

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 787**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24 (2006.01)

A61B 18/00 (2006.01)

A61C 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2011 E 11718467 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2559326**

54 Título: **Dispositivo para proporcionar un flujo de gas activo**

30 Prioridad:

18.06.2010 GB 201010313

16.04.2010 GB 201006383

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

01.07.2016

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**HOLBECHÉ, THOMAS BICKFORD;
REICH, RICHARD THOMAS;
DOBSON, PETR;
DEVERY, CORMAC JOHN y
TATARECK, ANDREW RICHARD THOMAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 575 787 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 para proporcionar un flujo de gas activo.

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para proporcionar un flujo de gas activo. En particular, la invención se dirige hacia un dispositivo utilizado que genera un plasma no térmico para tratar una región oral de un cuerpo humano o animal.

10 Se conocen sistemas para la generación de plasmas de gas no térmicos y éstos tienen utilidad en una pluralidad de campos, tales como los campos industrial, dental, médico, cosmético y veterinario para el tratamiento del cuerpo humano o animal. La generación de plasma de gas no térmico puede emplearse para promover la coagulación de la sangre, la limpieza, esterilización y retirada de contaminantes de una superficie, la desinfección, la reconexión de tejido y el tratamiento de desórdenes de tejido sin causar ningún daño térmico significativo al tejido.

15 Hasta ahora, la aplicación de plasmas no térmicos se ha confinado a ambientes controlados, tal como la industria o las clínicas, ya que existe un riesgo asociado con la generación de plasmas con altos potenciales eléctricos que, si se transmiten a un paciente, pueden causar lesiones o muertes. Por tanto, se ha limitado el uso de un plasma en un producto de consumo en el que no puede asegurarse un uso controlado de la generación de plasma.

20 Típicamente, en la generación de plasma se aplica energía a un gas o mezcla de gases para ionizar las moléculas o átomos del gas produciendo una especie iónica o plasma. La energía se suministra al gas por acoplamiento inductivo o capacitivo. Se disponen electrodos para suministrar energía a gas en una celda de plasma, y para proteger un paciente contra el alto potencial eléctrico de los electrodos se han aislado los electrodos con un material dieléctrico. Sin embargo, se ha visto que esta disposición tiene inconvenientes, ya que el uso de un dieléctrico reduce el potencial efectivo del electrodo y, por tanto, requiere una fuente de potencial más alto para excitar los electrodos. Una fuente de potencial más alto es más cara o puede ser agotada más rápidamente, particularmente en un dispositivo de consumo en el que la fuente es una o más baterías. Además, los electrodos dotados de aislamiento dieléctrico son excitados por corriente alterna que puede atravesar la disposición de electrodos, causando potencialmente lesiones en un usuario.

25 En el contexto de esta solicitud, el término plasma frío o no térmico significa que el plasma tiene una temperatura de menos de aproximadamente 40°C, que es una temperatura tolerable para un paciente sin causar lesiones ni incomodidades. Tales plasmas tienen solamente una pequeña proporción de las moléculas de gas en un estado ionizado.

30 En generadores típicos de plasma no térmico la celda de generación de plasma está alejada de un aplicador que, en uso, se posiciona junto a una región que debe ser tratada ("región de tratamiento"). Hay varias desventajas con estas disposiciones. En particular, pueden surgir dificultades para obtener una concentración adecuada de especies activas en la región de tratamiento como resultado de números decrecientes de especies activas a medida que el gas fluye de la celda de plasma remota a la región de tratamiento y debido a que las prestaciones de la celda de plasma pueden deteriorarse con el tiempo.

35 El documento US 4,781,175 revela una técnica electroquirúrgica que utiliza un generador electroquirúrgico para generar un plasma en una cámara localizada junto al cabezal del generador electroquirúrgico. La boquilla está diseñada de modo que pueda ser sustituida. Una disposición similar se describe en el documento WO 97/11647 que revela una unidad electroquirúrgica diseñada esta vez para uso en un endoscopio.

40 El documento US 2001/0034519 revela un dispositivo que proporciona un flujo de plasma gaseoso parcialmente ionizado para reparar la superficie de tejidos.

Sumario de la invención

Según la presente invención, se habilita un dispositivo para proporcionar un flujo de plasma gaseoso parcialmente ionizado según la reivindicación 1.

