



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

(21) PI 0811990-2 A2



* B R P I 0 8 1 1 9 9 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 29/05/2008
(43) Data da Publicação: 23/09/2014
(RPI 2281)

(51) Int.Cl.:
A01C 1/00
B07C 5/16
G01N 21/35

(54) Título: SEPARADOR DE SEMENTE

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 31/05/2007 US 60/941,155

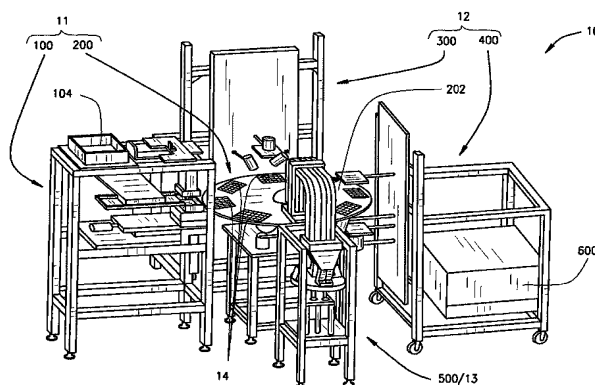
(73) Titular(es): Monsanto Technology LLC

(72) Inventor(es): James Crain, Kevin L. Deppermann, Mike Graham, Sam R. Eathington, Steven H. Modiano

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2008065138 de 29/05/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/150903 de 11/12/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SEPARADOR DE SEMENTE"**.

Campo

5 A presente descrição geralmente se refere a sistemas e métodos automatizados para a separação de objetos agrícolas pequenos, tal como sementes, com base em análise de imagem.

Antecedentes

10 As declarações nessa seção fornecem meramente informação de fundo relacionada com a presente descrição e pode não constituir técnica anterior.

Na indústria agrícola, e mais especificamente na indústria de cultivo de sementes, é importante para cientistas poderem analisar as sementes com alto rendimento. Por isso se deseja significar que a análise das sementes ocorre preferivelmente não apenas rapidamente, mas também de
15 forma confiável e com alto volume total. Por exemplo, no cultivo de sementes, grandes números de sementes são analisados para se determinar se as sementes possuem traços fenotípicos particulares ou marcadores de interesse. Historicamente, as sementes são examinadas manualmente, pesadas, identificadas pela presença ou ausência de traços ou marcadores desejados e então separadas. Tal análise manual da semente é uma tarefa ente-
20 diante e trabalhosa sujeita a erro humano.

Sumário

A presente descrição geralmente se refere a sistemas e métodos de separação de sementes individuais a partir de uma pluralidade de sementes com base em um ou mais fenótipos identificados de cada semente res-
25 pectiva. Os métodos são particularmente adaptados para automação, o que permite uma maior eficiência de separação e taxa de rendimento do que era anteriormente possível. Com a separação automatizada de semente permitida pelas várias modalidades da presente descrição, é possível se analisar
30 cada semente na população, e separar as identificadas como possuindo uma característica ou traço, por exemplo, sementes haploide, de outras sementes em uma alta taxa de rendimento.

Em várias modalidades, a presente descrição fornece um método de determinação de se as sementes dentre uma pluralidade de sementes exibem um fenótipo desejado. O método inclui o carregamento de sementes individuais em um estágio de criação de imagem, o direcionamento da luz nas sementes a partir de pelo menos dois ângulos direcionais e em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial, a coleta de dados de imagem a partir de pelo menos duas partes de cada semente selecionada a partir de uma parte superior, uma parte inferior e uma pluralidade de partes laterais de cada semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais, e a análise dos dados de imagem coletados para determinar se cada semente exibe um fenótipo desejado.

Em várias outras modalidades, a presente descrição fornece um sistema de separação de sementes para a separação de uma pluralidade de sementes com base nos fenótipos identificados das sementes. O sistema inclui uma estação de carregamento de semente estrutura e operável para carregar uma pluralidade de sementes em uma bandeja de semente de forma que cada semente seja depositada em um poço correspondente dentre uma pluralidade de poços na bandeja de semente. Adicionalmente, o sistema inclui pelo menos uma estação de criação de imagem estruturada para aquisição de dados de imagem da bandeja de semente carregada em cada uma dentre uma pluralidade de bandas de comprimento de onda espectral filtradas para cada um dentre uma pluralidade de ângulos de observação. O sistema inclui adicionalmente uma estação de descarga e separação estruturada para separar de forma seletiva cada semente para um depósito particular dentre uma pluralidade de depósitos de sementes com base no fato de se cada semente respectiva inclui um fenótipo desejado, como determinado pela análise dos dados de imagem adquiridos.

Em outras várias modalidades, a presente descrição fornece um método para a separação automática de sementes desejadas a partir de uma população de sementes. O método inclui o carregamento de cada pluralidade de sementes em uma pluralidade de poços correspondentes na bandeja de sementes. Dados de imagem da bandeja de sementes carregada

são então coletados em uma pluralidade de bandas de comprimento de onda espectrais. Dados de imagem controlados são então analisados para determinar se cada semente demonstra o fenótipo desejado. Em outras várias modalidades, a presente descrição fornece um método para a separação automática de sementes haploides de uma população de semente. O método inclui o depósito de uma pluralidade de sementes em uma bandeja de sementes compreendendo uma pluralidade de poços, cada semente sendo depositada em um poço individual da bandeja de sementes e criando a imagem das sementes dentro da bandeja de sementes para identificar as sementes que possuem um determinado fenótipo, e separando as sementes identificadas como possuindo o fenótipo desejado para um depósito de semente correspondente.

Em outras várias modalidades alternativas, a presente descrição fornece um sistema de separação de semente para separar uma pluralidade de sementes com base nos fenótipos identificados de sementes. O sistema inclui uma estação de carregamento de semente estruturado para carregar uma pluralidade de sementes em uma bandeja de sementes de forma que cada semente seja depositada em um poço correspondente dentre uma pluralidade de poços na bandeja de sementes. Adicionalmente, o sistema inclui uma primeira estação de criação de imagem estruturada e operável para adquirir dados de imagem de uma parte superior da bandeja de semente carregada em cada uma dentre uma pluralidade de bandas de comprimento de onda espectral filtradas. O sistema inclui adicionalmente uma segunda estação de criação de imagem estruturada e operável para adquirir dados de imagem de uma parte inferior da bandeja de semente carregada em cada uma dentre uma pluralidade de bandas de comprimento de onda espectrais filtradas. Adicionalmente, o sistema inclui uma estação de descarga e separação estruturada e operável para separar seletivamente cada semente para um depósito particular dentre uma pluralidade de depósitos de sementes com base no fato de se cada semente respectiva inclui um fenótipo desejado, como determinado pela análise dos dados de imagem adquiridos.

Em outras várias modalidades, a presente descrição fornece um

método para identificação automática de sementes possuindo um fenótipo desejado em uma população de sementes. O método inclui o carregamento de uma pluralidade de sementes em uma bandeja de semente compreendendo uma pluralidade de poços e um fundo transparente. Cada semente é depositada em um poço individual respectivo da bandeja de semente. A luz é então direcionada para uma parte superior da bandeja de semente carregada utilizando pelo menos duas primeiras fontes de luz posicionadas para fornecer diferentes ângulos de iluminação superior. O método inclui adicionalmente a passagem sequencial de luz refletida a partir da parte superior da bandeja de sementes carregada por cada primeira fonte de luz separada através de uma pluralidade de filtros espectrais para filtrar sequencialmente os comprimentos de onda espectrais específicos da luz refletida a partir de cada primeira fonte de luz. Os dados de imagem da parte superior da bandeja de semente carregada são então coletados sequencialmente à medida que cada filtro espectral é sequencialmente aplicado à luz refletida a partir de cada ângulo de iluminação superior separado. O método inclui adicionalmente o direcionamento de luz em uma parte inferior da bandeja de semente carregada utilizando pelo menos uma segunda fonte de luz posicionada para fornecer pelo menos um ângulo de iluminação inferior. O método ainda inclui adicionalmente a passagem sequencial da luz refletida a partir da parte inferior da bandeja de semente carregada, pela pelo menos uma segunda fonte de luz, através de uma pluralidade de filtros espectrais para filtrar sequencialmente os comprimentos de onda espectrais específicos. Os dados de imagem da parte inferior da bandeja de semente carregada são então sequencialmente coletados à medida que cada filtro espectral é sequencialmente aplicado à luz refletida a partir do pelo menos um ângulo de iluminação inferior. Os dados de imagem superior e inferior coletados são então analisados para determinar se cada semente na bandeja de semente não possui um fenótipo indicativo de um traço diploide, de forma que a semente seja classificada como uma haploide.

Em outras várias modalidades, a presente descrição fornece um sistema de separação de sementes para a separação de uma pluralidade de

sementes com base nos fenótipos identificados das sementes. O sistema inclui pelo menos uma estação de criação de imagem estruturada para adquirir dados de imagem, a partir de pelo menos um ângulo de observação, da bandeja de semente carregada em cada uma dentre uma pluralidade de
5 bandas de comprimento de onda espectrais filtradas para cada um dentre uma pluralidade de ângulos de iluminação.

Em modalidades adicionais, a presente descrição fornece um método de determinação de se sementes individuais dentre uma pluralidade de sementes exibem um fenótipo desejado. O método inclui o carregamento
10 de cada semente de um conjunto de sementes em um estágio respectivo dentre uma pluralidade de estágios de criação de imagem espelhada possuindo fundos transparentes, e substancialmente de forma simultânea direcionando luz, em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial em uma parte superior e uma parte inferior de cada estágio
15 de criação de imagem espelhada carregado. O método inclui adicionalmente a coleta substancialmente simultânea de dados de imagem para uma parte superior, uma parte inferior e uma pluralidade de partes laterais de cada semente carregada, em cada um dos comprimentos de onda espectrais, a análise dos dados de imagem coletados para determinar se cada semente exibe
20 um fenótipo desejado, e a deposição seletiva de cada semente do conjunto de sementes em um depósito de sementes respectivo selecionado dentre de uma pluralidade de depósitos de semente com base na determinação de se cada semente respectiva exibe o fenótipo desejado.

Em modalidades adicionais, a presente descrição fornece um
25 sistema de separação de uma pluralidade de sementes com base nos fenótipos identificados de sementes. O sistema inclui uma estação ótica e controladora estruturada e operável para coletar de forma substancialmente simultânea os dados de imagem de uma parte superior de cada semente respectiva em um conjunto de sementes, uma parte inferior de cada semente respectiva no conjunto de sementes e uma pluralidade de partes laterais de cada semente respectiva no conjunto de sementes. A estação ótica e controladora é adicionalmente estruturada e operável para analisar os dados de i-

imagem coletados para determinar se cada semente exibe um fenótipo desejado. O sistema inclui adicionalmente uma estação de carregamento, transporte e separação de sementes estruturada e operável para separar cada semente do conjunto de sementes a partir de uma pluralidade de sementes em uma tremonha de volume de sementes, transportar o conjunto de sementes para a estação ótica e controladora e separar seletivamente cada semente para um depósito respectivo dentre uma pluralidade de depósitos de sementes com base no fato de se cada semente respectiva exibe o fenótipo desejado.

Em outras modalidades adicionais, a presente descrição fornece um método de determinação de se as sementes individuais dentre uma pluralidade de sementes exibe um fenótipo desejado. O método inclui o carregamento de cada semente de um conjunto de sementes em um estágio respectivo dentre uma pluralidade de estágios de criação de imagem espelhada possuindo fundos transparentes, e o direcionamento substancialmente simultâneo de luz em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial em uma parte superior e uma parte inferior de cada estágio de criação de imagem espelhada carregado. O método inclui adicionalmente a coleta substancialmente simultânea de dados de imagem para uma parte superior, uma parte inferior e uma pluralidade de partes laterais de cada semente carregada em cada um dos comprimentos de onda espectrais. O método inclui adicionalmente a análise dos dados de imagem coletados para determinar se cada semente exibe um fenótipo desejado, e depositando seletivamente cada semente do conjunto de sementes em um depósito respectivo selecionado dentre uma pluralidade de depósitos de semente com base na determinação de se cada semente respectiva exibe o fenótipo desejado.

Áreas adicionais de aplicabilidade dos presentes ensinamentos se tornarão aparentes a partir da descrição fornecida aqui. Deve-se compreender que a descrição e os exemplos específicos servem à finalidade de ilustração apenas e não devem limitar o escopo dos presentes ensinamentos.

Desenhos

Os desenhos descritos aqui são ilustrativos apenas e não devem limitar o escopo dos presentes ensinamentos de forma alguma.

5 A figura 1 é um diagrama em bloco de um sistema de separação de semente automatizado e operável para separar uma pluralidade de sementes, criar imagem, analisar e classificar cada semente, e separar cada semente com base na classificação, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

10 A figura 2a é uma vista isométrica do sistema de separação de semente ilustrado na figura 1, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 2b é um diagrama em bloco funcional do sistema de separação de sementes ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

15 A figura 3a é uma vista isométrica de uma estação de carregamento de semente do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

As figuras 3b e 3c são vistas laterais esquemáticas de uma parte de escolha da estação de carregamento ilustrada na figura 3a;

20 As figuras 3d e 3e são vistas laterais esquemáticas de uma parte de translação da estação de carregamento de semente ilustrada na figura 3a;

A figura 4a é uma vista isométrica de um subsistema de transporte de semente do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

25 A figura 4b é uma vista superior do subsistema de transporte ilustrado na figura 4a;

A figura 5a é uma vista dianteira de uma primeira estação de criação de imagem do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

30 A figura 5b é uma vista lateral do primeiro subsistema de criação de imagem ilustrado na figura 5a;

A figura 6a é uma vista dianteira de uma segunda estação de

criação de imagem do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

A figura 6b é uma vista lateral do segundo subsistema de criação de imagem ilustrado na figura 6a;

5 A figura 7a é uma vista isométrica de uma estação de descarga do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 7b é uma vista lateral esquemática da estação de descarga ilustrada na figura 7a;

10 A figura 8 é uma vista superior do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a;

A figura 9 é um fluxograma ilustrando uma visão geral ilustrativa da operação do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

15 As figuras 10a a 10f são ilustrações ilustrativas de imagens coletadas de uma única bandeja de sementes, em várias larguras de banda espectrais, utilizando o sistema de separação de sementes ilustrado na figura 1;

A figura 11 é um fluxograma ilustrando uma visão geral de um processo de análise de imagem ilustrativo executado por um sistema controlador central do sistema de separação de sementes, ilustrado na figura 2a, para classificar e separar as sementes que tiveram suas imagens criadas pelo sistema de separação de semente, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

20

As figuras 12a a 12d são ilustrações representativas e tabulares ilustrativas ilustrando os resultados de várias etapas do processo de análise de imagem ilustrado na figura 11;

25

A figura 13a é uma vista lateral de um sistema de separação de semente ilustrado na figura 1, de acordo com outras várias modalidades da presente descrição;

30 A figura 13b é uma vista lateral do sistema de separação de semente ilustrado na figura 13a separado em um primeiro módulo e um segundo módulo, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 14 é um diagrama em bloco funcional do sistema de separação de semente ilustrado nas figuras 13a e 13b, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

5 A figura 15a é uma vista isométrica de um subsistema de carregamento e transporte do sistema de separação de semente ilustrado na figura 13a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

A figura 15b é uma vista lateral de um conjunto de escape do subsistema de carregamento e transporte ilustrado na figura 15a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

10 A figura 15c é uma vista superior de um escorrega de retenção do conjunto de escape ilustrado na figura 15b, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 15d é uma vista isométrica de um carregador do subsistema de carga e transporte ilustrado na figura 15a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 15e é uma vista isométrica de um par de sapatas de carregamento do carregador ilustrado na figura 15d, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

20 A figura 15f é uma vista isométrica de um lado inferior do par de sapatas de carregamento ilustrado na figura 15e, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 16 é uma vista isométrica de um subsistema de criação de imagem e análise do sistema de separação de semente ilustrado na figura 13a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

25 A figura 16a é uma vista isométrica de uma parte de um teatro de criação de imagem incluído no subsistema de criação de imagem e análise ilustrado na figura 16, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

30 A figura 16b é uma vista isométrica de um conjunto de estágio de criação de imagem incluído na parte do teatro de criação de imagem ilustrado na figura 16a, ilustrando os fundos do alçapão de uma pluralidade de estágios de criação de imagem em uma posição de eliminação de semente

de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 16c é uma vista transversal ao longo da linha C-C de um acessório de espelho dos estágios de criação de imagem 16b, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

5 A figura 16d é uma vista isométrica de um conjunto de espelho inferior do teatro de criação de imagem ilustrado na figura 16, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 16e é uma vista transversal ao longo da linha E-E do conjunto de espelho ilustrado na figura 16d, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

10 A figura 16f é uma vista lateral do sistema de separação de semente ilustrado na figura 13a, incluindo um recinto de quarto escuro, de acordo com outras várias modalidades da presente descrição;

A figura 17a é uma vista isométrica de um subsistema de descarga e separação do sistema de separação de sementes ilustrado na figura 13a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

15 A figura 17b é uma vista lateral de um separador de semente de imagem criada do subsistema de descarga e separação ilustrado na figura 17a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

20 A figura 17c é uma vista lateral de um par de canais de separação e bujões de desvio de semente incluídos no separador de semente de imagem criada ilustrado na figura 17b, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

A figura 18 é um fluxograma ilustrativo ilustrando a operação geral do sistema de separação de sementes ilustrado na figura 13a, de acordo com as várias modalidades da presente descrição;

25 A figura 19 é um fluxograma ilustrando uma visão geral de um processo de análise de imagem ilustrativo executado por um sistema de controle principal do sistema de separação de semente, ilustrado na figura 13a, de acordo com várias modalidades da presente descrição;

30 As figuras 20a, 20b e 20c são representações ilustrativas mostrando os resultados de várias etapas de processo de análise de imagem

ilustrado na figura 19; a figura 20a ilustra uma representação ilustrativa de uma imagem de "vista superior" depois de uma máscara de fundo ter sido aplicada; a figura 20b apresenta uma representação ilustrativa de uma imagem de "vista superior" depois de máscaras de fundo e de limite de primeiro tamanho terem sido aplicado; e a figura 20c apresenta uma representação ilustrativa de uma imagem de "vista superior" depois que a máscara de fundo, a primeira máscara de limite de tamanho e a máscara de enchimento e erosão terem sido aplicadas.

Descrição Detalhada

10 A descrição a seguir é meramente ilustrativa por natureza e não deve limitar de forma alguma os presentes ensinamentos, aplicação, ou utilizações. Por toda essa especificação, as referências numéricas serão utilizadas para se referir a elementos similares.

15 A figura 1 é um diagrama em bloco de um sistema de separação de semente automatizado 10 que é estruturado e opera para receber uma pluralidade de qualquer tipo desejado de semente, separar as sementes, criar imagem e analisar cada semente separada para identificar as características e fenótipos desejados, e separar as sementes com base nas características e fenótipos desejados identificados. Geralmente, o sistema de separação de semente automatizado 10 inclui um subsistema de carga e transporte (L & T) 11 que é estruturado e opera para receber a pluralidade de tipos desejados de sementes, separar as sementes e transportar as sementes para um subsistema de criação de imagem e análise (I & A) 12. O subsistema I & A 12 é estruturado e opera para coletar os dados de imagem de cada semente separada e analisar os dados de imagem coletados para classificar cada semente respectiva. Por exemplo, cada semente pode ser classificada com base no fato de se cada semente respectiva possui um ou mais das características ou fenótipos desejados.

25 Um subsistema de descarga e separação (OL&S) 13 então separa para cada semente respectiva em um depósito particular dentre um ou mais da pluralidade de depósitos de semente com base na classificação de cada semente respectiva. Por exemplo, todas as sementes possuindo uma ou

mais das características ou fenótipos desejados, como identificado pelo subsistema I&A 12 pode ser separada para um ou mais dos depósitos de semente correspondentes, enquanto todas as sementes que não possuem um ou mais das características ou fenótipos desejados podem ser separadas para um ou mais dos outros depósitos de semente correspondentes. De forma similar, todas as sementes para as quais não se tem certeza de que possui ou não um ou mais das características ou fenótipos desejados podem ser separadas para um ou mais dos outros depósitos de sementes correspondentes. Adicionalmente ainda, todas as sementes rejeitadas, por exemplos, as sementes parciais, sementes duplas ou sementes que não correspondem os critérios de tamanho predeterminados, podem ser separadas para um ou mais dos outros depósitos de semente correspondentes. O sistema de separação de semente automatizado 10 inclui adicionalmente um sistema de controle central 16 que é estruturado e opera para controlar todas as operações do sistema de separação de semente 10. Isso é, o sistema de controle central 16 controla e coordena de forma simultânea as operações de cada um dos subsistema L&T 11, subsistema I&A 12, e subsistema OL&S 13 para realizar a separação, criação de imagem, análise e separação de cada uma dentre a pluralidade de sementes carregadas no subsistema L&T 11, como descrito abaixo.

Deve-se compreender que as várias modalidades do sistema de separação de semente 10, ilustrado e descrito de forma ilustrativa aqui, incluem várias braçadeiras estacionárias, feixes, plataformas, pedestais, suportes, etc., aos quais vários componentes, dispositivos, mecanismos, sistemas, subsistemas, conjuntos e subconjuntos descritos aqui são acoplados, conectados e/ou montados. Apesar de tais braçadeiras, feixes, plataformas, pedestais, suportes, etc. serem necessários para se construir as várias modalidades do sistema de separação de semente 10, a descrição de sua colocação, orientação e interconexões não é necessária para os versados na técnica compreenderem de forma fácil e completa a estrutura, função e operação das várias modalidades do sistema de separação de semente 10. Ademais, tais braçadeiras, feixes, plataformas, pedestais, suportes, etc., são

claramente ilustrados por todas as figuras e, como tal, sua colocação, orientação e interconexões são facilmente compreendidas pelos versados na técnica. Portanto, por motivos de simplicidade, tais braçadeiras, feixes, plataformas, pedestais, suportes, etc., serão referidos aqui meramente como estruturas de suporte de sistema, sem qualquer descrição adicional de sua colocação, orientação e interconexões.

Com referência agora à figura 2a, em várias modalidades, o sistema de separação de semente 10 pode ser um sistema de separação de semente de transporte rotativo de quatro estações onde o subsistema L&T 11 pode compreender uma estação de carregamento de semente 100 e um subsistema de transporte de semente rotativo 200, o subsistema I&A 12 pode compreender uma primeira estação de criação de imagem de semente 300 e uma segunda estação de criação de imagem 400, e o subsistema OL&S 13 pode compreender uma estação de descarga e separação de semente 500. Adicionalmente, o sistema de controle central 16 do sistema de separação de semente 10 pode compreender um sistema de controle principal 600.

Com referência às figuras 2a e 2b, a figura 2b ilustra um diagrama em bloco funcional do sistema de separação de semente ilustrado na figura 2a, de acordo com várias modalidades. Geralmente, em tais modalidades, o sistema de separação de semente 10 é estruturado e opera para isolar uma pluralidade de sementes a partir de uma tremonha de volume de semente 104 e colocar as sementes isoladas em uma dentre uma pluralidade de bandejas de semente de múltiplos poços transparente 14 na estação de carregamento de semente 100. Mais particularmente, as bandejas de semente 14 incluem um fundo transparente, por exemplo, um fundo de quartzo, como descrito abaixo. As bandejas de semente 14 são retidas dentro de uma mesa de transporte de indexação 202 do subsistema de transporte 200 que é estruturado e opera para posicionar de forma incrementada cada bandeja de semente 14 em, isso é, adjacente a cada estação de carregamento 100, primeira estação de criação de imagem 300, segunda estação de criação de imagem 400 e estação de descarga 500. O sistema de sepa-

ração de semente 10 é adicionalmente estruturado e opera para coletar múltiplas imagens de pelo menos um lado das sementes dentro da bandeja de semente 14, através da primeira estação de criação de imagem 300. O sistema de separação de semente 10 é adicionalmente estruturado e opera para coletar as múltiplas imagens de pelo menos um outro lado das sementes dentro da bandeja de sementes 14, através da segunda estação de criação de imagem 400. As imagens coletadas nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400 podem ser qualquer tipo desejável de imagens. Por exemplo, as imagens podem ser imagens visuais, imagens quase infravermelhas (NIR), ou imagens NMR/MRI, ou qualquer outro tipo de imagens. Em várias modalidades, as primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400 coletam uma pluralidade de imagens digitais em vários comprimentos de onda espectrais.

Em modalidades adicionais, essa invenção contempla a separação automatizada de semente haploide com base nas características detectáveis com instrumentos analíticos além de detecção ótica. Por exemplo, a semente pode ser armazenada com base em uma característica outra além da cor ou marcadores fluorescentes, tal como um teor de óleo. A invenção contempla adicionalmente um aparelho e método para a separação automatizada de sementes haploides que é baseada em uma variedade de técnicas analíticas que quando utilizadas em conjunto podem facilitar a separação das sementes haploides e diploides de forma altamente automatizada, onde a tecnologia MRI e NMR é empregada em paralelo ou em substituição à tecnologia ótica da presente invenção.

Em um aspecto específico, a semente será separada com base no teor de óleo, levando vantagem das diferenças fenotípicas entre as sementes haploides e diploides no teor de óleo, que é geralmente mais baixo na semente haploide do que na semente diploide. É possível se aumentar a diferença no teor de óleo entre a semente haploide e diploide pela utilização de uma linha de indução haploide que foi criada para óleo aumentado, permitindo, assim, a separação fenotípica automatizada de uma população de sementes com base no teor de óleo. Métodos de detecção de teor de óleo

na semente utilizando imagem de ressonância magnética (MRI) foram descritos na patente U.S. No. 7.367.155, que é incorporada aqui por referência em sua totalidade. A separação por teor de óleo pode reduzir muito ao tempo para selecionar a semente haploide para uso nas atividades de aperfeiçoamento de germplasm, além de facilitar a separação de um volume muito maior de sementes.

Como descrito adicionalmente abaixo, em várias modalidades, o sistema de separação de semente 10 ilustrado e descrito com referência às figuras 1 a 12d pode ser estruturado e opera para implementar a análise de múltiplas variações para analisar os dados de imagem das múltiplas imagens coletadas nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400. Mais particularmente, em tais modalidades, os dados de imagem podem ser comunicados para o sistema de controle principal 600 onde a análise de múltiplas variações é realizada nos dados de imagem coletados para identificar se as sementes individuais na bandeja de sementes 14 possuem um ou mais dos fenótipos desejados, isso é, traços e/ou características observáveis. Adicionalmente ainda, o sistema de separação de semente 10 é estruturado e opera para descarregar individualmente cada semente a partir de cada bandeja de semente 14 e separar cada semente em um depósito particular dentre uma pluralidade de depósitos de semente 18 com base no fenótipo identificado da semente respectiva como determinado através da análise de múltiplas variações.

A operação do sistema de separação de semente 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras 1 a 12d é controlada e automatizada pelo sistema de controle principal 600 de forma que as operações realizadas pela estação de carga 100, pelas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400, e a estação de descarga 500 ocorram substancialmente sem a necessidade de interação, intervenção ou controle humano. No entanto, tais ações como o carregamento de sementes na tremoinha de volume de sementes 104 e/ou a manipulação e/ou alteração física de depósitos de sementes 18 (individual ou coletivamente) e várias outras configurações manuais necessárias e/ou calibrações podem ser realizadas ma-

nualmente com participação humana.

Geralmente, em várias modalidades, o sistema de controle principal 600 pode incluir um ou mais processadores e/ou microprocessadores, e um ou mais dispositivos de armazenamento eletrônico de dados utilizado para armazenar e executar vários programas personalizados, aplicativo se /ou algoritmos para efetuar a operação do sistema de separação de sementes 10. De acordo, o sistema de controle principal 600 pode compreender um computador especialmente programado, ou sistema de computador, em comunicação com os dispositivos de sistema associados que permitem a comunicação com e o controle das operações de várias estações e componentes correspondentes 22 do sistema de separação de sementes 10. Apesar de o sistema de controle principal 600 ser ilustrado na figura 2a como uma unidade única, o sistema de controle principal 600 pode ser um sistema com base em computador único ou uma pluralidade de subsistemas com base em computador em rede juntos para coordenar as operações simultâneas do sistema de separação de semente 10, como descrito aqui. Por exemplo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 600 pode incluir uma pluralidade de subsistemas de controle periférico 604, por exemplo, um subsistema de controle periférico 604 para cada estação descrita aqui. Cada subsistema de controle periférico 604 pode incluir um ou mais processadores, microprocessadores e dispositivos de armazenamento eletrônico de dados que realizam a comunicação com vários componentes do sistema de separação de semente 22, por exemplo, sensores, dispositivos, mecanismos, motores, ferramentas, etc., e são colocados em rede juntos com um subsistema de controle principal 608 para operar de forma cooperativa todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema de amostragem de semente 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras de 1 a 12d. Ou, alternativamente, o sistema de controle principal 600 pode compreender um computador único comunicativamente conectado a todos os vários componentes do sistema 22 para operar de forma cooperativa todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema de amostragem de semente 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras 1 a 12d.

Em adição ao armazenamento de programação para o controle da operação do sistema de separação de semente 10, os dispositivos de armazenamento eletrônico de dados (ou outra funcionalidade de armazenamento de dados, não explicitamente ilustrada, mas inerentemente presente) 5 fornecidos dentro do sistema de controle principal 600 são utilizados para armazenar as imagens coletadas e os dados de imagem relacionados com cada semente individual dentro da bandeja de semente 14 em uma base de dados ou outro formato adequado. Adicionalmente, os dispositivos de armazenamento de dados do sistema de controle principal 600 também podem 10 armazenar dados de localização recebidos a partir de ou derivados com relação ao controle da operação da estação de descarga 500 referente aos depósitos 18 onde as sementes foram depositadas. Esses dados de localização são correlacionados na base de dados ou outro formato com os dados de imagem com base em cada semente individual.

15 Como descrito acima, o sistema de controle principal 600 se comunica com vários componentes de sistema de separação de semente 22 que incluem vários sensores de sistema. Os sensores de sistema operam para detectar as condições de interesse durante a operação do sistema de separação de semente 10 e comunica essa informação para o sistema de 20 controle principal 600. Com essa informação, o sistema de controle principal 600 gera comandos de controle que realiza as operações e ações das várias estações e componentes do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, a informação de condição percebida pode se referir a: carregamento bem-sucedido de sementes a partir da tremonha de sementes 104; posicionamento das bandejas 14 ao longo do percurso de transporte durante a operação do subsistema de transporte 200; a deposição de cada semente dentro do depósito de semente adequado 18; a situação (por exemplo, posição, localização, vácuo, pressão, e similar) de várias partes de componentes das 25 várias estações 100, 300, 400 e 500; operação, manutenção, desempenho e retorno de erro dos vários componentes de cada estação 100, 300, 400 e 30 500 (separados de, ou talvez compreendendo ou em conjunto com os dados coletados); e similares. Mais especificamente, a informação de sensor que é

coletada e processada para uso no controle da operação do sistema de separação de semente 10 pode incluir informação como: temperatura; voltagem; corrente; pressão; e similares, que podem ser monitorados com relação à operação de cada uma das estações, subsistemas e componentes associados do sistema de separação de semente 10.

Com referência agora às figuras 2a e 3a, de acordo com as várias modalidades, a estação de carregamento de semente 100 inclui um mecanismo de alimentação de semente 106 posicionado sob uma saída 108 da tremonha de volume de semente 104. O mecanismo de alimentação de semente geralmente inclui uma plataforma de alimentação 110 operacionalmente conectada a um acionador linear de eixo geométrico X 114 através de um estágio de translação 118. Em operação, uma grande quantidade de sementes é colocada, manualmente ou através de meios automatizados, na tremonha de volume de semente 104, através de uma entrada de tremonha de volume de semente 122. As sementes são então distribuídas a uma taxa desejada para a plataforma de alimentação 110 que está sendo linearmente alternada ao longo do eixo geométrico X de forma que uma borda dianteira 126 da plataforma de alimentação 110 se move linearmente para trás e para frente através de uma parte de um topo aberto de um reservatório de coleta de semente 130. A saída da tremonha de volume de semente 108 é estruturada de forma que à medida que a plataforma de alimentação 110 se move em uma primeira direção na direção do reservatório de coleta de semente 130, uma quantidade desejada de sementes é distribuída para a plataforma de alimentação 110. Então, à medida que a plataforma de alimentação alterna em uma segunda direção para longe do reservatório de coleta de semente 130, uma virola dianteira 134 da saída da tremonha 108 empurra as sementes recém distribuídas na direção da borda traseira 126 da plataforma de alimentação 110. Isso faz com que uma quantidade determinada das sementes perto da borda dianteira de plataforma de alimentação 126 caia dentro do reservatório de coleta de semente 130.

Com referência adicionalmente às figuras 3b e 3c, o reservatório de coleta de sementes 130 inclui uma pluralidade de partes inferiores de

formato côncavo (inclinadas para dentro) 136. As partes inclinadas 136 servem para direcionar as sementes, através da força da gravidade, na direção de um fundo 138 do reservatório de coleta de sementes 130, permitindo, assim, que a estação de carregamento de semente 100 isole e carregue sementes individuais dentro do reservatório de coleta de sementes 130 em uma bandeja de sementes correspondentes 14, como descrito abaixo. No fundo 138 de cada parte de formato côncavo 136 encontra-se uma abertura 140. Posicionado dentro de cada abertura 140 encontra-se um pistão de ar linear 142. Quando posicionado em uma posição retraída ou não acionada, como ilustrado na figura 3b, uma extremidade 144 de cada pistão 142 é localizada de forma que esteja substancialmente nivelada com o fundo 138 de cada abertura respectiva 140. Será reconhecido que "substancialmente nivelado" nesse contexto inclui uma posição ligeiramente abaixo do fundo 138 onde a abertura 140 pode agir para reter ou afunilar uma semente individual para captura subsequente pelo pistão respectivo 142, como descrito abaixo.

A extremidade 144 de cada pistão 142 é fornecida com uma depressão côncava 146 (ilustrada por linhas pontilhadas) possuindo um perímetro que é ligeiramente menor do que o diâmetro externo do pistão 142. O perímetro da depressão 146 é geralmente dimensionado de forma a ter o mesmo tamanho que, ou ser ligeiramente maior do que o tamanho médio esperado das sementes depositadas dentro do reservatório de coleta de sementes 130. Isso permite o manuseio de sementes individuais de tamanho e/ou formato não uniformes. Um acionador de ar 148 opera sob o controle do sistema de controle principal 500 para mover de forma linear os pistões 142 entre a posição retraída, ilustrada na figura 3b e uma posição estendida ou acionada, ilustrada na figura 3c. Apesar de o acionador de ar 148 ser ilustrado como um acionador de ar único configurado para manipular simultaneamente a posição de cada um dos pistões 142, será compreendido que a estação de carregamento de semente 100 pode incluir um acionador de ar independente e separado 148 para cada pistão 142.

Em operação, quando os pistões 142 começam a mover da posição retraída para a posição estendida, a depressão côncava 146 em cada

extremidade de pistão 144 captura uma semente individual dentre as sementes da massa coletada de sementes (geralmente indicada por 150) no reservatório de coleta de semente 130. À medida que os pistões 142 movem para a posição estendida, as sementes capturadas são erguidas acima da massa coletada de sementes 150 para um local aproximadamente em uma borda superior 152 do reservatório de coleta de semente 130. Uma vez que os pistões 142 estão na posição estendida e as sementes foram erguidas para a borda superior 152, é necessário se remover as sementes capturadas das extremidades dos pistões respectivos 142 para manuseio adicional.

10 Para remover as sementes capturas e colocar as mesmas em uma bandeja de semente 14 retida em ou na mesa de transporte de indexação 202, ilustrada na figura 2a, a estação de carregamento de semente 100 inclui adicionalmente um dispositivo de coletar e colocar 154. O dispositivo de coletar e colocar 154 inclui geralmente uma unidade de cabeçote 156
15 acoplado de forma operacional a um estágio de translação X-Y que opera para mover de forma bidirecional a unidade de cabeçote ao longo dos eixos geométricos X e Y. A unidade de cabeçote 156 inclui uma pluralidade de copos de vácuo 160 dispostos e orientados para corresponder de forma colinear, longitudinal com os pistões 142. De acordo, quando os pistões 142
20 estão na posição estendida, as sementes capturadas em cada pistão são posicionadas adjacentes a um copo correspondente dentre os copos de vácuo 160. Em várias modalidades, quando os pistões 142 estão na posição estendida, as sementes capturadas estão ligeiramente em contato com os copos de vácuo correspondentes respectivos 160. Para minimizar a probabilidade de danos causados por tal contato, cada copo de vácuo 160 pode ser
25 carregado com mola de forma que cada copo de vácuo 160 entre em contato com as sementes respectivas com pressão não danificadora desejada.

 Uma vez que os pistões estão na posição estendida e as sementes capturadas estão próximas, ou em contato leve com os copos de vácuo 160, um vácuo leve é criado (ilustrado por setas pontilhadas 162) para remover as sementes dos pistões e manter as sementes dentro dos copos de vácuo 160. A pressão de vácuo utilizada para remover e reter as sementes é
30

controlada pelo sistema de controle principal 600. Esse vácuo pode ser criado utilizando-se forças Venturi de uma forma bem-conhecida da técnica. Os pistões 142 são então retirados para a posição retraída, deixando a unidade de cabeçote 156 "carregada", isso é, possuindo as sementes retidas dentro dos copos de vácuo 160, e o processo de captura de um conjunto subsequente de sementes é iniciado.

