

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 225**

51 Int. Cl.:

D01D 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2015 PCT/IL2015/051086**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16075688**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2015 E 15859271 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 3218536**

54 Título: **Dispositivo de electrohilado portátil**

30 Prioridad:

11.11.2014 US 201462077916 P

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

13.02.2020

73 Titular/es:

**NANOMEDIC TECHNOLOGIES LTD. (100.0%)
2 Yodfat St, Global Park, Northern Industrial Zone
Lod, IL**

72 Inventor/es:

DUBSON, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 742 225 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de electrohilado portátil

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un dispositivo de electrohilado y, más particularmente, a un dispositivo de electrohilado portátil útil para proporcionar vendajes, como recubrimientos para heridas y similares.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] El electrohilado es un método sencillo y eficaz para producir fibras de decenas de nanómetros a micrómetros. En el proceso de electrohilado, se expulsa una solución polimérica de un almacenamiento a una abertura pequeña de un capilar mediante una repulsión de Coulomb de las cargas que se acumulan en la punta de una gotita pendiente en cuanto un potencial eléctrico aplicado entre el capilar y un dispositivo de recogida aumenta por encima de un valor crítico. Conforme el chorro cargado se desplaza hacia el colector, se seca rápidamente, formando tapetes fibrosos no tejidos que se depositan en el colector. Debido a la capacidad de los tapetes fibrosos y a su naturaleza porosa, las bandas de fibras electrohiladas podrían ser excelentes materiales de vendaje de heridas funcionales. La naturaleza porosa de estos tapetes es altamente adecuada para el drenaje de las exudaciones de las heridas y, permite una permeación apropiada del oxígeno atmosférico a la herida. Estos se pueden fabricar especialmente para evitar que las heridas sufran ataques de microbios, protegiendo así las heridas de posibles infecciones, que, en última instancia, retrasarían la cicatrización.

[0003] La patente WO/2010/059127 divulga un equipo de electrohilado portátil para generar fibras que comprenden: al menos un almacenamiento para retener al menos un medio de electrohilado; una salida para dispensar las fibras electrohiladas; un electrodo de tierra para entrar en contacto con una superficie sobre la que se depositan las fibras; y un dispositivo largo y hueco adaptado para conectarse a la salida, donde el dispositivo largo y hueco es capaz de dirigir las fibras dispensadas hacia una dirección predeterminada. La presente invención proporciona también una construcción para la puesta a tierra de al menos una superficie, donde la construcción es flexible para amoldarse sustancialmente a la forma de al menos una superficie.

[0004] La patente US 6753454 divulga una fibra nueva que comprende una mezcla sustancialmente homogénea de un polímero hidrófilo y un polímero que es al menos levemente hidrófobo. La fibra contiene opcionalmente un compuesto de ajuste de pH. Un método de fabricación de la fibra comprende fibras de electrohilado de la solución polimérica sustancialmente homogénea. Un método de tratamiento de una herida u otra área de un paciente que requiere protección frente a la contaminación comprende el electrohilado de la solución polimérica sustancialmente homogénea para formar un vendaje. Se describe un equipo para electrohilar un vendaje de heridas.

[0005] La patente US 7794219 divulga un dispositivo de electrohilado para generar un recubrimiento a partir de un polímero licuado. El dispositivo comprende: (a) un dispensador para dispensar el polímero licuado; (b) una cavidad con un eje longitudinal, que comprende un primer sistema de electrodos; donde el dispensador y el primer sistema de electrodos están contruidos y diseñados de tal forma que el polímero licuado sea dispensado del dispensador y forme una pluralidad de fibras poliméricas que se desplazan a lo largo del eje longitudinal; y (c) un mecanismo para recolocar las fibras poliméricas fuera de la cavidad, en dirección a un objeto, para generar un recubrimiento en el objeto.

[0006] Shi-Cong Xu et al (Nanoscale, 2015, 7,12351) describe un equipo de electrohilado (BOEA) basado en la miniatura y la integración. El dispositivo se libera del suministro de energía pesado convencional, alcanza la integración ajustada de las partes funcionales y se puede accionar con una sola mano debido a su volumen reducido ($10,5 \times 5 \times 3$ cm³) y su peso ligero (aproximadamente 120 g). Se electrohilan exitosamente en fibras diferentes polímeros tales como la polivinilpirrolidona (PVP), la policaprolactona (PCL), el poliestireno (PS), el ácido poli(láctico) (PLA) y el poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), lo que confirma el rendimiento estable y la buena capacidad de control en tiempo real del equipo. Estos resultados demuestran que el BOEA podría aplicarse potencialmente en muchos campos, especialmente en los campos biomédicos tales como el daño de la piel, la cicatrización de las heridas, la hemostasia rápida, etc.

[0007] Pierre-Alexis Mouthuy (Biotechnol Lett (2015) 37:1107-1116) informa acerca de un pequeño equipo de electrohilado alimentado por batería que permite controlar la tensión y el caudal de la solución polimérica mediante un microcontrolador. Este se puede utilizar para electrohilar un rango de polímeros comúnmente usados que incluyen la poli(e-caprolactona), la poli(p-dioxanona), el ácido poli(láctico-co-glicólico), el poli(3-hidroxibutirato), el óxido de poli(etileno), el alcohol de poli(vinilo) y el butiral de poli(vinilo). Además, las mallas electrohiladas se producen con una calidad comparable a la de una máquina de mesa de trabajo. Se muestra que el equipo portátil es capaz de ionizar por electrospray perlas y micropartículas. Finalmente, cabe destacar el potencial del dispositivo para aplicaciones de cicatrización de heridas demostrando la posibilidad de electrohilar sobre pieles de cerdo y humanas. Los dispositivos de electrohilado portátiles están todavía en una fase de desarrollo temprana pero podrían convertirse pronto una alternativa atractiva a las máquinas de mesa de trabajo,

en particular para usos que requieren movilidad y un grado más alto de flexibilidad, tales como en aplicaciones de cicatrización de heridas.

