

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 954**

51 Int. Cl.:

A61F 2/10 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 90/00 (2006.01)

A61B 34/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2012 PCT/US2012/020549**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12094637**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2012 E 12732235 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2661237**

54 Título: **Métodos y sistemas para modificar un parámetro de un procedimiento automatizado**

30 Prioridad:

07.01.2011 US 201161430864 P
15.06.2011 US 201113161396

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.03.2018

73 Titular/es:

RESTORATION ROBOTICS, INC. (100.0%)
128 Baytech Drive
San Jose, CA 95134, US

72 Inventor/es:

ZINGARETTI, GABRIELE;
BODDULURI, MOHAN;
CANALES, MIGUEL G.;
TIPPETT, BRIAN E. y
ZHANG, HUI

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 656 954 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

Métodos y sistemas para modificar un parámetro de un procedimiento automatizado

5 Campo de la invención

La presente solicitud se refiere generalmente a los procedimientos automatizados y más particularmente a los métodos y sistemas para mostrar y modificar un parámetro de un procedimiento automatizado, tal como un procedimiento de trasplante de cabello, mediante el uso de imagenología y técnicas de procesamiento.

10

Antecedentes de la invención

Existen varios procedimientos médicos y cosméticos que pueden ejecutarse ahora mediante el uso de varios grados de automatización a menudo a una alta velocidad, en algunos casos mediante el uso de herramientas manuales automatizadas, en otros casos utilizando sistemas automatizados que pueden incluir brazos robóticos, por ejemplo. En tales procedimientos, con el propósito de asegurar que los procedimientos automatizados proporcionan los resultados deseados, puede requerirse ocasionalmente la entrada del usuario. Estos procedimientos incluyen, por ejemplo, la eliminación de cabello automatizada mediante el uso de láseres de intensidades y longitudes de onda variables, o la eliminación de tatuajes mediante el uso de láseres, que incluyen láseres de intensidades y longitudes de onda variables, como se describe por ejemplo en la publicación de patente de Estados Unidos Núm. 2008/0247637 cedida en forma mancomunada.

Otro de tales procedimientos es un procedimiento de trasplante de cabello. Los procedimientos de trasplante de cabello implican típicamente recolectar injertos de cabello de un área del donante, por ejemplo, el cuero cabelludo del paciente, e implantarlo en un área receptora o de calvicie. Los sistemas automatizados de trasplante de cabello que utilizan un robot, que incluyen un brazo robótico y una herramienta de fólculo piloso asociada con el brazo robótico se describen, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos Núm. 6,585,746 la cual describe un sistema automatizado de trasplante de cabello que utiliza un robot, que incluye un brazo robótico y un introductor del fólculo piloso asociado con el brazo robótico. Este sistema puede usarse para recolectar unidades foliculares de un área del donante o implantar unidades foliculares en un área receptora con asistencia por computadora. El documento US 2007/0106306 se considera que es la técnica anterior más cercana.

25

30

Resumen de la invención

La invención se describe en las reivindicaciones 1, 13, 22 y 27. Las modalidades preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes. De acuerdo con un aspecto general, la presente solicitud describe sistemas y métodos que pueden usarse para analizar y modificar, si es necesario, uno o más parámetros del procedimiento automatizado. En algunas modalidades, se proporciona un método para determinar una necesidad para modificar un parámetro de un procedimiento al menos parcialmente automatizado. El método comprende proporcionar una imagen en tiempo real de una superficie que tiene un procedimiento al menos parcialmente automatizado ejecutado en esta y también proporcionar al menos una instantánea de la superficie, la instantánea que identifica o permite identificar un parámetro del procedimiento automatizado. El método comprende además determinar la necesidad de modificar el mismo o un parámetro diferente del procedimiento automatizado para mejorar resultados del procedimiento. El método puede comprender además modificar el parámetro identificado o un parámetro diferente. Por ejemplo, el mismo o un parámetro diferente puede modificarse si un valor del parámetro en la instantánea sugiere que se requiere o es conveniente un cambio, por ejemplo, el valor del parámetro cae fuera de un límite aceptable o un intervalo, o no es ventajoso de cualquier otra manera. En algunas modalidades el valor del parámetro puede modificarse o ajustarse por un usuario, en otras modalidades, la modificación puede ejecutarse automáticamente. El método puede comprender mostrar la imagen en tiempo real y/o al menos una instantánea de la superficie. El método puede comprender proporcionar una interfaz de modificación que permite a un usuario modificar uno o más parámetros del procedimiento automatizado. El método anterior puede implementarse, por ejemplo, en un procedimiento de recolección de cabello o de implantación de cabello, o en un procedimiento automatizado de eliminación de tatuajes, varios procedimientos de ablación, procedimientos cosméticos de inyección, procedimientos oftálmicos, el tratamiento de diversas afecciones dermatológicas, o cualquier otro procedimiento que puede beneficiarse de las invenciones descritas en la presente.

40

45

50

De acuerdo con ciertas modalidades, se proporciona un método para modificar un parámetro de un procedimiento al menos parcialmente automatizado, por ejemplo un procedimiento de trasplante de cabello. El método que comprende (con referencia al ejemplo de trasplante de cabello) proporcionar una imagen en tiempo real de una superficie del cuerpo que tiene un procedimiento de trasplante de cabello al menos parcialmente automatizado ejecutado sobre esta; proporcionar al menos una instantánea de la superficie del cuerpo, la al menos una instantánea permite identificar si se cumple un criterio asociado con un procedimiento al menos parcialmente automatizado; y modificar al menos un parámetro asociado con un procedimiento al menos parcialmente automatizado si el criterio no se cumple. Por ejemplo, con referencia a la recolección de cabello, el al menos un parámetro puede modificarse para mejorar la disección del fólculo piloso.

60

65

De acuerdo con otro aspecto, la presente solicitud proporciona un método para determinar una necesidad para modificar un parámetro de un procedimiento automatizado. El método que comprende proporcionar una instantánea de una superficie del cuerpo, la instantánea que muestra, por ejemplo, una indicación de una máxima profundidad o el ángulo de penetración de una herramienta (por ejemplo, la herramienta de trasplante de cabello) con respecto a la superficie del cuerpo o del tejido. El método comprende además permitir la comparación de la indicación mostrada de la profundidad o el ángulo de penetración (o inserción) contra un valor pretendido de profundidad o el ángulo de penetración/inserción y en base a la comparación para la determinación de que se requiere ya sea de un ajuste de la profundidad o del ángulo de inserción.

De acuerdo con aún otro aspecto, se proporciona un método para modificar automáticamente o semiautomáticamente (o determinar la necesidad para modificar) un ángulo de aproximación de la herramienta o una profundidad de penetración de la herramienta en un procedimiento al menos parcialmente automatizado, por ejemplo, un procedimiento en el cuerpo de un paciente. El método comprende proporcionar o procesar información para permitir la modificación del ángulo de aproximación de la herramienta o la profundidad de penetración de la herramienta, si se cumplen ciertas condiciones.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente solicitud proporciona un aparato o un sistema que comprende un procesador configurado o diseñado para ejecutar uno o más de los métodos de la invención. El sistema puede comprender además una memoria adaptada para almacenar, al menos temporalmente, al menos una imagen. En ciertas modalidades, el sistema comprende además una interfaz adaptada para recibir una o más imágenes, por ejemplo, de una superficie del cuerpo donde se ejecuta el procedimiento, por ejemplo, del cual se están recolectando las unidades foliculares y/o donde los injertos de cabello se implantarán o se están implantando. En ciertas modalidades, el sistema puede comprender además un dispositivo de adquisición de imágenes, mientras que en otras modalidades el sistema puede ser una parte de un sistema robótico, tal como un sistema robótico para el trasplante de cabello.

De acuerdo con un aspecto aún adicional, se proporciona un método para orientar una herramienta para trasplantar unidades foliculares, que comprende: elegir un ángulo de aproximación mínimo de una herramienta en base a al menos en parte a un ángulo de surgimiento promedio o medio de una pluralidad de unidades foliculares en un área; determinar un ángulo de surgimiento de una unidad folicular de interés; comparar el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés con el ángulo de aproximación mínimo de la herramienta; y determinar la orientación de la herramienta en base a un resultado de la comparación del ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés con el ángulo de aproximación mínimo de la herramienta. El método puede comprender además orientar la herramienta en base al resultado de la comparación del ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés con el ángulo de aproximación mínimo de la herramienta.

En aún otro aspecto, la presente solicitud proporciona medios legibles por máquina en los cuales se proporcionan instrucciones de programa para ejecutar uno o más de los procesos de la invención o los métodos descritos en la presente.

Otros propósitos adicionales, características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lean y visualicen las figuras que la acompañan.

Breve descripción de los dibujos

Debe señalarse que los dibujos no están a escala y se destinan únicamente como ayuda junto con las explicaciones en la siguiente descripción detallada. En los dibujos, los números de referencia idénticos identifican elementos similares o acciones. Los tamaños y las posiciones relativas de los elementos en los dibujos no están necesariamente dibujados a escala. Por ejemplo, las formas de varios elementos y ángulos no están dibujados a escala, y algunos de estos elementos se amplían y posicionan arbitrariamente para mejorar la legibilidad del dibujo. Adicionalmente, las formas particulares de los elementos como se dibujó, no se destinan a transmitir cualquier información referente a la forma real de los elementos particulares, y solamente se han seleccionado para la facilidad de reconocimiento en los dibujos. Las características y ventajas de la presente invención se apreciarán como de la misma manera se entenderán mejor con referencia a las especificaciones, reivindicaciones y dibujos adjuntos en donde:

La Figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un sistema robótico que puede implementarse en varias modalidades de las invenciones descritas en la presente.

Las Figuras 2a y 2b son ejemplos de punzones o agujas que pueden utilizarse en varias modalidades de las invenciones descritas en la presente.

La Figura 2c ilustra esquemáticamente una porción ampliada de una aguja o punzón con las marcas de la banda. La Figura 2d es un ejemplo de una imagen suplementaria que puede incorporarse en la interfaz de usuario o una pantalla.

La Figura 2e es un ejemplo de una porción de una interfaz de usuario que puede incorporarse en la pantalla del usuario.

La Figura 3 es un ejemplo de una captura de pantalla de una pantalla de usuario, la cual puede usarse para implementar varias modalidades de la invención.

5 La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una metodología general de acuerdo con un aspecto de la invención.

La Figura 5 es un ejemplo de la gráfica que representa una modalidad de la metodología para determinar el agarre del ángulo para los ángulos de surgimiento representativos de las unidades foliculares.

10 La Figura 6 es un ejemplo del método para modificar la gráfica de la Figura 5.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

15 En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos acompañantes que muestran a modo de ilustración algunos ejemplos de las modalidades en las cuales puede ponerse en práctica la invención. También debe entenderse que pueden utilizarse otras modalidades y los cambios estructurales o lógicos pueden hacerse sin apartarse del alcance de la presente invención. Con respecto a esto, la terminología direccional, tal como "exterior", "interior", "mayor", "menor", "primero", "segundo" etcétera, se usan con referencia a la orientación de la(s) Figura(s) que se describe(n). Debido a que los componentes o las modalidades de la presente invención pueden posicionarse u operarse en un número de diferentes orientaciones, la terminología direccional se usa para propósitos de ilustración y no es de ningún modo limitante. La siguiente descripción, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido limitante, y el alcance de la presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

25 El término "herramienta", "herramienta de recolección" o "herramienta de implantación", como se usa en la presente con referencia al trasplante de cabello, se refiere a cualquier número de herramientas o los efectores de extremo que son capaces de crear sitios de implantación, disecar, recolectar o implantar unidades foliculares ("FU") de una superficie del cuerpo. Tales herramientas pueden tener muchas formas y configuraciones y diferentes. En muchas modalidades, la herramienta comprende un eje tubular hueco y de esta manera puede etiquetarse, por ejemplo, una cánula, una aguja, o un punzón. Los extremos distales de tales herramientas (por ejemplo, punzones, dispositivos de perforación, dispositivos de corte y/o recorte, agujas), están típicamente afilados, en varios grados, para ayudar a crear sitios de implantación o recolectar o implantar la unidad folicular. Otras herramientas aplicables para procedimientos alternativos que pueden beneficiarse de las invenciones de la presente solicitud pueden comprender, por ejemplo, láseres, o herramientas de eliminación de tatuajes, bisturios quirúrgicos, fórceps, hemóstatos, instrumentos quirúrgicos, retractores, herramientas electroquirúrgicas, herramientas de ablación de radiofrecuencia, dispositivos de sutura, examen de ojos, o taladros.

Las modalidades de los métodos de la presente invención pueden implementarse mediante el uso de un programa de computadora, microprograma o hardware. Pueden usarse Varios lenguajes de programación y sistemas operativos para implementar las invenciones descritas en la presente.

40 Debe entenderse que los diversos conceptos de la invención descritos en la presente pueden aplicarse a una variedad de procedimientos y aplicaciones. Para la conveniencia de la descripción, la siguiente descripción se describirá por ejemplos con referencia a los procedimientos de trasplante de cabello. Los procedimientos de trasplante de cabello que se llevan a cabo mediante el uso de sistemas automatizados (que incluyen los robóticos) o los sistemas controlados por computadora que se han descrito, por ejemplo, en la publicación Núm. US 2007/0106306 cedida en forma mancomunada. Los sistemas robóticos de trasplante de cabello generalmente requieren un posicionamiento preciso de una herramienta bajo el control robótico. Cuando se implementa un procedimiento semiautomatizado o totalmente automatizado es probable que se requiera la modificación de ciertos parámetros. De acuerdo con un aspecto descrito en la presente, la presente solicitud proporciona la metodología que permite hacer modificaciones al valor de los parámetros, por ejemplo los parámetros asociados con el procedimiento de trasplante de cabello, de manera que las modificaciones pueden hacerse fácilmente, y sin interrumpir necesariamente el procedimiento en sí.

55 Uno de los beneficios de un sistema automatizado de trasplante de cabello es reducir sustancialmente el tiempo del procedimiento mientras se ejecutan centenares de pasos repetitivos y tediosos asociados con la recolección de cabello y/o los procedimientos de implante de cabello. Una de las consecuencias de usar un sistema automatizado de trasplante de cabello, sin embargo, es que la velocidad a la cual el proceso automatizado de trasplante de cabello ocurre puede ser demasiado rápido para el doctor que dirige el sistema automatizado para observar fácilmente su operación, percibir ciertos parámetros, y hacer cualquier ajuste necesario de los parámetros de la recolección o el proceso de implantación. Debido a que la tensión de la piel, o la densidad de los folículos pilosos, el grosor, y muchos otros parámetros pueden variar de paciente en paciente, e incluso dentro de diferentes áreas del cuero cabelludo del mismo paciente, se requiere la entrada del cirujano, por ejemplo, para ajustar la profundidad o el ángulo de inserción de la herramienta, para asegurar que el trasplante es exitoso (por ejemplo, las unidades foliculares se recolectan sin cortar transversalmente o dañándolas de cualquier otra manera). Los sistemas automatizados pueden operar tan rápidamente que a menos que el doctor esté dispuesto a detener temporalmente el procedimiento, él no puede ser capaz de decir si se requiere cualquier ajuste para el proceso, antes de que sea demasiado tarde, y el proceso se ha completado o bien está en ejecución. Con un ejemplo de un procedimiento de trasplante de cabello, además de los requisitos del sistema y las consideraciones,

también debe tratarse con la consideración de varios aspectos del paciente involucrado. Por ejemplo, todas las superficies del cuerpo no son tan elásticas como otras, algunas pueden formarse de tejido fino que se penetra fácilmente por una herramienta de recolección, mientras que otro tejido puede ser más difícil de penetrar, incluso si se aplica una fuerza similar en un similar período de tiempo a la superficie para perforar la piel. Por lo tanto, es de esperarse la necesidad de ajustar un parámetro del procedimiento de trasplante de cabello de un paciente a otro, o de una porción de un área del donante a otro, especialmente cuando se ejecuta por las herramientas automatizadas o los sistemas robóticos. Si es necesario cualquier ajuste, típicamente, a menudo se pierde una cierta cantidad de tiempo cuando el proceso automatizado se interrumpe para comprobar y ver si es necesario un ajuste, o para hacer realmente el ajuste necesario. Si el ajuste inicial no soluciona el problema, se requerirá interrupción adicional hasta que se resuelva el problema. La utilización de sistemas y métodos automatizados para el trasplante de cabello, por lo tanto crean otros problemas en su empeño para mejorar la velocidad y la eficiencia del procedimiento automatizado.

De acuerdo con varias modalidades descritas en la presente, una variedad de sistemas y métodos los cuales se han desarrollado permiten extraer información cuantitativa referente al procedimiento sin tener que interrumpir el procedimiento. Además, estos sistemas y métodos sirven para proporcionar información en uno o más parámetros del procedimiento, de manera que pueden modificarse, si se requiriere, por ejemplo con referencia a la recolección de cabello, para mejorar el procedimiento de recolección de cabello o los resultados de tal procedimiento. En una configuración, por ejemplo, el sistema permite al usuario inspeccionar visualmente una imagen aumentada del cabello recolectado y en base a la inspección, el usuario puede aprobar o modificar uno o más parámetros para mejorar el rendimiento del sistema, o los resultados de tal procedimiento. En otra configuración, por ejemplo, el sistema automáticamente puede llevar a cabo tal inspección "visual" de la "imagen" del cabello recolectado y automáticamente modificar uno o más parámetros para mejorar el rendimiento del sistema, o los resultados de tal procedimiento. La inspección visual puede basarse en la captura de parámetros cuantitativos de la recolección previa o los intentos de implantación, tales parámetros que incluyen pero no se limitan al ángulo de la herramienta, la profundidad de penetración de la herramienta, la fuerza aplicada a la herramienta durante la penetración, ya sea la unidad folicular disecada retenida en la herramienta recolección, ya sea la unidad folicular cortada transversalmente durante la disección, y/o la velocidad de rotación de la herramienta. Por ejemplo, el procesamiento de imágenes puede utilizarse para identificar si una unidad folicular fue retenida en la herramienta de recolección. El sistema puede configurarse para tomar una instantánea en un caso cuando la herramienta se retrae de la superficie del cuerpo, y el procesador de imágenes puede configurarse o programarse para revisar una ausencia de una unidad folicular (si existe una cavidad en la superficie del cuerpo de la cual se eliminó la unidad folicular), o si la unidad folicular todavía está presente en cierto grado. En base al descubrimiento, el procesador entonces puede determinar automáticamente (sin la entrada del usuario) si se requiere cualquier modificación para uno o más de los parámetros asociados y automáticamente instruye la modificación requerida en consecuencia. De esta manera, el sistema es capaz de llevar a cabo automáticamente una inspección "visual" de la "imagen" del cabello recolectado y modificar automáticamente uno o más parámetros para mejorar el rendimiento del sistema. En ciertas modalidades o configuraciones los sistemas y métodos descritos en la presente pueden usar una combinación de la inspección del usuario y la entrada del usuario con la inspección automatizada y la modificación automatizada de los parámetros de los procedimientos pertinentes. La identificación de un valor asociado con varios parámetros, y la modificación de estos, permite al usuario (o al sistema, o ambos combinados), por ejemplo, modificar el ángulo en el cual la herramienta se inserta en la superficie del cuerpo, la profundidad a la cual se inserta, la fuerza aplicada en inserción, la selección del tamaño de la herramienta, y/o la velocidad de rotación de la herramienta, para minimizar de esta manera el daño durante los procedimientos, por ejemplo cualquier daño para la unidad folicular que se está eliminando, y/o mejorar la calidad de la muestra eliminada, preferentemente preservando su integridad. Estos sistemas y métodos también pueden servir para reducir la tasa de corte transversal de unidades foliculares durante el proceso de disección. Estos sistemas y métodos pueden incorporarse en el uso de o como parte de un sistema automatizado o semiautomatizado, y/o como parte de una computadora o sistema controlado robóticamente. Las modificaciones identificadas anteriormente pueden llevarse a cabo en una manera oportuna para evitar la operación continua bajo los parámetros no deseados, y podrían ejecutarse sin tener que interrumpir o retrasar sustancialmente el procedimiento automatizado de trasplante.

