

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 412**

51 Int. Cl.:

A01D 34/53 (2006.01)

A01D 45/00 (2008.01)

A01G 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2018 PCT/CA2018/000201**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019 WO19079877**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2018 E 18869571 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023 EP 3700322**

54 Título: **Aparatos y métodos de poda de plantas**

30 Prioridad:

27.10.2017 US 201715796157

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

22.04.2024

73 Titular/es:

**ETEROS TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
202-17665 66A Avenue
Surrey, British Columbia V3S 2A7, CA**

72 Inventor/es:

**INGRAM, ERIK;
MCKELLAR, AARON;
HEYWOOD, JOE y
KLOSSOK, RUDI**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 966 412 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

Aparatos y métodos de poda de plantas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a aparatos y métodos para podar material vegetal.

10 Antecedentes de la invención

Algunos tipos de cultivos vegetales se cosechan principalmente por sus flores o por sus brotes preflorescentes (brotes embrionarios). Ejemplos de tales cultivos incluyen el lúpulo (uno de los cuatro ingredientes principales de la cerveza), la marihuana medicinal o la marihuana recreativa en jurisdicciones donde es legal, por ejemplo.

15 La recolección de dichos cultivos típicamente incluye separar las flores o brotes conveniente del material foliar indeseable. Convencionalmente, esto se logra haciendo que los brotes cosechados se propaguen axialmente a través del interior de un tambor, que es típicamente un cilindro giratorio formado de lámina de metal con ranuras de corte en él. La propagación axial del material vegetal a través del tambor suele realizarse por gravedad, inclinando el eje del tambor con relación a un plano horizontal, aunque también se conocen otras formas de impulsar axialmente el material.

20 La rotación del tambor hace que los brotes giren y den vueltas mientras se propagan simultáneamente de forma axial a lo largo del tambor. A medida que el tambor gira, un vacío debajo del tambor aplica una fuerza de succión, lo que hace que algunas de las hojas sobresalgan hacia abajo a través de las ranuras del tambor y hacia una trayectoria de un sistema de carrete de corte adyacente al tambor. El sistema de carrete de corte incluye convencionalmente un carrete de corte giratorio y una cuchilla de corte plana rígida interpuesta entre el carrete y el tambor. La cuchilla es,

25 típicamente, una pieza rectangular rígida de metal duro con al menos un borde. El carrete de corte incluye, típicamente, un eje central cilíndrico que soporta múltiples cuchillas de corte helicoidales que se enrollan al menos parcialmente alrededor del eje central a medida que se extienden a lo largo del carrete. El vacío debajo del tambor tiende a tirar del material de la hoja hacia abajo a través de las ranuras del tambor, donde el material de la hoja es cortado por la acción de tijera de cada cuchilla de corte helicoidal que se apoya contra el cojinete del borde de la cuchilla de corte mientras

30 el carrete gira.

Las tasas de rendimiento de tales sistemas de poda convencionales son inherentemente limitadas. La tasa de rendimiento axial no puede aumentarse arbitrariamente porque se limita por la velocidad a la que el sistema de carrete de corte puede eliminar el material de hoja no deseado: si la tasa de rendimiento axial se aumenta demasiado, los

35 brotes no completarán un número suficiente de rotaciones por el sistema de carrete de corte para eliminar suficiente material de hoja para producir un brote que haya sido recortado según estándares comercialmente aceptables y vendibles. La velocidad de rotación del tambor no puede aumentarse arbitrariamente para compensar una mayor velocidad de paso axial, ya que la velocidad de rotación del tambor se limita por la fuerza centrífuga: si el tambor gira demasiado rápido, la fuerza centrífuga exterior impedirá que los brotes giren y, en su lugar, hará que los brotes se adhieran a la superficie interior del tambor durante toda su rotación, de modo que sólo se podarán los lados orientados

40 hacia el exterior de los brotes más externos, dejando el resto del material vegetal totalmente sin podar.

Un intento anterior de abordar este problema implicaba agregar dos tambores y dos carretes de corte en una sola máquina de poda, con cada tambor teniendo su propio carrete de corte individual respectivo.

45

El documento US 2014/0196587 A1 describe un aparato para podar material vegetal que comprende un tambor giratorio a través del cual el material vegetal debe propagarse axialmente mientras gira, y un sistema de carrete de corte adyacente al tambor.

50 Resumen de la invención

Para mejorar aún más la eficiencia de corte del aparato de podar, la invención propone un aparato de acuerdo con la reivindicación 1.

55 Ventajosamente, un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 representa mejoras no sólo cuantitativas sino también cualitativas con respecto a la poda convencional. En una modalidad ilustrativa de la presente invención, un aparato para podar material vegetal incluye un tambor giratorio a través del cual el material vegetal debe propagarse axialmente mientras gira, y una pluralidad de sistemas de carretes de corte adyacentes al tambor. La pluralidad de sistemas de carrete de corte incluye un primer sistema de carrete de corte adyacente al tambor y un segundo sistema de carrete de corte adyacente a una zona de colocación del tambor. La zona de colocación es un intervalo angular con respecto al eje del tambor dentro del cual el material vegetal tiende a aterrizar sobre el tambor después de

60 voltearse a través de un volumen central del tambor.

Ventajosamente, tal combinación representa mejoras no sólo cuantitativas sino también cualitativas con respecto a las máquinas recortadoras convencionales, porque la pluralidad de sistemas de carretes de corte coopera para lograr un nuevo efecto sinérgico, como se analiza más abajo. En particular, los sistemas de carretes de corte cooperan de

65

una manera que permite que el segundo sistema de carretes de corte logre un corte de hoja más profundo de cada brote que pasa por ella que los carretes de corte convencionales, mientras que el primer sistema de carretes de corte tiende a proporcionar cortes complementarios más finos. Estas mejoras cualitativas se traducen en mejoras cuantitativas: por ejemplo, los presentes inventores han descubierto que una modalidad de este tipo puede lograr índices de rendimiento apreciablemente superiores a la mera duplicación que cabría esperar intuitivamente de la duplicación del número de bobinas de corte por tambor.

Con respecto a esto, por medio de contraste, los presentes inventores han estudiado el movimiento del material vegetal con hojas en tambores convencionales. En una máquina de podar convencional, a medida que los brotes pasan por el sistema de carrete de corte montado debajo del tambor, la acción de volteo de los brotes que ruedan unos sobre otros entre sí tiende a aplanar sus hojas, de modo que sólo una pequeña porción final de cada hoja sobresale radialmente hacia fuera a través del tambor para podarse por el carrete de corte situado más abajo. Esto tiende a limitar el tamaño de la porción de hoja que se puede cortar con cada rotación más allá del carrete de corte, requiriendo de esta manera más rotaciones del tambor para podar adecuadamente las hojas. Como indicó anteriormente, la velocidad de rotación del tambor no puede aumentarse arbitrariamente para compensar una velocidad de corte pequeña por rotación, ya que la velocidad de rotación se limita por la fuerza centrífuga. Por lo tanto, dado que la frecuencia de rotación no puede aumentarse significativamente, la única otra manera de lograr convencionalmente el número requerido de rotaciones del tambor es para proporcionar una velocidad de paso axial relativamente lenta, de modo que cada brote experimente un número relativamente grande de rotaciones a medida que se propaga a través de la longitud axial del tambor. Después de que cada brote pase por un carrete de corte convencional, se desplaza hacia arriba a lo largo de la superficie interior del lado que gira hacia arriba del tambor hasta que se eleva por encima del plano horizontal en donde se encuentra el eje del tambor, momento en donde la gravedad comienza a ejercer una fuerza radial hacia dentro sobre el brote, haciendo que éste caiga hacia dentro y hacia el volumen central del tambor, con algunos de los brotes cruzando a través del volumen central para aterrizar en el lado opuesto, que gira hacia abajo, del tambor. Los presentes inventores han descubierto que cuando un brote sale del lado que gira hacia arriba de la superficie interna del tambor y se lanza libremente por el aire para viajar por el volumen central y hacia el lado que gira hacia abajo del tambor, sus hojas tienden a extenderse o extenderse significativamente. Lamentablemente, una vez que el brote aterriza en el lado que gira hacia abajo del tambor convencional, sus hojas vuelven a aplanarse por colisiones e interacciones de rodadura con otros brotes antes de que el brote en cuestión vuelva a pasar por encima del carrete de corte, de esta manera se sigue limitando el tamaño de la porción de hoja que puede eliminarse con cada pasada del molinete de corte convencional.

Ventajosamente, por lo tanto, en la modalidad de la invención ilustrativa descrita anteriormente, al proporcionar el segundo sistema de carrete de corte adyacente a la zona de colocación del tambor, en la que el material vegetal tiende a aterrizar en el tambor después de haber sido volteado a través del volumen central del tambor, los brotes se encuentran todavía en un estado con sus hojas en su mayor parte extendidas o desplegadas cuando pasan por el segundo sistema de carrete de corte, porque los brotes no tienen tiempo suficiente entre el aterrizaje y el paso por el segundo sistema de carrete de corte para chocar y rodar sobre otros brotes y hacer que sus hojas vuelvan a aplanarse completamente. En consecuencia, cada vez que un brote pasa sobre el segundo sistema de carrete de corte, una porción más larga y profunda de su material foliar tiende a sobresalir a través del tambor para cortarse por el segundo sistema de carrete, en comparación con los cortes más cortos que tienden a resultar de un tambor convencional equipado con un solo carrete de corte directamente más abajo del tambor. Por lo tanto, se requieren menos rotaciones del tambor para podar suficientemente el material de las hojas de los brotes, de esta manera permite una velocidad de rendimiento axial más rápida que con las máquinas de podar convencionales. Además, como efecto sinérgico adicional, el primer y el segundo sistema de carrete de corte cooperan de modo que el segundo sistema de molinete cortador adyacente a la zona de colocación del tambor tiende a proporcionar cortes más profundos y gruesos, mientras que el primer molinete cortador proporciona cortes comparativamente menos profundos y más finos, de modo que la mejora de la velocidad de rendimiento no requiere ningún sacrificio en la calidad del podado como contrapartida.

En modalidades ilustrativas, el intervalo angular de la zona de colocación puede incluir un intervalo angular de 10 a 90 grados medido en una dirección de rotación que es opuesta a una dirección de rotación del tambor desde una posición angular verticalmente más baja del tambor. Por ejemplo, en una de dichas modalidades, la zona de colocación puede incluir un intervalo angular de 20 a 80 grados medidos en la dirección opuesta a la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor. En otra modalidad de este tipo, la zona de colocación incluye un intervalo angular medido de manera similar de 30 a 70 grados. En otra modalidad de este tipo, la zona de colocación incluye un intervalo angular medido de manera similar de 40 a 60 grados.

El segundo sistema de carrete de corte puede disponerse en una posición angular dentro de un intervalo de 10 a 90 grados alrededor del eje del tambor, medido en la dirección opuesta a la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor. Por ejemplo, en una de dichas modalidades, el segundo sistema de carrete de corte se dispone en una posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar de 20 a 80 grados. En otra modalidad de este tipo, el segundo sistema de carrete de corte se dispone en una posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar de 30 a 70 grados. En otra modalidad de este tipo, el segundo sistema de carrete de corte se dispone en una posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar de 40 a 60 grados. Por ejemplo, el segundo sistema de carrete de corte puede disponerse en una posición angular de 50 grados con respecto al eje del tambor, medido en la dirección opuesta a la dirección de rotación

del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor.

5 Cada pluralidad de los sistemas de carretes de corte puede incluir un carrete de corte giratorio con una pluralidad de
 10 cuchillas de corte helicoidales y una cuchilla de corte flexible con un borde de corte interpuesto entre el carrete de
 corte y el tambor, de manera que el material vegetal que sobresale radialmente hacia fuera a través del tambor se
 poda por la acción de tijera de las cuchillas de corte helicoidales que se apoyan contra el filo de corte de la cuchilla de
 corte flexible a medida que giran.

15 Ventajosamente, usar una cuchilla de corte flexible facilita usar carretes de corte más pequeños que los empleados
 20 en las máquinas podadoras de plantas convencionales, facilitando, de esta manera, el empleo de múltiples carretes
 adyacentes a un único tambor, al permitir una menor separación entre los carretes y el tambor. Además, usar una
 cuchilla de corte flexible también evita la necesidad de ajustar la separación entre el tambor y los carretes, en contraste
 con los sistemas convencionales que típicamente requieren mecanismos adicionales para proporcionar dicha
 ajustabilidad.

El aparato puede incluir además un mecanismo antihundimiento para evitar que la cuchilla de corte flexible bloquee la
 rotación de las hojas de corte helicoidales.

20 Por ejemplo, el mecanismo antihundimiento puede incluir un anillo de soporte adyacente a un extremo delantero de la
 cuchilla de corte flexible en donde cada una de las hojas helicoidales hace contacto primero con la cuchilla de corte
 flexible, estando configurado el anillo de soporte para mantener una separación fija entre el extremo delantero de la
 cuchilla de corte flexible y un eje del carrete de corte. Como ejemplo adicional, el mecanismo antihundimiento puede
 25 incluir una protrusión de la cuchilla de corte flexible en un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible en donde
 cada una de las hojas helicoidales hace contacto primero con la cuchilla de corte flexible, extendiéndose la protrusión
 más allá de un borde de corte de la cuchilla de corte flexible en una dirección generalmente opuesta a una dirección
 tangencial de rotación de las cuchillas helicoidales cuando se apoyan contra la cuchilla de corte flexible. Como otro
 ejemplo, el mecanismo antihundimiento puede incluir una esquina delantera doblada de la cuchilla de corte flexible en
 un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible en donde cada una de las cuchillas helicoidales primero entra en
 30 contacto con la cuchilla de corte flexible, la esquina delantera doblada se dobla fuera de un plano de la cuchilla de
 corte flexible en una dirección lejos del carrete de corte. Ventajosamente, dichos mecanismos antihundimiento mejoran
 la confiabilidad del funcionamiento mediante el uso de cuchillas de corte flexibles, permitiendo, de esta manera, lograr
 las ventajas mencionadas anteriormente de las cuchillas de corte flexibles sin sacrificar la confiabilidad.

35 El primer sistema de carrete de corte puede estar adyacente a una zona de elevación del tambor, siendo la zona de
 elevación un intervalo angular con respecto al eje del tambor dentro del cual el material vegetal tiende a mantener el
 contacto con el tambor mientras gira y se eleva verticalmente antes de voltearse hacia la zona de colocación.

40 La zona ascendente puede incluir un intervalo angular que se extiende 140 grados en una dirección de rotación del
 tambor desde una posición angular verticalmente más baja del tambor. Alternativamente, la zona ascendente puede
 incluir intervalos angulares mayores o menores, dependiendo de los parámetros operativos de una modalidad
 particular, tales como la velocidad de rotación del tambor y las propiedades físicas del material vegetal 114.

45 El primer sistema de carrete de corte puede disponerse en una posición angular dentro de un intervalo de 0 a 140
 grados alrededor del eje del tambor, medido en la dirección de rotación del tambor desde la posición angular
 verticalmente más baja del tambor. Por ejemplo, en una de dichas modalidades, el primer sistema de carrete de corte
 puede disponerse en una posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar de 10 a 90 grados.
 En otra modalidad de este tipo, el primer sistema de carrete de corte puede disponerse en una posición angular dentro
 de un intervalo angular medido de manera similar de 20 a 80 grados. En otra modalidad de este tipo, el primer sistema
 50 de carrete de corte puede disponerse en una posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar
 de 30 a 70 grados. En otra modalidad de este tipo, el primer sistema de carrete de corte puede disponerse en una
 posición angular dentro de un intervalo angular medido de manera similar de 40 a 60 grados. Por ejemplo, el primer
 sistema de carrete de corte puede disponerse en una posición angular medida de manera similar de 50 grados con
 respecto al eje del tambor, medida en la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más
 55 baja del tambor.

En algunas modalidades, la pluralidad de sistemas de carrete de corte puede incluir además al menos un tercer
 sistema de carrete de corte adyacente al tambor. En tales modalidades, el primer sistema de carrete de corte puede
 estar adyacente a la zona ascendente del tambor como se describió anteriormente, y el tercer sistema de carrete de
 corte puede estar adyacente al tambor entre el primer sistema de carrete de corte y el segundo sistema de carrete de
 60 corte.

En algunas modalidades, la pluralidad de sistemas de carretes de corte puede consistir en el primer, segundo y tercer
 sistema de carretes de corte. Alternativamente, en otras modalidades, la pluralidad de sistemas de carrete de corte
 puede consistir únicamente en el primer y segundo sistemas de carrete de corte.

65 Cada uno de la pluralidad de sistemas de carrete de corte puede incluir un carrete de corte configurado para girar en

una dirección opuesta a la dirección de rotación del tambor.

5 Cada una de las cuchillas helicoidales del carrete de corte puede extenderse más de media rotación alrededor del carrete de corte a lo largo de su longitud axial. Por ejemplo, en algunas modalidades cada una de las cuchillas helicoidales puede extenderse al menos una rotación y media alrededor del carrete de corte a lo largo de su longitud axial. Ventajosamente, tales modalidades tienden a proporcionar una acción de cizallamiento mejorada en comparación con las máquinas convencionales de podar plantas, que típicamente tienen cuchillas de menor helicidad, que sólo pueden extenderse durante una quinta o una cuarta parte de una rotación alrededor del carrete en toda su longitud. Por ejemplo, un carrete con seis cuchillas, cada una con 1,5 rotaciones alrededor del carrete, consigue efectivamente nueve puntos de contacto en cualquier momento dado, garantizando que algunas de las cuchillas estén siempre en contacto con la cuchilla, en contraste con los sistemas convencionales que suelen implicar, típicamente, un contacto intermitente.

15 Cada uno de la pluralidad de sistemas de carretes de corte puede accionarse por engranajes. Ventajosamente, por lo tanto, la eliminación de los sistemas de carrete de corte para la limpieza se facilita en tales modalidades de engranaje impulsado, evitando la necesidad de que surge en los sistemas convencionales accionados por correa para aflojar una correa de transmisión para retirar un sistema de carrete de corte para la limpieza, a continuación, volver a apretar con precisión la correa después de volver a instalar el sistema de carrete de corte.

20 Además, el aparato puede incluir además una carcasa con receptáculos configurados para recibir de forma desmontable la pluralidad de sistemas de carrete de corte, y la carcasa puede incluir una tapa que se puede cerrar con estructuras de retención configuradas para asegurar de forma operativa la pluralidad de sistemas de carrete de corte en los receptáculos cuando la tapa se cierra. Ventajosamente, por lo tanto, en tales modalidades retirar los carretes y las cuchillas para limpiarlos o afilarlos es un proceso trivialmente fácil de simplemente abrir la tapa y levantar los conjuntos de carrete y cuchilla fuera de la carcasa, en contraste con los procesos de extracción más laboriosos de los sistemas convencionales.

30 En otra modalidad ilustrativa, un método para podar material vegetal incluye girar un tambor a través del cual el material vegetal se propaga axialmente mientras gira rotacionalmente, y operar una pluralidad de sistemas de carretes de corte adyacentes al tambor. El funcionamiento incluye el funcionamiento de un primer sistema de carrete de corte adyacente al tambor, y el funcionamiento de un segundo sistema de carrete de corte adyacente a una zona de colocación del tambor, siendo la zona de colocación un intervalo angular con respecto a un eje del tambor dentro del cual el material vegetal tiende a caer sobre el tambor después de voltearse a través de un volumen central del tambor.

35 En otra modalidad ilustrativa, un aparato para podar material vegetal incluye una carcasa que tiene al menos un receptáculo configurado para recibir de forma removible al menos un sistema de carrete de corte para descansar sin asegurar en el mismo, en donde la carcasa comprende una tapa que se puede cerrar que tiene una estructura de retención configurada para asegurar de forma operable el al menos un sistema de carrete de corte en el al menos un receptáculo cuando la tapa se cierra.

40 Otros aspectos, características y ventajas de las modalidades de la presente invención ilustrativas resultarán evidentes para los expertos en la técnica al revisar la siguiente descripción de dichas modalidades junto con las figuras que las acompañan.

