

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 754**

51 Int. Cl.:

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 17/34 (2006.01)

A61F 2/10 (2006.01)

A61B 34/30 (2006.01)

A61B 10/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2008 E 16200790 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3155976**

54 Título: **Sistemas para recolectar, almacenar e implantar injertos de cabello**

30 Prioridad:

29.09.2007 US 997188 P
19.08.2008 US 194370

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.08.2019

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:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 721 754 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

Sistemas para recolectar, almacenar e implantar injertos de cabello

Campo de la invención

5 La presente invención se relaciona en general con dispositivos para almacenar objetos usados en procedimientos cosméticos y dermatológicos, y es especialmente útil para almacenar injertos de cabellos o folículos pilosos. En particular la presente invención se relaciona con un dispositivo para implantar unidades biológicas en tejido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Antecedentes de la invención

10 Un dispositivo tal para implantar unidades biológicas en tejido es por ejemplo conocido del documento US-A-2002/103500.

15 Existen diversos procedimientos cosméticos y dermatológicos donde hay una necesidad de recoger y almacenar unidades biológicas, por ejemplo, para examen, o procesamiento, o reutilización futuros. Los procedimientos de trasplante de cabello están entre los procedimientos bien conocidos, y típicamente involucran recolectar injertos de cabello de donantes de las áreas donantes del cuerpo del paciente, más comúnmente del cuero cabelludo, e implantarlos en un área calva (área receptora).

Las unidades foliculares pueden clasificarse, o "tipificarse", con base en el número de cabellos en la unidad e identificarse en taquigrafía como "F1" para una única unidad folicular de cabello, una "F2" para una unidad folicular de dos cabellos y así sucesivamente para unidades foliculares con 3-5 cabellos.

20 Diversos procedimientos para trasplante de cabello han sido divulgados previamente, incluyendo tanto manuales como mecanizados a ciertos grados de automatización. En un proceso manual bien conocido, una porción lineal del cuero cabelludo se extrae de un área donante mediante disección con un bisturí hacia abajo en el tejido adiposo subcutáneo. La tira se disecciona (bajo un microscopio) en las unidades foliculares componentes, que entonces se implantan en un área receptora en los respectivos agujeros de punción hechos por una aguja. Los fórceps se usan típicamente para agarrar y colocar los injertos de unidades foliculares en las ubicaciones de punción de aguja, aunque se conocen otros instrumentos y métodos para hacer eso.

La patente U.S. No. 6,585,746 divulga un sistema automatizado de trasplante de cabello que utiliza un robot y diversas herramientas maniobrables por el robot para recolectar e implantar injertos de cabello.

30 Durante los procedimientos manuales, semiautomáticos, o asistidos de manera robótica para trasplante de cabello, usualmente es deseable recoger y retener unidades foliculares recolectadas o injertos en algún dispositivo de almacenamiento antes de su implantación. De manera similar, en otros procedimientos cosméticos y dermatológicos que requieren la extracción de los objetos biológicos o tejidos, puede ser deseable recoger y almacenar tales objetos antes de que sean procesados, reutilizados o reimplantados. A menudo estos dispositivos de almacenamiento consisten de un recipiente para injertos de cabello en volumen, desde el cual un técnico arranca injertos individuales para el implante. Aunque se hicieron intentos para diseñar algunos dispositivos de almacenamiento o cartuchos para 35 contener folículos pilosos para uso en procedimientos de trasplante de cabello manual, hay una clara necesidad para un dispositivo de almacenamiento mejorado con un diseño mejorado y que podría usarse en sistemas y procedimientos manuales, de manera parcial o totalmente automatizados, o asistidos de manera robótica.

Resumen de la invención

40 De acuerdo con la invención se proporciona un dispositivo para implantar unidades biológicas en tejido de acuerdo con la reivindicación 1. La estructura de alivio de presión en los receptáculos puede limitar la máxima succión creada en los mismos.

45 En una realización útil, la unidad biológica es un injerto de cabello, y los receptáculos están dimensionados para recibir de cerca el injerto de cabello. Adicionalmente, el dispositivo de almacenamiento puede configurarse para ser recibido de manera extraíble en un sistema robótico de trasplante de cabello. De hecho, el dispositivo de almacenamiento puede configurarse para ser recibido de manera extraíble en uno o más de un dispositivo o sistema de mano, parcialmente automatizado, y totalmente automatizado. Al menos un receptáculo de la pluralidad de receptáculos puede contener una solución de conservación de unidad biológica, y el dispositivo de almacenamiento puede configurarse para permitir el enfriamiento de la unidad biológica una vez que se mantiene en un receptáculo de la pluralidad de receptáculos.

50 En una realización el mecanismo de control puede iniciar un diferencial de presión a través del receptáculo de cartucho seleccionado para instar a la FU desde el receptáculo seleccionado. Además, una herramienta de extracción de unidades foliculares que tiene un lumen a su través puede estar conectada a y manipulada por el brazo robótico para posicionar la herramienta de extracción sobre una FU ubicada en una superficie corporal, en donde el mecanismo de

control está adaptado para alinear el lumen de la herramienta de extracción con un receptáculo de cartucho seleccionado e insta a la FU a través de la herramienta de extracción en el receptáculo de cartucho seleccionado.

Otros objetos y ventajas adicionales de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lea en vista de las figuras acompañantes.

5 Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la presente invención se apreciarán a medida que se entiendan mejor con referencia a la especificación, reivindicaciones, y dibujos anexos en donde:

La figura 1 es una vista en perspectiva ensamblada de un subsistema de lanzadera de cartucho de ejemplo de la presente divulgación para recolectar e implantar unidades biológicas, tales como unidades foliculares;

10 La figura 2 es una vista en perspectiva en despiece del subsistema de lanzadera de cartucho de la figura 1;

La figura 3 es una vista en elevación lateral del subsistema de lanzadera de cartucho de la figura 1;

La figura 4 es una vista en sección a través del subsistema de lanzadera de cartucho tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3 y que muestra un número de puertos de flujo a su través;

15 La figura 5 es un diagrama esquemático de una porción de una realización de un subsistema de lanzadera de cartucho con un dispositivo de inspección de unidad folicular de ejemplo;

Las figuras 6A y 6B son vistas en sección y en elevación lateral a través de un subsistema de lanzadera de cartucho de ejemplo con el dispositivo de inspección de la figura 5;

Las figuras 7A-7E son diversas vistas en perspectiva, en elevación, y en sección de un cartucho rectilíneo de ejemplo para uso con el subsistema de lanzadera de cartucho de la figura 1;

20 La figura 8 es una vista en perspectiva de corte del subsistema de lanzadera de cartucho de ejemplo mostrado en un modo de recolección de unidad folicular;

La figura 9 es una vista en perspectiva de corte del subsistema de lanzadera de cartucho de ejemplo mostrado en un modo de implante de unidad folicular;

25 La figura 10 es una vista en perspectiva esquemática de un sistema de recolección e implantación de unidades biológicas robóticas de ejemplo de la presente divulgación;

Las figuras 11-13 son vistas en perspectiva, en planta lateral e inferior, respectivamente de un ensamblaje de cabeza del sistema de la figura 10;

Las figuras 14A-14D son vistas en elevación, y en sección de un cartucho en forma de disco de ejemplo para almacenar injertos de cabello de acuerdo con la presente divulgación;

30 La figura 15 es una vista en perspectiva del cartucho en forma de disco de ejemplo antes de cargarlo en un sistema de recolección/implantación de la presente divulgación;

La figura 16 es una vista en perspectiva del cartucho preparado de la figura 15 en proximidad a ciertos componentes de sistema de recolección/implantación con los que interactúa directamente;

35 La figura 17 es una vista en sección en perspectiva de los componentes de la figura 16 que muestra una estructura de reducción de diferencial de presión de ejemplo en un pasaje desde una herramienta de recolección hasta el cartucho para desacelerar la velocidad de una unidad biológica que se desplaza a su través;

La figura 18 es una vista parcial en perspectiva de un lado proximal de un cartucho de la presente divulgación que muestra una estructura de alivio de presión de ejemplo en una de las aberturas de receptáculo;

40 La figura 19 es una vista en sección en perspectiva de un borde de un cartucho alternativo de la presente divulgación que muestra una sonda de succión que se extiende a través de un medio permisivo a un receptáculo;

La figura 20 es una vista en perspectiva de la realización de ejemplo de los componentes de lanzadera de unidad folicular de acuerdo con la presente divulgación;

La figura 21 es una vista en elevación lateral de los componentes de lanzadera;

45 Las figuras 22A-22D son vistas en sección a través de los componentes de lanzadera tomadas a lo largo de la línea 22-22 de la figura 20, y que muestran una secuencia de operación de esos componentes de la una realización de ejemplo del sistema para recolectar una unidad folicular; y

Las figuras 23A-23B son vistas en sección a través de los componentes de lanzadera tomadas a lo largo de la línea 22-22 de la figura 20, y que muestran una secuencia de operación de esos componentes de una realización de ejemplo del sistema para implantar una unidad folicular.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

5 En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos acompañantes, en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas en las que se puede practicar la invención. A este respecto, los términos direccionales tales como "superior", "inferior", "frontal", "trasero", "distal", "proximal", etc., se usan con referencia a la orientación de las figuras que se describen. Debido a que los componentes o realizaciones de la presente invención se pueden posicionar en un número de diferentes orientaciones, la terminología direccional se usa con propósitos de ilustración y de ninguna manera limitativos. Debe entenderse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden hacerse cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente invención. La siguiente descripción detallada, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido limitativo, y el alcance de la presente invención se define mediante las reivindicaciones anexas.

15 El adjetivo "automatizado" con referencia a un sistema o proceso en conjunto significa que alguna parte o todo de un sistema o etapa en particular en el proceso involucra un mecanismo o función autónoma; es decir, ese mecanismo o función no requiere activación manual. Básicamente, una o más etapas en el procedimiento pueden ser automatizadas, o autónomas, con algunas partes que requieren participación manual. Esta definición abarca un sistema automatizado que requiere que solo un operador oprima un interruptor de encendido o programe la operación, y también un sistema en el que se usan herramientas de mano pero algún mecanismo del sistema funciona de manera autónoma, es decir, sin participación humana, para realizar una función. Algunos de los procesos automatizados descritos aquí también pueden ser asistidos de manera robótica o controlados por instrucción de ordenador/software/máquina. El dispositivo de la presente invención es útil en procedimientos y sistemas manuales, así como en procedimientos y sistemas automatizados, y es especialmente útil en los sistemas y procedimientos asistidos de manera robótica. En contraste, el adverbio "automáticamente" cuando se refiere al uso de un componente particular de un sistema o una etapa particular en un proceso significa que tal etapa se logra de manera autónoma, es decir, sin asistencia manual en tiempo real.

30 El término "herramienta" como se usa en herramienta de recolección (o extracción) con referencia a un procedimiento de trasplante de cabello se refiere a cualquier número de herramientas o efectores finales que sean capaces de extraer o recolectar FUs de una superficie corporal. Del mismo modo, una "herramienta" como se usa en herramienta de implantación con referencia a un procedimiento de trasplante de cabello se refiere a cualquier número de herramientas o efectores finales que sean capaces de implantar/insertar FUs en una superficie corporal. En este sentido, una superficie corporal se puede unir al cuerpo o ser un colgajo de piel extraído del cuerpo. Tales herramientas pueden tener muchas formas y configuraciones diferentes. En algunas realizaciones, la herramienta comprende un árbol tubular hueco. El extremo distal de las herramientas de extracción (por ejemplo, punzones, dispositivos de extracción de testigos, dispositivos de corte y/o recorte, agujas), típicamente se afilan, para cortar y extraer el tejido (por ejemplo, folículo piloso). Las herramientas de implantación también pueden afilarse de tal manera que realicen punción y suministro de la FU en una operación. Sin embargo, la punción puede estar formada por otra herramienta, con la herramienta de implantación estando relativamente despuntada y usada solo para suministro de la FU. También se debe anotar que las herramientas de recolección e implantación podrían ser el mismo instrumento o diferentes, dependiendo del procedimiento y objetos que van a ser extraídos o recolectados.

45 La presente invención utiliza un dispositivo de almacenamiento en el que se colocan las unidades biológicas recolectadas. El dispositivo de almacenamiento incluye receptáculos para recibir las unidades biológicas y puede reutilizarse inmediatamente para presentar las unidades biológicas para implantación, o puede retenerse durante un período para uso posterior. En una realización preferida, el dispositivo de almacenamiento comprende un cuerpo que tiene una dimensión de grosor y los receptáculos se extienden a través del cuerpo a lo largo de la dimensión de grosor. El dispositivo de almacenamiento puede ser referenciado alternativamente aquí como un cartucho o cartucho de almacenamiento. Debe entenderse que los dispositivos de almacenamiento de ejemplos (por ejemplo, un cartucho para folículos pilosos) de la presente invención son especialmente adecuados para uso con un sistema robótico o un sistema controlado por ordenador. Sin embargo, ciertos principios de los dispositivos de almacenamiento también proporcionan mejoras que podrían usarse con sistemas y dispositivos manuales, otros automatizados o parcialmente automatizados.

55 Las "unidades biológicas" incluyen unidades discretas usadas en procedimientos cosméticos y dermatológicos, por ejemplo, diversos tejidos, incluyendo el extraído para biopsias o injertos, unidades de piel, etc. Un ejemplo de las unidades biológicas particularmente útiles con la presente invención son injertos de cabello, o folículos, o "unidades foliculares".

60 La presente divulgación divulga un sistema completo, un componente de subsistema de lanzadera del mismo, y el dispositivo de almacenamiento útil para recolectar e implantar unidades biológicas. Como se mencionó anteriormente, el término unidades biológicas abarca un número de cosas, aunque la presente invención es particularmente útil en trasplante robótico de cabello, para proporcionar un sistema automatizado y un dispositivo de almacenamiento para recolectar e implantar unidades foliculares (FUs). Como tal, el término unidades foliculares (o FUs) se usará aquí

5 simplemente como un ejemplo para propósitos de describir algunas realizaciones de la presente invención con el entendimiento de que representa unidades biológicas de manera más amplia. Primero se describirá un subsistema de lanzadera de ejemplo, y segundo un sistema completo, y debe entenderse que los principios y mecanismos robóticos que se describen con respecto al sistema completo podrían adaptarse para utilizar el subsistema descrito anteriormente.

10 Las figuras 1-9 ilustran diversos componentes y etapas de proceso para un subsistema 20 de lanzadera de cartucho de ejemplo. Este subsistema de lanzadera "lanza" o transfiere injertos de cabello desde la superficie corporal y/o herramienta de recolección al cartucho y de vuelta desde el cartucho a una herramienta de implantación. Con referencia a las figuras 1 y 2, el subsistema 20 comprende un miembro 22 de base tipo bloque que tiene un extremo 24 distal y un extremo 26 proximal. Se definirá una dirección longitudinal que se extiende desde el extremo 24 distal hasta el extremo 26 proximal, mientras que la dirección transversal se extiende perpendicular a la misma en un plano horizontal. El miembro 22 de base define un canal 28 transversal que recibe en su interior un cartucho 30 rectilíneo. El cartucho 30 se desliza transversalmente dentro del canal 28 ya sea manualmente o de manera automática, por ejemplo, bajo el control de un manipulador robótico (no se muestra).

15 Una herramienta 32 se extiende de manera distal desde el extremo 24 distal del miembro 22 de base. La herramienta 32 de ejemplo ilustrada por conveniencia y simplicidad representa esquemáticamente tanto una herramienta de extracción/recolección de FU como una herramienta de implantación, que se puede acoplar de manera intercambiable al miembro 22 de base. Típicamente, la herramienta de recolección incluye un extremo distal de extracción de testigos, y tanto una herramienta de recolección como una herramienta de implantación típicamente definen en su interior un lumen u orificio pasante. Un obturador 34 similar a una varilla alargada se proyecta de manera proximal desde el extremo 26 proximal del miembro 22 de base. El uso del obturador 34 se describirá a continuación. El subsistema 20 de lanzadera de cartucho incluye además preferiblemente un dispositivo 36 de inspección. El dispositivo 36 de inspección se puede usar en variedad de formas. Simplemente puede registrar el paso de la FU recolectada desde la herramienta de recolección al cartucho, o desde el cartucho de vuelta a la herramienta de implantación para verificar que una FU se haya extraído y transferido con éxito al cartucho. Adicionalmente, el dispositivo 36 de inspección podría usarse para propósitos de recontar el número de FUs que se transfieren; o en sistemas más avanzados, también puede permitir la evaluación o clasificación de, por ejemplo, el tamaño y/o carácter de unidades foliculares recolectadas.

20 Con referencia ahora a la figura 4, el miembro 22 de base define un canal longitudinal que se extiende completamente a través del cuerpo sustancialmente a lo largo de la línea media del mismo. En el extremo 24 distal el canal recibe la herramienta 32 tal como en un ajuste de interferencia o con roscado mutuo. Justamente proximal a la herramienta 32, un tubo 40 de inspección transparente define un orificio pasante que proporciona una continuación del canal longitudinal a través de una brecha 42 en el miembro 22 de base. Como se ve en la figura 2, el dispositivo 36 de inspección incluye un par de dedos 43 orientados verticalmente que se extienden en la brecha 42 y flanquean el tubo 40 de inspección. Los dedos 43 contienen sensores, tal como detectores de luz, o cámaras, etc., para inspeccionar y/o registrar las FU que se desplazan a través o se detienen en el tubo 40 de inspección.

