la malla 112 de aguas abajo un ánodo, y un terminal 134 de negativo del suministro 130 está acoplado a la malla 114 de aguas arriba, constituyendo la malla 114 de aguas arriba un cátodo. Una disposición de este tipo genera un campo eléctrico en un sentido paralelo pero opuesto al sentido del flujo de combustible F. El diámetro y el tamaño de malla de mallas 112, 114 pueden ajustarse según la velocidad de flujo del combustible,

En otra realización (no mostrada), el campo eléctrico se genera por un capacitor a través del que se aplica el campo eléctrico en una dirección distinta a la dirección del flujo de combustible F. Se contempla que el campo eléctrico puede aplicarse en casi cualquier dirección posible a través del flujo y aún logra una reducción en la viscosidad.

El suministro 130 de tensión puede ser una fuente de alimentación de corriente continua (CC), aunque puede usarse una fuente de alimentación de corriente alterna (CA) que genera un campo eléctrico que tiene una frecuencia baja. Cuando se aplica un campo eléctrico de CA, la frecuencia del campo aplicado está en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 3000 Hz, por ejemplo de aproximadamente 25 Hz a aproximadamente 1500 Hz. Este campo puede aplicarse en un sentido paralelo al sentido del flujo del fluido o puede aplicarse en una dirección distinta a la dirección del flujo del fluido.

El suministro 130 de tensión es suficientemente fuerte como para generar un campo eléctrico de entre aproximadamente 100 V/mm y 2500 V/mm entre las mallas 112, 114. Se espera que la selección de un valor particular dentro de este intervalo dependa de la composición del fluido, del nivel de reducción deseado en la viscosidad, de la temperatura del fluido, y del periodo durante el que se aplica el campo. Se apreciará que si la fuerza del campo es demasiado baja o el periodo de aplicación es demasiado corto, no se producirán cambios significativos en la viscosidad. A la inversa, si la fuerza del campo eléctrico es demasiado alta o el periodo de aplicación es demasiado largo, puede aumentar realmente la viscosidad del fluido.

Debido a la pequeña cantidad de combustible F que se consume en cada ciclo de inyección del inyector 120 de combustible, el transcurso de tiempo para que el combustible F se desplace entre las mallas 112, 114 puede ser de hasta 120 segundos. Un factor que afecta a este tiempo de desplazamiento es la velocidad de consumo del combustible F. Por ejemplo, la aceleración de un vehículo (no mostrado) en el que se usa el sistema 100 de inyección consumirá combustible F más rápido que la marcha lenta del mismo vehículo. Por consiguiente, el combustible F resultará afectado por el campo eléctrico generado entre las mallas 112, 114 por menos tiempo durante la aceleración que durante la marcha lenta. Considerando debidamente estos factores, el tiempo de residencia del combustible como fluido dentro del campo eléctrico puede variar, por ejemplo, entre 0.1 y 120 segundos.

El diagrama de flujo de la figura 4 ilustra un método de uso del sistema 100. En la etapa 160, se proporciona un flujo de combustible F a través de la tubería 110 de combustible. En la etapa 162, el combustible F se somete a un campo eléctrico suficiente para disminuir la viscosidad del combustible F procedente de la transmisión desde la tubería 110 de combustible hacia el inyector 120. El campo eléctrico se desplaza en un sentido paralelo, pero opuesto al flujo del combustible F. En la etapa 164, el combustible F se transmite desde tubería 110 de combustible hacia el inyector 120. En la etapa 166, el combustible F se inyecta desde el inyector 120 al interior de una cámara de combustión para la combustión. El sistema 100 puede usarse para reducir el tamaño de las partículas de combustible, mejorar el rendimiento del combustible en un vehículo, aumentar el rendimiento energético de un motor de combustión y mejorar las emisiones de un motor de combustión.

EJEMPLOS

En la figura 1 se muestra una configuración experimental que usa el sistema 100 de inyección. El inyector 120 de combustible que se usó en el experimento fue un inyector de combustible de alta impedancia Accel™, fabricado por Mr. Gasket Co. en Cleveland, Ohio.

