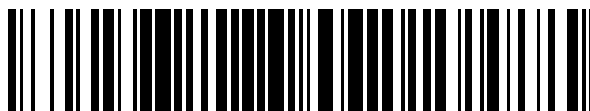


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 809**

51 Int. Cl.:

A01C 1/00 (2006.01)

A01H 1/04 (2006.01)

G01N 1/04 (2006.01)

A01H 4/00 (2006.01)

A01C 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09015806 .4**

96 Fecha de presentación: **02.03.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2210461**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.2010**

54 Título: **Muestreador automatizado de semillas libres de contaminación y procedimiento de toma de muestras**

30 Prioridad:
02.03.2006 US 778830 P
28.02.2007 US 680180

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2012

73 Titular/es:
MONSANTO TECHNOLOGY LLC (100.0%)
800 NORTH LINDBERGH BLVD.
ST. LOUIS, MO 63167, US

72 Inventor/es:
DEPPERMAN, KEVIN L.;
LISTELLO, JENNIFER;
RAHN, PHILIP y
KOESTEL, ANGELA

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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).

ES 2 390 809 T3

DESCRIPCIÓN

Muestreador automatizado de semillas libres de contaminación y procedimiento de toma de muestras

Campo

5 La presente divulgación versa acerca de sistemas y procedimientos para tomar muestras de materiales biológicos tales como semillas.

Antecedentes

Las declaraciones de la presente sección simplemente proporcionan información de los antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir la técnica anterior.

10 En el desarrollo y mejora de plantas, se realizan mejoras genéticas en la planta, bien mediante una reproducción selectiva o bien mediante manipulación genética, y cuando se consigue una mejora deseable, se desarrolla una cantidad comercial al plantar y cosechar semillas durante varias generaciones. No todas las semillas expresan los rasgos deseados y, por lo tanto, estas semillas necesitan ser descartadas de la población. Para acelerar el proceso de acopio de la población, se toman muestras estadísticas y son sometidas a prueba para descartar de la población semillas que no expresen de forma adecuada el rasgo deseado. Sin embargo, este muestreo estadístico
15 necesariamente permite que algunas semillas sin el rasgo deseable permanezcan en la población, y también puede excluir involuntariamente algunas semillas con el rasgo deseable de la población deseada.

La solicitud de patente U.S. con nº de serie 11/213.430 (presentada el 26 de agosto de 2005); la solicitud de patente U.S. con nº de serie 11/213.431 (presentada el 26 de agosto de 2005); la solicitud de patente U.S. con nº de serie 11/213.432 (presentada el 26 de agosto de 2005); la solicitud de patente U.S. con nº de serie 11/213.434
20 (presentada el 26 de agosto de 2005); y la solicitud de patente U.S. con nº de serie 11/213.435 (presentada el 26 de agosto de 2005), dan a conocer aparatos y sistemas para la toma automatizada de muestras de semillas al igual que procedimientos de toma de muestras, de realización de pruebas y de acopio de semillas. El documento EP 1 786 261 da a conocer una muestra de semilla con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

25 Sin embargo, al menos algunos sistemas automatizados conocidos de toma de muestras y de realización de pruebas permiten que diversos tipos de contaminación contaminen muestras recogidas y distorsionen los resultados. Por lo tanto, existe una necesidad de una toma automatizada de muestras de semillas de una forma sustancialmente libre de contaminación.

Resumen

30 Este problema se soluciona con un aparato según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 9. La presente divulgación versa acerca de sistemas y procedimientos de tomas muestras de forma no destructiva de material de semillas. Los procedimientos están adaptados en particular para una automatización, que permite un mayor muestreo de lo que era práctico anteriormente. Con una toma automatizada de muestras no destructiva permitida por al menos algunas de las realizaciones de la presente divulgación, es posible probar cada semilla en la población, y descartar aquellas semillas que no expresan un rasgo deseado. Esto acelera mucho el proceso de
35 acopio de una población dada de semillas, y puede tener como resultado una población final mejorada.

Diversas realizaciones de la presente divulgación facilitan el sometimiento a prueba de la mayor parte de las semillas, o de todas ellas, en una población antes de ser plantadas, de forma que no se malgasten tiempo ni recursos cultivando plantas sin los rasgos deseados. Además, diversas realizaciones permiten la toma automatizada de muestras de semillas de una forma libre de contaminación, eliminando sustancialmente, de ese modo, un cruce
40 entre muestras.

Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación facilitan la toma automatizada de muestras no destructiva de una forma sustancialmente libre de contaminación. Permiten el sometimiento a prueba y la clasificación de grandes volúmenes de semillas, facilitando de ese modo el acopio de poblaciones de semillas con rasgos deseados. Estas y otras características y ventajas serán evidentes en parte, y en parte señaladas más adelante.

45 Serán evidentes áreas adicionales de aplicabilidad de las presentes enseñanzas a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Se debería comprender que se pretende que la descripción y los ejemplos específicos tengan únicamente fines ilustrativos y no se pretende que limiten el alcance de las presentes enseñanzas.

Dibujos

50 Los dibujos descritos en el presente documento tienen únicamente fines ilustrativos y no se pretende que limiten el alcance de las presentes enseñanzas de ninguna forma.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema muestreador de semillas según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 2 es una vista ampliada en perspectiva de una estación de carga de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 5 La Figura 3 es una vista ampliada en perspectiva de un sistema de orientación de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 4 es una vista lateral en alzado del sistema de orientación de semillas mostrado en la Figura 3, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 10 La Figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de orientación de semillas mostrado en la Figura 3 que incluye un soporte de semillas, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 6 es una vista ampliada en perspectiva del soporte de semillas mostrado en la Figura 5, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 7 es una vista lateral ampliada en alzado del soporte de semillas mostrado en la Figura 6, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 15 La Figura 8 es una vista en perspectiva de una estación de molienda y de un subsistema de transporte de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una estación de toma de muestras del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 20 La Figura 10 es una vista lateral ampliada en alzado de la estación de toma de muestras de semillas, mostrada en la Figura 9, durante la operación del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 11 es una vista lateral en alzado de un aparato de suministro de líquido del sistema muestreador de semillas, mostrado en la Figura 1, en una posición retraída, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 25 La Figura 12 es una vista lateral en alzado del aparato de suministro de líquido mostrado en la Figura 11, en una posición extendida, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 13 es una vista en perspectiva de una plataforma de bandeja de muestras del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 30 La Figura 14 es una vista en perspectiva de una estación de tratamiento de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 15 es una vista lateral en alzado de un transportador de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 16 es una vista en perspectiva de una plataforma de bandeja de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 35 La Figura 17 es una vista lateral en alzado de una estación de carga de tubo de recogida del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 18 es una vista en perspectiva de un subsistema de preparación del tubo de recogida del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

- 40 La Figura 19 es una vista en perspectiva de una estación de limpieza del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

Los números de referencia correspondientes indican piezas correspondientes en todas las diversas vistas de los dibujos.

Descripción detallada

- 45 La siguiente descripción es simplemente de naturaleza ejemplar y no se pretende que limite de ninguna forma las presentes enseñanzas, su aplicación, o sus usos. En toda la presente memoria se utilizarán números de referencia similares para hacer referencia a elementos similares.

La Figura 1 ilustra un sistema muestreador automatizado 10 de semillas, según diversas realizaciones de la presente divulgación. En general, el sistema muestreador 10 de semillas incluye una estación 100 de carga de semillas, un sistema 200 de orientación de semillas, un subsistema 300 de transporte de semillas, una estación 400 de molienda, una estación 500 de toma de muestras, un subsistema 600 de recogida y de transporte de semillas, un subsistema 700 de suministro de líquido, un subsistema 800 de depósito de muestras, una estación 900 de tratamiento de semillas y un subsistema 1000 de depósito de semillas.

El sistema muestreador 10 de semillas está estructurado y es operable para aislar una semilla de un recipiente 104 de semillas de la estación 100 de carga de semillas, orientar la semilla en la estación 200 de orientación de semillas y transferir la semilla a la estación 400 de molienda, por medio del subsistema 300 de transporte. Además, el sistema muestreador 10 de semillas está estructurado y es operable para eliminar una porción del material de revestimiento de la semilla en la estación 400 de molienda, transferir la semilla a la estación 500 de toma de muestras, por medio del subsistema 300 de transporte de semillas, en el que se extrae el material de muestra de la semilla en el lugar en el que se ha eliminado el material de revestimiento de la semilla. Además, el sistema muestreador 10 de semillas también está estructurado y es operable para transportar la muestra extraída hasta el subsistema 800 de depósito de muestras, por medio del subsistema 700 de transporte de muestras, y depositar la muestra extraída en una bandeja 14 de muestras ubicada en el subsistema 800 de depósito de muestras. En diversas realizaciones, se recoge el material de muestra en un tubo desechable de muestra y es suministrado a la bandeja 14 de muestras utilizando líquido, como se describe adicionalmente a continuación. Además, el sistema muestreador 10 de semillas también está estructurado y es operable para tratar la porción expuesta, por ejemplo, aplicar un revestimiento protector a la misma, de la semilla en la estación 900 de tratamiento de semillas y transportar la semilla al subsistema 1000 de depósito de semillas, en el que se deposita la semilla en una bandeja 18 de semillas ubicada en una plataforma del subsistema 1000 de depósito de semillas.

Se debería comprender que el sistema muestreador 10 de semillas, como se muestra y se describe en el presente documento, incluye diversos tirantes, vigas, plataformas, pedestales, etc. estacionarios a los que se acoplan, conectan y/o montan diversos componentes, dispositivos, mecanismos, sistemas, subsistemas, conjuntos y subconjuntos descritos en el presente documento. Aunque son necesarios tales tirantes, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. para la construcción del sistema muestreador 10 de semillas, no es necesaria la descripción de su colocación, orientación e interconexiones para un experto en la técnica para comprender fácil y completamente la estructura, la función y la operación del sistema muestreador 10 de semillas. En particular, tales tirantes, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. están ilustrados claramente en todas las figuras y, como tal, su colocación, orientación e interconexiones pueden ser comprendidas por un experto en la técnica. Por lo tanto, en aras de la simplicidad, se denominará en el presente documento a tales tirantes, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. simplemente como estructuras de soporte del sistema, faltando una descripción adicional de su colocación, orientación e interconexiones.

Con referencia ahora a las Figuras 2 y 3, en diversas realizaciones, la estación de carga de semillas incluye el recipiente 104 de semillas y una rueda 108 de separación. La rueda 108 de separación está montada para girar en un plano vertical, de forma que una porción de la rueda 108 de separación se extiende al interior de un depósito interior del recipiente 104 de semillas. Otra porción de la rueda 108 de separación se extiende fuera del recipiente 104 de semillas, de forma que una cara 120 de la rueda 108 de separación está colocada adyacente a un recogedor 124 de semillas. La rueda 108 de separación de semillas incluye una pluralidad de orificios rebajados separados 128 que se extienden a través de la cara 120 y están acoplados con comunicación a un sistema de vacío (no mostrado), de forma que se proporcione un vacío en cada uno de los orificios rebajados 128.

Para iniciar la operación del sistema muestreador 10 de semillas, se colocan semillas que van a ser muestreadas y sometidas a prueba en el depósito interior del recipiente 104 de semillas y se proporciona un vacío a al menos algunos de los orificios rebajados 128, por ejemplo los orificios rebajados 128 en la cara 120 de la porción de la rueda 108 de separación que se extiende al interior del depósito interior del recipiente 104 de semillas. Entonces, se gira de forma incremental la rueda 108 de separación de semillas, por medio de un motor 132 de indexado, de forma que los orificios rebajados 128 giran de forma secuencial a través del depósito interior del recipiente 104 de semillas, fuera del recipiente 104 de semillas, y por el recogedor 124 de semillas antes de volver a entrar en el depósito interior del recipiente 104 de semillas. Según gira de forma incremental la rueda de separación y los orificios rebajados 128 pasan de forma incremental a través del depósito interior del recipiente 104 de semillas, se recogen semillas individuales y se mantienen en cada uno de los orificios rebajados 128 por medio del vacío proporcionado en los orificios rebajados respectivos 128. Según gira de forma incremental la rueda 108 de separación, las semillas son transportadas fuera del recipiente 104 de semillas hasta el recogedor 124 de semillas en el que se retira cada semilla de la cara 120 de la rueda 108 de separación. Después de que se retira cada semilla de la rueda 108 de separación, se canaliza la semilla hasta un tubo 136 de transferencia de la estación de carga. Entonces, la semilla pasa a través del tubo 136 de transferencia de la estación de carga, por medio de la gravedad, vacío o aire a presión, al interior de un dispositivo 204 de formación de imágenes de semillas del sistema 200 de orientación de las semillas. El tubo 136 de transferencia de la estación de carga está dimensionado para tener un diámetro interno que solo permitirá que pase la semilla a través del tubo 136 de transferencia de la estación de carga en una orientación longitudinal. Es decir, la semilla solo puede pasar a través del tubo 136 de transferencia de la estación de carga bien

en una orientación con la punta hacia arriba o bien con la punta hacia abajo y el diámetro interno no permitirá que la semilla ruede ni se dé la vuelta según pasa a través del tubo 136 de transferencia de la estación de carga.

En diversas realizaciones, el recogedor 124 de semillas incluye una escobilla (no mostrada) que desplaza físicamente cada semilla del orificio rebajado respectivo 128 según gira de forma incremental la rueda 108 de separación por el recogedor 124 de semillas. A partir de entonces, la semilla desplazada pasa a través del tubo 136 de transferencia de la estación de carga hasta el dispositivo 204 de formación de imágenes. De forma alternativa, en diversas otras realizaciones, se puede liberar cada semilla del orificio rebajado respectivo 128 al terminar temporalmente el vacío en cada orificio rebajado individual 128 cuando el orificio rebajado individual 128 está colocado adyacente al recogedor 124 de semillas. A partir de entonces, se transfiere la semilla desplazada al dispositivo 204 de formación de imágenes, por medio del tubo 136 de transferencia de la estación de carga. En otras realizaciones más, se puede soplar cada semilla desde el orificio rebajado respectivo 128 al proporcionar aire a presión temporalmente en cada orificio rebajado individual 128, dado que el orificio rebajado individual 128 está colocado adyacente al recogedor 124 de semillas. A partir de entonces, se transfiere la semilla desplazada al dispositivo 204 de formación de imágenes, por medio del tubo 136 de transferencia de la estación de carga.

Además, en diversas realizaciones la estación 100 de carga de semillas puede incluir una tolva 140 de semillas a granel que tiene una superficie formada y un mecanismo vibrador 144 de alimentación. Se pueden colocar grandes cantidades de semillas en la tolva 140 en la que se canalizan las semillas sobre el mecanismo vibrador 144 de alimentación. Se puede controlar el mecanismo vibrador 144 de alimentación para meter semillas en el recipiente 104 de semillas en el que se separan las semillas y son transferidas al dispositivo 204 de formación de imágenes del sistema 200 de orientación de semillas, como se ha descrito anteriormente.

Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4, el sistema 200 de orientación de semillas comprende el dispositivo 204 de formación de imágenes de las semillas, un dispositivo 208 de formación de imágenes, y un dispositivo 212 de orientación de semillas montado en una plataforma central estacionaria 214 del sistema muestreador 10 de semillas. El dispositivo 204 de formación de imágenes de las semillas incluye una ventana 216 y un área interna de orientación de las semillas que es visible a través de la ventana 216. El dispositivo 212 de orientación incluye un accionador basculante 220 operable para hacer girar la semilla mientras que se suspende la semilla en el área de orientación de las semillas. El dispositivo 204 de formación de imágenes de las semillas está conectado a un extremo del tubo 136 de transferencia de la estación de carga y el dispositivo 208 de formación de imágenes está montado en una estructura de soporte del sistema adyacente al dispositivo de formación de imágenes, de forma que el dispositivo 208 de formación de imágenes está colocado para ver una semilla suspendida en el área de orientación de las semillas a través de la ventana 216.

Cuando se transfiere una semilla al dispositivo 204 de formación de imágenes, por medio del tubo 136 de transferencia de la estación de carga, se suspende la semilla en el área de orientación de las semillas, adyacente a la ventana 216, y es vista por el dispositivo 208 de formación de imágenes a través de la ventana 216. En diversas realizaciones diferentes, se hace levitar la semilla en el área de orientación de las semillas utilizando aire proporcionado a través de un tubo 224 de transferencia del sistema de orientación conectado a la parte inferior del dispositivo 204 de formación de imágenes, frente al tubo 136 de transferencia de la estación de carga. O, en diversas realizaciones, se puede mantener físicamente la semilla en el área de orientación de las semillas utilizando cualquier medio mecánico adecuado.

Según se suspende la semilla adyacente a la ventana 216, se capta una imagen de la semilla dentro del dispositivo 204 de formación de imágenes por medio del dispositivo 208 de formación de imágenes. El dispositivo 208 de formación de imágenes puede ser cualquier dispositivo de formación de imágenes adecuado para captar imágenes a través de la ventana 216 de las semillas suspendidas en el área de orientación de las semillas. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el dispositivo 208 de formación de imágenes comprende una cámara digital de alta resolución de alta velocidad, tal como una cámara de visión mecánica de tecnología visual disruptiva (DVT). Se comunica la imagen a un controlador del sistema basado en ordenador (no mostrado), en el que se determina una orientación de la semilla, es decir, con la punta hacia arriba o con la punta hacia abajo. En diversas realizaciones, el dispositivo 208 de formación de imágenes de las semillas ubica, además, un centroide de las semillas e identifica el punto más lejano desde el centroide como la punta.

Si se determina que la semilla está con la punta hacia abajo, se transporta la semilla en la orientación con la punta hacia abajo, por medio del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación, a uno de una pluralidad de soportes 304 de semillas. Si se determina que la semilla está con la punta hacia arriba, el controlador del sistema ordena al accionador basculante 220 que gire la semilla 180° para colocar la semilla en la orientación con la punta hacia abajo. Por ejemplo, el accionador basculante 220 puede ser operado de forma neumática, de forma que se utiliza aire para hacer girar la semilla hasta que se detecta la orientación con la punta hacia abajo por medio del dispositivo 208 de formación de imágenes. O, el accionador basculante puede ser un accionador mecánico que gira la semilla sujeta por medio de un dispositivo mecánico de sujeción adecuado para colocar la semilla en la orientación con la punta hacia abajo. Una vez se encuentra en la orientación con la punta hacia abajo, se transporta la semilla en la orientación con la punta hacia abajo, por medio del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación, a uno de los soportes 304 de semillas. La orientación de las semillas en la posición con la punta hacia abajo minimiza el

impacto sobre la viabilidad de la semilla cuando se extrae una muestra de la semilla, como se describe a continuación. En diversas realizaciones, se transportan las semillas por medio del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación utilizando la gravedad, es decir, las semillas caen del dispositivo 204 de formación de imágenes, a través del tubo 224 de transferencia y al interior de uno de los soportes 304 de las semillas. Además, se mantiene cada semilla en la orientación apropiada, es decir, con la punta hacia abajo, durante el transporte al soporte respectivo 304 de semillas al proporcionar el tubo 224 de transferencia del sistema de orientación con un diámetro interno dimensionado de forma que las semillas no puedan girarse hasta la posición con la punta hacia arriba.

