

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 908**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2010 PCT/GB2010/002031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2011 WO2011055113**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2010 E 10776120 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2497343**

54 Título: **Aparatos de generación de plasma y uso de los aparatos de generación de plasma**

30 Prioridad:

03.11.2009 GB 0919274

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

14.06.2017

73 Titular/es:

**THE UNIVERSITY COURT OF THE UNIVERSITY
OF GLASGOW (100.0%)
Gilbert Scott Building University Avenue
Glasgow G12 8QQ, GB**

72 Inventor/es:

**DIVER, DECLAN ANDREW y
POTTS, HUGH**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 616 908 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

Aparatos de generación de plasma y uso de los aparatos de generación de plasma

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a aparatos de generación de plasma y al uso de los aparatos de generación de plasma. La invención tiene una aplicación particular, pero no exclusiva, para la esterilización de productos y/o la descontaminación de superficies.

Técnica Relacionada

15 Se conoce que las descargas eléctricas pueden producirse deliberadamente para proporcionar efectos útiles. Se conoce, por ejemplo, la producción de ozono (O₃) mediante el uso de una descarga de corona en aire a presión atmosférica. Por ejemplo, el documento US-A-3,967,131 describe una unidad generadora de ozono de descarga de corona en la que se genera una descarga de corona entre electrodos concéntricos separados por un espacio de aire y una pantalla (de vidrio) dieléctrica cilíndrica y conectados a una tensión alterna de aproximadamente 12,000 voltios. Los
20 electrodos se forman de malla de acero inoxidable.

Una descarga de corona es una forma de plasma, es decir, un gas parcialmente ionizado, que incluye una proporción de electrones e iones libres, que incluye especies neutras excitadas.

25 La producción de ozono es de interés en particular para aplicaciones de esterilización y tratamiento de agua, ya que el ozono puede producir microorganismos inofensivos tales como bacterias, y sin embargo es inestable y se degrada con oxígeno en un tiempo relativamente corto. La esterilización mediante el uso de ozono tiene muchas ventajas potenciales sobre las tecnologías competidoras como el calentamiento, la desinfección química, la radiación UV y la radiación nuclear.

30 El documento US-A-6,007,770 describe un aparato y un método para esterilizar objetos mantenidos en un recipiente cerrado, tal como en una bolsa de plástico sellada. El aparato tiene dos electrodos de alta tensión dispuestos uno frente al otro mediante dos aisladores paralelos, habiendo una separación entre los dos aisladores paralelos. El recipiente cerrado se coloca en la separación entre los aisladores paralelos. El funcionamiento del aparato hace que el oxígeno en el recipiente cerrado se convierta en ozono. Los electrodos funcionan a una tensión de 7-25 kV.

35 El documento US-A-6,007,770 describe una modalidad en la cual hay un conductor eléctrico interno en el recipiente cerrado. Esto permite utilizar una menor tensión aplicada. Sin embargo, este documento también explica que cuando el recipiente cerrado es estrecho, puede no ser necesario un conductor eléctrico interno en el recipiente cerrado.

40 Se considera que el funcionamiento del dispositivo en el documento US-A-6,007,770 generaría ozono fuera del recipiente cerrado, lo que resulta en un peligro significativo para el operador. Además, cuando no existe conductor eléctrico interno en el recipiente cerrado, el recipiente cerrado debe tener una extensión lateral muy pequeña (por ejemplo, hasta aproximadamente 10 mm) con el fin de limitar la tensión aplicada. Aun así, debe usarse una tensión alta, lo que impone un campo eléctrico muy alto a través del recipiente cerrado, que tendrá como resultado el daño de artículos sensibles, que incluyen artículos que contienen componentes electrónicos. Además, cuando el recipiente incluye artículos conductores (por ejemplo, la mayoría de los productos alimenticios), la disposición de estos elementos conductores afectará la cantidad de ozono producido y puede causar puntos sensibles que dañan el recipiente.

45 El documento US 2003/0108460 describe un método y un aparato para producir una descarga de corona superficial. Un electrodo de base y un electrodo de malla se separan por un separador dieléctrico. El electrodo de malla se conecta a tierra. Se aplica una tensión alterna de 2,5-3,6 kV a 60 Hz al electrodo base para producir una descarga de corona superficial para la producción de ozono. La descarga de corona se forma en las aberturas del electrodo de malla. El documento US 2003/0108460 describe la esterilización de objetos en una bolsa de plástico, tales como tejidos, órganos, productos alimenticios, etc. En este caso, se forma una tapa de la bolsa de plástico con el aparato productor de ozono, separada del resto del volumen de la bolsa de plástico por una placa dieléctrica porosa. El ozono producido por el aparato productor de ozono se dispersa en los objetos de la bolsa de plástico a través de la placa dieléctrica porosa. Por lo tanto, es un requisito del documento US 2003/0108460 que no exista sello entre el aparato productor de ozono y los objetos en la bolsa de plástico, de lo contrario el ozono no puede alcanzar los objetos en la bolsa de plástico.

50 El documento de Schwabedissen y otros 2007 [A. Schwabedissen, P Lacinski, X. Chen y J. Engemann, "PlasmaLabel - a new method for disinfect goods inside a closed package using dielectric barrier discharges" Contrib. Plasma Phys. 47 No. 7, 551-558 (2007)] describe un procedimiento de esterilización basado en ozono. El documento WO 2006/039883 proporciona una descripción similar.

65

El documento Schwabedissen y otros describe la generación de un plasma a presión atmosférica dentro de un empaque sellado basada en una descarga de barrera dieléctrica de superficie soportada por una etiqueta en la superficie interna del empaque. La etiqueta incluye un electrodo metálico, designado en este caso como el electrodo interior. Se coloca un sistema de electrodo exterior en contacto con la superficie exterior del empaque y se aplica una señal de alta tensión de corriente alterna al sistema de electrodo exterior. El sistema de electrodo exterior se acopla capacitivamente al electrodo interior, lo que acciona, de este modo, una descarga de barrera dieléctrica de superficie dentro del empaque sellado y genera ozono.

El electrodo interno usado por Schwabedissen y otros tiene una forma compleja. Esto es para maximizar la longitud del borde del electrodo interno en la etiqueta, ya que la intensidad del campo eléctrico es alta en estos bordes. El metal del electrodo interior se orienta hacia el interior del empaque.

El documento EP 1 507 281 A1 describe un sistema y un método para generar un plasma uniforme y estable. El sistema comprende un espacio de descarga entre al menos un par de electrodos, cuyos electrodos se disponen para proporcionar un campo eléctrico y para generar un plasma en el campo eléctrico. Al menos uno de los electrodos tiene una superficie límite con el espacio de descarga

La superficie límite se compone de una o más regiones conductoras y aislantes dispuestas alternativamente. También se describe un electrodo para usarse en el sistema. El sistema se describe como de uso en configuraciones de descarga de barrera dieléctrica, tales como la generación de plasmas de resplandor de presión atmosférica (APG) con fines de procesamiento de material o tratamiento de superficies.

El documento US 6 200 539 B1 describe un sustrato que se configura con un primer y segundo conjunto de electrodos, donde el segundo conjunto de electrodos se sitúa asimétricamente entre el primer conjunto de electrodos. Cuando se aplica a los electrodos una tensión de RF suficiente para generar un plasma de descarga (por ejemplo, un plasma uniforme de descarga de resplandor uniforme) en el gas adyacente al sustrato, la asimetría en la configuración del electrodo da como resultado una fuerza que se aplica a la especie activa en el plasma y a su vez al gas de fondo neutro. El sistema se describe como que tiene muchas aplicaciones potenciales, que incluyen el aumento o disminución de la resistencia aerodinámica o la turbulencia, y el control del flujo de especies activas y/o neutras para usos tales como la separación de flujo, la alteración del flujo de calor, la limpieza de plasma, la esterilización, la deposición, el grabado, o la alteración en la humectabilidad, la imprimibilidad y/o la adhesión.

El documento WO 2009/098662 A1 describe un sistema de electrodos para generar una descarga de barrera dieléctrica de superficie totalmente encapsulada en un dieléctrico cerámico, mediante el uso de tecnología de cerámica sinterizada (cintas cerámicas, LTCC, HTCC, cintas verdes). El sistema de electrodos incluye un electrodo inferior y un electrodo superior que comprenden varias líneas en forma de rejilla. El dispositivo de generación de plasma puede construirse no sólo plano sino también curvado, para la integración en superficies planas o curvas de cualquier material, incluso metálico. El sistema se describe como de uso para el control del flujo de aire o la combustión asistida por plasma además de las aplicaciones de tratamiento de superficies o de gas.

El documento US 2006/162741 A1 describe un método y un aparato para limpiar y acondicionar superficies mediante el uso de plasma. Un ejemplo descrito del método comprende proporcionar una pluralidad de placas de barrera dieléctrica alargadas dispuestas de forma adyacente entre sí, donde las placas tienen electrodos interiores conectados en ellas, introducir los objetos próximos a las placas y producir una descarga de barrera dieléctrica para formar plasma entre los objetos y las placas para limpiar al menos una parte de los objetos. Un ejemplo descrito del aparato para limpiar objetos mediante el uso de plasma comprende una pluralidad de placas de barrera dieléctrica alargadas dispuestas de forma adyacente entre sí, y una pluralidad de electrodos internos, cada uno de ellos se contiene dentro, y se extiende sustancialmente a lo largo de la longitud de, cada una de las respectivas placas de barrera dieléctrica alargadas.

Resumen de la invención

Los inventores actuales han notado que las descripciones de la técnica anterior identificadas anteriormente sufren de desventajas, por ejemplo en relación con la seguridad del funcionamiento y la facilidad del aparato generador de plasma de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un uso de un aparato generador de plasma de acuerdo con la reivindicación 18.

A continuación se expondrán las características preferidas y/o opcionales. Estas pueden combinarse individualmente o en cualquier combinación con cualquier aspecto de la invención, a menos que el contexto lo requiera de otra manera.

