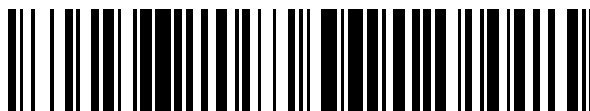


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 931**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2008** **E 08871800 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015** **EP 2245911**

54 Título: **Aparato y método de bomba de descarga de barrera dieléctrica**

30 Prioridad:

31.01.2008 US 23697

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

19.05.2015

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**DYER, RICHARD S.;
SILKEY., JOSEPH S. y
OSBORNE, BRADLEY A.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 535 931 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

Aparato y método de bomba de descarga de barrera dieléctrica

5 CAMPO

La presente invención se refiere de forma general a bombas, y más particularmente a un aparato y método de bomba de descarga de barrera dieléctrica que permite que se genere un chorro de fluido mediante la creación de un campo de plasma asimétrico, y sin la necesidad de mover partes típicamente asociadas con las bombas de fluido.

10 ANTECEDENTES

Las afirmaciones de esta sección simplemente proporcionan información antecedente relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir la técnica anterior.

15 En muchas aplicaciones, sería deseable tener la capacidad de acelerar un caudal de fluido (por ejemplo, un caudal de aire, un caudal de escape, un caudal de gas, etc.) en el interior de un conducto u otra forma de área confinada a través de la cual el fluido está circulando, o de formar un chorro de fluido para expulsión, inyección o mezcla de un fluido, o de control aerodinámico o con fines de propulsión. En algunos casos, esto puede ser particularmente difícil con el uso de bombas convencionales o dispositivos similares. Por un lado, existe la dificultad de montar físicamente una bomba en el interior de un conducto o tubería. Otro reto es que la bomba puede necesitar ser de un tamaño físico que haría que ésta obstruya de forma significativa el caudal de fluido a través del conducto o, inversamente, que requiera que el diámetro del conducto o tubería sea de un tamaño inaceptable. Incluso además, una bomba convencional, que puede requerir ser accionada por un motor eléctrico, tendrá, de forma típica, una serie de partes en movimiento. La presencia de una serie de partes móviles en el motor o en la bomba misma puede dar lugar a un mantenimiento periódico y / o reparaciones requeridas, lo cual puede ser difícil y consumir mucho tiempo si la bomba está montada en el interior de un conducto o tubería. Las bombas convencionales pueden también ser ruidosas y tener un peso apreciable que limita su uso en diversas aplicaciones.

30 El documento US2007 / 241229 describe un Sistema de Control de Descubrimiento de Entrada y Recuperación que incluye una entrada y por lo menos un generador de descarga de barrera dieléctrica posicionado aguas arriba del motor para impartir un momento a una capa límite de aire con una baja energía. Una pluralidad de generadores de descarga de barrera dieléctrica separados pueden ser activados en combinaciones seleccionadas para optimizar el desempeño a las respectivas condiciones de vuelo.

35 SUMARIO

La presente descripción se refiere a un aparato y método de descarga de barrera dieléctrica que es especialmente adecuado para uso como bomba en el interior de un conducto a través del cual está circulando un fluido (por ejemplo, un caudal de aire, un caudal de gas, un caudal de escape, etc.).

40 Según un primer aspecto de esta invención, se proporciona una bomba de caudal de fluido como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones anexas.

Según un segundo aspecto de esta invención, se proporciona un método como se define en la reivindicación 10.

45 El aparato de la invención comprende una primera capa dieléctrica que tiene un primer electrodo insertado en la misma. Un segundo electrodo está soportado alejado de la superficie dieléctrica de la primera capa dieléctrica, con el fin de formar un espacio de aire entre ambos, aguas arriba del primer electrodo con respecto a la dirección de circulación del caudal de fluido. Una fuente de alta tensión suministra una señal de alta tensión al segundo electrodo. Los electrodos cooperan para generar un campo de plasma asimétrico en el espacio de aire, que crea un caudal de aire inducido en el interior del espacio de aire. El caudal de aire inducido acelera el caudal de fluido a medida que el caudal de fluido se mueve a través del espacio de aire.

50 En diversas realizaciones se utilizan dos o más capas dieléctricas separadas entre sí, teniendo cada una por lo menos insertado un electrodo. Un electrodo expuesto está posicionado en el espacio de aire entre las capas dieléctricas. Se generan un par de campos de plasma opuestos y asimétricos que ayudan a acelerar el flujo a través del espacio de aire.

La invención comprende un método para formar una bomba de caudal de fluido para acelerar un caudal de fluido a través de un conducto, según la reivindicación 9.

60 El flujo inducido funciona acelerando el fluido a medida que el fluido circula a través del espacio de aire.

En diversas realizaciones e implementaciones, puede emplearse una pluralidad mayor de electrodos para formar una pluralidad de espacios de aire separados entre sí, a través de los cuales puede acelerarse un caudal de fluido.