En el experimento, el combustible F tardó aproximadamente 15 segundos en pasar por el campo eléctrico generado entre las mallas 112, 114. Cada pulverización de combustible desde el inyector 120 de combustible duró aproximadamente 4 milisegundos, generando gotas 122 de combustible desde el inyector 120 de combustible. Las gotas 122 se recogieron en una placa 140, que estaba cubierta con una capa de magnesio oxidado. La placa 140 es cuadrada, de aproximadamente 10 centímetros x 10 centímetros, que es lo suficientemente grande como para recoger todas las gotas 122 en la pulverización. La placa 140 estaba situada aproximadamente a 10 centímetros de la descarga del inyector 120 de combustible. En la figura 2 se muestra un registro a modo de ejemplo de las gotas 122 recogidas.

Una vez recogidas las gotas 122, se realizó una exploración de la placa 140 mediante un dispositivo de exploración de alta resolución (no mostrado) y luego se analizaron las distribuciones de tamaño de las gotas mediante software de obtención de imágenes. Aunque este método es más lento y lleva más tiempo que las técnicas de dispersión óptica conocidas, se cree que este método es más fiable que cualquier otro método. Se registró cada gota 122 en la pulverización y se midió físicamente.

El combustible F que se sometió a ensayo según esta configuración de prueba fue combustible diesel, así como gasolina con un 20% de etanol. Las pruebas se llevaron a cabo sin usar el sistema 100 de inyección, para establecer una referencia, y luego usando el sistema 100 de inyección, para determinar los beneficios con respecto a los resultados de referencia. En la figura 3 se muestran los resultados estadísticos para el combustible diesel, mientras en la figura 4 se muestran los resultados para gasolina con un 20% de etanol. Los resultados son promedios de numerosas pruebas. A partir de ambas figuras está claro que un campo eléctrico fuerte reduce el tamaño de las gotas 122 en el proceso de atomización.

10 EJEMPLO 1

Para el experimento con combustible diesel, la presión del combustibles fue de 200 psi (aproximadamente 1.380 KPa), el campo eléctrico fue de aproximadamente 1,0 kV/mm. El combustible F tardó aproximadamente 15 segundos en pasar por el campo eléctrico. El efecto sobre el combustible diesel es muy significativo. Por ejemplo, el número de gotas 122 de radio inferior a 5 μm aumentó desde el 5,3% (referencia) hasta el 15,3%, un aumento de un factor de tres. También queda claro a partir de la figura 3 que el campo eléctrico hace que la mayoría de las gotas 122 tengan un radio inferior a 40 μm . Si el sistema 100 de inyección se aplica a un vehículo diesel, se estima que el rendimiento del combustible aumentará en un 15-30% y que la emisión también mejorará enormemente.

20 EJEMPLO 2

En el experimento con gasolina (con un 20% de etanol), la presión de combustibles fue de 110 psi (aproximadamente 760 KPa), el campo eléctrico fue de 1,2 kV/mm, y el combustible F tardó aproximadamente 15 segundos en pasar por el campo eléctrico. El efecto sobre la gasolina también es significativo. Por ejemplo, el número de gotas 122 con un radio de 10 μm aumentó desde el 17,6% (referencia) hasta el 20,7%, un aumento del 20%. Si el sistema 100 de inyección se aplica en un vehículo alimentado con gasolina, se estima que el rendimiento del combustible aumentará en un 5-10% y que la emisión también mejorará enormemente.

30 EJEMPLO 3

Se realizaron pruebas en carretera usando el sistema 100 de inyección en el sistema de combustible de un vehículo 200 Mercedes Benz 300D, tal como se muestra en la figura 6. El sistema 100 se instala en el vehículo 200 de modo que el combustible fluye a través del sistema 100 verticalmente, desde la parte inferior hasta la parte superior del sistema 100.

Usando el sistema 100 se aumenta el rendimiento del combustible del vehículo desde aproximadamente 30 millas por galón (aproximadamente 12,75 kilómetros por litro) sin usar el sistema 100 hasta aproximadamente 36 millas por galón (aproximadamente 15,3 kilómetros por litro) usando el sistema 100, un aumento de aproximadamente el 20%. En este ejemplo, la fuerza del campo eléctrico fue de entre aproximadamente 800V/mm y aproximadamente 1500 V/mm, siendo el tiempo de flujo de combustible entre las mallas 114, 112 de aproximadamente 5 segundos.

