

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 161**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/34** (2006.01)

**A61F 2/10** (2006.01)

**A61B 17/00** (2006.01)

**A61B 34/30** (2006.01)

**A61B 90/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2016 PCT/US2016/031878**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16186928**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2016 E 16796964 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3297549**

54 Título: **Instrumentos, sistemas y métodos para mejorar el trasplante capilar**

30 Prioridad:

**21.05.2015 US 201514718441**

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

**02.06.2020**

73 Titular/es:

**RESTORATION ROBOTICS, INC. (100.0%)**

**128 Baytech Drive**

**San Jose, CA 95134, US**

72 Inventor/es:

**OOSTMAN, CLIFFORD, A., JR.**

74 Agente/Representante:

**VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción**

ES 2 764 161 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**

Instrumentos, sistemas y métodos para mejorar el trasplante capilar

**5 Campo técnico**

La presente divulgación se refiere de manera general a instrumentos, sistemas y métodos, tales como instrumentos de trasplante capilar, sistemas y métodos de su uso. En particular, esta solicitud se refiere a instrumentos, sistemas y métodos automatizados o semiautomatizados para implantar unidades foliculares capilares o injertos capilares, en una superficie corporal, por ejemplo, un cuero cabelludo.

**Antecedentes**

Con el avance de la tecnología, ahora pueden realizarse diversos procedimientos médicos y cosméticos usando diversos grados de automatización, y con frecuencia a alta velocidad. Algunos de estos procedimientos se realizan usando herramientas portátiles, en otros casos usando un sistema automatizado que puede incluir brazos robóticos, por ejemplo. Estos procedimientos incluyen, pero no se limitan a, por ejemplo, procedimientos de trasplante capilar (extracción capilar y/o implantación capilar), implantación dérmica, injerto de piel y tatuajes.

Durante tales procedimientos manuales, semiautomáticos o asistidos de manera robótica, con frecuencia hay necesidad de recoger y almacenar unidades biológicas, por ejemplo, para su futuro examen, o procesamiento, implantación o reutilización. Generalmente el medio que va a implantarse, ya sea una joya cosmética o una unidad biológica, tal como unidad folicular, se toma de algún dispositivo de almacenamiento antes de su implantación. Con frecuencia estos dispositivos de almacenamiento consisten en un recipiente para injertos a granel, a partir del cual un técnico arranca injertos individuales para el implante. Aunque en el pasado se han propuesto diversos dispositivos de almacenamiento o cartuchos, existe una necesidad de mejoras adicionales en tal dispositivo de almacenamiento que pueda usarse en sistemas y procedimientos manuales, parcial o totalmente automatizados, o asistidos de manera robótica, especialmente cuando deben almacenarse y procesarse grandes cantidades de unidades biológicas u otros elementos.

El documento WO 98/47434 da a conocer un instrumento quirúrgico para el trasplante de cabello crecido en el propio sujeto. El instrumento quirúrgico incluye un cartucho que está unido a una porción de cañón del cuerpo principal. El documento US 2005/0133962 da a conocer sistemas y métodos para extraer, almacenar e implantar injerto capilar. Los sistemas y métodos implican insertar un cartucho cada vez en el interior de un alojamiento.

**Sumario**

La invención se refiere a un aparato según la reivindicación 1 y a un método según la reivindicación 13. En las reivindicaciones dependientes se dan a conocer realizaciones preferidas. Según un aspecto de la divulgación, el aparato comprende un alojamiento configurado para albergar uno o más cartuchos, en el que cada uno de los o más cartuchos comprende al menos una característica de indexación y una pluralidad de receptáculos dimensionados y configurados para retener una unidad biológica. El aparato también comprende un mecanismo de impulso operativo cuando está sustancialmente alineado con uno de la pluralidad de receptáculos para cargar la unidad biológica en el interior del receptáculo o expulsar la unidad biológica a partir del receptáculo; y un mecanismo de indexación que comprende al menos una característica de indexación correspondiente configurada para engancharse con la al menos una característica de indexación y para mover un cartucho de los uno o más cartuchos para alinear un receptáculo de la pluralidad de receptáculos con el mecanismo de impulso. El aparato está configurado además para albergar simultáneamente al menos un primer y un segundo cartucho de los uno o más cartuchos, y el mecanismo de impulso está configurado para moverse en alineación con un primer receptáculo del segundo cartucho sin desconectar el primer cartucho a partir del aparato.

Según un aspecto adicional, se proporciona un aparato, tal como un aparato de trasplante capilar. El aparato comprende un primer cartucho que tiene al menos una primera característica de indexación y que comprende una primera pluralidad de receptáculos, estando cada receptáculo dimensionado y configurado para retener una unidad biológica o un objeto, tal como unidad folicular; un segundo cartucho que tiene al menos una segunda característica de indexación y que comprende una segunda pluralidad de receptáculos, estando cada receptáculo dimensionado y configurado para retener una unidad biológica o un objeto, tal como unidad folicular; un alojamiento configurado para albergar uno o más cartuchos; un mecanismo de impulso operativo para cargar la unidad folicular en el interior del receptáculo o expulsar la unidad folicular a partir del receptáculo cuando está sustancialmente alineado con uno de la primera pluralidad de receptáculos del primer cartucho o uno de la segunda pluralidad de receptáculos del segundo cartucho; y un mecanismo de indexación que comprende al menos una característica de indexación correspondiente configurada para engancharse con la al menos una primera característica de indexación del primer cartucho y/o la al menos una segunda característica de indexación del segundo cartucho y para mover los cartuchos primero y/o segundo para alinearse un receptáculo de las pluralidades primera o segunda de receptáculos con el mecanismo de impulso. El aparato puede estar configurado para acoplar operativamente el primer cartucho y un segundo cartucho al alojamiento o entre sí de tal manera que una distancia entre un último receptáculo del primer

cartucho y un primer receptáculo del segundo cartucho es igual a la separación predeterminada y en el que el mecanismo de impulso está configurado para moverse en alineación con el primer receptáculo del segundo cartucho mientras que el primer cartucho permanece operativamente conectado al aparato, dicho de otro modo, sin necesidad de retirar o desconectar el primer cartucho a partir del aparato.

5 En algunas realizaciones el aparato puede comprender un indicador configurado para notificar cuando se ha vaciado o llenado o está a punto de vaciarse o llenarse el último receptáculo del primer cartucho. En otras realizaciones al menos uno del primer cartucho o el segundo cartucho puede comprender uno o más identificadores configurados para indicar: 1) un tipo de un objeto (tal como unidad biológica o unidad folicular) contenido en el mismo, y/o 2) si se ha alcanzado un extremo del cartucho. Tal identificador puede ser, por ejemplo, una marca de referencia. El aparato puede estar configurado para desconectar automáticamente el primer cartucho una vez que el mecanismo de impulso se ha movido en alineación con el primer receptáculo del segundo cartucho, o sustancialmente al mismo tiempo o después de que al menos una unidad biológica, tal como unidad folicular, se expulse a partir del, o se cargue en el interior del, primer receptáculo del segundo cartucho.

15 El mecanismo de impulso puede comprender diversas estructuras, configuraciones o mecanismos. En determinadas realizaciones el mecanismo de impulso puede comprender un diferencial de presión. En otras realizaciones los mecanismos de impulso pueden comprender un obturador dimensionado y configurado para pasar a través de un receptáculo seleccionado de los cartuchos primero o segundo. La retracción del obturador a partir del receptáculo seleccionado puede provocar que se indexen los cartuchos primero y/o segundo. El obturador puede comprender un rebaje en un extremo distal del obturador, tal rebaje puede estar configurado para albergar, por ejemplo, al menos una porción de un tallo capilar de la unidad folicular. El rebaje puede estar dispuesto alrededor de al menos una porción de una circunferencia del obturador, o en algunas implementaciones alrededor de toda la circunferencia del obturador.

25 Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato que puede alojarse de manera retirable en un sistema de trasplante capilar robótico que comprende un brazo robótico, un mecanismo de control y una herramienta de implantación que tiene una luz a través de la misma y que está conectada a, y se manipula por, el brazo robótico. El mecanismo de control puede estar adaptado para alinear automáticamente el receptáculo de cartucho seleccionado con la luz de la herramienta de implantación e impulsar una unidad folicular a partir del receptáculo seleccionado a través de la luz de la herramienta de implantación al interior de una superficie corporal. En otras realizaciones, el aparato puede comprender una herramienta de extracción de unidad folicular que tiene una luz a través de la misma, la herramienta de extracción puede estar conectada a, y manipularse por, el brazo robótico para posicionar la herramienta de extracción sobre una unidad folicular ubicada en una superficie corporal. El mecanismo de control puede estar adaptado para alinear la luz de la herramienta de extracción con un receptáculo de cartucho seleccionado e impulsar la unidad folicular a través de la herramienta de extracción al interior del receptáculo de cartucho seleccionado.

30 Según un aspecto adicional de la divulgación, se proporciona un método de alimentación continua de cartuchos al interior de un aparato o sistema de trasplante capilar según la reivindicación 13. En algunas implementaciones, el método comprende las etapas de: alinear un mecanismo de impulso con un receptáculo de una primera pluralidad de receptáculos de un primer cartucho, estando cada receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos dimensionado y configurado para retener una unidad folicular; activar el mecanismo de impulso para impulsar la unidad folicular fuera o al interior del receptáculo de la pluralidad de receptáculos; repetir las etapas de alineación y activación para varios receptáculos de la primera pluralidad de receptáculos del primer cartucho; acoplar o permitir el acoplamiento de un segundo cartucho que comprende una segunda pluralidad de receptáculos a un aparato o sistema de trasplante capilar, estando cada uno de la segunda pluralidad de receptáculos dimensionado y configurado para retener una unidad folicular; y alinear el mecanismo de impulso con un primer receptáculo del segundo cartucho sin retirar o desconectar en primer lugar el primer cartucho a partir del sistema de trasplante capilar. El método puede comprender usar el primer cartucho que se ha cargado previamente o ya está acoplado al sistema de trasplante capilar, o permitir el acoplamiento manual o automático del primer cartucho en el sistema de trasplante capilar. En algunas realizaciones, el método comprende además activar el mecanismo de impulso para impulsar un injerto capilar fuera o al interior del receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos. En algunas realizaciones, el método puede comprender desconectar manual o automáticamente (o permitir o instruir tal desconexión) el primer cartucho una vez que el mecanismo de impulso se mueve en alineación con el primer receptáculo del segundo cartucho, o sustancialmente al mismo tiempo o después de que al menos una unidad folicular se expulse a partir del, o se cargue en el interior del, primer receptáculo del segundo cartucho.

50 En un aspecto todavía adicional de la divulgación, se proporciona un método de alimentación continua de cartuchos al interior de un aparato, comprendiendo el método las etapas de: alinear un mecanismo de impulso con un receptáculo de una primera pluralidad de receptáculos de un primer cartucho, estando cada receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos dimensionado y configurado para retener una unidad biológica; activar el mecanismo de impulso para impulsar la unidad biológica fuera o al interior del receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos; permitir el acoplamiento, o acoplar, un segundo cartucho que comprende una segunda pluralidad de receptáculos al aparato, cada uno de la segunda pluralidad de receptáculos está dimensionado y configurado para retener una unidad biológica; y alinear el mecanismo de impulso con un primer receptáculo del segundo

cartucho mientras que el primer cartucho permanece acoplado al aparato. En algunas realizaciones, el método comprende además activar el mecanismo de impulso para impulsar una unidad biológica fuera o al interior del receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos.

5 Según aún un aspecto adicional de la divulgación, se proporciona un mecanismo de impulso para expulsar unidades biológicas, tales como unidades foliculares, fuera de un receptáculo de un cartucho de almacenamiento, comprendiendo el mecanismo de impulso un cuerpo alargado que tiene un extremo distal con una punta distal. En algunas realizaciones, el mecanismo de impulso (por ejemplo, un obturador) puede comprender un rebaje dispuesto, en algunas realizaciones, en un primer lado a lo largo del extremo distal del cuerpo alargado, estando el rebaje  
10 dispuesto en la punta distal y teniendo una longitud para albergar únicamente una porción de punta de la unidad biológica (por ejemplo, folicular) que va a almacenarse en el receptáculo del cartucho de almacenamiento. El rebaje puede comprender una profundidad, por ejemplo, en un intervalo de desde aproximadamente 0,15 mm hasta 0,25 mm, o en un intervalo de aproximadamente el 10% a aproximadamente el 30% de una dimensión en sección transversal del cuerpo alargado del mecanismo de impulso. En algunas realizaciones, el rebaje puede estar  
15 dispuesto alrededor de toda la circunferencia del mecanismo de impulso, o una porción sustancial de la misma, por ejemplo, del 75% al 95% de la circunferencia del mecanismo de impulso. Cuando el mecanismo de impulso está alineado con una unidad folicular en tándem de tal manera que un extremo proximal de una porción tisular de la unidad folicular es adyacente a la punta distal del cuerpo alargado del mecanismo de impulso, la porción de punta de la unidad folicular está totalmente albergada por el, y se extiende a lo largo de la longitud del, rebaje del cuerpo  
20 alargado.

En determinadas realizaciones, el mecanismo de impulso puede comprender una porción recortada en el extremo distal del cuerpo alargado, la porción recortada puede estar dispuesta en la punta distal y formando un ángulo con respecto a la punta distal. El ángulo del recorte puede ser, por ejemplo, de entre 40 grados y 50 grados. La porción  
25 recortada puede extenderse, por ejemplo, desde aproximadamente el 25 por ciento hasta aproximadamente el 60 por ciento de una dimensión en sección transversal del cuerpo alargado del mecanismo de impulso. El ángulo de la porción recortada puede basarse en un ángulo deseado o un intervalo de ángulos a los que un mecanismo de impulso está alineado con una superficie corporal durante el funcionamiento de tal manera que una superficie de la porción recortada está sustancialmente a nivel con una superficie de una superficie corporal. En realizaciones  
30 adicionales el mecanismo de impulso puede comprender tanto un rebaje como una porción recortada, por ejemplo, en lados opuestos del extremo distal del mecanismo de impulso.

Según aún otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un cartucho de almacenamiento del diseño mejorado. El cartucho comprende una pluralidad de receptáculos para contener, por ejemplo, unidades foliculares o  
35 injertos capilares, u otras unidades biológicas, o joyas corporales, por nombrar sólo unas pocas. El cartucho puede comprender una superficie superior, una superficie inferior y una primera cara (o delantera) y una segunda cara (o trasera). Los receptáculos pasan cada uno a través de un cuerpo del cartucho desde una primera cara hasta una segunda cara y comprenden una hendidura que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del receptáculo y que desemboca en la superficie superior del cartucho.

40 También se proporcionan los métodos de uso del mecanismo de impulso de la presente divulgación para expulsar unidades biológicas a partir de un cartucho de almacenamiento y métodos de carga de unidades biológicas al interior del cartucho de la presente divulgación.

45 Pueden implementarse instrumentos, sistemas y métodos de la presente divulgación para su uso con sistemas y procedimientos portátiles, manuales, parcialmente automatizados y totalmente automatizados, incluyendo robóticos, por ejemplo, para implantación de unidades biológicas, incluyendo unidades foliculares. Otros y más objetos y ventajas de la divulgación resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee en vista de las figuras adjuntas.

50 **Breve descripción de los dibujos**

Debe observarse que los dibujos no están a escala y sólo se pretende que sean una ayuda junto con las explicaciones en la siguiente descripción detallada. En los dibujos, números de referencia idénticos identifican  
55 elementos o acciones similares. Los tamaños y posiciones relativas de elementos en los dibujos no están dibujados necesariamente a escala. Por ejemplo, las formas de diversos elementos y ángulos no están dibujadas a escala, y algunos de estos elementos están aumentados y posicionados de manera arbitraria para mejorar la legibilidad de los dibujos. Además, no se pretende que las formas particulares de los elementos tal como están dibujados sean limitativas. Características y ventajas de las realizaciones descritas en el presente documento se apreciarán a medida que se entiendan mejor con referencia a la memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos en los  
60 que:

la figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema robótico que puede usarse con los dispositivos y método de la presente divulgación;

65 la figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema de implantación folicular con un

cartucho de unidades foliculares;

la figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema de implantación folicular con dos cartuchos;

la figura 4 es una vista de dos cartuchos dispuestos adyacentes entre sí en un ejemplo de un sistema de la presente divulgación;

la figura 5 es una vista del lado inferior de los dos cartuchos de la figura 4;

las figuras 6a-6c ilustran un ejemplo de un mecanismo de indexación según la presente divulgación;

la figura 7 ilustra un ejemplo de una porción superior del mecanismo de indexación que comprende características de indexación correspondientes según la divulgación;

la figura 8 ilustra un ejemplo del lado inferior del mecanismo de indexación que comprende una superficie de leva que puede implementarse en diversas realizaciones de la divulgación;

la figura 9 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de metodología según un aspecto de la divulgación;

la figura 10 ilustra un ejemplo de un cartucho de unidades foliculares lineal de una técnica anterior;

la figura 11 ilustra un cartucho de unidades foliculares lineal según diversas realizaciones de la presente divulgación;

la figura 12 ilustra una unidad folicular;

la figura 13 muestra una unidad folicular que está cargándose en el interior del cartucho lineal, tal como el cartucho del ejemplo de la figura 11;

la figura 14 muestra una unidad folicular que está expulsándose a partir del cartucho lineal, tal como el cartucho del ejemplo de la figura 11;

la figura 15 muestra una representación esquemática de un ejemplo de un obturador según la presente divulgación y su uso con el cartucho de la presente divulgación;

las figuras 16a-b muestran representaciones esquemáticas del obturador de las figuras 14 y 15;

la figura 17a-b muestran una unidad folicular que está expulsándose a partir de una herramienta;

la figura 17c muestra una representación esquemática de otra realización de un obturador;

la figura 17d muestra un ejemplo del obturador de la figura 17c dispuesto dentro de una herramienta;

la figura 18 es un ejemplo de un aparato portátil para trasplante capilar que puede usarse con dispositivos, sistemas y metodología de la presente divulgación.