45 El dispositivo es preferiblemente manual.

50 La invención proporciona también un dispositivo manual para suministrar un flujo de plasma parcialmente ionizado para el tratamiento de una región de tratamiento, comprendiendo el dispositivo un cabezal aplicador y una celda de plasma miniaturizada que define un volumen en el que puede excitarse gas que pasa por una entrada de la celda desde una fuente de gas para formar un plasma gaseoso no térmico y éste puede ser descargado a través de una salida de la celda para el tratamiento de una región de tratamiento por dicho plasma generado, teniendo la celda de plasma una localización en el cabezal aplicador y siendo el cabezal aplicador separable del dispositivo.

La generación de plasma puede producirse, por ejemplo, por descarga de efluvios y formación de arco o formación

de corriente. En el último caso, circula una corriente a través de la celda de plasma desde un electrodo hasta otro y se genera plasma en las proximidades del arco o la corriente. No se genera plasma en el volumen de la celda alejado del arco, aun cuando ese volumen puede estar localizado entre los electrodos. La formación de arco tiene lugar típicamente debido a la imperfecta naturaleza de las superficies de los electrodos de tal manera que se puede favorecer el flujo de la corriente en solamente una porción muy pequeña de los electrodos. Una vez que la corriente comienza a circular, existe un efecto cascada que aumenta la generación de plasma en esta pequeña porción, pero que suprime el flujo en otras áreas de los electrodos. En la descarga de efluvios no se produce una formación de arco y el plasma es generado en general homogéneamente entre los electrodos, lo que conduce a una producción incrementada de plasma del gas que circula por la celda de plasma. Dado que el tamaño de una fuente de gas en un dispositivo de consumo manual es limitado, tiene que utilizarse el gas de manera eficiente para prolongar la vida del dispositivo entre recargas. En general, es también importante reducir el consumo de potencia, nuevamente para prolongar la vida útil entre la sustitución o recarga de la batería. Por tanto, es deseable mantener en un mínimo la tensión requerida para generar plasma en la celda.

En un primer aspecto preferido de la invención la configuración de los electrodos mantiene la descarga de efluvios y evita en general la formación de arco entre los electrodos. De esta manera, se puede aumentar la homogeneidad de la generación de plasma, lo que conserva tanto la potencia como el gas. Los electrodos pueden comprender conductores eléctricos o electrodos capacitivamente acoplados de barrera a barrera.

Una forma en la que puede conseguirse esto es mediante la disposición de al menos uno de dichos electrodos de modo que éste comprenda una agrupación de porciones de electrodo, cada una de las cuales, en uso, excita gas en la región de formación de plasma, estando las porciones de electrodo distribuidas sobre dicha región de formación de plasma para aumentar la homogeneidad de la generación de plasma del gas que fluye por la celda de plasma. Esta disposición reduce la formación de arco, ya que hay muchas porciones de electrodo y, por tanto, se reduce la formación de arco en una porción cualquiera del electrodo.

En una agrupación preferida dichas porciones de electrodo comprenden respectivos conductores eléctricos que, en uso, transmiten carga eléctrica al gas que circula por la celda y cada porción de electrodo comprende una resistencia eléctrica conectada entre el conductor eléctrico y la fuente de energía eléctrica de modo que, cuando una primera porción de electrodo cualquiera genere plasma en la región de formación de plasma, el potencial eléctrico sea reducido por el flujo de corriente a través de la resistencia de dicha primera porción de electrodo de tal manera que el potencial en la otra de las porciones de electrodo sea más alto que en dicha primera porción de electrodo. Por consiguiente se desvía energía eléctrica desde una porción de electrodo que ha generado ya plasma hacia los electrodos que todavía tienen que generar plasma. Hay dos beneficios de esta disposición. En primer lugar, cuando una porción de electrodo ha encendido el plasma, ésta requiere menos energía para sostener el plasma. En segundo lugar, reduce la concentración de corriente en un electrodo cualquiera, lo que puede conducir a una formación de arco y a una eficiencia reducida del uso del gas.

Una placa eléctrica aislada puede estar localizada en la celda para conducir eléctricamente energía cada una de las porciones de electrodo.

Para diseminar el paso de corriente en unos primeros extremos expuestos de las porciones de electrodo, los extremos comprenden preferiblemente unos respectivos elementos curvados eléctricamente conductores, tales como bolas metálicas, desde los cuales se descarga energía eléctrica para formar dicho plasma.