25 En un modo muy simple y útil de operación, el dispositivo 36 de inspección comprende una combinación de transmisor y receptor LED en los dedos 43. Cuando una FU atraviesa el tubo 40 de inspección, se interrumpe el haz de luz LED, que es detectado por el receptor. Esto indica al sistema que ha pasado una FU. Si durante una etapa de recolección no se detecta FU, el procesador de sistema graba la ausencia de una FU en ese receptáculo particular del cartucho, y el receptáculo, por ejemplo, puede entonces omitirse en una secuencia de implante subsiguiente usando ese cartucho.

30 Otro medio de ejemplo para inspeccionar FUs es un sistema de formación de imágenes que adquiere una imagen de una cualquiera unidad folicular y utiliza procesamiento de imágenes para evaluar, por ejemplo, el tipo, tamaño de la FU y/o número de folículos ahí dentro, así como para contarlos. Se divulgan diversas formas para inspeccionar y clasificar FUs en dos solicitudes PCT dirigidas a sistemas y métodos para clasificar y recontar FUs, PCT/US07/76726 y PCT/US07/76728, ambas presentadas el 24 de agosto de 2007. Estas solicitudes se publican como WO2008024954 y WO2008024955. Como se explicará a continuación, el dispositivo de almacenamiento o cartucho de la presente divulgación se podría usar en conjunción con los sistemas descritos en estas dos solicitudes PCT para proporcionar información sobre el tipo de unidad de folículo piloso ubicada en receptáculos seleccionados en el cartucho 30. Se podrían usar diversos medios de clasificación dependiendo de la unidad biológica. Por ejemplo, el cabello podría clasificarse basado ya sea una unidad de cabello múltiple o única, mientras que para otras unidades biológicas la estrategia podría ser su tamaño, forma, química, etc.

35 En una realización preferida, el sistema de la presente divulgación incluye un procesador para recibir señales del dispositivo 36 de inspección y el mecanismo para transferir una unidad biológica a un receptáculo de cartucho conocido. El procesador clasifica la unidad biológica y graba la clasificación para posterior recolección y recuperación selectiva del receptáculo de cartucho correspondiente. Por ejemplo, el dispositivo 36 de inspección puede incluir un dispositivo de adquisición de imágenes, y el procesador es un procesador de imágenes configurado para procesar una imagen obtenida por el dispositivo de adquisición de imágenes. Como se describe en PCT/LTS07/76726 y PCT/US07/76728, el procesador de imágenes puede configurarse para recontar y/o clasificar la FU, incluyendo por ejemplo, calcular un contorno de la imagen segmentada de la FU, calculando un perfil de contorno de la imagen

segmentada que ignora concavidades en el contorno calculado de la imagen segmentada de la FU, determinando el número de defectos en el perfil de contorno, y finalmente clasificando la FU al menos parcialmente basado en el número de defectos determinados. Alternativamente, el procesador de imágenes puede configurarse para grabar o registrar la FU.

5 Por supuesto, se podrían usar diversos dispositivos de adquisición de imágenes, representados por el dispositivo 36 de inspección, tal como los descritos en PCT/US07/76726 y PCT/US07/76728. Por ejemplo, el dispositivo de adquisición de imágenes puede ser una o más cámaras, tal como cualquier cámara disponible comercialmente. O, el dispositivo de adquisición de imágenes podría ser un dispositivo de grabación de video (tal como una videocámara). Aunque es preferible que el dispositivo de adquisición de imágenes sea un dispositivo digital, no es necesario. Podría ser, por ejemplo, una cámara de TV analógica que adquiere una imagen inicial que entonces se digitaliza en una imagen digital. El procesador de imágenes puede comprender cualquier dispositivo programado y configurado para realizar el método de registro, recuento y/o clasificación de una unidad biológica (por ejemplo, una FU). Un ejemplo no limitativo de un procesador de imágenes adecuado es cualquier tipo de ordenador personal ("PC"). Alternativamente, el procesador de imágenes puede comprender un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC) o Arreglo de Puertas Programable de Campo (FPGA). El procesador de imágenes puede programarse con software configurado para realizar los métodos divulgados.

Para obtener mejores imágenes de las unidades foliculares para permitir la inspección, evaluación y registro de las FU, la presente divulgación también proporciona componentes para rastrear o monitorizar la posición de la FU a medida que se "lanza" o se transfiere desde la superficie corporal y/o herramienta de recolección a, por ejemplo, un cartucho de almacenamiento, tal como a través del subsistema 20 de lanzadera de ejemplo. Alternativamente, se puede captar e inspeccionar las FU a medida que pasan a través del dispositivo de inspección antes de su implantación sin ningún uso de un cartucho de almacenamiento. En tales aplicaciones, las unidades biológicas inspeccionadas, tal como FUs, pueden clasificarse y entonces implantarse inmediatamente en una ubicación deseada basado en los resultados de la inspección y/o clasificación. Se pueden emplear diversas realizaciones, incluyendo aquellas con o sin el uso de un cartucho de almacenamiento usando técnicas similares, como se describe a continuación. En general, un dispositivo de inspección evalúa cada FU (o una muestra de FUs) a medida que se mueve a través del subsistema 20 de lanzadera. A este respecto, se usa un mecanismo para transferir las FU (o más en general unidades biológicas) más allá del dispositivo de inspección y, por ejemplo, en uno de la pluralidad de receptáculos de cartucho en aquellas realizaciones en donde se usa el cartucho. Debe entenderse que el mecanismo para transferir las FU puede ser el canal abierto con un diferencial de presión, como se describe anteriormente, u otro sistema de movilización similar tal similar a un trasportador, premontaje, o solución similar.

Al anticipar/calcular la posición de la FU a medida que se mueve a través del subsistema, o al detener el movimiento de la FU en el campo de visión de la cámara, se puede encender una luz estroboscópica en un punto y tiempo donde una cámara puede obtener una imagen clara. En general, un dispositivo de formación de imágenes (por ejemplo cámara) puede hacer una imagen de una FU a medida que se desplaza hacia o desde el cartucho. Con el fin de hacerlo, se puede usar un sistema de rastreo ubicado adyacente al canal a través del subsistema 20 de lanzadera corriente arriba de un punto de formación de imágenes para detectar la presencia de la FU en el sistema de lanzadera y medir su velocidad. El sistema de rastreo en conjunción con un procesador/controlador puede usar la información de velocidad para hacer una selección estroboscópica de una lámpara en el momento en que la FU está dentro del campo de visión del dispositivo de formación de imágenes. El estroboscopio puede congelar el movimiento de la FU para observación e inspección. Alternativamente, la FU puede detener su movimiento en el campo de visión de la cámara y tener su imagen grabada. Por ejemplo, la figura 5 muestra esquemáticamente componentes para rastrear/registrar el movimiento de una unidad biológica tal como una FU en los sistemas de la presente divulgación. Para propósitos de referencia, estos componentes pueden incorporarse al subsistema 20, y por lo tanto los elementos similares se darán como números similares. De hecho, las figuras 6A y 6B son vista en elevación y en sección lateral a través de un subsistema 20' de lanzadera de cartucho modificado con la adición de componentes de rastreo de FU. Esta técnica para monitorización, registro, inspección, y evaluación de una FU de interés también puede ser útil en un dispositivo de mano para recolectar FUs, y la ilustración en el subsistema 20' automatizado no debe considerarse limitativo.

50 En la figura 5 de ejemplo, se muestra una FU que se desplaza a una velocidad v a través del lumen de una herramienta 32 de recolección que se proyecta de manera distal desde el extremo distal del miembro 22 de base. Como se describió anteriormente, el lumen de la herramienta 32 lleva a un canal longitudinal que se extiende a través del miembro 22 de base y más allá de un punto 44 de formación de imágenes alineado con un dispositivo 36 de inspección. El dispositivo 36 de inspección en el ejemplo ilustrado incluye una cámara C, un estroboscopio S, y un divisor de haz BS. El estroboscopio S se muestra alineado con el eje de cámara, aunque también puede estar desalineado. Antes de alcanzar el punto 44 de formación de imágenes, la FU pasa entre un punto de control primero o situado corriente arriba que comprende una primera fuente de luz L_1 y un primer detector de luz D_1 , y un punto de control segundo o situado corriente abajo que incluye una segunda fuente de luz L_2 y un segundo detector de luz D_2 . Los puntos de control primero y segundo registran el paso de la FU cuando rompe la continuidad de transmisión de luz entre la fuente y el detector respectivo. Un procesador/controlador recibe entradas de estos sensores y envía salidas a cada uno de los diversos instrumentos, e incluye una memoria.

5 El procesador/controlador puede adaptarse para recibir señales del dispositivo de inspección, y realizar una o más de las operaciones adicionales, que incluyen pero no limitadas al registro de paso de la unidad biológica a través del dispositivo de inspección y en uno de la pluralidad de receptáculos de cartucho en aquellas realizaciones que incluyen el cartucho, unidades biológicas de recuento, y unidades biológicas de clasificación. Adicionalmente, el procesador/controlador puede grabar los resultados de una o más de las operaciones de registro, recuento y clasificación para posterior recolección y recuperación selectiva del receptáculo de cartucho correspondiente.

10 Aunque los sistemas y métodos de la presente divulgación se consideran particularmente útiles para administrar/procesar eficazmente una pluralidad de unidades biológicas en secuencia, tal como al clasificarlas y/o almacenarlas en receptáculos selectivos en un cartucho, diversos conceptos descritos aquí también son aplicables para más administración manual de unidades biológicas, una por una. Por ejemplo, un dispositivo de inspección se puede acoplar a una herramienta de extracción de unidades biológicas de mano manual o parcialmente automatizada para evaluación en tiempo real de cada unidad biológica. Por ejemplo, una herramienta de extracción de unidad folicular tal puede incorporar un dispositivo de inspección que muestre al usuario el tipo de FU (por ejemplo, F1, F2, etc.). Entonces el usuario puede determinar fácilmente la acción subsiguiente, tal como al implantar la FU en la ubicación adecuada, o expulsando la FU a un recipiente que contenga esos tipos de unidades foliculares. Además, una herramienta y dispositivo de inspección tal podrían acoplarse al procesador/controlador que hace un rastreo del número de diferentes tipos de FUs que se han extraído. En otras palabras, aunque los diversos sistemas descritos aquí son extremadamente útiles para la extracción/administración/implantación de unidades biológicas o foliculares automatizadas o robóticas, también son útiles y deseables en conjunción con herramientas de mano u otras no robóticas manuales.

15 Con referencia de nuevo a la figura 5, la distancia entre el punto de control primero y el punto de control segundo se indica como ℓ_1 , mientras que la distancia entre el punto de control segundo y el punto 44 de formación de imágenes se indica como ℓ_2 . El tiempo Δt_1 que la FU tarda en desplazarse entre los puntos de control se graba, y la velocidad v de la FU se puede calcular usando la fórmula:

25
$$v = \ell_1 / \Delta t_1$$

Subsecuentemente, el tiempo Δt_2 que tarda la FU en desplazarse entre el punto de control segundo y el punto 44 de formación de imágenes se puede calcular usando la fórmula:

$$\Delta t_2 = \ell_2 / v$$

30 Entonces el controlador activa el estroboscopio S a la vez Δt_2 después de que la FU pase el punto de control segundo o situado corriente abajo, y le indica a la cámara C que tome una fotografía del punto 44 de formación de imágenes. Con los tiempos de respuesta adecuados, la FU se centrará en el punto 44 de formación de imágenes, o al menos dentro del campo de visión 44' de la cámara, en el momento en que el estroboscópico S se dispara y la cámara C toma una fotografía. Este sistema de este modo asegura que se pueda obtener una imagen clara de cada FU. La información de las imágenes de las FU se puede usar entonces para múltiples propósitos, incluyendo sin limitación: registrar el paso de cada FU a través del sistema de lanzadera, recontar el número de FUs, incluyendo las enviadas al cartucho, clasificar y almacenar las FU, tal como basado en su tamaño, carácter, el número de cabellos en su interior (por ejemplo, "F1" para una unidad folicular de único cabello, "F2" para una unidad folicular de dos cabellos, y demás), o hacer un rastreo y grabar información sobre el tipo de una FU contenida en cada receptáculo del cartucho. Debido a la succión relativamente constante y por lo tanto a la velocidad v de las FU que pasan a través del sistema, los deltas de tiempo entre los puntos de control y el punto 44 de formación de imágenes también permanecen bastante constantes, lo que asegura además el éxito de la recogida de imágenes al eliminar los transitorios. Además, un operador puede muestrear las imágenes y ajustar los tiempos ligeramente si las FU no están centradas con precisión en el punto 44 de formación de imágenes.

45 Las figuras 6A y 6B ilustran un subsistema 20' de lanzadera modificado con la adición de componentes de rastreo de FU. Como se proporciona en la realización original de las figuras 1 y 2, el subsistema 20' comprende un miembro 22 de base tipo bloque que tiene un extremo 24 distal y un extremo 26 proximal. Una dirección longitudinal se extiende desde el extremo 24 distal hasta el extremo 26 proximal, mientras que la dirección transversal se extiende perpendicular a la misma en un plano horizontal. Un canal transversal en el miembro 22 de base recibe un cartucho 30 rectilíneo que se desliza ya sea manualmente o de manera automática, por ejemplo, bajo el control de un manipulador robótico (no se muestra). Una herramienta 32 de extracción/recolección de ejemplo se extiende de manera distal desde el extremo 24 distal del miembro 22 de base.

50 La figura 6B muestra el subsistema 20' en sección transversal horizontal, y como en la figura 4 muestra una brecha 42 en el miembro 22 de base dentro del cual está posicionado el dispositivo 36 de inspección. Debe anotarse que el dispositivo 36 de inspección representa esquemáticamente el ensamblaje de la cámara C, un estroboscópico S, y un divisor de haz BS como se describe anteriormente con respecto a la figura 5. El miembro 22 de base también recibe los puntos de control 45a, 45b primero y segundo dentro de los espacios 46 correspondientes. Como se describe anteriormente, los puntos de control 45a, 45b incluyen cada uno de manera deseable una fuente de luz y detector de luz posicionado para detectar el paso longitudinal de una FU a través del subsistema 20'. Como en el esquema de la figura 5, los puntos de control 45a, 45b corriente arriba y corriente abajo están separados por una distancia ℓ_1 , mientras

que el punto de control 45b corriente abajo está separado del punto 44 de formación de imágenes por una distancia l_2 .

5 El cartucho 30 incluye una pluralidad de receptáculos para recibir FUs. A medida que cada FU es inspeccionada e identificada por el dispositivo 36, el controlador puede manipular el cartucho 32 para colocar FUs particulares dentro de receptáculos particulares, o simplemente catalogar el contenido de los receptáculos del cartucho. Por ejemplo, todas las FU de F1 se pueden colocar en un grupo selecto de receptáculos, mientras que las FU de F2 y más grandes se colocarán en el resto de los receptáculos.

10 Aún con referencia a la figura 4, el canal longitudinal a través de la mitad del miembro 22 de base continúa a través del canal 28 transversal (como se ve en la figura 2) a través de uno de un número de receptáculos formados en el cartucho 30. Un manguito 47 tubular define un orificio pasante que forma una sección distal del canal longitudinal. El manguito 47 tubular encaja dentro de un orificio formado en el miembro 22 de base y está asegurado en su interior con una cubierta 48 que está empernada al miembro de base. El obturador 34 se muestra ajustado estrechamente dentro del orificio pasante del manguito 47 tubular. Una pluralidad de juntas tóricas o sellos 49 mostrados en la figura 4 previenen la fuga de fluido de las diversas secciones del canal y el exterior.

15 El miembro 22 de base define una pluralidad de puertos de fluido transversales que intersecan el canal longitudinal. Específicamente, un par de puertos 50a, 50b proximales se extienden desde lados opuestos del miembro 22 de base y convergen en la mitad, registrando con un par de puertos 51 laterales (véase figura 2) en el manguito 47 tubular. Un par de puertos 52a, 52b distales se extienden desde lados opuestos del miembro 22 de base y convergen en la mitad en comunicación fluida con una pequeña sección del canal longitudinal entre la herramienta 32 y el tubo 40 de inspección. Los puertos 50, 52 reciben conectores (no se muestran) de fuentes de fluido o vacío. Por lo tanto, como se explicará a continuación en la descripción de uso del subsistema 20, se pueden crear presiones diferenciales a lo largo del canal longitudinal. Preferiblemente, el fluido usado para presurizar el subsistema 20 es solución salina, aunque también se puede usar aire. Para los folículos pilosos, se prefiere solución salina para ayudar a mantener hidratación de las FU durante el procedimiento de recolección y/o implante. Sin embargo, cualquier otra solución de conservación es igualmente útil en la presente invención. El uso de una solución de conservación es ventajoso ya que cada receptáculo contiene de manera deseable algo de la solución de conservación después de ser llenada con una FU. Además, para preservar mejor las FU, la solución de conservación puede enfriarse o refrigerarse como se desee.

20 De acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un dispositivo de almacenamiento o cartucho 30. Dicho cartucho tiene preferiblemente una alta densidad de agujeros o receptáculos para almacenar FUs (u otros objetos biológicos apropiados) en espacios pequeños. Además, tal cartucho permite preferiblemente el almacenamiento de FUs bajo un entorno controlado, por ejemplo, manteniéndolos estériles, o húmedos, o a una temperatura fría deseada. La forma o configuración del dispositivo de almacenamiento o cartucho 30 puede tomar muchas formas, y ni las formas cilíndricas o tipo disco rectilíneas o descritas posteriormente son necesarias o limitativas, y pueden variar de acuerdo con la aplicación prevista. Los dispositivos de almacenamiento de la presente divulgación están configurados ventajosamente para definir una pluralidad de receptáculos para recibir las unidades biológicas. Tales dispositivos de almacenamiento pueden manipularse para registrar cada receptáculo, por ejemplo, secuencialmente con herramientas de recolección y/o implantación. Preferiblemente los dispositivos de almacenamiento son suficientemente pequeños para ser intercambiados fácilmente dentro del subsistema o sistema general, y se pueden esterilizar fácilmente si se deben reutilizar. Alternativamente, los dispositivos de almacenamiento pueden tener ciertas características que previenen la reutilización, y de este modo son desechables.

