(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 343 697**

(51) Int. Cl.:

A01C 1/00 (2006.01)
A01H 1/04 (2006.01)
G01N 1/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA TRAS OPOSICIÓN T5

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2007 E 07757774 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **27.03.2013 EP 1991043**

(54) Título: **Muestreador de semillas automático libre de contaminación y procedimientos para la toma de muestras, evaluación y reagrupamiento de semillas**

(30) Prioridad:

02.03.2006 US 778830 P
28.02.2007 US 680180

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
26.06.2013

(73) Titular/es:

MONSANTO TECHNOLOGY LLC (100.0%)
800 NORTH LINDBERGH BLVD.
ST. LOUIS, MO 63167, US

(72) Inventor/es:

DEPPERMANN, KEVIN;
LISTELLO, JENNIFER;
RAHN, PHILLIP y
KOESTEL, ANGELA

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 343 697 T5

DESCRIPCIÓN

Muestreador de semillas automático libre de contaminación y procedimientos para la toma de muestras, evaluación y reagrupamiento de semillas

Campo

La presente divulgación se refiere al campo de los sistemas y procedimientos para la toma de muestras de materiales biológicos, como por ejemplo semillas.

Antecedentes

Las manifestaciones vertidas en la presente sección simplemente proporcionan información acerca de los antecedentes relacionados con la presente divulgación y pueden no formar parte de la técnica anterior.

En el desarrollo y mejora de las plantas, se llevan a cabo mejoras genéticas de la planta, ya sea mediante reproducción selectiva o manipulación genética, y cuando se obtiene una mejora deseable, se produce un aumento cuantitativo rentable mediante la plantación y recolección de semillas a lo largo de varias generaciones. No todas las semillas expresan los rasgos deseados y, por tanto, estas semillas necesitan ser retiradas de la población de cultivo. Para acelerar el proceso de engrosamiento de la población vegetal, se toman y evalúan muestras estadísticas de la población que no expresan de manera satisfactoria el rasgo deseado. Sin embargo, este muestreo estadístico necesariamente permite que algunas semillas sin el rasgo deseable permanezcan en la población de cultivo y, del mismo modo, puede excluir, de modo inadvertido algunas semillas con el rasgo deseable, de la población deseada, puede excluir, de modo inadvertido, algunas semillas con el rasgo deseable, de la población deseada.

El documento WO 03/100381A; la Solicitud de Patente estadounidense con el número de serie 11/213,430 (depositada el 26 de agosto de 2005); la Solicitud de Patente estadounidense con el número de serie 11/213,431 (depositada el 26 de agosto de 2005); la Solicitud de Patente estadounidense número 11/213,432 (depositada el 26 de agosto de 2005); la Solicitud de Patente estadounidense con el número de serie 11/213,434 (depositada el 26 de agosto de 2005); y la Solicitud de Patente estadounidense con el número de serie 11/213,435 (depositada el 26 de agosto de 2005) divulgan unos aparatos y unos sistemas para el muestreo automático de semillas así como unos procedimientos de muestreo, evaluación y reagrupamiento de semillas.

Sin embargo, algunos sistemas de muestreo automático y de evaluación conocidos introducen un margen para que diversos tipos de contaminación corrompan las muestras recogidas y distorsionen los resultados. Por consiguiente, existe la necesidad del muestreo automático de semillas de una forma que permita la sustancial inexistencia de contaminación.

Sumario

La presente divulgación se refiere a unos sistemas y unos procedimientos de muestreo no destructivo de material de muestreo a partir de semillas. Los procedimientos están especialmente adaptados para su desarrollo automático, lo que permite un muestreo mayor del que la práctica anterior permitía. Con el muestreo no destructivo, automático, que permiten, al menos, algunas de las formas de realización de la presente divulgación, es posible evaluar cada semilla de la población de cultivo, y desechar las semillas que no expresen un rasgo deseado. Esto acelera en gran medida el proceso de engrosamiento de una población de semillas determinada, y puede traducirse en una mejora de la población de cultivo final.

Diversas formas de realización de la presente divulgación facilitan la evaluación de la mayoría o de todas de las semillas de una población de cultivo antes de la plantación para que el tiempo y los recursos no se dilapiden en el cultivo de plantas sin los deseados rasgos. Así mismo, diversas formas de realización ofrecen la posibilidad de un muestreo automático de las semillas sin riesgo de contaminación, eliminando de esta forma, de manera sustancial el entrecruzamiento entre muestras.

La presente invención proporciona un sistema muestreador de semillas automático que incluye una estación de molturación para la retirada de al menos una porción del material de la envoltura seminal de una semilla y una estación de muestreo para la extracción de una muestra del material de semilla de la semilla de la que la envoltura seminal ha sido retirada. Un subsistema de transporte de semillas transporta la semilla entre la estación de molturación y la estación de muestreo y un subsistema de depósito de semillas transporta la semilla desde el subsistema de transporte de semillas hasta un pocillo seleccionado de una bandeja de semillas después de que la semilla ha sido muestreada.

En otras formas de realización adicionales distintas, la presente divulgación ofrece un procedimiento de extracción del material de muestra de una semilla para su evaluación de acuerdo con la reivindicación 11. El procedimiento incluye la carga de una semilla en un portasemillas de un sistema muestreador automático de semillas y la retirada de la semilla de al menos una porción del material de envoltura seminal en una estación de molturación del sistema muestreador de semillas. Una muestra del material de semilla es entonces extraída de la semilla donde la envoltura

seminal ha sido retirada en una estación de muestreo del sistema muestreador de semillas. La semilla muestreada es entonces transportada hasta una cavidad seleccionada de una bandeja de semillas utilizando un subsistema de depósito de semillas del sistema muestreador de semillas. La muestre extraída es transportada simultáneamente hasta un pocillo seleccionado de una bandeja de muestras utilizando un susbsistema de muestreo de muestras del sistema muestreador de semillas. La muestra depositada puede entonces ser evaluada respecto de al menos una característica deseada de la semilla.

Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación facilitan el muestreo automático no destructivo de semillas de una manera sustancialmente libre de contaminación. Dichos sistemas y procedimientos permiten la evaluación y clasificación de grandes cantidades de semillas, facilitando con ello la reagrupación de poblaciones de semillas con rasgos deseables. Estas y otras características distintivas y ventajas resultarán en parte evidentes, y en parte se pondrán de manifiesto a lo largo de la presente memoria.

Otras áreas de aplicabilidad de las enseñanzas contenidas en la presente memoria se pondrán de manifiesto a partir de la descripción ofrecida en la presente memoria. Debe entenderse que la descripción y los ejemplos específicos se ofrecen únicamente con fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

Dibujos

Los dibujos descritos en la presente memoria tienen solo fines ilustrativos y no pretenden limitar en modo alguno el alcance de las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema muestreador de semillas de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de tamaño ampliado de una estación de carga de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de tamaño ampliado de un sistema de orientación de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 4 es una vista en alzado lateral del sistema de orientación de semillas mostrado en la Figura 3, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de orientación de semillas mostrado en la Figura 3 que describe un portasemillas, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 6 es una vista en perspectiva de tamaño ampliado del portasemillas mostrado en la Figura 5 de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 7 es una vista en alzado lateral de tamaño ampliado del portasemillas mostrado en la Figura 6 de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 8 es una vista en perspectiva de una estación de molturación y de un subsistema de transporte de semillas del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una estación de muestreo del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 10 es una vista en alzado lateral de tamaño ampliado de la estación de muestreo de semillas, mostrado en la Figura 9, durante el funcionamiento del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 11 es una vista en alzado lateral de un aparato de suministro de líquido del sistema de muestreo de semillas, mostrado en la Figura 1, en posición retraída, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 12 es una vista en alzado lateral del aparato de suministro de líquido mostrado en la Figura 11, en posición extendida, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 13 es una vista en perspectiva de una plataforma de bandejas de muestras del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

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, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

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

La Figura 16 es una vista en perspectiva de una plataforma de bandejas de semillas del sistema muestreador de semillas de la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 17 es una vista en alzado lateral de una estación de carga de los tubos de recogida del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

La Figura 18 es una vista en perspectiva de un subsistema de preparación de los tubos de recogida del sistema muestreador de semillas mostrado en la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención.

La Figura 19 es una vista en perspectiva de una estación de limpieza del sistema muestreador de semillas de la Figura 1, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

Los números de referencia correspondientes indican las correspondientes partes a lo largo de las distintas vistas de los dibujos.

Descripción detallada

A lo largo de la presente memoria descriptiva, las mismas referencias numerales serán utilizadas para referirse a los mismos elementos.

La Figura 1 ilustra un sistema muestreador automático de semillas 10, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente divulgación.

Como elementos a destacar, el sistema muestreador de semillas 10 incluye una estación de carga de semillas 100, un sistema de orientación de semillas 200, un subsistema de transporte de semillas 300, una estación de molturación 400, una estación de muestreo 500, un subsistema de transporte y recogida de muestras 600, un subsistema de suministro de líquido 700, un subsistema de depósito de muestras 800, una estación de tratamiento de semillas 900, y un subsistema de depósito de semillas 1000.

El sistema Muestreador de semillas 10 está estructurado y puede ponerse en funcionamiento para aislar una semilla de un cuenco de semillas 104 de la estación de carga de semillas 100, orientar la semilla en la estación de orientación de semillas 200 y transferir la semilla hasta la estación de molturación 400, por medio del subsistema de transporte 300. El sistema muestreador de semillas 10 está, así mismo, estructurado y puede accionarse para retirar una porción del material de envoltura seminal en la estación de molturación 400, transferir la semilla hasta la estación de muestreo 500, por medio del susbsistema de transporte de semillas 300, donde el material de la muestra es extraído de la semilla en el punto donde el material de envoltura seminal ha sido retirado. El sistema muestreador de semillas 10 está también estructurado y puede ser accionado para transportar la muestra extraída hasta el subsistema de depósito de muestras 800, por medio del subsistema de transporte de muestras 700 y depositar la muestra extraída dentro de la bandeja de muestras 14 utilizando un líquido, de acuerdo con lo descrito con mayor detenimiento más adelante. Así mismo, el sistema muestreador de semillas 10 está estructurado y puede ser accionado para tratar, por ejemplo, aplicar un revestimiento protector a la porción al descubierto de la semilla en la estación de tratamiento de semillas 900 y transportar la semilla hasta el subsistema de depósito de semillas 1000, donde la semilla es depositada dentro de una bandeja de semillas 18 situada sobre una plataforma del subsistema de depósito de semillas 1000.

Debe entenderse que el sistema muestreador de semillas 10, tal y como se muestra y describe en la presente memoria, incluye diversas abrazaderas fijas, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. a los o a las cuales los componentes, dispositivos, mecanismos, sistemas, subsistemas, montajes y submontajes descritos en la presente memoria están acoplados, conectados y / o montados. Aunque dichas abrazaderas, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. son necesarios para la construcción del sistema muestreador de semillas 10, la descripción de su colocación, orientación e interconexiones no es necesaria para que el experto en la materia aprehenda fácilmente y de manera acabada la estructura, la función y el manejo del sistema muestreador de semillas 10. En particular, dichas abrazaderas, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. se ilustran con claridad a lo largo de las figuras y, en cuanto tales, su emplazamiento, orientación e interconexiones resultan fácilmente comprendidas por parte del experto en la materia. Por consiguiente, por razones de sencillez, dichas abrazaderas, vigas, plataformas, pedestales, pies, etc. se designarán en la presente memoria simplemente como estructuras de soporte del sistema, sin hacer ulterior referencia a su colocación, orientación e interconexiones.

Con referencia ahora a las Figuras 2 y 3, en diversas formas de realización, la estación de carga de semillas incluye el cuenco de recogida de semillas 104, y una rueda de separación 108. La rueda de separación 108 está montada para su rotación en un plano vertical, de tal manera que una porción de la rueda de separación 108 desciende por dentro de un depósito interior del cuenco de recogida de semillas 104. Otra porción de la rueda de separación 108 se extiende por fuera del cuenco de recogida de semillas 104, de tal manera que una cara 120 de la rueda de

separación 108 está situada en posición adyacente a un colector de semillas 124. La rueda de separación de semillas 108 incluye una pluralidad de orificios rebajados separados 128 que se extienden a través de la cara 120 y están acoplados y comunicados con el sistema de vacío (no mostrado) de forma que un vacío pueda disponerse en cada uno de los orificios separados 128.

Para poner en marcha el funcionamiento del sistema Muestreador de semillas 10, las semillas que van a ser muestreadas y evaluadas son situadas en el depósito interior del cuenco de semillas 104, aplicándose un vacío sobre al menos alguno de los orificios rebajados 128, por ejemplo, los orificios rebajados 128 situados en la cara 120 de la porción de la rueda de separación 108 que se extiende por dentro del depósito interior del cuenco de semillas 104. La rueda de separación de semillas 108 se hace entonces girar de forma progresiva, mediante un motor de indización 132, de tal manera que los orificios rebajados 128 roten secuencialmente a través del depósito interior del cuenco de semillas 104 salgan de la cubeta de recogida de semillas 104 y pasen por el colector de semillas 124 antes de volver a entrar en el depósito interior del cuenco de semillas 104. Cuando la rueda de separación rueda de forma progresiva y los orificios rebajados 128 pasan progresivamente a través del depósito interior del cuenco de semillas 104, las semillas individuales son recogidas y retenidas en cada orificio rebajado 128 mediante el vacío aplicado en los orificios rebajados respectivos 128. Cuando la rueda de separación 108 gira progresivamente, las semillas son conducidas fuera del cuenco de semillas 104 hasta el colector de semillas 124, donde cada semilla es retirada de la cara 120 de la rueda de separación 108. Después de que cada semilla es retirada de la rueda de separación 108, la semilla es canalizada hasta un tubo de transferencia 136 de la estación de carga. La semilla, a continuación, se hace pasar a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga por medio de la gravedad, el vacío o un aire impulsado, hasta el interior de un aparato de formación de imágenes 204 de la semilla del sistema de orientación de semillas 200. El tubo de transferencia 136 de la estación de carga, tiene el tamaño preciso para que ofrezca un diámetro interior que solo permite el paso de la semilla a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga en una orientación longitudinal. Esto es, la semilla solo puede pasar a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga en una orientación de punta hacia arriba o de punta hacia abajo y el diámetro interior solo admitirá la semilla para que se voltee o bascule cuando pase a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga.

En diversas formas de realización, el colector de semillas 124 incluye un limpiador (no mostrado) que físicamente desaloja cada semilla del respectivo orificio rebajado 128 cuando la rueda de separación 108 rota progresivamente más allá del colector de semillas 124. A continuación, la semilla desalojada pasa a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga hasta el aparato de formación de imágenes 204. Como alternativa, en diversas formas de realización, cada semilla puede ser liberada de su orificio rebajado respectivo 128 mediante la retirada temporal del vacío sobre cada orificio rebajado individual 128 cuando el orificio rebajado individual 128 esté situado en posición adyacente al colector de semillas 124. A continuación, la semilla desalojada es transferida al aparato de formación de imágenes 204, a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga. En otras formas de realización adicionales, cada semilla puede ser propulsada desde el orificio rebajado respectivo 128 mediante la provisión temporal de aire a presión sobre cada orificio rebajado individual 128 cuando el orificio rebajado individual 128 esté situado en posición adyacente al colector de semillas 124. A continuación, la semilla desalojada es transferida hasta el aparato de formación de imágenes 204, a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga.

Así mismo, en diversas formas de realización la estación de carga de semillas 100 puede incluir una tolva de semillas a granel 140 que presenta una superficie perfilada y un mecanismo alimentador vibratorio 144. Grandes cantidades de semillas pueden ser situadas en la tolva 140 en la que la semilla es canalizada sobre el mecanismo de alimentación vibratorio 144. El mecanismo alimentador vibratorio 144 puede ser controlado para calibrar las semillas que son introducidas en el cuenco de semillas 104 donde las semillas son separadas y transferidas al aparato de formación de imágenes 204 del sistema de orientación de semillas 200, de acuerdo con lo descrito con anterioridad.

Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4, el sistema de orientación de semillas 200 comprende un aparato de formación de imágenes de semillas 204, un dispositivo de formación de imágenes 208, y un dispositivo de orientación de semillas 212 montado sobre una plataforma central fija 214 del sistema muestreador de semillas 10. El aparato de formación de imágenes 204 de la semilla incluye una ventana 216 y un área de orientación interna de la semilla que puede apreciarse a través de la ventana 216. El dispositivo de orientación 212 incluye un dispositivo de basculación 220 que puede accionar para hacer rotar la semilla mientras que la semilla está suspendida en el área de orientación de la semilla. El aparato de formación de imágenes 204 está conectado a un extremo del tubo de transferencia 136 de la estación de carga y el dispositivo de formación de imágenes 208 está montado sobre una estructura de soporte del sistema adyacente al aparato de formación de imágenes, de manera que el dispositivo de formación de imágenes 208 quede situado para visualizar una semilla suspendida en el área de orientación de la semilla a través de la ventana 216.

Cuando una semilla es transferida al aparato de formación de imágenes 204, a través del tubo de transferencia 136 de la estación de carga, la semilla queda suspendida dentro del área de orientación de la semilla, en posición adyacente a la ventana 216, y es visualizada por el dispositivo de formación de imágenes 208 a través de la ventana 216. En otras formas de realización distintas, la semilla es levitada por dentro del área de orientación de semillas mediante el empleo de aire aplicado a través de un tubo de transferencia 224 del sistema de orientación conectado a

la parte inferior del aparato de formación de imágenes 204, opuesta al tubo de transferencia 136 de la estación de carga. O, en diversas formas de realización, la semilla puede quedar físicamente retenida dentro del área de orientación de las semillas utilizando cualquier medio de retención mecánica apropiado.

Cuando la semilla queda suspendida en posición adyacente a la ventana 216, una imagen de la semilla situada dentro del aparato de formación de imágenes 204 es recogida por el dispositivo de formación de imágenes 208. El dispositivo de formación de imágenes 208 puede ser cualquier dispositivo de formación de imágenes apropiado para recoger imágenes a través de la ventana 216 de las semillas suspendidas dentro del área de orientación de las semillas. Por ejemplo, en diversas formas de realización, el dispositivo de formación de imágenes 208 comprende una cámara digital de alta resolución, de alta velocidad, como por ejemplo una cámara de visión mecánica de tecnología visual disruptiva (DVT). La imagen es comunicada a un controlador de un sistema basado en computadora (no mostrado), donde se determina una orientación de la semilla, a saber, con la punta hacia arriba o con la punta hacia abajo. En diversas formas de realización, el dispositivo de formación de imágenes 208 de las semillas adicionalmente sitúa un baricentro de la semilla o identifica el punto más alejado del baricentro como la punta.

Si se determina que la semilla está con la punta hacia abajo, la semilla es transportada en la orientación de punta hacia abajo, a través del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación, hasta un portasemillas de una pluralidad de portasemillas 304. Si se determina que la semilla está con la punta hacia arriba, el accionador de basculación 220 es comandado por el controlador del sistema para hacer rotar la semilla 180º para situar la semilla en la orientación con la punta hacia abajo. Por ejemplo, el accionador de basculación 220 puede ser accionado por aire comprimido, de tal manera que el aire sea utilizado para hacer rotar la semilla hasta que se detecte la orientación con la punta hacia abajo por parte de dispositivo de formación de imágenes 208. O, el accionador de basculación puede ser un accionador mecánico que haga rotar la semilla retenida por un dispositivo de retención mecánico apropiado para colocar la semilla en la orientación con la punta hacia abajo. Una vez en la orientación con la punta hacia abajo, la semilla es transportada en la orientación con punta hacia abajo, por medio del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación, hasta una de las portasemillas 304. La orientación de las semillas en la posición con la punta hacia abajo reduce al mínimo el impacto respecto a la viabilidad de la semilla cuando una muestra es retirada de la semilla, de acuerdo con lo descrito más adelante. En diversas formas de realización, las semillas son transportadas por medio del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación utilizando la fuerza de la gravedad, esto es, las semillas caen desde el aparato de formación de imágenes 204, a través del tubo de transferencia 224 dentro de uno de los portasemillas 304. Así mismo, cada semilla es mantenida con la orientación adecuada, esto es, con la punta hacia abajo, durante el transporte hasta el respectivo portasemillas 304 al dotar al tubo de transferencia 224 del sistema de orientación de un diámetro interior con el tamaño preciso para que las semillas no puedan rotar hasta la posición de la punta hacia arriba.