Desde un aspecto de la seguridad, se prefiere que el electrodo que está posicionado, en uso, muy cerca de la región de tratamiento esté al mismo potencial que un usuario, particularmente si la región de tratamiento es una cavidad oral. Por consiguiente, los electrodos comprenden un primer electrodo que recibe un potencial eléctrico para transmitir carga al gas que circula por la celda y un segundo electrodo que, en uso, se mantiene a un potencial generalmente igual al de un usuario, y el segundo electrodo está localizado aguas abajo del primer electrodo con relación al flujo de gas.

En una disposición alternativa para hacer un uso eficiente del flujo de gas a través de la celda de plasma la región de formación de plasma se genera, en uso, por formación de arco entre los electrodos y la celda, y la localización de los electrodos se configura de modo que una porción sustancial del gas que fluye por la celda pase a través de dicha región de formación de plasma para aumentar la homogeneidad de la generación de plasma. Aunque en esta disposición tiene lugar una formación de arco, la localización de la formación de arco se controla de modo que esté en la trayectoria de flujo del gas y sustancialmente todo el gas fluya por la región excitada en la que tiene lugar la formación de arco. Por consiguiente, se puede conseguir homogeneidad de la generación de plasma.

En ambas disposiciones de descarga de efluvios o de formación de arco al menos un electrodo está localizado preferiblemente en la salida de la celda para arrastrar plasma a través de la salida y estimular su paso a la región de tratamiento. En la disposición de formación de arco los electrodos pueden estar dispuestos de tal manera que tenga lugar una formación de arco sustancialmente en toda el área de la salida de modo que cualquier gas que pase por la celda tenga que interactuar con la descarga entre los electrodos cuando sale de la celda por la salida. En general, se

prefiere la descarga de efluvios.

5 Se requiere generalmente un flujo predeterminado de plasma para realizar un tratamiento beneficioso de una región de tratamiento. Es ventajosa una celda de plasma miniaturizada debido a que es capaz de suministrar este flujo beneficioso, pero también de conservar el gas y la potencia en la medida de lo posible. En una celda de plasma miniaturizada se reduce el espaciamiento entre los electrodos, preferiblemente a no más de 10 mm. En algunas disposiciones el espaciamiento de los electrodos puede ser considerablemente inferior a 10 mm y puede ser del orden de 0,1 mm. Este espaciamiento reducido reduce el uso de la potencia debido a que todo el gas que pasa por la región de formación de plasma entre los electrodos está expuesto a cantidades sustanciales de energía. A este respecto, puede tener lugar una generación de plasma más fácilmente en el volumen de la región de generación de plasma próximo a las superficies de los electrodos y, por tanto, un espaciamiento reducido aumenta la eficiencia de la producción de plasma por unidad de energía suministrada. La celda de plasma puede tener un espacio de gas libre de entre 1 y 5 ml o menos.

15 En otra posible disposición se prevé una agrupación miniatura de celdas de plasma miniatura que reciben cada una de ellas, en uso, gas procedente de una fuente de gas y una pluralidad de dichos electrodos para excitar el gas en las celdas de plasma a fin de generar un plasma. Esta disposición reduce la propensión al acaparamiento de corriente en un electrodo cualquiera y, por tanto, mejora la homogeneidad de la generación de plasma.

20 El cabezal aplicador está configurado preferiblemente para ser colocado en una cavidad oral de un humano o un animal para tratar los dientes o las encías del humano o del animal. Para conseguir una colocación en una boca y particularmente para la manipulación por un usuario en la boca para tratar los dientes, existe un límite superior practicable para el tamaño del aplicador y, por tanto, para el tamaño de la celda de plasma. En una disposición el cabezal aplicador puede ser de tamaño similar al de un cabezal de cepillo de dientes típico. Si se desea, el cabezal aplicador puede ser un cabezal de cepillo de dientes provisto de las cerdas y de una parte o partes de salida para el gas activo que fluye desde la celda de plasma.

25 El cabezal aplicador y la celda de plasma pueden ser desechables después de un periodo de uso recomendado. A este respecto, la presente invención cubre también un cabezal aplicador que puede ser suministrado por separado del dispositivo, comprendiendo la celda de plasma y la disposición de electrodos.

Si se desea, el dispositivo según la invención, en vez de ser manual, puede estar conformado como un accesorio para un brazo articulado de una clase que se utiliza para sujetar un taladro de dentista.

30 La presente invención proporciona, además, una celda de plasma miniaturizada y una disposición de electrodos miniaturizada para un dispositivo como el descrito.