30 Las figuras 7A-7E ilustran un número de vistas de un cartucho 30 rectilíneo de ejemplo para usar con el subsistema 20. La figura 7A muestra una cara 60 distal (o primera cara) mientras que la figura 7B muestra una cara 62 proximal (o segunda cara). Las caras 60, 62 son planas y rectilíneas, y están en paralelo. Algunos ejemplos no limitativos de los cartuchos rectilíneos son aquellos conformados tipo cuadrados o rectángulos. La dimensión de grosor t mostrada en la figura 7B se extiende perpendicular a las caras 60, 62. Una pluralidad de receptáculos 64 se extienden completamente a través del cartucho 30 desde la cara 60 distal hasta la cara 62 proximal. Cada uno de los receptáculos 64 define una primera abertura 66 en la primera cara/distal 60, y un par de segundas aberturas 68 en la segunda cara/proximal 62. La forma de ejemplo precisa de los receptáculos 64 de esta realización se ve en sección transversal en las figuras 7D y 7E, y puede formarse fácilmente, por ejemplo, al perforar un agujero grande de la cara 60 distal, y dos agujeros más pequeños de la cara 62 proximal. El cartucho 30 define además una pluralidad de muescas 70 de indexación a lo largo de un borde superior en el lado proximal. Las muescas 70 se pueden usar para desplazar el cartucho 30, o como indicadores de ubicación para cada uno de los receptáculos 64. Además de los receptáculos 64, se extiende un orificio 72 central que tiene un diámetro constante entre las caras 60, 62. Como se describirá a continuación, el orificio 72 permite el paso del obturador 34 a través del cartucho 30.

45 50 55 60 Las figuras 8 y 9 ilustran dos etapas en un proceso para primero recolectar y entonces implantar una FU. La FU se muestra en la figura 8 en proximidad a la herramienta 32. En la realización de ejemplo, la herramienta 32 está diseñada para extraer la FU de una superficie corporal, y puede incluir una punta distal afilada o cualquier otra estructura para agarrar y extraer la FU. Nota que la colocación transversal del cartucho 30 de tal manera que un primer o cualquier otro receptáculo 64 deseado en un extremo se registre con el canal longitudinal. Esto coloca el receptáculo 64 en comunicación fluida con el canal longitudinal, y con los puertos 50, 52. El operador o un sistema automatizado manipula

el subsistema 20 de lanzadera de tal manera que la FU entre en un lumen 74 de la herramienta 32. Por ejemplo, el operador puede causar que la herramienta 32 se hunda en una superficie corporal alrededor de la FU.

Una vez que la FU está dentro del lumen 74, la herramienta 32 se retrae de la superficie corporal y se aplica un diferencial de presión a través del lumen 74 para causar que la FU se traslade en una dirección proximal hacia el receptáculo 64. El diferencial de presión a lo largo del canal longitudinal es controlado por las presiones relativas de fluido en los puertos 50, 52. A medida que la FU pasa el tubo 40 de inspección, el dispositivo 36 de inspección lo registra, cuenta, y/o clasifica. De manera deseable la FU continua a una tasa constante a través del canal longitudinal hacia el receptáculo 64. Alternativamente, se puede causar que la FU se detenga o desacelere a través del tubo 40 de inspección de tal manera que el dispositivo 36 de inspección obtenga una imagen suficiente para propósitos de clasificación.

En diversas realizaciones, los componentes de monitorización de FU vistos en las figuras 5 y 6A-6B (u otros componentes alternativos diseñados para lograr resultado o función similar) pueden usarse para monitorizar la posición de las FUs que pasan a través del canal longitudinal, y en particular cuando cada FU pasa el dispositivo 36 de inspección que incluye un dispositivo de formación de imágenes, tal como una cámara. Se puede analizar una imagen de cada FU en tiempo real para determinar, por ejemplo, el carácter, conteo, tamaño, y otras características de la FU, que entonces se procesa además en consecuencia, tal como al alinear el cartucho 30 a lo largo del canal 28 transversal para posicionar un receptáculo seleccionado para recibir la FU.

El final de desplazamiento de la FU está en el extremo proximal del primer receptáculo 64. En virtud del par de segundas aberturas 68 en el extremo proximal del receptáculo, el fluido pasa a su través pero la FU no lo hace. La velocidad de la FU a medida que se acerca a los receptáculos 64 puede reducirse al proporcionar canales de flujo paralelos (no se muestran), o a través de diversos medios estructurales, algunos de los cuales se describen en referencia con otra realización a continuación.

En esta etapa, la FU se ha almacenado en el receptáculo 64. El sistema u operador entonces indexa el cartucho 30 a lo largo del canal 28 transversal para posicionar uno de los otros receptáculos en registro con el canal longitudinal, y se repite el proceso de recolección de una FU. Cuando todos o cualquiera de los receptáculos 64 deseados contienen FUs, el cartucho 30 puede extraerse hasta que esté listo para uso en la implantación de las FU de regreso en una superficie corporal de un receptor. De hecho, una pluralidad de cartuchos 30 puede llenarse antes del procedimiento de implante. O, las FU almacenadas en cada cartucho pueden implantarse inmediatamente sin cambiar el cartucho.

Debe anotarse que el patrón lineal de receptáculos 64 en el cartucho 30 es solo de ejemplo, y puede utilizarse cualquier número de patrones de receptáculos. Por supuesto, si los receptáculos 64 no están alineados linealmente entonces el cartucho tendrá que desplazarse en al menos dos direcciones para registrar cada receptáculo con el canal longitudinal a través del subsistema 20. También, se puede usar una matriz empaquetada que no consiste de filas perpendiculares regularmente espaciadas.

En una primera etapa en el procedimiento de implante, un cartucho 30 que tiene receptáculos llenados con FUs se posiciona dentro del miembro 22 de base y uno de los receptáculos 64 se registra con el canal longitudinal. El lanzamiento de los folículos pilosos desde el cartucho a la herramienta de implante podría lograrse usando diversas metodologías. En algunas realizaciones, un diferencial de presión en la dirección distal puede instar a la FU fuera de ese receptáculo y ya sea al tubo 40 de inspección o a la herramienta 32 de implantación. Por ejemplo, el tubo 136 de vacío descrito anteriormente que crea un diferencial de presión que insta a la FU en la dirección proximal también se puede usar para invertir el diferencial de presión para apropiarse de la FU de manera distal. El lector comprenderá que la herramienta 32 de implante puede ser la misma como la herramienta de recolección usada previamente, pero típicamente está configurada de manera diferente, requiriendo de este modo un cambio.

En otras realizaciones, la FU se puede empujar desde el cartucho a la herramienta de implante usando, por ejemplo, un dispositivo mecánico tal como obturador, como se muestra en la figura 9. La figura 9 ilustra el cartucho 30 que ha sido desplazado transversalmente para registrar el orificio 72 con el canal longitudinal. En esta etapa, el operador o sistema hace que el extremo distal de la herramienta 32 de implantación entre a la superficie corporal del receptor. Para lograr esto, el extremo distal de la herramienta 32 de implantación puede estar afilado, o la herramienta puede introducirse en una punción o incisión previamente formada. El operador o sistema entonces traslada el obturador 34 completamente a través del canal longitudinal, empujando de este modo la FU fuera de la herramienta 32. En otras realizaciones alternativas, se podría usar una combinación de empuje mecánico y diferencial de presión para expulsar la FU del cartucho.

La figura 10 es una vista en perspectiva esquemática de un sistema 100 de recolección e implante de unidades biológicas robóticas de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación. El sistema 100 incluye un brazo 102 robótico que tiene un ensamblaje 104 de cabeza montado para rotación en un tubo 106 descendente del brazo robótico. Se muestran diversas flechas para ilustrar las capacidades de movimiento del sistema 100. Adicionalmente, como se verá a continuación, los motores y otros dispositivos de movimiento incorporados en el ensamblaje 104 de cabeza permiten movimientos finos de una punta 108 operativa en múltiples direcciones.

La punta 108 operativa se muestra posicionada sobre una superficie 110 corporal, en este caso una tira de tejido que tiene folículos pilosos en ella. Un ordenador 112 personal que actúa, por ejemplo, a través de un control 114 robótico controla los diversos dispositivos de movimiento del brazo 102 robótico y ensamblaje 104 de cabeza. El sistema o mecanismo 114 de control puede estar acoplado operativamente al brazo robótico y configurado para controlar el movimiento del brazo robótico, incluyendo el movimiento basado en las imágenes o datos adquiridos por cualquier dispositivo de adquisición de imágenes que pueda usarse con el sistema. Alternativamente, se puede incorporar todo el procesamiento y controles de todos los movimientos de todas las herramientas, incluyendo herramientas de recolección e implantación, el brazo robótico y cualquier otra parte móvil del ensamblaje, y aquellos basados en las imágenes o datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de imágenes, en un sistema de procesamiento y control, tal como 114. Un operador monitoriza las condiciones y proporciona instrucciones a través de un monitor 115, teclado 116, y ratón 118. Una imagen ampliada de la superficie 110 corporal se puede ver en el monitor 115.

Las figuras 11-13 son vistas en perspectiva y en elevación del ensamblaje 104 de cabeza del sistema 100. La vista lateral de la figura 12 muestra la superficie 110 corporal en proximidad a la punta 108 operativa. Un banco de LEDs 120 ilumina la superficie 110 corporal de tal manera que un dispositivo de formación de imágenes, que es un par de cámaras 122 en la realización ilustrada, obtiene una fotografía clara para la transmisión de regreso al monitor 115. Una pluralidad de placas 124 de circuito montadas en el lado izquierdo del ensamblaje de cabeza, a medida que miran desde la punta 108 operativa, proporcionan control en tiempo real de los diversos subsistemas de los mismos. Se montan diversos componentes para rotación o traslación lineal con relación al tubo 106 descendente del brazo 102 robótico. Se pueden usar motores de pasos, cilindros hidráulicos, y similares, y no se describirán con gran detalle aquí.

Las figuras 11-13 ilustran un cartucho 130 cilíndrico montado en el ensamblaje 104 de cabeza de la realización ilustrada para rotación indexada en un eje que es paralelo al eje de un árbol 132 que lleva a la punta 108 operativa. El árbol 132 se monta en el ensamblaje de cabeza de una manera que permita la traslación lineal a lo largo de su eje. Un extremo 134 proximal del árbol 132 se proyecta hacia un lado distal del cartucho 130. Como esta realización particular ilustrada usa un subsistema de vacío, se muestra en el lado proximal del cartucho que un tubo 136 de vacío se monta en el ensamblaje 104 de cabeza en una manera que permite la traslación lineal de una punta distal de la misma.

Las figuras 14A-14D son diversas vistas de un cartucho 130 en forma de disco de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación. El cartucho 130 comprende un cuerpo 140 que define una pluralidad de receptáculos 142 en su interior. El cuerpo 140 define una superficie 144 cilíndrica exterior, una cara 146 distal circular plana (o primera cara), y una cara 148 proximal circular plana (o segunda cara). La distancia axial entre las caras 146, 148 define una dimensión t de grosor, como se ve en la figura 14D. Los receptáculos 140 se extienden axialmente a través del cuerpo 140 desde una primera abertura 150 en la cara 146 distal hasta una segunda abertura 152 en la cara 148 proximal. Cada uno de los receptáculos 142 es análogo a los receptáculos 64 para el subsistema 20 de lanzadera de cartucho descrito previamente de las figuras 1-9.

La figura 14A muestra el lado distal del cartucho 130 que ilustra la primera cara/distal 146 y la pluralidad de primeras aberturas 150 para los receptáculos 142 correspondientes. Los receptáculos 142 están arreglados en un patrón circular alrededor del eje del cartucho 130. En la realización ilustrada, el patrón circular de receptáculos 142 está ubicado cerca de la periferia del cartucho (a lo largo de la circunferencia), lo que maximiza el número de receptáculos debido a un espacio mínimo requerido entre ellos. Debe entenderse que se pueden proporcionar múltiples patrones circulares o no circulares de receptáculos a través del cartucho. Como se describirá a continuación, el patrón circular de receptáculos 142 se alinea con el eje del árbol 132 que se ve en la figura 13. La indexación o rotación del cartucho 130, por lo tanto, hace que unos selectos de los receptáculos 142 se registren con el extremo 134 proximal del árbol 132. Por supuesto, los receptáculos 142 podrían disponerse en numerosas formas con un cambio correspondiente en el movimiento requerido del cartucho 130 con relación al árbol 132 (o viceversa). Por ejemplo, los receptáculos 142 podrían estar dispuestos en un patrón de al menos un arreglo circular de receptáculos a lo largo de una circunferencia del dispositivo de almacenamiento como se muestra, o el patrón puede incluir un segundo (o tercer, etc.) arreglo circular de receptáculos dispuestos de manera concéntrica a un radio más pequeño que el primero. Lo que es más, el patrón podría ser aleatorio, o en cierto orden, tener filas o círculos alineados, u otras disposiciones. El patrón está limitado solo por el movimiento potencial del cartucho 130 en relación con el árbol 132 (o viceversa).

El cartucho 130 incluye además una cubierta 160 en su segundo lado/proximal que se extiende sobre las segundas aberturas 152 de los receptáculos 142. La cubierta 160 está hecha de un medio permisivo como se describe a continuación para permitir acceso a través de un número de medios al receptáculo.

El término "medio permisivo" se refiere a cualquier número de materiales que podrían usarse con un cartucho de almacenamiento de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación para facilitar movimiento de una unidad biológica hacia o desde los receptáculos de cartuchos. Ejemplos de tales medios incluyen mallas, tamices, papel, materiales elastoméricos tales como silicona, diversos polímeros contiguos, diversos materiales resellables que permiten la creación de una rendija o punción que se cierra o resella por su cuenta, etc. Cualquiera de los materiales de ejemplo enumerados anteriormente puede cubrir el lado posterior (o proximal) del cartucho para prevenir que las FU pasen a través y salgan del cartucho, mientras que al mismo tiempo permite que aire y/o líquidos pasen a través. Los medios permisivos útiles en la presente invención se usan para cubrir una abertura de un receptáculo de un cartucho para almacenar, por ejemplo, unidades foliculares (FUs), y deben poseer suficiente integridad estructural

para bloquear el paso de una FU que se impulsa hacia el receptáculo con alguna velocidad. Por otro lado, el medio permisivo es preferiblemente ya sea poroso para permitir que aire o fluido pase libremente a su través (permeable al aire/fluido), o es susceptible de ser punzada con una herramienta.

5 Un subconjunto de medio permisivo es un medio permeable al aire y/o fluido. Si la cubierta 160 es permeable al aire o fluidos entonces se puede establecer un diferencial de presión a través de los receptáculos a través del material de cubierta. Por ejemplo, una malla que permite el paso de solución salina es un medio permeable, y por lo tanto un medio permisivo. Sin embargo, otro subconjunto de medio permisivo, un "medio de punción", se refiere a cualquier número de materiales que pueden ser punccionados o perforados de manera relativamente fácil para crear una
10 abertura, al menos temporalmente. Notar que un "medio de punción" puede ser permeable al aire y/o al fluido, como en una malla, o no. Si la cubierta 160 es impermeable a fluidos pero puede ser punzada, entonces por ejemplo se puede establecer un diferencial de presión a través de los receptáculos usando una sonda que se extiende al receptáculo a través de la cubierta. Incluso el metal puede ser un medio de punción si es muy delgado, como en una lámina, o dispuesto en una malla fina o tamiz. La punción se logra usando un obturador (o varilla, o aguja, típicamente metálica), de tal manera que se puede formar una abertura para permitir el paso de aire/fluido. La abertura puede estar
15 formada ya sea permanentemente o de manera temporal en caso de medio resellable. La creación de una abertura, como se menciona permite la introducción de una sonda de succión para aquellas realizaciones y/o etapas del procedimiento que usan diferencial de presión o vacío para tirar las FU a los receptáculos del cartucho. Alternativamente, se pueden formar aberturas para permitir la introducción de solución salina u otra solución de conservación conocida en los receptáculos.

20 Ejemplos de medios de punción incluyen mallas/tamices (por ejemplo, de polímero), materiales de filtro médico que son permeables al aire pero no permeables a fluidos, y cauchos de silicona. Deseablemente, el medio de punción no está deshilachado, lo que significa que la punción no da como resultado en que las partículas se desprendan o se corten de ahí. Tales partículas podrían degradar o contaminar la unidad biológica en el receptáculo.

25 Un medio permisivo de ejemplo puede ser poli-dimetilsiloxano (PDMS) de caucho de silicona de grado médico que puede punzarse mediante un obturador dimensionado para que encaje a través de los receptáculos 142. Como se ve en la figura 14D, la cubierta 160 se puede unir al cuerpo 140 del cartucho 130 en virtud de un anillo 162 de retención. Aunque no se muestra, el anillo 162 de retención se puede sujetar al cuerpo 140 con tornillos o pernos, o se puede usar pegamento para una unión más permanente. Alternativamente, el uso del anillo de retención no es necesario, y la cubierta 160 podría unirse directamente (ya sea permanentemente o de manera extraíble) al cuerpo del cartucho,
30 por ejemplo mediante pegado, fusión, apriete, etc. Dos formas diferentes de agarrar la cubierta 160 al cuerpo 140 se muestran a continuación con respecto a las figuras 17 y 19.

