

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 966**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2018 PCT/EP2018/000214**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.10.2018 WO18192682**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2018 E 18723700 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3613264**

54 Título: **Dispositivo de plasma de efecto corona y reactor de plasma**

30 Prioridad:

20.04.2017 FR 1700439

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

04.10.2023

73 Titular/es:

**AIRINSPACE S.E (100.0%)
14 Rue Jean Monnet
78990 Elancourt, FR**

72 Inventor/es:

**DE LINAGE, PIERRE y
LUNEL, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 949 966 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

Dispositivo de plasma de efecto corona y reactor de plasma

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la emisión de plasma por descarga corona y más particularmente al de los reactores de plasma.

Estado de la técnica

10 Es conocido el uso de un dispositivo de plasma de efecto corona para producir, por descarga corona, un plasma y un flujo de iones. Un dispositivo de este tipo permite ventajosamente producir un plasma que permite ionizar un fluido que pasa a través del dispositivo. Tal ionización encuentra múltiples y complementarias funcionalidades, por ejemplo, en el sector del tratamiento de un fluido, como el aire.

15 De acuerdo con una primera funcionalidad, una ionización permite, por depósito de iones, cargar una partícula contenida en el fluido. Esta partícula así cargada puede ser retenida ventajosamente por un filtro electrostático, que puede colocarse aguas abajo del dispositivo. De acuerdo con otra funcionalidad, una ionización tiene una acción neutralizante sobre organismos patógenos, tales como virus, que puedan ser transportados en el fluido. Según todavía otra característica, una ionización produce ventajosamente especies químicas oxidantes útiles para descontaminar un filtro mecánico, como un filtro de carbón activo, que puede colocarse aguas abajo del dispositivo.

Asimismo, un dispositivo de plasma de efecto corona, o un reactor de plasma que comprende una pluralidad de tales dispositivos, constituye ventajosamente una etapa aguas arriba de un medio de tratamiento de fluidos multifiltro.

20 Es conocido realizar un dispositivo de plasma de efecto corona, utilizar un electrodo polarizado y un electrodo de tierra, dispuesto frente al electrodo polarizado, y aplicar entre estos dos electrodos una diferencia de potencial significativa, del orden de varios miles de voltios. Esto crea un plasma, así como descargas corona que producen descargas de iones. El efecto de ionización del fluido se logra creando una circulación del fluido que obliga al fluido a pasar a través del plasma.

25 Para obtener dicho plasma, según el efecto corona, se conocen dos configuraciones: según una primera configuración, denominada configuración punta-plano, un electrodo polarizado que presenta un pequeño radio de curvatura se coloca perpendicularmente a un electrodo de tierra sustancialmente plano; de acuerdo con otra configuración denominada de alambre-cilindro, un electrodo polarizado de alambre se coloca axialmente en un electrodo de tierra cilíndrico.

30 El documento FR 2818451, del mismo solicitante, propone combinar estas dos configuraciones utilizando un electrodo polarizado en forma de aguja y un electrodo de tierra que comprende un entramado metálico sustancialmente plano, dispuesto perpendicularmente al electrodo polarizado y un cilindro que rodea el electrodo polarizado en toda su longitud. Este dispositivo es atravesado por el fluido según una dirección paralela al eje coincidente del electrodo polarizado y del cilindro.

Los documentos EP 2213618 A1, EP 2120254 A2 y EP 2234462 A2 dan a conocer otros ejemplos de dispositivos de plasma de efecto corona para el tratamiento de fluidos.

35 Se sigue buscando una mejora en un dispositivo de plasma de efecto corona, en términos de eficiencia de ionización, reducción del volumen ocupado o bien de la energía eléctrica consumida.

Descripción detallada de la invención

La invención tiene por objeto una celda de plasma de efecto corona según la reivindicación 1.

40 La película porosa es una superficie que permite el paso del aire con poros que presentan un tamaño que oscila entre 0,1 mm y 500 mm, preferentemente entre 5 mm y 50 mm.