Según se utiliza en el presente documento, el controlador del sistema puede ser un sistema basado en un único ordenador, o una pluralidad de subsistemas interconectados entre sí en red para coordinar las operaciones simultáneas del sistema muestreador 10 de semillas, descrito en el presente documento. Por ejemplo, el controlador del sistema puede incluir una pluralidad de subsistemas del controlador, por ejemplo, un subsistema del controlador para cada estación descrita en el presente documento. Cada subsistema del controlador podría incluir uno o más procesadores o microprocesadores que se comunican con diversos sensores, dispositivos, mecanismos, motores, herramientas, etc. del sistema muestreador de semillas, y están conectados conjuntamente en red con un sistema principal de ordenador para operar de manera cooperativa todas las estaciones, los sistemas y subsistemas del sistema muestreador 10 de semillas. O de forma alternativa, el controlador del sistema podría comprender un único ordenador conectado de forma comunicativa a todos los diversos sensores, dispositivos, mecanismos, motores, herramientas, etc., para operar de manera cooperativa todas las estaciones, los sistemas y subsistemas del sistema muestreador 10 de semillas.

Los soportes 304 de semillas están montados en una plataforma giratoria motorizada 308, y están separados uniformemente en torno a un área perimetral de la misma, del subsistema 300 de transporte de semillas. El tubo 224 de transferencia del sistema de orientación está conectado a un primer extremo al dispositivo 204 de formación de imágenes de las semillas, de forma que se coloca un segundo extremo del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación a una distancia específica por encima de una porción perimetral de la plataforma giratoria 308. Más en particular, el segundo extremo del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación está colocado por encima de la plataforma giratoria 308 una distancia suficiente como para permitir que los soportes 304 de semillas pasen por debajo del segundo extremo del tubo de transferencia del sistema de orientación. Sin embargo, el segundo extremo del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación también está colocado por encima de la plataforma giratoria 308, de forma que solo hay una pequeña cantidad de espacio libre entre el segundo extremo y los soportes 304. Por lo tanto, cada semilla permanecerá en la orientación con la punta hacia abajo según pase desde el tubo 224 de transferencia del sistema de orientación hasta uno de los soportes 304 de semillas.

Con referencia ahora a las Figuras 5, 6 y 7, cada soporte 304 de semillas está estructurado y es utilizado para retener de forma rígida una semilla respectiva en la orientación con la punta hacia abajo. Cada soporte 304 de semillas incluye un par de cabezales opuestos 312 de fijación colocados de forma deslizante dentro de receptáculos opuestos 316 de fijación. Los receptáculos opuestos 316 de fijación están separados por un canal 318 para semillas formado lateralmente a lo largo de una línea central C del soporte 304 de semillas. Cada cabezal 312 de fijación está conectado a un pistón respectivo 320 de fijación por medio de un eje respectivo 324 de fijación. Cada pistón 320 de fijación está alojado de forma deslizante dentro de un cilindro de pistón interno longitudinal respectivo 328 del soporte 304 de semillas. Hay colocado un resorte 332 de compresión en el interior de cada cilindro 328 de pistón entre una base del pistón respectivo y una parte inferior del cilindro de pistón respectivo 328. En consecuencia, cada cabezal 312 de fijación está empujado hacia la línea central C del soporte 304 de semillas. Cuando un soporte 304 de semillas se encuentra en un estado inactivo, es decir, cuando el soporte respectivo de semillas no está sujetando una semilla ni está siendo manipulado para sujetar una semilla, los cabezales opuestos 312 de fijación estarán empujados por los resortes 332 hasta una posición completamente extendida, o desplegada. Cuando los cabezales 312 de fijación se encuentran en la posición desplegada, una parte superior de cada pistón respectivo 320 se extenderá al interior de una vía respectiva 336 de acceso de la horquilla que se extiende de forma lateral a través del soporte 304 de semillas en lados opuestos del canal 318 para semillas.

Cada cabezal 312 de fijación está fabricado de un material resiliente ligeramente blando, tal como neopreno, de forma que no se dañará una semilla sujeta entre los cabezales opuestos 312 de fijación, como se describe a continuación.

Como se ha descrito anteriormente, los soportes 304 de semillas están montados en la plataforma giratoria 308, y están separados uniformemente en torno a un área perimetral de la misma. Antes del proceso de orientación de las semillas descrito anteriormente, subsiguientemente al mismo, o sustancialmente simultáneamente con el mismo, se gira la plataforma giratoria 308 para colocar un soporte vacío 308 de semillas, es decir, uno sin la semilla, bajo el tubo 224 de transferencia del sistema de orientación. Más específicamente, el canal 318 para semillas está colocado bajo el tubo 224 de transferencia del sistema de orientación. Cuando se coloca un soporte 304 de semillas bajo el tubo 224 de transferencia del sistema de orientación se activa un separador automatizado 340 de los cabezales de fijación para separar los cabezales 312 de fijación, de forma que se pueda recibir una semilla entre los cabezales 312 de fijación. El separador 340 de los cabezales de fijación está montado en la estructura de soporte del sistema adyacente al dispositivo 212 de orientación de las semillas e incluye un par de lengüetas 344 de la horquilla

acopladas a una base 348 de la horquilla. El separador 340 de los cabezales de fijación es operable para extender la base 348 de la horquilla y las lengüetas 344 de la horquilla hacia el soporte 304 de semillas. Por ejemplo, el separador 340 de los cabezales de fijación puede ser un dispositivo neumático operable para extender y retraer la base 348 de la horquilla. Cada lengüeta 344 de la horquilla tiene una porción extrema distal achaflanada y está dimensionada para encajar en las vías 336 de acceso de la horquilla.

Tras la activación del separador 340 de los cabezales de fijación, se extiende la base 348 de la horquilla hacia el soporte 304 de semillas, de forma que se insertan las lengüetas 344 en las vías 336 de acceso de la horquilla. Según se desliza cada lengüeta 344 en la vía respectiva 336 de acceso de la horquilla las porciones achaflanadas de extremo distal se deslizan entre la parte superior de cada pistón respectivo 320 y una pared interna de la vía 336 de acceso de la horquilla. Según se extienden las lengüetas 344 adicionalmente al interior de cada vía 336 de acceso de la horquilla, el chaflán de cada lengüeta obliga al pistón respectivo 320 hacia fuera y alejándose de la línea central C del soporte de semillas. En consecuencia, según se mueven los pistones 320 hacia fuera y alejándose de la línea central C, también se mueven hacia fuera y se separan entre sí los cabezales 312 de fijación y de la línea central C. Por lo tanto, se mueven los cabezales 312 de fijación hasta una posición retraída en la que se puede colocar una semilla entre los mismos.

Una vez que se han retraído los cabezales 312 de fijación, se puede transportar una semilla orientada de forma apropiada a través del tubo 224 de transferencia del sistema de orientación y se puede colocar en la orientación con la punta hacia abajo entre los cabezales 312 de fijación. En diversas realizaciones, el sistema muestreador 10 de semillas incluye, además, un subsistema 360 de colocación de semillas en altura para colocar la semilla a una altura específica dentro del soporte respectivo 304 de semillas. El subsistema de colocación de semillas en altura incluye un posicionador vertical 364 montado en la estructura de soporte del sistema por debajo del área de la plataforma giratoria 308, directamente frente al tubo 224 de transferencia del sistema de orientación, y un accionador 368 de la placa de referencia montado en la plataforma central 214 directamente frente al separador 340 de los cabezales de fijación. El posicionador vertical 364 incluye un émbolo 372 cargado por resorte montado en un cabezal posicionador 376 y el accionador 368 de la placa de referencia incluye una placa 380 de referencia montado en un cabezal accionador 384 de la placa de referencia. El posicionador vertical 364 es operable para extender el cabezal posicionador 376 y el émbolo 372 hacia una parte inferior de la plataforma giratoria 308 directamente opuesta a la línea central C del soporte de semillas. Por ejemplo, el posicionador vertical 364 puede ser un dispositivo neumático operable para extender y retraer el émbolo 372. De forma similar, el accionador 368 de la placa de referencia es operable para extender el cabezal accionador 384 y la placa 380 de referencia sobre la parte superior del canal 318 para semillas del soporte de semillas. Por ejemplo, el accionador 368 de la placa de referencia puede ser un dispositivo neumático operable para extender y retraer la placa 380 de referencia.

Una vez se ha colocado la semilla entre los cabezales retraídos 312 de fijación, se extiende el cabezal posicionador 376 hacia arriba para insertar un eje 388 del émbolo a través de un agujero (no mostrado) en la parte inferior de la plataforma giratoria 308 y un agujero alineado de forma coaxial (no mostrado) en la parte inferior del canal 318 para semillas del soporte de semillas. De forma sustancialmente simultánea, el accionador 368 de la placa de referencia extiende el cabezal accionador 384 para colocar la placa 380 de referencia a una distancia especificada por encima del soporte 304 de semillas, directamente por encima del agujero en la parte inferior del canal 318 para semillas del soporte de semillas. Más específicamente, según se mueve hacia arriba el cabezal posicionador 376, se extiende el eje 388 del émbolo al interior de los agujeros alineados de forma coaxial y hace contacto con la punta de la semilla. Entonces, se empuja la semilla hacia arriba entre los cabezales 312 de fijación hasta que la corona de la semilla hace contacto con la placa 380 de referencia. La estructura cargada por resorte del émbolo 372 permite que el eje 388 se retraiga dentro del émbolo 372 cuando la corona de la semilla hace contacto con la placa 380 de referencia, de forma que se mantiene la semilla en su lugar sin dañar la semilla. En consecuencia, se ubica la corona de la semilla a una altura específica con respecto a la parte superior de la plataforma giratoria 308.

Con la corona de la semilla sujeta contra la placa 380 de referencia por medio del émbolo 372 cargado por resorte, se opera el separador 340 de los cabezales de fijación para retraer la base 348 de la horquilla y retirar las lengüetas 344 de las vías respectivos 336 de acceso. Tras la retirada de las lengüetas 344, los resortes 332 empujan a los cabezales 312 de fijación hacia la posición desplegada y fijan firmemente la semilla entre los cabezales 312 de fijación. La placa 380 de referencia y el eje 388 del émbolo son retraídos subsiguientemente dejando la semilla colocada de forma apropiada, o "cargada", en el soporte respectivo 304 de semillas. Entonces, el controlador del sistema gira la plataforma giratoria 308 para colocar el soporte "cargado" 304 de semilla por debajo de la estación 400 de molienda y el siguiente soporte vacío 304 de semillas por debajo del dispositivo 212 de orientación de semillas.

Con referencia ahora a la Figura 8, como se ha descrito anteriormente, el sistema muestreador 10 de semillas incluye el subsistema 300 de transporte de semillas para transportar las semillas entre estaciones individuales del sistema muestreador, por ejemplo, la estación 100 de carga de semillas, la estación 400 de molienda, la estación 500 de toma de muestras, etc. En general, el subsistema 300 de transporte de semillas puede ser cualquier mecanismo adecuado de transporte tal como, por ejemplo, un transportador de cinta, un transportador de rodillos, y similares. Sin embargo, en diversas realizaciones el subsistema 300 de transporte comprende la plataforma giratoria redonda 308 que está montado de forma pivotante en su centro de rotación. La plataforma giratoria 308 está dividida

prácticamente en una pluralidad de sectores, con cada sector que contiene un soporte 304 de semillas. El número de sectores disponibles en la plataforma giratoria 308 puede ser par o impar con un número escogido que depende en gran parte del diámetro de la plataforma giratoria 308, el tamaño de los soportes 304 de semillas y las necesidades de la aplicación de transporte.

La plataforma giratoria circular 308 está montado de forma pivotante en su centro en un sistema 390 de eje y cojinete. En diversas realizaciones, puede haber acoplado directamente un eje (no mostrado) del sistema 390 de eje y cojinete a un motor 392 de accionamiento. De forma alternativa, el eje puede estar separado del motor 392 de accionamiento y ser accionado para girar por medio de una transmisión por cadena, una transmisión por polea o una transmisión por engranajes adecuada. En diversas implementaciones, el motor 392 de accionamiento puede ser un motor de paso a paso de par elevado.

En operación, el motor 392 de accionamiento para la plataforma giratoria 308 es accionado para adelantarse (que puede ser bien en el sentido de las agujas del reloj o bien en el sentido contrario al sentido de las agujas del reloj, dependiendo de la configuración) para mover de forma giratoria la plataforma giratoria 308 de estación en estación del sistema muestreador 10. Por lo tanto, los soportes 304 de semillas están alineados con dispositivos auxiliares, tales como la estación 100 de carga, la estación 400 de molienda, la estación 500 de toma de muestras, etc. En esta configuración, puede haber colocado un dispositivo auxiliar entre la plataforma giratoria 308 en estaciones que se encuentran en alineamiento con cada posición y, por lo tanto, tienen un acceso preciso a las semillas y a los soportes 304 de semillas. Hasta el grado necesario, los bordes periféricos de la plataforma giratoria 308 pueden estar soportados con rodillos, guías, deslizadores, o similares, para contribuir a una rotación suave del transportador giratorio.

Además, con referencia a la Figura 8, como se ha descrito anteriormente, una vez cada soporte 304 de semillas está "cargado" con una semilla, el controlador del sistema gira la plataforma giratoria 308 para colocar el soporte "cargado" 304 de semilla por debajo de la estación 400 de molienda. La estación 400 de molienda incluye al menos una herramienta 404 de molienda montada en la estructura de soporte del sistema por encima del área perimetral de la plataforma giratoria 308. La o las herramientas 404 de molienda son utilizadas para eliminar una porción del revestimiento de las semillas de cada semilla cuando el soporte respectivo 304 de semillas está colocado por debajo de la estación 400 de molienda. Cada herramienta 404 de molienda incluye un accionador 408 del eje Z operable para hacer bajar y elevar al menos una porción de la herramienta respectiva 404 de molienda a lo largo del eje Z. Cada herramienta 404 de molienda está controlada por el controlador del sistema y puede ser operada de forma eléctrica, neumática o hidráulica.

La o las herramientas 404 de molienda pueden ser cualquier mecanismo adecuado para eliminar una porción del material de revestimiento de la semilla de cada semilla. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada herramienta 404 de molienda es un dispositivo giratorio que incluye el accionador 408 del eje Z y una transmisión giratoria 412 acoplada de forma operativa a un portabrocas 416. Cada accionador 408 del eje Z es operable para hacer bajar y elevar el portabrocas respectivo 416 y una broca 420 de la herramienta de molienda sujeta en el portabrocas 416 a lo largo del eje Z. La broca 420 de la herramienta de molienda puede ser cualquier instrumento adecuado para eliminar el material de revestimiento de las semillas, tal como una broca para moler, una broca buriladora, un escariador, o una herramienta de rascado. Por ejemplo, en diversas realizaciones, la broca 420 de la herramienta de molienda comprende una broca para moler de extremo. Cada accionador 408 del eje Z está controlado por medio del controlador del sistema para hacer bajar el accionador respectivo 408 del eje Z una distancia predeterminada específica. La transmisión giratoria 412 de cada herramienta giratoria 404 de molienda funciona para hacer girar, o dar vueltas al portabrocas respectivo 416 y cualquier broca 420 de la herramienta de molienda sujeta en el portabrocas 416.

Durante su operación, cuando hay colocado un soporte 304 de semillas por debajo de una herramienta giratoria 404 de molienda, se activa la transmisión giratoria 412 para comenzar a girar el portabrocas 416 y la broca 420 de la herramienta de molienda. Entonces, se ordena al accionador 408 del eje Z a hacer bajar el portabrocas respectivo 416 y la broca 420 de la herramienta de molienda una distancia predeterminada. Según se hace bajar la broca 420 de la herramienta de molienda, hace contacto con la corona de la semilla y elimina el revestimiento de la semilla de al menos una porción de la corona. Esto expone una porción del material interno de la semilla que puede ser extraído y utilizado para probar y analizar los diversos rasgos de la semilla respectiva, como se describe a continuación.

En diversas realizaciones, la estación 400 de molienda comprende al menos dos herramientas 404 de molienda montadas en una plataforma 424 de movimiento horizontal de la estación de molienda que está montada en la estructura de soporte del sistema. La plataforma 424 de movimiento horizontal de la estación de molienda está controlada por medio del controlador del sistema para colocar una seleccionada de las herramientas 404 de molienda por encima de un soporte 304 de semillas colocado por debajo de la estación 400 de molienda. Entonces, se opera la herramienta seleccionada 404 de molienda como se ha descrito anteriormente para eliminar el revestimiento de la semilla de al menos una porción de la corona respectiva de la semilla. Subsiguientemente, el controlador del sistema puede colocar una segunda de las herramientas 404 de molienda por encima de un soporte subsiguiente 304 de semillas colocado por debajo de la estación 400 de molienda. Entonces, se opera la segunda

herramienta seleccionada 404 de molienda como se ha descrito anteriormente para eliminar el revestimiento de la semilla de al menos una porción de la corona respectiva de la semilla. En tales realizaciones, la estación 400 de molienda puede incluir, además, al menos un conjunto 428 de limpieza de la broca para moler para limpiar la broca 416 de la herramienta inactiva 404 de molienda, es decir, cuando no está siendo utilizada. Es decir, aunque una herramienta 404 de molienda es operable para eliminar el revestimiento de la semilla de una semilla respectiva, se puede limpiar la broca 420 de una segunda herramienta inactiva 404 de molienda por medio de un conjunto 428 de limpieza en preparación para la siguiente operación de molienda. En diversas realizaciones, los conjuntos 428 de limpieza de las brocas para moler utilizan presión de aire o presión de vacío para eliminar y/o recoger cualquier residuo de revestimiento de la semilla que pueda acumularse en las brocas 420 de las herramientas 404 de molienda.

Con referencia ahora a la Figura 9, una vez se ha eliminado el revestimiento de la semilla de una semilla, el controlador del sistema hace girar la plataforma giratoria 308 para colocar el soporte respectivo 304 de semillas por debajo de la estación 500 de toma de muestras. La estación 500 de toma de muestras incluye al menos una herramienta 504 de toma de muestras montada en la estructura de soporte del sistema anclada a la plataforma central 214 por encima de la plataforma giratoria 308. La o las herramientas 504 de toma de muestras son utilizadas para extraer una porción, es decir, una muestra, del material interno expuesto de la semilla cuando el soporte respectivo 304 de semillas está colocado por debajo de la estación 500 de toma de muestras. Cada herramienta 504 de toma de muestras incluye un accionador 508 del eje Z operable para hacer bajar y elevar al menos una porción de la herramienta respectiva 504 de toma de muestras a lo largo del eje Z. Cada herramienta 504 de toma de muestras está controlada por medio del controlador del sistema y puede ser operada de forma eléctrica, neumática o hidráulica.

La o las herramientas 504 de toma de muestras pueden ser cualquier mecanismo adecuado para extraer una muestra del material interno expuesto de la semilla de cada semilla. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada herramienta 504 de toma de muestras es un dispositivo giratorio que incluye el accionador 508 del eje Z y una transmisión giratoria 512 acoplada de forma operativa a un portabrocas 516. Cada accionador 508 del eje Z es operable para hacer bajar y elevar el portabrocas respectivo 516 y una broca 520 de la herramienta de toma de muestras sujeta en el portabrocas 516 a lo largo del eje Z. La broca 520 de la herramienta de toma de muestras puede ser cualquier instrumento que tenga un diámetro externo menor que la circunferencia del área del material interno expuesto de la semilla, y adecuado para extraer una muestra del material interno expuesto de la semilla, tal como una broca de taladro, una broca buriladora, un escariador, o un tubo de extracción de muestras. Es importante que la broca 520 de la herramienta de toma de muestras tenga un diámetro menor que la broca 420 de la herramienta de molienda para garantizar que el material de la muestra se obtiene de un área en la que el material de revestimiento de la semilla ha sido retirado, eliminando de ese modo sustancialmente que cualquier material de revestimiento de la semilla contamine el material recogido de muestra.