Preferentemente, las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo y las superficies delanteras de las porciones de separación proporcionan conjuntamente una topografía lisa. Esto se prefiere para que el plasma se genere sustancialmente de manera uniforme a través de la superficie delantera del dispositivo. Esto permite que se utilice todo el plasma, además, permite que la superficie del aparato se mantenga (por ejemplo, se limpie) más fácilmente. Esto es de particular importancia cuando el aparato se utiliza para proporcionar o mantener una atmósfera estéril o

desinfectante (tal como en una cámara, por ejemplo, para el almacenamiento o manipulación de objetos susceptibles a la degradación por bacterias, hongos, virus y similares).

5 Preferentemente, el valor de h es suficientemente pequeño y/o el valor de la relación w/h es suficientemente grande para que, en uso, el plasma se genere sustancialmente en su totalidad (o, en el caso más preferido, solamente) en frente de la parte más adelantada de las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo y las superficies delanteras de las porciones de separación.

10 Es posible que la estructura del segundo electrodo tenga una configuración sustancialmente plana. Sin embargo, esto no es esencial. El segundo electrodo puede tener cualquier configuración que lo haga adecuado para la tarea de generar plasma según sea necesario. Por ejemplo, el segundo electrodo puede tener una configuración convexa o cóncava, en al menos una dimensión o en dos dimensiones. Incluso se contempla una "forma de montura" (convexa en una dimensión, cóncava en una dimensión ortogonal). Por lo tanto, el término "delantero" se establece para especificar una ubicación que está, localmente, más delante (es decir, más alejada) del primer electrodo que del segundo electrodo.
15 La dirección hacia delante puede considerarse que está a lo largo de una línea dirigida lejos tanto del primer electrodo como del segundo electrodo, siendo la línea perpendicular a una tangente a la forma general del segundo electrodo.

20 Preferentemente, h es a lo máximo 0,9 mm, a lo máximo 0,8 mm, a lo máximo 0,7 mm, a lo máximo 0,6 mm, a lo máximo 0,5 mm, a lo máximo 0,4 mm, a lo máximo 0,3 mm, a lo máximo 0,2 mm o a lo máximo 0,1 mm. En particular, los inventores han descubierto que h en el intervalo de 0-0,3 mm proporciona un rendimiento excelente.

La relación w/h es al menos 1. Más preferentemente, esta relación es al menos 2, al menos 4, al menos 5, al menos 6, al menos 8, al menos 10, al menos 20, al menos 30, al menos 40, al menos 50, o al menos 100.

25 Preferentemente, w es de 0,1 a 2 veces, más preferentemente 0,2 a 2 veces (por ejemplo aproximadamente 0,4, 0,6 o 0,8 veces), la distancia de separación entre el primer electrodo y el segundo electrodo. Esto permite que el campo eléctrico desde el primer electrodo salga a través de los espacios de manera controlada, con el fin de formar, más controlablemente, plasma a tensiones aceptables. Sin embargo, el intervalo preferido de w depende en cierta medida de la forma del segundo electrodo. Actualmente se considera que el valor óptimo de w para una configuración en espiral (o aproximada en espiral) del segundo electrodo es de aproximadamente 0,4 mientras que para un segundo electrodo de configuración hexagonal, w puede ser de 0,6 a 0,8 para alcanzar un rendimiento óptimo. La distancia entre el primer electrodo y la estructura del segundo electrodo puede estar preferentemente en el intervalo de 0,1-10 mm, más preferentemente en el intervalo de 0,1-5 mm o 0,1-2 mm, o en el intervalo de 1-10, 1-5 mm o 1-2 mm.
30

35 Se pretende, en este caso, que la medición de h y la medición de w/h se lleve a cabo ignorando sustancialmente la rugosidad superficial aleatoria. Preferentemente, las porciones del segundo electrodo se disponen regularmente, siendo esta disposición regular no aleatoria. Por ejemplo, preferentemente las porciones del segundo electrodo forman conjuntamente un patrón sustancialmente radial y/o sustancialmente espiral. Son posibles disposiciones alternativas, por ejemplo, un patrón de rejilla o un patrón de panal (por ejemplo hexagonal).
40

Las porciones de separación comprenden material dieléctrico. De este modo, las superficies delanteras de las porciones de separación son superficies de material dieléctrico.

45 Es posible que cada porción del segundo electrodo incluya un elemento conductor con una capa aislante superpuesta, de manera que la superficie delantera de las porciones del segundo electrodo sea una superficie aislante. Esto se prefiere cuando se quiere cubrir el segundo electrodo en uso, por ejemplo para proteger el segundo electrodo de la degradación ambiental. Una capa aislante de recubrimiento adecuada también puede limpiarse más fácilmente que el propio segundo electrodo. Por lo tanto, el término "porción del segundo electrodo" no debe interpretarse necesariamente como que requiere solo una parte conductora; se contempla que la porción del segundo electrodo también incluye la capa aislante de recubrimiento, si está presente.
50

55 En el caso en que hay una capa aislante que recubre el elemento conductor, preferentemente esta capa aislante se extiende hasta la porción de separación adyacente a la porción del segundo electrodo. De esta manera, es posible que la superficie delantera de la porción del segundo electrodo y la superficie delantera de la porción de separación sean continuas entre sí y se formen del mismo material. En una modalidad, esto permite que la superficie delantera del aparato sea lisa (por ejemplo plana) aparte de la rugosidad aleatoria (la cual se minimiza preferentemente). Dicho aparato proporciona una superficie que puede limpiarse fácilmente. La capa aislante puede ser un material tal como vidrio, mica, un plástico o cerámica.

60 En modalidades alternativas, cada porción del segundo electrodo puede comprender un elemento conductor que se expone en las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo. De esta manera, el segundo electrodo es típicamente visible para el usuario (y puede tocarse por el usuario). Sin embargo, típicamente la estructura del segundo electrodo se conecta a tierra. De esta manera, el segundo electrodo no representa ningún riesgo eléctrico para el usuario. Además, los elementos conductores de las porciones del segundo electrodo pueden estar al menos parcialmente embebidos en la superficie del dispositivo. Por ejemplo, la superficie delantera de las porciones de separación puede situarse hacia delante de la superficie posterior de las porciones adyacentes del segundo electrodo.
65

ES 2 616 908 T3

De esta manera, puede reducirse h . Es posible en tales realizaciones que h sea sustancialmente cero, donde las superficies delanteras del elemento conductor están a nivel con las superficies delanteras de las porciones de separación.

- 5 El primer electrodo se conecta o puede conectarse típicamente a una fuente de generación de señal, para aplicar una señal de tensión alterna al primer electrodo. El primer electrodo se encuentra típicamente dentro del aparato, y no está expuesto al contacto con el usuario. Por ejemplo, el primer electrodo puede mantenerse dentro de una carcasa aislante. El exterior de la carcasa puede conectarse (o ser conectable) a tierra.
- 10 La magnitud de la señal aplicada al primer electrodo es preferentemente de al menos 0,5 kVrms, más preferentemente de al menos 1 kVrms. La magnitud de la señal aplicada al primer electrodo es preferentemente a lo máximo de 30 kVrms, más preferentemente a lo máximo de 15 kVrms, o a lo máximo de 8 kVrms. La frecuencia de la señal aplicada al primer electrodo está preferentemente en el intervalo de los kHz, pero se considera que el aparato funcionaría satisfactoriamente (aunque menos bien que en el rango de los kHz) si se opera a 50-60 Hz. Más preferentemente, la frecuencia de la señal aplicada al primer electrodo es de al menos 1 kHz. Más preferentemente aún, la frecuencia de la señal aplicada al primer electrodo es de al menos 5 kHz o al menos 10 kHz. Preferentemente, la frecuencia de la señal aplicada al primer electrodo es a lo máximo 200 kHz, más preferentemente a lo máximo 100 kHz, más preferentemente aún a lo máximo 50 kHz. Estos límites preferidos de los intervalos de magnitud y frecuencia de la señal aplicada al primer electrodo pueden combinarse en cualquier combinación.
- 15
- 20 Se prefiere que el aparato funcione en un modo pulsado, aunque es posible el funcionamiento en modo continuo. La principal razón por la que se prefiere el modo pulsado es controlar la carga térmica en el empaque, particularmente cuando el empaque se forma a partir de un material plástico. Típicamente, pueden utilizarse ciclos de trabajo en el intervalo del 5-100 %. Preferentemente, se utilizan ciclos de trabajo en el intervalo del 30-50%. Los tiempos de ciclo típicos oscilan entre 0.05 s y 2 s. Preferentemente, se utilizan tiempos de ciclo en el intervalo de 0,2-0,4 segundos. Por ejemplo, para un ciclo de trabajo del 50 % con un tiempo de ciclo de 0,2 s, el plasma se encendería durante 0,1 s y se apagaría durante 0,1 s repetidamente.
- 25
- 30 Es posible que el segundo electrodo no se conecte a tierra sino que tenga una señal aplicada a él. En este caso, se prefiere que la señal tenga una relación de fase predeterminada con la señal aplicada al primer electrodo. Por ejemplo, la señal aplicada al segundo electrodo puede estar exactamente desfasada con la señal aplicada al primer electrodo. Preferentemente, la magnitud de la señal aplicada al segundo electrodo es menor que (y más preferentemente significativamente menor que) la magnitud de la señal aplicada al primer electrodo. Esto permite la reducción adicional de la interferencia eléctrica filtrada desde dispositivo (es decir, la reducción del campo eléctrico filtrado a distancias lejanas al dispositivo).
- 35
- 40 Preferentemente, la capa aislante interpuesta entre el primer electrodo y la estructura del segundo electrodo llena completamente el espacio entre el primer electrodo y la estructura del segundo electrodo. Esto es ventajoso porque de otro modo, si hubiera espacios llenos de gas entre el primer electrodo y la estructura del segundo electrodo, puede generarse un plasma en dichos espacios, lo que reduciría la eficiencia y la longevidad del aparato.
- 45 El aparato es adecuado para tratar un empaque. Las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo y las superficies delanteras de las porciones de separación, preferentemente forman conjuntamente una superficie de tratamiento de empaques. En uso, el empaque a tratar se coloca contra la superficie de tratamiento de empaques. El aparato funciona entonces para generar plasma. El plasma generado se sitúa entonces sustancialmente en su totalidad dentro del empaque a tratar. La ventaja significativa de esto es que el producto del plasma (por ejemplo, el ozono) puede formarse solamente dentro del empaque, de manera que el usuario no se expone a cantidades significativas del producto del plasma.
- 50 La superficie de tratamiento de empaques y el empaque se ajustan entre sí en uso con el fin de limitar el tamaño de los espacios entre la superficie de tratamiento de empaques y el empaque. La limitación (o incluso la eliminación) de dichos espacios reduce el volumen, externo del empaque, dentro del cual puede formarse plasma.
- 55 Preferentemente, en uso, al menos una parte del empaque se superpone sobre la totalidad de la estructura del segundo electrodo. De esta manera, un tamaño del área de la parte del empaque que se conforma con la superficie de tratamiento de empaques puede ser mayor que la estructura del segundo electrodo. Esto ayuda a asegurar que el plasma se genera sólo dentro del empaque y no fuera del empaque.
- 60 El aparato puede además tener medios de empuje que funcionan para presionar el empaque y la superficie de tratamiento de empaques uno hacia y contra el otro. Por ejemplo, los medios de empuje pueden proporcionarse mediante un diferencial de presión. Este puede proporcionarse mediante medios de succión en comunicación de fluido con la superficie de tratamiento de empaques. Preferentemente, la superficie de tratamiento de empaques incluye canales para extraer aire de los espacios entre el empaque y la superficie de tratamiento de empaques, donde dichos canales se proporcionan opcionalmente por las porciones de separación entre las porciones del segundo electrodo. Los canales pueden proporcionarse en un patrón sustancialmente radial y/o sustancialmente en espiral en la superficie de tratamiento de empaques.
- 65