El espesor de la película porosa está ventajosamente comprendido entre 0,5 y 50 mm, preferentemente entre 1 y 5 mm.

La película porosa es un mallado metálico, cuyas mallas pueden presentar diferentes formas (cuadrado, rombo, etc.).

Ventajosamente, el mallado metálico en cuestión es una lámina de metal expandida.

45 Es también objeto de la invención un elemento dual de plasma de efecto corona según la reivindicación 2.

De acuerdo con otra característica, el primer electrodo polarizado y el segundo electrodo polarizado están unidos a un mismo primer potencial y el primer electrodo de tierra y el segundo electrodo de tierra están unidos a un mismo segundo potencial, diferente del primer potencial.

De acuerdo con otra característica, el primer potencial es negativo y el segundo potencial es masa.

Ventajosamente, el o los electrodos polarizados están unidos a un potencial negativo y entonces hablamos de electrodos de descarga.

5 De acuerdo con otra característica, el primer electrodo polarizado y el segundo electrodo polarizado están soportados por un soporte conductor conectado al primer electrodo polarizado, al segundo electrodo polarizado y al primer potencial, soporte conductor que es preferentemente sustancialmente plano.

De acuerdo con otra característica, el soporte conductor comprende un circuito impreso que comprende al menos una pista conductora conectada al primer electrodo polarizado, al segundo electrodo polarizado y al primer potencial.

De acuerdo con otra característica, se coloca un electrodo polarizado en un agujero de interconexión metalizado perforado en dicha al menos una pista conductora.

10 De acuerdo con otra característica, el circuito impreso comprende calados, preferiblemente en su totalidad excluyendo una banda estrecha dispuesta alrededor de dicha al menos una pista conductora.

De acuerdo con otra característica, al menos una de la primera celda y la segunda celda es una celda según una de las realizaciones anteriores.

15 Es también objeto de la invención un reactor de plasma que comprende una pluralidad de dispositivos de emisión de plasma de efecto corona dispuestos uno al lado del otro en una disposición sustancialmente plana, donde los dispositivos son celdas según una de las realizaciones anteriores, o los dispositivos son elementos duales según una de las realizaciones anteriores.

De acuerdo con otra característica, la disposición es una retícula sensiblemente cuadrada.

20 Otras características, detalles y ventajas de la invención se desprenderán más claramente de la descripción detallada que se da a continuación a modo de indicación en relación con los dibujos, en los que:

- la figura 1 ilustra, en vista de perfil seccionada, una celda según la invención,
- la figura 2 ilustra, en vista de perfil seccionada, un elemento dual según la invención,
- la figura 3 ilustra, en vista de perfil seccionada, la polarización de un elemento dual,
- la figura 4 ilustra, en vista de perfil seccionada, un elemento dual que comprende dos celdas de la figura 1,
- 25 • la figura 5 ilustra, en vista de perfil seccionada, el elemento dual de la figura 4 dimensionado según una realización,
- la figura 6 ilustra, en vista de perfil seccionada, un reactor de plasma,
- la figura 7 ilustra, en vista en perspectiva, un reactor de plasma, y
- la figura 8 ilustra, en vista desde arriba, un circuito impreso soporte de electrodos polarizados.

30 De acuerdo con un primer aspecto, ilustrado en la figura 1, la invención se refiere a una celda de plasma de efecto corona 11 mejorada. De manera conocida, tal celda 11 comprende un electrodo polarizado 12 sustancialmente en forma de aguja y un electrodo de tierra 13, dispuesto frente al electrodo polarizado 12. El electrodo de tierra 13 comprende un cilindro 14 sustancialmente centrado en el electrodo polarizado 12 y una película porosa 15 sustancialmente plana perpendicular al electrodo polarizado 12. El electrodo polarizado 12 se fija típicamente sobre un soporte 16 ventajosamente con calados para permitir el paso de un flujo de fluido. La distancia entre el electrodo polarizado 12 y el electrodo de tierra 13 se mantiene mediante al menos un espaciador 17.

