



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0414708-1 B1



(22) Data do Depósito: 21/09/2004

(45) Data de Concessão: 14/05/2019

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA PROCESSAMENTO DE SEMENTES.

(51) Int.Cl.: G01N 35/02.

(30) Prioridade Unionista: 23/09/2003 US 60/505,270.

(73) Titular(es): MONSANTO TECHNOLOGY LLC.

(72) Inventor(es): KEVIN L. DEPPERMAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2004030837 de 21/09/2004

(87) Publicação PCT: WO 2005/031367 de 07/04/2005

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/03/2006

(57) Resumo: "SISTEMA AUTOMATIZADO DE ANÁLISE DE SEMENTE DE ALTA PRODUTIVIDADE". Subsistema de transporte transporta bandejas com cavidades para contenção de sementes entre uma pluralidade de estações. Um subsistema de carga é posicionado em uma primeira estação e é operável para carregar sementes para cavidades individuais da bandeja transportada. Um subsistema de formação de imagem é posicionado em uma segunda estação e é operável para formar imagens das sementes contidas dentro das bandejas com cavidades. Um mecanismo é proporcionado para movimento rápido das sementes, de modo a permitir que o subsistema de formação de imagem obtenha imagens de sementes multilaterais. Um subsistema de classificação é posicionado em uma terceira estação e é operável para remover as sementes das bandejas com cavidades e classificar as sementes removidas em uma pluralidade de depósitos de classificação. A determinação de classificação pode ser feita com base em uma análise das imagens de sementes obtidas pelo subsistema de formação de imagem.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"SISTEMA E MÉTODO PARA PROCESSAMENTO DE SEMENTES".

Referência a Pedidos Relacionados

[001] O presente pedido reivindica prioridade do Pedido de Patente Provisória dos Estados Unidos Nº de Série 60/505.270 (depositado em 23 de setembro de 2003), cuja exposição total é aqui incorporada através de referência. O presente pedido também refere-se ao Pedido de Patente dos Estados Unidos Nos. de Série 10/406.910 (depositado em 2 de abril de 2003); 09/739.871 (depositado em 20 de dezembro de 2000) e 09/698.214 (agora patente norte-americana Nº 6.646.264) cujas descrições totais são aqui incorporadas através de referência.

Antecedentes da Invenção

Campo Técnico da Invenção

[002] A presente invenção refere-se a um sistema que é operável para apanhar sementes individuais de um depósito, colocar essas sementes em uma bandeja individual, formar imagem das sementes e, então, classificar as sementes para processamento posterior.

Descrição da Técnica Relacionada

[003] Na indústria agrícola, e mais especificamente na indústria de reprodução de sementes, é importante para os cientistas serem capazes de analisar sementes de alta produtividade. Com isso se quer dizer que a análise das sementes, de preferência, ocorra não só rapidamente, mas também com alto volume total. Historicamente, porém, a análise de sementes tem sido uma tarefa manual, tediosa, que requer a manipulação individual das sementes. Essas sementes são examinadas, pesadas, têm a imagem formada (com os dados de imagem sendo analisados) e, então, classificadas. Essa tarefa é adequada para automação e a presente invenção direciona a necessidade de um sistema automatizado para análise de semente de alta produtivi-

dade.

Sumário da Invenção

[004] A presente invenção é um dispositivo que inclui um subsistema de transporte para transportar bandejas entre uma pluralidade de estações. Um subsistema de carga é posicionado em uma primeira estação e é operável para carregar sementes em cavidades individuais da bandeja. Um subsistema de formação de imagem é posicionado em uma segunda estação e é operável para formar imagem das sementes contidas dentro das cavidades da bandeja. Um subsistema de classificação é posicionado em uma terceira estação e é operável para remover as sementes das cavidades de bandejas e classificar as sementes removidas em uma pluralidade de depósitos de classificação.

[005] Em uma concretização da invenção, uma funcionalidade de processamento analisa as imagens das sementes e faz uma determinação de classificação com relação às sementes na bandeja com base no processamento de análise de semente. A esse respeito, a funcionalidade de processamento determina da análise das imagens de sementes um da pluralidade de depósitos para que cada semente será dirigida pelo subsistema de classificação.

[006] Em outra concretização da invenção, o subsistema de transporte compreende um dispositivo de transporte giratório. Esse dispositivo, vantajosamente, permite a fácil recirculação das bandejas no sistema.

[007] Em outra concretização da invenção, o subsistema de carga inclui um mecanismo para recolhimento de sementes individuais de um depósito de entrada e colocação daquelas sementes recolhidas nas localizações das cavidades na bandeja.

[008] Em outra concretização da invenção, o subsistema de formação de imagem compreende um dentre um formador de imagem de luz visível, um formador de imagem de luz quase infravermelha ou um

formador de imagem de NMR/ MRI.

[0009] Em outra concretização da invenção, o subsistema de classificação inclui um dispositivo de sucção pneumático para, seletivamente, remover as individuais das sementes de cavidades na bandeja e um mecanismo de desvio para dirigir a(s) semente(s) removida(s) para um certo dos depósitos de classificação.

Breve Descrição dos Desenhos

[0010] Uma compreensão mais completa do método e aparelho da presente invenção pode ser adquirida através de referência à Descrição Detalhada seguinte, quando tomada em conjunto com os Desenhos anexos, em que:

[0011] A figura 1 é um diagrama em blocos funcional de um sistema de análise de sementes de acordo com a presente invenção;

[0012] As figuras 2A e 2B são vistas laterais esquemáticas de uma concretização para uma porção de recolhimento do subsistema de carga utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0013] As figuras 3A - 3B são vistas laterais esquemáticas de concretizações para uma porção de translação do subsistema de carga utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0014] A figura 4 é uma vista de topo do subsistema de transporte utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0015] A figura 5 é um diagrama esquemático do subsistema de formação de imagem utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0016] A figura 6 é um diagrama esquemático do subsistema de formação de imagem utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0017] As figuras 7A - 7D são vistas laterais esquemáticas de uma concretização para o subsistema de giro utilizado dentro do sistema da figura 1;

[0018] A figura 8 é uma vista lateral esquemática de uma concretização para o subsistema de classificação utilizado dentro do sistema

da figura 1;

[0019] As figuras 9A e 9B são vistas de topo e em perspectiva, respectivamente, do sistema de manipulação de semente, utilizando os subsistemas aqui divulgados;

[0020] A figura 9C é uma vista em perspectiva do subsistema de carga;

[0021] A figura 9D é uma vista em perspectiva inferior do subsistema de transporte;

[0022] A figura 9E é uma vista em perspectiva do subsistema de formação de imagem e do subsistema de giro;

[0023] A figura 9F é uma vista em perspectiva do braço para o subsistema de giro;

[0024] A figura 9G é uma vista em perspectiva do subsistema de classificação;

[0025] A figura 10 é uma concretização alternativa do sistema da presente invenção;

[0026] A figura 11 é um diagrama esquemático da operação de controle para o sistema da presente invenção.

Descrição Detalhada das Concretizações Preferidas

[0027] Referência é feita agora à figura 1, em que é mostrado um diagrama em blocos funcional de um sistema de manipulação de sementes 10 de acordo com a presente invenção. Um depósito de entrada 12 é dimensionado para manter um grande número de sementes individuais 16 (por exemplo, dez a milhares, ou mais). Um subsistema de carga 18 opera para recolher 20 individuais 14 das sementes 18 do depósito 12 e, então, transferir 22 aquelas sementes recolhidas para localizações de cavidades individuais 24 em uma bandeja dividida 26. A bandeja dividida 26, então, é transportada por um subsistema de transporte 28 da área do subsistema de carga 18 (isto é, uma estação de carga) para a área de um subsistema de formação de imagem 30

(isto é, uma estação de formação de imagem), onde imagens 32 das sementes 16 na bandeja dividida 26 são obtidas. Essas imagens 32 podem compreender imagens visuais, imagens quase infravermelhas ou imagens de NMR MRI, de acordo com o tipo de formador de imagem que é utilizado pelo subsistema de formação de imagem 30. Em seguida à formação de imagem, a bandeja dividida 26 é ainda transportada pelo subsistema de transporte 28 da área do subsistema de formação de imagem 30 para a área de um subsistema de classificação 34 (isto é, uma estação de classificação), onde as individuais 14 das sementes 16 contidas em localizações de cavidades 24 da bandeja dividida 26 são recolhidas seletivamente 36 e, então, distribuídas 38 para depósitos de classificação individuais 40. Nesse contexto, é considerado que a determinação de classificação (isto é, em cujo depósito 40 cada semente 16 é distribuída) é acionada por uma análise realizada nas imagens de sementes 32 obtidas pelo subsistema de formação de imagem 30. Ainda é possível que a determinação de classificação seja feita usando algum outro fator ou consideração, conforme selecionado pelo usuário.