El aparato puede incluir, además, al menos un sello, dispuesto con el fin de sellarse sustancialmente con el empaque en uso, que se extiende opcionalmente alrededor del perímetro de la superficie de tratamiento de empaques.

5 Preferentemente, el aparato incluye medios de conmutación, que funcionan para energizar el primer electrodo solamente cuando los medios de empuje han hecho que el empaque y la superficie de tratamiento de empaques se presionen uno hacia y contra el otro. Por ejemplo, cuando los medios de empuje se proporcionan por succión, puede tomarse un valor predeterminado de caída de presión en una línea de succión para indicar un prensado adecuado del empaque y de la superficie de tratamiento de empaques uno hacia y contra el otro. De esta manera, los medios de conmutación pueden actuar como un dispositivo de seguridad, para evitar que el aparato genere plasma cuando no se presiona un empaque a la superficie de tratamiento de empaques.

10 En una modalidad alternativa, la superficie de tratamiento de empaques puede ser flexible con el fin de que sea capaz de ajustarse al empaque a tratar. Adicionalmente, la superficie de tratamiento de empaques puede ser resiliente. Por ejemplo, antes de que la superficie de tratamiento de empaques se conforme con el empaque, esta puede tener una forma convexa. Esto es de particular utilidad cuando el empaque se forma de material rígido, por ejemplo, vidrio o plástico rígido.

20 Preferentemente, el empaque incluye al menos un objeto a tratar, seleccionado de material vegetal, producto alimenticio, material animal, objetos médicos, objetos oftálmicos y productos farmacéuticos o cosméticos. De particular interés en este caso, son los productos alimenticios perecederos tales como productos de panadería (tales como pan fresco), fruta fresca, verduras frescas, carne fresca, pescado fresco, etc. Sin embargo, es posible que el empaque incluya sólo un gas, tal como aire. En ese caso, puede ser de interés tratar el aire en el empaque como se indica anteriormente, con el fin de utilizar el aire tratado en otra parte, donde el empaque se utiliza para contener y transportar el aire tratado.

25 Típicamente, el empaque es sustancialmente hermético durante el tratamiento con el aparato. El empaque puede incluir al menos un sello para mantener una integridad hermética sustancial hasta que el empaque se abra por un usuario. El sello puede romperse irreversiblemente por apertura. Alternativamente, el sello puede volver a sellarse después de la apertura por parte del usuario. Sin embargo, esto no es esencial en situaciones en las que los productos del plasma puedan escaparse del empaque en condiciones de seguridad.

35 En una modalidad alternativa, es posible que el empaque se use como un recinto para manipular uno o más objetos. Tal objeto puede colocarse en el recinto a través de una abertura sellable. Antes, durante o después del tratamiento del recinto mediante el uso del aparato, el objeto puede manipularse dentro del recinto, por ejemplo, para abrir el objeto, o para llevar a cabo algún otro proceso en el objeto. Esta manipulación puede asistirse cuando el recinto incluye una o más áreas de manipulación flexibles (típicamente dos). Por ejemplo, puede proporcionarse un área de manipulación flexible mediante una porción del recinto en forma de un guante, lo que permite al usuario insertar una mano en el guante, lo que permite de este modo que el usuario "inserte" una mano en el espacio interno del recinto mientras se separa del espacio interno del recinto por el espesor del guante, para realizar la manipulación del objeto. Durante este proceso, el recinto general, que incluye el área de manipulación flexible, permanece preferentemente sustancialmente sellado. En efecto, el formato preferido de esta modalidad es una caja de guantes desechable. Esta modalidad se prefiere particularmente cuando el objeto a manipular incluye uno o más materiales de riesgo biológico, por ejemplo, para la manipulación en el campo, o simplemente cuando puede justificarse un recinto desechable o plegable (por ejemplo, cuando su uso sería infrecuente) y cuando no pueden justificarse el coste y/o el espacio para una guantera convencional.

45 El empaque puede incluir una atmósfera de empaque a presión atmosférica o cerca de ésta. La atmósfera de empaque incluye preferentemente oxígeno (por ejemplo, al menos un 1% de oxígeno y preferentemente al menos un 5 % o al menos 10 % de oxígeno). Por ejemplo, el material de empaque puede ser aire. También se contempla una atmósfera alternativa. Por ejemplo, el tratamiento del recipiente puede ser para eliminar un gas reactivo o contaminante de la atmósfera dentro del empaque. En una modalidad, puede desprenderse un compuesto orgánico volátil tóxico por materiales (por ejemplo, colas) usados en la fabricación de un objeto. Un plasma puede oxidar estos compuestos orgánicos volátiles tóxicos, haciéndolos relativamente seguros. En otra modalidad, las especies activas generadas por un plasma en nitrógeno puro pueden ser útiles para destruir compuestos específicos no deseados.

50 Ciertas mezclas de gases se usan en el empaque de alimentos de atmósfera modificada (MAP), para los cuales los procesos de realizaciones preferidas de la presente invención tienen una utilidad particular. De esta manera, por ejemplo, la atmósfera puede contener un nivel mejorado de un gas tal como oxígeno o dióxido de carbono como se usa comúnmente en el empaque de alimentos de atmósfera modificada (MAP).

60 Se prefiere que el plasma sea un plasma generador de ozono. Esto es de particular interés para aplicaciones de esterilización, pero la presente invención no se limita necesariamente a aplicaciones de esterilización. Típicamente, el ozono se genera por el plasma debido a la formación de radicales de oxígeno e iones de moléculas de oxígeno, con reacciones entre estas tres especies que conducen a la formación de ozono.

65

5 El ozono es un excelente agente esterilizante/desinfectante, y se considera que es especialmente útil para el tratamiento de artículos de consumo empacados, tales como alimentos empacados y productos médicos empacados. El ozono ataca y puede producir bacterias, hongos, virus, esporas, etc. sustancialmente inofensivos. A presión atmosférica y temperatura ambiente, el ozono tiene una vida media convenientemente corta. Después de formar el ozono en el empaque mediante el uso del plasma, la cantidad de ozono disminuye con el tiempo de manera que cuando (algún tiempo después del tratamiento) un consumidor llega a abrir el empaque, el empaque contiene poco o nada de ozono restante.

10 El empaque puede ser rígido, pero es más preferentemente flexible, al menos en la región destinada a empujarse contra la superficie de generación del aparato. Por ejemplo, el empaque puede incluir una capa polimérica flexible. Los plásticos de empaque conocidos son particularmente adecuados, tales como el polipropileno (PP), polipropileno de orientación biaxial (BOPP), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), combinaciones de estos materiales, etc. En el caso de un empaque rígido (por ejemplo, plástico rígido tal como PET o en el caso de empaques de vidrio) es posible que el aparato se adapte a la forma exterior del empaque rígido.

15 El empaque en sí está sustancialmente libre de una capa conductora, tal como una capa metálica. Esto no excluye la posibilidad de que el empaque incluya componentes metálicos discretos, tales como sujetadores (por ejemplo, grapas, sujetadores de alambre, etc.) que comprenden metal. Sin embargo, se prefiere particularmente que el empaque no incluya una capa conductora, tal como una capa conductora modelada, para promover la generación de plasma en el empaque. Una razón para ello es que la inclusión de dicha capa requiere la modificación del empaque y/o del proceso de empaque. Por el contrario, el uso de las realizaciones preferidas de la presente invención permite la esterilización de empaques previamente sellados sin la necesidad de añadir un componente adicional en el empaque. Esto significa, por ejemplo, que el empaque puede fabricarse y sellarse en un sitio y transferirse al aparato para su posterior esterilización. Una desventaja adicional de la inclusión de una capa conductora en el empaque puede interferir con la calidad del producto empacado. Por ejemplo, una etiqueta metálica en contacto con alimentos empacados puede causar un cambio de sabor, decoloración, etc. de los alimentos.

20 En algunas realizaciones, se prefiere proporcionar un aparato generador de plasma con un área de "ocupación" total relativamente grande para el primer electrodo y el segundo electrodo. Esto permite la generación de plasma sobre un área correspondientemente grande. El área de electrodo requerida puede proporcionarse mediante el uso de un solo primer y segundo electrodos adecuadamente grandes. Sin embargo, los inventores se han dado cuenta de que su sistema es escalable en tamaño mediante el uso de un sistema modular.

