



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 987**

51 Int. Cl.:
H01T 13/44 (2006.01)
H01T 13/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07823538 .9**
96 Fecha de presentación : **03.07.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2080254**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.07.2009**

54 Título: **Dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia.**

30 Prioridad: **17.10.2006 FR 06 09081**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2010

73 Titular/es: **RENAULT S.A.S.**
13-15, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne Billancourt, FR

72 Inventor/es: **Agneray, Andre y**
Pariente, Marc

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia.

5 La presente invención se refiere de manera general a la generación de plasma en un gas, y más especialmente a los dispositivos de generación de plasma de inductancia integrada. La generación de plasma es, en particular, utilizada para el encendido controlado de motores de combustión interna por los electrodos de una bujía, pero se puede igualmente utilizar, por ejemplo, para una esterilización en un procedimiento de climatización o en sistemas de descontaminación.

10 Más concretamente, la invención se refiere a un dispositivo de generación de plasma que comprende dos electrodos, un resonador en serie que presenta una frecuencia de resonancia superior a 1 MHz y que comprende un condensador provisto de dos bornes, y un bobinado inductivo rodeado por un blindaje, estando dispuestos el condensador y la bobinado en serie, estando conectados los electrodos a los bornes respectivos del condensador.

15 Se describe un dispositivo de este tipo, en particular, en forma de bujía en el documento FR 2.859.830. Este tipo de bujía presente unas capacidades parásitas internas reducidas y forma un resonador en serie que presenta un coeficiente de sobretensión elevado. Aunque este dispositivo permita mantener una tensión de radiofrecuencia entre sus electrodos para la generación de un plasma, su optimización seguía siendo hasta ahora problemática.

20 En este contexto, el objetivo de la invención es proponer un dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia aún más potente.

A tal efecto, el dispositivo de la presente invención, por otra parte conforme a la definición que se da del mismo en el preámbulo precedente, se caracteriza esencialmente porque la relación del radio de bobinado r_{int} respecto al radio del blindaje r_{ext} , se encuentra comprendida entre 0,5 y 0,6 y es preferiblemente igual a 0,56.

Otras particularidades y ventajas de la invención aparecerán claramente en la lectura de la descripción siguiente que se da a título de ejemplo no limitativo y haciendo referencia a las figuras.

30 La figura 1 corresponde a una representación esquemática en corte de un ejemplo de bujía utilizable en el sistema de generación de plasma; y

la figura 2 corresponde a un gráfico que representa un estudio del coeficiente de sobretensión (y) en función de la relación $r_{\text{int}}/r_{\text{ext}}$ (x).

35 La figura 1 ilustra detalles de la estructura de un dispositivo de generación plasma de radiofrecuencia de la técnica anterior, en forma de una bujía de chispa de superficie, para el cual se prueba especialmente ventajosa la aplicación de una excitación de radiofrecuencia.

40 La bujía 110 puede ser fijada en la culata 104 de un motor 105 de combustión interna de un vehículo automóvil.

La bujía de efecto de superficie 110 comprende un electrodo cilíndrico de baja tensión que sirve de casquillo metálico 103 destinado a ser atornillado en el vaciado realizado en una culata de motor y que desemboca en el interior de la cámara de combustión. El casquillo 103 está destinado a ser conectado eléctricamente a la masa. Así pues, el casquillo 103 rodea a un electrodo de alta tensión cilíndrico 106 dispuesto en posición central. El electrodo 106 está aislado del casquillo 103 por medio de un manguito aislante 100. El manguito aislante está constituido por un material cuya permitividad relativa es superior a 1, por ejemplo una cerámica. La bujía presenta un espacio 105 que separa el dieléctricos 100 y un extremo del electrodo 103.

50 Para una aplicación al encendido de automóvil, el experto en la técnica utilizará unos electrodos y un aislante que presenten unos materiales y una geometría adecuados para iniciar una combustión en una mezcla con una densidad de combustión y para resistir el plasma así formado.

55 La figura 1 representa igualmente una vista en corte de una bujía que integra ventajosamente un resonador en serie tal como describe en el documento de la técnica anterior mencionado más arriba. La bujía 110 presenta un borne de conexión 131, unido a un primer extremo de un bobinado inductivo 112. El segundo extremo del bobinado inductivo 112 se conecta a un extremo interno del electrodo de alta tensión 106. Este extremo está igualmente en contacto con un elemento aislante 111 que forma el condensador.

