



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0708500-1 B1

(22) Data do Depósito: 02/03/2007

(45) Data de Concessão: 28/06/2016



(54) Título: SISTEMA CLASSIFICADOR AUTOMÁTICO DE GRÃOS E MÉTODO AUTOMÁTICO PARA REMOVER UMA AMOSTRA DE TECIDO A PARTIR DE GRÃOS INDIVIDUAIS

(51) Int.Cl.: A01C 1/00; A01H 1/04; G01N 1/08

(30) Prioridade Unionista: 02/03/2006 US 60/778,830, 28/02/2007 US 11/680,180

(73) Titular(es): MONSANTO TECHNOLOGY LLC

(72) Inventor(es): JENNIFER LISTELLO, PHILLIP RAHN, ANGELA KOESTEL, KEVIN DEPPERMAN

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA CLASSIFICADOR AUTOMÁTICO DE GRÃOS E MÉTODO AUTOMÁTICO PARA REMOVER UMA AMOSTRA DE TECIDO A PARTIR DE GRÃOS INDIVIDUAIS".**

CAMPO

[001] Esta descrição refere-se a sistemas e métodos para pegar amostras a partir de materiais biológicos tal como grãos.

ANTECEDENTES

[002] As declarações nesta seção meramente proporcionam informação de fundamento relacionada com a presente descrição e pode não constituir técnica anterior.

[003] No desenvolvimento e aperfeiçoamento de vegetais, os aperfeiçoamentos genéticos são feitos no vegetal, através de aperfeiçoamento da raça ou de manipulação genética, e quando um aperfeiçoamento desejável é alcançado, uma quantidade comercial é desenvolvida pela plantação e colheita de grãos através de várias gerações. Nem todos os grãos expressam os traços desejados, e assim, estes grãos precisam ser separados da população. Para acelerar o processo de aumentar a população, amostras estatísticas são pegadas e testadas para separar grãos a partir da população que não expressam adequadamente o traço desejado. Entretanto, esta amostragem estatística necessariamente permite que alguns grãos sem o traço desejável permaneçam na população, e também podem inadvertidamente excluir alguns grãos com traço desejado a partir da população desejada.

[004] O Pedido de Patente US 11/213.430 (depositado em 26 de agosto de 2005); O Pedido de Patente 11/213.431 (depositado em 26 de agosto de 2005); O Pedido de Patente 11/213.432 (depositado em 26 de agosto de 2005); O Pedido de Patente 11/213.434 (depositado em 26 de agosto de 2005); e o Pedido de Patente 11/213.435 (depositado em 26 de agosto de 2005), os quais são incorporados neste do-

cumento por referência em sua totalidade, revelam aparelhos e sistemas para a classificação automática de grão, bem como método de classificação, teste e de amontoamento de grãos.

[005] Entretanto, pelo menos alguns sistemas automáticos de classificação e de teste permitem vários tipos de contaminação estragar as amostras coletadas e distorcer resultados. Portanto, existe uma necessidade de classificação automática de grãos de uma maneira substancialmente livre de contaminação.

SUMÁRIO

[006] A presente descrição refere-se a sistemas e métodos para de forma não destrutiva classificar material a partir de grãos. Os métodos são particularmente adaptados para automação, o que permite maior amostragem do que era anteriormente prático. Com a classificação automática não destrutiva permitida por pelo menos algumas das concretizações desta descrição, é possível testar cada grão na população e separar grãos que não expressem um traço desejado. Isto acelera muito o processo de amontoar uma dada população de grãos e pode resultar em uma população final aperfeiçoada.

[007] Várias concretizações da presente descrição facilitam o teste de maioria ou de todos os grãos em uma população antes do plantio, de modo que tempo e recursos não são desperdiçados ao se cultivar vegetais sem os traços desejados. Adicionalmente, várias concretizações permitem a classificação automática de grãos de uma maneira livre de contaminação, desse modo substancialmente eliminando a recombinação de material genético entre as amostras.

[008] Nas várias concretizações, a presente descrição proporciona um sistema classificador automático de grãos que inclui uma estação de moagem para remover pelo menos uma parte do material de revestimento do grão a partir de um grão e uma estação de amostragem para extrair uma amostra de material do grão a partir do grão, on-

de o revestimento do grão foi removido. Um subsistema de transporte de grãos transporta os grãos entre a estação de moagem e a estação de amostragem e um subsistema de depósito de grãos transporta os grãos a partir do subsistema de transporte de grãos para um depósito selecionado em uma bandeja de grãos após o grão ter sido classificado.

[009] Em várias outras concretizações, a presente descrição proporciona um sistema classificador automático de grãos que inclui uma estação de moagem para remover pelo menos uma material de revestimento do grão a partir de um grão e uma estação de amostragem para extrair uma amostra do material do grão a partir do grão onde o revestimento do grão foi removido. Um subsistema de coleta e transporte de amostra captura a amostra extraída em um tubo de coleta montado em um dispositivo de colocação de tubo de coleta do subsistema de coleta e de transporte de amostra. Adicionalmente, um subsistema de depósito de amostra transporta a amostra a partir do subsistema de coleta e de transporte de amostra para um depósito selecionado em uma bandeja de amostra.

[0010] Ainda em várias outras concretizações, a presente descrição proporciona um método para extrair material de amostra a partir de um grão para ensaio. O método inclui carregar um grão em um suporte de grão de um sistema automático classificador de grãos e remover pelo menos uma parte do material de cobertura do grão a partir do grão em uma estação de moagem do sistema classificador de grão. Uma amostra do material do grão é então extraída a partir do grão onde o revestimento do grão foi removido em uma estação de amostragem do sistema classificador de grão. O grão amostrado é então transportador para um depósito selecionado em uma bandeja de grão utilizando um subsistema de depósito de grãos do sistema classificador de grão. A amostra extraída é coincidentemente transportada para

um depósito selecionado em uma bandeja de amostra utilizando o subsistema de depósito de amostra do sistema classificador de grão. A amostra depositada pode então ser testada em relação a pelo menos uma característica desejada do grão.

[0011] Ainda em outras concretizações, a presente descrição proporciona um sistema automático para seqüencialmente remover material de amostra a partir de vários grãos enquanto deixando intacta a viabilidade dos grãos. O sistema inclui uma estação de moagem para seqüencialmente remover pelo menos uma parte do material de revestimento do grão a partir de cada grãos e uma estação de amostragem para seqüencialmente extrair uma amostra do material do grão a partir de cada grão onde o revestimento do grão foi removido a partir do respectivo grão. Um subsistema de transporte de grão transporta os grãos entre a estação de moagem e a estação de amostragem e um subsistema de depósito de grãos seqüencialmente transporta cada grão a partir do subsistema de transporte de grãos para um depósito selecionado dentre vários depósitos em uma bandeja selecionada dentre várias bandejas de grão. O sistema adicionalmente inclui um subsistema de coleta e transporte de amostra para seqüencialmente capturar a amostra extraída de cada grãos em um tubo de coleta correspondente montado em um dentre vários dispositivos de colocação de tubo de coleta. O sistema adicionalmente inclui um subsistema de depósito de amostra para seqüencialmente transportar cada amostra a partir do subsistema de coleta e de transporte de amostra para um depósito selecionado dentre vários depósitos em uma bandeja selecionada dentre várias bandejas de amostra.

[0012] Os sistemas e métodos desta descrição facilitam a classificação automática não destrutiva de grãos de uma maneira substancialmente livre de contaminação. Eles permitem o ensaio e a classificação de grandes volumes de grãos, desse modo facilitando o amonto-

amento de populações de grãos com os traços desejados. Estes e outros aspectos e vantagens em parte serão aparentes e em parte salientados daqui para frente.

[0013] Áreas de aplicabilidade adicionais das presentes instruções irão se tornar aparentes a partir da descrição proporcionada neste documento. Deve ser entendido que a descrição e os exemplos específicos são pretendidos somente para propósito de ilustração e não são pretendidos para limitar o escopo das presentes instruções.

DESENHOS

[0014] Os desenhos descritos neste documento são somente para propósito de ilustração e não são pretendidos para limitarem o escopo das presentes instruções de qualquer modo.

[0015] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um sistema classificador de amostra de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0016] A Figura 2 é uma vista em perspectiva ampliada de uma estação de carregamento de grão do sistema classificador de grãos apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0017] A Figura 3 é uma vista em perspectiva ampliada de um sistema de orientação de grão do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0018] A Figura 4 é uma vista em elevação lateral do sistema de orientação de grão apresentado na Figura 3, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0019] A Figura 5 é uma vista em perspectiva do sistema de orientação de grão apresentado na Figura 3 incluindo um suporte de grão, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0020] A Figura 6 é uma vista em perspectiva ampliada do suporte

de grão apresentado na Figura 5, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0021] A Figura 7 é uma vista em elevação lateral ampliada do suporte de grão apresentado na Figura 6, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0022] A Figura 8 é uma vista em perspectiva de uma estação de moagem e de um subsistema de transporte de grão do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0023] A Figura 9 é uma vista em perspectiva de uma estação de amostragem do sistema classificador de amostra apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0024] A Figura 10 é uma vista em elevação lateral ampliada da estação de amostragem de grão, apresentada na Figura 9, durante a operação do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0025] A Figura 11 é uma vista em elevação lateral de um aparelho de liberação de líquido do sistema de amostragem de grão, apresentado na Figura 1, em uma posição retraída, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0026] A Figura 12 é uma vista em elevação lateral do aparelho de liberação de líquido apresentado na Figura 11, em uma posição estendida, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0027] A Figura 13 é uma vista em perspectiva de uma plataforma de bandeja de amostra do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0028] A Figura 14 é uma vista em perspectiva de uma estação de tratamento de grão do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0029] A Figura 15 é uma vista em elevação lateral de um transportador de grão do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0030] A Figura 16 é uma vista em perspectiva de uma plataforma da bandeja de grão do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0031] A Figura 17 é uma vista em elevação lateral de uma estação de carregamento de tubo de coleta do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0032] A Figura 18 é uma vista em perspectiva de um subsistema de preparação de tubo de coleta do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0033] A Figura 19 é uma vista em perspectiva de uma estação de limpeza do sistema classificador de grão apresentado na Figura 1, de acordo com várias concretizações da presente descrição.

[0034] Números de referência correspondentes indicam partes correspondentes por todas as várias vistas dos desenhos.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0035] A descrição seguinte é meramente ilustrativa por natureza e de modo algum é pretendida para limitar as presentes instruções, aplicação, ou os usos. Por todo este relatório descritivo, números de referência iguais serão utilizados para se referirem a elementos iguais.

[0036] A Figura 1 ilustra um sistema classificador automático de grão 10, de acordo com várias concretizações da presente descrição. Geralmente, o sistema classificador de grão 10 inclui uma estação de carregamento de grão 100, um sistema de orientação de grão 200, um subsistema de transporte de grão 300, uma estação de moagem 400, uma estação de amostragem 500, um subsistema de coleta e de

transporte de amostra 600, um subsistema de liberação de líquido 700, um subsistema de depósito de amostra 800, uma estação de tratamento de grão 900 e um subsistema de depósito de grão 1000.

[0037] O sistema classificador de grão 10 é estruturado e operável para isolar um grão a partir de um depósito de grãos 104 da estação de carregamento de grão 100, orientar o grão na estação de orientação de grão 200 e transferir o grão para a estação de moagem 400, através do subsistema de transporte 300. O sistema classificador de grão 10 é adicionalmente estruturado e operável para remover uma parte do material de revestimento do grão na estação de moagem 400, transferir o grão para a estação de amostragem 500, através do subsistema de transporte de grão 300, onde o material de amostra é extraído a partir do grão no ponto onde o material de revestimento do grão foi removido. O sistema classificador de grão 10 é ainda adicionalmente estruturado e operável para transportar a amostra extraída para o subsistema de depósito de amostra 800, através do subsistema de transporte de amostra 700, e depositar a amostra extraída dentro de uma bandeja de amostra 14 localizada no subsistema de depósito de amostra 800. Nas várias concretizações, o material de amostra é coletado em um tubo de amostra descartável e distribuído para a bandeja de amostra 14 utilizando líquido, como adicionalmente descrito abaixo. Além disso, o sistema classificador de grão 10 é estruturado e operável para tratar, por exemplo, aplicar um revestimento protetor junto à parte exposta do grão, na estação de tratamento de grão 900 e transportar o grão para o subsistema de depósito de grão 100, onde o grão é depositado em uma bandeja de grão 18 localizada em uma plataforma do subsistema de depósito de grão 1000.

[0038] Deve ser entendido que o sistema classificador de grão 10, como apresentado e descrito neste documento, inclui várias escoras estacionárias, vigas, plataformas, pedestais, cavaletes, etc., junto aos

quais vários componentes, dispositivos, mecanismos, sistemas, sub-sistemas, montagem e submontagens, descritos neste documento, são acoplados, conectados e / ou montados. Apesar de tais escoras, vigas, plataformas, pedestais, cavaletes, etc., serem necessários para a construção do sistema classificador de grão 10, a descrição de sua colocação, orientação e interconexões, não é necessária para os versados na técnica facilmente e completamente entenderem a estrutura, função e operação do sistema classificador de grão 10. Particularmente, tais escoras, vigas, plataformas, pedestais, cavaletes, etc., são claramente ilustrados por todas as figuras e como tal, sua colocação, orientação e interconexões são facilmente entendidas pelos versados na técnica. Portanto, por simplicidade, tais escoras, vigas, plataformas, pedestais, cavaletes, etc., serão referidos neste documento meramente como estruturas de suporte do sistema, sem descrição adicional de sua colocação, orientação e interconexões.

[0039] Referindo-se agora às Figuras 2 e 3, nas várias concretizações, a estação de carregamento de grão inclui um depósito de grãos 104 e uma roda de separação 108. A roda de separação 108 é montada para rotação em um plano vertical de modo que uma parte da roda de separação 108 se estende para dentro de um reservatório interior do depósito de grãos 104. Outra parte da roda de separação 108 se estende exterior ao depósito de grãos 104 de modo que uma face 120 da roda de separação 108 fica posicionada adjacente a um coletor de grão 124. A roda de separação de grão 108 inclui várias aberturas rebaixadas separadas 128 que se estendem através da face 120 e estão comunicativamente acopladas com um sistema de vácuo (não apresentado) de modo que um vácuo possa ser proporcionado em cada uma das aberturas rebaixadas 128.

[0040] Para iniciar a operação do sistema classificador de grão 10, os grãos a serem classificados e testados são colocados no reservató-

rio interior do depósito de grãos 104 e é proporcionado um vácuo para pelo menos algumas das aberturas rebaixadas 128, por exemplo, as aberturas rebaixadas 128 na face 120 da parte da roda de separação 108 se estendendo para dentro do reservatório interior do depósito grãos 104. A roda de separação de grão 108 é então girada de forma crescente, através de um motor de graduação 132, de modo que as aberturas rebaixadas 128 seqüencialmente girem através do reservatório interior do depósito de grãos 104, fora do depósito de grão 104 e passando pelo coletor de grão 124 antes de entrar novamente no reservatório interior do depósito de grãos 104. À medida que a roda de separação passa de forma crescente através do reservatório interior do depósito de grãos 104, grãos individuais são coletados e mantidos em cada abertura rebaixada 128 pelo vácuo proporcionado nas respectivas aberturas rebaixadas 128. À medida que a roda de separação 108 gira de forma crescente, os grãos são transportados para fora do depósito de grãos 104 para o coletor de grão 124, onde cada grão é removido a partir da face 120 da roda de separação 108. Após cada grão ser removido a partir da roda de separação 108, o grão é canalizado para um tubo de transferência da estação de carregamento 136. O grão é então passa através do tubo de transferência da estação de carregamento 136, através da gravidade, de vácuo ou de ar forçado, para dentro de um aparelho de criação de imagem de grão 204 do sistema de orientação de grão 200. O tubo de transferência da estação de carregamento 136 é dimensionado para ter um diâmetro interno que somente irá permitir que o grão passe através do tubo de transferência da estação de carregamento 136 em uma orientação longitudinal. Ou seja, o grão somente pode passar através do tubo de transferência da estação de carregamento 136 em uma orientação de ponta para cima ou de ponta para baixo e o diâmetro interior não irá permitir que o grão tombe ou vire à medida que ele passa através do tubo de

transferência da estação de carregamento 136.

[0041] Nas várias concretizações, o coletor de grão 124 inclui um esfregão (não apresentado) que fisicamente desaloja cada grão a partir da respectiva abertura rebaixada 128 à medida que a roda de separação 108 de forma crescente gira passando pelo coletor de grão 124. Depois disso, o grão desalojado passa através do tubo de transferência da estação de carregamento 136 para o aparelho de criação de imagem 204. Alternativamente, em várias outras concretizações, cada grão pode ser liberado da respectiva abertura rebaixada 128 por temporariamente terminar o vácuo em cada abertura rebaixada individual 128 à medida que a abertura rebaixada individual 128 é posicionada adjacente ao coletor de grão 124. Depois disso, o grão desalojado é transferido para o aparelho de criação de imagem 204, através do tubo de transferência da estação de carregamento 136. Ainda em outras concretizações, cada grão pode ser soprado a partir da respectiva abertura rebaixada 128 pelo provisionamento temporário de ar forçado em cada abertura rebaixada individual 128 à medida que a abertura rebaixada individual 128 é posicionada adjacente ao coletor de grão 124. Depois disso, o grão desalojado é transferido para o aparelho de criação de imagem 204, através do tubo de transferência da estação de carregamento 136.

[0042] Adicionalmente, nas várias concretizações, a estação de carregamento de grão 100 pode incluir um depósito alimentador de grão a granel 140 possuindo uma superfície formatada e um mecanismo de vibração alimentador 144. Grandes quantidades de grãos podem ser colocadas no depósito alimentador 140, onde o grão é canalizado sobre o mecanismo de vibração de alimentação 144. O mecanismo de vibração alimentador 144 pode ser controlador para medir os grãos dentro do depósito de grãos 104, onde os grãos são separados e transferidos para o aparelho de criação de imagem 204 do sis-

tema de orientação de grão 200, como descrito acima.

[0043] Referindo-se agora às Figuras 3 e 4, o sistema de orientação de grão 200 compreende o aparelho de criação de imagem de grão 204, um dispositivo de criação de imagem 208, e um dispositivo de orientação de grão 212 montado em uma plataforma central estacionária 214 do sistema classificador de grão 10. O aparelho de criação de imagem de grão 204 inclui uma janela 216 e uma área interna de orientação de grão que é visível através da janela 216. O dispositivo de orientação 212 inclui um atuador de pé-de-pato 220 operável para girar o grão enquanto o grão está suspenso na área de orientação. O aparelho de criação de imagem 204 está conectado com uma extremidade do tubo de transferência da estação de carregamento 136 e o dispositivo de criação de imagem 208 está montado junto a uma estrutura de suporte do sistema adjacente ao aparelho de criação de imagem de modo que o dispositivo de criação de imagem 208 é posicionado para ver um grão suspenso na área de orientação de grão através da janela 216.