De manera deseable, se coloca una cantidad de solución salina u otra solución de conservación conocida en cada receptáculo 142 del cartucho 130 de tal manera que los folículos pilosos u otros objetos biológicos permanezcan hidratados o mantengan una temperatura fresca durante el almacenamiento. Una forma para lograr esto es utilizar un
35 medio permisivo para la cubierta 160 que impregne el fluido conservante contra las segundas aberturas 152 y por lo tanto lo transfiera a cada receptáculo debido a efectos de tensión de superficie (es decir, acción capilar). Otra forma es insertar directamente una gota de fluido en cada receptáculo 142.

40 El cartucho 130 (o 30 en la realización anterior) no está limitado al uso con el sistema robótico de la figura 10, sino que también tiene utilidad en otros procedimientos. Como se mencionó, diversos tipos de unidades biológicas pueden administrarse usando el cartucho de la presente divulgación. Un ejemplo es un proceso donde se toma una pluralidad de muestras de biopsia y se almacenan para análisis posterior. De manera deseable el sistema hace coincidir la ubicación de donante con los receptáculos, y entonces puede suministrar una cualquiera muestra de biopsia como sea necesario con conocimiento del área del cuerpo del que proviene. Adicionalmente, como se mencionó
45 previamente, el cartucho se puede utilizar en un sistema principalmente manual, sin la ayuda del sistema robótico descrito aquí. Para aclarar, el cartucho de la presente divulgación se puede utilizar en un sistema manual o principalmente manual donde se logra la recolección y/o implantación por una persona (tal como, médico o técnico cualificado) usando, por ejemplo, un dispositivo de mano, incluso aunque tal dispositivo o un procedimiento se puedan automatizar en diversos grados.

50 La figura 15 es una vista en perspectiva del cartucho 130 en forma de disco antes de cargarlo en un sistema 100 de recolección/implantación. El lado proximal del cartucho se ilustra y se debe notar que la cubierta 160 no se muestra para exponer los receptáculos 142.

55 La figura 16 es una vista en perspectiva de un cartucho 130 montado en proximidad a ciertos de los componentes de sistema 100 de recolección/implantación con los que interactúa directamente. El cartucho 130 está orientado de la misma forma como en la figura 15, con el lado proximal hacia la izquierda, aunque en esta vista operativa la cubierta 160 de medio permisivo ocluye los receptáculos 142. La figura 16 también ilustra una configuración alternativa para montar la cubierta 160. Con referencia también a la figura 17, los anillos 164a, 164b de montaje interior y exterior se atornillan el cuerpo del cartucho 130 y sostienen los anillos 166a, 166b de retención dentro de las ranuras (no numeradas) en la cara proximal del cartucho 130. Los anillos 166a, 166b de retención a su vez capturan y sostienen por fricción los bordes circulares interior y exterior de la cubierta 160, que está hecha del material que se flexiona o
60 puede presionarse en las ranuras. Por ejemplo, la cubierta 160 puede estar hecha de un elastómero de silicona

(PDMS) en la forma de la corona circular con los bordes interior y exterior del mismo retenidos en las ranuras por los anillos 164, 166.

La figura 16 muestra el tubo 136 de vacío que pasa a través de un miembro 168 de marco montado en el ensamblaje 104 de cabeza (figura 13). Se ve un miembro 170 de resorte en el extremo terminal del tubo 136 de vacío, que ayuda a asegurar buen contacto de succión entre el tubo y la cara proximal del cartucho 130 y reduce la necesidad de tolerancias de posicionamiento relativas precisas. De nuevo, el ensamblaje 104 de cabeza incluye un mecanismo de movimiento (no se muestra) para trasladar el tubo 136 de vacío hacia y lejos del cartucho 130, como se indica por la flecha de doble punta.

El miembro 168 de marco también puede proporcionar una plataforma para montar un dispositivo 172 de perforación adyacente al extremo terminal del tubo 136 de vacío. El dispositivo 172 de perforación comprende una varilla delgada, de manera deseable puntiaguda o afilada, que está a la misma distancia radial del eje de rotación del cartucho 130 como el tubo 136 de vacío. En otras palabras, el dispositivo 172 de perforación se alinea con el patrón circular de receptáculos 142. El dispositivo 172 de perforación puede utilizarse para prepunzar agujeros o rendijas a través de la cubierta 160 para cada uno de los receptáculos. El dispositivo 172 de perforación puede utilizarse si el extremo terminal del tubo 136 de vacío comprende una sonda delgada para entrar en los receptáculos, y la sonda no está suficientemente afilada para formar limpiamente su propio agujero. Una realización tal se describirá a continuación en referencia a la figura 19. En una configuración alternativa, el extremo terminal del tubo 136 de vacío puede apuntarse para realizar la punción en vez de usar un instrumento de perforación separado.

La figura 16 también ilustra un alojamiento 174 dentro del cual se puede ubicar un motor primario giratorio, tal como un motor de pasos, para girar o indexar el cartucho 130. El movimiento giratorio preciso del cartucho 130 registra cada uno de los receptáculos 142 a su vez con relación al tubo 136 de vacío. El software que controla el mecanismo de movimiento permite que uno cualquiera de los receptáculos 142 sea registrado como se desee. Por ejemplo, como se menciona anteriormente un sistema de inspección para evaluar las características de cada FU puede incorporarse al procedimiento de recolección, y una comprensión de qué tipo de FU está en cada receptáculo 142 permite al sistema implantar FUs más pequeñas en una ubicación,

mientras que las FU más grandes se implantan en otra ubicación. Numerosos esquemas de tales implantes son conocidos en la técnica y no se describirán además aquí. El lector también notará que la traslación radial relativa del tubo 136 de vacío y cartucho 130 puede incorporarse en el sistema para facilitar el registro del tubo 136 de vacío con un segundo arreglo circular de receptáculos 142 (no se muestran) dispuestos de manera concéntrica con respecto al arreglo ilustrado.

La figura 17 es una vista en sección ampliada de los componentes distales de la figura 16, e ilustra una estructura de reducción de diferencial de presión de ejemplo provista de manera deseable para desacelerar la velocidad de una unidad biológica que se desplaza hacia el cartucho 130. En un método de uso del sistema, se aplica una fuente de succión a un lado proximal de un receptáculo 142 seleccionado durante el proceso de recolección, lo que crea un diferencial de presión en la dirección proximal instando de este modo a una FU al receptáculo. La magnitud del diferencial de presión típicamente permanece constante durante el desplazamiento de la FU a lo largo de la trayectoria desde la herramienta de recolección al receptáculo 142, debido a que la succión requerida para sacar la FU de la superficie corporal es relativamente alta, lo que da como resultado en el movimiento de FU a una tasa alta de velocidad hacia el receptáculo. Este movimiento a alta velocidad puede causar potencialmente daños a la FU cuando se detiene en el extremo proximal del receptáculo de cartucho, tal como cuando impacta la cubierta 160. Sin embargo, debido a la corta duración de desplazamiento, sería difícil aunque no imposible proporcionar un sistema que reduzca la magnitud de la succión a medio camino entre la herramienta de recolección y el receptáculo.

En vez de incorporar un sofisticado (es decir, costoso) sistema de reducción de presión de doble etapa, se puede proporcionar la estructura a lo largo de una trayectoria en la que la unidad biológica se desplaza desde la herramienta de extracción al receptáculo de dispositivo de almacenamiento para reducir el diferencial de presión a lo largo de una porción de la misma y por lo que reduce la velocidad de la FU a lo largo de la trayectoria. Por ejemplo, la estructura puede comprender una trayectoria de flujo paralelo fuera de la trayectoria principal que termina justo antes de que la trayectoria alcance el cartucho. En la figura 17, la trayectoria de desplazamiento de FU desde la punta 108 operativa a través del árbol 132 distal pasa a lo largo de un tubo 173 principal rodeado por un tubo 175 exterior. Se crea un espacio anular entre los tubos 173, 175. Dos conjuntos de agujeros 177 de derivación espaciados sustancialmente por la longitud del árbol 132 permiten que el flujo entre en el espacio anular. Esto reduce la presión dentro del tubo 173 principal y por lo tanto desacelera el desplazamiento de la FU en esa área.

Ahora con referencia a la figura 18, se muestra una estructura de alivio de presión de ejemplo para los receptáculos 142 de cartucho. Cuando se aplica una fuente de succión a un lado proximal de un receptáculo 142 seleccionado durante el proceso de recolección, el diferencial de presión continúa durante período corto después de que la FU alcanza el receptáculo. Durante ese tiempo, es deseable mitigar los efectos de deshidratación de la succión en la FU, por ejemplo si la FU incluye completamente el receptáculo en su lado proximal. En la figura 18, uno de los receptáculos 142 que se muestran está provisto de canales 174 de alivio de presión para limitar la succión máxima creada dentro del receptáculo a menos de una magnitud de la fuente de succión. Expresado de otra forma, el tubo 136 de vacío comprende una fuente de succión que, si está sellada alrededor del extremo proximal del receptáculo 142, aplicaría

una magnitud de succión al receptáculo. Sin los canales 174 de alivio de presión, la FU dentro del receptáculo estaría expuesta a la máxima succión. Al proporcionar trayectorias alternativas para fluido o aire en el tubo 136 de vacío, la succión máxima a la que está expuesta la FU es menor que la magnitud de la fuente de succión.

5 Los canales 174 de alivio de presión se muestran como pequeñas muescas en un patrón cruzado en la segunda abertura o extremo proximal del receptáculo 142. Por supuesto, se pueden usar otras configuraciones, incluyendo solo una muesca. Adicionalmente, los canales 174 de alivio de presión solo se muestran en un receptáculo para propósitos de ejemplo, y de manera deseable están provistos para todos los receptáculos.

10 La figura 19 ilustra un método alternativo para aplicar una fuente de succión (creando un diferencial de presión) a los receptáculos 142. A saber, una sonda 176 de succión se extiende desde el extremo distal del tubo 136 de vacío. La sonda 176 de succión presenta un extremo 177 cerrado despuntado y al menos un puerto 178 lateral cerca del extremo cerrado. El diámetro exterior de la sonda 176 de succión es suficientemente más pequeño que el diámetro interior del receptáculo 142 de tal manera que proporciona una brecha y permite que el aire o fluido fluya alrededor de la sonda y en el puerto 178 lateral.

15 La sonda 176 de succión se extiende a través de la cubierta 160 de medio permisivo al receptáculo 142. En esta realización, la cubierta 160 se retiene opcionalmente contra la cara proximal del cartucho 130 por una placa 179 que a su vez está asegurada por un anillo 181 exterior. Un arreglo circular de aberturas ahusadas (no numeradas) en la placa 179 se registra con cada uno de los receptáculos 142, lo que facilita la introducción de la sonda 176 en el receptáculo. La sonda 176 de succión se puede usar con cualquiera de los medios permisivos, pero es especialmente útil con una cubierta 160 que sea relativamente impermeable a los fluidos. Sería poco práctico sacar la succión directamente a través de un material tal, y por lo tanto la sonda 176 debe insertarse a través de la cubierta 160 en el receptáculo. De manera deseable la cubierta 160 está hecha de un material que se autosella después de la extracción de la sonda 176; por ejemplo, elastómero de silicona (PDMS).

20 La sonda 176 puede ser empujada directamente a través de la cubierta 160, pero dada su forma despuntada se proporcionan de manera deseable rendijas o agujeros preformados. Por ejemplo, el tubo 172 de perforación ilustrado en la figura 16 se puede usar para formar tales agujeros. Un tubo 172 de perforación particularmente útil está conformado en la forma de una aguja Huber que está diseñada para no ahuecar un agujero, sino que en su lugar simplemente forma una rendija que se autosella. Alternativamente, el extremo terminal de la sonda 176 de succión puede ser más puntiagudo, tal como en la forma de una aguja Huber, de tal manera que forme el agujero mismo, pero se debe considerar el efecto en la FU cuando entra en contacto con la sonda afilada.

25 Las figuras 20 y 21 son vistas en perspectiva y lateral que aíslan componentes de lanzadera de unidad folicular del ensamblaje 104 de cabeza general. Estos componentes también pueden verse incorporados en el ensamblaje 104 de cabeza en las figuras 11-13. Para describir interacciones operativas importantes del sistema, o movimiento relativo entre el extremo distal del sistema incluyendo la punta 108 operativa, se describirán el cartucho 130, y el extremo proximal del sistema incluyendo el tubo 136 de vacío. Las figuras 22A-22D ilustran una secuencia para recolectar una FU, mientras que las figuras 23A-23B describen una secuencia para implantar una FU. Debe entenderse que estas operaciones se pueden llevar a cabo secuencialmente al llenar primero el cartucho 130, y entonces vaciándolo sin separarlo del sistema. Sin embargo, dependiendo del número de receptáculos 142 en el cartucho 130, pueden requerirse varios cartuchos y la operación de recolección se logra primero antes del procedimiento de implante. Por ejemplo, un cartucho puede contener 125-500 FUs, mientras que un procedimiento típico requiere hasta 2000 FUs. Por supuesto el número de receptáculos es variable y un único cartucho puede contener todo lo que se necesitaría.

30 Las figuras 22A-22D son vistas en sección a través de los componentes de lanzadera tomadas a lo largo de la línea 22-22 de la figura 20, que muestran una secuencia de operación para recolectar o extraer una unidad folicular de una superficie 110 corporal y lanzándola al cartucho 130. En la figura 22A, el árbol 132 se muestra después de haber sido desplazado hacia la izquierda dentro de un cilindro 180. Esta acción hace que una herramienta 182 de recolección/extracción puncé en la superficie 110 corporal a una profundidad predeterminada. La profundidad de penetración de la herramienta 182 se determina con conocimiento de la distancia entre la herramienta y la superficie corporal antes del desplazamiento del árbol 132.

35 En la figura 22B, se muestra una unidad folicular FU posicionada dentro de un lumen de la herramienta 182 de extracción. También, el ensamblaje del árbol 132 y cilindro 180 se muestra trasladado hacia la derecha de tal manera que el extremo 134 proximal entra en contacto con el cartucho 130. El orificio pasante del árbol 132 se registra con uno de los receptáculos 142 en el cartucho 130.

40 La figura 22C ilustra una etapa en donde el FU se lanza desde la herramienta 182 de extracción a través del árbol 132 y al receptáculo 142 de cartucho. Esto se puede lograr usando un diferencial de presión creado, por ejemplo, por succión a través del tubo 136 de vacío. Esta etapa de lanzamiento de la FU en la figura 22C utiliza de manera deseable la estructura de derivación de reducción de velocidad descrita anteriormente con respecto a la figura 17, así como los canales de reducción de presión descritos con respecto a la figura 18. Alternativamente, puede utilizarse una lanzadera mecánica para transferir la FU al receptáculo 142. Por ejemplo, se puede proporcionar una varilla u obturador (no se muestra) que se extiende a través del árbol 132 y empuja la FU hasta que se deposita en el receptáculo 142.

Finalmente, la figura 22D muestra el ensamblaje que incluye el árbol 132 que se mueve lejos del cartucho 130 en dirección distal, e incluyendo el ensamblaje el tubo 136 de vacío que se mueve lejos del cartucho 130. En este punto, el cartucho 130 es libre para girar e indexar otro receptáculo en el registro con los componentes distal y proximal del subsistema de lanzadera.

- 5 Ahora con referencia a la figura 23A, los componentes de subsistema de lanzadera se muestran esencialmente en las posiciones de la figura 22D, aunque en vez de una herramienta de recolección/extracción, el extremo distal del árbol 132 presenta una herramienta 184 de implante. Un receptáculo 142 que tiene una FU se registra con el lumen del árbol 132. En el lado proximal, el tubo 136 de vacío ha sido extraído y remplazado con un obturador 186 sólido tipo varilla. El obturador 186 se traslada linealmente a lo largo de su eje a través del receptáculo 142 y a través de toda la longitud del árbol 132, y puede ser impulsado en un número de formas incluyendo mediante contacto con una pluralidad de ruedas 188.

La figura 23B muestra los tres componentes reunidos y el obturador 186 pasado a través del receptáculo 142 y eje 132 completo hasta que la FU alcanza la herramienta 184 de implante. La herramienta 184 de implante se puede usar para depositar la FU en una incisión preformada o crear una nueva incisión en una superficie corporal.

- 15 El lector debe comprender que el lanzamiento de los folículos pilosos desde el cartucho a la herramienta de implante podría lograrse usando varias metodologías alternativas. Un ejemplo es empujar las FU del cartucho todo el camino a través del extremo distal de la herramienta de implante usando el obturador como se describe. Otra opción es usar un diferencial de presión para instar a la FU fuera de cada receptáculo y hacia la herramienta de implante. Por ejemplo, el tubo 136 de vacío descrito anteriormente que crea un diferencial de presión que insta a la FU en la dirección proximal también se puede usar para invertir el diferencial de presión para impulsar la FU de manera distal. O, se podría usar una combinación de empuje físico y presión.

- 25 Las anteriores realizaciones ilustradas y descritas de la invención son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, y debe entenderse que la invención en general, así como las realizaciones específicas descritas aquí, no se limitan a las formas particulares divulgadas, y que muchas otras realizaciones son posibles dentro del alcance de la presente invención, como se reivindica. Además, aunque las características individuales de una realización de la invención pueden discutirse aquí o mostrarse en los dibujos de la una realización y no en otras realizaciones, debería ser evidente que las características individuales de una realización pueden combinarse con una o más características de otra realización o características de una pluralidad de realizaciones.