60 Los electrodos 103 y 106 están separados en este ejemplo por el material dieléctrico 100. El resonador en serie integrado en la bujía 110 comprende el bobinado inductivo 112 y el elemento aislante 100 que forma igualmente el condensador entre los electrodos 103 y 106. El condensador y el bobinado inductivo 112 están dispuestos en serie. La capacidad en serie del resonador en serie está formada por el condensador y por las capacidades parásitas internas de la bujía. Esta capacidad está dispuesta en serie con una inductancia para formar el resonador en serie. Cuando la longitud de la conexión entre la inductancia y el condensador es reducida, se reducen las capacidades parásitas en la bujía. La bujía 110 es así utilizada para mantener la tensión alterna entre los electrodos 103 y 106, en el campo de frecuencia deseado, preferiblemente de 1 Mhz a 20 Mhz.

El resonador en serie integrado en la bujía presenta preferiblemente un único bobinado inductivo 112, facilitando la fabricación de una bujía de este tipo.

Es necesario un gran número de espiras en el bobinado único 112 para obtener una inductancia del orden de 50 μH . Ahora bien, un gran número de espiras genera capacidades parásitas. El único bobinado inductivo 112 presenta preferiblemente un eje (identificado por la línea de trazo mixto) y está constituido por una pluralidad de espiras superpuestas según su eje. Se entiende así que la proyección de una espira sea idéntica a la proyección de todas las espiras según este eje. Se limite entonces las capacidades parásitas no superponiendo espiras radialmente.

La bujía comprende además ventajosamente un blindaje 132 conectado a una masa y que rodea el bobinado inductivo 112. Las líneas de campo se vuelven a cerrar así en el interior del blindaje 132. El blindaje 132 reduce así las emisiones electromagnéticas parásitas de la bujía 110. El bobinado 112 puede generar en efecto campos electromagnéticos intensos con la excitación de radiofrecuencia que se prevé aplicar entre los electrodos. Estos campos pueden, en particular, perturbar sistemas a bordo de un vehículo o superar unos umbrales definidos en unas normas de emisión. El blindaje 132 está constituido preferiblemente de un material no férreo con elevada conductividad, tal como el cobre o la plata. Se puede utilizar, en particular, un lazo conductor como blindaje 132.

El bobinado 112 y el blindaje 132 están preferentemente separados por un manguito de aislamiento 133 de un material dieléctrico apropiado, que presenta un coeficiente dieléctrico superior a 1, y preferiblemente una buena rigidez dieléctrica con el fin de reducir aún más el riesgo de perforación o de efluvio, en el origen de las disipaciones de energía. Por supuesto, cuanto menores son las disipaciones de energía, más elevada es la amplitud de la tensión aplicada entre los electrodos y más elevada es la duración de la vida de la bujía. El material dieléctrico puede ser por ejemplo una de las resinas de siliconas comercializadas bajo las referencias Elastosil M4601, Elastosil RTV-2 o Elastosil RT622 (presentando ésta última una tensión de perforación de 20 kV/mm y una constante dieléctrica de 2,8). Se puede prever que la superficie exterior del manguito 133 sea metalizada para constituir el blindaje 132 antes citado.

De manera general, se privilegiará un enrollamiento del bobinado 112 alrededor de un elemento macizo 134 realizado de material aislante y/o no magnético, preferiblemente ambas cosas. Se reducen así aún más los riesgos de perforación y las capacidades parásitas.

Un plasma formado con la ayuda de un dispositivo de este tipo presenta numerosos intereses en el marco del encendido de automóvil tal como una disminución sensible de la tasa de detonaciones en un sistema de mezcla pobre estratificada, una reducción del desgaste de los electrodos o incluso una adaptación del volumen de iniciación del encendido en función de la densidad.

Una excitación de radiofrecuencia se adapta igualmente a una aplicación de depósito de plasma, en un gas que presenta una densidad comprendida entre 10^{-2} mol/l y $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l. El gas utilizado en esta aplicación puede ser típicamente 5 nitrógeno o aire, aire ambiente en particular.

La excitación de radiofrecuencia se adapta incluso a una aplicación de descontaminación de un gas que presente una densidad incluida entre 10^{-2} mol/l y $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l.