[0008] Un dispositivo de electrohilado para producir un vendaje polimérico para proteger una herida puede ser muy útil en el entorno del campo. Los documentos del estado de la técnica revelan dispositivos portátiles electrostáticos que únicamente son operables en caso de puesta a tierra de una superficie de deposición de fibras. Una puesta a tierra eficaz de un área de piel específica de un paciente es un problema técnico complicado. Por lo tanto, existe desde hace tiempo una necesidad no satisfecha de proporcionar un dispositivo de mano para producir vendajes de fibras electrohiladas operable en caso de puesta a tierra natural del cuerpo del paciente. Adicionalmente, el dispositivo de mano mencionado previamente debería estar habilitado para modificar las características de un recubrimiento obtenido mediante la reconfiguración de un campo electrostático aplicado.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0009] Por lo tanto, un objetivo de la invención es divulgar un dispositivo de mano para producir un vendaje de fibras electrohiladas. El dispositivo mencionado comprende: (a) un alojamiento configurado para ser sostenido con las manos por un usuario; (b) un recipiente que aloja al menos un medio de electrohilado; (c) al menos una boquilla en la comunicación de fluido con dicho recipiente; (d) un mecanismo que dispensa dicho medio de dicho recipiente a través de dicha boquilla; (e) un electrodo auxiliar que circunda dicha boquilla; y un suministro de energía que proporciona potenciales eléctricos a dicha boquilla y dicho electrodo auxiliar.

[0010] Un objetivo fundamental de la invención es proporcionar el alojamiento que incluye una parte electroconductora configurada para ser agarrada por dicho usuario durante la operación; dicha parte electroconductora se conecta a dicho suministro de energía.

[0011] Otro objetivo de la invención es divulgar el electrodo auxiliar que es desplazable a lo largo de dicha boquilla.

[0012] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el electrodo auxiliar con una forma seleccionada entre un grupo que consiste en: un cilindro circular, un cilindro ovalado, una esfera, un elipsoide y cualquier combinación de los mismos.

[0013] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el mecanismo de dispensación que comprende un pistón insertable en dicho recipiente para expulsar dicho medio de electrohilado a través de dicha boquilla.

[0014] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el recipiente, que es un carpule, una jeringa, un cilindro y cualquier combinación de los mismos.

[0015] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el recipiente y dicha boquilla integrados en un único elemento.

[0016] Un objetivo adicional de la invención es divulgar al menos uno entre dicho recipiente y dicha boquilla, que es desechable.

[0017] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el mecanismo de dispensación que comprende un lecho de recipiente configurado para recibir dicho recipiente cuando dicho medio de electrohilado se expulsa desde dicho recipiente por medio de dicho pistón.

[0018] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el recipiente mecánicamente deformable de tal manera que dicho medio de electrohilado se expulsa de dicho recipiente.

[0019] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el recipiente, que está hecho al menos parcialmente de un material perforable por dicha boquilla cuando dicho pistón ejerce una fuerza para establecer una comunicación de fluido entre dicho recipiente y dicha boquilla.

[0020] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el recipiente que comprende al menos dos compartimentos sellados perforables sucesivamente por dicha boquilla para suministrar contenido sucesivamente de dichos compartimentos a dicha boquilla.

[0021] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el suministro de energía de un tipo unipolar.

[0022] Un objetivo adicional de la invención es divulgar que el suministro de energía unipolar está configurado para proporcionar un potencial seleccionado entre el grupo que consiste en un potencial positivo, un potencial negativo y potenciales alternativamente positivos y negativos.

[0023] Un objetivo adicional de la invención es divulgar que el suministro de energía está provisto de dos botones de inicio separados entre sí de manera que dicho dispositivo se agarra por ambas manos de un operador durante su operación.

5 [0024] Un objetivo adicional de la invención es divulgar que el dispositivo comprende al menos dos fuentes de luz láser que emiten un haz luminoso que se encuentran a una distancia predeterminada para producir un vendaje de fibras electrohiladas.

10 [0025] Un objetivo adicional de la invención es divulgar un método para producir un vendaje de fibras electrohiladas. El método previamente mencionado comprende las etapas de: (a) proporcionar un dispositivo de mano para producir un vendaje de fibras electrohiladas; donde dicho dispositivo comprende: (i) un alojamiento configurado para ser sostenido con las manos por un usuario; (ii) un recipiente que aloja al menos un medio de electrohilado; (iii) al menos una boquilla en comunicación de fluido con dicho recipiente; (iv) un mecanismo que dispensa dicho medio desde dicho recipiente a través de dicha boquilla; (v) un electrodo auxiliar que circunda dicha boquilla; (vi) un suministro de energía que proporciona un potencial eléctrico a dicha boquilla y a dicho electrodo auxiliar; dicho alojamiento comprende una parte eléctricamente conductora configurada para ser agarrada por dicho usuario durante su operación; dicha parte electroconductora está conectada a dicho suministro de energía; (b) agarrar dicho dispositivo por un proveedor de asistencia sanitaria; (c) dirigir dicho dispositivo a la ubicación por vender; (d) aplicar potenciales eléctricos a dicha boquilla y a dicho electrodo auxiliar con respecto a dicha parte conductora; (e) electrohilar dicho medio.