45 Breve descripción de las figuras

En los dibujos que ilustran modalidades de la invención,
 La Figura 1A es una vista en alzado a la izquierda de una pluralidad de sistemas de carrete de corte adyacentes a un tambor giratorio de un aparato para podar material vegetal de acuerdo con una primera modalidad de la invención;
 50 La Figura 1B es una vista en alzado a la derecha de la pluralidad de sistemas de carretes de corte adyacentes al tambor giratorio de la Figura 1A, en la que el material vegetal se eleva a través de una zona de elevación del tambor y aterriza en una zona de colocación del tambor a medida que éste gira;
 La Figura 1C es una vista en alzado trasera de la pluralidad de sistemas de carretes de corte adyacentes al tambor giratorio de la Figura 1A;
 55 La Figura 1D es una vista en alzado de la parte inferior de la pluralidad de sistemas de carrete de corte adyacentes al tambor giratorio de la Figura 1A;
 La Figura 2 es una vista isométrica frontal derecha de un aparato para podar material vegetal que incluye la pluralidad de sistemas de carretes de corte y el tambor giratorio de las Figuras 1A-1D, mostrado con un conjunto de tapa y tambor en posición cerrada y equipado con conductos de entrada y salida de material vegetal;
 60 La Figura 3 es una vista superior frontal izquierda de un primer sistema de carrete de corte de la pluralidad de sistemas de carrete de corte de las Figuras 1A-1D, que incluye un mecanismo antihundimiento ilustrativo;
 65 La Figura 4A es una vista despiezada superior del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3;
 La Figura 4B es una vista despiezada del lado izquierdo del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3;

- La Figura 4C es una vista despiezada en detalle de una porción de extremo izquierdo del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3;
- La Figura 4D es una vista despiezada en detalle de una porción de extremo derecho del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3;
- 5 La Figura 5 es una vista superior izquierda del aparato de la Figura 2 mostrado con uno de los sistemas de pluralidad de carretes de corte de las Figuras 1A-1D desmontado para su limpieza, omitiendo un conjunto de tapa y tambor, conductos de entrada y salida de material vegetal, una carcasa exterior lateral izquierda, engranajes de transmisión y poleas para facilitar la ilustración;
- 10 La Figura 6 es una vista frontal izquierda del aparato de la Figura 2 mostrado con un conjunto de tapa y tambor en una posición abierta, omitiendo varios componentes incluyendo una pared lateral izquierda de la carcasa exterior y una pared lateral izquierda de la carcasa del motor para facilitar la ilustración;
- La Figura 7 es una vista frontal derecha de un bloque del extremo izquierdo del conjunto de tapa y tambor mostrado en la Figura 6;
- La Figura 8 es una vista en detalle de una porción de extremo izquierdo del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3, modificado mediante la sustitución de una cuchilla de corte flexible que incorpora un mecanismo antihundimiento de acuerdo con una segunda modalidad ilustrativa;
- 15 La Figura 9 es una vista en detalle de una porción de extremo izquierdo del primer sistema de carrete de corte de la Figura 3, modificado mediante la sustitución de una cuchilla de corte flexible que incorpora un mecanismo antihundimiento de acuerdo con una tercera modalidad ilustrativa; y
- 20 La Figura 10 es una vista en alzado a la izquierda de una pluralidad de sistemas de carrete de corte adyacentes a un tambor giratorio de un aparato para podar material vegetal de acuerdo con una quinta modalidad ilustrativa.

Descripción detallada

25 Con referencia a las Figuras 1A-1D y 2, en la Figura 2 se muestra generalmente en 100 un aparato para podar material vegetal de acuerdo con una primera modalidad. Como se muestra en las Figuras 1A-1D, en esta modalidad el aparato 100 incluye un tambor giratorio 102 a través del cual el material vegetal se propagará axialmente mientras gira rotacionalmente, y una pluralidad de sistemas de carretes de corte 104 adyacentes al tambor 102. Más particularmente, en esta modalidad la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104 incluye un primer sistema de carrete de corte 106 adyacente al tambor 102, y un segundo sistema de carrete de corte 108 adyacente a una zona de colocación 110 del tambor. La zona de colocación es un intervalo angular alrededor de un eje del tambor 102 dentro del cual el material vegetal tiende a aterrizar en el tambor 102 después de voltearse a través de un volumen central 112 del tambor 102.

35 Zona de colocación, zona de ascenso y sistemas de carrete de corte asociados

La Figura 1B muestra el tambor 102 tal como aparece en funcionamiento con el material vegetal mostrado generalmente en 114 dando vueltas dentro del tambor 102 a medida que gira. La dirección de rotación del tambor 102 es en el sentido contrario a las manecillas del reloj como se muestra en la vista en alzado derecha de la Figura 1B (en el sentido de las manecillas del reloj en las vistas laterales izquierdas de las Figuras 1A y 2).

45 A través del estudio detallado del movimiento de volteo típico del material vegetal 114, los presentes inventores han discernido que, en una operación de volteo típica, el material vegetal 114 tiende a involucrar efectivamente dos zonas de volteo diferentes, asociadas con la zona de colocación 110 del volteador 102 y con una zona ascendente 116 del tambor mostrado en la Figura 1B, respectivamente.

En esta modalidad, el primer sistema de carrete de corte 106 está adyacente a la zona ascendente 116 del tambor 102. La zona de ascenso 116 es un intervalo angular con respecto al eje del tambor 102 dentro del cual el material vegetal 114 tiende a mantener el contacto con el tambor 102 mientras gira y se eleva verticalmente antes de voltearse hacia la zona de colocación 110.

55 Sin embargo, no todo el material vegetal 114 que asciende a través de la zona de ascenso 116 a medida que gira el tambor 102 cae hacia la zona de colocación 110. Más bien, a medida que el material vegetal 114 se eleva a través de la zona de elevación 116, manteniendo inicialmente el contacto con el tambor 102, el material vegetal 114 tiende a bifurcarse en dos corrientes distintas de material vegetal, representadas como una primera corriente de tambor 118 y una segunda corriente de tambor 120 de material vegetal.

60 En esta modalidad, el material vegetal 114 comprende brotes frondosos 122 con hojas 124 que se desea podar. A través de un cuidadoso estudio de dicho material vegetal 114 a medida que gira dentro del tambor 102, los presentes inventores han descubierto que dentro de la masa agitada de material vegetal en la zona de ascenso 116, las hojas 124 de cada uno de los brotes 122 tienden a aplanarse por colisiones y contacto de rodadura con otros brotes, lo que tiende a reducir la medida en que las hojas 124 son capaces de sobresalir hacia el exterior a través del tambor 102 para podarse por un sistema de carrete de corte. Los presentes inventores han descubierto además que a medida que el material vegetal 114 rompe el contacto con el tambor 102 para formar la segunda corriente de tambor 120, las hojas 124 de cada brote 122 tienden a abrirse o extenderse de nuevo porque los brotes 122 no están en estrecho

contacto rodante entre sí a medida que vuelven a caer hacia abajo dentro de la segunda corriente de tambor 120. Los brotes 122 de la segunda corriente de volteo 120 tienden a golpear el tambor a gran velocidad, con sus hojas extendidas, lo que facilita el podar en profundidad, mientras que los brotes 122 de la primera corriente de volteo 118 tienden a golpearse entre sí en una masa aglomerada que se arremolina a baja velocidad y en la que las hojas de los brotes individuales suelen aplanarse generalmente por las frecuentes colisiones con otros brotes. Las causas físicas subyacentes se analizan más abajo.

La primera corriente giratoria 118 tiende a romper el contacto con el tambor 102 a una altura vertical más baja, después de haber recorrido un intervalo angular menor alrededor del tambor 102, que la segunda corriente giratoria 120. Las diferentes alturas de los puntos de partida de la primera y la segunda corriente provocan una serie de consecuencias físicas importantes. En primer lugar, debido a que el material vegetal adyacente a la superficie del tambor se desplaza en una trayectoria arqueada (circular), si rompe el contacto con el tambor después de haber girado sólo un poco más de 90 grados desde el punto vertical más bajo del tambor (como ocurre con la primera corriente de tambor 118), su velocidad tangencial instantánea en el momento de la salida será casi totalmente vertical, con sólo un pequeño componente horizontal. Por esta razón, la primera corriente giratoria 118 no tiende a girar tan horizontalmente hacia atrás como un plano vertical que incluye el eje central del tambor. Por el contrario, el material vegetal 114 de la segunda corriente de volteo 120 se adhiere al tambor en intervalos angulares más amplios a través de la zona de ascenso 116 antes de romper el contacto con el tambor, con brotes individuales que tienen un intervalo de componentes de velocidad horizontal hacia atrás cada vez más altos resultantes de un recorrido angular cada vez mayor a través de la zona de ascenso 116 antes de romper el contacto con el tambor. Como resultado, a medida que el material vegetal 114 de la segunda corriente de volteo 120 rompe el contacto con la zona ascendente 116 del tambor 102, sus brotes individuales tendrán un intervalo de componentes de velocidad horizontal hacia atrás que son todos más altos que los de los brotes en la primera corriente de volteo 118. La mayor altura de salida a la que los brotes en la segunda corriente que cae rompen el contacto con el tambor también significa que el material vegetal de la segunda corriente que cae pasa más tiempo viajando a esta velocidad horizontal hacia atrás más alta a medida que cae hacia abajo. Por lo tanto, la segunda corriente giratoria 120 tiende a viajar más horizontalmente hacia atrás y a extenderse en un intervalo angular más amplio a medida que cae hacia abajo, volviéndose menos abarrotada horizontalmente a medida que cae que el material vegetal de la primera corriente giratoria 118. Esta disminución de la aglomeración tiende a aumentar la trayectoria media libre de los brotes individuales 122 dentro de la segunda corriente de caída 120, es decir, la distancia promedio de viaje antes de la colisión con otro brote, de modo que los brotes individuales 122 de la segunda corriente de caída 120 son menos propensos a chocar entre sí a medida que caen hacia abajo a través del volumen central del tambor que los brotes de la primera corriente de caída 118. Además, debido a una combinación de su mayor altura de salida de la pared del tambor y su mayor dispersión angular a medida que caen, los brotes individuales 122 de la segunda corriente de caída 120 tienden a pasar más tiempo en caída libre bajo la influencia de la gravedad sin chocar con otros brotes que sus homólogos de la primera corriente de caída. Este mayor tiempo promedio de caída libre hace que los brotes 122 de la segunda corriente de caída 120 se extiendan verticalmente en mayor medida que sus homólogos de la primera corriente de caída, lo que a su vez reduce aún más la aglomeración y aumenta aún más la trayectoria media libre dentro de la segunda corriente de caída 120 en comparación con la de la primera corriente de caída 118.

Como resultado de las consecuencias físicas anteriores, la primera corriente de volteo 118 rompe el contacto con el tambor y vuelve a caer hacia abajo, su material vegetal 114 no tiende a aterrizar sobre el propio tambor 102, sino que tiende a aterrizar sobre otro material vegetal 114 que ya está en contacto con el tambor 102 a medida que gira (parte del cual ha sido puesto en contacto con el tambor 102 por la segunda corriente de volteo 120 como se discute más abajo). Por lo tanto, dentro de la zona de elevación 116, el material vegetal 114 tiende a formar una masa aglomerada de material vegetal en circulación, en la que los brotes individuales caen continuamente sobre sí mismos y se enrollan, lo que hace que sus hojas permanezcan relativamente aplanadas y sean difíciles de podar.

Por el contrario, la segunda corriente giratoria 120 tiende a romper el contacto con el tambor 102 en un intervalo de alturas verticales más altas que la primera corriente giratoria 118, y se desplaza más horizontalmente hacia atrás a través del volumen interior del tambor. La segunda corriente giratoria 120 tiende a pasar a través de un volumen central del tambor 102 alrededor del eje central del tambor. Más particularmente, la segunda corriente giratoria 120 tiende a pasar a través de un plano vertical que incluye el eje central del tambor antes de aterrizar sobre el tambor 102. A diferencia de la primera corriente 118 de volteo, el material vegetal de la segunda corriente 120 de volteo tiende de hecho a aterrizar en el propio tambor 102, aterrizando directamente en la superficie interior del tambor 102 después de voltearse a través del volumen central 112 del tambor, en lugar de que aterrizar en otro material vegetal 114. Además, dado que los brotes individuales 122 de la segunda corriente de volteo 120 tienen un mayor tiempo promedio de caída libre debido a su mayor trayectoria media libre y a su mayor altura de salida del tambor, los brotes individuales 122 de la segunda corriente de volteo 120 tienden a alcanzar velocidades descendentes significativamente mayores que sus homólogos de la primera corriente de volteo. Esto da lugar a altas velocidades de impacto de los brotes individuales 122 en la segunda corriente de volteo 120 a medida que impactan sobre el tambor.

Además, los brotes 122 de la segunda corriente de caída 120 no sólo alcanzan mayores velocidades descendentes mientras caen, sino que sus hojas también tienden a extenderse a medida que caen, debido a la disminución de los efectos de aglomeración y a la mayor trayectoria media libre como se describió anteriormente. Además, a diferencia de la primera corriente 118, los brotes 122 de la segunda corriente 120 tienden a aterrizar en el propio tambor 102, en su superficie interior, en lugar de aterrizar en otro material vegetal 114. En consecuencia, los brotes 122 de la segunda

corriente de volteo 120 tienden a aterrizar en el tambor 102 con sus hojas 124 extendidas y con velocidades de impacto relativamente altas, lo que hace que las hojas 124 sobresalgan más profundamente a través de las aberturas del tambor 102 para poder podarlas, que las hojas aplanadas de los brotes que se agitan en la zona de subida 116.

5 En consecuencia, en esta modalidad los presentes inventores han colocado de forma no convencional el segundo sistema de carrete de corte 108 en la zona de colocación 110, por el contrario, a los sistemas convencionales que típicamente usan un único sistema de carrete de corte dispuesto verticalmente debajo del eje central del tambor. Debido a su ventajosa colocación en la zona de colocación 110, y su capacidad para podar hojas que sobresalen hacia fuera a través del tambor en un estado extendido o extendido en lugar de en un estado aplanado, el segundo sistema de carrete de corte 108 es capaz de lograr cortes de hojas más profundos que los sistemas de carrete de corte convencionales.

15 En esta modalidad, el intervalo angular de la zona de colocación incluye un intervalo angular de 10 a 90 grados, medido en una dirección de rotación que es opuesta a una dirección de rotación del tambor 102, desde una posición angular verticalmente más baja del tambor 102. Más generalmente, se apreciará que la extensión angular exacta de la zona de colocación 110 puede variar con los parámetros del aparato de poda particular; el intervalo angular de la zona de colocación de la presente modalidad refleja una velocidad de rotación típica del tambor, que se selecciona típicamente para ser tan rápida como sea posible mientras se permite el volteo, es decir, por debajo de una velocidad de rotación a la cual la fuerza centrífuga haría que el material vegetal se adhiriera al tambor 102 a lo largo de la totalidad de cada rotación de 360 grados sin romper el contacto con el tambor y voltear como se describió anteriormente. En otras modalidades, por ejemplo, la zona de colocación 110 puede variar de 20 a 80 grados en sentido opuesto a la rotación del tambor desde su punto más bajo, mientras que las zonas de aterrizaje de otras modalidades pueden variar de 30 a 70 grados, o de 40 a 60 grados, por ejemplo.

25 En la presente modalidad, el segundo sistema de carrete de corte 108 está adyacente a la zona de colocación 110 y, por lo tanto, se dispone en una posición angular dentro de un intervalo de 10 a 90 grados alrededor del eje del tambor 102, medido en la dirección opuesta a la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor. Más particularmente, en esta modalidad el intervalo es de 20 a 80 grados. Más particularmente aún, en esta modalidad el intervalo es de 30 a 70 grados. Más particularmente aún, en esta modalidad el intervalo es de 40 a 60 grados. Más particularmente aún, en esta modalidad la posición angular del segundo sistema de carrete de corte 108 es de 50 grados alrededor del eje del tambor 102, medido en la dirección opuesta a la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor. Los presentes inventores han descubierto que, para una velocidad de rotación de volteo típica, dicha colocación del segundo sistema de carrete de corte 108 adyacente a la zona de colocación 110 tiende a proporcionar al segundo sistema de carrete de corte 108 la capacidad de lograr cortes de hoja más profundos de las hojas 124 de los brotes 122 de la segunda corriente de volteo 120.

40 Como indicó anteriormente, el segundo sistema de carrete de corte 108 dispuesto en la zona de colocación 110 se complementa con los efectos del primer sistema de carrete de corte 106, que se dispone en la zona de elevación 116. Debido al mencionado efecto de aplanamiento de las hojas que predomina dentro de la masa batida de material vegetal 114 en la zona de subida 116, las hojas 124 no tienden a sobresalir tan profundamente a través de la zona de subida 116 del tambor 102 para podar como lo hacen a través de la zona de colocación 110. En consecuencia, por el contrario, con los cortes más profundos y gruesos que tienden a lograrse por el segundo sistema de carrete de corte 108, el primer sistema de carrete de corte 106 tiende a proporcionar cortes más finos, de sólo las puntas de cualquier hoja 124 o de cualquier porción de hoja restante de la misma.

45 En esta modalidad, el intervalo angular de la zona ascendente se extiende aproximadamente 140 grados alrededor del eje del tambor 102, en una dirección de rotación del tambor desde una posición angular verticalmente más baja del tambor. Alternativamente, la zona ascendente puede incluir intervalos angulares mayores o menores, dependiendo de los parámetros operativos de una modalidad particular, tales como la velocidad de rotación del tambor y las propiedades físicas del material vegetal 114.

50 En la presente modalidad, el primer sistema de carrete de corte 106 está adyacente a la zona ascendente 116 y, por lo tanto, se dispone en una posición angular dentro de un intervalo de 0 a 140 grados alrededor del eje del tambor, medido en la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor. Sin embargo, un carrete de corte colocado en una posición angular superior a noventa grados tenderá a podar el material vegetal con menos eficacia que una posición angular de noventa grados o menos, ya que una parte excesiva del material vegetal romperá el contacto con el tambor antes de alcanzar un carrete de corte colocado en una posición angular superior a noventa grados dentro de la zona de subida 116. En consecuencia, en la presente modalidad el primer sistema de carrete de corte 106 se dispone en una posición angular dentro de un intervalo preferido de 10 a 90 grados alrededor del eje del tambor, medido en la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del vaso. Más particularmente, en esta modalidad el intervalo preferido es de 20 a 80 grados. Aún más particularmente, en esta modalidad el intervalo preferido es de 30 a 70 grados. Aún más particularmente, en esta modalidad el intervalo preferido es de 40 a 60 grados. Más particularmente aún, en esta modalidad el primer sistema de carrete de corte 106 se dispone en una posición angular de 50 grados alrededor del eje del tambor, medido en la dirección de rotación del tambor desde la posición angular verticalmente más baja del tambor.

En esta modalidad, la pluralidad de sistemas de carrete de corte comprende además al menos un tercer sistema de carrete de corte 126 adyacente al tambor 102, que en esta modalidad se dispone entre el primer sistema de carrete de corte 106 y el segundo sistema de carrete de corte 108. Más particularmente, en esta modalidad un eje del tercer sistema de carrete de corte 126 se dispone verticalmente debajo del eje central del tambor 102. El tercer sistema de carrete de corte 126 tiende a encontrar al menos algunos brotes 122 con hojas 124 que sólo han sido parcialmente aplastados por un número comparativamente menor de nuevas colisiones con otros brotes después de aterrizar en la zona de colocación 110 que las colisiones experimentadas por los brotes que se agitan en la zona de subida 116, y por lo tanto es capaz de lograr cortes de profundidad intermedia entre los cortes más profundos del segundo sistema de carrete de corte 108 y los cortes más superficiales y finos del primer sistema de carrete de corte 106. Alternativamente, en otras modalidades se puede omitir el tercer sistema de carrete de corte, o en otras modalidades aún, se pueden proporcionar más de tres carretes de corte.

Ventajosamente, la combinación de los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero y sus respectivas posiciones angulares tiende a lograr nuevos efectos sinérgicos que van más allá del mero aumento de la velocidad de rendimiento que cabría esperar del aumento del número de carretes de corte. Cuantitativamente, los presentes inventores han descubierto que tal modalidad tiende a más que cuadruplicar, en lugar de simplemente triplicar, la velocidad de rendimiento alcanzable de material vegetal 114 a través del tambor 102. La mejora del rendimiento es atribuible, al menos en parte, a la colocación no convencional del segundo sistema de carrete de corte 108 en la zona de colocación 110, cuyos cortes de hoja más profundos permiten podar más material de hoja por rotación del tambor que un sistema de carrete de corte colocado de forma convencional. Cualitativamente, la combinación complementaria de los cortes de hoja más profundos y gruesos del segundo sistema de carrete de corte 108, con los cortes menos profundos y más finos del primer sistema de carrete de corte 106, y opcionalmente con los cortes intermedios del tercer sistema de carrete de corte 126, dan como resultado una calidad mejorada del producto resultante, no sólo en términos de su calidad de podar la hoja y su aspecto visual, sino también en términos de sus ingredientes activos deseados. Por ejemplo, en modalidades en las que el material vegetal 114 es marihuana medicinal, hacer que el material vegetal 114 sufra menos rotaciones en el tambor tiende a disminuir ventajosamente el porcentaje de tricomas que contienen las moléculas de cannabinoides deseadas que se desprenden inadvertidamente de los brotes 122 durante el proceso de volteo. Por lo tanto, las mejoras en la velocidad de rendimiento logradas por la presente modalidad no sólo permiten podar más material vegetal 114 en un período de tiempo determinado, sino que también mejoran la calidad resultante, tanto visual como medicinal, del producto de material vegetal recortado resultante.

Sistemas de carrete de corte

Con referencia a las Figuras 3 y 4A-4C, el primer sistema de carrete de corte 106 se muestra con mayor detalle. En esta modalidad, el segundo sistema de carrete de corte 108 y el tercer sistema de carrete de corte 126 son estructuralmente idénticos al primer sistema de carrete de corte 106, y difieren en sus efectos operacionales sólo en virtud de sus diferentes posiciones angulares respectivas con relación al tambor 102, como se discutió anteriormente en relación con la zona de colocación 110 y la zona de elevación 116 del tambor 102. En consecuencia, los sistemas de carrete de corte segundo y tercero 108 y 126 no se describen con más detalle en la presente descripción.

En esta modalidad, el primer sistema de carrete de corte 106 incluye un carrete de corte giratorio 302 que tiene una pluralidad de cuchillas de corte helicoidales 304, y una cuchilla de corte flexible 306 que tiene un borde cortante 402 interpuesto entre el carrete de corte 302 y el tambor 102, de manera que el material vegetal que sobresale radialmente hacia afuera a través del tambor 102 se recorta mediante la acción de tijera del cuchillas de corte helicoidales 304 que se apoyan contra el borde de corte 402 de la cuchilla de corte flexible 306 a medida que las cuchillas giran.