Otras áreas de aplicabilidad se harán evidentes a partir de la descripción proporcionada en este documento. Debería entenderse que la descripción y ejemplos específicos están destinados sólo a fines de ilustración y no están destinados a limitar el alcance de la presente descripción.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos descritos en este documento tienen sólo el propósito de ilustración y no están destinados a limitar el alcance de la presente descripción de ningún modo.

- 10 La Figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de un aparato de aceleración de un caudal de fluido de acuerdo con la presente descripción.
 La Figura 1A es un diagrama esquemático de un ejemplo diferente del aparato, en el cual sólo se incluye un único electrodo insertado.
 La Figura 1B es un diagrama esquemático del aparato de la invención que es adecuado para utilizarse donde no hay disponible un conducto formado íntegra y completamente.
 15 La Figura 2 es una vista lateral de un sistema de aceleración de un caudal de fluido bidimensional que utiliza nueve unidades del aparato de aceleración de caudal de fluido mostrado en la Figura 1.
 La Figura 3 es un corte a través de un sistema de aceleración de caudal de fluido tridimensional que utiliza una pluralidad de dispositivos de aceleración de caudal de fluido mostrados en la Figura 1, y
 20 La Figura 4 es un diagrama de flujo de las operaciones de conformación de un sistema tal como el mostrado en la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 25 La siguiente descripción es meramente ejemplarizante en su naturaleza y no está destinada a limitar la presente descripción, aplicación o usos. Debería entenderse que en todos los dibujos, los números de referencia correspondiente indican partes y características iguales o correspondientes.

- 30 Con referencia a la Figura 1, se muestra un aparato de aceleración de un caudal de fluido 10. El uso del aparato en conjunto con un controlador 12 forma un sistema de aceleración de un caudal de fluido 14. El aparato 10 puede estar posicionado en el interior de un conducto 16, una tubería o en el interior de cualquier componente o estructura en la cual existe un caudal de fluido confinado o confinado en parte, y en el cual se desea acelerar el caudal de fluido.

- Además, con referencia a la Figura 1, el aparato 10 incluye una primera capa dieléctrica 18 asegurada a una pared interior del conducto 16, y una segunda capa dieléctrica 20 también asegurada a una pared interior del conducto de forma tal que están dispuestas enfrentadas entre sí (por ejemplo, en oposición). La primera capa dieléctrica 35 incluye un primer electrodo 22 insertado por lo menos sustancialmente en el interior de la capa 18. La segunda capa dieléctrica 20 incluye un segundo electrodo 24 insertado por lo menos sustancialmente en el interior de la capa 20. El posicionamiento de las capas dieléctricas 18 y 20 forma un espacio de aire 26 entre ellas. Preferiblemente, la separación del espacio de aire 26 es de aproximadamente 2,5 mm – 25 mm (0,1 pulg – 1,0 pulg) aunque esto también puede variar dependiendo de la aplicación. Las capas dieléctricas 18 y 20 también pueden estar montadas embutidas en sí en el interior de la superficie interior del conducto 16, o éstas pueden estar posicionadas en el interior de aberturas formadas en la pared del conducto 16.
 40

- El aparato 10 comprende además una fuente 28 de corriente alterna (CA) de alta tensión, la cual está generando preferiblemente una salida de aproximadamente 1kV – 100 kV de corriente alterna, pico a pico, dependiendo de la rigidez dieléctrica y el espesor del dieléctrico. La salida 30 de la fuente de tensión de CA 28 se aplica a un tercer (es decir, no insertado) electrodo 32. El tercer electrodo 32 está soportado en el interior del conducto 16 de cualquier manera adecuada, tal como mediante uno o más montantes extendidos radialmente (no mostrados). El tercer electrodo 32 también está dispuesto adyacente a los extremos aguas arriba 34 de las capas dieléctricas 18 y 20. Mediante “extremo aguas arriba” se indica una posición que está hacia un lado aguas arriba de las capas dieléctricas 50 18 y 20 cuando se considera la dirección de circulación de un fluido 36 a través del conducto 16. En este ejemplo, dado que el fluido 36 está circulando de izquierda a derecha a través del conducto 16, el extremo aguas arriba 34 de las capas dieléctricas 18 y 20 es el lado izquierdo de las capas dieléctricas 18 y 20. Aunque el tercer electrodo 32 se muestra en la Figura 1 como posicionado completamente en el interior del espacio de aire 26 (es decir, en el interior del área delimitada por las capas dieléctricas 18 y 20), es posible para el tercer electrodo 32 estar posicionado de forma parcialmente exterior al espacio de aire 26, es decir, hacia afuera del área delimitada por las capas dieléctricas 55 18 y 20.