20 [0026] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de desplazamiento de dicho electrodo auxiliar a lo largo de dicha boquilla para controlar una dimensión y estructura de un vendaje de fibras obtenido.

25 [0027] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de expulsión de dicho medio de electrohilado a través de dicha boquilla por dicho mecanismo de dispensación; donde dicho mecanismo de dispensación comprende un pistón insertable en dicho recipiente.

30 [0028] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de recepción de dicho recipiente en un lecho de recipiente de dicho mecanismo de dispensación cuando dicho medio de electrohilado es expulsado de dicho recipiente por dicho pistón.

35 [0029] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de deformar mecánicamente dicho recipiente de manera que dicho medio de electrohilado sea expulsado de dicho recipiente.

40 [0030] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de perforación de dicho recipiente hecho al menos parcialmente de un material perforable por dicha boquilla cuando se ejerce una fuerza por dicho pistón para establecer una comunicación de fluido entre dicho recipiente y dicha boquilla.

45 [0031] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de perforación sucesiva de dicho recipiente que comprende al menos dos compartimentos sellados para suministrar contenido sucesivamente de dichos compartimentos a dicha boquilla.

50 [0032] Un objetivo adicional de la invención es divulgar que la etapa de aplicación de potenciales eléctricos se lleva a cabo mediante un suministro de energía unipolar.

[0033] Un objetivo adicional de la invención es divulgar que la etapa de aplicación de potenciales eléctricos comprende la aplicación de un potencial seleccionado entre el grupo que consiste en un potencial positivo, un potencial negativo y potenciales alternativamente positivos y negativos.

55 [0034] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de activación de dicho suministro de energía mediante dos botones de inicio separados entre sí de manera que un operador agarre con las dos manos dicho dispositivo durante su operación.

[0035] Un objetivo adicional de la invención es divulgar el método que comprende una etapa de posicionamiento de dicho dispositivo mediante al menos dos fuentes de luz láser que emiten un haz luminoso que se encuentran a una distancia predeterminada para producir un vendaje de fibras electrohiladas.

60 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0036] Para entender la invención y para comprobar cómo se puede implementar en la práctica, a continuación se adaptará una pluralidad de formas de realización para describirlas, únicamente mediante ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos anexos, donde

la fig. 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo de mano para producir un vendaje de fibras electrohiladas;

la fig. 2 es una vista en sección transversal de un mecanismo de dispensación con un recipiente de múltiples compartimentos;

la fig. 3A es una vista en sección transversal de un electrodo auxiliar;

las figuras 3B - 3D son formas de realización ejemplares de un electrodo auxiliar; y

las figuras 4A - 4C son gráficos ejemplares de la tensión emitida generada por un suministro de energía unipolar.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0037] La descripción siguiente se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica usar dicha invención y establece los mejores modos contemplados por el inventor para llevar a cabo invención. Sin embargo, se adaptan varias modificaciones para que permanezcan evidentes para los expertos en la técnica, ya que los principios genéricos de la presente invención han sido definidos específicamente para proporcionar un dispositivo de mano para producir vendajes de fibras electrohiladas y un método para usarlo.

[0038] El proceso de electrohilado se caracteriza por el establecimiento de un circuito eléctrico cerrado con una extensión de aire entre un electrodo de alta tensión y una superficie por recubrir. Para el objetivo de la presente invención, está implícito que la superficie por recubrir es piel sana o dañada, cualquier tipo de heridas situadas en cualquier parte del cuerpo del paciente.

[0039] El proceso de electrohilado es operable con la condición de que se produzca una corriente eléctrica en la extensión de aire anteriormente mencionada. La corriente eléctrica a través de la extensión de aire incluye dos componentes principales:

- a. una corriente originada a partir de la transferencia de cargas llevadas por fibras elementales sobre la superficie por recubrir; las fibras elementales están cargadas debido a una carga de inducción (contacto); donde dicha carga es causada por la colisión con iones de aire dentro de un campo de descarga en corona;
- b. una corriente de iones de aire que es relativamente baja, pero puede subir con el aumento en la intensidad de campo eléctrico derivada del aumento en la tensión aplicada, el acortamiento de la extensión de aire y el encendido/la progresión de la descarga en corona.

[0040] Tal y como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo de electrohilado se puede operar si su circuito eléctrico está cerrado. El circuito eléctrico cerrado se proporciona mediante una puesta a tierra de un suministro de energía de alta tensión y una superficie por recubrir (cuerpo del paciente).

[0041] Nótese que un valor total de corriente de transferencia de carga se encuentra en un rango de entre 10^{-7} y 10^{-8} A y una tensión de 30 kV. De ello se desprende que la resistencia del circuito eléctrico no debería exceder 10^{12} - 10^{11} Ω . Se cree que la resistencia interna del cuerpo humano es real y tiene un valor de 500 - 700 Ω . La impedancia eléctrica de una capa de piel externa (epidermis) se caracteriza por componentes reales y capacitivos conectados en paralelo. Asumiendo que un área del electrodo situada en un mango de un dispositivo de electrohilado de mano (el mango se puede agarrar por la mano del usuario) es de varios cm cuadrados, el valor de impedancia de la interconexión operador-dispositivo de hilado se puede estimar en 10^{10} k Ω .