- 30 Aunque la invención se ha descrito en sus realizaciones preferidas, debe entenderse que las palabras que se han usado son palabras de descripción y no de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para implantar unidades biológicas en tejido, que comprende:
- un sistema robótico que tiene un brazo (102) robótico y uno o más mecanismos de control;
- 5 una herramienta (32) de implantación que tiene un lumen (74) a su través, estando la herramienta (32) de implantación conectada y manipulada por el brazo (102) robótico; y
- un cartucho (30) que tiene una pluralidad de receptáculos (64) cada uno dimensionado y configurado para retener una unidad biológica,
- 10 en donde el uno o más mecanismos de control están configurados para alinear automáticamente un receptáculo (64) de cartucho seleccionado con el lumen (74) de la herramienta (32) de implantación e insta a la unidad biológica desde el receptáculo (64) seleccionado a través del lumen (74) de la herramienta (32) de implantación en el tejido; en donde el cartucho (30) es un cartucho (30) rectilíneo;
- en donde el uno o más mecanismos de control incluyen un subsistema (20) de lanzadera de cartucho;
- 15 en donde el subsistema (20) de lanzadera de cartucho comprende un miembro (22) de base que tiene un canal longitudinal que se extiende completamente a través del miembro (22) de base en una dirección longitudinal y un canal (28) transversal perpendicular al canal longitudinal y que se extiende completamente a través del miembro (22) de base en una dirección transversal;
- en donde el cartucho (30) rectilíneo se desliza transversalmente dentro del canal (28) transversal del subsistema (20) de lanzadera de cartucho para alinear el receptáculo (64) de cartucho seleccionado con el lumen (74) de la herramienta (32) de implantación; y
- 20 en donde el dispositivo comprende además un obturador (34) posicionado dentro del canal longitudinal para pasar a través del receptáculo (64) de cartucho seleccionado, y en donde el mecanismo de control dirige el paso del obturador (34) a través del receptáculo (64) de cartucho seleccionado para instar a la unidad biológica del receptáculo (64) de cartucho seleccionado, y en donde al menos uno de la pluralidad de receptáculos (64) comprende una estructura de alivio de presión que limita la máxima succión creada dentro del receptáculo (64) de una fuente de succión, y
- 25 preferiblemente en donde la estructura de alivio de presión comprende una o más muescas (174).
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el mecanismo de control inicia un diferencial de presión a través del receptáculo (64) de cartucho seleccionado para instar a la unidad biológica desde el receptáculo (64) de cartucho seleccionado.
- 30 3. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde la unidad biológica comprende uno cualquiera de un injerto de cabello, una unidad de piel o tejido para injertar, y los receptáculos (64) están dimensionados para recibir de cerca el injerto de cabello, unidad de piel o tejido respectivo para injertar.
4. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el cartucho (30) es desechable, y preferiblemente en donde el cartucho (30) comprende un medio permisivo y está configurado para ser recibido de manera extraíble en un sistema robótico.
- 35 5. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde al menos un receptáculo (64) de la pluralidad de receptáculos (64) contiene una solución de conservación de unidad biológica, y preferiblemente en donde al menos uno de la pluralidad de receptáculos (64) tiene una abertura ahusada.
6. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además una herramienta de extracción de unidad biológica que tiene un lumen a su través, la herramienta de extracción conectada y manipulada por el brazo (102) robótico para posicionar la herramienta de extracción sobre la unidad biológica, y preferiblemente en donde el uno o más mecanismos de control están configurados para alinear automáticamente el lumen de la herramienta de extracción de unidad biológica con uno de la pluralidad de receptáculos (64) del cartucho (30).
- 40

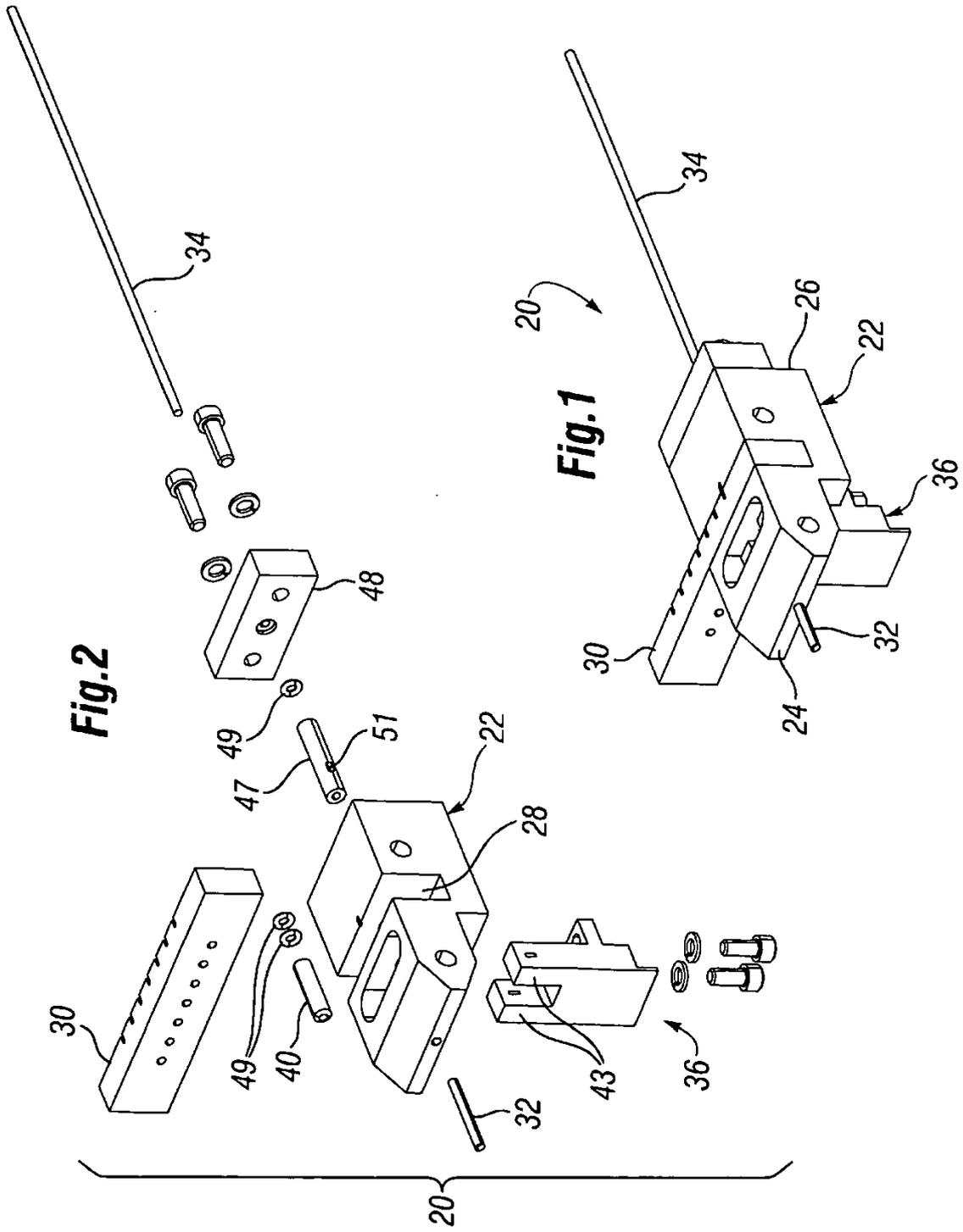


Fig.3

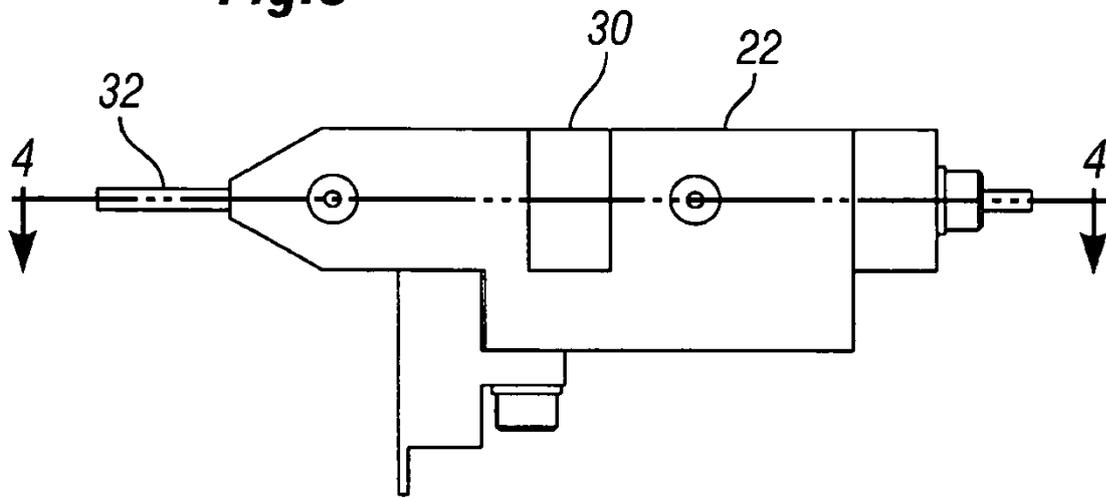
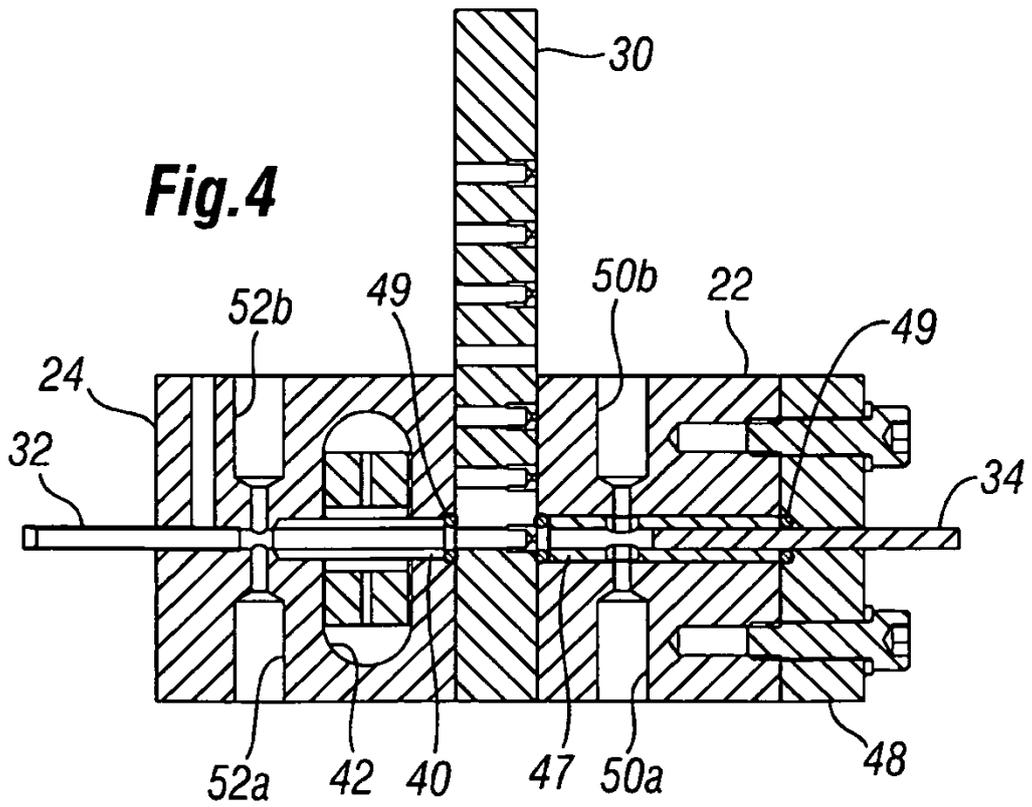
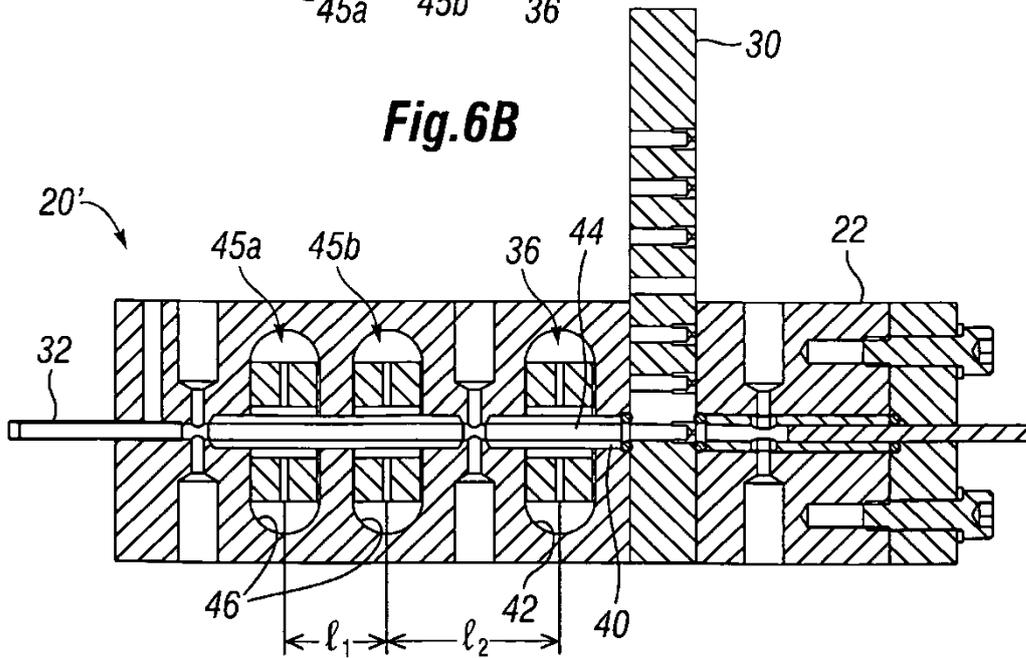
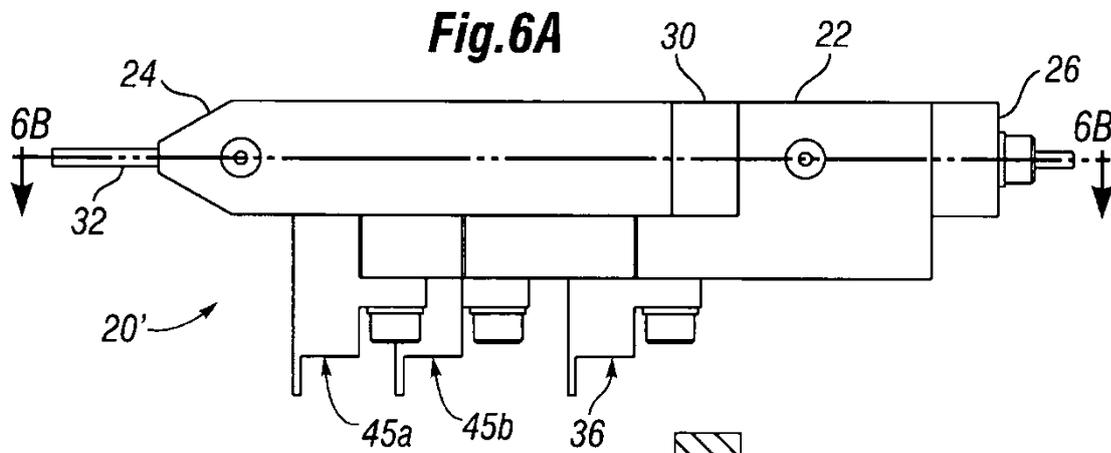
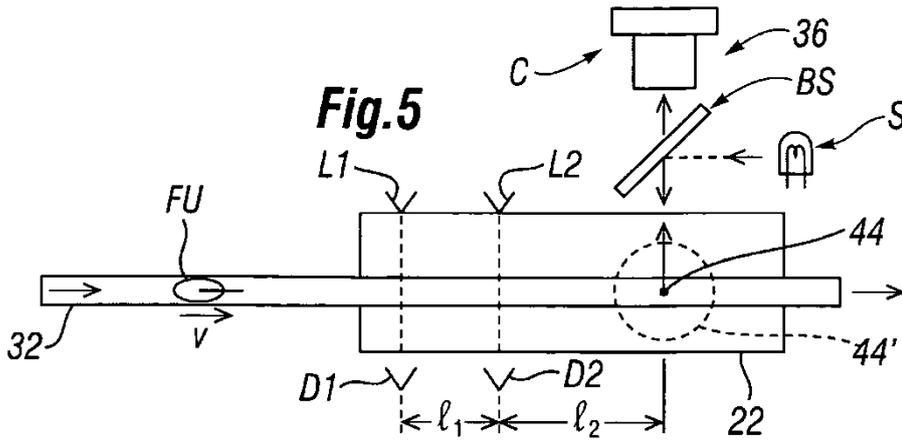