- La operación de la fuente de tensión CA 28 es controlada por el controlador 12. El controlador puede controlar la fuente de tensión CA 28 de forma tal que la fuente de tensión CA 28 genere pulsos de alta tensión a una frecuencia deseada. La forma de onda de la fuente de alta tensión puede ser sinusoidal, cuadrada, diente de sierra, o un pulso de corta duración (nanosegundos), o cualquier combinación de estos pulsos. Puede implementarse cualquier otro esquema de control dependiendo de las necesidades particulares de una aplicación dada.
 60

- Las capas dieléctricas 18 y 20 están ilustradas en la Figura 1 como si fueran del mismo espesor y longitud, aunque esto no es absolutamente necesario. De este modo, el espesor y la longitud de las capas dieléctricas 18 y 20 pueden variarse para adaptarse a aplicaciones específicas. En la realización ilustrada en la Figura 1, sin embargo, el espesor
 65

de cada capa dieléctrica 18 y 20 es preferiblemente de aproximadamente 0,254 mm – 0,127 mm (0,01 pulg – 0,5 pulg). La longitud de cada capa dieléctrica 18 y 20 puede variar también para cubrir las necesidades de una aplicación dada pero, en la mayoría de los casos, será por lo menos ligeramente mayor que la longitud del electrodo (22 ó 24) que está insertado en su interior. Sólo como ejemplo, la longitud de cada uno de los electrodos 22 y 24 puede ser de aproximadamente 13 mm – 75 mm (0,5 pulg – 3 pulg) y la longitud de cada una de las capas dieléctricas 18 y 20 puede entonces estar entre aproximadamente 25,4 mm – 101,6 mm (1,0 pulg – 4,0 pulg). Las capas dieléctricas 18 y 20 pueden estar compuestas de TEFLON®, KAPTON®, cuarzo, zafiro, o cualquier otro aislante conveniente con una buena rigidez dieléctrica. Los electrodos 22 y 24 pueden estar hechos de cobre, aluminio o cualquier otro material que genere un conductor conveniente.

Durante la operación, la fuente de tensión CA 28 aplica una señal de alta tensión sobre la línea de salida 32 que energiza eléctricamente el tercer electrodo 32. Esto permite que el tercer electrodo 32, el primer electrodo 22 y el segundo electrodo 24 formen de manera cooperativa un par de campos de plasma 38 y 40 acelerados asimétricamente. Mediante el término “asimétrico” se indica que la magnitud de la fuerza sobre el campo de plasma es mayor en la dirección aguas abajo, como se muestra, lo cual se indica mediante la forma cónica de cada campo 38 y 40 a medida que los campos se extienden hacia los extremos aguas abajo 42 de las capas dieléctricas 18 y 20. Los campos de plasma asimétricos 38 y 40 crean un flujo de aire inducido 44 a través del espacio de aire 26. El flujo de aire inducido 44 actúa para acelerar el caudal del fluido 36 que circula a través del conducto 16. El fluido 36 puede ser un gas de escape, o puede ser un caudal de aire, o puede comprender virtualmente cualquier forma de gas ionizable.

Una serie de diferentes realizaciones del aparato 10 pueden ser construidos utilizando las enseñanzas descritas anteriormente. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 1A, puede construirse un aparato 10' que es equivalente a la mitad del aparato 10 mostrado en la Figura 1. Aquí, el electrodo expuesto 32' está insertado en una capa dieléctrica 42' que forma, o que cubre total o parcialmente, una de las paredes interiores 16' del conducto; esta configuración no es parte de la invención. La Figura 1B muestra la invención de un aparato 10" que tiene un electrodo expuesto 32" y un electrodo 24" insertado en una capa dieléctrica 42". El aparato 10" puede ser configurado y utilizado sin un conducto completamente formado. En la invención, el electrodo expuesto 32" necesitaría estar soportado por algún soporte o montante externo para mantener al mismo a la distancia deseada desde la capa dieléctrica 42".

Con referencia a la Figura 2, se muestra un sistema de aceleración de caudal bidimensional 100 que emplea, por ejemplo, un total de nueve aparatos de aceleración de caudal 10' y 10a. El sistema 100 forma un sistema de dos bombas de tres etapas. Cada uno de los aparatos 10' de aceleración de caudal es de idéntica construcción que el aparato de aceleración de caudal 10 mostrado en la Figura 1, con la excepción de que cada aparato de aceleración de caudal 10' incluye sus electrodos 22' y 24' completamente insertados en el interior de las capas dieléctricas 18' y 20', respectivamente. Los componentes similares de las Figuras 1 y 2 han sido designados con el mismo número de referencia, pero con un símbolo prima utilizado en cada número en la Figura 2.

El sistema 100 de la Figura 2 hace uso de las dos capas dieléctricas 20' y 18' más interiores, y tres unidades de los electrodos 32a, para formar los tres aparatos 10a ubicados de forma central. De otro modo, los electrodos 32a son de construcción idéntica a la de los electrodos 32 y 32'. Para evitar entorpecer el dibujo, se han omitido la fuente de tensión CA 28 y las líneas de salida que acoplan la fuente de tensión CA 28 a cada uno de los electrodos 32' y 32a no insertados. También se ha omitido el controlador 12. El sistema 100 de la Figura 2 forma tres espacios de aire 26a, 26b y 26c distintos a través de los cuales puede circular un fluido. Las capas dieléctricas 18' y 20' son, cada una, de una longitud suficiente para encapsular los electrodos 22' a la vez que se permiten espacios entre unidades longitudinalmente adyacentes de los aparatos 10' y 10a de forma tal que el electrodo no insertado (32' o 32a) de un aparato (10' o 10a) no interfiera con un aparato 10' o 10a longitudinalmente adyacente. Los aparatos 10' y 10a pueden energizarse eléctricamente de forma secuencial, como por ejemplo de izquierda a derecha en la Figura, o en cualquier otro orden deseado.