[0042] De este modo, la resistencia de puesta a tierra (razón de tensión en el dispositivo de electrohilado sobre corriente operativa) es lo suficientemente baja para proporcionar una operatividad fiable para un dispositivo de electrohilado que no incluye conexión eléctrica directa (por cable eléctrico) a la superficie por recubrir tal y como se conoce en la técnica. Según la presente invención, el circuito eléctrico se cierra mediante un electrodo situado en el mango del dispositivo de electrohilado y los cuerpos del paciente y el operador del dispositivo de electrohilado.

[0043] En un extremo del electrodo de aguja, la solución polimérica adquiere una carga eléctrica. A continuación, cuando una fuerza de repulsión electrostática es más fuerte que una fuerza de tensión superficial, se originan partículas de la sustancia semilíquida.

[0044] Las fibras poliméricas neoformadas son portadoras de carga y se desplazan en la extensión de aire desde el electrodo de aguja a la superficie por recubrir bajo la fuerza electrostática F_C obtenida mediante la expresión siguiente:

$$F_C = qE,$$

donde q es una carga eléctrica y E es la intensidad de campo eléctrico.

[0045] Asimismo, las fuerzas de gravedad, inerciales, de repulsión, aerodinámicas y electrostáticas deberían tenerse en cuenta. En la proximidad de la superficie recubierta, hay fuerzas que se pueden interpretar como fuerzas de Coulomb originadas a partir de cargas de espejo ficticias situadas detrás la superficie recubierta.

[0046] Prácticamente, las fuerzas electrostáticas definen la dimensión y la configuración del paso de chorro polimérico originado y, consecuentemente, de la geometría del recubrimiento electrohilado obtenido.

[0047] Generalmente, el cambio en la distancia entre el electrodo de aguja y la superficie por recubrir provoca una alteración en el área del recubrimiento obtenido así como su grosor y porosidad en el caso de un tiempo constante de electrohilado. Por ejemplo, las fibras poliméricas que vuelan a lo largo de una distancia más larga entre el electrodo de aguja y la superficie por recubrir pierden más solvente mediante la evaporación, y el recubrimiento resultante se caracteriza por una mayor densidad (menor porosidad). En otras palabras, el área, el grosor y la porosidad del recubrimiento obtenido se pueden modificar según las necesidades específicas mediante la reconfiguración del campo electrostático aplicado. De forma adicional, la densidad del recubrimiento depende de la energía cinética de las fibras poliméricas volantes, que es una función de la tensión aplicada y la distancia entre el electrodo de aguja y la superficie por recubrir.

[0048] Una disposición del dispositivo de electrohilado de mano con un electrodo de alta tensión de aguja y una superficie del cuerpo del paciente se puede describir como una configuración aguja-plano que se caracteriza por el paso de chorro cónico y el perfil de recubrimiento es similar a la geometría de paso de chorro. En caso de caudal constante de la solución polimérica, el cambio en una distancia entre el electrodo de aguja y la superficie del cuerpo del paciente provoca el cambio en el grosor del recubrimiento. Un recubrimiento más grueso, caracterizado por una menor densidad aparente inferior caracterizada de recubrimiento (porosidad más alta) corresponde a una distancia más corta entre el electrodo de aguja y la superficie del cuerpo del paciente. La distancia más corta contribuye un mayor índice de crecimiento del grosor y a un mayor contenido de solvente en el recubrimiento.

[0049] De este modo, el grosor del recubrimiento se puede controlar cambiando la distancia entre el electrodo de aguja y la superficie del cuerpo del paciente. Cabe destacar que un rango de grosores disponibles se ve limitado por los cambios concomitantes en la densidad de recubrimiento y el diámetro de las fibras.

[0050] Cabe destacar que un área del recubrimiento obtenido se puede controlar también mediante la introducción de un electrodo de concentración auxiliar (deflector) en el campo electrostático en proximidad del electrodo de aguja.

[0051] A continuación, se hará referencia a la fig. 1, que presenta un diagrama esquemático de un dispositivo de mano para producir un vendaje de fibras electrohiladas 10. Un circuito eléctrico comprende una batería que alimenta un suministro de energía de alta tensión 70. Un terminal del suministro de energía de alta tensión 70 se conecta mediante un cable 80 a un electrodo de aguja 50 y a un electrodo auxiliar 60. Según una forma de realización de la presente invención, los electrodos 50 y 60 están en potenciales eléctricos idénticos y el campo electrostático resultante que desplaza la fibra polimérica desde electrodo de aguja 50 hasta una superficie por recubrir 160 se caracteriza como una superposición de campos eléctricos generados por la aguja y los electrodos auxiliares 50 y 60, respectivamente. Otro terminal del suministro de energía 70 se conecta a una parte conductora 110 de un mango del dispositivo 120. La parte conductora 110 está configurada para ser agarrada por una mano de un operador (no mostrado). El valor de impedancia correspondiente a la interconexión del dispositivo de hilado-operador se ha estimado previamente. Una disposición mecánica comprende un alojamiento 100 con al menos una parte 120 configurada para ser sostenida con las manos por un usuario; un recipiente 40 que aloja al menos un medio de electrohilado; una boquilla (electrodo de aguja) 50 en comunicación de fluido con el recipiente 40; un motor 20 y un pistón 30 accionado por el motor 20. El pistón 30 ejerce una fuerza en el recipiente de manera que el medio de electrohilado alojado se expulsa de la boquilla (electrodo de aguja) 50.