[0044] Quando um grão é transferido para o aparelho de criação de imagem 204, através do tubo de transferência da estação de carregamento 136, o grão é suspenso dentro da área de orientação de grão, adjacente à janela 216, e visto pelo dispositivo de criação de imagem 208 através da janela 216. Em várias outras concretizações, o grão é levitado dentro da área de orientação de grão utilizando ar proporcionado através de um tubo de transferência do sistema de orientação 224 conectado com a parte de baixo do aparelho de criação de imagem 204, oposto ao tubo de transferência da estação de carregamento 136. Ou, em várias outras concretizações, o grão pode ser fisicamente mantido dentro da área de orientação de grão utilizando qualquer dispositivo mecânico de sustentação.

[0045] À medida que o grão é suspenso adjacente à janela 216,

uma imagem do grão dentro do aparelho de criação de imagem 204 é coletada pelo dispositivo de criação de imagem 208. O dispositivo de criação de imagem 208 pode ser qualquer dispositivo de criação de imagem adequado para coletar imagens através da janela 216 dos grãos suspensos dentro da área de orientação de grão. Por exemplo, nas várias concretizações, o dispositivo de criação de imagem 208 compreende uma câmara digital de alta velocidade e alta resolução, tal como uma câmara de visão de máquina com tecnologia visual disruptiva (DVT). A imagem é comunicada para um controlador do sistema baseado no computador (não apresentado), onde uma orientação do grão, isto é, de ponta para cima ou de ponta para baixo, é determinada. Em várias concretizações, o dispositivo de criação de imagem de grão 208 adicionalmente localiza um centróide do grão e identifica o ponto mais distante a partir do centróide como a ponta.

[0046] Se o grão for determinado como estando de ponta para baixo, o grão é transportado na orientação de ponta para baixo, através do tubo de transferência do sistema de orientação 224, para um dentre vários suportes de grão 304. Se o grão for determinado como estando de ponta para cima, o atuador do pé-de-pato 220 é comandado pelo controlador do sistema para girar o grão 180° para colocar o grão na orientação de ponta para baixo. Por exemplo, o atuador do pé-de-pato 220 pode ser operado por ar de modo que o ar é utilizado para girar o grão até que a orientação de ponta para baixo seja detectada pelo dispositivo de criação de imagem 208. Ou, o atuador do pé-de-pato pode ser um atuador mecânico que gira o grão mantido por um dispositivo mecânico de contenção adequado para colocar o grão na orientação de ponta para baixo. Uma vez na orientação de ponta para baixo, o grão é transportado na orientação de ponta para baixo, através do tubo de transferência do sistema de orientação 224, para um dos suportes de grão 304. Orientar os grãos de ponta para baixo mi-

minimiza o impacto junto à viabilidade do grão quando uma amostra é removida a partir do grão, como descrito abaixo. Nas várias concretizações, os grãos são transportados através do tubo de transferência do sistema de orientação 224 utilizando a gravidade, isto é, os grãos caem a partir do aparelho de criação de imagem 204 através do tubo de transferência 224 e dentro de um dos suportes de grão 304. Adicionalmente, cada grão é mantido na orientação apropriada, isto é, de ponta para baixo, durante o transporte para o respectivo suporte de grão 304 pelo aprovisionamento do tubo de transferência do sistema de orientação 224 com um diâmetro interior dimensionado de modo que os grãos não possam girar para a posição de ponta para cima.

[0047] Como utilizado neste documento, o controlador do sistema pode ser um sistema único baseado em computador, ou vários subsistemas em rede juntos para coordenar as operações simultâneas do sistema de amostra de grão 10, descrito neste documento. Por exemplo, o controlador do sistema pode incluir vários subsistemas controladores, por exemplo, um subsistema controlador para cada estação descrita neste documento. Cada subsistema controlador poderia incluir um ou mais processadores ou microprocessadores que se comunicam com os vários sensores, dispositivos, mecanismos, motores, ferramentas, etc., do sistema classificador de grão, e são colocados em rede com um sistema de computador principal para cooperativamente operar todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema classificador de grão 10. Ou, alternativamente, o controlador do sistema poderia compreender um único computador conectado para comunicação com todos os vários sensores, dispositivos, mecanismos, motores, ferramentas, etc., para cooperativamente operar todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema classificador de grão 10.

[0048] Os suportes de grão 304 são montados e igualmente espaçados ao redor de uma área do perímetro de uma plataforma giratória

motorizada 308 do subsistema de transporte de grão 300. O tubo de transferência do sistema de orientação 224 é conectado em uma primeira extremidade com o aparelho de criação de imagem do grão 204 de modo que uma segunda extremidade do tubo de transferência do sistema de orientação 224 é posicionada a uma distância específica acima de uma parte de perímetro da plataforma giratória 308. Mais particularmente, a segunda extremidade do tubo de transferência do sistema de orientação 224 é posicionada acima da plataforma giratória 308 a uma distância suficiente para permitir aos suportes de grão 304 passarem por baixo da segunda extremidade do tubo de transferência do sistema de orientação. Entretanto, a segunda extremidade do tubo de transferência do sistema de orientação 224 também é posicionada acima da plataforma giratória 308 de modo que existe somente uma pequena quantidade de espaço livre entre a segunda extremidade e os suportes 304. Portanto, cada grão irá permanecer na orientação de ponta para baixo à medida que faz a transição a partir do tubo de transferência do sistema de orientação 224 para um dos suportes de grão 304.

[0049] Referindo-se agora às Figuras 5, 6 e 7, cada suporte de grão 304 é estruturado e utilizado para rigidamente reter um respectivo grão na orientação de ponta para baixo. Cada suporte de grão 304 inclui um par de cabeças de prendedor opostas 312 de forma corrediça posicionadas dentro de cavidades de prendedor opostas 316. As cavidades de prendedor opostas são separadas por um canal de grão 318 lateralmente formado ao longo de uma linha central do suporte de grão 304. Cada cabeça de prendedor 312 é conectada com um respectivo pistão do prendedor 320 via um respectivo eixo do prendedor 324. Cada pistão do prendedor 320 é de forma corrediça alojado dentro de um respectivo cilindro interno longitudinal do pistão 328 do suporte de grão 304. Uma mola de compressão 332 é posicionada dentro de cada

cilindro do pistão 328 entre uma base do respectivo pistão e uma parte de baixo do respectivo cilindro do pistão 328. Por consequência, cada cabeça de prendedor 312 é propensa em direção à linha central do suporte de grão 304. Quando um suporte de grão 304 está em um estado ocioso, ou seja, quando o respectivo suporte de grão não está suportando um grão ou sendo manipulado para manter um grão, as cabeças de prendedor opostas 312 serão tendidas pelas molas 332 para uma posição posicionada totalmente estendida. Quando as cabeças de prendedor 312 estão na posição posicionada, uma parte de cima de cada respectivo pistão 320 irá se estender para dentro de um corredor da forquilha 338 se estendendo lateralmente através do suporte de grão 304 nos lados opostos do canal de grão 318.

[0050] Cada cabeça de prendedor 312 é fabricada a partir de um material elástico ligeiramente macio, tal como neopreno, de modo que um grão mantido entre as cabeças de prendedor opostas 312, como descrito abaixo, não será danificado.

[0051] Como descrito acima, os suportes de grão 304 são montados e igualmente espaçados ao redor de uma área de perímetro da plataforma giratória 308. Antes, depois ou substancialmente simultaneamente com o processo de orientação de grão descrito acima, a plataforma giratória 308 é girada para colocar um suporte de grão 308 vazio, isto é, sem grão, sob o tubo de transferência do sistema de orientação 224. Mais especificamente, o canal de grão 318 é posicionado sob o tubo de transferência do sistema de orientação 224. Quando um suporte de grão 304 é posicionado sob o tubo de transferência do sistema de orientação 224, um separador automático de cabeça de prendedor 340 é ativado para separar as cabeças de prendedor 312 de modo que um grão possa ser recebido entre as cabeças de prendedor 312. O separador de cabeça de prendedor 340 é montado junto à estrutura de suporte do sistema adjacente ao dispositivo de orientação

de grão 212 e inclui um par de pinças da forquilha 344 acopladas com uma base da forquilha 348. O separador de cabeça de prendedor 340 é operável para estender a base da forquilha 348 e as pinças 344 em direção ao suporte de grão 304. Por exemplo, o separador de cabeça de prendedor 340 pode ser um dispositivo pneumático operável para estender e retrair a base da forquilha 348. Cada pinça da forquilha 344 possui uma parte de extremidade distal chanfrada e é dimensionada para encaixar dentro dos corredores da forquilha 336.

[0052] Quando da ativação do separador de cabeça de prendedor 340, a base da forquilha 348 é estendida em direção ao suporte de grão 304 de modo que as pinças 344 são inseridas dentro dos corredores da forquilha 336. À medida que cada pinça 344 desliza para dentro do respectivo corredor da forquilha 336, as partes de extremidade distal chanfradas deslizam entre a parte de cima de cada respectivo pistão 320 e uma parede interna do corredor da forquilha 336. À medida que as pinças 344 são adicionalmente estendidas para dentro de cada corredor da forquilha 336, o chanfro de cada pinça força o respectivo pistão 320 para o exterior e para longe da linha central do suporte de grão. Por consequência, à medida que os pistões 320 são movidos para o exterior e para longe da linha central, as cabeças de prendedor 312 também são para fora e para longe uma da outra e da linha central. Assim, as cabeças de prendedor 312 são movidas para uma posição retraída, onde um grão pode ser colocado entre as mesmas.

[0053] Uma vez que as cabeças de prendedor 312 tenham sido retraídas, um grão apropriadamente orientado pode ser transportado através do tubo de transferência do sistema de orientação 224 e posicionado na orientação de ponta para baixo entre as cabeças de prendedor 312. Nas várias concretizações, o sistema classificador de grão 10 adicionalmente inclui um subsistema de posicionamento de altura

de grão 360 para posicionar o grão em uma altura específica dentro do respectivo suporte de grão 304. O subsistema de posicionamento de altura de grão inclui um dispositivo de posicionamento vertical 364, montado junto à estrutura de suporte do sistema, abaixo da área de perímetro da plataforma giratória 308, diretamente oposto ao tubo de transferência do sistema de orientação 224, e um atuador de chapa de datum (dados geodésicos) 368 montado junto à plataforma central 214, diretamente oposto ao separador de cabeça de prendedor 340. O dispositivo de posicionamento vertical 364 inclui um êmbolo carregado por mola 372 montado junto a uma cabeça do dispositivo de posicionamento 376 e o atuador da chapa de datum 368 inclui uma chapa de datum 380 montada junto a uma cabeça do atuador da chapa de datum 384. O dispositivo de posicionamento vertical 364 é operável para estender a cabeça do dispositivo de posicionamento 376 e o êmbolo 372 em direção a uma parte de baixo da plataforma giratória 308 diretamente oposta à linha central do suporte de grão. Por exemplo, o dispositivo de posicionamento vertical 364 pode ser um dispositivo pneumático operável para estender e retrainir o êmbolo 372. De forma similar, o atuador da chapa de datum 368 é operável para estender a cabeça do atuador 384 e a chapa de datum 380 sobre a parte de cima do canal de grão do suporte de grão 318. Por exemplo, o atuador de chapa de datum 368 pode ser um dispositivo pneumático operável para estender e retrainir a chapa de datum 380.

[0054] Uma vez que o grão tenha sido posicionado entre as cabeças de prendedor retraídas 312, a cabeça do dispositivo de posicionamento 376 é estendida para cima para inserir um eixo do êmbolo 388 através de um orifício (não apresentado) na parte de baixo da plataforma giratória 308 e de um furo alinhado de forma coaxial (não apresentado) na parte de baixo do canal de grão do suporte de grão 318. Substancialmente simultaneamente, o atuador da chapa de da-

tum 368 estende a cabeça do atuador 384 para posicionar a chapa de datum 380 até uma distância especificada acima do suporte de grão 304, diretamente acima do furo na parte de baixo do canal de grão do suporte de grão 318. Mais especificamente, à medida que a cabeça do dispositivo de posicionamento 376 é movida para cima, o eixo do êmbolo 388 é estendido para dentro do furo alinhado de forma coaxial e entra em contato com a porta do grão. O grão é então empurrado para cima entre as cabeças de prendedor 312 até que o topo do grão entre em contato com a chapa de datum 380. A estrutura carregada por mola do êmbolo 372 permite que o eixo 388 retraia dentro do êmbolo 372 quando o topo do grão entra em contato com a chapa de datum 380, de modo que o grão é mantido no local sem danificar o grão. Por consequência, o topo do grão fica localizado em uma altura específica em relação à parte de cima da plataforma giratória 308.

[0055] Com o topo do grão mantido junto à chapa de datum 380 pelo êmbolo carregado por mola 372, o separador de cabeça de prendedor 340 é operado para retrain a base da forquilha 348 e recuar as pinças 344 a partir dos respectivos corredores 336. Quando do recuo das pinças 344, as molas 332 tendem as cabeças de prendedor 312 em direção à posição disposta e de forma firme prendem o grão entre as cabeças de prendedor 312. A chapa de datum 380 e o eixo do êmbolo 388 são subsequenteiramente retraídos deixando o grão de forma apropriada posicionado, ou "carregado", no respectivo suporte de grão 304. O controlador do sistema então gira a plataforma giratória 308 para posicionar o suporte de grão "carregado" 304 abaixo da estação de moagem 400 e o próximo suporte de grão vazio 304 abaixo do dispositivo de orientação de grão 212.

[0056] Referindo-se agora à Figura 8, como descrito acima, o sistema classificador de grão 10 inclui o subsistema de transporte de grão 300 para transportar os grãos entre as estações individuais do

sistema classificador, por exemplo, a estação de carregamento de grão 100, a estação de moagem 400, a estação de amostragem 500, etc. Geralmente, o subsistema de transporte de grão 300 pode ser qualquer mecanismo de transporte adequado tal como, por exemplo, uma correia transportadora, um rolo transportador e assim por diante. Entretanto, nas várias concretizações, o subsistema de transporte 300 compreende a plataforma giratória redonda 308 que é montada de modo pivotante em seu centro para rotação. A plataforma giratória 308 é virtualmente dividida em vários setores, com cada setor contendo um suporte de grão 304. O número de setores disponíveis na plataforma giratória 308 pode ser par ou ímpar com um número escolhido que depende em grande parte do diâmetro da plataforma giratória 308, do tamanho dos suportes de grão 304 e das necessidades da aplicação de transporte.

[0057] A plataforma giratória circular 308 é de forma pivotante montada em seu centro com um sistema de eixo e mancal 390. Nas várias concretizações, um eixo (não apresentado) do sistema de eixo e mancal 390 pode ser diretamente acoplado com um motor de acionamento 392. Alternativamente, o eixo pode ser separado do motor de acionamento 392 e acionado para rotação por uma transmissão por corrente, transmissão por polia ou transmissão por engrenagem. Nas várias implementações, o motor de acionamento 392 pode ser um motor de passo de alto torque.

[0058] Em operação, o motor de acionamento 392 para a plataforma giratória 308 é atuado para avançar (o que pode ser no sentido horário ou no sentido anti-horário, dependendo da configuração) para de forma rotacional mover a plataforma giratória 308 a partir de estação para estação do sistema classificador 10. Portanto, os suportes de grão 304 são alinhados com dispositivos auxiliares, tal como a estação de carregamento 100, a estação de moagem 400, a estação de amos-

tagem 500, etc. Nesta configuração, um dispositivo auxiliar pode ser posicionado ao redor da plataforma giratória 308 nas estações que estão em alinhamento com cada posição e assim ter acesso preciso aos grãos e aos suportes de grão 304. Até a extensão necessária, as bordas periféricas da plataforma giratória 308 podem ser suportadas com rolos, guias, corrediças, ou coisa parecida, para ajudar na rotação suave do transportador de plataforma giratória.

[0059] Referindo-se adicionalmente à Figura 8, como descrito acima, uma vez que cada suporte de grão 304 esteja "carregado" com um grão, o controlador do sistema gira a plataforma giratória 308 para posicionar o suporte de grão "carregado" 304 abaixo da estação de moagem 400. A estação de moagem 400 inclui pelo menos uma ferramenta de moagem 404 montada junto à estrutura de suporte do sistema acima da área de perímetro da plataforma giratória 308. A uma ou mais ferramentas de moagem 404 são utilizadas para remover uma parte do revestimento do grão a partir de cada grão quando o respectivo suporte de grão 304 está posicionado abaixo da estação de moagem 400. Cada estação de moagem 404 inclui um atuador de eixo geométrico Z 408 operável para abaixar e levantar pelo menos uma parte da respectiva ferramenta de moagem 404 ao longo do eixo geométrico Z. Cada ferramenta de moagem 404 é controlada pelo controlador do sistema e pode ser eletricamente, pneumaticamente ou hidraulicamente operada.

[0060] As ferramentas de moagem 404 podem ser qualquer mecanismo adequado para remover uma parte do material de revestimento do grão a partir de cada grão. Por exemplo, nas várias concretizações, cada ferramenta de moagem 404 é um dispositivo rotativo incluindo o atuador de eixo geométrico Z 408 e o acionamento rotativo 412 operacionalmente acoplada com um mandril da ponta 416. Cada atuador de eixo geométrico Z 408 é operável para abaixar e levantar o res-

pectivo mandril da ponta 416 e uma ferramenta de moagem 420 mantida dentro do mandril da ponta 416 ao longo do eixo geométrico Z. O mandril da ferramenta de moagem 420 pode ser qualquer instrumento adequado para remover o material de revestimento do grão, tal como um mandril de esmerilhar, um mandril de perfurar, um mandril de desbastar, ou uma ferramenta de raspagem. Por exemplo, nas várias concretizações, o mandril da ferramenta de moagem 420 compreende um mandril de fresa de topo. Cada atuador de eixo geométrico Z 408 é controlado pelo controlador do sistema para abaixar o respectivo atuador de eixo geométrico Z 408 até uma distância específica predeterminada. Acionamento rotativa 412 de cada ferramenta de moagem rotativa 404 funciona para girar, ou rodar, o respectivo mandril da ponta 416 e qualquer ponta da ferramenta de moagem 420 mantida dentro do mandril da ponta 416.

[0061] Em operação, quando um suporte de grão 304 é posicionado abaixo da ferramenta de moagem rotativa 404, a unidade de acionamento rotativa 412 é ativada para começar a girar o mandril da ponta 416 e a ponta da ferramenta de moagem 420. O atuador de eixo geométrico Z 408 é então comando para abaixar o respectivo mandril da ponta 416 e a ponta da ferramenta de moagem 420 até uma distância específica predeterminada. À medida que a ponta da ferramenta de moagem rotativa 420 é abaixada, ela entra em contato com o topo do grão e remove o revestimento do grão a partir de pelo menos uma parte do topo. Isto expõem uma parte do material interno do grão que pode ser extraído e utilizado para teste e análise dos vários traços do respectivo grão, como descrito abaixo.

