

**DISPOSITIVO PARA LA ESTERILIZACIÓN DE LÍQUIDOS QUE COMPRENDE
UN ELECTRODO EMISOR DE CAMPOS ELÉCTRICOS ESTÁTICOS CON
REVESTIMIENTO Al_2O_3 Y PTFE**

CAMPO TÉCNICO

- 5 **[001]** La presente invención se encuentra enmarcada en el campo de la esterilización de sustancias, especialmente, sustancias líquidas, especialmente alimentos, medicamentos, y otras sustancias que puedan contener microorganismos, en donde la esterilización se realiza sin aplicación de calor.

10 **RESUMEN**

- [002]** La presente invención trata de un dispositivo electrodo (1)/(1') compacto de emisión de campos eléctricos estáticosde alto voltaje para el tratamiento de esterilización industrial de líquidos –preferiblemente de origen natural y sin gasificar- que consiste en un electrodo (1) o su idéntico (1') en forma de lámina revestido por
- 15 una configuración de plástico y cerámico, de preferencia, de PTFE (politetrafluoroetileno) y Al_2O_3 (alúmina) respectivamente, que se caracteriza principalmente por tener la capacidad de emitir campos eléctricos estáticos desde 10kV/mm hasta 60kV/mm, al interior de un flujo de líquido, en donde el dispositivo (1)/(1') tiene que estar dispuesto en una cámara de esterilización especial.
- 20 Adicionalmente, el dispositivo esterilizador de microorganismos por medio de campos eléctricos estáticos de alto voltaje (1)/(1') de acuerdo con la presente invención, aplica para procesos a nivel industrial, preferiblemente en la esterilización de líquidos de origen natural, sin gasificar artificialmente y en flujo continuo para el cuidado y preservación de las cualidades bioquímicas originales del líquido a tratar
- 25 y la eliminación de emisiones de carbono provenientes del proceso tradicional de esterilización basado en transferencias de calor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[001] La figura 1 es una vista lateral del dispositivo (1)/(1') esterilizador de microorganismos del líquido (10) de acuerdo con la invención, en donde se ilustra la cercanía del líquido (10) a la superficie 2 y en donde los electrodos (1)/(1') se encuentran desnudos y se han representado mediante una figura rectangular sólida sin sombreado. De acuerdo con la invención, el término "desnudo" hace referencia a la parte metálica del electrodo sin ninguna clase de revestimiento, capa o tratamiento en su superficie.

[002] La figura 1A corresponde a una vista superior o inferior de la parte metálica del dispositivo (1)/(1') de la figura 1.

[003] La figura 2 corresponde a la misma vista lateral del dispositivo (1)/(1') pero en donde se pueden visualizar las diferentes capas o revestimientos que lo encierra. En el centro se observa la parte metálica del electrodo como está en la figura 1, luego la capa más externa que corresponde al revestimiento polimérico (2b) y el revestimiento o capa cerámica (2a) que está unida a la superficie 2 de dicho electrodo. Esta figura muestra con líneas discontinuas la configuración de los revestimientos 2a y 2b sobre el electrodo (1)/(1') (plano en líneas ocultas).

[004] La figura 2A muestra la misma vista de la figura 2 pero con vista en cuatro secciones diferentes: A, B, C y D; y una vista inferior E, en donde la vista de la sección A es en el revestimiento cerámico (2a); la vista B es sobre la superficie (2), la vista C es en la parte opuesta a dicha superficie (2) en el revestimiento polimérico delgado (2b), la vista D corresponde a la vista de la sección lateral del revestimiento polimérico delgado (2b) y la vista corresponde a la vista inferior del electrodo (1)/(1'). Esta figura muestra los diferentes cortes de sección en plano de líneas ocultas para las siguientes figuras.

[005] La figura 3 corresponde a la vista de la sección B de la figura 2A en donde es un corte longitudinal del dispositivo electrodo (1)/(1') que muestra como la superficie (2) del electrodo (1) ó (1') está circundada por el recubrimiento polimérico (2b) y en donde dicha superficie (2) soportará un revestimiento cerámico (2a).