25 Por consiguiente, en un ejemplo se proporciona un sistema de generación de plasma que comprende una pluralidad de módulos, donde cada módulo proporciona al menos un segundo electrodo modular, y los respectivos segundos electrodos modulares pueden ensamblarse en un aparato generador de plasma de acuerdo con el primer aspecto en el que el segundo electrodo se proporciona por el ensamble de segundos electrodos modulares.

30 En el sistema de generación de plasma, es posible que el primer electrodo se proporcione como una unidad única (es decir, no modular), que coopera con los segundos electrodos modulares. Sin embargo, se prefiere que el sistema comprenda unos primeros electrodos modulares dispuestos con respecto a segundos electrodos modulares correspondientes para permitir el ensamble del aparato generador de plasma.

35 Preferentemente, los segundos y/o primeros electrodos modulares se teselan para formar el arreglo requerido de electrodos. La teselación proporciona preferentemente una distribución de plasma relativamente uniforme a través de la superficie de generación de plasma.

Breve descripción de las figuras

40 A continuación se describen modalidades preferidas de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal esquemática de un aparato en uso de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista ampliada de parte de la Figura 1.

45 La Figura 3 muestra una vista en sección transversal esquemática de un aparato en uso de acuerdo con otra modalidad, más preferida, de la presente invención.

La Figura 4 muestra una vista en planta esquemática de una superficie de tratamiento de empaques del aparato de la Figura 3.

La Figura 5 muestra una vista en sección transversal esquemática parcial de una modalidad de la presente invención.

50 La Figura 6 muestra una vista en sección transversal esquemática parcial de otra modalidad de la presente invención.

La Figura 7 muestra una vista en sección transversal esquemática parcial de una modalidad adicional de la presente invención.

La Figura 8 ilustra una vista esquemática de otra modalidad de la presente invención.

55 Las Figuras 9-11 muestran vistas en sección transversal esquemáticas de parte de varios dispositivos en uso, que producen plasma y que ilustran la penetración del campo eléctrico y el plasma asociado en una bolsa de plástico, donde el rendimiento de cada dispositivo varía con la separación en el elemento de segundo electrodo.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

- 5 La Figura 1 muestra una vista en sección transversal esquemática de un sistema de esterilización de acuerdo con una modalidad preferida de la invención. El sistema de esterilización incluye un aparato generador de plasma 10 y un empaque 12 para tratarse, que incluye al menos un objeto (no mostrado, pero típicamente un producto alimenticio tal como frutas/verduras frescas o un producto médico tal como un vendaje para heridas) contenido en el empaque 12.
- 10 El empaque en esta modalidad comprende una bolsa flexible formada de material plástico, tal como PE. Un sello 14 se forma de una manera conocida en una región previamente abierta del empaque.
- 15 El aparato generador de plasma 10 incluye una carcasa 16 formada de metal y conectada eléctricamente, en uso, a tierra. La carcasa 16 encierra un aislador 18 en el cual se empotra un primer electrodo 20 alimentado. El primer electrodo 20 se conecta eléctricamente a una fuente de generación de señal, o fuente de alimentación de alta tensión 22. La fuente de alimentación de alta tensión 22 está totalmente contenida dentro del armazón metálico 24 conectado a tierra.
- 20 El aparato tiene una superficie de tratamiento de empaques que es sustancialmente adyacente con el espacio de ocupación del segundo electrodo 26. El segundo electrodo 26 es metálico y se expone en la superficie de tratamiento. En otras realizaciones, el segundo electrodo puede cubrirse con (o empotrarse en) una capa delgada de material aislante. El segundo electrodo 26 se superpone y está en coincidencia con el primer electrodo 20. El primer y segundo electrodo pueden tener sustancialmente el mismo espacio de ocupación total. El primer y segundo electrodo se separan por una capa delgada de material aislante 18.
- 25 Los medios de sellado, en forma de deflectores de flujo de gas 28, se proporcionan alrededor de la superficie de generación. Los medios de obturación proporcionan una superficie continua, inclinada, para reunirse y sellarse con una parte correspondiente del empaque. Esto permite que el empaque se soporte sobre el aparato al comienzo del proceso de esterilización, y permite el mantenimiento de una hermeticidad entre el empaque y los medios de sellado a medida que el empaque se impulsa hacia la superficie de tratamiento de empaques,
- 30 Entre los deflectores de flujo de gas 28 y la carcasa 16 se proporcionan pasos de flujo de gas 30, 32, conectados a una bomba de vacío (no mostrada). Mediante el funcionamiento de la bomba, cuando el empaque se soporta por los medios de sellado, puede retirarse el aire en el espacio entre el empaque y la superficie de generación. El diferencial de presión fuerza el empaque hacia la superficie de generación, y en última instancia presiona el empaque contra el segundo electrodo. A medida que se completa el sellado (o al menos se mejora), la presión reducida en la línea de vacío puede usarse para activar la energía para energizar el primer electrodo.
- 35 La estructura del segundo electrodo se diseña cuidadosamente para evitar la creación de burbujas de aire atrapado entre el empaque y el segundo electrodo. Por ejemplo, una estructura de electrodo adecuada puede tener un arreglo de brazos ramificados en espiral, conectados en un nodo central y en sus extremidades a tierra. Entre los brazos se forman canales que permiten extraer el aire de entre la superficie de generación y el empaque sin la formación de regiones en las que el aire pueda atraparse. Así, durante el funcionamiento de la bomba de vacío, el empaque se presiona uniformemente contra la superficie de tratamiento de empaques. En esta modalidad, h y w describen la forma de los canales, los cuales coinciden con los espacios entre las porciones del segundo electrodo. El experto en la técnica puede medir fácilmente estas dimensiones y puede distinguir las de la rugosidad superficial aleatoria en vista de la regularidad de la colocación de las porciones del segundo electrodo y los espacios entre ellas. Por ejemplo, puede tomarse una medición del perfil de la superficie para medir estas dimensiones.
- 40 Como se muestra más claramente en la Figura 2, el funcionamiento del primer electrodo 20 permite que el campo eléctrico generado "escape" a través de la forma estructurada del segundo electrodo 26 (ver espacios 27) y hacia el espacio por encima del segundo electrodo. Se forma un plasma 13 en las regiones de campo eléctrico alto donde hay gas (por ejemplo, aire) presente. Cuando la bolsa de empaques se presiona firmemente contra la superficie de generación, la capa del material de empaque forma una capa aislante adicional en la superficie de generación, sobre la superficie superior del segundo electrodo. Sin embargo, esto no afecta significativamente la geometría del campo eléctrico en términos prácticos. El plasma se forma entonces por encima de la capa del material de empaque, y por lo tanto dentro del empaque.
- 45 50 55
- 60 Generalmente, el espacio entre los brazos del segundo electrodo es aproximadamente 0,2-2 veces el espacio de aislamiento entre los dos electrodos, y lo más preferentemente aproximadamente 0,4 veces.
- 65 Como se muestra más claramente en la Figura 2 (una vista ampliada de una parte de la Figura 1), el plasma se golpea completamente dentro del empaque. El empaque se presiona contra la superficie de tratamiento de empaques de manera que el tamaño de área del empaque presionada contra la superficie de tratamiento de empaques (o, más generalmente, presionada contra el aparato) es mayor que el tamaño del área del segundo electrodo y por lo tanto mayor que el tamaño del área del plasma. Esto evita que el plasma se golpee parcialmente dentro y parcialmente fuera

del empaque (lo que de otro modo puede causar problemas al operador del dispositivo). Por lo tanto, el ozono se genera a partir del gas oxígeno contenido en el empaque.

5 Debe notarse que la presente modalidad proporciona varias ventajas técnicas importantes. En primer lugar, en algunos sistemas de la técnica anterior (por ejemplo, Schwabedissen y otros 2007), se proporciona al menos un electrodo energizado expuesto en la superficie del aparato. Esto es muy peligroso. Por el contrario, en las realizaciones preferidas de la presente invención, no hay ningún componente expuesto al que se aplica una alta tensión. Esto permite que las presentes realizaciones funcionen en condiciones de alta humedad, o incluso bajo el agua. El diseño del segundo electrodo de las realizaciones preferidas significa que el campo eléctrico que se escapa disminuye muy rápidamente con la distancia desde el aparato. Esto significa a su vez que cualquier interferencia eléctrica proporcionada por el funcionamiento del aparato será muy baja. El gran tamaño de los electrodos en el sistema de Schwabedissen resulta en grandes campos radiados, que imponen serios problemas de regulación y hacen que su uso in situ en la medicina sea difícil o poco realista.

15 Además, debe notarse que es particularmente ventajoso que no se disponga de una etiqueta metálica en el empaque. Una ventaja clave es que no se requiere ningún empaque especial o modificado. Por lo tanto, las realizaciones preferidas de la invención pueden utilizarse sin requerir la modificación de las líneas de empaque existentes o los materiales de empaque. Además, esto tiene un beneficio en eficiencia y costo. Las existencias que ya se han fabricado y empacado (por ejemplo, viejas existencias médicas pre-ensadas) puede esterilizarse o volver a esterilizarse antes de su uso. Además, la ausencia de una etiqueta metálica evita problemas de metales en contacto con los alimentos (reacción, sabor, etc.). En el aparato de la técnica anterior, los problemas asociados con el metal en contacto con los contenidos empacados pueden de hecho ser más graves cuando el plasma está presente, lo que promueve reacciones adversas dentro del empaque.

25 Como se aprecia en la Figura 2, las superficies delanteras de los elementos conductores de la estructura del segundo electrodo se muestran a nivel con las superficies delanteras de las porciones de separación adyacentes. Por lo tanto, h es cero en esta modalidad específica. Sin embargo, es posible que h sea diferente de cero, por ejemplo, para la provisión de canales de drenaje de aire superficial como se discutió anteriormente. Dicha situación (h diferente de cero) surge por ejemplo si la estructura del segundo electrodo se deposita sobre la capa de material aislante que cubre el primer electrodo.