Tal como se utiliza en la presente memoria, el controlador del sistema puede ser un solo sistema basado en una computadora, o una pluralidad de subsistemas conectados en red entre sí para coordinar las operaciones simultáneas del sistema de muestras de semillas 10, descrito en la presente memoria. Por ejemplo el controlador del sistema puede incluir una pluralidad de subsistemas del controlador, por ejemplo un subsistema de controlador para cada estación descrita en la presente memoria. Cada subsistema del controlador podría incluir uno o más procesadores o microprocesadores que comunicaran con diversos sensores, dispositivos, mecanismos, motores, instrumentos, etc., del sistema muestreador de semillas, y estuvieran conectados en red conjuntamente con un sistema de computadora central para accionar en cooperación todas las estaciones, sistemas y subsistemas del sistema muestreador de semillas 10. O, como alternativa, el controlador del sistema podría comprender una sola computadora conectada en comunicación con todos los diversos sensores, dispositivos, mecanismos, motores, instrumentos, etc., para accionar en cooperación todas las estaciones, sistemas y subsistemas del sistema muestreador de semillas 10.

Los portasemillas 304 están montados en, y separados a intervalos regulares alrededor de, un área de perímetro de una placa giratoria 308 accionada por motor del subsitema de transporte de semillas 300. El tubo de transferencia 224 del sistema de orientación está conectado en un primer extremo al aparato de formación de imágenes de semillas 204, de tal manera que un segundo extremo del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación esté situado a una específica distancia por encima de una porción de perímetro de la placa giratoria 308. Más concretamente, el segundo extremo del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación está situado por encima de la placa giratoria 308 a una distancia suficiente para permitir que los portasemillas 304 pasen por debajo del segundo extremo del tubo de transferencia del sistema de orientación. Sin embargo, el segundo extremo del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación está, así mismo, situado por encima de la placa giratoria 308, de tal manera que hay solo una pequeña cantidad de espacio libre entre el segundo extremo y los portasemillas 304. Por consiguiente, cada semilla permanecerá en la orientación con la punta hacia abajo cuando pase del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación a uno de los portasemillas 304.

Con referencia ahora a las Figuras 5, 6 y 7, cada portasemillas 304 está estructurado y se utiliza para retener rígidamente una semilla respectiva en la orientación con la punta hacia abajo. Cada portasemillas 304 incluye un par de cabezales de sujeción opuestos 312 situados por deslizamiento dentro de unos receptáculos de sujeción opuestos 316. Los receptáculos de sujeción opuestos 316 están separados por un canal para semillas 318 lateralmente constituido a lo largo de una línea central C del portasemillas 304. Cada cabezal de sujeción 312 está

sujetado a un respectivo pistón de sujeción 320 por medio de un árbol de sujeción respectivo 324. Cada pistón de sujeción 320 está alojado por deslizamiento en el interior de un respectivo cilindro de pistón interno longitudinal 328 del portasemillas 304. Un muelle de compresión 332 está situado dentro de cada cilindro 328 del pistón entre una base del respectivo pistón y un fondo del respectivo cilindro 328 del pistón. De acuerdo con ello, cada cabezal 312 es presionado hacia la línea central C del portasemillas 304. Cuando un portasemillas 304 está en reposo, esto es, cuando el respectivo portasemillas no está reteniendo una semilla o no está siendo manipulado para retener una semilla, los cabezales de sujeción opuestos 312 serán presionados por los muelles 332 hasta una posición completamente extendida, o desplegada. Cuando los cabezales de sujeción 312 estén en la posición desplegada, y una parte superior de cada pistón respectivo 320 se extenderá por el interior de una respectiva vía de paso de horquilla 336 que se extiende lateralmente a través del portasemilla 324 sobre lados opuestos del canal para semillas 318.

Cada cabezal de sujeción 312 está hecho de un material ligeramente blando, resiliente, como por ejemplo neopreno, de tal manera que un portasemillas situado entre los cabezales de sujeción opuestos 312, de acuerdo con lo descrito más adelante, no resulte dañado.

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, los portasemillas 304 están montados sobre y separados a intervalos regulares alrededor de un área de perímetro de la placa giratoria 308. Antes de, después de, o sustancialmente de forma simultánea con el proceso de orientación de las semillas descrito con anterioridad, la placa giratoria 308 es rotada para situar un portasemillas 308 vacío, esto es, carente de semilla, bajo el tubo de transferencia 224 del sistema de orientación. Más concretamente, el canal para semillas 308 está situado por debajo del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación. Cuando un portasemillas 304 es situado por debajo del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación, un dispersador 340 de los cabezales de sujeción es activado para dispersar los cabezales de sujeción 312 de tal manera que una semilla pueda ser recibida entre los cabezales de sujeción 312. El dispersador 340 de los cabezales de sujeción está montado sobre la estructura de soporte del sistema adyacente al dispositivo de orientación de semillas 212 e incluye un par de lengüetas de horquilla 344 acopladas a una base 344 de la horquilla. El dispersador 340 de los cabezales de sujeción puede ser accionado para extender la base 348 de la horquilla y las lengüetas 344 hacia el portasemillas 304. Por ejemplo, el dispersador 340 de los cabezales de sujeción puede ser un dispositivo neumático que puede ser accionado para extender y retraer la base 348 de la horquilla. Cada lengüeta 344 de la horquilla tiene una porción proximal distal achaflanada y tiene el tamaño preciso para acoplarse dentro de las vías de paso 336 de la horquilla.

Tras la activación del dispersador 340 de los cabezales de sujeción, la base 348 de la horquilla es extendida hacia el portasemillas 304, de tal manera que las lengüetas 344 queden insertadas dentro de las vías de paso 336 de la horquilla. Cuando cada lengüeta 344 se desliza por dentro de la respectiva vía de paso 336 de la horquilla las porciones terminales distales achaflanadas se deslizan entre la parte superior del respectivo pistón 320 y de una pared interior de la vía de paso 336 de la horquilla. Cuando las lengüetas 344 siguen extendiéndose por dentro de cada vía de paso 336 de la horquilla, el chaflán de cada lengüeta fuerza el respectivo pistón 320 hacia fuera y lejos de la línea central C del portasemillas. En consecuencia, los pistones 320 son desplazados hacia fuera y lejos de la línea central C, los cabezales de sujeción 312 son, así mismo, desplazados hacia fuera y alejados unos de otros y de la línea central C. De esta manera, los cabezales de sujeción 312 son desplazados hasta una posición retraída en la que una semilla puede ser colocada entre ellos.

Una vez que los cabezales de sujeción 312 han sido retraídos, una semilla adecuadamente orientada puede ser transportada a través del tubo de transferencia 224 del sistema de orientación y situada en la orientación con la punta hacia abajo entre los cabezales de sujeción 312. En diversas formas de realización, el sistema muestreador de semillas 10 incluye así mismo un subsistema 360 de colocación de la altura de las semillas para situar la semilla a una altura específica dentro del respectivo portasemillas 304. El subsitema de colocación de la altura de las semillas incluye un regulador de posición vertical 364 montado sobre la estructura del soporte del sistema por debajo del área de perímetro de la placa giratoria 308, directamente opuesto al tubo de transferencia 224 del sistema de orientación, y un accionador de placa de datos 368 montado sobre la plataforma central 214 directamente opuestos al dispersador 340 de los cabezales de sujeción. El regulador de posición vertical 364 incluye un émbolo cargado por resorte 372 montado sobre un cabezal 376 del regulador de posición y el accionador de placa de datos 368 incluye una placa de datos 380 montada sobre un cabezal 384 del accionador de la placa de datos. El regulador de posición vertical 364 puede ser accionado para extender el cabezal 376 del regulador de posición y el émbolo 372 hacia un fondo de la placa giratoria 308 directamente opuesta a la línea central C del portasemillas. Por ejemplo, el regulador de posición vertical 364 puede ser un dispositivo neumático que puede ser accionado para extender y retraer el émbolo 372. De modo similar, el accionador de placa de datos 368 puede ser accionado para extender el cabezal accionador 384 y la placa de datos 380 sobre la parte superior del canal para semillas 318 del portasemillas. Por ejemplo, el accionador de placa de datos 368 puede ser un dispositivo neumático que puede ser accionado para extender y retraer la placa de datos 380.

Una vez que la semilla ha sido colocada entre los cabezales de sujeción retraídos 312, el cabezal 376 del regulador de posición es extendido hacia arriba para soportar un árbol de émbolo 388 a través de un agujero (no mostrado) existente en el fondo de la placa giratoria 308 y un agujero coaxialmente alineado (no mostrado) existente en el fondo del canal para semillas 318 del portasemillas. Sustancialmente, de manera simultánea, el accionador de placa de datos 368 extiende el cabezal accionador 384 para situar la placa de datos 380 a una específica distancia por

encima del portasemillas 304, directamente por encima del agujero existente en el fondo del canal para semillas 318 del portasemillas. Más concretamente, cuando el cabezal 376 del regulador de posición es desplazado hacia arriba, el árbol de émbolo 388 es extendido hacia el interior de los agujeros coaxialmente alineados y contacta con la punta de la semilla. La semilla es entonces empujada hacia arriba entre los cabezales de sujeción 312 hasta que la corona de la semilla contacta con la placa de datos 380. La estructura cargada por resorte del émbolo 372 permite que el árbol 388 se retraiga por dentro del émbolo 372 cuando la corona de la semilla contacta con la placa de datos 380 para que la semilla quede sujeta en posición sin dañar la semilla. De acuerdo con ello, la corona de la semilla queda situada en una altura específica con respecto a la parte superior de la placa giratoria 308.

Con la corona de la semilla retenida contra la placa de datos 380 mediante el émbolo cargado por resorte 372 el dispersador 340 de los cabezales de sujeción es accionado para retraer la base 348 de la horquilla y retirar las lengüetas 344 de las respectivas vías de paso 336. Tras la retirada de las lengüetas 344, los muelles 332 presionan los cabezales de sujeción 312 hacia la posición desplegada y firmemente sujetan la semilla entre los cabezales de sujeción 312. La placa de datos 380 y el árbol de émbolo 388 son a continuación retraídos dejando la semilla adecuadamente situada, o “cargada”, en el respectivo portasemillas 304. El controlador del sistema a continuación hace rotar la placa giratoria 308 hasta situar el portasemillas “cargado” 304 por debajo de la estación de molturación 400 y el siguiente portasemillas vacío 304 por debajo del dispositivo de orientación de semillas 212.

Con referencia ahora a la Figura 8, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, el sistema muestreador de semillas 10 incluye un subsistema de transporte de semillas 300, para transportar las semillas entre estaciones individuales del sistema muestreador, por ejemplo la estación de carga de semillas 100, la estación de molturación 400, la estación de muestreo 500, etc. En términos generales el subsistema de transporte de semillas 300 puede ser cualquier medio de transporte apropiado, como por ejemplo una cinta transportadora, un transportador de rodillos, y similares. En diversas formas de realización, sin embargo, el subsistema de transporte 300 comprende la placa giratoria 308 que está montada sobre pivote en su centro de rotación. La placa giratoria 308 está virtualmente dividida en una pluralidad de sectores, conteniendo cada sector un portasemillas 304. El número de sectores disponible sobre la placa giratoria 308 puede ser par o impar con un número escogido que depende en gran parte del diámetro de la placa giratoria 308, del tamaño de los portasemillas 304 y de las necesidades de la modalidad de transporte.

La placa giratoria circular 308 está montada sobre pivote en su centro sobre un árbol de un sistema de cojinetes 390. En diversas formas de realización, un árbol (no mostrado) del sistema de árbol de cojinetes 390 puede estar directamente acoplado a un motor de accionamiento 392. Como alternativa, el árbol puede estar separado del motor de accionamiento 392 y accionado para su rotación mediante una transmisión por cadena, una transmisión por polea, una transmisión por engranajes. En diversas aplicaciones, el motor de accionamiento 392 puede ser un motor paso a paso de elevado par de torsión.

En funcionamiento, el motor de accionamiento 392 de la placa giratoria 308 es accionado para avanzar (lo que puede llevarse a cabo o bien en sentido dextrorso o en sentido sinistrorso, dependiendo de la configuración), para desplazar en rotación la placa giratoria 308 de estación a estación del sistema muestreador 10. Por consiguiente, los portasemillas 304 están alineados con dispositivos auxiliares, como por ejemplo la estación de carga 100, la estación de molturación 400, la estación de muestreo 500. En esta configuración, el dispositivo auxiliar puede estar situado alrededor de la placa giratoria 308 en estaciones que estén en alineación con cada posición y, por tanto, tengan acceso preciso a las semillas y a los portasemillas 304. Hasta el extremo necesario, los bordes periféricos de la placa giratoria 308 pueden ser transportados por rodillos, guías, correderas o elementos similares, para contribuir a la suave rotación del transportador de la placa giratoria.

Con referencia, así mismo, a la Figura 8, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, una vez que cada portasemillas 304 es “cargado” con una semilla, el controlador del sistema hace girar la placa giratoria 308 hasta la posición del portasemillas “cargado” 304 por debajo de la estación de molturación 400. La estación de molturación 400 incluye al menos una herramienta de molturación 404 montada sobre la estructura de soporte del sistema por encima del área de perímetro de la placa giratoria 308. Las una o más herramientas de molturación 404 son utilizadas para retirar una porción de la envoltura seminal de cada semilla cuando el respectivo portasemillas 304 está situado por debajo de la estación de molturación 400. Cada herramienta de molturación 404 incluye un accionador de eje Z 408 que puede ser accionado para bajar y subir al menos una porción de la herramienta de molturación respectiva 404 a lo largo del eje Z. Cada herramienta de molturación 404 es controlada por el controlador del sistema y puede ser accionado eléctrica, neumática o hidráulicamente.

La(s) herramienta(s) de molturación 404 puede(n) ser cualquier mecanismo apropiado para retirar una porción de material de envoltura seminal de cada semilla. Por ejemplo, en diversas formas de realización, cada herramienta de molturación 404 es un dispositivo rotatorio que incluye el accionador de eje Z 408 y una transmisión rotatoria 412 operativamente acoplada a un portataladro 416. Cada accionador del eje Z 408 puede ser accionado para subir o bajar el respectivo manguito de broca 416 y una broca de herramienta de molturación 420 sujeta dentro del manguito de broca 416 a lo largo del eje Z. La broca de la herramienta de molturación 420 puede ser cualquier instrumento apropiado para retirar el material de envoltura seminal, por ejemplo una broca de fresa, una broca de barrena, una broca buriladora, un escariador, o una herramienta de raspado. Por ejemplo, en diversas formas de realización, la broca 420 de la herramienta de molturación comprende una broca de fresa terminal. Cada accionador

de eje Z 408 es controlado por el controlador del sistema para bajar el respectivo accionador de eje Z 408 hasta una distancia predeterminada. La transmisión rotatoria 412 de cada herramienta de molturación rotatoria 404 funciona para hacer rotar, o girar, el respectivo manguito de broca 416 y cualquier broca 420 de la herramienta de molturación sujeta dentro del manguito de broca 416,

En funcionamiento, cuando el portasemillas 304 es situado por debajo de una herramienta de molturación rotatoria 404 la transmisión rotatoria 412 es activada para comenzar el giro del manguito de broca 416 y de la broca 420 de la herramienta de molturación. El accionador de eje Z 408 es a continuación comandado para bajar el respectivo manguito de broca 416 y la broca 420 de la herramienta de molturación hasta una distancia específica predeterminada. Cuando la broca 420 de la herramienta de molturación giratoria es bajada, contacta con la corona de la semilla y retira la envoltura seminal de al menos una porción de la corona. Esto deja al descubierto una porción del material de semilla interno que puede ser extraído y utilizado para analizar y evaluar los diversos rasgos de la semilla respectiva, de acuerdo con lo descrito más adelante.

En diversas formas de realización, la estación de molturación 400 comprende al menos dos herramientas de molturación 404 montadas sobre una plataforma de movimiento horizontal 424 de la estación de molturación que está montada sobre la estructura de soporte del sistema. La plataforma de movimiento horizontal 424 de la estación de molturación es controlada por el controlador del sistema para situar una herramienta seleccionada entre las herramientas de molturación 404 por encima de un portasemillas 304 situado por debajo de la estación de molturación 400. La herramienta de molturación seleccionada 404 es a continuación accionada de acuerdo con lo descrito con anterioridad para retirar la envoltura seminal de al menos una porción de la corona de la semilla respectiva. A continuación, el controlador del sistema puede situar una segunda herramienta entre las herramientas de molturación 404 por encima de un portasemillas subsecuente 304 situado por debajo de la estación de molturación 400. La segunda herramienta de molturación seleccionada 404 es a continuación accionada de acuerdo con lo descrito con anterioridad para retirar la envoltura seminal de al menos una porción de la respectiva corona de semilla. En dichas formas de realización, la estación de molturación 400 puede así mismo incluir al menos un montaje de limpieza 428 de la broca de molturación para limpiar la broca 416 de la herramienta de molturación en reposo 404, esto es, no en uso. Esto es, mientras la herramienta de molturación 404 puede actuar para retirar la envoltura seminal de una semilla respectiva, la broca 420 de una segunda herramienta de molturación en reposo 404 puede ser limpiada mediante un montaje de limpieza 428 en preparación para la siguiente operación de molturación. En diversas formas de realización, los montajes de limpieza 428 de la broca de molturación utilizan una presión neumática o una presión de vacío para retirar y / o recoger cualquier residuo de la envoltura seminal que pueda congregarse sobre las brocas 420 de las herramientas de molturación 404.

Con referencia ahora a la Figura 9, una vez que la envoltura seminal ha sido retirada de una semilla, el controlador del sistema hace rotar la placa giratoria 308 para situar el respectivo portasemillas 304 por debajo de la estación de muestreo 500. La estación de muestreo 500 incluye al menos una herramienta de muestreo 504 situada sobre la estructura de soporte del sistema anclada a la plataforma central 214 por encima de la placa giratoria 308. Las una o más herramientas de muestreo 504 son utilizadas para retirar una porción, esto es, una muestra, del material de semilla interno al descubierto cuando el respectivo portasemillas 304 es situado por debajo de la estación de muestreo 500. Cada herramienta de muestro 504 incluye un accionador de eje Z 508 que puede ser accionado para subir o bajar al menos una porción de la respectiva herramienta de muestreo 504 a lo largo del eje Z. Cada herramienta de muestreo 504 es controlada por el controlador del sistema y puede ser accionada eléctrica, neumática o hidráulicamente.

La(s) herramienta(s) de muestreo 504 puede(n) consistir en cualquier mecanismo apropiado para retirar de cada semilla una muestra del material de semilla interno al descubierto. Por ejemplo, en diversas formas de realización, cada herramienta de muestreo 504 es un dispositivo rotatorio que incluye el accionador de eje Z 508 y una transmisión rotatoria 512 operativamente acoplada con un manguito de broca 516. Cada accionador de eje Z 508 puede ser accionado para subir o bajar el respectivo manguito de broca 516 y una broca 520 de la herramienta de muestreo sujeta dentro del manguito de broca 516 a lo largo del eje Z. La broca 520 de la herramienta de muestreo puede ser cualquier instrumento que tenga un diámetro exterior más pequeño que la circunferencia del área de la semilla interior al descubierto, y apropiado para retirar una muestra del material de la semilla interior al descubierto, como por ejemplo, una broca de taladro, una broca buriladora, un escariador, o un tubo para la extracción de testigos. Es importante que la broca 520 de la herramienta de muestreo tenga un diámetro más pequeño que la broca 420 de la herramienta de molturación para asegurar que el material de muestra se obtenga desde un área en el que el material de la envoltura seminal ha sido retirado, eliminando sustancialmente con ello que cualquier material de la envoltura seminal se contamine con el material de la mezcla recogido.

Por ejemplo, en diversas formas de realización la broca 520 de la herramienta de muestreo comprende una broca de taladro con punta de pala con un diámetro exterior mayor que un diámetro exterior que la broca 420 de la herramienta de molturación. Cada accionador de eje Z 508 es controlado por el controlador del sistema para bajar el respectivo accionador de eje Z 508 hasta una distancia específica predeterminada. La transmisión rotatoria 512 de cada herramienta de muestreo rotatorio 454 funciona para hacer rotar o girar, el manguito de broca respectivo 516 y cualquier broca 520 de la herramienta de muestreo sujeta dentro del manguito de broca 516.

En funcionamiento, cuando el portasemillas 304 está situado por debajo de una herramienta de muestreo rotatoria 504, la transmisión rotatoria 312 es activada para comenzar la rotación del manguito de broca 516 y de la broca 520 de la herramienta de muestreo. El accionador de eje Z 508 es, a continuación, comandado para bajar el respectivo manguito de broca 516 y la broca 520 de la herramienta de muestreo hasta una distancia específica predeterminada. Cuando la broca 520 de la herramienta de muestreo giratoria es bajada, contacta con el material interior al descubierto de la semilla y porta una muestra del material interno. La muestra es a continuación retirada o extraída para ser evaluada y analizada en cuanto a los diversos rasgos y / o características de la respectiva semilla, de acuerdo con lo descrito más adelante.