Aunque varios ejemplos y modalidades descritas en la presente usarán unidades foliculares o cabellos para los propósitos de describir varios aspectos de la invención, debe ser evidente que la comprensión general de varios conceptos descritos puede aplicarse más ampliamente para otras aplicaciones apropiadas. Debe entenderse que aunque los métodos descritos en la presente son especialmente adecuados para el uso con un sistema robótico para la recolección de cabello y/o implantación, pueden aplicarse a otras aplicaciones. Estas aplicaciones adicionales pueden incluir, por ejemplo, una colocación o eliminación automatizada de tatuajes, o una eliminación de cabello automatizada, varios procedimientos de ablación, procedimientos cosméticos de inyección, procedimientos oftálmicos, tratamiento de varias afecciones dermatológicas, o algún otro procedimiento que puede beneficiarse de las invenciones descritas en la presente. Debe señalarse que los ejemplos dados en la presente son para los propósitos de ilustración y sólo de ejemplo, la descripción como se expone no pretende ser exhaustiva o limitante.

La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema robótico 100 para recolectar y/o implantar unidades foliculares en una superficie del cuerpo, tal como el cuero cabelludo. El sistema 100 incluye un brazo robótico 105 al cual se acopla una herramienta recolección o de implantación 110. Varios motores y otros dispositivos de movimiento pueden incorporarse para permitir los movimientos finos de una punta operativa de la herramienta 110 en múltiples direcciones. El sistema robótico 100 incluye además al menos un (y preferentemente dos para la visión

estéreo) dispositivo de adquisición de imágenes 115 el cual puede montarse en una posición fija, o acoplarse (directamente o indirectamente) a un brazo robótico 105 u otro dispositivo de movimiento manejable. La punta operativa de la herramienta 110 se muestra posicionada sobre una superficie del cuerpo 120, en este caso una parte del cuero cabelludo del paciente que tiene folículos pilosos sobre este.

5 El procesador 125 de la Figura 1 comprende un procesador de imágenes 130 para procesar imágenes obtenidas del dispositivo de adquisición de imagen 115. El procesador de imágenes 130 puede ser un dispositivo separado o puede incorporarse como una parte del procesador 125. El procesador 125 también puede instruir varios dispositivos de movimiento del brazo robótico 105, que incluyen la herramienta 110, y actuar, por ejemplo, a través de un controlador 10
10 135 como se muestra esquemáticamente en la Figura 1. El controlador 135 puede acoplarse operativamente al brazo robótico y configurarse para controlar el movimiento del brazo robótico, que incluye el movimiento en base a las imágenes o los datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de imágenes. Alternativamente, el controlador 135 puede incorporarse como una parte del procesador 125, de manera que todo procesamiento y los controles de todos los movimientos de todas las herramientas, el brazo robótico y cualquier otra parte móvil del ensamble, que incluye aquellos
15 basados en las imágenes o los datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de imágenes, se concentran en un lugar. El sistema 100 puede comprender además un monitor 140, un teclado 145, y un mouse 150. Una imagen ampliada de la superficie del cuerpo 120 puede verse en la visualización imágenes o el monitor 140. Además, el sistema 100 puede comprender otras herramientas, dispositivos y componentes útiles en la recolección, y/o implantación de los folículos pilosos, o en la planificación del tratamiento del cabello. El sistema comprende además una interfaz (no se muestra) adaptada para recibir unos datos de una imagen, varias partes del sistema permiten a un operador monitorear las condiciones y proporcionar instrucciones, según se necesite. El procesador 125 puede interactuar con el dispositivo de obtención de imágenes 115 a través de la interfaz. La interfaz puede incluir puertos de hardware, cables, indicaciones, y otros medios de transmisión de datos, o puede comprender un programa de computadora.

25 Algunos ejemplos no limitantes de un dispositivo de adquisición de imágenes 115 mostrados en la Figura 1 incluyen una o más cámaras, tal como cualquier cámara disponible comercialmente. El dispositivo de adquisición de imágenes o de imagenología puede sujetarse, por ejemplo, por un brazo robótico, o por cualquier otro mecanismo o medio. Por supuesto, varios dispositivos de adquisición de imágenes o una combinación de varios dispositivos pueden usarse con cualquiera de las modalidades de los sistemas y métodos descritos en la presente. El dispositivo de adquisición de
30 imágenes 115 puede comprender un dispositivo que toma imágenes fijas, también puede comprender un dispositivo capaz de obtener imágenes en tiempo real (por ejemplo, una webcam capaz de transmitir continuamente información en tiempo real), y/o también puede tener una capacidad de videograbación (como una cámara de video). Mientras que los dispositivos de obtención de imágenes estéreo o multivista son muy útiles en la presente invención, no es necesario emplear tales geometrías o configuraciones, y la presente invención no está tan limitada. Igualmente, aunque se prefiere que el dispositivo de adquisición de imágenes sea un dispositivo digital, no es necesario. Por ejemplo, el dispositivo de adquisición de imágenes puede ser una cámara de TV analógica que adquiere una imagen inicial la cual se procesa entonces en una imagen digital (por ejemplo, a través un dispositivo analógico a digital como un capturador de marcos comercialmente disponible) para el uso adicional en el método de la presente invención. El dispositivo de adquisición de
35 imágenes puede acoplarse a un sistema de procesamiento 125, que se muestra incorporado en el procesador de imágenes 130 en la Figura 1, para controlar la operación de obtención de imágenes y procesar datos de imágenes.

Típicamente, el procesador 125 opera como un dispositivo de procesamiento de datos, por ejemplo, puede incorporarse en una computadora. El procesador 125 puede incluir una unidad central de procesamiento o un procesador paralelo, y una interfaz de entrada/salida, una memoria con un programa, en donde todos los componentes pueden conectarse
45 mediante un bus. Adicionalmente, la computadora puede incluir un dispositivo de entrada, una pantalla, y también puede incluir uno o más dispositivos de almacenamiento secundarios. El bus puede ser interno para la computadora y puede incluir un adaptador para recibir un teclado o dispositivo de entrada o puede incluir conexiones externas.

El procesador 125 puede ejecutar un programa que puede configurarse para incluir operaciones predeterminadas. El
50 procesador puede acceder a la memoria en la cual puede almacenarse al menos una secuencia de instrucciones de código que comprende el programa para ejecutar operaciones predeterminadas. La memoria y el programa pueden ubicarse dentro de la computadora o pueden ubicarse exterior a esta. A manera de ejemplo, y no de limitación, un procesador de imágenes adecuado 130 puede ser un sistema de procesamiento digital el cual incluye uno o más procesadores u otro tipo de dispositivo. Por ejemplo, un procesador y/o un procesador de imágenes pueden ser un controlador o cualquier tipo de computadora personal ("PC"). Alternativamente, el procesador puede comprender un
55 Circuito Integrado Específico de Aplicación (ASIC) o una Matriz de Puerta Programable de Campo (FPGA). Se entenderá por los expertos en la técnica que el procesador y/o el procesador de imágenes para el uso con la presente invención se programan y configuran para ejecutar varias técnicas conocidas de procesamiento de imágenes, por ejemplo, la segmentación, la detección del borde, el reconocimiento de objetos y la selección. Estas técnicas generalmente se conocen y no necesitan describirse por separado en la presente. Los métodos descritos en la presente pueden implementarse en varios sistemas de computación de propósito general o específico. En ciertas modalidades, los métodos de la presente solicitud pueden implementarse en una computadora personal o estación de trabajo configurada específicamente. En otras modalidades, los métodos pueden implementarse en una estación de trabajo de propósito general, que incluye una conectada a una red. Alternativamente o adicionalmente, los métodos de la invención pueden implementarse, al menos parcialmente, en una tarjeta para un dispositivo de la red o un dispositivo de
60 computación de propósito general. El procesador/procesador de imágenes también puede incluir memoria, dispositivos

de almacenamiento, y otros componentes generalmente conocidos en la técnica y, por lo tanto, no necesitan describirse en detalle en la presente. El procesador de imágenes puede usarse junto con varios sistemas de trasplante de cabello y dispositivos manuales, parcialmente automatizados y totalmente automatizados (que incluyen los robóticos), que incluyen pero no se limitan a sistemas para la recolección de cabello, o el trasplante de cabello.

5 El dispositivo de visualización de imágenes 140 puede comprender un monitor de computadora de alta resolución que opcionalmente puede ser una pantalla táctil. La visualización de imágenes puede permitir que las imágenes, como video o imágenes fijas, sean legibles y que las unidades foliculares, y partes de estas, se visualicen. Alternativamente, el dispositivo de visualización de imágenes 140 puede ser otros dispositivos táctiles, que incluyen tableta, PC de bolsillo, y
10 otras pantallas de plasma. La pantalla táctil puede usarse para modificar los parámetros del procedimiento de trasplante de cabello, directamente a través del dispositivo de visualización de imágenes.

15 Los métodos, aparatos y sistemas consistentes con la invención pueden llevarse a cabo proporcionando una interfaz de modificación, o una interfaz de modificación del usuario, que incluye iconos para hacer clic, botones de selección en un menú, ventana de diálogo, o una ventana desplegable de una interfaz que puede proporcionarse para alimentar a la computadora. De acuerdo con otra modalidad, el dispositivo de visualización de imágenes 140 puede mostrar la ventana de selección y un lápiz o un teclado para introducir una selección, por ejemplo, directamente en la pantalla en sí. De acuerdo con una modalidad, los comandos pueden introducirse a través de la interfaz de modificación a través de un lápiz programable, un teclado, un mouse, un sistema de procesamiento del habla, un puntero láser, una pantalla táctil,
20 una tableta, un asistente digital personal (PDA), un dispositivo de entrada remoto (tal como un colgante), u otro mecanismo de entrada. El dispositivo de entrada remoto puede incluir iconos para hacer clic, botones de selección, ventanas de diálogo, o ventanas desplegables las cuales son las mismas o similares a aquellas que se encuentran en la interfaz de modificación del usuario, que proporciona una manera conveniente para que el usuario controle las funciones comunes de la interfaz de usuario desde su posición en el lado del paciente. Alternativamente, el dispositivo de entrada remoto solamente puede acomodar, por ejemplo, un subconjunto de tales controles de modificación, que hace un colgante más compacto. En aún otra modalidad, el dispositivo de entrada remoto puede configurarse para acomodar controles adicionales de modificación. Además, ya sea el dispositivo de entrada remoto o cualquier otro mecanismo de entrada puede tener iconos los cuales permiten al usuario controlar el brazo robótico, permitiendo al usuario mover el
25 brazo robótico lejos del paciente, o incorporar un botón de PARADA, que permite al usuario terminar la operación del brazo robótico o de la herramienta trasplante de cabello en el caso de una emergencia. Alternativamente, la interfaz de modificación puede comprender una pieza de hardware dedicada. En algunas modalidades las selecciones o los ajustes hechos a través de la interfaz de modificación pueden ejecutarse mediante instrucciones de código que pueden ejecutarse en el procesador de la computadora.

35 El programa que ejecuta el método y sistema puede incluir un código de programa separado que incluye un conjunto de instrucciones para ejecutar una operación deseada o puede incluir una pluralidad de módulos que ejecutan tales suboperaciones de una operación, o pueden ser parte de un único módulo de un programa más grande que proporciona la operación. La construcción modular facilita añadir, borrar, actualizar y/o corregir los módulos en este y/o las características dentro de los módulos.

40 El programa puede incluir una función electrónica de auditoría que permite capturar datos selectivos que son parte de y están contenidos dentro del aparato o el sistema. Por ejemplo, los datos capturados pueden incluir un valor de un parámetro asociado con el procedimiento de trasplante de cabello, el aparato o sistema que lleva a cabo el procedimiento, y/o el paciente. La función electrónica de auditoría puede configurarse en algunas modalidades para capturar los pasos individuales o porciones de estos que el sistema ejecuta durante la recolección de cabello o el proceso de implantación de cabello del trasplante de cabello. El sistema electrónico de auditoría también puede configurarse para capturar valores de parámetros asociados con el procedimiento de trasplante de cabello que se comprueba desde el procesamiento de los pasos individuales capturados o porciones de estos.

50 El programa puede recibir información única del identificador y/o información adicional y puede acceder, por ejemplo, a un dispositivo de almacenamiento que tiene datos asociados con la información única del identificador y/o la información adicional.

55 En algunas modalidades, un usuario puede seleccionar un método o modalidad particular de esta solicitud, y el procesador ejecutará un programa o algoritmo asociado con el método seleccionado. Por ejemplo, un usuario puede seleccionar (por ejemplo al hacer clic y arrastrar, o hacer clic sobre un icono de la interfaz de usuario, o introducir un comando, un comando de voz, etcétera) un programa de recolección de cabello el cual incluye la operación de la aguja penetrante afilada y una aguja de perforación más desafilada. Alternativamente, el usuario puede seleccionar ejecutar un programa que controla sólo una aguja de perforación por un período de tiempo para evaluar y ajustar (si es necesario) uno o más parámetros de operación de una aguja de perforación; o ejecutar un programa que controla sólo una aguja de implantación/creación de sitio para evaluar y ajustar, por ejemplo, su profundidad de inserción o un ángulo.

60 Un controlador que puede acoplarse operativamente al procesador puede permitir controlar sustancialmente de manera automática la velocidad, el ángulo, y/o dirección de un movimiento, tan sólo un ejemplo, de la herramienta robótica (por ejemplo, la herramienta recolección de cabello). En ciertas modalidades, pueden usarse varios tipos de sensores de posición. Por ejemplo, en cierta modalidad, un codificador no óptico puede usarse donde un nivel de voltaje o la

polaridad puede ajustarse como una función de retroalimentación de la señal del codificador para lograr un ángulo deseado, velocidad, o fuerza.

Para ayudar en la comprensión de las invenciones de la presente solicitud, se describirán y explicarán los ejemplos de la metodología con referencia al procedimiento de recolección de cabello. Será evidente que las enseñanzas pueden aplicarse igualmente al proceso de implantación de cabello, o a otros procesos apropiados con adaptaciones que se hacen para acomodar los requisitos de tal proceso. Con este fin, antes de describir el procedimiento de recolección de cabello de acuerdo con una modalidad de la invención, se describirá brevemente un ejemplo de la herramienta recolección para ayudar en las descripciones posteriores.

Las herramientas de trasplante de cabello que pueden usarse en un sistema, que incluye el robótico, sustancialmente automatizado, se han descrito, por ejemplo, en la publicación de patente Núm. 2008/0234699 cedida en forma mancomunada. En el caso de un único punzón afilado o aguja que se usa para la recolección, a veces si el punzón afilado penetra o perfora demasiado profundo en la superficie del cuerpo, existe una oportunidad aumentada de que la unidad folicular sea cortada transversalmente, de esta manera dañándola o volviéndola inutilizable. Por lo tanto, en algunas modalidades puede ser conveniente usar una herramienta recolección de cabello o de eliminación de cabello que comprenda dos agujas concéntricas o punzones, una de las cuales se use para diseccionar más profundo pero es menos afilada para disminuir la oportunidad de cortar transversalmente la unidad folicular. En ciertas modalidades, una aguja interior puede ser afilada o semiafilada, y una aguja exterior puede ser relativamente desafilada o menos afilada que la aguja interior. La aguja interior puede usarse inicialmente para penetrar la piel y formar una incisión, por ejemplo, de 0.5 mm a 2.0 mm de profundidad. La aguja exterior entonces puede seguir la aguja interior dentro de la incisión hecha por la aguja interior y continuar a través del tejido más profundo hasta una profundidad de, por ejemplo, 5-8 mm. El borde relativamente desafilado de la aguja exterior disecciona la unidad folicular separándola del tejido circundante y guía la unidad folicular en el lumen de la aguja exterior sin cortar transversalmente o de cualquier otra manera dañando la unidad folicular. Esto permite la eliminación o la recolección de la unidad folicular mientras que preserva su integridad. El cuerpo exterior de la aguja se dimensiona y configura para al menos rodear o encapsular parcialmente una unidad folicular. Una o ambas agujas interior y exterior pueden ser axialmente móviles una con relación a la otra, una o ambas agujas interior y exterior también pueden girar u oscilar opcionalmente. No se requiere, sin embargo, para la implementación de las invenciones descritas en la presente que la aguja interior esté afilada y la aguja exterior esté más desafilada, y debe entenderse que en varias modalidades las posiciones de estas agujas pueden invertirse, o pueden usarse varias configuraciones diferentes de las agujas, que incluyen el uso de una sola aguja de disección o de recolección (en lugar de dos agujas coaxiales).