Con referencia a la Figura 3, se muestra un sistema de aceleración de caudal tridimensional 200. El sistema 200 forma, por ejemplo, un sistema de tres bombas de cuatro etapas, similar al sistema 100, pero incluye aparatos adicionales 10' que pueden estar lateralmente desplazados de los aparatos 10'. Mediante la expresión “lateralmente desplazados” se indica que los aparatos 10a, por ejemplo, pueden estar ubicados en una posición diferente a lo largo del plano Z, que los aparatos 10'. De este modo, puede crearse una pluralidad tridimensional de trayectorias de caudal 26'. La disposición desplazada permite una colocación más eficiente de las etapas de actuación en un volumen y longitud más pequeños.

La Figura 4 es un diagrama de flujo 300 que ilustra un método para conformar un sistema de aceleración de caudal, tal como el sistema 14, utilizando una bomba de descarga de barrera dieléctrica, tal como el aparato 10. En la operación 302, las capas dieléctricas se disponen en el interior de un conducto, teniendo cada capa su propio electrodo insertado, con el fin de formar un espacio de aire entre ellas. En la operación 304, se dispone un electrodo no insertado adyacente a los extremos aguas arriba del electrodo insertado. En la operación 306, se acopla una fuente de tensión CA de alta tensión al electrodo no insertado. En la operación 308, se energiza eléctricamente el electrodo no insertado para hacer que se generen campos de plasma asimétricos opuestos en el espacio de aire.

Los campos de plasma generan un flujo de aire inducido en el espacio de aire que sirve para acelerar un caudal de fluido a través del conducto.

- 5 Las diversas realizaciones descritas en este documento forman, todas, un medio para acelerar un caudal de fluido sin la necesidad de dispositivos que tengan partes en movimiento. Las diversas realizaciones descritas en este documento permiten, de este modo, sistemas de aceleración de caudal a ser implementados incluso más fiables, ligeros en peso y potencialmente menos costosos que lo que sería posible con las bombas desarrolladas previamente, que requieren partes móviles para su operación.
- 10 Aunque se han descrito diversas realizaciones, aquéllos expertos en la técnica reconocerán modificaciones o variaciones que podrían realizarse sin apartarse de la presente descripción, el alcance de la cual se define mediante las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de caudal de fluido que tiene un elemento de descarga de barrera dieléctrica para acelerar un caudal de fluido, que comprende:

una primera capa dieléctrica (18, 20) que tiene un primer electrodo (22, 24, 24") insertado en la misma; un segundo electrodo (32, 32") aguas arriba de dicho primer electrodo con respecto a una dirección de circulación del caudal de fluido (36), y estando además soportado alejado de una superficie dieléctrica de la primera capa dieléctrica, con el fin de formar un espacio de aire (26) entre ambos; una fuente de alta tensión (28) para suministrar una señal de alta tensión al segundo electrodo; cooperando dicho segundo electrodo y dicho primer electrodo para generar un campo de plasma (38, 40") en dicho espacio, que crea un caudal de aire inducido (44) en el interior de dicho espacio, adaptado dicho caudal de aire inducido para acelerar dicho caudal de fluido a medida que dicho caudal de fluido se mueve a través de dicho espacio de aire, **caracterizado por que** dicho segundo electrodo está posicionado de forma tal que dicho fluido puede circular alrededor de todos los lados de dicho segundo electrodo.

2. La bomba de la reivindicación 1, en la cual dicho campo de plasma (38, 40") comprende un campo de plasma que se acelera asimétricamente.

3. La bomba de la reivindicación 1, que comprende además un plano de tierra acoplado eléctricamente a dichos primer (22, 24, 24") y segundo (32, 32") electrodos.

4. La bomba de la reivindicación 1, en la cual dicha fuente de alta tensión (28) comprende una fuente de corriente alterna de alta tensión de entre aproximadamente 1 kV – 100 kV de CA.

5. La bomba de la reivindicación 1, en la cual dicho espacio de aire (26) forma una distancia de entre aproximadamente 2,5 mm (0,1 pulg) a 25 mm (1,0 pulg).

6. La bomba de la reivindicación 1, que comprende además un tercer electrodo insertado en una capa dieléctrica adicional, y que está soportada separada de dicho primer electrodo y dicha primera capa dieléctrica, y que además está soportada separada de dicho segundo electrodo, con el fin de formar un segundo espacio entre ellos.