35 Por el documento FR 2818451, se conoce formar tal electrodo de tierra con un cilindro, sustancialmente centrado en el electrodo polarizado, de gran altura para rodear el electrodo polarizado en toda su longitud.

40 Una celda 11 según la invención está mejorada en que el cilindro 14 está conformado para presentar un perfil bajo. Esto significa que la altura del cilindro 14 es despreciable en comparación con su diámetro. Así, el diámetro del cilindro está comprendido entre 20 y 100 mm, preferentemente entre 25 y 75 mm, por ejemplo, entre 30 y 60 mm y de forma especialmente preferente, entre 35 y 55 mm. En cuanto al grosor del cilindro, está comprendido entre 1 y 5 mm. El electrodo polarizado 12 está conformado lo suficientemente corto para no penetrar en el cilindro 14.

El flujo de fluido que va a ionizarse por medio de la celda 11 es sustancialmente vertical con respecto a la figura 1.

45 La reducción combinada de la altura del cilindro 14 y de la longitud del electrodo polarizado 12 permite ventajosamente reducir drásticamente la altura total de la celda 11, ya que el electrodo de tierra 13, mucho menos alto, se puede acercar al electrodo polarizado 12, a su vez acortado. Esto permite ventajosamente realizar una celda 11, o cualquier

sistema basado en una celda 11 de este tipo, tal como un reactor de plasma 30, que presenta un grosor y por lo tanto una ocupación total de espacio, en el sentido del flujo de fluido, claramente reducido.

5 El hecho de conservar el electrodo polarizado 12 fuera del cilindro 14 permite conformar el plasma sustancialmente según una forma de cono muy aplanado, sustancialmente transversal al flujo de fluido, favoreciendo una buena ionización.

Así, de acuerdo con una realización, para una distancia d entre la punta de la aguja y la película porosa, y un diámetro de cilindro comprendido entre $2d$ y $5d$, con un óptimo en $3d$, el ángulo de apertura del cono de flujo de iones está comprendido entre 136° y 112° .

10 Como se ilustra en la figura 1, la película porosa 15 está dispuesta, con respecto al electrodo de descarga 12, en el lado opuesto al cilindro 14. Esto es ventajoso para la forma del plasma/flujo de iones. Además, esto simplifica la fabricación, pudiendo depositarse una película porosa 15 continua detrás del cilindro 14, aun cuando la película porosa 15 solo es visible desde el electrodo polarizado 12 por la abertura circular interior delimitada por el cilindro 14.

15 De acuerdo con otro aspecto, más particularmente ilustrado en la figura 2, la invención también se refiere a una configuración ventajosa, donde dos celdas 11, 21 están ensambladas simétricamente (según una configuración contrapuesta o invertida). Además, la invención se refiere a un elemento dual de plasma de efecto corona 10 que comprende una primera celda de plasma de efecto corona 11 y una segunda celda de plasma de efecto corona 21. La primera celda 11 comprende un primer electrodo polarizado 12 y un primer electrodo de tierra 13, colocado frente al primer electrodo polarizado 12. La segunda celda 21 comprende un segundo electrodo polarizado 22 y un segundo electrodo de tierra 23, colocado frente al segundo electrodo polarizado 22.

20 De acuerdo con otra característica, más particularmente ilustrada en la figura 3, el primer electrodo polarizado 12 y el segundo electrodo polarizado 22 están unidos a un mismo primer potencial 8 y el primer electrodo de tierra 13 y el segundo electrodo de tierra 23 están unidos a un mismo segundo potencial 9, diferente del primer potencial 8.

25 Los signos de los potenciales primero y segundo 8, 9 pueden ser arbitrarios. Sin embargo, se sabe que la ionización obtenida por efecto corona es más efectiva cuando el electrodo polarizado está unido a un potencial negativo (hablamos entonces de electrodo de descarga). Además, preferentemente, el primer potencial 8 es negativo y el segundo potencial 9 es masa.

Se ha encontrado que una disposición de la primera celda 11 y de la segunda celda 21 simétrica (en configuración contrapuesta) presentaba muchas ventajas no obvias. Se obtienen aún otras ventajas con una misma polarización de las dos celdas 11, 21.