Com referência agora às figuras de 3a a 3d, uma vez que as sementes individuais são removidas dos pistões e mantidas pelos copos de vácuo 160, as sementes são localizadas em uma bandeja de semente 14. Mais particularmente, cada bandeja de semente inclui uma pluralidade de poços 30 e cada semente individual é localizada em um poço correspondente dentre os poços de bandeja de semente 30. Para se colocar as sementes nos poços de bandeja de semente 30, o estágio de translação X-Y 158 move a unidade de cabeçote 156, incluindo os copos de vácuo 160 e as sementes mantidas dentro dos mesmo, ao longo do eixo geométrico X para uma posição acima de uma bandeja de semente 14 posicionada adjacente à estação de carregamento de semente 100. Mais especificamente, o estágio de translação X-Y 158 posiciona a unidade de cabeçote "carregada" 156 através da bandeja de semente respectiva 14 de forma que cada copo de vácuo 160 e a semente respectiva mantida no mesmo seja alinhada acima de um poço da bandeja de semente respectivo 30. Como descrito acima, a mesa de transporte de indexação 202 é controlada pelo sistema de controle principal 600 para avançar de forma incrementada uma ou mais bandejas de semente 14 para posicionar sequencialmente cada bandeja de semente 14 adjacente a cada uma das estações de carga 100, primeira estação de criação de imagem 300, segunda estação de criação de imagem 400 e estação de descarga 500.

Cada copo de vácuo 160, sob o controle do sistema de controle principal 600, então libera as sementes respectivas, depositando dessa forma cada semente no poço de bandeja de semente correspondente 30. Em várias modalidades, os copos de vácuo 160 podem emitir uma pressão positiva para auxiliar as forças da gravidade na liberação das sementes dos co-

pos de vácuo 160 e depositando as sementes nos respectivos poços de bandeja de semente 30.

Com referência agora à figura 3e, em várias modalidades, quando a unidade de cabeçote 156 é posicionada acima de uma bandeja de sementes 14, a mesa de transporte de indexação 202 e as bandejas de semente 14 podem estar a uma distância abaixo da unidade de cabeçote de forma que o movimento da unidade de cabeçote 156 ao longo do eixo geométrico Y seja necessário para se depositar com precisão e de forma consistente as sementes nos poços da bandeja de semente 30. Em tais modalidades, o estágio de translação X-Y 158, sob o controle do sistema de controle principal 600, opera para mover a unidade de cabeçote 156 ao longo do eixo geométrico Y para posicionar as sementes retidas nos copos de vácuo 160 em proximidade com os poços de bandeja de semente 30. As sementes podem então ser liberadas, ou ejetadas, a partir dos copos de vácuo 160 de forma que cada semente seja depositada dentro de um poço respectivo dentro os poços de bandeja de semente 30.

Em várias modalidades, a unidade de cabeçote 156 inclui o mesmo número e disposição de copos de vácuo 160 que os poços 30 nas bandejas de semente 14. Por exemplo, se as bandejas de semente 14 possuírem vinte e quatro poços 30 dispostos em um formato de conjunto de 4 x 6, a unidade de cabeçote 156 também incluirá vinte e quatro copos de vácuo 160 dispostos em um formato de conjunto de 4 x 6 que corresponde ao formato de conjunto de 4 x 6 dos poços da bandeja de semente 30. Dessa forma, uma bandeja de semente 14 pode ser totalmente carregada com sementes utilizando-se uma operação única de "pegue e coloque" do dispositivo de pegar e colocar 154, como descrito acima.

Em várias outras modalidades, a unidade de cabeçote 156 pode incluir um número submúltiplo par e disposição de copos de vácuo 160 como o número e disposição dos poços de bandeja de semente 30. Por exemplo, se a bandeja de semente 14 incluir noventa e seis poços 30 dispostos em um formato de conjunto de 16 x 24, então a unidade de cabeçote 156 pode incluir vinte e quatro copos de vácuo 160 em um formato de conjunto de 4 x

6. De acordo, para depositar uma semente em cada um dos noventa e seis poços 30, o dispositivo de pegar e colocar 154 será necessário para completar quatro operações de "pegar e colocar" consecutivas. A translação X – Y adequada pelo estágio de translação X – Y 158 será implementada para posicionar com precisão os copos de vácuo 160 para cada operação de "pegar e colocar" consecutiva para depositar uma semente em cada um dos noventa e seis poços de bandeja de semente 30.

Com referência agora às figuras 2a, 4a e 4b, como descrito acima, o subsistema de transporte de semente 200 inclui uma mesa de transporte de indexação 202. Em várias modalidades, a mesa de transporte de indexação 202 compreende uma plataforma redonda 204 que é montada de forma rotativa em um dispositivo de acionamento 208, tal como um motor escalonador de alto torque, controlado pelo sistema de controle principal 600. A plataforma redonda 204 é virtualmente dividida em uma pluralidade de seções tipo torta 212, com cada setor 212 incluindo um recorte de bandeja de sementes 216 dimensionado e formatado para receber e suportar uma única bandeja de semente 14. A plataforma redonda 204 pode ter um número par ou ímpar de setores 212 com base em grande parte no diâmetro da plataforma redonda 204, no tamanho das bandejas de semente 14 e na necessidade da aplicação de transporte.

Durante a operação, o dispositivo de acionamento 208 para a mesa de transporte de indexação 202 é controlado pelo sistema de controle principal 600 para avançar, no sentido horário ou anti-horário, para avançar de forma incrementada cada bandeja de semente 14 para posições adjacentes a cada uma das estações 100, 300, 400 e 500. Por exemplo, depois de cada avanço, o dispositivo de acionamento 208 gira a plataforma 204 por uma quantidade angular igual a β , onde β é igual ao ângulo entre os centros dos recortes adjacentes 216. De acordo, avanços rotativos muito precisos são feitos para alinhar com precisão as bandejas de semente 14 adjacentes a cada uma das estações 100, 300, 400 e 500 de forma que cada uma das estações 100, 300, 400 e 500 possa realizar sua função designada, como descrito aqui, com relação às bandejas de sementes 14 e às sementes reti-

das nas mesmas. Até onde é necessário, as bordas periféricas da plataforma 204 podem ser suportadas com cilindros, guias, elementos deslizantes, e similares para auxiliar com a rotação suave da mesa de transporte de indexação 202.

5 Alternativamente, a mesa de transporte de indexação 202 pode compreender qualquer mecanismo de transporte adequado tal como, por exemplo, um transportador tipo correia, transportador tipo cilindro e similar.

 Com referência agora às figuras 2a, 5a e 5b, a primeira estação de criação de imagem 300 inclui pelo menos um primeiro dispositivo de criação de imagem 304 suspenso sobre a mesa de transporte de indexação 202 pela estrutura de suporte de sistema. O primeiro dispositivo de criação de imagem 304 é montado na estrutura de suporte de sistema de forma que um campo de visão do primeiro dispositivo de criação de imagem 304 inclua a parte superior ou voltada para cima da bandeja de sementes 14, posicionada
10 adjacente à primeira estação de criação de imagem 300. Isso é, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 é posicionado de forma que o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 possa coletar dados de imagem do topo da bandeja de semente carregada 14 e, mais particularmente, os dados de imagem da parte superior de cada semente na bandeja de semente carregada 14. De acordo, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 também pode ser referido aqui como dispositivo de criação de imagem superior 304. Como utilizado aqui, a referência à parte superior das sementes refere-se à parte das sementes que está voltada para cima com relação à orientação de cada semente dentro do poço da bandeja de semente respectivo 30.
15 Isso é, como utilizado aqui, a parte superior das sementes se refere à parte das sementes geralmente voltadas para longe de e não se apoiando no fundo transparente de cada poço de bandeja de semente respectivo 30, e não se refere à estrutura ou anatomia independente das sementes. Os dados de imagem coletados na primeira estação de criação de imagem 300 são
20 transmitidos para o sistema de controle principal 600 para armazenamento e análise, como descrito abaixo.

 O primeiro dispositivo de criação de imagem 304 pode ser qual-

quer dispositivo de criação de imagem adequado selecionado de acordo com os objetivos de criação de imagem do sistema de separação de sementes 10. Por exemplo, com relação a uma análise para danos de revestimento de semente externo o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 pode compreender uma câmera digital que opera na faixa de luz visível. Alternativamente, para a análise interna da semente, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 pode compreender uma câmera que opera na faixa de luz quase infravermelha (por exemplo, ver patente U.S. No. 6.646.264 a descrição da qual é incorporada aqui por referência). Adicionalmente ainda, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 pode compreender uma câmera que implementa as técnicas de criação de imagem NMR/MRI (ver, patente U.S. No. 7.367.155, a descrição da qual é incorporada aqui por referência).

Em várias modalidades, a primeira estação de criação de imagem 300 inclui adicionalmente pelo menos um primeiro dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral, ou dispositivo superior 308, isso é, um primeiro dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 308 para cada primeiro dispositivo de criação de imagem 304. O primeiro dispositivo de filtro 308 é posicionado entre a lente do primeiro dispositivo de criação de imagem 304 e a bandeja de semente carregada respectiva 14 adjacente à primeira estação de criação de imagem 300. O primeiro dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 308 inclui uma pluralidade de filtros espectrais que filtram vários comprimentos de onda de luz de forma que os dados de imagem para cada uma das sementes na bandeja de semente carregada 14 possam ser coletados em vários comprimentos de onda espectrais. Por exemplo, em várias modalidades, o primeiro dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 308 pode ser estruturado de forma a incluir um filtro de roda incluindo seis filtros de passagem de banda para fornecer seis bandas diferentes, isso é, bandas de comprimento de onda de filtragem espectral. De acordo, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 e o primeiro dispositivo de filtro 308 pode operar de forma cooperativa para coletar os dados de imagem da parte superior da bandeja de semente carregada 14

adjacente à primeira estação de criação de imagem 300 e cada semente na mesma em uma pluralidade de diferentes comprimentos de onda espectrais, também referidos aqui como criação de imagem multiespectral.

A primeira estação de criação de imagem 300 inclui adicionalmente uma pluralidade de primeiras fontes de luz, ou fontes de luz superiores 312 para iluminar o campo de visão do primeiro dispositivo de criação de imagem 304, isso é, a parte superior da bandeja de sementes carregada 14 adjacente à primeira estação de criação de imagem 300, a partir de uma pluralidade de ângulos calibrados especificamente diferentes. Em várias modalidades, as fontes de luz 312 são montadas, através da estrutura de suporte de sistema, em ângulos calibrados especificamente diferentes e controlados para iluminar sequencialmente a bandeja de semente respectiva 14 nos diferentes ângulos de iluminação. Isso é, as imagens multiespectrais são coletadas utilizando-se qualquer sequência desejada de iluminação de uma ou mais das primeiras fontes e luz 312. Por exemplo, em várias modalidades a primeira estação de criação de imagem inclui um par de primeiras fontes de luz 312. As imagens multiespectrais são primeiramente coletadas utilizando-se apenas uma das primeiras fontes de luz 312 para iluminar a bandeja de semente respectiva 14 em um primeiro ângulo de iluminação. Então as imagens multiespectrais são coletadas utilizando-se a outra, por exemplo, a segunda, primeira fonte de luz 312 para iluminar a bandeja de semente respectiva 14 em um segundo ângulo de iluminação. Dessa forma, a primeira estação de criação de imagem 300 coleta os dados de imagem multiespectrais da parte superior das sementes na bandeja de semente respectiva 14 utilizando ângulos de iluminação diferentes e em uma pluralidade, por exemplo, seis comprimentos de onda espectrais diferentes. Particularmente, cada fonte de luz 312 emprega um dispositivo de filtro correspondente 308 para a filtragem de múltiplos comprimentos de onda. Como descrito em detalhes abaixo, o primeiro dispositivo de criação de imagem 304 transmite os dados de imagem multiespectrais coletados para cada ângulo de iluminação e cada comprimento de onda para o sistema de controle principal 600 para armazenamento e análise.

As primeiras fontes de luz 312 podem ser qualquer tipo de luz adequado para o aplicativo de criação de imagem em particular do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, as primeiras fontes de luz 312 podem ser luzes incandescentes, luzes fluorescentes, luzes ultravioleta, luzes infravermelhas, luzes halógenas, e similares. Em várias modalidades, as primeiras fontes de luz 312 são luzes incandescentes.

Em várias modalidades, a primeira estação de criação de imagem 300 inclui uma primeira placa de fundo preto 316 suspensa pela estrutura de suporte de sistema sob a plataforma da mesa de indexação 204. Mais especificamente, a primeira placa de fundo 316 é posicionada de forma que, depois de cada avanço da plataforma de mesa de indexação 204, o recorte da bandeja de semente 216 posicionado adjacente à primeira estação de criação de imagem 300 e a bandeja de semente de fundo transparente respectiva 14 estão diretamente acima da primeira placa de fundo 316. A primeira placa de fundo 316 fornece um fundo escuro sólido para cada bandeja de semente de fundo transparente respectiva 14 durante a criação de imagem da parte superior da bandeja de semente respectiva 14 e as sementes retidas dentro dos poços 30.

Em várias modalidades, a bandeja de semente 14 pode ser construída de forma a ter poços rasos 30 de forma que os lados das sementes mantidas dentro sejam expostos e visualizáveis por um ou mais dispositivos de criação de imagem adicionais 304. Portanto, os dados de imagem adicionais, em diferentes ângulos de visualização de cada semente, são obtíveis pela adição de dispositivos de criação de imagem 304 posicionados para visualizar as sementes a partir dos ângulos diferentes adicionais. Alternativamente, é contemplado que dados de imagem adicionais podem ser coletados em diferentes ângulos de visualização de cada semente pela movimentação robótica de um único primeiro dispositivo de criação de imagem 304 para coletar dados de imagem adicionais dos múltiplos ângulos de visão. Deve-se compreender que em tais modalidades, dispositivos de filtro de movimentação adicional e/ou robótica 308 e/ou primeiras fontes de luz 312 podem ser implementados para fornecer iluminação desejada e filtragem

espectral.

Em outras modalidades adicionais, uma pluralidade de espelhos pode ser utilizada para visualizar e coletar dados de imagem para cada semente de uma pluralidade de lados ou ângulos. Portanto, os dados de imagem adicionais, em diferentes ângulos de visualização de cada semente, podem ser obtidos, através das imagens de semente refletidas a partir dos espelhos, utilizando um número mínimo de dispositivos de criação de imagem estacionários 304. Por exemplo, em várias implementações, cada poço 30 das bandejas de semente 14 podem incluir um ou mais espelhos, por exemplo, espelhos planos, nos lados de cada poço respectivo 30. Ou, em outras implementações, como descrito adicionalmente abaixo com referência às figuras 13 a 20c, cada semente pode ser posicionada dentro de um estágio de criação de imagem espelhada anular para visualizar e coletar os dados de imagem para cada semente a partir de uma pluralidade de lados, visões ou ângulos, utilizando um dispositivo de criação de imagem estacionário único, tal como os dispositivos de criação de imagem 304. Em tais modalidades, outros dispositivos de filtro ou dispositivos de filtro adicionais e/ou fontes de iluminação podem ser adicionados como necessário para fornecer a iluminação e filtragem espectral desejadas.

Com referência adicional às figuras 2a, 5a e 5b, os dados de imagem coletados pelo primeiro dispositivo de criação de imagem 304 inclui dados referentes à bandeja de semente 14 e às sementes retidas em cada poço 30 da bandeja de sementes 14. Os dados de imagem são transmitidos para o sistema de controle principal 600 e armazenados (pelo menos temporariamente) em um dispositivo de armazenamento de dados eletrônico do sistema de controle principal 600. O sistema de controle principal 600 analisa os dados para correlacionar cada semente na bandeja de semente 14 com a localização do poço correspondente 30 dentro da bandeja de semente 14. De acordo, todos os dados de imagem multiespectrais coletados, isso é, todos os dados de imagem do primeiro dispositivo de criação de imagem 304 em cada ângulo de iluminação e cada comprimento de onda filtrado, é analisado para correlacionar os dados de imagem para cada semente indivi-

dual com o poço em particular 30 no qual a semente respectiva está retida. Dessa forma, existe uma conexão entre cada semente, o poço correspondente 30 e os dados de imagem correspondentes.

Com referência agora às figuras 2a, 6a e 6b, uma vez que os
5 dados de imagem da parte superior das sementes e da bandeja de semente 14 são coletados na primeira estação de criação de imagem 300, a plataforma de mesa de indexação 204 é avançada para posicionar subsequentemente a bandeja de semente respectiva 14 adjacente à segunda estação de criação de imagem 400. A segunda estação de criação de imagem 400 inclui
10 pelo menos um segundo dispositivo de criação de imagem 404 suspenso sob a mesa de transporte de indexação 202 pela estrutura de suporte de sistema. Em várias modalidades, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 é substancialmente idêntico em forma e função ao primeiro dispositivo de criação de imagem 304 da primeira estação de criação de imagem
15 300. O segundo dispositivo de criação de imagem 404 é montado na estrutura de suporte de sistema de forma que um campo de visão do segundo dispositivo de criação de imagem 404 inclua um fundo transparente da bandeja de semente 14 posicionado adjacente à segunda estação de criação de imagem 300. Isso é, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 é posicionado de forma que o segundo dispositivo de criação de imagem 404 possa coletar dados de imagem do fundo transparente da bandeja de semente carregada 14, e mais particularmente, os dados de imagem da parte de fundo de cada semente na bandeja de semente carregada 14. De acordo, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 também pode ser referido
20 aqui como dispositivo de criação de imagem inferior 404. Como utilizado aqui, referência à parte inferior das sementes se refere à parte das sementes que está voltada para baixo com relação à orientação de cada semente dentro do respectivo poço da bandeja de semente 30. Isso é, como utilizado aqui, a parte inferior das sementes se refere à parte das sementes geralmente
25 voltada na direção de, e geralmente se apoiando no fundo transparente de cada poço de bandeja de semente respectivo 30, e não se refere à estrutura ou anatomia independente das sementes. Os dados de imagem coletados
30

na segunda estação de criação de imagem 400 são transmitidos para o sistema de controle principal 600 para armazenamento e análise, como descrito abaixo.

Como com relação ao primeiro dispositivo de criação de imagem 304, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 pode ser qualquer dispositivo de criação de imagem adequado selecionado de acordo com os objetivos de criação de imagem do sistema de separação de sementes 10. Por exemplo, com relação a uma análise de danos causados ao revestimento externo da semente, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 pode compreender uma câmera digital que opera na faixa de luz visível. Alternativamente, para a análise interna da semente, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 pode compreender uma câmera que opera na faixa de luz quase infravermelha (ver, patente U.S. No. 6.646.264, a descrição da qual é incorporada aqui por referência). Adicionalmente ainda, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 pode implementar técnicas de criação de imagem NMR/MR (ver patente U.S. No. 7.367.155, a descrição da qual é incorporada aqui por referência).

Em várias modalidades, a segunda estação de criação de imagem 400 inclui adicionalmente pelo menos um segundo dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral ou dispositivo inferior 408, isso é, um dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral adicional 408 para cada dispositivo de criação de imagem adicional 404. Em várias modalidades, o segundo dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 408 é substancialmente idêntico em forma e função ao primeiro dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 308 da primeira estação de criação de imagem 300. O segundo dispositivo de filtro 408 é posicionado entre a lente do segundo dispositivo de criação de imagem 404 e a bandeja de semente carregada respectiva 14 adjacentes à segunda estação de criação de imagem 400. O segundo dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 408 inclui uma pluralidade de filtros espectrais que filtram vários comprimentos de onda de luz de forma que os dados de imagem para cada uma das sementes na bandeja de semente carregada 14 possam ser coletados em vá-

rios comprimentos de onda espectrais. Por exemplo, em várias modalidades, o segundo dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 408 pode ser estruturado para incluir uma roda de filtro incluindo pelo menos seis filtros de passagem de banda para fornecer pelo menos seis bandas diferentes, isso
5 é, bandas de comprimento de onda, de filtragem espectral. De acordo, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 e o segundo dispositivo de filtro 408 podem operar de forma cooperativa para coletar dados de imagem multiespectrais da parte inferior da bandeja de semente carregada 14 adjacente à segunda estação de criação de imagem 400 e cada semente na mesma
10 em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais diferentes.

A segunda estação de criação de imagem 400 inclui adicionalmente uma ou mais segundas fontes de luz ou fontes inferiores 412 para iluminação do campo de visão do segundo dispositivo de criação de imagem 404, isso é, a parte inferior da bandeja de semente carregada 14 adjacente à
15 segunda estação de criação de imagem 400. Em várias modalidades, a segunda fonte de luz 412 é montada, através da estrutura de suporte de sistema, para iluminar a bandeja de semente respectiva 14 em um ângulo calibrado especificamente. Dessa forma, a segunda estação de criação de imagem 400 coleta dados de imagem da parte inferior das sementes na bandeja
20 de sementes respectiva 14 utilizando um ângulo de iluminação particular e em uma pluralidade, por exemplo, pelo menos seis, diferentes comprimentos de onda espectral. Como descrito em detalhes abaixo, o segundo dispositivo de criação de imagem 404 transmite os dados de imagem coletados para cada ângulo de iluminação e cada comprimento de onda para o sistema de
25 controle principal 600 para armazenamento e análise.

Como com as primeiras fontes de luz 312, as segundas fontes de luz 412 podem ser qualquer tipo de luz adequado para o aplicativo de criação de imagem em particular do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, as segundas fontes de luz 412 podem ser uma luz incandescente, uma luz fluorescente, uma luz ultravioleta, uma luz infravermelha, etc.
30 Em várias modalidades, a primeira fonte de luz 412 é uma luz incandescente.

Em várias modalidades, a segunda estação de criação de imagem 400 inclui uma segunda placa de fundo preto 416 suspensa pela estrutura de suporte de sistema acima da plataforma de mesa de indexação 204. Mais especificamente, a segunda placa de fundo 416 é posicionada de forma que, depois de cada avanço da plataforma de mesa de indexação 204, o recorte da bandeja de semente 216 posicionado adjacente à primeira estação de criação de imagem 300 e a bandeja de semente de fundo transparente respectiva 14 estejam diretamente abaixo da segunda placa de fundo 416. A segunda placa de fundo 416 fornece um fundo escuro sólido para cada bandeja de sementes de fundo transparente respectiva 14 durante a criação de imagem da parte inferior da bandeja de semente respectiva 14 e as sementes retidas dentro dos poços 30.

Os dados de imagem coletados pelo segundo dispositivo de criação de imagem 404 incluem dados referentes à bandeja de semente 14 e às sementes retidas em cada poço 30 da bandeja de semente 14. Os dados de imagem são transmitidos para o sistema de controle principal 600 e armazenados (pelo menos temporariamente) em um dispositivo de armazenamento eletrônico de dados do sistema de controle principal 600. O sistema de controle principal 600 analisa os dados para correlacionar cada semente na bandeja de sementes 14 com a localização do poço correspondente específico 30 dentro da bandeja de sementes 14. De acordo, todos os dados de imagem coletados, isso é, todos os dados de imagem do segundo dispositivo de criação de imagem 404 no ângulo de iluminação particular e cada comprimento de onda filtrado, são analisados para correlacionar os dados de imagem para cada semente individual com o poço em particular 30 no qual a semente respectiva está retida. Dessa forma, existe uma conexão entre cada semente, o poço correspondente 30 e os dados de imagem correspondentes.

Os dados de imagem coletados nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400 podem ser processados de várias formas conhecidas para identificar as características ou traços fenotípicos das sementes (por exemplo, como descrito na patente U.S. No. 6.646.264

ou U.S. 2006/0112628 referida acima). Por exemplo, a análise de dados de imagem pode revelar a informação de característica das sementes individuais referentes, por exemplo, à presença ou ausência de traços bioquímicos (como teor de óleo), presença ou ausência de danos, presença ou ausência de doenças, tamanho, cor, formato e similares. A informação de característica é obtida pelo processamento de dados de imagem utilizando algoritmos personalizados executados nos dados pelo sistema de controle principal 600. Os resultados desse processamento são então armazenados em correlação com as sementes em particular, e mais especificamente, em correlação com as localizações de poço 30 de cada semente. Dessa forma, existe uma conexão entre os dados de imagem e a informação de característica de cada semente.

Como descrito adicionalmente abaixo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 600 executa vários algoritmos para realizar a análise de múltiplas variantes e multiespectral dos dados de imagem para cada semente para determinar os traços de cor de superfície específicos de cada semente respectiva. Por exemplo, em várias modalidades, as sementes podem compreender sementes de milho para cultivo haploide dobrado onde as sementes diploides possuem um marcador de antocianin azul na área de germe. A análise de múltiplas variantes multiespectral pode ser realizada nos dados de imagem para cada semente de milho para determinar se cada semente de milho individual possui o marcador azul. As sementes determinadas como possuindo o marcador azul são, portanto, identificadas como sementes diploides, sementes nas quais o marcador azul está ausente são identificadas como sementes haploides, e sementes nas quais existe a incerteza da existência do marcador azul são identificadas como indeterminadas. As características identificadas para cada semente, ou falta das mesmas, podem então ser aplicadas pelo sistema de controle principal 600 contra determinados critérios de classificação de semente a fim de realizar a separação das sementes pela característica, como descrito abaixo.

Com referência agora às figuras 2a, 7a e 7b, a estação de descarga e separação 500 inclui um subsistema de descarga 504 e um subsis-

tema de separação 508. O subsistema de descarga 504 remove as sementes das bandejas de semente 14 depois da coleta de imagem nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400 e transporta a semente para um subsistema de separação 508. O subsistema de separação separa
5 cada semente com base nos fenótipos identificados particulares, isso é, traços ou características, da semente respectiva e deposita cada semente em um receptáculo de coleta correspondente (não ilustrado).

O subsistema de descarga 504 inclui uma pluralidade de tubos de sucção seletivamente acionáveis 512. Cada tubo de sucção 512 inclui
10 uma primeira extremidade 516 posicionada por uma estrutura de suporte de sistema sobre um poço correspondente 30 em uma bandeja de semente 14 que foi posicionada sob as primeiras extremidades 516 dos tubos de sucção 512 pelo avanço sucessivo da plataforma de mesa de indexação 204. Em várias modalidades, a pluralidade de primeiras extremidades do tubo de
15 sucção 516 são dispostas em um conjunto possuindo um número e disposição que correspondem ao número e disposição dos poços 30 na bandeja de semente 14. Dessa forma, uma bandeja de semente 14 pode ser totalmente descarregada utilizando um único acionamento do subsistema de descarga 504 sem ter que engatar em qualquer ajuste de posição dos subsistemas.
20 Em outras modalidades, uma disposição de submúltiplos pares das primeiras extremidades do tubo de sucção 516, com um estágio de translação x-y tal como discutido anteriormente para o carregamento das bandejas de semente 14, pode ser utilizada para a descarga e separação. Cada tubo de sucção 512 inclui adicionalmente uma segunda extremidade 520 posiciona-
25 da pela estrutura de suporte de sistema sobre um funil de coleta 524 possuindo lados inclinados para baixo que terminam em uma abertura 528. Em cerca de um ponto intermediário de cada tubo de sucção 512 é posicionado um bloco de Venturi 523 que é controlado pelo sistema de controle principal 600 para retirar seletivamente uma sucção ou vácuo 534 nas primeiras ex-
30 tremidades 516 dos tubos de sucção 512.

O subsistema de separação 508 inclui uma mesa rotativa 536 que é posicionada geralmente sob a abertura do funil 528. A superfície supe-

rior da mesa rotativa 536 suporta a colocação de uma pluralidade de guias de separação individuais 540. Mais especificamente, a mesa rotativa 536 é posicionada sob o funil de coleta 524 de forma que as extremidades abertas superiores 542 dos guias de separação 540 possam ser localizadas seletivamente, através da rotação adequada da mesa rotativa 536, diretamente sob a abertura do funil 528. O movimento da mesa rotativa 536 é realizado através do uso de um motor 544 (por exemplo, um motor tipo escalonado) controlado pelo sistema de controle principal 600. Cada guia de separação 540 inclui adicionalmente uma extremidade aberta inferior 548 que alinha com um furo correspondente 552 na mesa rotativa 536. Cada furo individual 552 e a extremidade aberta inferior do guia de separação correspondente 548 é localizado em uma distância radial diferente de um centro axial C da mesa rotativa 536.

O subsistema de separação 508 inclui adicionalmente uma pluralidade de tubos de desvio 556 que são posicionados sob a mesa rotativa 536 através da estrutura de suporte do sistema. Mais particularmente, cada um dos tubos de desvio 556 inclui uma extremidade de recebimento 560 acoplada a uma tubulação 562 de forma que cada extremidade de recebimento 560 alinhe com uma abertura separada dentre uma pluralidade de aberturas 566 na tubulação. Cada abertura de tubulação 566 é localizada a uma distância radial diferente do centro axial de mesa rotativa C que corresponde a um furo respectivo dentre os furos 548 na mesa rotativa 536. Dessa forma, à medida que a mesa rotativa gira para alinhar uma extremidade de abertura superior 542 de um guia de separação particular 540 com a abertura de funil de coleta 528, a extremidade aberta inferior de guia de separação respectiva 548 e o furo de mesa rotativa associado 552, se alinham com a abertura 566 e a extremidade de recebimento correspondente 560 de um tubo específico dos tubos de desvio 556. Uma extremidade de disposição 564 de cada tubo de desvio 556 encerra em um depósito específico dentre os depósitos 18 (ilustrado na figura 2b). Por exemplo, em várias modalidades, a extremidade de disposição 564 de cada tubo de desvio 556 pode encerrar em um depósito específico dentre uma pluralidade de depósitos de semente removíveis e

substituíveis 568 (ilustrados na figura 7b).

O subsistema de separação 508 inclui adicionalmente um mecanismo de elevação de bandeja de semente 572 que inclui um pistão de ar linear 576 que é geralmente localizado em alinhamento com a localização das primeiras extremidades do tubo de sucção em conjunto 516. Mais especificamente, o pistão 576 é localizado de forma que uma extremidade de plataforma 582 do pistão 576 seja alinhada com um centro de cada recorte de bandeja de semente de mesa de indexação 216 à medida que cada bandeja de semente carregada respectiva 14 seja sucessivamente posicionada adjacente à estação de descarga e separação 500. O pistão 576 é controlado pelo sistema de controle principal 600 para mover linearmente o pistão 576 entre uma posição retraída e uma posição estendida. Quando da movimentação da posição retraída para a posição estendida, a extremidade de plataforma 582 do pistão 576 passa através do recorte de plataforma de mesa de indexação 216 e entra em contato com o fundo transparente da bandeja de semente respectiva 14 mantida aí. O pistão 576 então continua a estender para elevar a bandeja de sementes 14 acima da superfície superior da plataforma de mesa de indexação 204. Quando o pistão é totalmente estendido, a bandeja de semente respectiva 14 se apoiando na extremidade de plataforma de pistão 582, é localizada em alinhamento com e em proximidade ou em contato com as primeiras extremidades do tubo de sucção em conjunto 516. As sementes são então seletivamente removidas da respectiva bandeja de semente 14 e seletivamente separadas para um dos depósitos de semente.

Mais particularmente, antes de cada semente ser seletivamente removida da bandeja de semente elevada 14, o sistema de controle principal 600 determina qual semente ou sementes são as próximas a serem removidas. O sistema de controle principal 600 gira a mesa rotativa 536 para mover um guia de separação selecionado 540 para posição sob a abertura do funil 528. A seleção de qual guia de separação 540 posicionar sob a abertura do funil 528 é baseada em que depósito de semente 568 a seguir a ser removido as sementes devem ser depositadas. De acordo, o sistema de controle principal 600 posicionará sob a abertura do funil 528 o guia de separação particular 540

possuindo a extremidade de abertura inferior 548 que alinha com o tubo de desvio 556 que termina no depósito de semente selecionado 568.

O sistema de controle principal 600 então aciona seletivamente um ou mais blocos Venturi 523 associados com um ou mais tubos de sucção 512 possuindo as primeiras extremidades respectivas 516 posicionadas sobre, ou em contato com os poços 30 mantendo as sementes selecionadas a serem removidas e separadas. O acionamento dos blocos Venturi 523 faz com que uma sucção seja retirada nas primeiras extremidades 516 dos tubos de sucção 512 que retira as sementes selecionadas para dentro dos tubos de sucção respectivos 512. Sob as forças de sucção/Venturi, a semente capturada é transportada por uma corrente de ar através dos tubos de sucção 512 para as segundas extremidades 520 onde as extremidades são depositadas no funil de coleta 524. A gravidade então faz com que as sementes caiam através da abertura de funil de coleta 528 e para dentro do guia de separação posicionado seletivamente 540. A gravidade então faz com que as sementes caiam através do guia de separação respectivo 540 e tubulação 562 para dentro do tubo de desvio correspondente 556, onde as sementes então caem dentro do depósito de semente selecionado 568. O processo então é repetido pelo posicionamento seletivo dos guias de separação 540 na posição sob a abertura do funil 528 e o acionamento seletivo dos blocos Venturi 532 para remover as sementes selecionadas dos poços de bandeja de semente 30 e depositar as sementes nos depósitos de semente adequados 568.

Dessa forma, o sistema de separação de semente 10 identifica se cada semente depositada na tremonha de volume de semente 104 exhibe um fenótipo particular e separa as sementes para os depósitos de semente 568 com base no fenótipo identificado. Uma vez que as sementes são removidas e separadas, o pistão 576 retorna para a posição retraída, retornando, assim, a bandeja de semente agora vazia 14 para os recortes de bandeja de semente da mesa de indexação respectiva 216. A bandeja de semente 14 está então disponível para o carregamento subsequente das sementes, como descrito acima, quando a mesa de indexação 202 é avançada para posi-

cionar a bandeja de semente 14 adjacente à estação de carregamento 100.

5 A análise dos dados de imagem multiespectrais coletados nas primeira e segunda estações de criação de imagem para identificação de fenótipos particulares de cada semente será agora descrita. Como apresentado acima, as sementes são seletivamente removidas das bandejas de semente 14 e seletivamente separadas para os depósitos de semente com base no fenótipo em particular de cada semente, como determinado pela análise dos dados de imagem coletados nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400. Mais especificamente, o sistema de controle principal 600 analisa os dados de imagem coletados nas primeira e segunda
10 estações de criação de imagem 300 e 400 para determinar os fenótipos particulares de cada semente, e então controla a operação da estação de descarga e separação 500 para separar seletivamente as sementes nos depósitos de semente 568.

15 Em várias modalidades, o sistema de controle principal 600 possui armazenado no mesmo vários programas e/ou algoritmos executáveis para realizar a análise de múltiplas variáveis e multiespectral dos dados de imagem coletados nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400. Utilizando as técnicas de múltiplas variáveis par analisar os dados de imagem multiespectral fornece a identificação de fenótipos particula-
20 res para cada semente em cada poço 30 de cada bandeja de semente 14. Cada semente é então separada para o depósito de semente adequado 568 da estação de descarga e separação 500 com base nos fenótipos particulares identificados e conectados a cada semente respectiva.

25 Com referência agora às figuras 8, 9 e 10a-10f, uma descrição ilustrativa da operação do sistema de separação de sementes 10, de acordo com as várias modalidades ilustradas nas figuras 1 a 7b, será agora descrita. Como descrito acima, o sistema de separação de semente 10 inclui a estação de carregamento de semente 100, a primeira estação de criação de imagem 300, a segunda estação de criação de imagem 400 e a estação de
30 descarga e separação 500. Para facilitar a ilustração, a plataforma de mesa de indexação 204 é ilustrada retendo oito bandejas de semente 14. No en-

tanto, será compreendido que a plataforma de mês de indexação 204 pode ser estruturada para reter mais ou menos que oito bandejas de semente 14 com um desenho dimensionado adequadamente.

5 Inicialmente, uma ou mais bandejas de semente vazias 14 são retidas em ou na plataforma de mesa de indexação 204, de forma que uma das bandejas de semente 14 seja posicionada de forma adjacente à estação de carregamento de semente 100. Por motivos de simplicidade e clareza, a descrição ilustrativa a seguir da operação do sistema de separação de semente 10 fará referência apenas à bandeja de semente 14 inicialmente posi-

10 cionada adjacente à estação de carregamento de semente 100. Adicionalmente, por motivos de clareza, a bandeja de sementes 14 que é inicialmente posicionada adjacente à estação de carregamento de semente 100 será referida, nesse exemplo, como bandeja de semente 14'.

A figura 9 fornece um fluxograma do sistema de separação de

15 semente 700. Como indicado em 704, uma vez que a bandeja de semente 14' é retida adjacente à estação de carregamento de semente 100, a estação de carregamento de semente 100 carrega uma única semente dentro de cada um dos poços 30 da bandeja de semente 14' como descrito acima. Seguindo a finalização da operação de carregamento, a bandeja de semente

20 carregada 14' é sequencialmente transportada por um ou mais avanços da mesa de transporte de indexação 202 para uma posição adjacente à primeira estação de criação de imagem 300. A primeira estação de criação de imagem 300 então adquire e processa múltiplas imagens da parte superior da bandeja de semente 14' e as sementes contidas na mesma. Por exemplo,

25 a primeira estação de criação de imagem 300 pode coletar e transmitir para o sistema de controle principal 600, imagens da parte superior das sementes e bandeja de semente 14' através de cada um dos seis filtros de passagem de banda do primeiro dispositivo e filtro 308 utilizando a luz de apenas uma primeira das primeiras fontes de luz 312, como indicado por 708. As figuras

30 10a a 10f são ilustrações das seis imagens que podem ser coletadas através dos seis filtros de passagem de banda do primeiro dispositivo de filtro 308 utilizando a luz de apenas uma das primeiras fontes de luz 312. A seguir, um

segundo conjunto de seis imagens pode ser coletado através dos seis filtros de passagem de banda do primeiro dispositivo de filtro 308 utilizando apenas uma segunda das fontes de luz 312, como indicado por 712. O segundo conjunto de seis imagens pode ser similar ao ilustrado nas figuras 10a a 10f, apenas as imagens seriam coletadas utilizando-se uma segunda das fontes de luz 312. À medida que o segundo conjunto de seis imagens está sendo coletado e transmitido para o sistema de controle principal 600, o sistema de controle principal 600 processa, isso é, analisa o primeiro conjunto de seis imagens da parte superior das sementes e bandeja de semente 14' como indicado por 710.