[006] La figura 3A corresponde a la vista de la sección A de la figura 2A en donde es un corte longitudinal de cualquiera de los electrodos (1) o (1') pero sobre la capa

cerámica (2a) adherida a la superficie 2 en donde en esta figura ejemplificativa, se ha colocado al total de dicha superficie (2) mostrada en la figura 3. El revestimiento cerámico (2a) se representa en la figura con un sombreado a rayas denso y el revestimiento polimérico (2b) se representa con un sombreado a rayas tenues.

5 **[007]** La figura 4 corresponde a la vista E de la figura 2A que corresponde a la vista externa inferior longitudinal del electrodo (1)/(1') en donde dicha cara del electrodo se encuentra parcialmente cubierta con el revestimiento polimérico delgado (2b) dejando al descubierto una porción central del revestimiento cerámico (2a). Esta figura no tiene sombreados dado que no muestra un corte de sección sino una vista
10 externa.

[008] La figura 5 corresponde a la sección C de la figura 2A sobre el revestimiento plástico (2b) que está en la cara contraria a la superficie (2) del electrodo (1)/(1'), donde se aprecia un orificio (1a) en su parte central que deja al descubierto la parte metálica del electrodo respecto al revestimiento polimérico delgado (2b) para ser
15 conectada al circuito de alto voltaje. El revestimiento polimérico (2b) está sombreado a rayas tenues.

[009] La figura 6 corresponde a la sección D de la figura 2A y es un corte transversal del dispositivo (1)/(1') en la parte lateral del revestimiento polimérico (2b) que corresponde también a la vista lateral de dicho dispositivo de la figura 1 pero ya
20 revestida; y en donde se señala el flujo del líquido (10) que está en contacto con la parte central del revestimiento cerámico (2a) mostrado en la figura 4.

[010] La figura 7 corresponde a una vista longitudinal del dispositivo (1)/(1') con líneas ocultas que muestra las longitudes características de construcción L1, L2 y Rc; en donde L1 es la distancia desde el centro geométrico de la superficie cerámica (2a) de dicho electrodo hasta el contorno cercano o frontera de unión del
25 revestimiento cerámico (2a) con el revestimiento polimérico (2b), L2 es la distancia desde el centro geométrico del revestimiento cerámico (2a) del dispositivo electrodo (1)/(1') hasta la parte externa del revestimiento polimérico (2b) y Rc es el radio del orificio (1a) que está en la superficie contraria a la superficie (2). Esta figura
30 corresponde a la misma vista E de la figura 2 pero con líneas ocultas.

[011] La figura 8 muestra un ejemplo de cámara (B) que puede albergar el dispositivo electrodo (1)/(1') para esterilizar un líquido (10).

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[012] Comúnmente para esterilizar cualquier material bien sea alimenticio o medicamentoso de tipo líquido como, por ejemplo, pero sin limitarse a jugos, sumos, productos lácteos, jarabes, sueros, líquidos inyectables y vacunas, entre otros
10 líquidos de consumo humano o animal, se usa un método tradicional de esterilización basado en la transferencia de grandes gradientes de temperatura por calentamiento y enfriamiento indirecto. Cuando se esteriliza este tipo de sustancias mediante este método, es necesario mantener el material a una alta temperatura durante cierto periodo de tiempo y después pasarlo por enfriamiento súbito. Si se
15 tiene el caso que la temperatura de calentamiento es baja, es necesario mantener por un mayor lapso de tiempo la calefacción para que se experimente una esterilización segura para el consumo humano o animal. Pero si la temperatura de calefacción se asegura relativamente alta, se puede reducir en gran medida el tiempo de residencia en el proceso. Se sabe que la temperatura de esterilización,
20 así como el tiempo de residencia en esta, influye directamente en la tasa de destrucción de los componentes útiles de origen natural del alimento o la sustancia medicamentosa, como lo son nutrientes, vitaminas, principios activos, propiedades organolépticas del líquido y en general, las propiedades bioquímicas originales del alimento o fármaco.

25 [013] De esta manera, al esterilizar cualquier material alimenticio o fármaco líquido por acción de calentamiento, es vital mantenerlo durante un tiempo límite para que sus componentes naturales o principios activos no se vean en gran medida perjudicados. En el caso de las mayores diferencias de temperatura asequibles en la industria proveniente del sistema de flujo continuo UHT y similar, es necesario

tener largas trayectorias de tubería para garantizar un tiempo suficiente de calentamiento y su consecuente esterilización. Siendo así, las instalaciones tradicionales de esterilización por calor son relativamente grandes y costosas por concepto de su fabricación, instalación, mantenimiento y funcionamiento.