[0028] Como um componente opcional, o sistema 10 ainda pode incluir um subsistema de giro 42, que é posicionado na área da estação de formação de imagem e opera em conjunto com o subsistema de formação de imagem 30. O subsistema de giro 42 funciona para girar as sementes 16 de modo que o subsistema de formação de imagem 30 pode obter imagens múltiplas de cada semente, onde essas imagens são, de preferência, de lados de sementes opostos. Por exemplo, tomar sementes de milho que, em geral, possuem dois lados planos, geralmente opostos. Quando depositadas 22 na bandeja 26, as sementes de milho 16 chegarão para ficar com um de seus lados planos para baixo e a imagem obtida será das imagens com essa orientação. Os dados de imagem obtidos para as sementes podem ser re-

alçados, porém, se imagens de cada lado da semente forem obtidos (isto é, uma primeira imagem com o primeiro lado plano para baixo e uma segunda imagem com o segundo lado plano, oposto, para baixo). O subsistema de giro 42 facilita essa operação de aquisição de dados de imagem realçados virando as sementes 16, que estão presentes na bandeja 26, para permitir que uma segunda imagem 32 seja tomada, antes de o subsistema de transporte 28 mover a bandeja 26 para o subsistema de classificação 34.

[0029] A operação do sistema 10, de preferência, é completamente automatizado. Mais especificamente, as operações realizadas pelo subsistema de carga 18, o subsistema de transporte 28, o subsistema de formação de imagem 30 e o subsistema de classificação 34, de preferência, ocorrem, substancialmente, sem a necessidade de interação, intervenção ou controle humano. Também é possível que quaisquer ações para carregar as sementes 16 no depósito de entrada 12 e/ou, fisicamente, manipular e mudar os depósitos de classificação 40 (individual ou coletivamente) onde umas individuais classificadas 14 das sementes 16 são depositadas, sejam automatizadas, igualmente. Essas ações, porém, são, em geral, feitas manualmente com participação humana, sem depreciar o desempenho aperfeiçoado obtido pelo sistema 10.

[0030] Para efetuar essa operação automatizada através de todo ou substancialmente todo o sistema 10, um controlador central 46 é incluído que pode compreender um computador especialmente programado e dispositivos periféricos associados, que permitam a comunicação com e o controle sobre as operações dos vários componentes do sistema 10. Como um exemplo, o controlador central 46 pode compreender um computador pessoal da classe Pentium®, executando um sistema operacional baseado em um sistema operacional baseado em Windows® com um aplicativo C++, executando para controlar opera-

ções de componentes. O uso da combinação Pentium/ Windows abre a porta para o uso de outros aplicativos personalizados ou comerciais em conjunto com aplicativo de operação de controle para trocar dados (por exemplo, o uso de aplicações de geração de relatório ou por expansão para emitir dados de sementes e imagens para o usuário).

[0031] Um controlador periférico 48, conectado ao controlador central 46, faz interface com os componentes do sistema 10 e dirige, sob a instrução do controlador central de acordo com a operação de componente do sistema, aplicação personalizada de execução. Por exemplo, o controlador periférico 46 pode funcionar para controlar a operação de cada um dentre o subsistema de carga 18, o subsistema de transporte 28, o subsistema de formação de imagem 30, o subsistema de classificação 34 e o subsistema de giro 42, individualmente e em um esforço coordenado de um com o outro. O controlador periférico 48 pode compreender um controlador Compumotor Parker 6K, fabricado pela Parker Hannifin Corp. A conexão 50 entre o controlador periférico 48 e o controlador central 46 pode compreender qualquer conexão do tipo baseado em rede e, mais especificamente, pode utilizar uma conexão em T de base 10 com a ethernet, ou semelhante.

[0032] Além de armazenar programação para controle da operação do sistema 10, a memória (ou outra funcionalidade de armazenamento de dados, não mostrada, explicitamente, mas presente inerentemente) proporcionada dentro do controlador central 46 é usada para armazenar as imagens e dados de imagens relacionados (coletivamente, dados 52), fazendo referência às individuais 14 das sementes 16 em uma base de dados ou outro formato adequado. Esses dados 52 são coletados da operação do subsistema de formação de imagem 30 e são distribuídos para o controlador central 46 para armazenamento e/ ou manipulação, conforme necessário. Ainda, a memória do controlador central 46 também pode obter dados 54 que são recebidos de,

ou são derivados em conexão com o controle da operação do subsistema de classificação 34, referente aos depósitos 40, onde as individuais 14 das sementes 16 foram depositadas 38. De preferência, esses dados de localização 54 estão correlacionados na base de dados ou outro formato com os dados de imagem 52 na base individual de semente por semente.

[0033] O sistema 10 ainda inclui um número de sensores 56, que operam para detectar condições de interesse no sistema e relatar aquela informação para um ou ambos dentre o controlador central 46 e/ ou o controlador periférico 48. Com essa informação, o controlador central 46 e o controlador periférico 48 exercem o controle (em geral, ilustrado pela seta 58) sobre as operações e ações empreendidas pelos vários componentes do sistema 10. Por exemplo, a informação de condição detectada pode dizer respeito ao: recolhimento bem-sucedido 20 de individuais 14 das sementes 16 do depósito 12; posicionamento do subsistema de carga 19; posicionamento da(s) bandeja(s) 26; operação do subsistema de transporte 28; operação do subsistema de giro 42; direção de depósito 38 realizada pelo subsistema de classificação 34; estado (por exemplo, posição, localização, vácuo, pressão e semelhantes) de várias partes componentes dos subsistemas; operação, manutenção, desempenho e realimentação de erro dos vários componentes do sistema (separado de, ou talvez compreendendo ou em conjunto com, dados coletados 52/ 54); e semelhantes. Mais especificamente, informação de sensor, que é coletada e processada para uso no controle da operação do sistema, pode incluir informação como: estado do dispositivo ou componente; sinais de erro; movimento; estolagem; posição; localização; temperatura; tensão; corrente; pressão; e semelhantes, que pode ser monitorada com relação à operação de cada um dos componentes (e suas partes) dentro do sistema 10.