A mesa de transporte de indexação 202 então avança sequencialmente as sementes e a bandeja de semente 14' para uma posição adjacente à segunda estação de criação de imagem 400, onde um terceiro conjunto de imagens é adquirido. Mais particularmente, a segunda estação de criação de imagem 400 coleta um terceiro conjunto de imagens incluindo múltiplas imagens da parte inferior das sementes e bandeja de semente 14' que são coletadas e transmitidas para o sistema de controle principal 600. Por exemplo, a segunda estação de criação de imagem 400 pode coletar imagens da parte inferior das sementes e da bandeja de semente 14' através de seis filtros de passagem de banda do primeiro dispositivo de filtro 308 utilizando a luz da segunda fonte de luz 412, como indicado por 716. À medida que as sementes e a bandeja de semente 14' estão sendo avançadas para a segunda estação de criação de imagem 400, o sistema de controle principal 600 analisa o segundo conjunto de seis imagens da parte superior das sementes e bandeja de semente 14', como indicado por 714.

Depois de o terceiro conjunto de imagens, isso é, as imagens da parte inferior das sementes e bandeja de semente 14', ter sido coletado e transmitido para o sistema de controle principal 600, as sementes e a bandeja de semente 14' são sequencialmente avançadas para uma posição adjacente à estação de descarga e separação 500. À medida que as sementes e a bandeja de semente 14' estão sendo avançadas para a estação de descarga e separação 500, o sistema de controle principal 600 processa o ter-

ceiro conjunto de imagens como indicado por 718.

O processamento, isso é, a análise de todas as imagens das partes superior e inferior das sementes e bandeja de semente 14', por exemplo, os três conjuntos de imagens, é descrito adicionalmente abaixo com referência às figuras 11 e 12a a 12e. No entanto, geralmente, o sistema de controle principal 600 analisa cada conjunto de dados de imagem e então combina os resultados para determinar se cada semente na bandeja de semente 14' possui um ou mais fenótipos desejados, isso é, características e/ou traços (tal como, danos, doenças, cor, tamanho e similares), como indicado em 720. Mais especificamente, cada localização de poço 30, por exemplo, uma coluna e uma fileira, dentro da bandeja de semente 14' recebe uma dentre uma pluralidade de classes particulares que indicam a classe de cada semente respectiva, onde, a classe de cada semente é determinada com base nos fenótipos identificados das respectivas sementes. Por exemplo, se a análise dos dados de imagem de uma semente em particular indicarem que o germe da semente possui um marcador azul, a localização de poço 30 dessa semente dentro da bandeja de semente 14' pode ser indicado pelo sistema de controle principal 600 como um diploide. Ou, de a análise dos dados de imagem de uma semente em particular indicar que o germe da semente não apresenta um marcador azul, a localização de poço 30 dessa semente dentro da bandeja de semente 14' pode ser indicada pelo sistema de controle principal 600 como haploide. Ou, adicionalmente ainda, se a análise dos dados de imagem indicar que uma localização de poço 30 dentro da bandeja de semente 14' não contém uma semente, esse poço 30 pode ser indicado pelo sistema de controle principal 600 como vazio. Ou, adicionalmente ainda, se a análise dos dados de imagem de uma semente em particular for não conclusiva quanto ao fato de o germe da semente ter ou não um marcador azul, a localização de poço 30 dessa semente dentro da bandeja de semente 14' pode ser indicada pelo sistema de controle principal 600 como desconhecida, indicando que a semente terá que ter sua imagem criada novamente e analisada através do sistema de separação de semente 10. Adicionalmente ainda, se a análise indicar um marcador azul, mas os

dados digitais não superarem o limite para um diploide, a localização de poço 30 dessa semente dentro da bandeja de semente 14' pode ser indicada pelo sistema controlador principal 600 como um Novo Teste, para analisar novamente a semente, como descrito abaixo.

5 Quando a mesa de transporte de indexação 202 tiver avançado sequencialmente as sementes e a bandeja de sementes 14' para uma posição adjacente à estação de descarga e separação 500, o sistema de controle principal 600 terá designado cada poço 30 na bandeja de sementes 14' para uma dentre a pluralidade de classes predeterminadas. A estação de
10 descarga e separação 500 então remove as sementes da bandeja de sementes 14' e separa as sementes para um depósito adequado correspondente dentre os depósitos de semente 568, como descrito acima. Cada depósito de semente 568 deve receber apenas sementes identificadas como possuindo uma classe particular dentre as classes predeterminadas. Por
15 exemplo, todas as sementes removidas das localizações de poço 30 da bandeja de semente 14' indicadas como um haploide são seletivamente separadas para um depósito de sementes 568 designado a receptor apenas as sementes identificadas como haploides, enquanto outro depósito de sementes é designado a receber apenas as sementes identificadas como diploides,
20 e assim por diante. Essa operação é repetida quantas vezes sejam necessárias para se remover todas as sementes da bandeja de semente 14'. A bandeja de semente vazia 14' é então sequencialmente avançada pela mesa de transporte de indexação 202 para a posição adjacente à estação de carregamento de semente 100, e o processo com relação à bandeja de sementes
25 14' é repetido.

Apesar de a operação do sistema de separação de semente 10 ter sido descrito acima com relação a uma única bandeja de semente 14', será compreendido que múltiplas bandejas de semente 14 são manuseadas simultaneamente pelo sistema de separação de semente 10, aumentando,
30 assim, adicionalmente, a taxa de rendimento do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, a figura 8 ilustra a operação simultânea em oito bandejas de semente 14. De acordo, cada uma das estações de carrega-

mento de semente 100, primeira estação de criação de imagem 300, segunda estação de criação de imagem 400, e estação de descarga e separação 500 é simultaneamente ativada na realização de suas tarefas designadas com cada avanço rotativo da mesa de transporte de indexação 202. Por exemplo, enquanto uma bandeja de semente 14 está sendo carregada com sementes pela estação de carregamento de sementes 100, bandejas carregadas anteriormente 14 (e as sementes na mesma) estão tendo sua imagem criada, estão sendo analisadas e separadas para os depósitos de sementes 568 pelas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400, e a estação de descarga e separação.

Com referência agora às figuras 11 e 12a a 12d, a figura 11 fornece um fluxograma 800 ilustrando um processo de análise ilustrativo executado pelo sistema de controle principal 600 nos dados de imagem multiespectral coletados nas primeira e segunda estações de criação de imagem 300 e 400. Como indicado em 710 na figura 9, enquanto a primeira estação de criação de imagem 300 está coletando o segundo conjunto de imagens de uma bandeja de semente em particular 14, o sistema de controle principal 600 analisa o primeiro conjunto de dados de imagem multiespectral.

Para analisar o primeiro conjunto de dados de imagem multiespectral, o sistema de controle principal 600 desenvolve em primeiro lugar uma máscara de fundo, e aplica a máscara de fundo aos dados de imagem de cada uma das seis imagens para remover aproximadamente todos os pontos de dados, por exemplo, pixels, que são considerados como sendo dados de fundo, isso é, dados não relacionados com sementes, como indicado em 802. Uma ilustração de uma imagem depois da máscara de fundo ter sido aplicada como ilustrado na figura 12a. Em várias modalidades, a máscara de fundo pode ser construída utilizando qualquer uma das seis imagens, por exemplo, a imagem com a melhor razão de sinal para ruído, para determinar matematicamente quais pontos de dados representam os dados de fundo.

A seguir, o sistema de controle principal 600 aplica uma máscara de limite de primeiro tamanho a cada uma das seis imagens para filtrar

quaisquer dados restantes em cada imagem que são muito pequenos para serem uma semente ou uma semente intacta, como indicado em 804. Uma ilustração de uma imagem depois do fundo e das máscaras limite de primeiro tamanho terem sido aplicados é ilustrada na figura 12b. Por exemplo, o ruído ao longo das bordas ou nos cantos de cada imagem pode permanecer depois que a máscara de fundo é aplicada ou partes de sementes quebradas podem estar presentes, ou dados de imagem da bandeja de semente respectiva 14 podem permanecer. Tais dados estranhos são removidos pela máscara de limite de primeiro tamanho. Em várias modalidades, a máscara de limite de primeiro tamanho é predeterminada com base nos parâmetros de tamanho conhecidos do tipo de sementes sendo analisado e separado pelo sistema de separação de semente 10.

Depois que a máscara limite de primeiro tamanho é aplicada, o sistema de controle principal 600 aplica uma máscara de enchimento e erosão a cada uma das seis imagens, como indicado em 806. A máscara de enchimento e erosão determina matematicamente se os dados de imagem restantes da semente incluem quaisquer pontos "escuros" dentro de cada imagem de semente. Tais pontos "escuros" podem estar presentes devido ao contraste de cor de cada semente respectiva ou sombras causadas pelo contorno de cada semente respectiva. A máscara de enchimento e erosão "preenche" tais pontos escuros e também preenche ou remove pixels em torno das bordas de cada imagem de semente causados por tais eventos como ruído e/ou "sangramento" de fundo. Dessa forma, a máscara de enchimento e erosão "preenche" os pontos escuros dentro de cada imagem de semente e "limpa" as bordas de cada imagem de semente. Uma ilustração representativa de uma imagem depois da máscara de fundo, da máscara de limite de primeiro tamanho e da máscara de enchimento e erosão terem sido aplicadas é ilustrada na figura 12c.

A máscara de erosão e enchimento pode algumas vezes remover, ou filtrar, os pixels de forma que a imagem resultante de uma semente inclua um objeto grande e um objeto muito menor na borda da semente. Portanto, o sistema de controle principal 600 aplica uma máscara de limite de segundo

tamanho para remover os objetos menores, como indicado em 808. Em várias modalidades a máscara de limite de segundo tamanho é predeterminada com base nos parâmetros de tamanho conhecidos do tipo de sementes sendo analisado e separado pelo sistema de separação de semente 10.

5 Dessa forma, as máscaras de fundo, de limite de primeiro e segundo tamanho e de enchimento e erosão removem todos os pontos de dados, isso é, pixels, não relacionados com uma das sementes na bandeja de semente respectiva 14 para cada uma das seis imagens. O sistema de controle principal 600 então realiza a análise matemática nas seis imagens para
10 determinar se os dados de imagem restantes para cada semente individual incluem dados indicativos de um fenótipo desejado, como indicado em 810. O sistema de controle principal 600 pode empregar qualquer técnica de análise matemática ou processo adequado para realizar tal determinação. Por exemplo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 600 em-
15 prega análise de múltiplas variáveis para determinar se os dados de imagem multiespectral restantes para cada semente individual incluem dados indicativos de um marcador anthocyanin no germe da semente. Mais particularmente, a análise de múltiplas variações é realizada em cada ponto de dados, ou pixel, dos dados de imagem multiespectral restantes para cada semente
20 para obtenção de um valor resultante que é comparado com um primeiro valor limite predeterminado. Se o valor resultante estiver acima ou abaixo do primeiro limite, isso indica o fenótipo desejado, por exemplo, se o pixel for indicativo de um marcador anthocyanin no germe da semente. Os valores resultantes acima do primeiro limite e/ou abaixo do primeiro limite são compi-
25 lados para obtenção de um número total de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou um número total de valores resultantes abaixo do primeiro limite para o primeiro conjunto de imagens multiespectrais.

 Como indicado em 714 da figura 9, enquanto a mesa de transporte de indexação 202 está avançando a bandeja de semente respectiva 14
30 para a segunda estação de criação de imagem 400, o sistema de controle principal 600 analisa o segundo conjunto de dados de imagem multiespectral. Particularmente, o sistema de controle principal 600 analisa o segundo

conjunto de dados de imagem multiespectral da mesma forma que a descrita acima com relação à análise do primeiro conjunto de dados de imagem multiespectral. Dessa forma, a análise do segundo conjunto de dados de imagem fornece um segundo conjunto de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou um segundo conjunto de valores resultantes abaixo do primeiro limite.

De forma similar, como indicado em 718 na figura 9, enquanto a mesa de transporte de indexação 202 está avançando a respectiva bandeja de semente 14 para a estação de descarga e separação 500, o sistema de controle principal 600 analisa o terceiro conjunto de dados de imagem multiespectral. Particularmente, o sistema de controle principal 600 analisa o terceiro conjunto de dados de imagem multiespectral da mesma forma que a descrita acima com relação à análise dos primeiro e segundo conjuntos de dados de imagem multiespectral. Dessa forma, a análise do terceiro conjunto de dados de imagem fornece um terceiro conjunto de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou um terceiro conjunto de valores resultantes abaixo do primeiro limite.

Uma vez que o sistema de controle principal 600 analisou os três conjuntos de dados de imagem multiespectral e gerou os três respectivos conjuntos de valores resultantes, o sistema de controle principal 600 soma os três conjuntos de valores resultantes e compara a soma a um segundo valor limite predeterminado. Mais especificamente, o sistema de controle principal 600 combina os três conjuntos de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou combina os três conjuntos de valores resultantes abaixo do primeiro limite para obter uma soma agregada dos valores resultantes acima do primeiro limite e/ou uma soma agregada dos valores resultantes abaixo do primeiro limite. A soma agregada dos valores resultantes acima do primeiro limite e/ou a soma agregada dos valores resultantes abaixo do primeiro limite são então comparadas com o segundo limite a fim de designar uma classe para a semente respectiva e poço 30, no qual a semente respectiva é retida, como descrito acima. Por exemplo, se a soma agregada dos valores resultantes estiver acima do segundo limite, a semente e o poço correspon-

dente 30 são indicados como diploides. Mas, se a soma agregada dos valores resultantes estiver abaixo do segundo limite, a semente e o poço correspondente 30 são indicados como haploides, e se a soma agregada dos valores resultantes for igual ao segundo limite, a semente e o poço correspondente 30 são indicados como desconhecidos. Uma tabela ilustrativa dos resultados para uma bandeja de semente única 14 de sementes é ilustrada na figura 12d. O sistema de controle principal 600 então controla a estação de descarga e separação 14 para os depósitos de sementes adequados com base nos resultados da comparação das somas agregadas com o segundo limite.

Com referência agora às figuras 1, 13a e 13b, em várias outras modalidades o sistema de separação de semente 10 pode ser um sistema de separação de semente de transporte linear de duas estações que inclui uma estação de carregamento, transporte e separação de semente 1000 e uma estação ótica e de controle 1002. Em tais modalidades, a estação de carregamento, transporte e separação de semente 1000 pode incluir um subsistema L&T 11 e um subsistema OL&S 13, e a estação de ótica e controle 1002 pode incluir o subsistema I&A 12 e o subsistema de controle central 16. Em tais modalidades, o subsistema L&T geralmente inclui uma tremonha de volume de semente e um separador 1004 e um carregador de semente linear 1008, e o subsistema I&A geralmente inclui um teatro de criação de imagem, ou subconjunto, 1012 e um ou mais dispositivos de criação de imagem 1016. Adicionalmente, em tais modalidades, o subsistema OL&S geralmente inclui uma pluralidade de separadores de semente com imagem criada 1020 e uma pluralidade de depósitos de semente 1024, e o sistema de controle central geralmente inclui um sistema de controle principal 1028. Em várias modalidades, a fim de se evitar que vibrações geradas pela estação de carregamento, transporte e separação de semente 1000 sejam transferidas para a estação ótica e de controle 1002, a estação de carregamento, transporte e separação de semente 1000 e a estação ótica e de controle 1002 são montadas como estruturas separadas que são localizadas adjacentes uma a outra, mas não em contato uma com a outra, para formar o

sistema de separação de semente 10. Ademais, em várias modalidades, uma ou ambas a estação de carregamento, transporte e separação de semente 1000 e a estação ótica e de controle 1002 podem ser montadas em rodas de forma que as respectivas estações 1000 e 1002 possam ser facilmente localizadas adjacentes uma a outra para formar o sistema de separação de semente 10.

Com referência às figuras 13a, 13b e 14, a figura 14 ilustra um diagrama em bloco funcional do sistema de separação de semente ilustrado nas figuras 13a e 13b, de acordo com várias modalidades. Geralmente, em tais modalidades, o sistema de separação de semente 10 é estruturado e opera para isolar, isso é, separar, uma pluralidade de sementes utilizando a tremonha de semente em volume e o separador 1004. Cada semente separada respectiva é então transferida para o carregador de semente 1008 que transporta e carrega as sementes separadas no teatro de criação de imagem 1012. As sementes são retidas no teatro de criação de imagem 1012 para criar a imagem por meio dos dispositivos de criação de imagem 1016. Como descrito adicionalmente abaixo, o teatro de criação de imagem 1012, os dispositivos de criação de imagem 1016 e o sistema de controle principal 1028 são estruturados e operam de forma cooperativa para coletar múltiplas imagens a partir de uma pluralidade de ângulos, ou lados, de cada uma das sementes do teatro de criação de imagem 1012. As imagens coletadas podem ser de qualquer tipo desejado de imagens. Por exemplo, as imagens podem ser imagens visuais, imagens quase infravermelhas (NIR) ou imagens N-MR/MRI, ou qualquer outro tipo de imagens. Em várias modalidades, o teatro de criação de imagem 1012, os dispositivos de criação de imagem 1016 e o sistema de controle principal 1028 funcionam para coletar uma pluralidade de imagens digitais de cada semente a partir de uma pluralidade de diferentes ângulos de visualização e em vários comprimentos de onda espectral, por exemplo, de quatro a dez diferentes comprimentos de onda espectral.

Como descrito adicionalmente abaixo, em várias modalidades, o sistema de separação de semente 10 ilustrado e descrito com referência às figuras 1 e 13a a 20c, mais particularmente o sistema de controle principal

1028, pode ser estruturado e opera para implementar a análise de múltiplas variáveis para analisar os dados de imagem das múltiplas imagens coletadas através do subsistema I&A 12. Especificamente, os dados de imagem de múltiplos ângulos de visão podem ser comunicados para o sistema de controle principal 1028 onde a análise de múltiplas variáveis é realizada nos dados de imagem coletados para identificar se cada semente respectiva possui um ou mais dos fenótipos desejados, isso é, traços observáveis e/ou características. Adicionalmente ainda, cada semente é descarregada a partir do teatro de criação de imagem 1012 e separada para um depósito particular dentre os depósitos de sementes 1024, através dos separadores de semente de imagem criada 1020, com base no fenótipo identificado da semente respectiva como determinado através da análise de múltiplas variáveis.

A operação do sistema de separação de semente 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras 1 e 13a a 20c, é controlada e automatizada pelo sistema de controle principal 1028 de forma que as operações realizadas pelo subsistema L&T 11, o subsistema I&A 12 e o subsistema L&S 13, ocorram substancialmente sem necessidade de interação, intervenção ou controle humano. No entanto, tais ações como o carregamento das sementes na tremonha de semente de volume o separador 1004 e/ou a manipulação física e/ou mudança dos depósitos de semente 1024 (individual ou coletivamente), e várias outras configurações manuais necessárias e/ou calibrações podem ser realizadas manualmente com participação humana.

Geralmente, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 pode incluir um ou mais processadores e/ou microprocessadores, e um ou mais dispositivos eletrônicos de armazenamento de dados utilizados para armazenar e executar vários programas personalizados, aplicativos e/ou algoritmos para realizar a operação do sistema de separação de semente 10. De acordo, o sistema de controle principal 1028 pode compreender um computador especialmente programado, ou sistema de computador, em comunicação com os dispositivos de sistema associados que permite a comunicação com e o controle das operações das várias estações, subsistemas e componentes correspondentes 1032 do sistema de separação de

sistema 10. Apesar de o sistema de controle principal 1028 ser ilustrado de forma ilustrativa na figura 14 como uma unidade única, o sistema de controle principal 1028 pode ser um sistema com base em computador único ou uma pluralidade de subsistemas com base em computador em rede juntos para

5 coordenar as operações simultâneas do sistema de separação de semente 10, como descrito aqui. Por exemplo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 pode incluir uma pluralidade de subsistemas de controle principal 1036, por exemplo, um subsistema de controle periférico 1036 para cada uma das estação de carregamento, transporte e separação de

10 semente 1000 e a estação ótica e de controle 1002. Cada subsistema de controle periférico 1036 pode incluir um ou mais processadores, microprocessadores e dispositivos eletrônicos de armazenamento de dados que realizam a comunicação com os vários componentes do sistema de separação de semente 1032, por exemplo, sensores, dispositivos, mecanismos, moto-

15 res, ferramentas, etc., e são colocados em rede juntos com um subsistema de controle central 1040 para operar de forma cooperativa todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema de amostragem de sementes 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras 1 e 13a a 20c. Ou, alternativamente o sistema de controle principal 1028 pode compreender um

20 computador único conectado de forma comunicativa a todos os vários componentes do sistema 1032 para operar de forma cooperativa todas as estações, sistemas e subsistemas do sistema de amostragem de semente 10, como ilustrado e descrito com referência às figuras 1 e 13a a 20c.

Em adição ao armazenamento de programação para o controle

25 da operação do sistema de separação de semente 10, os dispositivos eletrônicos de armazenamento de dados (ou outra funcionalidade de armazenamento de dados, não explicitamente ilustrada, mas inerentemente presente) fornecidos dentro do sistema de controle principal 1028 é utilizado para armazenar as imagens coletadas e os dados de imagem relacionados refe-

30 rentes a cada imagem de semente em uma base de dados ou outro formato adequado. Adicionalmente, os dispositivos de armazenamento de dados do sistema de controle principal 1028 também pode armazenar dados de locali-

zação recebidos ou derivados com relação ao controle da operação do subsistema OL&S 13 com relação aos depósitos 1024 onde as sementes foram depositadas. Esses dados de localização são correlacionados na base de dados ou outro formato com os dados de imagem semente por semente.

5 Como descrito acima, o sistema de controle principal 1028 se comunica com vários componentes do sistema de separação de semente 1032 que incluem vários sensores de sistema. Os sensores de sistema operam para detectar as condições de interesse durante a operação do sistema de separação de semente 10 e comunica essa informação para o sistema de
10 controle principal 1028. Com essa informação, o sistema de controle principal 1028 gera comandos de controle que realizam as operações e ações realizadas pelas várias estações, sistemas, subsistemas e componentes do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, a informação de condição percebida pode se referir a: a separação e carregamento bem-sucedidos
15 das sementes através da tremonha de volume de semente e separador 1004 e o carregador de semente 1008; a separação e deposição de cada semente dentro do depósito de semente adequado 1024 através dos separadores de semente de imagem criada 1020; a situação (por exemplo, posição, localização, vácuo, pressão e similares) de várias partes de componentes dos vários
20 subsistemas 11, 12 e 13; a operação, manutenção, desempenho e retorno de erro dos vários componentes de cada subsistema 11, 12 e 13 (separados ou talvez compreendendo ou em conjunto com os dados coletados); e similares. Mais especificamente, a informação de sensor que é coletada e processada para uso no controle da operação do sistema de separação de
25 mente 10 pode incluir informação como: situação de dispositivo ou componente; sinais de erro; movimento; parada; posição; localização; temperatura; voltagem; corrente; pressão e similares, que podem ser monitoradas com relação à operação de cada uma das estações, subsistemas e componentes associados do sistema de separação de semente 10.

30 Com referência agora à figura 15a, como descrito acima, o subsistema L&T 11 geralmente inclui a tremonha de volume de semente e separador 1004 e o carregador de semente 1008. Em várias modalidades, o sub-

sistema L&T inclui adicionalmente um transporte tubular 1044 para receber as sementes separadas e desviar sequencialmente cada semente para dentro de um tubo respectivo dentre a pluralidade de primeiros tubos de transferência 1048 que terminam em um conjunto de escape 1052.

- 5 Geralmente, a tremonha de volume de semente e o separador 1004 inclui uma tremonha de volume de semente 1056 e uma roda de separação 1060. A roda de separação 1060 é montada de forma a girar em um plano vertical de forma que uma parte da roda de separação 1060 se estenda para dentro de um reservatório interno da tremonha de sementes 1056.
- 10 Outra parte da roda de separação 1060 se estende para fora da tremonha de semente 1056 de modo que uma face 1064 da roda de separação 1060 seja posicionada adjacente a um coletor de semente 1066. A roda de separação de semente 1060 inclui uma pluralidade de portas com recesso espaçadas 1068 que se estendem através da face 1064 e são comunicativamente
- 15 te acopladas a um sistema de vácuo (não ilustrado) de forma que um vácuo possa ser fornecido em cada uma das portas com recesso 1068.

- Para se separar as sementes, isso é, separar as sementes uma de cada vez a partir da tremonha de volume de semente 1056, uma pluralidade de sementes é colocada no reservatório interno da tremonha de volume de semente 1056. A roda de separação 1060 é então girada à medida
- 20 que vácuo é fornecido para pelo menos algumas das portas com recesso 1068, por exemplo, as portas com recesso 1068 na face 1064 da porta da roda de separação 1060 se estendendo para dentro do reservatório interno da tremonha de semente 1056. Particularmente, a roda de separação de
- 25 semente 1060 é girada de forma incrementada, através de um motor de indexação 1072, de forma que as portas com recesso 1068 girem de forma sequencial através do reservatório interno da tremonha de semente 1056, para fora da tremonha de semente 1056, e além do coletor de sementes 1066 antes de entrar novamente no reservatório interno da tremonha de se-
- 30 mentes 1056. À medida que a roda de separação 1060 gira de forma incrementada e as portas com recesso 1068 passam de forma incrementada através do reservatório interno da tremonha de semente 1056, as sementes

individuais são coletadas e mantidas em cada porta com recesso 1068 pelo vácuo fornecido nas respectivas portas com recesso 1068. À medida que a roda de separação 1060 gira de forma incrementada, as sementes são transportadas para fora da tremonha de semente 1056 para o coletor de semente 1066 onde cada semente é removida da face 1064 da roda de separação 1060.

Em várias modalidades, o segundo coletor 1066 inclui um limpador (não ilustrado) que desaloja fisicamente cada semente da porta com recesso respectiva 1068 à medida que a roda de separação 1060 gira de forma incrementada além do coletor de semente 1066. Alternativamente, em várias outras modalidades, cada semente pode ser liberada da porta com recesso respectiva 1068 pelo encerramento temporário do vácuo em cada porta com recesso individual 1068 à medida que a porta com recesso individual 1068 é posicionada adjacente ao coletor de semente 1066. Em outras modalidades, cada semente pode ser assoprada a partir da porta com recesso respectiva 1068 pelo fornecimento temporário de ar forçado em cada porta com recesso individual 1068 à medida que a porta com recesso individual 1068 é posicionada adjacente ao coletor de semente 1066.

Depois que cada semente é removida da roda de separação 1060, as sementes são canalizadas sequencialmente para dentro de cada um dos primeiros tubos de transferência 1048 possuindo extremidades proximais conectadas às aberturas 1076 em uma transferência tubular 1044. A transferência tubular 1044 é montada em um carrinho 1080 que é montado de forma móvel a um estágio de translação linear 1084 que inclui um acionador 1088 controlado pelo sistema de controle principal 1028 para mover de forma bidirecional o carrinho 1080, a transferência de tubular 1044 e extremidades proximais dos primeiros tubos de transferência 1048 ao longo do estágio de translação 1084. Portanto, à medida que cada semente é removida da roda de separação 1060, a semente é canalizada para dentro de um ou mais dos primeiros tubos de transferência 1048. O sistema de controle principal 1028 então move a transferência tubular 1044 ao longo do estágio de translação 1084 de forma que um primeiro tubo de transferência subse-

quente 126 receba a próxima semente removida da roda de separação 1060. À medida que cada semente é removida da roda de separação 1060 e depositada em um primeiro tubo de transferência respectivo 126, cada semente passa através do primeiro tubo de transferência respectivo 126, através da gravidade, vácuo ou ar forçado, para o conjunto de escape 1052 para o qual uma extremidade distal de cada primeiro tubo de transferência é conectado.

Com referência agora às figuras 15a, 15b e 15c, em várias modalidades, o conjunto de escape 1052 inclui uma pluralidade de câmaras internas 1092 que são lateralmente dissecadas por um elemento deslizante de retenção 1096. O elemento deslizante de retenção 1096 é montado de forma deslizante dentro do conjunto de escape de forma que o elemento deslizante de retenção 1096 possa ser transitado de forma deslizante entre uma posição "aberta" e uma posição "fechada" ao longo de um eixo geométrico longitudinal M do conjunto de escape 1052. Mais especificamente, sob o controle do sistema de controle principal 1028, o elemento deslizante de retenção 1096 pode ser transitado de forma deslizante entre a posição "aberta" e a "fechada" utilizando um acionador 1100 montado no lado do conjunto de escape 1052 e conectado de forma operacional ao elemento deslizante de retenção 1096. Como ilustrado na figura 15c, o elemento deslizante de retenção 1096 inclui uma pluralidade de aberturas 1104 espaçadas de forma longitudinal ao longo do comprimento do elemento deslizante de retenção 1096 para coincidir, ou coordenar, com o espaçamento longitudinal das câmaras internas 1092 dentro do conjunto de escape 1052.

O elemento deslizante de retenção opera para "assentar" as sementes, isso é, permite que as sementes recebidas da tremonha e separador 1004 se assentem, dentro das câmaras internas respectivas 1092 e então depositem de forma temporal cada semente em uma sapata respectiva dentre uma pluralidade de sapatas de carregamento de semente 1108 do carregador 1008. Isso é, o sistema de controle principal 1028 coordena e sincroniza as operações da tremonha e do separador 1004, da transferência tubular 1044 e do conjunto de escape 1052 de forma que as sementes se-

jam separadas e transferidas para o conjunto de escape 1052, o elemento deslizante de retenção 1096 estando inicialmente na posição "fechada". Quando na posição "fechada", as aberturas do elemento deslizante de retenção 1004 não alinham com as câmaras internas respectivas 1092 de forma que a parte sólida do elemento deslizante de retenção 1096 entre as aberturas 1004 bloqueie a passagem de cada semente através da câmara interna 1092. O sistema de controle principal mantém o elemento deslizante de retenção 1096 na posição "fechada" por um período de tempo, por exemplo, de 0,5 segundos a 1,0 segundo, suficiente para permitir que cada semente "assente", isso é, assente e pare substancialmente de se mover. Uma vez que as sementes podem "assentar", o sistema de controle principal transita o elemento deslizante de retenção para a posição "aberta" na qual as aberturas do elemento deslizante de retenção 1004 se alinham com as câmaras internas respectivas 1092, permitindo assim que cada semente passe através da câmara interna respectiva 1092 e caia, através da ação da gravidade, do ar forçado e/ou do vácuo, em uma sapata respectiva dentre as sapatas de carregamento 1108, como descrito adicionalmente abaixo. O sistema de controle principal 1028 coordena e sincroniza as operações da tremonha e separador 1004, da transferência tubular 1044 e do conjunto de escape 1052 de forma que as sementes sejam separadas a uma taxa calculada para permitir que as sementes transferidas para as câmaras internas do conjunto de escape 1092 sejam "assentadas" e liberadas, isso é, depositadas nas sapatas do carregador 1108, antes de as sementes separadas subsequentes serem transferidas para o conjunto de escape 1052.

Com referência agora às figuras 15a e 15d, como descrito acima, o carregador 1008 inclui uma pluralidade de sapatas de carregamento 1108. Cada sapata de carregamento 1108 é montada em um ou mais dos primeiros acionadores lineares 1112 que são estruturados e operam, através dos comandos do sistema de controle principal 1028, para mover as respectivas sapatas de carregamento respectivas 1108 ao longo de um eixo geométrico X do carregador 1008 entre uma posição "retraída" ou "origem" (ilustrada na figura 15a) e uma posição "estendida" ou "carregando" (ilustrada na

figura 15d). Apesar de as figuras 15a e 15d ilustrarem o carregador 1008 como incluindo dois primeiros acionadores lineares 1112, cada um possuindo duas sapatas de carregamento 1108 montadas no mesmo, é vislumbrado que o carregador 1008 pode incluir mais ou menos que dois primeiros acionadores lineares 1112, cada um possuindo mais ou menos que duas sapatas de carregamento 1108 montadas nos mesmos. Por exemplo, em várias modalidades, o carregador 1008 pode incluir um primeiro acionador linear único 1112 possuindo quatro sapatas de carregamento 1108 montadas no mesmo, ou o carregador 1008 pode incluir quatro primeiros acionadores lineares 1112 cada um possuindo uma única sapata de carregamento 1108 montada no mesmo.

Com referência agora às figuras 15a, 15d, 15e e 15f, cada sapata de carregamento 1108 do carregador 1008 inclui um corpo 1116 possuindo um funil de coleta 1120 formado, e se estendendo a partir de uma parte de extremidade distal. Cada funil de coleta 1120 é formado de forma a ter uma extremidade superior, isso é, a extremidade adjacente ao conjunto de escape 1052, e uma extremidade inferior oposta, onde a extremidade superior do funil de coleta é maior em tamanho do que a extremidade inferior. Cada sapata de carregamento 1108 inclui adicionalmente uma placa superior 1124 e uma placa inferior 1128 conectadas ao corpo 1116. A placa superior 1124 inclui um furo que é simétrico em formato e tamanho e localizado acima da extremidade superior do funil de coleta 1120 de forma que um perímetro do furo da placa superior seja alinhado com um perímetro da extremidade superior do funil de coleta. De forma similar, a placa inferior 1128 inclui um furo que é simétrico em formato e tamanho e localizado abaixo da extremidade inferior do funil de coleta 1120 de forma que um perímetro do furo da placa inferior seja alinhado com um perímetro da extremidade inferior do funil de coleta. Adicionalmente, cada sapata de carregamento 1108 inclui uma cobertura de abertura superior 1132 montada de forma deslizante entre o corpo e a placa superior 1124 e uma cobertura de abertura inferior 1136 montada de forma deslizante entre o corpo e a placa inferior. Cada cobertura de abertura superior 1132 é estruturada e opera para ser transitada entre

uma posição "aberta" que permite o acesso ao respectivo funil de coleta 1120 (como ilustrado nas figuras 15a e 15e) e uma posição "fechada" que bloqueia o acesso ao funil de coleta respectivo 1120 (como ilustrado na figura 15d). De forma similar, cada cobertura de abertura inferior 1136 é estrutu-
5 ra e opera para ser transitada entre uma posição "aberta" que permite a saída do respectivo funil de coleta 1120 (como ilustrado na figura 15f) e uma posição "fechada" que bloqueia a saída do funil de coleta respectivo 1120 (como ilustrado na figura 15e). Cada uma das coberturas de abertura superior e inferior 1132 e 1136 são transitadas entre uma posição "aberta" e uma
10 posição "fechada" através dos acionadores (não ilustrados).

Os primeiros acionadores lineares 1112 e os acionadores de cobertura de abertura superior e inferior da sapata de carregamento (não ilustrados) podem ser operados utilizando-se qualquer fonte de potência/energia adequada controlada pelo sistema de controle principal 1028.
15 Por exemplo, em várias modalidades, cada um dos primeiros acionadores 1112 e os acionadores de cobertura de abertura superior e inferior da sapata de carregamento são pneumaticamente operados através de um ou mais reguladores pneumáticos 1140 controlados pelo sistema de controle principal 1028. Alternativamente, cada um dos primeiros acionadores lineares
20 1112 e os acionadores de cobertura de abertura superior e inferior da sapata de carregamento podem ser operados utilizando-se uma fonte de potência/energia elétrica ou hidráulica. Ademais, as operações e ações realizadas pelas várias estações, sistemas, subsistemas, conjuntos, subconjuntos e vários componentes do sistema de separação de sementes 10 podem ser
25 operados utilizando-se qualquer fonte de potência/energia adequada tal como fontes de potência/energia pneumática, elétrica e/ou hidráulica.

Em operação, o sistema de controle principal 1028 coordena e sincroniza as operações da tremonha e separador 1004, da transferência tubular 1044, do conjunto de escape 1052 e do carregador 1008 de forma
30 que antes de o elemento deslizante de retenção do conjunto de escape 1096 ser transitado para a posição "aberta" para liberar as sementes "assentadas", as sapatas de carregamento 1108 sejam totalmente retraídas para a

posição de "origem". Adicionalmente, a cobertura de abertura superior 1132 de cada sapata de carregamento 1108 é movida para a posição "aberta" e a cobertura de abertura inferior 1136 de cada sapata de carregamento 1108 é movida para a posição "fechada". Quando as sapatas de carregamento 1108
5 estão na posição de "origem", o funil de coleta 1120 de cada sapata de carregamento 1108 está localizado diretamente abaixo de uma câmara respectiva correspondente dentre as câmaras internas do conjunto de escape 1092. Portanto, à medida que o elemento deslizante de retenção do conjunto de escape é transitado para a posição "aberta", as sementes podem passar
10 através da câmara interna 1092, como descrito acima, e caem dentro do funil de coleta da sapata de carregamento respectivo correspondente 1120. Subsequentemente, cada cobertura de abertura superior da sapata de carregamento respectiva é movida para a posição "fechada" para encerrar cada semente dentro do funil de coleta respectivo 1120.

15 Uma vez que as sementes são encerradas nos funis de coleta 1120, o sistema de controle central 1028 comanda os primeiros acionadores lineares do carregador 1112 a transitarem cada uma das sapatas de carregamento 1108 para a posição de "carregamento", posicionando, assim, cada funil de coleta 1120 diretamente acima de um estágio respectivo correspondente dentre a pluralidade de estágios de criação de imagem espelhada
20 1148 incluído em um conjunto de estágio de criação de imagem 1152 (ilustrados nas figuras 16, 16a e 16b, e descritos adicionalmente abaixo) do teatro de criação de imagem 1012.

Com referência agora à figura 13b, em várias modalidades, o
25 teatro de criação de imagem 1012 inclui o conjunto de estágio de criação de imagem 1152 montado na estrutura de suporte de sistema da estação ótica e controladora 1002 entre um conjunto de luz anular superior 1156 e um conjunto de luz anular inferior 1160. Adicionalmente, em várias implementações, o teatro de criação de imagem 1012 inclui um ou mais conjuntos de
30 espelho inferior 1164 montados na estrutura do sistema abaixo do conjunto de luz anular inferior 1160.