[0062] Nas várias concretizações, a estação de moagem 400 compreende pelo menos duas ferramentas de moagem 404 montadas junto à plataforma de movimento horizontal da estação de moagem 424 que é montada junto à estrutura de suporte do sistema. A plata-

forma de movimento horizontal da estação de moagem 424 é controlada pelo controlador do sistema para posicionar uma ferramenta selecionada dentre as ferramentas de moagem 404 acima de um suporte de grão 304 posicionado abaixo da estação de moagem 400. A ferramenta de moagem 404 selecionada é então operada como descrito acima para remover o revestimento do grão a partir de pelo menos uma parte do respectivo topo do grão. Subseqüentemente, o controlador do sistema pode posicionar uma segunda ferramenta das ferramentas de moagem 404 acima de um suporte de grão subseqüente 304 posicionado abaixo da estação de moagem 400. A segunda ferramenta de moagem selecionada 404 é então operada como descrito acima para remover o revestimento do grão a partir de pelo menos uma parte do respectivo topo do grão. Em tais concretizações, a estação de moagem 400 pode adicionalmente incluir pelo menos uma montagem de limpeza de broca de fresagem 428 para limpar o mandril 416 da ferramenta de moagem 404 ociosa, isto é, que não está em uso. Ou seja, enquanto uma ferramenta de moagem 404 está operável para remover o revestimento do grão a partir de um respectivo grão, a ponta 420 de uma segunda ferramenta de moagem ociosa 404 pode ser limpa por uma montagem de limpeza 428 em preparação para a próxima operação de fresagem. Nas várias concretizações, as montagens de limpeza de broca de fresagem 428 utilizam pressão do ar e / ou pressão de vácuo para remover e / ou coletar quaisquer resíduos de revestimento de grão que podem se acumular nas pontas 420 das ferramentas de moagem 404.

[0063] Referindo-se agora à Figura 9, uma vez que o revestimento do grão tenha sido removido a partir de um grão, o controlador do sistema gira a plataforma giratória 308 para posicionar o respectivo suporte de grão 304 abaixo da estação de amostragem 500. A estação de amostragem 500 inclui pelo menos uma ferramenta de amostragem

504 montada junto à estrutura de suporte do sistema apoiada junto à plataforma central 214 acima da plataforma giratória 308. A uma ou mais ferramentas de amostragem 504 são utilizadas para remover uma parte, isto é, uma amostra, do material interno exposto do grão quando o respectivo suporte de grão 304 está posicionado abaixo da estação de amostragem 500. Cada ferramenta de amostragem 504 inclui um atuador de eixo geométrico Z 508 operável para abaixar e levantar pelo menos uma parte da respectiva ferramenta de amostragem 504 ao longo do eixo geométrico Z. Cada ferramenta de amostragem 504 é controlada pelo controlador do sistema e pode ser eletricamente, pneumaticamente ou hidraulicamente operada.

[0064] A(s) ferramenta(s) de amostragem 504 pode ser qualquer mecanismo adequado para remover uma amostra do material interno exposto do grão a partir de cada grão. Por exemplo, nas várias concretizações, cada ferramenta de amostragem 504 é um dispositivo rotativo incluindo um atuador de eixo geométrico Z 508 e uma unidade de acionamento rotativa 512 operacionalmente acoplados com um mandril da ponta 516. Cada atuador de eixo geométrico Z 508 é operável para abaixar e levantar o respectivo mandril da ponta 516 e uma broca da ferramenta de amostragem 520 mantida dentro do mandril da ponta 516 ao longo do eixo geométrico Z. A broca da ferramenta de amostragem 520 pode ser qualquer instrumento possuindo um diâmetro externo menor do que a circunferência da área do material interno exposto do grão, e adequado para remover uma amostra a partir do material interno exposto do grão, tal como uma broca de perfuração, uma broca de desbastar, um escareador, ou um tubo de retirada de parte central. É importante que a broca da ferramenta de amostragem 520 tenha um diâmetro menor do que a ponta da ferramenta de moagem 420 para garantir que o material da amostra seja obtido a partir de uma área onde o material de revestimento do grão tenha sido removi-

do, desse modo substancialmente eliminando qualquer material de revestimento do grão que possa contaminar o material de amostra coletado.

[0065] Por exemplo, nas várias modalidades, a broca da ferramenta de amostragem 520 compreende uma broca de perfuração com ponta de pá possuindo um diâmetro exterior que é menor do que um diâmetro exterior da ponta da ferramenta de moagem 420. Cada atuador de eixo geométrico Z 508 é controlador pelo controlador do sistema para abaixar o respectivo atuador de eixo geométrico Z 508 até uma distância específica predeterminada. A unidade de acionamento rotativo 512 de cada ferramenta de amostragem rotativa 454 funciona para girar, ou rodar, o respectivo mandril da ponta 516 e qualquer ponta da ferramenta de amostragem 520 mantida dentro do mandril da ponta 516.

[0066] Em operação, quando um suporte de grão 304 é posicionado abaixo de uma ferramenta de amostragem rotativa 504, a unidade de acionamento rotativo 512 é ativada para começar a rodar o mandril da ponta 516 e a ponta da ferramenta de amostragem 520. O atuador de eixo geométrico Z 508 é então comandado para abaixar o respectivo mandril da ponta 516 e a ponta da ferramenta de amostragem 520 até uma distância específica predeterminada. À medida que a broca da ferramenta de amostragem rotativa 520 é abaixada, ela entra em contato com o material interno exposto do grão e corta uma amostra do material interno. A amostra é então removida, ou extraída, para ser testada e analisada em relação a vários traços e / ou características do respectivo grão, como descrito abaixo.

[0067] Nas várias concretizações, a estação de amostragem 500 compreende pelo menos duas ferramentas de amostragem 504 montadas junto a uma plataforma de movimento horizontal da estação de amostragem 524 que está montada junto à estrutura de suporte do sis-

tema. A plataforma de movimento horizontal da estação de amostragem 524 é controlada pelo controlador do sistema para posicionar uma ferramenta selecionada dentre as ferramentas de amostragem 504 acima de um suporte de grão 304 posicionado abaixo da estação de amostragem 500. A ferramenta de amostragem selecionada 504 é então operada como descrito acima para remover a amostra a partir do material interno exposto do respectivo grão. Subseqüentemente, o controlador do sistema pode posicionar uma segunda ferramenta dentre as ferramentas de amostragem 504 acima de um suporte de grão subseqüente 304 posicionado abaixo da estação de amostragem 500. A segunda ferramenta de amostragem selecionada 504 é então operada como descrito acima para remover a amostra a amostra a partir do material interno exposto do respectivo grão. Em tais concretizações, a estação de amostragem 500 pode adicionalmente incluir pelo menos uma montagem de limpeza de broca de amostragem 528 para limpar a broca de amostragem 520 da ferramenta de amostragem 504 ociosa, isto é, que não está em uso. Ou seja, enquanto uma ferramenta de amostragem 504 está operável para remover a amostra a partir de um respectivo grão, a broca de amostragem 520 de uma segunda ferramenta de amostragem ociosa 504 pode ser limpa por uma montagem de limpeza de broca de amostragem 528 em preparação para a próxima operação de amostragem. Em várias concretizações, as montagens de limpeza de broca de amostragem 528 utilizam pressão de ar e / ou pressão de vácuo para remover e / ou coletar qualquer resíduo do material interno da semente que possa acumular nas brocas de amostragem 520 das ferramentas de amostragem 504.

[0068] Referindo-se agora às Figuras 9 e 10, o subsistemas de coleta e de transporte de amostra (SCT) 600 é controlado pelo controlador do sistema para operar em coordenação sincronizada com a estação de amostragem 500 para coletar cada amostra à medida que ela

é removida a partir de cada grão. O subsistema SCT 600 inclui uma plataforma de rotação motorizada 604 acionada por um motor de acionamento (não apresentado) similar ao motor de acionamento 392 da plataforma giratória 308 (apresentado na Figura 8). O subsistema SCT adicionalmente inclui vários dispositivos de colocação de tubo de coleta (CTP) 608, igualmente espaçados ao redor e montado junto a uma área de perímetro da plataforma de rotação 604. Cada dispositivo CTP 608 inclui uma barra pivô 612 possuindo um suporte de tubo oco 616 montado através de um furo transversal (não apresentado) na barra pivô 612. O suporte de tubo 616 inclui uma extremidade distal 618 estruturada para aceitar uma base 620 de um tubo de coleta 624 e uma extremidade próxima 628 adaptada para receber tubulação pneumática (não apresentada).

[0069] Cada dispositivo CTP 608 adicionalmente inclui um atuador de barra pivô 632 controlável pelo controlador do sistema para girar a barra pivô 612 para várias posições ao redor de um eixo geométrico longitudinal da barra pivô 612. Nas várias concretizações, o atuador da barra pivô 632 é operável para articular o suporte de tubo 616 entre uma posição de escorrer com fluxo líquido, como ilustrado na Figura 11, uma posição de coleta, como ilustrado na Figura 10, e uma posição de carga e depósito, como ilustrado nas Figuras 13 e 17. O dispositivo CTP 608 adicionalmente inclui um braço detentor 636 conectado com a barra pivô 612 e um retentor ajustável 640, por exemplo, um parafuso de pressão, engatado de forma ajustável com o braço detentor 636. O braço detentor 636 é o detentor ajustável 640 articulam com a barra pivô 612 e funcionam para de forma precisa para a rotação da barra pivô 612 de modo que o suporte de tubo 616 fique na posição de coleta.

[0070] Simultaneamente com a operação da estação de carregamento de grão 100, com a estação de moagem 400 e com a estação

de amostragem 500, o subsistema SCT 600 opera para carregar o tubo de coleta 624 nos suportes de tubo 616 de cada dispositivo CTP 608, coletar as amostras nos tubos de coleta 624 à medida que cada amostra está sendo removida, e depositar as amostras coletadas nas bandejas de amostra 14. O carregamento dos tubos de coleta 624 nos suportes de tubo 616 e a deposição da amostra coletada nas bandejas de amostra 14, serão adicionalmente descritos abaixo com referência à Figura 17, e às Figuras 12 e 13, respectivamente. Os tubos de coleta 624 podem ser qualquer recipiente ou dispositivo adequado para montagem nos suportes de tubo 616 e coleta das amostras como descrito abaixo. Por exemplo, nas várias concretizações, os tubos de coleta 624 são descartáveis de modo que cada amostra é coletada em um tubo de coleta limpo 624. Um exemplo de tal tubo de coleta descartável 624 é uma pipeta filtrada.

[0071] Como descrito acima, o subsistema SCT 600 é controlado pelo controlador do sistema para operar em coordenação sincronizada com a estação de amostragem 500 para coletar cada amostra à medida que ela é removida a partir de cada grão. Mais especificamente, antes de remover a amostra a partir do grão, o controlador do sistema gira a plataforma 604 para posicionar um dispositivo CTP 608 adjacente à estação de amostragem 500. Particularmente, um dispositivo CTP 608 é posicionado adjacente à estação de amostragem 500 de modo que o respectivo suporte de tubo 616 fique alinhado com o grão mantido dentro do suporte de grão adjacente 304 que foi posicionado abaixo do dispositivo de amostragem 504, através da rotação controlada da plataforma giratória 308. Antes de posicionar o dispositivo CTP 608 adjacente ao suporte de grão 304 posicionado na estação de amostragem 500, o sistema SCT 600 carregou um tubo de coleta 624 na respectiva extremidade distal do suporte de tubo 618 e o respectivo atuador de barra pivô 632 levantou o tubo de coleta 624 até uma posição

acima da posição de coleta, por exemplo, a posição de escorrer com fluxo líquido. Uma vez que o dispositivo CTP 608 seja posicionado adjacente ao respectivo suporte de grão 304, o atuador de barra pivô 632 abaixa o tubo de coleta carregado 624 até que o retentor ajustável 640 entre em contato com uma chapa retentora 648 montada junto à estrutura de suporte do sistema entre a plataforma giratória 308 e a plataforma 604 adjacente à estação de amostragem 500. O retentor ajustável 640 é pré-configurado, isto é, pré-ajustado, de modo que a rotação da barra pivô 612 é parada para precisamente localizar uma ponta 672 do tubo de coleta 624 muito próxima ou em contato com o topo do grão mantido no suporte de grão adjacente 304.

[0072] A broca de amostragem 620 de uma ferramenta de amostragem 504 é então abaixada para começar a remover a amostra, como descrito acima. À medida que a broca de amostragem 620 é abaixada, um vácuo é proporcionado na ponta do tubo de coleta 672. O vácuo é proporcionado através do tubo de vácuo (não apresentado) conectado com a extremidade próxima 628 do suporte de tubo 616. O tubo de vácuo também é conectado com uma fonte de vácuo (não apresentada) de modo que o vácuo é passado através do tubo de vácuo, do suporte de tubo 616 e do tubo de coleta 624. Por consequência, à medida que a broca de amostragem 620 remove o material de amostra, a amostra é puxada para dentro do tubo de coleta 624, onde a amostra é coletada. Nas várias concretizações, a estação de amostragem 500 pode incluir um dispositivo de pressão positiva (não apresentado) para ajudar o vácuo proporcionado no respectivo grão para substancialmente coletar toda a amostra removida no respectivo tubo de coleta 624.

[0073] Cada tubo de coleta inclui um filtro 676 que impede a amostra de ser puxada para dentro do suporte de tubo 616 e do tubo de vácuo. Uma vez que a amostra tenha sido coletada, o atuador da barra

pivô 632 levanta o tubo de coleta 624 para a posição de escoamento com fluxo líquido e o respectivo dispositivo CTP 608 é avançado até uma posição adjacente ao subsistema de liberação de líquido 700. Por consequência, outro dispositivo CTP 608 e um tubo de coleta vazio 624 são posicionados adjacentes a um suporte de grão subsequente 304 e a um grão não amostrado que foi movido para a estação de amostragem.

[0074] Referindo-se agora às Figuras 11 e 12, o subsistema de liberação de líquido 700 inclui um dispositivo de injeção de líquido 704 montado junto a um atuador linear 708 operável para estender e retraindo o dispositivo de injeção de líquido 704 ao longo de um eixo geométrico linear M. Mais especificamente, o atuador linear 708 é operável para inserir e retirar uma agulha de injeção 712, presa junto ao dispositivo de injeção de líquido 704, dentro e fora da ponta 672 do respectivo tubo de coleta 624. Quando um tubo de coleta 624, com uma amostra coletada, foi levantado até a posição de escoamento com fluxo líquido e avançado para ser posicionado adjacente ao subsistema de liberação de líquido 700, o atuador linear 708 e a agulha de injeção 712 estão na posição retraída, como ilustrado na Figura 11. O atuador da barra pivô 632 e a plataforma de rotação 604 são controlados pelo controlador do sistema de modo que quando o dispositivo CTP 608 está adjacente ao subsistema de liberação de líquido 700 e o tubo de coleta 624 está elevado até a posição de escoamento com fluxo líquido, um eixo geométrico linear do tubo de coleta 624 está substancialmente coaxial com o eixo geométrico linear M do dispositivo de injeção de líquido 704, como apresentado na Figura 11.

[0075] Uma vez que o eixo geométrico linear do tubo de coleta 624 está posicionado para ficar coaxial com o eixo geométrico M, o atuador linear 708 estende para inserir a agulha de injeção 712 dentro da ponta 672 do tubo de coleta 624. O dispositivo de injeção de líquido 704 é

conectado com uma fonte de abastecimento de fluido de extração (não apresentada) através de uma abertura de fluido 716 acoplada com uma válvula de medição 720 do dispositivo de injeção de líquido 704. Portanto, uma vez que a agulha de injeção 712 é inserida dentro da ponta do tubo de coleta 672, o dispositivo de injeção de fluido 704 injeta uma quantidade medida de fluido de extração dentro do tubo de coleta 624. O fluido de extração injetado escorre, ou lava, os lados interiores do tubo de coleta 624 e cria uma solução aquosa com a respectiva amostra, neste documento referido como amostra aquosa. Assim, qualquer amostra coletada pode ser acumulada nas paredes interiores do tubo de coleta 624 e escorrida de modo que substancialmente toda a amostra coletada é suspensa na solução aquosa resultante. O líquido de extração pode ser qualquer líquido adequado para liberar substancialmente toda o material de amostra coletado dentro de cada respectivo tubo de coleta 624, sem interferir com a análise desejada, por exemplo, análise química e genética, do material de amostra. Por exemplo, nas várias concretizações, o líquido de extração pode compreender água destilada ou qualquer solvente adequado compatível com a análise desejada da amostra.

[0076] Uma vez que a amostra coletada tenha sido misturada com o líquido de extração, o atuador linear 708 retrai para retirar a agulha de injeção 712 da ponta do tubo de coleta 672. O controlador do sistema então avança a plataforma rotativa 604 para posicionar o dispositivo CTP 608 acima do subsistema de depósito de amostra 800. O controlador do sistema adicionalmente comanda o respectivo atuador de barra pivô 632 para posicionar o tubo de coleta na posição de carga e depósito. A posição de carga e depósito aponta o suporte de tubo 616 e o tubo de coleta montado 624 para baixo para uma orientação substancialmente vertical.

[0077] Referindo-se agora à Figura 13, o subsistema de depósito

de amostra 800 inclui uma plataforma de bandeja de amostra 804 adaptada para de forma segura reter várias bandejas de amostra 14 em posições e orientações fixas. Cada bandeja de amostra 14 inclui várias cavidades de amostra 22, cada uma das quais adaptada para receber uma amostra aquosa coletada. A plataforma de bandeja de amostra 804 é montada em uma plataforma X-Y 808. A plataforma X-Y 808 é um mecanismo de translação bidimensional, incluindo um primeiro trilho de translação 812 e um segundo trilho de translação 816. A plataforma X-Y 808 adicionalmente incluir um primeiro atuador linear 818 operável para de forma bidirecional mover um primeiro carro (não apresentado) ao longo do comprimento do primeiro trilho de translação 812. A plataforma X-Y 808 adicionalmente inclui um segundo atuador linear 820 operável para de forma bidirecional mover um segundo carro (não apresentado) ao longo do comprimento do segundo trilho de translação 816. O segundo trilho de translação 816 é montado junto ao primeiro carro e a plataforma de bandeja de amostra 804 é montada junto ao segundo carro.

[0078] O primeiro e o segundo atuadores lineares 818 e 820 são controlados pelo controlador do sistema para precisamente mover a plataforma de bandeja de amostra 804 em duas dimensões. Mais particularmente, o primeiro e o segundo atuadores 818 e 820 movem a plataforma de bandeja de amostra 804 dentro de um sistema de coordenadas X-Y para precisamente posicionar qualquer cavidade 22 selecionada de qualquer bandeja de amostra selecionada 14 em uma localização alvo abaixo do dispositivo CTP 608 suportando o tubo de coleta 624 contendo a amostra aquosa coletada. A localização alvo é a localização no sistema de coordenadas X-Y que está diretamente abaixo da ponta do tubo de coleta 672 quando o tubo de coleta 624 está na posição de carga e de depósito acima da plataforma de bandeja de amostra 804. Assim, uma vez que o dispositivo CTP 608 esteja

posicionado acima da plataforma de bandeja de amostra 804 e o respectivo tubo de coleta 624 esteja colocado na posição de carga e depósito, com a ponta 672 apontada para a localização alvo, o controlador do sistema posiciona uma cavidade selecionada 22, de uma bandeja de amostra selecionada 14, na localização alvo. A amostra aquosa é então depositada dentro da cavidade selecionada 22 pelo provisãoamento de pressão positiva para a extremidade próxima 628 do suporte de tubo 616.