La Figura 2a ilustra un ejemplo de una porción distal de la aguja o el punzón 200 que puede usarse en la herramienta de recolección. El punzón 200 incluye un cuerpo alargado que tiene una punta distal afilada 205. El término punta distal "afilada" 205 como se usa en la presente significa que está suficientemente afilada para penetrar o cortar una piel o una superficie del cuerpo (no se muestra). El cuerpo alargado puede presionarse en la piel de manera que su punta distal afilada corte o penetre el tejido, o las capas de piel a una profundidad deseada (por ejemplo a través de la epidermis, o la dermis superior). Una porción inferior del cuerpo alargado, la porción más cercana a la punta distal, puede proporcionarse con marcas de graduación 210 en su superficie exterior. Tales marcas ayudan a identificar la profundidad de inserción del punzón 200 en la superficie del cuerpo como se explica en más detalle posteriormente con referencia a la Figura 3. El punzón 220 representa un ejemplo de un punzón alternativo, por ejemplo, una aguja de disección que puede usarse en las modalidades que implementan la configuración de dos agujas de la herramienta de recolección, o puede ser una herramienta de recolección de una única aguja. Tal punzón 220 puede incluir marcas 210 y/o también puede incluir una parada 225, como se ilustra en la Figura 2(b). Se apreciará que aunque las marcas 210 se han ilustrado y descrito en la presente como bandas, las marcas 210 pueden comprender cualquier número de formas diferentes, formas o símbolos y su formato no se limita a este respecto. La parada 225 es un ejemplo de una estructura que limita la profundidad de inserción del extremo distal del punzón 220 en la superficie del cuerpo. Como la punta distal penetra en la superficie del cuerpo hasta la profundidad deseada, las marcas de graduación proporcionan una indicación visual de la profundidad a la cual la punta distal 205 ha entrado en la superficie del cuerpo. Se apreciará que en algunas configuraciones donde se emplea la parada, las marcas de graduación pueden disponerse distalmente de la parada, distalmente y proximalmente de la parada, o eliminarse.

Habiendo diseccionado la unidad folicular del tejido circundante, la herramienta recolección se retira del cuerpo o la superficie de la piel. En dependencia de la configuración particular de la herramienta de recolección utilizada, la herramienta de recolección puede retirarse de la piel mientras que una unidad folicular diseccionada puede permanecer aún en la superficie del cuerpo, y entonces posteriormente puede eliminarse, por ejemplo, con la asistencia adicional de un fórceps, o una aspiradora, u otros mecanismos o herramientas apropiados. Otras herramientas de recolección son capaces de diseccionar la unidad folicular y también eliminarla cuando la herramienta recolección se retira de la piel. Por ejemplo, puede incorporarse un miembro de retención (no se muestra) en las agujas interior y/o exterior de la herramienta de recolección para ayudar con la eliminación de la unidad folicular.

El extremo proximal de la herramienta 200 puede configurarse para incorporar manguitos apropiados, ejes deslizables, u otra de tales estructuras para mover el cuerpo o cuerpos alargados (agujas/punzones) axialmente y opcionalmente de manera radial una con relación a la otra. En una modalidad alternativa, el extremo proximal de la herramienta puede conectarse operativamente a un sistema mecánico, sistema electromecánico, un sistema neumático, sistema hidráulico, o un sistema magnético configurado para efectuar el movimiento controlado de la herramienta 200 (por ejemplo, el

movimiento de las agujas interiores y exteriores una con relación a la otra), y facilitar el empleo de una herramienta semiautomatizada o totalmente automatizada. En aún otra modalidad alternativa, cualquiera o ambas agujas interior y exterior pueden acoplarse operativamente a un mecanismo de polarización, tal como un mecanismo de resorte, u otro mecanismo de liberación para facilitar el movimiento de las agujas en la dirección axial, en una manera rápida, o lenta o controlada de cualquier otra manera.

La Figura 3 ilustra la vista en un visualizador de imágenes o monitor 300, el cual incorpora varias características de la invención, y facilita la validación o modificación de los parámetros de un procedimiento automatizado, en este ejemplo particular un procedimiento de recolección de cabello. El monitor 300 muestra varias características, todas o algunas de las cuales pueden utilizarse en varias modalidades de los métodos descritos en la presente, por ejemplo, en la recolección de cabello, la eliminación de cabello, o los procedimientos de implantación de cabello. El monitor 300 incluye una sección principal, la cual en el ejemplo ilustrado toma cerca de dos terceras partes del espacio observable, y muestra una imagen en tiempo real 305 de una superficie del cuerpo 310 la cual se somete a un proceso de recolección de cabello. La imagen en tiempo real como se usa en la presente significa una imagen que muestra información en tiempo real capturada por un dispositivo de adquisición de imágenes, tal como una o más cámaras, por ejemplo, una(s) cámara(s) de gran aumento (tal imagen en tiempo real se destina a incluir una imagen mostrada, por ejemplo, con retrasos breves de aproximadamente hasta 250 milisegundos, o en algunos ejemplos de aproximadamente 20 milisegundos a aproximadamente 230 milisegundos). Algunos ejemplos de los dispositivos que pueden usarse para obtener imágenes en tiempo real incluyen varias cámaras (por ejemplo webcam, cámaras de vigilancia, cámaras lineales), o detección de ultrasonido. En la imagen que se transmite en tiempo real, el usuario es capaz de ver las unidades foliculares individuales 315 en el área inmediata que rodea una unidad folicular que actualmente se recolecta (que se elimina, o que se implanta), y la operación de la herramienta mientras se está insertando en y retirando de la piel. El monitor opcionalmente también puede mostrar además de esta vista grande cercana en tiempo real 305, una vista más global 320 (por ejemplo, mediante el uso de un par de cámaras de pequeño aumento), que puede aparecer en otra sección del monitor 300 como una imagen en tiempo real suplementaria como se ve en la Figura 3, esta vista que muestra una imagen en tiempo real, por ejemplo, del área más grande delimitada de la cual se están recolectando los cabellos en esta porción del procedimiento. La barra de herramientas de la interfaz de usuario puede permitir al usuario seleccionar cuál vista o vistas mostrar (estéreo, gran aumento, o pequeño aumento, etcétera) Para la conveniencia de la descripción, la disección o recolección una única unidad folicular (la cual puede comprender uno o más folículos pilosos) se denominará un evento de recolección, y la implantación de una única unidad folicular se denominará un evento de implantación. Para otros procedimientos donde pueden implementarse las presentes invenciones, el acontecimiento pertinente puede ser un evento, por ejemplo, de eliminación de tejido o de corte de tejido, de ablación, dermatológico, oftálmico, o de eliminación de tatuajes. Opcionalmente, las referencias o marcadores 325 mostrados en la vista global 320 pueden colocarse, por ejemplo, directamente encima de la superficie del cuerpo, o pueden unirse a un tensor de piel que puede usarse en el procedimiento de trasplante de cabello u otro procedimiento apropiado donde se desee la tensión de la piel. En esta vista más global 320, se identifica una caja virtual 330, esta caja corresponde a la región de la superficie del cuerpo que se muestra en la imagen en tiempo real 305. De esta manera, con la visualización simultánea de la imagen principal en tiempo real 305 y la vista global en tiempo real 320, el usuario es capaz de obtener una vista total y una mejor comprensión de desde dónde las unidades foliculares aún necesitan recolectarse, desde dónde las unidades foliculares ya se han recolectado, e informarse generalmente de problemas que pueden surgir mientras el procedimiento continúa. Un ejemplo de un problema que podría surgir por ejemplo, es que la herramienta puede operar fuera del centro, que está en realidad centrándose en un punto diferente al punto dirigido de la unidad folicular instruida por el procesador y/o la unidad de control; o quizá el usuario puede notar un incremento en la tasa de corte transversal de las unidades foliculares disecadas/recolectadas. El aparato, el sistema y métodos de esta solicitud, permiten al usuario o al aparato/sistema automatizado en sí, o una combinación de lo anterior para utilizar la información mostrada, de manera que los parámetros del procedimiento durante al menos una porción del procedimiento pueden validarse o modificarse, si se garantiza, y que puede hacerse sin tener que necesariamente interrumpir el procedimiento, o interrumpirlo por un tiempo significativo.

Como se ilustra en la Figura 3, la representación visual de la información en tiempo real puede combinarse mediante el uso de técnicas de procesamiento de imágenes conocidas, por ejemplo, con una representación virtual 335 de la ubicación desde donde se han recolectado las unidades foliculares. Tal representación virtual ayudará en la diferenciación de las unidades foliculares ya disecadas, por ejemplo, formando un círculo colorido u otra configuración alrededor de la unidad folicular disecada/recolectada para representar visualmente de manera más clara que ha ocurrido la recolección en esa región. Los ejemplos de varias representaciones virtuales proporcionadas se describen en la solicitud con número de serie 13/174,721 cedida en forma mancomunada identificada por el expediente del abogado RR-034 y titulada "Métodos y Sistemas para Dirigir el Movimiento de una Herramienta en Procedimientos de Trasplante de Cabello." La selección de color de las representaciones visuales anteriores pueden ser de manera que estas regiones ya recolectadas pueden diferenciarse más fácilmente, por ejemplo, del área de sangre 340 que también puede verse en la imagen 305. En otras modalidades, por ejemplo, la imagen en tiempo real puede combinarse con una representación virtual de la ubicación desde donde las unidades foliculares ya se han implantado.

Las imágenes que se transmiten en tiempo real 305 son útiles en la toma de ciertas decisiones, por ejemplo, donde un usuario necesita anular una selección automatizada de la próxima unidad folicular a recolectar que se hace por el sistema. Por ejemplo, al observar la operación automatizada, el usuario puede querer evitar un área donde los injertos de cabello ya fueron recolectados o evitar las áreas de recolección cerca de cicatrices o cualquier otro sitio no deseado

de recolección, y por lo tanto, necesita anular la selección hecha automáticamente por el sistema en tal área. En otras situaciones, debido a que la operación automatizada de la herramienta puede ser demasiado rápida, la transmisión de imágenes en tiempo real puede resultar en un tiempo insuficiente para que el usuario observe ciertos parámetros y tome a tiempo una decisión apropiada. Por lo tanto, además de la imagen principal en tiempo real 305 (y opcionalmente la vista global en tiempo real 320), una o más instantáneas suplementarias o imágenes, como se describió a continuación, puede proporcionarse también simultáneamente. En la Figura 3, a manera de ejemplo se muestran dos imágenes/instantáneas suplementarias adicionales, cada una de las instantáneas tomadas en un momento diferente en el tiempo durante la transmisión de las imágenes en tiempo real, pero con relación a la misma unidad folicular que se está recolectando, o al mismo evento de recolección. En otras palabras, tales instantáneas, incluso aunque se basen en la obtención de imágenes en tiempo real, no son las imágenes en tiempo real, sino que representan información histórica de un estado del procedimiento en un intervalo o momento particular en el tiempo durante la transmisión de las imágenes en tiempo real. En este ejemplo particular, la primera imagen suplementaria 345 y la segunda imagen suplementaria 355 son una imagen fija. Sin embargo, en lugar de una imagen fija, en algunas modalidades las instantáneas 345 y 355 pueden ser videos, por ejemplo, videos pequeños de 0.5 a 3 segundos de duración, o puede ser simplemente una grabación de las imágenes en tiempo real tomadas previamente que se ejecutan o giran en cámara lenta o paso (por ejemplo menos de 30 marcos por segundo) para permitir al usuario observar los detalles e identificar si se desea o garantiza cualquier ajuste. La primera imagen suplementaria 345 puede capturarse, por ejemplo, cuando la aguja de recolección 350 penetró o perforó la superficie del cuerpo a una máxima profundidad de penetración designada y la piel se ha estabilizado sustancialmente, se ha recuperado, o se ha restablecido de la acción rápida de la aguja de recolección, o en un predeterminado intervalo de tiempo después de la activación de la aguja, por ejemplo una décima parte de un segundo más tarde. Si un punzón 200 con marcas de graduación 210 se utiliza, el usuario será capaz de ver qué tan profundo ha penetrado el punzón 200 en la superficie del cuerpo en esta primera imagen suplementaria 345. Con la ampliación correcta, el usuario será capaz de ver al menos varias marcas, y comprobar la longitud aproximada de la aguja interior o el punzón 200 que ha penetrado en la superficie del cuerpo. Alternativamente, una función electrónica de auditoría en el programa asociado con el procedimiento de recolección puede configurarse para capturar información cuantitativa, un valor relacionado con la profundidad de inserción del punzón 200, y quizá retener esa información en memoria para la posterior recuperación o el uso.

La segunda imagen suplementaria 355 puede capturarse en un caso cuando el evento de recolección, como la disección de una unidad folicular, está sustancialmente completo. Típicamente, ocurriría una vez que una punta distal de la aguja de recolección se ha retirado de la superficie del cuerpo. Por ejemplo, en el caso de una configuración de dos agujas coaxiales, la imagen puede capturarse en un tiempo cuando las agujas interior y exterior se han retirado de la superficie del cuerpo, o un tiempo predeterminado después que se retira la segunda de las dos agujas. Uno de los beneficios de tener esta segunda imagen suplementaria 355 es que el usuario puede observar si, y opcionalmente cómo, la unidad folicular se está elevando de la superficie del cuerpo. Por ejemplo, si la unidad folicular o una porción de esta se ve cayendo en la superficie en una orientación inusual, puede ser una indicación de que la unidad folicular fue cortada transversalmente durante la recolección. Por otra parte, si la unidad folicular parece estar al menos parcialmente elevada de la superficie, esto puede ser una indicación de que la disección fue exitosa, y la unidad folicular está ahora lista para eliminarse de la superficie del cuerpo, por ejemplo, por el fórceps u otros medios. Además, el usuario puede ser capaz de observar una imagen 360 de la incisión hecha alrededor de la unidad folicular, y puede ser capaz de comprobar si la unidad folicular recolectada estaba centrada con respecto a la imagen 360 de la incisión, o si la herramienta recolección operó fuera de centro con respecto a la unidad folicular dirigida. Alternativamente, puede lograrse automáticamente una valoración del centrado de la herramienta. Por ejemplo, una función electrónica de auditoría en el programa asociado con el procedimiento de recolección, puede configurarse para capturar información cuantitativa, un valor relacionado con la cantidad que la unidad folicular se desplaza del centro de la imagen 360, y quizás retener esa información en memoria para la posterior recuperación o el uso.

Mientras la primera y segunda imágenes suplementarias 345 y 355 se muestran como información esencialmente histórica relacionada con la recolección de una unidad de foliculo piloso particular, la imagen en tiempo real 305 y la imagen más global en tiempo real 320 continúan mostrando la obtención de imágenes en tiempo real del proceso en curso de recolección de la unidad folicular. Para cada evento, que es para cada intento de recolección de la unidad folicular, puede capturarse un conjunto de imágenes suplementarias (que puede comprender simplemente una instantánea suplementaria, tal como la imagen 345, o cualquier número conveniente de las imágenes suplementarias de la instantánea, por ejemplo las instantáneas 3, 4, o 5). En el ejemplo de la Figura 3, para cada intento de recolección de la unidad folicular, se captura una primera imagen suplementaria 345 y una segunda imagen suplementaria 355, que proporcionan un registro de información relacionado con la profundidad que la aguja del punzón 200 penetró en la superficie del cuerpo, el ángulo de la aguja, y también la calidad de la unidad folicular recolectadas y/o la calidad del procedimiento de recolección.

Al mirar la primera imagen suplementaria 345, el usuario debe reconocer una desviación de la expectativa o el deseo, por ejemplo, debe identificarse que la profundidad de penetración es demasiado profunda, el usuario tiene la oportunidad de reducir la profundidad de penetración. Si la profundidad de penetración es demasiado profunda, la incisión puede atravesar la epidermis y la dermis en la grasa subcutánea. Un patrón típico de daño para el foliculo piloso que puede resultar de la profundidad de penetración del punzón 200 que es demasiado profundo es un corte transversal en la porción superior del foliculo piloso. El usuario debe estar consciente de este problema, él puede, por ejemplo, usar su mouse para hacer un clic sobre una flecha 365 en el panel 370, el cual se asocia con la profundidad de penetración o perforación (PD) del punzón 200. Una vez que el usuario hace clic sobre esta flecha 365, el valor V asociado con la

profundidad de perforación (PD) se modifica, y el programa de la computadora es capaz de ejecutar esa instrucción, comunicando esa modificación al controlador de manera que se modifica la profundidad de perforación PD del punzón 200. En dependencia del tiempo que se requiere para el programa llevar a cabo esta solicitud de modificación (o en base a un ajuste específico del retraso en implementar la modificación), el próximo intento de recolección de la unidad folicular puede llevarse a cabo en esta profundidad de penetración o perforación PD modificada, o alternativamente, la profundidad de perforación PD modificada puede aplicarse a un intento posterior. Igualmente, si el usuario debe reconocer o identificar que la profundidad de penetración o perforación es demasiado superficial, él puede elegir aumentar la profundidad de penetración utilizando la flecha programada apropiadamente en el panel 370, lo cual proporcionará de manera similar las instrucciones necesarias a la unidad de control de manera que se aumente la profundidad de penetración. En algunas modalidades, en lugar de la flecha en el panel 370, el usuario puede usar un botón o flecha correspondiente del dispositivo de entrada de control remoto. De esta manera, el usuario recibe la oportunidad para modificar el valor de un parámetro si se descubre que no es óptimo, menos conveniente, o fuera de uno o más límites aceptables, durante una sesión de un procedimiento automatizado de trasplante de cabello, sin tener que necesariamente detener el procedimiento de recolección. Se apreciará que aunque quizás no sea necesario detener el procedimiento de recolección, puede ser conveniente ya sea desde la perspectiva del usuario y/o la perspectiva del sistema (en dependencia de la naturaleza del programa y la configuración del software y hardware relacionado), que el sistema tome al menos una pausa para que el usuario tenga una oportunidad más larga para mirar la primera imagen suplementaria 345 y/o hacer el cambio(s) necesario(s) para el sistema. Una vez que se ha llevado a cabo la modificación, el usuario entonces puede reiniciar el procedimiento, permitiendo ejecutar la modificación. El usuario tendrá la oportunidad de mirar una primera imagen suplementaria 345 asociada con la profundidad de penetración o perforación modificada, y asegurar que la modificación fue suficiente para sus propósitos. Si no, puede solicitarse una modificación adicional en una manera similar. Alternativamente, el procesamiento de imágenes puede utilizarse para identificar automáticamente si se requiere una modificación de la profundidad de perforación. Por ejemplo, el sistema puede configurarse para tomar una instantánea o una primera imagen suplementaria 345 en un instante indicativo de la máxima profundidad de penetración después que la piel se ha restablecido. El procesador de imágenes puede configurarse para identificar automáticamente (sin la entrada del usuario) las marcas en el punzón, e identificar donde está la superficie del cuerpo con respecto a las marcas. Tal identificación puede basarse en datos capturados, y no en una "imagen visual" real. Por ejemplo, si se ha predeterminado que deben haber tres marcas en el punzón que son visibles por encima de la superficie de la piel, excepto sólo dos de tales marcas se identifican por el procesamiento de imágenes, en base a estos descubrimientos, el procesador puede configurarse o programarse para modificar automáticamente la profundidad de perforación en consecuencia. Puede modificarse, por ejemplo, para asegurar que la perforación posterior de la superficie del cuerpo por la herramienta de recolección resulta en tres de marcas que se ven en una imagen suplementaria futura, como la imagen 345. En el ejemplo anterior, el procesador puede reducir automáticamente la profundidad de penetración/perforación por una cantidad sustancialmente equivalente la separación entre la segunda y tercera marcas o como de cualquier otra manera sea necesario para asegurar que se logre el resultado deseado (en este caso la visibilidad de las tres marcas). Se apreciará por los expertos en la técnica que existen varios métodos mediante los cuales el procesador puede configurarse para llevar a cabo automáticamente una inspección "visual" de la "imagen", de manera que el sistema puede modificar automáticamente, por ejemplo, qué tan profundo penetra un punzón o la aguja en el cuerpo para mejorar el rendimiento del sistema. Uno de tales métodos se describe en la presente, aunque existen numerosas variaciones y alternativas que pueden utilizarse para lograr los mismos objetivos o similares. Con referencia al ejemplo de la Figure 2a, la aguja o el punzón 200 comprende una porción con marcas de la banda de graduación 210 sobre esta, las cuales proporcionan una indicación visual de la profundidad a la cual la punta distal 205 de la aguja ha entrado en la superficie del cuerpo o el tejido. Varios números de marcas de graduación pueden revestirse en la aguja o el punzón 200.