35 La Figura 3 muestra una modificación de la modalidad de la Figura 1. Elementos similares a los mostrados en la Figura 1 se representan con los mismos números de referencia que en la Figura 1 y no se describen de nuevo. En la Figura 3, se invierte el aparato, para que el material a esterilizar (en el empaque) se mantenga alejado más fácilmente de la región del empaque sometida a tratamiento con plasma. La estructura del aparato significa que el campo eléctrico fuerte sólo penetra a una corta distancia dentro del empaque. El grado de penetración del campo eléctrico fuerte se muestra con la línea discontinua en la Figura 3. Como en referencia a la Figura 1, el plasma se forma sustancialmente en su totalidad dentro del empaque 12.

40 El medio de sellado utilizado en la Figura 1 es diferente al utilizado en la Figura 3. En la Figura 3, se sitúa un anillo O en un canal que rodea la estructura del segundo electrodo. El sistema de sellado se muestra más claramente en la Figura 4. El anillo O 40 se sitúa de modo que sobresalga ligeramente de la superficie de tratamiento de empaques (también llamada la superficie generadora). Los conductos de vacío 42 se sitúan para rodear la estructura del segundo electrodo 44, que se superpone al primer electrodo (mostrado con línea discontinua como 46 en la Figura 4). La pantalla 48 conectada a tierra se conecta eléctricamente a la estructura del segundo electrodo, con el fin de que la estructura del segundo electrodo también se conecte a tierra, para garantizar un funcionamiento seguro.

50 La Figura 5 muestra una vista en sección transversal esquemática parcial de una modalidad de la presente invención. En esta modalidad, el aparato se utiliza para tratar un empaque 12. Los elementos conductores del segundo electrodo se exponen en la superficie de tratamiento de empaques. Sin embargo, cuando el empaque se empuja hacia la superficie de tratamiento de empaques, la pared del propio empaque cubre los elementos conductores del segundo electrodo, preferentemente sin dejar espacios significativos entre la superficie de tratamiento de empaques y el empaque. El efecto de esto es que cuando se energiza el primer electrodo, el plasma 11 se forma solamente dentro del empaque 12. De esta manera, puede producirse el ozono de manera que este se produzca sólo dentro de un empaque de bolsa sellada. Esto tiene una utilidad particular para el tratamiento de alimentos, apósitos médicos y la esterilización de instrumentos médicos. Esto puede usarse, también, por ejemplo, para la eliminación de contaminantes gaseosos de una bolsa sellada

60 La Figura 6 muestra una vista en sección transversal esquemática parcial de otra modalidad de la presente invención. En la Figura 6, el aparato puede usarse sin un empaque, por ejemplo, para la desinfección de superficies. Los elementos conductores de la estructura del segundo electrodo se sitúan detrás de una capa delgada 60 de material aislante, por ejemplo, plásticos (por ejemplo Teflón), cerámica, vidrio, etc. Esto permite que la superficie generadora de plasma del aparato sea lisa, homogénea y uniforme, lo que permite por ejemplo una fácil limpieza y permite que el segundo electrodo se oculte completamente de la vista. Un aparato de este tipo puede incorporarse en las paredes de un armario de seguridad biológico, un refrigerador (por ejemplo, un refrigerador doméstico), un horno de microondas, un

lavaplatos, cubos de basura, etc., lo que permite la esterilización y el control de olores. Un aparato de este tipo también puede incorporarse en la tapa de una caja de cosméticos, por ejemplo.

5 La Figura 7 muestra una modificación de la Figura 6, en la que la capa aislante 60 no está presente. Se pretende que este aparato tenga aplicaciones similares al aparato de la Figura 6.

10 La Figura 8 ilustra una vista esquemática de otra modalidad de la presente invención. En esta modalidad, como se muestra en la vista izquierda de la Figura 8, el aparato tiene una superficie de tratamiento de empaques adaptable. El primer electrodo 70 se sitúa en un lado de una capa aislante flexible resiliente 72 (por ejemplo, formada de polímero de silicona aislante) y la estructura del segundo electrodo 74 se sitúa en el lado delantero de la capa aislante flexible resiliente 72. El primer y segundo electrodo pueden formarse, por ejemplo, de polímero de silicona conductor. Antes de su uso, la configuración de la capa aislante flexible resiliente 72 (y por lo tanto de los electrodos) es convexa. Sin embargo, cuando se presiona contra un empaque (por ejemplo, una botella de vidrio o de plástico 76), la superficie de tratamiento de empaques se ajusta a la forma del empaque. El objetivo en este caso es asegurar que toda la estructura del segundo electrodo se presione contra la pared del empaque, con el fin de que el plasma generado debido a la energización subsiguiente del primer electrodo se forme totalmente dentro del empaque, para formar, por consiguiente, ozono solamente dentro del empaque. Este aparato no requiere una bomba de vacío, por lo que puede ser más pequeño y fabricarse con menor costo que el aparato de la Figura 1. Como se comprenderá, es de particular interés para el tratamiento de empaques rígidos. Cabe señalar en este caso que la Figura La 8 es esquemática. En particular, la vista derecha de la Figura 8 muestra que, en las extremidades superior e inferior, el segundo electrodo no está en contacto estrecho con la pared de la botella. Sin embargo, para las realizaciones prácticas de la presente invención, se prefiere que todo el segundo electrodo se presione en contacto estrecho con la pared de la botella. Esto es para evitar la generación de plasma fuera de la botella.

25 Es de interés aquí considerar las ventajas de los sistemas actuales sobre los sistemas conocidos. Por ejemplo, mediante el uso del sistema US-A-6,007,770, se produce ozono tanto dentro como fuera del empaque, lo que resulta en un peligro significativo para el operador, y como requisito para evitar el peligro del operador, el aparato debe funcionar dentro de un recinto sellado. Sin embargo, mediante el uso de las realizaciones preferidas de la presente invención, el ozono se produce solamente dentro del empaque donde está presente, con detección automática de condiciones operativas seguras, por ejemplo, basada en la presión en la línea de vacío.

30 Además, en el documento US-A-6,007,770, sólo es posible tratar empaques muy finos (por ejemplo, de anchura total solamente hasta aproximadamente 10 mm) a menos que se coloque una estructura de electrodo compleja en la bolsa (ver, por ejemplo, la Figura 3 de ese documento). Incluso entonces, se requieren tensiones muy altas. Con las realizaciones preferidas de la presente invención, pueden tratarse empaques arbitrarios siempre y cuando sea accesible una pequeña área de un lado del empaque.

40 En el documento US-A-6,007,770, todo el contenido de la bolsa se expone a un campo eléctrico muy elevado, lo que impide que la esterilización de muchos artículos delicados, especialmente los que contienen electrónica. La disposición exacta de los elementos conductores dentro del contenedor también tendría típicamente un efecto significativo sobre la cantidad de ozono producido, y también podría causar puntos sensibles que dañan la bolsa. En las realizaciones preferidas de la presente invención, la región del campo eléctrico se confina a un pequeño volumen, cerca del segundo electrodo, de modo que el contenido del empaque no afecta la cantidad de ozono producido, y además el contenido del empaque no se expone a ningún campo eléctrico significativo.

45 Con respecto al documento US 2003/0108460, se considera que la mayor parte del plasma producido por el aparato de ese documento se produciría dentro de los espacios entre el alambre del electrodo de malla. Esto se debe a que la región de campo eléctrico más intensa (donde se forma el plasma) en el documento US 2003/0108460 se produce en esta región. Esto haría imposible tratar un empaque de tal manera que el plasma se forme completamente dentro del empaque, a menos que todo el aparato de generación de plasma se sitúe dentro del empaque.

50 En una modalidad adicional (no ilustrada), el aparato puede formarse con una configuración que permita insertarlo en un empaque o recipiente. Por ejemplo, el aparato puede configurarse de manera que la estructura del segundo electrodo se sitúe sobre una estructura de inserción, donde la estructura de inserción se forma y dimensiona para permitir su inserción en el empaque o recipiente. El primer electrodo se dispone en coincidencia con la estructura del segundo electrodo. En este caso, es de particular interés el tratamiento de empaques o recipientes con aberturas relativamente estrechas en comparación con su tamaño total, tales como botellas. La inserción de la estructura de inserción en tales aberturas y el funcionamiento del aparato para generar plasma permite el tratamiento del interior del empaque o recipiente, que incluye el contenido del empaque o recipiente. El aparato puede adaptarse para sellarse con la abertura del empaque o recipiente, por razones similares a las indicadas anteriormente para el sellado de un empaque al aparato. La provisión de una superficie de tratamiento de empaques lisa y uniforme permite una fácil limpieza del aparato.

60 Las estructuras de empaque adecuadas para tratarse con las realizaciones preferidas pueden incluir también empaques de bandeja. Dichos empaques se encuentran típicamente en la implementación de líneas de producción industrial, especialmente en la industria alimenticia.