Fig.4





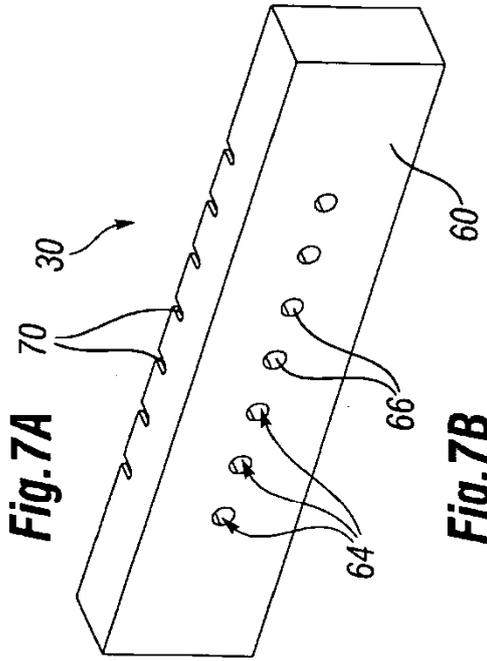
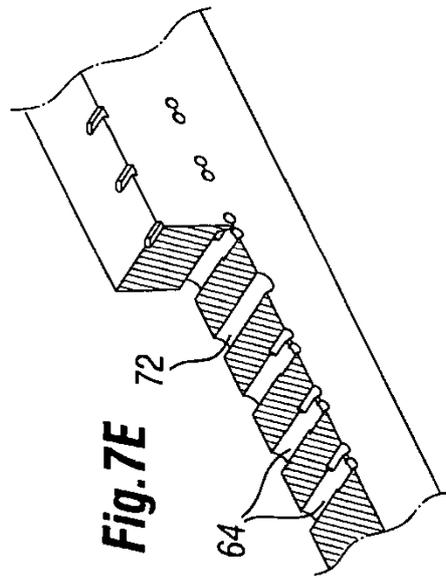
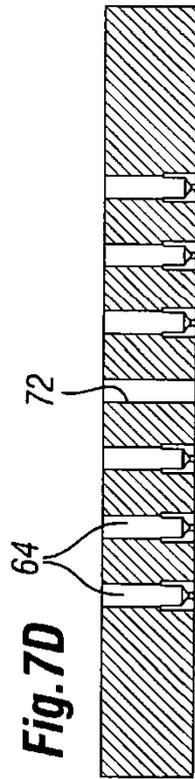
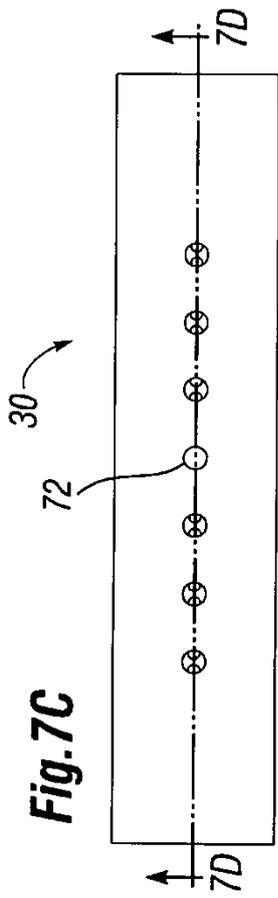
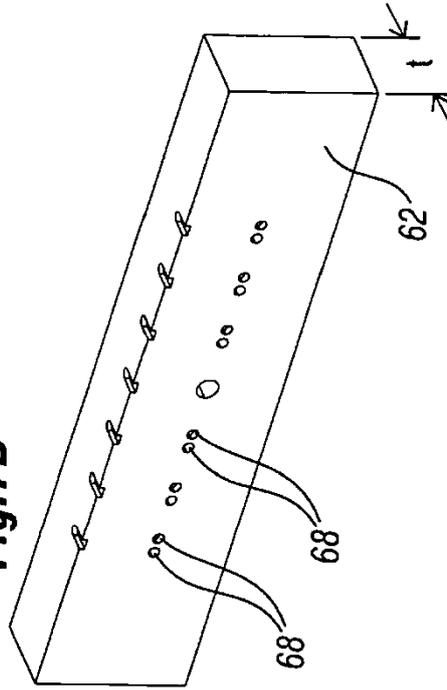
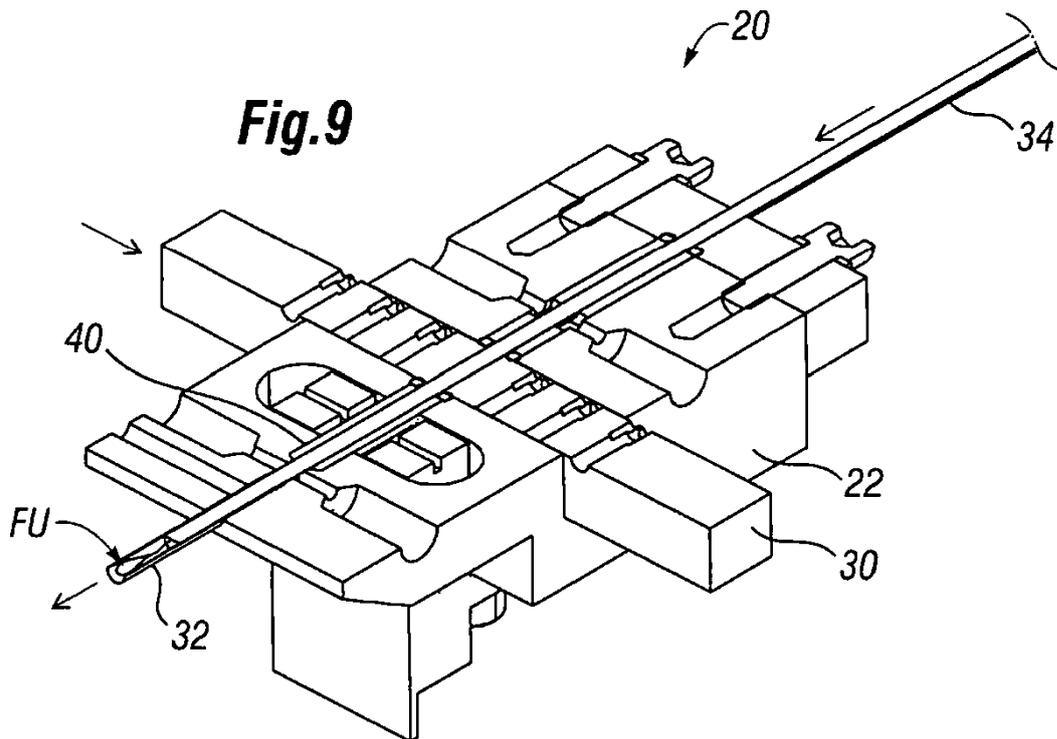
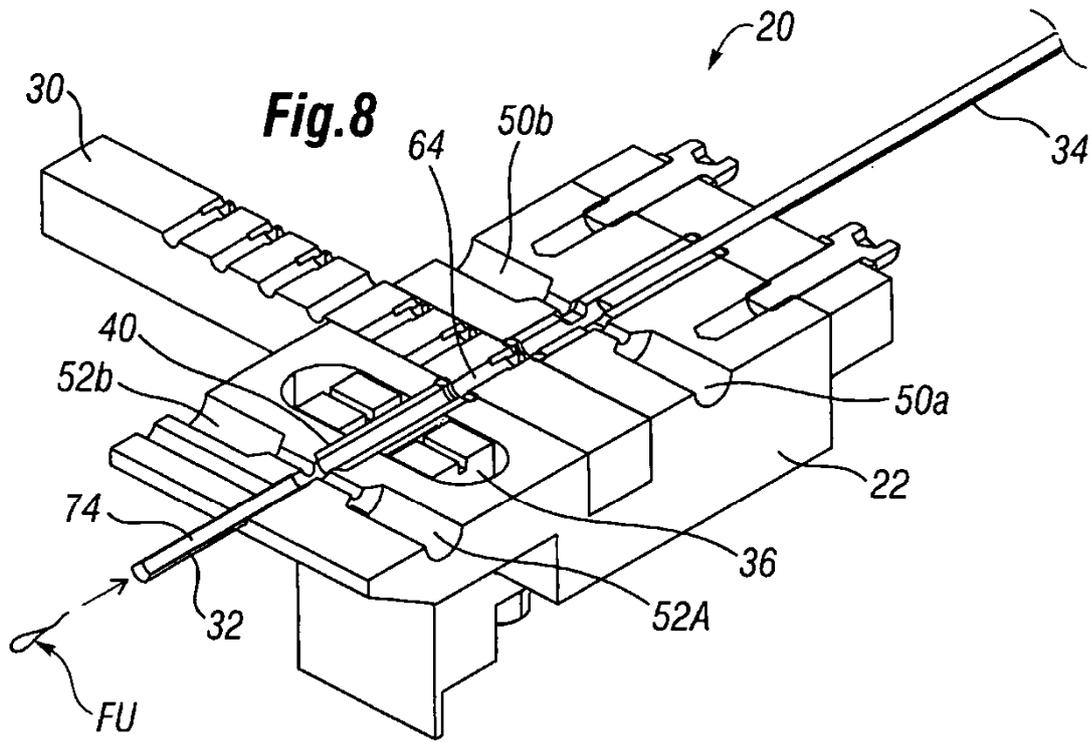
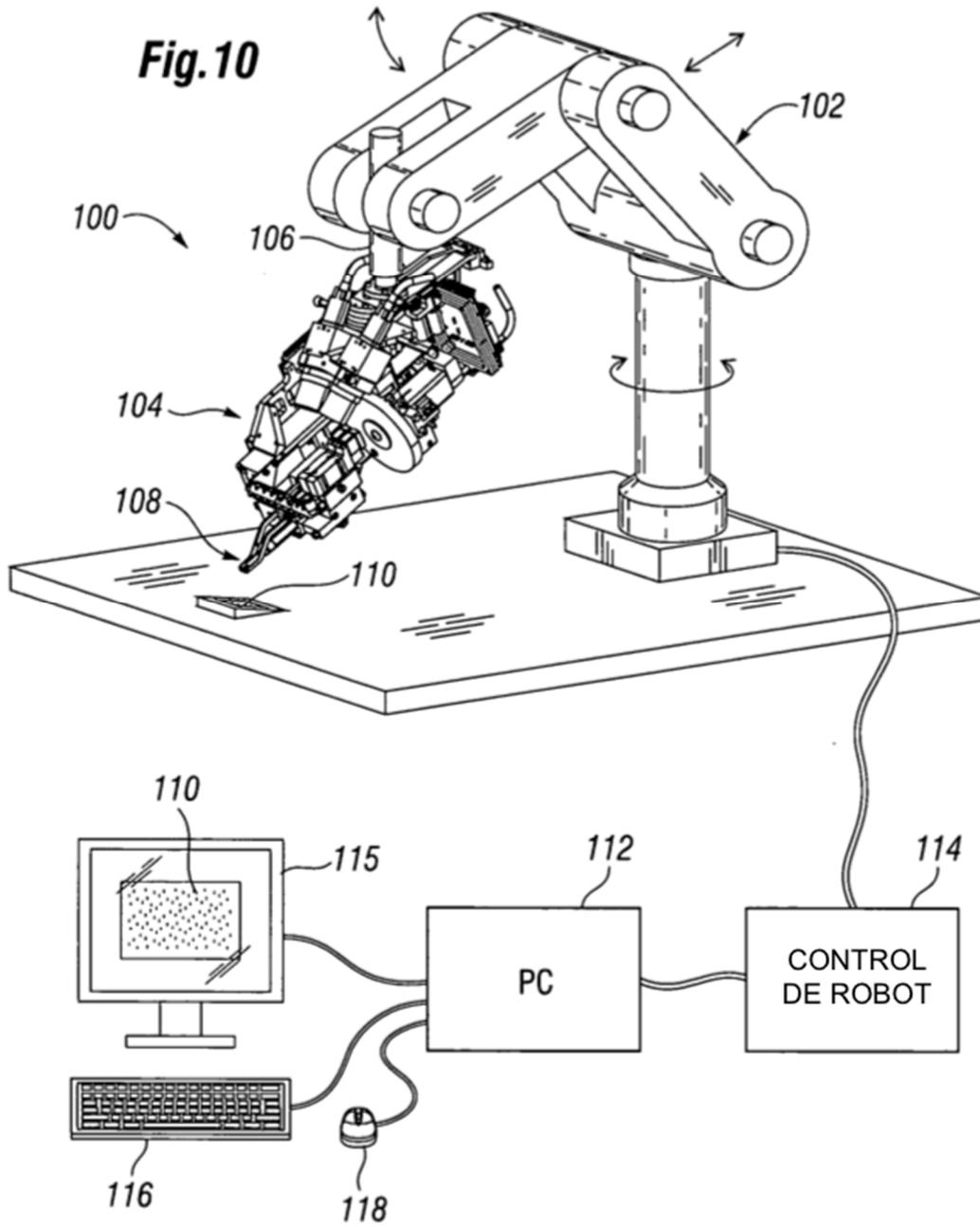
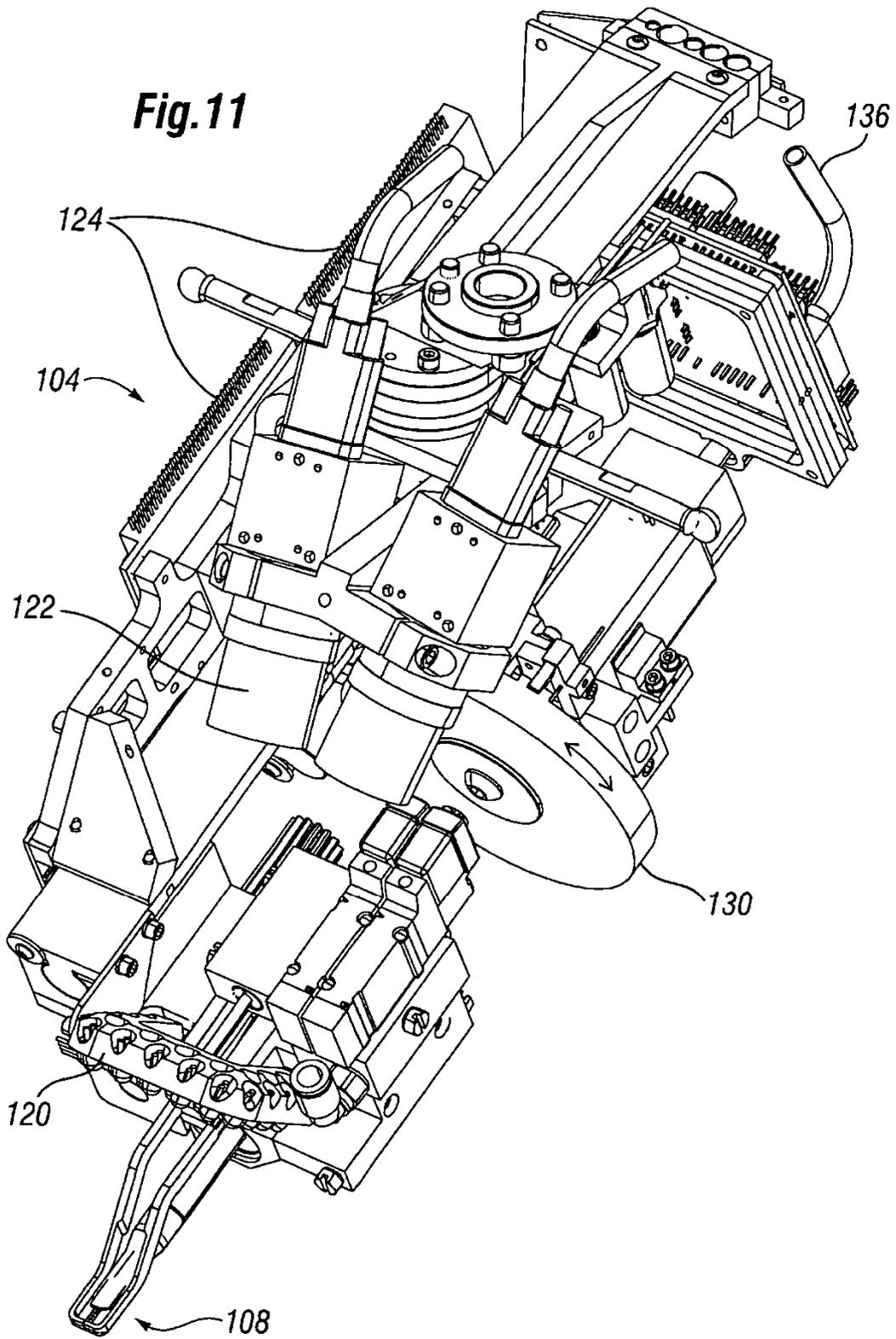