Breve descripción de los dibujos

Para que pueda entenderse más claramente la invención se hará ahora referencia a los dibujos adjuntos, dados a modo de ejemplo solamente, en los cuales:

Las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas de una realización de un dispositivo según la presente invención; y

35 Las figuras 3 a 5 son vistas esquemáticas de celdas de plasma alternativas para uso en los dispositivos mostrados en las figuras 1 y 2.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

40 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se muestra un dispositivo 10 para generar un plasma gaseoso no térmico a partir de una corriente de gas. Haciendo referencia a la figura 2, se emite desde el dispositivo un penacho de gas 12 conteniendo iones y otras especies químicamente activas. El dispositivo está configurado para ser sujetado y operado con la mano y, por tanto, deberá ser de una masa, un tamaño y una forma que le permitan a un usuario típico del dispositivo operar dicho dispositivo para tratar una región de tratamiento.

45 El dispositivo 10 comprende un alojamiento 14 configurado para ser sujetado con la mano y en el cual están alojados los componentes del dispositivo. El alojamiento proporciona también un aislamiento eléctrico frente a altos potenciales eléctricos generados dentro del alojamiento durante el uso del dispositivo.

50 Una celda de plasma miniatura 16 define una región o volumen 18 de formación de plasma en el que se puede excitar un gas que pasa por una entrada 20 de la celda desde una fuente de gas 22 para formar un plasma gaseoso no térmico y éste puede ser descargado a través de una salida 24 de la celda para tratar una región de tratamiento con el penacho gaseoso resultante. La celda de plasma miniatura 16 puede tener un gas libre de entre 1 y 5 ml o incluso menos de 1 ml. La fuente de gas es típicamente una cápsula sellada de gas de plasma adecuado, comprendiendo típicamente helio relativamente puro dopado, si se desea, con hasta, por ejemplo, 1000 ppm de gas activo, tal como oxígeno. El dispositivo puede estar provisto de medios tales como una aguja de perforación hueca (no mostrada) para perforar el sellado y liberar el gas del mismo. La cápsula puede tener una capacidad (de agua)

de hasta 100 ml y típicamente alrededor de 20 ml. La celda de plasma 16 está localizada en un cabezal aplicador 52. Una pluralidad de electrodos 26, 28 están dispuestos para recibir potencia eléctrica de una fuente de potencia eléctrica 30 para excitar el gas en la celda 16 a fin de formar un plasma gaseoso. Aunque se muestran en una posición dentro de la celda 16, uno o más de los electrodos 26, 28 pueden estar posicionados en el exterior de la misma.

Los electrodos comprenden al menos un electrodo 28 de aguas abajo y al menos un electrodo 26 de aguas arriba con relación al flujo de gas a través de la celda. En la figura 1 se muestran únicamente un solo electrodo de aguas abajo y un solo electrodo de aguas arriba. El electrodo de aguas abajo es anular y está localizado en la salida 24 de modo que, cuando se forma plasma, éste sea transportado hacia la salida. Por tanto, se verá que el electrodo de aguas abajo estará situado, en uso, más cerca de una región de tratamiento de un paciente o usuario que el electrodo de aguas arriba. El electrodo de aguas arriba en una disposición de la figura 1 es una placa eléctricamente conductora localizada al menos parcialmente o, como se muestra, completamente dentro de la celda. La placa está dimensionada y localizada para generar un plasma generalmente uniforme u homogéneo en el volumen 18 de la celda o al menos en una mayor parte del volumen. La parte conductora del electrodo de aguas abajo está en contacto con gas en la celda y no está aislada por un dieléctrico o está al menos sustancialmente sin aislar.

La fuente de potencia eléctrica 30 puede comprender una batería o una batería recargable de tensión relativamente baja, por ejemplo 12 V, asociada con circuitos eléctricos apropiados de una clase conocida en la técnica para producir una tensión CA elevada o una tensión CC pulsada elevada, y en una disposición está tarada para suministrar 1 kV a 2 mA. Los picos de tensión pueden durar cada uno de ellos, por ejemplo, 1 milisegundo y pueden producirse intervalos de, por ejemplo, 5 a 10 milisegundos. Cuando se conecta la fuente 30 con el electrodo 26, se genera un potencial eléctrico en el electrodo 26 con relación al electrodo 28. El potencial eléctrico produce la ionización del gas en la celda de plasma, el cual puede ser descargado a través de la salida 24 de la celda en forma de un penacho de plasma 12 para tratar una región de tratamiento de un usuario. El electrodo 28 se mantiene a un potencial eléctrico bajo o cero de modo que, si un usuario toca accidentalmente el electrodo, pasará poca o ninguna corriente, evitando cualquier lesión. Por consiguiente, cuando, en uso, se mantenga el electrodo 26 a un potencial eléctrico alto, por ejemplo al menos 1 kV (valor eficaz), un usuario está protegido por el electrodo 28 y también por el alojamiento aislante 14.