En esta modalidad, la cuchilla de corte flexible 306 difiere de las cuchillas de corte rígidas que se usan típicamente en las máquinas de poda de plantas convencionales. Los presentes inventores han descubierto que usar una cuchilla de corte flexible 306 permite una separación más estrecha entre el tambor y los carretes de corte, lo que a su vez facilita el uso de carretes de corte de menor diámetro que los carretes de corte convencionales, lo que a su vez facilita la colocación no convencional de una pluralidad de carretes de corte alrededor de un solo tambor.

En esta modalidad, la cuchilla de corte flexible 306 ese compone de acero inoxidable quirúrgico 716. Ventajosamente, por lo tanto, la cuchilla de corte flexible 306 no se oxida, a diferencia del acero para herramientas estándar que se usa comúnmente para las cuchillas de corte rígidas convencionales. En esta modalidad, el primer sistema de carrete de corte 106 se diseña para acomodar idealmente una cuchilla de corte flexible que tiene un grosor que oscila entre 0,38 y 0,76 mm (0,015 a 0,030 pulgadas), que es considerablemente más delgada que el grosor típico de una cuchilla rígida convencional de 2,0 mm (80 mils) o más

En esta modalidad, la cuchilla de corte flexible 306 se asegura en su lugar mediante un portacuchillas 308. Más particularmente, en esta modalidad la cuchilla de corte flexible 306 incluye una cuchilla de corte de metal alargada y con bordes afilados que tiene una sección transversal rectangular, y se ajusta a presión entre las mordazas opuestas 404 y 406 del portacuchillas 308 junto con un sello 310. En esta modalidad, el sello 310 incluye un par de miembros de sellado cilíndricos comprimibles alargados compuestos de un material normalmente usado para juntas tóricas, tal como neopreno u otros materiales elastoméricos. En esta modalidad, la junta 310 y la cuchilla de corte flexible 306 se intercalan entre las mordazas 404 y 406 del portacuchillas 308, con la abrazadera 406 apoyada contra una superficie

superior de la cuchilla de corte flexible 306 y con la junta 310 comprimida entre una superficie inferior de la cuchilla de corte flexible 306 y la mordaza 404. Cuando se encaja a presión de esta manera, una primera porción del ancho de la cuchilla de corte flexible 306 se asegura entre las abrazaderas 404 y 406 del portacuchillas 308, y una segunda porción más grande del ancho de la cuchilla de corte flexible 306 se extiende fuera del portacuchillas 308 y sobre una porción del carrete de corte 302. El borde inferior de la cuchilla de corte flexible 306 que está distal del portacuchillas 308 forma el borde de corte 402 contra el que se apoyan y deslizan las cuchillas helicoidales para podar las hojas 124 que sobresalen del tambor 102 durante el funcionamiento.

La presente modalidad incluye un conjunto de cuchilla extraíble 400, que incluye la cuchilla de corte flexible 306 y el sello 310 encajado a presión en el portacuchillas 308. En esta modalidad, el conjunto de cuchillas 400 es fácilmente desmontable del primer sistema de carrete de corte 106 para su limpieza, afilado u otro tipo de mantenimiento, o sustitución (e igualmente, como se discute en relación con la carcasa más abajo, todo el primer sistema de carrete de corte 106 también es fácilmente desmontable).

Con respecto a esto, el portacuchillas 308 tiene una pata interior alargada 408 y una pata exterior alargada 410 que rodean una abertura generalmente en forma de V 412, que se estrecha a medida que se extiende desde su abertura inferior hacia su cuello más estrecho 414, que es adyacente a un receptáculo cilíndrico 416 de montaje de cuchillas. En esta modalidad, el conjunto de cuchilla 400 también incluye una clavija de montaje de cuchilla 418. En el momento del ensamble inicial, la espiga del montaje de cuchillas 418 se encaja a presión en el receptáculo del montaje de cuchillas 416 en el extremo izquierdo del conjunto de cuchilla 400, de modo que una porción de la espiga sobresale axialmente hacia afuera del extremo izquierdo del portacuchillas 308. En esta modalidad, dicho pasador se monta sólo en el extremo izquierdo y no en el extremo derecho del conjunto de cuchilla 400, y sirve para asegurar que el portacuchillas 308 no pueda montarse accidentalmente en el lado equivocado del primer sistema de carrete de corte 106 con el borde de corte 402 de la cuchilla apuntando en la dirección equivocada.

Para facilitar la unión y desacoplamiento del conjunto de cuchilla 400 al y del resto del primer sistema de carrete de corte 106, en esta modalidad el primer sistema de carrete de corte 106 incluye un bloque de cojinete exterior izquierdo 420 y un bloque de cojinete exterior derecho 422, en extremos opuestos izquierdo y derecho del primer sistema de carrete de corte 106. En esta modalidad, el cojinete exterior izquierdo 420 incluye una protrusión de montaje de cuchilla izquierda 424, que se extiende axialmente hacia dentro desde el extremo izquierdo del sistema de carrete de corte, e igualmente el cojinete exterior derecho 422 incluye una protrusión de montaje de cuchilla derecha 426, que, de manera similar, se extiende axialmente hacia dentro desde el extremo derecho del sistema de carrete de corte. Las protrusiones de montaje de cuchillas 424 y 426 tienen forma de imágenes especulares entre sí, teniendo cada una forma complementaria a la de la abertura en forma de V 412 del portacuchillas 308. Inmediatamente por encima de la protrusión de montaje de cuchilla 424, el bloque de cojinete exterior izquierdo 420 incluye una ranura de espiga 428 que se extiende axialmente hacia fuera más allá del extremo axialmente hacia fuera de la protrusión de montaje de cuchilla 424, y que puede alojar la espiga de montaje de cuchilla 418 en la misma, pero el bloque de cojinete exterior derecho 422 carece de tal ranura para alojar la espiga 418. Para instalar el conjunto de cuchilla 400 en el resto del primer sistema de carrete de corte 106, el conjunto de cuchilla 400 es simplemente bajado hacia abajo en el resto del primer sistema de carrete de corte 106, de manera que la protrusión de montaje de cuchilla izquierda 424 es recibida cómodamente en la abertura en forma de V 412 del portacuchillas 308 en el extremo izquierdo del conjunto de cuchilla, el pasador de montaje de cuchilla 418 se recibe en la ranura 428 del bloque de cojinete exterior izquierdo 420, y la protrusión de montaje de cuchilla derecha 426 se recibe cómodamente en la abertura en forma de V 412 en el extremo derecho del conjunto de cuchilla. Si el operador intenta instalar incorrectamente el conjunto de cuchilla 400 en el lado equivocado del primer sistema de carrete de corte 106 con el borde de corte 402 apuntando en la dirección equivocada, intentando erróneamente montar el extremo izquierdo del conjunto de corte en una segunda protrusión de montaje derecha 430 del bloque de cojinete externo derecho 422, el usuario se verá impedido de hacerlo por el hecho de que el bloque de cojinete exterior derecho 422 carece de cualquier ranura de carcasa para el pasador de montaje de cuchilla que sobresale 418, que por lo tanto chocará contra una superficie superior del bloque de cojinete exterior derecho 422, impidiendo que el conjunto de cuchilla 400 sea bajado a su lugar. Por el contrario, para retirar el conjunto de cuchilla 400, un usuario puede simplemente levantar el conjunto de cuchilla 400 hacia arriba y lejos de las protrusiones de montaje de cuchilla 424 y 426 de los bloques de cojinete izquierdo y derecho. Tal y como se detalla más abajo, en funcionamiento, cuando la tapa del aparato 100 se cierra, la tapa y la carcasa cooperan para asegurar tanto los sistemas de carretes de corte como sus respectivos ensambles de cuchillas en su lugar, pero cuando el aparato no está en uso y la tapa está abierta, los sistemas de carretes de corte pueden retirarse libremente simplemente levantándolos de su sitio, y del mismo modo, los ensambles de cuchillas pueden separarse de sus respectivos sistemas de carretes de corte de manera similar, igualmente sencilla simplemente levantándolos.

En esta modalidad, el propio carrete de corte 302 también difiere de los que son usados típicamente en las máquinas de poda de plantas convencionales, en dos formas principales.

En primer lugar, en esta modalidad el carrete de corte 302 es un carrete de corte sin eje, en donde la pluralidad de cuchillas de corte helicoidales 304 están montadas directamente en un eje central 432 del carrete. Por el contrario, las máquinas de poda de plantas convencionales emplean típicamente carretes de corte con cubos, en los que una pluralidad de discos o cubos anulares que se extienden radialmente están montados en el eje central a intervalos separados a lo largo de la longitud axial del carrete, y luego las cuchillas se montan en el buje en lugar de montarse

directamente en el eje.

En segundo lugar, en esta modalidad la pluralidad de cuchillas de corte helicoidales 304 tienen una helicidad mayor que las típicamente empleadas en las máquinas de poda de plantas convencionales. En las máquinas convencionales, cada hoja helicoidal típicamente, no realiza más de la mitad de una rotación completa alrededor del eje central mientras se extiende axialmente desde un extremo del eje al otro. Por el contrario, en esta modalidad la pluralidad de cuchillas de corte helicoidales 304 están enrolladas más apretadamente, extendiéndose cada una de ellas durante más de la media rotación típica alrededor del carrete de corte y, por lo tanto, cada una de las cuchillas de corte helicoidales se extiende durante una rotación y media alrededor del carrete de corte 302 a lo largo de su longitud axial. Más particularmente, en esta modalidad cada una de las cuchillas helicoidales incluye cuchillas de corte primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta 434, 436, 438, 440, 442 y 444, respectivamente. En la medida en que la Figura 3 parece mostrar nueve superficies de cuchillas de corte helicoidales simultáneamente en contacto con la cuchilla de corte flexible 306, esto se debe a que las cuchillas de corte primera, segunda y tercera 434, 436 y 438 completan 1,5 rotaciones alrededor del eje central 432 a medida que atraviesan la longitud del primer sistema de carrete de corte y, por lo tanto, cada una de las cuchillas de corte 434, 436 y 438 está en contacto simultáneo con la cuchilla de corte flexible 306 en dos ubicaciones diferentes separadas axialmente.

En esta modalidad, el aparato 100 incluye además un mecanismo antihundimiento que se muestra generalmente en 450, para evitar que la cuchilla de corte flexible 306 bloquee la rotación de las hojas de corte helicoidales 304. Más particularmente, en esta modalidad el mecanismo antihundimiento 450 incluye un anillo de soporte 452 adyacente a un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible 306 en el cual cada una de las cuchillas de corte helicoidales 304 hace contacto por primera vez con la cuchilla de corte flexible 306, estando configurado el anillo de soporte 452 para mantener una separación fija entre el extremo delantero de la cuchilla de corte flexible 306 y un eje del carrete de corte 302. Más particularmente aún, en esta modalidad el extremo delantero de la cuchilla de corte flexible 306 es su extremo izquierdo, y el anillo de soporte 452 se monta en el eje central 432 del carrete de corte 302 en su extremo izquierdo, inmediatamente adyacente y axialmente hacia afuera de los extremos distales izquierdos de las cuchillas de corte helicoidales 304. La longitud axial de la cuchilla de corte flexible 306 es ligeramente más larga que las longitudes axiales de las cuchillas de corte helicoidales 304, de modo que la cuchilla de corte flexible 306 se extiende axialmente hacia afuera más allá de los extremos izquierdos de las cuchillas de corte helicoidales 304 y sobre el anillo de soporte 452. El anillo de soporte 452 es un disco anular de metal que mantiene contacto entre el extremo distal izquierdo del borde de corte 402 de la cuchilla de corte flexible 306 durante la operación, evitando, de esta manera, que la esquina izquierda de la cuchilla de corte flexible 306 se flexione hacia abajo en la trayectoria de las cuchillas helicoidales 304 y bloqueando las cuchillas 304, lo que potencialmente atascaría o dañaría el carrete de corte 302. Con respecto a esto, tal inmersión indeseable de la cuchilla de corte flexible 306 en la trayectoria de las cuchillas 304 se puede evitar completamente proporcionando sólo un único anillo de soporte 452 en el extremo delantero de la cuchilla: una vez que una particular de las cuchillas 304 comienza con éxito para entrar en contacto con el borde de corte 402 de la cuchilla de corte flexible 306 justo axialmente hacia adentro desde el anillo de soporte 452, esa hoja continuará manteniendo contacto rodante con el borde de corte 402, como el punto de contacto entre la hoja helicoidal y el borde de corte de la cuchilla atraviesa la longitud axial del carrete de corte 302 a medida que el carrete gira.

En esta modalidad, el primer sistema de carrete de corte 106 incluye además un conjunto de cuchilla de relleno mostrado generalmente en 460, que incluye una cuchilla de relleno 462 y un sello 464 intercalado entre las mordazas 466 y 468 de un portacuchillas de relleno 470. En esta modalidad, el portacuchillas de relleno 470 es una imagen especular del portacuchillas 308, y el sello 464 incluye un par de miembros de sellado cilíndricos comprimibles alargados idénticos a los del sello 310. Sin embargo, en esta modalidad la cuchilla de relleno 462 difiere de la cuchilla de corte flexible 306: más particularmente, en esta modalidad la cuchilla de relleno 462 no se extiende más allá de las mordazas del portacuchillas de relleno 470 en la trayectoria de las hojas de corte helicoidales 304. En esta modalidad, el portacuchillas de relleno 470 tiene una abertura en forma de V 472 y un receptáculo cilíndrico de montaje de cuchillas 474. En el momento del ensamble, se ajusta a presión una clavija 477 en el extremo izquierdo del receptáculo cilíndrico de montaje de cuchilla 474, de modo que una porción de la clavija 477 sobresalga axialmente hacia afuera desde el extremo izquierdo del portacuchillas de relleno 470. En esta modalidad, el bloque de cojinete exterior izquierdo 420 incluye además una segunda protrusión de montaje izquierda 476 y una segunda ranura de pasador 478 que se extiende por encima y axialmente hacia afuera más allá del extremo axialmente hacia afuera del saliente 476, para acomodar la clavija 477. Así, para montar el conjunto de cuchilla de llenado 460 al primer sistema de carrete de corte 106, el conjunto de cuchilla de llenado 460 es simplemente bajado a su lugar, con la segunda protrusión de montaje izquierda 476 y la segunda protrusión de montaje derecha 430 siendo recibidas en la ranura en forma de V 472, y la espiga 477 recibida en la segunda ranura de espiga 478.

En esta modalidad, aunque la cuchilla de llenado 462 no se utiliza para podar, el conjunto de cuchilla de llenado 460 coopera con una tapa del aparato 100 para ayudar a asegurar el primer sistema de carrete de corte 106 en su lugar durante la operación, y la fácil removibilidad del conjunto de cuchilla de llenado 460 facilita la limpieza o el mantenimiento del carrete de corte 302 cuando se retira el primer sistema de carrete de corte 106, como se discute más abajo en relación con la tapa y la carcasa.

En esta modalidad, para ensamblar inicialmente el primer sistema de carrete de corte 106, el conjunto de cuchilla 400 y el conjunto de cuchilla de relleno 460 se ensamblan por separado como se describió anteriormente. En el extremo

izquierdo del primer sistema de carrete de corte, el anillo de soporte 452 se monta en el eje central 432 del carrete de corte 302. Un cojinete 480, que en esta modalidad es un cojinete de bolas radial, se intercala entre el bloque de cojinete exterior izquierdo 420 y un bloque de cojinete interior izquierdo 482, que están firmemente asegurados juntos mediante el uso de una pluralidad de pernos 484 y una pluralidad de tuercas 486, con los pernos que se reciben a través de una pluralidad de orificios correspondientes 488 y 490 definidos a través de los bloques de cojinete exterior izquierdo e interior izquierdo, respectivamente. Este conjunto de cojinete que comprende los bloques de cojinete interior izquierdo y exterior izquierdo y el cojinete 480 se monta luego sobre el eje central 432 del carrete de corte 302, adyacente e inmediatamente axialmente hacia afuera del anillo de soporte 452, de modo que el cojinete 480 permita que el eje central 432 y por lo tanto el carrete de corte 302 gire libremente dentro de los bloques de cojinetes interior izquierdo y exterior izquierdo no giratorios. Luego se monta un engranaje impulsor 492 en una porción de montaje 494 del engranaje impulsor del extremo izquierdo del eje central 432. En esta modalidad, la porción de montaje del engranaje de accionamiento 494 no es cilíndrica, sino que tiene una sección transversal aproximadamente en forma de D, e igualmente del mismo modo una superficie interna del engranaje de accionamiento 492 tiene una forma de sección transversal aproximadamente en forma de D complementaria a la de la porción de montaje del engranaje de accionamiento 494 del eje central 432, de modo que el engranaje de accionamiento 492 se bloquea rotacionalmente al unísono con el carrete de corte 302. Luego es usado un anillo de retención 496 para retener el engranaje impulsor, el conjunto de cojinete y el anillo de soporte en el eje central 432, bloqueando el anillo de retención 496 alrededor de una ranura para anillo de retención 498 definida circunferencialmente alrededor del extremo izquierdo del eje central 432. El ensamble del extremo derecho es similar pero más sencillo porque en el extremo derecho no se incluye ni un engranaje impulsor ni un mecanismo antihundimiento tal como el anillo de soporte 452. Un cojinete 446, que en esta modalidad incluye un cojinete radial de bolas idéntico al cojinete 480, se intercala entre el bloque de cojinete exterior derecho 422 y un bloque de cojinete interior derecho 448, que están asegurados juntos con una pluralidad de pernos 454 y una pluralidad de tuercas 456. El conjunto de cojinete resultante se monta sobre el extremo derecho del eje central 432, y se fija al eje mediante el bloqueo de un anillo retenedor 497 alrededor de una ranura de anillo retenedor 499 definida circunferencialmente alrededor del extremo derecho del eje central 432. Luego, el conjunto de cuchilla 400 se baja a su lugar con las protrusiones de montaje de cuchilla 424 y 426 de los bloques de soporte externos 420 y 422 recibidos en la abertura en forma de V 412 del portacuchillas 308 y la clavija 418 recibida en la ranura de clavija 428 del bloque de cojinete exterior izquierdo 420. De manera similar, el conjunto de cuchilla de relleno 460 se baja a su lugar con las protrusiones de montaje de cuchilla 476 y 430 de los bloques de cojinete exteriores 420 y 422 recibidas en la abertura en forma de V 472 del portacuchillas de relleno 470 y el pasador 477 recibido en la segunda ranura de pasador 478 del bloque de cojinete exterior izquierdo 420.

Carcasa inferior y receptáculos del carrete de corte

Con referencia a las Figuras 2 y 5, en la presente modalidad, el aparato 100 incluye una carcasa que se muestra generalmente en 500. En esta modalidad, la carcasa 500 tiene al menos un receptáculo configurado para recibir de manera extraíble al menos un sistema de carrete de corte para que descanse sin asegurar en el mismo, como se analiza inmediatamente más abajo. Como se analiza más adelante, la carcasa 500 también incluye una tapa que se puede cerrar que tiene una estructura de retención configurada para asegurar operativamente el al menos un sistema de carrete de corte en el al menos un receptáculo cuando la tapa se cierra.

En esta modalidad, la carcasa 500 incluye una porción inferior 502 de la carcasa y una porción superior 504 de la carcasa mostrada en la Figura 2. En la Figura 5, la porción superior de la carcasa se omite para facilitar la ilustración.

Con referencia a la Figura 5, en esta modalidad, cuando la tapa (porción superior 504 de la carcasa) se abre, cada uno de los sistemas de carrete de corte 106, 108 y 126 descansa libremente en la porción inferior 502 de la carcasa, sin asegurarse. Más particularmente, en esta modalidad la porción de la carcasa inferior 502 incluye un primer receptáculo de conjunto de carrete 506, un segundo receptáculo de conjunto de carrete 508 y un tercer receptáculo de conjunto de carrete 510. Cada uno de los receptáculos del conjunto de carrete 506, 508 y 510 incluye un par de cavidades, definidos tanto en una pared lateral interior izquierda 512 como en una pared lateral interior derecha 514 de la porción de la carcasa inferior, para acomodar los respectivos extremos izquierdo y derecho de cada respectivo Sistema de carrete de corte. Más particularmente, cada uno de los receptáculos de conjunto de carrete 506, 508 y 510 tiene una forma complementaria a la de los bloques de cojinete exteriores izquierdo y derecho 420 y 422 del primer sistema de carrete de corte 106, los cuales, como indicó anteriormente, son idénticos a los bloques de cojinete exteriores izquierdo y derecho de los sistemas de carrete de corte segundo y tercero 108 y 126. Cuando se instala cada uno de los sistemas de carrete de corte, se coloca en su respectiva cavidad del conjunto de carrete y descansa cómodamente, pero sin asegurar en el mismo, con su respectivo engranaje de transmisión 492 acoplado con un engranaje correspondiente que se monta rotacionalmente inmediatamente fuera y adyacente a la pared lateral izquierda 512. Cuando se abre una tapa del aparato 100, los sistemas de carrete de corte 106, 108 y 126 se mantienen presionados sólo por gravedad y, por lo tanto, pueden retirarse fácilmente para su limpieza o mantenimiento.