[0034] Referência é feita agora às figuras 2A e 2B em que são mostradas vistas laterais esquemáticas de uma concretização para uma porção de recolhimento do subsistema de carga 18 utilizado dentro do sistema da figura 1. Como pode ser visto, o depósito de entrada 12 inclui uma pluralidade de porções de fundo de forma côncava (inclinado para dentro) 60. Essas porções inclinadas servem para dirigir as individuais das sementes 16, através da força da gravidade, em direção ao fundo 62 do depósito de entrada 12, enquanto as sementes são recolhidas do mesmo e, assim, acentuam a probabilidade de recolhimento de cada semente contida dentro do depósito de entrada. No fundo 62 de cada porção de forma côncava 60 é uma abertura 64. Posicionado dentro de cada abertura 64 está um pistão de ar linear 66. Quando posicionado em uma posição de não atuado (mostrada na figura 2A), a extremidade 68 do pistão 66 está localizada de modo que fique substancialmente em nível com o fundo 62 na abertura 64. Será reconhecido que "substancialmente em nível" neste contexto inclui uma posição ligeiramente abaixo do fundo 62, onde a abertura 64 pode atuar para manter ou afunilar uma peça individual para captura subsequente pelo pistão 66, como descrito abaixo. A extremidade 68 do pistão 66 ainda é dotada de uma depressão côncava 70 (ilustrada em linhas tracejadas) cujo perímetro é ligeiramente menor do que o diâmetro externo do próprio pistão 66. O perímetro da depressão 70 é dimensionado, geralmente falando, para ser comensurado com, e, mais particularmente, ligeiramente maior do que, o tamanho médio esperado das individuais das sementes 16 para estarem contidas dentro do depósito 12 e serem manipuladas pelo sistema 10. Isso permite a manipulação de sementes individuais de tamanho/ forma não uniforme. Um acionamento a ar 72 opera sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (veja a figura 1) para mover, linearmente, o pistão 66 entre a localização não atuada mostrada na figu-

ra 2A e a localização atuada mostrada na figura 2B. Embora o acionamento a ar 72 seja mostrado para cada pistão 66, será compreendido que um único acionamento a ar poderia ser configurado para atuar, simultaneamente, cada um da pluralidade de pistões. Quando da movimentação em direção à localização atuada (figura 2B), a depressão côncava 70 na extremidade 68 do pistão 66 captura uma individual 14 das sementes 16 da massa coletada de sementes no depósito e levanta aquela semente acima da porção inferior para uma localização na ou perto de uma borda de topo 74 do depósito 12.

[0035] Uma vez que uma semente individual 16 foi levantada até a borda de topo 74, é necessário remover a peça individual da extremidade do pistão 66 para manipulação posterior. A porção de recolhimento ainda inclui uma pluralidade de copos de vácuo 90, dispostos e orientados para corresponder com a pluralidade de pistões 66. O acionamento a ar 72 move, linearmente, os pistões 66 da localização não atuada para a localização atuada mostrada onde a semente capturada em cada pistão é posicionada adjacente a um correspondente dos copos de vácuo 90. Mais especificamente, em uma concretização preferida, cada pistão 66 é levantado na localização atuada para colocar sua semente capturada 16 em contato com um dos copos de vácuo 90. Para minimizar a probabilidade de danos causados por esse contato, cada copo de vácuo 90, de preferência, é carregado à mola e, assim, dará resposta ao contato causado pela elevação da semente capturada. Naquele ponto, um leve vácuo é aspirado (linhas tracejadas 92; sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46) para manter a semente dentro do copo de vácuo 90. Esse vácuo pode ser aspirado usando forças Venturi de maneira bem conhecida na técnica. O pistão 66 é, então, retornado para a localização não atuada, mostrada na figura 2A (e, assim, é posicionado para iniciar o processo para recolhimento de uma semente individual seguinte).

[0036] Referência é feita agora às figuras 3A -3B em que é mostrada uma porção de translação do subsistema de carga 18 utilizado dentro do sistema da figura 1. As sementes individuais 16 mantidas pelos copos de vácuo 90 agora estão prontas para serem distribuídas para processamento posterior. Um estágio de translação 94 move a pluralidade de copos de vácuo 90 (cada um possuindo uma semente 16) sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 em uma direção horizontal 96 (figura 3A) a fim de limpar o depósito de entrada 12 e ser colocado em uma posição acima da bandeja 26 no subsistema de transporte 28 (veja, também, a figura 1). Cada copo de vácuo 90 na porção de recolhimento, sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46, então, libera sua semente contida 16 (talvez usando uma pressão positiva 94, além da força gravitacional, sob o controle do controlador periférico 48 e o controlador central 46) de modo a depositar as sementes nas localizações de cavidades da bandeja dividida 26.

[0037] Em uma concretização alternativa, o estágio de translação 94, adicionalmente, pode se mover sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 de sua posição da figura 3A em uma direção vertical 98 (figura 3B) para posicionar cada um dos copos de vácuo 90 sobre uma correspondente das localizações de cavidades 24 da bandeja dividida 26. Essa concretização será necessária, quando o subsistema de transporte 28 não poderia ser posicionado para receber as sementes seguindo, diretamente, o movimento horizontal 96, mostrado na figura 3A. Por exemplo, essa operação de abaixamento, conforme realizada pelo estágio de translação 94, será necessário quando existem preocupações sobre o deslizamento das sementes sustentadas através e sobre o topo da bandeja 26 ou quando é requerido que o subsistema de transporte 28 esteja localizado abaixo do subsistema de carga 18. Cada copo de vácuo 90 na porção de reco-

lhimento, sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46, então libera sua semente sustentada 16 (talvez usando uma pressão positiva 94, além da força gravitacional, sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46), de modo a depositar as sementes nas localizações de cavidades 24 da bandeja dividida 26.

[0038] Será compreendido que o subsistema de carga 18, de preferência, inclui o mesmo número de copos de vácuo 90 (tendo a mesma disposição) que a bandeja dividida 26 tem de localizações de cavidades 24. Por exemplo, se a bandeja dividida tem 24 localizações de cavidades em um formato de disposição de 4 x 6, então, o subsistema de carga 18, correspondentemente, terá 24 copos de vácuo 90, também em um formato de disposição 4 x 6. Dessa maneira, uma bandeja dividida 26 pode ser carregada completamente com sementes, usando uma única atuação do subsistema de carga 18 sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (isto é, uma atuação única da porção de recolhimento seguida por uma atuação única da porção de translação).

[0039] Alternativamente, o subsistema de carga 18 poderia possuir um número de copos de vácuo 90 (tendo uma disposição de submúltiplos) idêntico às localizações de cavidades 24 que a bandeja dividida 26 tem. Por exemplo, se a bandeja dividida tem 96 localizações de cavidades 24 em um formato de disposição de 16 x 24, então, o subsistema de carga 18 poderia ter, correspondentemente, 24 copos de vácuo 90 em um formato de disposição de 4 x 6. Dessa maneira, uma bandeja dividida 26 pode ser completamente carregada com sementes usando quatro atuações consecutivas do subsistema de carga 18 sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (como descrito acima). Translação apropriada de x-y pelo estágio de translação 94 pode ser usada para posicionar precisamente os copos

90 para cada depósito de semente consecutivo.

[0040] Vistas em perspectivas de uma implementação preferida do subsistema de carga 18 são mostradas na ilustração do sistema 10 da figura 9B e na figura 9C. As figuras 9B e 9C proporcionam informação adicional detalhada referente à implementação do subsistema de carga 18. Por exemplo, em conexão com o depósito de entrada 12, uma tremonha de carga 13 é posicionada para receber sementes a granel em sua entrada. Essas sementes são distribuídas pela tremonha 13 para um conjunto de bandejas vibratórias inclinadas 15. A atuação do conjunto 15 faz com que as sementes recebidas da saída da tremonha 13 sejam distribuídas de maneira controlada para o depósito de entrada 12.

[0041] As figuras 9B e 9C ainda ilustram detalhes adicionais referentes ao estágio de translação 94 em que ele inclui um atuador horizontal 94h (proporcionando o movimento 96) e um atuador vertical 94v (proporcionando o movimento (98)).

[0042] Como também mostrado nas figuras 9B e 9C, uma estrutura 17 é proporcionada para suportar as várias partes componentes do subsistema de carga 18 e facilitar sua interligação com outros subsistemas do sistema 10.

[0043] Referência é feita agora à figura 4, em que é mostrada uma vista de topo do subsistema de transporte 28 utilizado dentro do sistema da figura 1. Geralmente falando, o subsistema de transporte 28 pode ser qualquer mecanismo de transporte adequado, tal como, por exemplo, uma correia transportadora, um transportar de roletes e semelhante. Em uma concretização preferida da invenção, porém, o subsistema de transporte compreende um transportador girável 100. O transportador 100 inclui um suporte redondo, girável 102, que é montado, articuladamente, em seu centro para rotação. O suporte girável 102 é dividido virtualmente em uma pluralidade de setores em forma

de torta 104, com cada setor incluindo um recorte 106 dimensionado e moldado para receber e suportar uma bandeja dividida 26 (apenas uma mostrada, veja, também a figura 1). O número de setores 104 disponíveis no suporte girável 102 pode ser par ou ímpar, com um número escolhido que depende, em grande parte, do diâmetro do suporte, do tamanho da bandeja 26 e das necessidades da aplicação de transporte.