30 El hecho de duplicar las celdas 11, 21 permite mejorar mucho la eficiencia obtenida. Además, se ha demostrado que la vida útil de un elemento dual 10 aumenta considerablemente con respecto a una sola celda 11. De hecho, un efecto perjudicial de una celda corona es que su electrodo polarizado 12, 22 precipita cristales dieléctricos que, aislando gradualmente dicho electrodo polarizado 12, 22, reducen la eficiencia de la celda 11, 21. El hecho de utilizar dos celdas en lugar de una ha permitido mejorar enormemente la esperanza de vida del reactor 30.

35 Al presentar la primera celda 11 una orientación opuesta a la de la segunda celda 21, sus efectos ionizantes se combinan y complementan entre sí, lo que permite aumentar el efecto ionizante global.

La orientación opuesta todavía permite ventajosamente aplicar una misma polarización a las dos celdas 11, 21.

40 Estas dos características de orientación y de polarización combinadas permiten ventajosamente fijar el primer electrodo polarizado 12 sobre un primer soporte 16 y el segundo electrodo polarizado 22 sobre un segundo soporte 26. Ventajosamente, estos dos soportes 16, 26 pueden ser un único soporte 36 común, estando los electrodos polarizados 12, 22 soportados respectivamente cada uno por una cara del soporte 36.

45 Esto permite ventajosamente, siendo la polaridad del primer electrodo polarizado 12 y del segundo electrodo polarizado 22 la misma (preferentemente negativa), utilizar un conector común, así como una fuente de potencial común, para polarizar estos dos electrodos polarizados 12, 22. Esta estructura es por lo tanto particularmente económica y ventajosa.

Así, de acuerdo con una realización ventajosa, el soporte común 36 puede ser conductor y estar conectado al primer electrodo polarizado 12, al segundo electrodo polarizado 22 y al primer potencial 8.

50 De acuerdo con otra realización ventajosa, el soporte común 36 comprende un circuito impreso 36 que comprende al menos una pista conductora 31 conectada al primer electrodo polarizado 12, al segundo electrodo polarizado 22 y al primer potencial 8.

La polarización de un dispositivo de plasma de efecto corona requiere una diferencia de potencial significativa, entre electrodo polarizado y electrodo de tierra, cuya diferencia de potencial es del orden de varios miles de voltios. Además, el primer potencial 8 es muy alto y podría resultar dañino para un operador. La configuración según la invención asegura ventajosamente el confinamiento de este primer potencial 8 en mitad del elemento dual 10. El primer potencial

8 alto queda así fuera del alcance de un operador. Tal elemento dual 10, y por lo tanto un reactor 30 construido a base de tal elemento dual 10, tienen una conformación naturalmente segura frente a este riesgo eléctrico.

5 Siendo el soporte 16, 26 un circuito impreso 36, estando distribuido el primer potencial 8 dentro del soporte por medio de una pista conductora 31, ventajosamente dispuesta en dicho circuito impreso 36, de acuerdo con otra característica, un electrodo polarizado 12, 22, sustancialmente en forma de aguja, está ventajosamente ensamblado sobre el soporte 16, 26 por medio de un agujero de interconexión 33 perforado en el circuito impreso 36. Esto permite ventajosamente una fijación del electrodo polarizado 12, 22 por medio de una soldadura. Ventajosamente, el agujero de interconexión 33 está metalizado y perforado en una pista conductora 31. La perforación es tal que asegura la conexión eléctrica. Así, la fijación del electrodo polarizado 12, 22 en el agujero de interconexión 33 de manera conectada asegura la conexión entre el electrodo polarizado 12, 22 y el primer potencial 8. Esto permite una realización sencilla de la fijación y de la conexión del electrodo polarizado 12, 22.