En diversas formas de realización, la estación de muestreo 500 comprende al menos dos herramientas de muestreo 504 montadas sobre bastidor de movimiento horizontal 524 de la estación de muestreo que está montada sobre la estructura de soporte del sistema. El bastidor de movimiento horizontal 524 de la estación de muestreo es controlada por el controlador del sistema para situar una herramienta seleccionada entre las herramientas de muestreo 504 por encima del portasemillas 304 situado por debajo de le estación de muestreo 500. La herramienta de muestreo seleccionada 504 es a continuación accionada, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, para retirar de la respectiva semilla el material interior al descubierto. A continuación, el controlador del sistema puede controlar una segunda herramienta de las herramientas de muestreo 504 por encima de un portasemillas subsecuente 304 situado por debajo de la estación de muestreo 500. La segunda herramienta de muestreo seleccionada 504 es a continuación accionada de acuerdo con lo descrito con anterioridad para retirar la muestra de la respectiva semilla del material interno al descubierto. En dichas formas de realización, la estación de muestreo 500 puede así mismo incluir al menos un montaje de limpieza 528 de la broca de muestreo para limpiar la broca de muestreo 520 de la herramienta de muestreo en reposo 504, esto es, no en uso. Es decir, mientras una herramienta de muestreo 504 puede ser accionada para retirar la muestra de una respectiva semilla, la herramienta de muestreo 520 de una segunda herramienta de muestreo en reposo 504 puede ser limpiada mediante un montaje de limpieza 528 de la broca de muestreo, en preparación para la segunda operación de muestreo. En diversas formas de realización, los montajes de limpieza 528 de la broca de muestreo utilizan la presión neumática o la presión de vacío para retirar y / o recoger cualquier residuo del material interior de la semilla que pueda congregarse en las brocas de muestreo 520 de las herramientas de muestreo 504.

Con referencia ahora a las Figuras 9 y 10, el subsistema de transporte y recogida de muestras (SCT) 600 es controlado por el controlador del sistema para actuar en coordinación sincronizada con la estación de muestreo 500 para recoger cada muestra a medida que es retirada de cada semilla. El subsistema de SCT 600 incluye una plataforma rotatoria motorizada 604 accionada por un motor de accionamiento (no mostrado) similar al motor de accionamiento 392 (mostrado en la Figura 8) de la placa giratoria 308. El subsistema de SCT incluye así mismo una pluralidad de dispositivos 608 de colocación del tubo de recogida (CTP) separados uniformemente alrededor de, y montados sobre, un área de perímetro de la plataforma rotatoria 604. Cada dispositivo de CTP 608 incluye una barra de pivote 612 que presenta un soporte hueco 616 del tubo montado a través de un calibre transversal (no mostrado) dentro de una barra de pivote 612. El soporte 616 del tubo incluye un extremo distal 618 estructurado para aceptar una base 620 y un tubo de recogida 624 y un extremo proximal 628 adaptado para recibir una tubería neumática (no mostrada).

Cada dispositivo de CTP 608 incluye así mismo un accionador 632 de la barra de pivote que puede ser controlado por el controlador del sistema para hacer rotar la barra de pivote 612 hasta las distintas posiciones alrededor de un eje geométrico longitudinal de la barra de pivote 612. En diversas formas de realización, el accionador 632 de la barra de pivote puede ser accionado para hacer bascular el soporte 616 del tubo entre una posición de purga, tal y como se ilustra en la Figura 11, una posición de recogida, tal y como se ilustra en la Figura 10, y una posición de carga y depósito tal y como se ilustra en las Figuras 13 y 17. El dispositivo de CTP 608 incluye así mismo un brazo de tope 636 conectado a la barra de pivote 612 y a un tope ajustable 640, por ejemplo un tornillo prisionero, encajado de forma ajustable con el brazo de tope 636. El brazo de tope 636 y el tope ajustado 640 basculan con el brazo de pivote 612 y funcionan para detener con precisión la rotación del brazo de pivote 612 para que el soporte 616 del tubo esté en la posición de recogida.

Simultáneamente con el funcionamiento de la estación de carga de semillas 100, la estación de molturación 400 y la estación de muestreo 500, el subsistema de SCT 600 actúa para cargar el tubo de recogida 624 sobre los soportes 616 del tubo de cada dispositivo de CTP 608, recoger las muestras dentro de los tubos de recogida 624 a medida que cada muestra está siendo depositada y recoger las muestras recogidas en las bandejas de muestras 14. La carga de los tubos de recogida 624 sobre los montajes 616 de tubo y el depósito de la muestra recogida en las bandejas de muestras 14, se describirá con mayor detalle más adelante con referencia a la Figura 17 y a las Figuras 12 y 13, respectivamente. Los tubos de recogida 624 pueden ser cualquier recipiente o dispositivo apropiado para soportar sobre ellos los soportes 616 del tubo y recoger las muestras de acuerdo con lo descrito más adelante. Por ejemplo, en diversas formas de realización, los tubos de recogida 624 son desechables, de tal manera que cada muestra es recogida en un tubo de recogida limpio 624. Un ejemplo de dicho tubo de recogida desechable 624 es una pipeta filtrada.

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, el sistema SCT 600 es controlado por el controlador del sistema para actuar en coordinación sincronizada con la estación de muestreo 500 para recoger cada muestra a medida que es retirada de cada semilla. Más concretamente, antes de la retirada de la muestra de la semilla, el controlador del

sistema hace rotar la plataforma 604 hasta situar un dispositivo de CTP 608 en posición adyacente a la estación de muestreo 500. En particular, un dispositivo de CTP 608 es situado en posición adyacente a la estación de muestreo 500, de tal manera que el soporte 616 del tubo esté alineado con la semilla retenida dentro de un portasemillas adyacente 304 que ha sido colocado por debajo del dispositivo de muestreo 504, por medio de la rotación controlada de la placa giratoria 308. Antes de colocar el dispositivo de CTP 608 en posición adyacente al portasemillas 304 situado en la estación de muestreo 500, el sistema de SCT 600 ha cargado un tubo de recogida 624 sobre el respectivo extremo distal 618 del soporte del tubo y el respectivo accionador 632 de la barra de pivote ha elevado el tubo de recogida 624 hasta una posición situada por encima de la posición de recogida, por ejemplo la posición de purga. Una vez que el dispositivo de CTP 608 está situado en posición adyacente al respectivo portasemillas 304, el accionador 632 de la barra de pivote baja el tubo de recogida cargada 624 hasta que el tope ajustable 640 contacta con una placa de tope 648 montada sobre la estructura del soporte del sistema entre la placa 308 y la plataforma 604 adyacente a la estación de muestreo 500. El tope ajustable 640 es regulado de antemano, esto es, pre ajustado, de tal manera que la rotación de la barra de pivote 612 es detenida para situar con precisión una punta 672 del tubo de recogida 624 en una proximidad muy íntima, o en contacto, con la corona de la semilla retenida en el portasemillas adyacente 304.

La broca de muestreo 620 de una herramienta de muestreo 504 es a continuación bajada para comenzar la retirada de la muestra, de acuerdo con lo descrito con anterioridad. Cuando la broca de muestreo 620 es bajada, se aplica un vacío en la punta 672 del tubo de recogida. El vacío es aplicado por medio de un tubo de vacío (no mostrado) conectado al extremo proximal 628 del soporte 616 del tubo. El tubo de vacío está, así mismo, conectado a una fuente de vacío (no mostrada), de tal manera que el vacío se aplique atravesando el tubo de vacío, el soporte 616 del tubo hueco y el tubo de recogida 624. De acuerdo con ello, cuando la broca de muestreo 620 retira el material de muestra, la muestra es arrastrada hasta el interior del tubo de recogida 624, donde la muestra es recogida. En diversas formas de realización, la estación de muestreo 500 puede incluir un dispositivo de presión positiva (no mostrado) para asistir al vacío aplicado a la semilla respectiva para recoger sustancialmente toda la muestra retirada en el respectivo tubo de recogida 624.

Cada tubo de recogida incluye un filtro 676 que impide que la muestra sea arrastrada hasta el interior del soporte 616 del tubo y del tubo de vacío. Una vez que la muestra ha sido recogida, el accionador 632 de la barra de pivote eleva el tubo de recogida 624 hasta la posición de purga y el respectivo dispositivo de CTP 608 es avanzado hasta una posición adyacente al subsistema de suministro de líquido 700. A continuación, otro dispositivo de CTP 608 y otro tubo de recogida vacío 624 son situados en posición adyacente a un portasemillas subsecuente 304 y a una semilla no muestreada que ha sido desplazada hasta la estación de muestreo.

Con referencia ahora a las Figuras 11 y 12, el subsistema de muestreo de líquidos 700 incluye un dispositivo de inyección de líquido 704 montado sobre un accionador lineal 708 que puede ser accionado para extraer y retraer el dispositivo de inyección de líquido 704 a lo largo de un eje geométrico lineal M. Más concretamente el accionador lineal 708 puede ser accionado para insertar y retirar una aguja de inyección 712, fijada al dispositivo de inyección de líquidos 704 que entra y sale de la punta 672 del respectivo tubo de recogida 624. Cuando un tubo de recogida 624 con una muestra recogida ha sido elevado hasta la posición de purga y adaptado hasta quedar en posición adyacente al subsistema de suministro de líquido 700, el accionador lineal 708 y la aguja de inyección 712 están en la posición retraída, tal y como se ilustra en la Figura 11. El accionador 632 de la barra de pivote y la plataforma rotatoria 604 son controlados por el controlador del sistema, de tal manera que, cuando el dispositivo de CTP 608 está en posición adyacente al subsistema de suministro de líquidos 700 y el tubo de recogida 624 es elevado hasta la posición de purga, un eje geométrico lineal del tubo de recogida 624 es sustancialmente coaxial con el eje lineal M del dispositivo de inyección de líquidos 724, tal y como se muestra en la Figura 11.

Una vez que el eje lineal del tubo de recogida 624 está situado para colocarse en posición coaxial con el eje geométrico M, el accionador lineal 708 se extiende para insertar la aguja de inyección 712 dentro de la punta 672 del tubo de recogida 624. El dispositivo de inyección de líquido 704 está conectado a una fuente de suministro de fluido de extracción (no mostrada) por medio de un orificio de fluido 716 acoplado a una válvula de medida 720 del dispositivo de inyección de líquido 704. Por consiguiente, una vez que la aguja de inyección 712 es insertada dentro de la punta 672 del tubo de recogida, el dispositivo de inyección de fluido 704 inyecta una cantidad medida de fluido de extracción dentro del tubo de recogida 624. El fluido de extracción inyectado purga, o lava, los lados interiores del tubo de recogida 624 y crea una solución acuosa con la respectiva muestra, designada en la presente memoria como muestra acuosa. De esta manera, cualquiera de las muestras recogidas que pueda haberse agrupado sobre las paredes interiores del tubo de recogida 624 es expulsada con una descarga de agua para que sustancialmente toda la muestra recogida quede suspendida en la solución acuosa resultante. El líquido de extracción puede ser cualquier líquido apropiado para suministrar sustancialmente todo el material de muestra recogido en cada tubo respectivo 624, sin interferir con el análisis deseado, por ejemplo, un análisis químico y genético del material de muestra. Por ejemplo, en diversas formas de realización, el líquido de extracción puede comprender agua destilada o cualquier disolvente apropiado compatible con el análisis deseado de la muestra.

Una vez que la muestra recogida ha sido mezclada con el líquido de extracción, el accionador lineal 708 se retrae para retirar la aguja de inyección 712 de la punta 672 del tubo de recogida. A continuación, el controlador del sistema avanza la plataforma rotatoria 604 para situar el dispositivo de CTP 608 por encima del susbsistema del depósito de muestras 800. El controlador del sistema, así mismo, envía una orden al accionador respectivo 632 de la

barra de pivote para situar el tubo de recogida en la posición de carga y depósito. La posición de carga y depósito apunta el soporte 616 del tubo y el tubo de recogida soportado 624 hacia abajo en una orientación sustancialmente vertical.

Con referencia ahora a la Figura 13, el subsistema de depósito de muestras 800 incluye una plataforma 804 para las bandejas de las muestras adaptadas para retener firmemente una pluralidad de bandejas de muestras 14 en posiciones y orientaciones fijas. Cada bandeja de muestras 14 incluye una pluralidad de pocillos de muestras 22, cada uno de los cuales está adaptado para recibir una muestra acuosa respectiva. La plataforma 804 de las bandejas de muestras está montada sobre un bastidor X - Y 808. El bastidor X - Y 808 es un mecanismo de traslación de dos dimensiones que incluye una primera pista de traslación 812 y una segunda pista de traslación 816. El bastidor X - Y 808 incluye así mismo un primera accionador lineal 818 que puede ser accionado para desplazar en dos direcciones un primer carro (no mostrado) a lo largo de la extensión de la primera pista de traslación 812. El bastidor X - Y 808 incluye así mismo un segundo accionador lineal 820 que puede ser accionado para desplazar en dos direcciones un segundo carro (no mostrado) a lo largo de la extensión de la segunda pista de traslación 816. La segunda pista de traslación 816 está montada sobre el primer carro, y la plataforma 804 de la bandeja de muestras está montada sobre el segundo carro.

Los primero y segundo accionadores lineales 818 y 820 son controlados por el controlador del sistema para desplazar con precisión la plataforma 804 de las bandejas de muestras en dos dimensiones. Más concretamente, los primero y segundo accionadores 818 y 820 desplazan la plataforma 804 de las bandejas de muestras dentro de un sistema de coordenadas X - Y para situar con precisión cualquier pocillo seleccionado 22 de cualquier bandeja de muestras seleccionada 14 situada en un emplazamiento elegido como objetivo situado por debajo del dispositivo de CTP 608 que retiene el tubo de recogida 624 que contiene la muestra acuosa recogida. El emplazamiento escogido como objetivo es el emplazamiento existente en el sistema de coordenadas X - Y que está directamente por debajo de la punta 672 del tubo de recogida cuando el tubo de recogida 624 está en la posición de carga del depósito por encima de la plataforma 804 de las bandejas de muestras. De esta manera, una vez que el dispositivo de CTP 608 es situado por encima de la plataforma 804 de las bandejas de muestras, y que el tubo de recogida respectivo 624 es situado en la posición de carga y depósito con la punta 672 señalando hacia el emplazamiento elegido como objetivo, el controlador del sistema sitúa un pocillo seleccionado 22, de una bandeja de muestras seleccionada 14 en el emplazamiento escogido como objetivo. La muestra acuosa es a continuación depositada dentro del pocillo seleccionado 22 mediante la aplicación de una presión positiva sobre el extremo proximal 628 del soporte 616 del tubo.

Cuando las bandejas de muestras 14 están situadas sobre la plataforma 804 de las bandejas de muestras, se registra un número de identificación de la bandeja, por ejemplo un código de barras, para cada bandeja de muestras 14 y el emplazamiento de cada bandeja de muestras 14 sobre la plataforma 804. Así mismo, cuando cada solución acuosa es depositada sobre un pocillo 22, puede registrarse un emplazamiento X - Y del pocillo, esto es, el emplazamiento elegido como objetivo, en la plataforma 804 de las bandejas de muestras. Las posiciones de la bandeja y el pocillo registrados situados sobre la plataforma 804 de las bandejas de muestras, pueden a continuación ser comparadas con los emplazamientos X - Y de cada muestra acuosa depositada, para identificar la muestra acuosa específica existente en cada pocillo 22 de cada bandeja de muestras 14.

Una vez que cada muestra acuosa es depositada dentro del pocillo seleccionado 22, el controlador del sistema avanza la plataforma rotatoria 604 hasta situar un dispositivo de CTP subsecuente 608, reteniendo un tubo de recogida 624 que contiene una subsecuente muestra acuosa, por encima del subsistema de depósito de muestras 800. Así mismo, el dispositivo de CTP 608 que tiene el tubo de recogida usado, vacío, 624 es avanzado hasta una estación de descartes 850 de tubos de recogida (mostrada en la Figura 1) donde el tubo de recogida usado 624 puede ser retirado o expulsado del soporte respectivo 616 del tubo y desechado. Con referencia brevemente a la Figura 1, en diversas formas de realización, la estación de descarte 850 de los tubos de recogida incluye un dispositivo de retirada 854 de los tubos de recogida montado sobre un accionador lineal 858 que puede ser accionado para extender y retraer un dispositivo de agarre automático 862. Cuando un dispositivo de CTP 608 que retiene un tubo de recogida usado 624 es situado en posición adyacente al dispositivo de retirada 854 de los tubos de recogida, el controlador del sistema envía una orden al accionador lineal 858 para extender el dispositivo de agarre 862 para agarrar el tubo de recogida usado 624. El controlador del sistema a continuación envía una orden de retracción al accionador lineal 858, retirando de esta forma el tubo de recogida usado 624 del respectivo soporte 616 del tubo. El dispositivo de agarre 862 puede a continuación recibir la orden de liberar el tubo de recogida usado 624 permitiendo que caiga dentro de un recipiente de descartes (no mostrado).

Con referencia ahora a la Figura 14, en diversas formas de realización, después de que se ha extraído una muestra de semilla situándola en la estación de muestreo 500, el controlador del sistema puede avanzar la placa giratoria 308 para situar el respectivo portasemillas 304 en posición adyacente a una estación de tratamiento de semillas 900. La estación de tratamiento de semillas 900 incluye un dispensador de tratamiento 904 montado sobre una estructura de soporte del sistema por encima del área de perímetro de la placa giratoria 308. El dispensador de tratamiento 904 incluye un aplicador 908 configurado para aplicar un tratamiento a la semilla, como por ejemplo un compuesto obturador a la porción al descubierto de la respectiva semilla, esto es, el área de la corona de la semilla donde la envoltura seminal ha sido retirada y extraída la muestra. El tratamiento a la semilla puede ser cualquier sustancia diseñada para potenciar una o más propiedades de la semilla para proteger la semilla de bacterias u otros

elementos dañinos que podrían dañar la semilla y destruir la viabilidad de germinación de la semilla. Por ejemplo, en diversas formas de realización, el tratamiento a la semilla es un compuesto obturador que comprende un fungicida y / o un polímero administrado a la semilla mediante el dispensador de tratamiento 904 por medio del aplicador 908. El aplicador 908 puede ser cualquier dispositivo apropiado para aplicar el tratamiento a la semilla deseado, por ejemplo un cepillo, una aguja o una boquilla. En diversas formas de realización, el aplicador 908 comprende una boquilla de pulverización y el dispensador de tratamiento, incluye un orificio de fluido 912 acoplado a una válvula de medida 916. En dichas formas de realización, el dispensador de tratamiento 904 está conectado a una fuente de suministro de líquido para tratamiento de semillas (no mostrada) a través del orificio de fluido 912. De acuerdo con ello, cuando un portasemillas 904 es situado en la estación de tratamiento de semillas 900, por debajo del dispensador de tratamiento 900, el controlador del sistema envía una orden al dispensador de tratamiento 904 para que pulverice una cantidad medida de tratamiento a la semilla sobre la respectiva semilla.

Con referencia ahora a las Figuras 15 y 16, después del muestreo y del tratamiento de la semilla opcional, el controlador avanza la placa giratoria 308 hasta que el respectivo portasemillas 304 es situado en posición adyacente a un segundo dispersador 1004 de los cabezales de sujeción del subsistema de depósito de semillas 1000. El dispersador 1004 de los cabezales de sujeción está montado sobre la estructura de soporte del sistema e incluye un par de lengüetas de horquilla 1008 acopladas a una base 1012 de la horquilla. El dispersador 1004 de los cabezales de sujeción tiene una forma y una función sustancialmente idénticas al dispersador 340 de los cabezales de sujeción descritos con anterioridad con referencia a la Figura 5. De acuerdo con ello, tras la activación del dispersador 1004 de los cabezales de sujeción, la base 1012 de la horquilla es extendida hasta el portasemillas 304 de tal manera que las lengüetas 1008 queden insertadas dentro de las vías de paso 336 de la horquilla. Cuando las lengüetas 1008 se deslizan por dentro de las respectivas vías de paso 336 de la horquilla, los cabezales de sujeción 312 del respectivo portasemillas 304 son retraídos, de forma similar a la descrita con anterioridad. Cuando los cabezales de sujeción 312 se retraen, la respectiva semilla se deja caer a través de los agujeros coaxialmente alineados existentes en el fondo del canal 318 para las semillas del portasemillas y de la placa giratoria 308 dentro de un embudo 1016 de un transportador de semillas 1020.