La excitación de radiofrecuencia se adapta adicionalmente a una aplicación de alumbrado que recurre a un gas que presenta una densidad molar comprendida entre 0,2 mol/l y 1 mol/l.

Según la presente invención, a fin de optimizar el coeficiente de sobretensión $Q = Lw/R$, es necesario determinar L , que representa la autoinducción, y R que representa la resistencia. Para eso, se adopta un modelo de bobinado largo de espira rectangular.

La corriente que pasa por los hilos del bobinado 112 va a distribuirse entre la superficie interna y la superficie externa de los hilos en la relación de los campos magnéticos. Considerando que el bobinado es suficientemente largo, y gracias al blindaje, el campo magnético es homogéneo en el soporte del bobinado y en el espacio entre el bobinado y el blindaje. El flujo en el espacio entre el bobinado y el blindaje es pues sensiblemente igual al flujo en el soporte de bobinado, y los campos magnéticos son por tanto proporcionales a las relaciones de las secciones, lo que da:

$$B_{\text{ext}} = B_{\text{int}} \cdot r_{\text{int}}^2 / (r_{\text{ext}}^2 - r_{\text{int}}^2)$$

donde r_{int} es el radio del bobinado, r_{ext} el radio del blindaje, B_{int} el campo magnético en el bobinado y B_{ext} el campo magnético entre el bobinado y el blindaje.

ES 2 342 987 T3

Admitiendo que la distribución de la corriente sea enteramente de superficie, la aplicación de Navier-Stokes a $\mu_0 B$ sobre un circuito cuadrado de anchura igual al paso que atraviesa la superficie da:

$$I_{ext} = B_{ext} / (\mu_0 \cdot pas) \quad I_{int} = B_{int} / (\mu_0 \cdot pas)$$

y

$$\text{poniendo } I = I_{int} + I_{ext} \quad y \quad x = r_{int} / r_{ext}$$

se deduce:

$$I_{int} / I = 1 - x^2 \quad y \quad I_{ext} / I = x^2$$

Donde I representa la corriente eléctrica, I_{ext} la corriente eléctrica en el blindaje e I_{int} la corriente eléctrica en la bobinado.

La variable x que representa la relación del radio de bobinado al radio del blindaje, se expresa así, es necesario expresar ahora R y L en función de x de manera que se encuentre un valor de x que maximice $Q = L\omega / R$.

El balance energético de las pérdidas da:

$$RI^2 = \rho \frac{n2\pi}{\delta \cdot pas} (r_{int} (I_{ext}^2 + I_{int}^2) + r_{ext} I_{ext}^2)$$

Es decir:

$$R = \rho \frac{n2\pi}{\delta \cdot pas} r_{ext} (2x^4 + x^3 - 2x^2 + 1)$$

Además, se puede calcular la autoinducción L de la manera siguientes:

$$LI = nB_{int} \pi r_{int}^2 = \mu_0 n \frac{I_{int}}{pas} \pi r_{int}^2 = \mu_0 n \frac{I(1-x^2)}{pas} \pi r_{int}^2$$

Así el coeficiente de calidad es igual a:

$$Q = \frac{L\omega}{R} = \frac{\mu_0 \delta \omega}{2\rho} r_{ext} \frac{x(1-x^2)}{(2x^4 + x^3 - 2x^2 + 1)}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu_0 \omega}}$$

Sabiendo que

$$Q = \frac{L\omega}{R} = \frac{r_{ext}}{\delta} \frac{x(1-x^2)}{(2x^4 + x^3 - 2x^2 + 1)}$$

Así pues, poniendo $y = \frac{x(1-x^2)}{2x^4 + x^3 - 2x^2 + 1}$, el estudio de esta función da el gráfico representado en la figura 2 y permite establecer que el máximo de la fracción polinómica se sitúa en $y = 0,516$ para $x = 0,56$.

Así como conclusión, resulta de este cálculo que la relación del radio de bobinado al radio de blindaje debe ser de 0,56 para tener un coeficiente de sobretensión máximo.