Como se mencionó anteriormente, se toma la imagen suplementaria 345 que captura la profundidad de perforación. Esta imagen puede mejorarse, si es necesario, para proporcionar una imagen limpia y precisa. Tal mejora de imagen puede comprender el uso de varios filtros, tal como un filtro afilado, ecualización del histograma, corrección gama y mapeo pseudocolor.

El método puede comenzar con el procesamiento del punzón o la imagen de la aguja para encontrar un eje de la aguja. Este procesamiento puede llevarse a cabo manualmente, o por la calibración, una calibración que se proporciona típicamente para la punta de la aguja 205 y el eje en la dirección 215 hasta el extremo proximal de la aguja a identificar. Habiendo comprobado el eje de la aguja, un perfil de intensidad de la imagen de la aguja se genera a lo largo del eje, el cual está en la dirección 215. El perfil de intensidad es típicamente una medida de variación de la intensidad de píxeles de la imagen, a lo largo de la longitud de la aguja 200. La medida de intensidad puede comprender evaluar el nivel de intensidad real de un píxel, o meramente evaluar si la intensidad de un píxel está por encima o por debajo de un cierto umbral, facilitando de esta manera un valor binario, por ejemplo, para asignar al píxel. De esta manera, el perfil de intensidad identifica la transición hacia y desde las marcas de graduación en la superficie exterior del punzón o la aguja 200. En un intento para reducir errores en la medida de intensidad, en lugar de simplemente evaluar la intensidad de un único píxel en la imagen, opcionalmente puede medirse la intensidad de dos o más píxeles en una dirección sustancialmente ortogonal a la dirección 215, y puede calcularse un valor medio de los dos o más píxeles calculados, y la desviación estándar a lo largo del perfil. Del valor medio de la intensidad calculada, y la desviación estándar a lo largo del perfil, puede segmentarse el perfil e identificarse las marcas de graduación en la superficie exterior del punzón o la aguja. El número de píxeles usados en este cálculo puede variar, el número óptimo que es aquel que proporciona la mejor solución, por ejemplo, un número puede variar entre 3 y 10 para varias aplicaciones, o (debido a que las marcas

de la banda pueden colocarse alrededor de circunferencia de la herramienta) puede ser el número de píxeles que se proporciona para cubrir hasta aproximadamente el 50% del diámetro de la herramienta. Opcionalmente, en caso de que se ha utilizado un sistema de obtención de imágenes de visión estéreo, puede medirse la consistencia de los resultados de las imágenes izquierda y derecha, que proporciona un medio para eliminar las marcas desparejadas y confirmar la presencia de marcas de graduación mediante la presencia de una marca en ambas imágenes izquierda y derecha.

En algunas modalidades, también puede ser posible modificar la manera en la cual estos valores de intensidad se calculan o ajustar los resultados logrados para una mejor coincidencia con el conocimiento anterior o expectativas. Por ejemplo, el ancho de las marcas puede ajustarse bien, modificando a escala el ancho de las marcas para satisfacer el conocimiento anterior, tal como el diseño conocido de las marcas de graduación, como se ilustra en el ejemplo de la Figura 2c. En este ejemplo, la aguja 200 se muestra esquemáticamente penetrando en una superficie del cuerpo 230, las líneas continuas que representan los elementos por encima de la superficie del cuerpo 230, y líneas discontinuas que representan los elementos que están debajo de la superficie del cuerpo, y por lo tanto, usualmente no son visibles para el usuario. El diseño de las marcas de la banda de graduación en el ejemplo que se muestra es como sigue. La primera marca comienza en una ubicación, por ejemplo, de 0.5 a 2 mm de la punta de la aguja 205 y tiene un ancho 235 de 1 mm; la segunda marca tiene un ancho 240 que es de 0.5 mm, y la primera y segunda marcas se separan entre sí por una distancia 245, por ejemplo, de 1.0 mm. La colocación de la primera marca, el número de las marcas y el ancho de cada marca, así como también las distancias entre las marcas se proporcionan anteriormente solo por medio de ejemplo. Por ejemplo, en algunas modalidades, el ancho de cada marca puede ser igual, o diferente; la distancia entre varias marcas puede ser la misma o diferente; y la ubicación de la primera marca puede variar en dependencia del procedimiento e implementación particular. Armados con este conocimiento anterior, las imágenes adquiridas pueden procesarse, y pueden llevarse a cabo correcciones y cálculos en la intensidad del perfil para proporcionar al usuario y/o al sistema una indicación del número de marcas de graduación totales o parciales que están en la aguja y por encima de la superficie del cuerpo. Saber cómo las marcas de graduación del diseño real en la aguja se correlacionan con la imagen de las marcas de graduación en la aguja, también puede permitir al procesador calcular el ancho de cualquier banda oscura parcial 210 o el ancho de cualquier separación parcial 245 que cae simplemente por encima de la superficie del cuerpo. De esta manera, el sistema puede determinar si la aguja ha penetrado en la superficie del cuerpo a la profundidad deseada, o se requiere ya sea a una mayor o menor profundidad de penetración en la superficie del cuerpo. En un sistema automatizado totalmente, el sistema puede utilizar la información obtenida en las marcas totales o parciales de graduación por encima de la superficie del cuerpo, junto con el conocimiento de distancias físicas reales que representan para proporcionar las instrucciones necesarias para la profundidad de perforación de la aguja, y ajustarla si es necesario para que sea la misma, una mayor o menor profundidad para la próxima o una perforación posterior de la aguja.

Por ejemplo, con referencia a la Figure 2c, se asume que una penetración conveniente de la aguja se logra cuando el ancho de aproximadamente la mitad de la primera marca puede verse por encima de la superficie 230. Con referencia a la Figure 2c, que puede ser un ancho de 0.5mm (255) el cual representa una mitad del ancho total 235 de la primera banda oscura 210, y esta porción de la banda oscura 210 hasta la línea punteada 250 tendría que ubicarse por encima del cuerpo/superficie de la piel 230 y ser visible. Sin embargo, como se ve en el ejemplo de la Figure 2c, después de la penetración inicial de la aguja sólo una porción pequeña 260 del ancho de la primera banda oscuridad 210 es visible por encima de la superficie 230. Por lo tanto, indica que la herramienta perforó el tejido más profundo que la profundidad deseada. En base a estos descubrimientos, los cuales pueden comprobarse a través de la imagen suplementaria 345 de la cual se tomó la profundidad de perforación capturada, la profundidad de penetración de la aguja 200 puede ajustarse de manera que la aguja 200 penetra en la superficie del cuerpo 230 a una profundidad menor para hacer una mitad deseada de la primera marca visible por encima de la superficie 230. En algunas modalidades los ajustes pueden hacerse disponibles en uno o más incrementos, por ejemplo, un ajuste pequeño de 0.1 mm y un ajuste más grande de 0.25 mm. Se entenderá por los expertos en la técnica que puede implementarse cualquier número de ajustes en cualquier incremento deseados (o ajuste continuo). De acuerdo con los resultados del procesamiento de imágenes, pueden implementarse y aplicarse las diferentes políticas de ajuste de retroalimentación. En el ejemplo de la Figura 2c, una segunda marca completa es visible y en lugar de la porción visible deseada (255) de 0.5 mm de la primera marca, sólo la porción (260) de aproximadamente 0.1 mm de esa marca es visible por encima de la superficie (una diferencia de 0.4 mm). A consecuencia de lo anterior, el sistema es capaz de determinar que puede necesitarse sólo un ajuste relativamente pequeño para disminuir la profundidad de perforación de la herramienta y puede configurarse para ajustar automáticamente la profundidad en consecuencia, y también para operar opcionalmente la aguja para perforar en profundidad reducido ajustada. En una situación diferente, donde en la penetración inicial sólo la segunda banda oscura 210 era visible, puede ser evidente que la profundidad de penetración necesitaría reducirse mediante una mayor cantidad, y necesitaría aplicarse un mayor ajuste. En algunas modalidades, el procesador puede configurarse de manera que si una diferencia absoluta entre el valor deseado de la marca visible y el valor medido real es igual o menor que un cierto valor predeterminado, entonces se hará automáticamente un ajuste incremental pequeño (por ejemplo, de 0.1 mm) en una dirección apropiada de incremento o disminución de la profundidad. En algunos casos, si la diferencia es relativamente pequeña o insignificante para una aplicación particular, ningún ajuste puede implementarse. De manera similar, el procesador puede configurarse de manera que si la diferencia entre el valor deseado de la marca visible y el valor medido real es más que un cierto valor predeterminado, entonces debe hacerse automáticamente un ajuste incremental mayor (por ejemplo, de 0.25 mm o 0.5 mm). Se apreciará que debido a la elasticidad de la piel y a menudo la respuesta no lineal a la presión, necesariamente no puede existir una correlación 1:1 entre el ajuste de profundidad de penetración requerido y la diferencia medida o vista entre los anchos de las marcas de graduación

visibles reales y deseados. Esto variará en la naturaleza de la superficie del cuerpo, por ejemplo el tipo, la edad, ubicación y condición de la superficie del cuerpo, y otros factores. En el ejemplo dado, a pesar de que se ilustra una diferencia de 0.4mm en la Figura 2c, el ajuste real de la aguja sólo puede ser necesario, por ejemplo, 0.2 mm para la porción deseada 255 de la primera banda oscura para disponerse por encima de la superficie del cuerpo.

Lo anterior ha descrito algunos ejemplos de las modalidades automatizadas en las cuales el procesamiento de imágenes es capaz de proporcionar la información requerida necesaria para permitir ajustar automáticamente la profundidad de penetración de la aguja. En otras modalidades, la información disponible para el usuario a través de las imágenes, por ejemplo la imagen suplementaria 345, puede permitirle al usuario ajustar la profundidad de penetración. En algunas modalidades una imagen tal como se ilustra en la Figura 2(d) puede incorporarse en una imagen suplementaria 345. Esta imagen puede servir para mostrar al usuario, las marcas de graduación o las bandas oscuras 210, permitiendo de esta manera al usuario hacer su propia determinación si se garantiza el ajuste de profundidad de la aguja. Si se desea el ajuste, el usuario puede usar cualquier interfaz adecuada para efectuar el ajuste. También, con una vista opcional adicional como se muestra en la Figura 2d puede mostrarse al usuario, por ejemplo, por 265 el valor del ancho visible real de una primera marca distal, por una flecha 270 una dirección en la cual actualmente se está haciendo o necesita hacerse cualquier ajuste, y por 275 el valor del ajuste de la profundidad que se está haciendo o se necesita. Además, en algunas modalidades, un indicador AUTO 280 puede informar al usuario si los ajustes se están haciendo automáticamente por el sistema, o quizá si el sistema opera en el modo manual MAN (no se muestra) permitiendo al usuario controlar manualmente la profundidad de penetración de la aguja. Una interfaz de usuario puede facilitar el ajuste de cualquiera o todos los parámetros referenciados anteriormente.

Alternativamente, o además, pueden emplearse los medios visuales tal como se ilustra en la Figura 2(e). En esta modalidad particular, el usuario no requiere conocer el valor real de la profundidad de penetración o la cantidad mediante la cual debe ajustarse, pero puede indicar el ajuste moviendo la barra 285 en una representación esquemática de la aguja, en la dirección apropiada hasta la posición deseada. En este caso, por ejemplo, la barra puede ser representativa de la superficie del cuerpo, así que colocar la barra 285 sustancialmente en medio de la primera banda oscura 210, indicará que el usuario desea que la profundidad de perforación de la aguja debe ser de manera que sustancialmente la mitad de primera banda oscura 210 es visible por encima de la superficie del cuerpo. Alternativamente, o además, las flechas 290 pueden utilizarse para mover la barra 285. La representación esquemática de la aguja y la barra móvil para la indicación de profundidad puede incorporarse, por ejemplo, en la porción derecha de la parte inferior de la interfaz de usuario que se muestra con referencia a la Figura 3.

Aunque es posible ajustar individualmente todas y cada una de las profundidades de penetración o perforación, puede ser más eficiente controlar y sólo ajustar periódicamente la profundidad de la herramienta que la profundidad en base a, por ejemplo, la ubicación de la próxima perforación con relación a la perforación anterior y/o en el conocimiento anterior de los ajustes anteriores hechos en varias áreas de la superficie del cuerpo. Por ejemplo, el ajuste de la profundidad de penetración o perforación aplicado a la recolección actual también puede aplicarse a la próxima o futuras recolecciones. Por ejemplo, si la próxima unidad folicular a recolectar se ubica a corta distancia (por ejemplo, dentro de 5mm) de la unidad folicular que actualmente se recolecta, un sistema puede configurarse para aplicar sustancialmente la misma profundidad de penetración a la próxima unidad folicular. Si la próxima unidad folicular a recolectar está muy lejos de la unidad folicular que actualmente se recolecta, (por ejemplo, mayor que 5mm) la profundidad de penetración puede ajustarse según se necesite para esa unidad folicular. Sin embargo, en algunas modalidades, las profundidades de penetración específicas anteriores y los ajustes empleados para recolectar unidades foliculares de varias ubicaciones en la superficie del cuerpo, pueden almacenarse por el sistema, y esta información histórica puede utilizarse para recolecciones futuras. En este caso, si se desea mover una herramienta hasta una nueva ubicación de la cual al menos algunas unidades foliculares ya se recolectaron previamente, el sistema puede usar una profundidad de penetración almacenada y una información pertinente del ajuste para una o más recolecciones anteriores, o en algunas modalidades puede calcular un promedio de esas profundidades de penetración y los ajustes en un área particular, de manera que la automatización adicional puede ejecutarse de una manera más eficiente.

En la manera de los ejemplos descritos anteriormente, el sistema es capaz llevar a cabo automáticamente una inspección "visual" de la "imagen" y modificar automáticamente uno o más parámetros (en este caso es la profundidad de penetración o perforación) para mejorar el rendimiento del sistema. Se apreciará que los ejemplos y las modalidades descritas en la presente con referencia a la modificación de la perforación o la profundidad de penetración de la herramienta son aplicables para varios procedimientos. Por ejemplo, con referencia al trasplante de cabello, son aplicables para no sólo para la disección o recolección de cabello (como se referencia anteriormente), sino para el procedimiento de creación del sitio de implantación y/o el procedimiento de implantación de cabello en sí. En otras aplicaciones, la modificación automática de la profundidad de penetración puede aplicarse a varios aspectos de los procedimientos correspondientes.

La modificación similar puede llevarse a cabo con relación a otros parámetros asociados con el procedimiento de recolección de cabello, u otros procedimientos dentro del alcance de las invenciones descritas en la presente. Por ejemplo, otro parámetro que puede beneficiarse de una modificación automatizada o semiautomatizada es un ángulo o la orientación de la herramienta usada en el procedimiento. Como se describe en detalle en la patente de Estados Unidos 8,048,090 cedida en forma mancomunada la dirección del cabello o ángulo cambia sustancialmente debajo de la piel en comparación con aquel encima de la piel. Se ha observado que un ángulo de surgimiento del folículo piloso de la

piel es a menudo más pequeño/más agudo que su curso subcutáneo, sin embargo, en algunos casos puede ser a la inversa. Debe señalarse que la descripción en base al ejemplo de trasplante de cabello se refiere a las unidades foliculares, las cuales se producen agregados naturalmente a uno o más folículos pilosos (típicamente, 1 a 4). Mientras que cada folículo piloso dentro de una unidad folicular típicamente tiene su propio eje y dirección por encima y por debajo de la superficie de la piel, para la simplicidad nos referiremos al eje de la unidad folicular como un todo (el cual representaría un eje medio o promedio de las porciones visibles de todos los folículos pilosos en la unidad folicular). Como un resultado, alinear una herramienta (por ejemplo, una herramienta de recolección) con un eje visible de la unidad folicular por encima de la piel y avanzar la herramienta en base a en la porción visible del cabello por encima de la piel puede resultar en el corte transversal de la unidad folicular, dañándola o volviéndola inutilizable. Por lo tanto, es importante determinar un ángulo de surgimiento del cabello de una superficie del cuerpo (por ejemplo, el cuero cabelludo, la piel) así como también determinar la orientación apropiada de la herramienta con relación a la superficie del cuerpo, la cual se denomina "el ángulo de aproximación de la herramienta." Con referencia a los procedimientos de trasplante de cabello, la orientación apropiada de la herramienta es importante tanto en la recolección de cabello y como en la implantación. El ángulo correcto de la orientación de la herramienta reduce las tasas de corte transversal durante la recolección, también previene que la herramienta (la aguja de implantación o recolección, o la herramienta de creación del sitio) se deslice sobre una superficie, raspe la piel o el tejido, o penetre insuficientemente en el cuerpo/la piel debido a ángulos pequeños innecesarios en los cuales la herramienta (por ejemplo, la aguja) puede acercarse a la superficie. Además, durante la implantación, el ángulo correcto de la herramienta permite hacer coincidir correctamente los ángulos del cabello existente para que las unidades foliculares recién implantadas combinen más naturalmente.