El transportador de semillas 1020 comprende una primera sección de tubo 1024 acoplada a un primer extremo del embudo 1016 y a una entrada de un primer dispositivo Venturi 1028 y un segundo extremo a una entrada de un segundo dispositivo Venturi 1036. Una salida del segundo dispositivo Venturi 1036 está conectada a un dispensador de semillas 1040 que está montado sobre la estructura del soporte del sistema por encima de una plataforma 1044 de bandejas de semillas. El dispositivo Venturi 1028 puede ser accionado para inducir un flujo de aire dentro de las primera y segunda secciones de tubo 1024 y 1032 hacia el dispensador de semillas 1040. Al mismo tiempo, el segundo dispositivo Venturi 1036 puede ser accionado para inducir un flujo de aire hacia el embudo 1016. De esta manera, el flujo de aire inducido por el primer dispositivo Venturi 1028 arrastrará la semilla hasta el interior del primer embudo 1016 y de la primera sección de tubo 1020. Así mismo, cuando la semilla entre en la primera sección de tubo 1024 es propulsada hacia el dispensador de semillas 1040 mediante el flujo de aire suministrado por el primer dispositivo Venturi 1028. A continuación, cuando la semilla se acerca al dispensador de semillas 1040, la semilla es ralentizada por el flujo de aire suministrado por el segundo dispositivo Venturi 1036 para que la semilla sea suavemente dispensada en el dispensador de semillas 1040, dentro de una bandeja de semillas 18 sin dañar la semilla. En diversas formas de realización, el flujo de aire suministrado por el segundo Venturi 1036 detiene efectivamente el desplazamiento de la semilla, permitiendo que la semilla caiga, por la acción de la gravedad, dentro de una bandeja de semillas 18. Diversos sensores de la posición (no mostrados) pueden disponerse sobre las primera y segunda secciones de tubo 1024 y 1032 para detectar la presencia de la semilla, y proporcionar una entrada de datos al controlador del sistema para controlar el funcionamiento del controlador de semillas 1020.

Con referencia en particular a la Figura 16, el subsistema de depósito de semillas 1000 incluye así mismo una plataforma 1044 para las bandejas de semillas, adaptada para retener firmemente una pluralidad de bandejas de semillas 18 en posiciones y orientaciones fijas. Cada bandeja de semillas 18 incluye una pluralidad de pocillos de semillas 26, cada uno de los cuales está adaptado para recibir una semilla dispensada desde el dispensador de semillas 1040. El dispensador de semillas 1040 está montado sobre la estructura de soporte del sistema por encima de la plataforma 1044 de las bandejas de semillas, de tal manera que las semillas puedan ser dispensadas desde el dispensador de semillas 1040 hasta el interior de los pocillos 26 de las semillas seleccionadas de las bandejas 18 de la semillas seleccionadas.

La plataforma 1044 de las bandejas de semillas está montada sobre un bastidor X - Y 1048. El bastidor X - Y 1048 es un mecanismo de traslación de dos dimensione que incluye una primera pista de traslación 1052 y una segunda pista de traslación 1056. El bastidor X - Y 1048 incluye así mismo un primer accionador lineal 1060 que puede ser accionado para desplazar en dos direcciones un primer carro (no mostrado) a lo largo de la extensión de la primera pista de traslación 1052. El bastidor X - Y 1048 incluye así mismo un segundo accionador lineal 1064 que puede ser accionado para desplazar en dos direcciones un segundo carro (no mostrado) a lo largo de la extensión de la segunda pista de traslación 1056. La segunda pista de traslación 1056 está montada sobre el primer carro y la plataforma 1044 de las bandejas de semillas está montada sobre el segundo carro.

Los primero y segundo accionadores lineales 1060 y 1064 son controlados por el controlador del sistema para desplazar con precisión la plataforma 1044 de las bandejas de semillas en dos dimensiones. Más concretamente, los primero y segundo accionadores 1060 y 1064 desplazan la plataforma 1044 de las bandejas de semillas dentro de un sistema de coordenadas X - Y para situar con precisión cualquier pocillo seleccionado 26 de cualquier bandeja de semillas seleccionada 18 en un emplazamiento escogido como objetivo situado por debajo del dispensador de semillas 1040. El emplazamiento escogido como objetivo es el emplazamiento situado en el sistema de coordenadas X - Y que está directamente por debajo de una punta 1068 del dispensador de semillas 1040. Una vez que el portasemillas 304 es situado por encima del embudo 1016, el controlador del sistema sitúa un pocillo 26 de una bandeja de semillas seleccionada, en el emplazamiento escogido como objetivo. La semilla existente en el portasemillas 304 es liberada dentro del embudo 1016 y transportada hasta el dispensador de semillas 1040, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, y depositada suavemente dentro del pocillo seleccionado.

Cuando las bandejas de semillas 18 están situadas sobre la plataforma 1044 de las bandejas de semillas, se registra un número de identificación de la bandeja, por ejemplo un código de barras, para cada bandeja de semillas 18 y es registrado el emplazamiento de cada bandeja de semillas 18 situada sobre la plataforma 1044 de las bandejas de semillas. Así mismo, cuando cada semilla está depositada en un pocillo 26, puede ser registrada una plataforma 1044 de las bandejas de semillas. Las posiciones de las bandejas y de los pocillos registradas situadas sobre la plataforma 1044 de las bandejas de muestras pueden a continuación ser comparadas con los emplazamientos X - Y de cada semilla depositada, para identificar la semilla específica dentro de cada pocillo 26 de cada bandeja de semillas 18.

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, cada una de las bandejas de semillas 18 y cada una de las bandejas de muestras 14 incluye una pluralidad de pocillos 26 y 22, respectivamente. En diversas formas de realización, el número y disposición de los pocillos 26 existentes en las bandejas de semillas 18 se corresponde con el número y disposición de los pocillos 22 existentes en las bandejas de muestras 14. Esto facilita una correspondencia individualizada entre una semilla y su muestra extraída. Sin embargo, en algunas formas de realización, puede ser deseable disponer múltiples pocillos 22 dentro de las bandejas de muestras 14 para cada pocillo 26 de las bandejas de semillas 18, por ejemplo, cuando puedan llevarse a cabo múltiples pruebas sobre las muestras, o cuando puedan tomarse diferentes muestras de la misma semilla (por ejemplo, muestras de diferentes profundidades).

Con referencia ahora a la Figura 17, en diversas formas de realización, el sistema muestreador de semillas 10 incluye así mismo una estación de carga 1100 de los tubos de recogida para el montaje de los tubos de recogida 624 sobre los soportes 616 de los tubos de cada dispositivo de CTP 608. La estación de carga 1100 de los tubos incluye una tolva 1104 que presenta una superficie perfilada y una rampa de alimentación vibratoria 1108 que se extiende desde un fondo abierto de la tolva 1104. Grandes cantidades de tubos de recogida 624 pueden ser depositadas dentro de la tolva 1104 donde la rampa de alimentación vibratoria 1108 alimenta los tubos de recogida 624 hasta el interior de un alimentador vibratorio de tazón 1112. Una pista de alimentación 1116 basada en la fuerza de la gravedad está conectada a una salida 1118 del alimentador vibratorio de tazón 1112 situado en el primer extremo 1116A. Un segundo extremo de la pista de alimentación 1116 termina en un dispositivo de martillo hidráulico 1120 de los tubos de recogida. El dispositivo de martillo hidráulico 1120 se extiende ortogonalmente hacia abajo desde el segundo extremo 1116B de la pista de alimentación e incluye un canal de elevación longitudinal 1124 que se extiende a lo largo de la extensión del dispositivo del martillo hidráulico 1120. El dispositivo de martillo hidráulico 1120 adicionalmente incluye un mecanismo de empuje (no mostrado) en posición interna respecto del dispositivo de martillo hidráulico 1120. El mecanismo de empuje puede ser cualquier mecanismo que pueda ser accionado para empujar un tubo de recogida 624, longitudinalmente situado por dentro del canal de elevación 1124, por fuera de un extremo superior 1120A del dispositivo de martillo hidráulico 1120. Por ejemplo, un mecanismo de empuje puede incluir un accionador lineal que impulse un martillo hidráulico conformado para recibir al menos una porción de un tubo de recogida 624.

Cuando el tazón de alimentación vibratorio 1112 vibra, los tubos de recogida 624 migran hacia la salida 1118 del alimentador de tazón vibratorio 1112. En la salida 1118, los tubos de recogida 624 caen dentro del primer extremo 1116A de la pista de alimentación y está conformada para provocar que los tubos de recogida 624 caigan dentro de una ranura de los tubos (no mostrada) que se extiende a lo largo de la pista de alimentación 1116. Más concretamente, los tubos de recogida 624 son forzados a caer con la punta hacia abajo dentro de la ranura de los tubos y cuelgan dentro de la ranura de los tubos por un labio 620A de la base 620 de los tubos de recogida (mostrada en la Figura 10). La fuerza de la gravedad y la vibración procedente del tazón de alimentación vibratorio 1112 provocan que los tubos de recogida 624 se desplacen a lo largo de la pista de alimentación 1116 y se acumulen, en fila india, en el segundo extremo 1116B de la pista de alimentación. Cuando los tubos de recogida 624 se acumulan, en fila india, el segundo extremo 1116 el tubo de recogida delantero 624 quedará longitudinalmente orientado por dentro del canal longitudinal. El dispositivo de martillo hidráulico 1120 es a continuación accionado de manera que el mecanismo de impulsión empuje el tubo de recogida delantero 624 hacia fuera del extremo superior 1124A del canal de elevación 1124 del dispositivo de martillo hidráulico.

Antes del accionamiento del dispositivo del martillo hidráulico 1120, el controlador del sistema hará avanzar la plataforma giratoria 604 para situar un dispositivo de CTP 608 por encima del segundo extremo 1116B de la pista de alimentación 1116. El controlador del sistema enviará así mismo entonces una orden al accionador 632 del brazo del pivote para situar el soporte 616 de los tubos en la posición de carga y depósito, de tal manera que el extremo

distal 618 del soporte de los tubos quede directamente por encima del extremo superior 1124A del canal de elevación. Por consiguiente, cuando el tubo de recogida delantero es empujado, o elevado, fuera del extremo superior 1124A del canal de elevación la base 620 del tubo de recogida es empujada sobre el extremo distal 618 del soporte de los tubos. El extremo distal 618 del soporte de los tubos tiene el tamaño preciso para que se produzca un encaje de fricción entre la base 620 de los tubos de recogida y el extremo distal 18 del soporte de los tubos. De acuerdo con ello, el tubo de recogida 624 es levando fuera del dispositivo de martillo hidráulico 1120 y montado sobre el respectivo soporte del tubo. El siguiente tubo de recogida 624 situado en la pista de alimentación 1116 será a continuación colocado dentro del canal de alimentación 1124 y un extremo distal 618 de soporte de tubos subsecuente quedará situado para recibir el tubo de recogida 624.

Con referencia ahora a la Figura 18, en diversas formas de realización, los tubos de recogida 624 pueden comprender unas pipetas comercialmente disponibles, designadas en la presente memoria como las pipetas 624'. En dichas formas de realización, las pipetas 624' pueden requerir que una porción de la purga 672' sea retirada hasta permitir la oportuna extracción de la muestra, la punta de la pipeta y el depósito de la muestra acuosa dentro de las bandejas de muestras 14. Por consiguiente, en dichas formas de realización, el sistema muestreador de semillas 10 puede incluir un subsistema de preparación 1150 de los tubos de recogida que puede ser accionado para cortar una porción de cada punta de pipeta 672' después de que cada pipeta 624' haya sido montada sobre un soporte respectivo 616 de los tubos. El subsistema de preparación 1150 de los tubos de recogida incluye un accionador lineal 1154 que puede ser operado para extender o retraer una base 1158A de un cortador 1158 a lo largo de un eje geométrico lineal P. El accionador lineal 1154 está montado sobre la estructura de soporte del sistema por debajo de la plataforma rotatoria 604, de tal manera que, cuando una nueva pipeta montada 624', esto es, la pipeta 624' acaba de ser montada sobre el respectivo montaje 616 de los tubos, sea avanzada hasta el subsistema de preparación 1150 de los tubos de recogida, la punta de pipeta 672' quede situada dentro de una cámara de corte 1162.

La cámara de corte 1162 está constituida entre la base 1158A del cortador y un rebajo de corte 1166 constituido en un cabezal 1158B del cortador 1158. Tal como se ilustra en la Figura 18, cuando la nueva pipeta montada 624' es avanzada desde la estación de carga 1100 de los tubos de recogida, la base 1158A del cortador está en la posición retraída y la punta 672' está situada dentro del rebajo de corte 1166. A continuación el controlador del sistema envía una orden al accionador lineal 1154 para extender la base 1158A del cortador. El cortador 1158 incluye un instrumento de corte 1170, por ejemplo, una cuchilla, acoplada de manera fija con, o sujeta a, la base 1158A del cortador mediante una pieza de fijación 1174 del instrumento de corte. El instrumento de corte está situado de manera fija de tal manera que, cuando el accionador lineal 1154 extiende la base 1158A del cortador, el instrumento de corte seccionará la punta de pipeta 672' retirando de esta forma una porción de la punta 672'.

Con referencia ahora a la Figura 19, en diversas formas de realización, después de que la semilla muestreada ha sido depositada en un pocillo seleccionado 26 de una bandeja de semillas seleccionada 18, el controlador del sistema avanza la placa giratoria 308 y sitúa el portasemillas 304 ahora vacío en una estación de limpieza 1200. La estación de limpieza 1120 puede ser accionada para limpiar y retirar cualquier muestra de semillas residual y / o de tratamiento de la semilla, como por ejemplo, un compuesto obturante, del respectivo portasemillas 304 después de que la semilla muestreada ha sido conducida hasta una bandeja de semillas 18 y antes de que una nueva semilla esté orientada y situada dentro del portasemillas 304. La estación de limpieza comprende un cepillo rotatorio 1204 y un vacío 1208. El vacío 1208 está conectado a una fuente de vacío (no mostrada) para proporcionar un vacío en la boquilla de vacío 1212 situada en íntima proximidad con el canal 318 para semillas del portasemillas cuando el respectivo portasemillas 304 es avanzado hasta la estación de limpieza 1200. El vacío aplicado retirará cualquier material de muestra residual y / o cualquier tratamiento de la semilla que pueda haberse congregado sobre el portasemillas 304. Así mismos, el cepillo rotatorio 1204 es accionado, por ejemplo, eléctrica o reumáticamente, para rotar sobre o con un árbol rotatorio 1216. De manera simultánea con la aplicación del vacío sobre la boquilla de vacío 1212, el controlador del sistema hace rotar el cepillo rotatorio 1204 para retirar cualquier material de muestra residual y / o de tratamiento de la semilla que pueda haberse congregado sobre el portasemillas 304.

Aplicaciones

La presente divulgación proporciona unos procedimientos para el análisis de semillas que presenten un rasgo deseado, un marcador o un genotipo. En un aspecto de la divulgación, procedimientos analíticos permiten que sean analizadas las semillas concretas existentes en una tanda o en una población de semillas a granel, de tal manera que puedan determinarse las características químicas y / o genéticas de las semillas individuales.

Las muestras preparadas por la presente divulgación pueden ser utilizadas para determinar una amplia variedad de rasgos físicos, morfológicos, químicos y / o genéticos. En términos generales, dichos rasgos se determinan mediante el cribado de las muestras con respecto a una o más características químicas o genéticas de los rasgos. Ejemplos no limitativos de características químicas incluyen proteínas, aceites, almidones, ácidos grasos y metabolitos. De acuerdo con ello, ejemplos no limitativos de rasgos químicos incluyen un contenido en proteínas, un contenido en almidón, un contenido en 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, locus de

rasgos cuantitativos (QTL) 5'UTR, 3'UTR, marcadores satélite, transgenes, ARNm, ARNnb, perfiles transcripcionales y patrones de metilación.

En algunas formas de realización, los procedimientos y dispositivos de la presente divulgación, pueden ser utilizados en un programa de cultivo para seleccionar plantas o semillas que tengan un rasgo o genotipo marcador deseado. Los procedimientos de la presente divulgación pueden ser utilizados en combinación con cualquier procedimiento metodológico de cultivo y pueden ser utilizados para seleccionar una sola generación o para seleccionar múltiples generaciones. El dispositivo del procedimiento de cultivo depende del modo de reproducción de la planta, de la heredabilidad del (de los) rasgo(s) que está(n) siendo mejorado(s), y del tipo de variedad cultivada utilizada comercialmente (por ejemplo, variedad cultivada híbrida F_1, variedad cultivada en línea pura, etc.). Sistemas no limitativos, seleccionados, para el cultivo de las plantas de la presente divulgación se exponen en las líneas que siguen. Se entiende así mismo que cualquier variedad cultivada comercial y no comercial puede ser utilizada en el programa de cultivo. Factores tales, como por ejemplo el vigor de emergencia, el vigor vegetativo, la tolerancia al estrés, la resistencia a las enfermedades, la potencia a la ramificación, la fluorescencia, el agarre de las semillas, el tamaño de las semillas, la densidad de las semillas, la verticalidad y trillabilidad, etc., generalmente dictarán la elección.

En diversas formas de realización, los procedimientos de la presente divulgación son utilizados para determinar las características genéticas de semillas en un programa de cultivo asistido por marcadores. Dichos procedimientos posibilitan unos programas de cultivo mejorados asistidos por marcadores en los que pueda llevarse a cabo el muestreo de semillas directo no destructivo manteniendo al tiempo la identidad de los individuos desde el muestreador de semillas hasta el campo. Como resultado de ello, el programa de cultivo asistido por marcadores se traduce en una plataforma de "alto rendimiento" en la que una población de semillas que tienen un rasgo deseado, un marcador o genotipo pueden ser más eficazmente aumentados en un periodo de tiempo más corto requiriéndose menos recursos de campo y trabajo. Dichas ventajas se describirán con mayor detalle más adelante.

En otras formas de realización, la presente divulgación proporciona un procedimiento para analizar semillas individuales dentro de una población de semillas con diferencias genéticas. El procedimiento comprende la retirada de una muestra que comprenda células con ADN procedente de semillas de la población sin afectar a la viabilidad de la germinación de las semillas; el cribado del ADN extraído de la muestra para constatar la presencia o ausencia de al menos un marcador genético, la selección de semillas a partir de la población en base a los resultados del cribado del ADN; y el cultivo de plantas a partir de las semillas seleccionadas.

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, los sistemas y procedimientos de muestreo de la presente divulgación protegen la viabilidad de germinación de las semillas para que no sea destructiva. La viabilidad de germinación significa que un número dominante de las semillas muestreadas (esto es mayor del 50% de las semillas muestreadas) permanece viable después del muestreo. En algunas formas de realización particulares, al menos, de modo aproximado, el 75% de las semillas muestreadas y, en algunas formas de realización, al menos, de modo aproximado, el 85% de las semillas muestreadas, permanece viable. Debe destacarse que pueden ser tolerables tasas menores de viabilidad de germinación para ciertas circunstancias o para ciertas aplicaciones, por ejemplo, cuando los costes genotípicos se reducen con el tiempo debido a que un mayor número de muestras podrían ser muestreadas para el mismo coste genotípico.

En otras formas de realización adicionales, la viabilidad de la germinación se mantiene durante al menos, de modo aproximado, seis meses después del muestreo para asegurar que la semilla muestreada sea viable hasta que llegue al campo de plantación. En algunas formas de realización concretas, los procedimientos de la presente divulgación comprenden así mismo el tratamiento de las semillas muestreadas para mantener la viabilidad de la germinación. Dicho tratamiento puede genéricamente incluir cualquier medio conocido en la técnica para proteger una semilla de las condiciones medioambientales mientras se produce el almacenaje o el transporte. Por ejemplo, en algunas formas de realización, las semillas muestreadas pueden ser tratadas con un polímero y / o un fungicida para proteger la semilla muestreada mientras se encuentra almacenada o en transporte hasta el campo antes de su plantación.

En diversas formas de realización, las muestras de la presente divulgación se utilizan en un procedimiento no destructivo de alto rendimiento para analizar semillas individuales dentro de una población de semillas. El procedimiento comprende la retirada de una muestra de la semilla preservando al tiempo la viabilidad de germinación de la semilla; y el cribado de la muestra para constatar la presencia o ausencia de una o más características indicativas de un rasgo genético o químico. El procedimiento, puede, así mismo, comprender la selección de semillas de la población en base a los resultados del cribado; y el cultivo de las plantas a partir de la semilla seleccionada.

El ADN puede ser extraído de la muestra utilizando cualquier procedimiento de extracción del ADN conocido por los expertos en la materia que proporcione suficiente producción de ADN, calidad del ADN y respuesta a la RCP. Un ejemplo no limitativo de procedimiento de extracción del ADN apropiado es la extracción en base al SDS con centrifugación. Así mismo, el ADN extraído puede ser amplificado después de la extracción utilizando cualquier procedimiento de amplificación conocido por los expertos en la materia. Por ejemplo, un ejemplo de amplificación apropiado es el preparado de aplicación del ADN GenomiPhi® de Amersham Biosciences.