- 5 **[014]** Partiendo de esta observación, recientemente en el mundo se han propuesto y parcialmente desarrollado distintas alternativas con el mismo objetivo de esterilizar materiales alimenticios o farmacéuticos líquidos como lo son métodos de radiación UV, alta presión, agentes químicos, microondas e ionización, entre otros, siendo una de las más destacadas por sus distintas ventajas el método de exposición a
- 10 campos eléctricos de alto voltaje. En este método el efecto de esterilización resulta cuando el material líquido alimenticio o farmacológico es expuesto a un campo eléctrico de alto voltaje alterno, directo o pulsado.

- [015]** Este método de campo eléctrico con alto voltaje sea alterno, directo o pulsado, es ya conocido en el estado de la técnica. Este se propuso inicialmente
- 15 transmitiendo el campo con contacto directo entre electrodos metálicos y el líquido a esterilizar. De esta manera los resultados de esterilización se dan por dos factores: uno, por el aumento de temperatura en el líquido dado el paso de corrientes eléctricas, y dos, por el efecto de electroporación y migración eléctrica producida propiamente por la fuerza que ejerce el campo eléctrico de alto voltaje en las
- 20 distintas moléculas polares. Así, el efecto de esterilización se puede lograr con una reducción notable en los tiempos de exposición de la sustancia a tal proceso, pero con un aumento significativo de la temperatura y otros efectos de tipo eléctrico que no permiten evitar del todo la destrucción de las propiedades intrínsecas naturales del alimento o fármaco.

- 25 **[016]** En este orden de ideas, también existen dos problemas en el método anteriormente indicado. El primer problema es que existe un límite superior de voltaje de aplicación, el cual se empeora si existen burbujas de gas en el medio líquido porque se crean roturas dieléctricas en el líquido y se presentan descargas eléctricas de corto circuito que sobrecalientan el sistema y causan su daño. El
- 30 segundo problema, consiste en que el agua, base de la mayoría de los líquidos a

esterilizar, presenta relativamente una alta conductividad eléctrica, lo cual conlleva a gastar una cantidad significativa de energía por paso de corriente eléctrica, a aumentos de temperatura complicados de controlar respecto al flujo a esterilizar y a proporcionarle al líquido energía plasma y radical que oxida y descompone la materia orgánica en la superficie de los electrodos.

[017] En este sentido, se conoce el documento de patente CN102526776 el cual describe una cámara de procesamiento de esterilización líquida con un campo eléctrico no uniforme, en donde un electrodo interno y un electrodo externo están dispuestos de manera coaxial y vertical para formar un campo eléctrico no uniforme entre el electrodo interno y el electrodo externo, por donde el líquido fluye hacia la cámara de procesamiento de esterilización desde la parte superior de la cámara y pasa a través de un anillo de separación de líquido de aislamiento para formar una delgada película líquida en la superficie exterior del electrodo interno, siendo el líquido esterilizado por el campo eléctrico formado entre el electrodo interno y el electrodo externo mientras el líquido fluye hacia abajo a lo largo de la superficie exterior del electrodo interno por la acción de la gravedad.

[018] También se conoce el documento de patente JP2010142446 que reporta un aparato de esterilización de campo eléctrico por impulsos con medios de prevención de la distribución de energía entre las caras de los electrodos para lograr el efecto de esterilización con voltaje en lugar de corrientes eléctricas, en donde el aparato es capaz de reducir o prevenir la generación de calor por distribución de energía. El aparato de esterilización de campo eléctrico de pulso tiene un canal de líquido con un par de electrodos uno frente al otro y una fuente de alimentación de pulso conectada a los electrodos y cuando el líquido a tratar, pasa entre los electrodos, el pulso de alta tensión se aplica entre los electrodos para aniquilar bacterias en el líquido.