Carcasa superior: conjunto de tapa y tambor

En referencia a las figuras 2, 6 y 7, en esta modalidad la porción superior de la carcasa 504 actúa como tapa y como conjunto de tambor, dentro del cual el tambor 102 se monta rotacionalmente. Por conveniencia, la porción superior de la carcasa 504 también puede denominarse tapa 504 en la presente descripción. En esta modalidad, la tapa 504 se

puede cerrar y tiene estructuras de retención configuradas para asegurar operativamente la pluralidad de sistemas de carretes de corte 104 en los receptáculos 506, 508 y 510 de la carcasa 500 cuando la tapa 504 se cierra.

5 Por lo que respecta al conjunto de tambor, en la presente modalidad, el tambor 102 es un tambor de cuerda no convencional.

10 Así, por el contrario, con los vasos convencionales que se forman típicamente cortando ranuras alargadas de una lámina plana de metal y doblando el metal en un cilindro, en esta modalidad la pared cilíndrica del tambor 102 se forma a partir de una pluralidad de segmentos de cuerda resiliientemente tensables circunferencialmente separados, bajo tensión suficiente para mantener una forma cilíndrica durante la operación de volteo. Ventajosamente, los presentes inventores han descubierto que usar dicho tambor con cable facilita una separación más estrecha entre los sistemas de carretes de corte y el tambor, facilitando, de esta manera, el uso de múltiples sistemas de carretes de corte más pequeños. Alternativamente, puede sustituirse por un tambor de lámina de metal convencional.

15 La porción superior de la carcasa 504 de la presente modalidad es generalmente similar al conjunto de tambor descrito en la solicitud de EE.UU. pendiente de resolución núm. 15/476,412, excepto que, en la presente modalidad, la porción de la carcasa superior 504 incorpora novedosas estructuras de retención descritas más abajo, para cooperar con la porción de la carcasa inferior 502 para asegurar fácilmente los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero 106, 108 y 126 en su lugar para el funcionamiento del aparato 100, y para desasegurarlos fácilmente para su limpieza o mantenimiento, simplemente cerrando y abriendo una tapa del aparato 100.

20 Como indicó anteriormente, en esta modalidad toda la porción superior de la carcasa 504 actúa como tapa y como conjunto de tambor para el aparato 100. En esta modalidad, la porción de la carcasa superior 504 incluye una tapa de extremo izquierda modificada 602 y una tapa de extremo derecha modificada 604, cada una equipada con un mecanismo retenedor para asegurar los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero en su lugar cuando la porción de la carcasa superior 504 está en una posición cerrada para su operación, como se analiza con mayor detalle a más abajo en relación con la Figura 7. En esta modalidad, la porción de la carcasa superior 504 incluye bisagras respectivas 606 y 608, que fijan la porción de la carcasa superior 504 a la porción de la carcasa inferior 502, y que permiten que la porción de la carcasa superior 504 se abra pivotando alrededor de un eje que se extiende entre los lados izquierdo y derecho del aparato 100 cerca del borde superior trasero de la porción de la carcasa inferior 502. Para garantizar que la porción de la carcasa superior 504 permanezca cerrada durante el funcionamiento, en esta modalidad la porción de la carcasa superior 504 se equipa con mecanismos de cierre 610 y 612, que se acoplan con dos mecanismos de cierre correspondientes en la porción de la carcasa inferior 502, uno de los cuales se muestra en 614 montado en la parte frontal superior de la pared lateral derecha de la porción de la carcasa inferior 502, y el otro de los cuales está oculto en la vista de la Figura 6. En esta modalidad, los mecanismos de cierre 610 y 612 están accionados por resorte, de modo que bloquean automáticamente la tapa bajo la fuerza de la gravedad cuando un usuario cierra la tapa, pero requieren que el usuario aplique una fuerza axialmente hacia adentro para desenganchar la tapa y abrirla.

40 Con referencia a las Figuras 5, 6 y 7, la tapa del extremo izquierdo 602 se muestra con mayor detalle en la Figura 7, siendo la tapa del extremo derecho 604 una imagen especular de la misma. En esta modalidad, un lado que mira axialmente hacia adentro de la tapa extrema izquierda 602 tiene tres cavidades que se extienden axialmente hacia afuera 702, 704 y 706. Cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra, la cavidad 702 acomoda el engranaje impulsor 492 del primer sistema de carrete de corte 106, y las cavidades 704 y 706 acomodan de manera similar los engranajes impulsores idénticos del tercer sistema de carrete de corte 126 y el segundo sistema de carrete de corte 108, respectivamente. Además, en esta modalidad, el lado orientado axialmente hacia el interior de la tapa izquierda 602 tiene seis protrusiones de retención de carrete 708, 710, 712, 714, 716 y 718 que se extienden axialmente hacia dentro. En esta modalidad, cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra, la protrusión de retención del carrete 708 se acopla con una superficie superior trasera 722 del bloque de cojinete exterior izquierdo 420 del primer sistema de carrete de corte 106, y la protrusión de retención del carrete 710 se acopla con una superficie superior frontal 724 del bloque de cojinete exterior izquierdo 420 del primer sistema de carrete de corte 106. De manera similar, las protrusiones de retención del carrete 712 y 714 se acoplan con las superficies superior trasera y superior frontal 726 y 728 respectivas del bloque de cojinete exterior izquierdo del tercer sistema de carrete de corte 126, y las protrusiones de retención del carrete 716 y 718 se acoplan con las superficies superior trasera y superior frontal 730 y 732 respectivas del segundo sistema de carrete de corte 108. Igualmente, en esta modalidad, la tapa del extremo derecho 604 tiene cavidades y protrusiones de retención de carrete similares, que pueden verse en la vista de la Figura 6, y que son imágenes especulares de las cavidades 702, 704 y 706 y de las protrusiones de retención de carrete 708, 710, 712, 714, 716 y 718.

60 Por lo tanto, en esta modalidad, cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra, las protrusiones de retención de carrete 708, 710, 712, 714, 716 y 718 contienen firmemente los sistemas de carrete de corte primero, tercero y segundo 106, 126 y 108 en su lugar para la operación.

65 Volviendo a las Figuras 5 y 6, como se describió en mayor detalle anteriormente en relación con el primer sistema de carrete de corte 106, se recordará que, en la presente modalidad, el conjunto de cuchilla 400 y el conjunto de cuchilla de relleno 460 no están asegurados al primer sistema de carrete de corte 106, sino más bien, están bajados en su

lugar para que puedan ser simplemente levantados lejos del resto del primer sistema de carrete de corte 106 para removerse si se desea. Igualmente, los conjuntos de cuchillas idénticos del segundo y terceros sistemas de carrete de corte 108 y 126 de manera similar, tampoco están asegurados. En esta modalidad, las protrusiones de retención del carrete 708, 710, 712, 714, 716 y 718 de la tapa del extremo izquierdo 602 no se extienden lo suficiente en la dirección axial hacia el interior para contener los conjuntos de cuchillas en su lugar durante la operación, ni tampoco lo hacen las protrusiones de retención del carrete de imagen especular correspondientes de la tapa del extremo derecho 604 (aunque en una modalidad alternativa pueden extenderse axialmente hacia el interior para este propósito). En cambio, en esta modalidad, para asegurar los conjuntos de cuchillas en su lugar, la porción superior de la carcasa 504 incluye estructuras de retención de cuchillas primera, segunda, tercera y cuarta adicionales 616, 618, 620 y 622 mostradas en la Figura 6.

En esta modalidad, la primera estructura de retención de la cuchilla 616 es una porción radialmente interna en ángulo hacia abajo y hacia adentro de una barra de soporte de tapa frontal 624. En esta modalidad, una porción radialmente más exterior de la barra de soporte de tapa frontal 624 alberga los mecanismos de cierre 610 y 612, y una porción radial media de la barra de soporte de tapa frontal se acopla con la superficie frontal superior de la porción de la carcasa inferior 502 cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra. Cuando la tapa se cierra, la primera estructura de retención de cuchilla 616 tiene un ángulo hacia abajo y hacia adentro en el mismo ángulo que una superficie superior 626 de un conjunto de cuchilla del segundo sistema de carrete de corte 108, e incluye un sello 628 para sellar herméticamente contra la superficie superior 626. En esta modalidad, la junta 628 es una porción cilíndrica alargada de material elastomérico comprimible, como el usado para las juntas tóricas, que se extiende a través de una ranura semicilíndrica a lo largo de la longitud de la primera estructura de retención de la cuchilla 616, con una parte de su diámetro sobresaliendo de la ranura. Cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra, la primera estructura de retención de cuchilla 616 se presiona firmemente contra la superficie superior 626 del conjunto de cuchilla del segundo sistema de carrete de corte 108, comprimiendo el sello 628.

En esta modalidad, la cuarta estructura de retención de cuchilla 622 es similar a la primera estructura de retención de cuchilla 616, y es una porción angulada hacia adentro y hacia abajo de una barra de soporte de tapa trasera, teniendo un sello comprimible 630 similar al sello 628. Cuando la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra, la cuarta estructura de retención de la cuchilla 622 presiona firmemente contra una superficie superior 632 del conjunto de cuchilla de llenado 460 del primer sistema de carrete de corte 106, comprimiendo el sello 630.

Con referencia a las Figuras 5, 6 y 7, en esta modalidad, la segunda y tercera estructuras de retención de cuchilla 618 y 620 sirven cada una para retener dos conjuntos de cuchilla en su lugar cuando la tapa del aparato 100 se cierra. Más particularmente, en esta modalidad cada una de las estructuras de retención de cuchilla segunda y tercera 618 y 620 incluye una barra de retención generalmente triangular que se extiende entre las tapas de extremo izquierda y derecha 602 y 604 de la carcasa superior 504. En la tapa del extremo izquierdo 602 mostrada en la Figura 7, un extremo izquierdo de la segunda estructura de retención de cuchilla 618 descansa en una cavidad en forma de V 740 definido entre las protrusiones de retención de carrete 714 y 716, y un par de pasadores de bloqueo (no mostrados) que sobresalen axialmente hacia fuera desde el extremo izquierdo más externo de la segunda estructura de retención de cuchilla 618 se reciben en los correspondientes orificios de pasador 742 y 744 que se extienden axialmente hacia fuera en la tapa del extremo izquierdo 602, asegurando, de esta manera, rígidamente el extremo izquierdo de la segunda estructura de retención de cuchilla 618 a la tapa del extremo izquierdo 602. De manera similar, un extremo izquierdo de la tercera estructura de retención de cuchilla 620 descansa en una cavidad en forma de V 746 definida entre las protrusiones de retención de carrete 710 y 712, y un par de pasadores de bloqueo (no mostrados) que sobresalen axialmente hacia fuera desde el extremo izquierdo más externo de la tercera estructura de retención de cuchilla 620 se reciben en los correspondientes orificios de pasador 748 y 750 para bloquear el extremo izquierdo de la tercera estructura de retención de cuchilla 620 a la tapa de extremo izquierda 602. En esta modalidad, los extremos derechos de la segunda y tercera estructuras de retención de la cuchilla 618 y 620 están retenidos y asegurados de manera similar en la tapa del extremo derecho 604.

En esta modalidad, la segunda estructura de retención de cuchilla 618 tiene una primera y segunda superficies de retención 634 y 636 que se cruzan para formar una forma de V. Cuando la tapa del aparato 100 se cierra, la primera superficie de retención 634 está posicionada y angulada para engancharse firmemente con una superficie superior 638 del conjunto de cuchilla de llenado del segundo sistema de carrete de corte 108, y la segunda superficie de retención 636 está posicionada y angulada para engancharse firmemente con una superficie superior 640 del conjunto de cuchilla del tercer sistema de carrete de corte 126. La primera y segunda superficies de retención 634 y 636 incluyen respectivas juntas 642 y 644, que en esta modalidad son juntas comprimibles similares a la junta 628 descrita anteriormente, parcialmente contenidas dentro de las respectivas ranuras en las superficies de retención para comprimirse entre las superficies de retención y las superficies superiores del conjunto de cuchillas cuando la tapa se cierra.

En esta modalidad, la tercera estructura de retención de cuchilla 620 es idéntica a la segunda estructura de retención de cuchilla 618. Así, cuando la tapa se cierra, una primera superficie de retención 646 de la tercera estructura de retención de cuchillas engrana firmemente con una superficie superior 648 del conjunto de cuchillas de relleno del tercer sistema de carrete de corte 126, comprimiendo un sello 650 entre las dos superficies engranadas, y de manera similar, una segunda superficie de retención que tiene un segundo sello (no visible en la vista de la Figura 6 pero

idéntico a la segunda superficie de retención 636 y al sello 642 de la segunda estructura de retención de cuchillas 618) engrana firmemente con una superficie superior 652 del conjunto de cuchillas 400 del primer sistema de carrete de corte 106.

5 Por lo tanto, en la presente modalidad, para retirar cualquiera de los sistemas de carrete de corte 106, 108 y 126 para su limpieza o mantenimiento, un usuario debe simplemente desenganchar los mecanismos de cierre 610 y 612 y levantar la tapa (porción superior de la carcasa 504). Luego, el usuario puede simplemente levantar cualquiera de los sistemas de carrete de corte fuera de la porción inferior de la carcasa 502. El usuario puede sustituir los sistemas de carrete de corte para su funcionamiento simplemente bajándolos de nuevo a sus receptáculos 506, 508 y 510 definidos en la porción inferior de la carcasa 502, engranando el engranaje de transmisión 492 de cada sistema de carrete de corte con su correspondiente engranaje de transmisión montado en la pared lateral izquierda de la carcasa. Para asegurar los sistemas de carrete de corte y sus respectivos conjuntos de cuchillas para la operación del aparato 100, el usuario debe simplemente cerrar la tapa (porción superior de la carcasa 504), de modo que las tapas de los extremos izquierdo y derecho 602 y 604 aseguren los bloques de cojinete exteriores de los sistemas de carrete de corte, y las estructuras de retención de cuchillas primera, segunda, tercera y cuarta 616, 618, 620 y 622 aseguren los conjuntos de cuchillas de los sistemas de carrete de corte en su lugar.

Vacío

20 Haciendo referencia a las Figuras 2 y 6, para su funcionamiento, el aparato de podar 100 incluye un sistema de vacío 202 montado en un receptáculo de vacío correspondiente definido dentro de la porción inferior de la carcasa 502, que se usa para aplicar una fuerza de succión al tambor 102, para ayudar a tirar de las hojas hacia abajo a través de las aberturas de la pared del tambor hacia la trayectoria de la pluralidad de sistemas de carretes de corte 106, 108 y 126 a medida que el tambor gira.

25 Típicamente, la succión del sistema de vacío se aplica por un simple ventilador eléctrico, que puede accionarse por el mismo motor que acciona el tambor o por un motor diferente. Adicionalmente, un sistema de vacío para una máquina de poda de plantas incluye típicamente un separador de algún tipo para eliminar partículas de materia vegetal del aire aspirado y evitar la obstrucción del vacío. En esta modalidad, el sistema de vacío 202 del aparato 100 incluye un sistema separador de vacío no convencional.

30 Alternativamente, puede sustituirse por un separador de vacío convencional usado típicamente para máquinas de poda, como un separador ciclónico o un vacío separador Thien. Alternativamente, en teoría la filtración puede sustituir a la separación, pero este es un enfoque menos conveniente debido a la necesidad esperada de limpieza o reemplazo frecuente de filtros.

35 En esta modalidad, el sistema de vacío 202 se equipa con un receptáculo 208 para recibir y acumular material particulado sólido o líquido extraído centrífugamente del aire aspirado.

40 Motor y sistema de accionamiento

Como indicó anteriormente, en esta modalidad cada uno de la pluralidad de sistemas de carretes de corte se acciona por engranajes.

45 Para lograr esto, con referencia a las Figuras 2 y 6, en esta modalidad el aparato 100 incluye además un sistema de motor de accionamiento 204, alojado dentro de un receptáculo de sistema de motor correspondiente de la porción de la carcasa inferior 502. En esta modalidad, el sistema de motor de accionamiento 204 incluye tres motores eléctricos 651, 653 y 657, que se usan para accionar el sistema de vacío 202, la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104 y el tambor 102 con un cepillo de limpieza del tambor, respectivamente, aunque alternativamente, dos o más de estos componentes pueden accionarse por el mismo motor si se desea.

50 En esta modalidad, el motor eléctrico 651, que impulsa el sistema de vacío 202, incluye un motor de 3,73 kW (5 caballos de fuerza), montado en la porción inferior de la carcasa 502. En esta modalidad, un extremo derecho de un eje central accionado del motor 651 sobresale axialmente hacia el interior a través de una pared lateral (no mostrada) del sistema de vacío 202 para hacer girar un ventilador eléctrico (no mostrado) para, de esta manera, hacer que el sistema de vacío 202 aplique succión al tambor 102.

55 En esta modalidad, el motor 653, que acciona la pluralidad de carretes de corte 104, incluye un motor de 0,56 kW (3/4 caballos de fuerza) que tiene una polea de transmisión principal 654, que se conecta y bloqueada rotacionalmente con un eje de transmisión 655 del motor 653. La rotación impulsada por motor de la polea impulsora principal 654 impulsa una correa 656 conectada a varias otras poleas y engranajes como se describe a más abajo.

60 En esta modalidad, el motor 653 acciona la polea impulsora principal 654 en el sentido contrario a las manecillas del reloj como se ve desde la vista izquierda de la Figura 6. Esto hace que la correa 656 gire un primer miembro de polea y engranaje de carrete de corte 658 en el sentido contrario a las manecillas del reloj. El miembro de polea y engranaje 658 incluye una porción de polea axialmente exterior impulsada por la correa 656 y una porción de engranaje

axialmente hacia adentro que ese bloquea rotacionalmente con la porción de polea. La porción de engranaje axialmente hacia adentro del miembro de polea y engranaje 658 se acopla con el engranaje impulsor 492 del primer sistema de carrete de corte 106 para girar el engranaje impulsor 492, y por lo tanto el carrete de corte 302, en dirección en el sentido de las manecillas del reloj como se ve en la Figura 6.

5 En esta modalidad, la rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj de la polea motriz principal 654 como se ve en la Figura 6, causa además la rotación en el sentido de las manecillas del reloj de una polea loca 660, la cual se monta en un eje motriz 659 del motor 657 que acciona el tambor 102. Sin embargo, a diferencia del miembro de polea y engranaje 658, la polea loca 660 incluye un cojinete radial interno que le permite girar libremente alrededor del eje impulsor 659, independientemente de la rotación del eje impulsor 659 causada por el motor 657. Por lo tanto, la correa de transmisión 656 evita efectivamente el motor 657 sin impulsarse por éste, y se impulsa únicamente por el motor 653.

15 Volviendo a la Figura 6, en esta modalidad la rotación en el sentido contrario a las manecillas del reloj de la polea impulsora principal 654 provoca además que la correa 656 gire un tercer miembro de polea y engranaje del carrete de corte 674 en el sentido contrario a las manecillas del reloj. El miembro de polea y engranaje 674 incluye una porción de polea axialmente exterior accionada por la correa 656 y una porción de engranaje axialmente hacia dentro que se bloquea rotacionalmente con la porción de polea. La porción de engranaje axialmente hacia adentro del miembro de polea y engranaje 674 se acopla con el engranaje impulsor 492 del tercer sistema de carrete de corte 126 para girar su engranaje impulsor 492, y por lo tanto su carrete de corte 302, en dirección en el sentido de las manecillas del reloj como se ve en la Figura 6.

25 En esta modalidad, la rotación en el sentido contrario a las manecillas del reloj de la polea impulsora principal 654 provoca además que la correa 656 gire una polea 676 en el sentido de las manecillas del reloj y un miembro de polea y engranaje 678 en el sentido contrario a las manecillas del reloj, como se ve desde la vista izquierda de la Figura 6. El miembro de polea y engranaje 678 incluye una porción de polea axialmente exterior accionada por la correa 656 y una porción de engranaje axialmente hacia dentro que se bloquea de manera rotatoria con la porción de polea. La porción de engranaje axialmente hacia dentro del miembro de polea y engranaje 678 engrana con el engranaje de transmisión 492 del segundo sistema de carrete de corte 108 para girar su engranaje de transmisión 492, y por lo tanto su carrete de corte 302, en dirección en el sentido de las manecillas del reloj como se ve en la Figura 6. La correa 656 también acciona una polea 680 en sentido antihorario como se ve en la Figura 6.

35 Con referencia a las Figuras 1C, 1D, 2 y 6, en esta modalidad el motor 657 que acciona el tambor 102 incluye un motor de 0,09 kW (1/8 caballo de fuerza). Como indicó anteriormente, la correa 656 que acciona la rotación de los conjuntos de carrete de corte está efectivamente aislada del motor 657, por la estructura de cojinete radial interna de la polea tensora 660, que permite a la polea tensora 660 girar libremente alrededor del eje de accionamiento del motor 659 independientemente de la acción del motor 657. En esta modalidad, un primer engranaje impulsor del tambor 661 se bloquea de manera rotatoria al eje 659 de manera que la rotación del eje 659 por el motor 657 impulsa la rotación del primer engranaje impulsor del tambor 661. Desde la vista izquierda de la Figura 6, el motor 657 acciona el primer engranaje impulsor del tambor 661 en el sentido de las manecillas del reloj, que a su vez impulsa un segundo engranaje impulsor del tambor 662 en el sentido contrario a las manecillas del reloj. En esta modalidad, el segundo engranaje impulsor del tambor 662 sobresale a través de una ranura de engranaje 664 mostrada en la Figura 6, para accionar un engranaje impulsado por el tambor izquierdo 666 del tambor 102. Por lo tanto, desde la vista izquierda de la Figura 6, la rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj del segundo engranaje impulsor del tambor 662 acciona el engranaje impulsor del tambor 666, y por lo tanto el tambor 102, en dirección en el sentido de las manecillas del reloj.