[0052] Según la presente invención, una forma de realización ejemplar del electrodo auxiliar 60 tiene una forma toroidal; en él, el electrodo de aguja 50 se encaja coaxialmente en el electrodo auxiliar toroidal 60. Cualquier posición del electrodo de aguja 50 con respecto al electrodo auxiliar 60 que incluye una posición sobresaliente y una posición cóncava y una movilidad de electrodo mutua se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

[0053] El electrodo de aguja 50 previamente mencionado y el electrodo auxiliar 60 están hechos de un material conductor. Una configuración de campo eléctrico creada por los electrodos 50 y 60 depende de la su posición relativa (posición sobresaliente/cóncava) y un espacio circunferencial entre el electrodo de aguja 50 y una superficie interna del electrodo auxiliar 60.

[0054] Una posición más profunda del electrodo de aguja 50 en el electrodo auxiliar 60 y un espacio circunferencial pequeño provocan una reducción en un área del recubrimiento obtenido.

[0055] Para evitar que un operador sufra una descarga eléctrica, el dispositivo 10 dispone de dos botones de inicio separados entre sí 130.

Un operador puede accionar el dispositivo 10 únicamente si agarra el dispositivo por ambas manos.

5 Específicamente, un botón 130 está situado en un mango 120 y otro en la superficie anterior bajo el electrodo auxiliar 60.

[0056] Es conocido en la técnica que las propiedades de un vendaje producido dependen de una distancia entre un electrodo de aguja 50 y un objeto 160 por vendar (distancia entre electrodos). El dispositivo 10 dispone de dos fuentes de luz láser 140 que participan en el posicionamiento del dispositivo 10 con respecto al objeto 160. Los haces láser 150 están dispuestos de tal manera que su punto de intersección está a una distancia predeterminada de formación de vendaje óptimo mediante el flujo de fibras poliméricas cargadas 55. De este modo, el posicionamiento del dispositivo 10 consiste en colocar el punto de intersección sobre una superficie del objeto 160.

15 [0057] A continuación, se hará referencia a la fig. 2, que presenta un mecanismo de dispensación con un recipiente ejemplar 40a que comprende tres compartimentos 47. El recipiente está dispuesto en el lecho de recipiente 45. La aguja 49 sobresale en el cilindro de manera que, cuando el recipiente 40a es presionado por el pistón 30 contra el lecho de recipiente 45, los compartimentos 47 se perforan sucesivamente por la boquilla 50 y el contenido de los compartimentos previamente mencionados se suministra a un electrodo de aguja 50 mediante la aguja 49. El uso de un recipiente compartimentado 40a proporciona una oportunidad de producir vendajes multicapa sin reemplazar el recipiente 40 durante la operación del dispositivo 10. Un dispositivo que comprende una pluralidad de boquillas alimentadas por un recipiente también se encuentra dentro del alcance de la invención. El dispositivo de la presente invención puede incluir también una pluralidad de boquillas conectadas individualmente a los recipientes que alojan los materiales por electrohilar.

20 [0058] A continuación, se hará referencia a la fig. 3A, que presenta una vista en sección transversal de una disposición de electrodo de aguja 50-electrodo auxiliar 60. Un elemento de collar 75 está dispuesto entre el electrodo de aguja 50 y el electrodo auxiliar 60 y proporciona una movilidad coaxial mutua de los electrodos 50 y 60.

[0059] A continuación, se hará referencia a las figs. 3B-3D, que presentan formas de realización alternativas del electrodo auxiliar 60.

35 [0060] Las fibras poliméricas originadas durante el proceso de electrohilado se caracterizan por una alta resistencia eléctrica de 10^{-12} - 10^{-15} $\Omega \cdot \text{cm}$. Por un lado, la alta resistencia eléctrica de las fibras poliméricas permite contener las fibras en una superficie por recubrir mediante fuerzas de Coulomb. Inicialmente, la superficie por recubrir se puede considerar como una superficie puesta a tierra de cargada de forma opuesta a una carga del electrodo de aguja/auxiliar. A continuación, especialmente en el caso de un sustrato de recubrimiento conductor bajo, las fibras poliméricas depositadas en la superficie por recubrir forman una carga de superficie. En otras palabras, las fibras poliméricas de cargas similares se repelen la una a la otra por las fuerzas de Coulomb.

45 [0061] El recubrimiento de una superficie con un perfil profundo también se atribuye a un problema técnico complicado. El cuerpo del paciente también se puede caracterizar como una combinación de áreas sobresalientes y cóncavas. Nótese que el recorrido de movimiento de las fibras cargadas depende de las líneas electrostáticas de fuerza que se cierran en las partes salientes. Las áreas cóncavas se pueden interpretar como potenciales pozos a través de los cuales no pueden pasar las fibras poliméricas. De este modo, las áreas cóncavas permanecen sin recubrir.

50 [0062] Se puede proporcionar un recubrimiento más uniforme mediante un modo de impulso del proceso de electrohilado. Específicamente, el suministro de energía de alta tensión se aplica un tren de potenciales alternativos (negativos y positivos) a la disposición de electrodos de aguja/auxiliares a una frecuencia que varía entre 0,1 y 10 Hz. En este caso, el recorrido de movimiento de las fibras cargadas se define no solo por potenciales del electrodo, pero también mediante interacción entre cargas llevadas por el recubrimiento que ya se ha formado y las fibras que vuelan a través de la extensión de aire entre la disposición de electrodos y el recubrimiento. El modo de impulso transporta las fibras poliméricas a las áreas a las que no se podía acceder mediante la tecnología de electrohilado convencional debido a la carga de superficie de recubrimiento. En el caso del modo de impulso, las capas de recubrimiento elemental obtenidas durante los impulsos de tensión únicos se neutralizan eléctricamente entre sí. Como resultado de ello, la superficie de recubrimiento se vuelve eléctricamente neutra.