El ADN extraído es cribado para constatar la presencia o ausencia de un marcador genérico apropiado. Los expertos en la materia conocen una amplia variedad de marcadores genéticos disponibles. El cribado del ADN para constatar la presencia o ausencia del marcador genético puede ser utilizado para la selección de semillas en una población de cultivo. El cribado puede ser utilizado para seleccionar el QTL, alelos, o regiones genómicas (haplotipos). Los alelos, el QTL, los haplotipos que van a ser utilizados pueden ser seleccionados utilizando nuevas técnicas de biología molecular con modificaciones de las estrategias de cultivo clásicas.

En otras diversas formas de realización, la semilla es seleccionada en base a la presencia o ausencia de un marcador genético que esté genéticamente vinculado con un QTL. Ejemplos de QTLs que a menudo son de interés incluyen, pero no se limitan a, el rendimiento, la resistencia a encamarse, la altura, la madurez, la resistencia a las enfermedades, la resistencia a los parásitos, la resistencia a la deficiencia de nutrientes, la composición del grano, la tolerancia a los herbicidas, el contenido en ácidos grasos, el metabolismo de las proteínas o carbohidratos, el contenido incrementado de aceite, el contenido incrementado nutricional, la tolerancia al estrés, las propiedades organolépticas, las características morfológicas, otros rasgos agronómicos, los rasgos destinados a usos industriales, los rasgos que ofrecen un mayor atractivo para el consumidor, y una combinación de rasgos que pudiera incluir un índice múltiple de dichos rasgos. Como alternativa, la semilla puede ser seleccionada en base a la presencia o ausencia de un marcador que esté genéticamente vinculado a un haplotipo asociado con un QTL. Ejemplos de dicho QTL pueden, de nuevo, incluir, sin limitación, el rendimiento, la resistencia a encamarse, la madurez, la resistencia a las enfermedades, la resistencia a los parásitos, la resistencia a la deficiencia de nutrientes, la composición de los granos, la tolerancia a los herbicidas, el contenido en ácidos grasos, el metabolismo de las proteínas o de los ácidos grasos, el contenido incrementado de aceites, el contenido incrementado nutricional, la tolerancia al estrés, las propiedades organolépticas, las características morfológicas, otros rasgos agronómicos, otros rasgos destinados a usos industriales, rasgos que ofrecen un mayor atractivo para el consumidor, y una combinación de rasgos de acuerdo con un índice múltiple de rasgos.

La selección de una población de cultivo podría iniciarse en un nivel tan temprano como el del cultivo de F_2, si se utilizan padres endógamos homocigóticos en el cruce de cultivo inicial. Una generación de F_1 podría, así mismo, ser muestreada y avanzada si uno o más de los padres del cruce son heterocigóticos para los alelos o marcadores de interés. El cultivador puede cribar una población de F_2 para recuperar el genotipo de marcador de cada individuo de la población. Los tamaños de población iniciales, limitados solo por el número de las semillas disponibles para el cribado, pueden ser ajustados para satisfacer la probabilidad deseada de identificación con éxito del número deseado de individuos. *Véase* Sedcole, J. R. “Número de plantas necesario para recuperar un rasgo” [“Number of plants necessary to recover a trat”] Crop Sci. 17: 667 - 68 (1977). De acuerdo con ello, la probabilidad de encontrar el genotipo deseado, el tamaño de población inicial y el tamaño de población resultante elegida como objetivo pueden ser modificados mediante diversos procedimientos metodológicos de cultivo y mediante el nivel endogámico de las poblaciones muestreadas.

Las semillas seleccionadas pueden ser dispuestas a granel o mantenerse separadas dependiendo del procedimiento metodológico de cultivo y del objetivo escogido. Por ejemplo, cuando un cultivador está cribando una población de F_2 con la finalidad de apreciar la resistencia a las enfermedades, todos los individuos con el genotipo deseado pueden ser dispuestos a granel y plantados en el plantel de cultivo. Al contrario, si están siendo seleccionados múltiples QTL con efectos variables para un rasgo, como por ejemplo el rendimiento del grano, a partir de una población determinada, el cultivador puede mantener preservada la identidad individual, centrándose su actuación en la diferencia de los individuos con diferentes combinaciones del QTL perseguido.

Pueden utilizarse diversos procedimientos para preservar la identidad de la semilla específica mientras se transfiere la semilla desde el laboratorio de astillado hasta el campo. Los procedimientos incluyen, pero no se limitan a, la transferencia de los individuos seleccionados a una cinta de semillas, una bandeja de cajas, o una bandeja de indización, el trasplante con macetas de turba, y la plantación a mano a partir de los paquetes de semillas individuales. Pueden ser utilizados múltiples ciclos de selección dependiendo de los objetivos de cultivo y de la complejidad genética.

Los procedimientos de cribado de la divulgación pueden, así mismo, ser utilizados en un programa de cultivo para la introgresión de un rasgo dentro de una planta. Estos procedimientos comprenden la retirada de una muestra que comprende células con ADN de semillas de una población, cribando el ADN extraído de cada semilla para constatar la presencia o ausencia de al menos un marcador genético, seleccionando semillas entre la población en base a los resultados del cribado del ADN; el cultivo de una planta fértil a partir de la semilla; y la utilización de una planta fértil ya sea como padre hembra o padre macho en un cruce con otra planta.

Ejemplos de cribado genético para seleccionar semillas para la integración de rasgos, incluyen, sin limitación, la identificación de altas frecuencias de los alelos padre recurrentes, el seguimiento de transgenes de interés o el cribado para constatar la ausencia de transgenes no deseados, la selección de la semilla de evaluación híbrida, y la evaluación de la cigosidad.

La identificación de las altas frecuencias de alelos de pares recurrentes por medio de procedimientos de cribado de la presente divulgación permite que un número reducido de filas por población y un número incrementado de poblaciones o de líneas endogámicas, sea plantado en una unidad de campo determinada. De esta manera, los

procedimientos de cribado de la presente divulgación pueden, así mismo, reducir efectivamente los recursos requeridos para completar la conversión de líneas endogámicas.

Los procedimientos de la presente divulgación proporcionan, así mismo, la garantía de calidad (QA) y el control de calidad asegurando que los transgenes regulados o no deseados sean identificados y descartados antes de la plantación.

Los procedimientos de la presente divulgación pueden, así mismo, ser aplicados para identificar la semilla híbrida para la evaluación transgénica. Por ejemplo, en una conversión de una línea endogámica en la etapa $BCnF_1$, un cultivador podría efectivamente crear un lote de semillas híbridas (impidiendo la selección de gametos) que fuera un 50% homocigótico para el rasgo de interés y un 50% o homocigótico para la falta del rasgo con el fin de generar una semilla híbrida con fines de evaluación. El cultivador podría entonces cribar todas las semillas F_1 producidas en el cruce de la prueba e identificar y seleccionar aquellas semillas que eran homocigóticas. Dicho procedimiento es ventajoso en el sentido de que las interferencias procedentes de las pruebas híbridas representarían una genética híbrida comercial con respecto a la cigosidad de los rasgos.

Otras aplicaciones de los procedimientos de cribado de la presente divulgación para identificar y efectuar el seguimiento de los rasgos de interés conllevan las mismas ventajas identificadas con anterioridad con respecto a los recursos de campo y trabajo requeridos. En términos generales, los programas de conversión transgénica son ejecutados en emplazamientos multiestacionales que comportan una estructura de costes de gestión y de tierra mucho más altas. En cuanto tal, el impacto, ya sea de la reducción de las necesidades de filas por población o ya sea del incremento del número de poblaciones dentro de una unidad de campo determinada, son considerablemente más radicales en cuanto al coste con respecto a aplicaciones templadas.

Así mismo, los procedimientos de cribado de la presente divulgación son utilizados para mejorar la eficiencia del programa haploide doblado mediante la creación de los genotipos deseados en la etapa haploide y la identificación del nivel de ploidia para eliminar las semillas no haploides de su procesamiento y avance en el campo. Ambas aplicaciones de nuevo se traducen en la reducción de los recursos de campo por población y en la capacidad para evaluar un número mayor de poblaciones dentro de una unidad de campo determinada.

En diversas formas de realización, la divulgación, así mismo, proporciona un ensayo para predecir la cigosidad del embrión para un gen de interés (GOI) concreto. El ensayo predice la cigosidad del embrión en base a la relación del número de copias relativos de un GOI y de un gen de control interno (IC) por célula o por genoma. En general, este ensayo utiliza un gen de IC que tiene una cigosidad conocida, por ejemplo, una cigosidad en el locus (dos copias de IC por célula diploide), para normalizar la medición del GOI. La relación de los números de copias relativos del IC con respecto al GOI, predice el número de copias del GOI de la célula. En una célula homocigótica, para cualquier gen determinado, (o secuencia genética única), el número de copias de genes es igual al nivel de ploidia de la célula dado que la secuencia está presente en el mismo locus en todos los cromosomas homólogos. Cuando una célula es heterocigótica para un gen determinado, el número de copias de genes será más bajo que el nivel de ploidia de la célula. La cigosidad de una célula en cualquier locus puede, de esta forma, ser determinada mediante el número de copias de genes de la célula.

En algunas formas de realización concretas, la divulgación proporciona un ensayo para predecir la cigosidad del embrión del maíz. En la semilla de maíz, el tejido del endosperma es triploide, mientras que el tejido del embrión es diploide. El endosperma que es homocigótico para el IC contendrá tres copias del IC. El número de copias del GOI del endosperma puede oscilar entre 0 (negativo homocigótico) a 3 (positivo a homocigótico); y el número de copias del GOI del endosperma de 1 a 2 se encuentra en la semilla heterocigótica para el GOI (o homocigótico para el GOI si el GOI es un transgen). El número de copias del endosperma es reflejo de la cigosidad del embrión: un endosperma homocigótico (positivo o negativo) acompaña un embrión homocigótico, el endosperma heterocigótico (ya sea el número de copias del GOI de 1 y 2) refleja un embrión heterocigótico (número de copias del GOI de 1). El número de copias del GOI del endosperma (el cual puede oscilar entre 0 y 3 copias) puede ser determinado a partir de la relación del número de copias del IC del endosperma con respecto al número de copias del GOI del endosperma (que puede oscilar entre 0/3 a 3/3, esto es, de 0 a 1), lo cual puede a continuación ser utilizado para predecir la cigosidad del embrión.

El número de copias del GOI o del IC puede ser determinado mediante cualquier técnica de ensayo conveniente para la cuantificación de los números de copias, como es sabido en la técnica. Ejemplos de ensayos apropiados incluyen, pero no se limitan a, ensayos a la RCP en Tiempo Real (TaqMan®) (Applied Biosystems, Foster City, CA) e Invaider® (Third Wave Technologies, Madison, WI). De modo preferente, dichos ensayos se desarrollan de tal manera que la eficiencia de amplificación tanto de las secuencias del IC como del GOI son iguales o muy similares. Por ejemplo, en el ensayo a la RCP en Tiempo Real TaqMan®, la señal procedente del GOI de una sola copia (la célula fuente se determina que sea heterocigótica para el GOI) se detectará un ciclo de amplificación más tarde que la señal procedente del IC de dos copias, porque la cantidad del GOI es la mitad que la del IC. Para la misma muestra heterocigótica, un ensayo Invader® mediría una relación del GOI, de modo aproximado, de 1: 2 o 0,5. Para una muestra que es heterocigótica tanto para el GOI como para el IC, la señal del GOI se detectaría al mismo tiempo que la señal del IC (TaqMan®), y el ensayo Invader® mediría una relación de GOI / IC, de modo aproximado, de 2: 2 o 1).

Estas líneas maestras se aplican a cualquier célula poliploide, o a células haploides (como por ejemplo las células del polen), dado que el número de copias del GOI o del IC permanecen proporcionales al número de copias del genoma (o nivel de ploidia de la célula). De esta manera, estos ensayos de la cigosidad pueden llevarse a cabo en tejidos triploides como, por ejemplo el endosperma del maíz.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema automático muestreador de semillas (10), que comprende:

una estación de molturación (400) para retirar de una semilla al menos una porción de material de envoltura seminal;

una estación de muestreo (500) para extraer una muestra de material de semilla de la semilla de la que la envoltura seminal ha sido retirada;

un subsistema de transporte de semillas (300) para transportar la semilla entre la estación de molturación (400) y la estación de muestreo (500); y

un subsistema de depósito de semillas (1000) para transportar la semilla desde el subsistema de transporte de semillas (300) hasta un pocillo seleccionado de una bandeja de semillas (18) después de que la semilla ha sido muestreada.

2. El sistema de la Reivindicación 1 que comprende así mismo un subsistema de recogida y transporte de muestras (600) para capturar la muestra extraída dentro de un tubo de recogida montado sobre un dispositivo de emplazamiento de tubos de recogida del subsistema de recogida y transporte de muestras (600).

3. El sistema de la Reivindicación 2 que comprende así mismo una estación de carga de los tubos de recogida para separar el tubo de recogida (624) de una pluralidad de tubos de recogida similares y montar el tubo de recogida (624) sobre el dispositivo de colocación de tubos de recogida.

4. El sistema de la Reivindicación 2 que comprende así mismo un subsistema de suministro de líquido (700) para suministrar líquido al tubo de recogida (624) para mezclar con la mezcla capturada.

5. El sistema de la Reivindicación 4 que comprende así mismo un subsistema de depósito de muestras (800) para transportar la muestra mezclada desde el subsistema de recogida y transporte de muestras (600) hasta un pocillo seleccionado de una bandeja de muestras (14).

6. El sistema de la Reivindicación 1 que comprende así mismo una estación de carga de semillas (100) para separar la semilla de una pluralidad de semillas similares de una tolva de semillas a granel (104).

7. El sistema de la Reivindicación 6 que comprende así mismo un sistema de orientación (200) para recibir la semilla de la estación de carga de semillas (100), orientar la semilla en una orientación con la punta hacia abajo y transportar la semilla orientada hasta un portasemillas montado sobre una placa giratoria del subsistema de transporte de semillas (300).

8. El sistema de la Reivindicación 1 que comprende así mismo una estación de tratamiento de semillas (900) para aplicar un tratamiento de la semilla a al menos la porción de la semilla muestreada que presenta la envoltura seminal retirada.

9. El sistema de la Reivindicación 8 en el que el tratamiento de la semilla comprende uno de entre un polímero y un dispositivo de estanqueidad fungicida.

10. El sistema de la Reivindicación 1 que comprende así mismo una estación de limpieza (1120) para retirar el material de muestra residual de un portasemillas montado sobre una placa giratoria del subsistema de transporte de semillas (300) después de que la muestra ha sido retirada de la semilla y que la semilla muestreada ha sido transportada al pocillo seleccionado de la bandeja de semillas (18).

11. Un procedimiento automático de alto rendimiento para extraer el material de muestra para su evaluación a partir de las semillas individuales de una población de semillas, comprendiendo el procedimiento:

la carga de una semilla en un portasemillas de un sistema automático muestreador de semillas (10);

la retirada de la semilla de al menos una porción del material de la envoltura seminal; la extracción de una muestra del material de la semilla de la cual se ha retirado la envoltura seminal;

el transporte de la semilla hasta un pocillo seleccionado de una bandeja de semillas (18) después de que la semilla ha sido muestreada;

el transporte de la muestra extraída hasta un pocillo de una bandeja de muestras (14) utilizando un subsistema de depósito de muestras (600) del sistema muestreador de semillas (10); y

el análisis de la muestra extraída para constatar una o más características indicativas de al menos un rasgo químico genético.

12. El procedimiento de la Reivindicación 11 en el que la extracción de la muestra comprende la captura de la muestra extraída dentro de un tubo de recogida.

13. El procedimiento de la Reivindicación 12 en el que la extracción de la muestra comprende así mismo el suministro de líquido sobre el tubo de recogida para mezclarlo con la muestra capturada.

14. El procedimiento de la Reivindicación 13, en el que el transporte de la muestra extraída comprende el transporte de la muestra mezclada hasta el pocillo seleccionado de una bandeja de muestras (14).

15. El procedimiento de la Reivindicación 11, en el que la carga de la semilla comprende la separación de la semilla de una pluralidad de semillas similares dentro de una tolva de semillas a granel (104).

16. El procedimiento de la Reivindicación 15, en el que la carga de la semilla comprende así mismo:

orientar la semilla en una orientación con la punta hacia abajo; y

el transporte de la semilla orientada hasta el portasemillas.

17. El procedimiento de la Reivindicación 11, que comprende así mismo la aplicación de un tratamiento de la semilla a al menos la porción de la semilla muestreada de la que se ha retirado la envoltura seminal.

18. El procedimiento de la Reivindicación 17, que comprende así mismo la retirada del portasemillas del material de muestra residual después de que la muestra ha sido retirada de la semilla y de que la semilla muestreada ha sido transportada hasta el pocillo seleccionado de la bandeja de semillas (18).

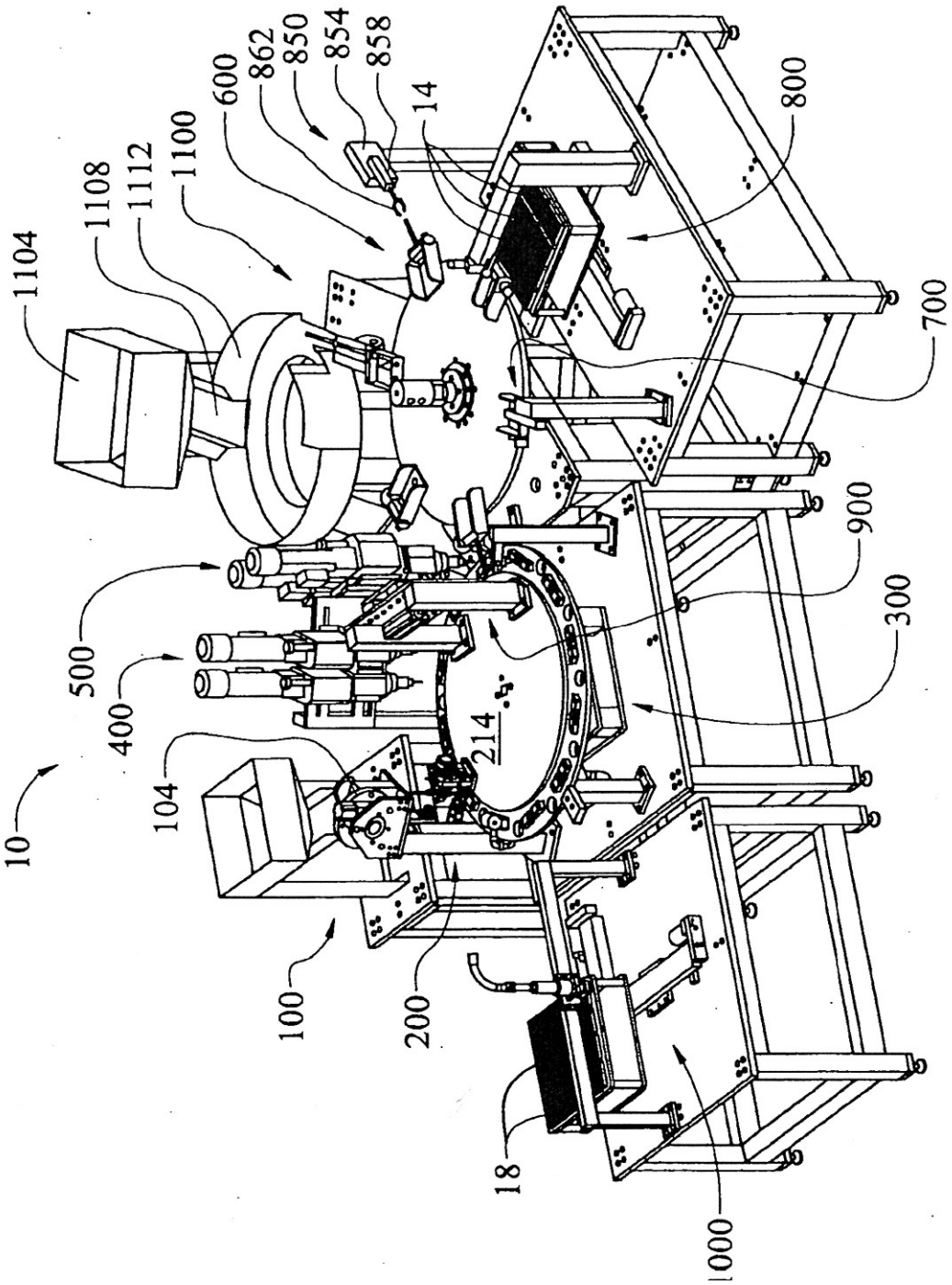
10
1104
1108
1112
1100
600
862
850
854
858
14
800
700
900
300
500
400
104
214
100
200
18
1000