[019] Por su parte, la patente JP2010057423 proporciona un método y un aparato para esterilizar productos alimenticios líquidos mediante un campo eléctrico de onda corta que es capaz de esterilizar eficientemente esporas resistentes al calor contenidas en dichos productos incluyendo leche cruda y leche de soja. El método

incluye la aplicación de un campo eléctrico de frecuencia de 10-50 MHz al producto alimenticio líquido a través de una película delgada aislada sobre una superficie de electrodo. La película aislada se obtiene preferiblemente pegada a la superficie de un electrodo o formando directamente una película delgada de hasta 50 μm de espesor. El producto alimenticio líquido para esterilizar es, por ejemplo, un alimento que contiene proteínas que tienen la posibilidad de cambiar su calidad por el alto calor.

[020] Adicional a los documentos anteriores, se conoce la patente JP20080806259 que reporta un dispositivo de esterilización de campo eléctrico para materiales de alimentos líquidos, en donde el dispositivo comprende un componente de generación de chispa con supresión de frecuencia y una placa espaciadora aislante que se encuentra entre un par de placas de electrodos paralelos; en donde la placa espaciadora está provista de un orificio largo de partición de trayectoria de flujo, el cual pasa a través de la superficie de la tabla y se extiende a lo largo de la superficie de la misma; se abre un puerto de entrada en una de las placas de electrodos en una posición correspondiente a la parte final de un lado del orificio largo y se abre un puerto de salida en la otra placa en una posición correspondiente a la parte final del otro lado del orificio largo, de manera que la trayectoria de flujo que va desde el puerto de entrada hacia el puerto de salida a través del orificio largo, se forma por separado.

[021] Ahora, estos documentos en conjunto ponen parte de la solución para evitar los problemas que conlleva transmitir por contacto directo los campos eléctricos de alto voltaje al líquido, la cual radica en establecer un aislante eléctrico entre los electrodos. Por tanto, es claro que en el estado de la técnica ha persistido la necesidad de un método de esterilización por campo eléctrico de alto voltaje, pero sin paso de corriente eléctrica y sus consecuencias técnicas. Para solucionar esta necesidad y para proseguir en la perfección de este método, este documento describe el dispositivo esencial que hace funcionar con efectividad y eficiencia cualquier cámara de esterilización por campo eléctrico de alto voltaje. Este

dispositivo no puede tener cualquier aislante ni puede tener cualquier configuración de aislación eléctrica.

[022] En los documentos expuestos del estado de la técnica previos se puede ver que estos se enfocan en su mayoría en la parte macro de estas cámaras de esterilización, la cual con algunas particularidades ya claras todavía tienen muchas variantes. Con base en esto, la máxima efectividad y eficiencia industrial de esta cámara se logra del estudio a nivel micro de cómo se transfiere de la mejor manera el campo eléctrico de alto voltaje al líquido.

10 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[023] En un aspecto, la presente invención está dirigida a un dispositivo electrodo (1)/(1') que se encuentra al interior de una cámara (B) de esterilización microbiológica de líquidos por campo eléctrico que se encarga de emitir y transmitir campos eléctricos estáticos de alto voltaje hacia un flujo de líquido a esterilizar. El funcionamiento de esta invención se basa esencialmente en el principio germicida de la electroporación irreversible de las poblaciones microbiológicas cuando se someten a campos eléctricos de alto voltaje. Las poblaciones microbianas habitualmente se encuentran en líquidos que se procesan industrialmente para consumo masivo tal como alimentos del tipo lácteos; jugos y sumos entre otros; y líquidos para productos farmacéuticos tales como jarabes, en donde dichas poblaciones microbianas deben ser controladas por el bien de la salud humana. Esta invención está dirigida preferiblemente a líquidos para el área alimenticia y farmacéutica, en especial, productos de origen natural y sin gasificar artificialmente.