Además, algunas moléculas de gas en la celda de plasma pueden ser ionizadas típicamente cuando el gas recibe una cantidad dada de energía para dividir las moléculas o átomos en constituyentes positiva y negativamente cargados. El gas puede basarse típicamente en helio. Dado que el electrodo 26 no está aislado del gas en la celda de plasma por un dieléctrico, el potencial eléctrico requerido para encender el plasma es menor que el que se requeriría con un electrodo aislado. Por consiguiente, se pueden utilizar tensiones más bajas, lo que conserva la potencia, permitiendo una vida más larga de la batería.

Un controlador 32 está operativamente conectado tanto a la fuente de potencia eléctrica 30 como a la fuente de gas 22 para controlar la activación de los electrodos y también para lograr un paso controlado de gas a la celda de plasma.

Se ha visto durante el uso de la disposición mostrada en la figura 1 que, cuando se excitan los electrodos, aun cuando el electrodo de placa 26 esté dimensionado para ocupar una porción relativamente grande de la dimensión lateral de la celda, el plasma puede no ser consistentemente encendido en todo el volumen 18. Por el contrario, puede ocurrir un efecto cascada en una porción relativamente pequeña del electrodo 26, en la que la mayoría del potencial eléctrico se descarga en el gas formando un trayecto a lo largo del cual se descarga corriente del electrodo 26 hacia el electrodo 28. Cuando el electrodo 26 se descarga de esta manera hacia el electrodo 28, se puede reducir significativamente el grado de ionización del flujo de gas total y, por tanto, se puede reducir también la concentración resultante de especies activas (neutras e ionizadas), relacionada con la actividad del penacho 12, y así se puede reducir la eficiencia del sistema. La disposición mostrada en la figura 3 proporciona un dispositivo mejorado para generar una cantidad de plasma generalmente uniforme en el volumen 18 de la celda de plasma o al menos en un volumen mayor de la celda en comparación con la disposición de la figura 1. Esto permite un mayor contacto con el gas no ionizado y, por tanto, una reacción secundaria más eficiente del plasma, lo que puede ser importante para la composición deseada del penacho emergente 12.

Haciendo referencia a la figura 3, el electrodo 26 comprende una agrupación de porciones de electrodo eléctricamente conductoras 36 que están distribuidas con relación a la celda de plasma de modo que se genere plasma en general uniformemente en el volumen 18 de la celda o se genere al menos plasma en una porción mayor del volumen. Las porciones de electrodo 36 comprenden unas resistencias eléctricas respectivas 38, cada una de ellas conectada a una plaquita o porción eléctricamente conductora que penetra en el volumen de la celda, y una placa eléctrica 40 para recibir potencia eléctrica de la fuente 30. La placa eléctrica 40 y al menos una porción de las resistencias están aisladas respecto del volumen 18 de la celda por un dieléctrico 42, de modo que solamente los primeros extremos de las porciones de electrodo están expuestos al gas de la celda.

Durante el uso del dispositivo de la figura 3, cuando se excita el electrodo 26 y está presente gas en la celda de

plasma, una cualquiera de la pluralidad de porciones de electrodo puede ser inicialmente susceptible de un efecto cascada según se ha descrito anteriormente, ya que, en ausencia de un flujo de corriente a través de las resistencias, los primeros extremos que están expuestos al volumen 18 tienen un potencial generalmente igual que el de la fuente 30. Es decir, el potencial no cae a través de la resistencia. Cuando una cualquiera de las porciones de electrodo enciende un plasma en la proximidad del primer extremo de la misma, circula corriente y, por tanto, hay una caída de potencial a través de la resistencia. El ohmiaje de las resistencias se selecciona de tal manera que, cuando se enciende plasma en una porción de electrodo, el potencial en esa porción de electrodo caiga por debajo del potencial de las otras resistencias, aumentando así el encendido del plasma en las otras porciones de electrodo. Por consiguiente, durante un periodo de tiempo relativamente corto se produce una generación de plasma en todas o al menos en la mayoría de las porciones de electrodo, de modo que se genera plasma en una porción relativamente mayor del volumen 18.