50 Se recordará que, en la presente modalidad, el tambor 102 es un tambor con cordón no convencional, cuya pared cilíndrica se forma por una pluralidad de segmentos de cordón tensables elásticamente separados, todos bajo tensión. Aunque un tambor de este tipo tiene numerosas ventajas sobre los tambores convencionales formados cortando ranuras en lámina de metal y laminándolas hasta formar un cilindro, carece de la rigidez torsional de un tambor de lámina de metal convencional. Por lo tanto, simplemente hacer que el extremo izquierdo del tambor 102 gire no es suficiente para hacer girar el tambor con cable 102 como un cilindro uniforme. Para abordar esto, en la presente modalidad, la porción superior de la carcasa 504 incluye además un engranaje del eje de sincronización izquierdo (no mostrado) acoplado con el engranaje accionado por el tambor 666 para impulsar un eje de sincronización 668 mostrado en la Figura 2. En su extremo derecho, el eje de sincronización 668 se equipa con un engranaje del eje de sincronización derecho (no mostrado) idéntico al engranaje del eje de sincronización izquierdo. El engranaje del eje de sincronización derecho se engrana con un engranaje accionado por tambor derecho 670 que es idéntico al engranaje accionado por tambor izquierdo 666. Por lo tanto, la rotación impulsada por motor en el sentido de las manecillas del reloj del engranaje izquierdo 666 impulsado por el tambor, visto desde el lado izquierdo del aparato 100, provoca la rotación en el sentido contrario a las manecillas del reloj del eje de sincronización 668, lo que hace que el engranaje derecho impulsado por el tambor 670 gire en el sentido de las manecillas del reloj en sincronización con el engranaje impulsado por tambor izquierdo 666. En esta modalidad, la porción superior de la carcasa 504 incluye además un engranaje del eje del cepillo de limpieza (no mostrado) acoplado con el engranaje accionado por el tambor derecho 670, de modo que la rotación del engranaje accionado por el tambor derecho 670 también provoca la rotación de un eje del cepillo de limpieza 672 mostrado en la Figura 2, para hacer girar un cepillo de limpieza montado en el eje del cepillo adyacente a una región frontal superior del tambor 102, para, de esta manera, limpiar continuamente el

tambor 102 durante las operaciones.

En esta modalidad, los motores 651, 653 y 657 están todos conectados a un panel de control 665 que incluye controles manuales respectivos separados para controlar por separado la velocidad de rotación del ventilador y por lo tanto la succión proporcionada por el sistema de vacío 202, la velocidad de rotación de la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104 y la velocidad de rotación del tambor 102. Si se desea, el panel de control 665 puede incluir un tablero de control electrónico (no mostrado) equipado con un procesador (no mostrado) configurado para controlar el sistema de vacío 202, la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104 y el tambor 102. El tablero de control puede equiparse con una o más interfaces de comunicaciones tales como Wi-Fi y Bluetooth, por ejemplo, para permitir que el aparato 100 sea controlado por un dispositivo separado tal como un teléfono inteligente o una computadora en comunicación inalámbrica con el aparato 100.

Funcionamiento

Con referencia a las Figuras 1B, 2 y 6, para el funcionamiento del aparato 100 de la presente modalidad, la tapa (porción superior de la carcasa 504) se cierra y se traba para asegurar los sistemas de carrete de corte y sus conjuntos de cuchillas en su lugar, como se describió anteriormente.

El sistema de motor de accionamiento 204 se activa como se analizó anteriormente. La rotación del motor 651 acciona un ventilador (no mostrado) del sistema de vacío 202, haciendo que el sistema de vacío aspire aire ambiente hacia abajo a través del tambor 102 y a través de la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104, para ayudar a las hojas 124 de los brotes 122 del material vegetal 114 a sobresalir más hacia abajo a través de las aberturas del tambor 102 para un podado más efectivo por parte de los sistemas de carrete de corte. La rotación del motor 653 hace que la polea impulsora principal 654 gire en el sentido contrario a las manecillas del reloj como se ve desde la vista izquierda de las Figuras 2 y 6, provocando, de esta manera, que los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero 106, 108 y 126 giren en el sentido de las manecillas del reloj como se ve desde la izquierda. La rotación del motor 657 hace que su eje impulsor 659 y por lo tanto el primer engranaje impulsor giratorio 661 gire en el sentido de las manecillas del reloj como se ve desde la vista izquierda de la Figura 6, provocando que el segundo engranaje impulsor del tambor 662 gire en sentido contrario a las manecillas del reloj, lo que a su vez hace que el tambor impulsor izquierdo el engranaje 666 y por lo tanto el tambor 102 gire en el sentido de las manecillas del reloj. La rotación en el sentido de las manecillas del reloj del engranaje impulsado por el tambor 666 provoca la rotación en el sentido contrario a las manecillas del reloj del eje de sincronización 668, lo que hace que el engranaje impulsado por el tambor derecho 670 gire en el sentido de las manecillas del reloj, sincrónicamente con el engranaje impulsado por el tambor izquierdo 666. La rotación en el sentido de las manecillas del reloj del engranaje impulsado por el tambor derecho 670 impulsa luego la rotación del eje del cepillo de limpieza 672 en el sentido contrario a las manecillas del reloj para limpiar el tambor 102 a medida que gira.

Un método ilustrativo de podar material vegetal incluye entonces rotar el tambor 102 a través del cual el material vegetal 114 está siendo propagado axialmente mientras rota, y operar la pluralidad de sistemas de carrete de corte 104 adyacentes al tambor 102. Operar la pluralidad de sistemas de carrete de corte adyacentes al tambor incluye operar el primer sistema de carrete de corte 106 adyacente al tambor 102, y operar el segundo sistema de carrete de corte 108 adyacente a la zona de colocación 110 del tambor, siendo la zona de colocación el intervalo angular alrededor de un eje del tambor dentro del cual el material vegetal 114 tiende a aterrizar en el tambor 102 después de voltearse a través del volumen central 112 del tambor 102.

Con respecto a la propagación axial del material vegetal a través del aparato 100 durante la operación de volteo, en esta modalidad el material vegetal 114 a podar se propaga axialmente desde un extremo derecho hacia un extremo izquierdo del aparato 100. El material vegetal 114 se alimenta gravitacionalmente al tambor 102 a través de un conducto de tolva 210 que se muestra en la Figura 2. Para facilitar la propagación axial a través del tambor, en esta modalidad la carcasa 500 incluye un soporte de apoyo 206, que en esta modalidad es un soporte de apoyo con ruedas para facilitar el transporte, y tiene una altura ajustable en el lado derecho que puede elevarse a una altura vertical superior a la del lado izquierdo de la carcasa, a fin de inclinar el tambor 102 ligeramente hacia abajo de derecha a izquierda, de modo que la gravedad haga que el material vegetal se propague gradualmente en la dirección axial a medida que gira en el tambor. Alternativamente, la propagación axial se puede lograr de otras maneras sin inclinar el tambor: por ejemplo, una de esas formas implica proporcionar guías helicoidales que se extienden a lo largo de una superficie interior del tambor, que redirigen parte del momento circunferencial o tangencial instantáneo del material vegetal en momento axial cuando el material vegetal choca con las guías helicoidales. Después de propagarse a lo largo de la longitud axial del tambor 102, el material vegetal recortado sale del aparato 100 a través de un conducto de salida 212.

Volviendo a la Figura 1B, a medida que el material vegetal 114 se propaga axialmente a través del tambor 102, el tambor 102 gira a una frecuencia de rotación suficientemente alta para provocar que el material vegetal 114 se bifurque en la primera corriente de rotación 118 y la segunda corriente de rotación 120 mostradas en la Figura 1B, pero no a una frecuencia de rotación suficientemente alta como para que la fuerza centrífuga provoque que el material vegetal 114 se adhiera al tambor 102 durante toda una rotación de 360 grados. Como se discutió en mayor detalle anteriormente en relación con la zona de colocación 110, en esta modalidad el segundo sistema de carrete de corte

108 se coloca ventajosamente adyacente a la zona de colocación 110 del tambor 102, posicionando, de esta manera, idealmente el segundo sistema de carrete de corte 108 para podar los brotes 122 de la segunda corriente de tambor 120, que como se discutió anteriormente tienden a chocar hacia abajo con el tambor 102 a una velocidad relativamente alta y con sus hojas 124 extendidas. Esto permite que el segundo sistema de carrete de corte 108 haga cortes
 5 generalmente más profundos y gruesos de las hojas 124 que los sistemas de carrete de corte primero y tercero 106 y 126, que tienden a encontrar los brotes a velocidades de impacto más bajas y con sus hojas en una forma más aplanada. estado menos extendido como resultado de continuas colisiones de rodadura. Los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero cooperan así para lograr sinérgicamente una operación de poda mejorada y más eficiente, en la que el segundo sistema de carrete de corte 108 maneja predominantemente cortes más profundos y
 10 gruesos, y el primer sistema de carrete de corte 106 proporciona cortes comparativamente más finos, mientras que el tercer sistema de carrete de corte proporciona resultados intermedios. Como indicó anteriormente, los presentes inventores han descubierto que tal método tiende a cuadruplicar con creces la velocidad de rendimiento de una máquina de poda de un carrete de corte simple y tambor único convencional típico.

15 Generalmente, la velocidad de rendimiento tiende a depender de múltiples variables, incluyendo, por ejemplo, el contenido de humedad del material vegetal 114 (que va de húmedo a seco), la especie del material vegetal, la subespecie o deformación del material vegetal, el grado (si lo hay) en que los brotes 122 del material vegetal se han preparado antes de podar, y el nivel de podado deseado (que va de desgrefñado a bien podado). Por ejemplo, para un conjunto ilustrativo de las variables anteriores, el aparato 100 puede operar el tambor 102 a una velocidad de
 20 rotación de aproximadamente 60 rpm, y cada uno de la pluralidad de carretes de corte 104 a una velocidad de rotación de aproximadamente 1750 rpm, con el tambor inclinado en un ángulo entre aproximadamente 0 y 2 grados, para lograr una tasa de rendimiento de aproximadamente 73 kg (160 libras, peso húmedo) por hora de material vegetal 114 que pasa a través del tambor 102.

25 Alternativas

Como se analizó anteriormente en relación con las Figuras 3 y 4A-4D, en modalidades que emplean una cuchilla de corte flexible tal como la cuchilla 306 en lugar de una cuchilla de corte rígida, más gruesa y convencional, es ventajoso
 30 que el aparato 100 incluya un mecanismo antihundimiento, tal como el anillo de soporte 452 descrito anteriormente, para evitar que la cuchilla de corte flexible 306 bloquee la rotación de las cuchillas de corte helicoidales 304 del carrete de corte 302. Sin embargo, en otras modalidades, se puede omitir el anillo de soporte 452 y la cuchilla de corte flexible puede incorporar una forma diferente de mecanismo antihundimiento.

Por ejemplo, con referencia a las Figuras 3 y 8, un sistema de carrete de corte de acuerdo con una segunda modalidad
 35 ilustrativa se muestra generalmente en 802 en la Figura 8. El sistema de carrete de corte 802 omite el anillo de soporte 452 del primer sistema de carrete de corte 106. Como mecanismo alternativo antihundimiento, el sistema de carrete de corte 802 tiene una cuchilla de corte flexible 804 que tiene una protrusión 806 en un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible 804 en donde cada una de las cuchillas de corte helicoidales 304 contacta primero con la cuchilla de corte flexible 804. La protrusión 806 se extiende más allá de un borde cortante de la cuchilla de corte flexible 804 en
 40 una dirección generalmente opuesta a una dirección tangencial de rotación de las hojas de corte helicoidales 304 cuando se apoyan contra la cuchilla de corte flexible 804. Aparte de la protrusión 806, la cuchilla de corte flexible 804 es idéntica a la cuchilla de corte flexible 306. Ventajosamente, debido a que la protrusión 806 se extiende tangencialmente más allá del borde de corte de la cuchilla de corte flexible 804, típicamente hay suficiente espacio libre entre una punta distal 808 de la protrusión 806 y las cuchillas de corte helicoidales 304 que incluso si la cuchilla de corte flexible 804 se flexiona ligeramente hacia abajo, cada cuchilla de corte helicoidal 304 todavía pasará con éxito por debajo de la protrusión 806 en el punto donde la cuchilla comienza a engancharse contra el borde de corte de la
 45 cuchilla de corte flexible 804, en el extremo izquierdo del sistema de carrete de corte 802. Una vez que una cuchilla de corte helicoidal determinada 304 pasa con éxito por debajo de la protrusión 806 y comienza a acoplarse con el borde cortante de la cuchilla de corte flexible 804 en su extremo delantero (en este caso el extremo izquierdo), la propia cuchilla evitará que la cuchilla de corte flexible sumergiéndose hacia abajo en su trayectoria durante el resto del recorrido de la hoja a través del carrete, o en otras palabras, durante el resto del recorrido del punto de contacto entre esa hoja y el filo de la cuchilla a medida que el punto de contacto se desplaza axialmente desde el extremo izquierdo al extremo derecho del carrete de corte debido a la rotación del carrete en el sentido de las manecillas del
 50 reloj, como se ve en la vista de la Figura 8.

En la modalidad de la Figura 8, la punta distal 808 de la protrusión 806 también se curva hacia arriba, es decir, más alejada de la trayectoria rotacional de las cuchillas de corte helicoidales 304, de modo que la protrusión 806 y su punta distal 808 forman un palo de hockey con la punta distal 808 parecida a la hoja de un palo. Tal forma tiende a aumentar ventajosamente la posibilidad de que, incluso si la protrusión 806 se sumerge hacia abajo en la trayectoria de una de
 60 las cuchillas de corte helicoidal 304 en el extremo delantero del sistema de carrete de corte 802, la colisión entre la cuchilla y la punta distal curvada 808 desviarán con éxito la protrusión 806 hacia arriba y fuera de la trayectoria de la cuchilla de modo que la cuchilla se enganche con éxito con el borde de la cuchilla.

De manera similar, con referencia a las Figuras 3 y 9, un sistema de carrete de corte, de acuerdo con una tercera
 65 modalidad ilustrativa se muestra generalmente en 902 en la Figura 9. En comparación con el primer sistema de carrete de corte 106 de la Figura 3, en el sistema de carrete de corte 902 se ha omitido el anillo de soporte 452. En cambio,

en esta modalidad el mecanismo antihundimiento incluye una esquina delantera doblada 906 de una cuchilla de corte flexible 904 en un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible 904 en la que cada una de las cuchillas de corte helicoidales 304 hace contacto primero con la cuchilla de corte flexible 904. La esquina delantera doblada 906 se dobla fuera de un plano de la cuchilla de corte flexible en una dirección alejada del carrete de corte del sistema de carrete de corte 902. Ventajosamente, incluso si la cuchilla de corte flexible 904 inadvertidamente se sumerge hacia abajo, en el extremo delantero donde cada cuchilla helicoidal primero se acopla con el borde de corte de la cuchilla de corte 904, la colisión entre la cuchilla helicoidal y la esquina delantera doblada 906 desviará la cuchilla de corte flexible 904 hacia arriba y fuera de la trayectoria de la cuchilla de corte helicoidal, permitiendo, de esta manera, que la cuchilla comience su acoplamiento con el filo cortante de la cuchilla de corte, tras lo cual la propia cuchilla impedirá que la cuchilla se sumerja en su trayectoria a medida que el punto de contacto entre la cuchilla y el filo cortante de la cuchilla se desplaza axialmente a través de la cuchilla.

Aunque una cuchilla de corte flexible proporciona numerosas ventajas como se describió anteriormente, incluida la facilitación de la colocación cercana de múltiples sistemas de carretes de corte en un único tambor, alternativamente se puede sustituir por una cuchilla rígida convencional. En tales modalidades de cuchilla rígida, los mecanismos antihundimiento descritos en la presente descripción pueden omitirse, pero puede ser preferible para proporcionar un mecanismo para ajustar o afinar la distancia entre el tambor y los sistemas de carrete de corte.

De manera similar, aunque un tambor con cable formado a partir de múltiples segmentos de cordón bajo tensión proporciona numerosas ventajas, en otras modalidades el tambor puede incluir un tambor de lámina de metal convencional, formado cortando aberturas en una lámina de metal y laminándola hasta formar un cilindro. Tales tambores convencionales tienden a ser menos perfectamente cilíndricos que el tambor con cable descrito anteriormente, lo que puede aumentar la distancia requerida entre el tambor y los sistemas de carrete de corte, disminuyendo, de esta manera, la calidad de la poda. Por lo tanto, dichas modalidades también pueden beneficiarse de un mecanismo para ajustar o afinar la separación entre el tambor y los sistemas de carrete de corte.

En la primera modalidad de la Figura 1A, la pluralidad de sistemas de carretes de corte consistía precisamente en tres sistemas de carretes de corte, específicamente los sistemas de carrete de corte primero, segundo y tercero 106, 108 y 126. Sin embargo, en otras modalidades, la pluralidad de sistemas de carretes de corte puede incluir más de tres sistemas de carretes de corte, o menos de tres sistemas de carretes de corte. Por ejemplo, una tercera modalidad ilustrativa mostrada en la Figura 10 tiene una pluralidad 1002 de sistemas de carretes de corte adyacentes al tambor 102, consistiendo la pluralidad 1002 en los sistemas de carretes de corte primero y segundo 106 y 108 de la Figura 1A. La modalidad de la Figura 10 omite el tercer sistema de carrete de corte 126 de la Figura 1A y, por lo tanto, proporciona sólo dos sistemas de carrete de corte adyacentes al tambor.

En el sistema de dos carretes de la Figura 10, las posiciones angulares del primer y segundo sistemas de carretes de corte 106 y 108 no cambiaron en comparación con sus posiciones en el sistema de tres carretes de la Figura 1A. Sin embargo, en otras modalidades, ya sean dos carretes, tres carretes o, más generalmente, múltiples carretes, las posiciones angulares del primer y segundo sistemas de carretes de corte pueden variar.

Por ejemplo, en modalidades en las que el primer sistema de carrete de corte se coloca adyacente a la zona ascendente 116 del tambor, el primer sistema de carrete de corte 106 puede colocarse en una posición angular "más alta" adyacente a la zona ascendente 116 que la que se muestra en la Figura 10, tal como una posición angular de 90 grados, medida en una dirección de rotación del tambor 102 desde una posición verticalmente más baja del tambor. En algunas modalidades, el primer sistema de carrete de corte 106 se coloca adyacente a la zona ascendente 116 dentro de un intervalo angular preferido de 10 a 90 grados, medido en la dirección de rotación del tambor 102 desde la posición verticalmente más baja del tambor. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 20 a 80 grados. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 30 a 70 grados. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 40 a 60 grados.

De manera similar, el segundo sistema de carrete de corte 108 puede colocarse en otras posiciones angulares adyacentes a la zona de colocación 110 distintas a las que se muestran en la Figura 10. En algunas modalidades, el segundo sistema de carrete de corte 108 se coloca adyacente a la zona de colocación 110 dentro de un intervalo angular preferido de 10 a 90 grados, medido en la dirección de rotación opuesta a la del tambor 102 desde la posición verticalmente más baja del tambor. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 20 a 80 grados. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 30 a 70 grados. En otras modalidades, el intervalo angular preferido es de 40 a 60 grados.

A pesar de las ventajas de los carretes sin bujes de alta helicidad 302 descritos anteriormente, alternativamente se pueden sustituir por carretes de corte convencionales, incluidos carretes con bujes de baja helicidad. En tales modalidades, la velocidad de rotación del carrete de corte puede aumentarse para compensar su menor helicidad de la hoja.

A pesar de las ventajas de la configuración accionada por engranajes del sistema de carrete de corte 106, que facilita una fácil extracción, alternativamente los sistemas de carrete de corte pueden accionarse por correa en otras modalidades.

5 En la Figura 6 anterior, las características de retención de fácil apertura del aparato 100, que facilitan la fácil extracción de los sistemas de carrete de corte y sus conjuntos de cuchillas de corte para su limpieza, se describieron en combinación con la configuración inventiva de la primera modalidad de la Figura 1A, en donde una pluralidad de sistemas de carretes de corte está colocados adyacentes a un único tambor. Sin embargo, se cree respetuosamente que las características de retención de fácil apertura del aparato 100 representan un avance inventivo sobre el estado de la técnica, incluso sin considerar la nueva configuración de carretes múltiples descrita anteriormente. Por lo tanto, las características de retención de fácil apertura descritas anteriormente se pueden aplicar ventajosamente a sistemas convencionales que tienen sólo un único sistema de carrete de corte para cada tambor. Por tanto, la modalidad de la 10 Figura 6 puede verse como un ejemplo específico de una clase más general de modalidades en las que una carcasa tiene al menos un receptáculo configurado para recibir de forma desmontable al menos un sistema de carrete de corte para que descanse sin asegurar en el mismo, incluyendo la carcasa una tapa que se puede cerrar, teniendo una estructura de retención configurada para asegurar operativamente el al menos un sistema de carrete de corte en el al menos un receptáculo cuando la tapa se cierra.