10 El circuito impreso 36, estando dispuesto transversalmente al flujo de fluido, está ventajosamente provisto de calados para permitir el paso de este flujo de fluido. De acuerdo con una realización, se realiza al menos un calado 38 para este fin. Para maximizar el paso de fluido a su través, dicho al menos un calado 38 puede cubrir toda la superficie del circuito impreso 36 excluyendo al menos una banda estrecha dispuesta alrededor de dicha al menos una pista conductora 31.

En la figura 8 se ilustra una realización de un circuito impreso 36 destinado a un reactor de plasma según esta característica.

20 En la descripción que antecede, como se muestra en las figuras 1 a 6, el primer electrodo polarizado 12 y el segundo electrodo polarizado 22 están alineados axialmente. Esto permite ventajosamente que presenten una constitución monopieza, con una sola aguja de dos puntas formando simultáneamente dos electrodos polarizados 12, 22. Esto también permite ventajosamente fijar los dos electrodos polarizados 12, 22 simultáneamente en un mismo agujero de interconexión 33 pasante, en una sola operación.

25 En un elemento dual 10, la primera celda 11, la segunda celda 21 o ambas son una celda según la invención, como se ilustra en la figura 1, es decir, una celda con un cilindro 14 que presenta un perfil bajo. Las figuras 4 a 6 ilustran una configuración con dos celdas idénticas.

30 Sobre la base de una celda 11 o de un elemento dual 10 según una de las realizaciones anteriores, es posible construir un reactor de plasma 30. El principio conocido de un reactor de plasma está en yuxtaponer, según una disposición uno al lado del otro, en un plano perpendicular al flujo de fluido, una pluralidad de dispositivos de plasma de efecto corona. Esto permite aumentar a voluntad la sección y, por tanto, el caudal de fluido que puede atravesar el reactor de plasma 30.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un reactor de plasma 30 yuxtapone dispositivos que son celdas 11, según una de las realizaciones anteriores, o elementos duales 10 según una de las realizaciones anteriores.

35 Tal reactor de plasma 30, basado en un elemento dual 10 que comprende dos celdas 1 con un cilindro 4 de bajo perfil, se ilustra en las figuras 6 y 7.

40 La producción de un reactor de plasma 30 de este tipo se simplifica mediante las elecciones realizadas para la producción de una celda 11 o de un elemento dual 10. Así, como se ilustra en la figura 6, un circuito impreso 36 central sirve de soporte en sus dos caras a las dos series de electrodos polarizados 32. También asegura, por medio de pistas conductoras 31, la conexión de estos electrodos polarizados 32 al primer potencial 8 (preferiblemente negativo). Una serie, respectivamente dos series, de espaciadores 37 aleja(n) y soporta(n) una placa, respectivamente dos placas, 34 perforada(s) con cilindros y una placa, respectivamente dos placas, 35 de película porosa. Las placas 34, 35 son ventajosamente metálicas para ser conductoras y unirse al segundo potencial 9.

45 La disposición de los dispositivos 1, 10 dentro de un reactor de plasma 30 puede ser arbitraria. Sin embargo, se busca una optimización tanto de la función de ionización como del volumen ocupado. También la densidad de celda 11/elementos duales 10 es ventajosamente significativa. La huella en el plano de una celda 11 o de un elemento dual 10 que comprende un cilindro 14, 24 es circular. También es ventajosa una disposición hexagonal o en retícula, por ejemplo cuadrada.

50 La figura 8 ilustra una posible realización de un circuito impreso 36 adaptado a tal disposición en retícula cuadrada. Este circuito impreso 36 comprende una red, por ejemplo, rectangular, de pistas conductoras 31. Estas pistas están ventajosamente embebidas en el espesor aislante del circuito impreso 36. Están unidas eléctricamente al primer potencial 8. Según una disposición sustancialmente en retícula cuadrada, se perforan agujeros de interconexión 33, en los que se instalan los electrodos polarizados 12, 22, 32. El circuito impreso 36 está recortado con calados 38 que ocupan una superficie máxima para maximizar la sección de paso de fluido. Esta superficie máxima solamente está restringida por el ahorro de una banda estrecha alrededor de las pistas 31. Se prevén agujeros 39, ventajosamente sin conexión eléctrica, distribuidos espacialmente, para permitir la fijación de los separadores 17, 27, 37, ventajosamente realizados de material aislante.