### **Descripción detallada de realizaciones específicas**

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas en las que puede ponerse en práctica la invención. Con respecto a esto, se usan términos de dirección tales como “parte superior”, “parte inferior”, “superior”, “inferior”, “delantero”, “trasero”, “distal”, “proximal”, etc., con referencia a la orientación de la(s) figura(s) que está(n) describiéndose. Dado que los componentes o realizaciones de la presente divulgación pueden posicionarse en varias orientaciones diferentes, la terminología de dirección se usa con fines de ilustración y no es de ninguna manera limitativa. Debe entenderse que pueden usarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales o lógicos sin alejarse del alcance de la presente divulgación. Por tanto, no debe tomarse la siguiente descripción detallada en un sentido limitativo, y el alcance de la presente divulgación está definido por las reivindicaciones adjuntas.

El adjetivo “automatizado” con referencia a un sistema o procedimiento en su conjunto, significa que alguna parte o la totalidad de un sistema o etapa particular en el procedimiento implica un mecanismo o función autónomo; es decir, que el mecanismo o la función no requiere actuación manual. En última instancia, una o más etapas en el procedimiento pueden ser automatizadas, o autónomas, requiriendo algunas partes entrada manual.

El término “herramienta”, tal como se usa en el presente documento, se refiere a cualquier número de herramientas o efectores finales que pueden realizar una acción, procedimiento u operación en diversas aplicaciones o procedimientos cosméticos, médicos. Por ejemplo, la herramienta puede ser una aguja o cánula adaptada para su

5 uso en diversas aplicaciones dermatológicas, injerto tisular, inyección de células adiposas, por ejemplo, en el interior de una capa de grasa subcutánea para “lipocontorneado” facial o corporal, implantación de colágeno, inyección de productos de ácido hialurónico y/o inhibidores musculares (por ejemplo, Botox®), procedimientos para rejuvenecimiento o reconstrucción facial o corporal, por ejemplo, que implican realizar varias inyecciones de cantidades diminutas de sustancias en el interior de tejidos intradérmicos y subcutáneos seleccionados como diana, o la administración de medicamentos. Una “herramienta” o “herramienta de implantación” tal como se usa en referencia a un procedimiento de trasplante capilar se refiere a cualquier número de herramientas o efectores finales que pueden implantar/insertar unidades foliculares (“FU”) en una superficie corporal. Tales herramientas pueden tener muchas formas y configuraciones diferentes. En algunas realizaciones, la herramienta comprende un tallo tubular hueco. El extremo distal de las herramientas (por ejemplo, punzones, dispositivos de aguja gruesa, dispositivos de corte y/o recorte, agujas) está normalmente afilado, para cortar el tejido. Las herramientas de implantación también pueden estar afiladas para realizar la punción y administración de la FU en una operación. Sin embargo, la punción puede realizarse mediante otra herramienta, siendo la herramienta de implantación relativamente roma y usándose únicamente para la administración de la unidad folicular.

15 Los términos “operativamente conectado”, “acoplado”, “montado” o “unido” tal como se usan en el presente documento, significan acoplado, montado o unido directa o indirectamente a través de uno o más componentes intermedios. Pueden implementarse realizaciones de los métodos de la presente divulgación usando software, firmware o hardware informáticos. Pueden usarse diversos lenguajes de programación y sistemas operativos para implementar la presente divulgación.

Alimentación continua de objetos al interior de una herramienta y uso de múltiples dispositivos de almacenamiento

25 Según un aspecto de la presente divulgación, se proporcionan los sistemas y métodos que permiten una alimentación continua de objetos al interior de una herramienta, que, por ejemplo, pueden implantarse entonces en una superficie corporal. Aunque los diversos ejemplos y realizaciones descritos en el presente documento usarán la implantación de unidades foliculares (agregados que se producen de manera natural de 1 a 4 folículos capilares) o injertos capilares confines de describir diversos aspectos de la divulgación, debe resultar evidente que la comprensión general de los diversos conceptos comentados puede aplicarse más ampliamente a otras aplicaciones apropiadas. Diversas aplicaciones y procedimientos en los que resulta beneficioso almacenar objetos para su uso en el procedimiento, en los que el procedimiento implica un gran número de objetos que pueden almacenarse en múltiples cartuchos, o en los que es importante evitar dañar los objetos que van a almacenarse, pueden beneficiarse del sistema, los dispositivos y métodos de la presente divulgación. Debe entenderse que los dispositivos, sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden usarse, por ejemplo, en la administración de medicamentos, diversos procedimientos dermatológicos o tratamiento de diversos estados dermatológicos. De manera similar, la presente divulgación puede aplicarse, por ejemplo, a otros objetos que pueden implantarse en una superficie corporal, por ejemplo, células adiposas, medicamentos o implantes dérmicos tales como joyería corporal, que puede adoptar la forma de implantes subdérmicos, transdérmicos o microdérmicos, tatuajes o diversas unidades biológicas, incluyendo piel, tejido o cabello. La presente divulgación resulta particularmente beneficiosa en procedimientos semiautomatizados, automatizados o robóticos, tales como procedimientos de trasplante capilar robóticos.

45 Para fines de la descripción, con referencia al trasplante capilar, existen instrumentos portátiles que permiten a un usuario crear manualmente una incisión en una superficie corporal y mover simultánea o posteriormente una unidad folicular que se ha cargado previamente en el interior del instrumento portátil al interior de la superficie corporal. Según algunos dispositivos conocidos, las unidades foliculares se cargan en el interior de un cartucho asociado con el instrumento portátil, por ejemplo, tal como se describe en la patente estadounidense 5.817.120 concedida a Rassman. Sin embargo, tales dispositivos tienen capacidades limitadas. Por ejemplo, el dispositivo de la patente estadounidense 5.817.120 tiene un único cartucho que contiene un número limitado de injertos capilares. Una vez implantados todos los injertos capilares a partir de un cartucho de este tipo, el procedimiento tiene que interrumpirse o detenerse, con el fin de volver a cargar nuevos injertos en el interior del cartucho, o alternativamente, debe retirarse el cartucho vacío e instalarse un nuevo cartucho con el fin de continuar el procedimiento. La patente estadounidense n.º 8.211.134 legalmente cedida describe sistemas y métodos para extraer, almacenar e implantar unidades biológicas, que incluye ejemplos de cartuchos, sistemas y un subsistema de lanzadera que puede formar parte de un aparato de trasplante capilar manual, parcialmente automatizado o robótico.

55 Una cuestión que no se aborda de manera adecuada por los cartuchos conocidos, incluyendo aquellos para su uso en procedimientos manuales o automatizados, es la necesidad de sustituir o recargar de manera eficiente un cartucho vacío (por ejemplo, una vez que se han descargado todas las unidades foliculares dentro del cartucho a partir del cartucho y se han implantado en el paciente) por uno nuevo. Generalmente, se requiere detener o terminar el procedimiento de modo que el usuario puede o bien tirar un instrumento de implantación capilar desechable y obtener otro, o bien retirar el cartucho vacío a partir del sistema automatizado de modo que puede insertarse otro cartucho en tal sistema automatizado. Independientemente del motivo, normalmente se necesita terminar el procedimiento, y retrasos en poder continuar sin interrupciones el procedimiento provocan que se pierda un tiempo valioso. Con respecto a procedimiento robótico, la retirada y posterior sustitución de un cartucho puede requerir adicionalmente que vuelva a calibrarse el aparato robótico, provocando adicionalmente el procedimiento de trasplante capilar. En resumen, los dispositivos existentes no permiten una sustitución y carga convenientes y

eficientes de múltiples cartuchos, especialmente con interrupción mínima del procedimiento. La presente divulgación proporciona dispositivos, sistemas y métodos para abordar esta cuestión.

5 Según un aspecto de la presente divulgación, se mantiene una alimentación continua de objetos, tales como unidades foliculares, a una herramienta de implantación de unidades foliculares, ya esté la herramienta relacionada con un procedimiento manual o uno al menos parcialmente automatizado, de tal manera que se minimiza la necesidad de que el usuario detenga el procedimiento con el fin de insertar otro cartucho cargado en su aparato manual o al menos parcialmente automatizado.

10 La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un aparato 100 o sistema robótico que puede usarse, por ejemplo, para extraer y/o implantar unidades foliculares en una superficie corporal, tal como el cuero cabelludo. El sistema 100 incluye un brazo 105 robótico al que está acoplada una herramienta 110, por ejemplo una herramienta de extracción o implantación. Pueden incorporarse diversos motores y otros dispositivos de movimiento para permitir movimientos finos de una punta operativa de la herramienta 110 en múltiples direcciones. El sistema 15 100 robótico incluye además al menos uno o más dispositivos 115 de adquisición de imágenes (y preferiblemente dos para visión estereoscópica) que pueden estar montados en una posición fija, o acoplados (directa o indirectamente) a un brazo 105 robótico o a otro dispositivo de movimiento controlable. El dispositivo 115 de adquisición de imágenes puede comprender un dispositivo que capta imágenes fijas, también puede comprender un dispositivo que puede obtener imágenes en tiempo real (por ejemplo, cámara web que puede emitir de manera 20 continua información en tiempo real) y/o también puede tener una capacidad de grabación de vídeo (tal como una videocámara). El dispositivo de adquisición de imágenes puede estar acoplado a uno o más procesadores o a un sistema 125 de procesamiento/informático, que en el ejemplo de la figura 1 incorpora un procesador 130 de imágenes, para controlar la operación de obtención de imágenes y procesar datos de imagen. La punta operativa de la herramienta 110 se muestra posicionada sobre una superficie 120 corporal, en este caso una parte del cuero cabelludo de un paciente que tiene folículos capilares en el mismo.

Normalmente, el procesador o sistema 125 informático funciona como dispositivo de procesamiento de datos, y puede ejecutar un programa que puede estar configurado para incluir operaciones predeterminadas y puede incorporarse en un ordenador. Alternativamente, el programa puede incluir una pluralidad de módulos que realizan 30 tales operaciones secundarias de una operación, o puede formar parte de un único módulo de un programa más grande que proporciona la operación. La construcción modular facilita añadir, eliminar, actualizar y/o modificar los módulos en el mismo y/o características dentro de los módulos. El procesador puede acceder a la memoria en la que puede estar almacenada al menos una secuencia de instrucciones de código que comprende el programa para realizar operaciones predeterminadas. La memoria y el programa pueden estar ubicados dentro del ordenador o 35 pueden estar ubicados de manera externa al mismo. El procesador 125 puede incluir una unidad central de procesamiento o procesador en paralelo, e interfaz de entrada/salida, una memoria con un programa, en el que todos los componentes pueden estar conectados mediante un bus. Estos componentes se conocen generalmente en la técnica y, por tanto, no se necesita describirlos aquí en detalle.

40 El procesador 125 puede comprender un procesador 130 de imágenes para procesar imágenes obtenidas a partir del dispositivo 115 de adquisición de imágenes. El procesador 130 de imágenes puede ser un dispositivo independiente o puede incorporarse como parte del procesador 125. A modo de ejemplo, y no de limitación, un procesador 130 de imágenes adecuado puede ser un sistema de procesamiento digital que incluye uno o más procesadores u otro tipo de dispositivo. Por ejemplo, un procesador y/o un procesador de imágenes puede ser un controlador o cualquier tipo de ordenador personal ("PC"). Alternativamente, el procesador puede comprender un 45 circuito integrado específico de aplicación (ASIC) o una matriz de compuerta programable en el campo (FPGA). El procesador/procesador de imágenes también puede incluir memoria, dispositivos de almacenamiento y otros componentes generalmente conocidos en la técnica y, por tanto, no se necesita describirlos aquí en detalle.

50 El mismo procesador o un procesador 125 diferente también puede indicar a los diversos dispositivos de movimiento del brazo 105 robótico, incluyendo la herramienta 110, y actuar, por ejemplo, a través de un controlador 135 tal como se muestra esquemáticamente en la figura 1. El controlador 135 puede estar operativamente acoplado al brazo robótico y configurado para controlar el movimiento del brazo robótico, incluyendo el movimiento basado en imágenes o datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de imágenes. Alternativamente, el controlador 135 55 puede incorporarse como parte del procesador 125, de modo que todos los procesamientos y controles de todos los movimientos de todas las herramientas, el brazo robótico y cualquier otra parte móvil del conjunto, incluyendo los basados en las imágenes o datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de imágenes, se concentran en un sitio. El sistema 100 puede comprender además otras herramientas, dispositivos y componentes útiles en la extracción y/o implantación de los folículos capilares, o en la planificación de trasplante capilar.

60 El sistema comprende además una interfaz adaptada para recibir datos de imágenes, permitiendo diversas partes del sistema que un operario monitorice condiciones y proporcione instrucciones, según se necesite. Una interfaz de usuario puede comprender elementos tales como un dispositivo 140 de visualización, y dispositivos de entrada de usuario tales como un teclado 145 y un ratón 150. La interfaz también puede incluir puertos de hardware, cables, conductores y otros medios de transmisión de datos, o puede comprender un programa informático. El procesador 65 125 puede interactuar con el dispositivo 115 de obtención de imágenes mediante la interfaz. Resultará evidente

que el dispositivo de entrada de usuario puede comprender opcionalmente un panel táctil, bola de control, puntero, lápiz o herramienta de línea en combinación con un dispositivo con capacidad táctil, tableta u otro dispositivo similar de este tipo en el que pueden usarse los dedos o gestos para introducir comandos. Puede observarse una imagen aumentada de la superficie 120 corporal en el dispositivo de visualización, pantalla o monitor 140. Además, el sistema 100 puede comprender otras herramientas, dispositivos y componentes útiles en la extracción y/o implantación de los folículos capilares, o en la planificación de tratamiento capilar.

La figura 2 ilustra diversos componentes de un sistema 200 de implantación de unidades foliculares que puede acoplarse al extremo del brazo 105 robótico de un sistema 100 robótico, incorporando el sistema 200 de implantación de unidades foliculares un cartucho 205 de unidades foliculares. El sistema 200 de implantación de unidades foliculares comprende un alojamiento 210 de conjunto de herramienta que puede estar configurado de tal manera que puede unirse al extremo de un brazo 105 robótico de un sistema robótico, tal como los mostrados en la figura 1, o puede conectarse operativamente a, o formar parte de, un dispositivo portátil, tal como el mostrado en la figura 18. Para optimizar el uso del sistema robótico para los fines de trasplante capilar, en algunas realizaciones el alojamiento 210 está acoplado al extremo del brazo 105 robótico mediante un mecanismo 215 de rotación que está configurado de tal manera que se permite que el alojamiento 210 rote alrededor de un eje sustancialmente paralelo a la longitud de la herramienta 110. De esta manera, con instrucciones apropiadas el mecanismo 215 de rotación puede hacer rotar el alojamiento 210 y, por consiguiente, la herramienta 110 unida al mismo.

El cartucho 205 comprende una pluralidad de receptáculos, estando cada receptáculo 220 dimensionado y configurado para retener una unidad folicular (u otro objeto apropiado, biológico o de otro modo). Además, tal cartucho 205 permite preferiblemente el almacenamiento de las unidades foliculares en un entorno al menos parcialmente controlado, por ejemplo, manteniéndolas estériles, húmedas y/o a una temperatura fría deseada hasta que se requiere que se implanten en la superficie 120 corporal. De manera deseable, se coloca una cantidad de solución salina u otra disolución de conservación conocida en cada receptáculo del cartucho de modo que los folículos capilares u otros objetos biológicos permanecen hidratados o mantienen una temperatura fría durante el almacenamiento. Alternativa o adicionalmente, el cartucho 205 puede colocarse en un recipiente tal como una placa petri que contiene solución salina u otra disolución de conservación de este tipo para mantener la salud de la unidad folicular hasta el momento en el que se requiere el cartucho para su uso con el sistema de implantación. La forma o configuración del cartucho 205 puede adoptar diversas formas y puede depender de la aplicación. La figura 2 ilustra un cartucho lineal. Preferiblemente el cartucho 205 puede esterilizarse de modo que puede reutilizarse. Alternativamente, el cartucho puede fabricarse para ser desechable, o de tal manera que se impide que se reutilice, y por tanto es desechable.