Por ejemplo, en diversas realizaciones, la broca 520 de la herramienta de toma de muestras comprende una broca de taladro con punta de pala que tiene un diámetro externo que es menor que un diámetro externo de la broca 420 de la herramienta de molienda. Cada accionador 508 del eje Z está controlado por medio del controlador del sistema para hacer bajar el accionador respectivo 508 del eje Z una distancia predeterminada específica. La transmisión giratoria 512 de cada herramienta giratoria 454 de toma de muestras funciona para hacer girar o dar vueltas al portabrocas respectivo 516 y cualquier broca 520 de la herramienta de toma de muestras sujeta en el portabrocas 516.

Durante su operación, cuando un soporte 304 de semillas está colocado por debajo de una herramienta giratoria 504 de toma de muestras, se activa la transmisión giratoria 512 para comenzar a girar el portabrocas 516 y la broca 520 de la herramienta de toma de muestras. Entonces, se ordena al accionador 508 del eje Z a hacer bajar el portabrocas respectivo 516 y la broca 520 de la herramienta de toma de muestras una distancia predeterminada específica. Según se hace bajar la broca 520 de la herramienta de toma de muestras que está girando, hace contacto con el material interno expuesto de la semilla y corta una muestra del material interno. Entonces, se retira, o se extrae, la muestra, para ser probada y analizada en busca de diversos rasgos y/o características de la semilla respectiva, como se describe a continuación.

En diversas realizaciones, la estación 500 de toma de muestras comprende al menos dos herramientas 504 de toma de muestras montadas en una plataforma 524 de movimiento horizontal de la estación de toma de muestras que está montada en la estructura de soporte del sistema. La plataforma 524 de movimiento horizontal de la estación de toma de muestras está controlada por medio del controlador del sistema para colocar una seleccionada de las herramientas 504 de toma de muestras por encima de un soporte 304 de semillas colocado por debajo de la estación 500 de toma de muestras. Entonces, se opera la herramienta seleccionada 504 de toma de muestras como se ha descrito anteriormente para extraer la muestra del material interno expuesto de la semilla respectiva. Subsiguientemente, el controlador del sistema puede colocar una segunda de las herramientas 504 de toma de muestras por encima de un soporte subsiguiente 304 de semillas colocado por debajo de la estación 500 de toma de muestras. Entonces, se opera la segunda herramienta seleccionada 504 de toma de muestras como se ha descrito anteriormente para extraer la muestra del material interno expuesto de la semilla respectiva. En tales realizaciones, la estación 500 de toma de muestras puede incluir, además, al menos un conjunto 528 de limpieza de brocas de

toma de muestras para limpiar la broca 520 de toma de muestras de la herramienta inactiva 504 de toma de muestras, es decir, cuando no está siendo utilizada. Es decir, aunque una herramienta 504 de toma de muestras es operable para retirar la muestra de una semilla respectiva, la broca 520 de toma de muestras de una segunda herramienta inactiva 504 de toma de muestras puede ser limpiada por medio del conjunto 528 de limpieza de brocas de toma de muestras en preparación para la siguiente operación de toma de muestras. En diversas realizaciones, los conjuntos 528 de limpieza de brocas de toma de muestras utilizan presión de aire y/o presión de vacío para eliminar y/o recoger cualquier residuo del material interno de la semilla que puede acumularse en las brocas 520 de toma de muestras de las herramientas 504 de toma de muestras.

Con referencia ahora a las Figuras 9 y 10, el subsistema 600 de recogida y de transporte de muestras (SCT) está controlado por medio del controlador del sistema para operar de forma sincronizada en coordinación con la estación 500 de toma de muestras para recoger cada muestra según es extraída de cada semilla. El subsistema 600 de SCT incluye una plataforma giratoria motorizada 604 accionada por un motor de accionamiento (no mostrado) similar al motor 392 de accionamiento (mostrado en la Figura 8) de la plataforma giratoria 308. El subsistema de SCT incluye, además, una pluralidad de dispositivos 608 de colocación del tubo de recogida (CTP) separados uniformemente en torno a un área perimetral, y montados en todo a la misma, de la plataforma giratoria 604. Cada dispositivo 608 de CTP incluye una barra 612 de giro que tiene un soporte 616 de tubo hueco montado a través de una perforación transversal (no mostrado) en la barra 612 de giro. El soporte 616 del tubo incluye un extremo distal 618 estructurado para aceptar una base 620 de un tubo 624 de recogida y un extremo proximal 628 adaptado para recibir un tubo neumático (no mostrado).

Cada dispositivo 608 de CTP incluye, además, un accionador 632 de la barra de giro controlable por medio del controlador del sistema para hacer girar la barra 612 de giro hasta diversas posiciones en torno a un eje longitudinal de la barra 612 de giro. En diversas realizaciones, el accionador 632 de la barra de giro es operable para pivotar el soporte del tubo 616 entre una posición de limpieza por descarga de agua, como se ilustra en la Figura 11, una posición de recogida, como se ilustra en la Figura 10, y una posición de carga y de depósito, como se ilustra en las Figuras 13 y 17. El dispositivo 608 de CTP incluye, además, un brazo 636 de tope conectado a la barra 612 de giro y un tope regulable 640, por ejemplo, un tornillo de ajuste, acoplado de forma regulable al brazo 636 de tope. El brazo 636 de tope y el tope regulable 640 pivotan con la barra 612 de giro y funcionan para detener de forma precisa la rotación de la barra 612 de giro, de forma que el soporte 616 del tubo se encuentre en la posición de recogida.

De forma simultánea con la operación de la estación 100 de carga de semillas, de la estación 400 de molienda y de la estación 500 de toma de muestras, el subsistema 600 de SCT opera para cargar el tubo 624 de recogida en los soportes 616 del tubo de cada dispositivo 608 de CTP, recoge las muestras en los tubos 624 de recogida según se extrae cada muestra, y depositar las muestras recogidas en las bandejas 14 de muestras. La carga de los tubos 624 de recogida en los soportes 616 del tubo y la deposición de la muestra recogida en las bandejas 14 de muestras, serán descritas adicionalmente a continuación con referencia a la Figura 17, y a las Figuras 12 y 13, respectivamente. Los tubos 624 de recogida pueden ser cualquier recipiente o dispositivo adecuado para montar en los soportes 616 del tubo y recoger las muestras como se describe a continuación. Por ejemplo, en diversas realizaciones, los tubos 624 de recogida son desechables, de forma que se recoge cada muestra en un tubo limpio 624 de recogida. Un ejemplo de tal tubo desechable 624 de recogida es una pipeta filtrada.

Como se ha descrito anteriormente, el subsistema 600 de SCT está controlado por medio del controlador del sistema para operar de forma sincronizada en coordinación con la estación 500 de toma de muestras para recoger cada muestra según es extraída de cada semilla. Más específicamente, antes de extraer la muestra de la semilla, el controlador del sistema hace girar la plataforma 604 para colocar un dispositivo 608 de CTP adyacente a la estación 500 de toma de muestras. En particular, hay colocado un dispositivo 608 de CTP adyacente a la estación 500 de toma de muestras, de forma que el soporte respectivo 616 del tubo está alineado con la semilla sujeta en un soporte adyacente 304 de semillas que ha sido colocado por debajo de un dispositivo 504 de toma de muestras, por medio de la rotación controlada de la plataforma giratoria 308. Antes de la colocación del dispositivo 608 de CTP adyacente al soporte 304 de semillas colocado en la estación 500 de toma de muestras, el sistema 600 de SCT ha cargado un tubo 624 de recogida en el extremo distal respectivo 618 del soporte del tubo y el accionador respectivo 632 de la barra de giro ha elevado el tubo 624 de recogida hasta una posición por encima de la posición de recogida, por ejemplo, la posición de limpieza por descarga de agua. Una vez el dispositivo 608 de CTP está colocado adyacente al soporte respectivo 304 de semillas, el accionador 632 de la barra de giro hace bajar el tubo cargado 624 de recogida hasta que el tope regulable 640 hace contacto con una placa 648 de tope montada en la estructura de soporte del sistema entre la plataforma giratoria 308 y la plataforma 604 adyacente a la estación 500 de toma de muestras. El tope regulable 640 está preconfigurado, es decir, ajustado de antemano, de forma que se detiene la rotación de la barra 612 de giro para ubicar de forma precisa una punta 672 del tubo 624 de recogida en proximidad muy estrecha a la corona, o en contacto con la misma, de la semilla sujeta en el soporte adyacente 304 de semillas.

Entonces, se hace bajar la broca 620 de toma de muestras de una herramienta 504 de toma de muestras para comenzar a extraer la muestra, como se ha descrito anteriormente. Según se hace bajar la broca 620 de toma de muestras, se proporciona un vacío en la punta 672 del tubo de recogida. Se proporciona el vacío por medio del tubo de vacío (no mostrado) conectado al extremo proximal 628 del soporte 616 del tubo. El tubo de vacío también está conectado a una fuente de vacío (no mostrada), de forma que el vacío es a través del tubo de vacío, del soporte 616

del tubo hueco y del tubo 624 de recogida. En consecuencia, según retira la broca 620 de toma de muestras el material de la muestra, se aspira la muestra al interior del tubo 624 de recogida, en el que se recoge la muestra. En diversas realizaciones, la estación 500 de toma de muestras puede incluir un dispositivo (no mostrado) de presión positiva para ayudar al vacío proporcionado en la semilla respectiva para recoger sustancialmente toda la muestra extraída en el tubo respectivo 624 de recogida.

Cada tubo de recogida incluye un filtro 676 que evita que la muestra sea aspirada al interior del soporte 616 del tubo y el tubo de vacío. Una vez se ha recogido la muestra, el accionador 632 de la barra de giro eleva el tubo 624 de recogida hasta la posición de limpieza por descarga de chorro de agua y se hace avanzar el dispositivo respectivo 608 de CTP hasta una posición adyacente al subsistema 700 de suministro de líquido. Por consiguiente, hay colocados otro dispositivo 608 de CTP y un tubo vacío 624 de recogida adyacentes a un soporte subsiguiente 304 de semillas y una semilla no muestreada que han sido movidos hasta la estación de toma de muestras.

Con referencia ahora a las Figuras 11 y 12, el subsistema 700 de suministro de líquido incluye un dispositivo 704 de inyección de líquido montado en un accionador lineal 708 operable para extender y retraer el dispositivo 704 de inyección de líquido a lo largo de un eje lineal M. Más específicamente, el accionador lineal 708 es operable para insertar y retirar una aguja 712 de inyección, fijada al dispositivo 704 de inyección de líquido, al interior y fuera de la punta 672 del tubo respectivo 624 de recogida. Cuando un tubo 624 de recogida con una muestra recogida ha sido elevado hasta la posición de limpieza por descarga de agua y se ha hecho avanzar para ser colocado adyacente al subsistema 700 de suministro de líquido, el accionador lineal 708 y la aguja 712 de inyección se encuentran en la posición retraída, como se ilustra en la Figura 11. El accionador 632 de la barra de giro y la plataforma giratoria 604 están controlados por medio del controlador del sistema, de forma que cuando el dispositivo 608 de CTP se encuentra adyacente al subsistema 700 de suministro de líquido y el tubo 624 de recogida está elevado hasta la posición de limpieza por descarga de agua, un eje lineal del tubo 624 de recogida es sustancialmente coaxial con el eje lineal M del dispositivo 704 de inyección de líquido, como se muestra en la Figura 11.

Una vez está colocado el eje lineal del tubo 624 de recogida para ser coaxial con el eje M, el accionador lineal 708 se extiende para insertar la aguja 712 de inyección en la punta 672 del tubo 624 de recogida. El dispositivo 704 de inyección de líquido está conectado a una fuente (no mostrada) de suministro de fluido de extracción por medio de un orificio 716 de fluido acoplado a una válvula 720 de dosificación del dispositivo 704 de inyección de líquido. Por lo tanto, una vez se inserta la aguja 712 de inyección en la punta 672 del tubo de recogida, el dispositivo 704 de inyección de fluido inyecta una cantidad dosificada de fluido de extracción en el tubo 624 de recogida. El fluido de extracción inyectado limpia por descarga de agua, o lava, los lados internos del tubo 624 de recogida y crea una disolución acuosa con la muestra respectiva, denominada en el presente documento una muestra acuosa. Por lo tanto, cualquiera de las muestras recogidas que puede haberse acumulado en las paredes internas del tubo 624 de recogida puede ser limpiada por descarga de agua, de forma que sustancialmente toda la muestra recogida sea suspendida en la disolución acuosa resultante. El líquido de extracción puede ser cualquier líquido adecuado para suministrar sustancialmente todo el material de muestra recogido en el interior de cada tubo respectivo 624 de recogida, sin interferir con el análisis deseado, por ejemplo, un análisis químico y genético, del material de muestra. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el líquido de extracción puede comprender agua destilada o cualquier disolvente adecuado compatible con el análisis deseado de la muestra.

Una vez se ha mezclado la muestra recogida con el líquido de extracción, el accionador lineal 708 se retrae para retirar la aguja 712 de inyección de la punta 672 del tubo de recogida. Entonces, el controlador del sistema hace avanzar la plataforma giratoria 604 para colocar el dispositivo 608 de CTP por encima del subsistema 800 de depósito de muestras. Además, el controlador del sistema ordena al accionador respectivo 632 de la barra de giro a colocar el tubo de recogida en la posición de carga y de depósito. La posición de carga y de depósito apunta el soporte 616 del tubo y el tubo montado 624 de recogida hacia abajo hasta una orientación sustancialmente vertical.

Con referencia ahora a la Figura 13, el subsistema 800 de depósito de muestras incluye una plataforma 804 de bandeja de muestras adaptada para retener de forma segura una pluralidad de bandejas 14 de muestras en posiciones y orientaciones fijas. Cada bandeja 14 de muestras incluye una pluralidad de pocillos 22 de muestras, cada uno de los cuales está adaptado para recibir una muestra acuosa recogida. La plataforma 804 de la bandeja de muestras está montada en una plataforma X-Y 808. La plataforma X-Y 808 es un mecanismo bidimensional de traslación, que incluye una primera pista 812 de traslación y una segunda pista 816 de traslación. La plataforma X-Y 808 incluye, además, un primer accionador lineal 818 operable para mover bidireccionalmente un primer dispositivo portador (no mostrado) a lo largo de la longitud de la primera pista 812 de traslación. La plataforma X-Y 808 incluye, además, un segundo accionador lineal 820 operable para mover bidireccionalmente un segundo dispositivo portador (no mostrado) a lo largo de la longitud de la segunda pista 816 de traslación. La segunda pista 816 de traslación está montada en el primer dispositivo portador y la plataforma 804 de la bandeja de muestras está montada en el segundo dispositivo portador.

Los accionadores lineales primero y segundo 818 y 820 están controlados por medio del controlador del sistema para mover de forma precisa la plataforma 804 de la bandeja de muestras en dos dimensiones. Más en particular, los accionadores primero y segundo 818 y 820 mueven la plataforma 804 de la bandeja de muestras en un sistema de coordenadas X-Y para colocar de forma precisa cualquier pocillo seleccionado 22 de cualquier bandeja

seleccionada 14 de muestras en una ubicación objetivo por debajo del dispositivo 608 de CTP que sujeta el tubo 624 de recogida que contiene la muestra acuosa recogida. La ubicación objetivo es la ubicación en el sistema de coordenadas X-Y que está directamente debajo de la punta 672 del tubo de recogida cuando el tubo 624 de recogida se encuentra en la posición de carga y de depósito por encima de la plataforma 804 de la bandeja de muestras. Por lo tanto, una vez el dispositivo 608 de CTP está colocado por encima de la plataforma 804 de la bandeja de muestras y el tubo respectivo 624 de recogida está colocado en la posición de carga y de depósito, con la punta 672 apuntada hacia la ubicación objetivo, el controlador del sistema coloca un pocillo seleccionado 22, de una bandeja seleccionada 14 de muestras en la ubicación objetivo. Entonces, se deposita la muestra acuosa en el pocillo seleccionado 22 al proporcionar una presión positiva al extremo proximal 628 del soporte 616 del tubo.

Según se colocan las bandejas 14 de muestras en la plataforma 804 de la bandeja de muestras, se registran un número de identificación de las bandejas, por ejemplo, un código de barras, para cada bandeja 14 de muestras y la ubicación de cada bandeja 14 de muestras en la plataforma 804. Además, según se deposita cada disolución acuosa en un pocillo 22, se puede registrar una ubicación X-Y del pocillo, es decir, la ubicación objetivo, en la plataforma 804 de la bandeja de muestras. Las posiciones registradas de las bandejas y de los pocillos en la plataforma 804 de la bandeja de muestras pueden ser comparadas con las ubicaciones X-Y de cada muestra acuosa depositada, para identificar una muestra acuosa en cada pocillo 22 de cada bandeja 14 de muestras.

Una vez que se ha depositado cada muestra acuosa en un pocillo seleccionado 22, el controlador del sistema hace avanzar la plataforma giratoria 604 para colocar un dispositivo subsiguiente 608 de CTP, que sujeta un tubo 624 de recogida que contiene una muestra acuosa subsiguiente, por encima del subsistema 800 de depósito de muestras. Además, se hace avanzar el dispositivo 608 de CTP que sujeta el tubo utilizado vacío 624 de recogida hasta una estación 850 de desechar de tubos de recogida (mostrada en la Figura 1) en la que se puede retirar o expulsar el tubo utilizado 624 de recogida del soporte respectivo 616 de tubo y ser desechado. Con referencia brevemente a la Figura 1, en diversas realizaciones, la estación 850 de desecho de tubos de recogida incluye un dispositivo 854 de eliminación de tubos de recogida montado en un accionador lineal 858 operable para extender y retraer un dispositivo automatizado 862 de agarre. Cuando un dispositivo 608 de CTP que sujeta un tubo utilizado 624 de recogida está colocado adyacente al dispositivo 854 de eliminación de tubos de recogida, el controlador del sistema ordena al accionador lineal 858 a extenderse y al dispositivo 862 de agarre a agarrar el tubo utilizado 624 de recogida. Entonces, el controlador del sistema ordena al accionador lineal 858 a retraerse, retirando de ese modo el tubo utilizado 624 de recogida del soporte respectivo 616 del tubo. Entonces, se puede ordenar al dispositivo 862 de agarre a liberar el tubo utilizado 624 de recogida, permitiendo que caiga en un recipiente (no mostrado) de desecho.