Com referência agora às figuras 13b, 16, 16a e 16b, como des-

crito acima, o conjunto de estágio de criação de imagem 1152 é montado na estrutura de suporte de sistema entre os conjuntos de luz anulares superior e inferior 1156 e 1160. Mais particularmente, o conjunto de luz anular superior 1156 inclui uma pluralidade de luzes anulares superiores 1168 que são

5 posicionadas acima do conjunto de estágio de criação de imagem 1152 de forma que uma quantidade desejada, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda de luz possam ser fornecidos pelas luzes anulares superiores 1168 para iluminar de forma uniforme, isso é, homogênea, uma parte superior de cada um dos estágios de criação de imagem 1148. De forma similar, o conjunto

10 de luz anular inferior 1160 inclui uma pluralidade de luzes anulares inferiores 1172 que são posicionadas abaixo do conjunto de estágio de criação de imagem 1152 de forma que uma quantidade, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda desejados de luz possam ser fornecidos pelas luzes anulares inferiores 1172 para iluminar uniformemente, isso é, homogeneamente,

15 uma parte inferior de cada um dos estágios de criação de imagem 1148. Ainda mais particularmente, cada uma das luzes anulares inferiores 1172 inclui um conjunto de luz anular inferior 1176 que é iluminado de forma controlável para fornecer a quantidade, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda desejados de luz para a parte inferior dos estágios de criação de imagem

20 1148 durante a coleta de dados de imagem para as sementes depositadas em cada um dos estágios de criação de imagem, como descrito abaixo. De forma similar, cada uma das luzes anulares superiores 1168 inclui um conjunto de luz anular superior 1180 que é iluminado controlavelmente para fornecer a quantidade, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda desejados

25 de luz para a parte superior dos estágios de criação de imagem 1148 durante a coleta de dados de imagem para as sementes depositadas em cada um dos estágios de criação de imagem, como descrito abaixo.

Os conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176 podem ser qualquer conjunto de luz adequado para, independentemente ou em

30 combinação com outros dispositivos, iluminar de forma uniforme os estágios de criação de imagem 1148 com uma quantidade, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda desejado de luz. Por exemplo, como ilustrado na figu-

ra 13b, em várias modalidades o subsistema I&A 12 pode incluir uma fonte de luz 1184, e os conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176 podem compreender anéis de luz de fibra ótica óticamente acoplados à fonte de luz 1184 através de cabos de fibra ótica 1188. De acordo, a fonte de luz

5 1184 pode fornecer de maneira uniforme uma fonte de luz de uma quantidade e intensidade particulares que é transmitida através dos cabos de fibra ótica 1188 para os anéis de luz de fibra ótica superior e inferior, isso é, conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176. A fonte de luz 1184 pode ser qualquer fonte de luz que possa ser controlada pelo sistema de controle

10 principal 1028 para fornecer luz em uma quantidade e intensidade selecionável e alterável.

Adicionalmente, em várias modalidades, a fonte de luz 1184 pode incluir, ou pode ser acoplada de forma operacional a um dispositivo de filtro ótico de alta velocidade multiespectral 1192 que opera para filtrar vários

15 comprimentos de onda de luz produzidos pelos vários comprimentos de onda espectrais. Por exemplo, em várias modalidades, o dispositivo de filtro de alta velocidade multiespectral 1192 pode ser estruturado para incluir uma roda de filtro incluindo dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito ou mais filtros de passagem de banda para fornecer uma pluralidade de bandas diferentes,

20 isso é, bandas de comprimento de onda, de filtragem espectral. De acordo, como descrito abaixo, os dispositivos de criação de imagem 1016, a fonte de luz 1184 e o dispositivo de filtro 1192 podem ser operados de forma cooperativa para coletar os dados de imagem das sementes depositadas nos estágios de criação de imagem 1148 em uma pluralidade de diferentes com-

25 primentos de onda espectrais, também referido aqui como criação de imagem multiespectral.

Alternativamente, em várias outras modalidades, os conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176 podem compreender uma pluralidade de diodos de emissão de luz (LEDs) nos quais LED particulares diferentes

30 dentre os LEDs são estruturados para emitir luz em intensidades e/ou comprimentos de onda particulares diferentes. Por exemplo, os primeiros LEDs selecionados dentre os LEDs podem ser iluminados para emitir luz de

uma primeira intensidade e/ou comprimento de onda particular para coletar os primeiros dados de imagem, então os segundos LEDs selecionados podem ser iluminados para emitir luz de uma segunda intensidade e/ou comprimento de onda particular para coletar os segundos dados de imagem, e assim por diante. Dessa forma, a pluralidade de LEDs pode ser seletivamente iluminada pelo sistema de controle principal 1028 para coletar os dados de imagem das sementes depositadas nos estágios de criação de imagem 1148 em uma pluralidade de diferentes comprimentos de onda espectrais.

Adicionalmente, os conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176, e/ou a fonte de luz 1184, podem ser qualquer tipo de luz adequado para a aplicação de criação de imagem particular do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, os conjuntos de luz anular superior e inferior 1180 e 1176, e/ou a fonte de luz 1184, pode ser luzes incandescentes, luzes fluorescentes, luzes ultravioletas, luzes infravermelhas, etc.

Com referência agora às figuras 16, 16a, 16b e 16c, como descrito acima, cada conjunto de estágio de criação de imagem 1152 inclui uma pluralidade de estágios de criação de imagem 1148. Em várias modalidades, cada estágio de criação de imagem 1148 inclui um acessório de espelho anular 1196 montado de forma fixa à estrutura de suporte de sistema e um fundo de alçapão 1200 montado em um eixo controlavelmente rotativo 1204. Cada acessório de espelho anular 1196 inclui uma abertura central 1208 e uma pluralidade, por exemplo, de oito espelhos de criação de imagem 1212, por exemplo, espelhos planos, montados em torno de uma parede interna de cada acessório de espelho anular respectivo 1196. Os espelhos de criação de imagem 1212 são espaçados de forma substancialmente igual em torno da parede interna do acessório de espelho anular respectivo 1196 e montados em um ângulo θ calculado para refletir uma imagem de uma semente localizada substancialmente no centro da abertura 1208 para os dispositivos de criação de imagem 1016. Dessa forma, como descrito adicionalmente abaixo, os dados de imagem podem ser coletados para uma pluralidade de partes laterais diferentes, isso é, vistas laterais, de cada semente. Isso é, os dispositivos de criação de imagem 1016 e o sistema de controle principal

1028 podem coletar dados de imagem do topo de cada semente e os dados de imagem refletidos a partir de cada um dentre a pluralidade de espelhos de criação de imagem 1016 e sistema de controle principal 1028 podem coletar dados de imagem do fundo de cada semente, através de um ou mais
5 conjuntos de espelho de fundo 1164.

O fundo do alçapão 1200 de cada estágio de criação de imagem 1148 é geralmente formado como uma bacia possuindo uma abertura de parede perimétrica para uma calha de saída 1216. Adicionalmente, cada fundo de alçapão 1200 inclui uma janela central transparente 1220 encaixa-
10 da dentro de uma abertura central 1224 que é substancialmente concêntrica com a abertura 1208 do acessório de espelho anular respectivo 1196 quando o fundo do alçapão respectivo 1200 está em uma posição de "criação de imagem de semente". As janelas centrais 1220 são dimensionadas de forma a ter um diâmetro D calculado para ser significativamente maior do que a
15 largura que qualquer semente a ter sua imagem criada de forma que as imagens do fundo de cada semente respectiva, isso é, o lado da semente apoiada na janela 1220, possam ser refletidas a partir do conjunto de espelho inferior respectivo 1164 e passar em torno da semente e através da janela central respectiva 1220 para os dispositivos de criação de imagem 1016,
20 como descrito adicionalmente abaixo. Adicionalmente, as janelas centrais 1220 podem compreender qualquer material transparente adequado que permita que as imagens refletidas a partir de cada conjunto de espelho inferior 1164 passem em torno das sementes e através das janelas 1220 sem distorcer, inibir ou corromper as imagens refletidas. Por exemplo, em várias
25 modalidades, as janelas centrais 1220 podem compreender uma janela de vidro de quartzo possuindo alta transparência e um índice de refração muito baixo, isso é, sendo bem transparente e possuindo um índice de refração que não distorcerá, inibirá, corromperá ou afetará de forma negativa a qualidade das imagens refletidas.

30 Cada fundo de alçapão 1200 é conectado ao eixo rotativo 1204, que, por sua vez, é conectado a um acionador rotativo 1228 que opera para girar de forma bidirecional o eixo 1204. Mais particularmente, o acionador

rotativo 1228, como comandado pelo sistema de controle principal 1028, é operado para girar de forma bidirecional o eixo 1204 para mover os fundos do alçapão 1200 de cada estágio de criação de imagem 1148 entre a posição de "criação de imagem de semente" (ilustrada nas figuras 16a e 16c) e uma posição de "descarregar sementes" (ilustrada na figura 16b). Quando os fundos de alçapão 1200 estão na posição de "criação de imagem de semente", os fundos do alçapão 1200 são posicionados de forma a serem paralelos de forma plana, e em proximidade com ou geralmente em contato com um fundo 1232 dos acessórios de espelho anular respectivos 1196. Portanto, quando os fundos de alçapão 1200 estão na posição de "criação de imagem de semente" e uma semente é carregada, ou depositada, em cada uma das janelas 1220 (como descrito abaixo), cada semente se apoiará de forma estável na janela respectiva 1220. Uma vez que os dados de imagem são coletados para as sementes apoiadas nas janelas 1220, o acionador rotativo 1228 é comandado a girar o eixo 1204 para mover os fundos do alçapão para a posição de "descarga de semente", onde as sementes com imagens criadas podem deslizar para fora das janelas respectivas 1220, através da gravidade, vácuo e/ou ar forçado, através das calhas de saída respectivas 1216 e para dentro de uma boca 1236 de um separador correspondente respectivo dentre os separadores de semente de imagem criada 1020 (ilustrados nas figuras 17a e 17b), como descrito adicionalmente abaixo.

Com referência agora às figuras 15e, 15f, 16, 16a, 16b e 16c, em várias modalidades, cada carregador 1008 inclui adicionalmente um ou mais segundos acionadores lineares 1240 que são estruturados e operam, através dos comandos do sistema de controle principal 1028, para mover as respectivas sapatas de carregamento 1108 ao longo de um eixo geométrico Z do carregador 1008 entre uma posição "elevada" (ilustrada nas figuras 15a e 15e) e uma posição "abaixada" (ilustrada na figura 15d). Apesar de as figuras 15a e 15d ilustra o carregador 1008 como incluindo dois segundos acionadores lineares 1240, cada um possuindo duas sapatas de carregamento 1108 montadas no mesmo, é vislumbrado que o carregador 1008 pode incluir mais que ou menos que dois segundos acionadores lineares 1240, cada

um possuindo mais ou menos que duas sapatas de carregamento 1108 montadas no mesmo. Por exemplo, em várias modalidades, o carregador 1008 pode incluir um único segundo acionador linear 1112 possuindo quatro sapatas de carregamento 1108 montadas no mesmo, ou o carregador 1008
 5 pode incluir quatro segundos acionadores lineares 1240 cada um possuindo uma única sapata de carregamento 1108 montada no mesmo.

Como descrito acima, quando as sementes são encerradas nos funis de coleta 1120 e as sapatas de carregamento 1108 são movidas para a posição de "carregamento", cada funil de coleta 1120 é posicionado direta-
 10 mente acima de um estágio respectivo correspondente dentre os estágios de criação de imagem espelhada 1148. Mais particularmente, quando cada funil de coleta 1120 é posicionado diretamente acima do estágio de criação de imagem espelhada correspondente 1148, a extremidade inferior de cada funil de coleta 1120 é posicionada diretamente acima de um centro da janela
 15 inferior do alçapão do estágio de criação de imagem respectivo 1148. Em várias modalidades, as sapatas de carregamento 1108 estão na posição "elevada" à medida que as sementes são encerradas nos funis de coleta 1120 e as sapatas de carregamento 1108 são movidas para a posição de "carregamento". Então, uma vez que os funis de coleta 1120 são posicionados
 20 diretamente acima dos estágios de criação de imagem espelhada correspondentes 1148, cada segundo acionador linear 1240 é comandado a mover as sapatas de carregamento 1108 para a posição "abaixada" de forma que cada placa inferior da sapata de carregamento 1128 esteja em proximidade com um topo 1244 do acessório de espelho anular 1196, isso é, aproxima-
 25 damente 0,5 a 2,0 mm acima do tipo 1244 do acessório de espelho anular 1196. Cada cobertura de abertura inferior de sapata de carregamento é então comandada para a posição "aberta" de forma que cada semente caia do funil de coleta respectivo 1120 e seja depositada no centro da janela inferior do alçapão respectiva 1220.

30 Ademais, em várias modalidades, cada sapata de carregamento 1108 inclui um anel de amortecimento 1248 fixado à placa inferior respectiva 1128 em torno do perímetro do furo da placa inferior e alinhado com a ex-

tremidade inferior do funil de coleta respectivo 1120. Quando os funis de coleta 1120 são posicionados diretamente acima dos estágios de criação de imagem espelhada correspondentes 1148 e as sapatas de carregamento 1108 são movidas para a posição "abaixada", cada anel de amortecimento 1248 se projetará para dentro da abertura central do acessório de espelho anular respectivo 1208. Dessa forma, à medida que cada semente é liberada do respectivo funil de coleta 1120, os anéis de amortecimento 1248 localizarão cada semente respectiva aproximadamente no centro da janela inferior de alçapão respectiva 1220. Mais especificamente, cada anel de amortecimento 1248 possui uma altura H que é calculada de forma que quando as sapatas de carregamentos 1108 são movidas para a posição "abaixada", cada anel de amortecimento 1248 será centralizado com, e em proximidade com a janela inferior de alçapão respectiva 1220, isso é, aproximadamente a 0,5 a 2,0 mm acima do centro da janela inferior de alçapão 1220. Portanto, à medida que as sementes são liberadas dos funis de coleta 1120 as sementes cairão nas janelas inferiores de alçapão centrais 1220 e serão retidas dentro dos anéis de amortecimento 1248, no centro das janelas inferiores de alçapão 1220 até que as sementes "assentem" e se apoiem no entro das janelas inferiores de alçapão 1220. Subsequentemente, o sistema de controle principal 1028 comandará os primeiro e segundo acionadores lineares de carregador 1112 e 1240 para erguer as sapatas de carregamento 1108, ao longo do eixo geométrico Z, e retraindo as sapatas de carregamento 1108, ao longo do eixo geométrico Y, para retornar as sapatas de carregamento 1108 para a posição de "origem".

Com referência agora às figuras 16, 16e e 16e, como descrito acima, os dados de imagem do fundo de cada semente carregada nos estágios de criação de imagem 1148 são coletados utilizando um ou mais conjuntos de espelho inferior 1164 montados na estrutura de suporte de sistema abaixo do conjunto de estágio de criação de imagem 1152. Em várias modalidades, cada conjunto de espelho inferior 1164 inclui um ou mais acessórios de espelho stanchion 1252. Especificamente, o teatro de criação de imagem 1012 inclui um ou mais conjuntos de espelho inferior 1164 que inclui de for-

ma cumulativa um acessório de espelho stanchion 1252 para cada estágio de criação de imagem 1148. Cada acessório de espelho stanchion 1252 inclui um primeiro suporte de espelho 1256, um segundo suporte de espelho 1260 e uma lente focal 1264, cada um dos quais é montado em uma base 1268. O primeiro suporte de espelho 1256 inclui uma primeira mesa angulada 1272 possuindo um primeiro espelho inferior 1276, por exemplo, um espelho plano, montado no mesmo. De forma similar, o segundo suporte de espelho 1260 inclui uma segunda mesa angulada 1280 possuindo um segundo espelho inferior 1284, por exemplo, um espelho plano, montado no mesmo. A primeira mesa angulada 1272 é montada de forma ajustável a uma primeira haste 1288 de forma que a primeira mesa angulada 1272, e, dessa forma, o primeiro espelho inferior 1276, possam ser posicionados em um ângulo β_1 com relação à base 1268, e a segunda mesa angulada é montada de forma ajustável a uma segunda haste 1292 de forma que a segunda mesa angulada 1280, e dessa forma, o segundo espelho inferior 1284, possam ser posicionados em um ângulo β_2 com relação à base 1268. Cada lente focal é estruturada para focalizar de forma ótica a imagem refletida a partir do primeiro espelho inferior 1276 para o segundo espelho inferior 1284 para acomodar o comprimento focal entre os primeiro e segundo espelhos inferiores 1276 e 1284.

Como descrito acima, as janelas centrais 1220 de cada estágio de criação de imagem 1148 são dimensionadas para terem um diâmetro D calculado para permitir que as imagens do fundo de cada semente respectiva sejam refletidas a partir do conjunto de espelho inferior respectivo 1164 e passem em torno da semente e através da respectiva janela central 1220 para o dispositivo de criação de imagem respectivo 1016. Mais particularmente, para adquirir dados de imagem para o fundo de cada semente, os ângulos β_2 e β_1 das primeira e segunda mesas anguladas 1272 e 1280 para cada acessório de espelho stanchion 1252 são ajustados de forma que uma imagem refletida do fundo de cada semente respectiva seja direcionada a partir do primeiro espelho inferior 1276 através da respectiva janela central 1220 para o respectivo dispositivo de criação de imagem 1016. Mais particu-

larmente, para adquirir os dados de imagem para o fundo de cada semente, os ângulos β_2 e β_1 das primeira e segunda mesas anguladas 1272 e 1280 para cada acessório de espelho stanchion 1252 são ajustadas de forma que uma imagem refletida do fundo de cada semente respectiva seja direcionada

5 do primeiro espelho inferior 1276 através da lente focal 1264 para o segundo espelho inferior 1284, e então através da janela central respectiva 1220 para o dispositivo de criação de imagem respectivo 1016. Cada lente focal 1264 foca a imagem respectiva refletida a partir do primeiro espelho inferior 1276 para o segundo espelho inferior 1280. As luzes anulares inferiores 1172 são

10 controladas pelo sistema de controle principal 1028 para fornecer a quantidade, intensidade, tipo e/ou comprimento de onda desejados de luz utilizada para iluminar o fundo de cada semente à medida que os dados de imagem inferior podem ser adquiridos. Ademais, como descrito acima, em várias modalidades, a fonte de luz 1184 pode incluir, ou pode ser acoplada de forma

15 operacional, ao dispositivo de filtro ótico de alta velocidade multiespectral 1192 para filtrar vários comprimentos de onda de luz produzidos pela fonte de luz 1184 de forma que os dados de imagem inferior para cada semente possam ser coletados em vários comprimentos de onda espectrais.

Em várias modalidades, o subsistema I&A 12 pode incluir adicionalmente uma ou mais prateleiras de lente de armazenamento de intensidade de imagem transparentes 1238 montadas na estrutura de suporte de sistema entre o conjunto de luz de anel superior 1156 e os dispositivos de criação de imagem 1016. Cada prateleira de lente de armazenamento de intensidade de imagem 1238 compreende uma placa transparente 1238A na

20 qual uma ou mais lentes de armazenamento de intensidade de imagem podem ser localizadas. Cada placa transparente 1238A pode compreender qualquer material transparente que permita que as imagens projetadas e refletidas pelo teatro de criação de imagem 1012 passem através das placas transparentes 1238A sem distorção, inibição ou corrupção dos dados de i-

25 magem. Por exemplo, em várias modalidades, cada placa transparente 1238A pode compreender uma placa de vidro de quartzo possuindo alta clareza e um índice de refração muito baixo, isso é, sendo muito transparente e

30

possuindo um índice de refração que não distorça, iniba, corrompa ou de outra forma afete negativamente a qualidade dos dados de imagem projetados ou refletidos.

Devido às várias distâncias focais diferentes entre os dispositivos de criação de imagem e as várias fontes de dados de imagem, isso é, a parte superior das sementes, os espelhos de imagem do estágio de criação de imagem 1212 e os primeiro e segundo espelhos inferiores 1276 e 1284, a intensidade dos dados de imagem fornecida pelas fontes de dados de imagem pode variar. Para se equalizar substancialmente a intensidade dos dados de imagem fornecidos pelas várias fontes de dados de imagem, uma ou mais lentes de armazenamento de intensidade de imagem (não ilustradas) podem ser localizadas estrategicamente em uma ou mais prateleiras de lente de armazenamento de intensidade de imagem 1238. Geralmente, as lentes de armazenamento de intensidade de imagem reduzem a intensidade dos dados de imagem em particular de forma que o nível de intensidade de todos os dados de imagem a partir das várias fontes sejam substancialmente iguais. As várias lentes de armazenamento de intensidade de imagem podem ter diferentes coeficientes de armazenamento de intensidade e podem ser manual ou automaticamente localizadas na prateleira de lente de armazenamento de intensidade de imagem respectiva 1238 para equalizar substancialmente a intensidade dos dados de imagem fornecidos pelas várias fontes de dados de imagem.

Com referência agora às figuras 13a, 13b, 16, 16a, 16b, 16c, 16d e 16e, como descrito acima, o subsistema I&A 12 inclui os um ou mais dispositivos de criação de imagem 1016. Cada dispositivo de criação de imagem 1016 é montado na estrutura de suporte de sistema acima do conjunto de estágio de criação de imagem 1152 para ter um campo de visão que inclui um ou mais estágios de criação de imagem 1148. Por exemplo, em várias modalidades, o subsistema I&A 12 pode incluir um conjunto de estágio de criação de imagem 1152 que inclui quatro estágios de criação de imagem 1148, e dois dispositivos de criação de imagem 1016, onde cada dispositivo de criação de imagem 1016 é montado na estrutura de suporte

de sistema para ter um campo de visão que inclui um par correspondente respectivo de estágios de criação de imagem 1148. Apesar de o subsistema I&A 12 poder incluir mais ou menos que dois dispositivos de criação de imagem 1016, e/ou mais ou menos que quatro estágios de criação de imagem 1148 e permanecer dentro do escopo da presente descrição, por motivos de simplicidade e clareza, o subsistema I&A 12 será descrito de forma ilustrativa doravante como incluindo dois dispositivos de criação de imagem 1016 e quatro estágios de criação de imagem, onde cada dispositivo de criação de imagem 1016 possui um campo de visão que engloba um par correspondente respectivo de estágios de criação de imagem 1148.

Portanto, uma vez que a semente é carregada, ou depositada, em cada janela de fundo de alçapão 1220, cada dispositivo de criação de imagem 1016 possui um campo de visão da semente que inclui a parte superior ou voltada para cima dos respectivos dois estágios de criação de imagem correspondentes 1148, espelhos de criação de imagem 1212 e sementes.

Isso é, cada dispositivo de criação de imagem 1016 é posicionado para coletar dados de imagem do topo dos respectivos dois estágios de criação de imagem correspondentes 1148 e o topo das sementes. Adicionalmente, cada dispositivo de criação de imagem 1016 é posicionado para coletar dados de imagem de uma pluralidade de partes laterais, isso é, vistas laterais de cada semente refletida a partir de cada um dos espelhos de criação de imagem 1212 e dados de imagem da parte inferior de cada semente refletida a partir dos respectivos acessórios de espelho stanchion 1252. Dessa forma, cada dispositivo de criação de imagem 1016 é orientado e opera para coletar, e transmitir para o sistema de controle principal 1028, os dados de imagem da parte superior, uma pluralidade de partes laterais e a parte inferior de cada semente depositada em cada um dos respectivos estágios de criação de imagem correspondentes 1148. Os dados de imagem da parte superior, parte inferior e pluralidade de partes laterais, isso é, vistas laterais de cada semente coletada por cada dispositivo de criação de imagem 1016 são transmitidos para o sistema de controle principal 1028 para armazenamento e análise, como descrito abaixo.

Como utilizado aqui, referência à parte superior das sementes refere-se à parte das sementes que está voltada para cima com relação à orientação de cada semente dentro do estágio de criação de imagem de semente respectivo. Isso é, como utilizado aqui, a parte superior das sementes se refere à parte das sementes geralmente voltada para longe de e não se apoiando na janela de fundo de alçapão 1220 de cada estágio de criação de imagem respectivo 1148, e não se refere à estrutura ou anatomia independentes das sementes. De forma similar, como utilizado aqui, a parte inferior das sementes se refere à parte das sementes geralmente voltadas na direção de, e geralmente se apoiando na janela inferior de alçapão 1220 de cada estágio de criação de imagem respectivo 1148, e não se refere à estrutura ou anatomia independente das sementes.

Cada dispositivo de criação de imagem 1028 pode ser qualquer dispositivo de criação de imagem adequado selecionado de acordo com os objetivos de criação de imagem do sistema de separação de semente 10. Por exemplo, com relação a uma análise de danos ao revestimento externo de semente, cada dispositivo de criação de imagem 1028 pode compreender uma câmera digital que opera na faixa de luz visível. Alternativamente, para análise interna da semente, cada dispositivo de criação de imagem 1028 pode compreender uma câmera que opera na faixa de luz quase infravermelha (ver, pedido U.S. N. 6.646.264, a descrição da qual é incorporada aqui por referência). Adicionalmente ainda, cada dispositivo de criação de imagem 1028 pode compreender uma câmera que implementa técnicas de criação de imagem NMR/MRI (ver, pedido publicado U.S. No. US 2006/0112628, a descrição do qual é incorporado aqui por referência).

Adicionalmente, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 coordena e sincroniza a operação de cada dispositivo de criação de imagem 1016 com a operação dos respectivos conjuntos de luz anular superior e inferior 1156 e 1160 para coletar dados de imagem multiespectrais, isso é, dados de imagem em uma pluralidade de diferentes comprimentos de onda espectrais e/ou intensidades, das vistas superiores, inferiores e uma pluralidade de vistas laterais de cada semente retida dentro dos está-

gios de criação de imagem respectivos 1148.

Com referência agora à figura 16f, em várias modalidades, o subsistema I&A 12 inclui adicionalmente um recinto de quarto escuro opaco 1296 que encerra os dispositivos de criação de imagem 1016 e o teatro de
 5 criação de imagem 1012 para fornecer o ambiente escuro no qual os dados de imagem podem ser coletados. Em várias modalidades, o recinto de quarto escuro 1296 pode ser construído de forma a ser fixado de forma removível à estrutura de suporte de sistema da estação ótica e controladora 1002. A-
 demais, em várias modalidades, o recinto de quarto escuro 1296 pode ser
 10 construído para incluir lados removíveis que são conectados de forma remo-
 vível um ao outro para formar o recinto de quarto escuro 1296.

Com referência adicional às figuras 13a, 13b, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, e 16e, os dados de imagem coletados por cada dispositivo de criação de imagem 1016 inclui dados referentes ao estágio respectivo de criação de
 15 imagem 1148 e às sementes retidas no mesmo. Os dados de imagem são transmitidos para o sistema de controle principal 1028 e armazenados (pelo menos temporariamente) em um dispositivo eletrônico de armazenamento de dados do sistema de controle principal 1028. O sistema de controle prin-
 cipal 1028 analisa os dados de imagem e correlaciona, ou conecta os dados
 20 de imagem coletados com cada semente correspondente respectiva. De a-
 cordo, todos os dados de imagem coletados, são analisados para correla-
 cionar os dados de imagem para cada semente individual para o estágio de
 criação de imagem particular 1148 no qual a semente respectiva é retida.
 Dessa forma, uma conexão existe entre cada semente, o estágio de criação
 25 de imagem correspondente 1148 e os dados de imagem correspondentes.

Os dados de imagem coletados podem ser processados de vá-
 rias formas conhecidas para identificar as características ou traços fenotípi-
 cos da semente (por exemplo, como descrito na patente U.S. No. 6.646.264
 ou US 2006/0112628 referidos acima). Por exemplo, a análise de dados de
 30 imagem pode revelar a informação característica das sementes individuais
 referente, por exemplo, à presença ou ausência de traços bioquímicos (co-
 mo teor de óleo), a presença ou ausência de danos, a presença ou ausência

de doenças, tamanho, cor, formato e similares. Essa informação de característica é obtida pelo processamento de dados de imagem utilizando algoritmos personalizados executados nos dados de imagem coletados pelo sistema de controle principal 1028. Os resultados desse processamento são
5 então armazenados, pelo menos temporariamente, em correlação com sementes particulares, e mais especificamente, em correlação com o estágio respectivo de criação de imagem 1148 no qual cada semente é retida durante a criação de imagem. Dessa forma, existe uma conexão entre os dados de imagem e a informação de característica de cada semente.

10 Como descrito abaixo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 executa vários algoritmos para realizar a análise de múltiplas variantes multiespectral dos dados de imagem para cada semente para determinar os traços de cor de superfície específicos de cada semente respectiva. Por exemplo, em várias modalidades, as sementes podem com-
15 preender as sementes para o cultivo haploide dobrado onde as sementes diploides possuem um marcador anthocyanin azul na área de germe. A análise de múltiplas variantes multiespectral pode ser realizada nos dados de imagem para cada semente de milho para determinar se cada semente de milho individual tem o marcador azul. As sementes determinadas como possuindo o marcador azul são, portanto, identificadas como sementes diploides,
20 sementes nas quais o marcador azul está ausente são identificadas como sementes haploides, e as sementes nas quais está incerto se o marcador azul está presente são identificadas como indeterminadas. Adicionalmente, em várias modalidades, a análise dos dados e imagem coletados de
25 uma semente particular podem revelar que o tamanho da semente não corresponde ou excede um limite de tamanho particular, indicando que a semente particular é uma semente quebrada ou um fragmento de semente. Em tais casos, o sistema de controle principal 1028 pode identificar a semente como um fragmento de semente. As características identificadas para cada
30 semente, ou falta das mesmas, podem então ser aplicadas pelo sistema de controle principal 1028 contra determinados critérios de separação de semente a fim de realizar a separação das sementes por característica, como

descrito abaixo.

Com referência agora às figuras 13a, 16, 16a, 16b, 17a, 17b e 17c, uma vez que os dados de imagem são coletados para cada uma das sementes se apoiando nas janelas inferiores de alçapão 1220, o acionador rotativo 1228 é comandado para girar o eixo 1204 para mover os fundos de alçapão 1200 para a posição "descarga de semente", onde cada semente com imagem criada pode deslizar para fora da janela respectiva 1220, através da calha de saída respectiva 1216 e para dentro de uma boca 1236 de um separador respectivo correspondentes dentre os separadores de semente de imagem criada 1020. Apesar de, por motivos de simplicidade e clareza, as figuras ilustrarem apenas geralmente um único separador de semente de imagem criada 1020, deve-se compreender que o subsistema OL&S 13 inclui uma pluralidade de separadores de semente de imagem criada 1020. Mais particularmente, o subsistema OL&S 13 inclui um separador de semente de imagem criada 1020 para cada estágio de criação de imagem 1148 do conjunto de estágio de criação de imagem 1152. Por exemplo, se o conjunto de estágio de criação de imagem 1152 incluir quatro estágios de criação de imagem 1148, o subsistema OL&S 13 incluirá quatro separadores de semente de imagem criada 1020. Ou, se o conjunto de estágio de criação de imagem 1152 incluir seis estágios de criação de imagem 1148, o subsistema OL&S 13 incluirá seis separadores de semente de imagem criada 1020.

Cada separador de semente de imagem criada 1020 é montado na estrutura de suporte de sistema de forma que a boca 1236 de cada separador de semente de imagem criada 1020 esteja adjacente a e alinhada com a calha de saída 1216 do estágio de criação de imagem correspondente respectiva 1148. Mais particularmente, cada separador de semente de imagem criada 1020 está localizado de forma que quando os fundos do alçapão 1200 são movidos para a posição de "descarga de semente", cada uma das sementes de imagem criada deslizará para fora das janelas respectivas 1220, através das calhas de saída respectivas 1216 e para dentro das bocas 1236 dos separadores de semente de imagem criada correspondentes respectivos 1020.

Com referência agora às figuras 17a, 17b e 17c, cada separador de semente de imagem criada 1020 compreende geralmente um alojamento tipo caixa 1300 que encerra uma pluralidade de canais de separação 1304. Deslizável de forma controlável dentro de uma parte superior de um primeiro canal de separação 1304a, isso é, o canal de separação 1304 mais próximo da boca do separador de semente de imagem criada 1236, encontra-se um bujão de enfileiramento 1306. Como descrito adicionalmente abaixo, o bujão de enfileiramento 1306 é estruturado e opera para reter momentaneamente as sementes dentro da boca do separador de semente de imagem criada 1236 e bloquear momentaneamente as sementes impedindo que entrem no separador de semente de imagem criada 1020. Deslizável de forma controlável dentro de uma parte superior de cada um dos canais de separação restantes 1304 encontra-se um bujão correspondente respectivo dentre uma pluralidade de bujões de desvio 1308. Como descrito adicionalmente abaixo, cada bujão de desvio 1308 é estruturado e opera para desviar as sementes para dentro do canal de separação respectivo 1304. Uma parte inferior de cada canal de separação 1304/1304a termina em uma porta correspondente respectiva dentre a pluralidade de portas de saída com colar 1312 espaçadas ao longo de um fundo 1316 do separador de semente de imagem criada respectivo 1020. O alojamento 1300 inclui um primeiro painel lateral 1320 e um segundo painel lateral oposto 1324 que são conectados ao fundo 1316 a um topo 1328, uma frente 1332 e uma parte posterior 1336 para formar o alojamento 1300. O primeiro painel lateral 1320 é ilustrado como sendo transparente para ilustrar os canais de separação 1304 e os bujões de desvio 1308, no entanto, o primeiro painel lateral pode ser opaco e permanecer dentro do escopo da presente descrição.

Cada bujão de desvio 1308 e o bujão de enfileiramento 1306 incluem uma parede superior angulada 1340. A parede superior angulada 1340 de cada bujão de desvio 1308 e o bujão de enfileiramento 1306 alinha de forma linear com a parede superior angulada 1340 de cada bujão de desvio imediatamente adjacente 1308 ou bujão de enfileiramento 1306 para formar uma rampa de separação angulada 1344. Ademais, as paredes supe-

riores anguladas 1340 alinham de forma cumulativamente linear de forma que a rampa de separação 1344 tenha uma inclinação descendente de uma extremidade alta 1348 da rampa de separação 1344 para uma extremidade baixa 1352 da rampa de separação 1344. Cada bujão de desvio 1308 e bujão de enfileiramento 1306 são conectados a um acionador correspondente respectivo dentre uma pluralidade de acionadores de bujão 1356 montado no segundo painel 1324. Apesar de apenas um único acionador de bujão 1356 ser ilustrado na figura 17a, será facilmente e prontamente compreendido que cada bujão de desvio 1308 e o bujão de enfileiramento 1306 é conectado a um acionador de bujão correspondente respectivo 1356 montado no segundo painel 1324. Cada acionador de bujão 1356 acoplado a um bujão de desvio 1308 opera, através de comandos do sistema de controle principal 1028, para mover cada bujão de desvio respectivo 1308 entre uma posição de "desvio de semente" (como ilustrado no canal de separação mais para a direita 1304 da figura 17c) e uma posição de "passagem de semente" (como ilustrado no canal de separação mais para a esquerda 1304 da figura 17c). De forma similar, o acionador de bujão 1356 acoplado ao bujão de enfileiramento 1306 opera, através dos comandos do sistema de controle principal 1028, para mover o bujão de enfileiramento 1306 entre uma posição de "enfileiramento" (como ilustrado na figura 17b) e uma posição de "acesso" (como ilustrado na figura 17a).

Como mais bem ilustrado na figura 17c, cada bujão de desvio 1308 inclui uma cavidade de coleta de semente 1360 formada pela parede superior respectiva 1340 e uma parede posterior respectiva 1364. Cada cavidade de coleta de semente 1360 inclui um lado aberto 1368 que abre na direção da boca do separador de semente de imagem criada 1236 quando o bujão de desvio respectivo 1308 está na posição de "desvio de semente". A boca 1236 de cada separador de semente de imagem criada 1020 inclui uma extremidade de recebimento de semente aberta 1372 que abre na direção da calha de saída alinhada 1216 do estágio de criação de imagem correspondente respectiva 1148, e uma extremidade canalizada aberta oposta 1374. Adicionalmente, a frente do separador de semente de imagem criada

1332 inclui uma abertura 1378 adjacente à extremidade alta da rampa de separação 1348. A boca do separador de semente de imagem criada 1236 é conectada ao alojamento 1300 de forma que a extremidade canalizada aberta 1236 seja conectada ao alojamento 1300 de forma que a extremidade canalizada aberta 1374 alinhe com a abertura 1378. Mais particularmente, a boca do separador de semente de imagem criada 1236 é conectada ao alojamento 1300 de forma que um fundo 1380 da boca do separador de semente 1236 alinhe com a abertura 1378 e a rampa de separação 1344. Portanto, como descrito abaixo, uma semente depositada dentro da boca de separador de semente 1236 na extremidade de recebimento de semente 1372 deslizará ao longo do fundo 1380 para a extremidade canalizada 1374 e transitará suavemente, isso é, sem obstrução, através da abertura dianteira do separador de semente de imagem criada 1378 para dentro da rampa de separação angulada 1344.

Com referência agora à figura 17a, em várias modalidades, a pluralidade de depósitos de semente 1024 é retidas dentro de um acessório de retenção de depósito de semente 1384. O acessório de retenção de depósito de semente 1384 inclui uma placa de base 1388 e uma placa de superior com porta 1392 entre as quais os depósitos de semente 1024 são retidos de forma removível. Isso é, a placa de base 1388 e a placa superior 1392 são montadas na estrutura de suporte de sistema e espaçadas por uma distância suficiente para permitir que os depósitos de semente 1024 sejam facilmente inseridos e removidos de entre as placas de base e superior 1388 e 1392. Em várias implementações, a placa de base 1388 inclui uma pluralidade de slips de alinhamento inferiores de depósito de semente com recesso 1396, e placa superior 1392 inclui uma pluralidade de slips de alinhamento superior de depósito de semente com recesso 1400. Os slips de alinhamento inferior e superior 1396 e 1400 são estruturados para reter cada um dos depósitos de semente 1024 em um local particular dentro do acessório de retenção 1384. Mais especificamente, os slips de alinhamento inferior e superior 1396 e 1400 são localizados dentro das placas de base e superior respectivas 1388 e 1392 para reter cada um dos depósitos de semente 1024

de forma que um topo aberto 1404 alinha com uma tubulação correspondente respectiva dentre uma pluralidade de tubulações de porta com colar 1408 acopladas à placa superior 1392.