[0044] Referência é feita agora à figura 5, em que é mostrada uma ilustração seccional transversal do subsistema de transporte 28. Como discutido acima, o suporte girável circular 102 é montado, articuladamente, em seu centro a um sistema de eixo e mancal. Esse eixo pode compreender o eixo de saída de um motor de atuação 108 (conforme mostrado) ou, alternativamente, pode ser separado do motor de atuação com o eixo girável sendo acionado para rotação por uma transmissão por corrente adequada, transmissão por polia ou transmissão por engrenagem. O motor de atuação 108, de preferência, é um motor escalonador de alto torque.

[0045] Em operação, o motor de atuação 108 para o suporte girável 102 é atuado sob o controle do controlador periférico 48e do controlador central 46 para movimento para frente (que pode ser no sentido dos ponteiros do relógio ou no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, dependendo da configuração) o suficiente para causar uma quantidade de movimento rotacional do setor. Em outras palavras, com cada atuação do motor, o suporte girável 102 gira uma quantidade angular igual o ângulo β entre dois recortes consecutivos 106. Dessa maneira, avanços muito precisos na rotação girável são feitos de estação para estação e alinhamento com dispositivos auxiliares (tais como o subsistema de carga 18 descrito acima) em certas localizações de estações podem ser feitos. Nessa configuração, um dispositivo auxiliar pode ser posicionado em torno do suporte girável em esta-

ções que estão em alinhamento com cada posição do setor 104 e, desse modo, têm acesso preciso aos recortes 106, as bandejas 26 nelas mantidas e as cavidades 24 dentro de cada bandeja sustentada.

[0046] No caso de um motor do tipo escalonador não ser usado, um motor convencional pode ser usado em conjunto com um sensor 56 (talvez um sensor de indexação) para detectar avanço rotacional do suporte girável 102 pelo ângulo β de modo a se alinhar com uma estação.

[0047] Até onde necessário, as bordas periféricas do suporte girável 102 podem ser suportadas com roletes, guias, cursores ou semelhantes para auxiliar a rotação uniforme do transportador girável 100.

[0048] Vistas em perspectivas de uma implementação preferida do subsistema de transporte 28 são mostradas nas figuras 9B e 9D. As figuras 9B e 9D proporcionam informação detalhada adicional referente à implementação do subsistema de transporte 28, usando um transportador girável 100. Por exemplo, uma estrutura 17 é proporcionada para suportar várias partes componentes do subsistema de transporte 28 e facilitar sua interligação com outros subsistemas do sistema 10.

[0049] Referência é feita agora à figura 6, em que é mostrado um diagrama esquemático do subsistema de formação de imagem 30 utilizado dentro do sistema da figura 1. O subsistema de formação de imagem 30 inclui uma câmera 110 montada em uma braçadeira de suporte 112. A braçadeira de suporte 112 facilita a direção da câmera 110 no subsistema de transporte 28, onde as bandejas 26 são posicionadas para formação de imagem. Mais especificamente, com referência à implementação preferida do subsistema de transporte 28, conforme mostrado nas figuras 4 - 5, a braçadeira de suporte 112 permite que a câmera 110 seja direcionada precisamente, com o ângulo adequado, na área do setor 104 do suporte girável 102, onde os

recortes 106 que sustentam as bandejas cheias de sementes 26 são localizados com cada avanço rotacional sucessivo.

[0050] A câmera 110 pode ser qualquer câmera de formação de imagem adequada selecionada de acordo com as metas de formação de imagem da aplicação de análise para as sementes. Por exemplo, em relação uma análise para danos ao revestimento eterno da semente, a câmera pode compreender uma câmera operável na faixa visível. Alternativamente, para análise interna da semente, a câmera pode compreender uma câmera operável na faixa de quase infravermelho (veja, pedido de patente norte-americana Nº série 09/698.214, cuja exposição é aqui incorporada através de referência). Ainda, a câmera pode compreender uma câmera que implementa técnicas de formação de imagem de NMR/MRI (veja, Pedido de Patente dos Estados Unidos Nº de Série 09/739.871, cuja exposição é aqui incorporada através de referência).

[0051] Os dados de imagem coletados pela câmera 110 (visível, infravermelho, NMR/MRI ou semelhante) estão correlacionados com sementes particulares (mais especificamente, em certas localizações de cavidades na bandeja, cujas sementes estão contidas). Dessa maneira, existe uma ligação entre os dados de imagem e uma semente. Os dados de imagem podem ser processados em um número de maneiras conhecidas (como aquelas detalhadas nos pedidos '214 e '871 referenciados acima) para identificar características das sementes. Por exemplo, a análise dos dados de imagem pode revelar informação característica das sementes individuais referente, por exemplo, à presença/ ausência de traços bioquímicos (teor de óleo semelhante), a presença/ ausência de danos, a presença/ ausência de doença, tamanho, cor, forma e semelhante. Essa informação característica é obtida através do processamento dos dados de imagem usando algoritmos personalizados, executados nos dados pelo controlador central 46. Os

resultados desse processamento são, então, armazenados em correlação com sementes particulares (mais especificamente, com certas localizações de cavidades 24 na bandeja em que as sementes estão contidas). Dessa maneira, existe uma ligação entre a informação de dados de imagem/ característica e uma semente. Como será discutido aqui, os dados de características podem, então, ser aplicados pelo controlador central 46 contra os critérios de classificação a fim de efetuar a classificação das sementes porca.

[0052] Vistas em perspectiva de uma implementação preferida do subsistema de formação de imagem 40 são mostradas nas figuras 9B e 9E. As figuras 9b e 9E proporcionam informação detalhada referente à implementação do subsistema de formação de imagem 30, usando a câmera 110. Por exemplo, uma estrutura 17 é proporcionada para suportar as várias partes componentes do subsistema de formação de imagem 30 e facilitar a sua interligação com outros subsistemas do sistema 10. A estrutura 17 e a braçadeira de suporte 112 permitem que a câmera 110 fique em cantilever, de modo que ela pode ser posicionada sobre o subsistema de transporte 28. A braçadeira 112 ainda suporta a realização de ajustes de posicionamento e direção com relação à câmera 110 e quaisquer dispositivos relacionados (tais como uma lâmpada de iluminação 111).

[0053] Referência é feita agora às figuras 7A - 7D, em que é mostradas vistas laterais esquemáticas de uma concretização para o subsistema de giro 42 utilizada dentro do sistema da Figura 1. As figuras 6 e 7a ainda ilustram uma relação posicional potencial entre o subsistema de giro 42 e o subsistema de formação de imagem 30. Um braço 130 é móvel por um estágio de translação 131 entre uma posição retraída e uma posição estendida, sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (veja a figura 1). O braço 130 inclui um par de copos de sucção 132 e um dispositivo de aperto 134. Um

motor de acionamento 136 é operável sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (veja, figura 1) para girar o braço 130 em incrementos de 180° em torno de seu eixo longitudinal 138. O braço 130 é montado de modo que ele pode ser posicionado, quando na posição estendida, na área do setor 104 do suporte girável 102, onde os recortes 106 que sustentam as bandejas cheias de sementes 26 estão localizados com cada avanço rotacional sucessivo. Quando na posição retraída, contudo, o braço 130 é movido para fora da (para longe) área de setor do suporte girável 102. Ainda mais particularmente, como o subsistema de giro 42 é posicionado na área do subsistema de formação de imagem 30 e opera em conjunto com o mesmo, o braço 130 é posicionado de modo que não interferirá com a operação de formação de imagem que está sendo realizada pelo subsistema de formação de imagem (veja a figura 7A).