Un procedimiento de trasplante capilar típico en un varón calvo requiere la implantación de entre 1.500 y 3.000 injertos capilares. El uso de un único cartucho 205 configurado para albergar tal número grande de unidades foliculares (o injertos capilares) no resultaría práctico debido a numerosos motivos. Aparte del hecho de que el cartucho sería extremadamente largo y difícil de cargar, su uso crearía problemas prácticos y limitaciones. En primer lugar, dado que el cartucho 205 se usa adyacente a la cabeza o superficie 120 corporal del paciente, la porción del cartucho 205 desde la cual se han expulsado las unidades foliculares no puede tener una longitud demasiado larga ya que chocaría con la cabeza o superficie 120 corporal del paciente, particularmente si el mecanismo 215 de rotación se hace rotar de tal manera que un extremo del cartucho apunta hacia la cabeza del paciente. En segundo lugar, un procedimiento de trasplante capilar típico requiere la implantación de determinados tipos de injertos capilares, es decir, agregados naturales de 1-3 (y, de manera menos habitual, 4-5) folículos capilares poco separados, unidades foliculares, en diferentes zonas de la cabeza del paciente. Estas unidades foliculares pueden clasificarse, o "tipificarse", basándose en el número de cabellos en la unidad e identificarse de forma abreviada como "F1" para una única unidad folicular, "F2" para una unidad folicular de dos cabellos y así sucesivamente para unidades foliculares con 3-5 cabellos. Es preferible trasplantar determinados tipos de unidades foliculares en regiones específicas del cuero cabelludo. Por ejemplo, habitualmente se implantan unidades foliculares de un único cabello (F1) a lo largo de la línea capilar que enmarca la cara. Habitualmente se implantan unidades foliculares con más de un cabello (F2, F3, etc.) en la parte central del cuero cabelludo y la corona. Se piensa que esta disposición de distribución de unidades foliculares produce un resultado estético que parece más natural, junto con una variación en densidad de cabello, la dirección u orientación de cabello, la mezcla particular de tipos de unidades foliculares, y/o el aspecto de aleatoriedad, que atribuyen un aspecto que parece más natural del cabello trasplantado. Por tanto, el uso de un único cartucho largo cargado con tipos aleatorios de unidades foliculares sería menos eficiente y puede limitar la velocidad a la que puede realizarse un procedimiento de trasplante capilar. El usuario o el sistema necesitarán identificar el tipo de la unidad folicular en el cartucho antes de implantarla y después moverse aleatoriamente hacia delante y hacia atrás a diversas regiones de la cabeza del paciente para implantar tales unidades foliculares.

La capacidad para continuar un plan de tratamiento o procedimiento sin necesidad de detenerse para recargar un cartucho con unidades de implante, para sustituir un cartucho lleno por uno vacío o para sustituir un cartucho vacío por uno lleno proporciona numerosas ventajas. Desde el punto de vista del médico, puede ahorrarse un tiempo valioso, requiriendo menos tiempo de parada y procedimientos más cortos (lo que también puede probablemente mejorar la calidad). Además, puede permitir a los médicos tratar a más pacientes durante el día, y por tanto aumentar su potencial de ingresos. Puede ahorrarse tiempo en una o más fases de un procedimiento de trasplante



capilar, incluyendo, por ejemplo, proporcionar un suministro continuo de cartuchos vacíos en los que pueden almacenarse unidades foliculares extraídas a partir de la superficie corporal de un paciente, y/o proporcionar un suministro continuo de cartuchos llenos con unidades foliculares para implantar en la superficie corporal de un paciente. Desde el punto de vista del paciente, menos interrupciones significará posiblemente que al paciente se le tratará durante un periodo de tiempo más corto, reduciendo la duración de cualquier molestia asociada con un procedimiento de este tipo. Según un aspecto de la presente divulgación, la eficiencia del procedimiento y dispositivos/instrumentos asociados se mejora sustancialmente permitiendo usar múltiples cartuchos de una manera eficiente, por ejemplo de manera sustancialmente continua, sin requerir la necesidad de interrumpir el procedimiento. Una longitud de un cartucho suficiente para albergar un número, por ejemplo, en el intervalo de veinte a treinta unidades foliculares permite abordar estas cuestiones prácticas, al tiempo que todavía se proporciona un número suficientemente grande para optimizar el tiempo de procedimiento. Aunque se muestra que alberga veinte (20) unidades foliculares, la longitud del cartucho 205 dependerá en última instancia de limitaciones dictadas por el procedimiento que esté realizándose, el objeto que vaya a almacenarse con el cartucho y el aparato al que vaya a acoplarse. Otra ventaja de usar más de un cartucho es que cada cartucho puede cargarse con unidades foliculares de un tipo particular, por ejemplo, todas las F2 en un cartucho, o todas las F1 colocadas en los receptáculos vecinos en una mitad del cartucho mientras que la otra mitad del cartucho tiene F2 agrupadas entre sí en los receptáculos vecinos.

Para ayudar en la identificación de los tipos (clasificaciones) de unidades foliculares que contiene cada cartucho, el cartucho 205 puede estar configurado o marcado de tal manera que el usuario, un sistema de obtención de imágenes o ambos pueden identificar fácilmente qué tipo de unidad folicular está contenido en el mismo. Los cartuchos pueden comprender uno o más identificadores, incluyendo marcas, por ejemplo codificación por colores, usándose un color único para identificar si la unidad folicular es una F1, F2, F3, etc., o marcas de referencia en forma de un código de barras en 1-D, una código de matriz de datos en 2-D, marcas conocidas tales como caracteres alfanuméricos, una serie de puntos, una serie de barras, una identificación por radiofrecuencia (RFID), o cualquier otro tipo de identificador único o esquema personalizado. Resultará evidente que la ubicación de los identificadores o las marcas dependerá de cómo vayan a usarse, y dónde necesitan colocarse con el fin de verse por cualquier dispositivo de adquisición de imágenes aplicable.

La figura 3 muestra un sistema 200 de implantación de unidades foliculares en el que las unidades foliculares se han expulsado a partir de un primer cartucho 305a de unidades foliculares e ilustra un segundo cartucho 305b de unidades foliculares que está cargándose en el interior del alojamiento 210 de conjunto de herramienta. En algunas realizaciones, el sistema 200 puede albergar más de dos cartuchos. En el ejemplo de la figura 3, el sistema 200 de implantación folicular incluye una herramienta 110 de implantación de unidades foliculares, cuyo extremo distal puede observarse que sobresale a partir de un pie 650 de presión. Un mecanismo de accionamiento (no mostrado) está configurado para mover o accionar un obturador (tampoco mostrado) a través de un receptáculo 220 de un cartucho 305a, y al interior del extremo proximal de una luz de la herramienta 110 de implantación con la que está sustancialmente alineado. Es deseable que la longitud del obturador sea de tal manera que cuando el obturador se mueve en el sentido distal hacia la superficie corporal a través del receptáculo y al interior de la luz de la herramienta 110 de implantación, su extremo distal pueda alinearse sustancialmente con el extremo distal de la herramienta 110. Con ese fin, la longitud del obturador puede ser al menos la longitud de la herramienta de implantación más la anchura de los cartuchos 305a o 305b, y de manera preferible ligeramente más larga en determinadas implementaciones. El mecanismo de accionamiento puede comprender, por ejemplo, diversos motores y otros dispositivos de movimiento, y/o puede formar parte de un mecanismo de control que puede gestionarse o dirigirse por un procesador 125 o un controlador 135 mostrado como ejemplo en la figura 1. El movimiento del obturador en un sentido distal impulsa una unidad folicular dispuesta en el receptáculo 220 fuera del receptáculo 220 y al interior de la luz de la herramienta 110 de implantación. El mecanismo de accionamiento está configurado para accionar adicionalmente el obturador hacia la superficie corporal, a través de la herramienta 110 de implantación, eventualmente fuera del extremo distal de la misma, y al interior de la superficie 120 corporal. Algunas realizaciones, tales como la mostrada en las figuras 2-3, pueden contener un pie 650 de presión que está operativamente acoplado al obturador e incluye un extremo 670 distal. Al retirarse el obturador a partir de la superficie 120 corporal, el extremo 670 distal del pie 650 de presión presiona la superficie 120 corporal sin penetrar en la misma, proporcionando una presión hacia abajo alrededor del obturador, permitiendo así que el obturador se retire más fácilmente de la superficie corporal, y minimizando adicionalmente la posible expulsión de unidades foliculares cercanas anteriormente implantadas, es decir, proporcionando un mecanismo antisalida. En esta configuración particular, cuando los cartuchos 305a y 305b se colocan extremo con extremo, las caras de extremo adyacentes están sustancialmente paralelas entre sí. Un mecanismo 310 de indexación está configurado de tal manera que características 225 de indexación primera y segunda en el lado 240 inferior de los cartuchos 305a y 305b primero y segundo respectivos se enganchan con al menos una o más características 320 de indexación correspondientes (mostradas en las figuras 6a-c y la figura 7) en una porción superior del mecanismo 310 de indexación. Las características 225 de indexación y las características 320 de indexación correspondientes están conformadas y configuradas de tal manera que cuando los cartuchos 305a y 305b se colocan extremo con extremo (véanse las figuras 4 y 5), y las características 225, 320 de indexación están enganchadas, la separación del último receptáculo 410 del primer cartucho 305a y el primer receptáculo 420 del segundo cartucho 305b es un valor 430 predeterminado. El valor de distancia deseado entre estos dos receptáculos 410 y 420 es de tal manera que hay una separación 430 predeterminada entre receptáculos adyacentes, independientemente de si los receptáculos están en

el mismo cartucho o en cartuchos adyacentes. Mantener la distancia entre receptáculos sustancialmente constante entre todos los receptáculos, tanto si están en el mismo cartucho como en cartuchos adyacentes, permite que el funcionamiento de un obturador (descrito a continuación en el presente documento) continúe sin interrupción, y optimizarse la automatización del sistema 200 de implantación. La optimización se ve facilitada, entre otras cosas, por permitir que el obturador continúe impulsando unidades foliculares a partir de los cartuchos a una tasa sustancialmente constante y sin alteraciones; incluso después de haber expulsado todas las unidades foliculares a partir de un cartucho particular. El sistema 200 de implantación está configurado de tal manera que proporciona un suministro continuo, sin interrupciones, de receptáculos 220, permitiendo que la implantación de unidades foliculares continúe mientras se suministren cartuchos cargados con unidades foliculares.

En otro aspecto de la divulgación, los extremos de los cartuchos pueden comprender características de bloqueo tales como, por ejemplo, lengüetas de Velcro®, una cola de milano, combinación de salientes y rebajes, u otros medios de fijación de este tipo que permiten unir un cartucho a otro, extremo con extremo. Usar una disposición de este tipo permite unir provisionalmente dos o más cartuchos entre sí antes de ponerse en contacto con el mecanismo 310 de indexación.

Tras implantarse un injerto a partir de un receptáculo, el cartucho 205 de unidades foliculares se indexa de tal manera que otro receptáculo, normalmente un receptáculo adyacente, se alinea con el obturador y/o la herramienta 110 de implantación, de tal manera que puede implantarse una unidad folicular posterior. Tal indexación puede implementarse de manera al menos parcialmente automática, por ejemplo, bajo el mecanismo de control, tal como el controlador 135 y/o mediante otros medios de este tipo, por ejemplo una configuración mecánica, una disposición de engranajes, de manera electromecánica, electrónica, neumática, hidráulica, magnética, usando motores con controles programables, o una combinación de los mismos para realizar una indexación controlada del cartucho para alinear preferiblemente el siguiente receptáculo del cartucho con el obturador. Para facilitar la indexación, se proporcionan al menos una o más características 225 de indexación en la superficie 240 inferior del cartucho 205 que se enganchan (se enclavan o se engranan) con al menos una o más características 320 de indexación correspondientes (tal como se observa en las figuras 6a-c) del mecanismo 310 de indexación asociado con el sistema 200 de implantación. Las características 225 de indexación y las características 320 de indexación correspondientes pueden comprender, por ejemplo, una serie de dientes, rampas o bordes de ataque y de salida. A continuación se describirá en más detalle un ejemplo de una configuración para implementar la indexación, aunque se apreciará que hay muchas maneras de lograr esto que conocen los expertos en la técnica.

Las figuras 6a-6c ilustran un ejemplo de un mecanismo 310 de indexación que puede implementarse con diversas realizaciones según otro aspecto de la divulgación. El mecanismo 310 de indexación comprende no sólo las características 320 de indexación correspondientes que se enganchan con las características 225 de indexación en el lado 240 inferior del cartucho 205, sino también una superficie 330 de leva que está configurada para funcionar en asociación con una leva 610 de indexación. En la configuración descrita, las características 320 de indexación correspondientes están dispuestas en una superficie superior del mecanismo 310 de indexación, la superficie más próxima a las unidades foliculares cargadas, y la superficie 330 de leva está dispuesta en una superficie inferior del mecanismo 310 de indexación, la superficie más alejada de las unidades foliculares cargadas. El obturador 550 está posicionado de manera deslizante, con su extremo proximal acoplado mediante una leva 610 de indexación a un mecanismo de accionamiento (no mostrado) accionado mediante un conjunto de accionamiento (tampoco mostrado) para proporcionar una fuerza de impulso orientada de manera distal en el obturador 550. En funcionamiento, inicialmente, tal como se ilustra mediante la figura 6a, el cartucho 205 se engancha con el mecanismo 310 de indexación, y el mecanismo de accionamiento se activa para retraer la leva 610 de indexación tal como se muestra, provocando de manera sustancialmente simultánea que se retraiga el obturador 550. En esta posición retraída, el saliente 615 de la leva 610 de indexación está dispuesto en un extremo 630 proximal de la hendidura 640, provocando adicionalmente que se retraiga el pie 650 de presión, y retrayendo de ese modo el extremo 670 distal del pie 650 de presión alejándolo de la superficie 120 corporal. Para fines de la descripción de las figuras 6a-c, el sentido "distal" es el más próximo a la superficie 120 corporal y el sentido "proximal" es el más alejado de la superficie 120 corporal. Cuando se retrae el obturador 550, el mecanismo 310 de indexación está en su posición desviada, desviada por medio de un resorte u otro componente de desviación de este tipo (no mostrado) en los sentidos 710 y 720 tal como se muestra en la figura 6a. Debe entenderse que pueden realizarse diversas modificaciones, sustituciones y cambios en cuanto a la forma y los detalles de la configuración descrita y en cuanto al funcionamiento de los instrumentos y sistemas descritos sin alejarse del espíritu de la divulgación. Por ejemplo, en realizaciones alternativas, las características 225 de indexación del cartucho y las características 320 de indexación en el mecanismo 310 de indexación pueden disponerse en otras ubicaciones (por ejemplo, en el otro lado de los dispositivos respectivos), además la desviación inicial puede ser en sentidos distintos de los indicados anteriormente, y/o el movimiento del obturador puede provocar que el mecanismo de indexación y/o el cartucho se muevan en un sentido distinto del descrito (por ejemplo, opuesto). Posteriormente, el mecanismo de accionamiento proporciona un movimiento dirigido de manera distal provocando que la leva 610 de indexación se mueva hacia el cartucho 205, y moviendo el extremo distal del obturador 550 a través de un receptáculo 220 en el cartucho 205 con el que se ha alineado sustancialmente el obturador 550. La leva 610 de indexación está configurada de tal manera que cuando el saliente 615 alcanza el extremo 660 distal de la hendidura 640, el extremo distal del obturador 550 está sustancialmente alineado con el extremo 670 distal del pie 650 de presión (figura 6b).