[024] El dispositivo (1)/(1') de la invención consta de unas láminas electrodos (1)/(1') como se muestra en la figura 1 y 1A, preferiblemente cuadradas y de baja rugosidad, de un material con alta conductividad eléctrica y alta rigidez mecánica como lo puede ser, pero sin limitarse a titanio, acero o cromo; que están revestidas por una configuración que consta de un revestimiento cerámico (2a) y un revestimiento polimérico o de polímero (2b) como se muestra en la figura 2. La

superficie (2) de la lámina metálica del electrodo (1)/(1') que está más inmediata al flujo de líquido (10) a esterilizar, tiene adherida mecánica y químicamente un revestimiento cerámico (2a) delgado con la mayor densidad posible, elaborado de Al_2O_3 (alúmina) o en su defecto, preferiblemente un cerámico óxido (cerámico con al menos un átomo de oxígeno en su fórmula química), como pueden ser cerámicos comunes tales como óxido de titanio, dióxido de silicio, mica o zirconio, o más complejos en su estructura cristalina como lo son el titanato de calcio y cobre, o titanato de estroncio. Un corte de la sección transversal de la superficie (2) donde se adhiere el recubrimiento cerámico (2a) se aprecia en la figura 3. Parte del área exterior del revestimiento cerámico (2a) en las caras respectivas del electrodo (1)/(1'), es la que entra en contacto con el líquido a esterilizar, donde dicho revestimiento cerámico (2a) se encuentra distribuido homogéneamente desde el centro geométrico del electrodo (1)/(1') hasta una distancia del borde de dicho electrodo (1)/(1') dejando una pequeña superficie (2) desnuda en su contorno para empalmar con el revestimiento polimérico (2b). El resultado de cubrir en su totalidad esta superficie (2) con el recubrimiento (2a) se ve en la figura 3A, la cual muestra una vista del corte de la sección longitudinal de la capa cerámica (2a) adherida a la superficie (2), corte de sección que se indica en la figura 2A.

[025] Ahora, la mayor parte de la superficie exterior de la unión de la lámina del electrodo (1)/(1') y el revestimiento cerámico (2a) tiene adherida mecánica y químicamente un revestimiento polímero delgado (2b) de PTFE o en su defecto, preferiblemente un polímero de alto peso molecular y alta hidrofobicidad, como pueden ser otros polímeros fluoro-sintéticos, PMMA o PET. Como se ilustra en las figuras 2, 2A, 4 y 5 el revestimiento polímero delgado (2b) no cubre la totalidad del exterior del electrodo (1)/(1') con su previo revestimiento cerámico (2a).

[026] En relación con lo anterior, se entiende que el revestimiento de material polimérico delgado (2b) cubre la totalidad de la superficie del electrodo (1)/(1') unido a su revestimiento cerámico (2a) a excepción de dos zonas. La primera zona que no cubre el revestimiento (2b) corresponde a una figura concéntrica con la forma del electrodo (1)/(1') que deja al descubierto el revestimiento cerámico (2a) como se

muestra en las figuras 2 y 4. Así mismo, en la cara contraria a la superficie (2) del electrodo (1)/(1') que soporta el revestimiento (2a), hay un pequeño orificio (1a) en el centro geométrico del electrodo (1)/(1') que no está cubierto con el revestimiento de polímero (2b) y cuya función es permitir la conexión de la lámina electrodo (1)/(1') a un cableado de alto voltaje y bajo amperaje (no mostrado, preferiblemente con cobertura de caucho). Un corte de la sección longitudinal del recubrimiento polímero plástico (2b) en la superficie contraria a la superficie (2) se muestra en la figura 2A y 5.

[027] El cableado que se conecta al dispositivo de la invención, permite polarizar a la lámina electrodo (1)/(1') desde una fuente de alto voltaje alterna, directa o pulsada. El resto de la superficie resultante del electrodo (1)/(1') unido a su recubrimiento cerámico (2a) es cubierto del recubrimiento polímero delgado (2b). Se muestra en las figuras 2 y 6 una sección transversal de cualquier sección lateral que resulta de recubrir con el polímero delgado (2b) el electrodo (1)/(1') y su recubrimiento cerámico (2a) adherido.