La cantidad de energía requerida para encender un plasma es mayor que la energía requerida para sostener un plasma gaseoso. Por ejemplo, el potencial en el electrodo 26 requerido para conseguir una ionización inicial de gas en la celda 16 puede ser de al menos 1 kV (valor eficaz), pero el potencial en el electrodo 26 requerido para sostener el plasma gaseoso encendido es inferior a ese valor. Los primeros extremos de las porciones de electrodo en la figura 3 se mantienen inicialmente a un primer potencial seleccionado para encender un plasma gaseoso. Cuando se enciende un plasma gaseoso en una porción de electrodo, el potencial cae a través de la resistencia debido a la circulación de corriente. Por tanto, se selecciona el ohmiaje de las resistencias de modo que, al encenderse un plasma gaseoso, el potencial caiga a un segundo potencial que esté por debajo del primer potencial y por encima o aproximadamente en el potencial requerido para sostener el plasma. Por consiguiente, se reduce la potencia eléctrica requerida para sostener el plasma en la celda.

A modo de ejemplo, el ohmiaje de las resistencias se selecciona de modo que sea de 10 k Ω cuando la fuente de potencia eléctrica esté tarada para suministrar 1 kV (valor nominal) a 2 mA, y el gas sea helio o helio dopado con, por ejemplo, agua.

En la figura 4 se muestra otra modificación en la que los primeros extremos 37 de las porciones de electrodo 36 están generalmente redondeados. En este ejemplo se disponen unas bolas eléctricamente conductoras y generalmente esféricas en los primeros extremos respectivos de las porciones de electrodo. Se aíslan entonces los primeros extremos redondeados, juntamente con las resistencias y la placa eléctrica frente al gas de la celda por un dieléctrico 42, exponiendo solamente una parte de los extremos redondeados al gas de la celda. Los extremos redondeados de las porciones de electrodo diseminan el potencial que, en caso contrario, se concentra en una punta de un electrodo o en un ángulo del mismo. Por tanto, la provisión de extremos redondeados reduce la acumulación de potencial y permite un encendido más predecible y uniforme del plasma, así como una reducción del calentamiento de las porciones de electrodo.

En la figura 5 se muestra otra modificación de la realización. En esta modificación el espaciamiento S entre el electrodo 26 y el electrodo 28 se encuentra aún más miniaturizado, al tiempo que sigue permitiendo un flujo suficiente de gas hacia la celda y entre los electrodos para la generación de plasma. El espaciamiento puede ser, en una disposición, del orden de 1 mm o incluso del orden de 0,1 mm. A este respecto, una reducción en el espaciamiento entre los electrodos aumenta la eficiencia de la generación de plasma para un potencial dado en el electrodo 26.

Además, se reduce el volumen 18 definido por la celda de plasma proporcionando una serie de ventajas. La provisión de una celda de plasma miniaturizada permite que se coloque la celda, en uso, en un lugar cercano o adyacente al sitio de tratamiento, reduciendo así la distancia que tiene que recorrer el plasma generado desde la celda hasta la región de tratamiento. Esta ventaja puede ser útil si la semivida de la especie activa es corta. A este respecto, el volumen 18 de la celda es preferiblemente inferior a 200 mm³.

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 1 y 2, el cabezal aplicador 52 está configurado para colocarlo junto a una región de tratamiento 54. La región de tratamiento 54 en este ejemplo está constituida por los dientes 56 de un usuario en una cavidad oral 58. Por consiguiente, como se muestra en la figura 2, el cabezal aplicador 52 está configurado para colocarlo en una cavidad oral de un humano o un animal para tratar los dientes o las encías del humano o el animal.

El alojamiento 14 tiene una porción de conexión 62 destinada a conectarse a una porción de conexión desmontable complementaria 64 del cabezal aplicador 52 de modo que, cuando éstas estén conectadas, se pueda suministrar gas a la celda 16 y se puedan alimentar los electrodos 26, 28 con potencia eléctrica. La disposición del cabezal aplicador comprende una porción de cuello 66 que se extiende entre el alojamiento 60 y el cabezal aplicador 52 cuando están conectados.