Se apreciará por los expertos en la técnica que existen varios métodos mediante los cuales el procesador puede configurarse para modificar automáticamente o semiautomáticamente el valor del ángulo del parámetro de la herramienta. Varios ejemplos de tales métodos se describen en la presente, aunque existen numerosas variaciones y alternativas que pueden utilizarse para lograr los mismos objetivos o similares. De acuerdo con un enfoque, el siguiente método de automatización de una abrazadera de ángulo puede implementarse como se describirá con referencia a la Figura 5. Se apreciará que aunque se describe en términos de trasplante de cabello, la orientación de la herramienta puede comprender orientar una herramienta para varias aplicaciones.

En base a varios factores y ciertas características, que incluyen uno o más de los datos anteriores existentes, la experiencia, las características de las unidades foliculares, las características de la superficie del cuerpo o el área en la cual residen las unidades foliculares, la geometría y el diseño de la herramienta o el mecanismo usado en el procedimiento, la fuerza requerida para facilitar una penetración deseada de la superficie de la piel, las dimensiones de cualquier tensor de piel que puede utilizarse en el procedimiento, las medidas de los ángulos de surgimiento o los ángulos promedio/medios de surgimiento del pelo existente en el área pertinente, se determinó que existe un ángulo de aproximación mínimo de la herramienta de corte (también denominado ángulo de aproximación mínimo de una herramienta o una abrazadera de ángulo) por debajo del cual la herramienta no estará orientada, por ejemplo, por debajo de la cual la herramienta no estará alineada con la unidad folicular pertinente. El valor de un ángulo de aproximación mínimo puede determinarse, por ejemplo, para un área particular en la superficie del cuerpo. Por ejemplo, el ángulo de aproximación mínimo en la parte superior del cuero cabelludo puede ser diferente al ángulo de aproximación mínimo en los lados o la parte posterior del cuero cabelludo. Los ángulos de aproximación mínimos diferentes pueden elegirse en dependencia de una unidad folicular particular y su ángulo de surgimiento, o en base a los ángulos deseados de los "cabellos virtuales", por ejemplo, al planificar la implantación de cabello. Típicamente, mientras más pequeño el ángulo de surgimiento de una unidad folicular particular, mayor es la diferencia entre el ángulo de surgimiento de esta unidad folicular y un ángulo de aproximación mínimo de la herramienta.

Examinando de cerca los cabellos en un área relativamente pequeña, por ejemplo, del cuero cabelludo u otra superficie del cuerpo, se observó que las unidades foliculares podrían no apuntar exactamente en la misma dirección. Por lo tanto, puede ser beneficioso para promediar un ángulo de surgimiento de las unidades foliculares en una vecindad seleccionada (por ejemplo, 100 injertos de cabello o más; el cabello visible en una pantalla de usuario, o dentro de 25 mm de radio de una unidad folicular seleccionada, etcétera). El promedio elimina el ruido individual, la diferencia en el estilo del cabello, o con referencia a los sistemas robóticos aumenta la velocidad y eficiencia del procedimiento porque requiere menos reorientación y movimiento de la herramienta. Por lo tanto, en algunas modalidades, la determinación del ángulo de aproximación mínimo puede basarse en el promedio o el valor medio de los ángulos de surgimiento de una pluralidad de cabello existente en el área pertinente particular. Independientemente de cómo se determine el ángulo de aproximación mínimo, si bien funcionará correctamente para la mayoría de las unidades foliculares en esa área en particular, puede no ser adecuado para el uso con una unidad folicular particular. Por ejemplo, puede no funcionar para una determinada unidad folicular ubicada dentro del área pertinente cuyo ángulo de surgimiento es sustancialmente diferente del ángulo de surgimiento promedio determinado para las unidades foliculares en esa área. Para dicha unidad folicular, puede ser conveniente ajustar el ángulo de aproximación mínimo predeterminado sugerido. Por ejemplo, si el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés (por ejemplo, uno que se pretende recolectar) es menor que un ángulo de aproximación mínimo preseleccionado, puede ser conveniente orientar la herramienta en el ángulo de aproximación mínimo, en lugar del ángulo de surgimiento de la unidad folicular. Si el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés es mayor o igual que el ángulo de aproximación mínimo, puede ser conveniente orientar la herramienta sustancialmente al ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés. Sin embargo, se ha descubierto que a menudo, es conveniente que el ángulo de aproximación de la herramienta sea diferente del ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés. En ciertas aplicaciones y en dependencia de una unidad folicular particular y/o su

ubicación, puede ser conveniente, por las razones mencionadas anteriormente, agregar aproximadamente tanto como 15°-25° al ángulo de surgimiento del folículo piloso particular o unidad folicular para determinar un ángulo de aproximación mínimo conveniente. Por ejemplo, si el ángulo de surgimiento del cabello es de 35°, puede usarse un ángulo de aproximación mínimo de aproximadamente 50° a 55° para producir resultados de recolección aceptables. Sin embargo, si los ángulos de surgimiento reales de las unidades foliculares en un paciente particular son relativamente altos, entonces la diferencia entre el ángulo de surgimiento promedio y el ángulo de aproximación mínimo puede establecerse para ser menor, por ejemplo, solo 10°.

En una modalidad, puede implementarse la siguiente lógica para el ajuste del ángulo. El ángulo de aproximación mínimo actual se compara con el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés y la siguiente lógica puede aplicarse en función de los resultados de dicha comparación:

- a) Si el ángulo de aproximación mínimo actual es mayor que el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés, entonces el ángulo de aproximación mínimo actual puede usarse como el ángulo de aproximación de la herramienta real para esa unidad folicular particular. Sin embargo, como un ejemplo, la siguiente modificación puede superponerse en esta lógica inicial. Por ejemplo, si la diferencia entre el ángulo de aproximación mínimo y el ángulo de surgimiento de la unidad de interés folicular es menor que un número seleccionado de grados (por ejemplo, 5° o 10°), puede ser conveniente elegir un ángulo de aproximación de la herramienta que es sustancialmente igual a la suma del número seleccionado de grados y el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés.
- b) Si el ángulo de aproximación mínimo actual es igual o menor que el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés, entonces el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés puede usarse como el ángulo de aproximación de la herramienta. Sin embargo, nuevamente la siguiente modificación puede superponerse en esta lógica inicial. Por ejemplo, puede ser conveniente elegir el ángulo de aproximación de la herramienta que sea sustancialmente igual a la suma del número seleccionado de grados y el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés. En otro ejemplo, si el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés es mayor que el ángulo de aproximación mínimo en más de un valor predeterminado, la herramienta puede orientarse en un ángulo no mayor que una suma del ángulo de aproximación mínimo y el valor predeterminado, y por encima del ángulo de aproximación mínimo.

A continuación se muestran algunos ejemplos de las implementaciones anteriores. Suponga que el usuario desea que la diferencia entre el ángulo de surgimiento de cualquier unidad folicular particular y el ángulo de aproximación real de la herramienta debe ser siempre de al menos 5°. En este caso, si la abrazadera de ángulo se establece en 55° y una unidad folicular particular tiene un ángulo de surgimiento ligeramente inferior a 52° (la diferencia entre los dos ángulos es inferior a 5°), entonces el ángulo de aproximación de la herramienta se ajustará automáticamente por el sistema a 57° (52° + 5° = 57°). Alternativamente, si la abrazadera de ángulo es la misma (55°) pero una FU particular tiene un ángulo de surgimiento más alto (por ejemplo, 58°), el sistema ajustará automáticamente el ángulo de aproximación de la herramienta a 63° (58° + 5° = 63°).

Los métodos y sistemas descritos en la presente permiten la selección automática o semiautomática y el cambio del ángulo del parámetro de la herramienta. De acuerdo con un enfoque, puede implementarse el siguiente método de automatización de la abrazadera de ángulo como se describirá con referencia a la Figura 5.

La Figura 5 ilustra una representación gráfica de las abrazaderas de ángulo propuestas (ángulos de aproximación mínimos de la herramienta) que corresponden a un ángulo de surgimiento promedio particular de las unidades foliculares. Este gráfico 505 demuestra cómo elegir automáticamente una abrazadera de ángulo predeterminada para el ángulo de surgimiento correspondiente de la unidad folicular y puede construirse de acuerdo con el siguiente método. El usuario o el procesador (por ejemplo, en base a la información almacenada, datos estadísticos, o de cualquier otra manera), selecciona un primer ángulo de aproximación mínimo A1 (a 40°) el cual corresponde a un ángulo de surgimiento promedio de una pluralidad de unidades foliculares con un primer ángulo de surgimiento superficial (por ejemplo, 20°) y un segundo ángulo de aproximación mínimo A2 (a 65°) que corresponde a un ángulo de surgimiento promedio de otra pluralidad de unidades foliculares con un segundo ángulo de surgimiento relativamente alto (por ejemplo, 60°). El procesador puede interpolar, en este ejemplo linealmente, entre estos dos valores A1 y A2, creando el gráfico 505 que proporciona ángulos de aproximación mínimos sugeridos para los ángulos promedio de aparición de las unidades foliculares que se encuentran entre el primer y el segundo ángulos de aproximación mínimos, 20° y 60° respectivamente. Esta interpolación, aunque se muestra lineal en el ejemplo de la Figura 5, puede ser cuadrática, cúbica o de cualquier otro tipo o combinación de tipos de interpolación, y en lugar de dos puntos A1 y A2, un ángulo asociado con un promedio superior o ángulo de surgimiento medio y un ángulo asociado con un ángulo de surgimiento promedio o medio más bajo, o puede seleccionarse un número diferente de puntos iniciales. Estos ángulos de aproximación mínimos pueden especificarse por el usuario o basarse en datos históricos. Además, si se desea pueden implementarse ajustes adicionales al ángulo de aproximación mínimo propuesto del gráfico por defecto. Por ejemplo, el ángulo de aproximación mínimo propuesto puede aumentarse o disminuirse en un número particular de grados y este ajuste puede superponerse en el cálculo automático de las abrazaderas de ángulos predeterminadas. Una vez creada esta representación gráfica, el procesador puede encontrar el ángulo de aproximación mínimo asociado para cualquier ángulo de surgimiento promedio de la unidad folicular y usar ese valor al comparar el ángulo de surgimiento de la unidad folicular real de interés. En función de la comparación de los valores, el procesador puede cambiar de forma automática

o semiautomática el ángulo del parámetro de la herramienta e incluso instruir la orientación de la herramienta correspondiente en ciertas implementaciones. Si la orientación no es del gusto del usuario, él/ella puede modificar la orientación o la representación gráfica para satisfacer sus necesidades.

5 De acuerdo con las invenciones descritas en la presente, el ángulo de aproximación mínimo o la abrazadera de ángulo puede elegirse automáticamente para una amplia variedad de pacientes, entendiéndose que estos pacientes pueden tener una gran variedad de ángulos de surgimiento de unidades foliculares en diversas áreas, del cuero cabelludo u otra superficie del cuerpo. Por ejemplo, en el mismo paciente, en dependencia de la ubicación de la unidad folicular, el ángulo de surgimiento de la unidad folicular puede variar desde ángulos bajos por debajo de 25 grados hasta ángulos relativamente altos de 60 grados e incluso más. Sin embargo, cualquier algoritmo automatizado, que incluye el descrito anteriormente, aunque sea ampliamente aplicable, puede no funcionar en algunos casos especiales y, por lo tanto, debe ajustarse. Tal ajuste del algoritmo de automatización predeterminado puede lograrse, por ejemplo, de las siguientes maneras diferentes.

15 De acuerdo con una implementación, el sistema puede permitir cambiar de un cálculo automático del ángulo de aproximación mínimo a un modo manual, y volver al modo automático. Por ejemplo, el usuario puede elegir terminar el programa de forma temporal o permanente para determinar automáticamente la abrazadera de ángulo (u orientar automáticamente la herramienta) y cambiar a la selección manual, donde el usuario selecciona el ángulo en el cual se orientará la herramienta, o alternativamente, una abrazadera de ángulo, por ejemplo, cuando penetra en la superficie del cuerpo para recolectar la unidad folicular de interés. De acuerdo con otra implementación, el usuario puede ajustar interactivamente el algoritmo de automatización predeterminado descrito anteriormente. En esta modalidad, puede proporcionarse al usuario una interfaz de usuario mediante la cual puede modificar la orientación de la herramienta directa o indirectamente. Por ejemplo, la interfaz de usuario puede comprender una representación gráfica en la cual se ilustra un gráfico del ángulo de surgimiento de la unidad folicular promedio contra el ángulo mínimo de aproximación de la herramienta, y el usuario puede ajustar interactivamente uno o más valores en la representación gráfica, que a su vez ajusta la operación de la orientación de la herramienta. Esta implementación requerirá usuarios avanzados conocedores de la informática. Alternativamente, de acuerdo con otra implementación adicional, puede implementarse una combinación del ajuste manual y automático como se describe a continuación. Específicamente, un ajuste del algoritmo de automatización puede basarse en la entrada del usuario para una unidad folicular específica tal como se describirá con referencia a la Figura 6.

De acuerdo con una implementación, la entrada del usuario podría ajustar, por ejemplo, una abrazadera de ángulo propuesta que esté más cerca de uno de los puntos usados en la interpolación (por ejemplo, los puntos A1 o A2 de la Figura 5), mientras mantiene el resto igual o ajustado apropiadamente. En una modalidad, el usuario puede desear que el ángulo de aproximación mínimo para una unidad folicular seleccionada particular se cambie de manera que en base a esta entrada se ajuste el gráfico de la Figura 5, y luego el sistema continúe proporcionando la automatización de este parámetro. Una entrada típica del usuario con respecto a una unidad folicular particular será una de las dos siguientes:

1. El ángulo de aproximación mínimo (abrazadera de ángulo) debe ser más pequeño o más superficial para la unidad folicular específica, o
2. El ángulo de aproximación mínimo debe ser mayor para la unidad folicular específica.

45 Ambas situaciones pueden manejarse de manera similar. Cuando un usuario quiere que la abrazadera de ángulo para una unidad folicular particular sea más pequeña/más aguda/más superficial, generalmente significa que la abrazadera de ángulo necesita reducirse en una pequeña cantidad (por ejemplo, cinco grados), y para todas las demás unidades foliculares el sistema puede disminuir automáticamente la abrazadera de ángulo en una cantidad apropiada y reconstruir el gráfico en consecuencia. Esto se ilustra en la Figura 6, donde una línea continua predeterminada 605 representa un gráfico de ángulos de aproximación mínimos sugeridos para un intervalo de ángulos de surgimiento promedio de unidades foliculares, el gráfico predeterminado 605 creado, por ejemplo, como se describe con referencia a la Figura 5. Digamos que el usuario proporciona información para que la unidad folicular que tiene los ángulos de surgimiento de 35° sea más aguda/superficial que la predeterminada, por ejemplo, en 5°, como se ilustra en un punto 610 en la Figura 6. El punto 610 que ahora representa un nuevo ángulo de aproximación mínimo ajustado (45° en lugar de los 50° predeterminados en este ejemplo) para las unidades foliculares con un ángulo de surgimiento de 35°. El usuario puede utilizar la interfaz de usuario o el control remoto para introducir el cambio para un punto 610, o puede indicarle al sistema restar (en este ejemplo) unos pocos grados del valor predeterminado. Por supuesto, en otros ejemplos, en lugar de restar, el usuario puede aumentar el valor predeterminado agregando un número deseado de grados, o simplemente arrastrando el punto de interés en el gráfico, o por cualquier otro medio apropiado. El procesador es capaz entonces de ajustar automáticamente otros ángulos de aproximación mínimos y reconstruir el gráfico en función de este nuevo punto ajustado 610 y manteniendo la abrazadera de ángulo original predeterminada de 65° para el ángulo de surgimiento promedio de FU de 60°. Este nuevo gráfico ajustado se ilustra con la línea punteada 615, donde el valor del ángulo de aproximación mínimo se ha ajustado apropiadamente para todos los valores de los ángulos de surgimiento entre el nuevo punto de entrada 610 y la entrada original para la abrazadera de ángulo de 65°.

60 Por el contrario, si el usuario quiere ajustar un ángulo de aproximación mínimo para una unidad folicular particular para que sea mayor, por ejemplo, 5° más alta que la predeterminada, esta situación se ilustra mediante la línea punteada alternativa 625 en la Figura 6. En este ejemplo, el usuario proporcionó una nueva entrada para el ajuste del ángulo de aproximación mínimo que debe elevarse a 65° para la unidad folicular que tiene un ángulo de surgimiento de 50° -

véase el punto 620. El procesador es capaz entonces de ajustar automáticamente otros ángulos de aproximación mínimos y reconstruir el gráfico en función de este nuevo punto ajustado 620 y manteniendo la abrazadera de ángulo original predeterminada de 40° para el ángulo de surgimiento promedio de FU de 20°. Este nuevo gráfico ajustado se ilustra con la línea punteada 625, donde el valor del ángulo de aproximación mínimo se ha ajustado apropiadamente para todos los valores de los ángulos de surgimiento entre el nuevo punto de entrada 620 y la entrada original para la abrazadera de ángulo de 40°.

Como se muestra en los gráficos ajustados 615 y 625 de la Figura 6, en ambos casos la entrada del usuario se usa elegantemente para aplicar la determinación automática de los ángulos de aproximación mínimo apropiados y ajustar de manera automática o semiautomática el parámetro del ángulo en consecuencia.

Se apreciará que aunque la modalidad anterior se ha descrito con respecto a un ángulo de aproximación mínimo, también puede determinarse y usarse en algunas modalidades un ángulo de aproximación máximo (o una abrazadera de ángulo máximo). Este ángulo de aproximación máximo puede usarse, por ejemplo, para dictar el ángulo de la herramienta que debe utilizarse para las unidades foliculares que emergen en un ángulo por encima del ángulo máximo de aproximación. Por ejemplo, si el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés es mayor que un ángulo de aproximación máximo, la herramienta puede orientarse al ángulo de aproximación máximo. Como un ejemplo específico, puede imponerse un ángulo de abrazadera máximo de 65 a 70 grados (por ejemplo, 67°), de manera que para una unidad folicular que emerge de la superficie del cuerpo a 75 grados, la herramienta se orientará a 67 grados, y no a 75 grados, a pesar de que 75 grados está por encima del ángulo mínimo de la abrazadera.