[0054] O subsistema de giro 42 ainda inclui um pistão de ar linear 140, que está, em geral, localizado em alinhamento com a localização do subsistema de formação de imagem 30 (veja a figura 1). Mais especificamente, o pistão 140 está localizado de modo que ele fique alinhado com um centro da área do setor 104 do suporte girável 102, onde os recortes 106 que sustentam as bandejas cheias com sementes 26 são localizados com cada avanço rotacional sucessivo. Quando posicionado em uma posição de não atuado (mostrado na figura 7A), a extremidade 142 do pistão 140 fica localizada de modo que esteja abaixo do subsistema de transporte 28. Mais especificamente, a extremidade 142 ficará abaixo do suporte girável 120 e qualquer bandeja 26 assim mantida. Um acionamento a ar 144 opera sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (veja a figura 1) para mover, linearmente, o pistão 140 entre a posição não atuada, mostrada na figura 7A e a posição atuada mostrada na figura 7B. Quando da movimentação para a posição atuada (figura 7B), a extre-

midade 142 do pistão 140 passa através do recorte 106 no suporte girável 102 para levantar uma bandeja 26 acima da superfície de topo do subsistema de transporte 28. Quando o pistão 140 retorna para a localização não atuada, uma bandeja 26 é abaixada de volta para a posição no recorte 106.

[0055] Um superior dos copos de sucção 132 sustenta, na direção do controlador periférico 48 e do controlador central 46, uma bandeja vazia 26a' em uma orientação às avessas. No tempo apropriado, seguindo a atuação do pistão 140 para levantar a bandeja cheia de sementes 26 acima do subsistema de transporte 28 (figura 7B), o controlador periférico 38 e o controlador central 46 movem o braço 130 para a posição estendida (figura 7C), de modo que a bandeja vazia 26' é posicionada acima da bandeja 26 levantada acima do subsistema de transporte 28, que é enchida com as sementes 16. Nessa posição, as bandejas 26 e 26' estão, de fato, empilhadas voltadas uma para a outra e estão alinhadas. O controlador periférico 48 e o controlador central 46, então, fazem com que o dispositivo de aperto 134 prenda as duas bandejas confrontantes. Em qualquer momento adequado, a sucção na bandeja 26 pode ser liberada pelo copo de sucção superior 132. Como um resultado da ação de aperto, uma pluralidade de cavidades (formadas por cavidades opostas) são criadas entre as duas placas confrontantes empilhadas para conter as sementes, enquanto a ação de giro ocorre, subseqüentemente. O pistão 140, então, é retirado pelo controlador periférico 48 e pelo controlador central 46 de volta para a localização não atuada, de modo que não fica no caminho do processamento posterior das bandejas (figura 7D).

[0056] A seguir, o controlador periférico 48 e controlador central 46 atuam o motor de acionamento 136 para girar 139 o braço 130 em 180° em torno de seu eixo longitudinal 138 (figura 7D). Essa ação gira as sementes por intermédio da colocação da bandeja previamente va-

zia 26' (que agora está cheia de sementes giradas) no fundo das placas confrontantes empilhadas. O efeito disso é trocar as bandejas 26/26' uma com a outra. O copo de sucção superior 132 (que era o inferior dos dois copos de sucção antes do giro) é, então, atuado pelo controlador periférico 48 e o controlador central 46 para sustentar a bandeja 26 (que era a inferior das bandejas confrontantes empilhadas antes do giro). Ao mesmo tempo ou quase, o pistão 140 é levantado mais uma vez para a posição atuada, de modo que ele suporta a inferior das bandejas confrontantes empilhadas (comparar com a figura 7C). O controlador periférico 48 e o controlador central 46, então, faz com que o copo de sucção superior 132 sustenta a bandeja 26 e o dispositivo de aperto 134 para liberar seu aperto sobre as duas bandejas confrontantes empilhadas, desse modo, permitindo que as bandejas sejam separadas uma da outra. O estágio de translação 131, então, retira o braço de volta para sua posição retraída (compare com a figura 7B). O pistão 140, que está sustentando a bandeja inferior, cheia de sementes (agora bandeja 26'), é, então, retirado pelo controlador periférico 48 e o controlador central 46 de volta para a localização não atuada e, em assim fazendo, retorna a bandeja cheia de sementes de volta para a posição no recorte 106 (comparar com a figura 7A).

[0057] Uma funcionalidade para alcançar e apertar uma bandeja, como aquela proporcionada pelo braço 130, também pode ser útil em conexão com a operação do subsistema de formação de imagem 30. Por exemplo, na situação onde a câmera 110 para o subsistema de formação de imagem 30 implementa técnicas de formação de imagem de NMR/MRI, o braço de aperto 130 pode ser usado para remover a bandeja 26 do subsistema de transporte 28 e inserir a bandeja dentro do formador de imagem, de modo que os dados de MRI podem ser obtidos. Por exemplo, o braço 130 poderia inserir a bandeja dentro do

furo de um instrumento clínico ou médico de MRI convencional. Em seguida ao término da varredura de MRI da bandeja inserida (com suas sementes), o braço 130 pode funcionar para recuperar e retornar a bandeja de volta para o subsistema de transporte 28. Nessa implementação, não haverá necessidade de uma ação de giro uma vez que os dados de MRI serão adquiridos como partes de imagem através das sementes.

[0058] Vistas em perspectiva de implementação preferida do subsistema de giro 42 são mostradas nas figuras 9B e 9E. As figuras 9B e 9E proporcionam informação detalhada adicional referente à implementação do subsistema de giro 42. Por exemplo, uma estrutura 17 é proporcionada para suportar as várias partes componentes do subsistema de giro 42 e facilitar sua interligação com outros subsistemas do sistema 10.

[0059] Enquanto as figuras 7A - 7D eram esquemáticas em natureza, as figuras 9B e 9E detalham a implementação preferida para o braço 130 do subsistema de giro 42. A figura 9F proporciona uma vista em perspectiva do próprio braço 130. Será notado que a implementação preferida ilustra que as duas bandejas confrontantes empilhadas são agarradas em suas bordas, usando um conjunto de ligação semelhante à tesoura 133 (como oposto ao agarramento de topo/ fundo, conforme ilustrado esquematicamente e descrito acima). Esse tipo de mecanismo de aperto é preferido, visto que não interferirá com a colocação e a operação dos copos de sucção 132.

[0060] Referência é feita agora à figura 8, em que é mostrada uma vista lateral esquemática de uma concretização do subsistema de classificação 34 utilizado dentro do sistema da figura 1. O subsistema de classificação 34 é compreendido de uma porção de descarga, que inclui uma pluralidade de tubos de sucção atuáveis seletivamente 200. Cada um desses tubos 200 tem uma primeira extremidade 202, que é

posicionada por uma braçadeira 204 para ficar localizada sobre uma cavidade 24 em uma bandeja 26, que foi posicionada abaixo do subsistema de classificação 34 por avanço rotacional sucessivo do suporte girável 102 do subsistema de transporte 28. Desse modo, a pluralidade de tubos 200 nas extremidades 202 são dispostos com um número e posição para corresponder com o número e a posição das cavidades 24 na bandeja 26. Os tubos 200 ainda têm cada um deles uma segunda extremidade 206, que é posicionada por uma braçadeira 208 através de uma panela de coleta 210 tendo lados inclinados para baixo 212, que terminam em uma abertura 214. Aproximadamente, em um ponto médio de cada tubo é posicionado um bloco Venturi 216, que pode ser atuado, seletivamente, pelo controlador periférico 48 e o controlador central 46 para aspirar uma sucção 218 na extremidade 202 do tubo selecionado 200.