[0079] À medida que as bandejas de amostra 14 são colocadas na plataforma de bandeja 804, um número de identificação de bandeja, por exemplo, um código de barras, para cada bandeja de amostra 14, e a localização de cada bandeja de amostra 14 na plataforma 804, são gravados. Adicionalmente, à medida que cada solução aquosa é depositada em uma cavidade 22, uma localização X-Y da cavidade, isto é, a localização alvo, na plataforma de bandeja de amostra 804, pode ser gravada. As posições gravadas da bandeja e da cavidade na plataforma de bandeja de amostra 804 podem então ser comparadas com as localizações X-Y de cada amostra aquosa depositada, para identificar a amostra aquosa específica em cada cavidade 22 de cada bandeja de amostra 14.

[0080] Uma vez que cada amostra aquosa é depositada dentro de uma cavidade selecionada, o controlador do sistema avança a plataforma rotativa 604 para posicionar um dispositivo CTP subsequente 608 mantendo um tubo de coleta 624 contendo uma amostra aquosa subsequente, acima do subsistema de depósito de amostra 800. Adicionalmente, o dispositivo CTP 608 mantendo o tubo de coleta vazio utilizado 624 é avançado para uma estação de descarte de tubo de coleta 850 (apresentada na Figura 1) onde o tubo de coleta usado 624 pode ser removido ou ejetado a partir do respectivo suporte de tubo 616 e descartado. Referindo-se brevemente à Figura 1, em várias

concretizações, a estação de descarte de tubo de coleta 850 inclui um dispositivo de remoção de tubo de coleta 854 montado junto a um atuador linear 858 operável para estender e retrain um pegador automático 862. Quando um dispositivo CTP 608 mantendo um tubo de coleta usado 624 é posicionado adjacente ao dispositivo de remoção de tubo de coleta 854, o controlador do sistema comanda o atuador linear 858 para estender e o pegador 862 para agarrar o tubo de coleta usado 624. O controlador do sistema então comanda o atuador linear 858 para retrain, desse modo removendo o tubo de coleta usado 624 do respectivo suporte de tubo 616. O pegador 862 pode então ser comandado para liberar o tubo de coleta usado 624 permitindo ao mesmo cair dentro de um recipiente de descarte (não apresentado).

[0081] Referindo-se agora à Figura 14, nas várias concretizações, após um grão ter tido uma amostra extraída na estação de amostragem 500, o controlador do sistema pode avançar a plataforma giratória 308 para posicionar o respectivo suporte de grão 304 adjacente a uma estação de tratamento de grão 900. A estação de tratamento de grão 900 inclui um dispensador de tratamento 904 montado junto à estrutura de suporte do sistema acima da área de perímetro da plataforma giratória 308. O dispensador de tratamento 904 inclui um aplicador 908 configurado para aplicar uma tratamento de grão tal como um selador junto à parte exposta do respectivo grão, isto é, a área do topo do grão onde o revestimento do grão foi removido e a amostra extraída. O tratamento de grão pode ser qualquer substância designada para acen-tuar uma ou mais propriedades do grão ou para proteger o grão de bactérias ou de outros elementos prejudiciais que poderiam danificar o grão e destruir a viabilidade de germinação do grão. Por exemplo, nas várias concretizações, o tratamento do grão é um selador compreendendo um fungicida e / ou um polímero distribuído para o grão pelo dispensador de tratamento 904 via o aplicador 908. O aplicador 908

pode ser qualquer dispositivo adequado para aplicar o tratamento desejado do grão junto aos grãos, por exemplo; um pincel, agulha ou esguicho. Nas várias concretizações, o aplicador 908 compreende um esguicho de borrifação e o dispensador de tratamento 904 inclui uma abertura de fluido 912 acoplada com uma válvula de medição 916. Em tais concretizações, o dispensador de tratamento 904 está conectado com a fonte de abastecimento de tratamento líquido do grão (não apresentada) através de uma abertura de fluido 912. Por consequência, quando um suporte de grão 304 é posicionado na estação de tratamento de grão 900, abaixo do dispensador de tratamento 904, o controlador do sistema comanda o dispensador de tratamento 904 para borrifar uma quantidade medida de tratamento de grão no respectivo grão.

[0082] Referindo-se agora às Figuras 15 e 16, após a amostragem e o tratamento opcional do grão, o controlador do sistema avança a plataforma giratória 308 até que o respectivo suporte de grão 304 fique posicionado adjacente a um segundo separador de cabeça de prendedor 1004 do subsistema de depósito de grão 1000. O separador de cabeça de prendedor 1004 é montado junto à estrutura de suporte do sistema e inclui um par de pinças de forquilha 1008 acopladas com a base de uma forquilha 1012. O separador de cabeça de prendedor 1004 é substancialmente idêntico em forma e função ao separador de cabeça de prendedor 340 descrito acima com referência à Figura 5. Por consequência, quando da ativação do separador de cabeça de prendedor 1004, a base da forquilha 1012 é estendida em direção ao suporte de grão 304 de modo que as pinças 1008 são inseridas dentro dos corredores da forquilha 336. À medida que as pinças 1008 deslizam para dentro dos respectivos corredores da forquilha 336, as cabeças de prendedor 312 do respectivo suporte de grão 304 são retraídas, como de forma similar descrito acima. À medida que as cabeças de

prendedor 312 retraem, o respectivo grão é permitido de cair através de furos alinhados de forma coaxial na parte de baixo do canal de grão do suporte de grão 318 e na plataforma giratória 308 dentro de um funil 1016 de um transportador de semente 1020.

[0083] O transportador de semente 1020 compreende uma primeira seção de tubo 1024 acoplada em uma primeira extremidade com o funil 1016 e com uma entrada de um primeiro dispositivo de venturi 1028 em uma segunda extremidade. Uma segunda seção de tubo 1032 é conectada em uma primeira extremidade com uma saída do primeiro dispositivo de venturi 1028 e em uma segunda extremidade com uma entrada de um segundo dispositivo de venturi 1036. Uma saída do segundo dispositivo de venturi 1036 está conectada com o dispensador de grão 1040 que é montado junto à estrutura de suporte do sistema acima de uma plataforma de bandeja de grão 1044. O primeiro dispositivo de venturi 1028 é operável para induzir um fluxo de ar na primeira e na segunda seções de tubo 1024 e 1032 em direção ao dispensador de grão 1040. Ao mesmo tempo, o segundo dispositivo de venturi 1036 é operável para induzir um fluxo de ar em direção ao funil 1016. Assim, o fluxo de ar induzido pelo primeiro dispositivo de venturi 1028 irá puxar o grão para dentro do primeiro funil 1016 e da primeira seção de tubo 1020. Adicionalmente, à medida que o grão entra na primeira seção de tubo 1024 ele é impulsionado em direção ao dispensador de grão 1040 pelo fluxo de ar proporcionado pelo primeiro dispositivo de venturi 1028. Subseqüentemente, à medida que o grão aproxima-se do dispensador de grão 1040, o grão é desacelerado pelo fluxo de ar proporcionado pelo segundo dispositivo de venturi 1036 de modo que o grão é suavemente dispensado a partir do dispensador de grão 1040 dentro de uma bandeja de grão 18 sem danificar o grão. Nas várias concretizações, o fluxo de ar proporcionado pelo segundo venturi 1036 realmente para o movimento do grão, permi-

tindo que o grão caia sob ação da gravidade dentro da bandeja de grão 18. Vários sensores de posição (não apresentados) podem ser proporcionados na primeira e na segunda seções de tubo 1024 e 1032 para detectar a presença do grão, e proporcionar informação para o controlador do sistema para controlar a operação do transportador de grão 1020.

[0084] Referindo-se particularmente à Figura 16, o subsistema de depósito de grão 100 adicionalmente inclui uma plataforma de bandeja de grão 1044 adaptada para de forma segura reter várias bandejas de grão 18 em posições e orientações fixas. Cada bandeja de grão 18 inclui várias cavidades de grão 26, cada uma das quais é adaptada para receber um grão dispensado a partir do dispensador de grão 1040. O dispensador de grão 1040 é montado junto à estrutura de suporte do sistema acima da plataforma de bandeja de grão 1044 de modo que os grãos podem ser dispensados a partir do dispensador de grão 1040 dentro das cavidades de grão selecionadas 26 das bandejas de grão selecionadas 18.

[0085] A plataforma de bandeja de grão 1044 é montada junto a uma plataforma X-Y 1048. A plataforma X-Y 1048 é um mecanismo de translação bidimensional, incluindo um primeiro trilho de translação 1052 e um segundo trilho de translação 1056. A plataforma X-Y 1048 adicionalmente inclui um primeiro atuador linear 1060 operável para de forma bidirecional mover um primeiro carro (não apresentado) ao longo do comprimento do primeiro trilho de translação 1052. A plataforma X-Y 1048 adicionalmente inclui um segundo atuador linear 1064 operável para mover de forma bidirecional um segundo carro (não apresentado) ao longo do comprimento do segundo trilho de translação 1056. O segundo trilho de translação 1056 é montado junto ao primeiro carro e a plataforma de bandeja de grão 1044 é montada junto ao segundo carro.

[0086] O primeiro e o segundo atuadores lineares 1060 e 1064 são controlados pelo controlador do sistema para precisamente mover a plataforma de bandeja de grão 1044 em duas dimensões. Mais particularmente, o primeiro e o segundo atuadores 1060 e 1064 movem a plataforma de bandeja de grão 1044 dentro de um sistema de coordenadas X-Y para precisamente posicionar qualquer cavidade selecionada 26 de qualquer bandeja de grão selecionada 18 em uma localização alvo abaixo do dispensador de grão 1040. A localização alvo é a localização no sistema de coordenadas X-Y que está diretamente abaixo de uma ponta 1068 do dispensador de grão 1040. Uma vez que um suporte de grão 304 é posicionado acima do funil 1016, o controlador do sistema posiciona uma cavidade selecionada 26, de uma bandeja de grão selecionada, na localização alvo. O grão no suporte de grão 304 é liberado para dentro do funil 1016 e transportado para o dispensador de grão 1040, como descrito acima, e suavemente depositado dentro da cavidade selecionada.

[0087] À medida que as bandejas de grão 18 são colocadas na plataforma de bandejas de grão 1044, um número de identificação de bandeja, por exemplo, um código de barras, para cada bandeja de grão 18 e a localização de cada bandeja de grão 18 na plataforma de bandejas de grão 1044, são gravados. Adicionalmente, à medida que cada grão é depositado em uma cavidade 26, uma localização X-Y da cavidade, isto é, a localização alvo, na plataforma de bandejas de grão 104, pode ser gravada. As posições gravadas da bandeja e da cavidade na plataforma de bandejas de grão 1044 podem então ser comparadas com as localizações X-Y de cada grão depositado, para identificar o grão específico em cada cavidade 26 de cada bandeja de grão 18.

[0088] Como descrito acima, cada uma das bandejas de grão 18 e das bandejas de amostra 14 inclui várias cavidades 26 e 22, respecti-

vamente. Nas várias concretizações, o número e a disposição das cavidades 26 nas bandejas de grão 18 correspondem ao número e à disposição das cavidades 22 nas bandejas de amostra 14. Isto facilita uma correspondência de um para um entre um grão e sua amostra extraída. Entretanto, em algumas concretizações, pode ser desejável proporcionar várias cavidades 22 nas bandejas de amostra 14 para cada cavidade 26 nas bandejas de grão 18. Por exemplo, onde vários testes podem ser executados em relação às amostras, ou onde amostras diferentes podem ser pegas a partir do mesmo grão (por exemplo, amostras a partir de profundidades diferentes).

[0089] Referindo-se agora à Figura 17, nas várias concretizações, o sistema classificador de grão 10 adicionalmente incluir uma estação de carregamento de tubo de coleta 1100 para montar os tubos de coleta 624 nos suportes de tubo 616 de cada dispositivo CTP 608. A estação de carregamento de tubo 1100 inclui um depósito alimentador 1104 possuindo uma superfície formatada e uma calha alimentadora vibratória 1108 se estendendo a partir de uma parte de baixo aberta do depósito alimentador 1104. Grandes quantidades de tubos de coleta 624 podem ser depositadas dentro do depósito alimentador 1104 onde a calha alimentadora vibratória 1108 alimenta os tubos de coleta 624 dentro de um alimentador de tigela vibratória 1112. Um trilho de alimentação baseado na gravidade 1116 é conectado com uma saída 1118 do alimentador de tigela vibratória 1112 em uma primeira extremidade 1116A. Uma segunda extremidade do trilho de alimentação 1116 termina em um dispositivo de aríete de tubo de coleta 1120. O dispositivo de aríete 1120 se estende ortogonalmente para baixo a partir da segunda extremidade do trilho de alimentação 1116B e inclui uma canal longitudinal de elevação 1124 se estendendo ao longo do comprimento do dispositivo de aríete 1120. O dispositivo de aríete 1120 adicionalmente inclui um mecanismo de empurrar (não apresen-

tado) interno ao dispositivo de aríete 1120. O mecanismo de empurrar pode ser qualquer mecanismo operável para empurrar um tubo de coleta 624, longitudinalmente posicionado dentro do canal de elevação 1124, para fora de uma extremidade superior 1120A do dispositivo de aríete 1120. Por exemplo, o mecanismo de empurrar pode incluir um atuador linear que aciona um aríete formatado para receber pelo menos uma parte de um tubo de coleta 624.

[0090] À medida que a tigela vibratória do alimentador 1112 vibra, os tubos de coleta 624 migram em direção à saída 1118 do alimentado de tigela vibratória 1112. Na saída 1118, os tubos de coleta 624 caem dentro da primeira extremidade do trilho de alimentação 1116A que é formatada para causar que os tubos de coleta 624 caiam dentro de uma fenda de tubo (não apresentada) que se estende pelo comprimento do trilho de alimentação 1116. Mais especificamente, os tubos de coleta 624 são levados a cair de ponta para baixo dentro da fenda de tubo e a ficarem suspensos dentro da fenda de tubo por uma aba 620A da base do tubo de coleta 620 (apresentada na Figura 10). A gravidade e a vibração a partir da tigela vibratória do alimentador 1112 causam que os tubos de coleta 624 percorram o comprimento do trilho de alimentação 1116 e se acumulem, em fila indiana, na segunda extremidade do trilho de alimentação 1116B. À medida que os tubos de coleta 624 se acumulam, em fila indiana, na segunda extremidade 1116, o tubo de coleta da frente 624 será longitudinalmente orientado dentro do canal longitudinal de levantamento. O dispositivo de aríete 1120 é então atuado de modo que o mecanismo de empurrar empurra o tubo de coleta da frente 624 para fora da extremidade superior 1124A do canal de levantamento do dispositivo de aríete 1124.

[0091] Antes de atuar o dispositivo de aríete 1120, o controlador do sistema irá avançar a plataforma giratória 604 para posicionar um dispositivo CTP 608 acima da segunda extremidade 1116B do trilho de

alimentação 1116. O controlador do sistema adicionalmente irá comandar o atuador da barra pivô 632 para posicionar o suporte de tubo 616 na posição de carga e depósito, de modo que a extremidade distal do suporte de tubo 618 fica diretamente acima da extremidade superior do canal de levantamento 1124A. Portanto, à medida que o tubo de coleta da frente é empurrado, ou levantado, para fora da extremidade superior do canal de levantamento 1124A, a base do tubo de coleta 620 é empurrada sobre a extremidade distal do suporte de tubo 618. A extremidade distal do suporte de tubo 616 é dimensionada de modo que existira um encaixe por fricção entre a base do tubo de coleta 620 e a extremidade distal do suporte de tubo 618. Por consequência, o tubo de coleta 624 é levantado para fora do dispositivo de aríete 1120 e montado no respectivo suporte de tubo. O próximo tubo de coleta 624 no trilho de alimentação 1116 será então posicionado dentro do canal de levantamento 1124 e uma extremidade distal de suporte de tubo subsequente 618 posicionada para receber o tubo de coleta 624.

[0092] Referindo-se agora à Figura 18, nas várias concretizações, os tubos de coleta 624 podem compreender pipetas comercialmente disponíveis, referidas neste documento como pipetas 624'. Em tais concretizações, as pipetas 624' podem requerer que uma parte da ponta 672' seja removida para permitir a extração apropriada da amostra, escoamento com fluxo líquido das pipetas, e deposição da amostra aquosa nas bandejas de amostra 14. Portanto, em tais concretizações, o sistema classificador de grão 10 pode incluir um subsistema de preparação de tubo de coleta 1150 operável para cortar uma parte de cada ponta da pipeta 672' após cada pipeta 624' ter sido montada em um respectivo suporte de tubo 616. O subsistema de preparação de tubo de coleta 1150 inclui um atuador linear 1154 operável para estender e retrair uma base 1158A de um cortador 1158 ao longo de um eixo geométrico linear P. O atuador linear 1154 é montado junto à estru-

tura de suporte do sistema abaixo da plataforma giratória 604 de modo que quando uma pipeta 624' recentemente montada, isto é, a pipeta 624' acabou de ser montada no respectivo suporte de tubo 616, é avançada até o subsistema de preparação de tubo de coleta 1150, a ponta da pipeta 672' é posicionada dentro de uma câmara de corte 1162.

[0093] A câmara de corte 1162 é formada entre a base do cortador 1158A e um rebaixo de corte 1166 formado em uma cabeça 1158B do cortador 1158. Como ilustrado na Figura 18, quando a pipeta 624' recentemente montada é avançada a partir da estação de carregamento de tubo de coleta 1100, a base do cortador 1158A está na posição retraída e a ponta 672' está posicionada dentro do rebaixo de corte 1166. Subseqüentemente, o controlador do sistema comanda o atuador linear 1154 para estender a base do cortador 1158A. O cortador 1158 inclui um instrumento de corte 1170, por exemplo, uma lâmina de corte, de forma fixa acoplada ou mantida junto à base do cortador 1158A por uma suporte angular do instrumento de corte 1174. O instrumento de corte é de forma fixa posicionado de modo que quando o atuador linear 1154 estende a base do cortador 1158A, o instrumento de corte irá cortar a ponta da pipeta 672', desse modo removendo uma parte da ponta 672'.

[0094] Referindo-se agora à Figura 19, nas várias concretizações, após o grão amostrado ter sido depositado em uma cavidade selecionada 26 de uma bandeja de grão selecionada 18, o controlador do sistema avança a plataforma giratória 308 e posiciona o suporte de grão agora vazio 304 em uma estação de limpeza 1200. A estação de limpeza 1120 é operável para limpar e remover qualquer amostra de grão e / ou tratamento de grão residual, por exemplo, selador, a partir do respectivo suporte de grão 304 após o grão amostrado ter sido transportado para uma bandeja de grão 18 e antes de um novo grão ser

orientado e colocado no suporte de grão 304. A estação de limpeza compreende um rolo de escova 1204 e um vácuo 1208. O vácuo 1208 é conectado com uma fonte de vácuo (não apresentada) para proporcionar um vácuo no esguicho de vácuo 1212 posicionado muito próximo do anal de grão do suporte de grão 318 quando o respectivo suporte de grão 304 é avançado até a estação de limpeza 1200. O vácuo proporcionado irá remover qualquer material de amostra e / ou de tratamento de grão residual que possa ter acumulado no suporte de grão 304. Adicionalmente, o rolo de escova 1204 é acionado, por exemplo, eletricamente ou pneumaticamente, para girar sobre ou com um eixo do rolo 1216. Simultâneo com proporcionar o vácuo no esguicho de vácuo 1212, o controlador do sistema gira o rolo de escova 1204 para remover qualquer material de amostra e / ou tratamento de grão residual que possa ter se acumulado no suporte de grão 304.