Debe señalarse que aunque muchos de los ejemplos y modalidades anteriores relacionados con el trasplante de cabello describen que la herramienta se orienta con relación a una unidad folicular de interés, en otros casos la herramienta puede orientarse con relación a un sitio de implantación o área receptora, donde va a implantarse un injerto de cabello. Será evidente que controlar y ajustar la orientación de una herramienta durante un procedimiento automatizado o semiautomatizado y varios ejemplos y descripciones proporcionados anteriormente son útiles y aplicables no solo para la recolección o eliminación del cabello, sino también para orientar la herramienta para crear un sitio de implantación, o para implantar el cabello. También es aplicable a aplicaciones distintas al trasplante de cabello, tal como las ya mencionadas en la descripción, y que incluyen, por ejemplo, procedimientos que implican la orientación de una aguja para la inserción en un cuerpo o un órgano, tal como un ojo, u orientar una aguja, u otro instrumento con relación a una vena o arteria, y modificar el ángulo de aproximación para compensar, por ejemplo, el movimiento o la respiración.

De acuerdo con otro aspecto de la presente solicitud, al analizar el estado de un parámetro, puede determinarse que debe modificarse algún otro parámetro del procedimiento. Por ejemplo, como se indica en la Figura 3, puede modificarse el valor W de la profundidad de perforación (CD), modificar por ejemplo, la profundidad a la cual penetra la aguja de perforación en la superficie del cuerpo, la profundidad usada para diseccionar la unidad folicular del tejido circundante. Un intervalo de profundidad de perforación de, por ejemplo, entre 8 mm y 9 mm es común para lograr el nivel de disección deseado de la grasa subcutánea. Si la configuración de la profundidad de perforación es demasiado alta, un patrón típico de daño es un corte transversal en la porción inferior del folículo piloso. Por otro lado, la profundidad de perforación puede ser demasiado baja. En esta situación, este valor puede modificarse, por ejemplo, si la segunda imagen suplementaria 355 indica que la unidad folicular "recolectada" no está suficientemente elevada después del intento de recolección. Por lo tanto, al analizar un parámetro, tal como la elevación de la unidad folicular, puede ser conveniente modificar otro parámetro, tal como la profundidad de perforación (CD) de la herramienta de recolección. El valor X del ángulo de la herramienta recolección también puede modificarse. Este valor puede modificarse, por ejemplo, si la segunda imagen complementaria 355 indica que los intentos de recolección de las unidades foliculares están cortando transversalmente las unidades foliculares. El valor Y asociado con la velocidad a la que gira la herramienta de recolección, RPM, puede modificarse, por ejemplo, si la segunda imagen suplementaria indica que se está rasgando la superficie del cuerpo. El valor Z asociado con la fuerza a la cual se fuerza la herramienta de recolección en la superficie del cuerpo para penetrar en la piel también puede modificarse de una manera similar. Sin embargo, en lugar de o además de modificar el valor de Z, el usuario puede utilizar la información que ha adquirido para modificar el tensado de la superficie de la piel en lugar de la fuerza. Es decir, él o ella puede aprovechar la oportunidad para alterar la cantidad de tensión aplicada por un dispositivo tensor de la piel (si se usa dicho dispositivo), o quizás emplear un dispositivo alternativo para tensar la piel. Por lo tanto, será evidente que la modificación no tiene que estar necesariamente relacionada directamente con el parámetro identificado, sino que indirectamente lo hace, de manera que la modificación mejora los resultados del procedimiento de recolección. En algunos casos, la modificación de un parámetro también puede afectar el valor de otro parámetro. La modificación de la fuerza aplicada al punzón es uno de tales ejemplos, ya que modificar la tensión de la piel en respuesta a la información que discierne de las imágenes suplementarias puede provocar una mejor penetración y, por tanto, tener el potencial de alterar la profundidad de penetración real resultante. Además, no es necesario visualizar el valor del parámetro que se analiza o el parámetro que va a modificarse.

En el caso de que el valor Z de la fuerza FC, en el cual la herramienta de recolección se vea forzada a penetrar o avanzar a través de las capas de piel para diseccionar el tejido, se modifique para aumentar la fuerza aplicada, pero sin aumentar los resultados de la profundidad de perforación CD, mediante el uso de los parámetros mostrados, o determinados o calculados de cualquier otra manera, el usuario puede tomar una decisión (o el sistema puede sugerir

una decisión) para quizás, en lugar de intentar aumentar el valor de la FC de la fuerza nuevamente, seleccionar otra herramienta de recolección, tal vez una con un punzón de mayor diámetro, o un punzón de diferentes parámetros.

El ejemplo descrito anteriormente ilustra una herramienta de recolección que comprende dos agujas de recolección (un punzón de penetración más afilado y un punzón de perforación/disección). Los métodos descritos en la presente, sin embargo, pueden aplicarse igualmente a una herramienta de recolección de una única aguja. En esta configuración de la herramienta de recolección, la pantalla del usuario puede proporcionar una selección para un único punzón, tal como la aguja 200. Tal selección se muestra por ejemplo como 375 en la Figura 3. Si se utilizara un punzón similar al punzón 200 con marcas de graduación 210, el uso de una instantánea como una primera imagen complementaria 345 permitiría a un usuario (o al sistema en sí como se describió anteriormente) comprobar qué tan profundo penetraba el punzón 200 en la superficie del cuerpo. Si el usuario determina que la profundidad de penetración es demasiado profunda, el usuario puede optar por reducir la profundidad de penetración, por ejemplo, mediante el uso de un mouse para hacer clic en una flecha 365 en el panel 370, que se asocia con la profundidad de penetración o perforación (PD) del punzón 200. Una vez que el usuario hace clic en esta flecha 365, el valor V asociado con la profundidad de penetración (PD) se modifica, y el programa puede ejecutar esa instrucción, comunicando esa modificación al controlador de manera que la profundidad de penetración PD del punzón 200 se modifique.

Pueden incorporarse otras características en la pantalla del usuario para facilitar el trasplante automatizado exitoso de cabello mientras se garantiza la seguridad y el control del sistema para el usuario. Por ejemplo, puede incorporarse una característica de PARADA 380, que permite al usuario detener el procedimiento de trasplante de cabello que se lleva a cabo en cualquier paso dentro del procedimiento, aunque se apreciará que el sistema puede programarse para detenerse en ciertos casos, por ejemplo, en un punto en que la aguja se retrae de la superficie del cuerpo del paciente. Además, todos los parámetros insertados en el sistema pueden borrarse haciendo clic en el icono "borrar" 385 antes de insertar un nuevo conjunto de parámetros. Para comenzar el procedimiento de trasplante de cabello puede seleccionar el icono 390. Puede verse en la Figura 3, que el sistema puede incluir muchos otros iconos de control, ninguno, alguno o todos los cuales pueden utilizarse en cualquier procedimiento.

En algunas modalidades, la memoria del sistema solo puede permitir almacenar un número predeterminado de conjuntos de imágenes (al menos temporal o permanentemente) para su posterior recuperación o uso, o puede permitir almacenar todos, o un subconjunto de todos los intentos de recolección. En otra modalidad, mediante el uso del mouse, el usuario puede hacer clic en un icono en la pantalla para recuperar los últimos cinco, por ejemplo, conjuntos de imágenes, visualizando de esta manera los últimos cinco intentos de recolección los cuales pueden mostrarse al usuario y los parámetros asociados con la calidad del sistema de trasplante de cabello o el procedimiento. En otro aspecto, el programa de computadora puede configurarse no sólo para recuperar las imágenes almacenadas, sino también para enumerar los valores de los parámetros asociados con el proceso de recolección del cabello.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una metodología general 400 empleada por la presente invención, como se aplica al ejemplo de recolección de cabello, aunque será evidente que los pasos pueden aplicarse igualmente al procedimiento de implantación de cabello u otro procedimiento apropiado, con las modificaciones necesarias. Primero, en la etapa 410, antes de que comience el procedimiento de recolección de cabello, pueden seleccionarse los parámetros para el procedimiento de recolección de cabello, los parámetros pueden incluir, pero no se limitan a, la fuerza que se aplicará a la aguja del punzón, las revoluciones por minuto asociadas con la aguja del punzón, la profundidad de penetración de la aguja del punzón, las revoluciones por minuto asociadas con la aguja de disección, y la profundidad de penetración de la aguja de disección. Estos parámetros pueden seleccionarse por el usuario o el sistema puede sugerir un conjunto de parámetros de la memoria, por ejemplo, en base a los datos demográficos del paciente. Habiendo seleccionado estos parámetros iniciales, el procedimiento automático de recolección de cabello comienza en el paso 420 ejecutando uno o más intentos o eventos de recolección de cabello. A medida que se ejecuta el procedimiento, puede adquirirse una imagen en tiempo real del procedimiento y puede visualizarse, como se muestra en el paso 430. Se apreciará que en algunas modalidades debido a una automatización sustancial puede no ser necesario mostrar la imagen en tiempo real al usuario, por lo que el aspecto de visualización de este paso puede ser opcional, aunque se anticipa que una imagen en tiempo real será una característica útil para proporcionar al usuario, incluso si no es necesaria para la función operativa del sistema automatizado. Como se ha explicado y descrito anteriormente, además de la imagen en tiempo real, en el paso 440 pueden adquirirse y mostrarse una o más imágenes suplementarias o instantáneas históricas para algunos o todos los eventos individuales de recolección de cabello. La temporización de las instantáneas suplementarias está dictada por el parámetro o los parámetros del procedimiento de recolección de cabello cuyo valor se destina a comprobar, por ejemplo, el momento de penetración de la piel por el punzón de recolección. De nuevo, en ciertas modalidades donde se hacen modificaciones automáticamente mediante el sistema, no es necesario mostrar las instantáneas al usuario para la función operativa del sistema automatizado, pero es aún una característica útil para permitir al usuario anular la selección automática. Si se determina en la etapa 450 que no necesita modificarse ningún parámetro del procedimiento de recolección de cabello, el procedimiento de recolección continúa para uno o más eventos de recolección de cabello. Sin embargo, si en el paso 450 se determina que al menos un parámetro asociado con el procedimiento de recolección de cabello necesita modificarse para mejorar los resultados del procedimiento, ya sea la modificación por el usuario o una modificación automática, el método vuelve al paso 410, donde se ejecuta la modificación del valor del parámetro de recolección de cabello, antes de ejecutar el siguiente evento de recolección de cabello en el paso 420. Como se indicó anteriormente, en dependencia de un ajuste deseado o de la velocidad de esta metodología, aunque un valor de un parámetro puede

modificarse en el paso 410, puede no afectar necesariamente el procedimiento de recolección del cabello ejecutado en el próximo cabello que se intenta recolectar, pero afectará un cierto cabello posterior. Debe señalarse que al identificar en la instantánea el estado de un parámetro del proceso de recolección de cabello, puede determinarse que este y/o algún otro parámetro debe modificarse, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 3.

5 De acuerdo con un aspecto general de la presente solicitud, se proporciona un método para determinar la necesidad de modificar un parámetro de un procedimiento automatizado. El método comprende proporcionar y/o mostrar una imagen en tiempo real de una superficie que tiene un procedimiento automatizado ejecutado sobre esta y también proporcionar y/o mostrar al menos una instantánea histórica de la superficie, la instantánea que identifica o permite comprobar/determinar un parámetro del procedimiento automatizado. El método comprende además modificar el mismo parámetro o uno diferente del procedimiento automatizado para mejorar los resultados de dicho procedimiento, por ejemplo, si un valor del parámetro en la instantánea está fuera de uno o más límites aceptables o de cualquier otra manera menos conveniente. En algunas modalidades, el valor del parámetro puede modificarse o ajustarse con una entrada del usuario, en otras modalidades, la modificación puede ejecutarse automáticamente. Por ejemplo, el procesador puede registrar el valor del parámetro y compararlo con un valor aceptable predeterminado o seleccionado. Si la diferencia está por encima de un valor umbral máximo predeterminado, por debajo de un valor umbral mínimo predeterminado o cae fuera de un intervalo predeterminado de valores, el procesador puede determinar que es necesario un ajuste y aplicar automáticamente la modificación necesaria al parámetro u otro parámetro apropiado. El método puede comprender proporcionar una interfaz de modificación que permite a un usuario modificar uno o más parámetros del procedimiento automatizado. Se han descrito varios ejemplos de los parámetros de interés con referencia a varios procedimientos. Por ejemplo, con referencia al trasplante de cabello, la modificación del parámetro(s) puede dirigirse a mejorar la disección de las unidades foliculares. Los parámetros de interés pueden comprender una profundidad de inserción de la aguja de recolección, o el ángulo de inserción, o el centrado de la aguja con relación a la unidad folicular, o la fuerza o velocidad de rotación del movimiento de la aguja, o la capacidad de la aguja para disecar y al menos parcialmente elevar la unidad folicular de la superficie de la piel. Con referencia a la eliminación de tatuajes de color, dicho parámetro de interés puede ser, por ejemplo, una longitud de onda láser y/o la intensidad. En algunas aplicaciones del método, el procedimiento automatizado es un procedimiento de eliminación automática de tatuajes y la interfaz de modificación permite al usuario modificar la intensidad o la longitud de onda de una fuente de luz. En otras aplicaciones del método, el procedimiento automatizado es un procedimiento automático de eliminación y la interfaz de modificación permite al usuario modificar la intensidad o la longitud de onda de una fuente de luz.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método para determinar la necesidad de modificar un parámetro de un procedimiento automatizado, por ejemplo, el procedimiento de trasplante de cabello. El método comprende proporcionar una instantánea de una superficie del cuerpo, la instantánea que muestra, por ejemplo, una indicación de una profundidad máxima o un ángulo de penetración o inserción de una herramienta (por ejemplo, una herramienta de trasplante de cabello) con respecto a la superficie del cuerpo. El método comprende además permitir la comparación de la indicación mostrada de la profundidad o el ángulo de inserción contra un valor pretendido de profundidad o un ángulo de inserción y en base a la comparación para determinar si se necesita un ajuste de la profundidad o el ángulo de penetración. En algunas modalidades, la determinación se lleva a cabo automáticamente por un procesador, siendo el procesador parte de un sistema automatizado. En otras modalidades, la determinación se logra con una entrada del usuario a través de una interfaz de modificación, o mediante la combinación de la entrada del usuario y automáticamente por el sistema. El método puede comprender además proporcionar una segunda instantánea de la superficie del cuerpo, la segunda instantánea tomada cuando un extremo distal de la herramienta se retrae de la superficie del cuerpo; y en base a la segunda instantánea, determinar si un evento del procedimiento, por ejemplo un evento de trasplante de cabello, satisface un criterio de trasplante de cabello pretendido. En algunas modalidades, el criterio puede ser un centrado de la herramienta de trasplante de cabello con respecto a una unidad folicular. El centrado de la herramienta de trasplante de cabello con respecto a una unidad folicular generalmente reduce las posibilidades de dañar el cabello disecado. Para determinar si se cumple el criterio de trasplante de cabello pretendido (por ejemplo, el centrado), puede compararse un valor real indicativo del centrado o un valor asociado con el centrado de la herramienta de trasplante de cabello con respecto a la unidad folicular, con un valor pretendido o deseado del centro de la herramienta de trasplante de cabello con respecto a la unidad folicular. En otras modalidades, el criterio puede ser un corte transversal de la unidad folicular disecada. En aún otras modalidades el criterio puede ser una elevación de una unidad folicular de la superficie del cuerpo, y la determinación comprende comparar un parámetro indicativo de la elevación de una unidad folicular de la superficie corporal con un valor pretendido de la elevación de una unidad folicular desde la superficie del cuerpo. Una vez que se ha tomado la determinación de que el criterio de trasplante de cabello no se ha cumplido (típicamente queda fuera de uno o más límites aceptables o convenientes), puede modificarse un parámetro que influya en el criterio de manera que se mejore la disección resultante de la unidad folicular. Por ejemplo, si descubre que las unidades foliculares no están lo suficientemente elevadas desde la superficie del cuerpo (es decir, no se cumple el criterio de elevación), la profundidad de perforación puede modificarse (por ejemplo, al aumentarla), de manera que en la elevación posterior la profundidad satisface el criterio deseado, alternativamente, la fuerza a la cual el punzón de recolección penetra en la superficie del cuerpo puede aumentarse o disminuirse según se desee. Será evidente para el lector que puede existir más de un parámetro o combinación de parámetros que pueden modificarse para influir en el criterio de trasplante de cabello.

65 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente solicitud, se proporciona un método para determinar la necesidad de modificar un parámetro de un procedimiento automatizado o parcialmente automatizado. El método comprende

5 procesar información para permitir la identificación de, o permitir que la información se determine con respecto a, un parámetro del procedimiento automatizado. El método comprende además modificar el mismo parámetro o uno diferente del procedimiento automatizado para mejorar los resultados de dicho procedimiento, por ejemplo, si un valor del parámetro está fuera de uno o más límites aceptables o de cualquier otra manera menos conveniente. En algunas modalidades, el valor del parámetro puede modificarse o ajustarse con una entrada del usuario, en otras modalidades, la modificación puede ejecutarse automáticamente.

10 La presente aplicación también se dirige a un método para modificar o determinar automática o semiautomáticamente la necesidad de modificar la profundidad de penetración de la herramienta en una superficie del cuerpo o tejido en un procedimiento al menos parcialmente automatizado, por ejemplo, un procedimiento de trasplante de cabello. El método comprende proporcionar o procesar información para permitir la modificación de la profundidad de penetración de la herramienta, si se cumplen ciertas condiciones. En algunas modalidades, la herramienta tiene marcas de graduación, y el método comprende además modificar la profundidad de penetración o perforación de la herramienta si el número o la porción de las marcas de graduación por encima de la superficie que se penetra está fuera de uno o más límites aceptables o convenientes. En otras modalidades, el método comprende además modificar la profundidad de penetración de la herramienta en base a la información histórica almacenada de los ajustes de profundidad de la herramienta anterior, que incluyen los ajustes promedio en el área cercana a la ubicación actual propuesta del procedimiento.