Con referencia ahora a la Figura 14, en diversas realizaciones, después de que se ha extraído una muestra de una semilla en la estación 500 de toma de muestras, el controlador del sistema puede hacer avanzar la plataforma giratoria 308 para colocar el soporte respectivo 304 de semillas adyacente a una estación 900 de tratamiento de semillas. La estación 900 de tratamiento de semillas incluye un distribuidor 904 de tratamiento montado en la estructura de soporte del sistema por encima del área perimetral de la plataforma giratoria 308. El distribuidor 904 de tratamiento incluye un aplicador 908 configurado para aplicar un tratamiento de semilla, tal como un sellador a la porción expuesta de la semilla respectiva, es decir, el área de la corona de la semilla en la que se ha eliminado el revestimiento de la semilla y se ha extraído la muestra. El tratamiento de semillas puede ser cualquier sustancia diseñada para mejorar una o más propiedades de la semilla o para proteger a la semilla de bacterias u otros elementos perjudiciales que podrían dañar la semilla y destruir la viabilidad de germinación de la semilla. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el tratamiento de semillas es un sellador que comprende un fungicida y/o un polímero suministrado a la semilla por medio del distribuidor 904 de tratamiento por medio del aplicador 908. El aplicador 908 puede ser cualquier dispositivo adecuado para aplicar el tratamiento deseado de semillas a las semillas, por ejemplo, un cepillo, una aguja o una boquilla. En diversas realizaciones, el aplicador 908 comprende una boquilla de pulverización y el distribuidor 904 de tratamiento incluye un orificio 912 de fluido acoplado a una válvula 916 de dosificación. En tales realizaciones, el distribuidor 904 de tratamiento está conectado a una fuente (no mostrada) de suministro de tratamiento líquido de semillas por medio del orificio 912 de fluido. En consecuencia, cuando se coloca un soporte 304 de semillas en la estación 900 de tratamiento de semillas, por debajo del distribuidor 904 de tratamiento, el controlador del sistema ordena al distribuidor 904 de tratamiento a pulverizar una cantidad dosificada de tratamiento de semillas sobre la semilla respectiva.

Con referencia ahora a las Figuras 15 y 16, después de la toma de muestras y el tratamiento opcional de semillas, el controlador del sistema hace avanzar la plataforma giratoria 308 hasta que el soporte respectivo 304 de semillas está colocado adyacente a un segundo separador 1004 de los cabezales de fijación del subsistema 1000 de depósito de semillas. El separador 1004 de los cabezales de fijación está montado en la estructura de soporte del sistema e incluye un par de lengüetas 1008 de la horquilla acopladas a una base 1012 de la horquilla. El separador 1004 de los cabezales de fijación es sustancialmente idéntico en forma y función al separador 340 de los cabezales de fijación descrito anteriormente con referencia a la Figura 5. En consecuencia, tras la activación del separador 1004 de los cabezales de fijación, se extiende la base 1012 de la horquilla hacia el soporte 304 de semillas, de forma que se insertan las lengüetas 1008 en las vías 336 de acceso de la horquilla. Según se deslizan las lengüetas 1008 en las vías respectivas 336 de acceso de la horquilla, se retraen los cabezales 312 de fijación del soporte respectivo 304 de semillas, como se ha descrito anteriormente de forma similar. Según se retraen los cabezales 312 de fijación, se permite que la semilla respectiva caiga a través de los agujeros alineados de forma coaxial en la parte

inferior del canal 318 para semillas del soporte de semillas y de la plataforma giratoria 308 al interior de un embudo 1016 de un transportador 1020 de semillas.

El transportador 1020 de semillas comprende una primera sección 1024 de tubo acoplada en un primer extremo al embudo 1016 y a una entrada de un primer dispositivo Venturi 1028 en un segundo extremo. Una segunda sección 1032 de tubo está conectada en un primer extremo a una salida del primer dispositivo Venturi 1028 y en un segundo extremo a una entrada de un segundo dispositivo Venturi 1036. Una salida del segundo dispositivo Venturi 1036 está conectada al distribuidor 1040 de semillas que está montado en la estructura de soporte del sistema por encima de una plataforma 1044 de la bandeja de semillas. El primer dispositivo Venturi 1028 es operable para inducir un flujo de aire en las secciones primera y segunda 1024 y 1032 de tubo hacia el distribuidor 1040 de semillas. Al mismo tiempo, el segundo dispositivo Venturi es operable para inducir un flujo de aire hacia el embudo 1016. Por lo tanto, el flujo de aire inducido por el primer dispositivo Venturi 1028 aspirará la semilla al interior del primer embudo 1016 y la primera sección 1020 de tubo. Además, según entra la semilla en la primera sección 1024 de tubo es propulsada hacia el distribuidor 1040 de semillas por medio del flujo de aire proporcionado por el primer dispositivo Venturi 1028. Subsiguientemente, según se acerca la semilla al distribuidor 1040 de semillas, se reduce la velocidad de la semilla por medio del flujo de aire proporcionado por el segundo dispositivo Venturi 1036, de forma que se distribuye suavemente la semilla del distribuidor 1040 de semillas al interior de una bandeja 18 de semillas sin dañar la semilla. En diversas realizaciones, el flujo de aire proporcionado por el segundo dispositivo Venturi 1036 detiene, de hecho, el movimiento de la semilla, permitiendo que la semilla caiga por gravedad al interior de una bandeja 18 de semillas. Se pueden proporcionar diversos sensores (no mostrados) de posición en las secciones primera y segunda 1024 y 1032 de tubo para detectar la presencia de la semilla, y proporcionar una entrada al controlador del sistema para controlar la operación del transportador 1020 de semillas.

Con referencia en particular a la Figura 16, el subsistema 1000 de depósito de semillas incluye, además, una plataforma 1044 de la bandeja de semillas adaptada para retener de forma segura una pluralidad de bandejas 18 de semillas en posiciones y orientaciones fijas. Cada bandeja 18 de semillas incluye una pluralidad de pocillos 26 de semillas, cada uno de los cuales está adaptado para recibir una semilla distribuida del distribuidor 1040 de semillas. El distribuidor 1040 de semillas está montado en la estructura de soporte del sistema por encima de la plataforma 1044 de la bandeja de semillas, de forma que las semillas puedan ser distribuidas del distribuidor 1040 de semillas en pocillos seleccionados 26 de semillas de bandejas seleccionadas 18 de semillas.

La plataforma 1044 de la bandeja de semillas está montada en una plataforma X-Y 1048. La plataforma X-Y 1048 es un mecanismo de traslación bidimensional, que incluye una primera pista 1052 de traslación y una segunda pista 1056 de traslación. La plataforma X-Y 1048 incluye, además, un primer accionador lineal 1060 operable para mover bidireccionalmente un primer dispositivo portador (no mostrado) a lo largo de la longitud de la primera pista 1052 de traslación. La plataforma X-Y 1048 incluye, además, un segundo accionador lineal 1064 operable para mover bidireccionalmente un segundo dispositivo portador (no mostrado) a lo largo de la longitud de la segunda pista 1056 de traslación. La segunda pista 1056 de traslación está montada en el primer dispositivo portador y la plataforma 1044 de la bandeja de semillas está montada en el segundo dispositivo portador.

Los accionadores lineales primero y segundo 1060 y 1064 están controlados por el controlador del sistema para mover de forma precisa la plataforma 1044 de la bandeja de semillas en dos dimensiones. Más en particular, los accionadores primero y segundo 1060 y 1064 mueven la plataforma 1044 de la bandeja de semillas en un sistema de coordenadas X-Y para colocar de forma precisa cualquier pocillo seleccionado 26 de cualquier bandeja seleccionada 18 de semillas en una ubicación objetivo por debajo del distribuidor 1040 de semillas. La ubicación objetivo es la ubicación en el sistema de coordenadas X-Y que está directamente debajo de una punta 1068 del distribuidor 1040 de semillas. Una vez está colocado el soporte 304 de semillas por encima del embudo 1016, el controlador del sistema coloca un pocillo seleccionado 26, de una bandeja seleccionada de semillas en la ubicación objetivo. La semilla en el soporte 304 de semillas es liberada al interior del embudo 1016 y transportada hasta el distribuidor 1040 de semillas, como se ha descrito anteriormente, y es depositada suavemente en el pocillo seleccionado.

Según se colocan las bandejas 18 de semillas sobre la plataforma 1044 de la bandeja de semillas, se registran un número de identificación de la bandeja, por ejemplo, un código de barras, para cada bandeja 18 de semillas y la ubicación de cada bandeja 18 de semillas en la plataforma 1044 de la bandeja de semillas. Además, según se deposita cada semilla en un pocillo 26, se puede registrar una ubicación X-Y del pocillo, es decir, la ubicación objetivo, en la plataforma 1044 de la bandeja de semillas. Entonces, se pueden comparar las posiciones de la bandeja y de los pocillos en la plataforma 1044 de la bandeja de muestras con las ubicaciones X-Y de cada semilla depositada, para identificar la semilla especificada en cada pocillo 26 de cada bandeja 18 de semillas.

Como se ha descrito anteriormente, cada una de las bandejas 18 de semillas y de las bandejas 14 de muestras incluye una pluralidad de pocillos 26 y 22, respectivamente. En diversas realizaciones, el número y la disposición de los pocillos 26 en las bandejas 18 de semillas se corresponden con el número y la disposición de los pocillos 22 en las bandejas 14 de muestras. Esto facilita una correspondencia de uno a uno entre una semilla y su muestra extraída. Sin embargo, en algunas realizaciones, puede ser deseable proporcionar múltiples pocillos 22 en las bandejas 14 de muestras por cada pocillo 26 en las bandejas 18 de semillas, por ejemplo, cuando se pueden

realizar múltiples pruebas con las muestras, o cuando se pueden tomar distintas muestras de la misma semilla (por ejemplo, muestras de distintas profundidades).

Con referencia ahora a la Figura 17, en diversas realizaciones, el sistema muestreador 10 de semillas incluye, además, una estación 1100 de carga del tubo de recogida para montar los tubos 624 de recogida en los soportes 616 del tubo de cada dispositivo 608 de CTP. La estación 110 de carga del tubo incluye una tolva 1104 que tiene una superficie formada y un conducto vibrador 1108 de alimentación que se extiende desde una parte inferior abierta de la tolva 1104. Se pueden depositar grandes cantidades de tubos 624 en la tolva 1104 en la que el conducto vibrador 1108 de alimentación alimenta los tubos 624 de recogida en el interior de una cubeta vibradora 1112 de alimentación. Hay conectado una pista 1116 de alimentación basado en la gravedad a una salida 1118 de la cubeta vibradora 1112 de alimentación en un primer extremo 1116A. Un segundo extremo de la pista 1116 de alimentación termina en un dispositivo 1120 de empuje de los tubos de recogida. El dispositivo 1120 de empuje se extiende ortogonalmente hacia abajo desde el segundo extremo 1116B de la pista de alimentación e incluye un canal longitudinal 1124 de elevación que se extiende a lo largo de la longitud del dispositivo 1120 de empuje. El dispositivo 1120 de empuje incluye, además, un mecanismo de empuje (no mostrado) interno en el dispositivo 1120 de empuje. El mecanismo de empuje puede ser cualquier mecanismo operable para empujar un tubo 624 de recogida, colocado longitudinalmente en el canal 1124 de elevación, fuera por un extremo superior 1120A del dispositivo 1120 de empuje. Por ejemplo, el mecanismo de empuje puede incluir un accionador lineal que acciona un empujador con forma para recibir al menos una porción de un tubo 624 de recogida.

Según vibra la cubeta vibradora 1112 de alimentación, los tubos 624 de recogida migren hacia la salida 1118 de la cubeta vibradora 1112 de alimentación. En la salida 1118, los tubos 624 de recogida caen al interior del primer extremo 1116A de la pista de alimentación que está formada para provocar que los tubos 624 de recogida caigan en una ranura del tubo (no mostrada) que se extiende la longitud de la pista 1116 de alimentación. Más específicamente, se provoca que los tubos 624 de recogida caigan con la punta hacia abajo al interior de la ranura del tubo y cuelguen en la ranura del tubo por medio de un reborde 620A de la base 620 (mostrada en la Figura 10) del tubo de recogida. La gravedad y la vibración de la cubeta vibradora 1112 de alimentación provocan que los tubos 624 de recogida se desplacen la longitud de la pista 1116 de alimentación y se acumulen, en una única fila, en el segundo extremo 1116B de la pista de alimentación. Según se acumulan los tubos 624 de recogida, en una única fila en el segundo extremo 1116 el primer tubo 624 de recogida estará orientado longitudinalmente en el canal longitudinal de elevación. Entonces, se acciona el dispositivo 1120 de empuje, de forma que el mecanismo de empuje empuja el primer tubo 624 de recogida fuera del extremo superior 1124A del canal 1124 de elevación del dispositivo de empuje.

Antes del accionamiento del dispositivo 1120 de empuje, el controlador del sistema hará avanzar la plataforma giratoria 604 para colocar un dispositivo 608 de CTP por encima del segundo extremo 1116B de la pista 1116 de alimentación. El controlador del sistema ordenará, además, al accionador 632 de la barra de giro para colocar el soporte 616 del tubo en la posición de carga y de depósito, de forma que el extremo distal 618 del soporte del tubo se encuentre directamente por encima del extremo superior 1124A del canal de elevación. Por lo tanto, según se empuja, o se eleva, el primer tubo de recogida, fuera del extremo superior 1124A del canal de elevación se empuja la base 620 del tubo de recogida sobre el extremo distal 617 del soporte del tubo. El extremo distal 618 del soporte del tubo está dimensionado de forma que haya un encaje por fricción entre la base 620 del tubo de recogida y el extremo distal 618 del soporte del tubo. En consecuencia, se eleva el tubo 624 de recogida fuera del dispositivo 1120 de empuje y se monta en el soporte respectivo del tubo. Se colocará el siguiente tubo 624 de recogida en la pista 1116 de alimentación en el canal 1124 de elevación y un extremo distal 618 de un soporte de un tubo subsiguiente colocado para recibir el tubo 624 de recogida.

Con referencia ahora a la Figura 18, en diversas realizaciones, los tubos 624 de recogida pueden comprender pipetas disponibles comercialmente, denominadas en el presente documento pipetas 624'. En tales realizaciones, las pipetas 624' pueden requerir que se elimine una porción de la punta 672' para permitir una extracción apropiada de la muestra, una limpieza por descarga de agua de la pipeta, y la deposición de la muestra acuosa en las bandejas 14 de muestra. Por lo tanto, en tales realizaciones, el sistema muestreador 10 de semillas puede incluir un subsistema 1150 de preparación del tubo de recogida operable para cortar una porción de cada punta 672' de la pipeta después de que cada pipeta 624' haya sido montada en un soporte respectivo 616 del tubo. El subsistema 1150 de preparación del tubo de recogida incluye un accionador lineal 1154 operable para extender y retraer una base 1158A de un cortador 1158 a lo largo de un eje lineal P. El accionador lineal 1154 está montado en una estructura de soporte del sistema por debajo de la plataforma giratoria 604, de forma que cuando se hace avanzar una pipeta recién montada 624', es decir, se acaba de montar la pipeta 624' en el soporte respectivo 616 del tubo, hasta el subsistema 1150 de preparación del tubo de recogida, se coloca la punta 672' de la pipeta dentro de una cámara 1162 de corte.

La cámara 1162 de corte está formada entre la base 1158A del cortador y un rebaje 1166 de corte formado en un cabezal 1158B del cortador 1158. Como se ilustra en la Figura 18, cuando se hace avanzar la pipeta recién montada 624' desde la estación 1100 de carga del tubo de recogida, la base 1158A del cortador se encuentra en la posición retraída y la punta 672' está colocada dentro del rebaje 1166 de corte. Subsiguientemente, el controlador del sistema ordena al accionador lineal 1154 a extender la base 1158a del cortador. El cortador 1158 incluye un instrumento

1170 de corte, por ejemplo, una hoja de cuchillo, acoplado firmemente a la base 1158A, o sujeta a la misma, del cortador por medio de un ángulo 1174 de fijación del instrumento de corte. El instrumento de corte está colocado firmemente de forma que cuando el accionador lineal 1154 extiende la base 1158A del cortador, el instrumento de corte cortará la punta 672' de la pipeta, eliminando de ese modo una porción de la punta 672'.

Con referencia ahora a la Figura 19, en diversas realizaciones, después de que se ha depositado la semilla muestreada en un pocillo seleccionado 26 de una bandeja seleccionada 18 de semillas, el controlador del sistema hace avanzar la plataforma giratoria 308 y coloca el soporte ahora vacío 304 de semillas en una estación 1200 de limpieza. La estación 1200 de limpieza es operable para limpiar y eliminar cualquier muestra de semilla y/o tratamiento de semilla residual, por ejemplo, sellante, del soporte respectivo 304 de semillas después de que se ha transportado la semilla muestreada hasta una bandeja 18 de semillas y antes de que se orienta y coloca una nueva semilla en el soporte 304 de semillas. La estación de limpieza comprende un cepillo 1204 de rodillo y un vacío 1208. El vacío 1208 está conectado a una fuente de vacío (no mostrada) para proporcionar un vacío en la boquilla 1212 de vacío colocada en proximidad estrecha al canal 318 para semillas del soporte de semillas cuando se hace avanzar el soporte respectivo 304 de semillas hasta la estación 1200 de limpieza. El vacío proporcionado eliminará cualquier material de muestra y/o tratamiento de semillas residuales que puedan haberse acumulado en el soporte 304 de semillas. Además, se acciona el cepillo 1204 de rodillo, por ejemplo, de forma eléctrica o neumática, para girar sobre un eje 1216 del rodillo, o con el mismo. De forma simultánea al proporcionar el vacío en la boquilla 1212 de vacío, el controlador del sistema gira el cepillo 1204 de rodillo para eliminar cualquier material de muestra y/o tratamiento de semillas residuales que pueda haberse acumulado en el soporte 304 de semillas.

Aplicaciones

La presente divulgación proporciona procedimientos para analizar semillas que tienen un rasgo, marcador o genotipo deseado. En un aspecto de la divulgación, los procedimientos analíticos permiten que se analicen las semillas individuales que están presentes en un lote o una población de semillas a granel, de forma que se puedan determinar características químicas y/o genéticas de las semillas individuales.

Se pueden utilizar muestras preparadas por medio de la presente divulgación para determinar una amplia variedad de rasgos físicos, morfológicos, químicos y/o genéticos. En general, tales rasgos están determinados mediante selección de las muestras en busca de una o más características químicas o genéticas indicativas de los rasgos. Ejemplos no limitantes de características químicas incluyen proteínas, aceites, almidones, ácidos grasos y metabolitos. En consecuencia, ejemplos no limitantes de rasgos químicos incluyen el contenido en proteínas, el contenido de almidón, el contenido de aceite, la determinación de perfiles de ácidos grasos, la determinación de perfiles de metabolitos, etc. Las características genéticas pueden incluir, por ejemplo, marcadores genéticos, alelos de marcadores genéticos, genes, secuencias derivadas del ADN, secuencias derivadas del ARN, promotores, loci de rasgos cuantitativos (QTL), 5'UTR, 3'UTR, marcadores satélites, transgenes, ARNm, ARNm ds, perfiles transcripcionales y patrones de metilación.

En algunas realizaciones, los procedimientos y los dispositivos de la presente divulgación pueden ser utilizados en un programa de reproducción para seleccionar plantas o semillas que tienen un rasgo o un marcador de genotipo deseado. Los procedimientos de la presente divulgación pueden ser utilizados en combinación con cualquier metodología de reproducción y pueden ser utilizados para seleccionar una única generación o para seleccionar múltiples generaciones. La elección del procedimiento de reproducción depende del modo de reproducción de las plantas, de la heredabilidad del o de los rasgos que están siendo mejorados, y del tipo de variedad cultivada utilizada comercialmente (por ejemplo, variedad cultivada híbrida F_1 , variedad cultivada de línea pura, etc.). A continuación se definen enfoques seleccionados no limitantes para reproducir las plantas de la presente divulgación. Además, se comprenderá que se puede utilizar cualquier variedad cultivada comercial y no comercial en un programa de reproducción. Factores tales como, por ejemplo, vigor de salida, vigor vegetativo, tolerancia al esfuerzo, resistencia a enfermedades, ramificación, floración, conjunto de semillas, tamaño de las semillas, densidad de las semillas, capacidad para mantenerse vertical, y capacidad de trillado, etc., normalmente dictarán la elección.