El cabezal aplicador está dimensionado para ser recibido en una cavidad oral y puede tener, por ejemplo, el tamaño y la forma de un cabezal de cepillo de dientes típico. Por consiguiente, la celda 16 puede estar colocada, en uso, tan cerca como sea practicable de la región de tratamiento. Por tanto, si la fuente de gas suministra helio o helio

5 dopado, por ejemplo, proporcionando especies beneficiosamente activas que tienen una corta semivida en la región de 1 milisegundo, la concentración de especies activas en el penacho emitido o proyectado desde la celda de plasma 16 no disminuye demasiado antes del contacto beneficioso con la región de tratamiento. Es decir, el penacho seguirá conteniendo una concentración aceptable de iones y otras especies activas, a pesar del hecho de que las especies activas puedan tener semividas bastante cortas.

10 La disposición mostrada en las figuras 1 y 2 permite que el cabezal aplicador sea sustituido por un nuevo cabezal aplicador después de un uso continuado, sin el requisito de que se sustituya el dispositivo completo. El funcionamiento apropiado de la disposición de celda de plasma puede reducirse después de un uso continuado y, por tanto, se considera aconsejable que ésta sea sustituida regularmente. De esta manera, el cabezal aplicador se convierte en una pieza desechable de una manera similar al cabezal aplicador de un cepillo de dientes eléctrico, que también requiere una sustitución regular.

15 Otra ventaja de una celda de plasma miniaturizada consiste en que se facilita el barrido del volumen de la celda con gas procedente de la fuente de gas, antes de cada uso de un dispositivo 10, para despejar la celda de contaminantes antes de excitar los electrodos para formar un plasma. A este respecto, los contaminantes presentes en la celda al encenderse un plasma pueden formar especies no deseables que pueden interferir con la acción de las especies deseadas o producir un efecto no deseado. Un ejemplo de una especie no deseable es el ozono, que no sólo tiene un olor característico, sino que puede ser tolerado con seguridad por el usuario solamente en cantidades muy bajas.

20 Otra ventaja más de una celda de plasma miniaturizada consiste en que puede excitarse una cantidad relativamente pequeña de gas para formar un plasma por unidad de tiempo. Por consiguiente, en el ejemplo mostrado en la figura 2 la cavidad oral no necesita ser barrida con el penacho resultante, la mayor parte del cual puede no producir un efecto terapéutico o beneficioso. Si se suministran pequeñas cantidades de penacho a la región de tratamiento, una proporción mayor de plasma puede conseguir el efecto requerido, al tiempo que se conserva el gas y se prolonga la vida de la fuente de gas entre sustituciones o recargas.

25

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para proporcionar un flujo de plasma gaseoso parcialmente ionizado destinado a tratar una región de tratamiento (54), comprendiendo el dispositivo (10) una celda de plasma miniatura (16) que define un volumen (18) en el que un gas que pasa por una entrada (20) de la celda desde una fuente de gas (22) puede ser excitado para formar un plasma gaseoso no térmico y puede ser descargado a través de una salida (24) de la celda, y una pluralidad de electrodos (26, 28) para recibir potencia eléctrica destinada a excitar gas en la celda (16) para formar dicho plasma gaseoso no térmico, comprendiendo el dispositivo (10) un cabezal aplicador (52) que está configurado para colocarse junto a un región de tratamiento (54), y estando colocada la celda de plasma (16) en el cabezal aplicador (52), **caracterizado** por que el cabezal aplicador (52) puede ser desprendido del dispositivo (10) y dicho dispositivo comprende además un alojamiento (14) para alojar una fuente de gas (22) y una fuente de potencia eléctrica (30), teniendo el alojamiento (14) una porción de conexión (62) destinada a conectarse a una porción complementaria (64) del cabezal aplicador (52) de modo que, cuando éstas están conectadas, puede suministrarse gas a la celda (16) y puede suministrarse potencia eléctrica a los electrodos (26, 28).
2. Un dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (10) es manual.
3. Un dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (10) está conformado como un accesorio para un brazo articulado de un tipo que se utiliza para sujetar un taladro de dentista.
4. Un dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el cabezal aplicador (52) está configurado y dimensionado para su inserción en una cavidad oral (58) de un humano o un animal a fin de tratar los dientes o las encías del humano o el animal.
5. Un dispositivo (10) según la reivindicación 4, en el que el cabezal aplicador (52) tiene la forma de un cepillo.
6. Un dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que la celda de plasma (16) tiene un espacio de gas libre de no más de 10 ml en el que los electrodos (26, 28) están espaciados uno de otro en más de 10 mm.
7. Un dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que la fuente de potencia eléctrica (30) comprende una batería y al menos un circuito eléctrico para convertir la salida de la batería en una señal de CC pulsada o de CA adecuada para la generación del plasma gaseoso no térmico.