REIVINDICACIONES

1. Una celda de plasma de efecto corona (11) que comprende:

a) un electrodo polarizado (12) sustancialmente en forma de aguja y

5 b) un electrodo de tierra (13), dispuesto frente al electrodo polarizado (12), que comprende un cilindro (14) sustancialmente centrado en el electrodo polarizado (12) y una película porosa (15) que es un mallado metálico sustancialmente plano, perpendicular al electrodo polarizado (12) y dispuesto, con respecto al electrodo polarizado (12), en el lado opuesto al cilindro (14),

caracterizada por que

10 i) el cilindro (14) presenta una altura despreciable en comparación con su diámetro con un grosor del cilindro comprendido entre 1 y 5 mm para un diámetro comprendido entre 20 y 100 mm, y

ii) el electrodo polarizado (12) no penetra en el cilindro (14) y permite conformar el plasma según una forma de cono muy aplanado, sustancialmente transversal a un flujo de fluido, favoreciendo una buena ionización del fluido.

15 2. Un elemento dual de plasma de efecto corona (10) que comprende una primera celda de plasma de efecto corona (11) como se define en la reivindicación 1, y una segunda celda de plasma de efecto corona (21) como se define en la reivindicación 1, caracterizado por que la primera celda (11) y la segunda celda (21) están dispuestas contrapuestas simétricamente y por que el primer electrodo polarizado (12) y el segundo electrodo polarizado (22) están alineados axialmente y forman una sola y misma pieza.

20 3. El elemento dual (10) según la reivindicación 2, en el que el primer electrodo polarizado (12) y el segundo electrodo polarizado (22) están unidos a un mismo primer potencial (8), y el primer electrodo de tierra (13) y el segundo electrodo de tierra (23) están unidos a un mismo segundo potencial (9), diferente del primer potencial (8).

4. El elemento dual (10) según la reivindicación 3, en el que el primer potencial (8) es negativo y el segundo potencial (9) es masa.

25 5. El elemento dual (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el primer electrodo polarizado (12) y el segundo electrodo polarizado (22) están soportados por un soporte conductor conectado al primer electrodo polarizado (12), al segundo electrodo polarizado (22) y al primer potencial (8).

6. El elemento dual (10) según la reivindicación 5, en el que el soporte conductor comprende un circuito impreso (36) que comprende al menos una pista conductora (31) conectada al primer electrodo polarizado (12), al segundo electrodo polarizado (22) que forma una misma pieza, y al primer potencial (8).

30 7. El elemento dual (10) según la reivindicación 6, en el que el electrodo polarizado (12, 22) está dispuesto en un agujero de interconexión metalizado (33) perforado en dicha al menos una pista conductora (31).

8. El elemento dual (10) según la reivindicación 7, en el que el circuito impreso (36) comprende calados (38) en su totalidad, excluyendo una banda estrecha dispuesta alrededor de dicha al menos una pista conductora (31).

35 9. Un reactor de plasma (30) que comprende una pluralidad de dispositivos de plasma de efecto corona dispuestos uno al lado del otro según una disposición sustancialmente plana, caracterizado por que los dispositivos son celdas (11) según la reivindicación 1, o los dispositivos son elementos duales (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8.

10. El reactor de plasma (30) según la reivindicación 9, en el que la disposición es una retícula sustancialmente cuadrada.