En diversas realizaciones, se utilizan los procedimientos de la presente divulgación para determinar las características genéticas en un programa de reproducción asistido por marcadores. Tales procedimientos permiten programas mejorados de reproducción asistidos por marcadores en los que se puede llevar a cabo un muestreo directo no destructivo de semillas mientras que se mantiene la identidad de individuos desde el muestreador de semillas hasta el campo. Como resultado, el programa de reproducción asistido por marcadores tiene como resultado una plataforma de "rendimiento elevado" en la que se puede hacer acopio de una población de semillas que tienen un rasgo, un marcador o un genotipo deseados de forma más eficaz en un periodo más breve de tiempo, con menos recursos requeridos de campo y de mano de obra. Se describirán con más detalle tales ventajas a continuación.

En otras realizaciones, la presente divulgación proporciona un procedimiento para analizar semillas individuales en una población de semillas que tienen diferencias genéticas. El procedimiento comprende extraer una muestra que comprende células y ADN de semillas en la población sin afectar a la viabilidad de germinación de las semillas; seleccionar el ADN extraído de la muestra en busca de la presencia o ausencia de la menos un marcador genético;

seleccionar semillas de la población con base en los resultados de la selección de ADN; y cultivar plantas de la semilla seleccionada.

Como se ha descrito anteriormente, los sistemas y los procedimientos de toma de muestras de la presente divulgación protegen la viabilidad de germinación de las semillas, de forma que no sean destructivos. Viabilidad de germinación significa que un número predominante de semillas muestreadas (es decir, superior al 50% de todas las semillas muestreadas) permanecen viables después del muestreo. En algunas realizaciones particulares, al menos aproximadamente un 75% de las semillas muestreadas, y en algunas realizaciones al menos aproximadamente un 85% de las semillas muestreadas permanecen viables. Se debería hacer notar que pueden ser tolerables tasas menores de viabilidad de germinación bajo ciertas circunstancias o para ciertas aplicaciones, por ejemplo, según se reducen los costes de genotificación con el paso del tiempo, dado que se podría muestrear un mayor número de semillas por el mismo precio del genotipo.

En otras realizaciones más, se mantiene la viabilidad de germinación durante al menos aproximadamente seis meses después del muestreo para garantizar que la semilla muestreada será viable hasta que alcance el campo para ser plantada. En algunas realizaciones particulares, los procedimientos de la presente divulgación comprenden, además, tratar las semillas muestreadas para mantener la viabilidad de germinación. Tal tratamiento puede incluir, en general, cualquier medio conocido en la técnica para proteger a una semilla de condiciones medioambientales mientras se encuentra almacenada o durante su transporte. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las semillas muestreadas pueden ser tratadas con un polímero y/o un fungicida para proteger a la semilla muestreada mientras se encuentra almacenada o durante su transporte hasta el campo antes de ser plantada.

En diversas realizaciones, se utilizan las muestras de la presente divulgación en un procedimiento no destructivo de rendimiento elevado para analizar semillas individuales en una población de semillas. El procedimiento comprende retirar una muestra de la semilla mientras que se mantiene la viabilidad de germinación de la semilla; y seleccionar la muestra en busca de la presencia o ausencia de una o más características indicativas de un rasgo genético o químico. El procedimiento puede comprender, además, seleccionar semillas de la población con base en los resultados de la selección; y cultivar plantas de la semilla seleccionada.

Se puede extraer ADN de la muestra utilizando cualquier procedimiento de extracción de ADN conocido por los expertos en la técnica que proporcione una producción de ADN, una calidad de ADN y una respuesta PCR suficiente. Un ejemplo no limitante de procedimientos adecuados de extracción de ADN es una extracción basada en SDS con centrifugado. Además, se puede amplificar el ADN extraído después de la extracción utilizando cualquier procedimiento de amplificación conocido por los expertos en la técnica. Por ejemplo, un procedimiento adecuado de amplificación es la preparación de amplificación del ADN GenomiPhi® de Amersham Biosciences.

El ADN extraído es seleccionado en busca de la presencia o ausencia de un marcador genético adecuado. Hay disponible una amplia variedad de marcadores genéticos y son conocidos por los expertos en la técnica. La selección de ADN en busca de la presencia o ausencia del marcador genético puede ser utilizado para la selección de semillas en una población reproductora. Se puede utilizar la selección para seleccionar QTL, alelos, o regiones genómicas (haplotipos). Los alelos, QTL, o haplotipos que van a ser objeto de selección pueden ser identificados utilizando técnicas más novedosas de biología molecular con modificaciones de estrategias clásicas de reproducción.

En otras realizaciones diversas, la semilla está seleccionada con base en la presencia o ausencia de un marcador genético que está ligado genéticamente a un QTL. Ejemplos de QTL que son de interés normalmente incluyen, sin limitación, producción, resistencia al encamado, altura, madurez, resistencia a enfermedades, resistencia a plagas, resistencia a una deficiencia nutritiva, composición del grano, tolerancia a herbicidas, contenido de ácidos grasos, metabolismo de proteínas o de hidratos de carbono, un mayor contenido de aceites, un mayor contenido nutritivo, tolerancia al esfuerzo, propiedades organolépticas, características morfológicas, otros rasgos agronómicos, rasgos para usos industriales, rasgos para una mayor atracción para el consumidor, y una combinación de rasgos como un índice de múltiples rasgos. De forma alternativa, se puede seleccionar la semilla con base en la presencia o ausencia de un marcador que está ligado genéticamente con un haplotipo asociado con un QTL. Ejemplos de tal QTL pueden incluir de nuevo, sin limitación, producción, resistencia al encamado, altura, madurez, resistencia a enfermedades, resistencia a plagas, resistencia a una deficiencia nutritiva, composición del grano, tolerancia a herbicidas, contenido de ácidos grasos, metabolismo de proteínas o de hidratos de carbono, un mayor contenido de aceites, un mayor contenido nutritivo, tolerancia al esfuerzo, propiedades organolépticas, características morfológicas, otros rasgos agronómicos, rasgos para usos industriales, rasgos para una mayor atracción para el consumidor, y una combinación de rasgos como un índice de múltiples rasgos.

La selección de una población reproductora podría iniciarse ya en el nivel F_2 de reproducción, si se utilizan progenitores homocigotos endogámicos en el cruce inicial de reproducción. También se podría muestrear una generación F_1 y ser avanzada si uno o más de los progenitores del cruce son heterocigotos para los alelos o marcadores de interés. El cultivador puede seleccionar una población F_2 para recuperar el genotipo marcador de cada individuo en la población. Se pueden ajustar los tamaños iniciales de la población, únicamente limitados por el número de semillas disponibles para ser seleccionadas, para satisfacer la probabilidad deseada de identificar con

éxito el número deseado de individuos. Véase Sedcole, J.R. "Number of plants necessary to recover a trait". Crop Sci. 17: 667-68 (1977). En consecuencia, se pueden modificar la probabilidad de encontrar el genotipo deseado, el tamaño inicial de la población, y el tamaño seleccionado de población resultante para diversas metodologías de reproducción y niveles de endogamia de la población muestreada.

- 5 Las semillas seleccionadas pueden ser acumuladas o mantenidas separadas dependiendo de la metodología de reproducción y del objetivo. Por ejemplo, cuando un cultivador está seleccionando una población F_2 en busca de resistencia a enfermedades, todos los individuos con el genotipo deseado pueden ser objeto de acopio y plantados en el vivero de reproducción. En cambio, si se seleccionan múltiples QTL con efectos variables para un rasgo tal como producción de grano de una población dada, el cultivador puede mantener conservada la identidad individual, yendo al campo para diferenciar individuos con diversas combinaciones del QTL objetivo.

10 Se pueden utilizar varios procedimientos de conservación de la identidad única de semillas mientras que se transfieren las semillas desde el laboratorio de descascarillado al campo. Los procedimientos incluyen, sin limitación, transferir individuos seleccionados a cinta de semillas, a una bandeja de asiento, o a una bandeja de indexación, trasplantar con macetas con turba, y plantar a mano a partir de paquetes individuales de semillas. Se pueden utilizar múltiples ciclos de selección dependiendo de objetivos de reproducción y complejidad genética.

15 Además, los procedimientos de selección de la divulgación pueden ser utilizados en un programa de reproducción para realizar la introgresión de un rasgo en una planta. Tales procedimientos comprenden extraer una muestra que comprende células con ADN de semillas en una población, selección del ADN extraído de cada semilla en busca de la presencia o ausencia de al menos un marcador genético, seleccionar semillas de la población con base en los resultados de la selección de ADN; cultivar una planta fértil de la semilla; y utilizar la planta fértil bien como un progenitor hembra o un progenitor macho en un cruce con otra planta.

20 Ejemplos de selección genética para seleccionar semillas para una integración de rasgos incluyen, sin limitación, la identificación de frecuencias elevadas del alelo recurrente de los progenitores, el seguimiento de transgenes de interés o la selección en busca de la ausencia de transgenes no deseados, la selección de semillas híbridas de prueba, y la prueba de cigocidad.

25 La identificación de frecuencias elevadas de pares de alelos recurrentes por medio de los procedimientos de selección de la presente divulgación permite de nuevo un número reducido de filas por población y un mayor número de poblaciones, o de líneas endogámicas, para ser plantadas en una unidad dada del campo. Por lo tanto, los procedimientos de selección de la presente divulgación también pueden reducir de forma eficaz los recursos requeridos para completar la conversión de líneas endogámicas.

30 Los procedimientos de la presente divulgación proporcionan, además, una garantía de la calidad (QA) y un control de la calidad al garantizar que los transgenes regulados o no deseados son identificados y desechados antes de la plantación.

35 Además, se pueden aplicar los procedimientos de la presente divulgación para identificar semillas híbridas para la comprobación de transgenes. Por ejemplo, en una conversión de una línea endogámica en la plataforma BCnF₁, un cultivador podría crear de forma eficaz un lote de semillas híbridas (excluyendo una selección de gametos) que sea un 50% hemicigoto para el rasgo de interés y un 50% homocigoto para la ausencia del rasgo para generar semillas híbridas para la prueba. Entonces, el cultivador podría seleccionar todas las semillas F_1 producidas en la prueba de cruce e identificar y seleccionar aquellas semillas que fuesen hemicigotas. Tal procedimiento es ventajoso porque 40 interferencias de los ensayos híbridos representarían genética híbrida comercial con respecto a la cigocidad del rasgo.

Otras aplicaciones de los procedimientos de selección de la presente divulgación para identificar y hacer un seguimiento de rasgos de interés tienen las mismas ventajas identificadas anteriormente con respecto a los recursos requeridos de campo y de mano de obra. En general, los programas de conversión transgénica son ejecutados en 45 ubicaciones de múltiples estaciones que tienen una estructura de tierra y de costes de gestión mucho mayores. Como tal, el impacto bien de reducir las necesidades de filas por población o bien de aumentar el número de poblaciones en una unidad dada de campo son significativamente más drástico en costo con respecto a aplicaciones templadas.

Aún más, los procedimientos de selección de la presente divulgación pueden ser utilizados para mejorar la eficacia del programa haploide doble mediante la selección de genotipos deseados en la plataforma haploide y la 50 identificación del nivel de ploidía para eliminar semillas no haploides para que no sean procesadas y avancen al campo. De nuevo, ambas aplicaciones tienen como resultado la reducción de recursos de campo por población y la capacidad para evaluar un gran número de poblaciones en una unidad dada de campo.

55 En diversas realizaciones, la divulgación proporciona, además, un ensayo para predecir la cigocidad del embrión para un gen particular de interés (GOI). El ensayo predice la cigocidad del embrión con base en la relación de los números relativos de copias de un GOI y de un gen de control interno (IC) por célula o por genoma. En general, este ensayo utiliza un gen IC que tiene una cigocidad conocida, por ejemplo, homocigoto en el locus (dos copias IC por

célula diploide), para normalizar la medición del GOI. La relación de los números relativos de copias del IC con respecto al GOI predice el número de copias del GOI en la célula. En una célula homocigota, para cualquier gen dado (o una única secuencia genética), el número de copias del gen es igual al nivel de ploidía de la célula dado que la secuencia está presente en el mismo locus en todos los cromosomas homólogos. Por lo tanto, se puede

5 determinar la cigocidad de una célula en cualquier locus por medio del número de copias del gen en la célula.

En algunas realizaciones particulares, la divulgación proporciona un ensayo para predecir la cigocidad del embrión de maíz. En las semillas de maíz, el tejido del endospermo es triploide, mientras que el tejido del embrión es diploide. El endospermo que es homocigoto para el IC contendrá tres copias de IC. El número de copias de GOI del endospermo puede variar de 9 (homocigoto negativo) a 3 (homocigoto positivo); y se encuentra un número de

10 copias de GOI del endospermo de 1 o 2 en semillas heterocigotas para el GOI (o hemocigotas para el GOI si el GOI es un transgén). El número de copias del endospermo refleja la cigocidad del embrión: un endospermo homocigoto (positivo o negativo) acompaña a un embrión homocigoto, endospermo heterocigoto (ya sea un número de copias de GOI de 1 o 2) refleja un embrión heterocigoto (un número de copias de GOI de 1). Se puede determinar el número de copias de GOI del endospermo (que puede variar de 0 a 3 copias) a partir de la relación del número de copias de

15 IC del endospermo con respecto al número de copias de GOI del endospermo (que puede variar de 0/3 a 3/3, es decir, de 0 a 1), que pueden ser utilizado entonces para predecir la cigocidad del embrión.

Se pueden determinar los números de copias del GOI o del IC por medio de cualquier técnica conveniente de ensayo para la cuantificación de números de copias, como se conoce en la técnica. Ejemplos de ensayos adecuados incluyen, sin limitación, los ensayos Real Time (TaqMan®) PCR (Applied Biosystems, Foster City, California, EE. UU.) e Invader® (Third Wave Technologies, Madison, Wisconsin, EE. UU.). Preferentemente, tales ensayos son desarrollados de tal forma que la eficacia de amplificación tanto de las secuencias de IC como de GOI son iguales o muy similares. Por ejemplo, en un ensayo de Real Time TaqMan® PCR, la señal de un GOI de una

20 única copia (se determina que la célula de origen es heterocigota para el GOI) será detectada un ciclo de amplificación posterior a la señal de un IC de dos copias, debido a que la cantidad del GOI es la mitad que la del IC. Para la misma muestra heterocigota, un ensayo Invader® mediría una relación de GOI/IC de aproximadamente 1:2 o 0,5. Para una muestra que es homocigota tanto para el GOI como para el IC, la señal de GOI sería detectada al mismo tiempo que la señal de IC (TaqMan®), y el ensayo Invader mediría una relación de GOI/IC de aproximadamente 2:2 o 1.

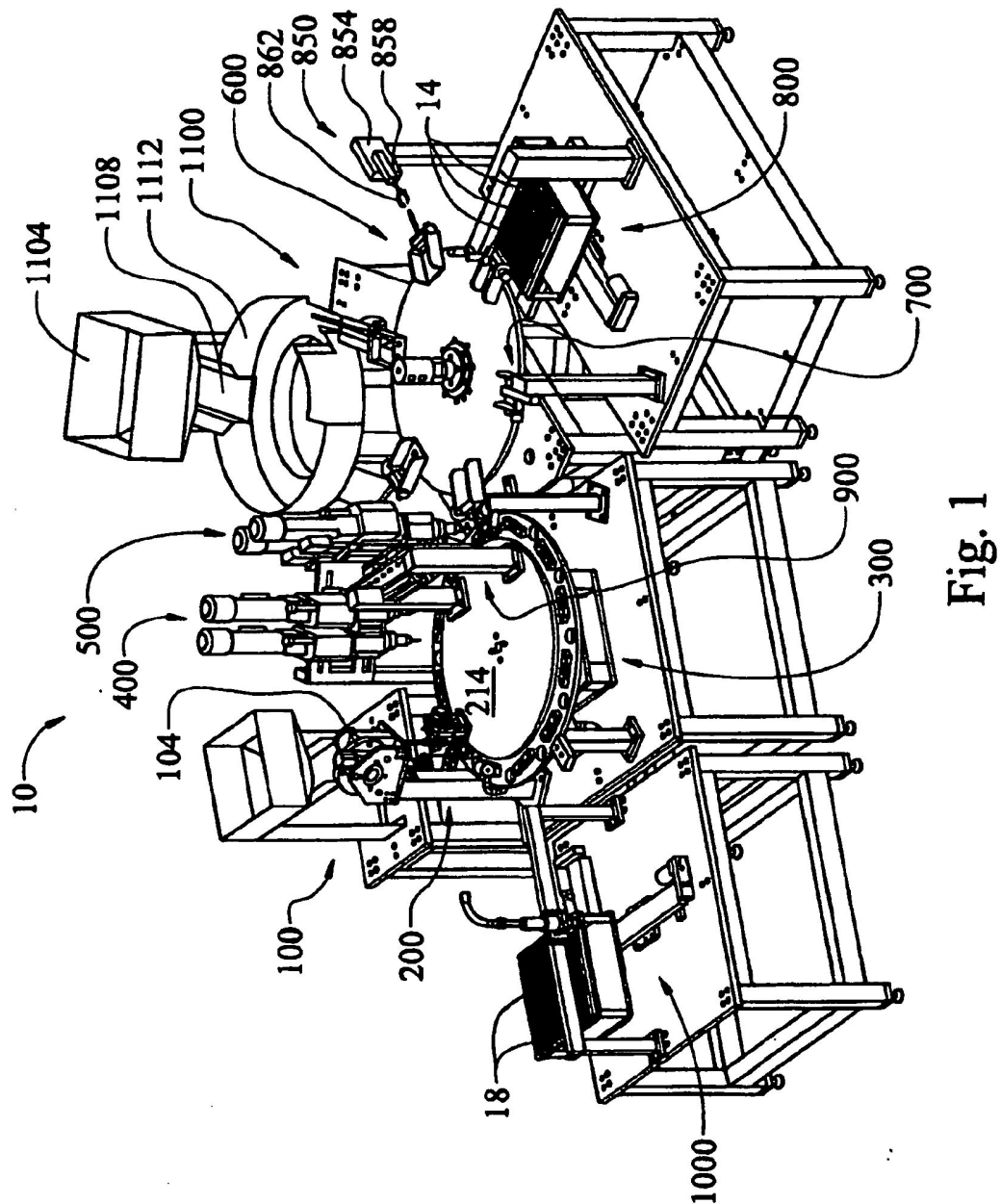
Estas directrices son aplicables a cualquier célula poliploide, o a células haploides (tales como células de polen), dado que el número de copias del GOI o del IC permanecen proporcionales al número de copias del genoma (o nivel de ploidía) de la célula. Por lo tanto, se pueden llevar a cabo estos ensayos de cigocidad en tejidos triploides tales como endospermo de maíz.