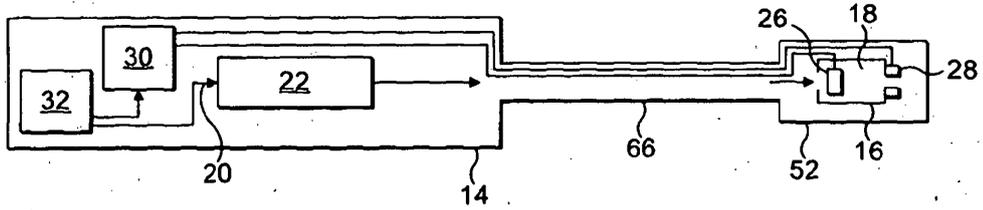


FIG. 1

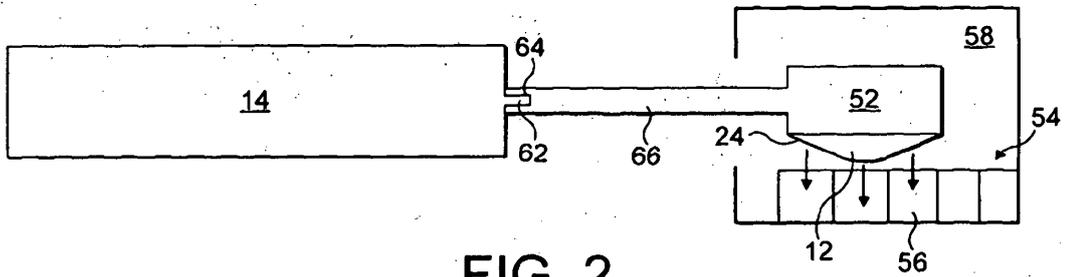


FIG. 2

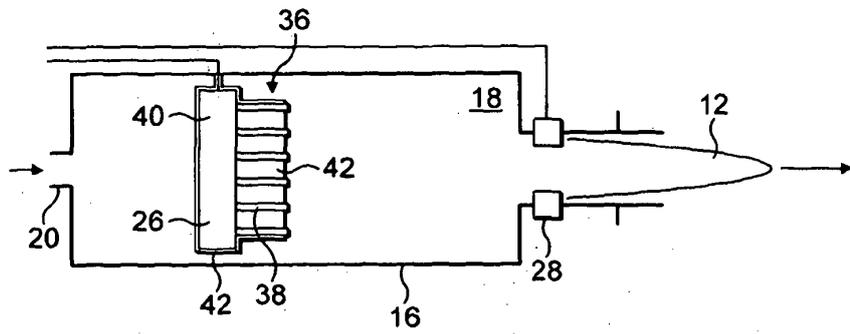


FIG. 3

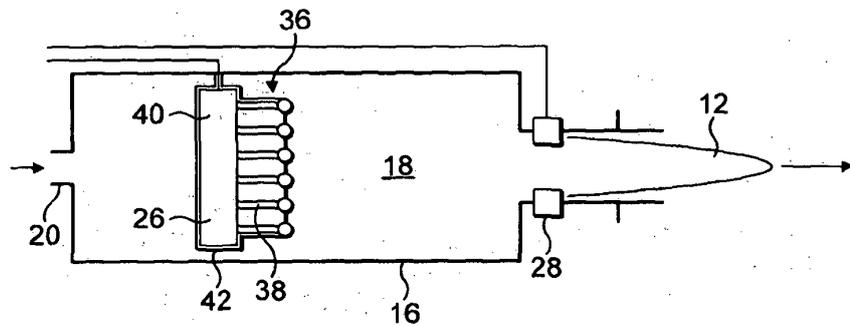


FIG. 4

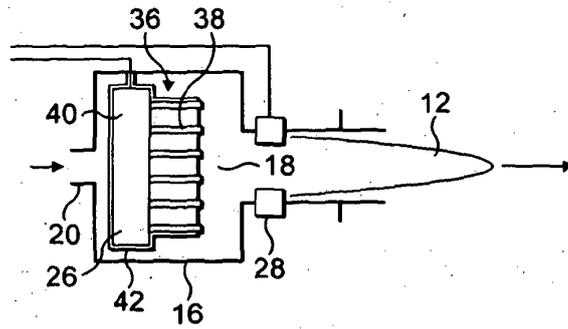


FIG. 5