Adicionalmente, se cree que, tanto para el combustible de gasolina como el de diesel, el sistema 100 de inyección produce una potencia de salida superior por unidad de combustible como resultado del tamaño pequeño de las gotas 122 debido a la menor viscosidad del combustible F que se está inyectando para la combustión.

Aunque la invención se ilustra y describe en el presente documento con referencia a realizaciones específicas, la invención no pretende limitarse a los detalles mostrados. En cambio, pueden realizarse varias modificaciones en los detalles dentro del alcance de las reivindicaciones y sin apartarse de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para reducir el tamaño de partículas de combustible inyectadas desde un inyector que comprende las etapas de:
- 10 a) proporcionar un flujo de combustible a través de una tubería (110) de combustible;
- b) someter el combustible a un campo eléctrico que tiene un sentido opuesto al sentido del flujo de combustible, siendo el campo eléctrico suficiente para disminuir la viscosidad del combustible procedente de la transmisión desde la tubería de combustible hacia el inyector;
- 15 c) transmitir el combustible desde la tubería (110) de combustible hacia el inyector (120); y
- d) inyectar el combustible desde el inyector.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa b) comprende someter el fluido al campo eléctrico que tiene una fuerza de entre aproximadamente 800 V/mm y aproximadamente 1500 V/mm.
- 20 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la etapa b) comprende someter el fluido al campo eléctrico entre aproximadamente 5 segundos y aproximadamente 15 segundos.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa d) comprende inyectar el combustible al interior de una cámara de combustión para la combustión.
- 25 5. Aparato para reducir el tamaño de partículas de combustible inyectadas al interior de una cámara de combustión que comprende:
- una tubería (110) de combustible;
- 30 una primera malla (112) metálica dispuesta dentro de la tubería de combustible;
- una segunda malla (114) metálica dispuesta dentro de la tubería de combustible, aguas arriba de la primera malla metálica; y
- 35 un suministro (30) eléctrico acoplado eléctricamente a la primera malla metálica y a la segunda malla metálica, en el que el funcionamiento del suministro eléctrico genera un campo eléctrico entre la primera malla metálica y la segunda malla metálica en un sentido opuesto al sentido de un flujo de combustible a través de la tubería de combustible; y
- 40 un inyector (120) de combustible dispuesto en un extremo de la tubería de combustible, aguas abajo de la primera malla metálica.
6. Aparato según la reivindicación 5, en el que la fuente (130) eléctrica comprende una fuente de corriente continua.
- 45 7. Aparato según las reivindicaciones 5 ó 6, en el que la primera malla (112) metálica comprende un ánodo.
8. Aparato según una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la primera malla (112) metálica está separada de la segunda malla (114) metálica una distancia suficiente para requerir entre aproximadamente 5 segundos y aproximadamente 15 segundos para que el combustible en la tubería de combustible se desplace entre la primera malla y la segunda malla.
- 50