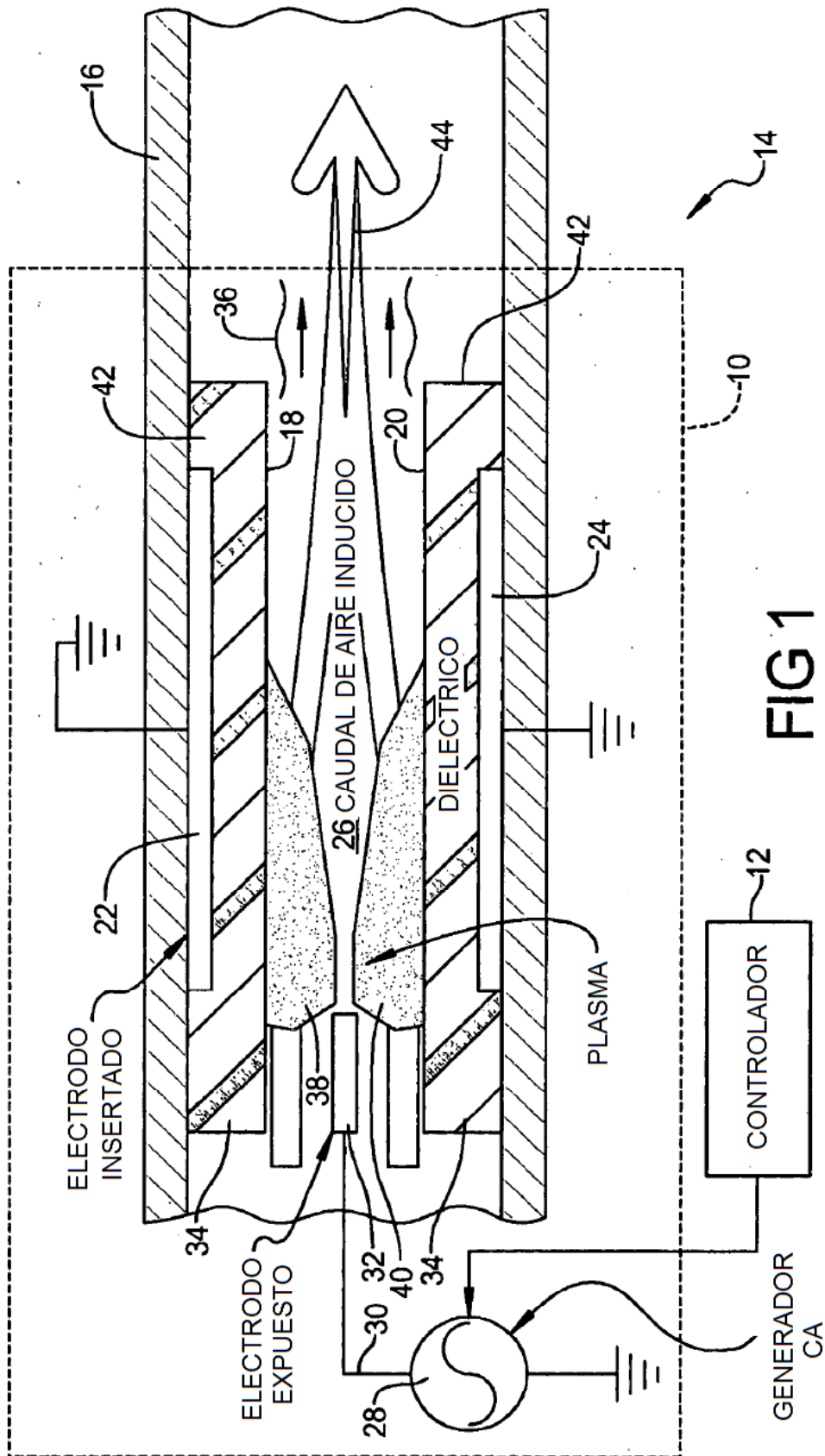
7. La bomba de la reivindicación 6, que comprende además un cuarto electrodo dispuesto en dicha primera capa dieléctrica, y un quinto electrodo insertado en dicha capa dieléctrica adicional, y separada longitudinalmente de dicho segundo electrodo, estando formado un espacio adicional entre dichos cuarto y quinto electrodos longitudinalmente aguas abajo de dicho espacio; un sexto electrodo dispuesto por lo menos parcialmente en el interior de dicho espacio adicional; estando dichos cuarto, quinto y sexto electrodos adaptados para ser excitados eléctricamente por dicha fuente de tensión de corriente alterna para formar campos de plasma adicionales opuestos entre dichos cuarto y quinto electrodos, para crear un caudal de fluido inducido adicional para, de este modo, acelerar más dicho caudal de fluido a medida que dicho caudal de fluido circula a través de dicho espacio adicional.