15 Más generalmente, aunque se han descrito e ilustrado modalidades de la invención específicas, dichas modalidades deben considerarse únicamente ilustrativas de la invención y no como limitativas de la invención definida por las reivindicaciones que la acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para podar material vegetal (114), comprendiendo el aparato:
- 5 - un tambor giratorio (102) a través del cual el material vegetal se propaga axialmente mientras gira de manera rotatoria, y
- una pluralidad de sistemas de carretes de corte (104) adyacentes al tambor (102), comprendiendo la pluralidad:
- 10 - un primer sistema de carrete de corte (106) adyacente al tambor (102), y
- un segundo sistema de carrete de corte (108) adyacente al tambor (102) y separado de manera angular del primer sistema de carrete de corte (106) alrededor de un eje de rotación del tambor (102).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo sistema de carrete de corte (108) es adyacente a una zona de colocación (110) del tambor (102), siendo la zona de colocación (110) un intervalo angular con respecto al eje del tambor (102) dentro del cual el material vegetal tiende a caer sobre el tambor (102) después de voltearse a través de un volumen central (112) del tambor (102).
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la zona de colocación (110) incluye una posición angular verticalmente más baja del tambor.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de la pluralidad de sistemas de carrete de corte (104) comprende un carrete de corte giratorio (302) que tiene una pluralidad de cuchillas de corte helicoidales (304) y una cuchilla de corte flexible (306) que tiene un borde de corte (402) interpuesto entre el carrete de corte (302) y el tambor (102) de manera que el material vegetal (114) que sobresale radialmente hacia fuera a través del tambor (102) se poda por acción de tijera de las cuchillas de corte helicoidales (304) que se apoyan contra el borde de corte (402) de la cuchilla de corte flexible (306) a medida que giran.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el aparato comprende además un mecanismo antihundimiento (450) para evitar que la cuchilla de corte flexible (306) bloquee la rotación de las cuchillas de corte helicoidales (304).
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el mecanismo antihundimiento (450) comprende un
- 35 - anillo de soporte (452) adyacente a un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible (306) en donde cada una de las cuchillas helicoidales (304) entra en contacto primero con la cuchilla de corte flexible, el anillo de soporte se configura para mantener una separación fija entre el extremo delantero de la cuchilla de corte flexible (306) y un eje del carrete de corte (302),
- 40 - una protrusión (806) de la cuchilla de corte flexible (804) en un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible (804) en donde cada una de las cuchillas de corte helicoidales (304) entra en contacto primero con la cuchilla de corte flexible (804), extendiéndose la protrusión (806) más allá de un borde de corte de la cuchilla de corte flexible (804) en una dirección generalmente opuesta a una dirección tangencial de rotación de las cuchillas helicoidales (304) cuando se oponen contra la cuchilla de corte flexible (804), y
- 45 - una esquina delantera doblada (906) de la cuchilla de corte flexible (904) en un extremo delantero de la cuchilla de corte flexible (904) en el que cada una de las cuchillas helicoidales (304) entra en contacto primero con la cuchilla de corte flexible (904), estando la esquina delantera doblada (906) doblada fuera de un plano de la cuchilla de corte flexible (904) en dirección opuesta al carrete de corte.
- 50
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer sistema de carrete de corte (106) es adyacente a una zona ascendente (116) del tambor (102), siendo la zona ascendente (116) un intervalo angular con respecto al eje del tambor (102) dentro del cual el material vegetal (114) tiende a mantener contacto con el tambor (102) mientras gira y se eleva verticalmente antes de voltearse.
- 55
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de sistemas de carrete de corte (104) comprende además al menos un tercer sistema de carrete de corte (126) adyacente al tambor (102).
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las cuchillas helicoidales (304) se extiende al menos una rotación y media alrededor del carrete de corte (302) a lo largo de su longitud axial.
- 60
10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una carcasa que tiene receptáculos para recibir de forma desmontable la pluralidad de sistemas de carretes de corte (104) en el mismo, en donde la carcasa comprende una tapa que se puede cerrar que tiene estructuras de retención configuradas para asegurar operativamente la pluralidad de sistemas de carretes de corte (104) en los receptáculos cuando la tapa se cierra.
- 65

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1,
en donde el primer sistema de carrete de corte (106) se coloca adyacente
al tambor (102) para podar una masa batida del material vegetal (114), y
5 en donde el segundo sistema de carrete de corte (108) se coloca adyacente al tambor (102) para podar una
corriente volteada del material vegetal (114) que tiene una trayectoria libre de obstáculos mayor que el material vegetal
(114) de la masa batida.
12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo sistema de carrete de corte (108) está
10 adyacente a una posición angular verticalmente más baja del tambor (102).
13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un motor configurado para hacer girar
el tambor (102) a una frecuencia para provocar que al menos parte del material vegetal (114) aterrice sobre el tambor
(102) adyacente al segundo sistema de carrete de corte (108) después de voltearse a través de un volumen central
(112) del tambor (102).
14. Un método para podar material vegetal (114), el método comprende:
15 operar una pluralidad de sistemas de carretes de corte (104) adyacentes a un tambor (102) a través del cual el
material vegetal (114) se propaga axialmente mientras gira de manera rotatoria; en donde operar comprende:
operar un primer sistema de carrete de corte (106) adyacente al tambor (102);
20 operar un segundo sistema de carrete de corte (108) adyacente al tambor (102) y separado de manera angular
del primer sistema de carrete de corte (106) con relación a un eje de rotación del tambor (102), y
hacer girar el tambor (102) a una frecuencia para hacer que al menos parte del material vegetal (114) aterrice
en el tambor (102) adyacente al segundo sistema de carrete de corte (108) después de voltearse a través de un
volumen central (112) del tambor (102).
- 25 15. El método de la reivindicación 14, en donde el segundo sistema de carrete de corte (108) es adyacente a una
zona de colocación (110) del tambor (102), siendo la zona de colocación (110) un intervalo angular con respecto al
eje del tambor (102) dentro del cual el material vegetal (114) tiende a aterrizar en el tambor (102) después de voltearse
a través de un volumen central (112) del tambor (102).
- 30

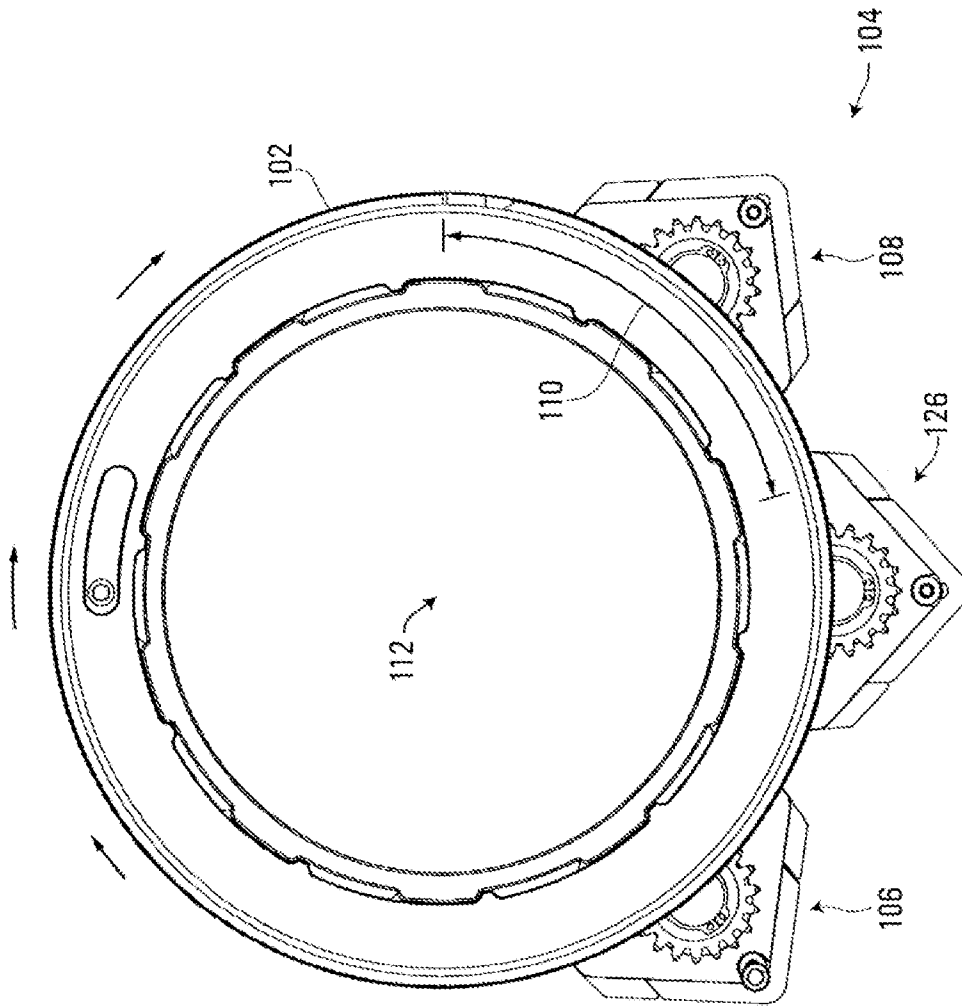


FIGURA 1A

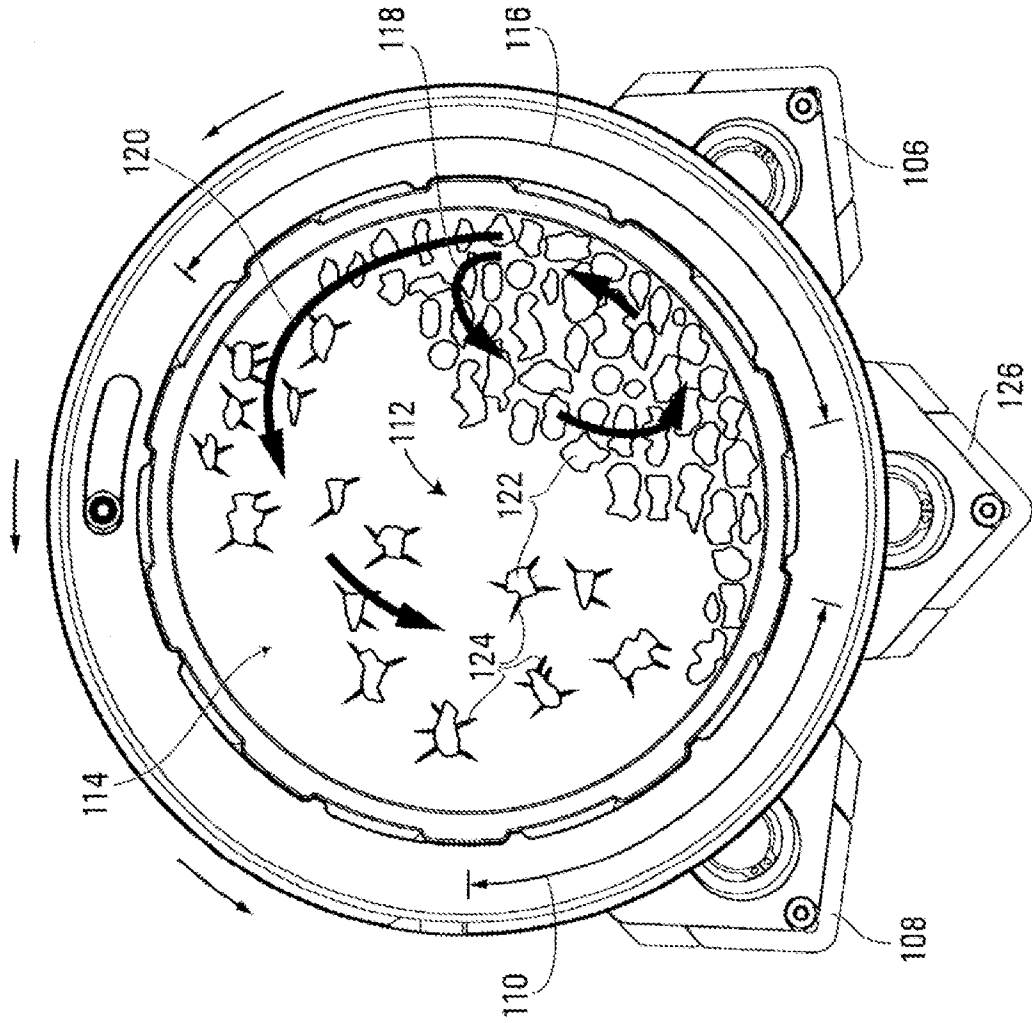


FIGURA 1B

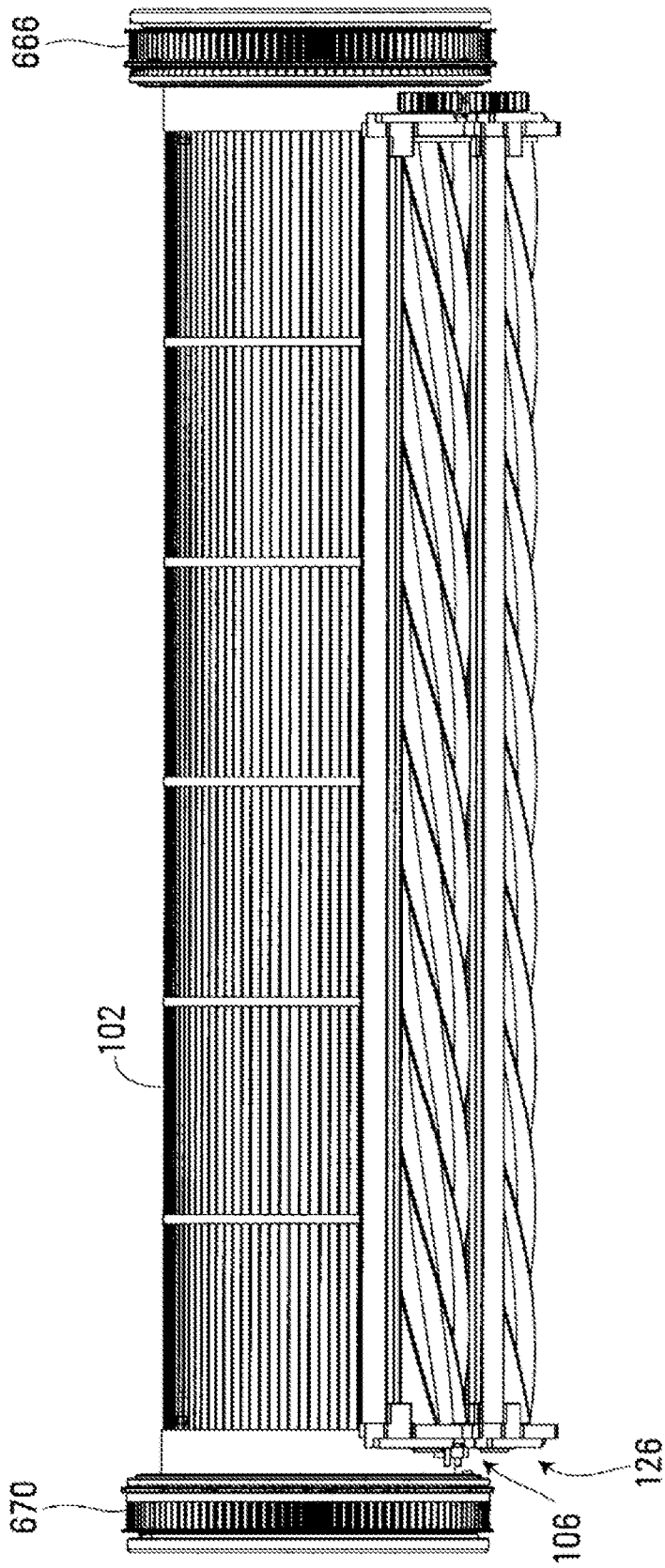


FIGURA 1C

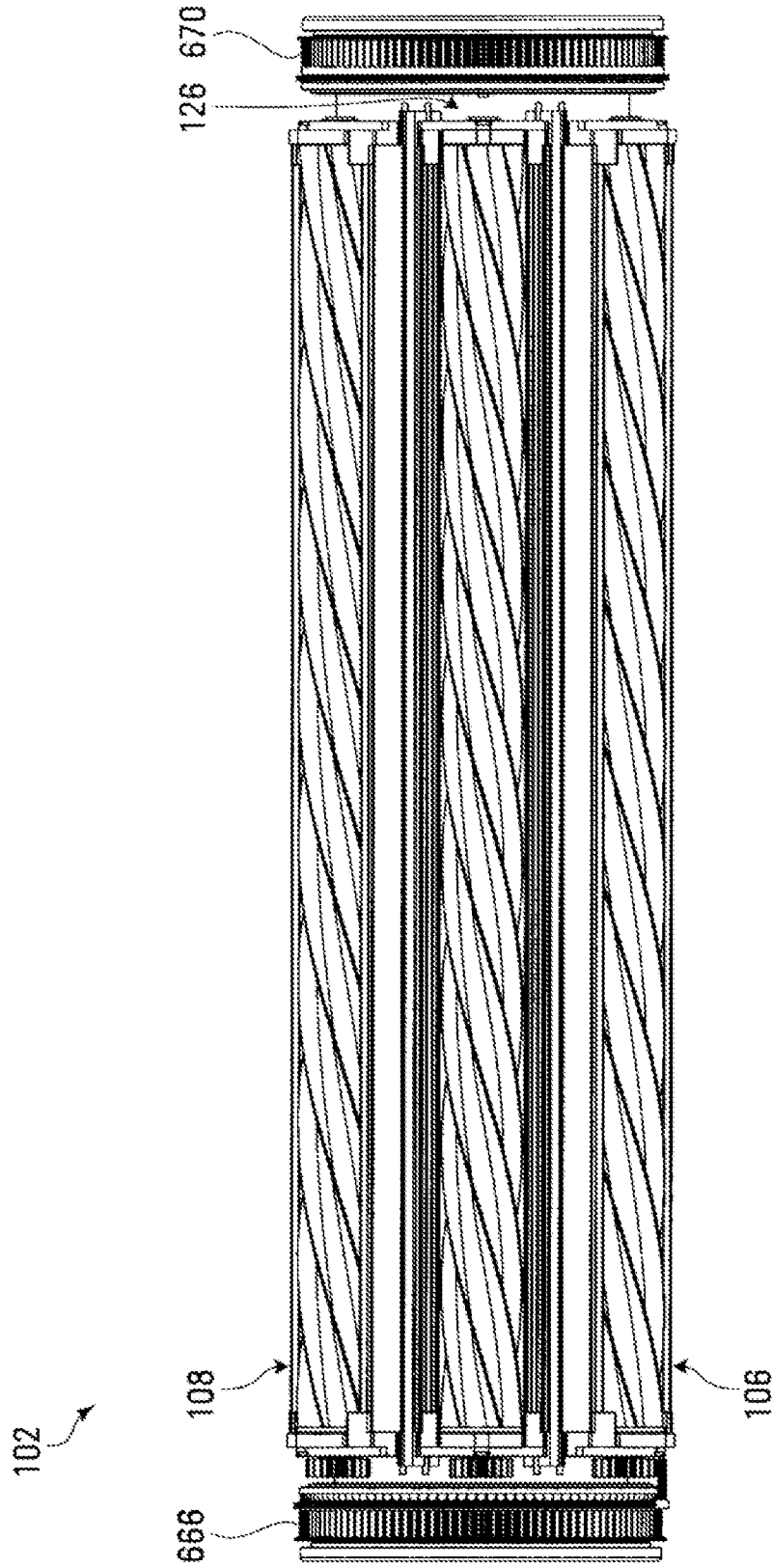
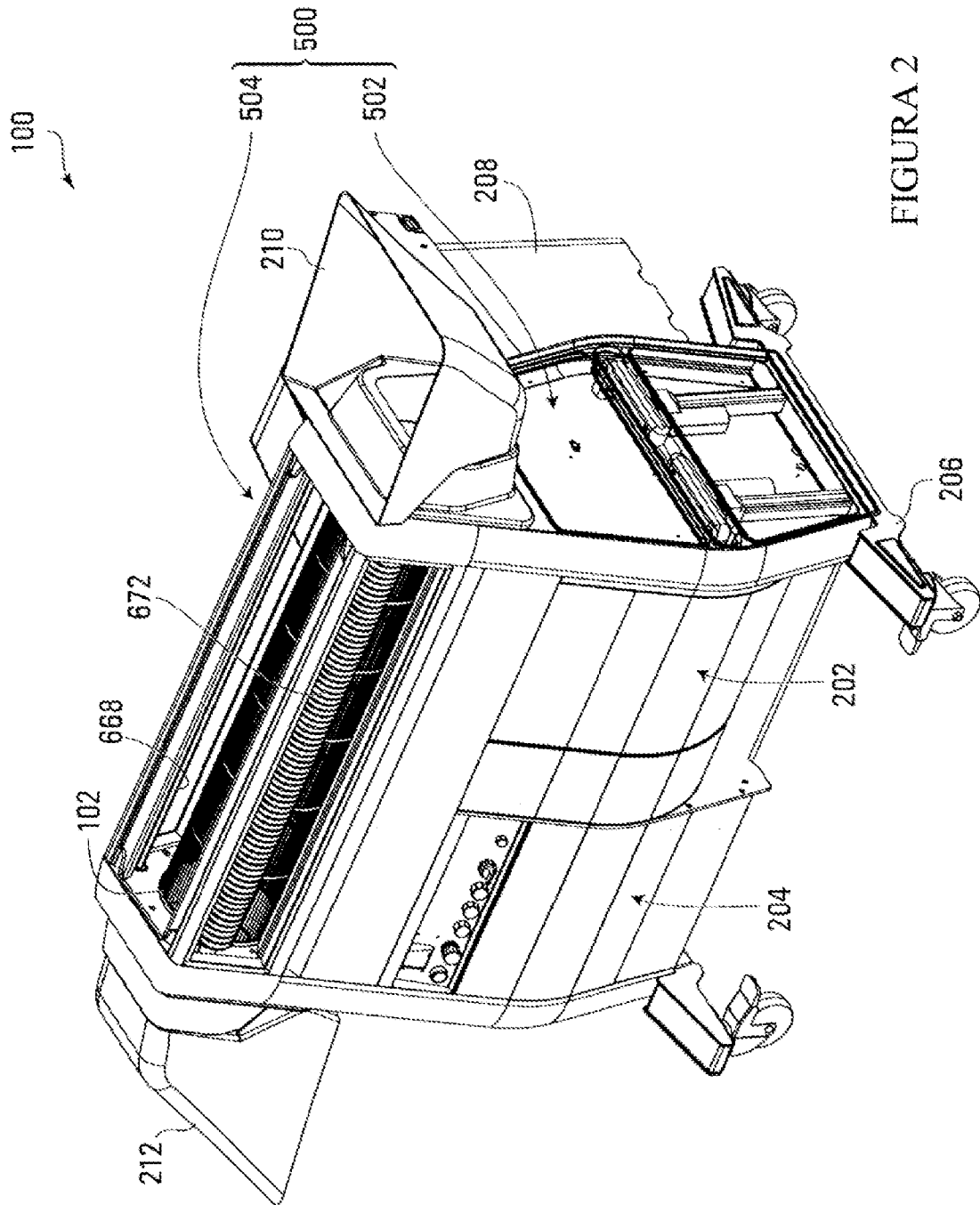
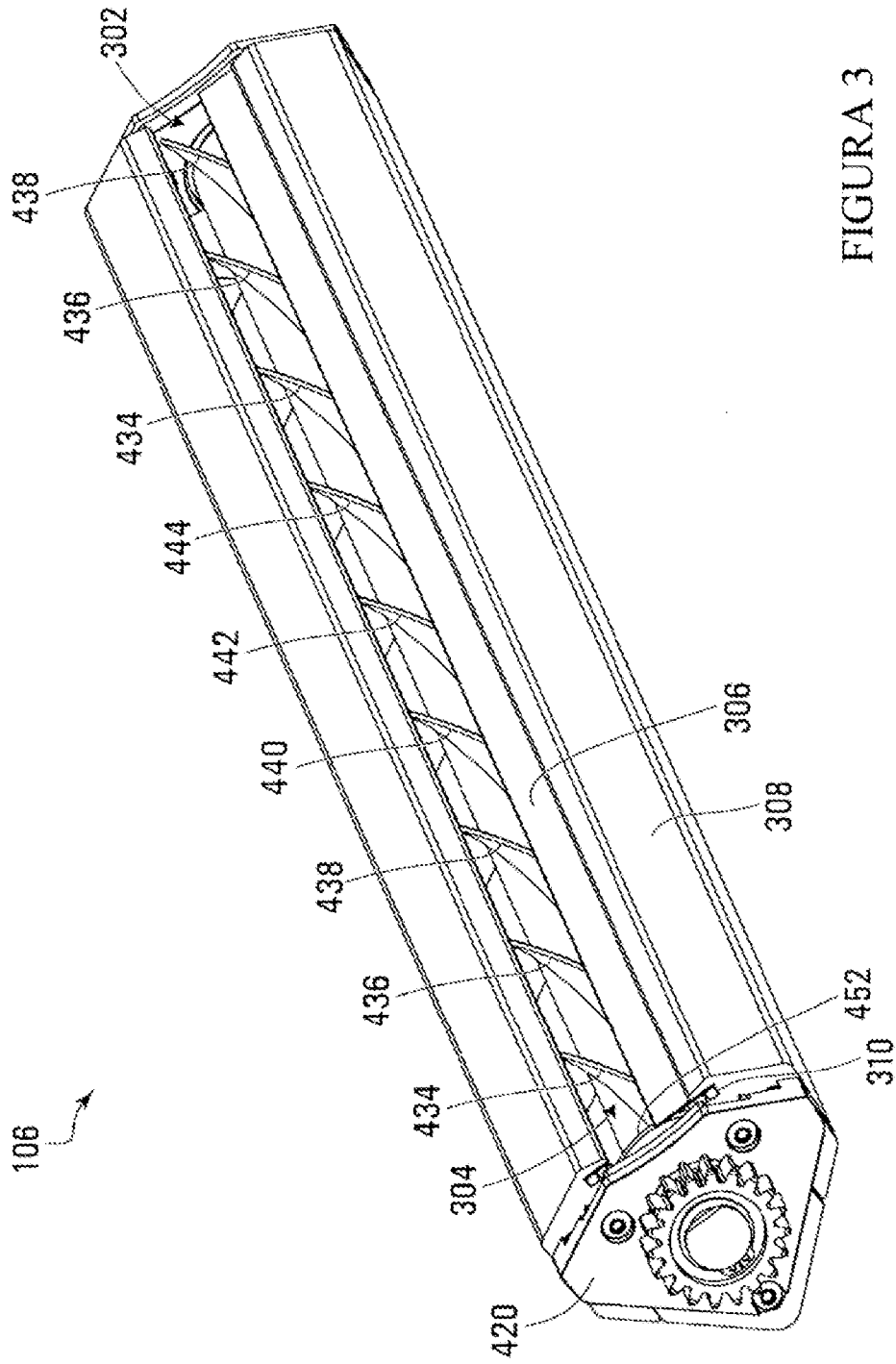