[0061] O subsistema de classificação 34 ainda é compreendido de uma porção de classificação que inclui uma mesa giratória 220, que é posicionada, em geral, abaixo da abertura 214 na panela de coleta 210. A superfície de topo da mesa giratória 220 é posicionada abaixo da panela de coleta 210 da porção de descarga de modo que os individuais dos depósitos de classificação 40 podem ser localizados seletivamente, através da rotação apropriada da mesa giratória 220 diretamente sob a abertura 214. O movimento da mesa giratória 220 é efetuado através do uso de um motor 224 (de preferência, um motor do tipo escalonador). A atuação da mesa giratória 220 para girar um selecionado dos depósitos de classificação 40 em posição adequada abaixo da abertura 214 é controlada pelo controlador periférico 49 e pelo controlador central 46.

[0062] O subsistema de classificação 34 ainda é compreendido de uma porção de levantamento, que inclui um pistão de ar linear 140, que está localizado, em geral, em alinhamento com a localização da

porção de descarga descrita acima. Mais especificamente, o pistão 140 está localizado de modo que fique alinhado com um centro da área do setor 104 do suporte girável 102 onde os recortes 106 que sustentam as bandejas cheias com sementes 26 estão localizados com cada avanço rotacional sucessivo. Quando posicionado em uma posição de não atuado (comparar com a figura 7A), a extremidade 142 do pistão 140 está localizada de modo que fica abaixo do subsistema de transporte 28. Mais especificamente, a extremidade 142 ficará abaixo do suporte girável 120 e qualquer mantida 26 assim sustentada. Um acionamento a ar 144 opera sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46 (veja a figura 1) para mover, linearmente, o pistão 140 entre sua posição de não atuado e uma posição de atuado (comparar com a figura 7B e a figura 8). Quando da movimentação para a posição de atuado, a extremidade 142 do pistão 140 passa através do recorte 106 no suporte girável 102 para levantar uma bandeja 26 acima da superfície de topo do subsistema de transporte 28. Quando o pistão 140 retorna para a localização de não atuado, uma bandeja 26 é abaixada de volta para a posição no recorte 106.

[0063] Em operação, o controlador periférico 48 e o controlador central 46 fazem uma determinação quanto ao depósito de classificação 40 para o qual cada semente 16 (mantida dentro de uma cavidade 24 de uma bandeja 26) deve ser distribuída pelo subsistema de classificação 34. Em uma concretização preferida, essa determinação de classificação é feita pelo controlador central 46 com base em sua análise dos dados de imagens de sementes coletados pelo subsistema de formação de imagem 30 (como discutido acima, através da ligação de características de semente às sementes individuais). Desse modo, é feita uma identificação com base nos dados de formação de imagem (por exemplo, as características das sementes) dos quais as sementes (nas cavidades 24) devem ser classificadas em qual dos depósitos de

classificação 40. Outras determinações de classificação, conforme selecionado pelo usuário, alternativamente, poderiam ser implementadas.

[0064] Em seguida ao transporte da bandeja 26 pelo subsistema de transporte 28 em posição segundo a pluralidade de tubos 200, o controlador periférico 48 e o controlador central 46 atuam a mesa giratória 220 para mover um selecionado dos depósitos de classificação 40 em posição segundo a abertura 214 e ainda atua a porção de levantamento do subsistema de classificação 34 para levantar a bandeja 26 em posição diretamente abaixo das extremidades 202 dos tubos 200. O controlador periférico 48 e o controlador central 46, com conhecimento das cavidades particulares 24 contendo sementes identificadas na determinação de classificação a serem depositadas no depósito de classificação selecionado e posicionado 40, então, atua, seletivamente, um ou mais dos blocos Venturi 216 para os tubos 200 cujas extremidades 202 são posicionadas sobre aquelas cavidades particulares 24 na bandeja 26 (contendo sementes a serem classificadas no depósito de classificação 40 selecionado). A atuação do(s) bloco(s) Venturi 216 faz com que uma sucção seja aspirada na extremidade 202 do tubo 200, que puxa a(s) semente(s) 16 contida(s) na(s) cavidade(s) correspondente(s) 24 no(s) tubo(s) 200. Sob as forças de sucção/ Venturi, a semente capturada é transportada por uma corrente de ar através do tubo 200 para a extremidade 206 onde ela é depositada na panela de coleta 210. Uma vez na panela 210, a gravidade atua sobre a semente, fazendo com que ela caia através da abertura 214 e no depósito de classificação 40 posicionado. O processo, então, se repete pela movimentação seletiva de outro depósito de classificação 40 para posição e atuar seletivamente o(s) bloco(s) 216 para server sementes selecionadas das cavidades 24 para deposição no depósito selecionado. Quando a bandeja 26 é limpa das sementes, o controla-

dor periférico 48 e o controlador central 46 desativam a porção de levantamento do subsistema de classificação 34 para abaixar a bandeja vazia 26 de volta para a posição no recorte 106 da mesa giratória.

[0065] Será compreendido que o subsistema de classificação 34, de preferência, inclui o mesmo número de tubos 200 (tendo a mesma disposição) que a bandeja dividida 26 tem de localizações de cavidades 24. Por exemplo, se a bandeja dividida tem 24 localizações de cavidades em um formato de disposição de 4 x 6, então o subsistema de classificação 34, correspondentemente, terá 24 tubos 200 também em um formato de disposição de 4 x 6. Dessa maneira, uma bandeja dividida 26 de sementes pode ser descarregada completamente, usando a atuação do subsistema de classificação 34, sob o controle do controlador periférico 48 e do controlador central 46, sem ter que encaixar em qualquer ajuste posicional dos subsistemas. Uma disposição uniforme de submúltiplos com um estágio de translação de x-y apropriado (tal como discutido antes para carga) poderia, alternativamente, ser usada para descarga e classificação.

[0066] Vistas em perspectiva de uma implementação preferida do subsistema de classificação 34 são mostradas nas figuras 9B e 9G. As figuras 9B e 9G proporcionam informação detalhada adicional referente à implementação do subsistema de classificação 34. Por exemplo, uma estrutura 17 é proporcionada para suportar as várias partes componentes do subsistema de classificação 34 e facilitar sua interligação com outros subsistemas do sistema 10.

[0067] Referência é feita agora à figura 9A, em que é mostrada uma vista de topo do sistema de manipulação de sementes 10, utilizando os subsistemas aqui divulgados. Para facilidade de ilustração, o suporte girável 102 é mostrado com apenas quatro setores 104. Naturalmente, será compreendido que tantos setores 104 quanto sejam necessários (ímpares ou pares) poderiam ser acomodados com um

desenho apropriadamente dimensionado. A figura 9A ilustra uma de muitas disposições possíveis dos subsistemas para a manipulação de sementes 10 da presente invenção. Para facilidade de referência, posições de relógio são usadas para descrever localizações de subsistemas (estações). O subsistema de carga 18 é posicionado em nove horas, o subsistema de formação de imagem 30 e o subsistema de giro 42 são posicionados em doze horas e o subsistema de classificação 34 é posicionado em três horas.