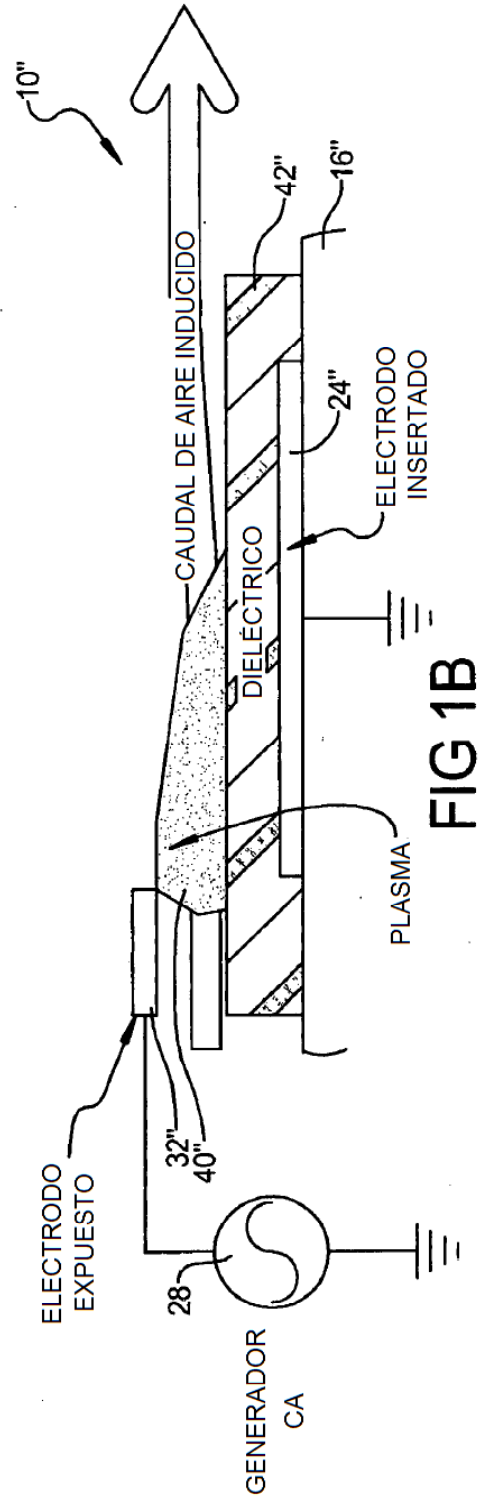
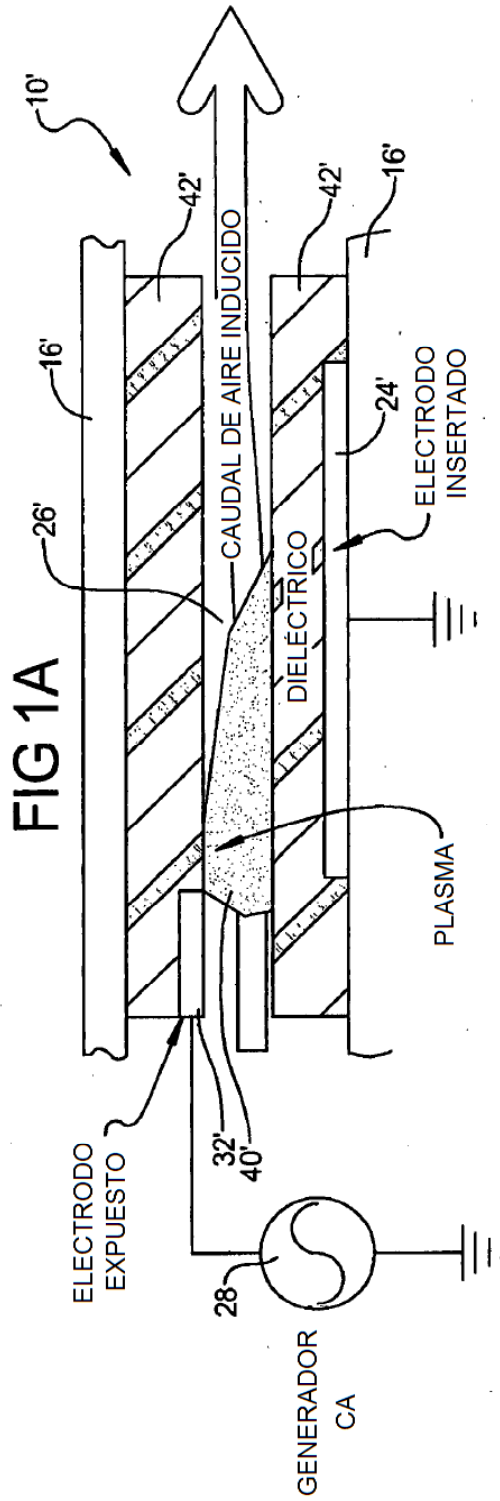
8. La bomba de la reivindicación 6, en la cual ambas de dichas capas dieléctricas están dispuestas sobre un par de superficies separadas entre sí, de forma general paralelas.