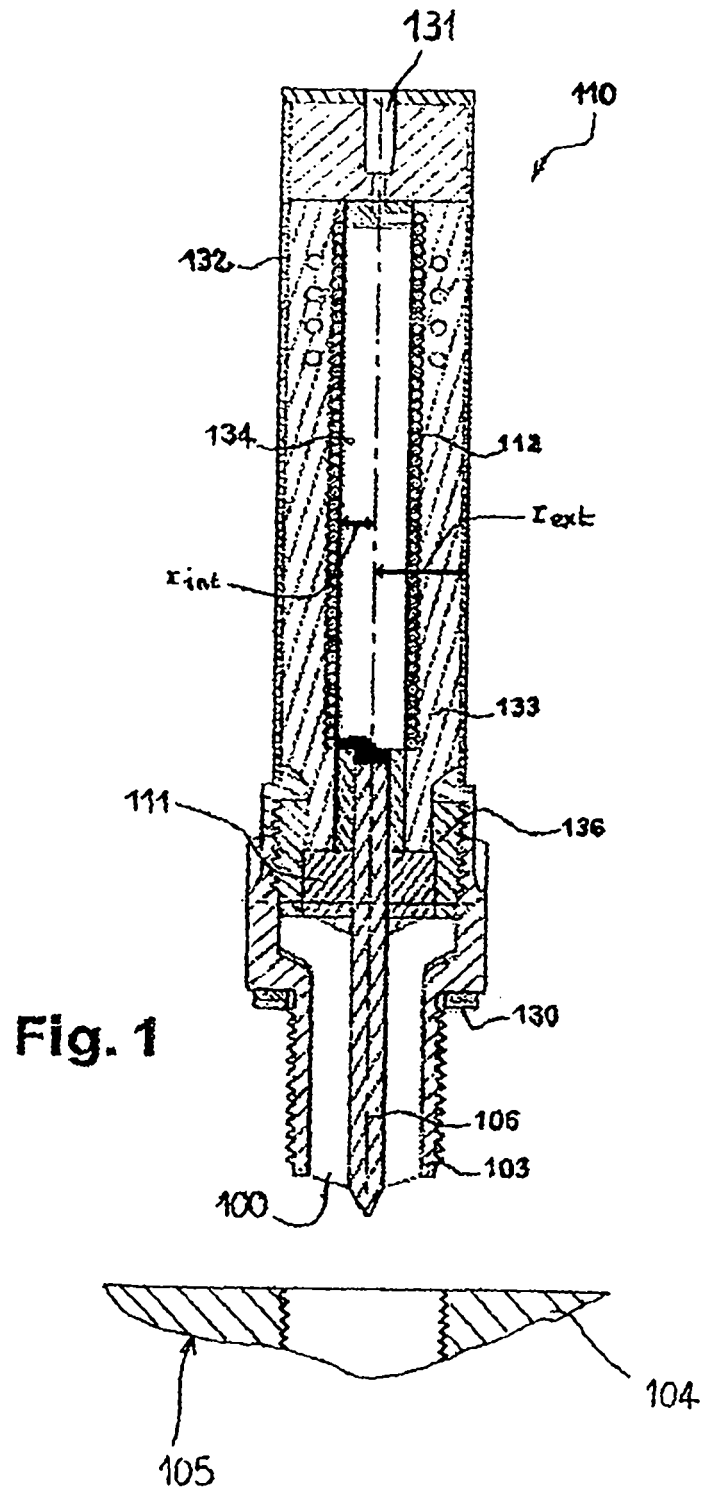
Sin embargo, después de haber efectuado ensayos y como lo muestra la curva, parecería que una relación del radio de bobinado al radio de blindaje comprendida en una gama de 0,5 a 0,6 da resultados muy satisfactorios, permitiendo una mejora considerable del coeficiente de sobretensión.

Este parámetro permite así a todo tipo de dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia, por ejemplo una bujía de encendido de motor, optimizar su coeficiente de sobretensión.