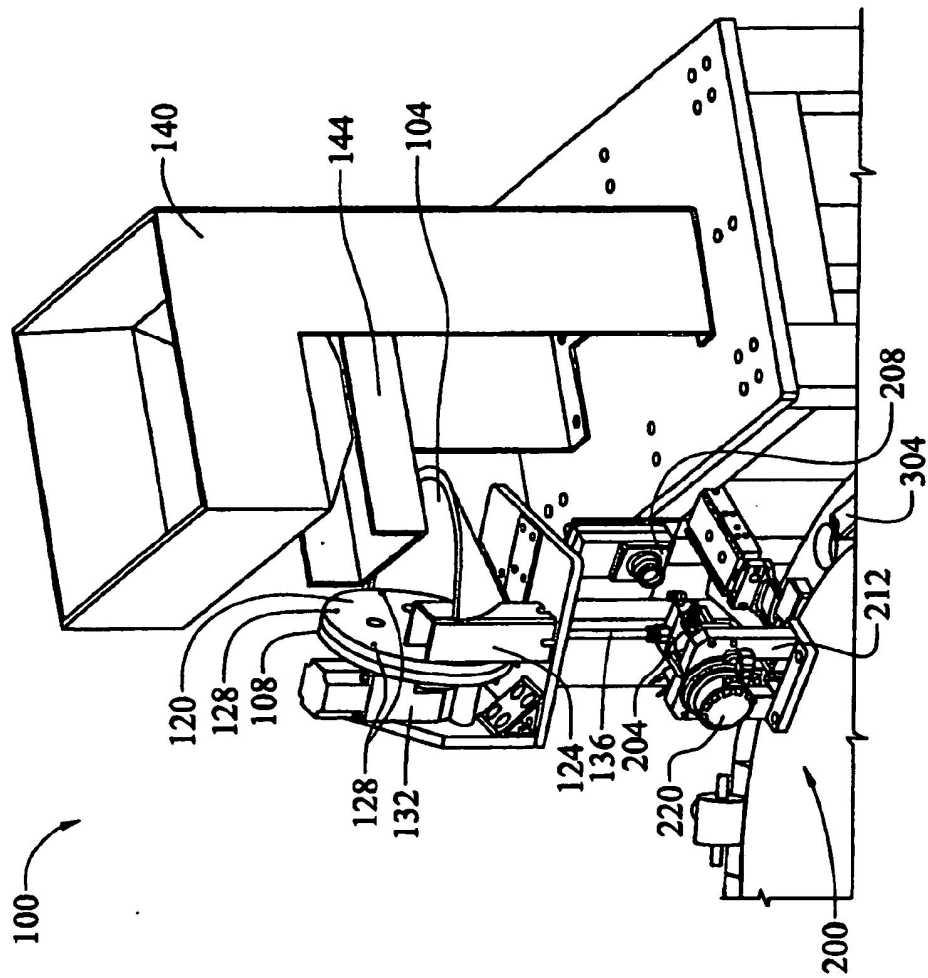
30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema **(10)** muestreador automatizado de semillas, que comprende:
una estación **(100)** de carga de semillas para aislar una semilla de una pluralidad de semillas;
un sistema **(200)** de orientación para recibir la semilla separada de la estación **(100)** de carga de semillas y orientar la semilla; y
una estación **(500)** de toma de muestras para extraer una muestra de tejido que comprende material de la semilla de la semilla orientada,
caracterizado porque el sistema (200) de orientación incluye un accionador basculante (220) configurado para colocar la semilla en una orientación deseada.
2. El sistema **(10)** de la reivindicación 1, que comprende, además, una bandeja **(14)** de muestras configurada para recibir la muestra de tejido extraída de la semilla en la estación **(500)** de toma de muestras.
3. El sistema **(10)** de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende, además, una bandeja **(18)** de semillas configurada para recibir la semilla muestreada.
4. El sistema **(10)** de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la estación **(100)** de carga de semillas incluye una rueda **(108)** de separación para separar la semilla de la pluralidad de semillas.
5. El sistema **(10)** de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el sistema **(200)** de orientación incluye un dispositivo **(208)** de formación de imágenes configurado para captar una imagen de la semilla separada para ser utilizada para determinar la orientación de la semilla.
6. El sistema **(10)** de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende, además, un soporte **(304)** de semillas configurado para mantener la posición de la semilla orientada durante la toma de muestras en la estación de toma de muestras.
7. El sistema **(10)** de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el sistema **(200)** de orientación es operable para orientar la semilla de forma que la estación **(500)** de toma de muestras extrae una muestra de tejido de una porción deseada de la semilla.
8. **El sistema (10) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el accionador (220) está seleccionado del grupo que consiste en un accionador neumático y un accionador mecánico.**
9. Un procedimiento automatizado para extraer una muestra de tejido de semillas individuales, comprendiendo el procedimiento:
aislar semillas individuales de una pluralidad de semillas;
orientar las semillas individuales; y
extraer una muestra de tejido de al menos una de las semillas orientadas, **caracterizado porque**
la orientación de las semillas individuales utiliza un accionador basculante (220), estando configurado el accionador (220) para colocar la semilla en una orientación deseada.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende, además, recibir la muestra de tejido en una bandeja **(14)** de muestras.
11. El procedimiento de las reivindicaciones 9 o 10, que comprende, además, recibir la al menos una semilla muestreada en una bandeja **(18)** de semillas.
12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 9-11, que comprende, además, formar imágenes de las semillas individuales separadas de la pluralidad de semillas.
13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, que comprende, además, transportar las semillas orientadas en un soporte **(304)** de semillas hasta una estación **(500)** de toma de muestras para extraer una muestra de tejido de al menos una de las semillas orientadas.
14. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 9-13, que comprende, además, extraer una muestra de tejido de una porción deseada de al menos una de las semillas orientadas.
15. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 9-14, que comprende, además, analizar la muestra de tejido en busca de una o más características indicativas de al menos un rasgo genético y/o químico.

16. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 9-15, en el que el accionador (220) está seleccionado del grupo que consiste en un accionador neumático y un accionador mecánico.





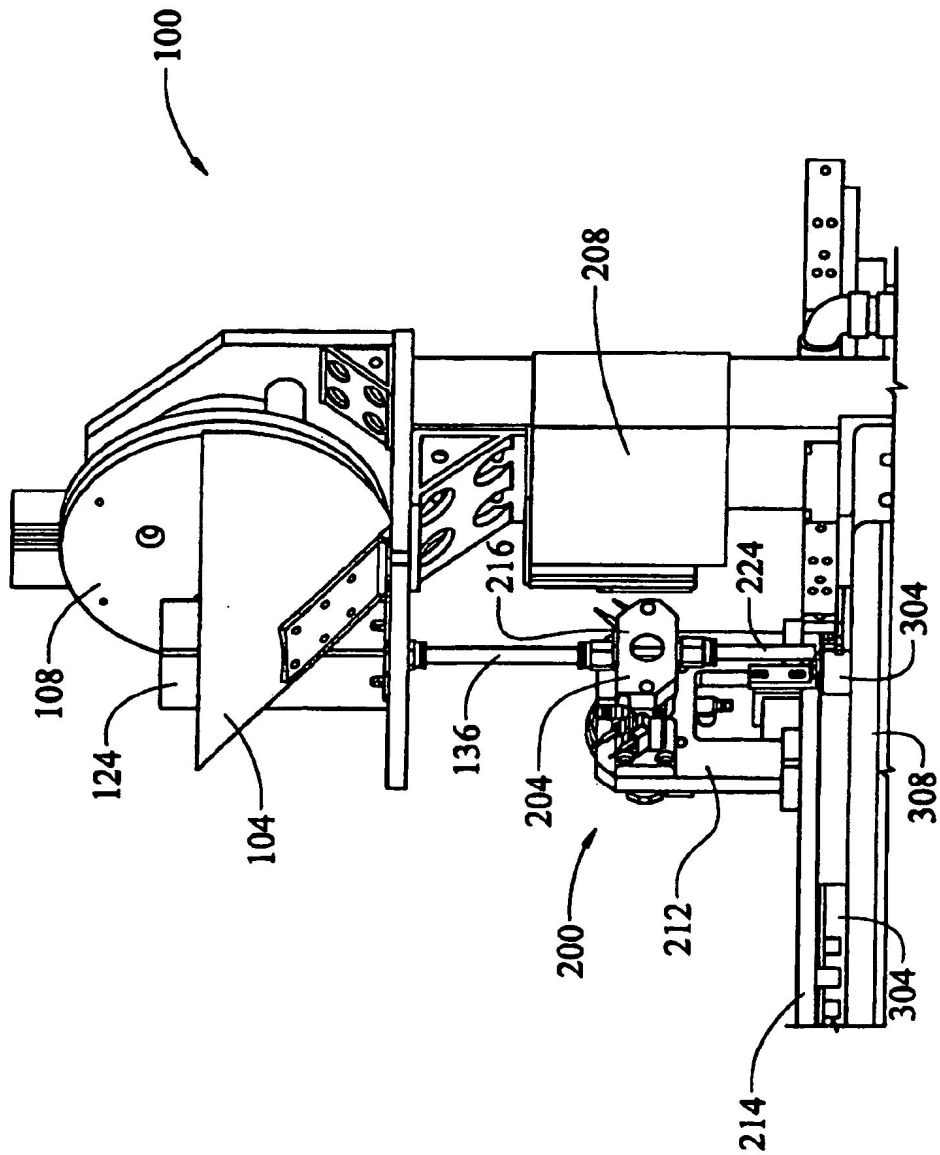


Fig. 3

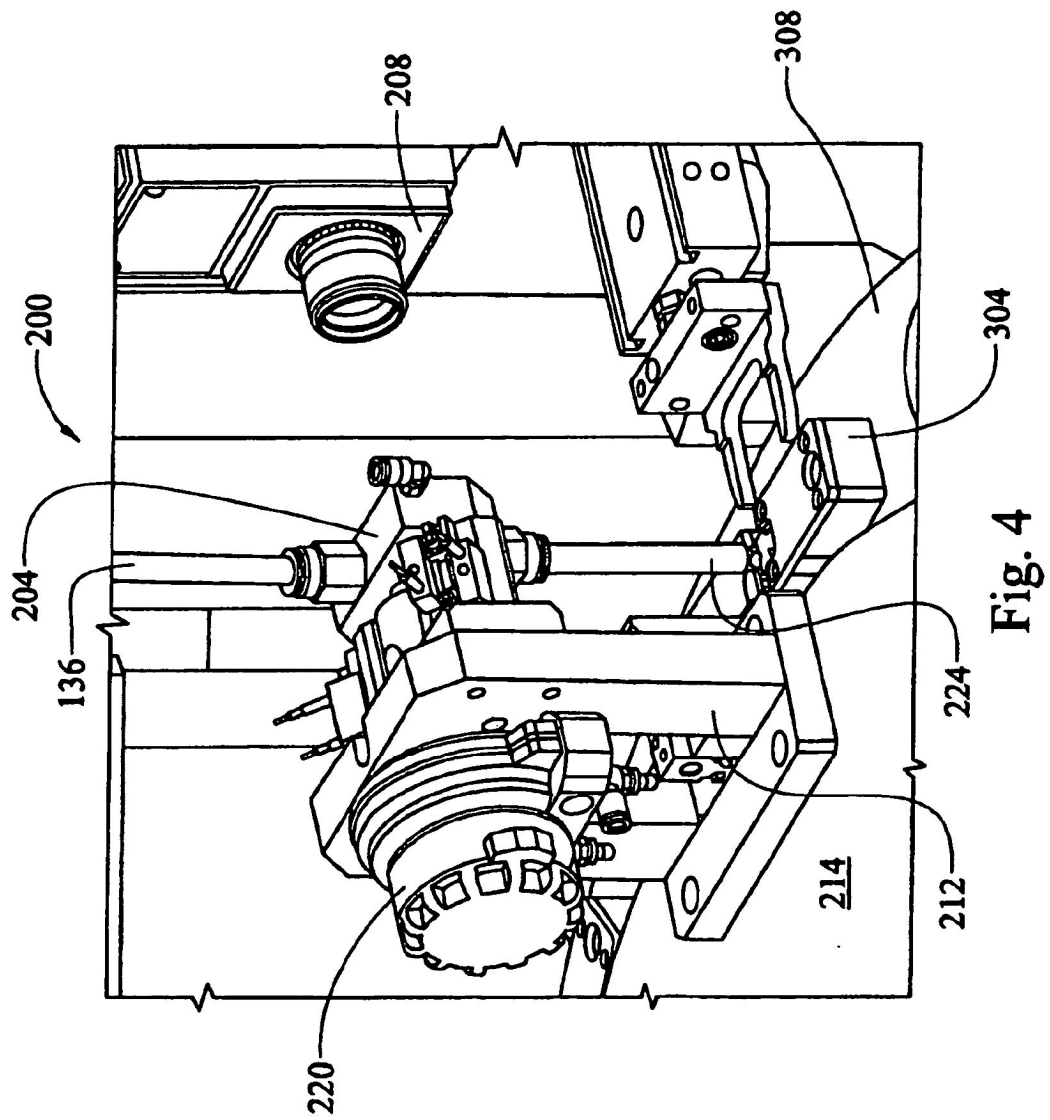
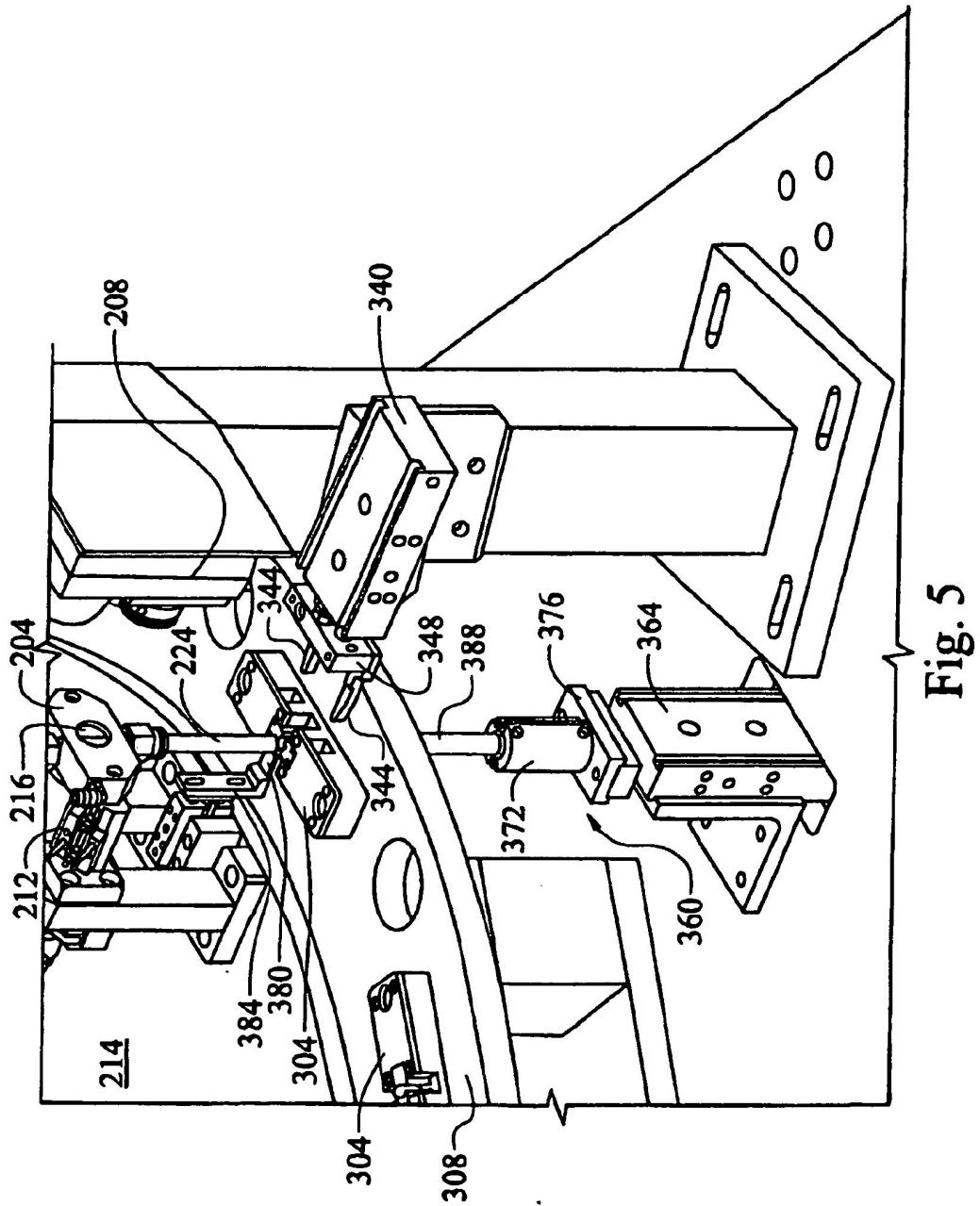