9. Un método para formar una bomba de caudal de fluido para acelerar un caudal de fluido a través de un conducto, comprendiendo dicho método:

la disposición de un primer electrodo (22, 24, 24") insertado en una primera capa dieléctrica (18, 20); la disposición de dicha primera capa dieléctrica en el interior de dicho conducto; la disposición de un segundo electrodo (22, 24, 24") insertado en una segunda capa dieléctrica (18, 20); la disposición de dicha segunda capa dieléctrica en el interior de dicho conducto con el fin de estar de forma general enfrentada a dicha primera capa dieléctrica, y de forma tal que se forma un espacio de aire (26) entre dichas primera y segunda capas dieléctricas; el posicionamiento de un tercer electrodo (32, 32") en el interior de dicho conducto de forma tal que dicho tercer electrodo está ubicado por lo menos parcialmente en el interior de dicho espacio de aire y hacia un extremo aguas arriba de dichas capas dieléctricas, con respecto a una dirección de circulación de dicho fluido a través de dicho espacio de aire; la excitación eléctrica de dicho tercer electrodo para hacer que dicho tercer electrodo, dicho primer electrodo y dicho segundo electrodo generen de forma cooperativa campos eléctricos asimétricos y opuestos en el interior de dicho espacio de aire, para generar, de este modo, un campo de plasma en dicho espacio de aire que crea un caudal inducido a través de dicho espacio de aire, actuando dicho caudal inducido para acelerar dicho fluido a medida que dicho caudal de fluido se mueve a través de dicho espacio de aire, **caracterizado por que** dicho tercer electrodo (32, 32") está posicionado en el interior de dicho conducto de forma tal que dicho fluido puede circular alrededor de todos los lados de dicho tercer electrodo.

10. El método de la reivindicación 9, que comprende además la ubicación de dicho tercer electrodo (32, 32") completamente en el interior de dicho espacio de aire (26).
- 5 11. El método de la reivindicación 9, en el cual la excitación eléctrica de dicho tercer electrodo (32, 32") comprende la excitación eléctrica de dicho tercer electrodo con una tensión de corriente alterna (28) en el rango de aproximadamente 1 kV – 100 kV de CA.
- 10 12. El método de la reivindicación 11, que además comprende la formación de una bomba de caudal de fluido adicional en el interior de dicho conducto en una ubicación aguas abajo, con respecto a la dirección de circulación de dicho fluido, de dicha bomba de caudal de fluido.