20 La presente solicitud también se dirige a un método para modificar o determinar automática o semiautomáticamente la necesidad de modificar un ángulo de aproximación de una herramienta en un procedimiento al menos parcialmente automatizado, por ejemplo, un procedimiento de trasplante de cabello. El método comprende proporcionar o procesar información para permitir la modificación del ángulo de aproximación de la herramienta, si se cumplen ciertas condiciones. En algunas modalidades, el método comprende seleccionar una abrazadera de ángulo o un ángulo de aproximación mínimo de la herramienta. El método puede comprender además implementar un procedimiento de interpolación para proporcionar los valores sugeridos para las abrazaderas de ángulo, en donde el procedimiento de interpolación comprende la interpolación entre al menos dos abrazaderas de ángulo. En una modalidad adicional, el usuario puede introducir las al menos dos abrazaderas de ángulo (o ángulos de aproximación mínimos) a través de una interfaz de usuario. Con referencia al trasplante de cabello, el método puede comprender seleccionar una abrazadera de ángulo para cada uno de al menos dos ángulos de emergencia de las unidades foliculares, y determinar, por ejemplo, mediante la interpolación, una pluralidad de abrazaderas de ángulo adicionales para cada uno de la pluralidad de los ángulos de surgimiento de las unidades foliculares con el valor entre los valores de los al menos dos ángulos de surgimiento.

35 Será evidente que el número de pasos que se utilizan por tales métodos no se limitan a los descritos anteriormente. Además, los métodos no requieren que todos los pasos descritos estén presentes. Aunque la metodología descrita anteriormente como pasos discretos, uno o más pasos pueden añadirse, combinarse o incluso eliminarse, sin apartarse de la funcionalidad pretendida en las modalidades de la invención. Los pasos pueden ejecutarse en un orden diferente o tener pasos compartidos entre más de un procesador, por ejemplo. También será evidente que el método descrito anteriormente puede implementarse de manera parcial o parcialmente automatizada, que incluye el uso de sistemas robóticos.

45 Como se apreciará por los expertos en la técnica, los métodos de la presente invención pueden incorporarse, al menos en parte, en un software y llevarse a cabo en un sistema informático u otro sistema de procesamiento de datos. Por lo tanto, en algunas modalidades ilustrativas, el hardware puede usarse en combinación con instrucciones de software para implementar la presente invención.

50 El procesador para el uso en la presente invención puede comprender cualquier dispositivo adecuado programado y configurado para ejecutar diversos métodos descritos en detalle en la presente solicitud, que incluyen métodos dirigidos a modificar un parámetro de un procedimiento de recolección o implante de cabello para mejorar los resultados del procedimiento, por ejemplo, si el mismo u otro parámetro identificado asociado con el procedimiento es inaceptable. En algunas modalidades, la modificación puede realizarse a través de la interfaz de modificación. Por ejemplo, el procesador para el uso en la presente invención puede ser un procesador que comprende un conjunto de instrucciones para ejecutar operaciones, el conjunto de instrucciones que incluye instrucciones para procesar una o más imágenes de una superficie del cuerpo para identificar y/o mostrar un parámetro (o una pluralidad de parámetros) asociado con, por ejemplo, el procedimiento de trasplante de cabello, y para modificar o permitir modificar dicho parámetro (u otros parámetros) según sea necesario o conveniente para llevar a cabo con éxito el procedimiento. El sistema para el uso de acuerdo con las invenciones descritas en la presente puede comprender, además de un procesador, un dispositivo de adquisición de imágenes. Por ejemplo, puede proporcionarse un sistema para determinar la necesidad de modificar un parámetro de un procedimiento automatizado de trasplante de cabello. El sistema puede comprender una interfaz de usuario que incluye un procesador, el procesador configurado para procesar una instantánea de una superficie del cuerpo que proporciona una indicación de una profundidad o ángulo de penetración de una herramienta de trasplante de cabello con respecto a la superficie del cuerpo y permitir la comparación de la profundidad o ángulo de penetración indicados contra un valor pretendido de la profundidad o el ángulo de penetración.

65

5 En algunas modalidades, el sistema puede comprender un dispositivo de entrada de usuario, el dispositivo de entrada de usuario configurado para permitir a un usuario modificar de manera interactiva la profundidad o el ángulo de penetración de la herramienta de trasplante de cabello en base a la comparación. En otras modalidades, el procesador se configura para modificar automáticamente la profundidad o el ángulo de penetración de una herramienta de trasplante de cabello en base a la comparación, por ejemplo, para llevar la futura profundidad de penetración o el ángulo de la herramienta dentro de una desviación predeterminada del valor pretendido.

10 Ciertas modalidades se refieren a un medio legible por máquina (por ejemplo, medios legibles por computadora) o productos de programas de computadora que incluyen instrucciones y/o datos de programas (que incluyen estructuras de datos) para ejecutar varias operaciones implementadas por computadora. Puede usarse un medio legible por máquina para almacenar software y datos que provocan que el sistema ejecute los métodos de la presente invención. El medio legible por máquina mencionado anteriormente puede incluir cualquier medio adecuado capaz de almacenar y transmitir información en una forma accesible por un dispositivo de procesamiento, por ejemplo, una computadora. Algunos ejemplos del medio legible por máquina incluyen, pero no se limitan a, almacenamiento de discos magnéticos tales como discos duros, disquetes, cintas magnéticas. También puede incluir un dispositivo de memoria flash, almacenamiento óptico, memoria de acceso aleatorio, etcétera. Las instrucciones de datos y programas también pueden incorporarse a una onda portadora u otro medio de transporte. Los ejemplos de instrucciones de programa incluyen tanto el código de máquina, tal como el producido por un compilador, como los archivos que contienen un código de nivel superior que pueden ejecutarse mediante el uso de un intérprete.

20 Varias modalidades descritas anteriormente se proporcionan a modo de ilustración solamente y no deben interpretarse para limitar la invención reivindicada. Los expertos en la técnica reconocerán fácilmente varias modificaciones y cambios que pueden hacerse en las modalidades descritas sin apartarse del alcance de la invención reivindicada. Por medio de ejemplo no limitante, se apreciará por los expertos en la técnica que los rasgos o características particulares descritos con referencia a una figura o modalidad pueden combinarse como sea adecuado con otros rasgos o características descritos en otra figura o modalidad. Además, los expertos en la técnica reconocerán que los dispositivos, sistemas y métodos descritos en la presente no se limitan a los campos descritos por ejemplo en la presente solicitud. La descripción, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido limitante.

25 Los expertos en la técnica apreciarán además que la invención no se limita al uso de un sistema particular, y que pueden usarse varios sistemas y aparatos automatizados (incluido los robóticos), o parcialmente o semiautomatizados para posicionar y accionar las herramientas de eliminación respectivas y otros dispositivos y componentes descritos en la presente.

30 Las modalidades de la invención ilustradas y descritas anteriormente son susceptibles a varias modificaciones y formas alternativas, y debe entenderse que la invención en general, así como también las modalidades específicas descritas en la presente, no se limitan a las formas particulares o las modalidades descritas, sino que por el contrario cubren todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

40

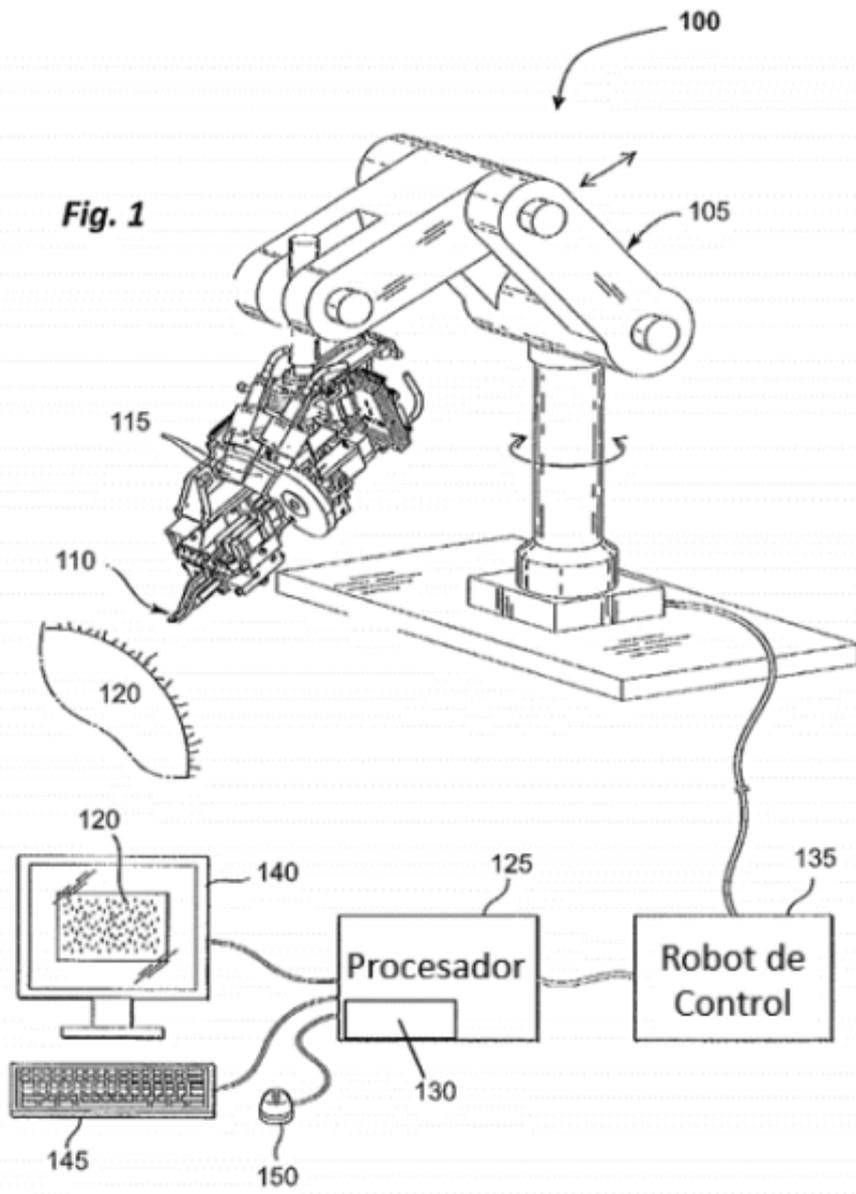
Reivindicaciones

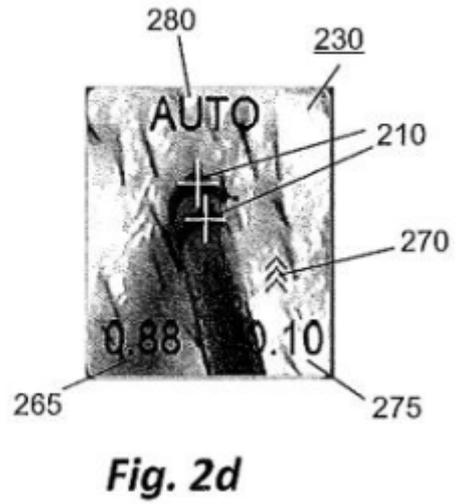
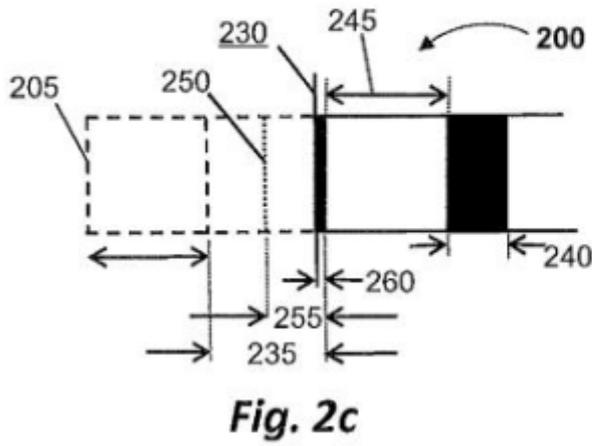
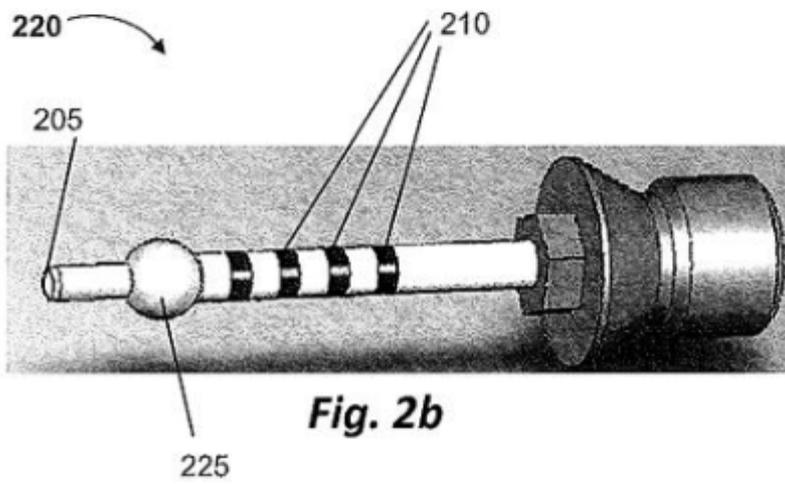
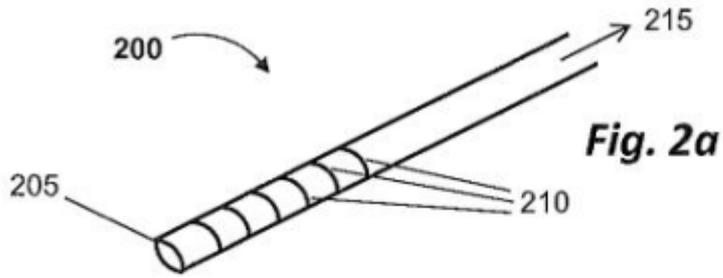
1. Un método para modificar un parámetro de operación de un sistema (100) para el uso en un procedimiento de trasplante de cabello automatizado o semiautomatizado, el método comprende:
 5 proporcionar una imagen en tiempo real (305; 320) de una superficie del cuerpo (120; 230; 310) donde se usa un sistema (100) que comprende una herramienta (110; 200; 220) para ejecutar un procedimiento de trasplante de cabello automatizado o semiautomatizado;
 proporcionar al menos una instantánea histórica (345; 355) de la superficie del cuerpo (120; 230; 310); la al
 10 menos una instantánea histórica (345; 355) identifica un parámetro asociado con el trasplante de cabello;
 determinar si un valor del parámetro identificado asociado con el trasplante de cabello está fuera de uno o más límites aceptables o convenientes; y
 modificar automáticamente por el sistema al menos un parámetro de operación de la herramienta (110; 200; 220) si el valor del parámetro identificado asociado con el trasplante de cabello está fuera de uno o más límites aceptables o convenientes.
 15
2. El método de la reivindicación 1, en donde el al menos un parámetro de operación de la herramienta (110; 200; 220) comprende un ángulo de operación de la herramienta (110; 200; 220) y/o una profundidad de inserción de la herramienta (110; 200; 220) y/o una velocidad de rotación de la herramienta (110; 200; 220) y/o una fuerza aplicada a la herramienta (110; 200; 220).
 20
3. El método de la reivindicación 1 o 2, que comprende además registrar un valor del parámetro identificado y comparar el valor registrado con un valor predeterminado, y si la diferencia entre el valor registrado y el valor predeterminado está fuera de un intervalo aceptable, determinar un ajuste que se aplica automáticamente, y proporcionar una interfaz de usuario configurada para permitir a un usuario ajustar o anular la modificación automática del parámetro de funcionamiento de la herramienta (110; 200; 220).
 25
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el parámetro identificado
 - se asocia con la calidad del procedimiento de trasplante de cabello, y/o
 - comprende un ángulo con el que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) penetra en la
 30 superficie del cuerpo (120; 230; 310), y/o
 - se asocia o se relaciona con una fuerza la cual se aplica a una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) para penetrar en la superficie del cuerpo (120; 230; 310), y/o
 - se asocia o se relaciona con 1) el centrado de una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) alrededor de una unidad folicular a recolectar o implantar, o 2) indica si una unidad folicular fue cortada transversalmente durante la recolección.
 35
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el procedimiento de trasplante de cabello comprende la creación de un sitio de implantación o un procedimiento de implante de cabello.
 40
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende al menos dos instantáneas históricas (345; 355), la primera (345) de las al menos dos instantáneas históricas comprende una imagen adquirida en un primer caso durante un evento de trasplante de cabello automatizado, y la segunda (355) de las al menos dos instantáneas históricas comprende una imagen adquirida en un segundo caso durante el evento de trasplante de cabello automatizado, preferentemente en donde el primer caso se asocia con una piel que se estabiliza después que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) penetró en la superficie del cuerpo (120; 230; 310) hasta una profundidad máxima de penetración, y preferentemente en donde el segundo caso se asocia con una terminación sustancial del evento de trasplante de cabello.
 45
7. El método de la reivindicación 6, en donde las al menos dos instantáneas históricas (345; 355) es un conjunto de imágenes, y el conjunto de imágenes se toma para algunos o todos los eventos de trasplante de cabello, y en donde el método comprende además almacenar varios conjuntos de imágenes en un dispositivo de almacenamiento, y mostrar al menos uno del número de conjuntos de imágenes, en donde mostrar al menos uno de los conjuntos de imágenes preferentemente comprende mostrarlo a un usuario simultáneamente al mostrar la imagen en tiempo real (305; 320) de un evento de trasplante de cabello actual.
 50
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además seleccionar una herramienta de trasplante de cabello en base al parámetro identificado.
 55
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el parámetro identificado comprende una profundidad en la que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) que tiene marcas de graduación (210) penetra en la superficie del cuerpo (120; 230; 310), y en donde el método comprende además usar la al menos una o más instantáneas históricas (345; 355) y una o más políticas de ajuste de retroalimentación que modifican la profundidad en incrementos o continuamente si el número o la porción de las marcas de graduación (210) sobre la superficie del cuerpo (120; 230; 310) está fueran de uno o más límites aceptables o convenientes.
 60
 65