A medida que el mecanismo de accionamiento continúa moviendo la leva 610 de indexación hacia el cartucho 205, la disposición del saliente 615 en la hendidura 640 provoca que el saliente 615 mueva el pie 650 de presión y el obturador 550 en un sentido distal hacia la superficie 120 corporal. La superficie 620 de leva de la leva 610 de indexación se engancha con la superficie 330 de leva dispuesta en una superficie inferior del mecanismo 310 de indexación e impulsa el mecanismo 310 de indexación a su posición inclinada, impulsándolo para moverse en un sentido 700 mostrado en la figura 6c. Sin embargo, dado que el obturador 550 está en el receptáculo 220 del cartucho 205, el mecanismo 310 de indexación está limitado en cuanto a lo lejos que puede moverse en el sentido en el que está impulsándose. Este movimiento puede observarse más claramente en la figura 8, en la que puede observarse que, a medida que la superficie 620 de leva de la leva 610 de indexación se mueve hacia la superficie 120 corporal y se desliza por la superficie 330 de leva del mecanismo 310 de indexación, el mecanismo 310 de indexación se impulsa en el sentido 700, y también se impulsa en el sentido 730 distal, hacia la superficie 120 corporal. El sistema está configurado de tal manera que, debido al posicionamiento del obturador 550, la disposición de leva, la geometría de las características de indexación, y la desviación, el mecanismo 310 de indexación se mueve una distancia suficiente para aumentar una característica 320 de indexación correspondiente en el mecanismo 310 de indexación hasta la característica 225 de indexación adyacente en el cartucho 205. La geometría de las características 225 de indexación contribuye a garantizar que, una vez movidas una distancia suficiente para implementar la indexación, las características 320 de indexación correspondientes del mecanismo 310 de indexación caen o descienden en su sitio con respecto a las características 225 de indexación del cartucho 205, antes de que el mecanismo 310 de indexación se mueva de vuelta hacia su posición desviada, garantizando por tanto que se produce la indexación. Durante este tiempo, el mecanismo de accionamiento se controla de tal manera que se provoca que el obturador 550 impulse una unidad folicular desde el receptáculo 220 del cartucho 205 al interior de la luz de la herramienta 110 de implantación, fuera del extremo distal de la herramienta 110 de implantación y al interior de la superficie 120 corporal. Controlando el extremo 670 distal del pie 650 de presión para que alcance la superficie de la superficie 120 corporal sin penetrar en la misma, y alineando sustancialmente el extremo distal del obturador 550 con el extremo 670 distal del pie 650 de presión, puede lograrse y controlarse una profundidad de implantación deseada. En una realización de este tipo, ni el extremo 670 distal del pie de presión ni el extremo distal del obturador 550 penetran en la superficie 120 corporal.

Una vez implantada la unidad folicular, el mecanismo de accionamiento (o mecanismo de control) provoca que la leva 610 de indexación se retraiga junto con el obturador 550, moviéndolos ambos en el sentido proximal, alejándolos de la superficie 120 corporal. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento puede accionarse mediante uno de los procesadores (tal como los descritos en la figura 1 con referencia a uno o más procesadores 125). Inicialmente la retracción es de tal manera que el pie 650 de presión permanece estacionario y sólo se retrae el obturador 550 en el sentido proximal. Sin embargo, una vez retraído suficientemente, el saliente 615 de la leva 610 de indexación alcanza el extremo 630 proximal de la hendidura 640, y el pie 650 de presión se retrae junto con el obturador 550. Mantener el contacto inicialmente entre el extremo 670 distal del pie 650 de presión y la superficie 120 corporal, a medida que se retrae el obturador 550 a partir de la superficie 120 corporal, puede servir para optimizar la implantación de la unidad folicular. Eventualmente, el obturador 550 se retrae fuera del receptáculo 220 del cartucho 205 permitiendo que el mecanismo 310 de indexación se libere de vuelta a su posición desviada, es decir, en el sentido 720 (haciendo referencia a las figuras 6a) (opuesto al sentido 700). Además, dado que el obturador 550 se ha retraído a partir del cartucho 220, el mecanismo 310 de indexación también puede volver a su posición desviada que es en un sentido 710 proximal (figura 6a) alejándose de la superficie 120 corporal, y el cartucho 220 se indexa de tal manera que un receptáculo adyacente está sustancialmente alineado con el obturador 550, y el procedimiento está listo para comenzar de nuevo. El mecanismo 310 de indexación comprende además un tope 340 que limita el movimiento del mecanismo 310 de indexación a medida que vuelve a su posición desviada, lo cual garantiza a su vez que la indexación se limita a aumentar al receptáculo adyacente. Tal como se ilustra en la figura 8, el tope 340 puede comprender el extremo del mecanismo 310 de indexación, proporcionando un rebaje en el alojamiento 210 de conjunto de herramienta un límite 680 de tope. De esta manera, se limita la capacidad del mecanismo 310 de indexación para moverse en los sentidos 700 y 720.

Tal como se mencionó anteriormente, el uso del pie 650 de presión mientras se extrae el obturador a partir de la superficie 120 corporal permite que el obturador se retire más fácilmente de la superficie corporal, y adicionalmente minimiza la posible expulsión de unidades foliculares cercanas anteriormente implantadas, proporcionando un mecanismo antisalida. El extremo 670 distal del pie 650 de presión presiona la superficie 120 corporal sin penetrar en la misma, proporcionando una presión hacia abajo alrededor del obturador, y estabilizando eficazmente la zona de superficie corporal que lo rodea. Por tanto, cuando se retira el obturador, hay menos alteración dentro de la zona que rodea al obturador, minimizando la posible expulsión de unidades foliculares cercanas anteriormente implantadas.

El uso de un pie 650 de presión en combinación con el obturador 550 puede ser particularmente útil en dispositivos portátiles, en los que la posición axial del obturador puede no ser fácilmente evidente para el usuario, ya que puede estar oculto dentro de la luz de la aguja. El pie 650 de presión puede proporcionar una indicación visual mediante la cual el usuario puede evaluar lo lejos que está penetrando la aguja en el interior de la superficie corporal y también puede actuar como tope para el obturador.

Sin embargo, debe entenderse que, en algunas realizaciones, el uso del pie de presión es opcional. Por ejemplo, en

algunas realizaciones, el procesador o controlador del sistema puede controlar la distancia que se mueve el obturador sin el uso de un pie de presión. El dispositivo 115 de adquisición de imágenes puede adquirir datos relacionados con la distancia de la herramienta de implantación y/o el obturador con respecto a la superficie corporal, y el procesador y/o controlador del sistema pueden controlar la distancia que se mueve la herramienta de implantación y/o el obturador, incluyendo, cuando se desee, impedir que el obturador penetre en la superficie corporal.

La figura 9 es un diagrama de flujo que describe un ejemplo de metodología para una alimentación continua de receptáculos usando sistemas e instrumentos de la presente divulgación. En una etapa 810 preliminar, un primer cartucho 220 que comprende una pluralidad de receptáculos puede cargarse en el interior del, o acoplarse al, sistema, los receptáculos adyacentes de la pluralidad de receptáculos están separados unos de otros una distancia predeterminada. Tal acoplamiento del primer cartucho puede lograrse o bien automáticamente por el sistema o bien por el sistema con la ayuda de un usuario u operario, tal como médico o asistente médico. En algunas realizaciones, el sistema puede estar configurado para permitir que el usuario acople cartuchos al sistema de manera manual. El sistema puede programarse, configurarse o hacerse funcionar o bien para cargar objetos o unidades en el interior de, o bien para expulsar objetos o unidades fuera de, los receptáculos del primer cartucho. La carga o expulsión pueden comprender hacer funcionar un obturador (u otro mecanismo similar) para moverse al interior o entrar en el receptáculo, empujando un objeto o unidad (tal como, un injerto capilar) o bien al interior o bien al exterior del receptáculo, dependiendo de la aplicación. En otras implementaciones, la carga o expulsión pueden lograrse usando un diferencial de presión para impulsar el objeto o unidad fuera de cada receptáculo y al interior de la herramienta 110, tal como se describe adicionalmente a continuación. En implementaciones adicionales, por ejemplo, puede usarse una combinación de empuje mecánico y diferencial de presión para expulsar la unidad folicular a partir del cartucho.

El movimiento del obturador o mecanismo similar puede controlarse mediante uno o más procesadores 125. En algún momento durante el procedimiento, en la etapa 820, puede acoplarse operativamente un segundo cartucho al sistema, por ejemplo, bloqueando el segundo cartucho al primer cartucho. En algunas realizaciones, para mantener las dimensiones globales del sistema al mínimo durante la mayor parte de su funcionamiento, el segundo cartucho puede acoplarse poco antes de que todos o casi todos los receptáculos del primer cartucho se vacíen (con referencia a los procedimientos de implantación) o se llenen con los objetos (con referencia a la carga de los receptáculos del cartucho con los objetos). Por ejemplo, el segundo cartucho puede acoplarse cuando el sistema está a punto de expulsar la unidad folicular a partir del último receptáculo del primer cartucho (o anterior). En esas realizaciones, se minimiza el tiempo durante el cual los cartuchos tanto primero como segundo están cargados en el sistema. Sin embargo, en otras implementaciones, el segundo cartucho puede acoplarse en cualquier otro momento deseado o apropiado. Debe entenderse que el "último" receptáculo en el primer cartucho puede no ser un último receptáculo físico real, sino que puede ser el último en el que el sistema ha indicado una operación de carga o expulsión, el último receptáculo del cual se expulsó un objeto o unidad o en el que se cargó un objeto o unidad en el primer cartucho (o anterior) antes de que se desee comenzar la operación con un segundo cartucho (o posterior). En la etapa 830, el sistema se hace funcionar o bien para cargar objetos o unidades en el interior del, o bien para expulsar objetos o unidades fuera del, primer receptáculo del segundo cartucho. Según la metodología de la presente divulgación, pueden cargarse o expulsarse objetos o unidades en el interior o a partir de un primer receptáculo del segundo cartucho sin perder nada de tiempo interrumpiendo el procedimiento para retirar el cartucho anterior y sustituirlo por el posterior. En algunas realizaciones, la etapa 830 puede realizarse mientras el primer cartucho (anterior) permanece operativamente unido al sistema y en la etapa 840 el primer cartucho puede retirarse en cualquier momento después de expulsarse un objeto, tal como unidad folicular, a partir del primer receptáculo del segundo cartucho. En determinadas realizaciones, el primer cartucho puede desconectarse o retirarse en la etapa 840, por ejemplo, una vez que el mecanismo de impulso se ha movido en alineación con el primer receptáculo del segundo cartucho. Si se desea, en algunas implementaciones, varios o más receptáculos del segundo cartucho (o posterior) pueden vaciarse antes de desconectarse o retirarse el primer cartucho a partir del sistema. En otras realizaciones, las etapas 830 y 840 pueden realizarse de manera sustancialmente simultánea, de tal manera que la carga de objetos en el interior de o la expulsión de objetos a partir de un primer receptáculo del segundo cartucho puede tener lugar sustancialmente al mismo tiempo que se retira o desconecta el primer cartucho a partir del sistema. En cualquier caso, la retirada del primer cartucho a partir del sistema no tiene ningún impacto sobre la eficiencia de carga/expulsión, ya que no impide que continúe el procedimiento para permitir que se carguen o se expulsen objetos o unidades en el interior o a partir de los receptáculos del cartucho posterior a la misma tasa y sin interrupciones.

Además, en algunas realizaciones de la divulgación, el sistema puede estar configurado para reconocer y/o indicar cuándo se ha completado o está a punto de completarse el trabajo con un cartucho anterior, e instruir el acoplamiento del cartucho posterior. Uno o más indicadores, por ejemplo marcas de referencia, pueden colocarse adyacentes a un extremo del primer cartucho y usarse para proporcionar una indicación al usuario o al sistema de que el último receptáculo del primer cartucho está vaciándose o llenándose o próximo a vaciarse o llenarse. Esta información puede visualizarse, por ejemplo, en el dispositivo 140 de visualización, indicando que el usuario debe retirar pronto el primer cartucho, o puede usarse por el sistema para proporcionar una retirada/desconexión automática del primer cartucho. En una realización alternativa, la longitud del mecanismo 310 de indexación puede facilitar la desconexión automática del primer cartucho. Tal como se ilustra en la figura 7, puede observarse que el

mecanismo 310 de indexación comprende una longitud finita con un número finito de características 320 de indexación. Por tanto, una vez que se ha indexado el primer cartucho 305a de una manera gradual, eventualmente la primera características 225 de indexación del primer cartucho 305a ya no se enganchará con las características 320 de indexación correspondientes del mecanismo 310 de indexación. Por tanto, a medida que también se indexa el segundo cartucho 305b, habrá un punto en el tiempo en el que sólo el segundo cartucho 305b esté enganchado con las características 320 de indexación correspondientes del mecanismo 310 de indexación, y el primer cartucho 305a se desconectará automáticamente a partir del mismo. Resultará evidente que la selección de una longitud particular del mecanismo 310 de indexación determinará el momento de desconexión.

10 Cartuchos para su uso con los sistemas y métodos de la presente divulgación

Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporcionan mejoras en el diseño y la configuración del propio cartucho. Las configuraciones de cartucho descritas pueden usarse en procedimientos automatizados o semiautomatizados, incluyendo con los sistemas robóticos. Además, tales configuraciones de cartucho pueden usarse usando, por ejemplo, un dispositivo portátil, aunque tal dispositivo o procedimiento puede automatizarse hasta diversos grados. Tal como se explicó anteriormente, el cartucho puede tener una pluralidad de receptáculos para contener diversas unidades biológicas (tales como injertos capilares o injertos tisulares) que deben almacenarse y retirarse a partir de tales receptáculos sin dañar tales injertos de modo que puedan implantarse o reutilizarse, por ejemplo. La figura 10 ilustra un cartucho 900 similar a un cartucho dado a conocer en la patente estadounidense patente estadounidense n.º 8.211.134 legalmente cedida, por ejemplo, en la figura 18, en el que los receptáculos 920 están dispuestos dentro del cuerpo del cartucho 900 separados de la superficie superior del cartucho 945. Dicho de otro modo, una abertura o una perforación 930 del receptáculo 920 se extiende desde una cara 940 primera o delantera hasta una cara 950 segunda o trasera (no mostrada) que es sustancialmente paralela a la cara 940 delantera, no estando expuesta ninguna porción de la longitud de los receptáculos a la superficie 945 superior. En esta configuración particular, las unidades foliculares pueden cargarse en el interior del cartucho empujando un injerto (por ejemplo, unidad folicular) al interior de cada abertura 930 de los receptáculos 920 no estando expuesta ninguna porción de unidad folicular en la superficie del cartucho 900.

La figura 11 ilustra un cartucho 1000 según la presente divulgación. El cartucho 1000 incluye un cuerpo que tiene una superficie 1035 primera o superior, una superficie 1040 segunda o inferior, una cara 1045 delantera y una cara 1050 trasera (no mostrada), y que define una pluralidad de receptáculos 1020 que discurren sustancialmente en paralelo desde la cara 1045 delantera hasta la cara 1050 trasera. En el ejemplo ilustrado, el cartucho 1000 comprende veinte (20) receptáculos 1020, cada uno dimensionado y configurado para retener una unidad folicular. Sin embargo, debe entenderse que esto es sólo un ejemplo y un número diferente de receptáculos está dentro del alcance de la presente divulgación. La longitud 1025 del cartucho 1000 en el ejemplo de la figura 11 se ha seleccionado de tal manera que puede almacenarse fácilmente en una placa petri hasta que se requiera, estando la longitud 1025 en el intervalo de 2 a 10 cm de longitud, albergando fácilmente una longitud de 3 a 3,5 cm, y más específicamente de 3,2 cm, por ejemplo, los 20 receptáculos ilustrados. Los receptáculos 1020 están configurados de tal manera que están dispuestos más cerca de la superficie 1035 superior, por ejemplo, dentro de 0,2 mm a 0,5 mm desde la superficie 1035 superior.