Fig. 1

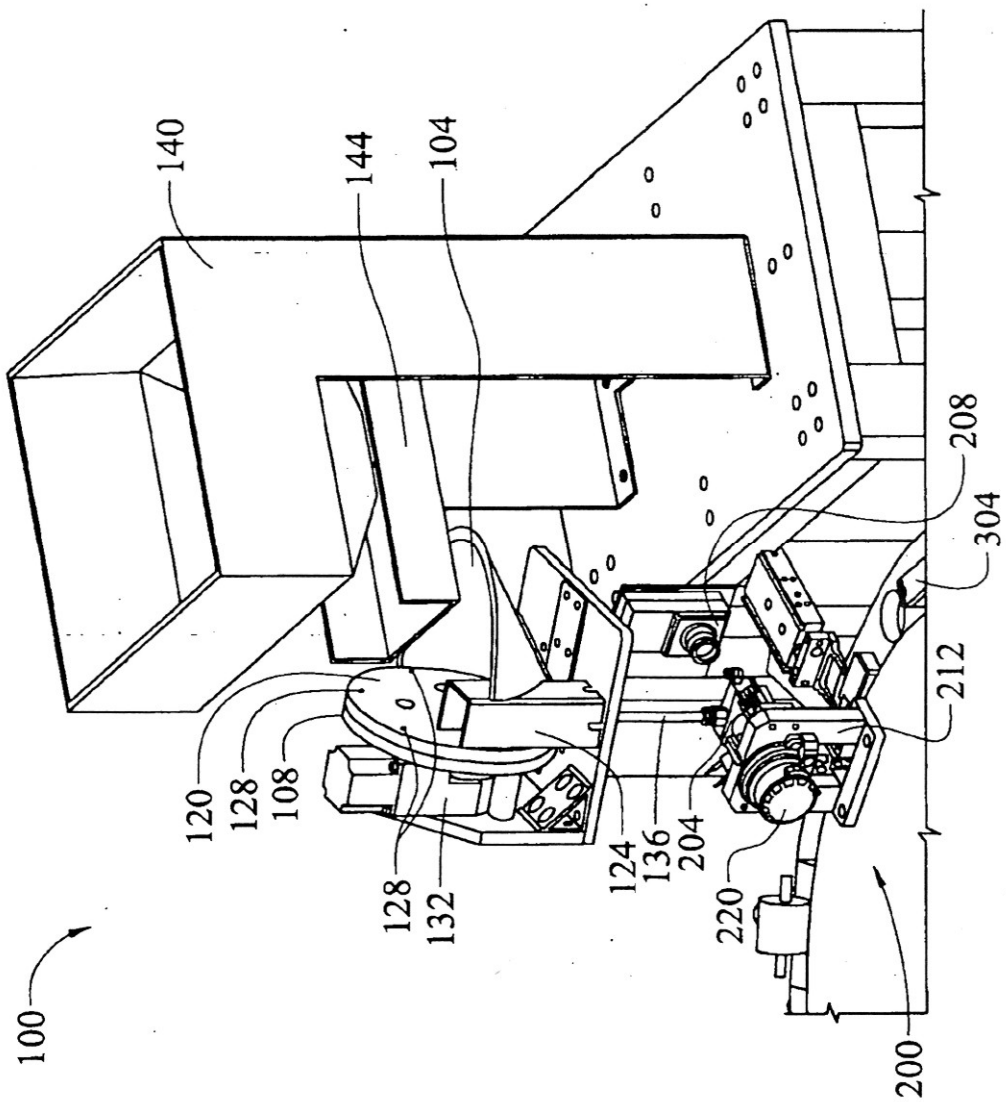
100
140
144
104
120
128
108
128
132
124
136
204
220
208
304
212
200

Fig. 2

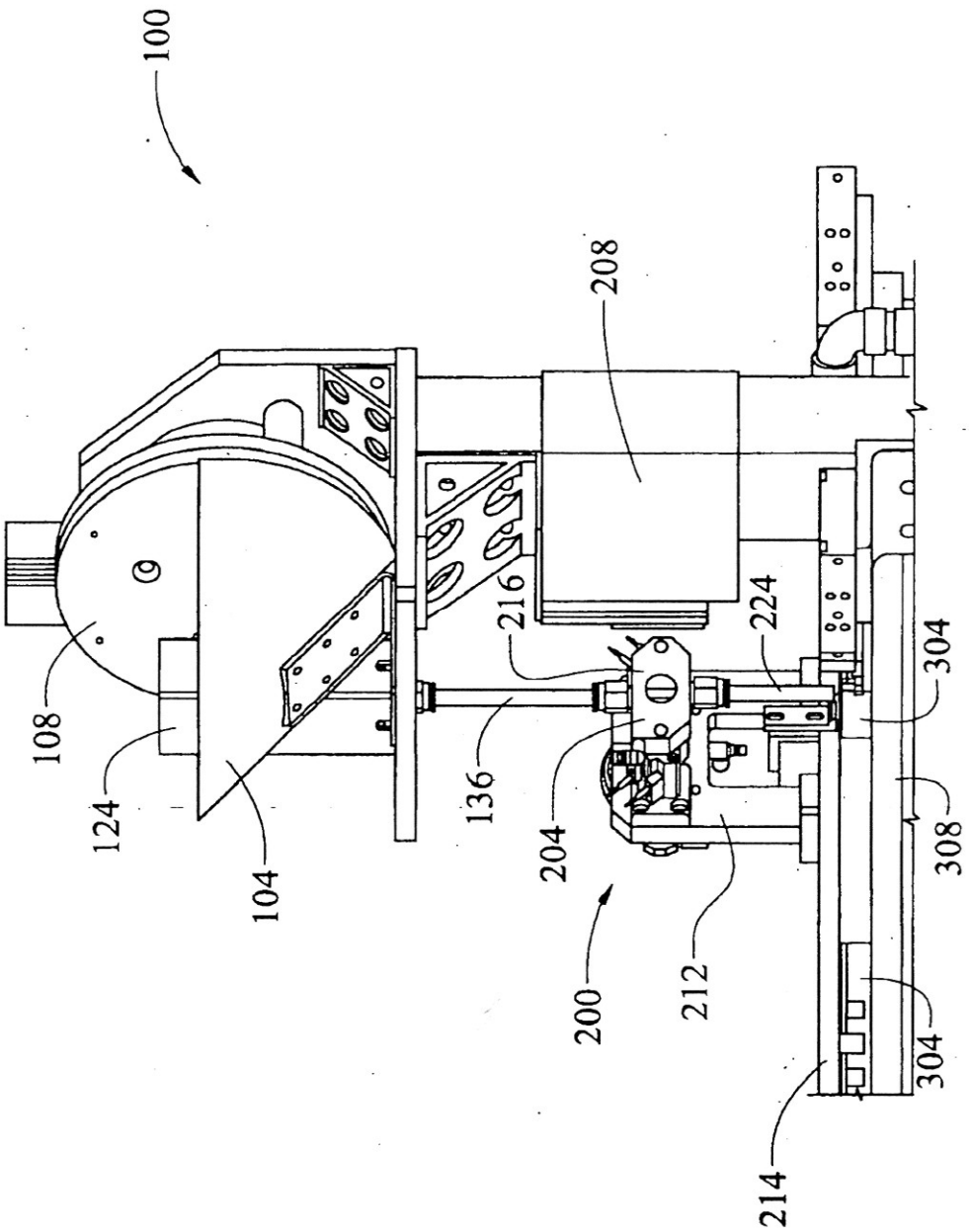

Fig. 3

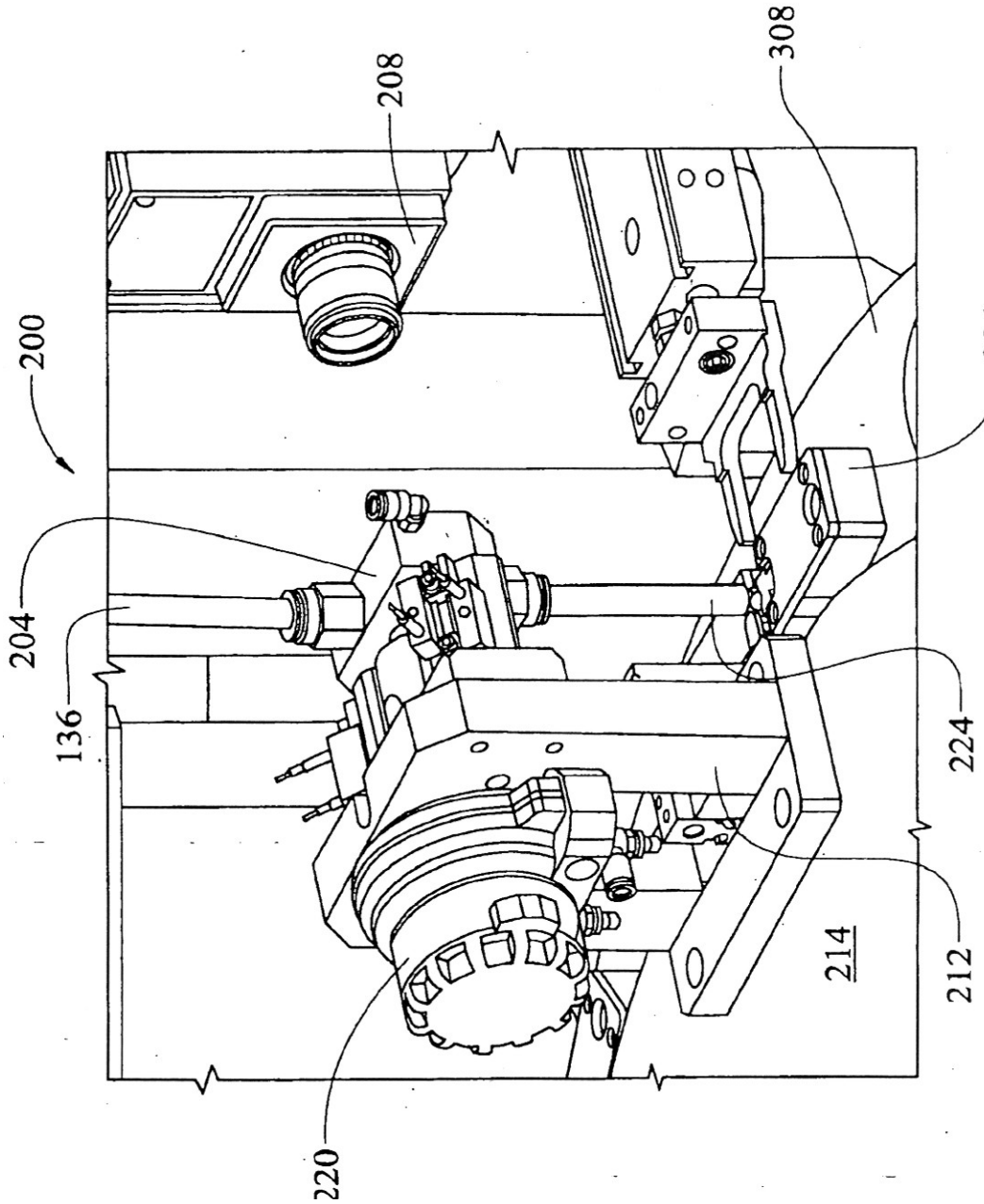

Fig. 4

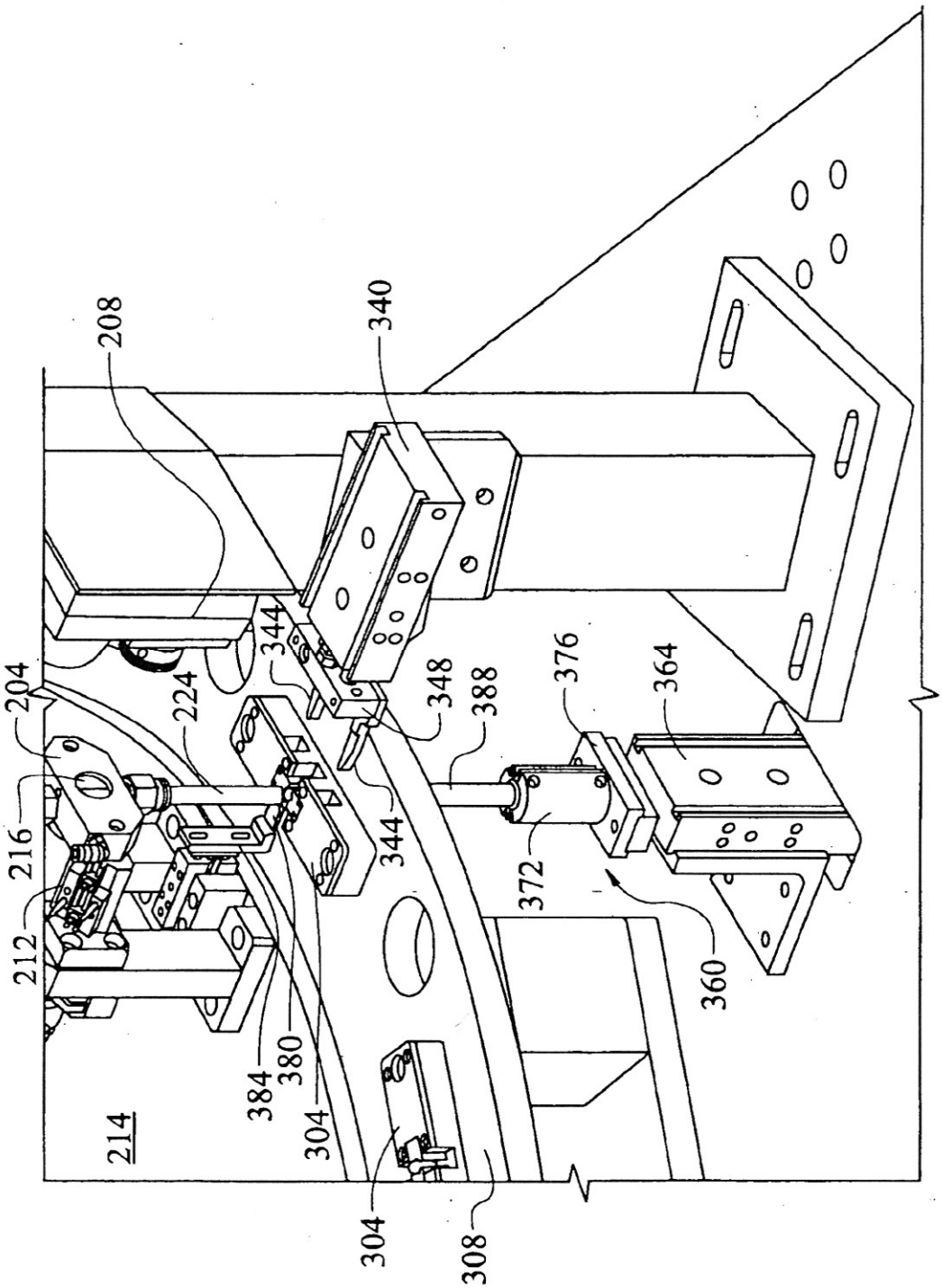
208
340
204
224
344
348
388
376
364
216
212
344
372
360
384
380
304
214
304
308

Fig. 5

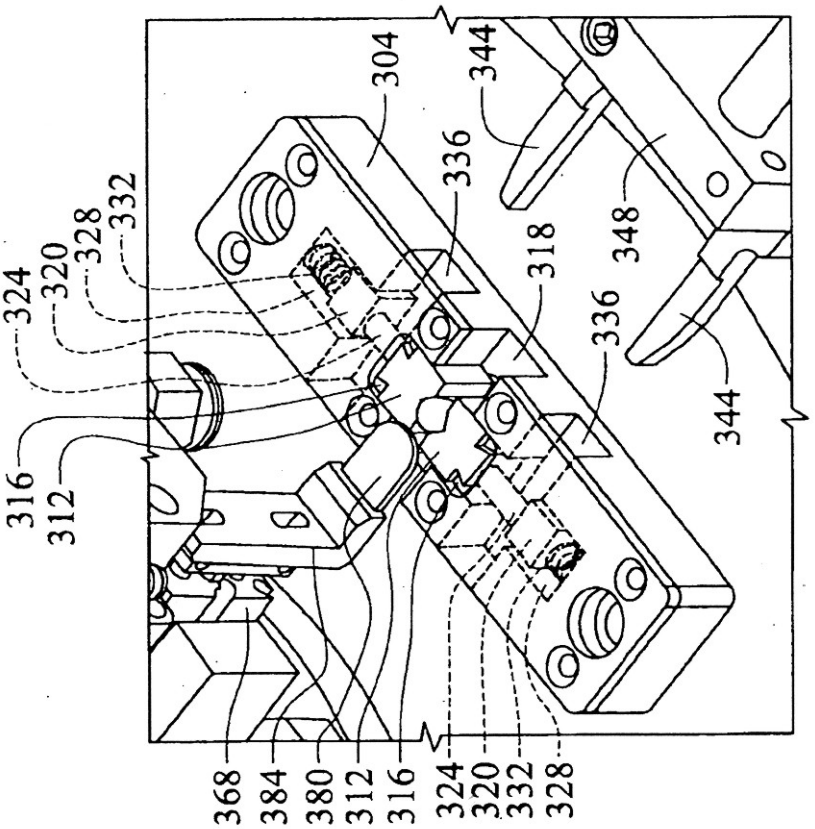
324
320
328
332
316
312
304
336
318
336
344
348
344
368
384
380
312
316
324
320
332
328

Fig. 6

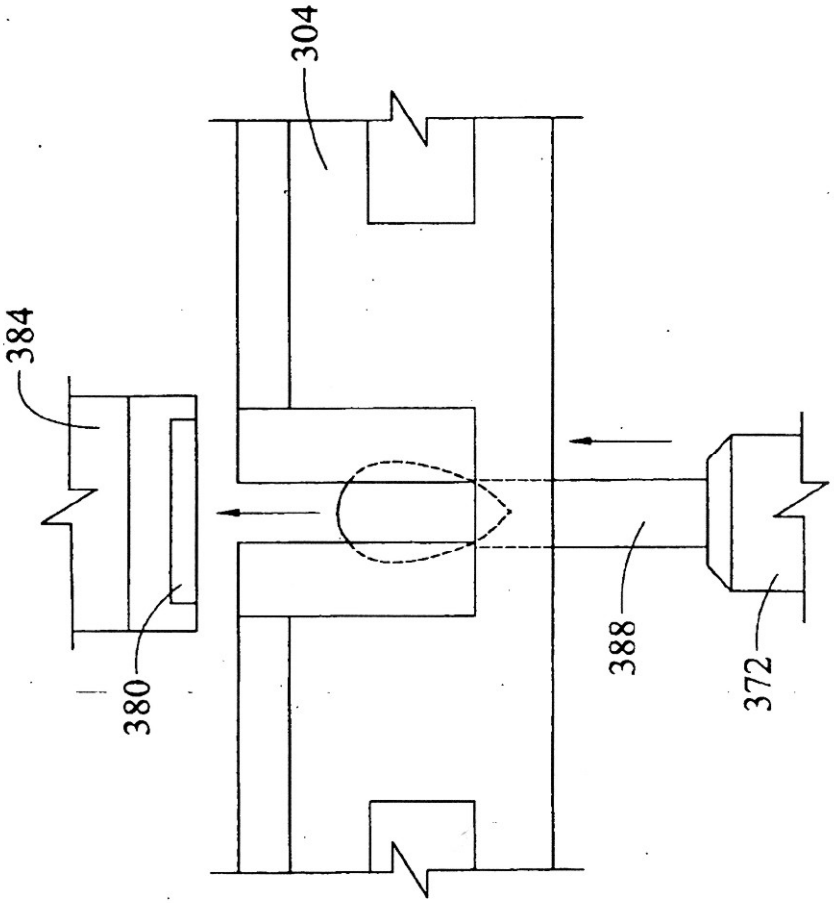

Fig. 7

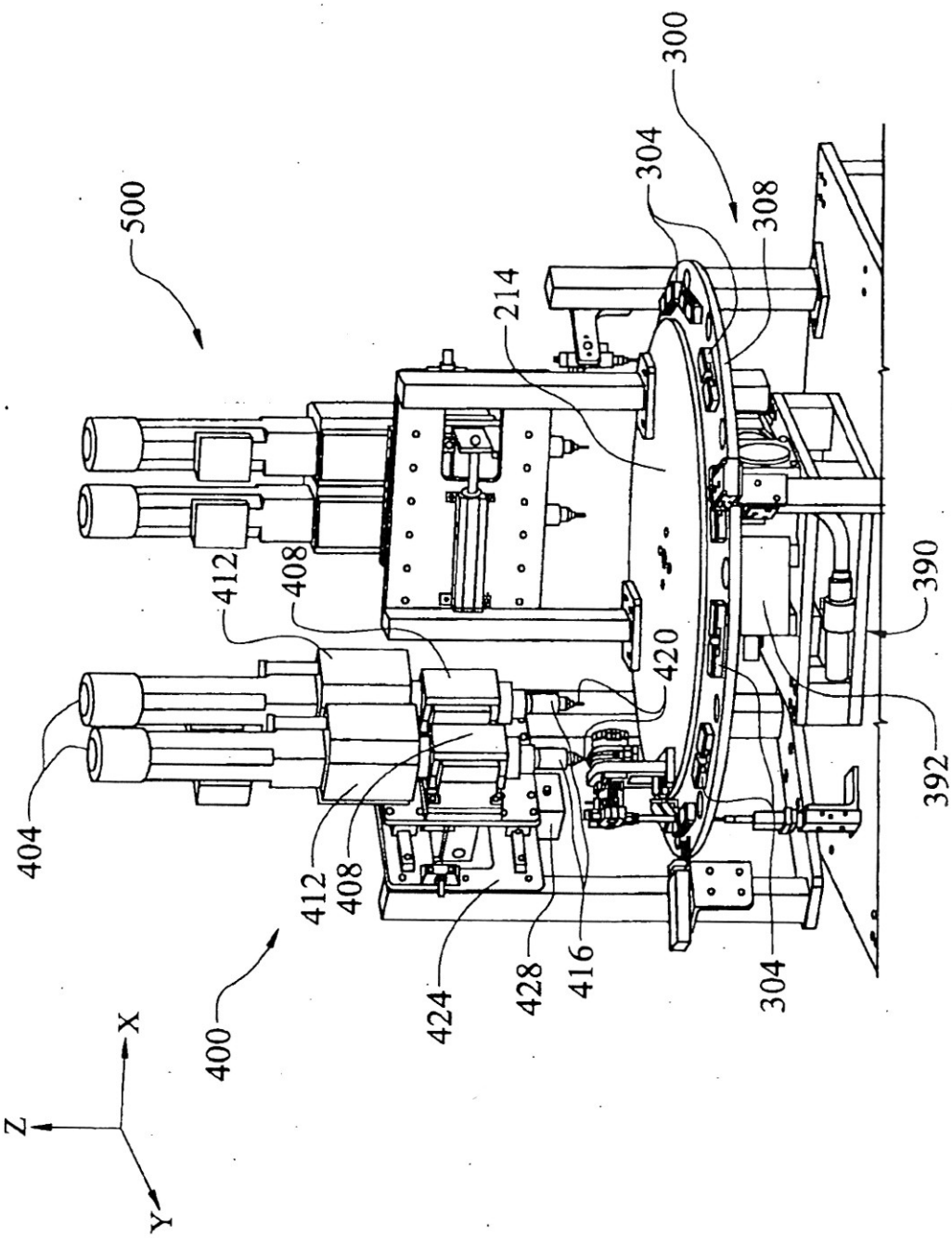
500
300
304
308
214
412
408
420
390
392
404
412
408
424
428
416
304
400
X
Z
Y