Aplicações

[0095] A presente descrição proporciona métodos para analisar grãos possuindo um traço, marcador ou genótipo desejado. Em um aspecto da descrição, os métodos analíticos permitem aos grãos individuais serem analisados, os quais estão presentes em um lote ou em uma população a granel de grãos, de modo que as características químicas e / ou genéticas dos grãos individuais possam ser determinadas.

[0096] As amostras preparadas pela presente descrição podem ser utilizadas para determinar uma ampla variedade de traços físicos, morfológicos, químicos e / ou genéticos. Geralmente, tais traços são determinados pela varredura das amostras em relação a uma ou mais características químicas ou genéticas indicativas dos traços. Exemplos não limitativos de características químicas incluem proteínas, óleos, amidos, ácidos graxos e metabólitos. Por consequência, exemplos não limitativos de traços químicos incluem conteúdo de proteína, conteúdo

de amido, conteúdo de óleo, determinação de perfis de ácido graxo, determinação de perfis de metabólitos, etc. As características genéticas podem incluir, por exemplo, marcadores genéticos, alelos de marcadores genéticos, genes, seqüências derivadas de DNA, seqüências derivadas de RNA, promotores, locos de caracteres quantitativos (QTL), 5'UTR, 3'UTR, marcadores satélite, transgenes, RNA mensageiro, mRNA ds (RNA de fita dupla), perfis transcricionais e padrões de metilação.

[0097] Em algumas concretizações, os métodos e dispositivos da presente invenção podem ser utilizados em um programa de cultivo para selecionar plantas ou grão possuindo um traço ou genótipo marcador desejado. Os métodos da presente descrição podem ser utilizados em combinação com qualquer metodologia de cultivo e podem ser utilizados para selecionar uma única geração ou para selecionar várias gerações. A escolha do método de cultivo depende do modo de reprodução da planta, da passagem por herança dos traços sendo aperfeiçoados, e do tipo de cultivo utilizado comercialmente (por exemplo, cultivo híbrido F₁, cultivo de linha pura, etc.). As abordagens não limitativas selecionadas para cultivar as plantas da presente descrição são expostas abaixo. É adicionalmente entendido que quaisquer cultivos comerciais e não comerciais podem ser utilizados em um programa de cultivo. Fatores tal como, por exemplo, vigor de florescimento, vigor de desenvolvimento, tolerância ao esforço, resistência a doenças, ramificação, floração, formação do grão, tamanho do grão, densidade do grão, capacidade de sustentação e capacidade de retirada de grão, etc., geralmente irão ditar a escolha.

[0098] Nas várias concretizações, os métodos da presente descrição são utilizados para determinar as características genéticas dos grãos em um programa de cultivo assistido por marcador. Tais métodos permitem os programas de cultivo assistidos por marcador onde a

amostragem direta de grão não destrutiva pode ser conduzida enquanto mantendo a identidade dos grãos individuais a partir do classificador de grão para o campo. Como resultado, o programa de cultivo assistido por marcador resulta em uma plataforma de "alto rendimento" onde uma população de grãos possuindo um traço, marcador ou genótipo desejado pode ser mais efetivamente agrupada em um período de tempo mais curto, com menos recursos de campo e de trabalho. Tais vantagens serão mais completamente descritas abaixo.

[0099] Em outras concretizações, a presente descrição proporciona um método para analisar grãos individuais dentro de uma população de grãos possuindo diferenças genéticas. O método compreende remover uma amostra compreendo células com DNA a partir dos grãos na população sem afetar a viabilidade de germinação dos grãos; filtrar o DNA extraído a partir da amostra em relação à presença ou à ausência de pelo menos um marcador genético; selecionar grãos a partir da população baseado nos resultados da varredura de DNA; e cultivar as plantas a partir do grão selecionado.

[00100] Como descrito acima, os sistemas e métodos de amostragem desta descrição protegem a viabilidade de germinação dos grãos de modo a não serem destrutivos. A viabilidade de germinação significa que uma número predominante de grãos amostrados (isto é, maior do que 50% de todos os grãos amostrados) permanecem viáveis após a amostragem, e em algumas concretizações, pelo menos cerca de 85% dos grãos amostrados permanecem viáveis. Deve ser observado que taxas inferiores de viabilidade de germinação podem ser toleráveis sob certas circunstâncias ou para certas aplicações, por exemplo, à medida que os custos de genotipagem diminuem com o tempo devido a um maior número de grãos podendo ser amostrado para o mesmo custo de genótipo.

[00101] Ainda em outras concretizações, a viabilidade de germina-

ção é mantida durante pelo menos cerca de seis meses após a amostragem para garantir que o grão amostrado estará viável até que ele alcance o campo para plantação. Em algumas concretizações particulares, os métodos da presente descrição adicionalmente compreendem tratar os grãos amostrados para manter a viabilidade de germinação. Tal tratamento pode geralmente incluir qualquer dispositivo conhecido na técnica para proteger um grãos de condições ambientais enquanto em armazenamento ou transporte. Por exemplo, em algumas concretizações, os grãos amostrados podem ser tratados com um polímero e / ou com um fungicida para proteger o grão amostrado enquanto em armazenamento ou em transporte para o campo antes da plantação.

[00102] Nas várias concretizações, as amostras da presente descrição são utilizadas em um método de alto rendimento não destrutivo para analisar grãos individuais em uma população de grãos. O método compreende remover uma amostra a partir do grão enquanto preservando a viabilidade de germinação do grão; e filtrar a amostra em relação à presença ou à ausência de uma ou mais características indicativas de um traço genético ou químico. O método pode adicionalmente compreender selecionar grãos a partir de uma população baseado nos resultados da varredura; e cultivar plantas a partir do grão selecionado.

[00103] O DNA pode ser extraído a partir da amostra utilizando quaisquer métodos de extração de DNA, conhecidos pelos versados na técnica, que irão proporcionar rendimento de DNA, qualidade de DNA e resposta PCR suficiente. Um exemplo não limitativo de métodos adequados de extração de DNA é a extração baseada em SDS com centrifugação. Em adição, o DNA extraído pode ser amplificado após a extração utilizando qualquer método de amplificação conhecido pelos versados na técnica. Por exemplo, um método de amplificação adequado é o GenomiPhi® DNA amplification prep da Amersham

Biosciences.

[00104] O DNA extraído é filtrado em relação à presença ou ausência de um marcador genético adequado. Uma ampla variedade de marcadores genéticos está disponível e é conhecida pelos versados na técnica. A varredura de DNA em relação à presença ou ausência do marcador genético pode ser utilizada para a seleção de grãos em uma população de cultivo. A varredura pode ser utilizada para selecionar QTL, alelos, ou regiões genômicas (haplótipos). Os alelos, QTL ou haplótipos a serem selecionados podem ser identificados utilizando técnicas recentes de biologia molecular com modificações de estratégias clássicas de cultivo.

[00105] Em várias outras concretizações, o grão é selecionado baseado na presença ou na ausência de um marcador genético que está geneticamente ligado com um QTL. Exemplos de QTLs que frequentemente são de interesse incluem, mas não estão limitados a rendimento, resistência a tempestades, altura, maturidade, resistência à doença, resistência à peste, resistência à deficiência de nutrientes, composição do grão, tolerância a herbicida, conteúdo de ácido graxo, metabolismo de proteína ou de carboidrato, conteúdo de óleo aumentado, conteúdo nutricional aumentado, tolerância ao esforço, propriedades organolépticas, características morfológicas, outros traços agronômicos, traços para uso industrial, traços para apelo aperfeiçoado ao consumidor, e uma combinação de traços como um índice múltiplo de traços. Alternativamente, o grão pode ser selecionado baseado na presença ou na ausência de um marcador que seja geneticamente ligado com um haplótipo associado com um QTL. Exemplos de tal QTL podem novamente incluir, sem limitação, rendimento, resistência à tempestade, altura, maturidade, resistência à doença, resistência à peste, resistência à deficiência de nutriente, composição do grão, tolerância a herbicida, conteúdo de ácido graxo, metabolismo de proteína

ou de carboidrato, conteúdo de óleo aumentado, conteúdo nutricional aumentado, tolerância ao esforço, propriedades organolépticas, características morfológicas, outros traços agrônômicos, traços para usos industrial, traços para apelo aperfeiçoado ao consumidor, e uma combinação de traços como um índice múltiplo de traços.

[00106] A seleção de uma população de cultivo poderia ser iniciada tão cedo quando o nível de cultivo F_2 , se matrizes na nascimento homozigóticas são utilizados no cruzamento inicial do cultivo. Uma geração F_1 também poderia ser amostrada e avançada se uma ou mais das matrizes do cruzamento forem hererozigóticas para os alelos ou marcadores de interesse. O procriador pode filtrar uma população F_2 para recuperar o genótipo do marcador de cada indivíduo na população. Os tamanhos iniciais de população, limitados somente pelo número de grãos disponíveis para varredura, podem ser ajustados para satisfazer a probabilidade desejada. Veja de Sedcole, J. R. "Number of plants necessary to recover a trait", Crop Sci, 17:667-68 (1977). Por consequência, a probabilidade de encontrar o genótipo desejado, o tamanho inicial da população e o tamanho de população resultante desejado pode ser modificada para várias metodologias de cultivo e de nível de endogamia da população amostrada.

[00107] Os grãos selecionados podem ser acumulados ou mantidos separados dependendo da metodologia e do alvo de cultivo. Por exemplo, quando um procriador está filtrando uma população F_2 em relação à resistência à doença, todos os indivíduos com o genótipo desejado podem ser acumulados e plantados no berçário de cultivo. Inversamente, se vários QTLs com efeitos variados em relação a um traço, tal como rendimento do grão, são selecionados a partir de uma dada população, o procriador pode manter a identidade individual preservada, indo para o campo para diferenciar indivíduos com várias combinações do QTL alvo.

[00108] Vários métodos para preservar uma identidade única do grão podem ser utilizados enquanto transferindo o grão a partir do laboratório de raspagem para o campo. Os métodos incluem, mas não estão limitados a, transferir os indivíduos selecionados para a fita de grão, uma bandeja cassete, ou bandeja de indexação, transplantando com pote de turfa, e fazendo a plantação manual a partir de pacotes de grãos individuais. Vários ciclos de seleção podem ser utilizados dependendo dos objetivos de cultivo e da complexidade genética.

[00109] Os métodos de varredura da descrição podem adicionalmente ser utilizados em um programa de cultivo para introgridir um traço em uma planta. Tais métodos compreendem remover uma amostra compreendendo células com DNA a partir dos grãos em uma população, filtrar o DNA extraído a partir de cada grão em relação à presença ou ausência de pelo menos um marcador genético, selecionar grãos a partir da população baseado nos resultados da varredura de DNA; cultivar uma planta fértil a partir do grão; e utilizar a planta fértil como uma matriz fêmea ou matriz macho em um cruzamento com outra planta.

[00110] Exemplos de varredura genética para selecionar grãos em relação à integração de traço incluem, sem limitação, identificação de altas frequências de alelo de matriz recorrente, rastreamento de transgenes de interesse ou varredura em relação à ausência de transgenes não desejados, seleção de grãos de teste híbrido e teste de zigosidade.

[00111] A identificação de altas frequências de alelo de par recorrente através dos métodos de varredura da presente descrição novamente permite um número reduzido de fileiras por população e um número aumentado de populações, ou de linhas de nascimento, serem plantadas em uma dada unidade do campo. Assim, os métodos de varredura da presente descrição também podem efetivamente reduzir

os recursos requeridos para completar a conversão de linhas de nascimento.

[00112] Os métodos da presente descrição adicionalmente proporcionam garantia de qualidade (QA) e controle de qualidade por garantir que transgenes regulados ou não desejados sejam identificados e descartados antes da plantação.

[00113] Os métodos da presente descrição podem ser adicionalmente aplicados para identificar grãos híbridos para teste de transgene. Por exemplo, em uma conversão de uma linha de nascimento no estágio BCnF₁, um procriador poderia efetivamente criar um lote de grãos híbridos (excluindo a seleção de gameta) que era 50% hemizigoto para o traço de interesse e 50% hemizigoto para a ausência do traço de modo a gerar grão híbrido para teste. O procriador poderia então filtrar todos os grãos F₁ produzidos no cruzamento de teste e identificar e selecionar os grãos que foram hemizigotos. Tal método é vantajoso pelo fato de que inferências a partir das experiências híbridas representariam genética híbrida comercial com respeito à zigosidade do traço.

[00114] Outras aplicações dos métodos de varredura desta descrição para identificar e rastrear traços de interesse possuem as mesmas vantagens identificadas acima com respeito aos recursos requeridos de campo e de trabalho. Geralmente, os programas de conversão transgênica são executados em localizações com várias estações que possuem uma estrutura de custo terrestre e de gerenciamento muito maior. Como tal, o impacto de reduzir a fileira de grão necessária por população ou aumentar o número de populações dentro de uma dada unidade de campo é de forma significativa mais dramático em relação a uma base de custo em relação às aplicações temperadas.

[00115] Além disso, os métodos de varredura desta descrição podem ser utilizados para aperfeiçoar a eficiência do programa haplóide

duplo através da seleção de genótipos desejados no estágio haplóide e da identificação de nível de ploidia para eliminar grãos não haplóides de serem processados e levados para o campo. Ambas aplicações novamente resultam na redução de recursos de campo por população e na capacidade de avaliar um número maior de populações dentro de uma dada unidade de campo.

[00116] Nas várias modalidades, a descrição adicionalmente proporciona um ensaio para prognosticar a zigosidade de embrião para um gene de interesse (GOI) particular. O ensaio prognostica a zigosidade de embrião baseado na proporção de número relativo de cópias de um GOI e de um gene de controle interno (IC) por célula ou por genoma. Geralmente, este ensaio utiliza um gene IC que é de zigosidade conhecida, por exemplo, homozigótico no locus (duas cópias IC por célula diplóide), para normalizar a medição do GOI. A proporção do número relativo de cópias do IC para o GOI prediz o número de cópias GOI na célula. Em uma célula homozigótica, para qualquer dado gene (ou seqüência genética única), o número de cópias do gene é igual ao nível de ploidia da célula desde que a seqüência está presente no mesmo locus em todos os cromossomos homólogos. Quando uma célula é heterozigótica para um gene particular, o número de cópias do gene será menor do que o nível de ploidia da célula. A zigosidade de uma célula em qualquer locus pode assim ser determinada pelo número de cópias do gene na célula.

[00117] Em algumas concretizações particulares, a descrição proporciona um ensaio para prognosticar a zigosidade de embrião de milho. No grão de milho, o tecido do endosperma é triplóide, ao passo que o tecido embrionário é diplóide. O endosperma que é homozigótico para o IC irá conter três cópias IC. O número de cópias de GOI do endosperma pode ficar na faixa de 0 (homozigótico negativo) até 3 (homozigótico positivo); e o número de cópias de GOI do endosperma

de 1 ou 2 é encontrado no grão heterozigótico para o GOI (ou hemizigótico para o GOI se o GOI for um transgene). O número de cópias do endosperma é refletivo da zigosidade do embrião: um endosperma monozigótico (positivo ou negativo) acompanha um embrião homozigótico, o endosperma heterozigótico (seja um número de cópias de GOI de 1 ou 2) reflete um embrião heterozigótico (número de cópias de GOI de 1). O número de cópias de GOI do endosperma (o qual pode ficar na faixa de 0 até 3 cópias) pode ser determinado a partir da proporção do número de cópias IC do endosperma para o número de cópias de GOI do endosperma (o qual pode ficar na faixa de 0/3 até 3/3, ou seja, de 0 até 1), o que pode então ser utilizado para prognosticar a zigosidade do embrião.

[00118] O número de cópias do GOI ou do IC pode ser determinado por qualquer técnica conveniente de ensaio para quantificação de números de cópias, como é conhecido na técnica. Exemplos de ensaios adequados incluem, mas não estão limitados aos ensaios PCR em Tempo Real (TaqMan®) (Applied Biosystems, Foster City, CA) e Invader® (Third Wave Technologies, Madison, WI). De preferência, tais ensaios são desenvolvidos de um modo tal que a eficiência de amplificação de ambas seqüências IC e GOI é igual ou muito similar. Por exemplo, no ensaio de PCR em Tempo Real TaqMan®, o sinal a partir do GOI com cópia única (a célula fonte é determinada como sendo heterozigótica para o GOI) será detectado um ciclo de amplificação posterior do que o sinal a partir de um IC com duas cópias, porque a quantidade do GOI é metade desta do IC. Para a mesma amostra heterozigótica, um ensaio invader® mediria uma proporção de GOI / IC de cerca de 1:2 ou de 0,5. Para uma amostra que é homozigótica tanto para o GOI como para o IC, o sinal do GOI seria detectado ao mesmo tempo em que o sinal do IC (TaqMan®), e o ensaio invader mediria uma proporção de GOI / IC de cerca de 2:2 ou 1.

[00119] Estas diretrizes se aplicam a qualquer célula poliplóide, ou à células haplóides (tal como células de pólen), desde que o número de cópias do GOI ou do IC permanece proporcional ao número de cópias do genoma (ou nível de ploidia) da célula. Assim, estes ensaios de zigosidade podem ser executados em tecidos triplóides tal como endosperma de milho.

[00120] A descrição neste documento é meramente ilustrativa por natureza e, assim, variações que não se afastem da essência desta que é descrita são pretendidas de estarem dentro do escopo das instruções. Tais variações não são para serem consideradas como um afastamento do espírito e do escopo das instruções.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema classificador automático de grão (10) **caracterizado pelo fato de que** compreende:

uma estação de carregamento de grãos (100) operável para separar um grão a partir de uma pluralidade de grãos;

um sistema de orientação (200) operável para receber os grãos separados a partir da estação de carregamento de grãos (100) e orientar os grãos; e

uma estação de amostragem (500) operável para remover uma amostra de tecido compreendendo material dos grãos a partir dos grãos orientados.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de coleta e transporte de amostra (600) operável para capturar a amostra extraída em um tubo de coleta (624) montado em um dispositivo de colocação de tubo de coleta (608) do subsistema de coleta e transporte de amostra (600).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de carregamento de tubo de coleta (1100) operável para separar o tubo de coleta (624) a partir de uma pluralidade de tubos de coletas iguais e montar o tubo de coleta (624) no dispositivo de colocação de tubo de coleta (608).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de distribuição de líquido (700) operável para distribuir líquido para o tubo de coleta (624) para mistura com a amostra capturada.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de depósito de amostra (800) operável para transportar a amostra misturada a partir do subsistema de coleta e de transporte de amostra (600) para um de-

pósito selecionado em uma bandeja de amostra (14).

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de tratamento de grãos (900) operável para aplicar um tratamento a pelo menos uma porção dos grãos amostrados.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o tratamento do grão compreende um dentre um polímero e um aferidor de fungicida.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de limpeza (1200) operável para remover material residual da amostra a partir de um suporte de grãos (304) montado em uma plataforma giratória (308) de um subsistema de transporte de grão (300) após a amostra ter sido removida do grão e o grão classificado ter sido transportado para um depósito selecionado em uma bandeja de grão (18).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de moagem (400) operável para remover pelo menos uma porção do material de revestimento dos grãos separados.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de transporte de grãos (300) operável para transportar os grãos separados entre a estação de moagem (400) e a estação de amostragem (500).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de depósito de grãos (1000) operável para transportar os grãos separados a partir do subsistema de transporte de grãos (300) para um depósito selecionado em uma bandeja de grãos (18) após os grãos separados terem sido amostrados.