En este ejemplo particular, las hendiduras 1060 se extienden a partir de los receptáculos 1020 y desembocan en la superficie 1035 superior del cartucho 1000. Estas hendiduras 1060 ayudan en el procedimiento de cargar unidades foliculares en el interior de los receptáculos 1020 del cartucho 1000. En determinadas implementaciones, los injertos o las unidades foliculares pueden colocarse en el interior de receptáculos con el uso de las pinzas. Las hendiduras 1060 permiten guiar las pinzas a medida que se tira de la unidad folicular a través de la primera abertura 1055 y al interior del receptáculo 1020. Adicionalmente, las hendiduras 1060 pueden presentar sección decreciente (por ejemplo, ensancharse) hacia la primera abertura 1055 del receptáculo 1020, proporcionando la porción en sección decreciente una característica 1065 de guía adicional que puede albergar adicionalmente, por ejemplo, las pinzas a medida que introducen la unidad folicular en el interior de la primera abertura 1055, sin someter a ningún traumatismo innecesario a la unidad folicular que está cargándose. Esta configuración permite al usuario cargar el cartucho con unidades foliculares más rápidamente y/o más fácilmente que en una configuración que no comprende hendiduras 1060 o características 1065 de guía adicionales. Para ayudar a entender cómo se cargan unidades foliculares en el interior de un cartucho, se hace referencia a las figuras 12 y 13. La figura 12 representa una unidad folicular o injerto 1100 capilar que comprende uno o más folículos capilares o tallos 1108 capilares, que se extienden cada uno desde un bulbo 1110 correspondiente, teniendo la unidad 1110 folicular un extremo 1120 distal posicionado por debajo de la piel. Normalmente, el bulbo 1110 piloso y una porción 1106 del tallo 1108 capilar están rodeados por tejido 1115 en el que una porción 1105 de punta del tallo 1108 capilar que está libre de cualquier tejido y que representa una porción del folículo capilar o tallo capilar que emerge desde la superficie corporal. Esta porción 1105 de punta se recorta habitualmente hasta aproximadamente de 1 mm a 2 mm (de 0,04 a 0,08 pulgadas) cuando se realiza un trasplante capilar usando instrumentos portátiles o durante procedimientos de extracción de unidades foliculares automatizados (por ejemplo, robóticos), y normalmente se recorta hasta aproximadamente de 3 mm a 5 mm (de 0,12 a 0,20 pulgadas) cuando se realiza un procedimiento de trasplante capilar de tira. Las células madre responsables del crecimiento del cabello están ubicadas normalmente a lo largo de la porción 1106 del folículo 1108 capilar que está por debajo de la epidermis hasta el bulbo 1110 piloso. Tal como se muestra en la figura 13, el usuario puede guiar una unidad 1100 folicular sujeta mediante la porción 1105 de punta con un par de pinzas 1200 o

un dispositivo similar al interior de la hendidura 1060 (comenzando normalmente en la primera abertura 1055) del receptáculo 1020 (mostrado en la figura 11). En algunas realizaciones, las hendiduras 1060 pueden atravesar la anchura del cartucho 1000. En otras realizaciones, tales como la ilustrada, la hendidura puede atravesar sólo una porción de la anchura del cartucho 1000 (en algunos casos una porción sustancial), pero termina antes de alcanzar la cara 1050 trasera. De esta manera, el usuario puede sujetar, con la ayuda de pinzas, las porciones 1105 de punta de una unidad 1100 folicular (véase la figura 12) sin apretar y posiblemente dañar la porción que contiene las células madre y rodeada por tejido 1115, y tirar de la unidad 1100 folicular al interior de primera abertura 1055, a través del receptáculo 1020 hasta que se alcanza un extremo de la hendidura 1210 (mostrada como ejemplo en la figura 14) más alejado de la primera abertura 1055. En este punto, la porción 1115 tisular del injerto capilar se dispondrá sustancialmente dentro y a lo largo del receptáculo 1020, con el extremo 1120 distal de la unidad 1100 folicular dispuesto en o cerca de la primera abertura 1055, y con los extremos de la porciones 1105 de punta sobresaliendo a partir del otro extremo 1210 de la hendidura, tal como se observa mejor en la figura 14.

Otra característica del cartucho de la presente divulgación proporciona marcas convenientes para informar al usuario o al sistema automatizado de qué tipo de unidades biológicas contiene, u otra característica o información sobre las unidades biológicas. Por ejemplo, con referencia a implantación capilar, los cartuchos pueden marcarse para indicar el número de folículos capilares en las unidades foliculares respectivas contenidas en un cartucho particular. La serie ilustrada de puntos 1030 (vista en la figura 11), puede servir para mostrar un ejemplo de cómo puede marcarse el cartucho 1000 que contiene unidades foliculares de tipo F2.

Una vez cargado el cartucho con unidades foliculares, puede insertarse en, o acoplarse con, el sistema 200 de implantación de unidades foliculares para implantar unidades foliculares en el interior de la superficie 120 corporal del paciente. El movimiento de los folículos capilares desde los receptáculos 1020 del cartucho 1000 hasta la herramienta 110 de implantación puede lograrse usando diversos enfoques. La unidad 1100 folicular puede empujarse desde el cartucho 1000 al interior de la herramienta 110 de implantación usando, por ejemplo, una estructura o dispositivo mecánico, tal como el obturador 550. El operario o el sistema puede trasladar el obturador 550 a través de una porción o la longitud completa del receptáculo 1020, empujando por tanto la unidad 1100 folicular fuera del receptáculo 1020 y al interior de la luz de la herramienta 110, que está posicionada para estar sustancialmente alineada con el receptáculo 1020. El lector debe entender que la transferencia de unidades foliculares desde el cartucho hasta la herramienta de implantación puede lograrse usando varios enfoques alternativos. Otra opción es usar un diferencial de presión para impulsar la unidad folicular fuera de cada receptáculo y al interior de la herramienta 110 de implantación. En otras realizaciones alternativas, puede usarse una combinación de empuje mecánico y diferencial de presión para expulsar la unidad folicular a partir del cartucho.

Obturadores para su uso con los sistemas y métodos de la presente divulgación

Según aún otro aspecto de la presente divulgación, las figuras 14-17 ilustran un diseño nuevo y mejorado de un obturador 1150 que puede usarse con el sistema y los métodos de la presente divulgación. Normalmente, los obturadores para su uso en el trasplante capilar pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,8 mm a 1,1 mm (o de aproximadamente 0,03 a 0,04 pulgadas). Con referencia al trasplante capilar, el obturador 1150 está dimensionado, conformado y configurado de tal manera que alberga las porciones 1105 de punta de los uno o más folículos 1108 capilares que sobresalen a partir del tejido 1115 y mejora el guiado satisfactorio del injerto capilar o la unidad 1100 folicular al interior de la herramienta cuando el obturador 1150 empuja la unidad 1100 folicular fuera del receptáculo 1020. Con ese fin, el extremo distal del obturador 1150 comprende un rebaje 1155 dispuesto en el primer lado 1180 (por ejemplo, superior) en el mismo. El rebaje 1155 está dimensionado y configurado de tal manera que las porciones 1105 de punta pueden disponerse o residir dentro del rebaje 1155, de tal manera que no quedan atrapadas o se pellizcan cuando está expulsándose el injerto por el obturador a partir del receptáculo del cartucho al interior de la herramienta 110. Hay algo de tolerancia entre el diámetro exterior del obturador 1150 y el diámetro interior (o paredes de luz) de la aguja 110 de implantación, o el diámetro interior de los receptáculos 1020 del cartucho 1000. De manera nominal, la tolerancia puede ser de entre aproximadamente 0,025 mm y 0,05 mm (o entre aproximadamente 0,001 y 0,002 pulgadas). Las porciones 1105 de punta regulares del cabello tienen un diámetro nominal de 0,1 mm o 0,004 pulgadas, pero no resulta poco habitual que cabellos diminutos tengan un diámetro de menos de 0,05 mm o 0,002 pulgadas. Por tanto, sin el rebaje 1155, hay una posibilidad entonces de que las porciones 1105 de punta del cabello puedan pellizcarse entre el diámetro interior de la aguja 110 de implantación y el diámetro exterior del obturador 1150, o entre el diámetro interior de los receptáculos 1020 del cartucho 1000 y el diámetro exterior del obturador. También hay una posibilidad entonces de que las porciones 1105 de punta del cabello puedan pellizcarse cuando se desplazan desde el receptáculo 1020 del cartucho 1000 hasta la aguja 110 de implantación, ya que tiene que superar un pequeño hueco entre los dos. El rebaje, tal como el rebaje 1155 en el lado superior en el extremo distal del obturador 1150 proporciona una cavidad para el cabello. Por ejemplo, en las realizaciones en las que las unidades que van a almacenarse en el cartucho son injertos capilares, la longitud del rebaje 1155 puede ser de aproximadamente 1,5 mm a 2,5 mm (de 0,06 a 0,1 pulgadas) (para albergar la longitud de 1 a 2 mm (de 0,04 a 0,08 pulgadas) de las porciones 1105 de punta). La profundidad del rebaje 1155 puede ser, por ejemplo, de 0,2 mm a 0,3 mm (de 0,008 a 0,012 pulgadas) (lo cual alberga cómodamente un calibre de las una o más porciones 1105 de punta de la unidad 1100 folicular), o en un intervalo de aproximadamente el 10 por ciento a aproximadamente el 30 por ciento, por ejemplo, el 25 por ciento, de una dimensión en sección transversal del cuerpo alargado del obturador. Tal como entenderán los expertos en la técnica, las dimensiones del rebaje 1155 anteriores

se proporcionan a modo de ejemplo, y no están limitadas y pueden ajustarse dependiendo de la implementación y aplicación deseadas. En esta configuración, cuando la punta 1160 distal del obturador 1150 empuja sobre la porción del injerto rodeado por el tejido 1115, no es probable que la porción 1105 de punta que sobresale a partir del tejido 1115 se doble, pellizque o atrape tal como se explicó anteriormente, lo cual permite alinear de manera apropiada y transferir suavemente el injerto desde el cartucho de almacenamiento al interior de la herramienta 110. En una realización de la presente divulgación, el obturador 1150 avanza a través del receptáculo 1020 con el que está alineado, impulsando la unidad 1100 folicular contenida en el mismo para expulsarla a partir del receptáculo 1020 y entrar en un extremo proximal de la luz de la herramienta 110 de implantación. La herramienta 110 de implantación se hace funcionar para provocar que el extremo distal de la herramienta 110 de implantación entre en la superficie 120 corporal. Para lograr esto, el extremo distal de la herramienta 110 de implantación puede afilarse de modo que la propia herramienta penetra en la superficie corporal, o, alternativamente, la herramienta puede introducirse en una punción o incisión previamente realizada (realizada mediante otro instrumento). Se apreciará que la penetración de la superficie corporal puede producirse antes, durante o después del momento en el que se expulsa la unidad folicular a partir del receptáculo 1020 y al interior de la luz de la herramienta 110 de implantación. También se apreciará que los métodos mediante los cuales se hace que las unidades 1100 foliculares se muevan desde el cartucho 1000 hasta la herramienta 110 de implantación pueden lograrse mediante diversos enfoques distintos de los descritos anteriormente.

Adicionalmente, en algunas realizaciones el obturador 1150 de la presente divulgación puede estar configurado con una porción 1170 recortada, dispuesta en la punta distal del obturador 1150, pero en un segundo lado 1185 o lado opuesto (por ejemplo, inferior) del rebaje 1155 (véanse las figuras 16a-16b). La porción 1170 recortada puede estar configurada de tal manera que, en uso, cuando el extremo distal de la aguja 110 de implantación penetra en la superficie 120 corporal formando un ángulo de aproximación indicado como 1174 en la figura 17b, la superficie de la porción 1170 recortada del obturador 1150 se encuentra sustancialmente paralela a la superficie 120 corporal. De esta manera, cuando la punta 1160 distal del obturador 1150 empuja el extremo 1168 proximal de la porción del injerto rodeada por el tejido 1115, la superficie de la porción 1170 recortada está sustancialmente alineada con la superficie 120 corporal impidiendo que el obturador 1150 entre por debajo de la superficie 120 corporal, tal como se muestra en la figura 17b. Al mismo tiempo, la punta 1160 distal del obturador 1150 puede ejercer una fuerza suficiente para empujar la unidad folicular hasta la posición deseada para dar como resultado la implantación. Para realizar un procedimiento de implantación capilar, la aguja 110 de implantación puede hacerse avanzar formando un ángulo de aproximación en cualquier punto en el intervalo de 30-90 grados con respecto a la superficie corporal, aunque un intervalo más típico de ángulo de aproximación es de entre 40-45 grados. Por tanto, para colocar la porción 1170 recortada del obturador 1150 sustancialmente paralela a la superficie corporal (cuando el obturador 1150 está usándose, y usando un ángulo de aproximación para penetrar en una superficie corporal), la porción 1170 recortada está configurada para formar un ángulo (indicado como 1176 en la figura 16b) en el intervalo de 0-60 grados, y normalmente entre 45-50 grados. En algunas realizaciones, la porción recortada puede pasar a través de la totalidad o una porción del diámetro del obturador. En tales realizaciones, la punta 1160 distal y la porción 1170 recortada se intersecan en una línea que está formada sustancialmente a través de un diámetro del obturador 1150, iniciándose la porción 1170 recortada aproximadamente a lo largo de una línea que pasa a través de un diámetro del obturador, o cerca del mismo. Tal como se mencionó anteriormente, el diámetro 1178 del obturador 550 puede estar en la región de 0,8-1,1 mm (de 0,03 a 0,04 pulgadas). En algunas otras realizaciones, la porción 1170 recortada puede extenderse desde aproximadamente el 25 por ciento hasta aproximadamente el 60 por ciento, por ejemplo, el 50 por ciento, de una dimensión en sección transversal del obturador 1150, por ejemplo de tal manera que sólo se recorta una porción de la sección transversal de la punta distal del obturador que está posicionada más cerca de la superficie corporal. El recorte 1170 está configurado y funciona de tal manera que cuando se presiona el obturador contra la superficie 120 corporal, el recorte está sustancialmente a nivel con la superficie de la superficie corporal, permitiendo así que el extremo distal del obturador no comprima sustancialmente la superficie corporal.

Se apreciará que los obturadores según la presente divulgación pueden comprender un rebaje que tiene un tamaño, forma y configuración diferentes del rebaje 1155 mostrado como ejemplo en la figura 16a. Por ejemplo, el rebaje 1155 mostrado dispuesto en un lado del extremo distal del obturador 1150 puede funcionar bien cuando se usa un cartucho tal como el cartucho mostrado como ejemplo en la figura 11 (con las hendiduras 1060 que desembocan en la superficie 1035 superior). En otras configuraciones de cartucho, por ejemplo, un cartucho ilustrado en la figura 10, el posicionamiento de la porción 1105 de punta libre de tejido del tallo 1108 capilar puede ser de tal manera que no puede aprovecharse completamente un rebaje 1155 dispuesto sólo en uno (por ejemplo, el lado 1150 superior) del extremo distal del obturador 1150. En tal caso, puede resultar beneficioso usar el rebaje 1155 que se extiende alrededor de al menos una porción sustancial de la circunferencia del extremo distal del obturador, proporcionando una región 1300 de despeje, tal como la ilustrada en las figuras 17c-17d. La región 1300 de despeje puede estar dimensionada y configurada de tal manera que las porciones 1105 de punta de los tallos 1108 capilares pueden disponerse o residir en la región 1300 de despeje independientemente de en qué lado del obturador se encuentran las propias porciones 1105 de punta. Tal configuración ayudará a impedir que las porciones 1105 de punta queden atrapadas o se pellizquen cuando está expulsándose el injerto capilar a partir de un receptáculo del cartucho al interior de una herramienta o a partir de una herramienta al interior de la superficie corporal, o cuando están retirándose el obturador 1305 y la herramienta a partir de la superficie corporal tras haberse implantado el injerto capilar.

La figura 17c ilustra otro ejemplo de un obturador 1305 que comprende un rebaje con una región 1300 de despeje dispuesta alrededor de una porción sustancial de la circunferencia del obturador. En este ejemplo, el obturador no se extiende alrededor de toda la circunferencia del obturador, ya que la geometría del obturador 1305 también puede usarse en el procedimiento de indexación. En las realizaciones del ejemplo de la figura 17c, una región de rebaje/despeje puede extenderse, por ejemplo, en cualquier punto entre el 50% y el 95% de la circunferencia del obturador, y más específicamente, entre el 75% y el 95%, o el 75% y el 90% de la circunferencia, o en un intervalo de 300-330 grados. Sin embargo, en otras configuraciones en las que no se requiere indexación, o en las que se usa un mecanismo de indexación distinto del descrito en el presente documento, la región 1300 de despeje puede estar dispuesta alrededor de toda la circunferencia del obturador. La longitud 1310 de la región 1300 de despeje puede basarse en la longitud del objeto o unidad biológica relevante (por ejemplo, longitud de la porción 1105 de punta libre de tejido del tallo 1108 capilar). Por ejemplo, con referencia al ejemplo de trasplante capilar, la longitud 1310 de la región de despeje puede estar aproximadamente en la región de 1,5 mm a 3,5 mm (de 0,06 a 0,13 pulgadas) para albergar la longitud de 1 a 3 mm (de 0,04 a 0,12 pulgadas) de las porciones 1105 de punta. Esta longitud 1310 oscila normalmente entre 1 y 4 mm, pero puede tener un intervalo superior de 6 ó 7 mm, por ejemplo, dependiendo de la longitud del cabello que esté implantándose. La profundidad 1315 del rebaje o la región 1300 de despeje puede ser similar a la del rebaje 1150, y normalmente oscila entre 0,2 mm y 0,3 mm (de 0,008 a 0,012 pulgadas), lo cual alberga cómodamente un calibre de las una o más porciones 1105 de punta de la unidad 1110 folicular, o en un intervalo de aproximadamente el 10 por ciento a aproximadamente el 30 por ciento, por ejemplo, el 25 por ciento, de una dimensión en sección transversal del cuerpo alargado del obturador. Tal como entenderán los expertos en la técnica, las dimensiones de la región 1300 de despeje anteriores se proporcionan a modo de ejemplo, y no son limitativas y pueden ajustarse dependiendo de la implementación y aplicación deseadas. Además, aunque la realización ilustrada de las figuras 17c-17d no comprende una porción 1170 recortada, puede incluirse una porción recortada, similar a las ilustradas con referencia a las figuras 16b y 17b.