- 5 Se prefiere que el aparato funcione en modo pulsado, aunque es posible el funcionamiento en modo continuo. La principal razón por la que se prefiere el modo pulsado es controlar la carga térmica en el empaque, particularmente cuando el empaque se forma a partir de un material plástico. En las realizaciones preferidas, se usan ciclos de trabajo en el intervalo de 30-50 %, con tiempos de ciclo en el intervalo de 0,2-0,4 segundos. Por ejemplo, para un ciclo de trabajo del 50 % con un tiempo de ciclo de 0,2 s, el plasma se encendería durante 0,1 s y se apagaría durante 0,1 s repetidamente.
- 10 Con respecto a la unidad prototipo (sustancialmente de acuerdo con la Figura 1), se presentarán a continuación algunos datos de funcionamiento. En este caso, se observa que el prototipo no está necesariamente optimizado.
- 15 Concentraciones de ozono: es posible producir hasta 700 ppm de ozono en el aire en una bolsa sellada. Los inventores consideran que pueden conseguirse concentraciones de ozono significativamente mayores mediante el uso de su aparato prototipo, pero estos se limitan por el rendimiento de sus diagnósticos. Se considera posible obtener una concentración mucho más alta si el gas en la bolsa es oxígeno puro.
- 20 Velocidad de producción de ozono: es posible producir hasta 72 mg de ozono por segundo por metro cuadrado de área generadora. Estas cifras se obtuvieron para el sistema prototipo con un ciclo de trabajo del 100 %, aunque con una película de polipropileno de 35 micras con el plasma generado en el aire. Por lo tanto, por ejemplo, obtener una concentración de ozono de 100 ppm en un recipiente de 1 litro con un electrodo de 10 cm x 10 cm, toma alrededor de 0,25 s. La velocidad de producción de ozono puede ser sustancialmente aumentada con una mayor concentración de oxígeno (por ejemplo, mediante el uso de oxígeno puro). En la práctica, normalmente se utiliza un sistema pulsado (normalmente un ciclo de trabajo de aproximadamente 50 %, tiempo de ciclo de 0,2-1 s).
- 25 Consumo de energía: Para la velocidad de generación de ozono anterior, el consumo de energía del prototipo es de 33 kW por metro cuadrado. Por lo tanto, para un electrodo de 10 cm x 10 cm, el consumo de energía es de 330 W.
- 30 Las Figuras 9-11 ilustran el efecto de las separaciones en el segundo electrodo sobre la penetración del campo eléctrico en una bolsa de plástico y por lo tanto la formación de plasma en el espacio dentro de la bolsa de plástico.
- 35 En cada una de las Figuras 9-11 (pero numerado solamente en la Figura 9), el segundo electrodo 100 se empotra en una capa dieléctrica 102. Una bolsa de plástico 104 se sitúa en contacto estrecho con la superficie de la capa dieléctrica 102. Se aplica una tensión de accionamiento al primer electrodo (no mostrado), donde el valor de la tensión de accionamiento es 10 kVrms en la Figura 9, 3 kVrms en la Figura 10 y 0,7 kV en la Figura 11. El segundo electrodo se conecta a tierra. Como resultado, un cierto campo eléctrico se filtra a través del segundo electrodo. Las Figuras 9-11 muestran contornos de intensidad de campo eléctrico 108 y el plasma 106 resultante. Como se entenderá basándose en la descripción de las realizaciones preferidas anteriormente, es deseable formar un plasma uniforme dentro de la bolsa de plástico, sin que el plasma o el campo eléctrico penetren demasiado profundo en la bolsa.
- 40 En la Figura 9, la separación entre las porciones del segundo electrodo es de 0,2 mm. Esta parece ser demasiado pequeño. Se requiere una tensión de conducción muy grande (esto es costoso y menos seguro). Sin embargo, se produce un plasma relativamente uniforme. El campo eléctrico se reduce rápidamente lejos del dispositivo.
- 45 En la Figura 10, la separación entre las porciones del segundo electrodo es de 0,4 mm. Esta parece ser la separación óptima para este dispositivo. Se produce una capa más gruesa de plasma uniforme, con una tensión de accionamiento mucho más baja que en la Figura 9. El campo eléctrico se localiza intensamente cerca de la estructura del segundo electrodo y no penetra mucho en el interior de la bolsa.
- 50 En la Figura 11, la separación entre las porciones del segundo electrodo es de 1,8 mm. Esta parece ser demasiado grande para este dispositivo. Se forma sólo plasma discontinuo que sólo cubre una pequeña área de la estructura del segundo electrodo. El campo eléctrico se extiende a una distancia considerable de la superficie del dispositivo, lo que impone un riesgo de dañar el contenido de la bolsa y genera interferencias eléctricas. Sin embargo, debe señalarse que sólo se requiere una pequeña tensión de accionamiento.
- 55 En algunas realizaciones, es necesario proporcionar el aparato generador de plasma con un área de "ocupación" total relativamente grande para el primer electrodo y el segundo electrodo. Esto permite la generación de plasma sobre un área correspondientemente grande. El área de electrodo requerida puede proporcionarse mediante el uso de un solo primer y segundo electrodos adecuadamente grandes. Sin embargo, se prefiere más proporcionar un tamaño requerido para el aparato por ampliación mediante el uso de un sistema modular. Por tanto, un sistema de generación de plasma adecuado comprende una pluralidad de módulos, donde cada módulo proporciona un primer electrodo modular y un segundo electrodo modular. Estos módulos pueden ensamblarse para permitir que los electrodos modulares se teselen para proporcionar la estructura de electrodo requerida con un espacio de ocupación adecuado para la aplicación correspondiente. La teselación proporciona preferentemente una distribución de plasma relativamente uniforme a través de la superficie de generación de plasma.
- 60
- 65

Además, es posible ajustar la forma de la sección transversal del segundo electrodo para aproximarse a la optimización del funcionamiento del aparato. Por ejemplo, la forma de la sección transversal del segundo electrodo puede ser elíptica.

- 5 El primer electrodo puede estructurarse de manera que se aproxime a la optimización del funcionamiento del aparato. En particular, el primer electrodo no necesita ser una estructura completamente plana. El primer electrodo puede incluir protrusiones (preferentemente protrusiones lisas). Estas protrusiones pueden proporcionarse en coincidencia con las formas correspondientes del segundo electrodo, por ejemplo, con los espacios en el segundo electrodo. Las protrusiones pueden proporcionarse en forma de una o más ondulaciones. Las protrusiones mejoran preferentemente la producción de los campos eléctricos productores de plasma en la superficie del aparato. Se prefiere que el primer electrodo sea un electrodo continuo, sin espacios formados en él.
- 10

La presente invención no se considera limitada a la aplicación en el campo de los productos alimenticios. Otras aplicaciones de la tecnología se encuentran en los campos de la electrónica, la limpieza de vidrio u otras superficies, aplicaciones automotrices y la implementación en inodoros y letrinas temporales para controlar la propagación de olores y de enfermedades por la exposición de los desechos humanos a vectores aerotransportados.

15

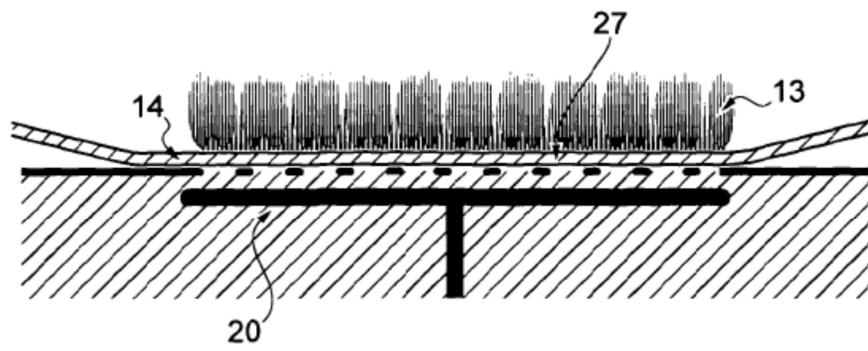
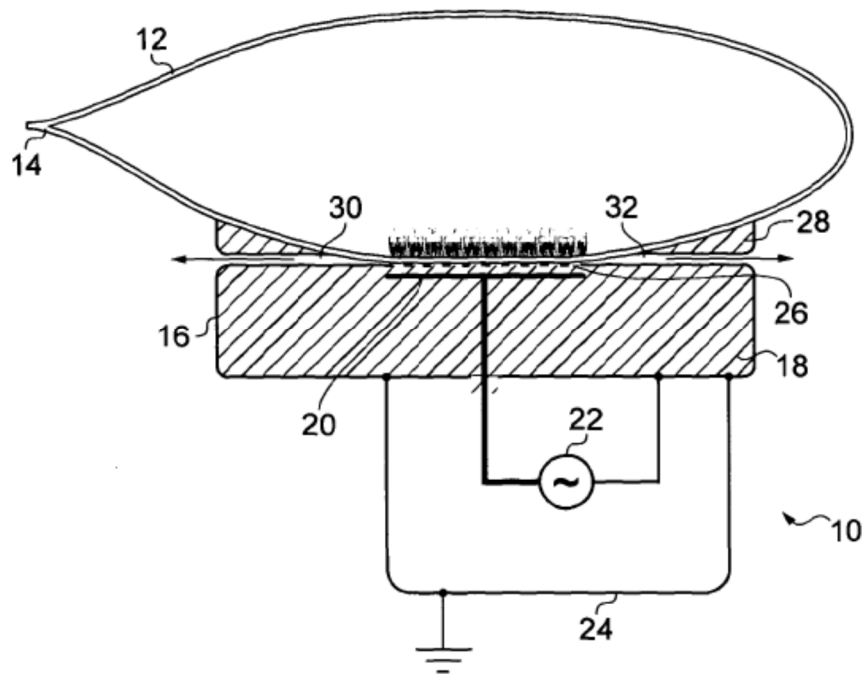
La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