FIGURA 1D





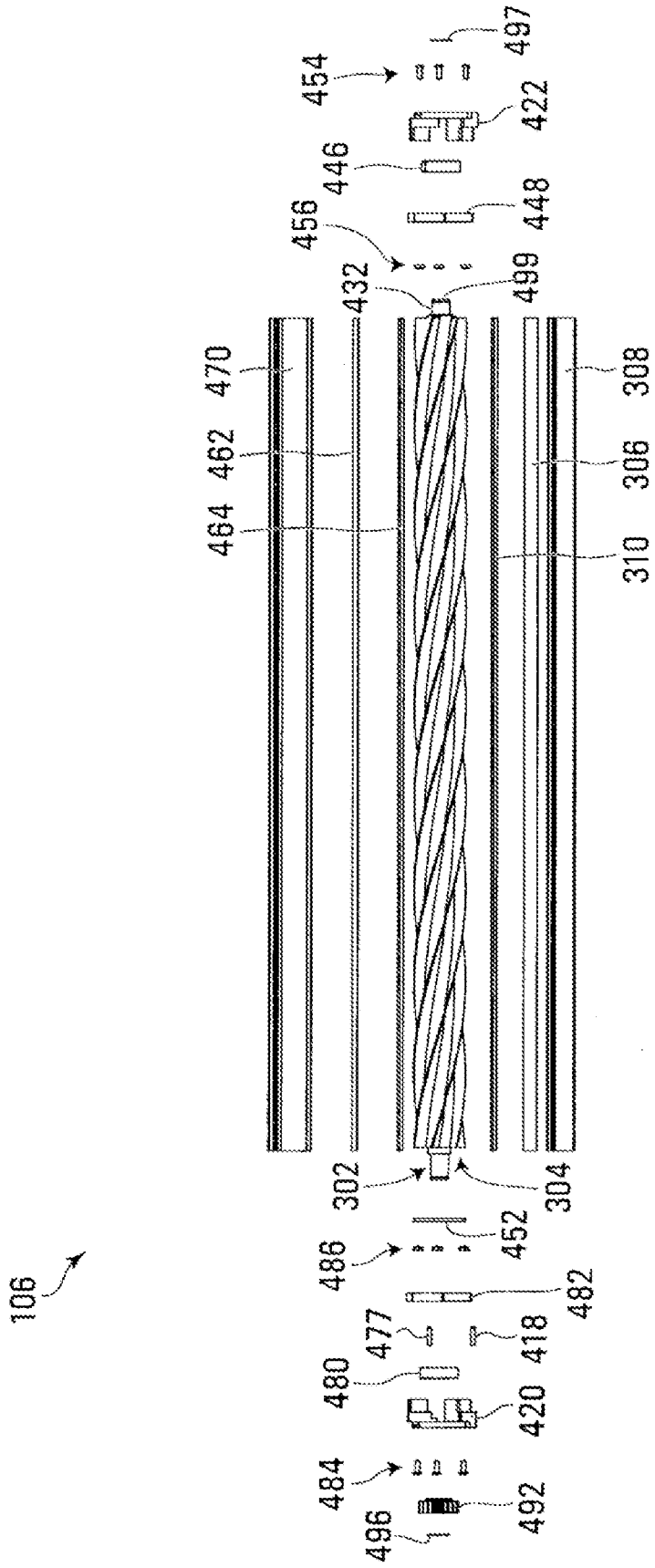


FIGURA 4A

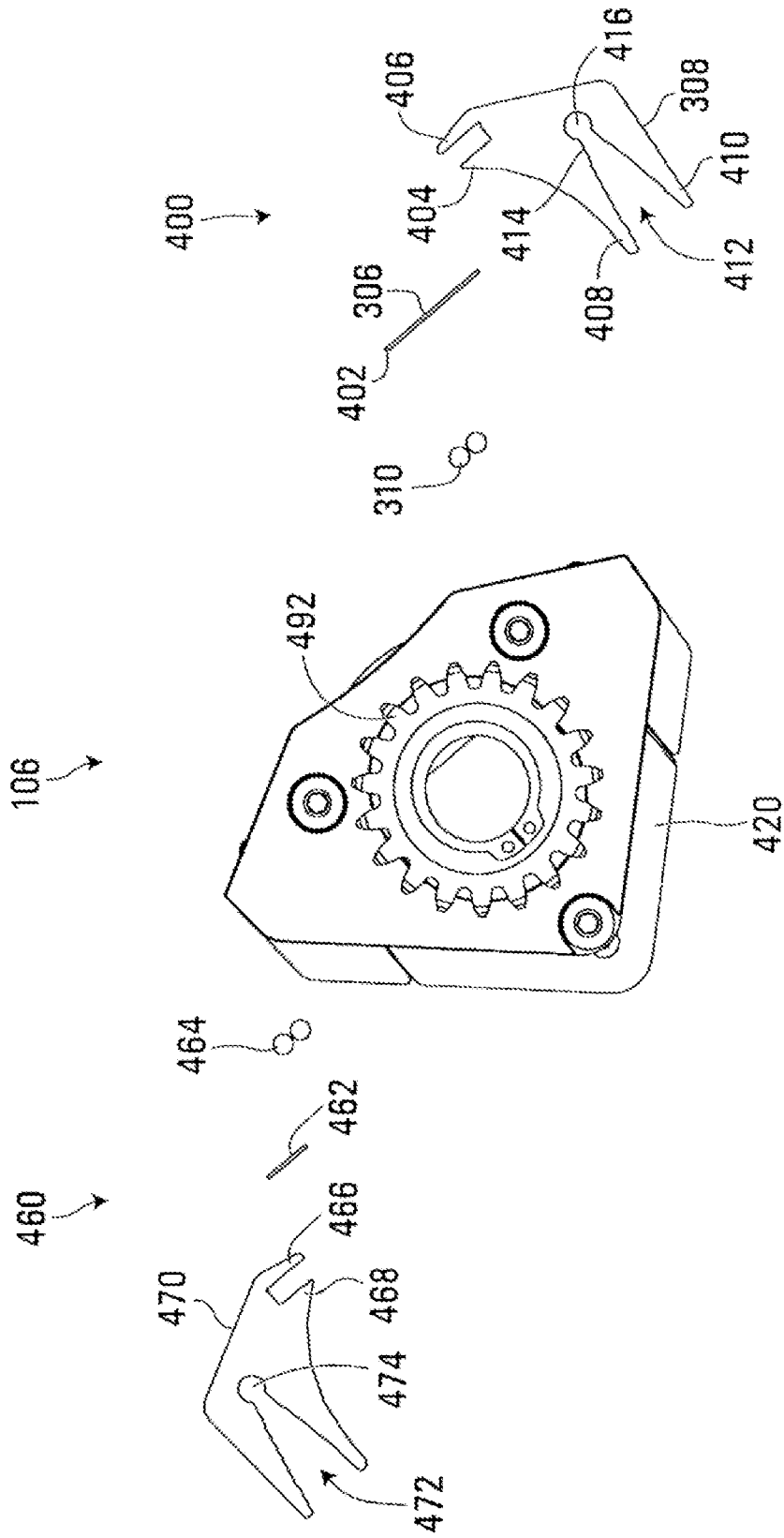


FIGURA 4B

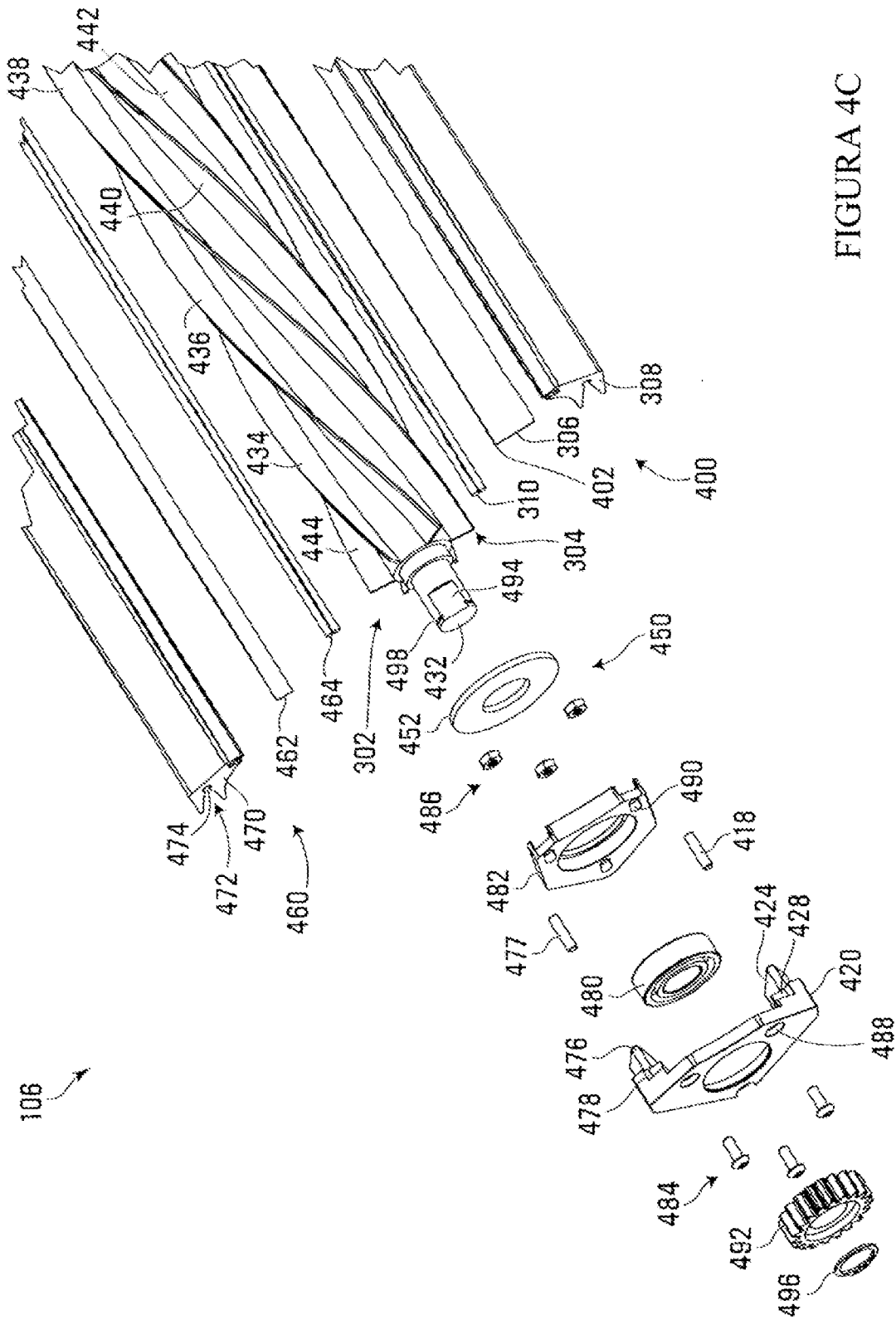


FIGURA 4C

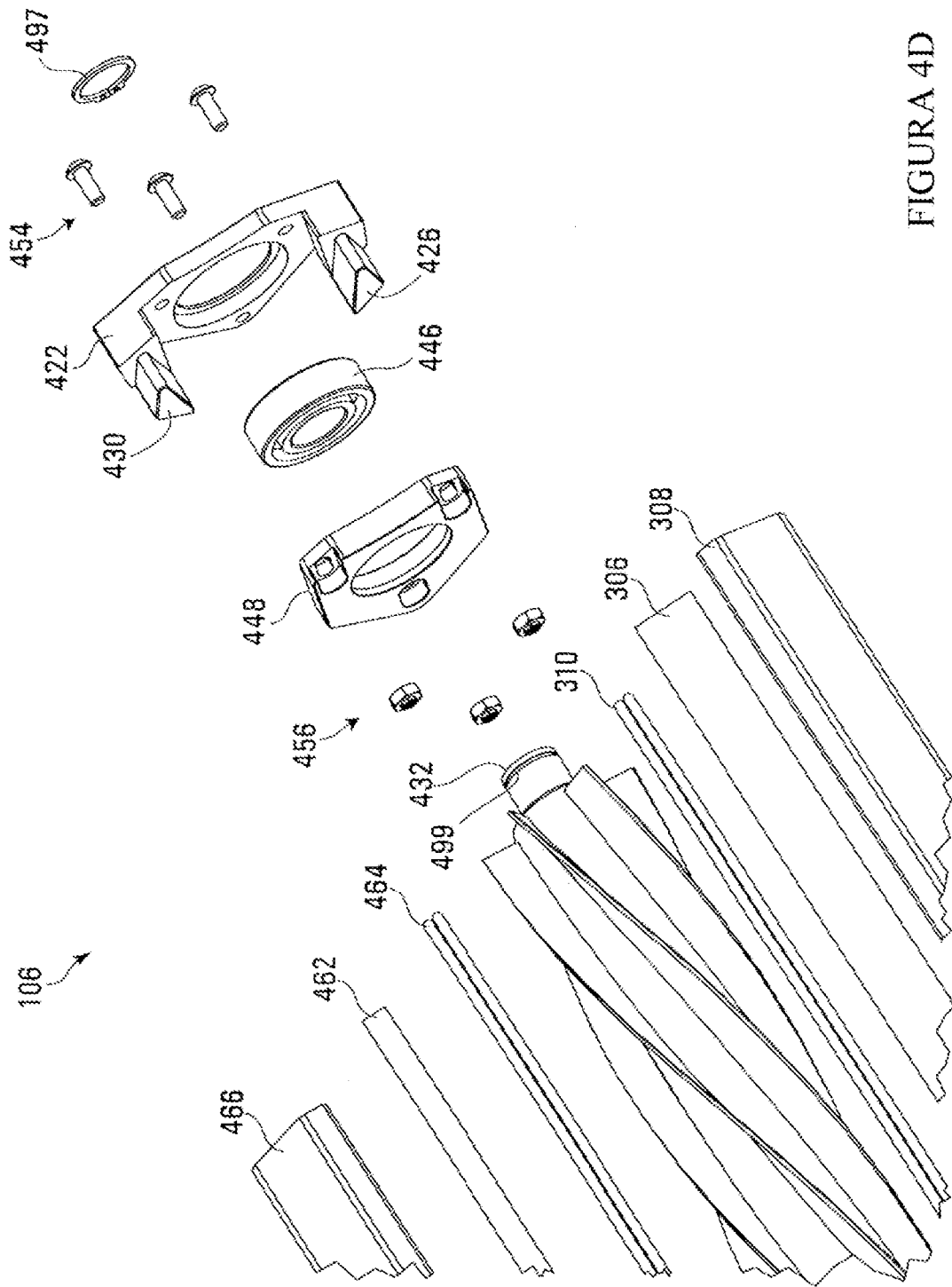


FIGURA 4D

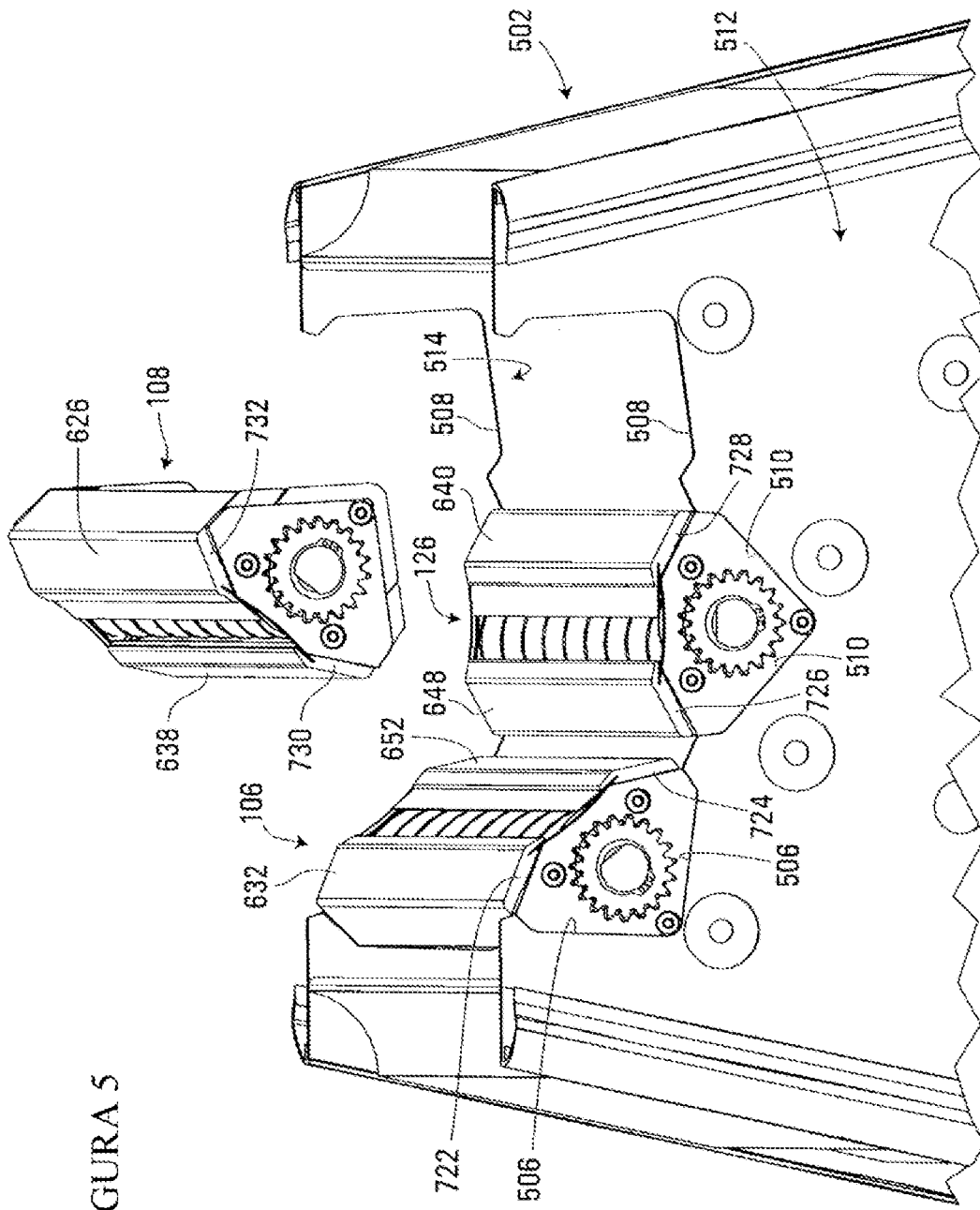