Cada tubulação de porta com colar 1408 é montada à placa superior 1392 sobre uma abertura correspondente respectiva dentre uma pluralidade de aberturas (não ilustrada) na placa superior 1392. Adicionalmente, cada tubulação de porta com colar 1408 inclui uma pluralidade de portas de entrada com colar 1412 que são localizadas através da abertura respectiva de forma que as sementes que passam através de qualquer uma das portas de entrada com colar 1412, como descrito adicionalmente abaixo, sejam depositadas no depósito de semente respectivo 1024. O subsistema OL&S 13 inclui adicionalmente uma pluralidade de segundos tubos de transferência 1416 que são interconectados entre cada uma das portas de saída com colar 1312 de cada separador de semente de imagem criada 1020 e as portas de entrada com colar 1412 das tubulações de porta com colar 1408.

Mais especificamente, em várias modalidades, o acessório de retenção de depósito de semente 1384 pode incluir um número de tubulações de porta com colar 1408 e depósitos de semente 1024 iguais ao número de portas de saída com colar 1312 e os canais de separação 1304/1304a de um dos separadores de semente de imagem criada 1020. Adicionalmente, cada tubulação de porta com colar 1408 pode incluir um número de portas de entrada com colar 1412 igual ao número de separadores de semente de imagem criada 1020 incluídos no subsistema OL&S 13, isso é, igual ao número de estágios de criação de imagem 1148 incluídos no conjunto de estágio de criação de imagem 1152. Por exemplo, se o subsistema OL&S 13 incluir quatro separadores de semente de imagem criada 1020 para acomodar quatro estágios de criação de imagem 1148, e cada separador de semente de imagem criada 1020 inclui cinco canais de separação 1304 e portas de saída com colar 1312, o acessório de retenção de depósito de semente 1384 incluirá cinco tubulações de porta com colar 1408, cada uma possuindo quatro portas de entrada com colar 1412. Ainda mais especificamente, através dos segundos tubos de transferência 1416, cada porta de saída com

colar 1312 de cada separador de semente de imagem criada individual 1020 é conectada a uma porta de entrada com colar 1412 de uma tubulação de porta com colar diferente 1408 e depósito de semente correspondente 1024. Portanto, durante a operação, como descrito abaixo, o sistema de controle principal 1028 pode controlar cada separador de semente de imagem criada 1020 para desviar seletivamente cada semente de imagem criada recebida a partir do estágio de criação de imagem respectivo 1148 para qualquer um dos depósitos de semente 1024 com base nos fenótipos particulares, isso é, características e/ou traços (tal como, danos, doença, cor, tamanho e similares) de cada semente como determinado pelo subsistema I&A 12.

Com referência agora às figuras 17a, 17b e 17c, como descrito acima, cada bujão de desvio 1308 e bujão de enfileiramento 1306 é conectado a um acionador respectivo dentre os acionadores de bujão 1356 para mover seletivamente os bujões de desvio 1308 entre a posição de "desvio de semente" e a posição de "passagem de semente", e o bujão de enfileiramento 1306 entre a posição de "enfileiramento" e a posição de "acesso". Mais particularmente, com base no fenótipo de cada semente como identificado pelo subsistema I&A 12 e o sistema de controle principal 1028, o sistema de controle principal 1028 controla a operação dos acionadores de bujão 1356 de forma que cada semente individual seja separada para um depósito selecionado dentre os depósitos de semente 1024, através dos separadores de semente de imagem criada 1020.

Uma vez que um conjunto de sementes é carregado, ou depositado, no conjunto de estágio de criação de imagem (isso é, uma vez que uma semente respectiva é carregada simultaneamente em cada um dos estágios de criação de imagem 1148) e os dados de imagem multiespectrais para cada semente são coletados, os fundos de porta de alçapão 1200 são movidos da posição de "criação de imagem de semente" para a posição de "descarga de semente". Isso permite que cada semente no conjunto de sementes deslize para fora do fundo da porta de alçapão respectiva 1200, através da gravidade, vácuo e/ou ar forçado, e para dentro da boca 1236 do respectivo separador de semente de imagem criada correspondente 1020.

Antes de, ou substancialmente simultaneamente com os fundos de porta de alçapão 1200 sendo movidos para a posição de "descarga de semente", o sistema de controle principal 1028 comanda o acionador de bujão 1356 para o bujão de enfileiramento 1306 para mover o bujão de enfileiramento 1306 para a posição de "enfileiramento". Portanto, à medida que cada semente desliza ao longo do fundo 1380 da boca de separador de semente de imagem criada respectiva 1236, cada semente será bloqueada e impedida de entrar no alojamento do separador de semente de imagem criada respectiva 1300, isso é, cada semente será retida, ou enfileirada, dentro da boca de separador de semente de imagem criada respectiva 1236.

Enquanto as sementes são enfileiradas dentro das bocas de separador de semente 1236, um conjunto subsequente de sementes pode ser carregado nos estágios de criação de imagem 1148, como descrito acima. Adicionalmente, enquanto as sementes são enfileiradas dentro das bocas do separador de semente 1236, os dados de imagem para cada semente enfileirada são analisados pelo sistema de controle principal 1028, e o fenótipo identificado, isso é, características e/ou traços (tal como, danos, doenças, cor, tamanho e similares) são conectados a cada semente respectiva. Com base no fenótipo identificado respectivo, o sistema de controle principal 1028 então determina para qual dos depósitos de semente 1024 cada semente deve ser separada. Então, com base no depósito de semente identificado particular 1024 para qual cada semente individual deve ser separada, o sistema de controle principal 1028 comanda um acionador particular dentre os acionadores de bujão 1356 para cada separador de semente de imagem criada respectivo 1020 para mover o bujão de desvio correspondente 1308 para a posição de "desvio de semente". Isso é, o bujão de desvio 1308 do canal de separação 1304 conectado, através dos segundos tubos de transferência 1416, ao depósito de semente identificado particular 1024 é movido para a posição de "desvio de semente". Uma vez que o bujão de desvio identificado 1308 para cada separador de semente de imagem criada respectivo 1020 é movido para a posição de "desvio de semente", o sistema de controle principal 1028 comanda os acionadores de bujão adequados 1356

para mover os bujões de enfileiramento 1306 para a posição de "acesso", permitindo assim que as sementes acessem os alojamentos de separador de semente de imagem criada respectivos 1300.

5 Mais especificamente, quando os bujões de enfileiramento 1306 são movidos para a posição de "acesso", as sementes podem deslizar, através da gravidade, vácuo e/ou ar forçado, através das aberturas dianteiras de separador de semente de imagem criada respectivas 1378 nas rampas de separação respectivas 1344. Cada semente deslizará então ao longo da rampa de separação do separador de semente de imagem criada inclinada
10 respectiva 1344 e para dentro da cavidade de coleta 1360 do bujão de desvio respectivo 1308 que foi movido para a posição de "desvio de semente". Subsequentemente, devido à gravidade, vácuo e/ou ar forçado, cada semente percorrerá através do canal de separação respectivo 1304 e o segundo tubo de transferência 1416 para dentro do depósito de semente identificado
15 particular 1024.

Dessa forma, em operação, os dados de imagem multiespectrais para cada semente no conjunto de sementes são analisados para identificar um ou mais fenótipos particulares de cada semente individual no conjunto. Os fundos da porta de alçapão 1200 são então movidos da posição de "criação de imagem de semente" para a posição de "descarga de semente" de
20 forma que cada semente no conjunto de sementes deslize substancialmente para fora do fundo de porta de alçapão respectivo 1200 e para dentro da boca 1236 do separador de semente de imagem criada correspondente respectivo 1020, onde as sementes são enfileiradas, através dos bujões de enfileiramento respectivos 1306. Então, com base nos um ou mais fenótipos particulares identificados de cada semente individual, o sistema de controle principal 1028 move um bujão selecionado dentre os bujões de desvio 1308 de cada separador de semente de imagem criada correspondente 1020 da
25 posição de "desvio de semente". Os bujões de enfileiramento 1306 são então movidos para a posição de "acesso" e cada semente desliza ao longo do fundo 1380 da boca do separador de semente de imagem criada respectiva
30 1236 e para a rampa de separação angulada do separador de semente de

imagem criada respectiva 1344. Cada semente deslizará então ao longo da rampa de separação angulada do separador de semente de imagem criada respectiva 1344 e para dentro da cavidade de coleta 1360 do bujão de desvio respectivo 1308 que foi movido para a posição de "desvio de semente".

- 5 Subsequentemente, devido à gravidade, vácuo e/ou ar forçado, cada semente percorrerá através do canal de separação respectivo 1304 e segundo tubo de transferência para dentro do depósito de semente identificado particular 1024.

- 10 Dessa forma, em operação, os dados de imagem multiespectral para cada semente no conjunto de sementes são analisados para identificar um ou mais fenótipos particulares de cada semente individual no conjunto. Os fundos das portas de alçapão 1200 são então movidos da posição de "criação de imagem de semente" para a posição de "descarga de semente" de forma que cada semente no conjunto de sementes substancialmente des-
- 15 lize do fundo de porta de alçapão respectivo 1200 e entre na boca 1236 do separador de semente de imagem criada correspondente respectivo 1020, onde as sementes são enfileiradas, através dos bujões de enfileiramento respectivos 1306. Então, com base nos um ou mais fenótipos identificados particulares de cada semente individual, o sistema de controle principal 1028
- 20 move um bujão selecionado dentre os bujões de desvio 1308 de cada separador de semente de imagem criada correspondente 1020 para a posição de "desvio de semente". Os bujões de enfileiramento 1306 são então movidos para a posição de "acesso" e cada semente desliza ao longo do fundo 1380 da boca do separador de semente de imagem criada respectiva 1236 e para
- 25 a rampa de separação angulada do separador de semente de imagem criada respectiva 1344. Cada semente deslizará então ao longo da rampa de separação angulada do separador de semente de imagem criada respectiva 1344 e para dentro da cavidade de coleta 1360 do bujão de desvio respectivo 1308 que foi movido para a posição "desvio de semente". Subsequentemente,
- 30 mente, devido à ação da gravidade, vácuo e/ou ar forçado, cada semente percorrerá através do canal de separação respectivo 1304 e o segundo tubo de transferência para dentro do depósito de semente identificado particular

1024.

Uma vez que um conjunto de sementes tem sua imagem criada e é separado, um novo conjunto de sementes é carregado para o conjunto de estágio de criação de imagem e o processo de criação de imagem, análise e separação é repetido. Em várias modalidades, o sistema de separação de semente 10 pode separar, carregar, criar a imagem, de, analisar e separar as sementes aproximadamente a cada três a cinco segundos ou mais rápido.

Deve-se compreender que cada semente respectiva é separada para um depósito particular dentre os depósitos de semente 1024 com base em um ou mais fenótipos identificados de cada semente individual respectiva. Portanto, todas dentro de um conjunto de sementes possuindo substancialmente o mesmo um ou mais fenótipos identificados será separada para o mesmo depósito de sementes 1024, enquanto todas as sementes dentro de um conjunto identificado como não possuindo um ou mais outros fenótipos serão separadas para um depósito de semente selecionado diferente 1024. De forma similar, todas as sementes dentro de um conjunto que são determinadas como sendo muito pequenas, por exemplo, fragmentos de sementes, serão separadas para outro depósito de semente selecionado 1024, enquanto todas as sementes dentro de um conjunto que são determinados como sendo muito grandes, por exemplo, sementes duplas, serão separadas para outro depósito de semente selecionado 1024. Adicionalmente, em várias modalidades, se depois de uma semente ter tido sua imagem criada e analisada, não for conclusivo se a semente possuir ou não possui um fenótipo particular, a semente respectiva pode ser separada para outro depósito de semente selecionado 1024. Dessa forma, cada depósito de semente 1024 é designado para receber apenas um tipo único de sementes, isso é, apenas as sementes possuindo o fenótipo desejado, apenas as sementes que não possuem o fenótipo desejado, apenas as sementes onde não está certo de que as mesmas possuem o fenótipo desejado, apenas as sementes que falham em corresponder a um critério de tamanho mínimo e apenas as sementes que excedem um critério de tamanho máximo.

Como apresentado acima, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 pode executar vários algoritmos para realizar a análise de múltiplas variantes nos dados de imagem multiespectral coletados através do teatro de criação de imagem 1012 e dispositivos de criação de imagem 1016, para identificar os fenótipos particulares de cada semente. O sistema de controle principal 1028 pode então controlar a operação do subsistema OL&S 13 para separar seletivamente as sementes em depósitos de semente 1024, com base nos fenótipos identificados. Por exemplo, em várias modalidades, as sementes podem compreender sementes de milho para o cultivo de haploides dobrados onde as sementes diploides possuem um marcador anthocyanin azul na área de germe. Em tais modalidades, o sistema de controle principal 1028 pode realizar a análise de múltiplas variantes nos dados de imagem multiespectral coletados para identificar se cada semente possui o marcador anthocyanin azul. O sistema de controle principal 1028 pode então separar as sementes possuindo o marcador para um depósito de semente particular 1024, separar as sementes que não possuem o marcador para um depósito de semente diferente 1024, separar as sementes onde não for determinado se possuem o marcador para outro depósito de sementes 1024 e separar as sementes que não correspondem ou excedem um limite de tamanho para outro depósito de sementes.

A figura 18 ilustra um fluxograma 1500 de operação geral do sistema de separação de semente 10, de acordo com várias modalidades ilustradas nas figuras 1 e 13a a 17c. Inicialmente, uma pluralidade de sementes é depositada na tremonha de semente 1056 da tremonha de semente de volume e separador 1004, como indicado em 1502. As sementes são então separadas, através da roda de separação 1060, e transferidas para o conjunto de escape 1052, através da transferência tubular 1044 e os primeiros tubos de transferência 1048, como indicado em 1504. O conjunto de escape 1052 retém temporariamente as sementes e então deposita cada semente no funil de coleta 1120 de uma sapata respectiva dentre uma das sapatas de carregamento 1108, como indicado em 1506. Subsequentemente, a cobertura de abertura superior 1132 de cada sapata de carregamento 1108 é movi-

da para a posição "fechada" para reter as sementes dentro dos funis de coleta respectivos 1120, e as sapatas de carregamento 1108 são movidas para a posição de "carregamento de semente" acima dos estágios de criação de imagem 1148, como indicado em 1508. A cobertura de abertura inferior 1136
5 de cada sapata de carregamento 1108 é então movida para a posição "aberta" para depositar cada semente em um estágio respectivo dentre os estágios de criação de imagem 1148, como indicado em 1510.

Uma vez que as sementes são carregadas nos estágios de criação de imagem 1148, a operação dos conjuntos anulares de luz superior e inferior 1152 e 1160 é sincronizada com a operação dos dispositivos de criação de imagem 1016 para coletar os dados de imagem multiespectral de cada semente e transmitir os dados de imagem para o sistema de controle principal 1028, como indicado em 1512. Mais especificamente, os dados de imagem multiespectral são adquiridos para a vista superior de cada semente, a vista inferior de cada semente refletida a partir dos conjuntos de espelho inferior 1164 e a pluralidade de vistas laterais de cada semente refletidas a partir de cada espelho de criação de imagem de acessório de espelho anular respectivo 1212.
15

Em várias modalidades, os dados de imagem multiespectral compreendem imagens do topo, fundo e lados de cada semente adquiridas em oito comprimentos de onda espectrais diferentes, por exemplo, aproximadamente 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm e 750 nm, através de oito filtros de passagem de banda do dispositivo de filtro óptico 1192. Os dados de múltiplas visões multiespectrais para cada semente são então analisados pelo sistema de controle principal 1028 para determinar se cada semente respectiva possui um ou mais fenótipos particulares, tal como um marcador anthocyanin azul na área de germe de cada semente indicando se cada semente respectiva é um diploide, como indicado em 1514. Em várias modalidades, a análise de múltiplas variantes pode ser empregada pelo sistema de controle principal 1028 para analisar os dados de imagem multiespectral coletados.
20
25
30

Os fundos de porta de alçapão 1200 dos estágios de criação de

imagem 1148 são então movidos para a posição de "descarregar semente" para permitir que cada semente caia na boca 1236 de cada separador de semente de imagem criada respectivo 1020 e seja enfileirada, através de cada bujão de enfileiramento elevado respectivo 1306, como indicado em

5 1518. Enquanto as sementes são enfileiradas, com base na determinação de se cada semente respectiva possui os um ou mais fenótipos particulares, o sistema de controle principal 1028 eleva um bujão particular dentre os bujões de desvio 1308 de cada separador de semente de imagem criada 1020 para a posição de "desvio de semente" e abaixa os bujões de enfileiramento

10 1306 para a posição de "acesso". De acordo, cada semente é desviada através do canal de separação respectivo 1304 e para dentro do depósito de semente correspondente 1024, como indicado em 1516.

Com referência agora às figuras 19, 20a, 20b e 20c, a figura 19 fornece um fluxograma 1600 ilustrando um processo de análise ilustrativo

15 executado pelo sistema de controle principal 1028 nos dados de imagem multiespectral coletados pelo subsistema I&S 12 e sistema de controle principal 1028. Em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 analisa os dados de imagem coletados para cada semente em dados de "vista superior" (isso é, dados adquiridos por cada dispositivo de criação de

20 imagem 1016 diretamente a partir da parte superior de cada semente respectiva e estágio de criação de imagem 1148), dados de "vista inferior" (isso é, dados adquiridos por cada dispositivo de criação de imagem 1016 que são refletidos a partir dos conjuntos de espelho de fundo respectivos 1164), e uma pluralidade de conjuntos de dados de "vista lateral" (isso é, uma plu-

25 ralidade de conjunto de dados adquiridos por cada dispositivo de criação de imagem 1016, onde cada conjunto se refere aos dados de imagem refletidos a partir de um espelho particular dentre um dos espelhos de imagem 1212). Em várias modalidades, para se analisar os dados de imagem multiespectrais coletados através do subsistema I&A 12, o sistema de controle principal

30 1028 analisa os dados de "vista superior" primeiro. Em fazendo isso, o sistema de controle principal 1028 primeiro desenvolve uma máscara de fundo, e aplica a máscara de fundo aos dados de imagem de cada uma das ima-

gens de "vista superior" adquiridos em cada um dos vários comprimentos de onda espectrais para remover aproximadamente todos os pontos de dados, por exemplo, pixels, que são considerados como dados de fundo, isso é, dados não relacionados com sementes, como indicado em 1602. Uma ilustração de uma imagem de "vista superior" depois de a máscara de fundo ter sido aplicada como ilustrado na figura 20a. Em várias modalidades, a máscara de fundo pode ser construída utilizando qualquer uma das várias imagens de comprimento de onda espectral, por exemplo, a imagem com a melhor razão de sinal para ruído, para determinar matematicamente quais pontos de dados representam os dados de fundo.

Depois de a máscara de fundo ter sido aplicada, o sistema de controle principal 1028 aplica uma máscara de limite de primeiro tamanho para cada uma das imagens para filtra quaisquer dados restantes em cada imagem que é muito pequena para ser uma semente ou uma semente inteira intacta, como indicado em 1604. Uma ilustração de uma imagem de "vista superior" depois de as máscaras de fundo e de limite de primeiro tamanho terem sido aplicadas é ilustrada na figura 20b. Por exemplo, o ruído ao longo das bordas ou nos cantos de cada imagem pode permanecer depois que a máscara de fundo é aplicada ou partes de sementes quebradas podem estar presentes, ou dados de imagem do estágio de criação de imagem respectivo 1148 podem permanecer. Tais dados estranhos são removidos pela máscara de limite de primeiro tamanho. Em várias modalidades, a máscara de limite de primeiro tamanho é predeterminada com base em parâmetros de tamanho conhecidos do tipo de sementes sendo analisadas e separadas pelo sistema de separação de semente 10.

Depois que a máscara de limite de primeiro tamanho é aplicada, o sistema de controle de máscara 1028 aplica uma máscara de enchimento e erosão a cada uma das imagens, como indicado em 1606. A máscara de enchimento e erosão determina matematicamente se os dados de imagem restantes da semente incluem quaisquer pontos "escuros" dentro de cada imagem de semente. Tais pontos "escuros" podem estar presentes devido ao contraste de cor de cada semente respectiva ou sombras causadas pelo

contorno de cada semente respectiva. A máscara de enchimento e erosão "preenche" tais pontos escuros e também preenche ou remove os pixels em torno das bordas de cada imagem de semente causados por tais coisas como ruído e/ou "sangria" de fundo. Dessa forma, a máscara de enchimento e erosão "preenche" os pontos escuros dentro de cada imagem de semente e "limpa" as bordas de cada imagem de semente. Uma ilustração de uma imagem de "vista superior" depois que a máscara de fundo, a máscara de limite de primeiro tamanho e a máscara de enchimento e erosão foram aplicadas é ilustrada na figura 20c.

10 A máscara de enchimento e erosão pode algumas vezes remover, ou filtrar, pixels de forma que a imagem resultante de uma semente inclua um objeto grande e um objeto muito menor na borda da semente. Portanto, o sistema de controle principal 1028 aplica uma máscara de limite de segundo tamanho para remover os objetos menores, como indicado em 15 1608. Em várias modalidades, a máscara de limite de segundo tamanho é predeterminada com base nos parâmetros de tamanho conhecidos do tipo de sementes sendo analisadas e separadas pelo sistema de separação de semente 10.

20 Dessa forma, as máscara de fundo, a máscara de limite de primeiro e de segundo tamanhos, e a máscara de enchimento e erosão removem todos os pontos de dados, isso é, pixels, não relacionados com uma das sementes nos estágios de criação de imagem respectivos 1148 para os dados de imagem de "vista superior" de cada uma das imagens de "vista superior" adquiridas em cada um dos vários comprimentos de onda espectrais. O sistema de controle principal 1028 então realiza a análise matemática de várias imagens de "vista superior" para determinar se os dados de imagem restantes para cada semente individual incluem dados indicativos de um fenótipo desejado, como indicado em 1610. O sistema de controle principal 1028 pode empregar qualquer técnica de análise matemática ou processo adequado para realizar tal determinação. Por exemplo, em várias modalidades, o sistema de controle principal 1028 emprega a análise de múltiplas variantes para determinar se os dados de imagem multiespectral restantes

para cada semente individual incluem dados indicativos de um marcador anthocyanin no germe da semente.

Mais particularmente, a análise de múltiplas variantes é realizada para cada semente em cada ponto de dados, ou pixel, dos dados de imagem multiespectral restante após a aplicação das máscaras de limite de primeiro e segundo tamanhos, e de enchimento e erosão para obtenção de um valor resultante que é comparado com um primeiro valor limite predeterminado. Se o valor resultante está acima ou abaixo do primeiro limite isso indica o fenótipo desejado, por exemplo, se pixel é indicativo de um marcador anthocyanin no germe da semente. Os valores resultantes acima do primeiro limite e/ou abaixo do primeiro limite são compilados para obtenção de um número total de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou um número tal de valores resultantes abaixo do primeiro limite para o primeiro conjunto de imagens multiespectrais.

Depois de os dados de imagem de "vista superior" terem sido analisados, como descrito acima, o sistema de controle principal 1028 analisa subsequentemente os dados de imagem de "vista inferior" e a pluralidade de conjuntos de "vista lateral" dos dados de imagem da mesma forma que a descrita acima com relação à análise dos dados de imagem de "vista superior" multiespectral. Dessa forma, a análise dos dados de imagem da "vista superior", "vista inferior" e a pluralidade de conjuntos de "vista lateral" dos dados de imagem fornece uma pluralidade de conjuntos de valores resultantes, por exemplo, dez conjuntos de valores resultantes, acima do primeiro limite e/ou uma pluralidade de conjuntos de valores resultantes, por exemplo, dez conjuntos de valores resultantes, abaixo do primeiro limite.

Uma vez que o sistema de controle principal 1028 analisou a pluralidade de conjuntos de dados de imagem multiespectral e gerou os conjuntos respectivos de valores resultantes, o sistema de controle principal 1028 soma os conjuntos de valores resultantes e compara a soma com um segundo valor limite predeterminado. Mais especificamente, o sistema de controle principal 1028 combina os conjuntos de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou combina os conjuntos de valores resultantes acima do

primeiro limite e/ou uma soma agregada de valores resultantes abaixo do primeiro limite. A soma agregada de valores resultantes acima do primeiro limite e/ou a soma agregada de valores resultantes abaixo do primeiro limite são então comparadas com o segundo limite a fim de identificar se cada semente respectiva possui o fenótipo desejado, por exemplo, o marcador anthocyanin azul.

Por exemplo, se a soma agregada dos valores resultantes estiver acima do segundo limite, a semente é identificada como um diploide. Mas, se a soma agregada dos valores resultantes estiver abaixo do segundo limite, a semente é identificada como um haploide, e se a soma agregada dos valores resultantes for igual ao segundo limite, a semente é identificada como desconhecida.

A descrição apresentada aqui é meramente ilustrativa por natureza e, dessa forma, as variações que não se distanciam do cerne do que é descrito devem ser englobadas no escopo dos ensinamentos. Tais variações não devem ser consideradas um distanciamento do espírito e escopo dos ensinamentos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar de se uma semente exibe um fenótipo desejado, o dito método compreendendo:

5 o direcionamento da luz para uma semente a partir de pelo menos dois ângulos direcionais e em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial;

a coleta de dados de imagem a partir de pelo menos duas partes da semente selecionada a partir de uma parte superior, uma parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais; e

10 a análise dos dados de imagem coletados para determinar se a semente exibe um fenótipo desejado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a análise dos dados de imagem coletados compreende a determinação de se a semente inclui um marcador fluorescente ou visual.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, em que a análise dos dados de imagem coletados compreende a determinação de se a semente inclui um marcador antocianina no germe da semente respectiva.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a coleção de dados de imagem a partir de pelo menos duas partes da semente selecionada a partir de uma parte superior, uma parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais compreende:

25 a coleta de dados de imagem a partir da parte superior da semente em cada um dos comprimentos de onda espectrais utilizando um ou mais dispositivos de criação de imagem; e

a coleta de dados de imagem a partir de pelo menos uma parte lateral da semente em cada um dos comprimentos de onda espectrais utilizando pelo menos um espelho de imagem de forma que os dados de imagem para a pelo menos uma parte lateral sejam refletidos a partir do pelo menos um espelho de imagem para um ou mais dispositivos de criação de imagem.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a análise dos dados de imagem coletados compreende a realização de análise de múltiplas variantes nos dados de imagem coletados para determinar se a semente exibe o fenótipo desejado.

5 6. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente a deposição seletiva da semente em um depósito respectivo selecionado dentre uma pluralidade de repositores de semente com base na determinação de se a semente respectiva exibe o fenótipo desejado.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a coleta de
10 dados de imagem inclui a coleta de dados de imagem a partir de uma parte superior da semente, uma parte inferior da semente e pelo menos uma parte lateral da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectral.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que a coleta de
15 dados de imagem inclui a coleta substancialmente simultânea de dados de imagem a partir de uma parte superior da semente, uma parte inferior da semente e pelo menos uma parte lateral da semente.

9. Sistema para a separação de uma pluralidade de sementes com base em fenótipos identificados das sementes, o dito sistema compreendendo:
20 um subsistema de criação de imagem e análise estruturado e operável para coletar os dados de imagem de uma parte superior de uma semente, uma parte inferior da semente e pelo menos uma parte lateral da semente, e a análise dos dados de imagem coletados para determinar se a semente exibe um fenótipo desejado.

25 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente um subsistema de carga e transporte incluindo uma tremonha de semente volumosa e um separador conectado a um conjunto de escape através de uma pluralidade de tubos de transferência de sementes, onde:

30 a tremonha de sementes volumosa e o separador é estruturado e opera para separar a semente a partir de uma pluralidade de sementes em uma tremonha de semente e depositar a semente em uma câmara respecti-

va dentre uma pluralidade de câmaras do conjunto de escape; e

o conjunto de escape é estruturado e opera para reter temporariamente a semente do conjunto dentro da câmara de conjunto de escape respectiva.

5 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, em que o subsistema de carga e transporte compreende adicionalmente um ou mais carregados, cada carregador incluindo uma pluralidade de sapatas de carregamento de semente que incluem, cada um, um funil de retenção de semente, onde:

10 o conjunto de escape é estruturado e opera para depositar a semente respectiva em um funil correspondente dentre os funis de retenção de semente da sapata de carregamento quando as sapatas de carregamento estão em uma posição de "origem"; e

 cada carregador é estruturado e opera para mover seletivamente
15 as sapatas de carregamento de sementes entre a posição de "origem" e uma posição de "carregamento" para transferir a semente para a estação ótica e controladora.

 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, em que cada sapatada de carregamento inclui um anel de amortecimento fixado a cada
20 sapata de carregamento respectiva no fundo de cada funil de retenção respectivo, cada anel de amortecimento estruturado para estabilizar a semente substancialmente em um centro de uma janela transparente de um fundo de um alçapão de um estágio respectivo dentre uma pluralidade de estágios de criação de imagem espelhada do subsistema de criação de imagem e análise
25 se mediante a transferência da semente para o subsistema de criação de imagem e análise

 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, em que o subsistema de imagem e análise inclui um teatro de imagem, onde o teatro de imagem inclui:

30 uma pluralidade de estágios de criação de imagem espelhadas, cada estágio de criação de imagem espelhada sendo estruturado para receber uma semente de uma sapata respectiva dentre uma pluralidade de sapa-

tas de carregamento de sementes carregando, assim, cada estágio de criação de imagem espelhada com uma semente; e

uma pluralidade de luzes anulares superiores posicionadas acima dos estágios de criação de imagem espelhada e uma pluralidade de luzes anulares inferiores posicionadas abaixo dos estágios de criação de imagem espelhada, as luzes anulares superior e inferior sendo estruturadas e operando para direcionar de forma substancialmente simultânea a luz, em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais que mudam sequencialmente, em uma parte superior e uma parte inferior de cada estágio de criação de imagem espelhada carregado.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, em que cada luz anular superior compreende um anel de luz de fibra ótica superior, cada luz anular inferior compreende um anel de luz de fibra ótica inferior e o subsistema de criação de imagem e análise incluindo adicionalmente uma fonte de luz controlável que é acoplada de forma operacional com um dispositivo de filtro ótico conectado a cada um dos conjuntos de luz anular superior e inferior através dos cabos de fibra ótica, onde a fonte de luz controlável e o dispositivo de filtro ótico operam para:

transmitir luz através dos cabos de fibra ótica para cada um dos anéis de luz de fibra ótica superior e inferior para direcionar de forma substancialmente simultânea a luz nas partes superior e inferior de cada estágio de criação de imagem espelhada carregado; e

mudar sequencialmente o comprimento de onda espectral da luz transmitida para cada um dentre uma pluralidade de comprimentos de onda selecionados para direcionar substancialmente de forma simultânea a luz nas partes superior e inferior de cada estágio de criação de imagem espelhada carregado em cada um dos comprimentos de onda espectrais selecionados.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, em que cada estágio de criação de imagem espelhada compreende:

um acessório de espelho anular possuindo uma pluralidade de espelhos de imagem angulada montados em torno de uma parede interna de

cada acessório de espelho anular respectivo; e

um fundo de alçapão incluindo uma janela transparente na qual uma semente está localizada durante a coleta de dados de imagem, o fundo do alçapão sendo móvel entre uma posição de "criação de imagem de semente" para a coleta dos dados de imagem e uma posição de "descarga de semente" para a transferência da semente de imagem criada para uma estação de carregamento, transporte e separação de semente.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, em que o teatro de criação de imagem inclui adicionalmente um ou mais conjuntos de espelho inferior posicionados abaixo dos estágios de criação de imagem espelhada, cada conjunto de espelho inferior incluindo uma pluralidade de espelhos inferiores montados em um ângulo com relação às hastes do respectivo conjunto de espelho inferior.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, compreendendo adicionalmente um sistema controlador principal, e o subsistema de criação de imagem e análise inclui adicionalmente um ou mais dispositivos de criação de imagem posicionados acima do teatro de criação de imagem, onde os um ou mais dispositivos de criação de imagem e o sistema controlador principal são estruturados e operam para:

coletar dados de imagem da parte superior da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais;

coletar os dados de imagem de pelo menos uma parte lateral da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais, refletidos a partir da pluralidade de espelhos de imagem angulados montados no acessório de espelho anular; e

coletar dados de imagem da parte inferior da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais, refletidos a partir da pluralidade de espelhos inferiores angulados de cada conjunto de espelho inferior respectivo.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, em que o sistema controlador principal é adicionalmente estruturado e opera para realizar a análise de múltiplas variantes nos dados de imagem coletados para determi-

nar se a semente exibe o fenótipo desejado.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente um subsistema de descarga e separação que inclui uma pluralidade de depósitos de semente e uma pluralidade de separadores de semente de imagem criada, cada separador de semente de imagem criada
5 estruturado e operando para:

receber uma semente de um estágio respectivo correspondente a um dentre uma pluralidade de estágios de criação de imagem da estação ótica e controladora; e

10 desviar seletivamente a semente em um depósito respectivo dentre os depósitos de semente em uma determinação feita pela estação ótica e controladora se a semente exibe o fenótipo desejado.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, em que cada separador de semente de imagem criada compreende:

15 um alojamento;

uma pluralidade de canais de separação encerrados no alojamento, cada canal de separação terminando em uma porta respectiva dentre uma pluralidade de portas de saída com colar, cada porta de saída com colar possuindo um tubo respectivo dentre a pluralidade de tubos de transferência conectados à mesma, cada tubo de transferência terminando em um
20 depósito respectivo dentre um depósito de sementes; e

uma pluralidade de bujões de desvio, cada bujão de desvio sendo montado de forma deslizante dentro de uma parte superior de um canal de separação respectivo, e sendo estruturado e operando para mover entre
25 uma posição de "ultrapassagem de semente" e uma posição de "desvio de semente", na qual a semente é desviada para dentro do canal de separação correspondente respectivo e subsequentemente para dentro do depósito de semente correspondente respectivo.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo
30 adicionalmente:

um subsistema de carga e transporte estruturado e operável para separar uma semente a partir de uma pluralidade de sementes e transpor-

tar a semente para o subsistema de criação de imagem e análise; e

um subsistema de descarga e separação estruturado e operando para separar a semente para um depósito com base no fato de se a semente exibe o fenótipo desejado.

5 22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, compreendendo adicionalmente uma superfície de criação de imagem transparente para suportar a semente no subsistema de criação de imagem e análise para seguir a coleta de dados de imagem da parte superior, parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente.

10 23. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, em que a superfície de criação de imagem transparente inclui uma bandeja de semente com múltiplos poços.

 24. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, em que a superfície de criação de imagem transparente inclui um estágio de criação de i-
15 magem.

 25. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, em que o subsistema de criação de imagem e análise é estruturado e opera para coletar de forma substancialmente simultânea os dados de imagem da parte superior, parte inferior, e pelo menos uma parte lateral da semente.

20 26. Método de determinação de se sementes individuais dentre a pluralidade de sementes exibe um fenótipo desejado, o dito método compreendendo:

o carregamento da semente em um estágio de criação de imagem espelhada possuindo um fundo transparente;

25 a coleta de dados de imagem a partir de uma parte superior, uma parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente;

a análise dos dados de imagem coletados para determinar se cada semente exibe um fenótipo desejado.

 27. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que a análise
30 dos dados de imagem coletados compreende a determinação de se a semente inclui um marcador fluorescente ou visual.

 28. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que a análise

dos dados de imagem coletados compreende a determinação de se a semente inclui um marcador anthocyanin no germe da semente.

29. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que o carregamento da semente no estágio de criação de imagem espelhada compreende:

a separação da semente a partir de uma pluralidade de sementes em uma tremonha de sementes volumosa;

o depósito da semente em uma câmara de um conjunto de escape; e

a retenção temporária da semente dentro da câmara de conjunto de escape.

30. Método, de acordo com a reivindicação 29, em que o carregamento da semente no estágio de criação de imagem espelhada compreende adicionalmente:

a transferência da semente a partir da câmara do conjunto de escape para dentro de uma sapata de carregamento de semente posicionada em uma posição de "origem" diretamente sob o conjunto de escape;

a translação da sapata de carregamento da posição de "origem" para uma posição de "carregamento" diretamente acima do estágio de criação de imagem espelhada; e

a transferência da semente a partir da sapata de carregamento para dentro do estágio de criação de imagem espelhada.

31. Método, de acordo com a reivindicação 30, em que a transferência da semente a partir da sapata de carregamento para dentro do estágio de criação de imagem espelhada respectivos compreende:

a transferência da semente através de um funil de retenção de semente se estendendo através da sapata de carregamento; e

a estabilização da semente substancialmente em um centro de uma janela transparente de um fundo de alçapão do estágio de criação de imagem espelhada utilizando um anel de amortecimento anexado à sapata de carregamento respectiva em uma extremidade inferior do funil de retenção.

32. Método, de acordo com a reivindicação 26, compreendendo adicionalmente o direcionamento de luz em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial em uma parte superior e uma parte inferior do estágio de criação de imagem espelhada carregado e a
5 iluminação da parte superior de cada estágio de criação de imagem espelhada carregado utilizando uma luz anular superior localizada acima do estágio de criação de imagem espelhada e iluminando a parte inferior do estágio de criação de imagem espelhada carregado utilizando uma luz anular inferior localizada abaixo do estágio de criação de imagem espelhada.

10 33. Método, de acordo com a reivindicação 32, em que o direcionamento de luz em uma pluralidade de comprimentos de onda espectrais de alteração sequencial em uma parte superior e uma parte inferior do estágio de criação de imagem espelhada carregado compreende:

a transmissão de luz através dos cabos de fibra ótica a partir de
15 uma fonte de luz controlável para um anel de luz de fibra ótica superior incluído na luz de anel superior e um anel de luz de fibra ótica inferior incluído na luz anular inferior; e

a alteração sequencial do comprimento de onda espectral da luz transmitida para cada um dentre uma pluralidade de comprimentos de onda
20 selecionados utilizando um dispositivo de filtro ótico localizado entre os cabos de fibra ótica e a fonte de luz.

34. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que a coleta a de dados de imagem para uma parte superior, uma parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente, compreende:

25 a coleta de dados de imagem a partir da parte superior da semente utilizando um ou mais dispositivos posicionados acima do estágio de criação de imagem espelhada; e

a coleta de dados de imagem a partir da pelo menos uma parte lateral da semente utilizando uma pluralidade de espelhos de imagem montados em um ângulo dentro de um acessório de espelho anular do estágio
30 de criação de imagem espelhada de forma que os dados de imagem para a pelo menos uma parte lateral sejam refletidos a partir de um espelho respec-

tivo dentre os espelhos de imagem para um ou mais dos dispositivos de criação de imagem posicionados acima do estágio de criação de imagem espelhada.

5 35. Método, de acordo com a reivindicação 34, em que a coleta de dados de imagem para uma parte superior, uma parte inferior e pelo menos uma parte lateral da semente, compreende adicionalmente a coleta de dados de imagem a partir da parte inferior da semente utilizando um ou mais conjuntos de espelho inferior posicionados abaixo do estágio de criação de imagem espelhada de forma que os dados de imagem para a parte inferior
10 da semente sejam refletidos a partir de uma pluralidade de espelhos inferiores montados em um ângulo dentro de um ou mais conjuntos de espelho inferior para um ou mais dispositivos de criação de imagem posicionados acima do estágio de criação de imagem espelhada.

15 36. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que a análise dos dados de imagem coletados compreende a realização de análise de múltiplas variantes nos dados de imagem coletados para determinar se a semente exibe o fenótipo desejado.

20 37. Método, de acordo com a reivindicação 26, compreendendo adicionalmente o depósito seletivo da semente em um depósito respectivo selecionado de uma pluralidade de depósitos de semente, que incluem:

o movimento de um fundo de alçapão do estágio de criação de imagem espelhada a partir da posição de "criação de imagem de semente", na qual os dados de imagem são coletados, para uma posição de "descarga de semente", onde a semente pode deslizar para fora do fundo do alçapão
25 para dentro de uma boca de um separador de semente de imagem criada; e

a operação seletiva de um bujão de desvio do separador de semente de imagem criada para desviar seletivamente a semente para o depósito de semente selecionado respectivo.

30 38. Método, de acordo com a reivindicação 26 compreendendo adicionalmente:

o direcionamento substancialmente simultâneo de luz em uma pluralidade de comprimentos de onda espectral de alteração sequencial em

uma parte superior e uma parte inferior do estágio de criação de imagem espelhada; e

- 5 a coleta substancialmente simultânea de dados de imagem para uma parte superior, uma parte inferior, e pelo menos uma parte lateral da semente, em cada um dos comprimentos de onda espectrais.

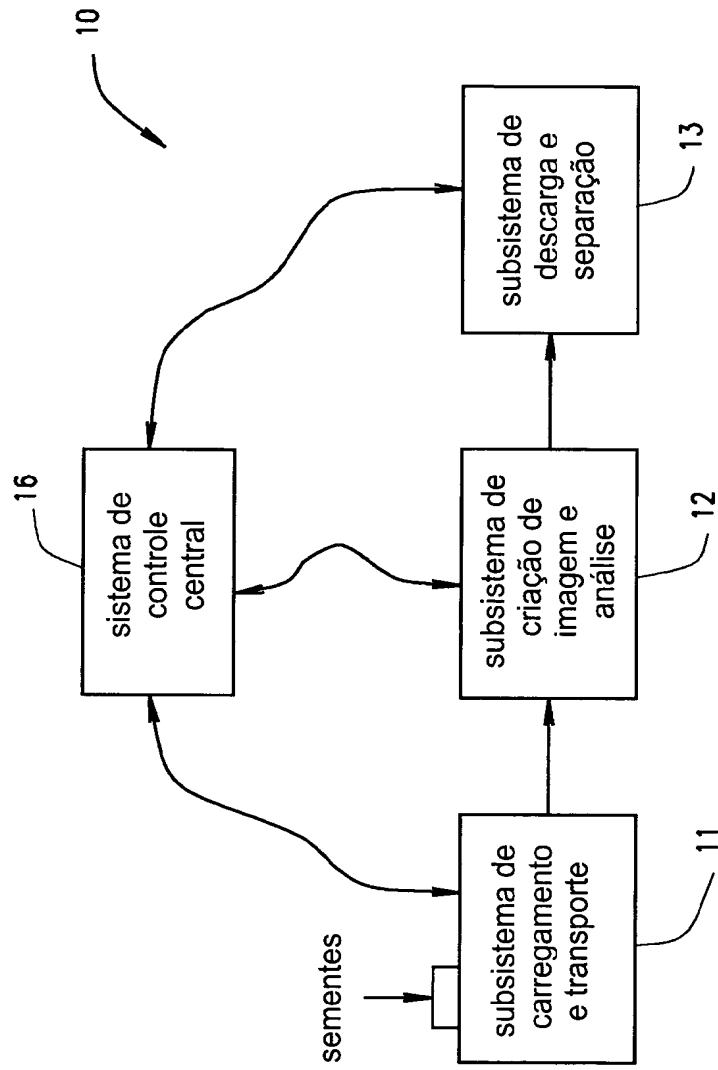


FIG. 1

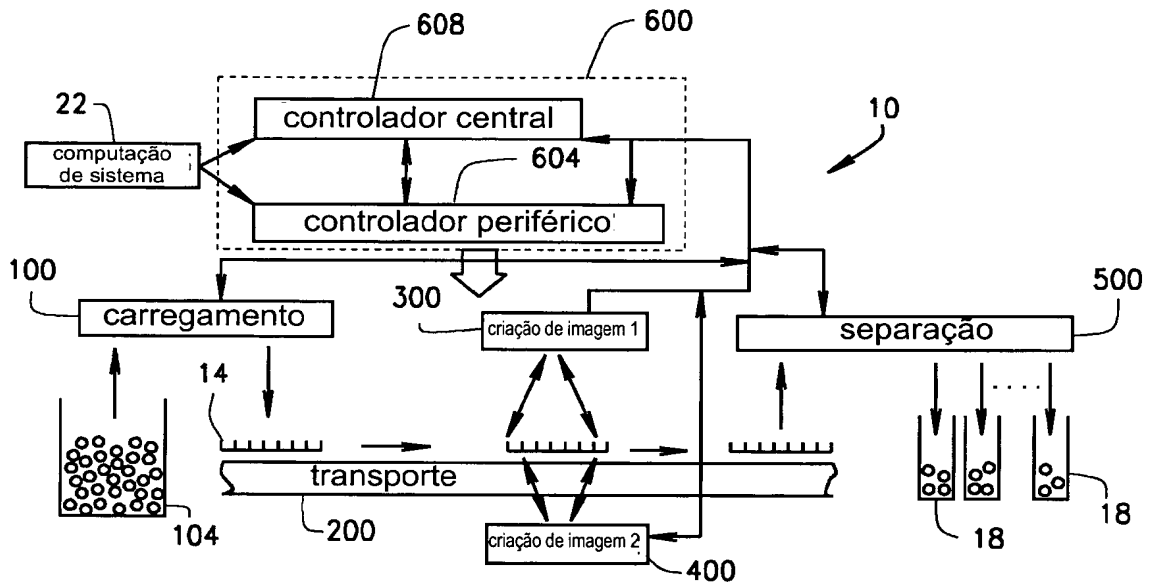


FIG. 2B

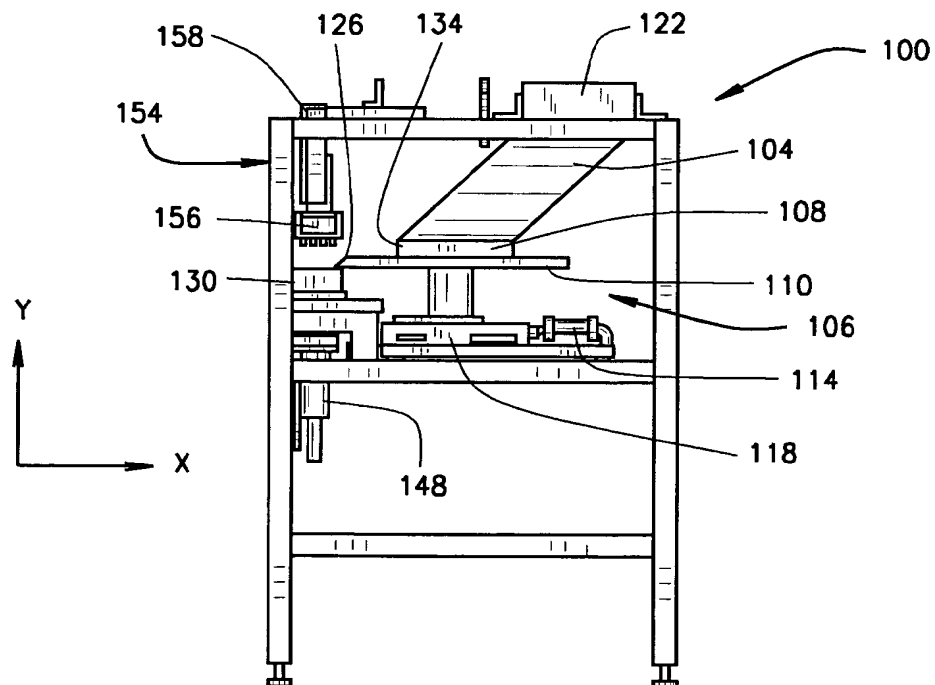
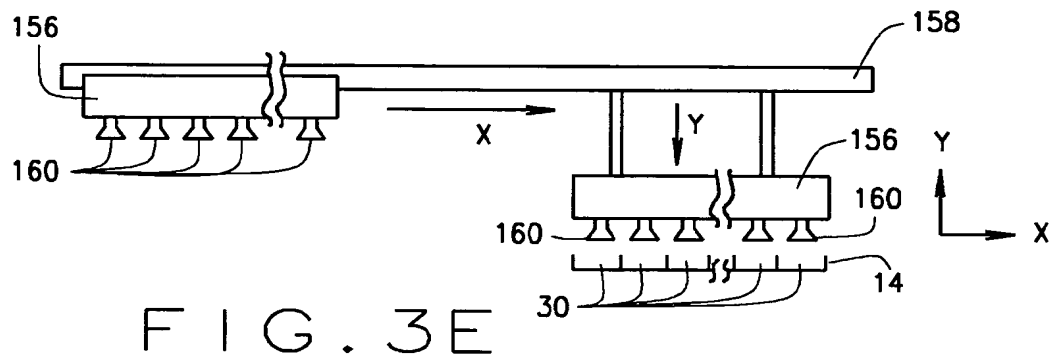
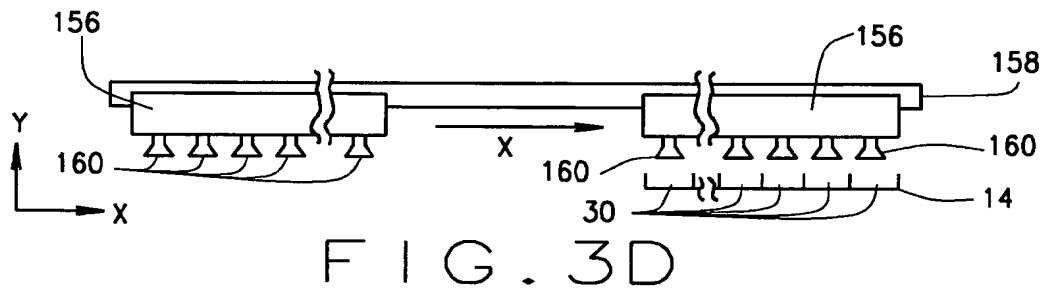
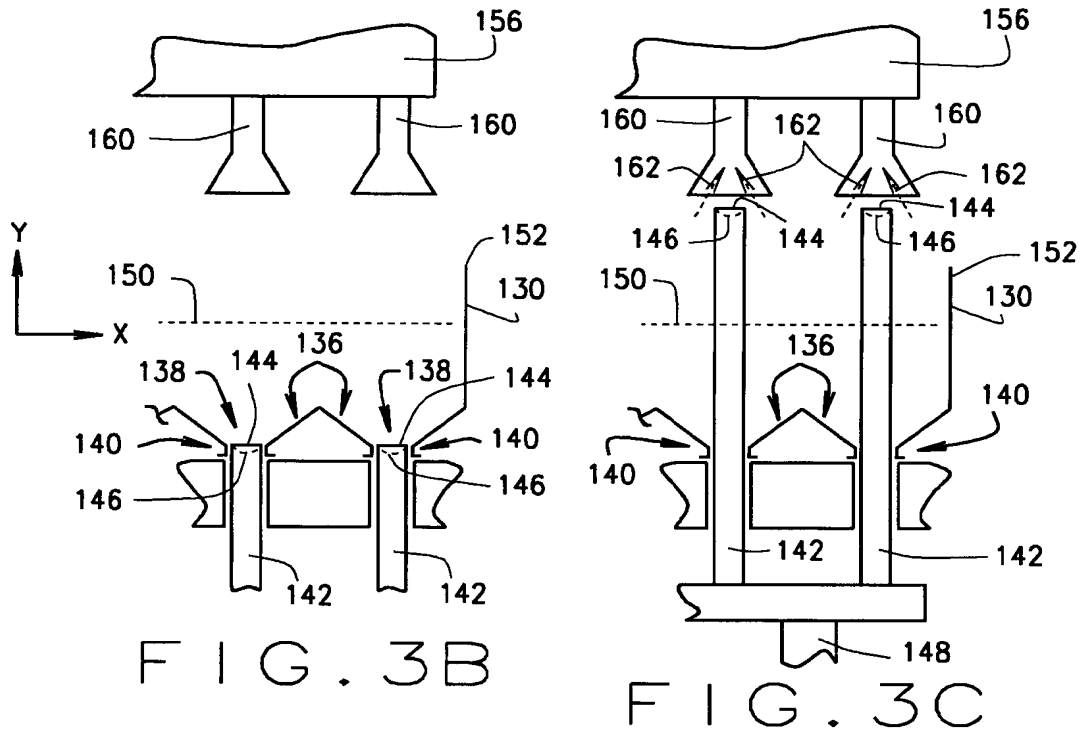


FIG. 3A



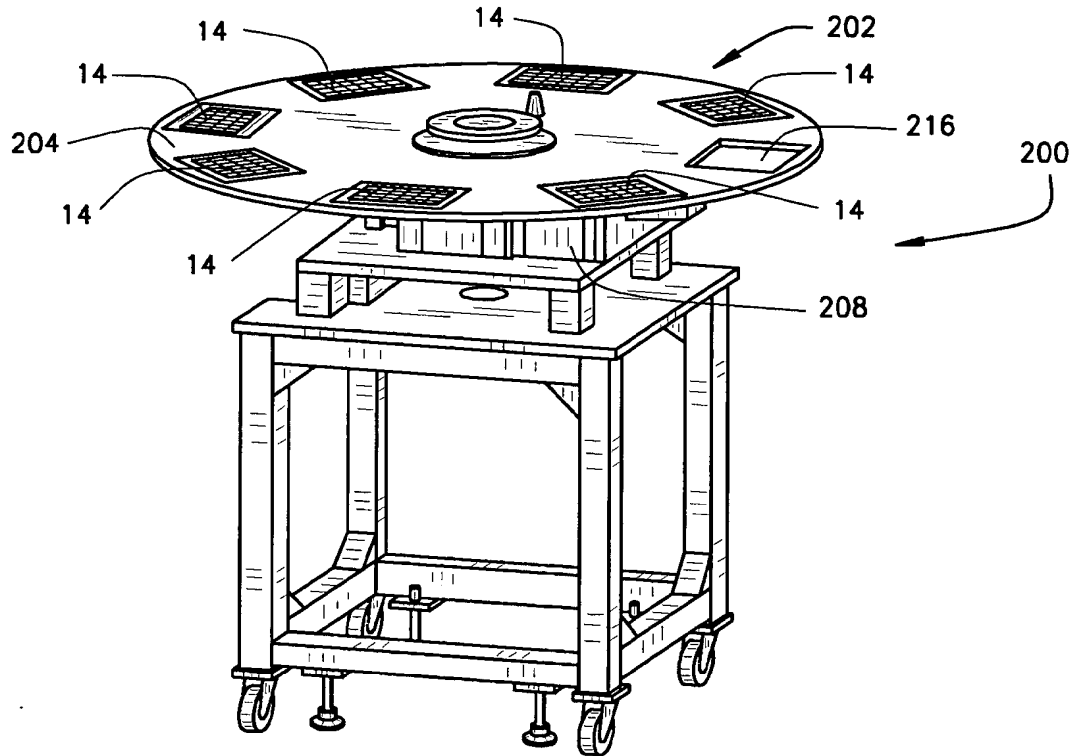


FIG. 4A

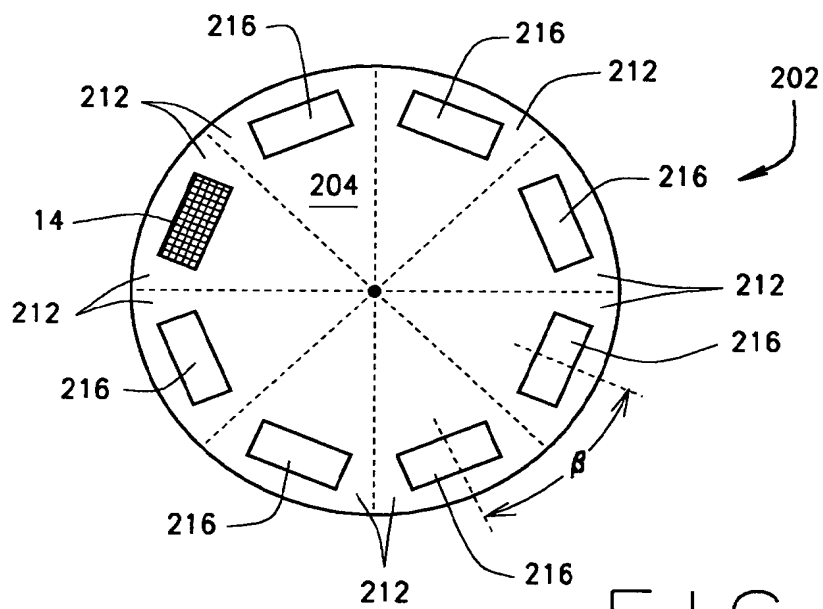


FIG. 4B

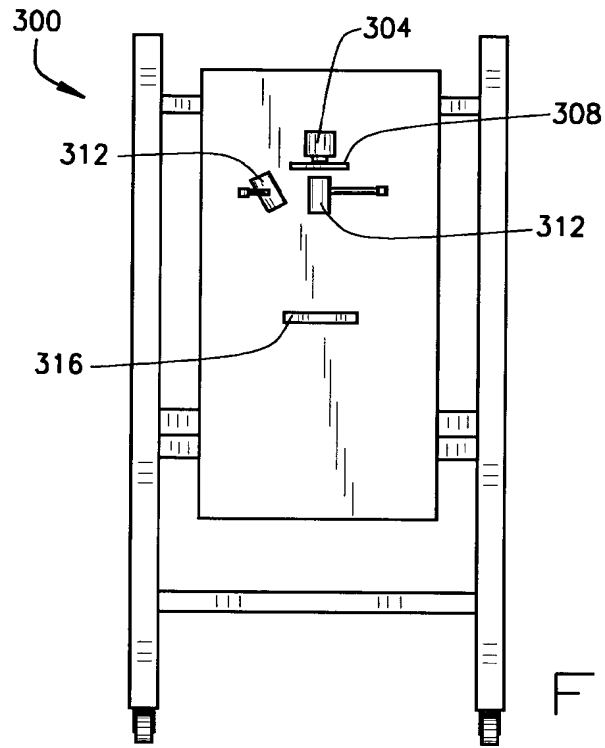


FIG. 5A

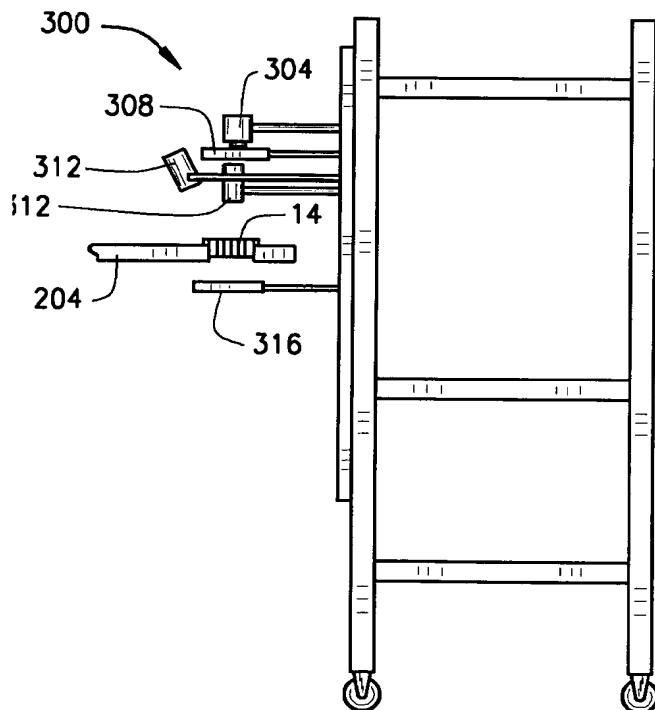


FIG. 5B

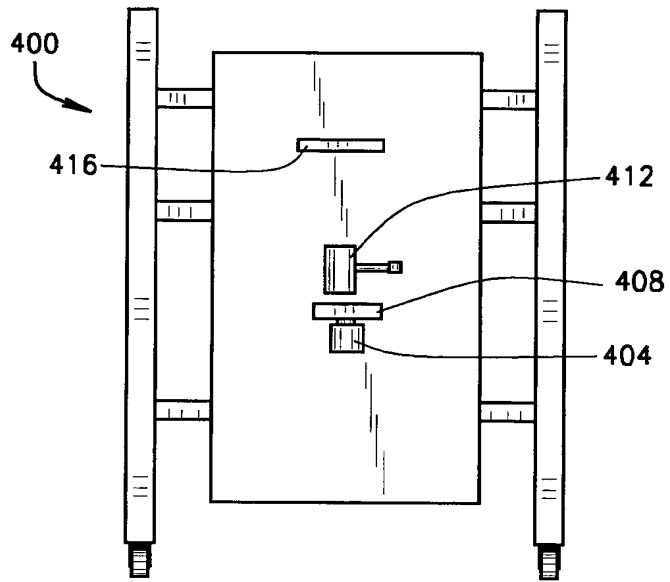


FIG. 6A

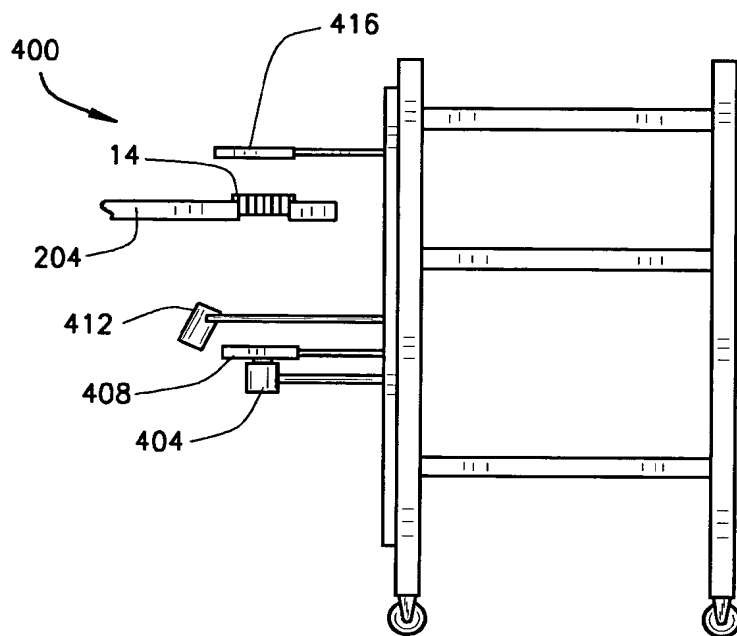


FIG. 6B

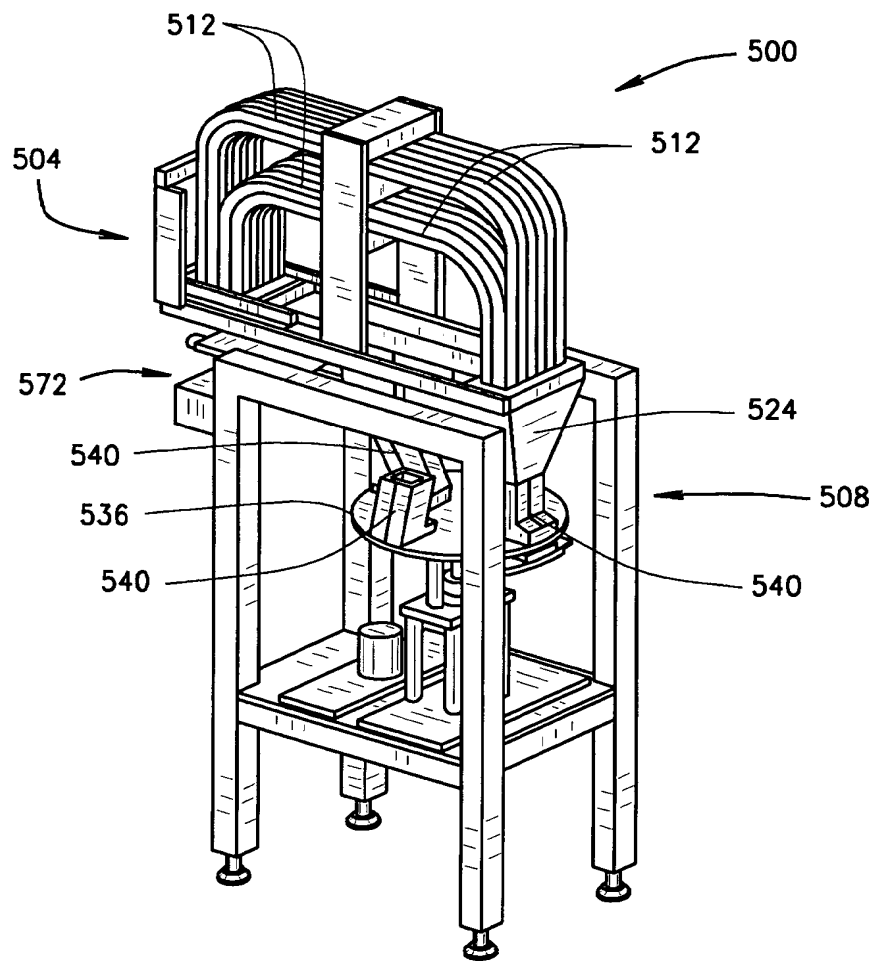


FIG. 7A

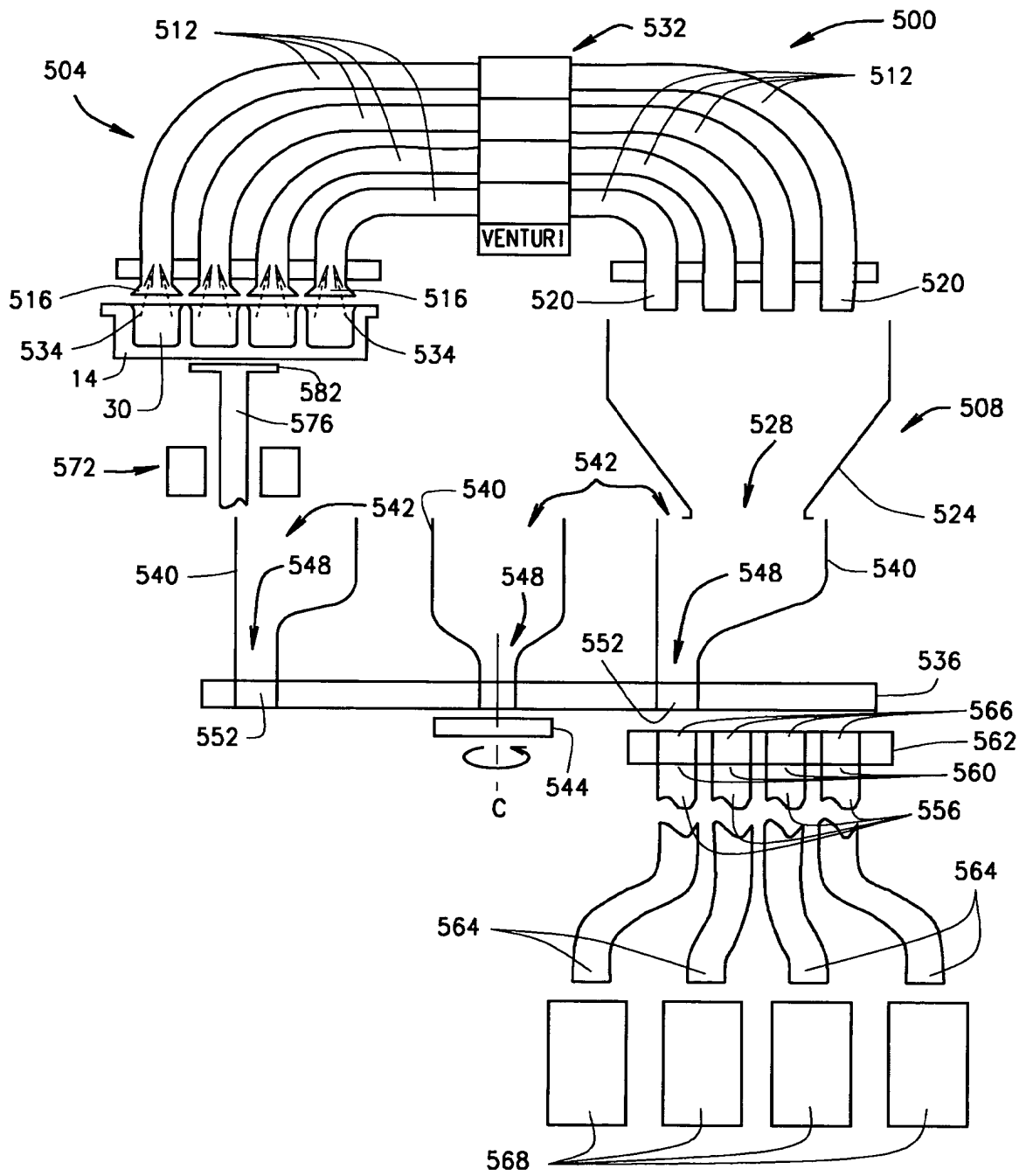
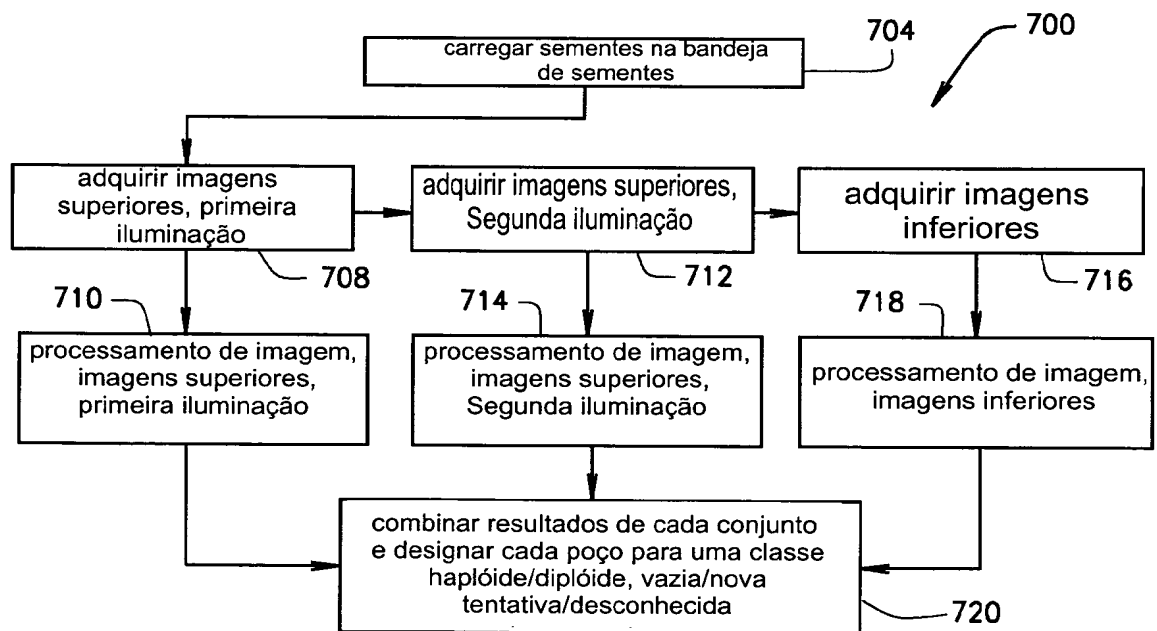
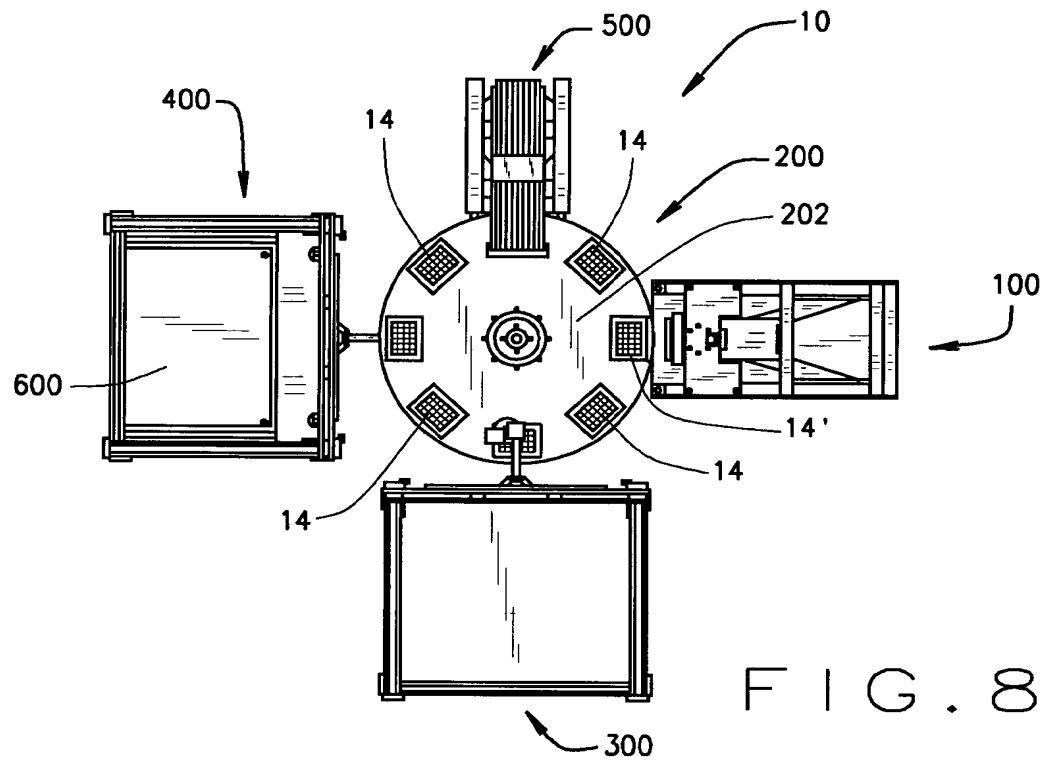