Fig. 7B









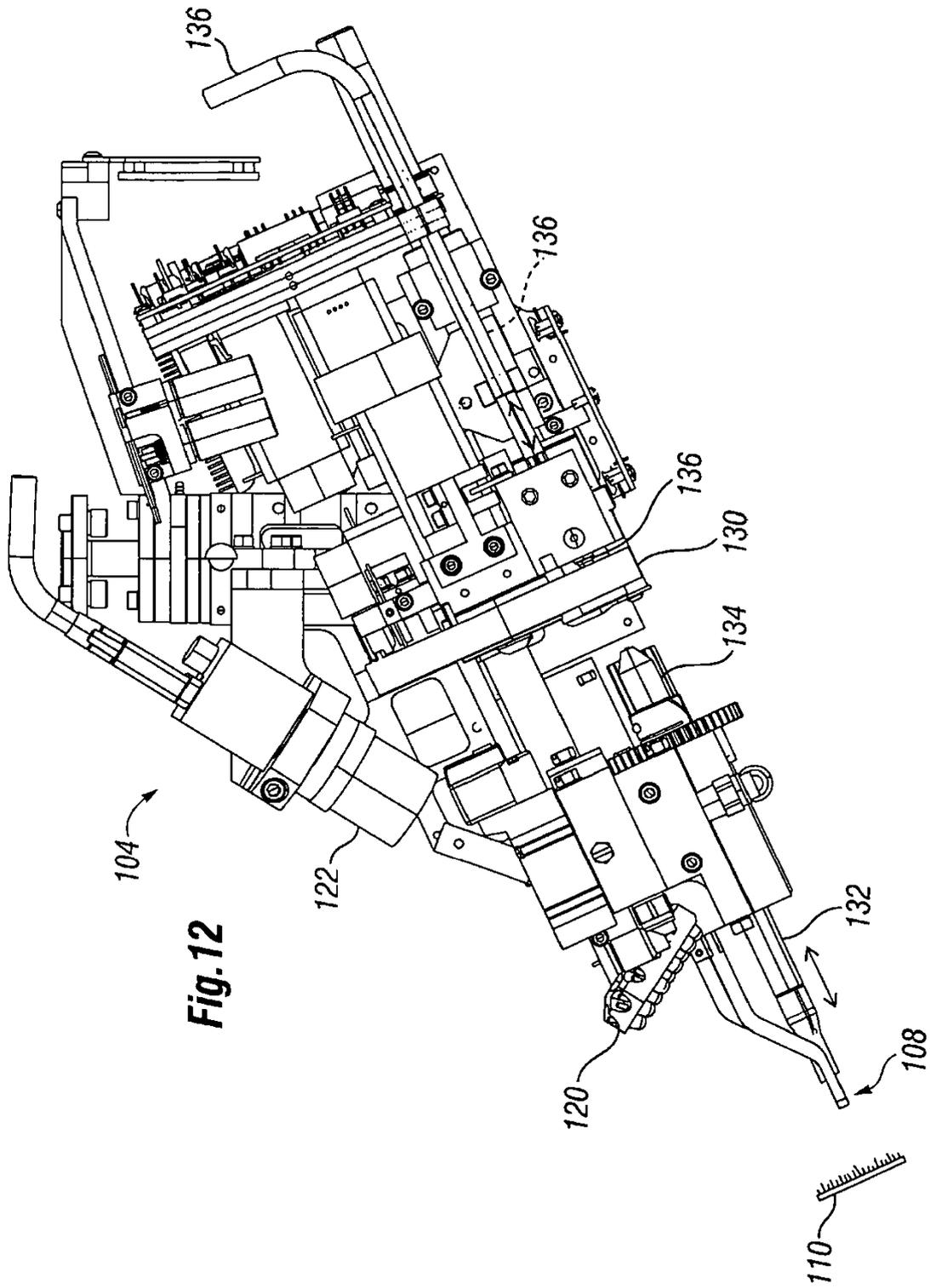
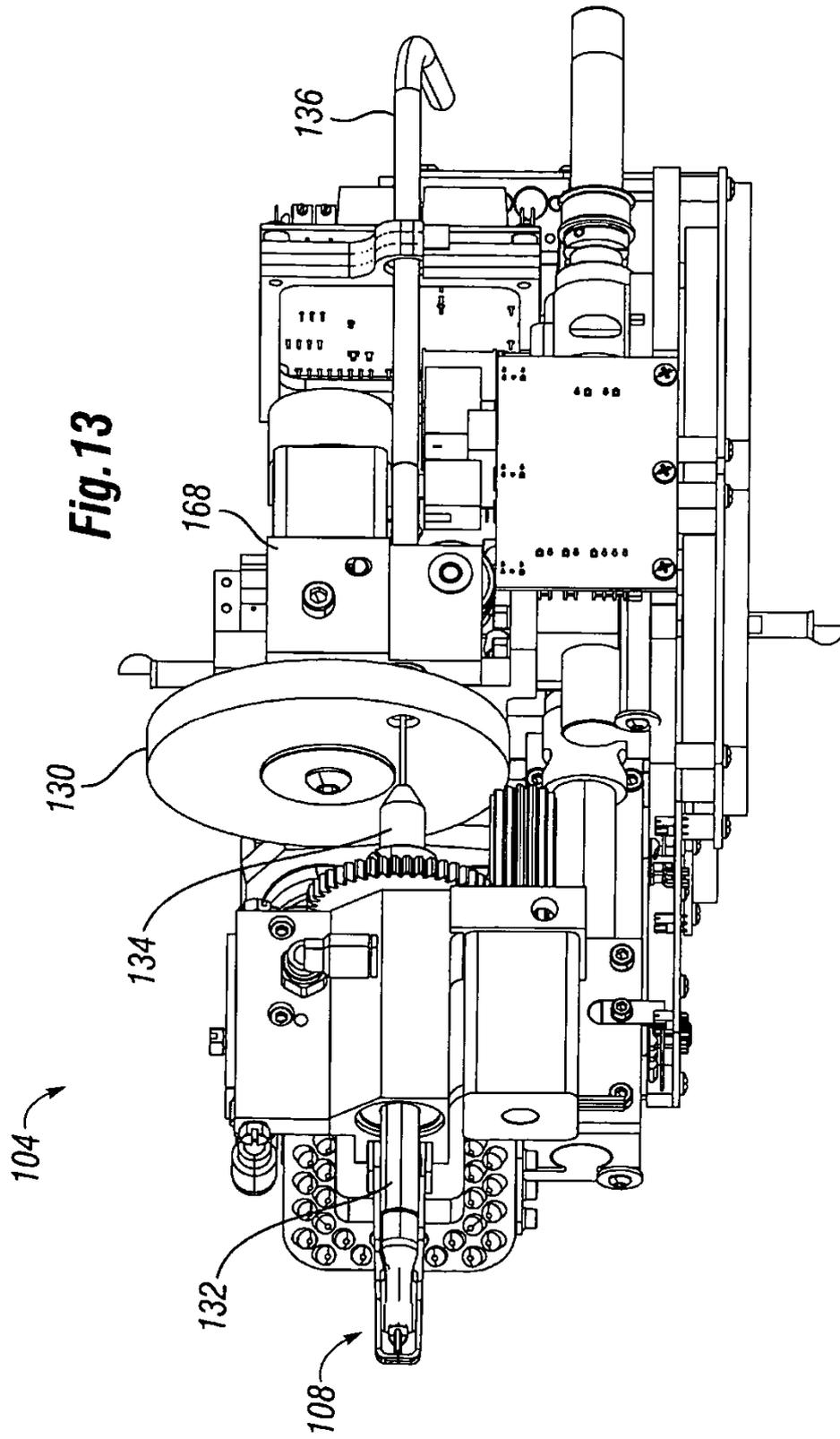