[0063] A continuación, se hará referencia a las figs. 4A-4B, que presentan gráficos de trenes ejemplares de impulsos de tensión eléctrica aplicados a la disposición de electrodos.

65 [0064] La fig. 4A muestra una forma preferible de una tensión emitida generada por el suministro de energía unipolar. La tensión emitida se caracteriza por un tren de impulsos de tensión cuadrados. Las fibras poliméricas

se aceleran en el campo electrostático y continúan volando a la superficie por recubrir debido a la energía cinética adquirida previamente en el campo electrostático. El movimiento inercial de las fibras poliméricas volantes sin campo electrostático se puede interpretar como el movimiento de una partícula dentro de un pozo potencial, cuando la partícula alcanza una parte inferior del pozo.

5

[0065] Una forma realizable de la tensión emitida generada por el suministro de energía unipolar se presenta en la fig. 4B. Los impulsos de tensión cuadrados se suavizan debido a la impedancia reactiva del circuito de suministro de energía.

10

[0066] Según una forma de realización de la presente invención, se puede obtener un recubrimiento de grosor aumentado mediante un proceso de electrohilado con una forma de la tensión emitida presentada en la fig. 4C. La carga que se acumula en la superficie por recubrir en el caso del proceso de electrohilado unipolar continuo se neutraliza mediante una polaridad alterna de la tensión aplicada a los electrodos de aguja y auxiliares.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de mano (10) para producir vendajes de fibras electrohiladas; donde dicho dispositivo comprende:

- 5 a. un alojamiento (100) con al menos una parte (120) configurada para ser sostenida con las manos por un usuario;
- b. un recipiente (40) que aloja al menos un medio de electrohilado;
- c. al menos una boquilla (50) en comunicación de fluido con dicho recipiente (40);
- 10 d. un mecanismo que dispensa dicho medio de dicho recipiente (40) a través de dicha boquilla (50);
- e. un electrodo auxiliar (60) que circunda dicha boquilla (50);
- f. un suministro de energía (70) que proporciona potenciales eléctricos a dicha boquilla (50) y dicho electrodo auxiliar (60);

15 donde dicho alojamiento (100) comprende una parte electroconductora (110) configurada para ser agarrada por dicho usuario durante la operación; dicha parte electroconductora (110) se conecta a dicho suministro de energía (70).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:

- 20 a. dicho electrodo auxiliar es desplazable a lo largo de dicha boquilla;
- b. dicho electrodo auxiliar tiene una forma seleccionada entre un grupo que consiste en: un cilindro circular; un cilindro ovalado, una esfera, un elipsoide y cualquier combinación de los mismos;
- c. dicho mecanismo de dispensación comprende un pistón que ejerce una fuerza en dicho recipiente para expulsar dicho medio de electrohilado a través de dicha boquilla;
- 25 d. dicho recipiente se selecciona del grupo que consiste en un carpule, una jeringa, un cilindro y cualquier combinación de los mismos.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:

- 30 a. dicho recipiente y dicha boquilla están integrados en un único elemento;
- b. al menos uno entre dicho recipiente y dicha boquilla es desechable.

4. Dispositivo según la reivindicación 1, donde dicho mecanismo de dispensación comprende un lecho de recipiente configurado para recibir dicho recipiente cuando dicho medio de electrohilado es expulsado de dicho recipiente por dicho pistón.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, donde dicho recipiente es mecánicamente deformable de manera que dicho medio de electrohilado se expulsa de dicho recipiente.

40 6. Dispositivo según la reivindicación 5, donde dicho recipiente está hecho al menos parcialmente de un material perforable por dicha boquilla cuando dicho pistón ejerce una fuerza para establecer una comunicación de fluido entre dicho recipiente y dicha boquilla.

45 7. Dispositivo según la reivindicación 6, donde dicho recipiente comprende al menos dos compartimentos sellados sucesivamente perforables por dicha boquilla para suministrar contenido sucesivamente de dichos compartimentos a dicha boquilla.

8. Dispositivo según la reivindicación 1, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:

- 50 a. dicho suministro de energía es de un tipo unipolar;
- b. dicho suministro de energía se configura para proporcionar un potencial seleccionado entre el grupo que consiste en un potencial positivo, un potencial negativo y potenciales alternativamente positivos y negativos;
- c. dicho suministro de energía dispone de dos botones de inicio separados entre sí de manera que dicho dispositivo es agarrado por ambas manos de un operador durante la operación del mismo.

55 9. Dispositivo según la reivindicación 1 que comprende medios para posicionar dicho dispositivo con respecto a una ubicación de un vendaje de fibras electrohiladas por realizar.

60 10. Dispositivo según la reivindicación 9, donde dichos medios de posicionamiento comprenden al menos dos fuentes de luz láser que emiten un haz luminoso que se encuentran a una distancia predeterminada para producir un vendaje de fibras electrohiladas.