FIG. 7B



$\approx 500 \text{ nm}$

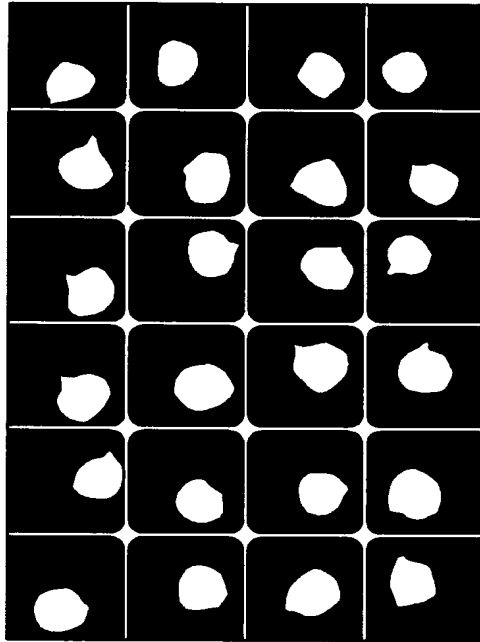


FIG. 10A

$\approx 550 \text{ nm}$

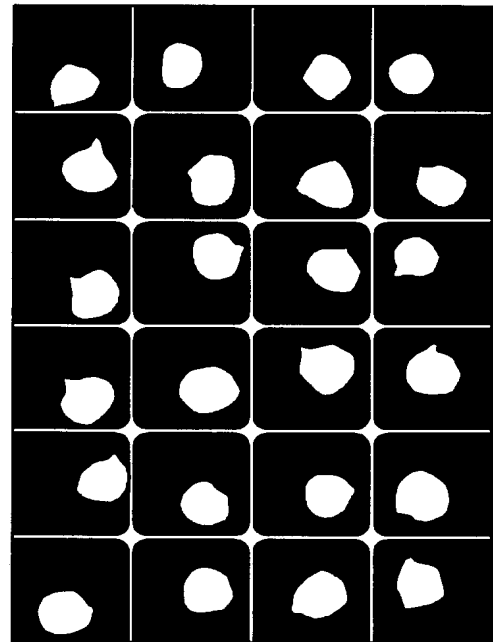


FIG. 10B

$\approx 600 \text{ nm}$

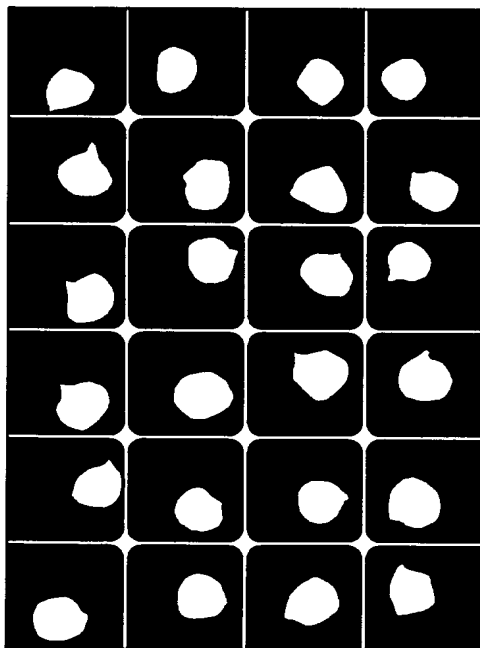


FIG. 10C

$\approx 650 \text{ nm}$

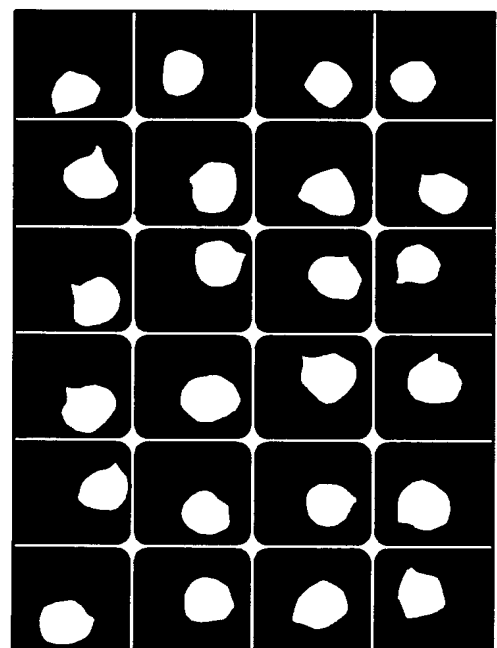


FIG. 10D

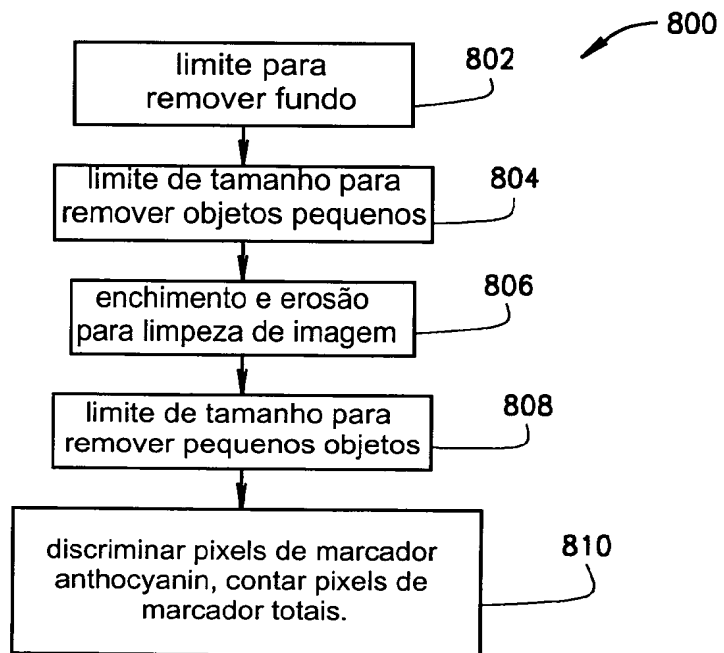
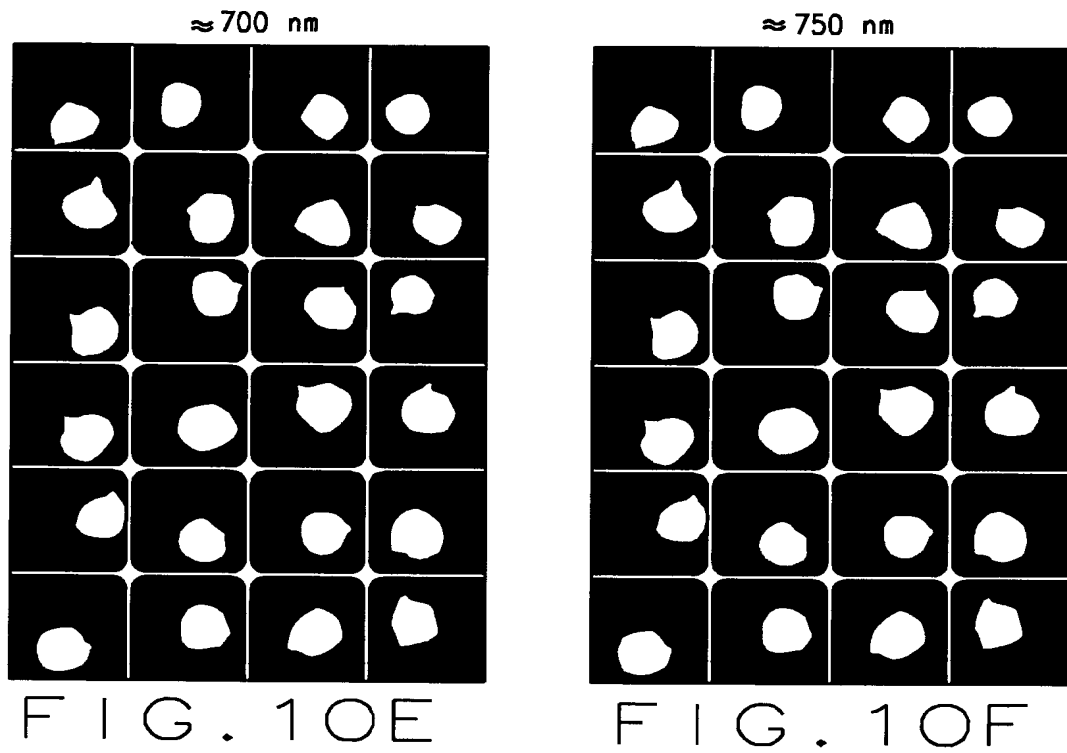


FIG. 11

máscara antes do
limite de primeiro tamanho

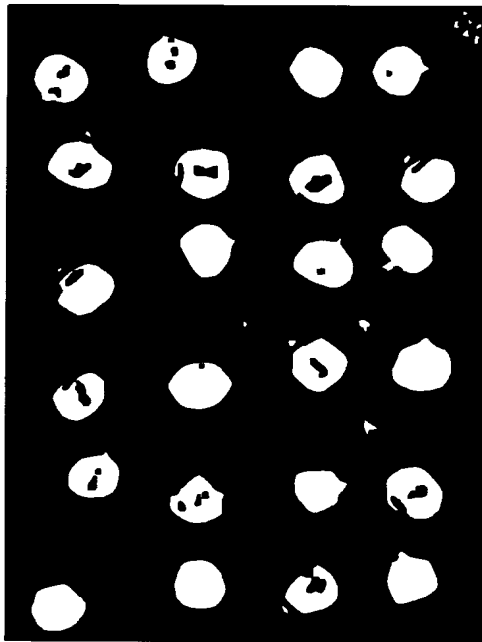


FIG. 12A

máscara depois do
limite de primeiro tamanho

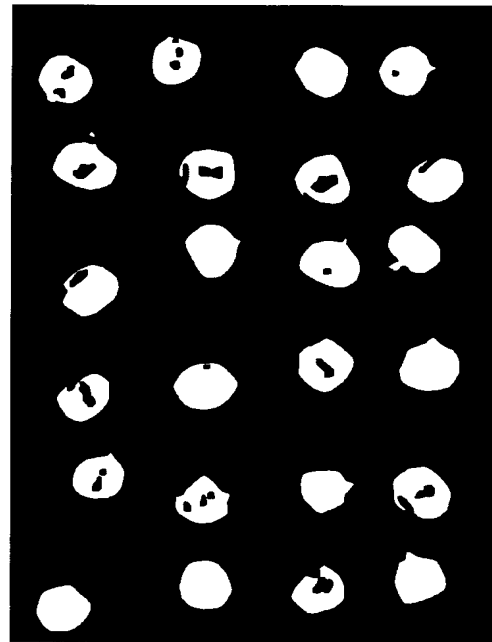


FIG. 12B

máscara após enchimento/erosão

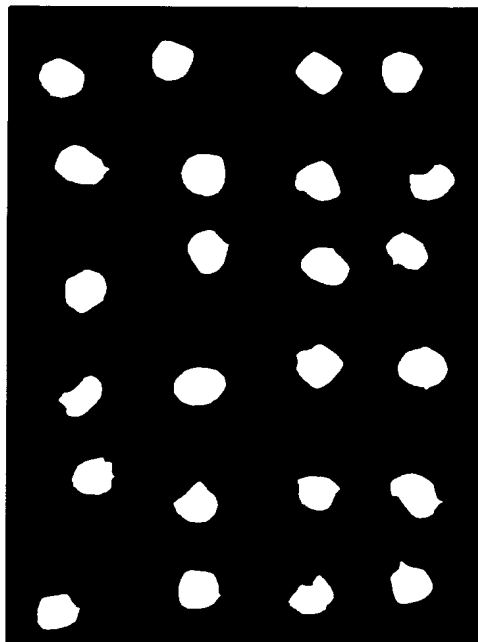


FIG. 12C

semente/poço	diplóide = 1 haplóide = 0	número de pixels azuis	número de limite de pixels	área de semente
1,1	1	321	45	4654
1,2	1	275	45	4179
1,3	1	109	45	4232
1,4	1	284	45	5763
1,5	1	528	45	5529
1,6	1	200	45	4662
2,1	1	230	45	4765
2,2	1	655	45	4950
2,3	1	449	45	4936
2,4	1	613	45	5238
2,5	1	383	45	4145
2,6	1	424	45	4363
3,1	1	544	45	4517
3,2	1	808	45	5279
3,3	0	0	45	4754
3,4	0	12	45	5472
3,5	1	240	45	4189
3,6	0	0	45	4818
4,1	1	227	45	4877
4,2	1	662	45	5419
4,3	1	49	45	4816
4,4	1	77	45	4284
4,5	1	873	45	4492
4,6	1	65	45	4516