[028] La capa del material cerámico óxido (2a) tiene como funciones impedir el tránsito de corriente eléctrica hacia el líquido (10) desde, específicamente, la cara metálica contigua a éste y más importante aún, transferir la mayor proporción posible del campo eléctrico estático de alto voltaje proveniente de la lámina o dispositivo electrodo (1)/(1') al líquido (10) a esterilizar, disminuyendo pérdidas dieléctricas. Con el revestimiento (2a) óptimo de cualquier material cerámico óxido se puede impedir el paso de corriente eléctrica desde esta cara metálica, debido a que su resistividad eléctrica se comprara a un aislante. Pero para que se pueda transferir la mayor proporción posible del campo eléctrico de alto voltaje desde el electrodo (1)/(1') al líquido (10), existen tres factores a tener en cuenta: la constante dieléctrica del material cerámico del revestimiento cerámico (2a), el espesor de dicho revestimiento (2a), y la rigidez dieléctrica del mismo. El mejor recubrimiento teórico (2a) para que suceda esto es el que tiene un espesor muy delgado, con la mayor constante dieléctrica posible, y la mayor rigidez dieléctrica posible. La consecuencia de estas condiciones es la disminución de pérdidas dieléctricas de

transferencia de polarización. Las razones de estas condiciones respectivamente es que a mayor constante dieléctrica se garantiza mayor campo de desplazamiento eléctrico en la superficie del electrodo, a menor espesor del revestimiento cerámico (2A) se aumenta la cantidad campo eléctrico efectivo proveniente del electrodo (1)/(1') que se transfiere al líquido (10) y a mayor rigidez dieléctrica del material, mayor campo eléctrico puede soportar éste sin rotura

[029] Ahora bien, además de que el revestimiento cerámico (2a) tenga las anteriores características se hace necesario sopesar los costos beneficios intrínsecos del material cerámico junto al proceso de manufactura del revestimiento con éste. Los factores más importantes iterados son la dureza y tenacidad mecánica del revestimiento resultante (2a), la facilidad de manufactura de dicho revestimiento; la capacidad de adhesión del material cerámico al metal de la lámina electrodo (1)/(1'); y los riesgos para la salud humana y el medio ambiente del uso de micro o nano partículas del material cerámico escogido para el revestimiento cerámico (2a).

[030] Con respecto específicamente a la rigidez dieléctrica de este revestimiento cerámico (2a), se obtienen sus mayores valores cuando se construye dicho revestimiento lo más delgado, con la mayor cristalinidad, el menor tamaño de grano al interior del material cerámico y la mayor densidad intrínseca de dicho material cerámico posible. Por tales razones este revestimiento cerámico (2a) tiene que ser preferiblemente de Al_2O_3 , con un espesor de 0,05mm a 0,5mm y es adherido y manufacturado con un método de proyección térmica HVOF o PVD utilizando un tamaño de partícula cerámica desde 50 nanómetros a 50 micrómetros.

[031] Con respecto al revestimiento de material polímero delgado (2b), este tiene como función principal sellar principalmente los efectos punta de la lámina electrodo (1)/(1') para que este electrodo pueda ejercer prolongadamente la mayor fuerza eléctrica posible al líquido (10) por la emisión enfocada de su campo eléctrico estático de alto voltaje asociado y para impedir descargas de alto voltaje y tránsito de corriente eléctrica desde las demás superficies de la lámina electrodo (1)/(1') hacia el líquido (10) o hacia el exterior. Hacer este sellado se hace con la adhesión correcta del revestimiento polímero delgado (2b) tanto en la superficie metálica de

la lámina electrodo (1)/(1') como en la superficie de su revestimiento cerámico (2a) descrito anteriormente, así como lograr uniformidad al interior de dicho revestimiento respecto a su máxima densidad intrínseca posible.

[032] El revestimiento polímero delgado (2b) también tiene como función impedir la difusión másica de moléculas del líquido (10) a esterilizar, cuando se encuentra el dispositivo puesto en flujo continuo, tanto en los alrededores de su unión con el revestimiento cerámico (2a); como al interior del revestimiento de polímero delgado (2b) para la consecuente durabilidad del dispositivo de la invención. Esta contención se logra con un polímero de alto peso molecular y altamente hidrófobo, y con una correcta adhesión y compresión mecánica en su revestimiento. Como se ha mencionado anteriormente, este revestimiento debe ser hecho, preferiblemente de PTFE y tiene un espesor desde 0,5 mm hasta 1mm.