Fig. 4



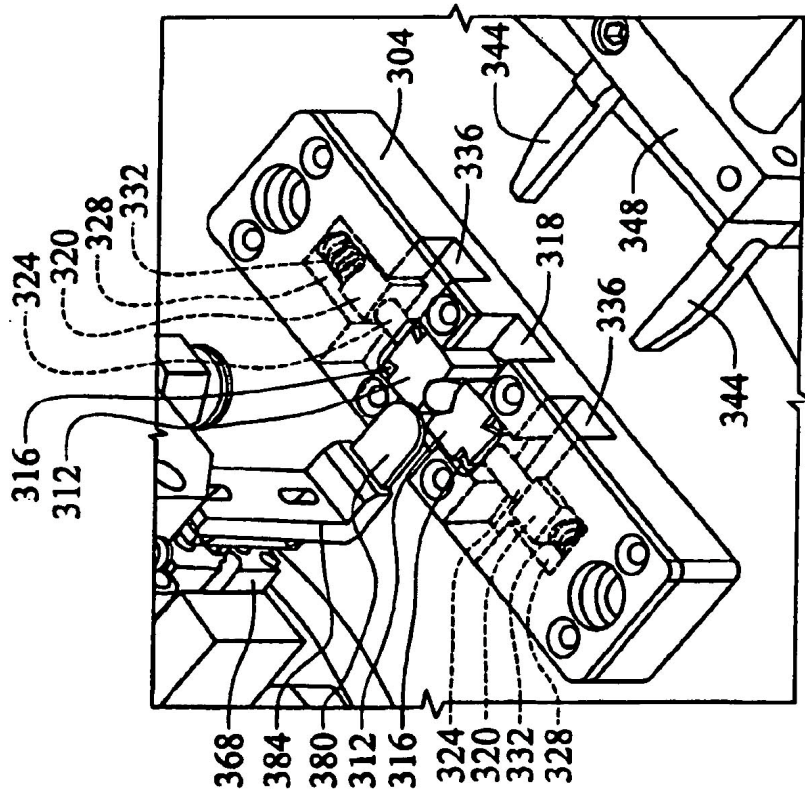


Fig. 6

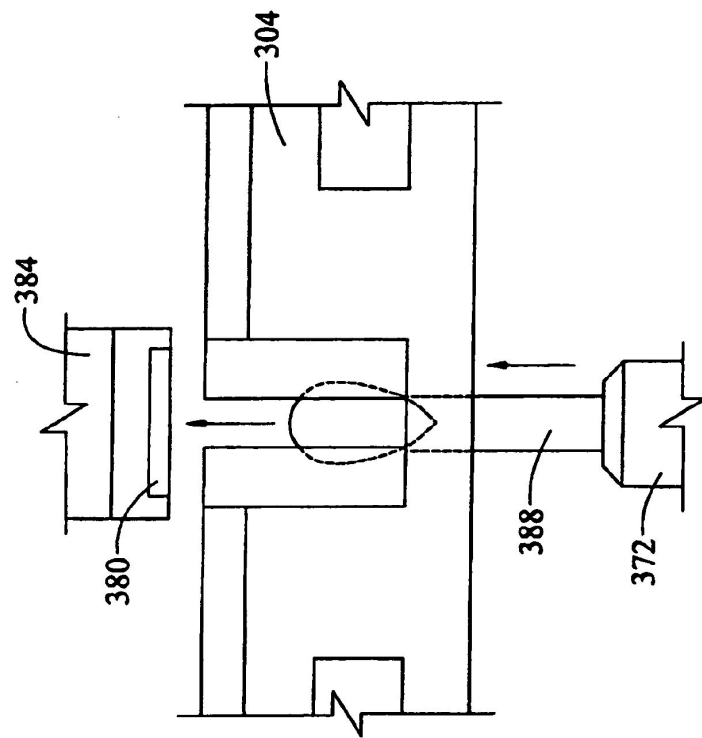


Fig. 7

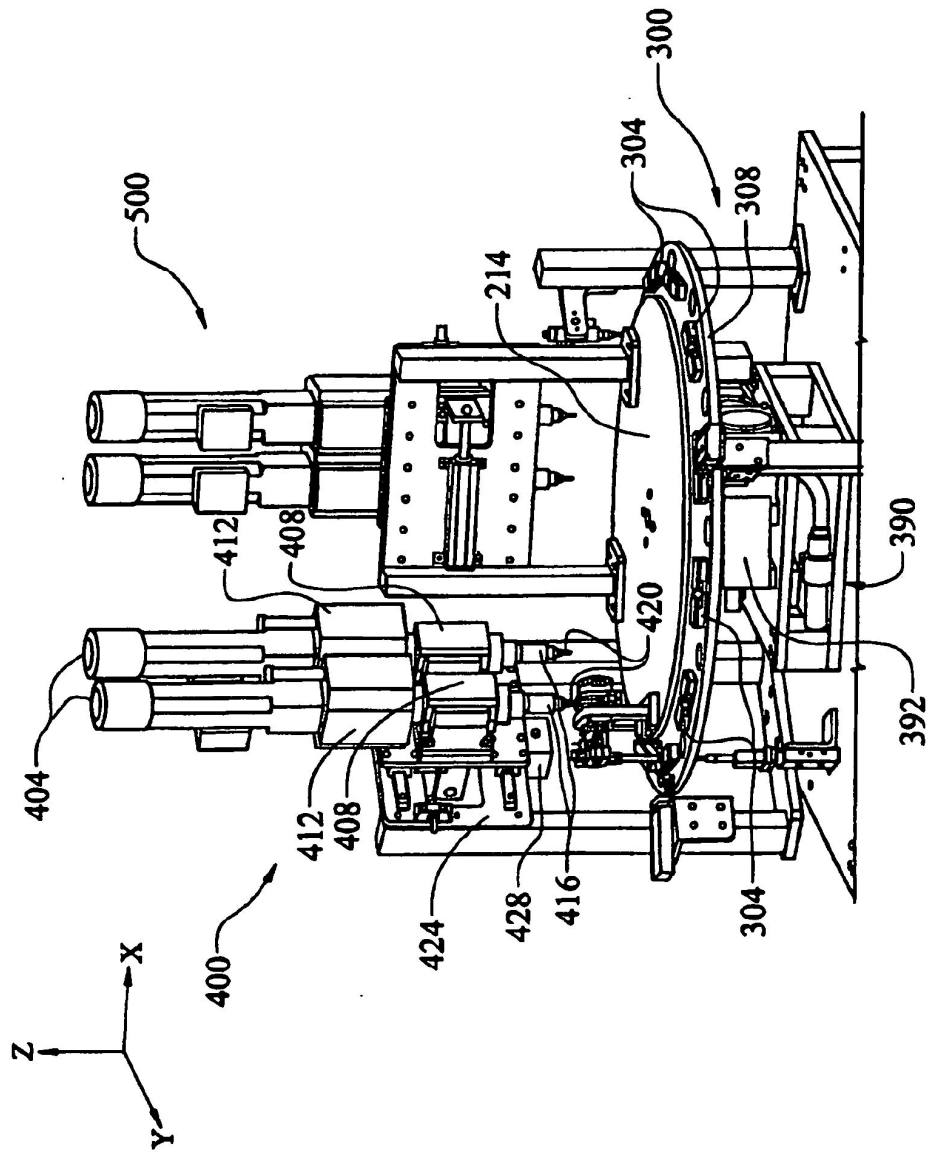


Fig. 8

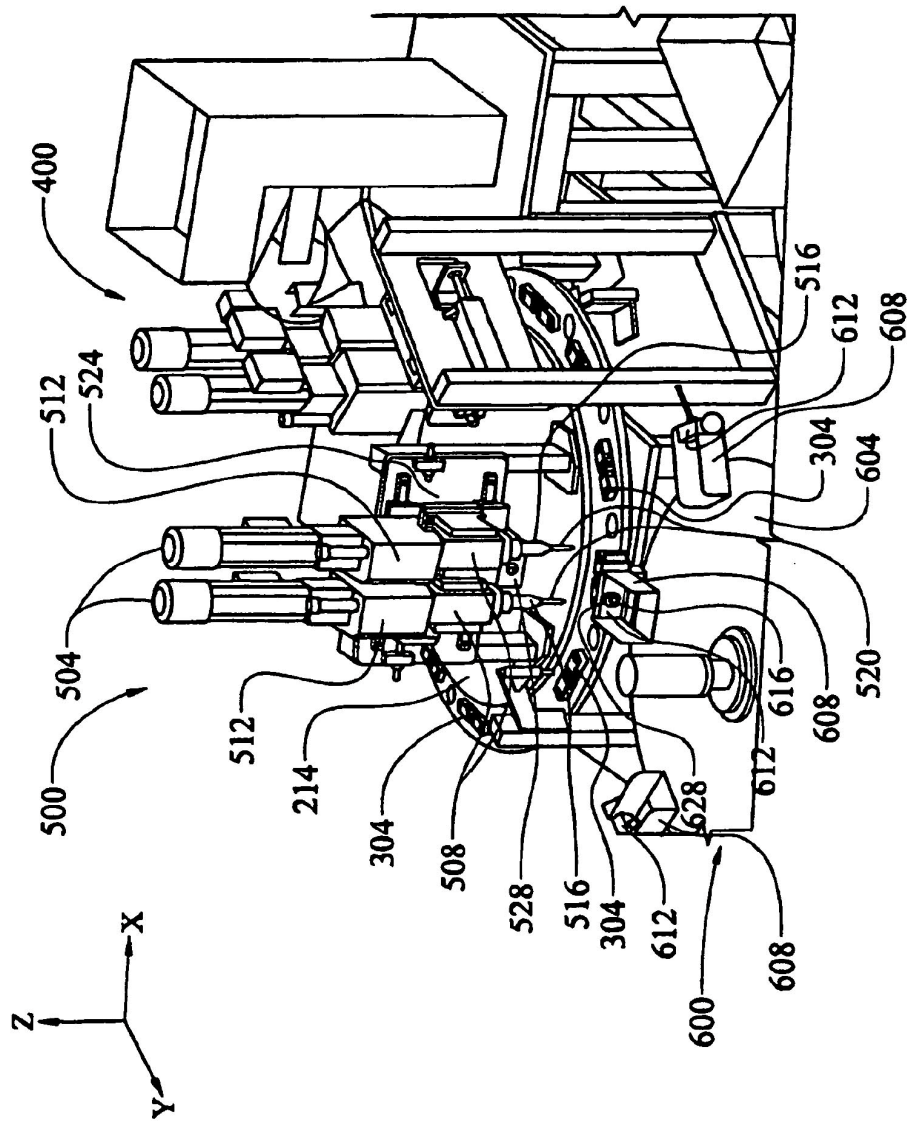


Fig. 9

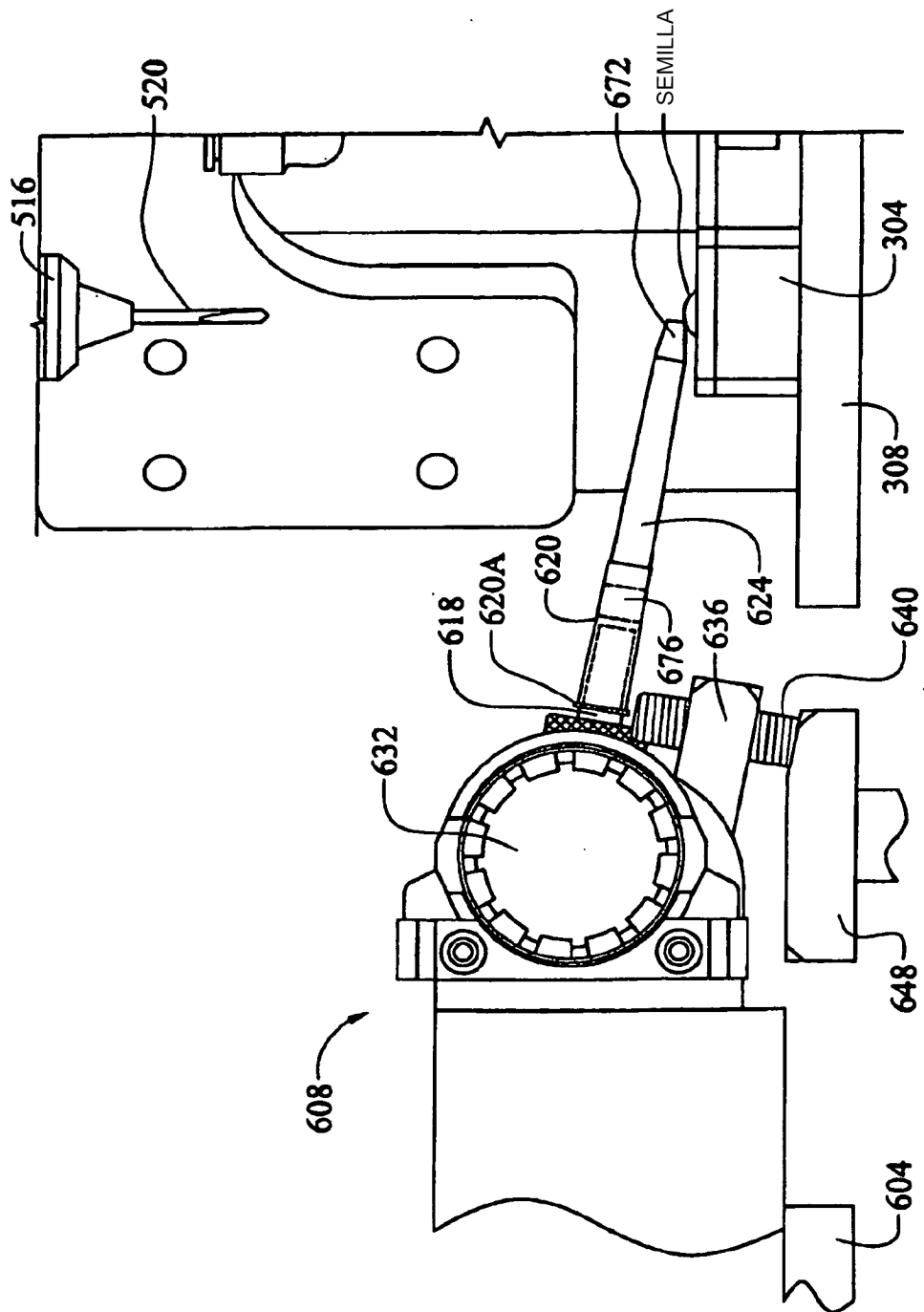


Fig. 10

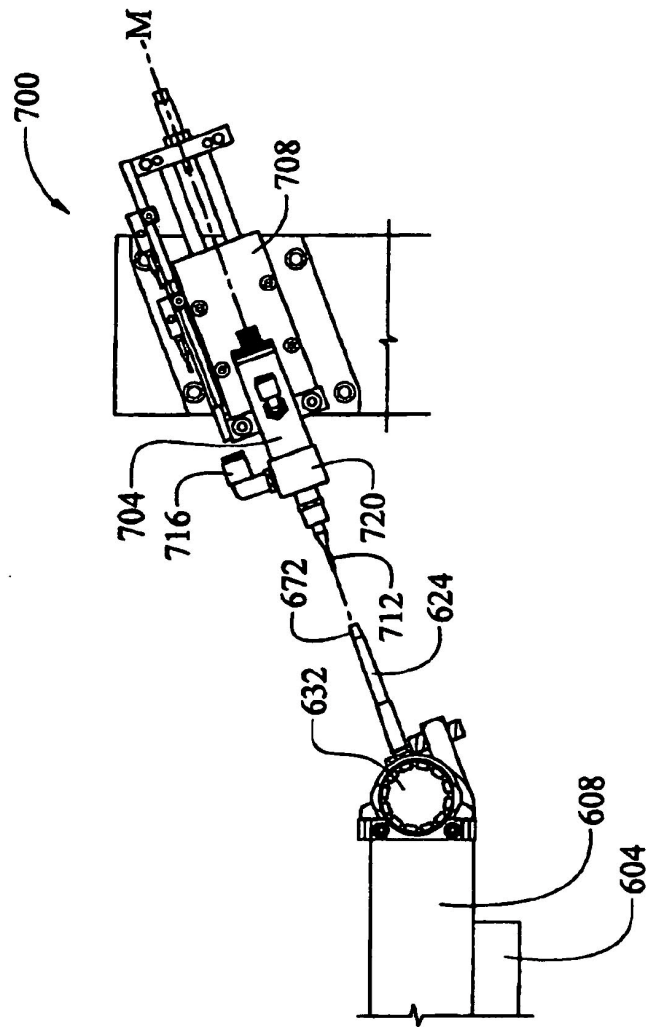


Fig. 11

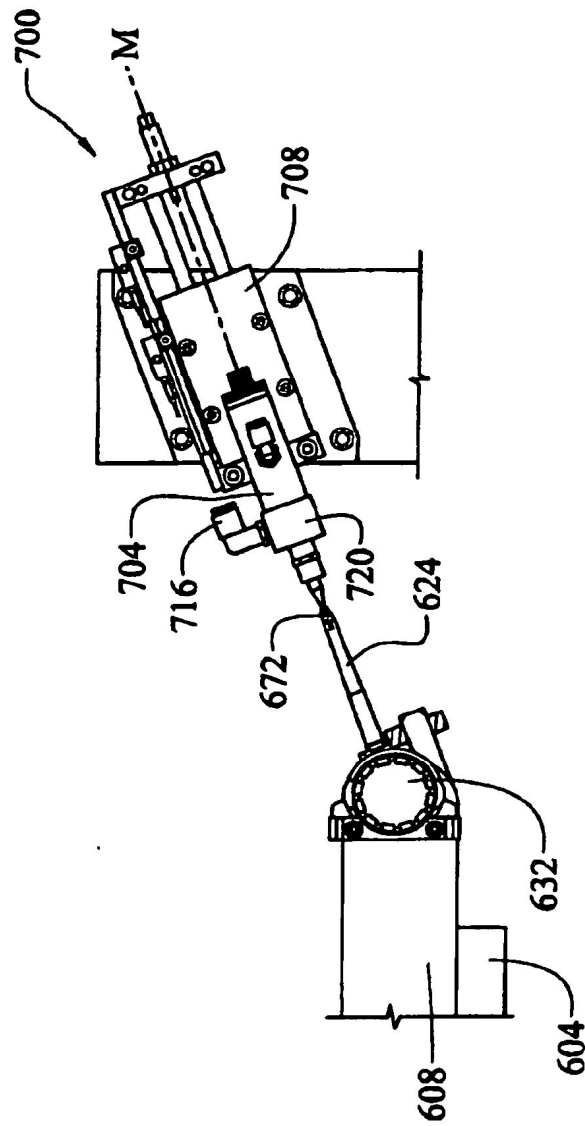
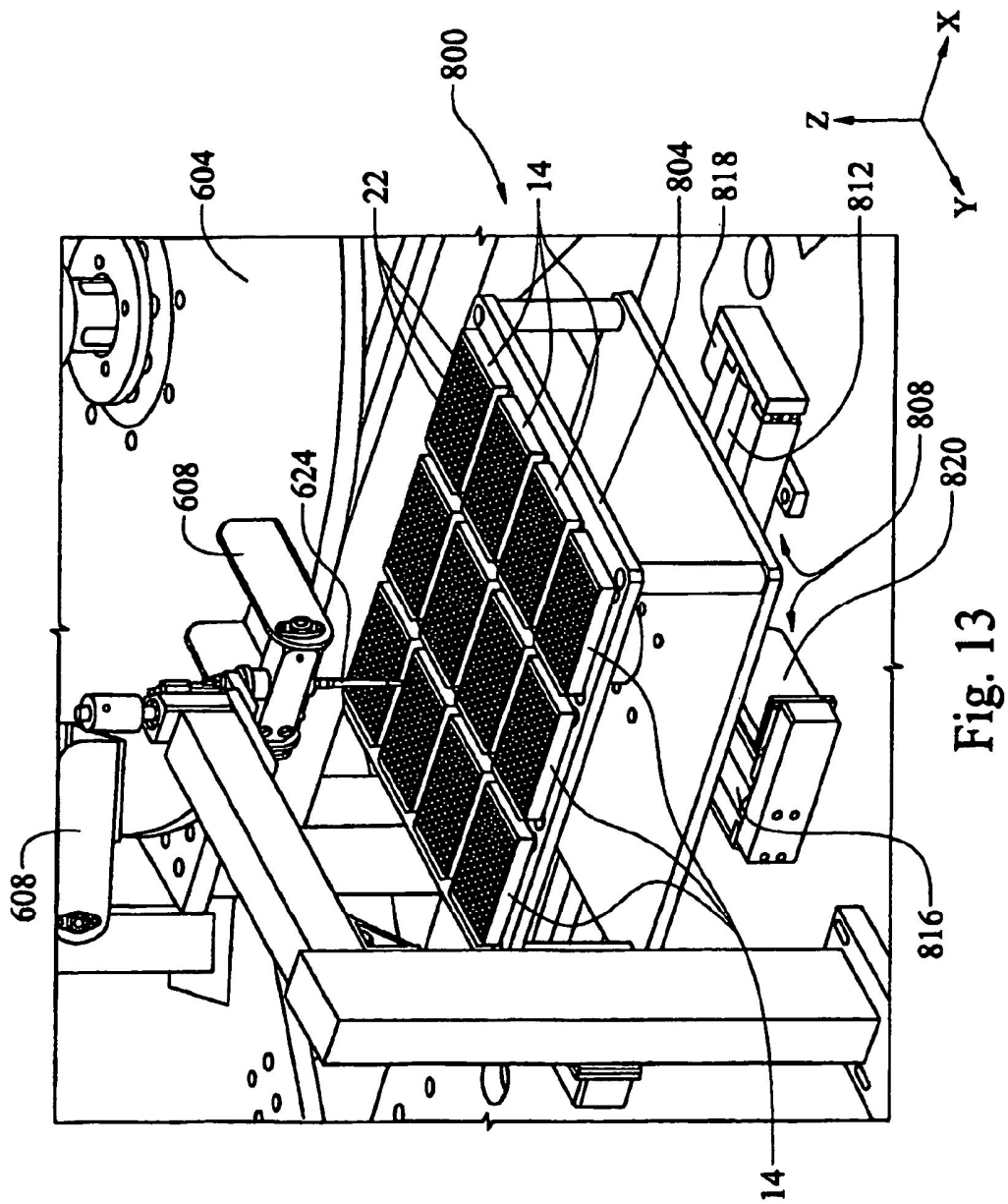