40

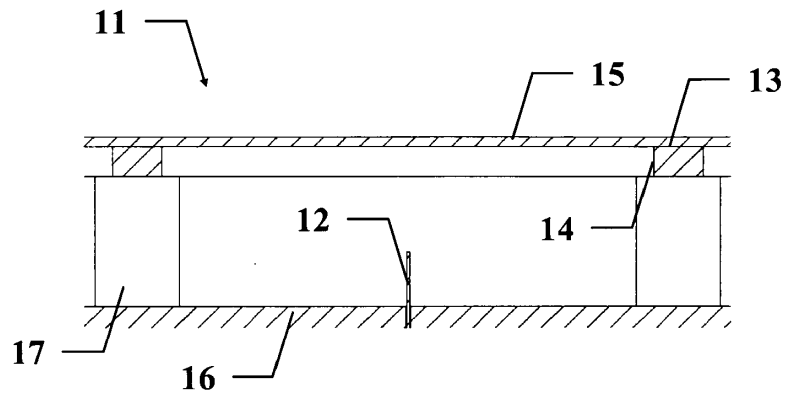


FIG. 1

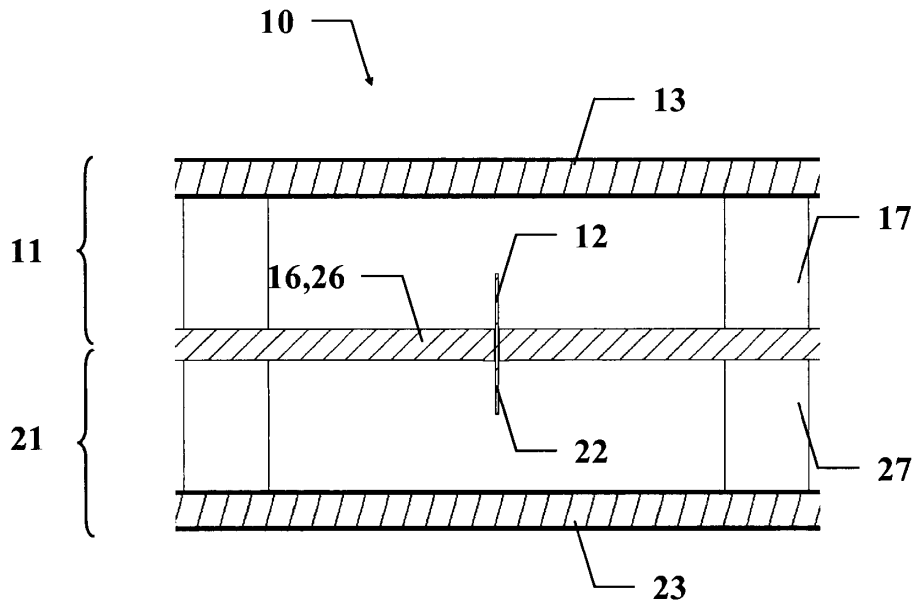


FIG. 2

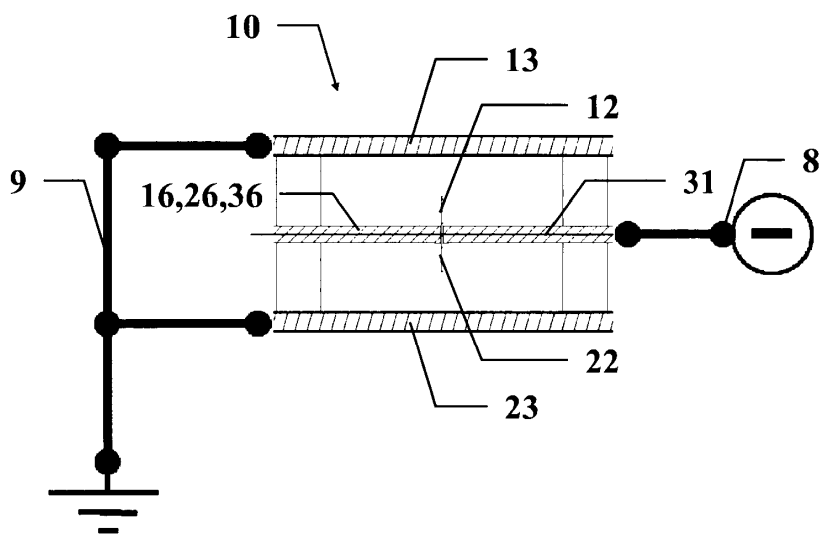


FIG. 3