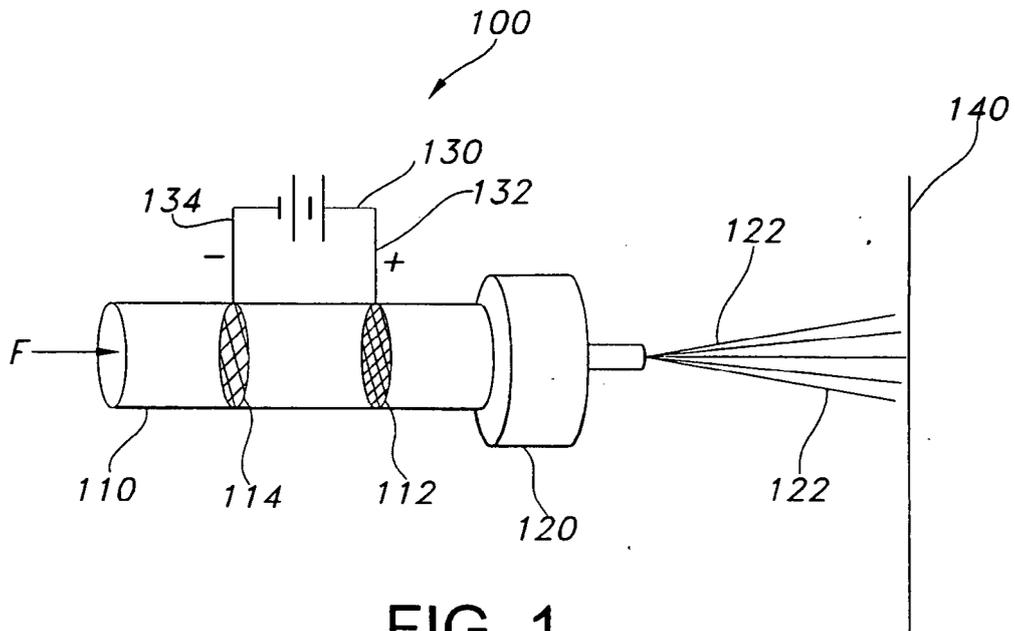


FIG. 1

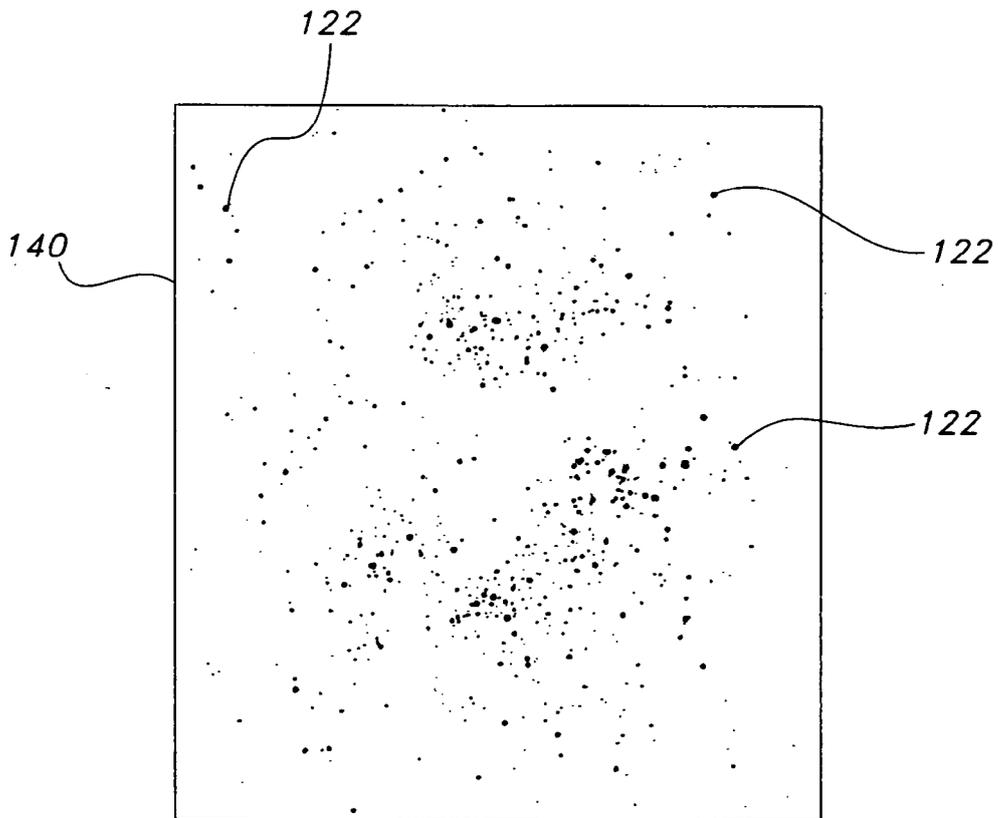


FIG. 2