Fig. 12



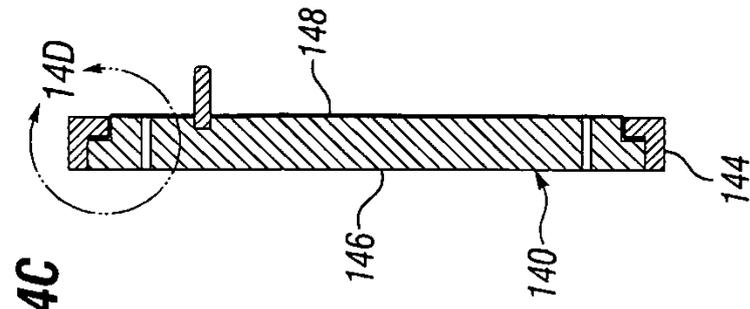


Fig. 14C

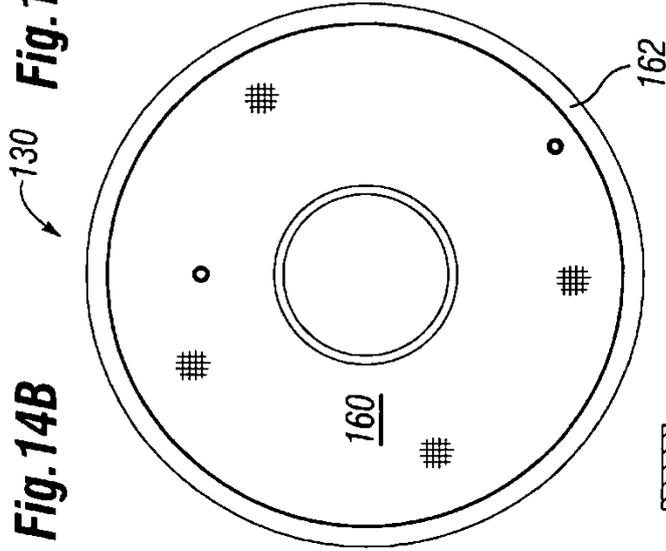


Fig. 14B

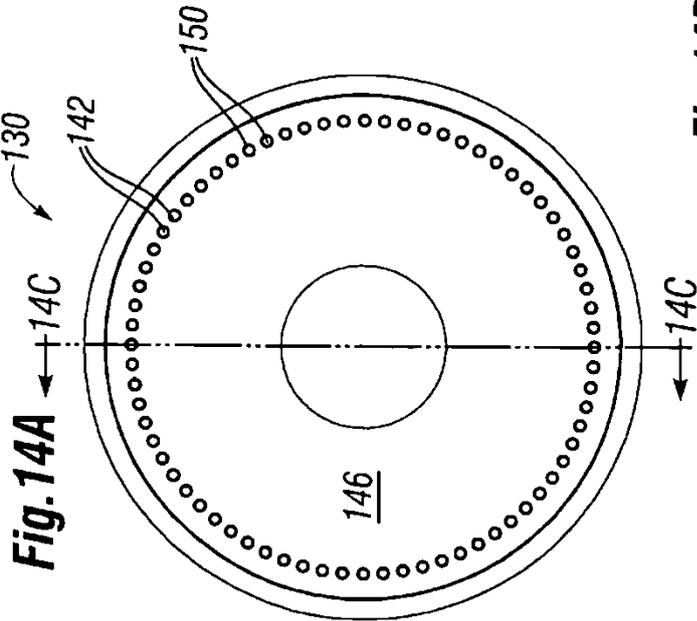


Fig. 14A

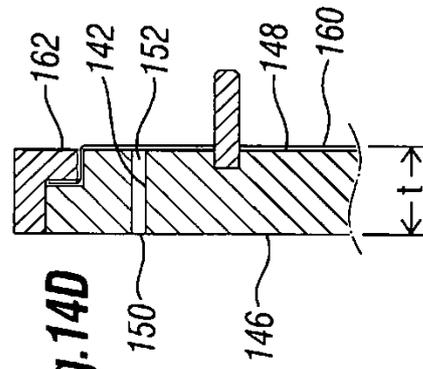


Fig. 14D

Fig.15

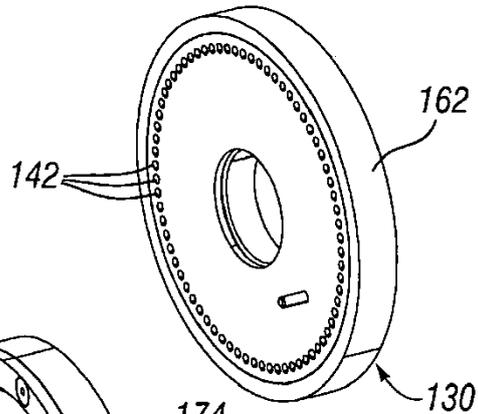


Fig.16

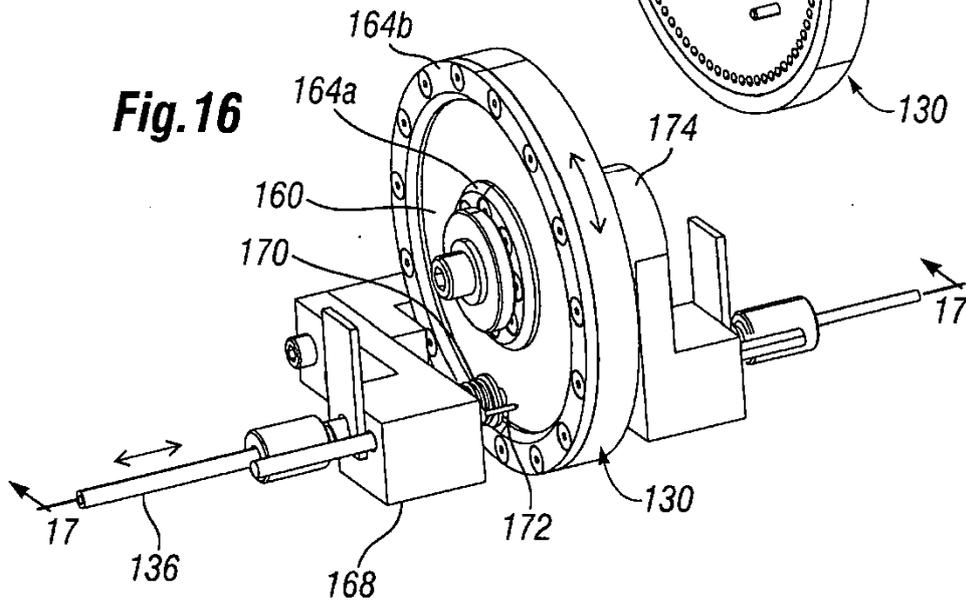


Fig.17

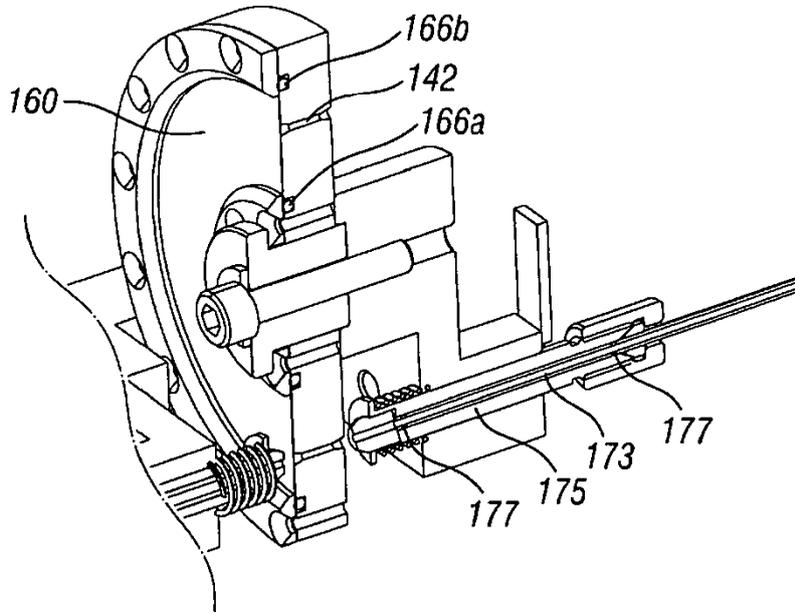


Fig.18

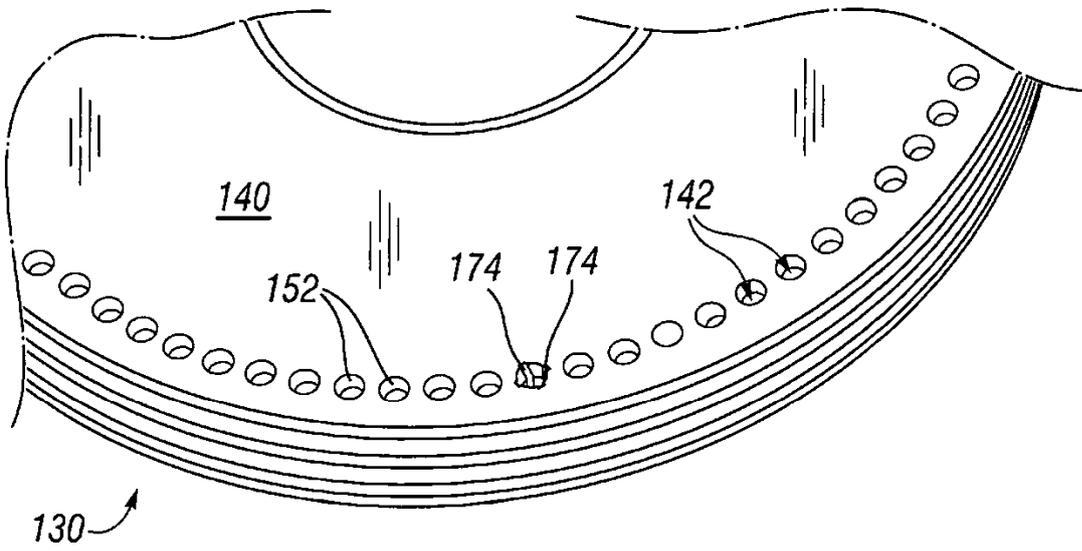
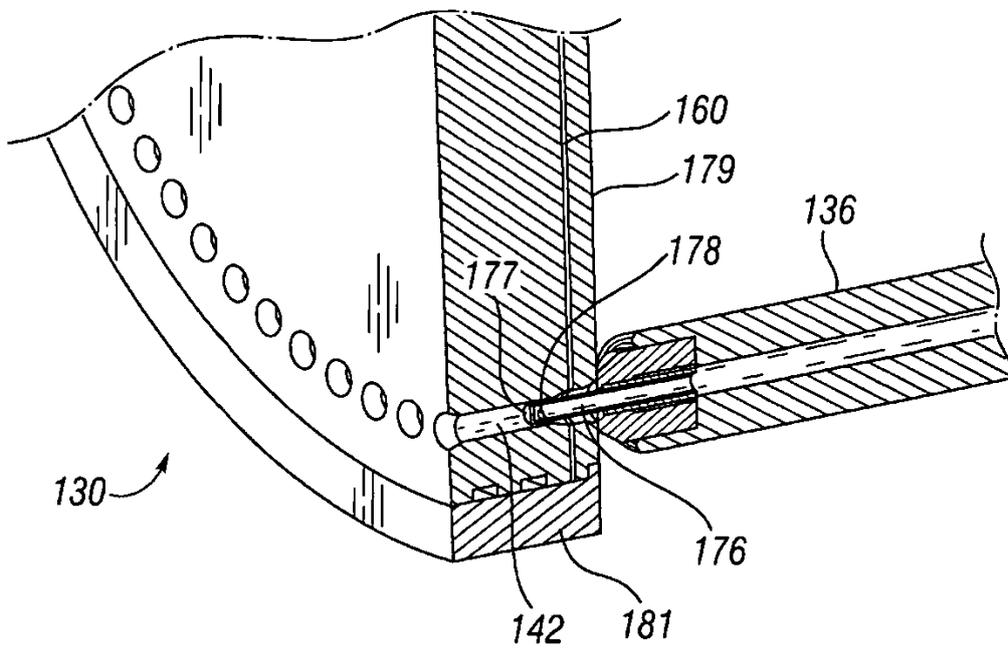
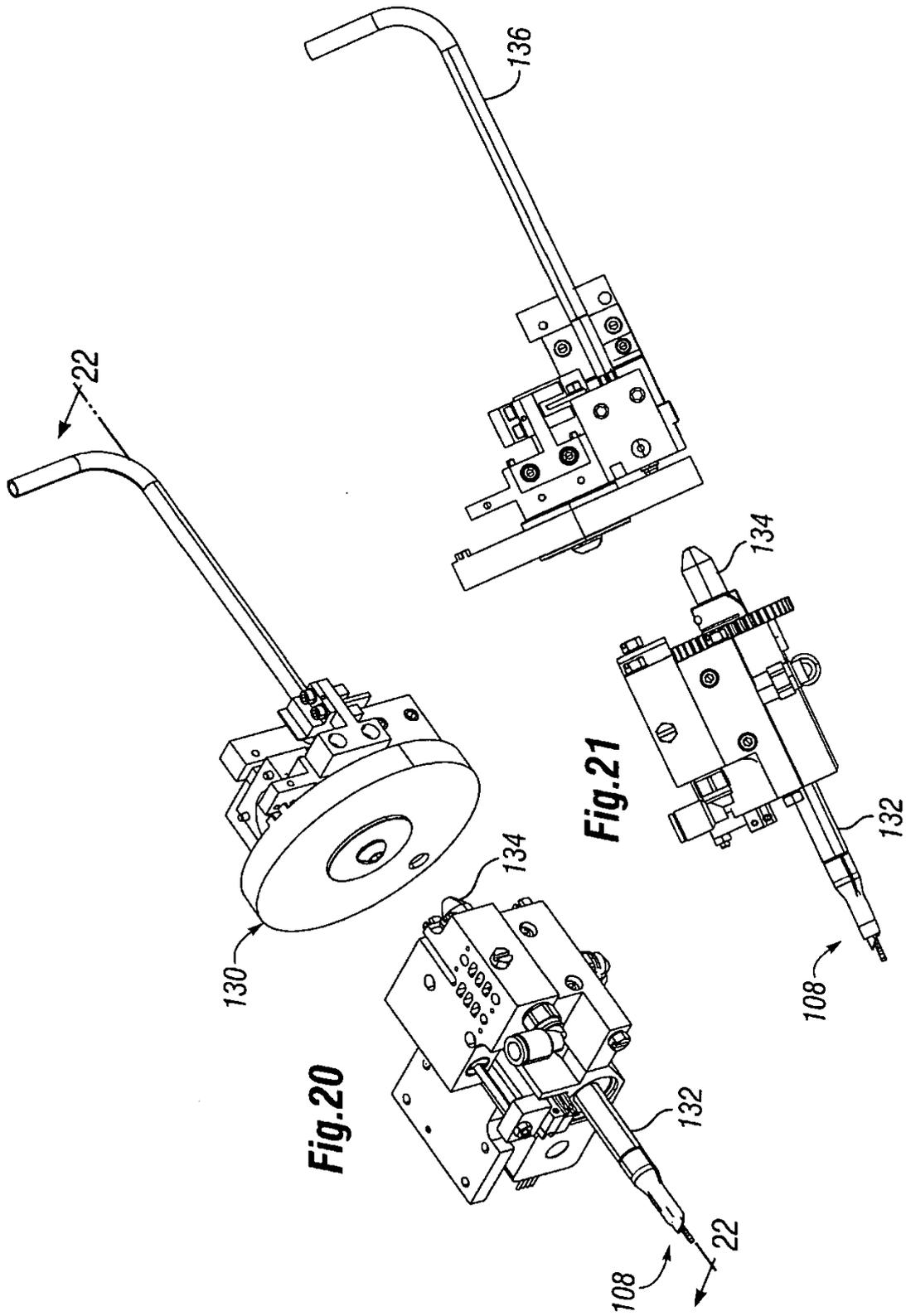


Fig.19





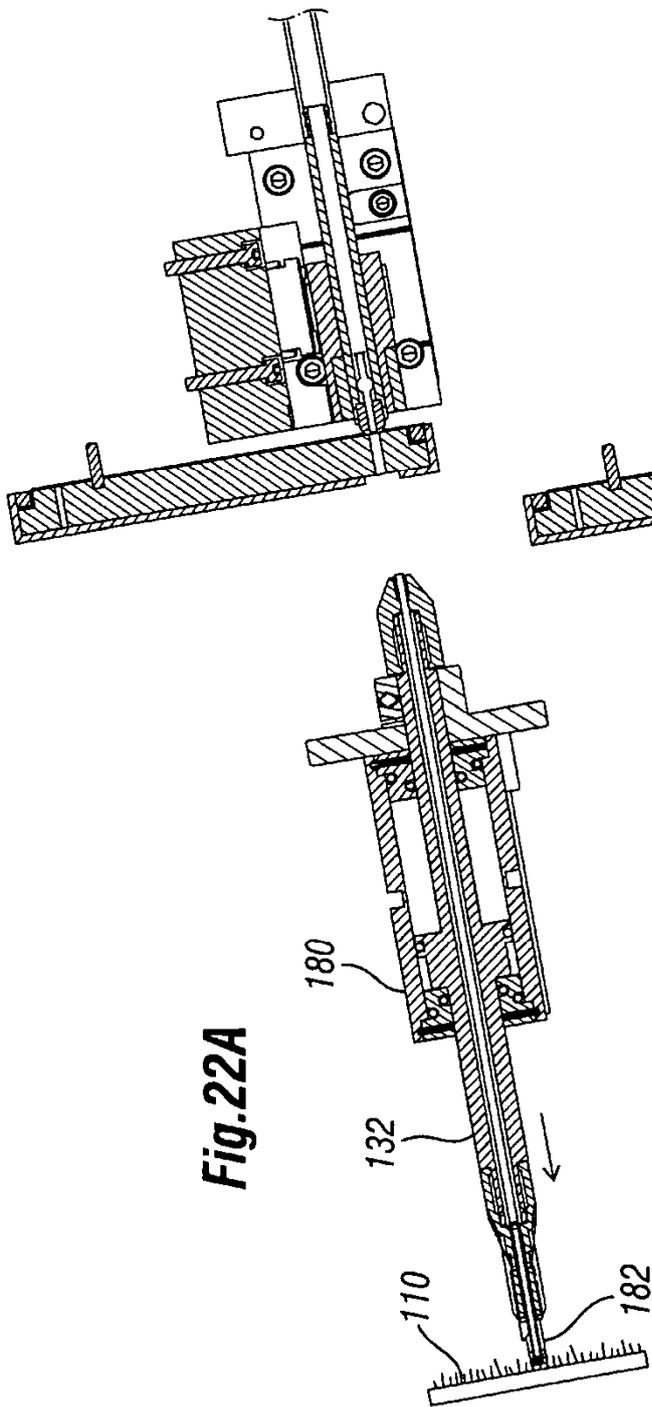


Fig. 22A

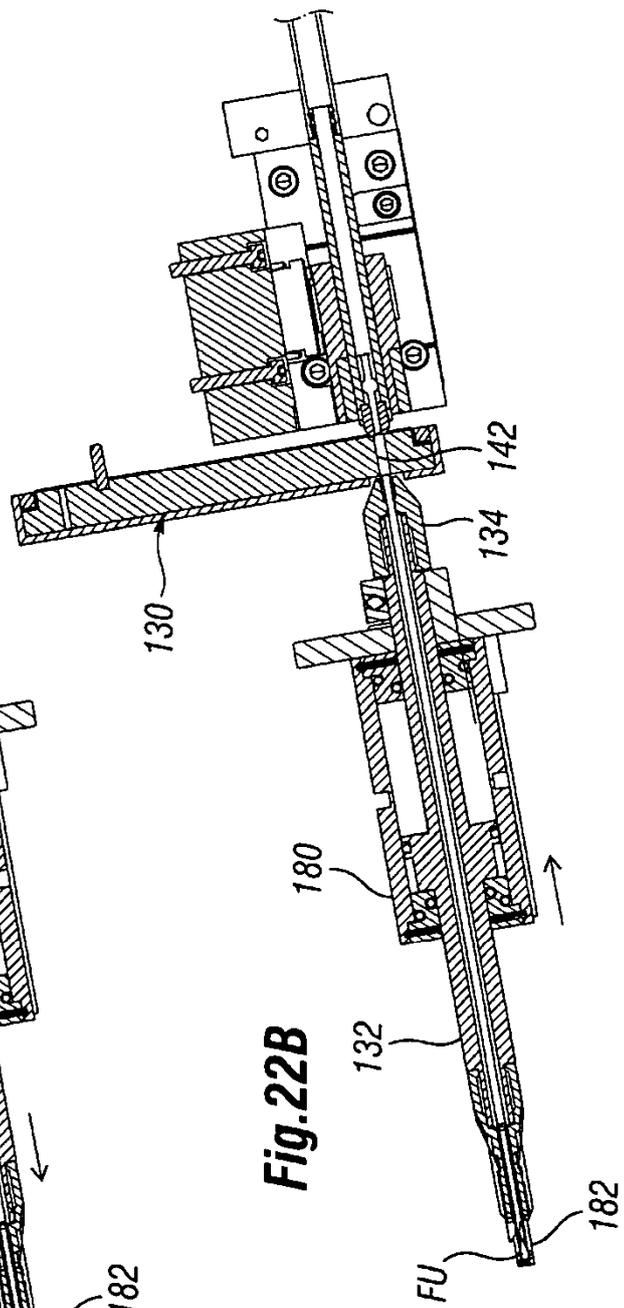


Fig. 22B

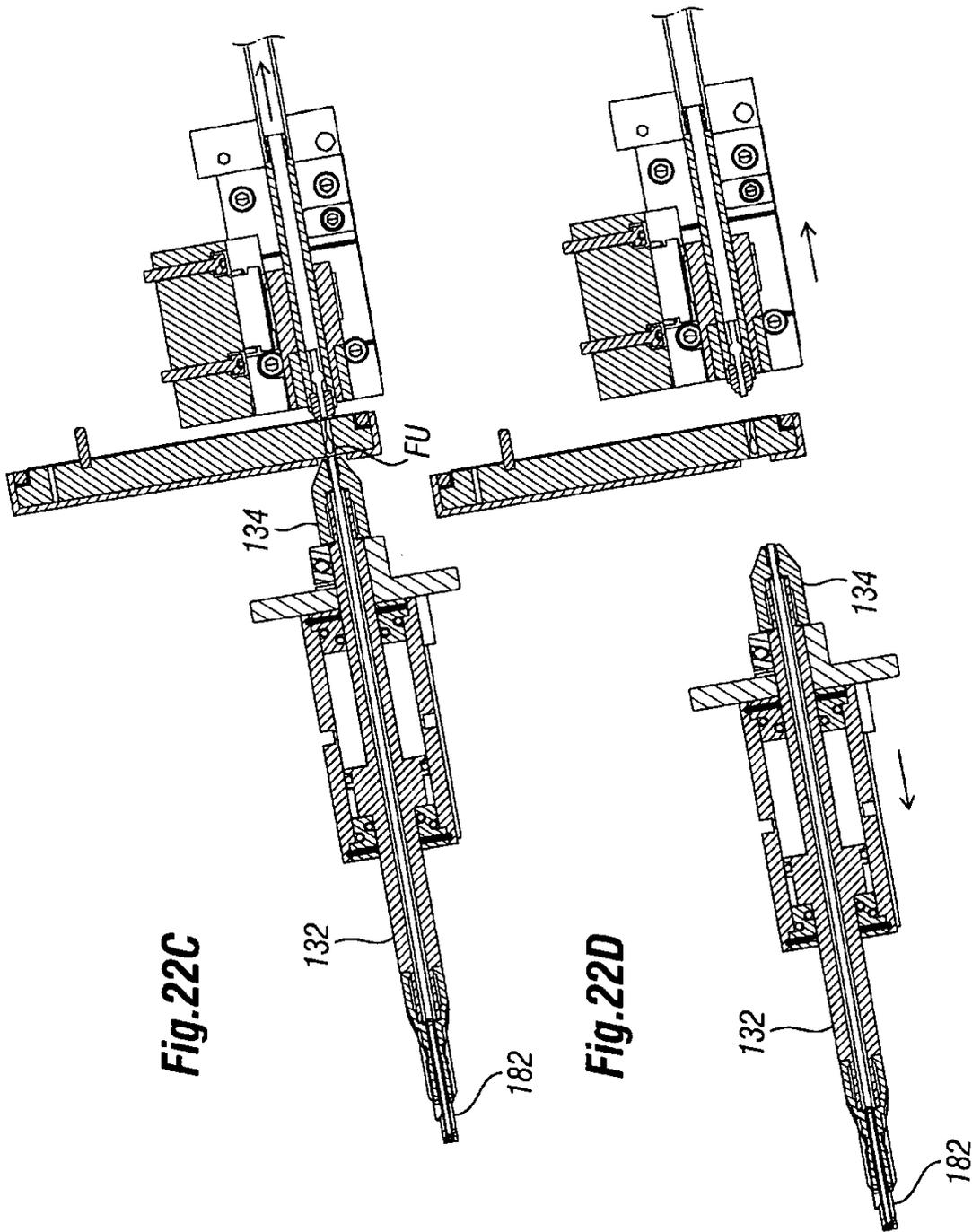


Fig. 22C

Fig. 22D

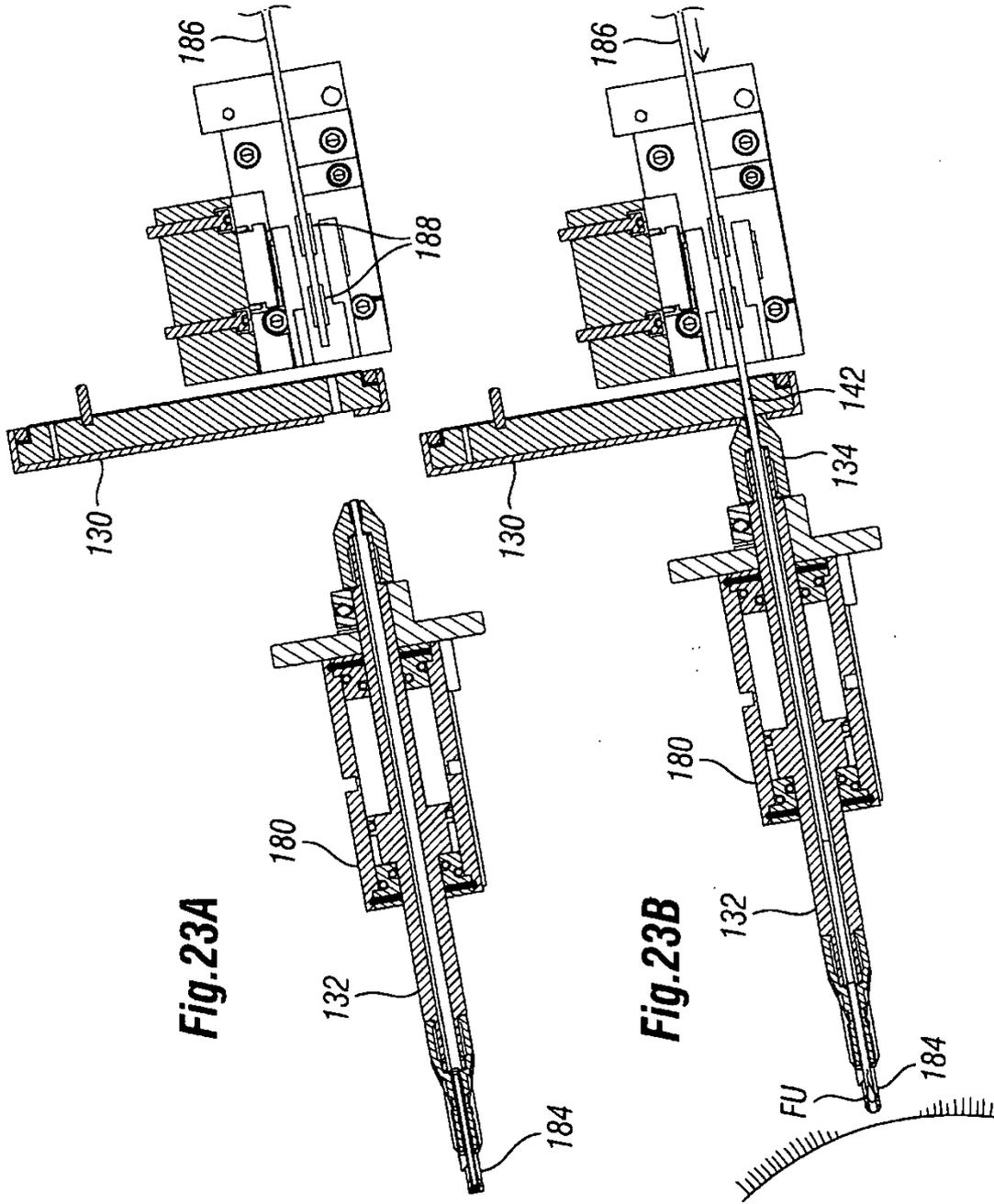


Fig. 23A

Fig. 23B