12. Sistema classificador automático de grão (10) **caracte-**

rizado pelo fato de que compreende:

uma estação de moagem (400) operável para remover pelo menos uma parte do material de revestimento do grão a partir de um grão;

uma estação de amostragem (500) operável para extrair uma amostra do material do grão a partir do grão onde o revestimento do grão foi removido;

um subsistema de coleta e transporte de amostra (600) operável para capturar a amostra extraída em um tubo de coleta (624) montado em um dispositivo de colocação de tubo de coleta (608) do subsistema de coleta e transporte de amostra (600); e

um subsistema de depósito de amostra (800) operável para transportar uma amostra a partir do subsistema de coleta e transporte de amostra (600) para um depósito selecionado em uma bandeja de amostra (14).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de carregamento de tubo de coleta (1100) operável para separar o tubo de coleta (624) a partir de uma pluralidade de tubos de coleta iguais e montar o tubo de coleta (624) no dispositivo de colocação de tubo de coleta (608).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de preparação de tubo de coleta (1150) operável para separar uma parte de uma ponta do tubo de coleta montado (624).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um subsistema de distribuição de líquido (700) operável para distribuir líquido para o tubo de coleta (624) para mistura com a amostra capturada.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **caracteri-**

zado pelo fato de que o subsistema de depósito de amostra (800) é operável para transportar a amostra misturada a partir do subsistema de coleta e transporte de amostra (600) para o depósito selecionado na bandeja de amostra (14).

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma estação de descarte de tubo de coleta (850) operável para remover o tubo de coleta (624) do dispositivo de colocação de tubo de coleta (608) e descartar o tubo de coleta (624) após a amostra ter sido transportada para o depósito selecionado na bandeja de amostra (14).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende:

um subsistema de transporte de grão (300) operável para transportar o grão entre a estação de moagem (400) e a estação de amostragem (500); e

um subsistema de depósito de grão (1000) operável para transportar o grão a partir do subsistema de transporte de grão (300) para um depósito selecionado em uma bandeja de grão (18) após o grão ter sido classificado.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende:

uma estação de carregamento de grão (100) operável para separar o grão a partir dos vários grãos iguais em um depósito alimentado de grão a granel; e

um sistema de orientação (200) operável para receber o grão a partir da estação de carregamento de grão (100), orientar o grãos em uma orientação de ponta para baixo e transportar o grão orientado para um suporte de grão (304) montado em uma plataforma giratória (308) do subsistema de transporte de grão (308).

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracteri-**

zado pelo fato de que ainda compreende uma estação de tratamento de grão (900) operável para aplicar um tratamento do grão junto à pelo menos uma parte do grão classificado possuindo o revestimento do grão removido.

21. Método automático para remover uma amostra de tecido a partir de grãos individuais **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

separar grãos individuais a partir de uma pluralidade de grãos;

orientar os grãos individuais;

remover uma amostra de tecido a partir de pelo menos um dos grãos orientados;

transportar os grãos individuais para depósitos em uma bandeja de grãos (18); e

transportar a amostra de tecido para um depósito em uma bandeja de amostras (14).

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** remover uma amostra de tecido compreende capturar a amostra de tecido em um tubo de coleta (624).

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado pelo fato de que** remover uma amostra de tecido ainda compreende distribuir líquido para o tubo de coleta para mistura com a amostra de tecido capturada.

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado pelo fato de que** transportar a amostra de tecido compreende transportar a amostra de tecido misturada para o depósito selecionado na bandeja de amostras.

25. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende carregar os grãos orientados em um suporte de grãos (304) de um sistema classificador auto-

mático de grãos (10).

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende orientar os grãos individuais em uma orientação de ponta para baixo.

27. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende aplicar um tratamento do grão a pelo menos uma porção dos grãos amostrados.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende remover material residual da amostra a partir do suporte de grão após a amostra de tecido ter sido removida do grão e o grão classificado ter sido transportado para o depósito selecionado na bandeja de grão.

29. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** remover a amostra de tecido a partir de pelo menos um dos grãos orientados inclui remover uma amostra de tecido a partir de uma porção de coroa de pelo menos um dos grãos orientados.

30. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende analisar a amostra de tecido para uma ou mais características indicativas de pelo menos uma peculiaridade química genética.

31. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende formar imagens dos grãos individuais.

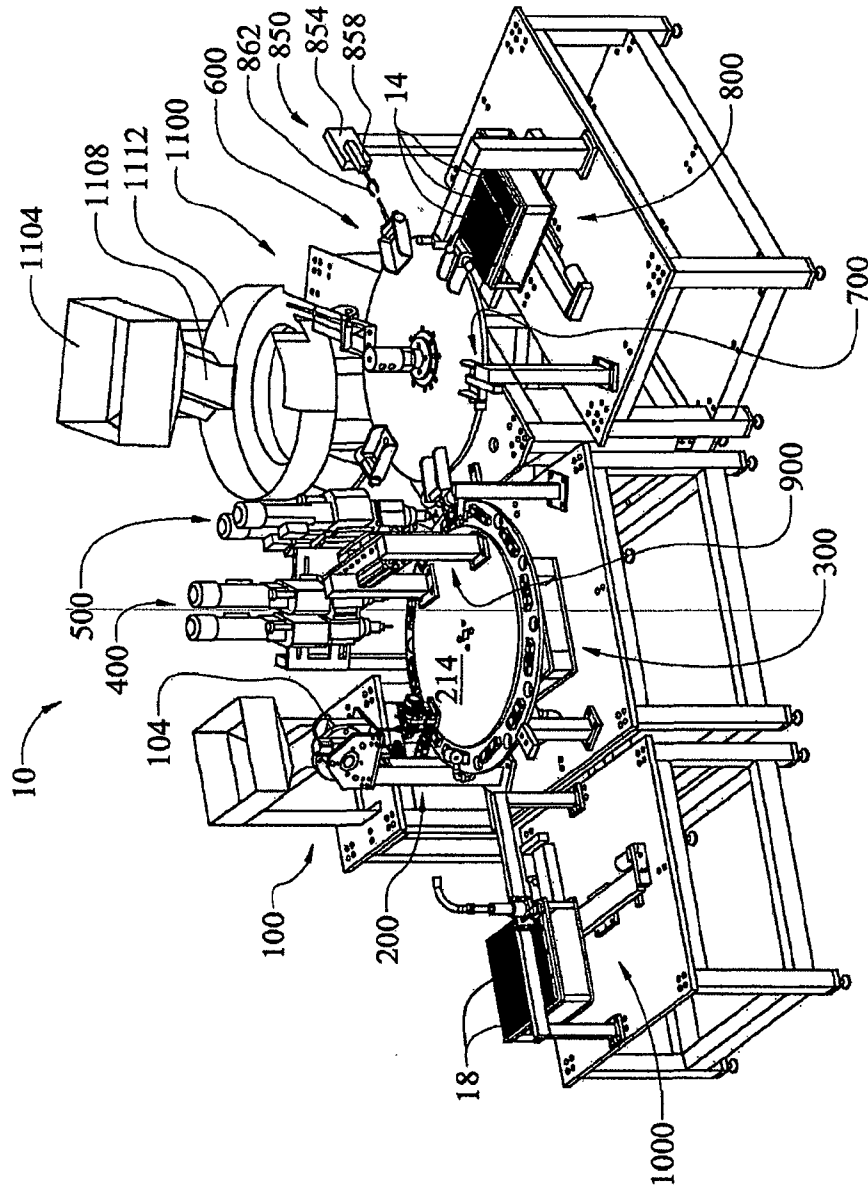


Fig. 1

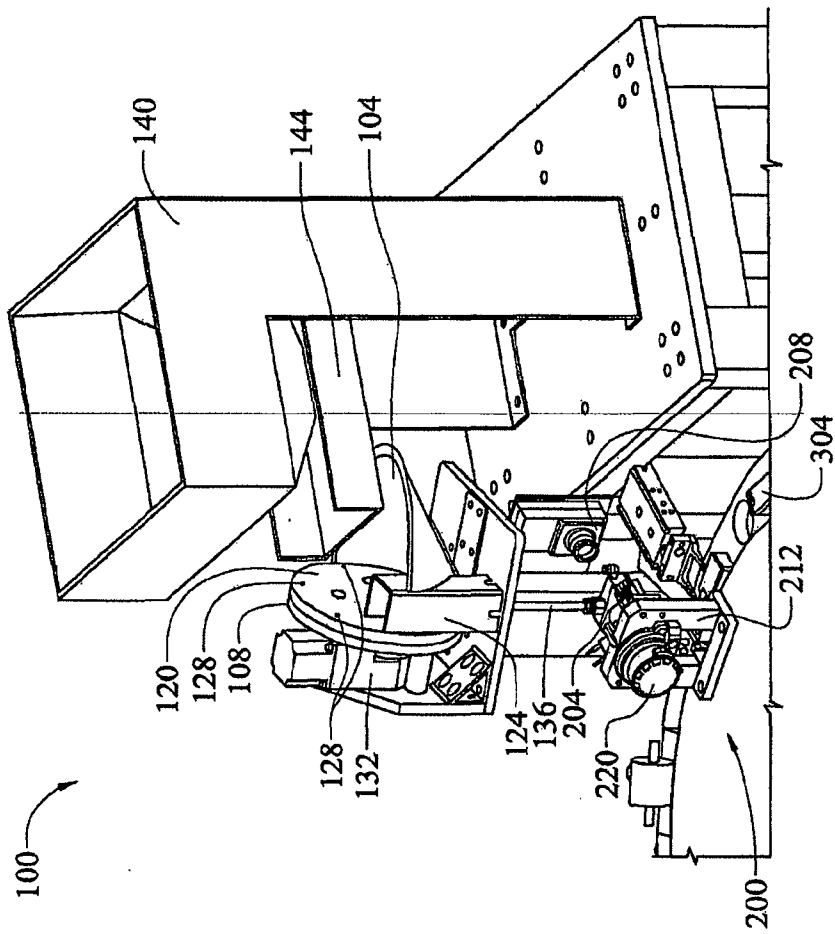


Fig. 2

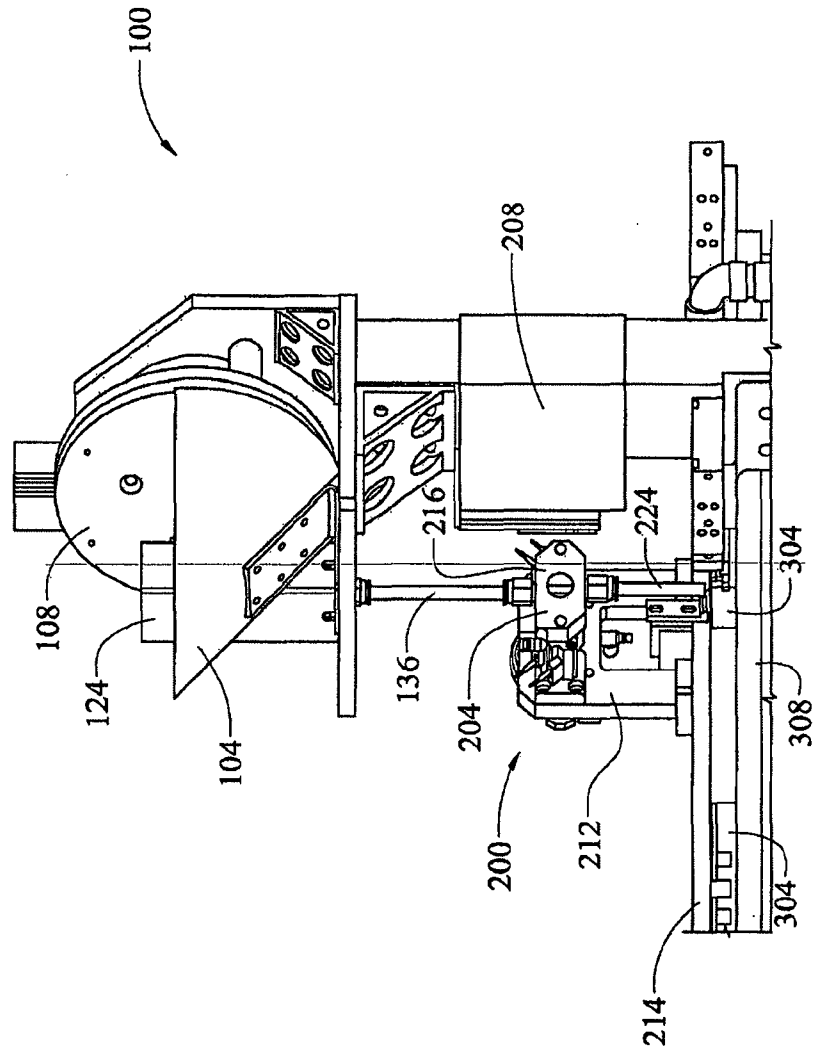
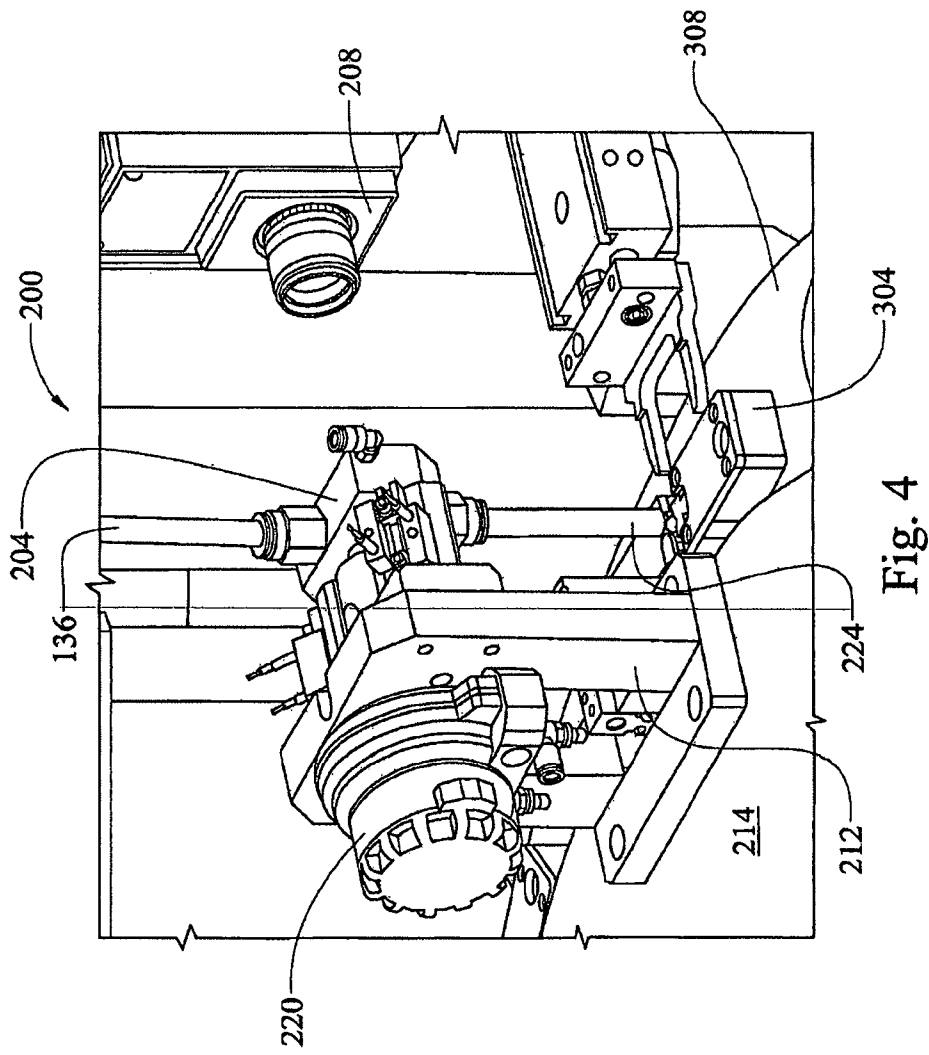