- 5
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde el parámetro identificado comprende una profundidad en la que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) penetra en la superficie del cuerpo (120; 230; 310), el método comprende además modificar la profundidad en base a la profundidad histórica de penetración de la herramienta de uno o más eventos previos de trasplante de cabello.
- 10
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde el parámetro identificado comprende un ángulo de aproximación de la herramienta, el método comprende además determinar si el ángulo de aproximación de la herramienta necesita modificarse en base al menos en parte a un resultado de comparación de un ángulo de aproximación mínimo o máximo de la herramienta (110; 200; 220) y un ángulo de surgimiento de una unidad folicular de interés, preferentemente en donde el ángulo de aproximación mínimo o máximo se selecciona automáticamente en base a
- un ángulo de surgimiento promedio de una pluralidad de unidades foliculares en un área en una superficie del cuerpo (120; 230; 310), y/o
 - un procedimiento de interpolación entre correspondientemente al menos dos ángulos de aproximación mínimos o máximos.
- 15
12. El método de la reivindicación 11, en donde si el ángulo de surgimiento de la unidad folicular es menor que el ángulo de aproximación mínimo y la diferencia entre el ángulo de aproximación mínimo y el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés es menor que un valor predeterminado, la herramienta (110; 200; 220) se orienta en un ángulo el cual es sustancialmente igual a la suma del valor predeterminado y el ángulo de surgimiento de la unidad folicular de interés.
- 20
13. Un método para modificar un parámetro de operación de un aparato para su uso en un procedimiento al menos parcialmente automatizado, el método comprende:
- 25 proporcionar una imagen en tiempo real (305; 320) de una superficie (120; 230; 310) que tiene un procedimiento al menos parcialmente automatizado ejecutado sobre esta;
- proporcionar al menos una instantánea histórica (345; 355) de la superficie (120; 230; 310), la al menos una instantánea histórica (345; 355) permite identificar si se satisface un criterio asociado con al menos el procedimiento parcialmente automatizado; y
- 30 modificar automáticamente por el sistema al menos un parámetro de operación del aparato si el criterio no se cumple, la modificación del al menos un parámetro influye en el criterio.
14. El método de la reivindicación 13, que comprende además determinar y/o mostrar un valor asociado con el criterio, preferentemente en donde la provisión de la al menos una instantánea histórica (345; 355) comprende adquirir datos en un instante en el tiempo.
- 35
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-14, en donde el criterio comprende el centrado de una herramienta (110; 200; 220) del aparato con respecto a un objeto del procedimiento.
- 40
16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-15, en donde identificar el criterio comprende la identificación visual o calculada.
- 45
17. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-16, que comprende al menos dos instantáneas históricas (345; 355), la primera (345) de las al menos dos instantáneas históricas comprende una imagen adquirida en un primer caso durante un procedimiento al menos parcialmente automatizado, y la segunda (355) de las al menos dos instantáneas históricas comprende una imagen adquirida en un segundo caso durante un procedimiento al menos parcialmente automatizado, que comprende además preferentemente proporcionar al menos otra instantánea de la superficie (120; 230; 310) que permite identificar el criterio influenciado.
- 50
18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-17, que comprende además registrar un valor del criterio y comparar el valor registrado con un valor predeterminado, y si la diferencia entre el valor registrado y el valor predeterminado está fuera de un intervalo aceptable, determinar el al menos un parámetro para modificar, y modificar automáticamente el al menos un parámetro determinado.
- 55
19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-18, en donde el al menos un procedimiento parcialmente automatizado es un procedimiento de trasplante de cabello, un procedimiento de creación de un sitio, un procedimiento de colocación o eliminación de tatuajes, un procedimiento de ablación, un procedimiento de inyección cosmética, un procedimiento oftálmico o un procedimiento para tratar afecciones dermatológicas, preferentemente en donde el al menos un parámetro comprende una profundidad a la que una herramienta (110; 200; 220) que tiene marcas de graduación (210) penetra en la superficie (120; 230; 310), el método comprende además modificar la profundidad si el número de, o la porción de, las marcas de graduación (210) por encima de la superficie (120; 230; 310) están fuera de uno o más límites aceptables o convenientes.
- 60
20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-19, que comprende además proporcionar una interfaz de usuario configurada para permitir a un usuario ajustar o anular la modificación automática del parámetro de operación del aparato.
- 65

21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 13-20, en donde el aparato comprende una herramienta (110; 200; 220) para ejecutar el procedimiento y el al menos un parámetro comprende un ángulo de operación de la herramienta (110; 200; 220) y/o una velocidad de rotación de la herramienta (110; 200; 220) y/o una fuerza aplicada a la herramienta (110; 200; 220).
22. Un sistema (100) para modificar un parámetro de operación de una herramienta para su uso con un procedimiento automatizado de trasplante de cabello, el sistema comprende:
una interfaz configurada para recibir una imagen en tiempo real (305; 320) de una superficie corporal (120; 230; 310) que tiene un procedimiento de trasplante de cabello automatizado o semiautomatizado ejecutado sobre esta y al menos una instantánea histórica (345; 355) de la superficie del cuerpo (120; 230; 310), la al menos una instantánea histórica (345; 355) identifica un parámetro asociado con el trasplante de cabello; y un procesador (125) configurado para ejecutar un programa que incluye uno o más módulos que comprenden instrucciones para: 1) determinar si un valor del parámetro identificado asociado con el trasplante de cabello está fuera de uno o más límites aceptables o convenientes, y 2) modificar y/o permitir la modificación de al menos un parámetro de operación de la herramienta (110; 200; 220) si el valor del parámetro identificado asociado con el trasplante de cabello está fuera de uno o más límites aceptables o convenientes.
23. El sistema de la reivindicación 22, en donde el parámetro identificado comprende uno o más de los siguientes: a) indica una ausencia de una unidad folicular o una cavidad en la superficie del cuerpo (120; 230; 310) a partir de la cual se eliminó la unidad folicular, b) indica una profundidad o un ángulo en el que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) penetra en la superficie del cuerpo, c) se relaciona o se asocia con un centrado de una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) alrededor una unidad folicular a recolectar o implantar, o d) indica si se cortó transversalmente una unidad folicular durante la recolección.
24. El sistema de acuerdo con la reivindicación 22, en donde el programa comprende además instrucciones para adquirir al menos dos instantáneas históricas (345; 355), en donde se adquiere una primera de al menos dos instantáneas históricas en un primer caso durante un evento de trasplante de cabello automatizado, y la segunda de las al menos dos instantáneas históricas se adquiere en un segundo caso durante el evento de trasplante de cabello automatizado, preferentemente en donde el primer caso se asocia con una piel que se estabiliza después que una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) penetró la superficie del cuerpo (120; 230; 310) hasta una profundidad máxima de penetración, y preferentemente en donde el segundo caso se asocia con la terminación sustancial del evento de trasplante de cabello.
25. El sistema de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende además instrucciones para seleccionar una herramienta de trasplante de cabello (110; 200; 220) en base al parámetro identificado.
26. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, que comprende además una interfaz de modificación, la interfaz de modificación comprende preferentemente uno o más de la siguiente lista: un teclado (145), un mouse (150), un dispositivo de reconocimiento de voz o del habla, un puntero láser, una pantalla táctil (140), una tableta, un asistente digital personal (PDA) o un dispositivo remoto de entrada de usuario.
27. Un sistema para modificar un parámetro de operación de un aparato para su uso en un procedimiento al menos parcialmente automatizado, el sistema comprende:
una interfaz configurada para recibir una imagen en tiempo real (305; 320) de una superficie (120; 230; 310) que tiene un procedimiento automatizado ejecutado sobre esta y al menos una instantánea histórica (345; 355) de la superficie (120; 230; 310), la al menos una instantánea que permite identificar si se satisface un criterio asociado con el al menos un procedimiento parcialmente automatizado; y un procesador (125) configurado para ejecutar un programa que incluye uno o más módulos que comprende instrucciones para modificar y/o permitir la modificación de al menos un parámetro de operación del aparato y si no se cumple el criterio, modificar el al menos un parámetro de operación del aparato que influye en el criterio.
28. El sistema de acuerdo con la reivindicación 27, que comprende instrucciones para determinar y/o mostrar un valor asociado con el criterio, preferentemente en donde el sistema comprende además una interfaz de usuario configurada para permitir a un usuario ajustar o anular la modificación automática del parámetro de funcionamiento del aparato.
29. El sistema de acuerdo con la reivindicación 27, en donde la modificación se realiza de forma sustancialmente automática, el sistema comprende además instrucciones para registrar un valor del criterio y comparar el valor registrado con un valor predeterminado, y si la diferencia entre el valor registrado y el valor predeterminado está fuera del intervalo aceptable, determinar el al menos un parámetro para modificar, y modificar automáticamente el al menos un parámetro determinado.

Fig. 1





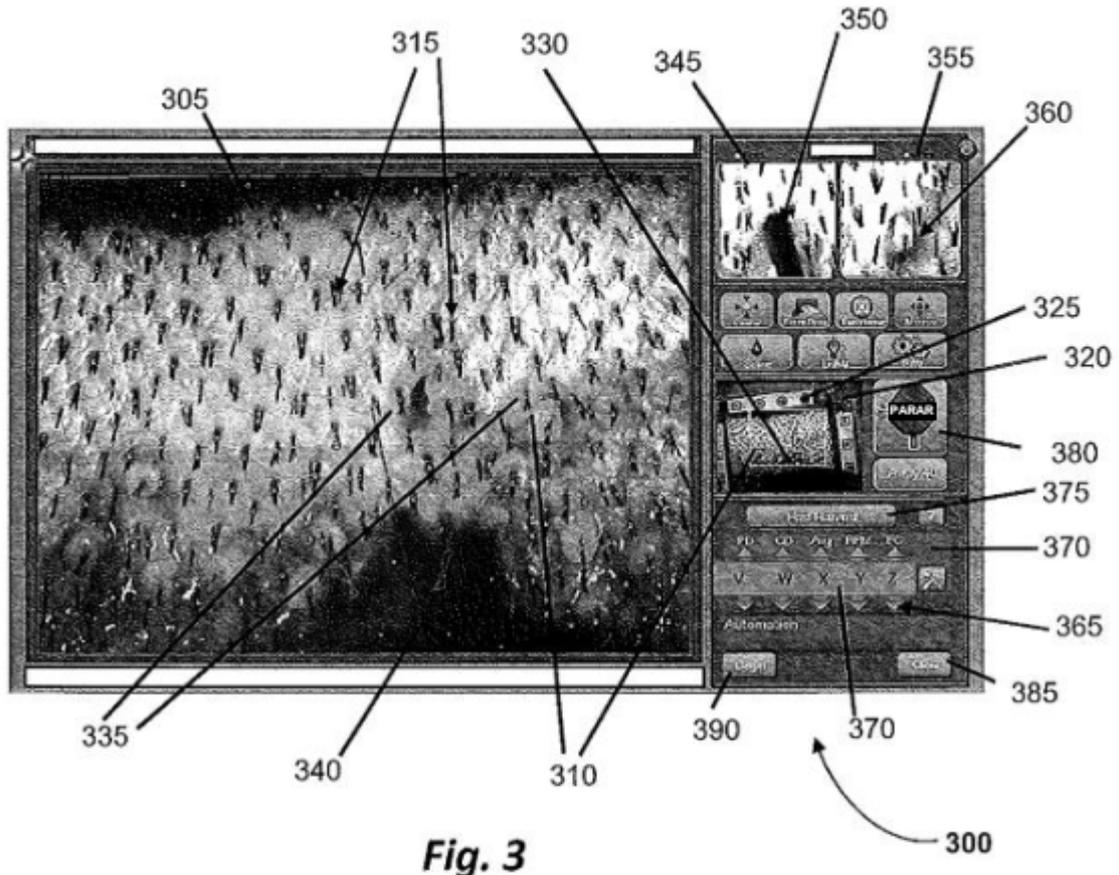


Fig. 3



Fig. 2e

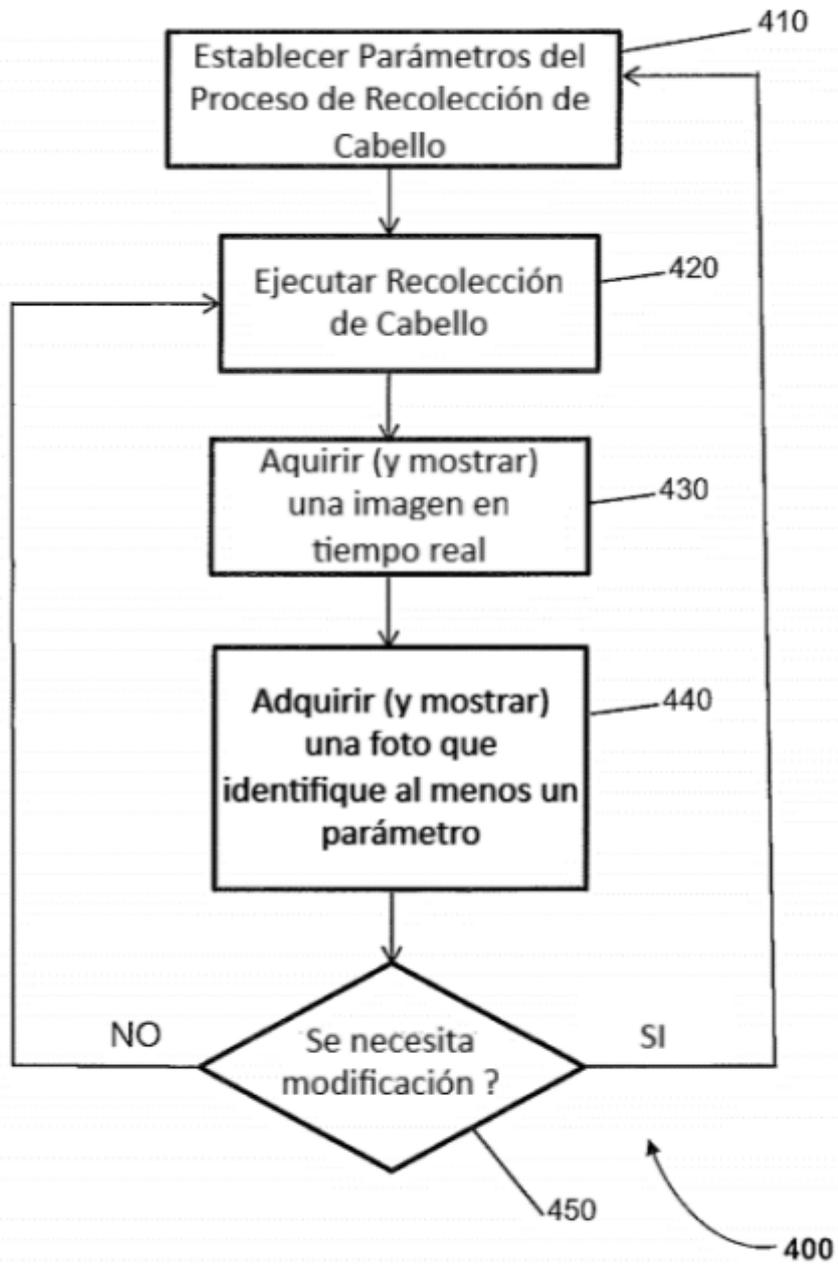


Fig. 4

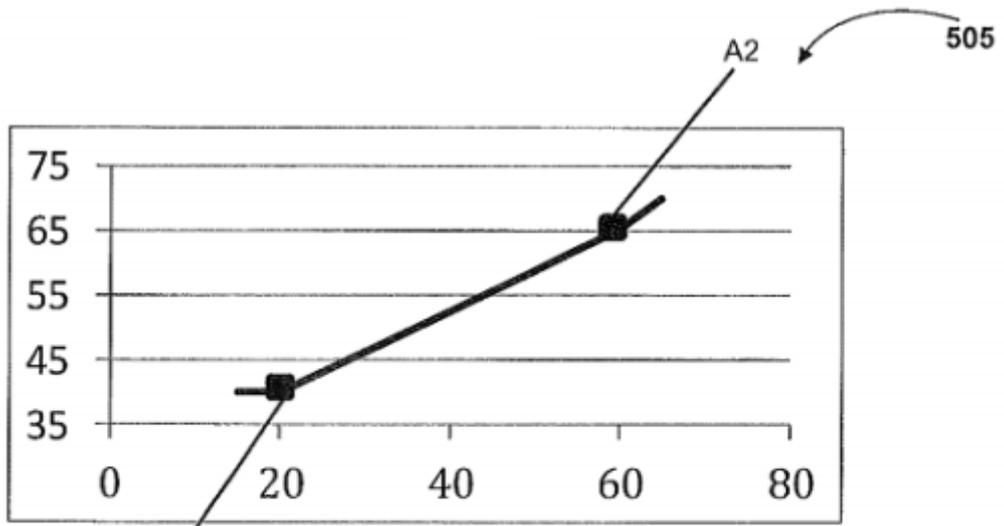


Fig. 5

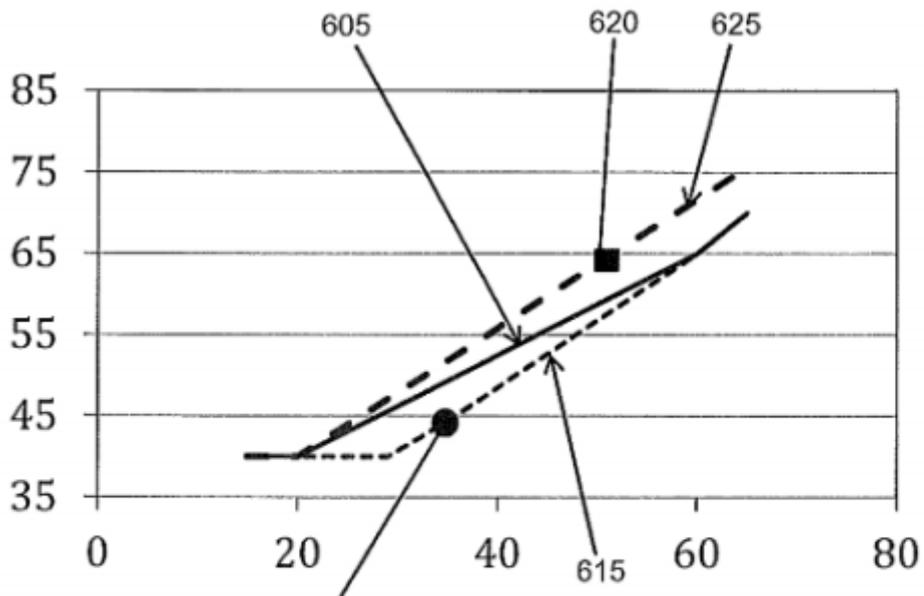


Fig. 6