FIG. 12D

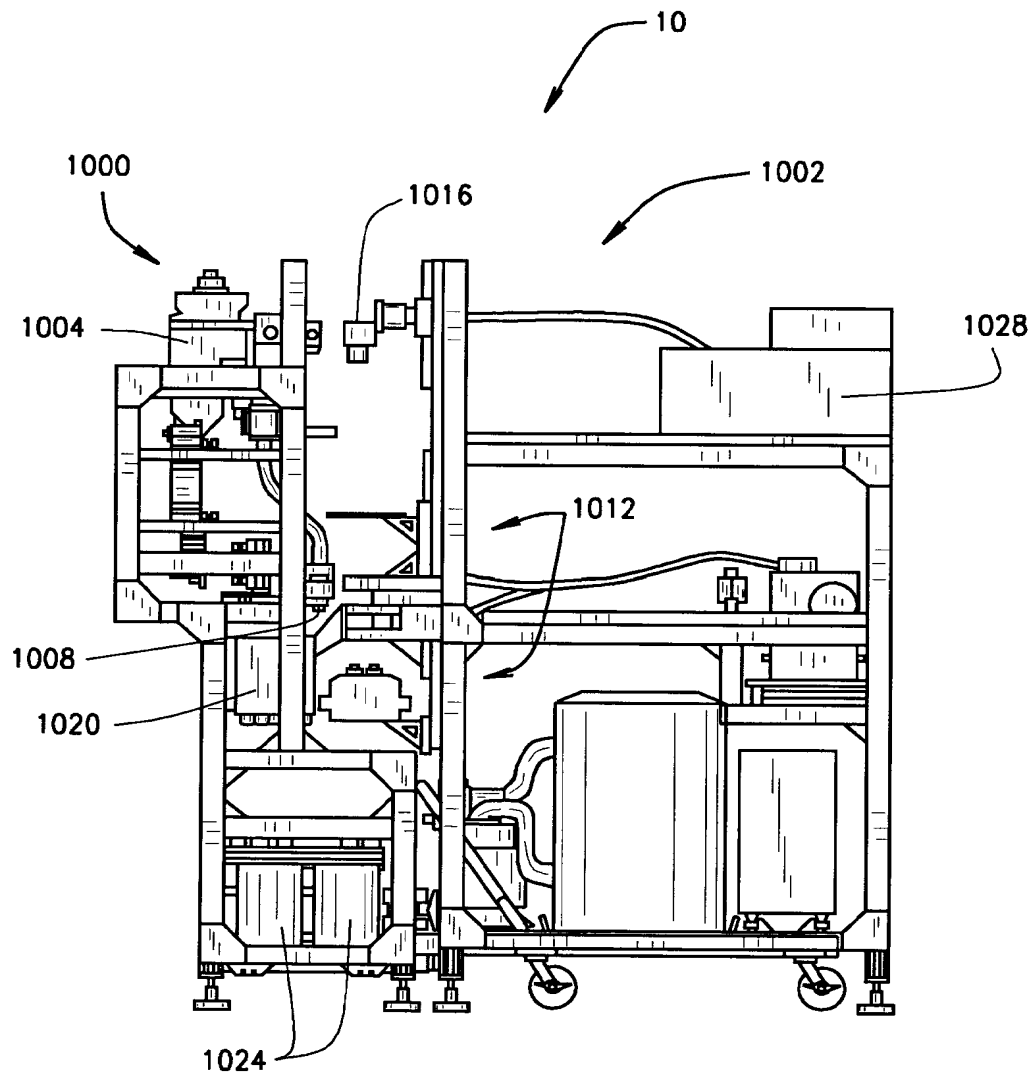


FIG. 13A

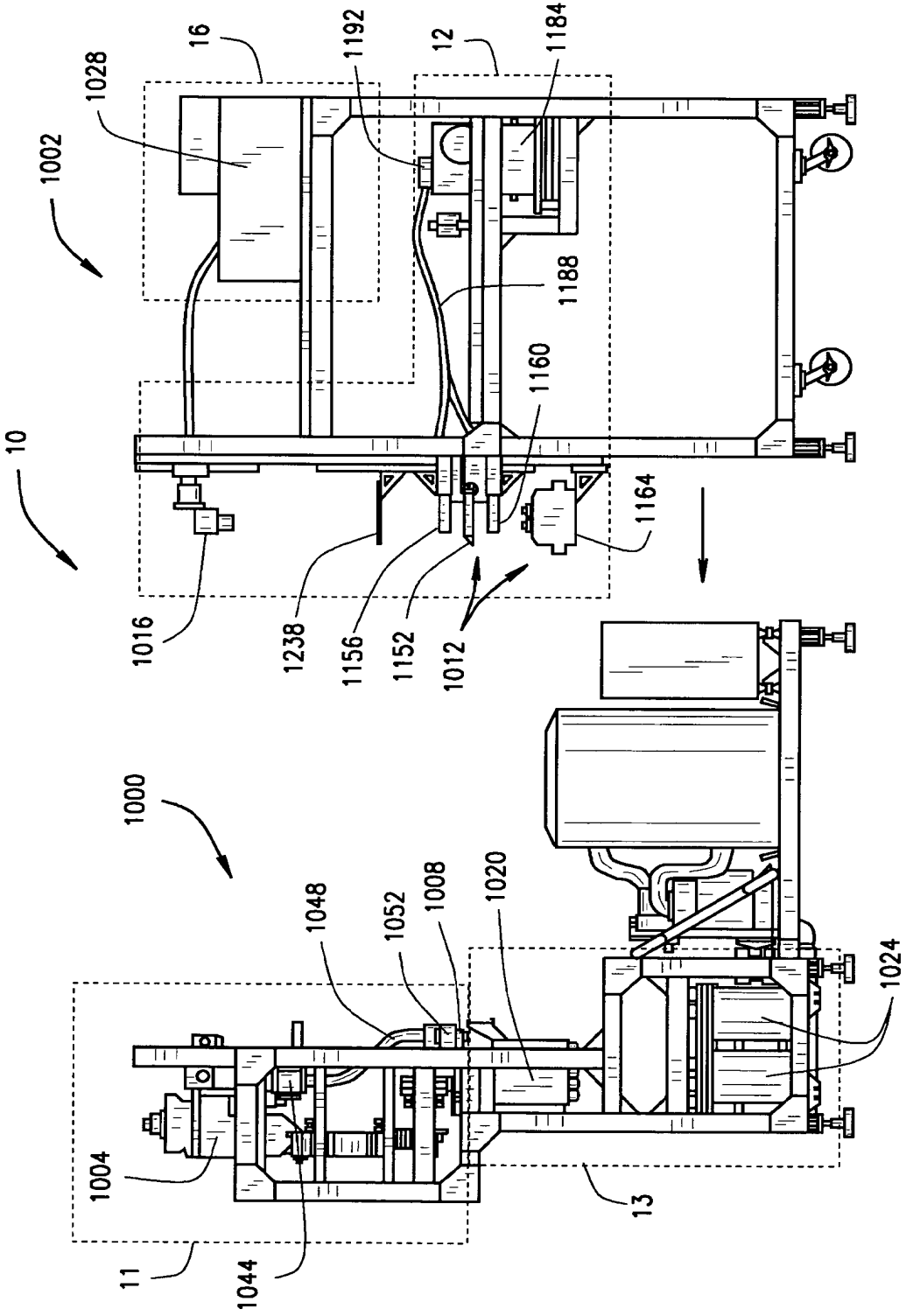


FIG. 13B

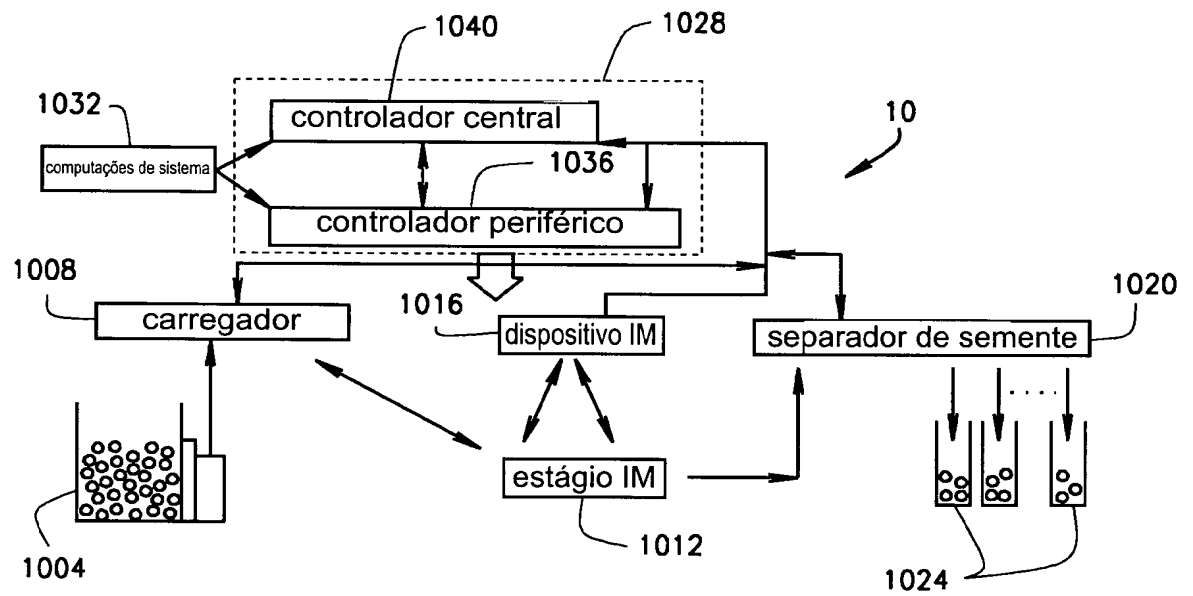


FIG. 14

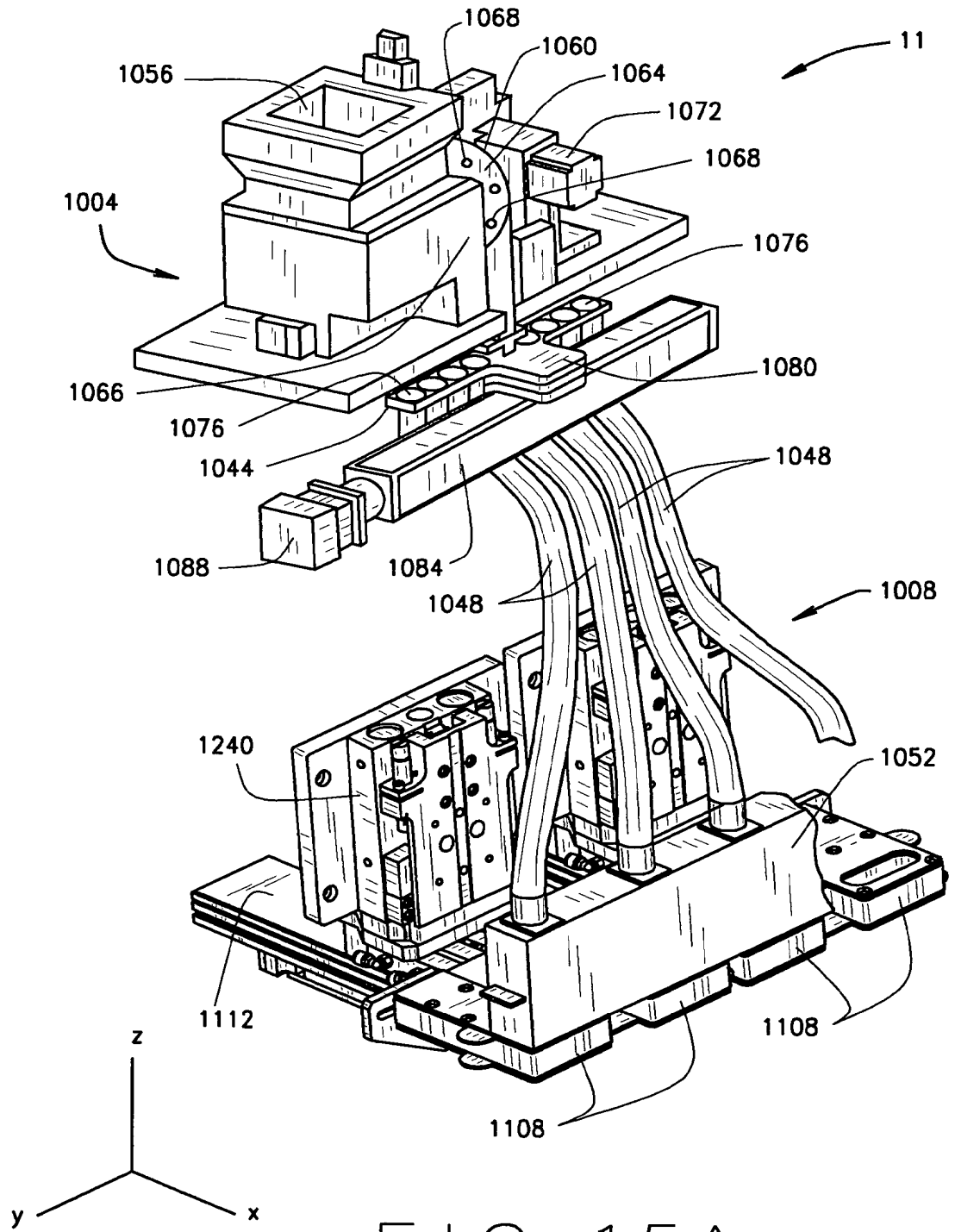


FIG. 15A

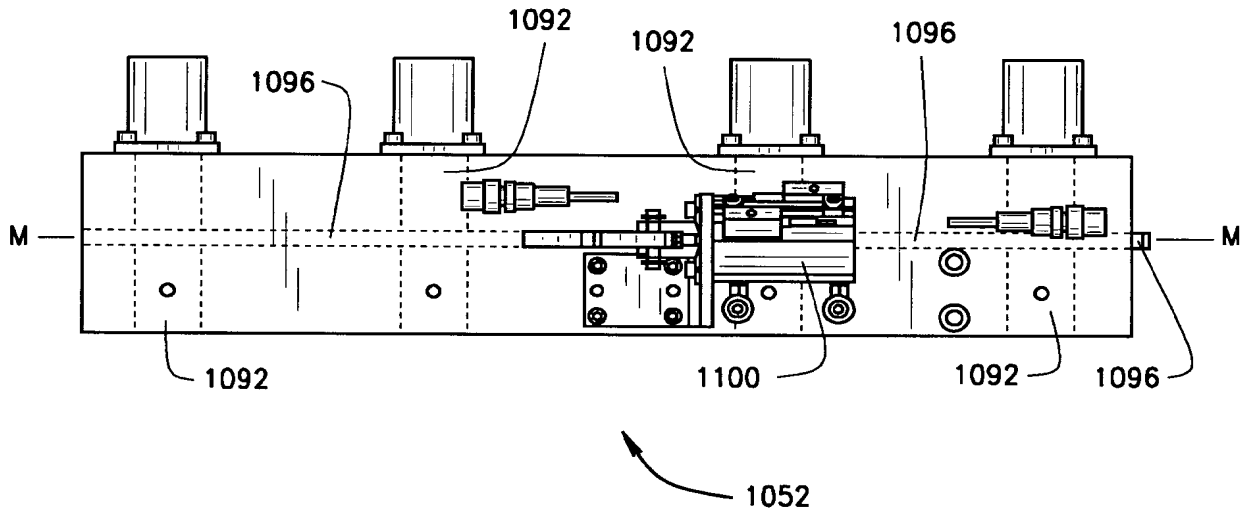


FIG. 15B

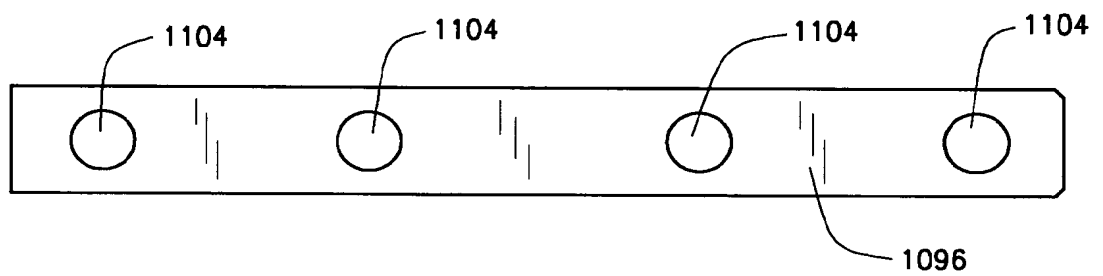


FIG. 15C

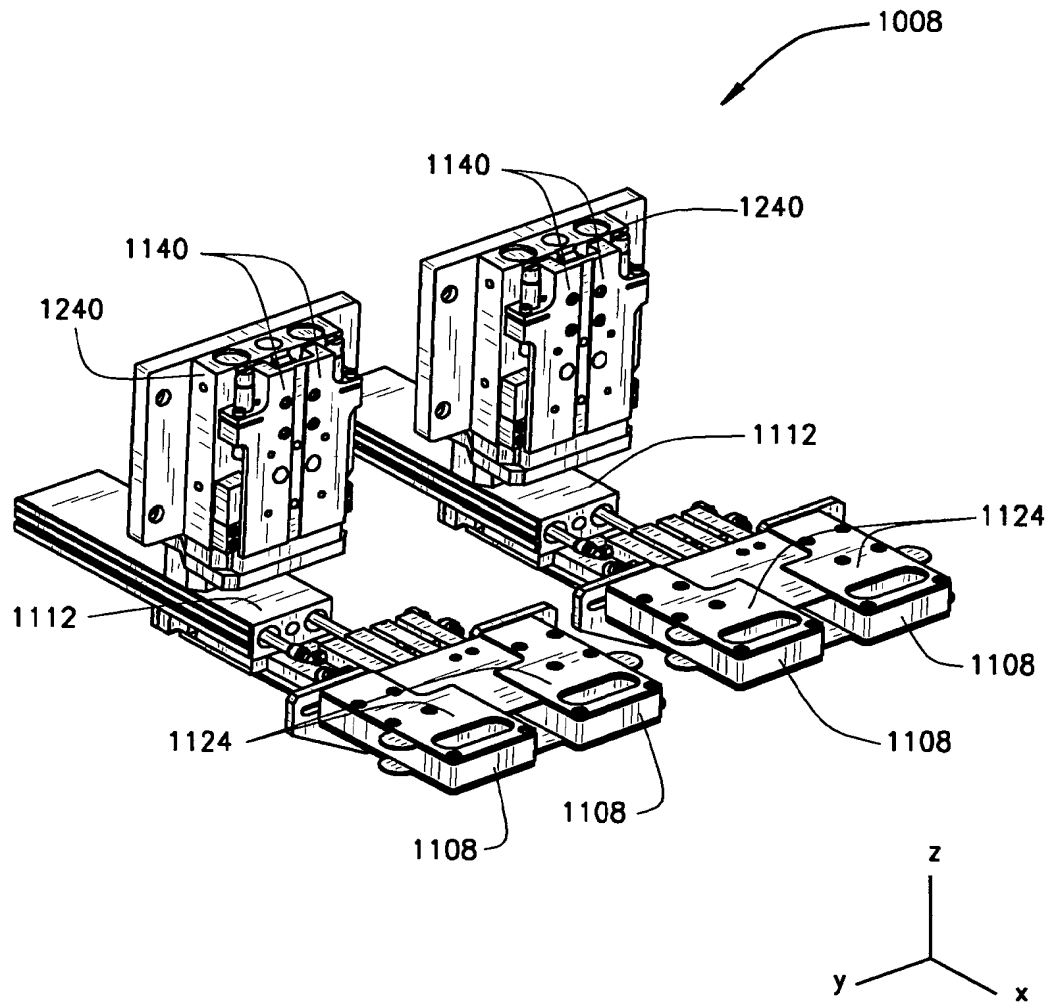


FIG. 15D

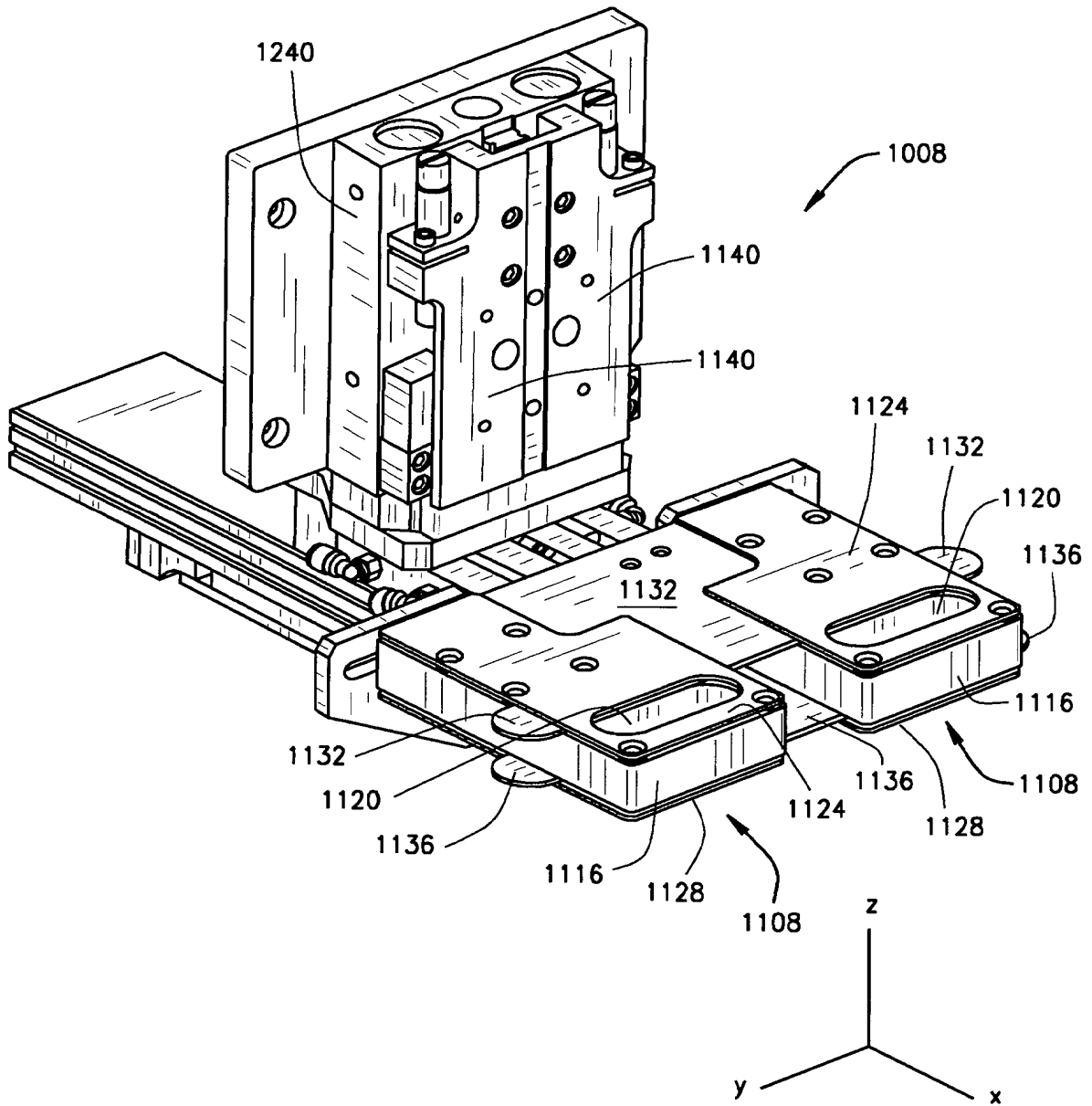


FIG. 15E

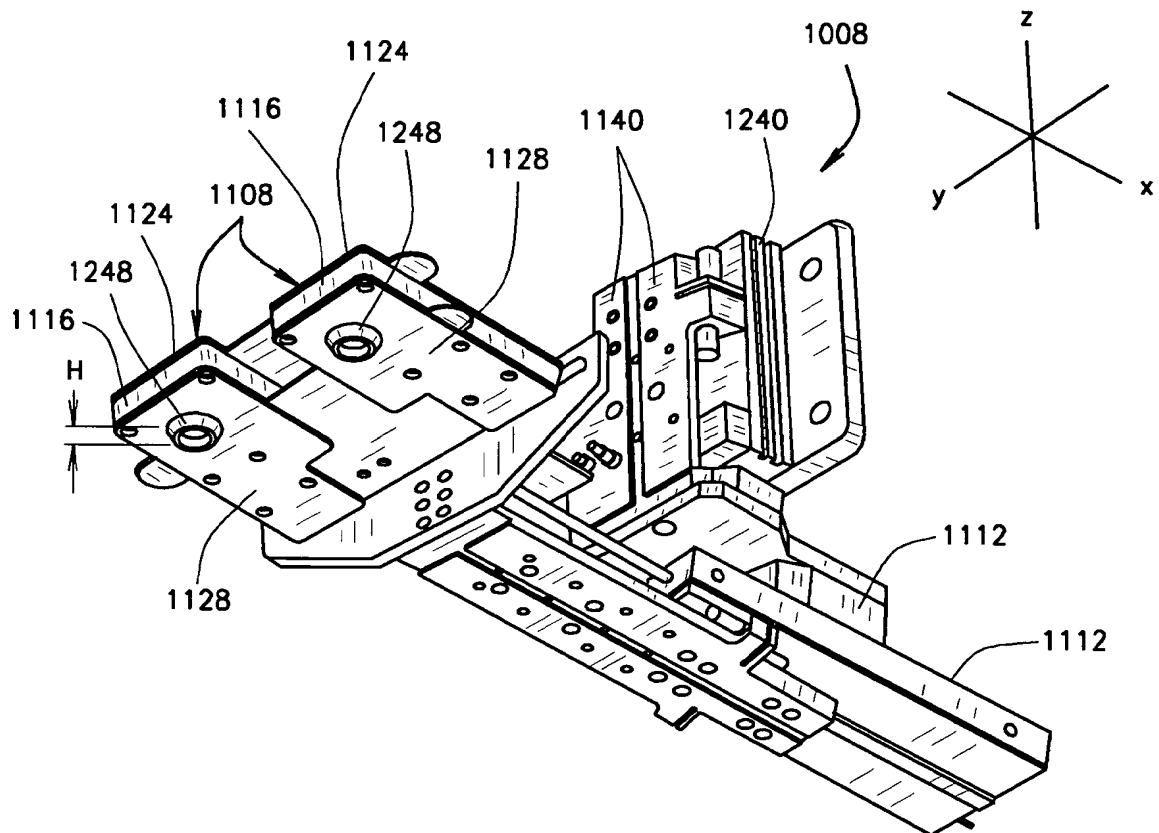


FIG. 15F

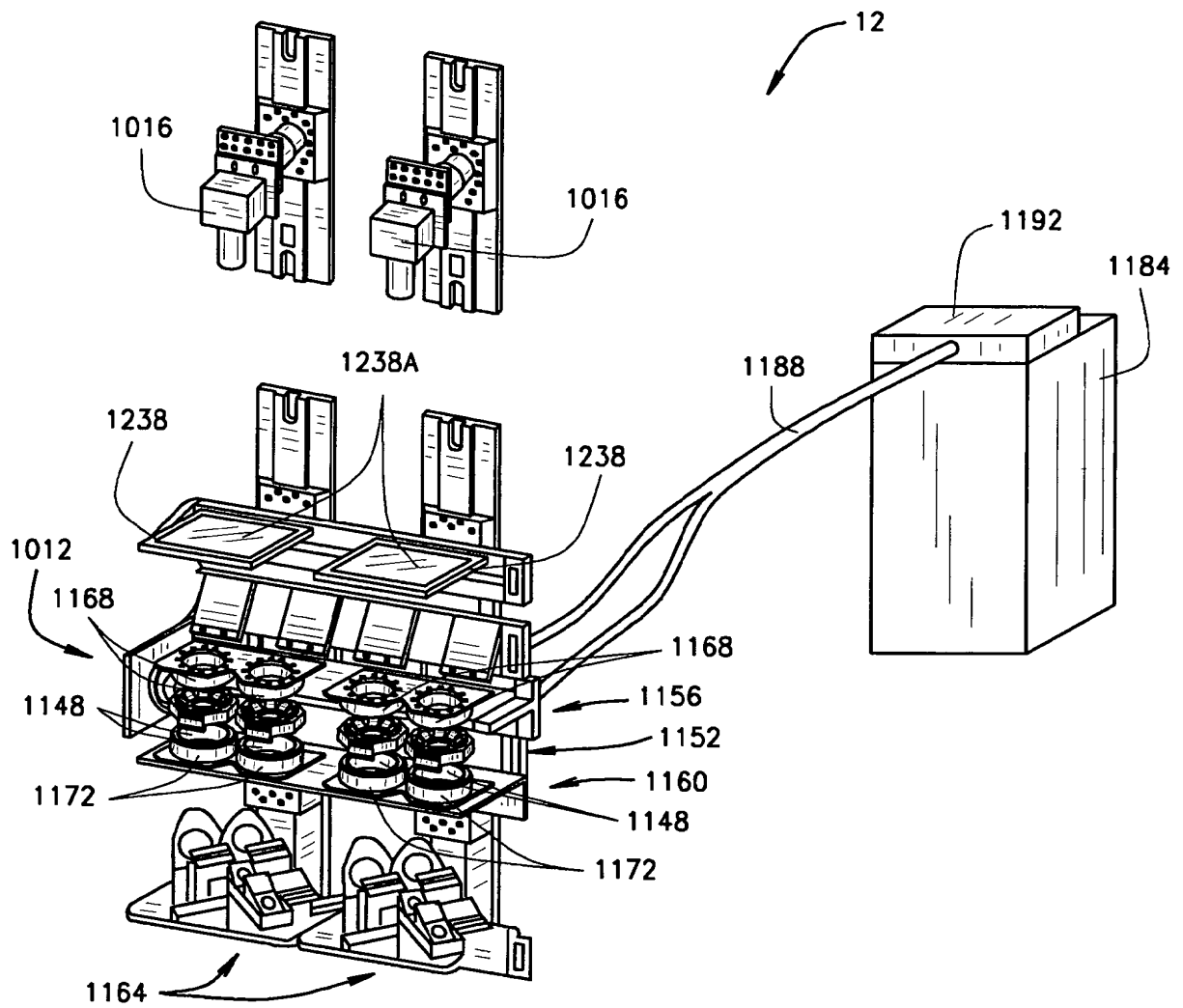


FIG. 16

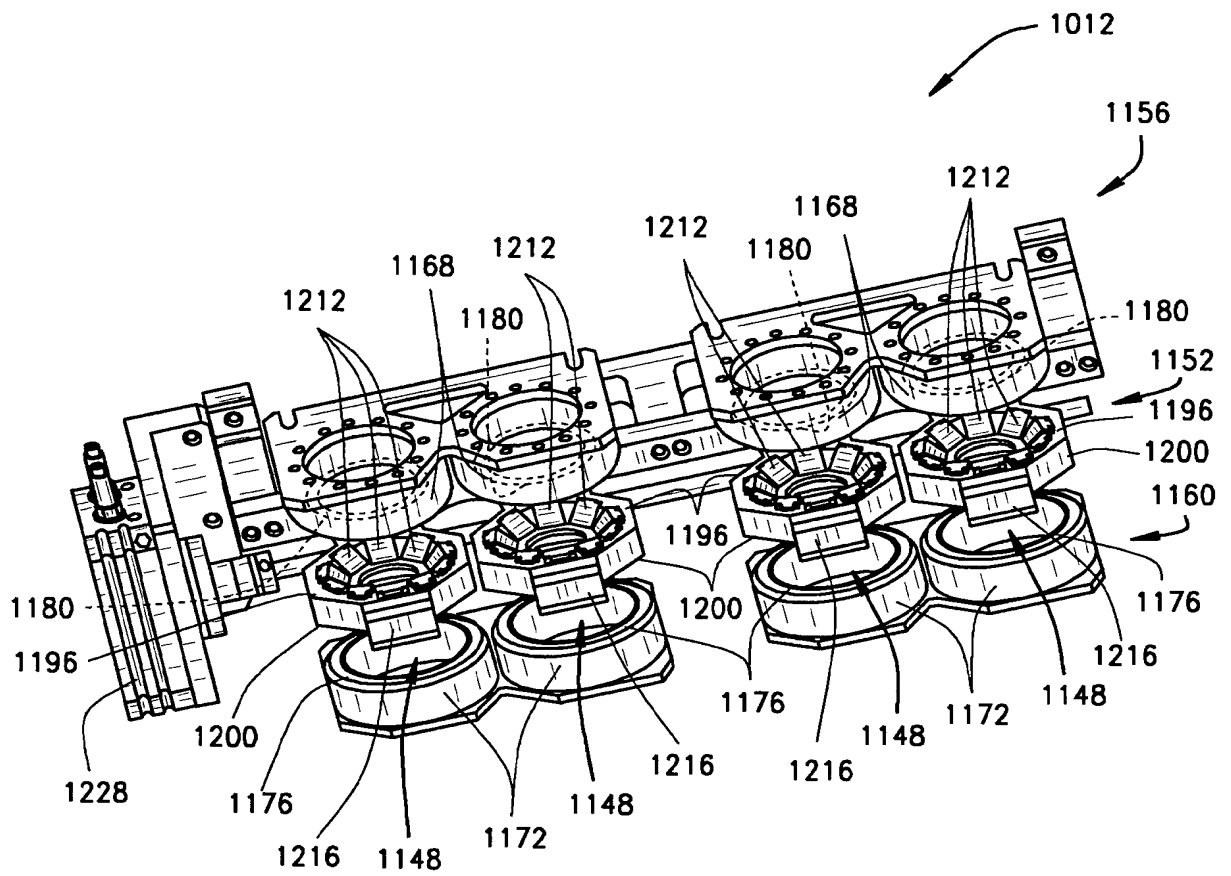


FIG. 16A

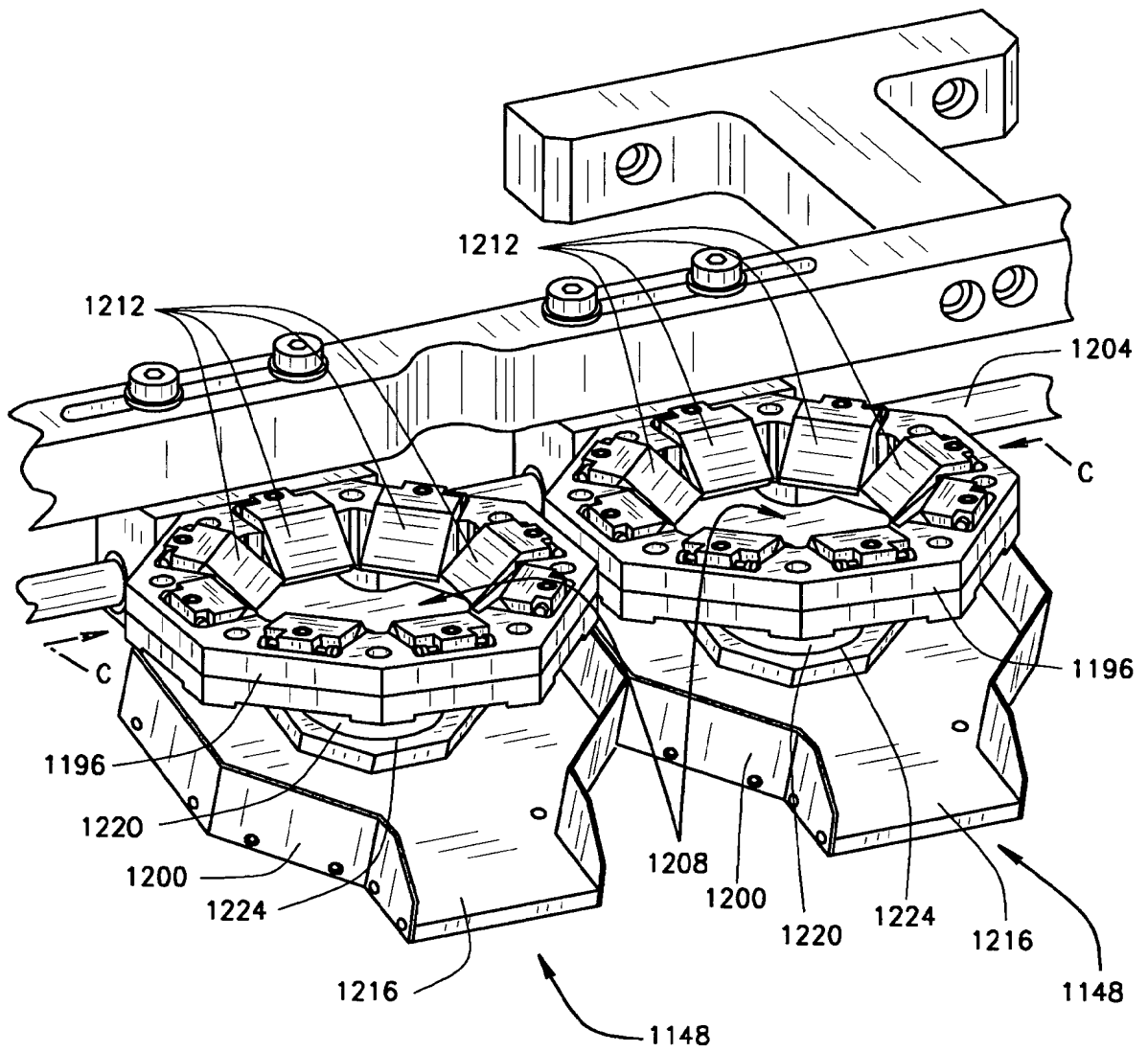


FIG. 16B

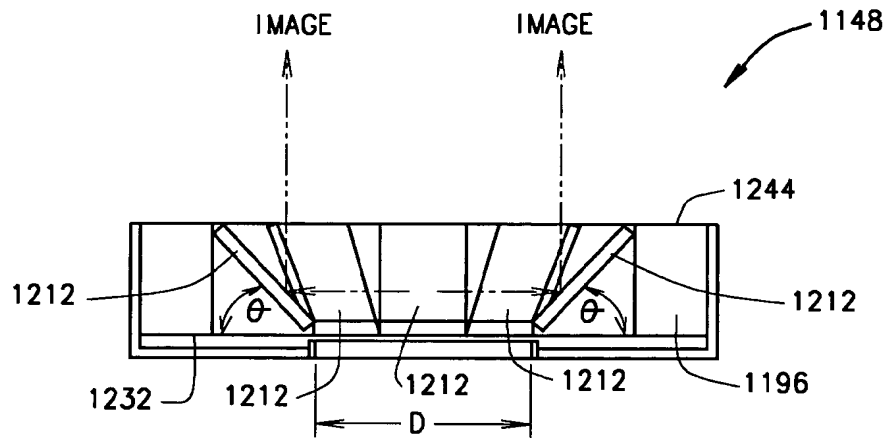


FIG. 16C

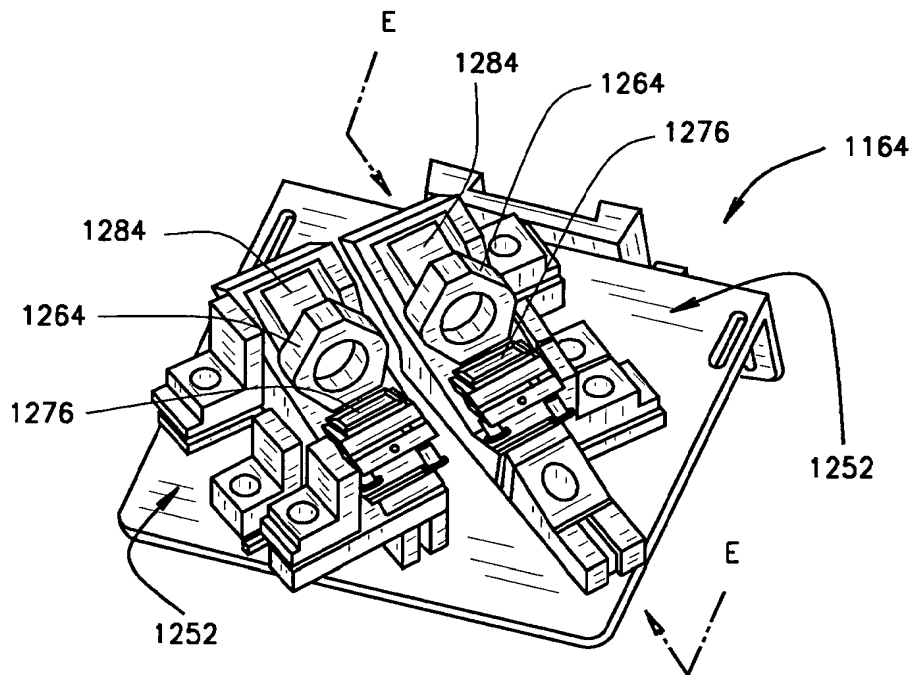


FIG. 16D

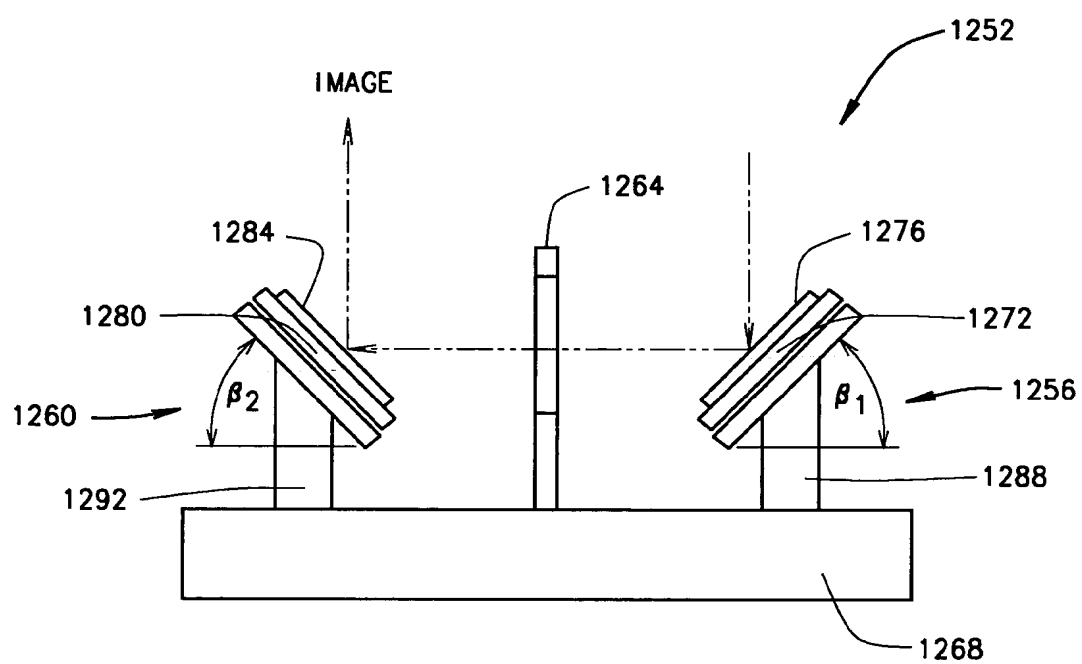


FIG. 16E

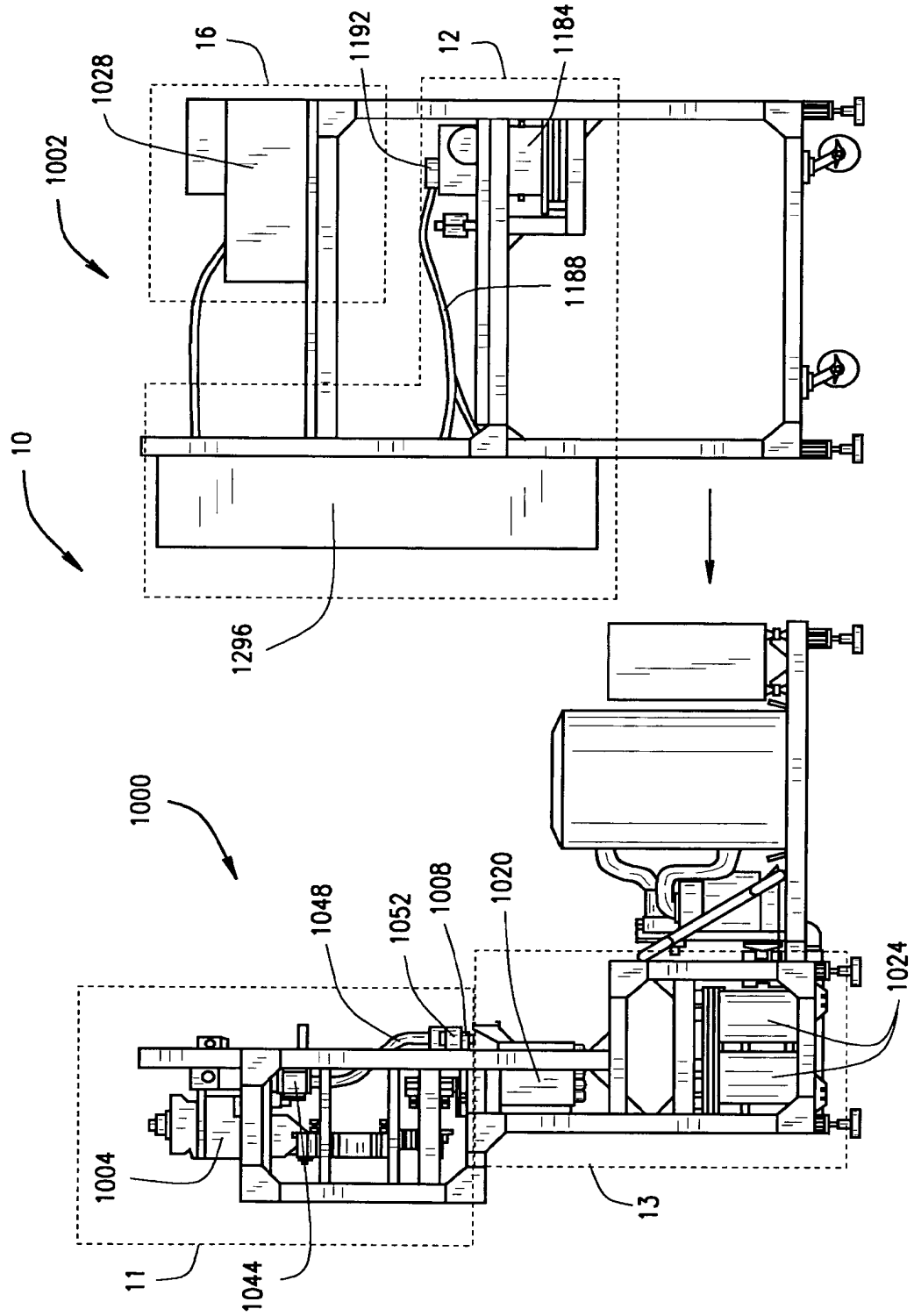


FIG. 16F

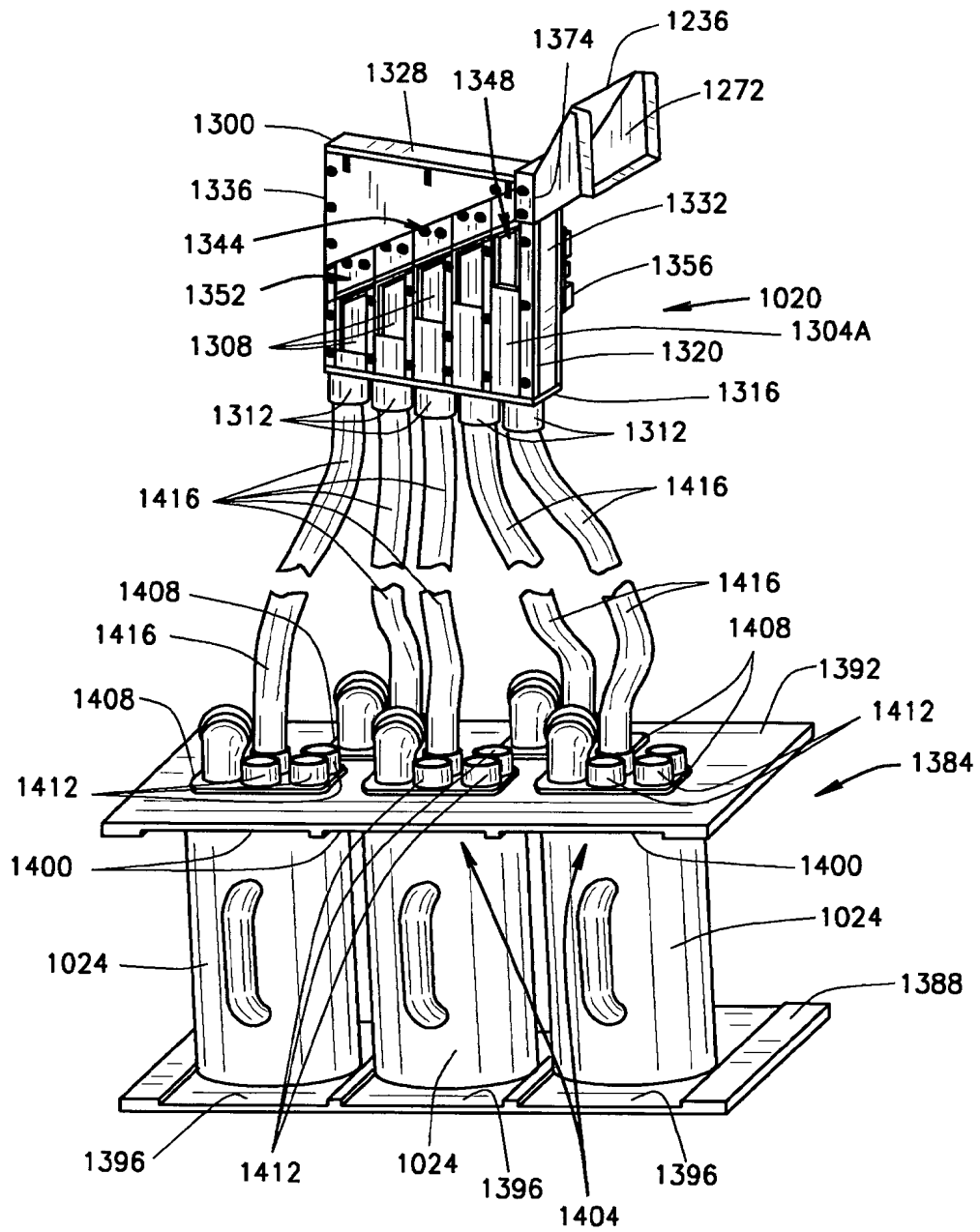


FIG. 17A

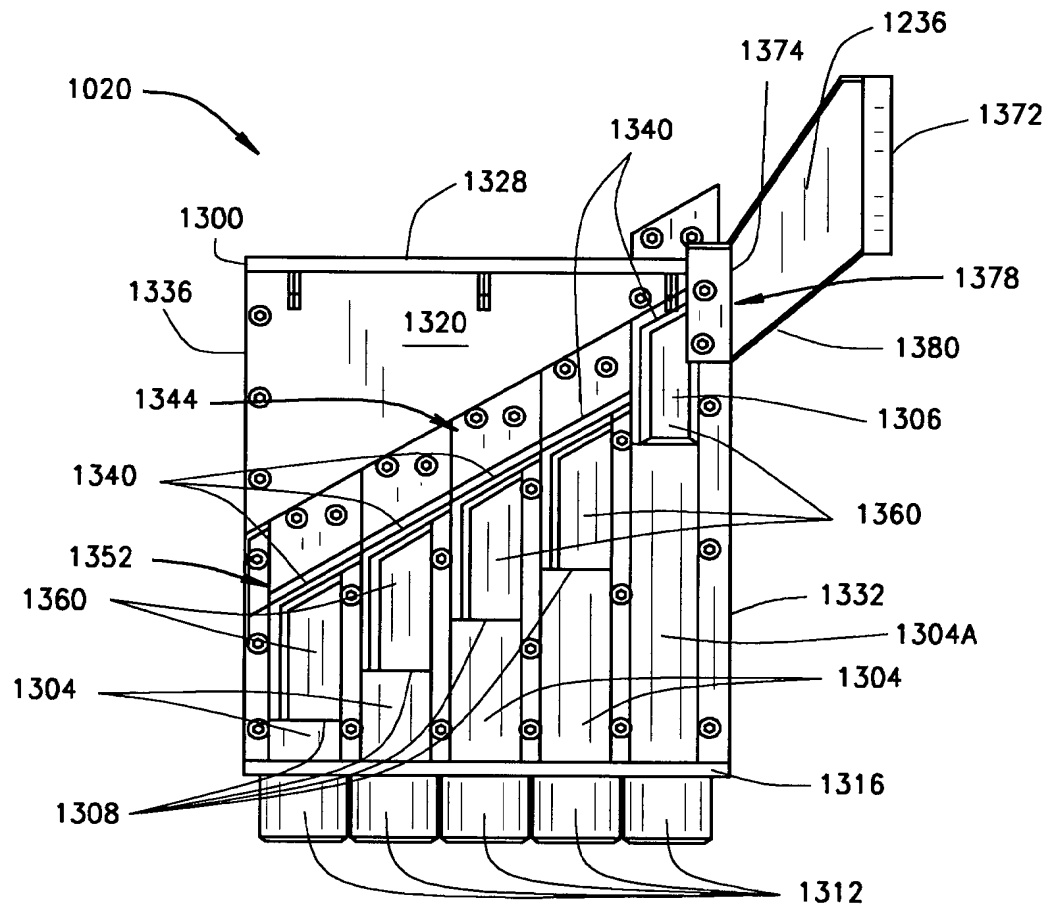


FIG. 17B

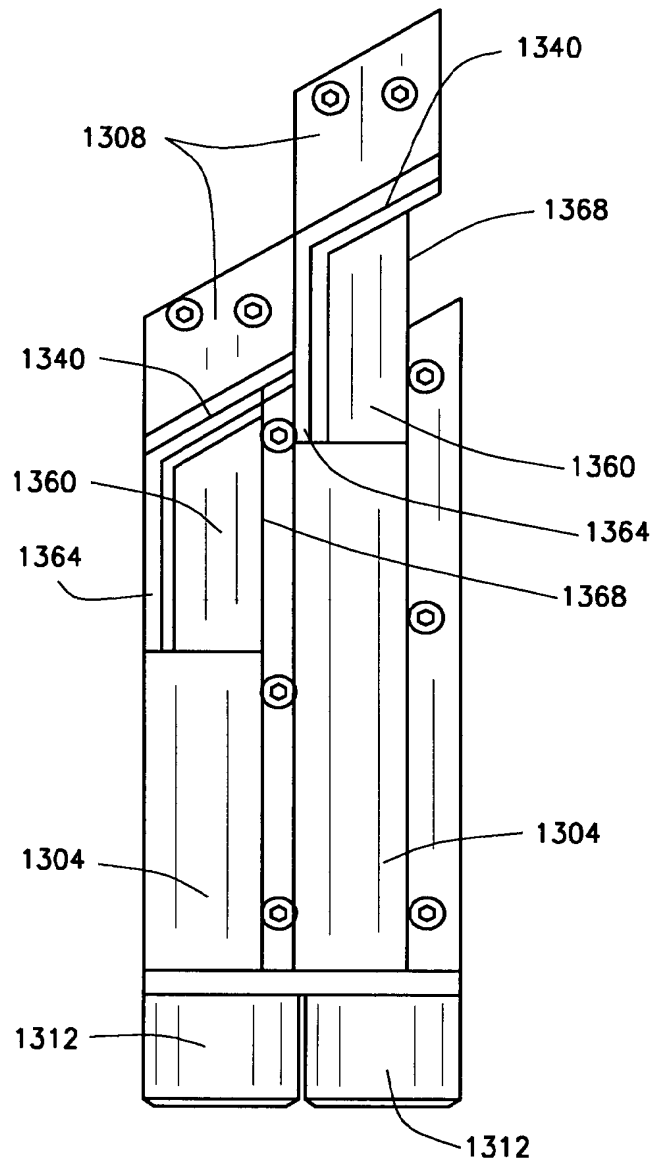


FIG. 17C

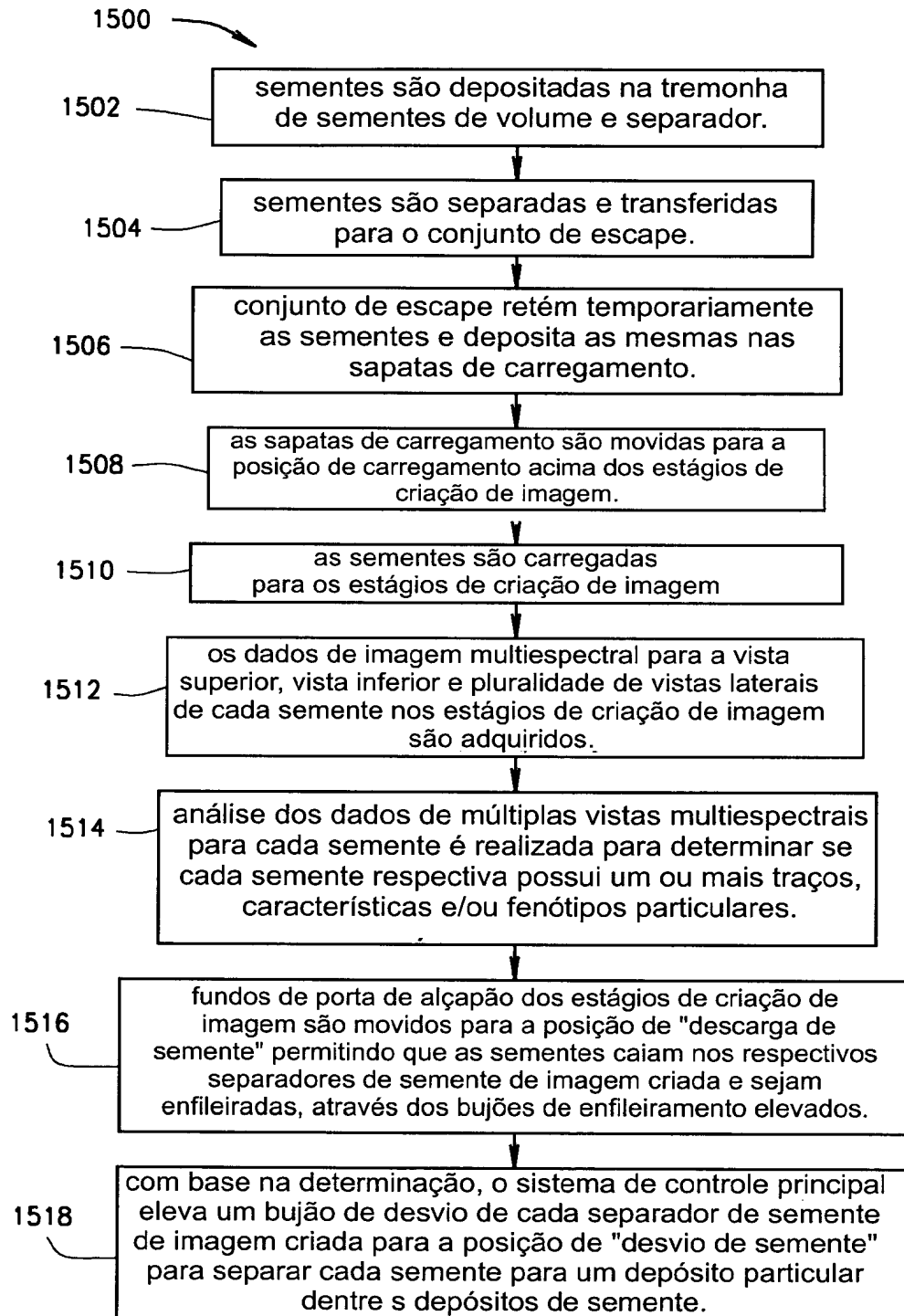


FIG. 18

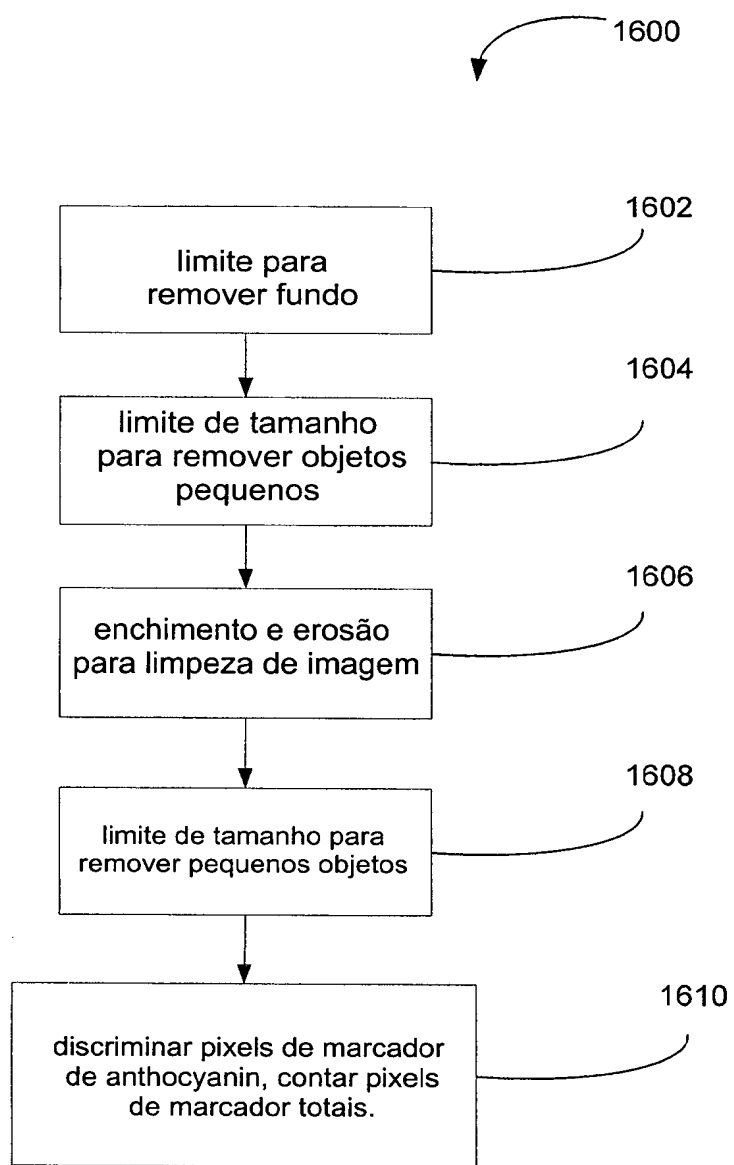


FIG. 19

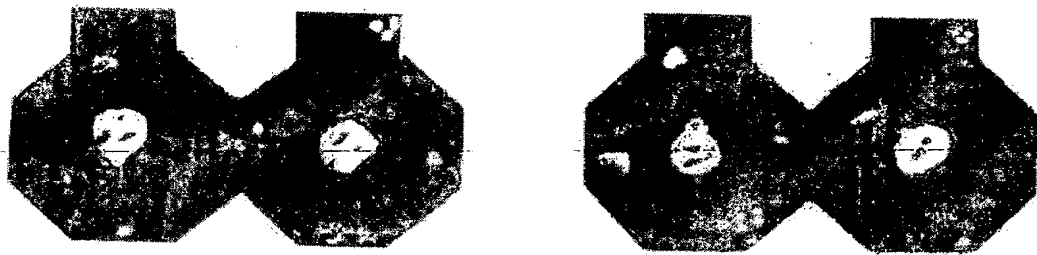


FIG. 20A

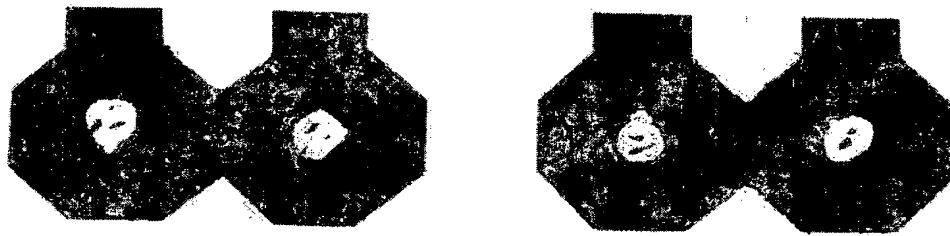


FIG. 20B

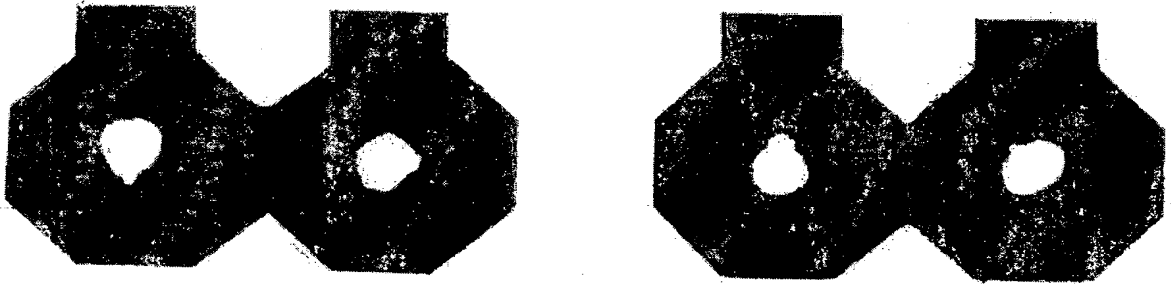


FIG. 20C

RESUMO

Patente de Invenção: **"SEPARADOR DE SEMENTE"**.

A presente invenção refere-se a sistemas e métodos para a separação de sementes com base nos fenótipos identificados das sementes.

- 5 Em várias modalidades, o sistema inclui uma estação ótica e controladora estruturada e que opera para coletar dados de imagem de uma parte superior, uma parte inferior e uma pluralidade de partes laterais de cada semente respectiva em um conjunto de sementes, e para analisar os dados de imagem coletados para determinar se cada semente exibe um fenótipo dese-
- 10 do. O sistema inclui adicionalmente uma estação de carregamento, transporte e separação de sementes estruturada e que opera para separar cada semente do conjunto de sementes a partir de uma pluralidade de sementes em uma tremonha de semente volumosa, o transportar o conjunto de sementes para a estação ótica e controladora, e separar seletivamente cada semente
- 15 para um depósito respectivo dentre uma pluralidade de depósitos de semente com base no fato de se cada semente respectiva exibe o fenótipo desejado.