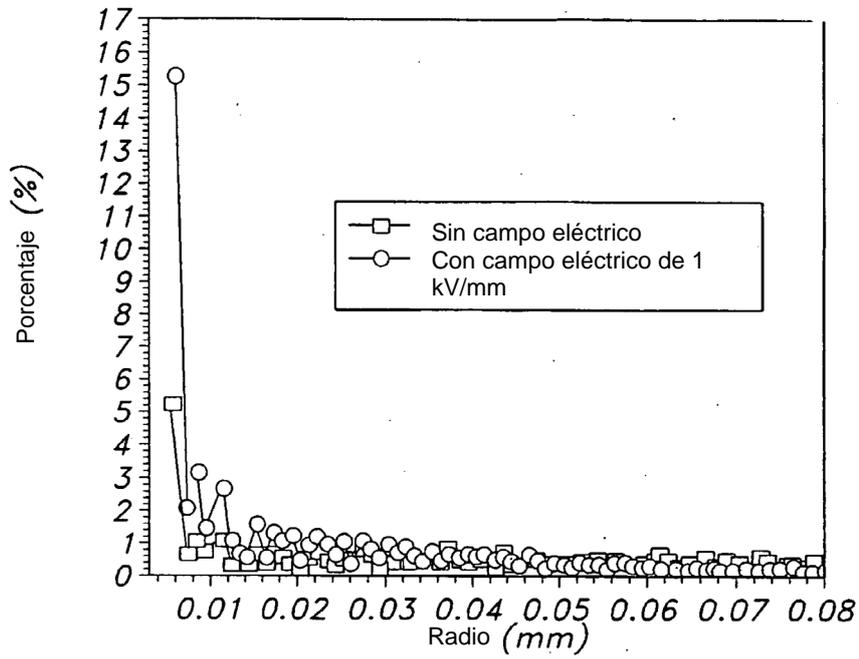


FIG. 3

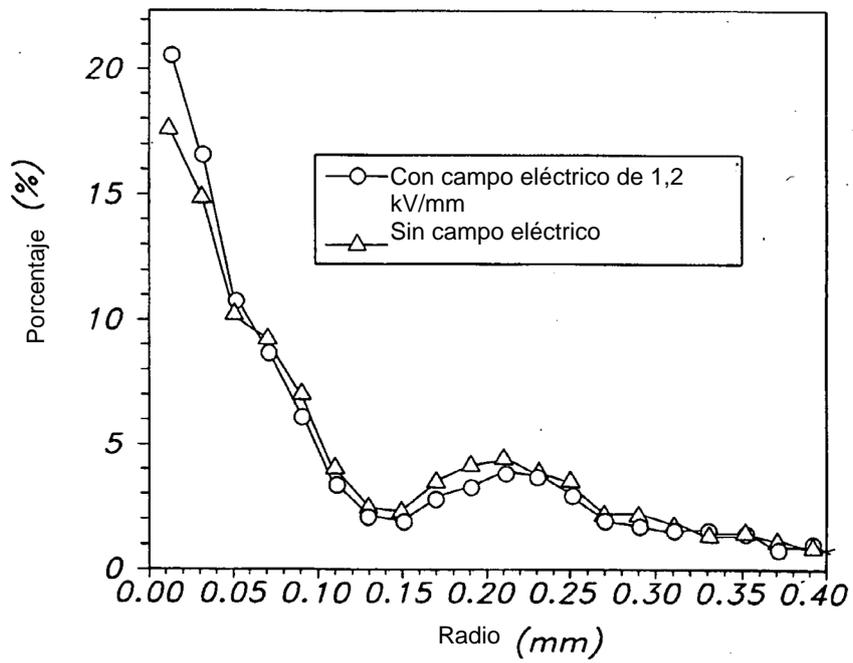


FIG. 4