Tal como se ilustra en la figura 17d, el obturador 1305 proporciona, entre otras cosas, el despeje entre las paredes 1320 interiores de una herramienta 1325 de implantación y las paredes exteriores del extremo distal del obturador 1305. La región 1300 de despeje está configurada de tal manera que una punta distal de una unidad folicular implantada que sobresale a partir de la superficie corporal no quedará atrapada o se pellizcará entre las paredes 1320 interiores de la herramienta 1325 de implantación y las paredes exteriores del extremo distal del obturador 1305, especialmente cuando están retirándose el obturador 1305 y la herramienta 1325 de implantación a partir de la superficie corporal. Como resultado, no tirarán hacia fuera la unidad folicular/injerto capilar recién implantado y se mejoran los cambios de tal injerto capilar que permanece implantado en la superficie corporal mediante los diseños y la configuración propuestos de los instrumentos usados.

En algunas realizaciones, el extremo distal del obturador 1150, el extremo que entra en contacto físico con la unidad folicular, puede comprender adicionalmente una superficie no traumática, que preferiblemente no puede dañar el injerto capilar cuando empuja contra la porción 1115 de injerto capilar. Por otro lado, en algunas realizaciones alternativas que no tienen un rebaje 1155 mostrado en la realización de las figuras 16-17, al menos una porción de la punta distal del obturador 1150 puede tener un borde de corte afilado. El propósito de tal borde de corte es ayudar en una transición sin interrupciones del injerto al interior de la herramienta 110 al poder cortar las porciones 1105 de punta que pueden quedar atrapadas entre el diámetro exterior del obturador y el diámetro interior de un receptáculo del cartucho 1000, o entre el diámetro exterior del obturador y el diámetro interior de la aguja de implantación o herramienta 110.

Alternativamente, pueden usarse otros mecanismos de impulso o medios para impulsar la unidad folicular a través de la herramienta de implantación. Por ejemplo, puede aplicarse un diferencial de presión, tal como se mencionó anteriormente, a la luz de la herramienta de implantación reduciendo la presión en el extremo distal del receptáculo con respecto al extremo proximal. Un ejemplo de tal presión es la presión que se provoca por un volumen muy pequeño de solución salina que se ha empujado a partir de la punta de un obturador tubular (para las realizaciones en las que se usa la solución salina).

La figura 18 ilustra un ejemplo de un instrumento 1200 portátil para implantar injertos capilares en el interior de una superficie corporal. Se cargan injertos capilares en el interior de una pluralidad de receptáculos del cartucho 1210, que puede estar configurado para conectarse de manera liberable al cuerpo 1220 del instrumento 1200 portátil, por ejemplo, mediante un mecanismo 1230 de liberación. El mecanismo 1230 de liberación puede comprender, por ejemplo, dos salientes dirigidos hacia fuera y desviados dispuestos diametralmente, o cargados por resorte, que se enganchan con un rebaje dirigido hacia dentro en una pared interior del cartucho 1210. Retorcer o girar el cartucho 1210 impulsa los salientes a liberar el cartucho 1210 a partir del, o a bloquear el cartucho en el, cuerpo 1220 de la herramienta portátil. Los expertos en la técnica conocen otros mecanismos que pueden bloquear y liberar selectivamente cartuchos a partir de cuerpos, y por tanto no se describirán. En uso, puede activarse un émbolo 1240 (por ejemplo, por el usuario o automáticamente), que acciona un obturador u otros mecanismos de impulso (no mostrados) para impulsar una unidad folicular a partir del cartucho 1210, al interior de la herramienta 1250 de implantación, y fuera del extremo distal de la misma. El émbolo 1240 también puede activar el pie de presión. Con la retracción del obturador (o por ejemplo, liberación del diferencial de presión), se indexa el cartucho y se alinea una unidad folicular adyacente en el cartucho para su implantación. Aunque se ilustra con un cartucho circular, el cartucho portátil puede comprender un cartucho lineal que incluye una o más de las características novedosas



descritas anteriormente.

5 Las diversas realizaciones descritas anteriormente se proporcionan únicamente a modo de ilustración y no deben interpretarse como que limitan la divulgación reivindicada. Estas realizaciones son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, y debe entenderse que la invención general, así como las realizaciones específicas descritas en el presente documento, cubren todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. A modo de ejemplo no limitativo, los expertos en la técnica apreciarán que pueden combinarse rasgos o características particulares descritas con referencia a una figura o realización según sea adecuado con rasgos o características descritas en otra figura o realización. Por ejemplo, 10 algunas porciones en un cartucho pueden contener unidades biológicas, tales como unidades foliculares, de un tipo mientras que otras porciones en el cartucho pueden contener unidades biológicas de otro tipo. Por tanto, pueden usarse marcas de referencia u otras marcas/identificadores y servir como identificadores únicos para el tipo de unidad biológica (por ejemplo, folicular) contenida, por ejemplo, en porciones previamente asignadas del cartucho. Los identificadores únicos pueden reconocerse posteriormente mediante un dispositivo de adquisición de imágenes asociado con los sistemas robóticos y de implantación, de tal manera que el mecanismo de indexación indexa el cartucho de tal manera que se alinea el tipo de unidad folicular requerido con la herramienta para su implantación al interior de la superficie corporal. Esta configuración particular requiere que el mecanismo de indexación pueda indexar el cartucho tanto hacia delante como hacia atrás, y no en un único sentido tal como se describió anteriormente. Además, los expertos en la técnica reconocerán que los dispositivos, sistemas y métodos dados a 20 conocer en el presente documento no están limitados a un campo, tal como la restauración capilar, sino que pueden aplicarse a cualquier número de campos. Por tanto, la descripción no debe interpretarse en un sentido limitativo, y el alcance de la presente divulgación está definido por las reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la técnica apreciarán además que la divulgación no se limita al uso de un sistema particular, y que pueden usarse sistemas y aparatos automatizados (incluyendo robóticos), semiautomatizados y manuales para posicionar y accionar las herramientas respectivas y otros dispositivos y componentes dados a conocer en el presente documento. 25

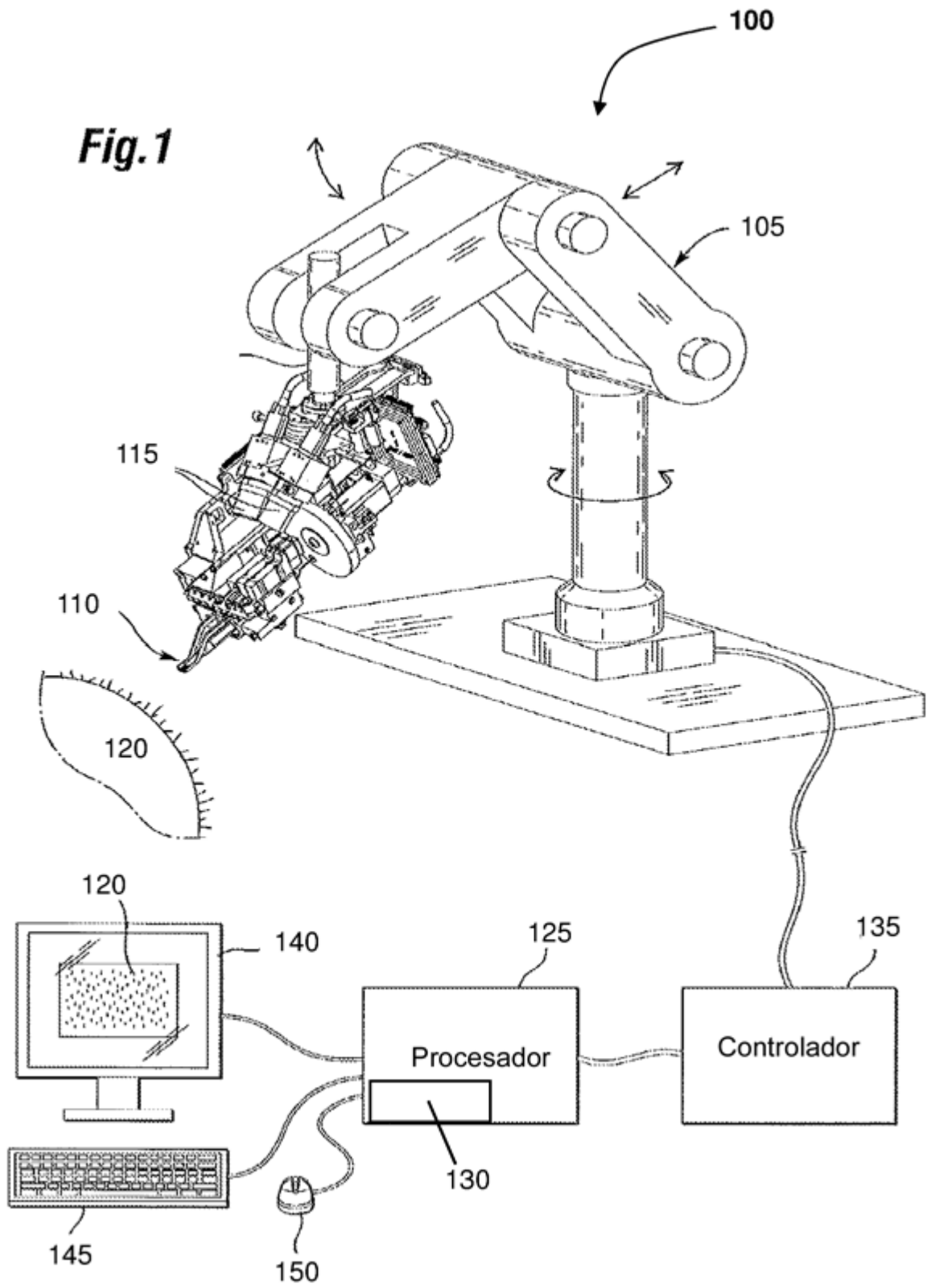
**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (100) caracterizado porque comprende:
  - 5 un primer cartucho (205; 305a, 305b; 900; 1000; 1210) que tiene al menos una primera característica (225) de indexación y que comprende una primera pluralidad de receptáculos (220; 410, 420; 920; 1020) con una separación (430) predeterminada entre los mismos, estando cada receptáculo dimensionado y configurado para retener una unidad (1100) biológica;
  - 10 un segundo cartucho (205; 305a, 305b; 900; 1000; 1210) que tiene al menos una segunda característica (225) de indexación y que comprende una segunda pluralidad de receptáculos (220; 410, 420; 920; 1020) con la separación (430) predeterminada entre los mismos, estando cada receptáculo dimensionado y configurado para retener una unidad (1100) biológica;
  - 15 en el que el primer cartucho (305a, 305b) y el segundo cartucho (305a, 305b) comprenden cada uno un cuerpo alargado sustancialmente lineal con caras de extremo y con las pluralidades primera o segunda de receptáculos correspondientes dispuestas para extenderse desde una cara delantera hasta una cara trasera de los cartuchos primero o segundo correspondientes y para ser sustancialmente paralelas entre sí;
  - 20 un alojamiento (210) configurado para albergar los cartuchos (205; 305a, 305b; 900; 1000; 1210) primero y segundo;
    - 25 un mecanismo (550; 1150) de impulso operativo cuando está sustancialmente alineado con uno de la primera pluralidad de receptáculos (220; 410, 420; 920; 1020) del primer cartucho o uno de la segunda pluralidad de receptáculos (220; 410, 420; 920; 1020) del segundo cartucho para cargar la unidad (1100) biológica en el interior del uno de la primera pluralidad de receptáculos del primer cartucho o en el interior del uno de la segunda pluralidad de receptáculos del segundo cartucho o para expulsar la unidad (1100) biológica a partir del uno de la primera pluralidad de receptáculos del primer cartucho o a partir del uno de la segunda pluralidad de receptáculos del segundo cartucho; y
    - 30 un mecanismo (310) de indexación dentro de un rebaje en el alojamiento que comprende características (320) de indexación configuradas para engancharse simultáneamente con la al menos una primera característica (225) de indexación del primer cartucho y la al menos una segunda característica de indexación del segundo cartucho cuando el primer cartucho y el segundo cartucho se colocan extremo con extremo y para mover simultáneamente el primer cartucho y el segundo cartucho en la misma dirección (205; 305a, 305b; 900; 1000; 1210) para alinear un receptáculo de las pluralidades primera o segunda de receptáculos (220; 410, 420; 920; 1020) con el mecanismo (550; 1150) de impulso;
    - 35 en el que el aparato (100) está configurado para acoplar operativamente el primer cartucho al segundo cartucho de tal manera que una distancia entre un último receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos del primer cartucho y un primer receptáculo de la segunda pluralidad de receptáculos del segundo cartucho es igual a la separación predeterminada y en el que el mecanismo de impulso está configurado para moverse en alineación con el primer receptáculo de la segunda pluralidad de receptáculos del segundo cartucho sin desconectar el primer cartucho a partir del aparato y en el que el mecanismo (550; 1150) de impulso está configurado para moverse en alineación con un primer receptáculo (420) del segundo cartucho (305b) sin desconectar el primer cartucho (305a) a partir del aparato (100).
2. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que el aparato está configurado para desconectar automáticamente el primer cartucho (305a) a partir del alojamiento una vez que el mecanismo (550; 1150) de impulso se ha movido en alineación con el primer receptáculo (420) del segundo cartucho (305b), o sustancialmente al mismo tiempo o después de que al menos una unidad biológica se expulse a partir del, o se cargue en el interior del, primer receptáculo (420) del segundo cartucho (305b).
3. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el mecanismo de impulso comprende un obturador (550; 1150) dimensionado y configurado para pasar a través de un receptáculo (220; 1020) seleccionado de los cartuchos primero o segundo (305a, 305b), opcionalmente en el que el obturador (1150) comprende:
  - 60 - en un extremo distal del obturador (1150), un rebaje (1155) alrededor de al menos una porción de una circunferencia del obturador (1150), o
  - una porción (1170) recortada dispuesta en una punta distal del obturador (1150) y formando un ángulo con respecto a la punta distal.
4. Aparato (100) según la reivindicación 3, en el que el aparato está configurado de tal manera que la retracción del obturador (550; 1150) a partir del receptáculo (220; 1020) seleccionado provoca que se

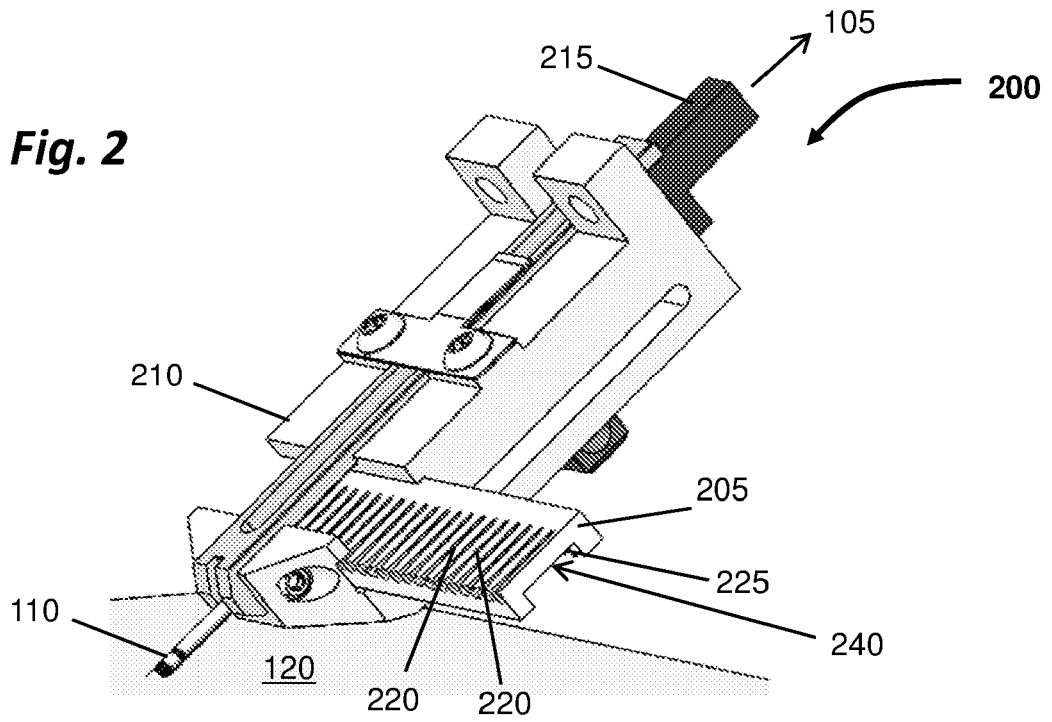
indexen los cartuchos (305a, 305b) primero y/o segundo.

5. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la al menos una característica (225) de indexación y/o la al menos característica (320) de indexación correspondiente comprenden uno o más dientes.
6. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que al menos un receptáculo de las pluralidades primera y/o segunda de receptáculos (410, 420) contiene una disolución de conservación de unidad biológica.
7. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, comprendiendo el aparato un indicador configurado para notificar cuando se ha vaciado o llenado o está a punto de vaciarse o llenarse el último receptáculo (410) del primer cartucho (305a).
8. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el aparato es un aparato de trasplante capilar, las unidades biológicas son unidades (1100) foliculares y en el que al menos uno del primer cartucho (305a) o el segundo cartucho (305b) comprende uno o más identificadores que indican: 1) un tipo de unidad folicular contenida en el mismo, y/o 2) si se ha alcanzado un extremo del cartucho.
9. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que los cartuchos (305a, 305b) primero y segundo están configurados para alojarse de manera retirable en un sistema portátil o un sistema (1200) al menos parcialmente automatizado.
10. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el aparato está configurado para alojarse de manera retirable en un sistema de trasplante capilar robótico que comprende un brazo (105) robótico, un mecanismo de control y una herramienta (110) de implantación que tiene una luz a través de la misma y que está conectada a, y manipulada por, el brazo (105) robótico; y en el que el mecanismo de control está adaptado para alinear automáticamente el receptáculo (220; 1020) de cartucho seleccionado con la luz de la herramienta (110) de implantación e impulsar la unidad (1100) biológica a partir del receptáculo (220; 1020) seleccionado a través de la luz de la herramienta (110) de implantación al interior de una superficie (120) corporal, opcionalmente en el que el sistema de trasplante capilar robótico comprende además un diferencial de presión a través del receptáculo (220; 1020) de cartucho seleccionado, y en el que el mecanismo de control inicia un diferencial de presión a través del receptáculo (220; 1020) de cartucho seleccionado para impulsar la unidad (1100) biológica a partir del receptáculo (220; 1020) seleccionado.
11. Aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende además una característica antisalida configurada para minimizar la posible expulsión de las unidades (1100) biológicas a partir de una superficie (120) corporal.
12. Aparato (100) según la reivindicación 10, que comprende además:
- una herramienta de extracción que tiene una luz a través de la misma, estando la herramienta de extracción conectada al, y manipulándose por el, brazo (105) robótico para posicionar la herramienta de extracción sobre una unidad (1100) biológica ubicada en una superficie (120) corporal; y en el que el mecanismo de control está adaptado para alinear la luz de la herramienta de extracción con un receptáculo (220; 1020) de cartucho seleccionado e impulsar la unidad (1100) biológica a través de la herramienta de extracción al interior del receptáculo (220; 1020) de cartucho seleccionado; y/o
  - un pie (650) de presión operativamente acoplado con el mecanismo de control y configurado para presionar la superficie (120) corporal sin penetrar en la misma cuando está expulsándose la unidad (1100) biológica a través de la luz de la herramienta (110) de implantación al interior de la superficie (120) corporal.
13. Método de alimentación continua de cartuchos (205; 305a, 305b; 900; 1000; 1210) al interior del aparato (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo el método las etapas de:
- alinear el mecanismo (550; 1150) de impulso con un receptáculo de una primera pluralidad de receptáculos (410) del primer cartucho (305a);
  - activar el mecanismo (550; 1150) de impulso para impulsar la unidad (1100) biológica fuera, o al interior, del receptáculo de la primera pluralidad de receptáculos (410);
  - permitir el acoplamiento del, o acoplar el, segundo cartucho (305b) que comprende una segunda pluralidad de receptáculos (420) al aparato (100); y
  - alinear el mecanismo (550; 1150) de impulso con un primer receptáculo (420) del segundo cartucho (305b)

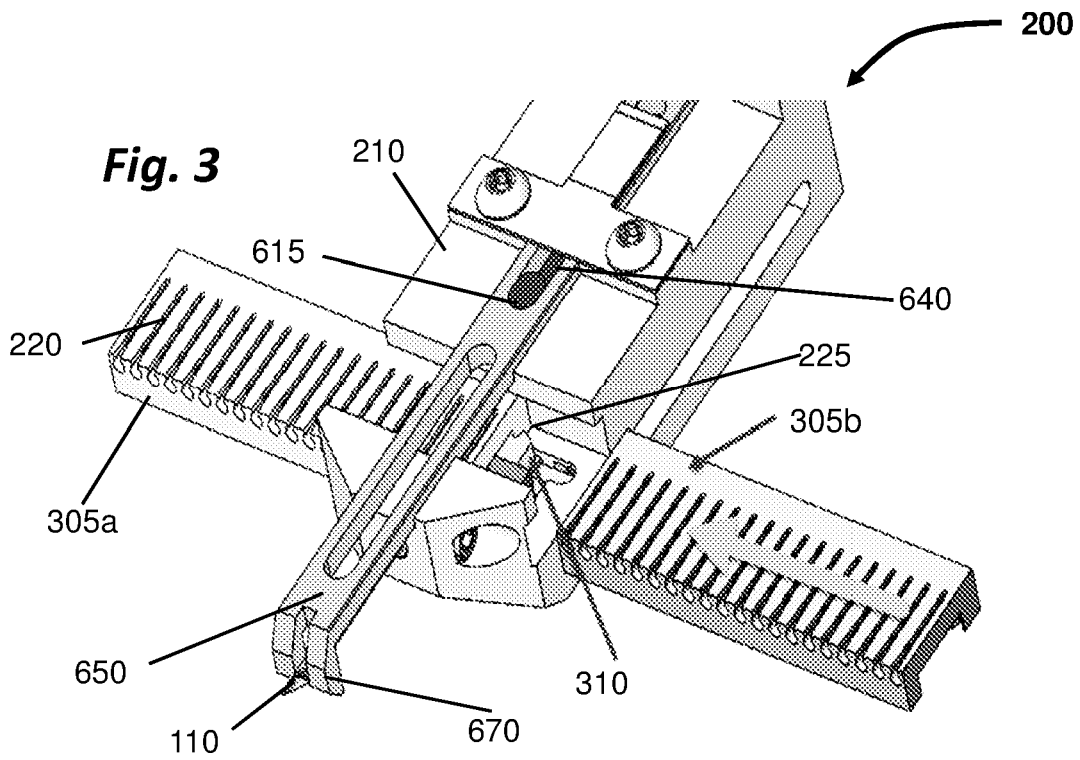
mientras que el primer cartucho (305a) permanece acoplado al aparato (100).

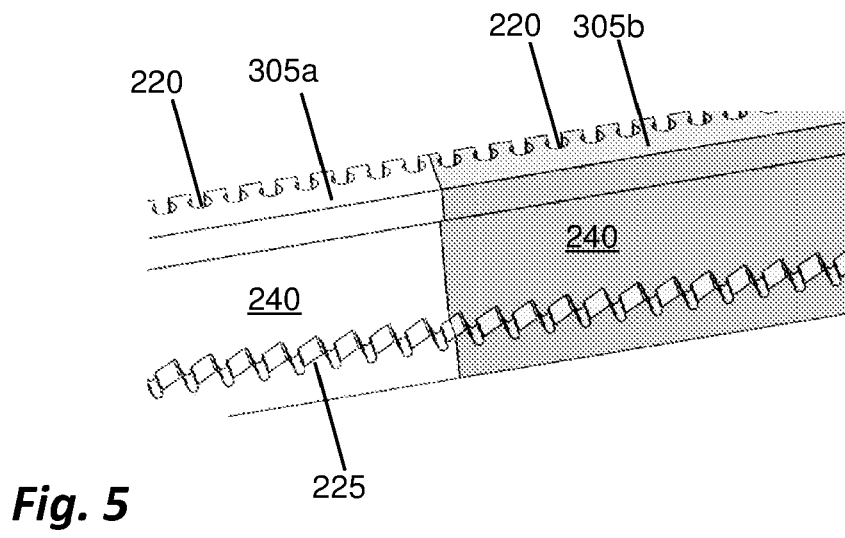
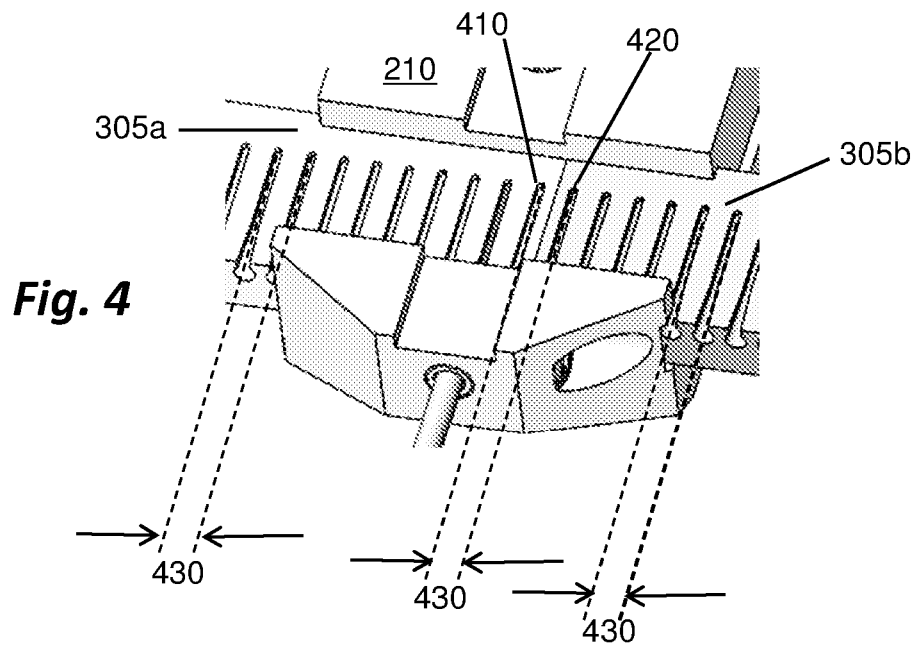