11. Método para producir un vendaje de fibras electrohiladas; donde dicho método incluye las etapas de:

- 65 a. proporcionar un dispositivo de mano (10) para producir un vendaje de fibras electrohiladas; donde dicho dispositivo comprende:

- i. un alojamiento (100) configurado para ser sostenido con las manos por un usuario;
- ii. un recipiente (40) que aloja al menos un medio de electrohilado:

- 5
 - iii. al menos una boquilla (50) en comunicación de fluido con dicho recipiente (40);
 - iv. un mecanismo que dispensa dicho medio desde dicho recipiente (40) a través de dicha boquilla (50);
 - v. un electrodo auxiliar (60) que circunda dicha boquilla (50);
 - vi. un suministro de energía (70) que proporciona un potencial eléctrico a dicha boquilla (50) y dicho electrodo auxiliar (60); dicho alojamiento (100) comprende una parte electroconductora (110) configurada para ser agarrada por dicho usuario durante la operación; dicha parte electroconductora (110) está conectada a dicho suministro de energía (70);
- 10
- 15
 - b. agarrar dicho dispositivo (10) por un proveedor de asistencia sanitaria;
 - c. dirigir dicho dispositivo (10) a la ubicación por vendar;
 - d. aplicar potenciales eléctricos a dicha boquilla (50) y dicho electrodo auxiliar (60) con respecto a dicha parte conductora;
 - e. electrohilar dicho medio.
- 20 12. Método según la reivindicación 11, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:
 - a. dicho método comprende una etapa de desplazamiento de dicho electrodo auxiliar a lo largo de dicha boquilla para controlar una dimensión y estructura de un vendaje de fibras obtenido;
 - 25 b. dicho electrodo auxiliar tiene una forma seleccionada entre un grupo que consiste en: un cilindro circular; un cilindro ovalado, una esfera, un elipsoide y cualquier combinación de los mismos;
 - c. dicho método comprende una etapa de expulsión de dicho medio de electrohilado a través de dicha boquilla mediante dicho mecanismo de dispensación; donde dicho mecanismo de dispensación comprende un pistón insertable en dicho recipiente.
- 30 13. Método según la reivindicación 11 que comprende una etapa de recepción de dicho recipiente en un lecho de recipiente de dicho mecanismo de dispensación cuando dicho medio de electrohilado es expulsado de dicho recipiente por dicho pistón.
- 35 14. Método según la reivindicación 13 que comprende una etapa de deformar mecánicamente dicho recipiente de manera que dicho medio de electrohilado sea expulsado de dicho recipiente.
- 40 15. Método según la reivindicación 14, que comprende una etapa de perforación de dicho recipiente hecho al menos parcialmente de un material perforable por dicha boquilla cuando dicho pistón ejerce una fuerza para establecer una comunicación de fluido entre dicho recipiente y dicha boquilla.
- 45 16. Método según la reivindicación 15 que comprende una etapa de perforación sucesiva de dicho recipiente que comprende al menos dos compartimentos sellados para suministrar contenido sucesivamente de dichos compartimentos a dicha boquilla.
- 50 17. Método según la reivindicación 11, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:
 - a. dicha etapa de aplicación de potenciales eléctricos se lleva a cabo por un suministro de energía unipolar;
 - b. dicha etapa de aplicación de potenciales eléctricos comprende la aplicación de un potencial seleccionado entre el grupo que consiste en un potencial positivo, un potencial negativo y potenciales alternativamente positivos y negativos;
 - 55 c. dicho método comprende una etapa de activación de dicho suministro de energía mediante dos botones de inicio separados entre sí de manera que dicho dispositivo sea agarrado por ambas manos de un operador durante la operación del mismo.
- 60 18. Método según la reivindicación 11, donde al menos una de las afirmaciones siguientes es verdadera:
 - a. dicho método comprende una etapa de posicionamiento de dicho dispositivo con respecto a una ubicación de un vendaje de fibras electrohiladas por realizar;
 - b. dicha etapa de posicionamiento de dicho dispositivo se lleva a cabo mediante al menos dos fuentes de luz láser que emiten un haz luminoso que se encuentran a una distancia predeterminada para producir un vendaje de fibras electrohiladas.