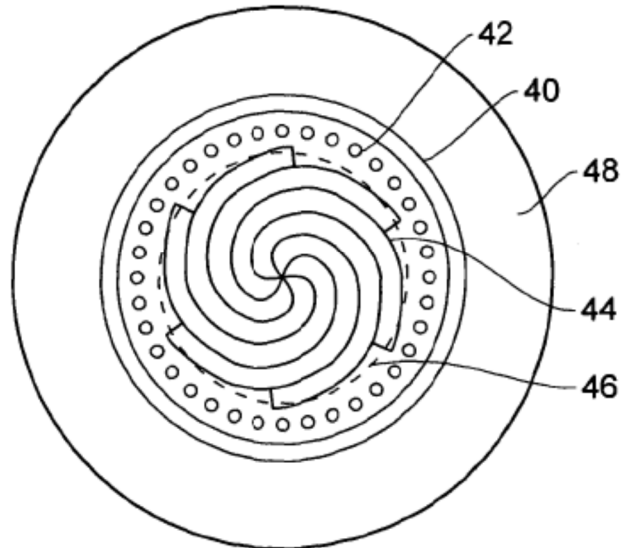
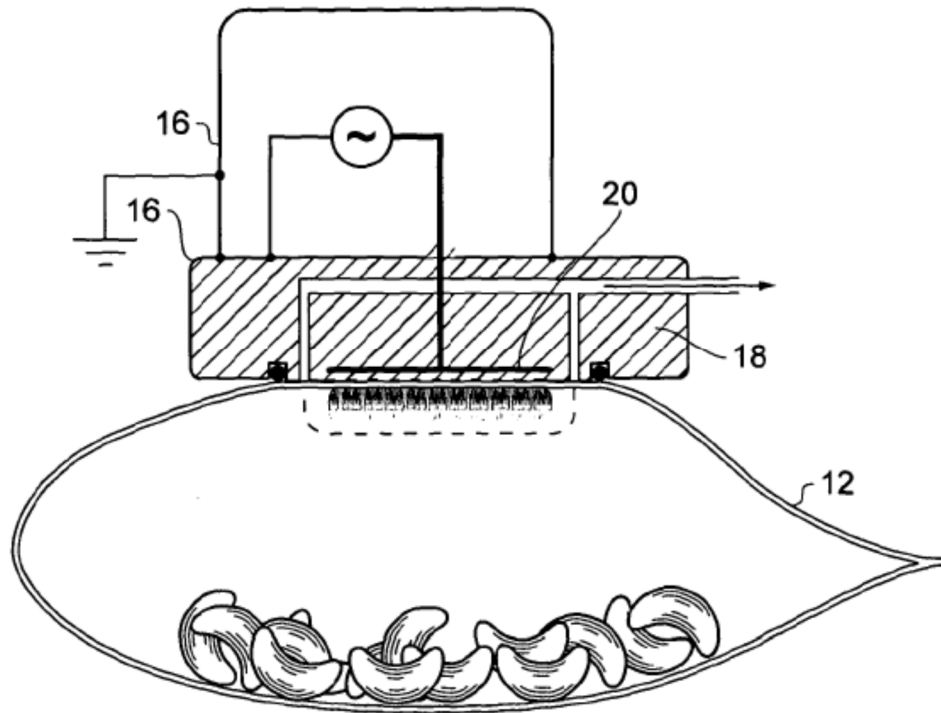
Reivindicaciones

1. Aparato generador de plasma (10) adecuado para tratar un empaque (12) sustancialmente sin una capa conductora, que comprende:
 5 un primer electrodo (20);
 una estructura del segundo electrodo (26) situada delante del primer electrodo (20);
 una capa aislante (18) interpuesta entre el primer electrodo (20) y la estructura del segundo electrodo (26),
 en donde:
 10 la estructura del segundo electrodo (26) tiene una pluralidad de porciones del segundo electrodo que definen porciones de separación entre ellas, el ancho de las partes de espacio es w , y las porciones del segundo electrodo tienen una superficie delantera,
 las porciones de separación comprenden material dieléctrico (18) y cada una tiene una superficie delantera,
 15 la diferencia de altura entre la superficie delantera de cada porción del segundo electrodo y las superficies delanteras de las porciones de separación adyacentes es h , en donde h es a lo máximo 1 mm y la relación w/h es al menos 1,
 el primer electrodo (20) se conecta a una fuente de generación de señal (22) para aplicar una señal de tensión alterna al primer electrodo (20),
 la estructura del segundo electrodo (26) se conecta o puede conectarse a tierra,
 20 las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo y las superficies delanteras de las porciones de separación forman conjuntamente una superficie de tratamiento de empaques, en donde cuando un empaque (12) a tratar se coloca contra la superficie de tratamiento de empaques, el aparato (10) funciona para generar plasma (13), en donde el funcionamiento del primer electrodo (20) permite que el campo eléctrico generado se escape a través de la forma estructural de la estructura del segundo electrodo (26) y hacia el espacio por encima de la superficie de tratamiento de empaques, caracterizado porque
 25 la superficie de tratamiento de empaques es adaptable para ajustarse al empaque (12) en uso con el fin de limitar el tamaño de las separaciones entre la superficie de tratamiento de empaques y el empaque (12), de manera que el plasma (13) se encuentra sustancialmente en su totalidad dentro del empaque a tratar.
2. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde h es a lo máximo 0,3 mm.
3. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde w es de 0,2 a 2 veces la distancia de separación entre el primer electrodo (20) y el segundo electrodo (26).
4. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las porciones del segundo electrodo forman conjuntamente un patrón sustancialmente radial y/o sustancialmente en espiral.
5. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada porción del segundo electrodo incluye un elemento conductor con una capa aislante (60) superpuesta, de manera que la superficie delantera de las porciones del segundo electrodo es una superficie aislante.
6. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la capa aislante (60) que recubre el elemento conductor se extiende hacia la porción de separación adyacente a la porción del segundo electrodo, de manera que la superficie delantera de la porción del segundo electrodo y la superficie delantera de la porción de separación son continuas entre sí.
7. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cada porción del segundo electrodo comprende un elemento conductor que se expone en las superficies delanteras de las porciones del segundo electrodo.
8. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer electrodo (20) se mantiene dentro de una carcasa aislante (24).
9. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene, además, medios de empuje que funcionan para presionar el empaque (12) y la superficie de tratamiento de empaques uno hacia y contra el otro.
10. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde los medios de empuje se proporcionan mediante medios de succión en comunicación de fluido con la superficie de tratamiento de empaques.
11. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la superficie de tratamiento de empaques incluye canales (30, 32) para extraer aire de los espacios entre el empaque (12) y la superficie de tratamiento de empaques.
12. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dichos canales (30, 32) se disponen en un patrón sustancialmente radial y/o sustancialmente en espiral en la superficie de tratamiento de empaques.

ES 2 616 908 T3

13. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que incluye además, al menos un sello (28, 40), proporcionado para sellarse sustancialmente con el empaque (12) en uso.
- 5 14. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 13, en donde al menos un sello (28, 40) se extiende alrededor del perímetro de la superficie de tratamiento de empaques.
15. Aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 10, en donde la superficie de tratamiento de empaques es flexible con el fin de que sea capaz de adaptarse al empaque (12) a tratar.
- 10 16. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la superficie de tratamiento de empaques es resiliente.
17. Aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 15 o la reivindicación 16, en donde la superficie de tratamiento de empaques es convexa, al menos antes de ajustarse con el empaque (12).
- 15 18. Uso de un aparato generador de plasma (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde el uso comprende colocar un empaque (12) a tratar contra la superficie de tratamiento de empaques y hacer funcionar el aparato (10) para generar plasma (13), el plasma generado (13) se sitúa sustancialmente en su totalidad en el empaque (12) en tratamiento.
- 20 19. Uso de acuerdo con la reivindicación 18, en donde el empaque (12) y la superficie de tratamiento de empaques se presionan uno hacia y contra el otro.
- 25 20. Uso de acuerdo con la reivindicación 18 o la reivindicación 19, en donde el empaque (12) incluye al menos un objeto a tratar, seleccionado de material vegetal, producto alimenticio, material animal, objetos médicos, objetos oftálmicos y productos farmacéuticos o cosméticos.
- 30 21. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, en donde el empaque (12) es sustancialmente hermético al aire durante el tratamiento con el aparato (10).