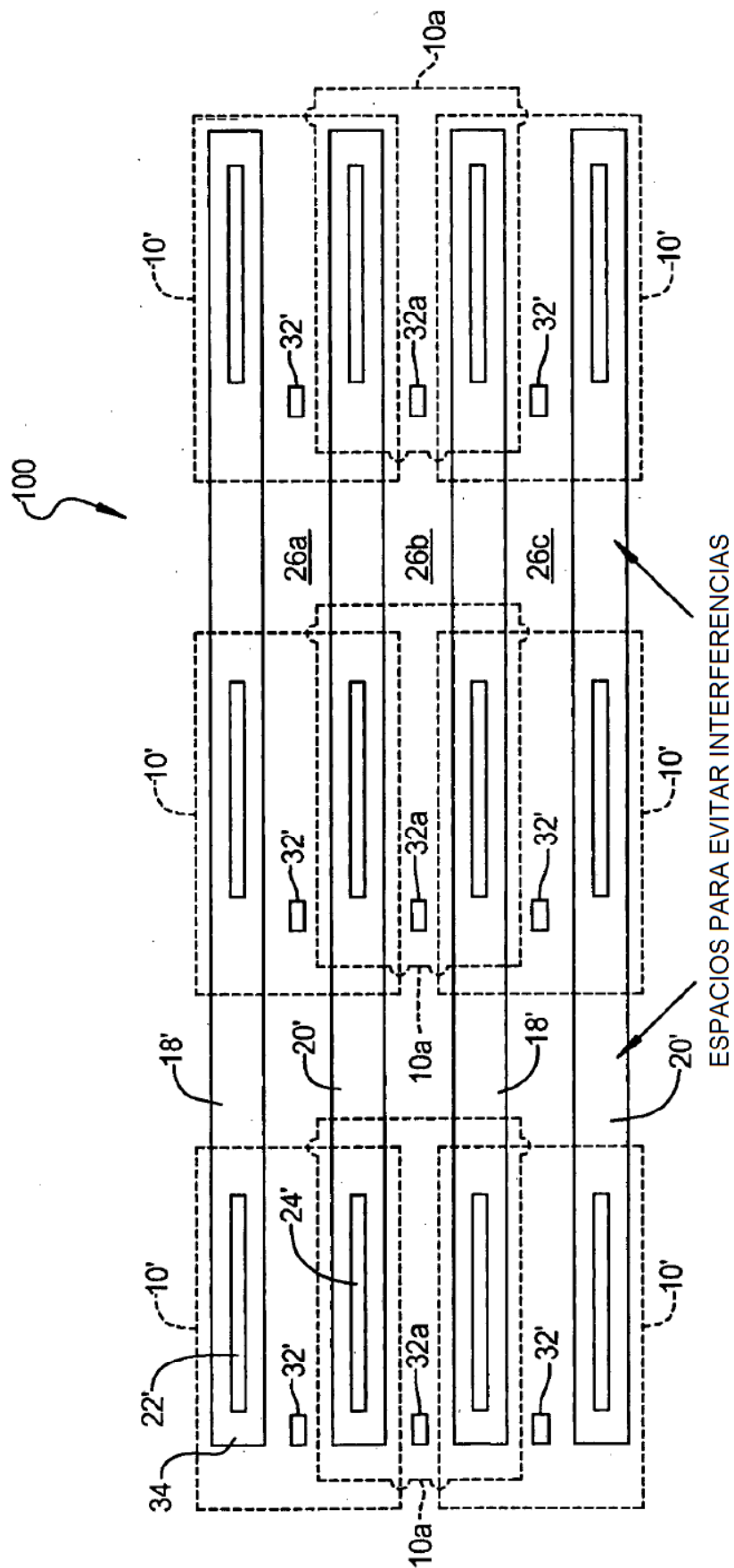


FIG 2

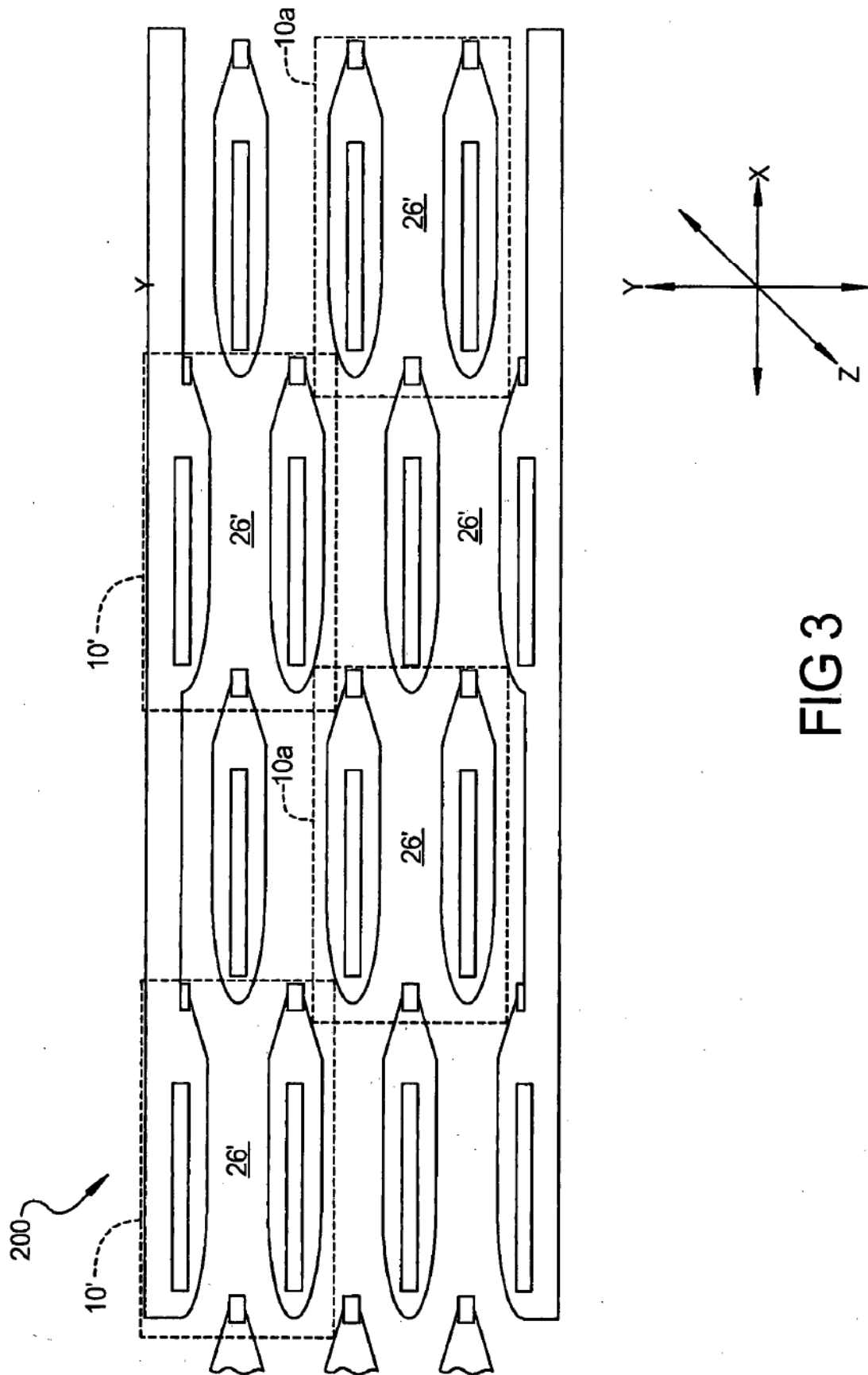


FIG 3