Fig. 12



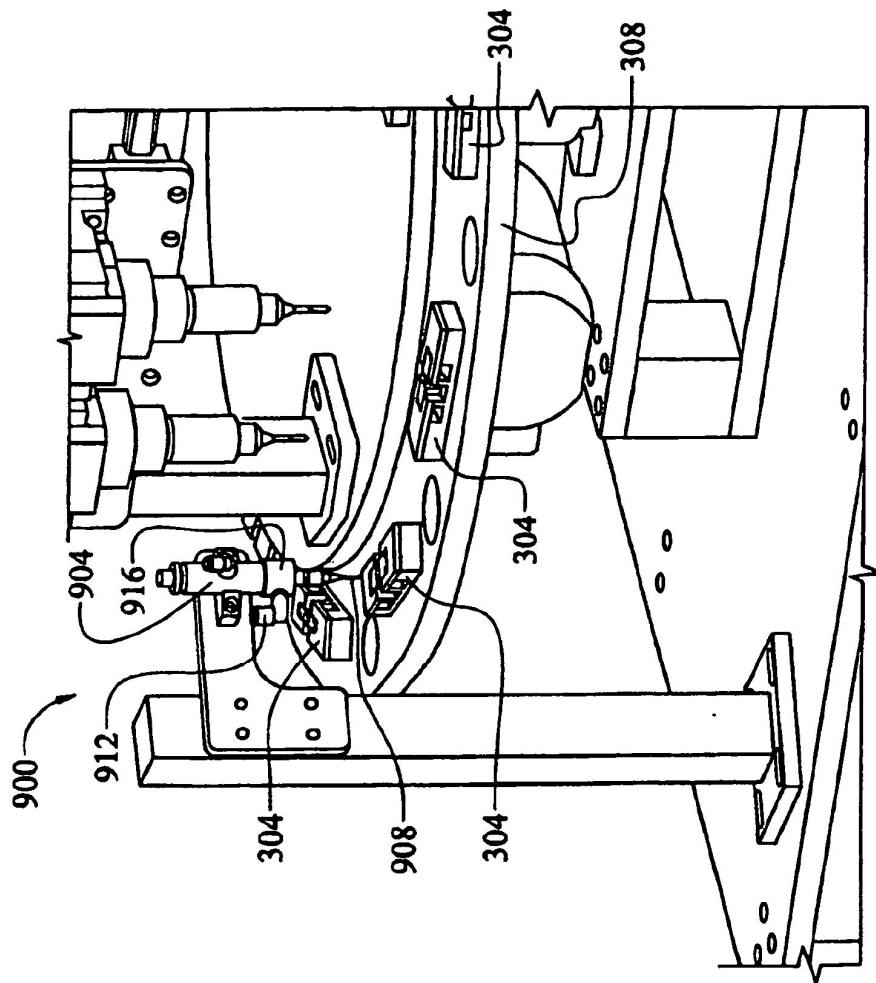


Fig. 14

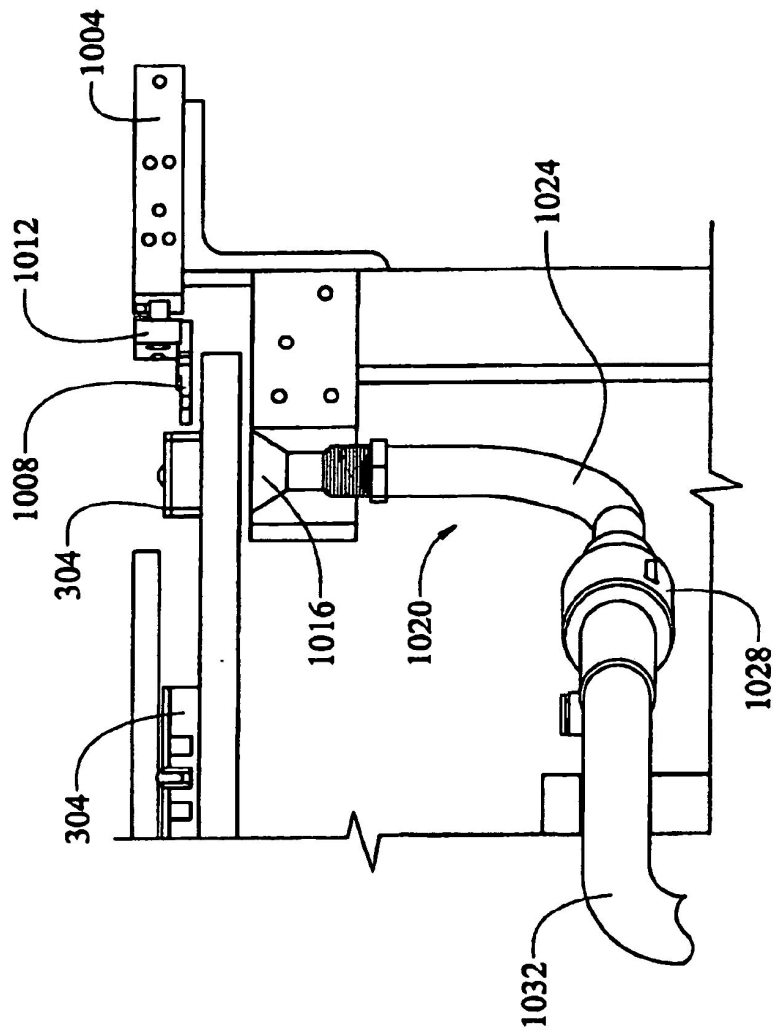


Fig. 15

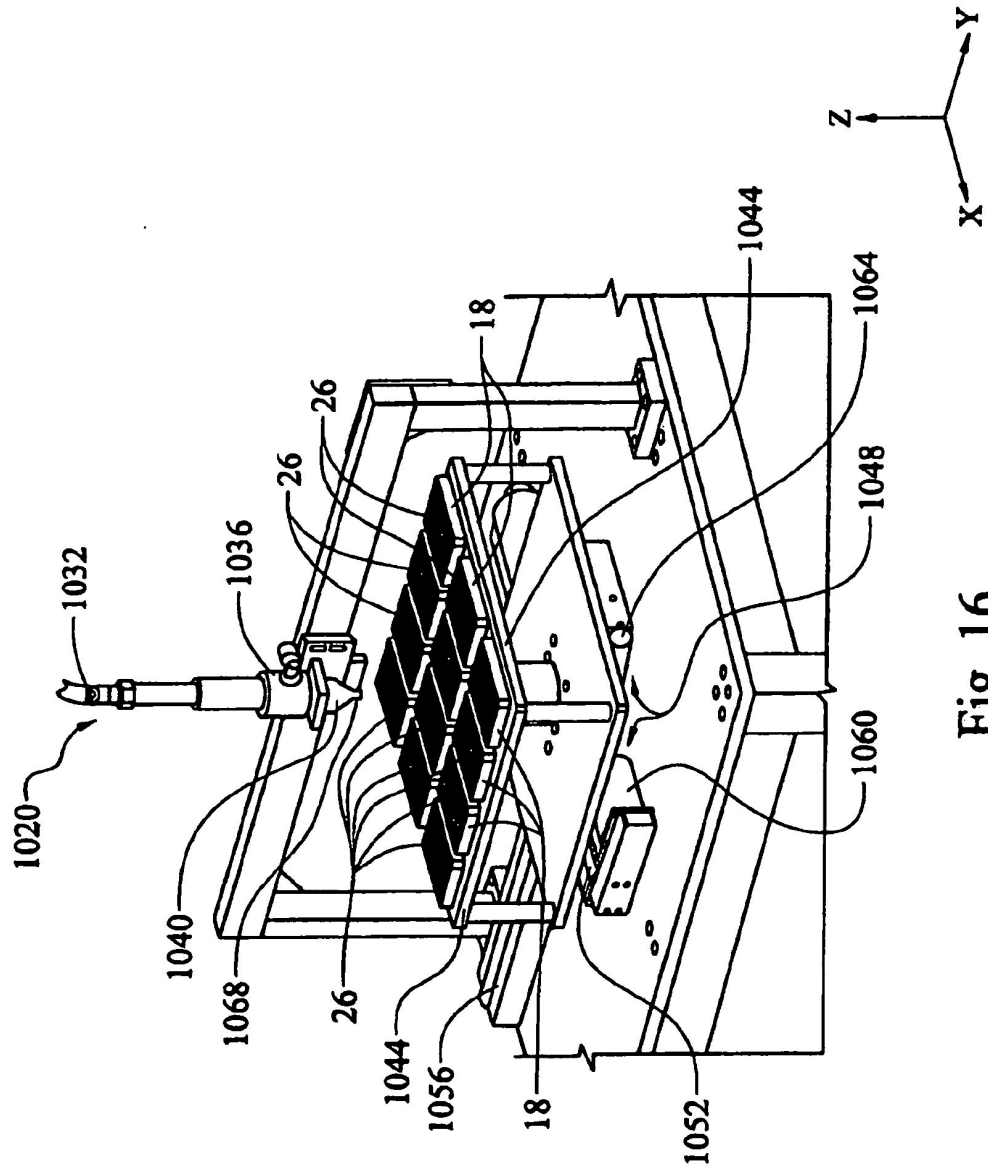
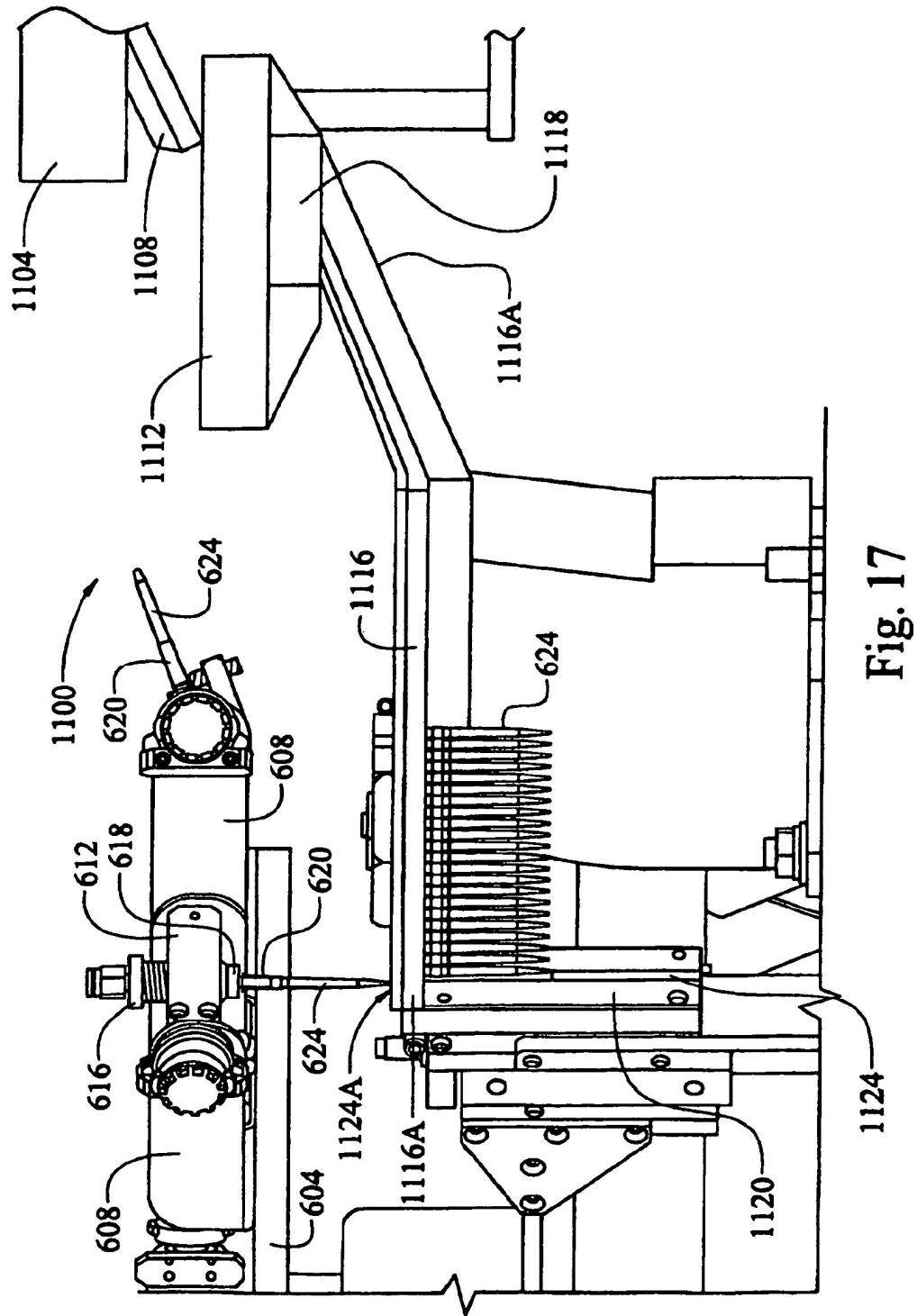


Fig. 16



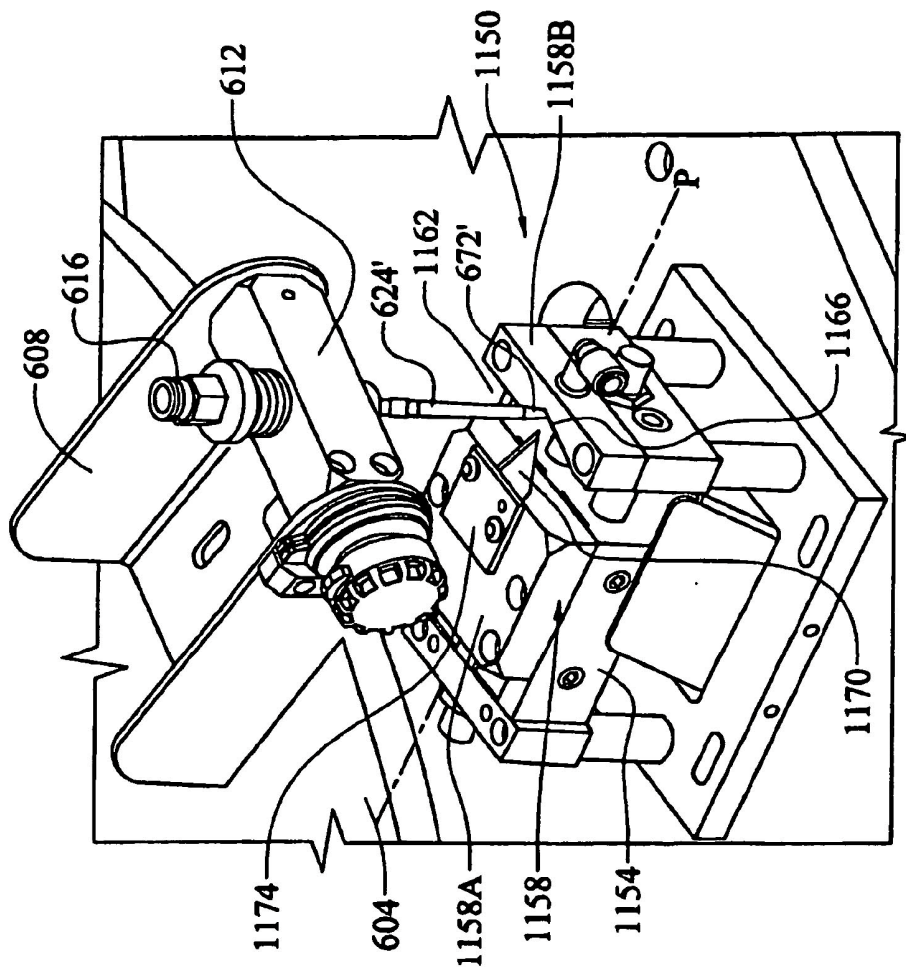


Fig. 18

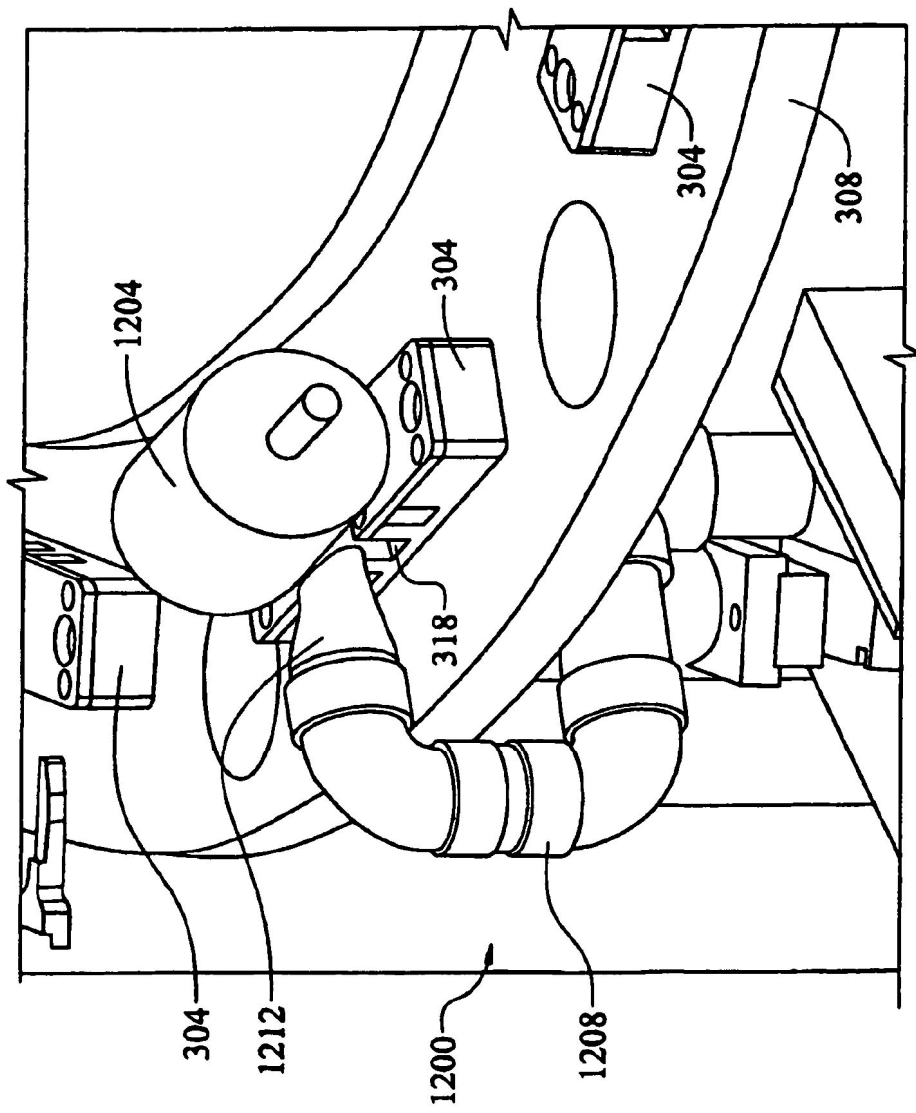


Fig. 19