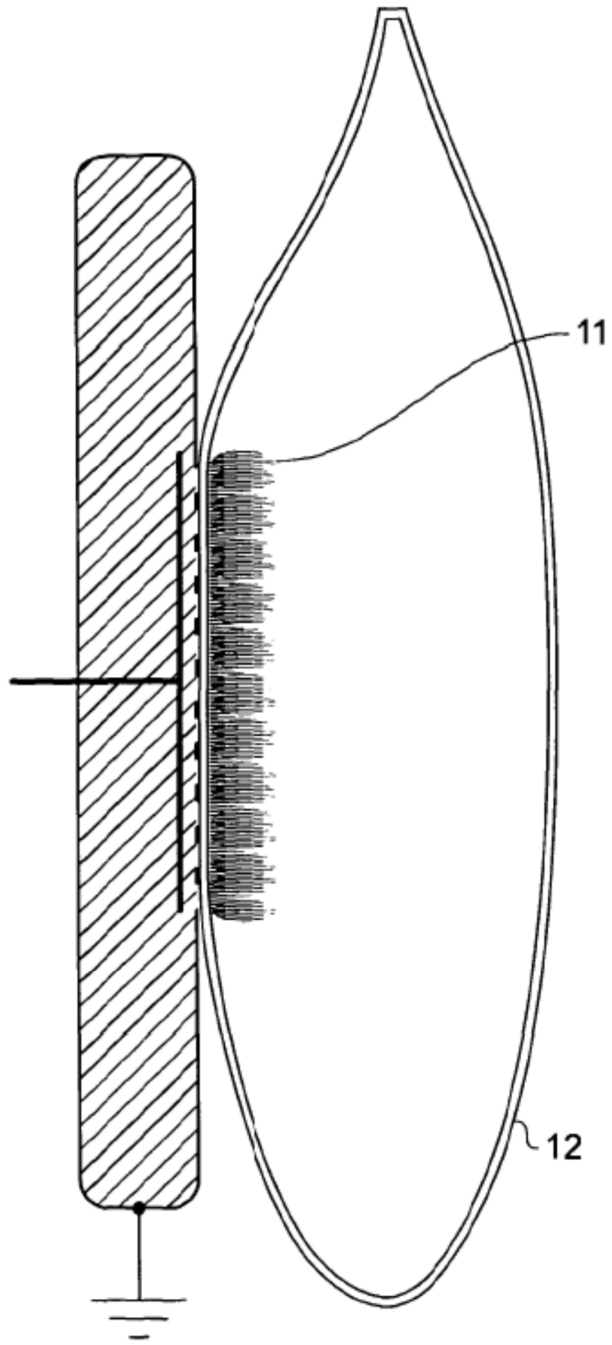


FIG. 5

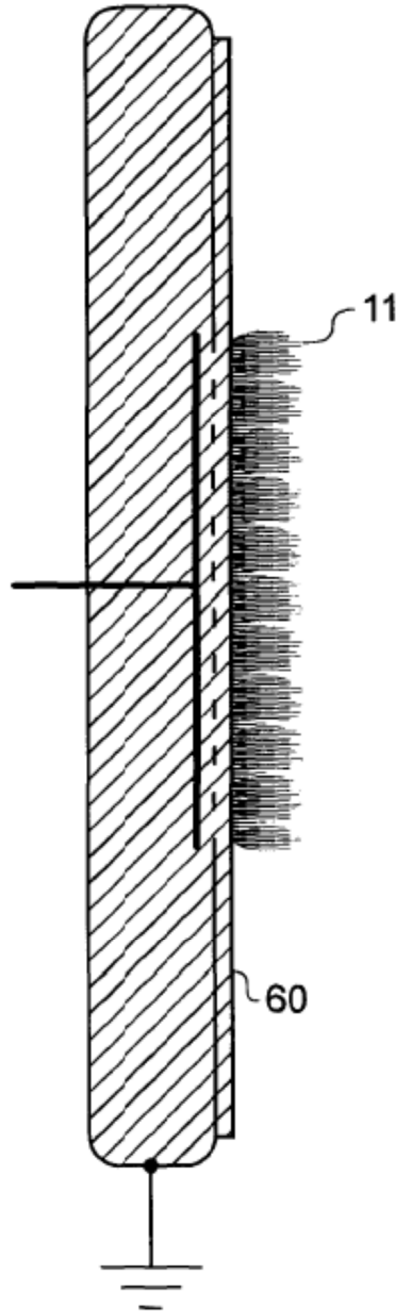


FIG. 6

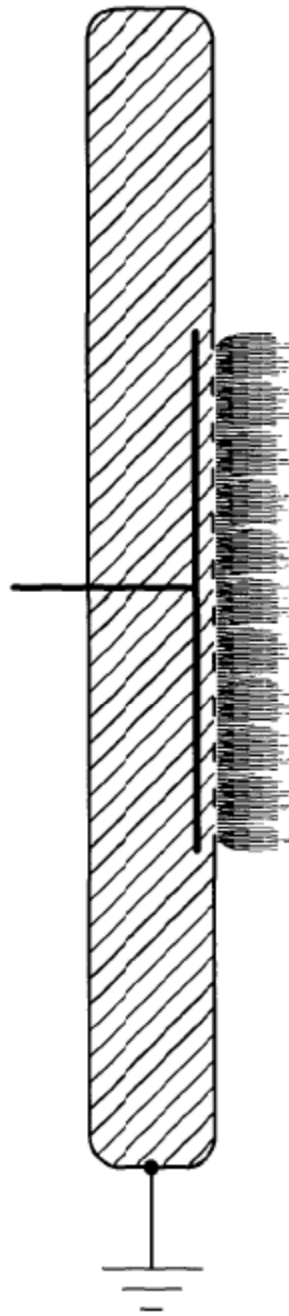


FIG. 7

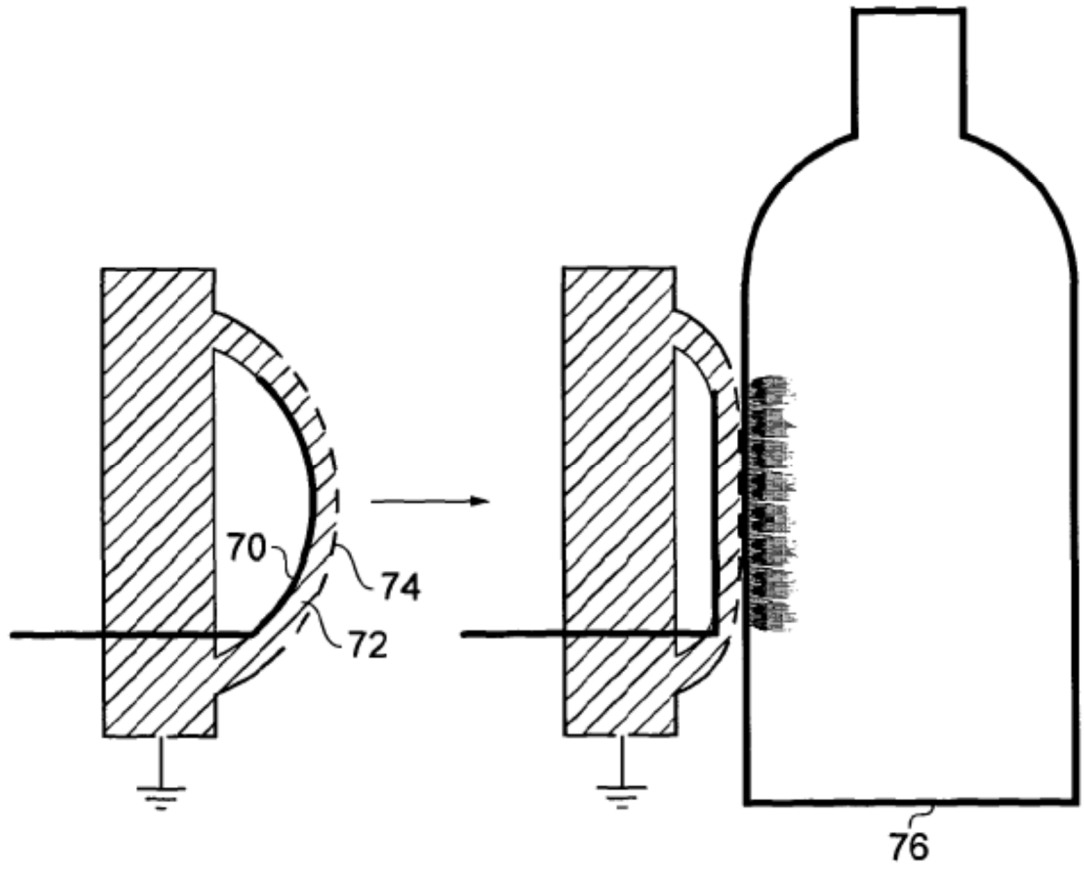


FIG. 8

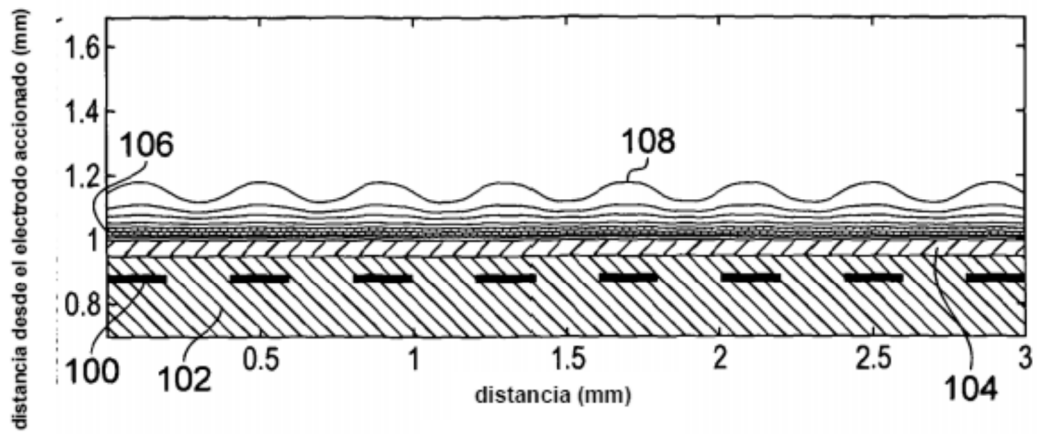


FIG. 9

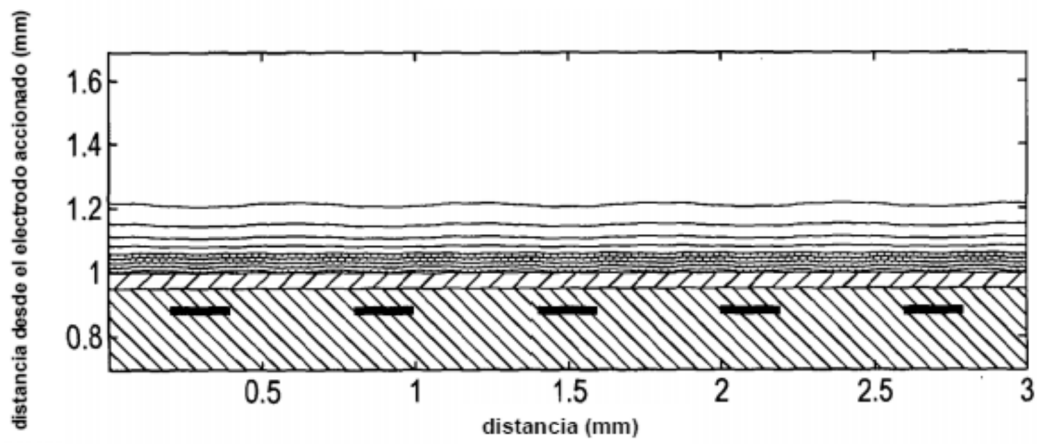


FIG. 10

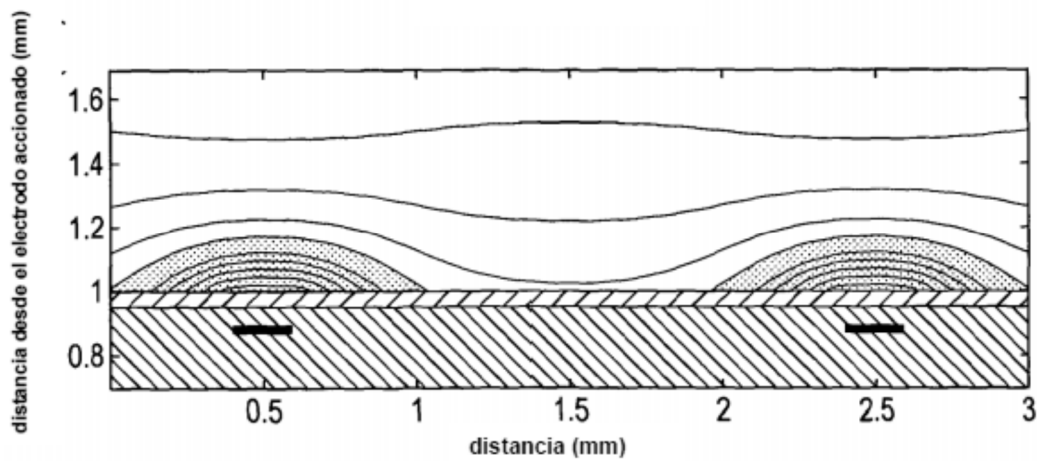


FIG. 11