Es importante observar que la aplicación de una gama de este tipo en la relación entre el diámetro de un bobinado y el de un blindaje es aplicable, según un modo de realización preferido aplicable a una bujía de encendido de motor, pero se puede también a cualquier dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de generación de plasma (110) que comprende dos electrodos (103, 106), un resonador en serie que presenta una frecuencia de resonancia superior a 1 MHz y que comprende un condensador (111) provisto de dos bornes, y un bobinado inductivo (112) rodeado por un blindaje (132), estando el condensador y el bobinado dispuestos en serie, estando conectados los electrodos a los bornes respectivos del condensador, estando **caracterizado** el dispositivo porque la relación del radio del bobinado (r_{int}) al radio del blindaje (r_{ext}) está comprendida entre 0,5 y 0,6 y preferiblemente es igual a 0,56.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el resonador en serie comprende un único bobinado inductivo (112).
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el resonador en serie presenta una frecuencia de resonancia en la gama de 1 MHz a 20 MHz.
- 20 4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el dispositivo de generación de plasma de radiofrecuencia es una bujía de encendido para motor.
- 25 5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el blindaje (132) y el bobinado inductivo (112) están separados por un manguito de aislamiento (133) de un material que presenta un coeficiente dieléctrico superior a 1.
- 30 6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la superficie exterior (132) del manguito de aislamiento está metalizada y constituye el blindaje.
- 35 7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el blindaje comprende un lazo conductor.
- 40 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el bobinado inductivo (112) está enrollado alrededor de un elemento macizo (134) constituido de un material no magnético.
- 45 9. Dispositivo según la reivindicación 6 o la reivindicación 8, **caracterizado** porque uno de dichos materiales de aislamiento presenta una tensión de perforación superior a 20 kV/mm.
- 50 10. Utilización de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el marco de un encendido de combustión en un vehículo automóvil con motor de combustión interna.
- 55 11. Utilización de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para una esterilización en el marco de un procedimiento de climatización.
- 60
- 65



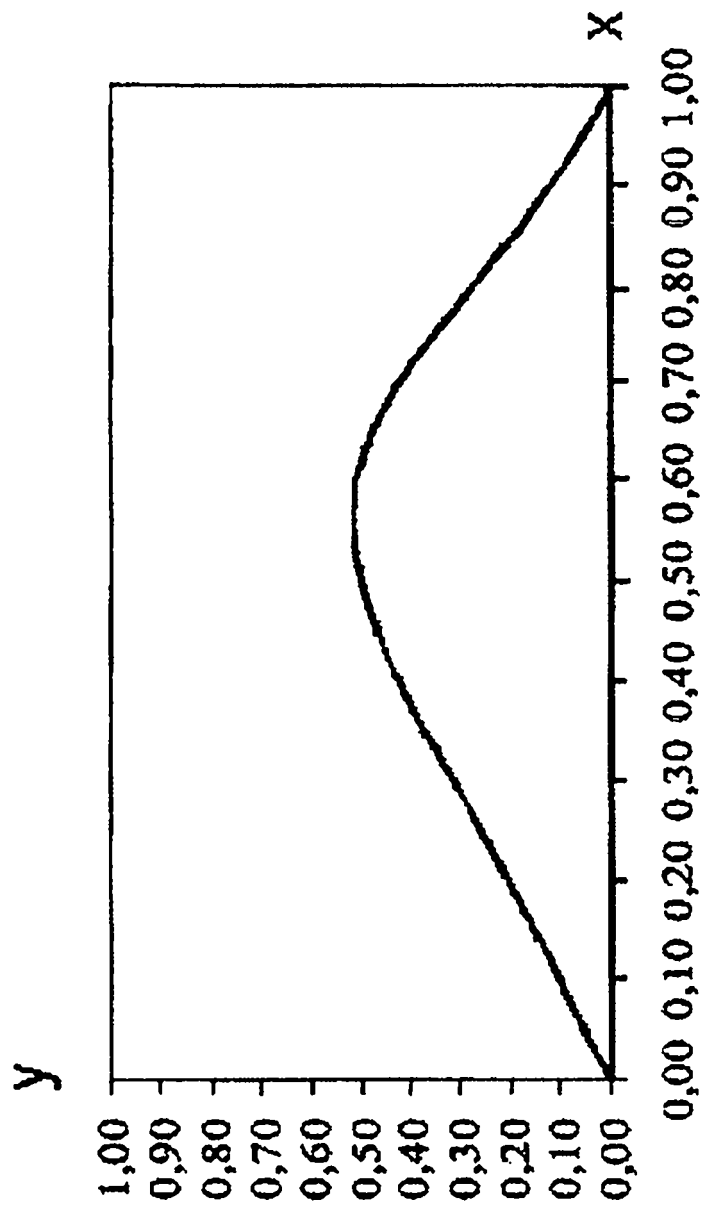


Fig. 2