**Fig. 2**

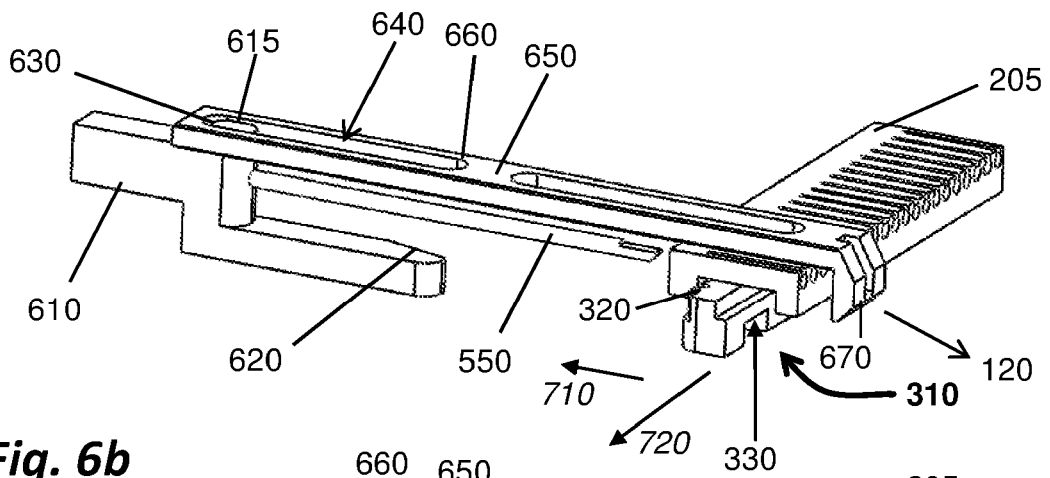


**Fig. 3**

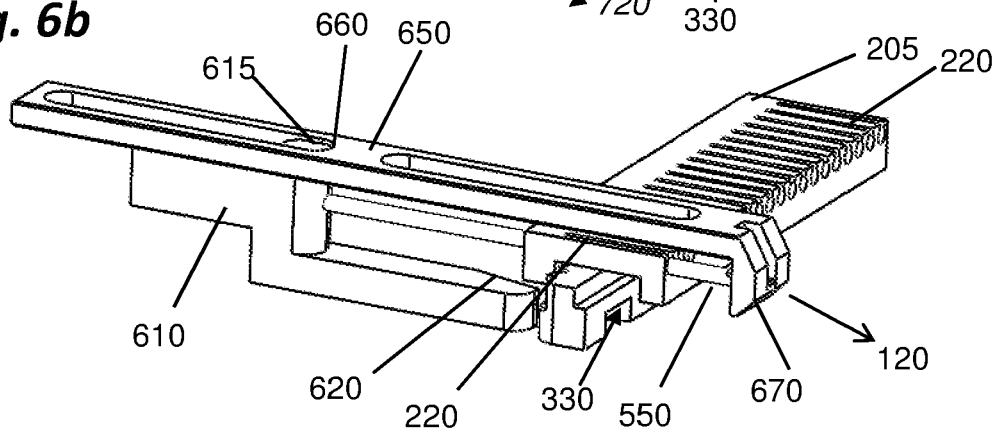




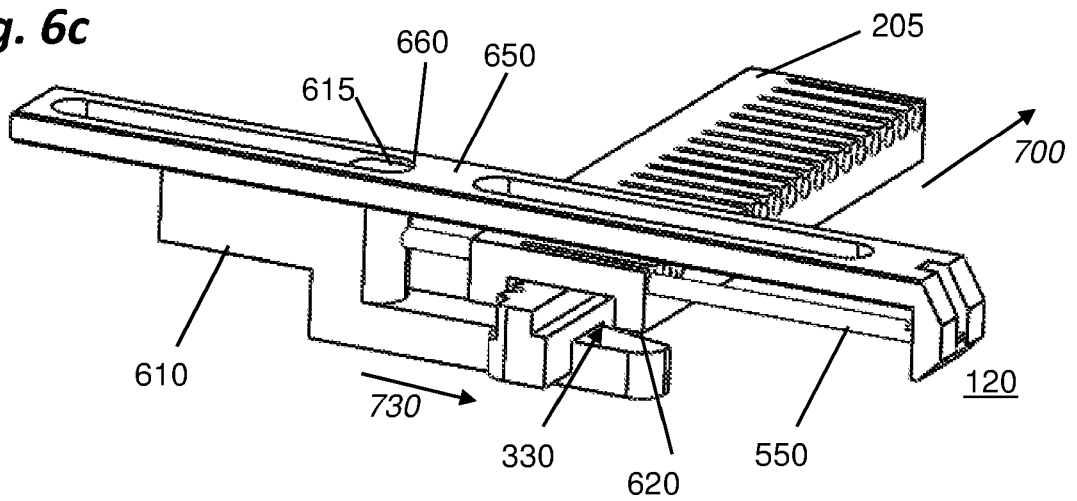
**Fig. 6a**



**Fig. 6b**

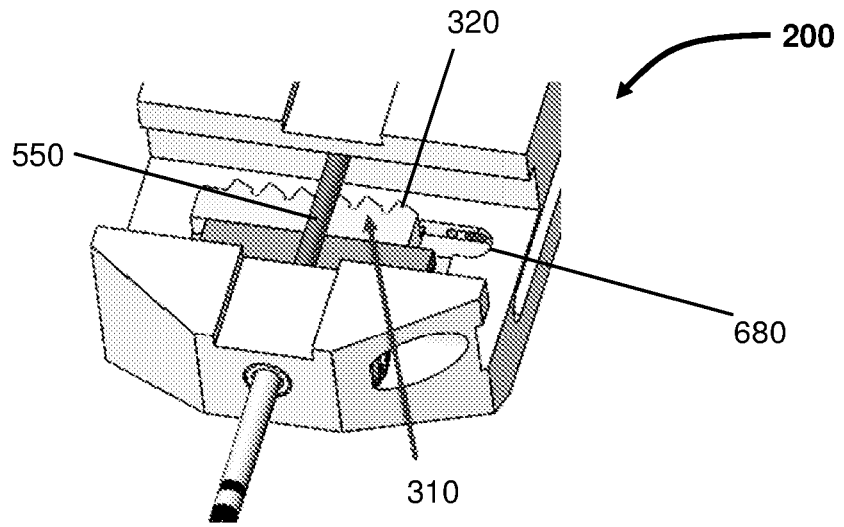


**Fig. 6c**

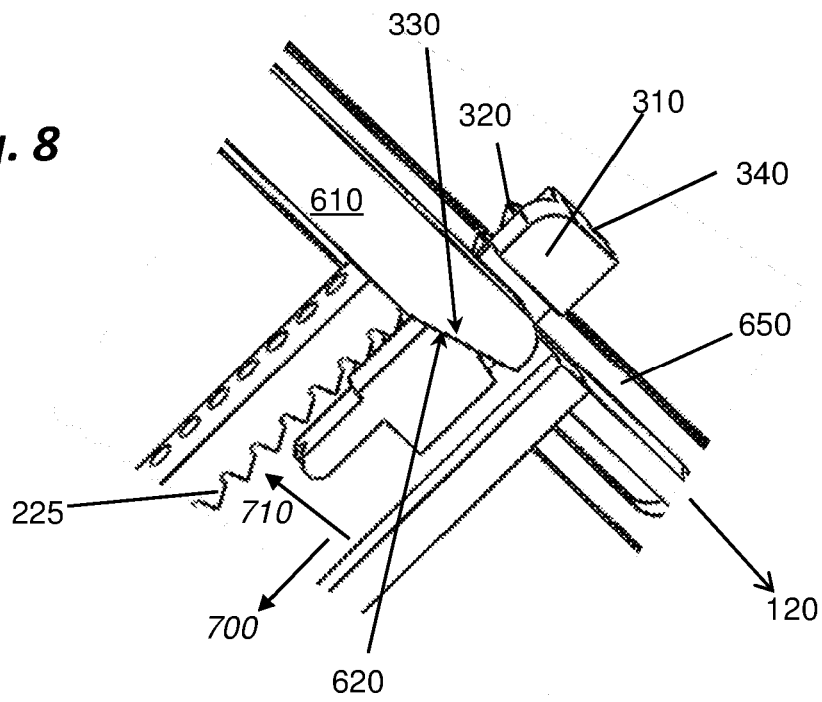


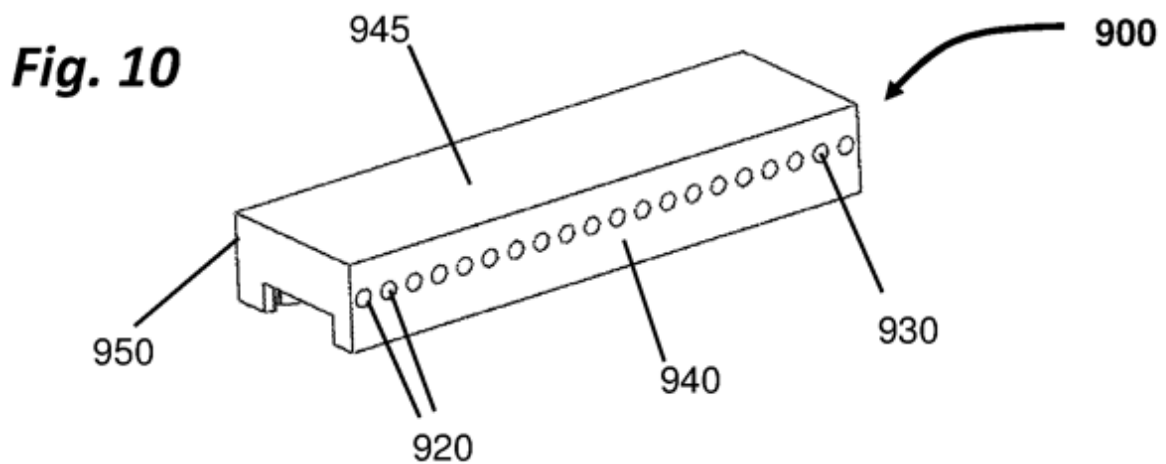
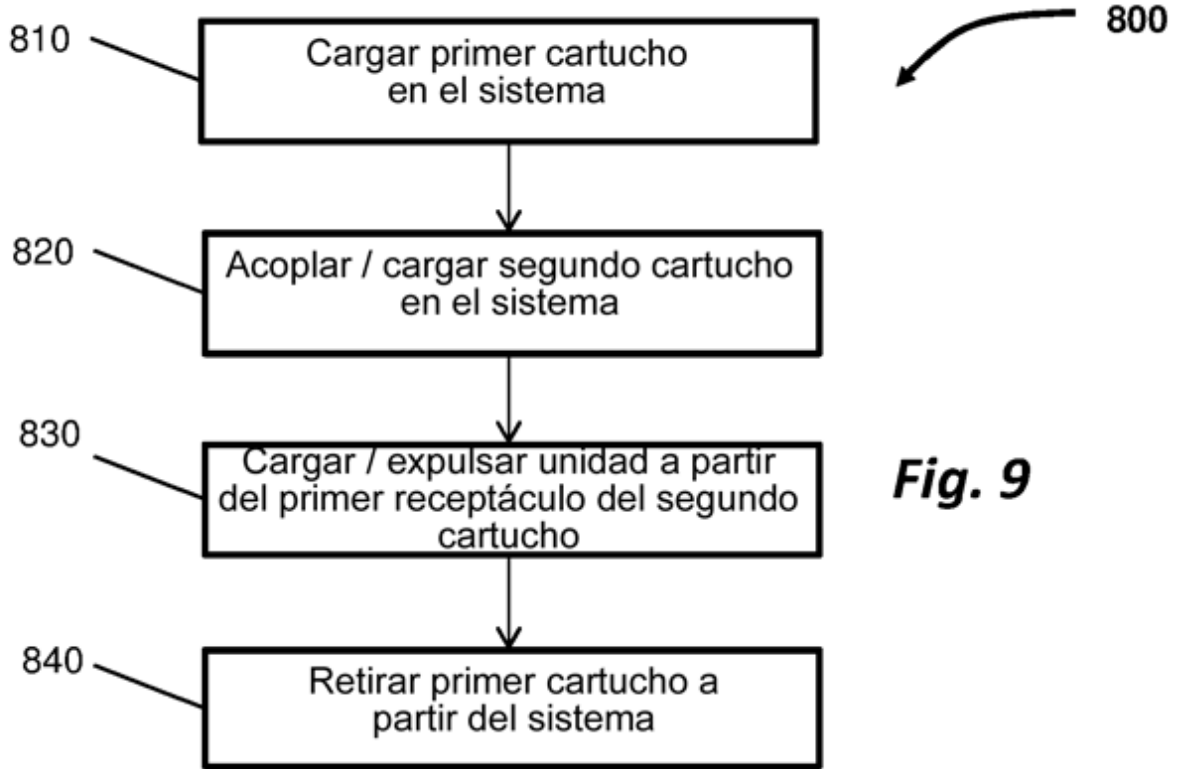


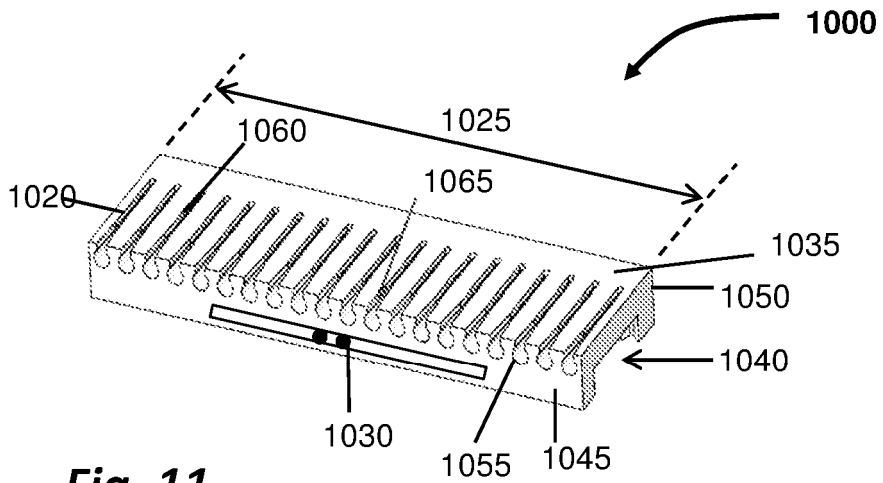
**Fig. 7**



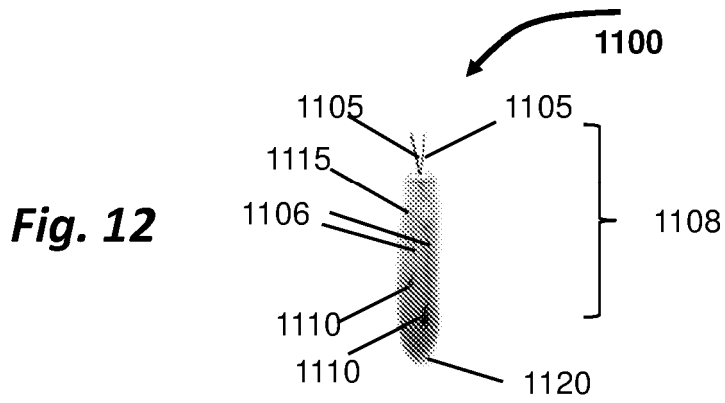
**Fig. 8**



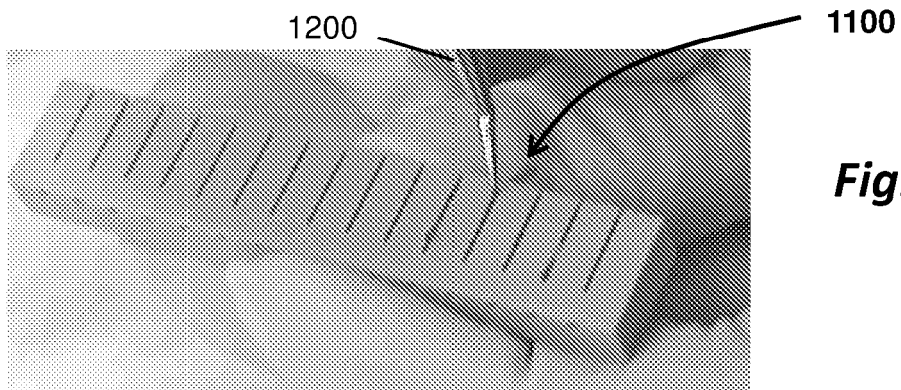




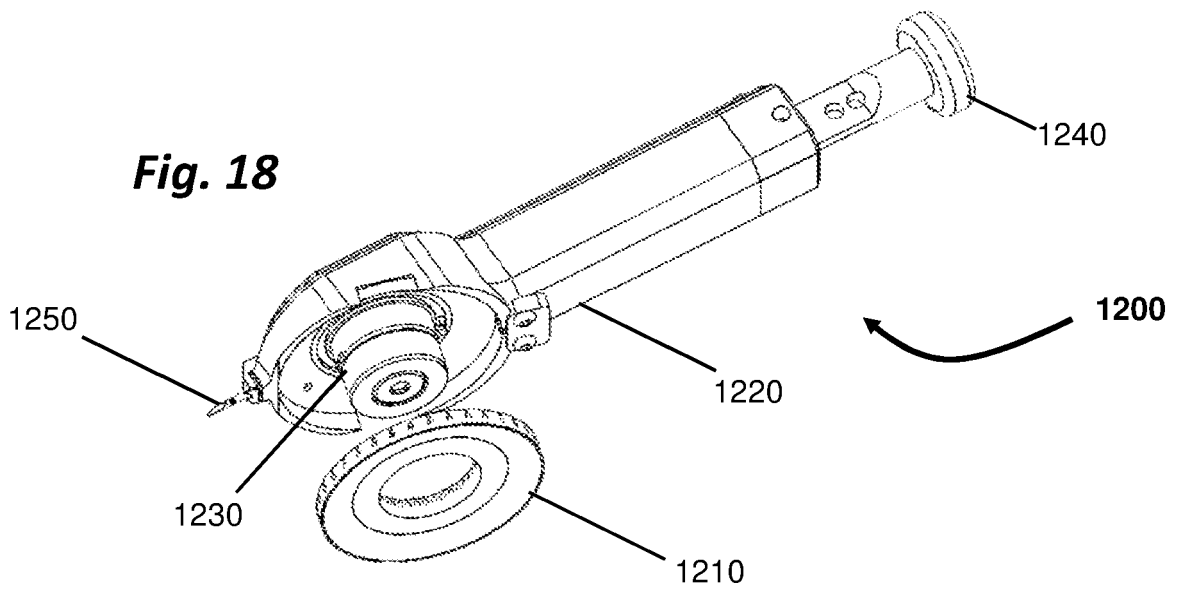
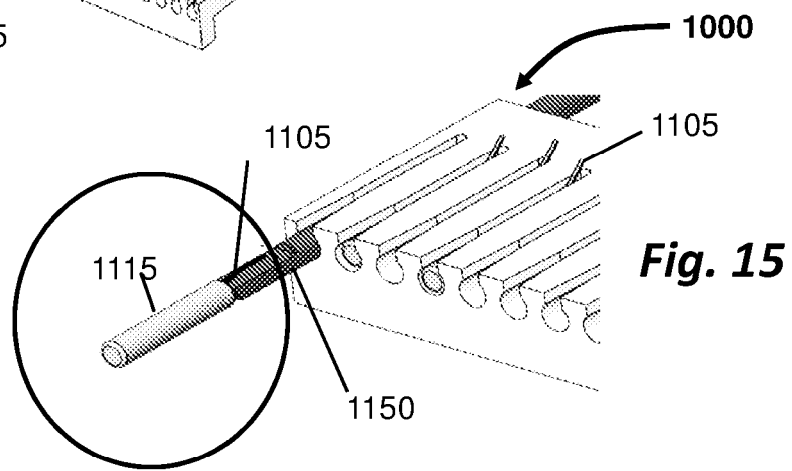
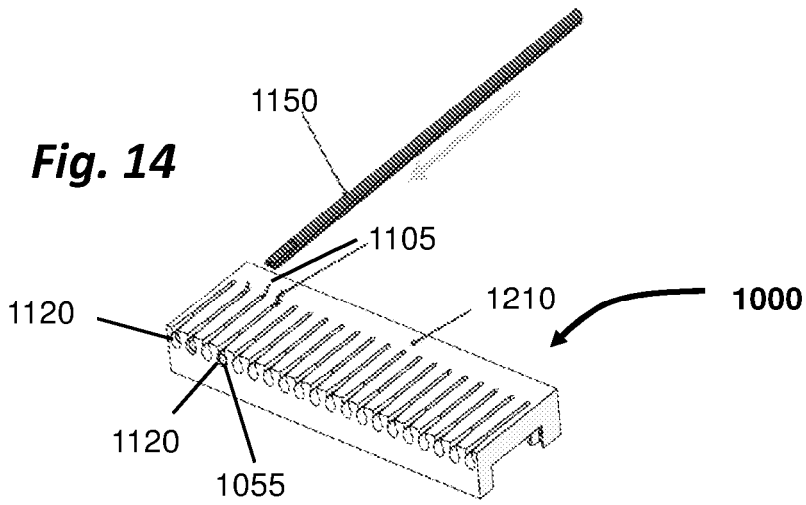
**Fig. 11**



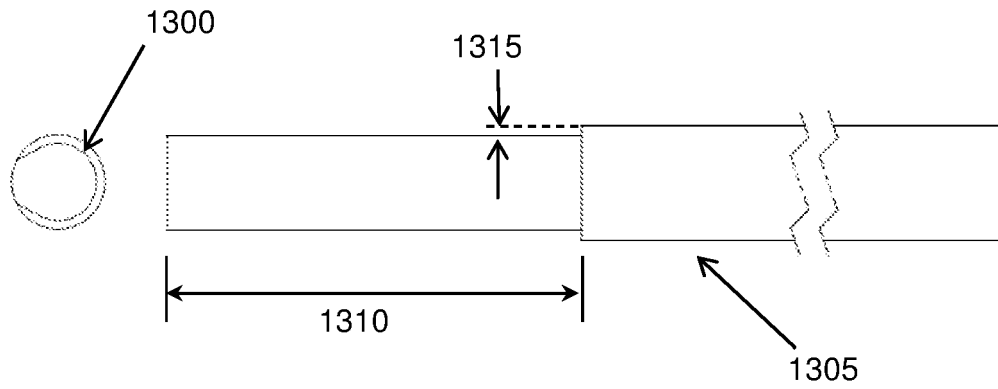
**Fig. 12**



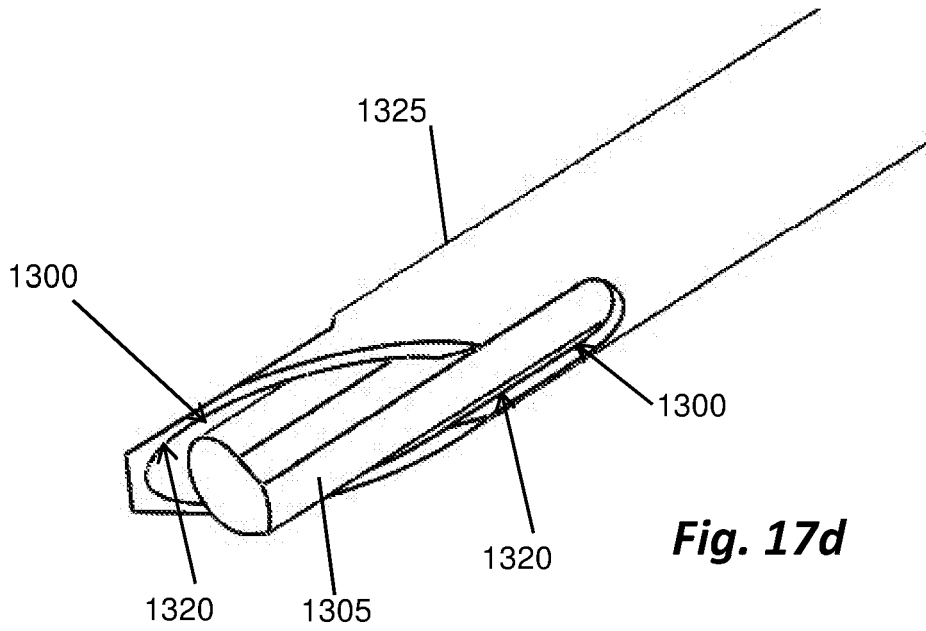
**Fig. 13**







**Fig. 17c**



**Fig. 17d**