Fig. 8

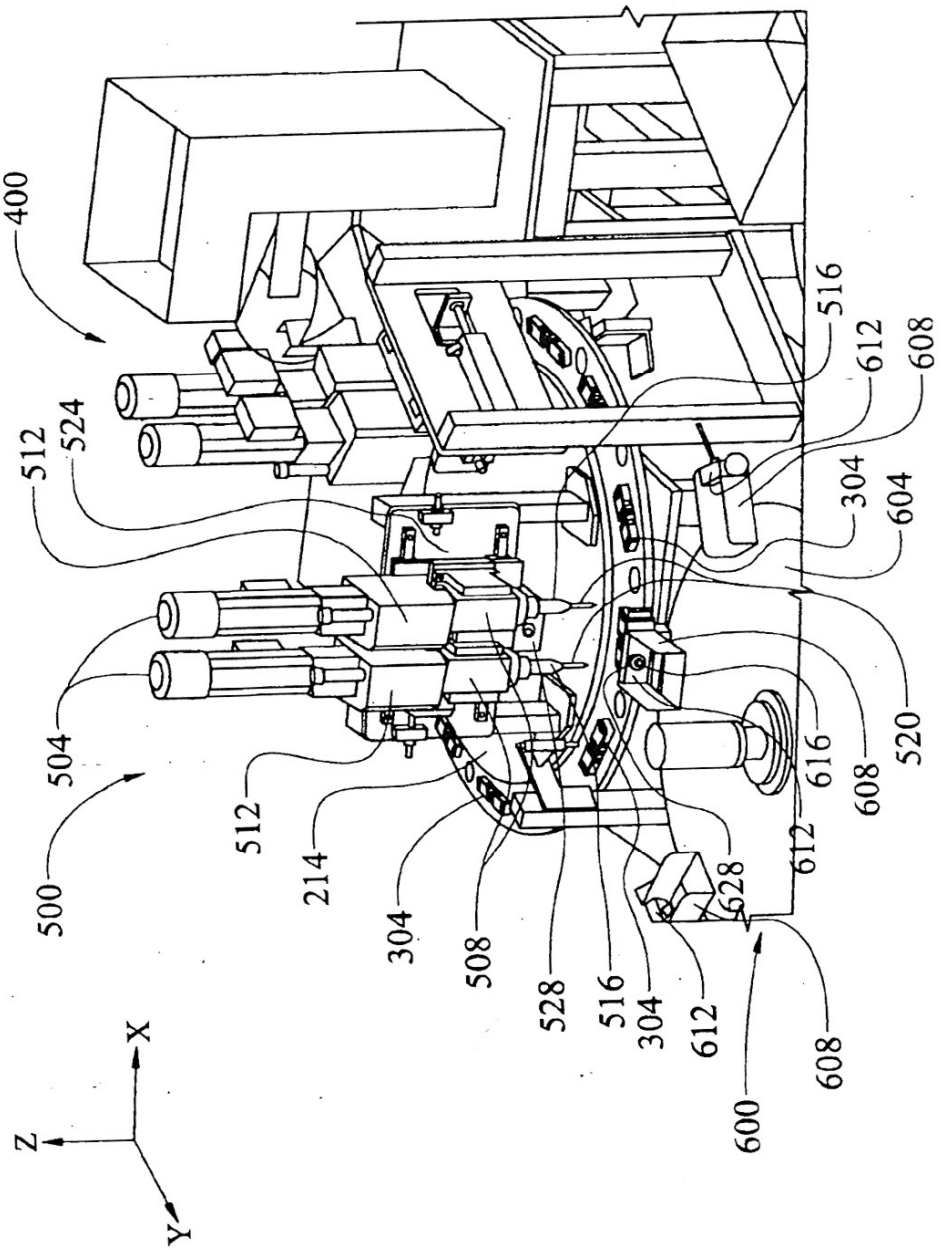
400
512
524
504
500
512
214
304
508
528
516
304
612
628
600
608
612
616
608
520
604
304
612
608
516
X
Y
Z

Fig. 9

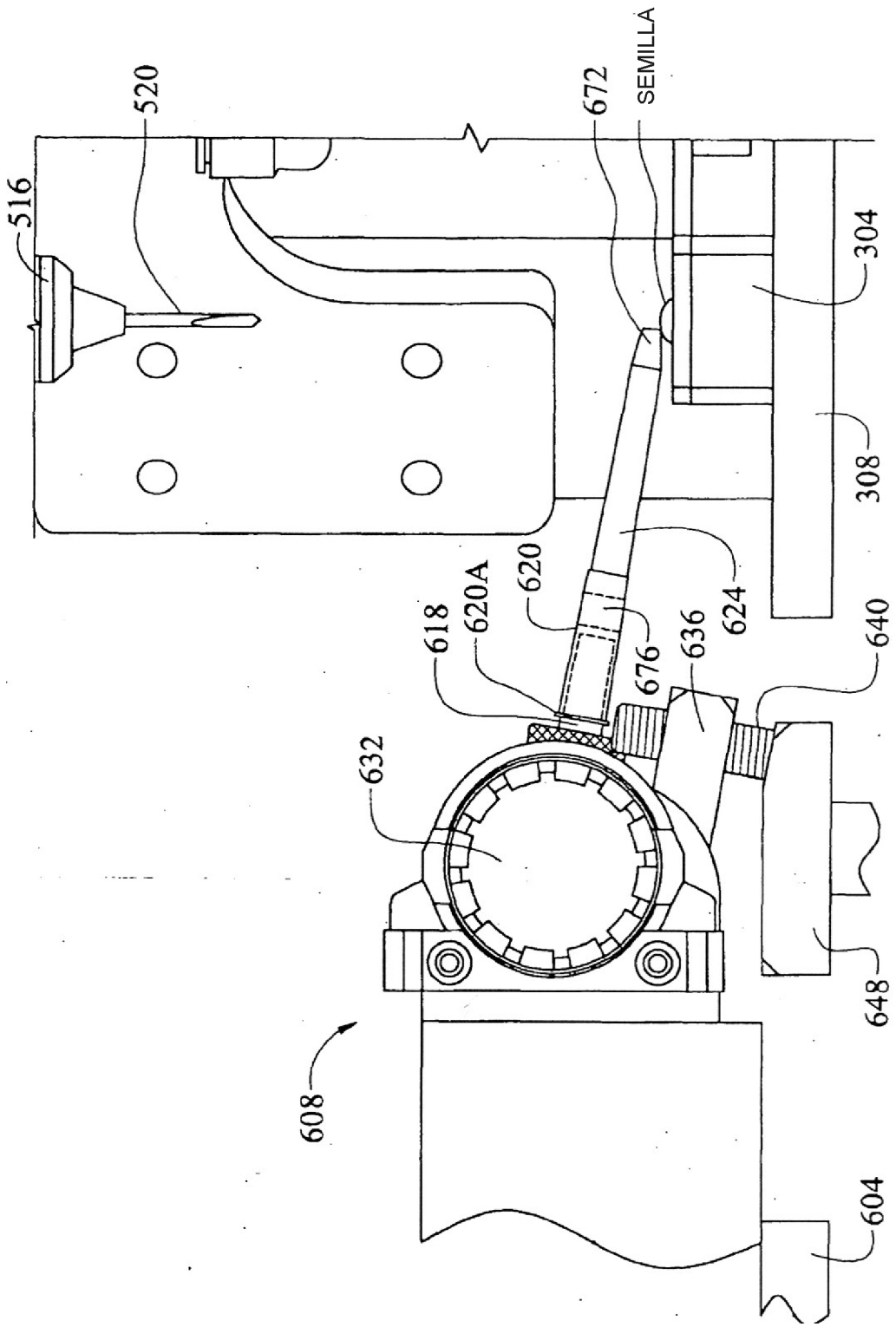
516
520
672
SEMILLA
304
308
620
620A
618
624
676
636
640
632
648
608
604