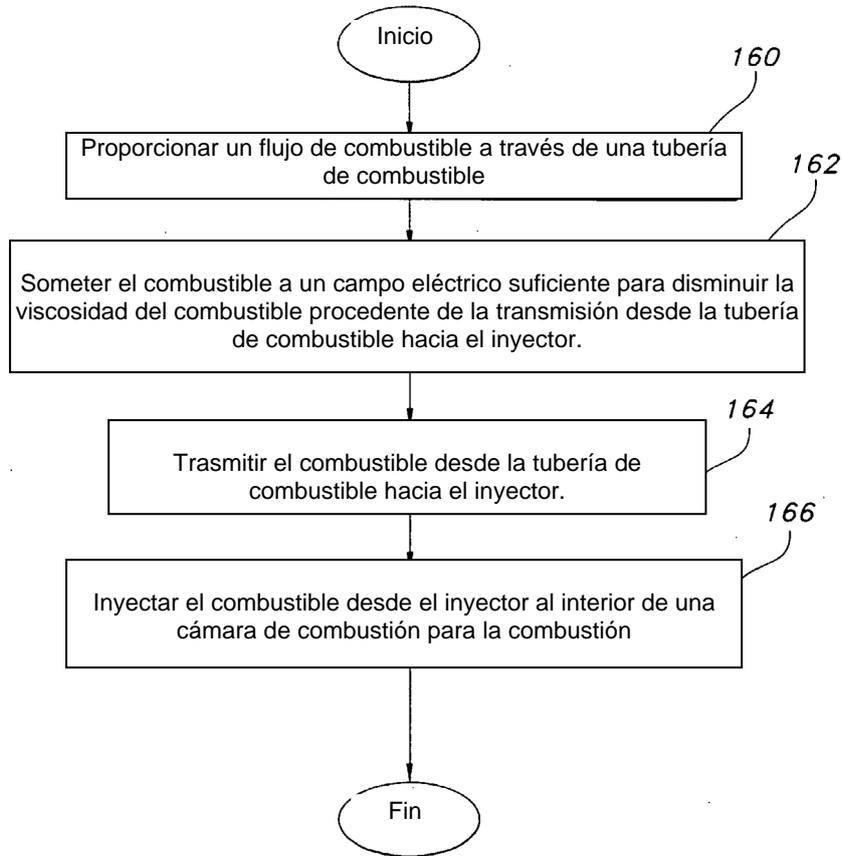


FIG. 5

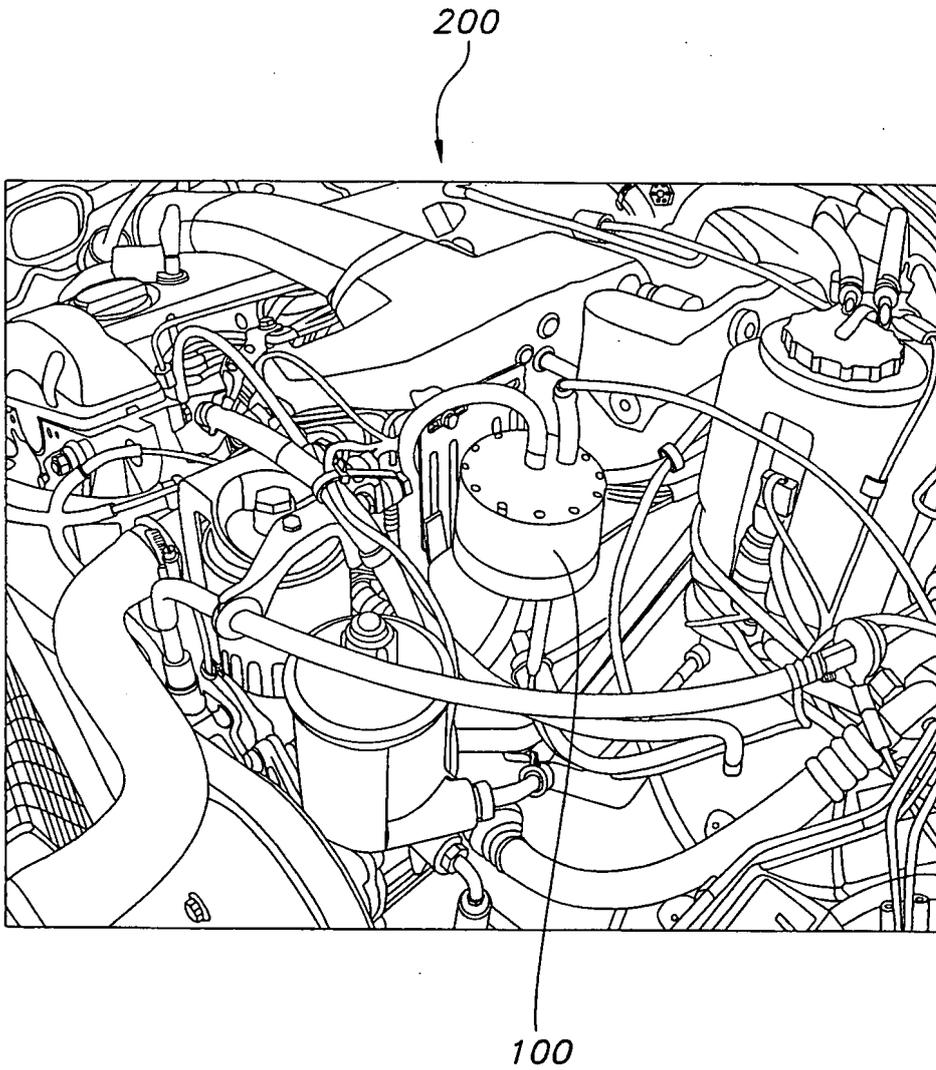


FIG. 6