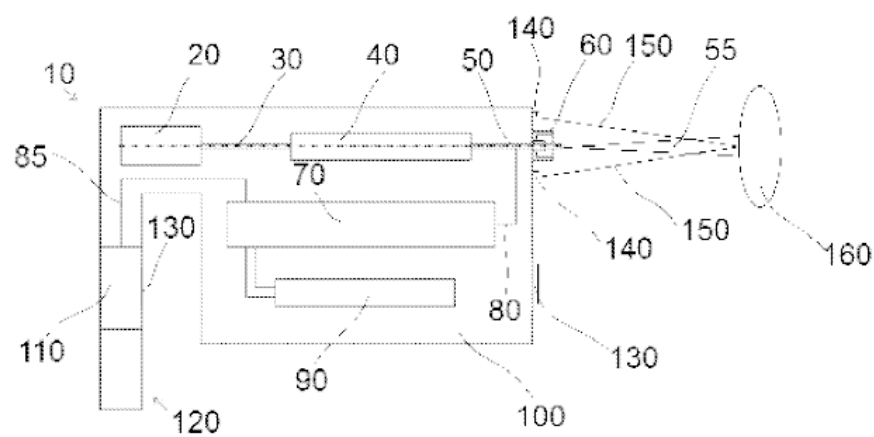


Fig. 1

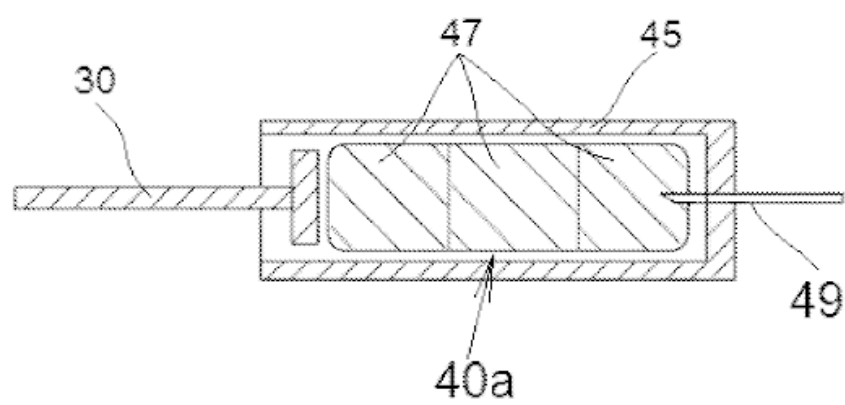


Fig. 2

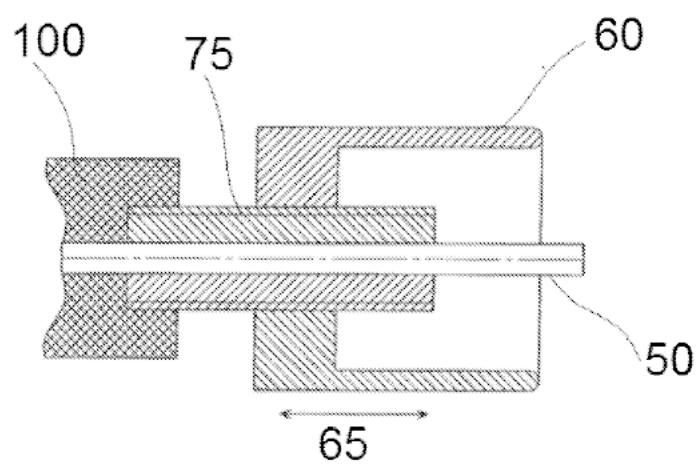


Fig. 3A

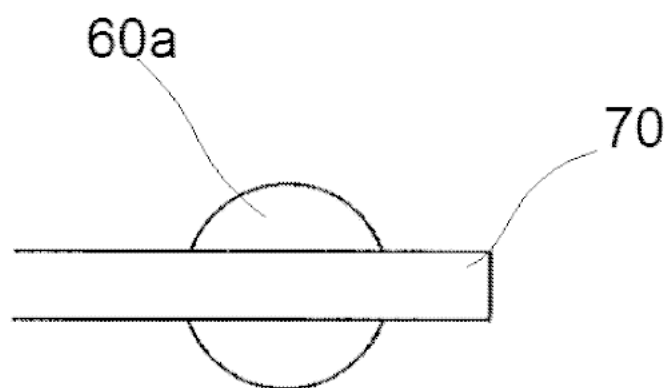


Fig. 3B

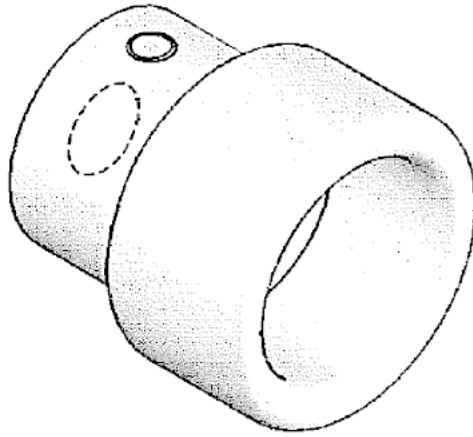


Fig. 3C

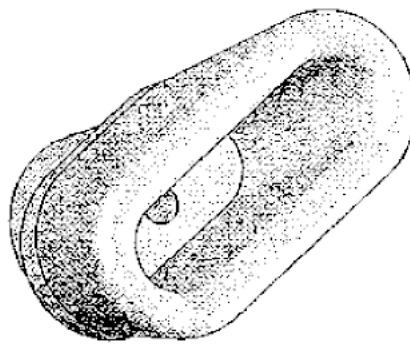


Fig. 3D

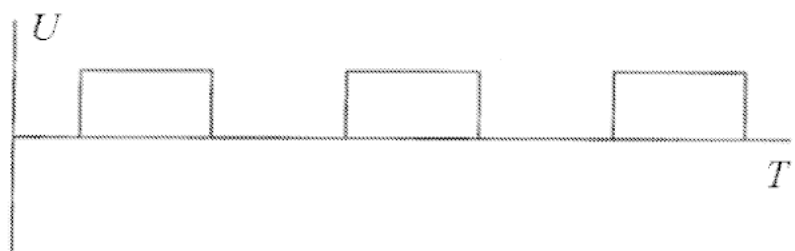


Fig. 4A

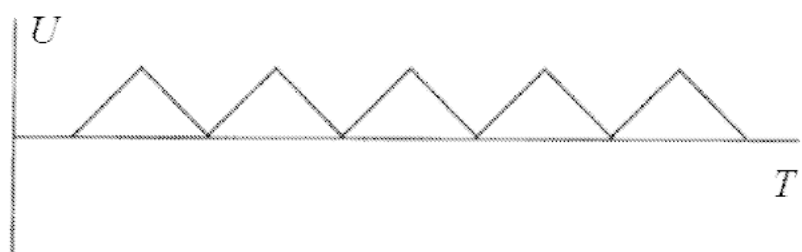


Fig. 4B

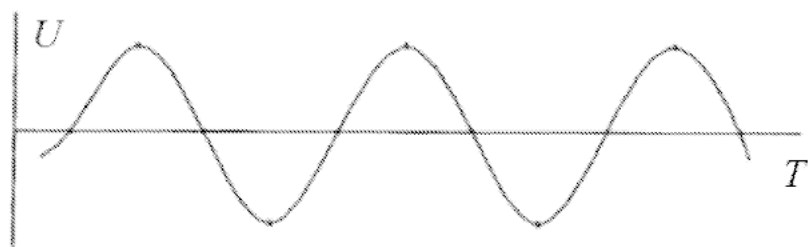


Fig. 4C