Fig. 10

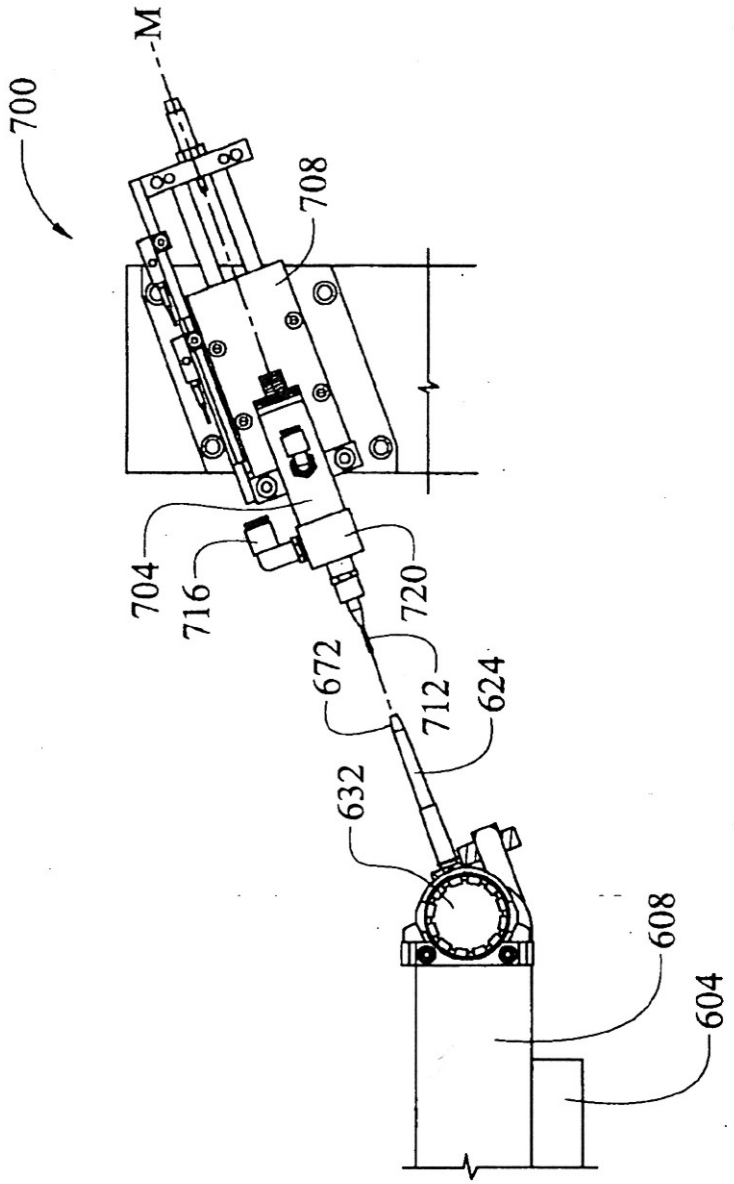

Fig. 11

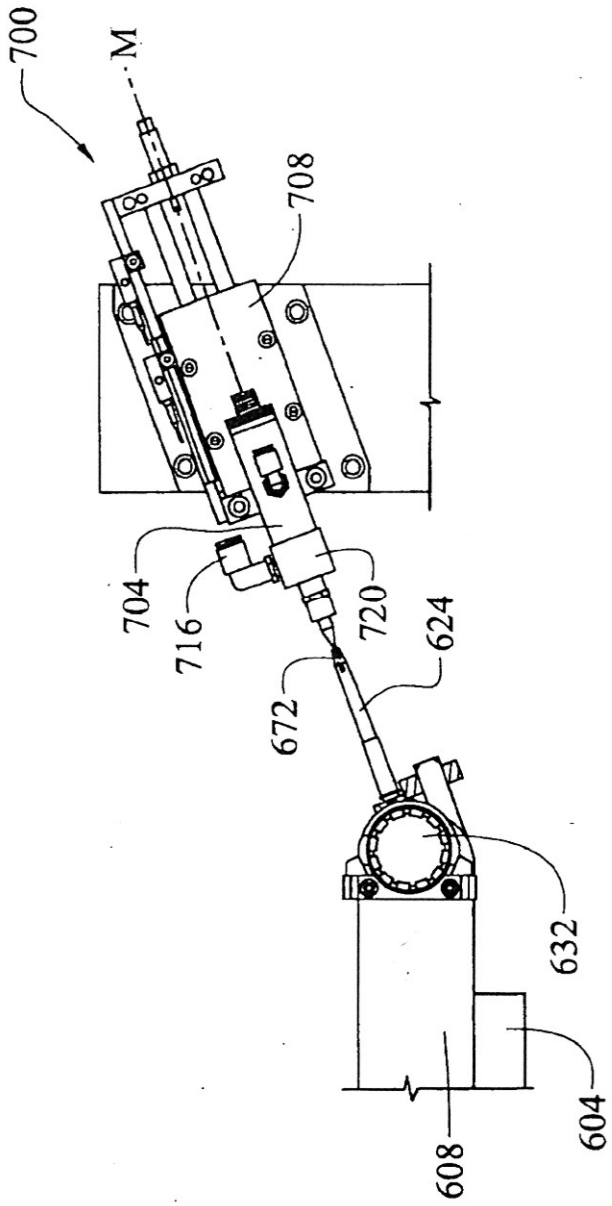

Fig. 12

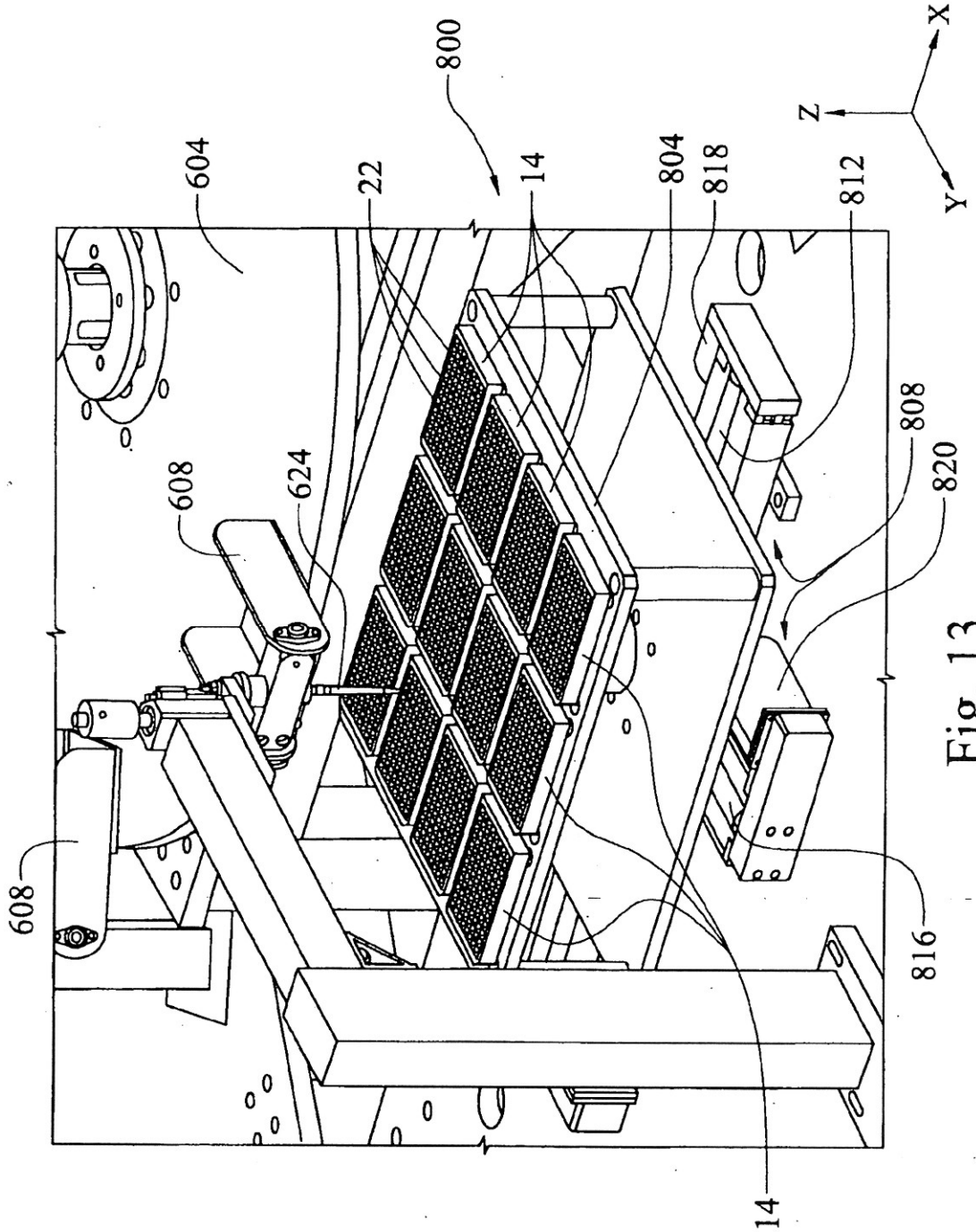

Fig. 13

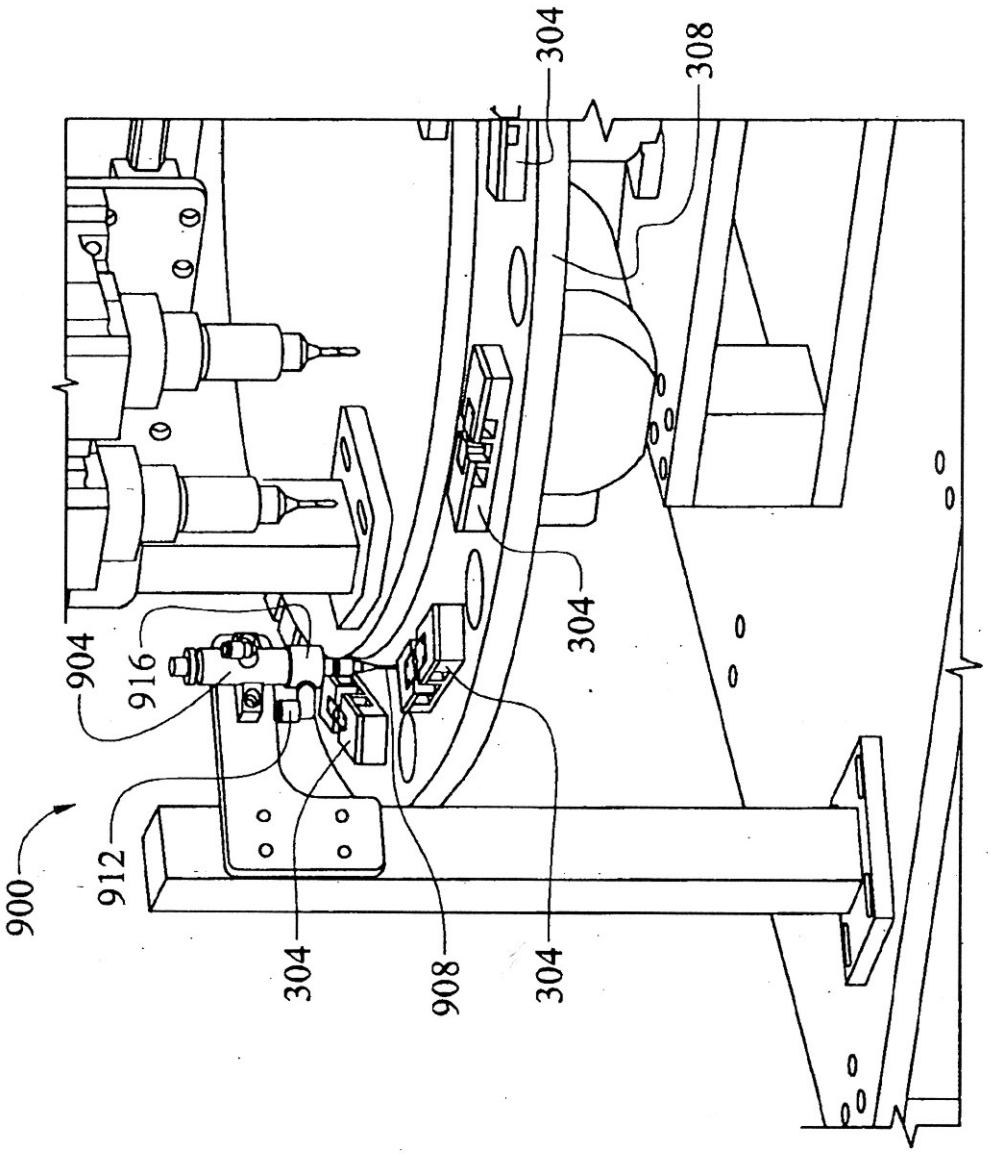

Fig. 14

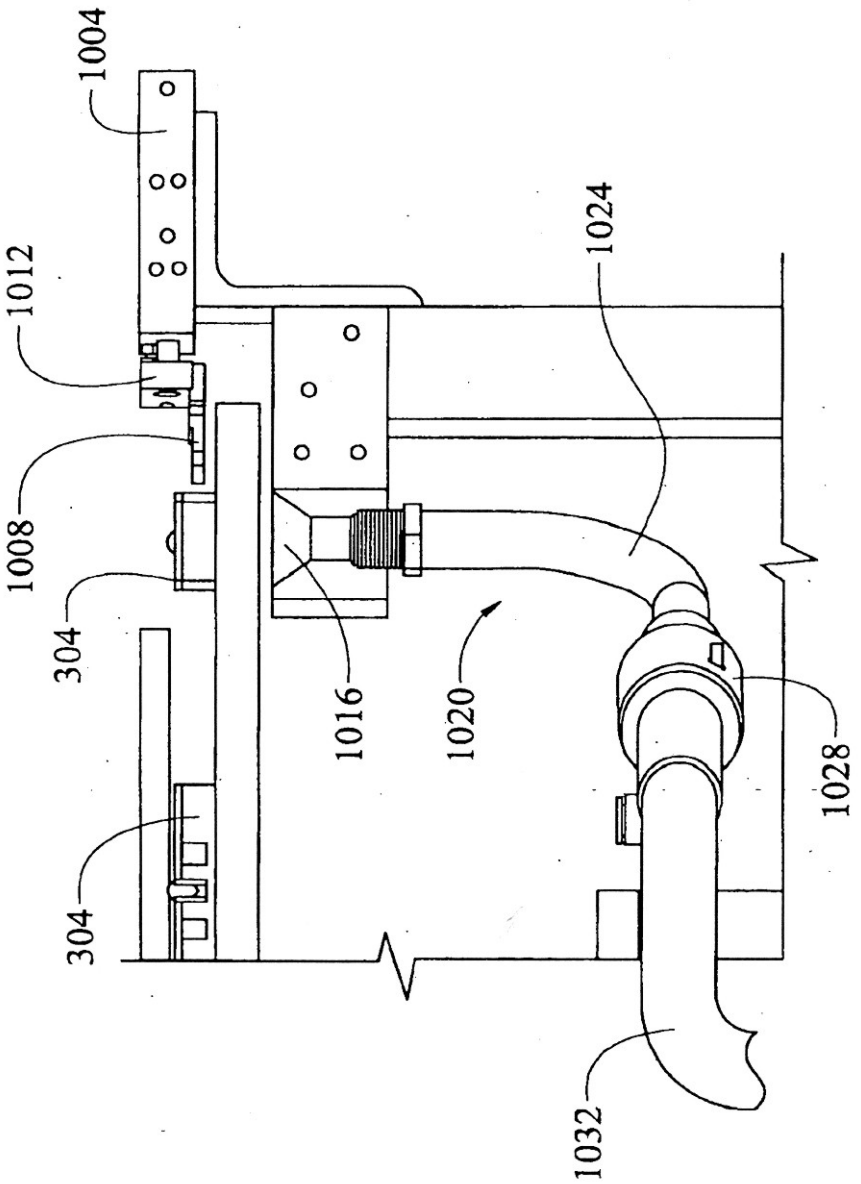

Fig. 15

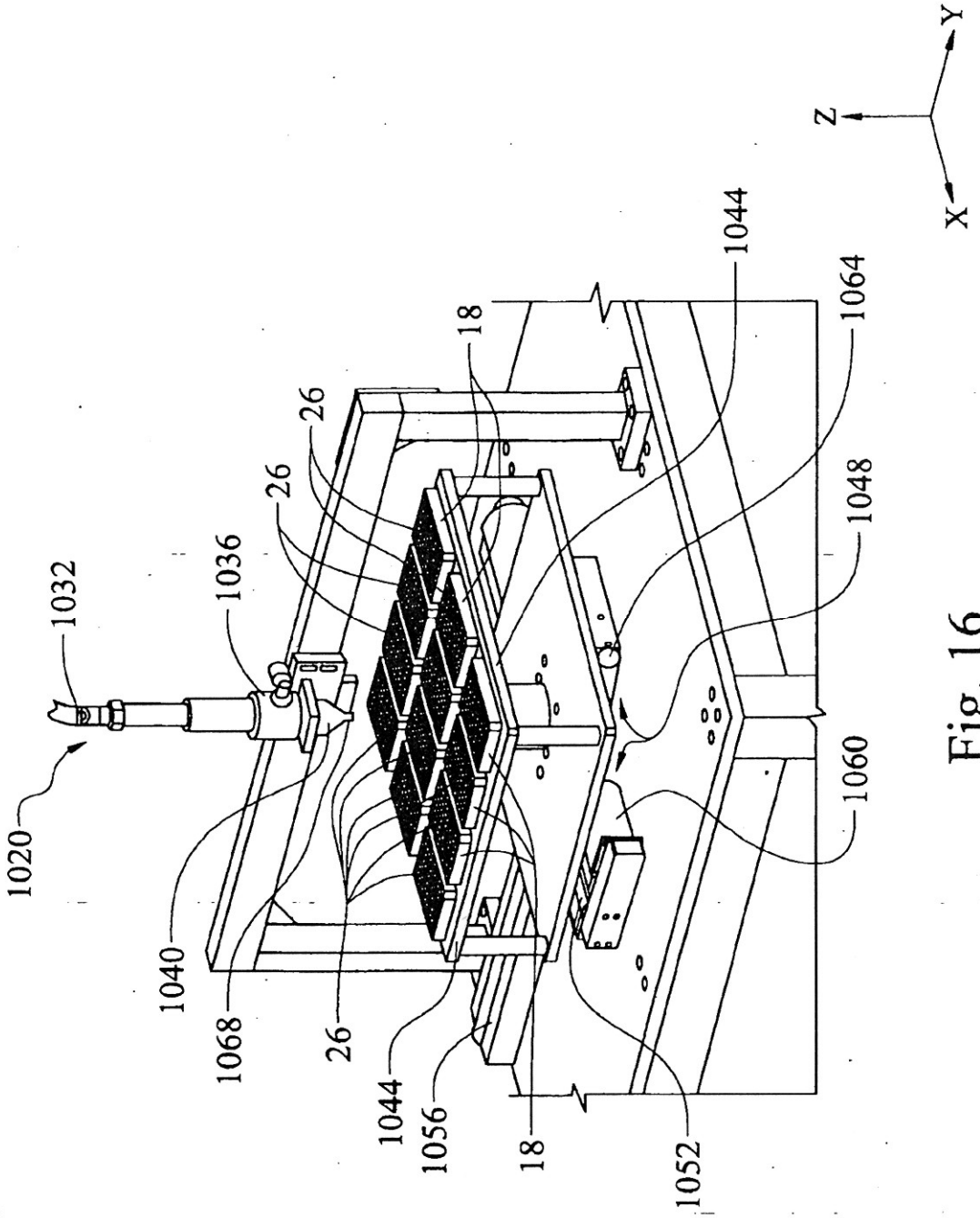
1020
1032
1036
1040
1068
26
26
26
18
1044
1056
18
1052
1060
1048
1064
1044
Z
Y
X

Fig. 16

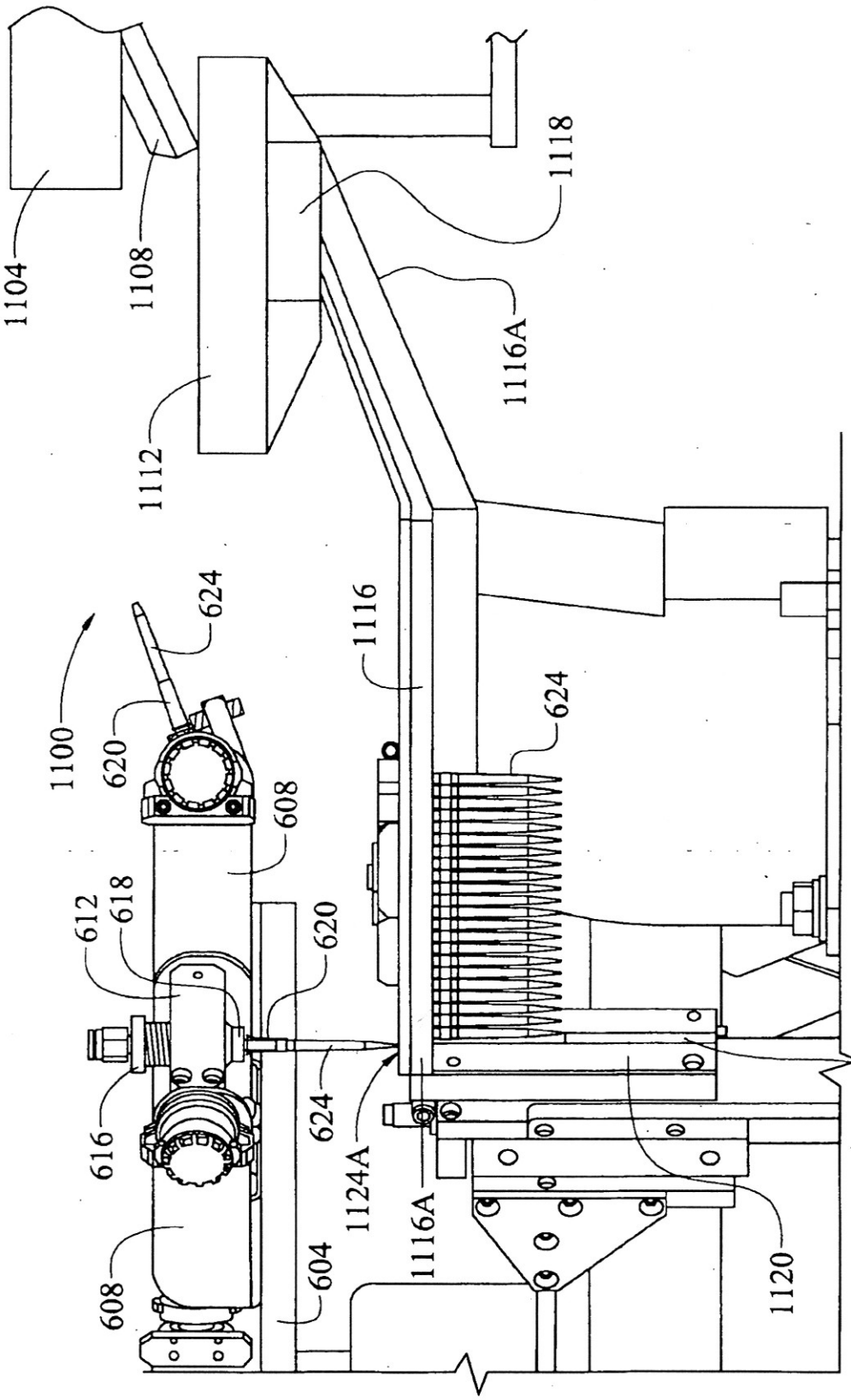
1104
1108
1112
1118
1116A
1100
624
620
608
612
618
616
604
1116
1124A
1116A
1120
1124

Fig. 17

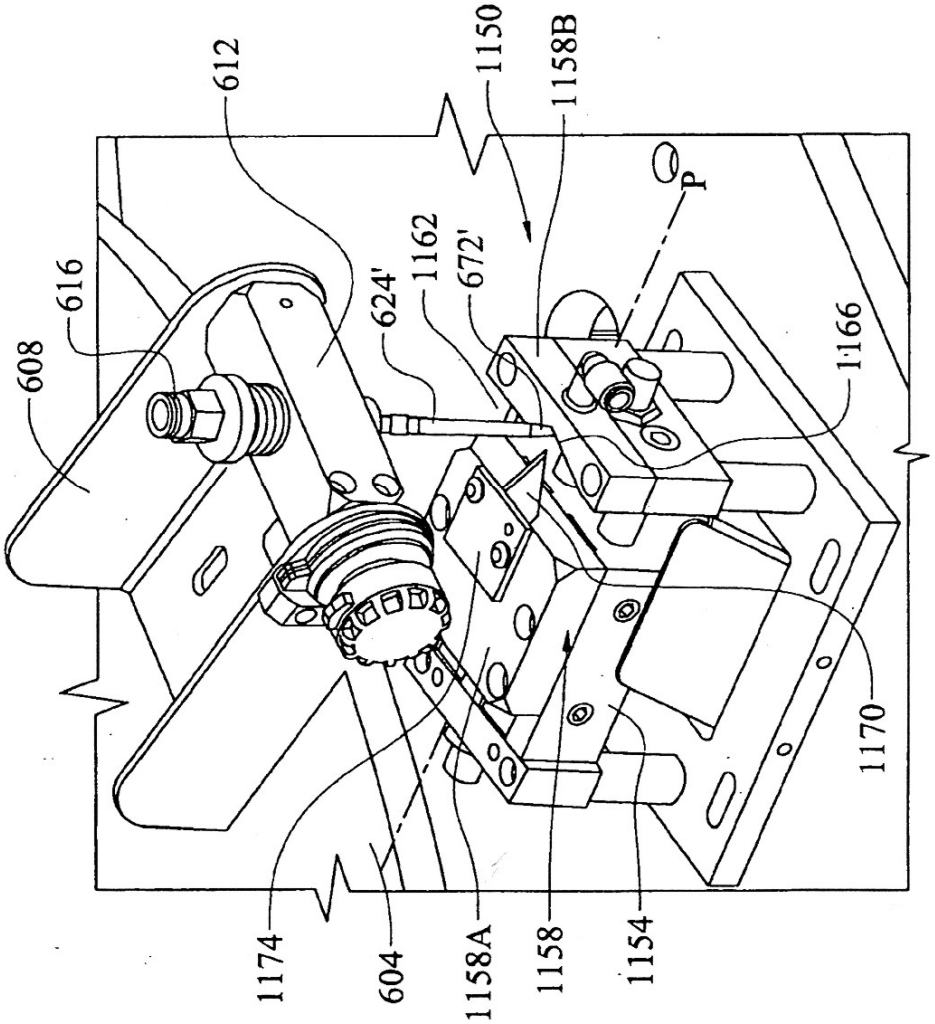
608
616
612
624'
1162
672'
1150
1158B
P
1166
1170
1174
604
1158A
1158
1154

Fig. 18

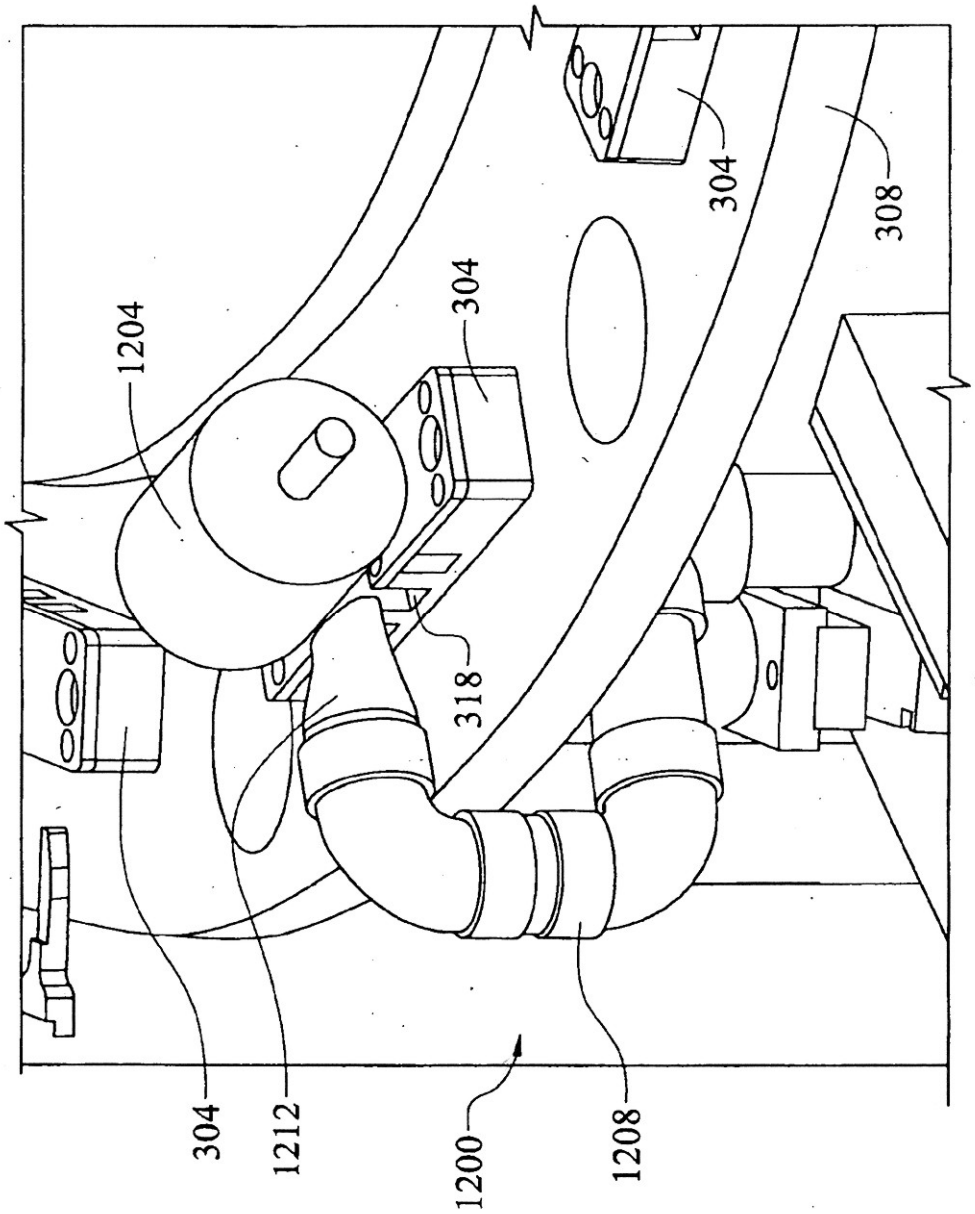

Fig. 19