[033] Haciendo referencia a la figura 7, en donde L1 es la distancia desde el centro geométrico de la superficie cerámica (2a) del electrodo (1)/(1') hasta el perfil cercano de la unión del revestimiento cerámico (2a) y el revestimiento polímero delgado (2b), L2 es la distancia desde el centro geométrico de la superficie cerámica (2a) del electrodo hasta la parte externa del revestimiento polímero delgado (2b) y Rc es el radio del orificio (1a) que descubre parcialmente la lámina metálica del electrodo del revestimiento de polímero (2b) y que está en la superficie contraria a la superficie (2); se indica que las proporciones de construcción entre las longitudes características L1 y L2 con referencia al centro geométrico del electrodo (1)/(1') y entre el radio (Rc) del orificio (1a) y L2 tienen un rango de valores. La proporción $L2/L1$ es mayor que 1,11 (punto de mínima exigencia) y menor que 2,33 (punto de máxima exigencia), preferiblemente entre 1.11 y 2.0; la proporción $Rc/L2$ para asegurar el mayor rendimiento posible es mayor que 0.01 y menor que 0.09, preferiblemente entre 0.01 y 0.05.

[034] Siendo así, el electrodo (1)/(1') funciona como cátodo o ánodo de emisión de campos eléctricos estáticos de alto voltaje. Este dispositivo electrodo (1)/(1') es cargado y polarizado eléctricamente con ayuda de una fuente de alto voltaje (no mostrada) que puede ser alterna, directa o pulsada y que ofrece una diferencia de

potencial que puede variar desde 50KV a 450KV. Preferiblemente cargar y polarizar el dispositivo con una fuente de alto voltaje pulsada con frecuencias mayores a 10 KHz, por ejemplo, pero sin limitarse entre 10 y 100KHz. Con esta condición, el dispositivo (1)/(1') es situado en una cámara de esterilización (B) para transmitir su emisión de campos eléctricos estáticos a un flujo de líquido (10) a esterilizar. Una cámara (B) ejemplo se ilustra en la figura 8. En esta cámara (B) se enfrenta el dispositivo electrodo (1) y su idéntico (1') de una forma especular y a una distancia desde 0.1 mm hasta 1000 mm, preferiblemente, desde 1 mm hasta 500 mm, más de preferencia entre 5mm a 150mm; en planos paralelos, y apuntando al líquido (10) que se polariza eléctricamente lo necesario para emitirle por contacto directo al líquido (10) campos eléctricos estáticos desde 5KV/mm hasta 600 KV/mm, preferiblemente desde 10KV/mm hasta 100 KV/mm, más de preferencia desde 10KV/mm a 60KV/mm. La emisión por contacto directo de estos campos eléctricos en este rango ocurre en un lapso de tiempo desde 1ms hasta 100 ms, más de preferencia desde 2 ms hasta 50 ms y más preferiblemente de 3ms a 30 ms.

[035] La mejor manera para utilizar esta invención es colocando un electrodo (1) con su idéntico (1') en una cámara especial de esterilización (B) que posea correcta aislación eléctrica y una forma particular que permita contener y direccionar el flujo de líquido (10) a tratar . Además, el líquido (10) puede ser alimentado a cámaras especiales (B) dispuestas en serie o en paralelo por un sistema que proporcione flujo continuo y un pre-tratamiento de remoción parcial de sólidos y gases; y debe ser descargado directamente a pruebas de calidad o empaquetado y/o envasado final. La cámara de esterilización (B) que incorpore esta invención además de separar los electrodos (1) y (1') a una distancia entre 5mm y 150mm, debe estar sellada en conjunto con estos, de tal forma que, permita un flujo continuo con correcta aislación eléctrica y hermética por tuberías metálicas que permitan la entrada y salida del líquido (10). Las cámaras (B) deben garantizar la inmovilización total del dispositivo (1)/(1') de esta invención para que apunten constantemente de forma paralela al líquido (10) y de esta forma, los electrodos (1) y (1') puedan proveer campo eléctrico estáticos uniforme hacia el líquido (10).

P-2019/16662

Descripción modificada para respuesta a Oficio No. 2313

24 de mayo de 2022

- [036] También para obtener los mejores resultados de esterilización en el líquido (10) a tratar, especialmente para el sector de alimentos, éste debe ser manejado con las mejores condiciones de salubridad posibles en sus procesos de manipulación anteriores y debe ser tratado antes de alterar sus características de origen natural (sin dulcificantes artificiales, ni componentes perseverantes, ni gases puestos artificialmente).
- 5