[0068] O sistema 10 opera como segue. Uma bandeja vazia 26 avança por um setor da posição de seis horas para a posição de nove horas através da rotação do suporte girável 102. Quando a abertura 106/ bandeja 26 é posicionada em alinhamento com a estação de subsistema de carga 18, as individuais 14 das sementes 16 são recolhidas e depositadas na bandeja, uma semente por cavidade 14 (veja as figuras 2A - 2B e 3A - 3B). Em seguida ao término da operação de carga, a bandeja cheia de sementes 16 é transportada pelo subsistema de transporte 28 para a área de doze horas do subsistema de formação de imagem 30 (e subsistema de giro 42, se necessário) através do avanço da rotação do suporte girável por um setor até que a abertura 106/ bandeja 26 seja posicionada em alinhamento adequado na estação para formação de imagem (e giro, se desejado). O subsistema de formação de imagem (mostrado em linhas tracejadas de modo a não obscurecer as operações na posição de doze horas), então, adquire uma imagem de (um primeiro lado de) cada uma das sementes contidas dentro das cavidades 24. No caso de ser desejável obter imagens de múltiplos lados das sementes, o subsistema de giro 42, então, é ativado (veja as figuras 7A - 7D) para giro das sementes. O subsistema de formação de imagem 30, então, adquire uma imagem de (um segundo lado de) cada uma das sementes contidas dentro das cavidades contidas dentro das cavidades 24. Será reconhecido que as

sementes ocupam posições de imagem de espelho nas duas imagens obtidas pelo subsistema de formação de imagem 30 e esse fator é responsável pelo subsistema de formação de imagem ou pelo controlador central em relação com a associação de múltiplas imagens com uma semente única para processamento posterior. Em seguida ao término da operação de formação de imagem/ giro, a bandeja cheia de sementes 26 é transportada pelo subsistema de transporte 28 para a área de três horas do subsistema de classificação 34 por intermédio do avanço da rotação do suporte girável 102 por um setor até que a abertura 106/ bandeja 26 seja posicionada em alinhamento adequado com os tubos da estação do subsistema de classificação. Enquanto esse avanço posicional é feito, o controlador central processa os dados de imagem coletados pelo subsistema de formação de imagem a fim de fazer certas análises e avaliações que acionam a determinação de classificação. Por exemplo, os dados de imagem para cada semente na bandeja são processados para determinar se cada semente possui certas características de interesse (tais como características, danos, doença, cor, tamanho e semelhante). No momento em que o avanço posicional para o subsistema de classificação 34 é completado, o controlador central fez uma determinação de classificação quanto a onde (isto é, em que o depósito de classificação 40 incluindo, talvez, rejeição) cada semente deve ser depositada. O subsistema de carga 34, então, opera a mesa giratória 220 para mover um ou uns dos depósitos de classificação 40 para posição e atua um ou uns adequado(s) dos blocos Venturi 216 para puxar a(s) semente(s) da(s) cavidade(s) para distribuição para o depósito posicionado (veja a figura 8). Essa operação é repetida tantas vezes quantas sejam necessárias para remover todas as sementes da bandeja. A bandeja vazia 26 é, então, transportada pelo subsistema de transporte 28 para a estação da área de seis horas através do avanço da rotação do suporte girável

102 por um setor e o processo, com relação àquela bandeja, é repetido.

[0069] Embora a operação do sistema 10 com relação a uma bandeja única 26 tenha sido descrita, será compreendido que múltiplas bandejas são manipuladas, simultaneamente, pelo sistema, desse modo, aumentando ainda mais sua produtividade. Por exemplo, no sistema 10 ilustrado na figura 9A, quatro bandejas 26 são capazes de manipulação simultânea. Nessa operação, os subsistemas estão ativos, simultaneamente, na realização de sua(s) tarefa(s) atribuída(s) com cada avanço rotacional do suporte girável 102. Desse modo, enquanto uma bandeja de sementes está sendo carregada pelo subsistema de carga 18, bandejas previamente carregadas de sementes estão sendo processadas no subsistema de formação de imagem 30 e no subsistema de classificação 34.

[0070] Referência é feita agora à figura 10, em que é mostrada uma concretização alternativa do sistema da presente invenção. Nessa concretização, o subsistema de transporte 28 é uma correia sem fim 300. Moldadas em uma superfície externa da correia 300 está uma pluralidade de cavidades 24 dispostas em fileiras consecutivas. O espaçamento entre fileiras consecutivas pode ser selecionado pelo usuário. Adicionalmente, para certas aplicações, uma pluralidade de fileiras consecutivas podem ser agrupadas juntas para formar uma matriz de $n \times m$ de cavidades similares a uma bandeja 26 (conforme mostrado). A correia 300 é acionada por um motor (de preferência, um motor escalonador), que poderia ser controlado para fazer a correia avançar por uma quantidade selecionada em muito do mesmo modo que o avanço de rotação da mesa giratória 220 100 é controlado, conforme discutido acima. Dessa maneira, como com a concretização anterior, um certo número de cavidades (ou grupo de cavidades) são avançadas precisamente de estação para estação.

[0071] Como com a implementação baseada na mesa giratória 220, um subsistema de carga 18, um subsistema de formação de imagem 30 e o subsistema de classificação 34 são posicionados em estações separadas ao longo do curso de transporte. Essa implementação de correia com cavidades integradas 24 não pode realizar giro de sementes da mesma maneira que aquela proporcionada com a implementação de mesa giratória.

[0072] A operação do sistema com base na correia é análoga àquela do sistema baseado em mesa giratória 220, como descrito em relação com a figura 9A. A(s) fileira(s) vazia(s) das cavidades 24 é(são) avançada(s) pelo motor de correia em posição abaixo do subsistema de carga 18. O subsistema de carga 18 opera da mesma maneira discutida acima e mostrada nas figuras 2A - 2B e 3A - 3B para carregar cavidades individuais 24 com sementes. O motor de correia, então, avança aquelas cavidades cheias de sementes para posição abaixo do subsistema de formação de imagem 30. Para uma implementação de formação de imagem de NMR/ MRI, a correia pode ser configurada para passar através do furo do instrumento de MRI. O subsistema de formação de imagem 30 opera da mesma maneira discutida acima e mostrada na figura 6 para obter imagens de sementes. O motor de correia, então, avança as cavidades cheias de sementes para posição abaixo do subsistema de classificação 34. O subsistema de classificação 34 opera da mesma maneira como discutido acima e mostrado na figura 8, para remover, seletivamente, as sementes das cavidades e distribuí-las para certos depósitos de classificação 40. Em seguida à remoção das sementes, o motor de correia avança as cavidades vazias de volta e o ciclo se repete.

[0073] Referência é feita agora à figura 11, em que é mostrado um diagrama da operação de controle para o sistema 10 da presente invenção. O controlador periférico 48 está encarregado, diretamente, de

gerenciar a operação do sistema. O controlador periférico 48 opera sob o controle e a direção do controlador central 46 (veja a figura 1). Tomando a configuração do sistema 10 mostrado na figura 1 como um exemplo, o controlador periférico 48 recebe um número de 54 entradas de sensor.

[0074] Sensores de vácuo 300 são usados em relação com o subsistema de carga das figuras 2A - 2B para detectar, com base na pressão de vácuo, quando sementes são mantidas com sucesso pela pluralidade de copos de vácuo 90. Um desses sensores é necessário para cada copo de vácuo 90. Similarmente, os sensores 300 são usados em relação com o subsistema de giro 42 das figuras 7a - 7B para detectar, com base na pressão de vácuo, quando uma bandeja 26 é sustentada com sucesso pelo copo de vácuo 132.

[0075] Sensores de posição de pistão (para cima e para baixo) são usados em conexão com a operação do subsistema de carga 18 da figura 2A - 2B, para detectar a posição dos pistões 66 e auxiliar na tomada de decisões para iniciar e parar a atuação do pistão. Sensores de posições de pistão 306 similares são necessários em relação com a operação do subsistema de giro 42 das figuras 7A - 7D para detectar a posição dos pistões 66 e auxiliar na tomada de decisões para iniciar e parar a atuação do pistão.

[0076] O controlador periférico 48 ainda exerce o controle (ilustrado, em geral, pela seta 56 na figura 1) sobre as operações e ações tomadas empreendidas pelos vários componentes do sistema 10. Tomando a configuração do sistema 10 mostrado na figura 1 como um exemplo, o controlador periférico 48 controla as válvulas de solenoide 320 do elevador para atuar, pneumaticamente, o pistão 66 e o pistão 140 (através dos acionamentos a ar 72 e 144) para movimento entre as posições para cima e para baixo (conforme detectado pelos sensores 306), como mostrado nas figuras 2A - 2B e 7A - 7D. Válvulas de

solenoide a vácuo 324 são controladas pelo controlador periférico 48 para fazer com que um vácuo seja aspirado nos copos de vácuo 90, que sustentam as sementes recolhidas dentro do subsistema de seleção 18 (figuras 2A - 2B) e o copo de vácuo 132 que sustenta a bandeja 26 dentro do subsistema de giro 42 (figuras 7A - 7D). Essas válvulas 324 ainda são usadas para fazer com que uma sucção seja aspirada nas extremidades 202 dos tubos 200 dentro do subsistema de classificação 34 para extrair sementes das localizações de cavidades na bandeja 26, durante a descarga (figura 8). Mais especificamente, cada uma dessas válvulas 324 permite que ar pressurizado seja introduzido em um bloco Venturi (como o bloco 216) que é usado com a finalidade de fazer uma sucção. Em relação com a operação dos copos de vácuo 90, o controlador periférico 48 ainda pode controlar as válvulas de solenoide de descida 326, que permitem que ar pressurizado seja aplicado aos copos de vácuo para soprar uma semente sustentada para longe. Isso pode ser útil para auxiliar forças gravitacionais na queda das sementes dos copos de vácuo 90. De preferência, as válvulas 326 são atuadas quando as válvulas 324 são desativadas (e vice-versa).