Fig. 3



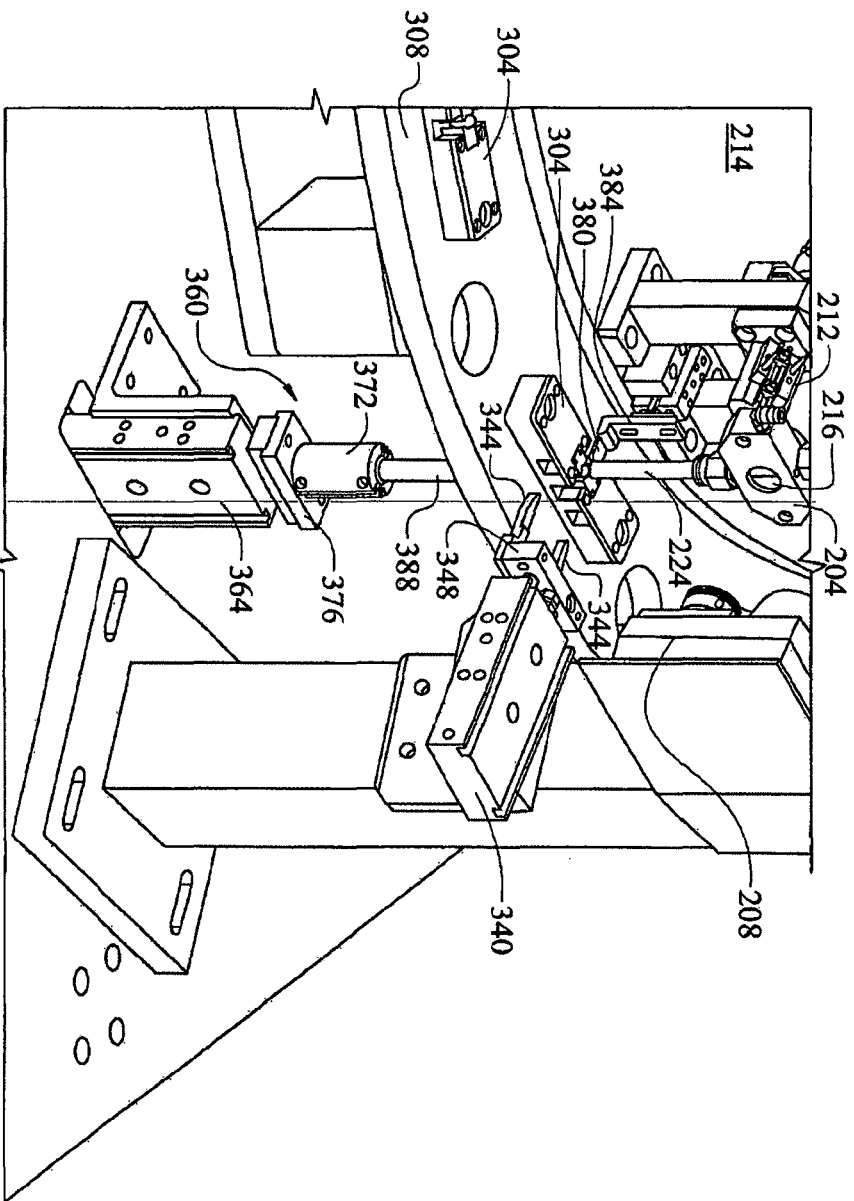


Fig. 5

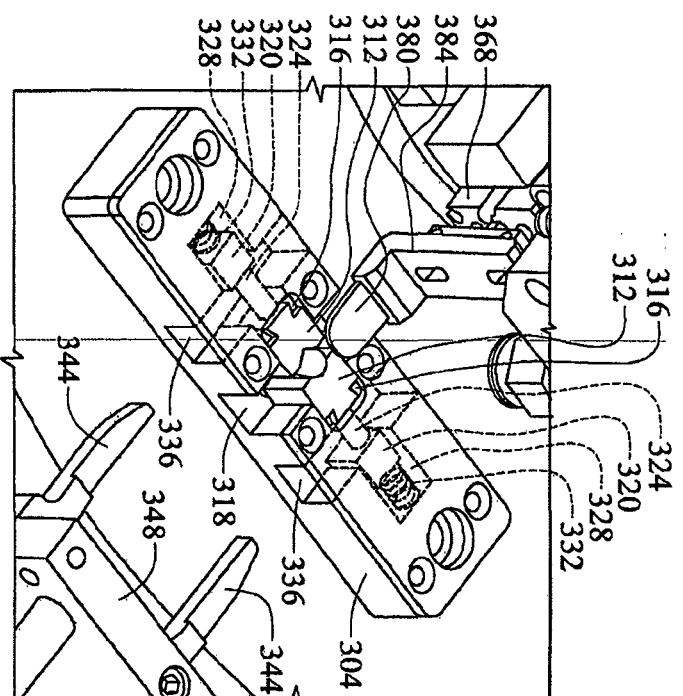


Fig. 6

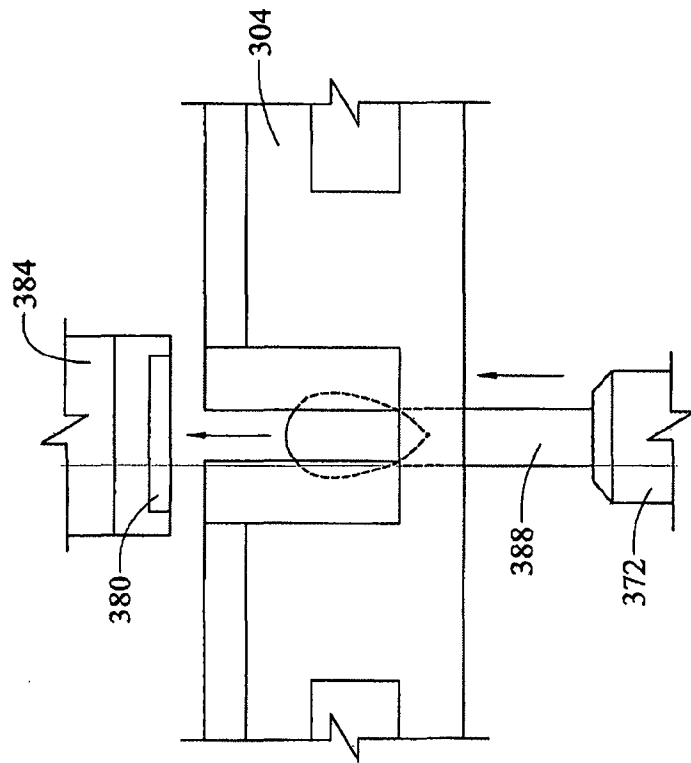


Fig. 7

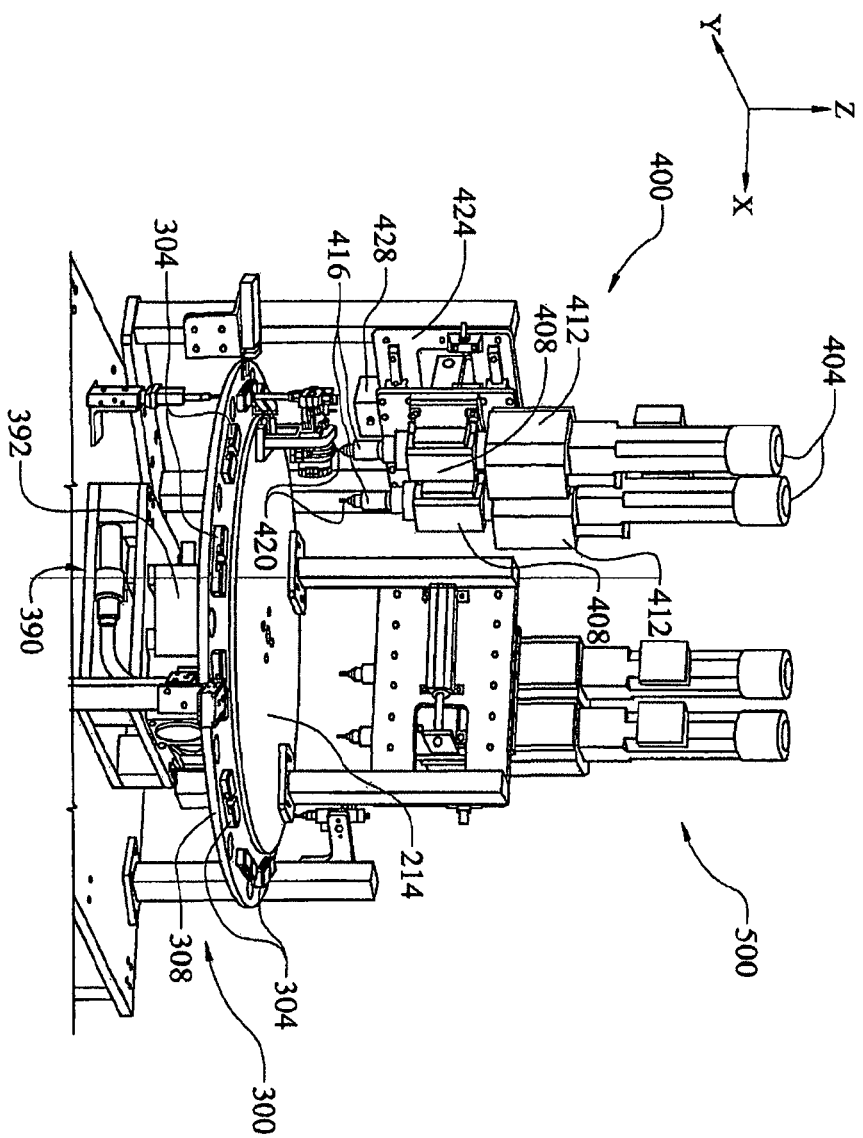


Fig. 8

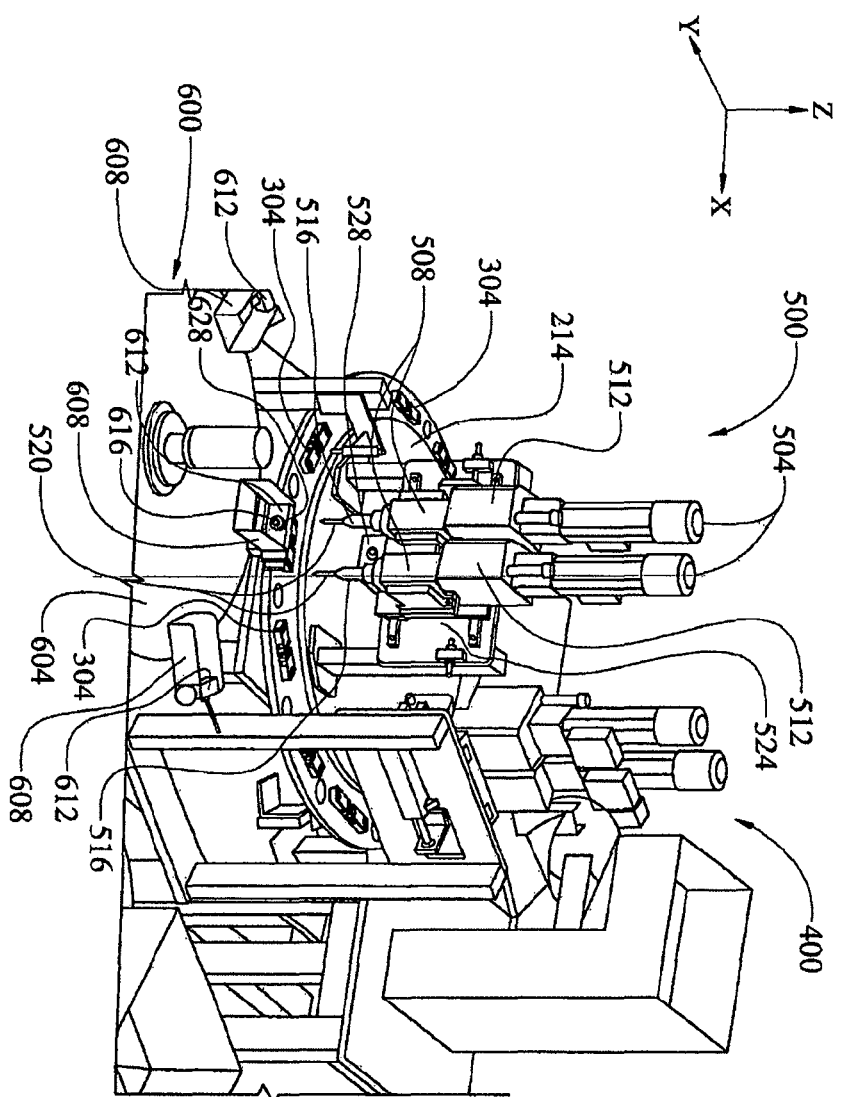


Fig. 9

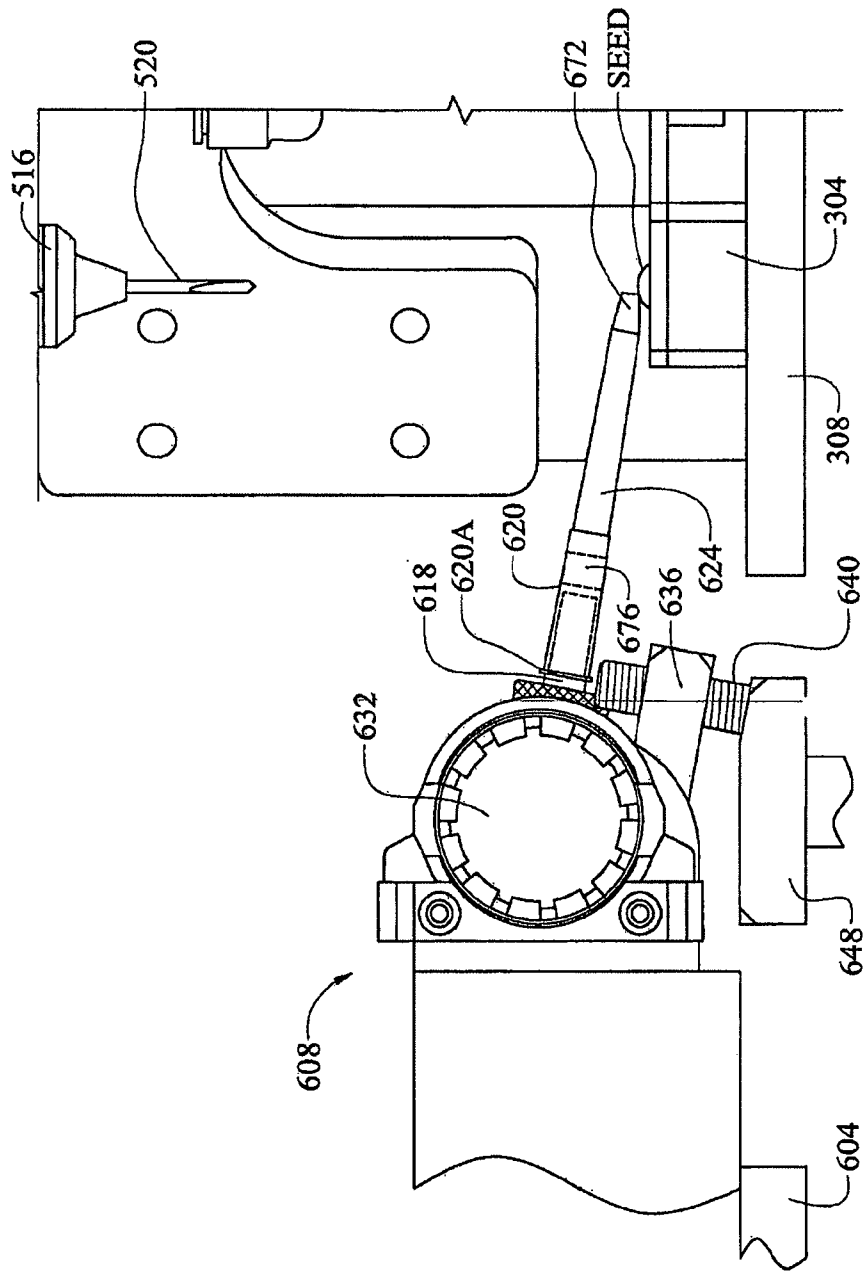


Fig. 10

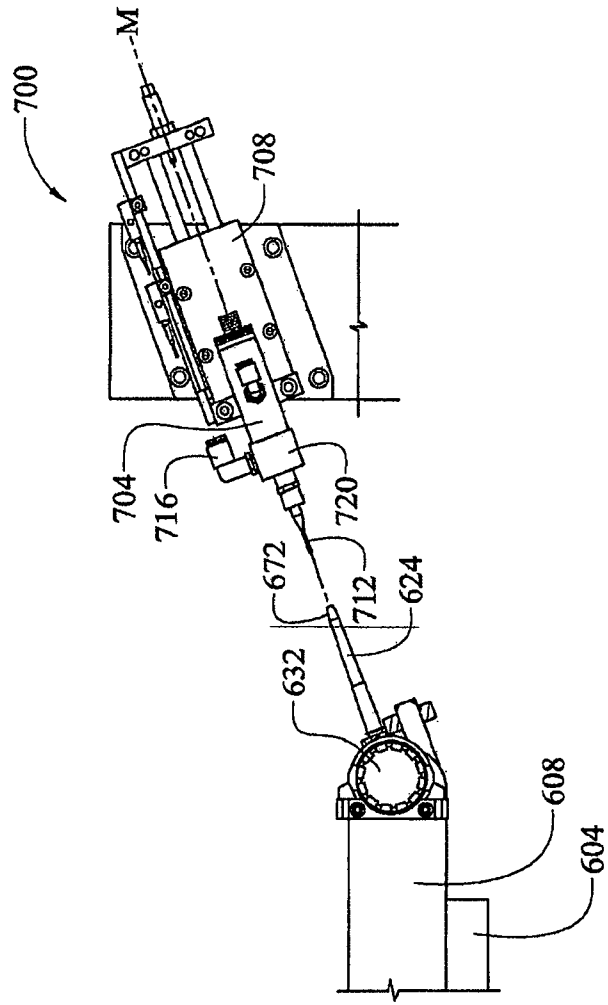


Fig. 11

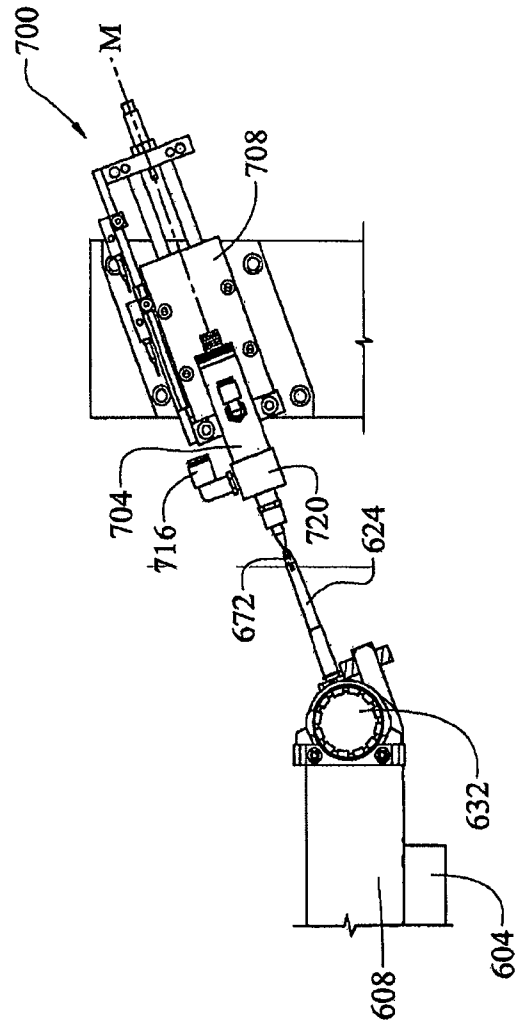
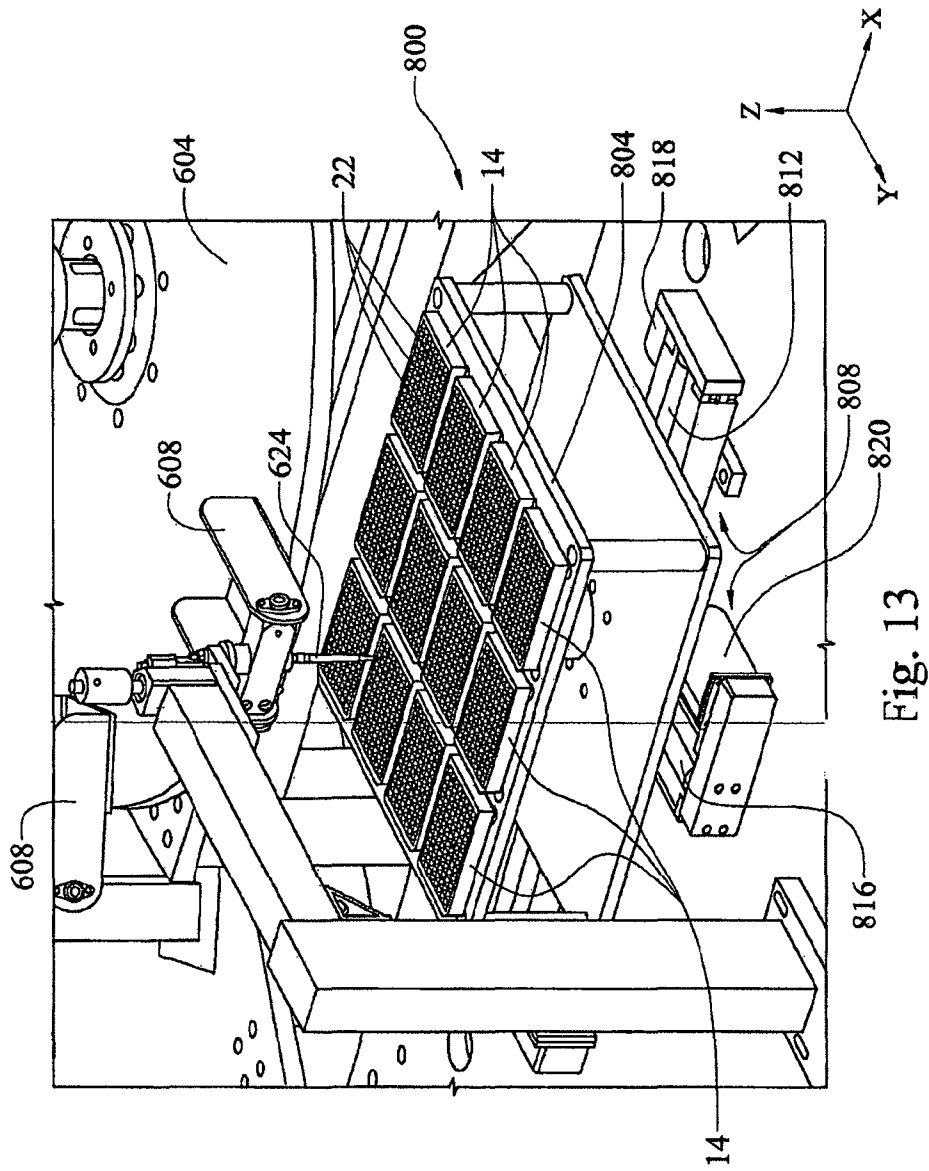