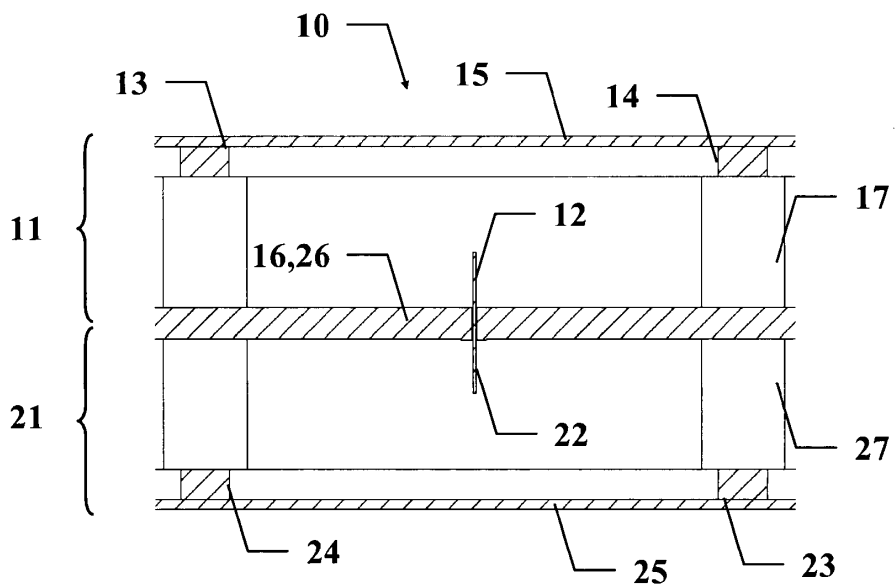


FIG. 4

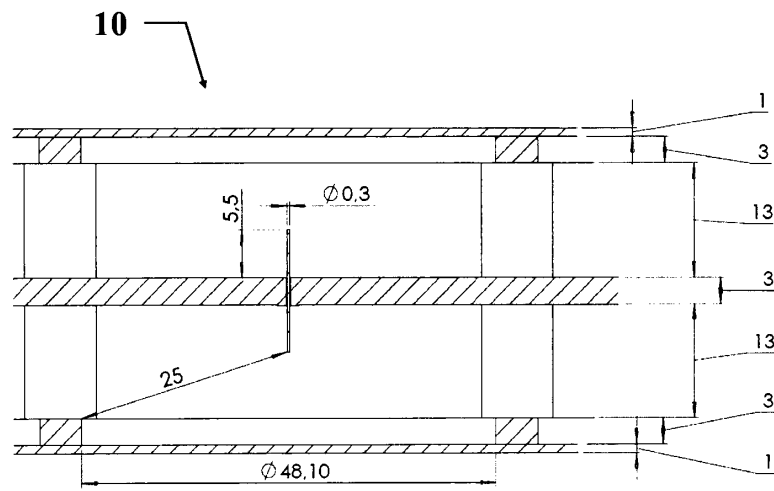


FIG. 5

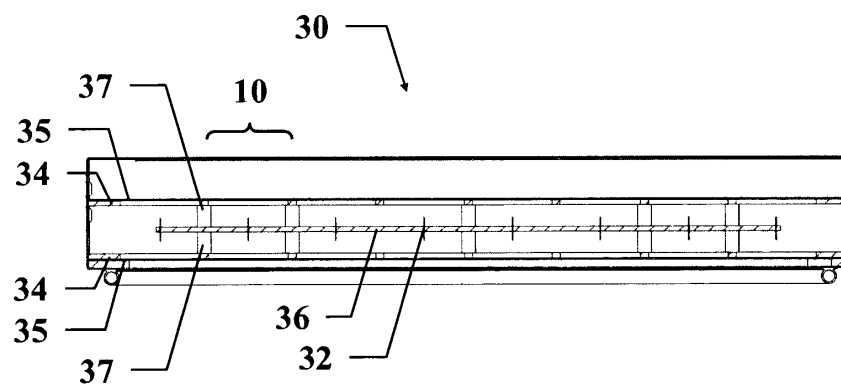


FIG. 6