FIGURA 5

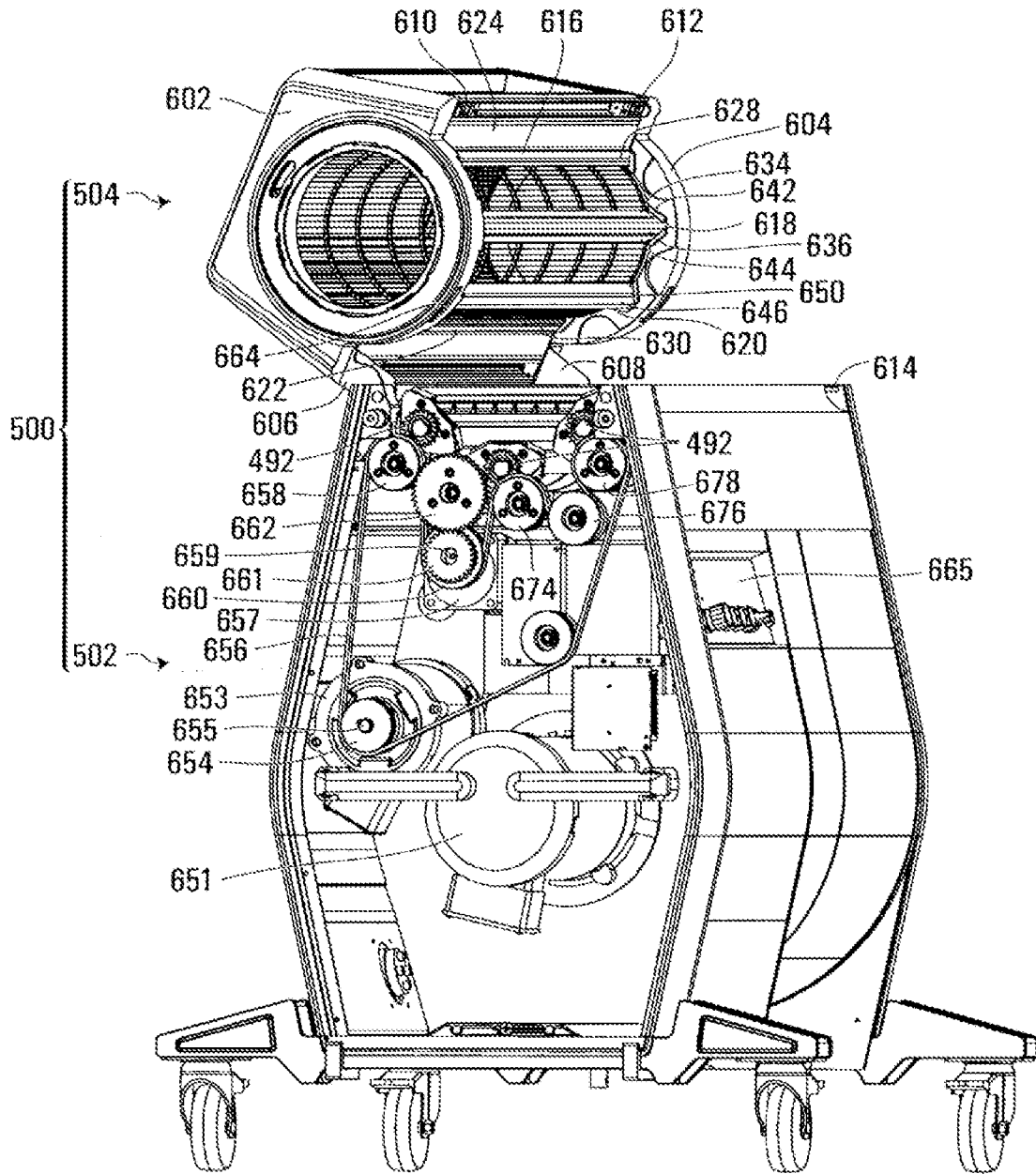


FIGURA 6

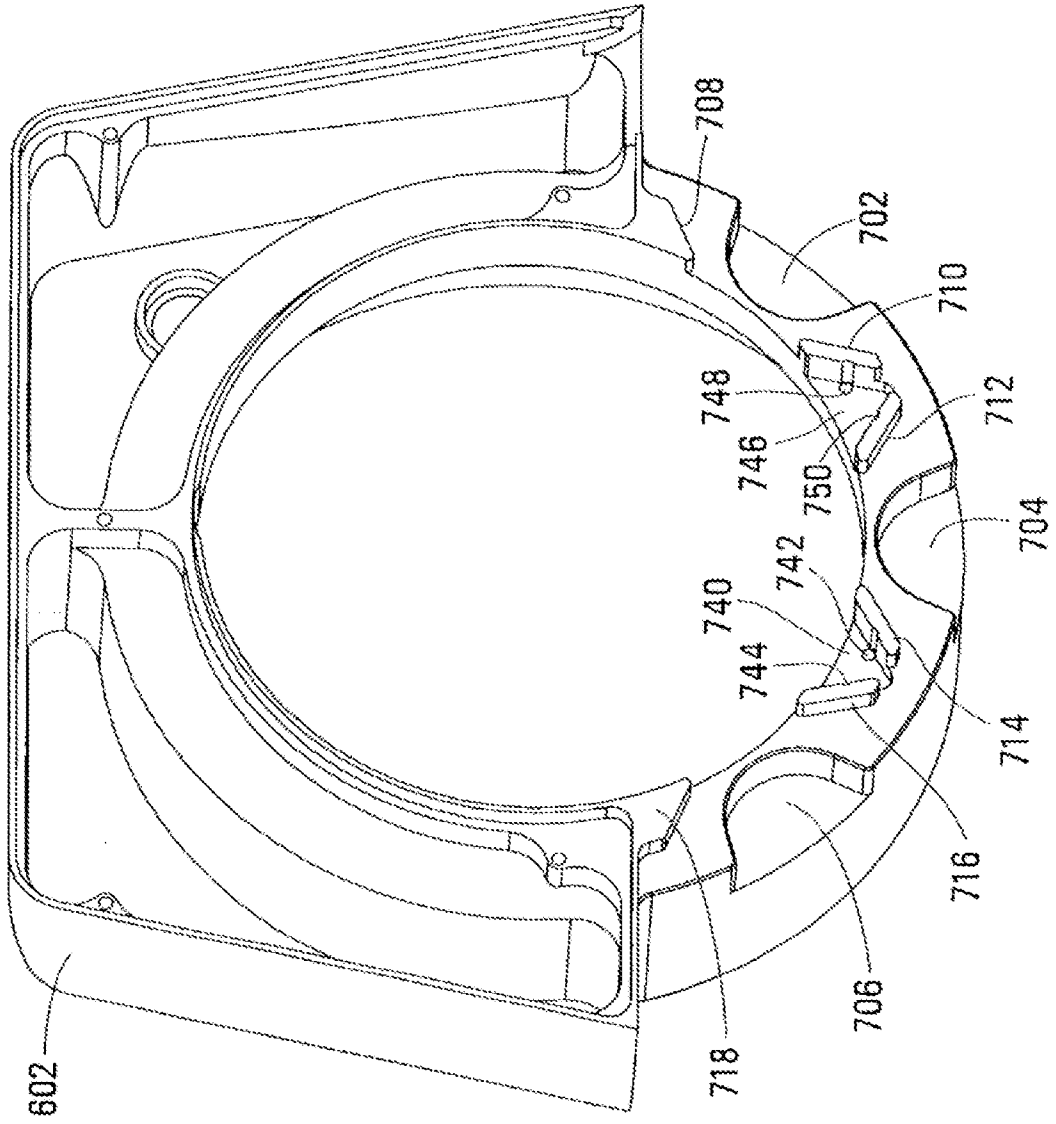


FIGURA 7

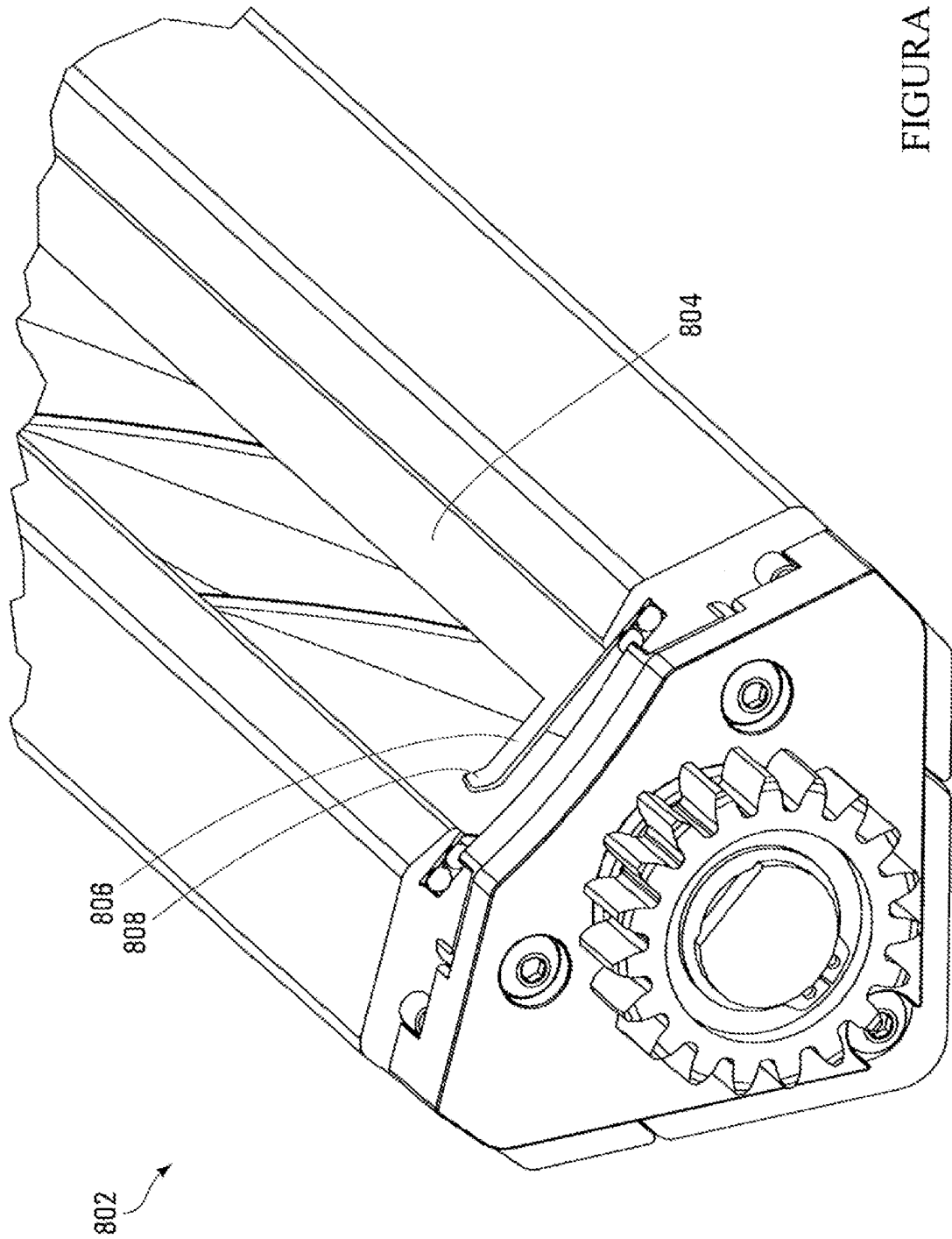


FIGURA 8

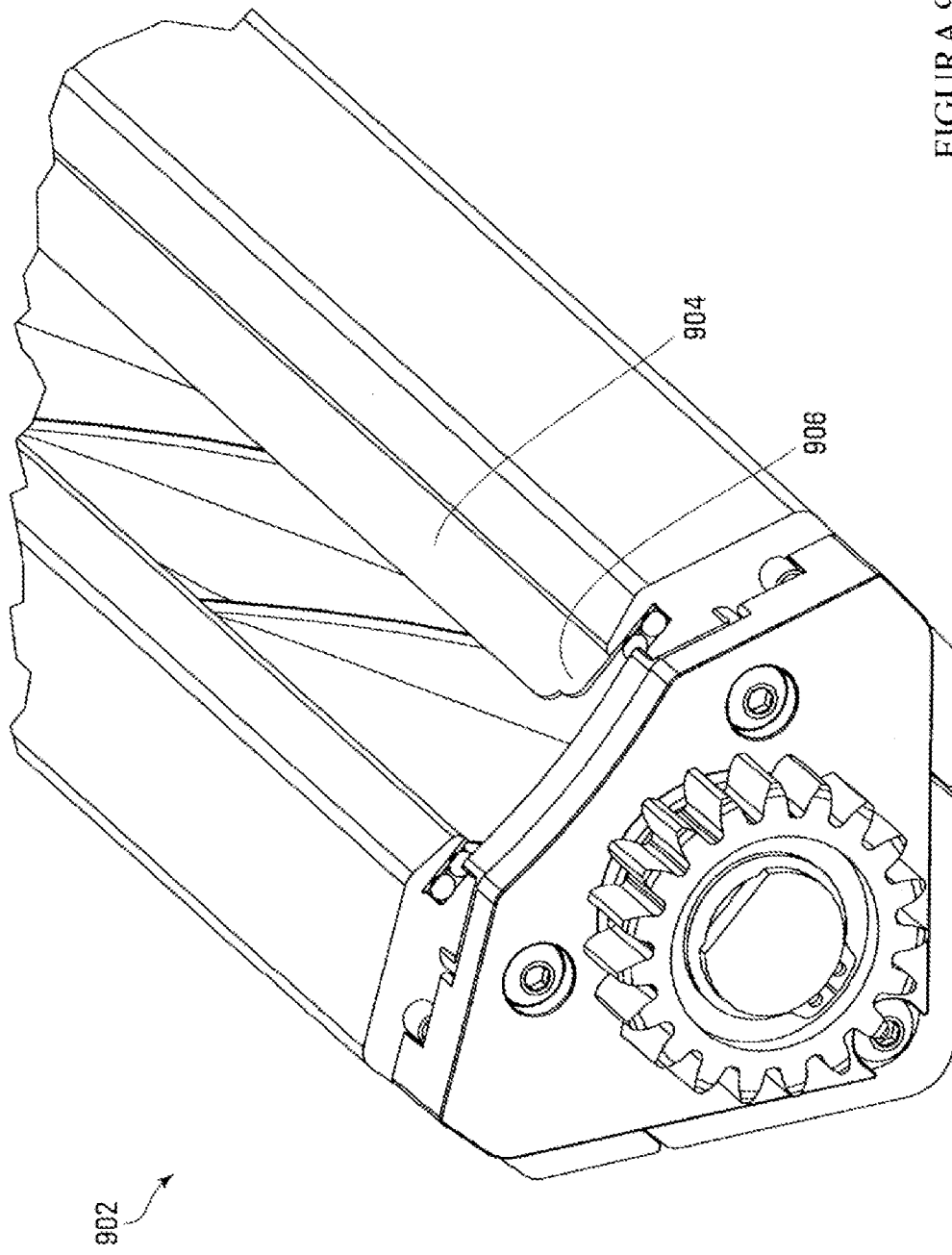


FIGURA 9

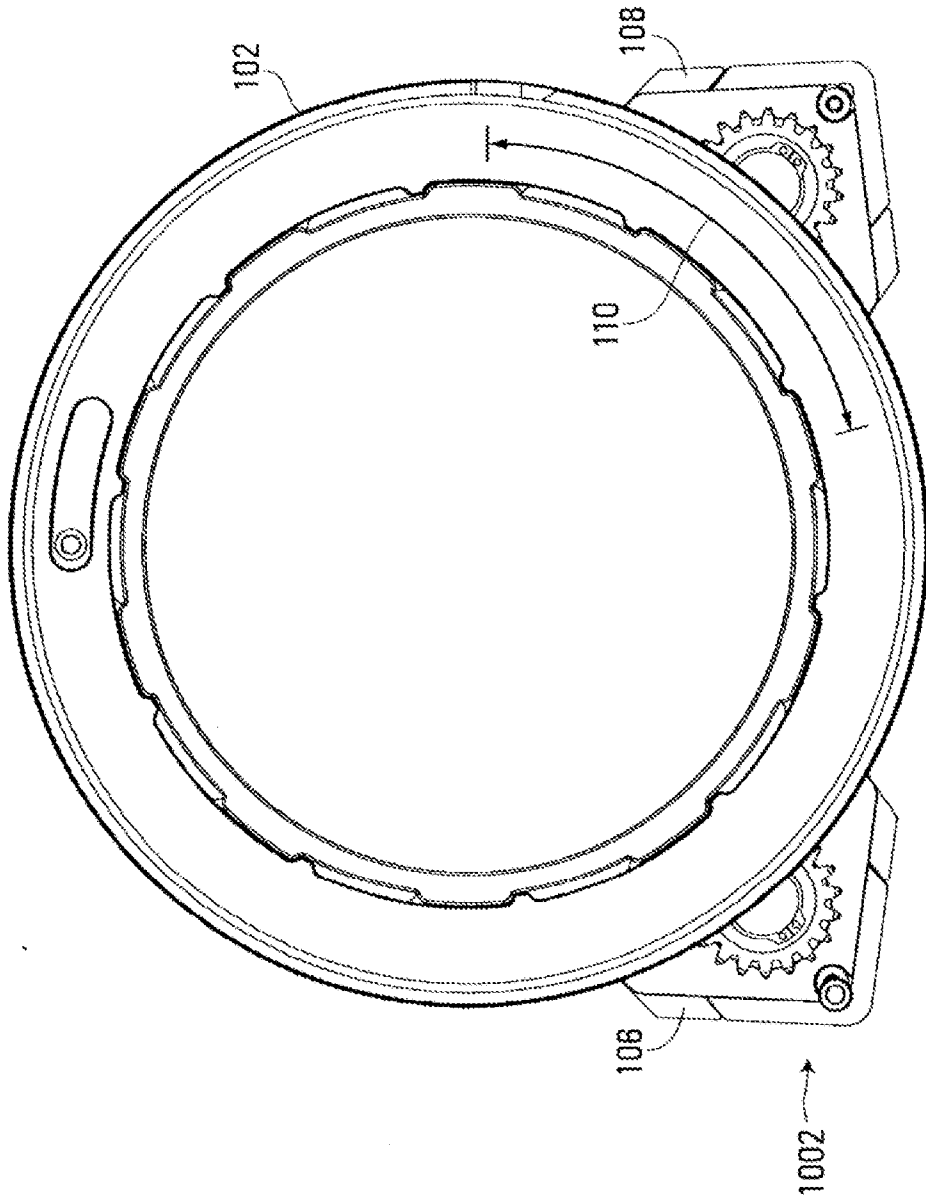


FIGURA 10