Fig. 12



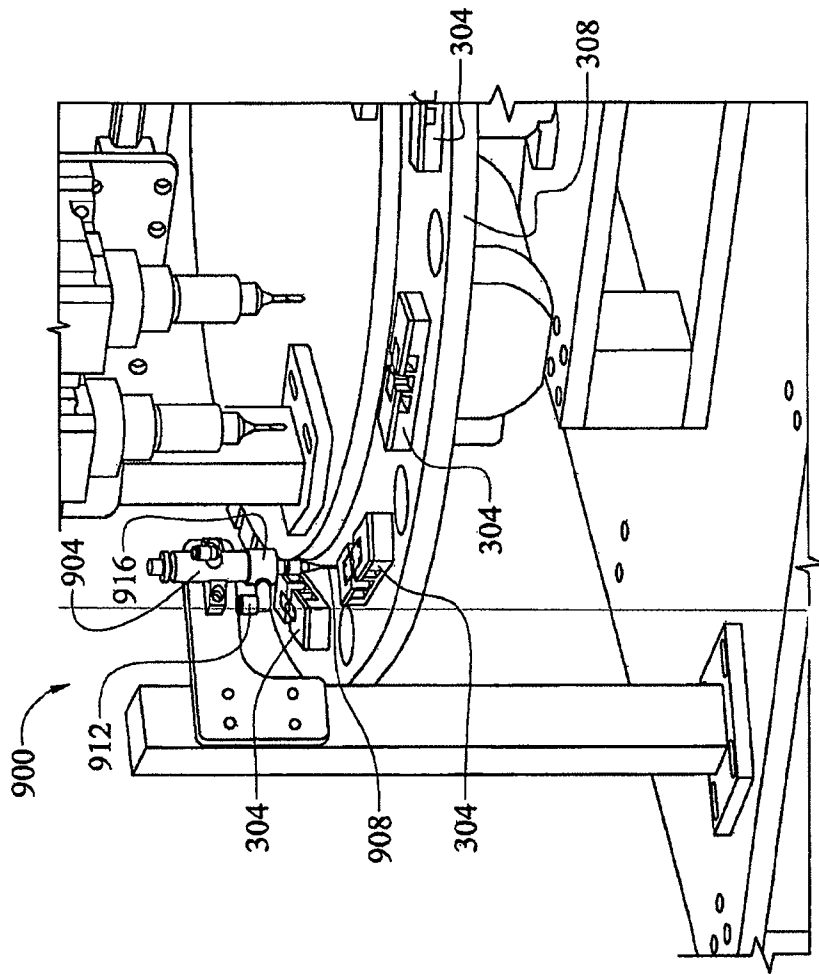


Fig. 14

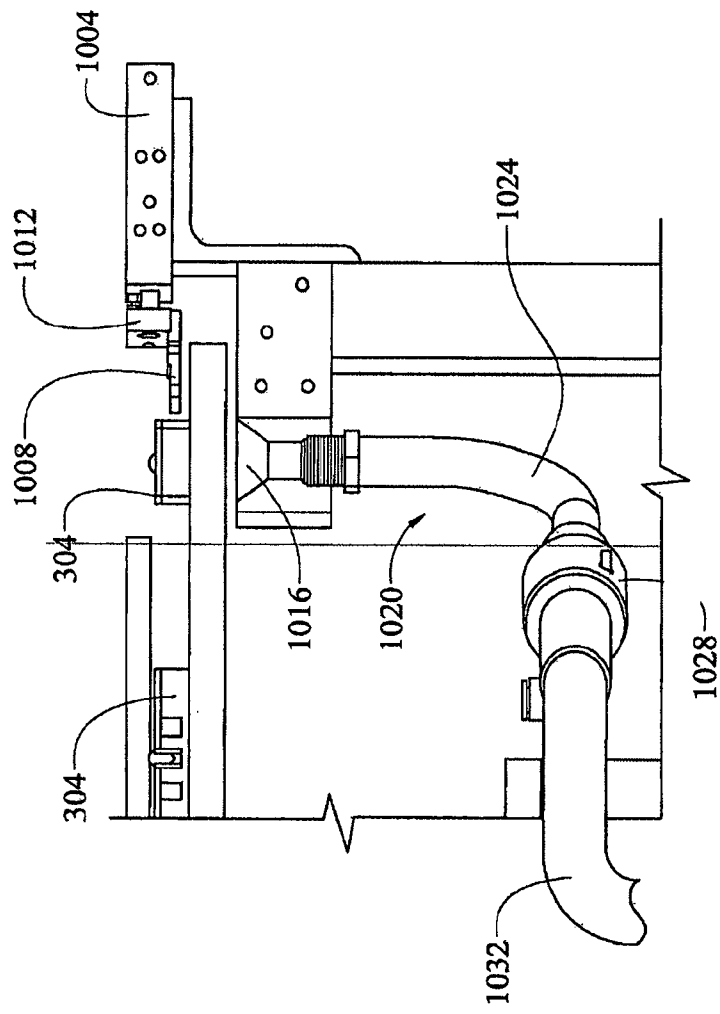


Fig. 15

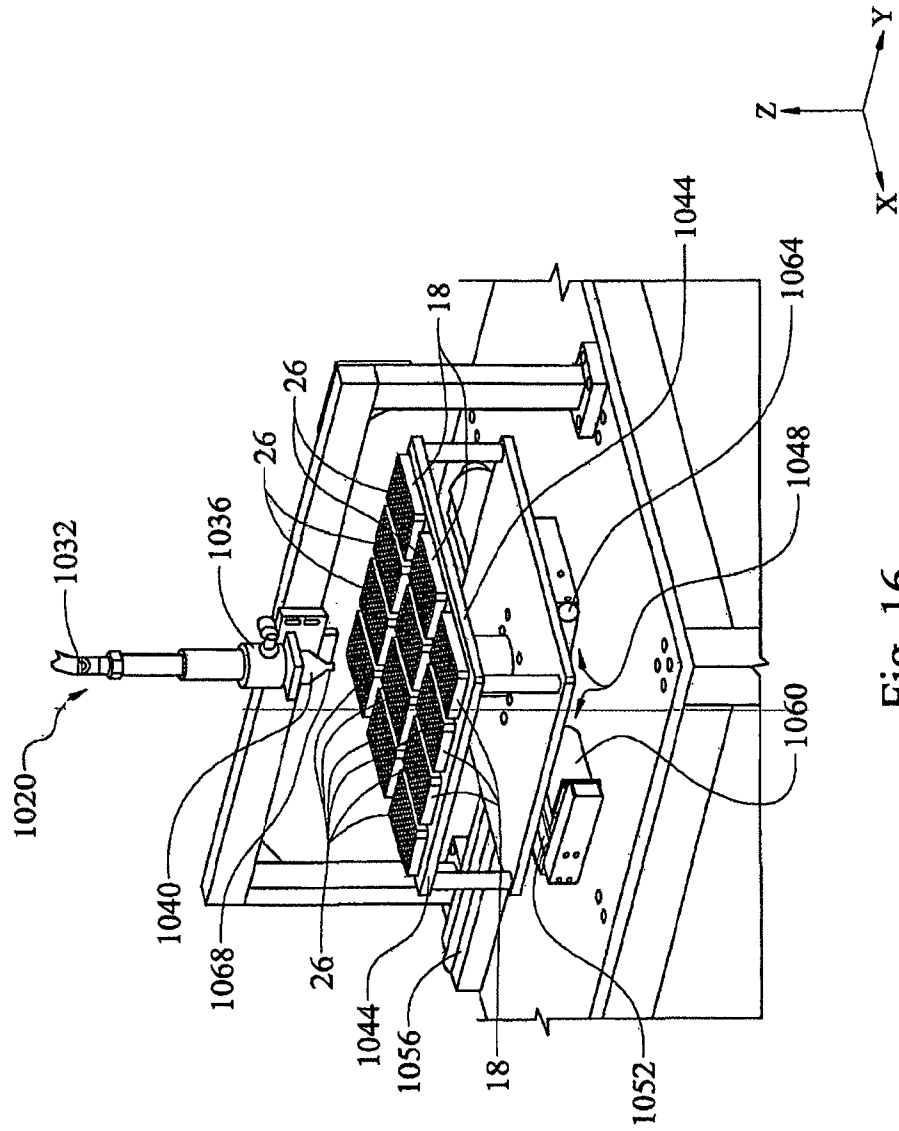


Fig. 16

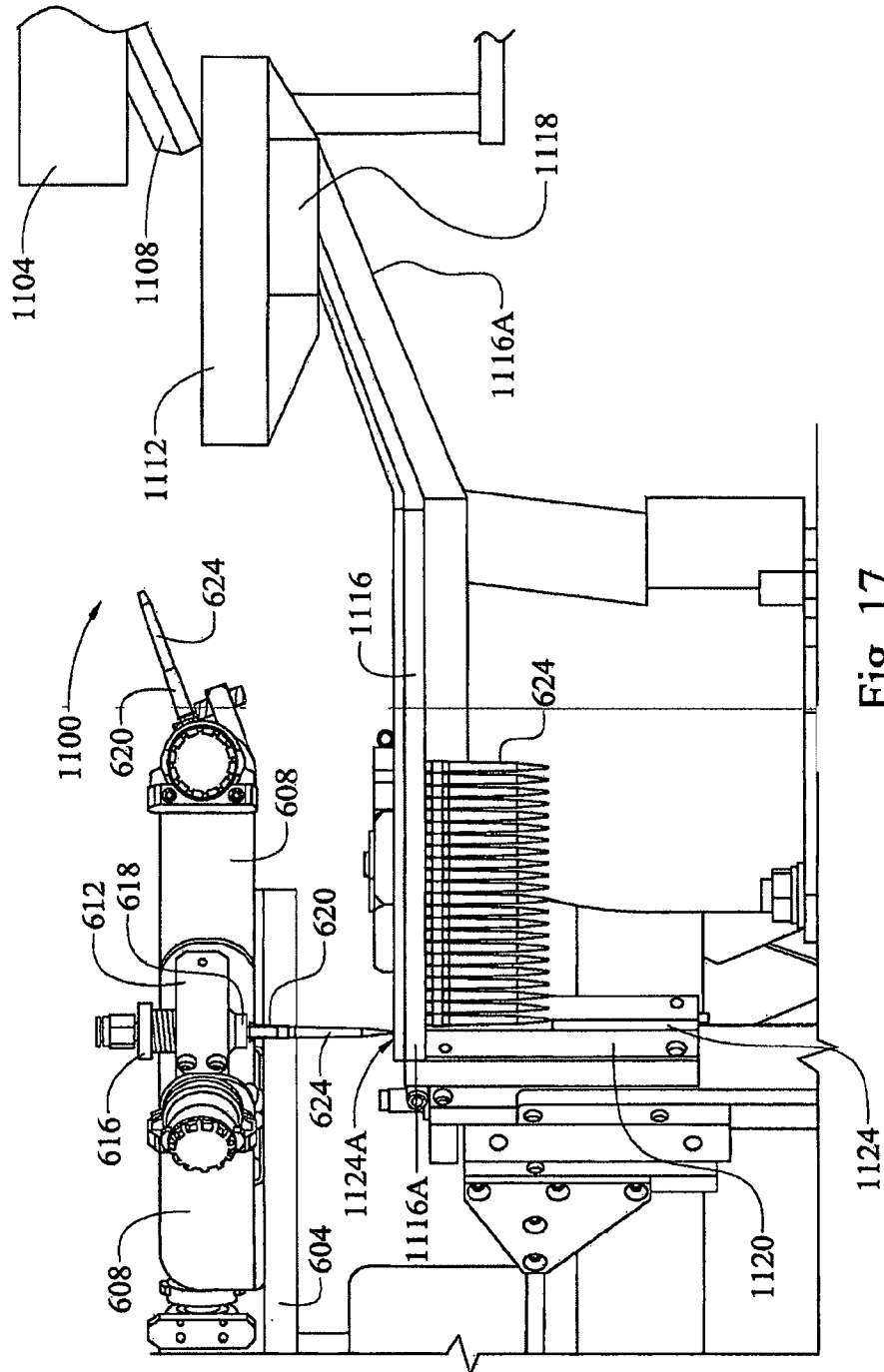


Fig. 17

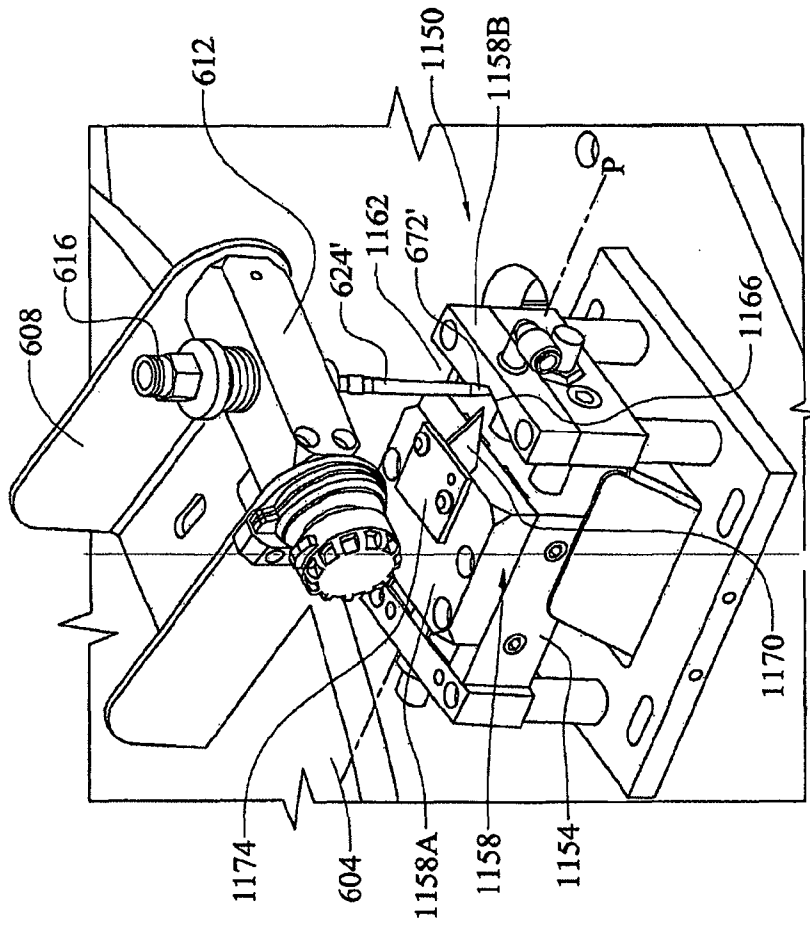


Fig. 18

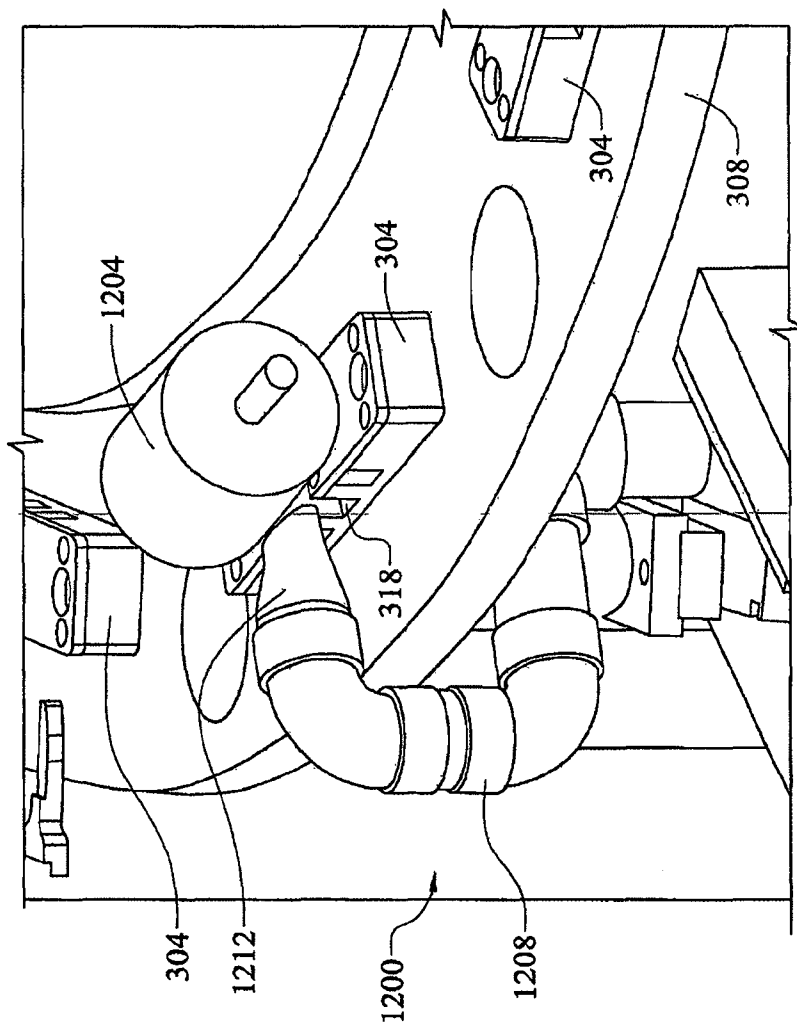


Fig. 19

RESUMO

Pedido de Patente: **"SISTEMA CLASSIFICADOR AUTOMÁTICO DE GRÃOS E MÉTODO AUTOMÁTICO PARA REMOVER UMA AMOSTRA DE TECIDO A PARTIR DE GRÃOS INDIVIDUAIS".**

Nas várias concretizações, a presente invenção proporciona um sistema classificador automático de grão (10) que inclui uma estação de moagem (400) para remover pelo menos uma parte do material de revestimento do grão a partir de um grão e uma estação de amostragem (500) para extrair uma amostra do material do grão a partir do grão, onde o revestimento do grão foi removido. Um subsistema de transporte de grão (300) transporta o grão entre a estação de moagem (400) e a estação de amostragem (500) e um subsistema de depósito de grão (1000) transporta o grão a partir do subsistema de transporte de grão (300) para um depósito selecionado em uma bandeja de grão (18) após o grão ter sido classificado.