[0077] O controlador periférico 48 ainda atua um acionador 340 para controlar a operação do estágio de translação 94 no subsistema de carga 18, de modo que os copos de vácuo 90 podem ser posicionados precisamente sobre ambos os pistões 66 e as cavidades 24. Similarmente, o acionador 340 é atuado pelo controlador periférico 48 para controlar o estágio de translação 94 131 de modo a mover o braço 130 no subsistema de giro 42 entre suas posições estendidas e retraídas e também causar rotação rápida.

[0078] O controlador periférico 48 também atua um acionador 342 para controlar a operação do motor escalonador para a mesa giratória 100 (no subsistema de transporte 29) de modo que a mesa giratória é avançada apenas a quantidade rotacional apropriada para mover as

bandejas 26 entre as estações. Similarmente, o acionador 342 é atuado pelo controlador periférico 48 para controlar a mesa giratória 220 (no subsistema de classificação 34) de modo que a mesa giratória 220 é avançada apenas a quantidade rotacional apropriada para mover os depósitos de classificação 40 abaixo da abertura 214.

[0079] Embora concretizações preferidas do método e aparelho da presente invenção tenham sido ilustradas nos Desenhos anexos e descritas na Descrição Detalhada precedente, será compreendido que a invenção não está limitada às concretizações divulgadas, mas é capaz de numerosas redistribuições, modificações e substituições, sem afastamento do espírito da invenção, conforme apresentado e definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para processamento de sementes (14), o sistema caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26), cada uma compreendendo uma pluralidade de cavidades de amostras (24)

um subsistema de transporte (28) operável para transportar cada uma das pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26) entre cada uma de uma pluralidade de estações;

um subsistema de carga (18) posicionado em uma primeira estação e operável para carregar uma semente (14) em uma cavidade de pelo menos uma das pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26);

um subsistema de formação de imagem (30) posicionado em uma segunda estação, o subsistema de formação de imagem (30) operável para formação de imagem da semente (14) para obter dados de imagem para um primeiro lado da semente e dados de imagem para um segundo lado oposto da semente; e

um subsistema de classificação (34) posicionado em uma terceira estação e operável para classificar a semente (14) em um selecionado de uma pluralidade de depósitos de classificação (40).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de transporte (28) compreende uma mesa giratória suportando as pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26) e que é girada, seletivamente, para avançar as pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26) em um ciclo a partir da primeira estação para a segunda estação para a terceira estação e de volta para a primeira estação.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de transporte (28) compreende uma correia sem-fim suportando as pelo menos duas ou mais bandejas di-

vididas (26) e que é girada seletivamente para avançar as pelo menos duas ou mais bandejas divididas (26) em um ciclo a partir da primeira estação para a segunda estação para a terceira estação e de volta para a primeira estação.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de classificação (34) opera para classificar a semente com base nos dados de imagem.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de formação de imagem (30) inclui uma câmera de luz visível (110) para a formação de imagem de cada semente.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de formação de imagem (30) inclui uma câmera de luz infravermelha para formação de imagem de cada semente.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o subsistema de formação de imagem (30) inclui um instrumento de MRI para formação de imagem de cada semente.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui um subsistema de giro (42) operável para girar a semente dentro da cavidade de amostra (24).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o subsistema de giro (42) e o subsistema de formação de imagem (30) operam de maneira coordenada para permitir que o subsistema de formação de imagem (30) obtenha os dados da imagem para o primeiro lado da semente, antes de ser girada e os dados da imagem para o segundo lado oposto da semente, após ser girada.

10. Método para processamento de sementes, caracterizado pelo fato de que compreende:

transporte de pelo menos duas ou mais bandejas divididas

(26) entre uma pluralidade de estações, em que cada bandeja compreende uma pluralidade de cavidades de amostra (24);

em uma primeira estação, carregamento de uma semente em pelo menos uma cavidade de amostra (24);

em uma segunda estação, formação de imagem da semente dentro da cavidade de amostra (24) para obter dados de imagem para um primeiro lado da semente e obter dados de imagem para um segundo lado oposto da semente; e

em uma terceira estação, remoção da semente da cavidade de amostra (24) e classificação da semente em um selecionado de uma pluralidade de depósitos de classificação (40).

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de transporte compreende o avanço, seletivamente, da cavidade de amostra (24) em um ciclo a partir da primeira estação para a segunda estação para a terceira estação e de volta para a primeira estação.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de classificação compreende a classificação da semente com base nos dados de imagem.

13. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de formação de imagem compreende a obtenção de imagens de luz visível de cada semente.

14. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de formação de imagem compreende a obtenção de pelo menos uma ou mais imagens de luz infravermelha da semente (14).

15. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de formação de imagem compreende a obtenção pelo menos uma ou mais imagens de MRI da semente (14).

16. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracteriza-

do pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de giro da semente (14).

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a etapa de giro e a etapa de formação de imagem são realizadas de maneira coordenada para permitir que a etapa de formação de imagem obtenha dados de imagem para o primeiro lado da semente (14) antes de ser girada e para obter dados de imagem para do segundo lado oposto da semente (14) após ser girada.

18. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de processamento de dados da imagem da semente para obter informação de características referente a semente (14), a etapa de classificação ainda incluindo a etapa de classificação da semente (14) com base na informação de características obtida.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a informação de características compreende uma dentre tamanho e forma da semente (14).

20. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a informação de características compreende uma dentre dano ou doença na semente (14).

21. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a informação de característica compreende informação bioquímica para a semente (14).

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a informação bioquímica compreende informação de características bioquímicas.

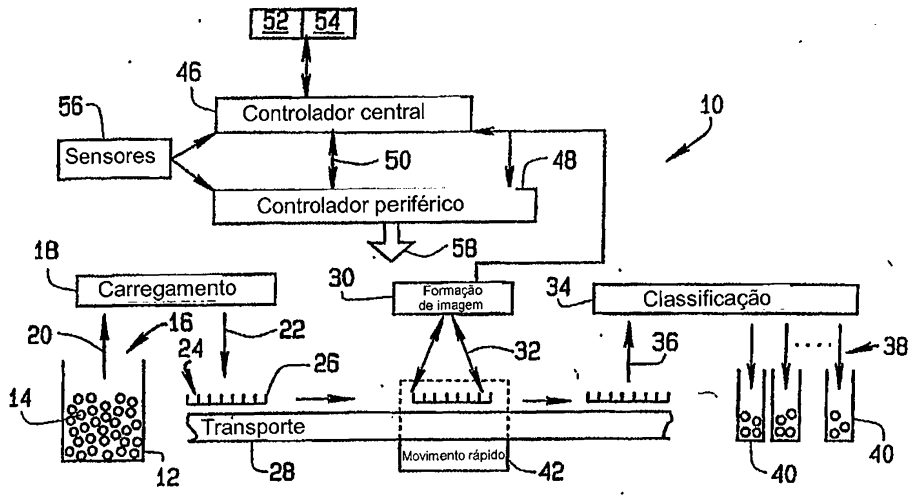


FIG. 1

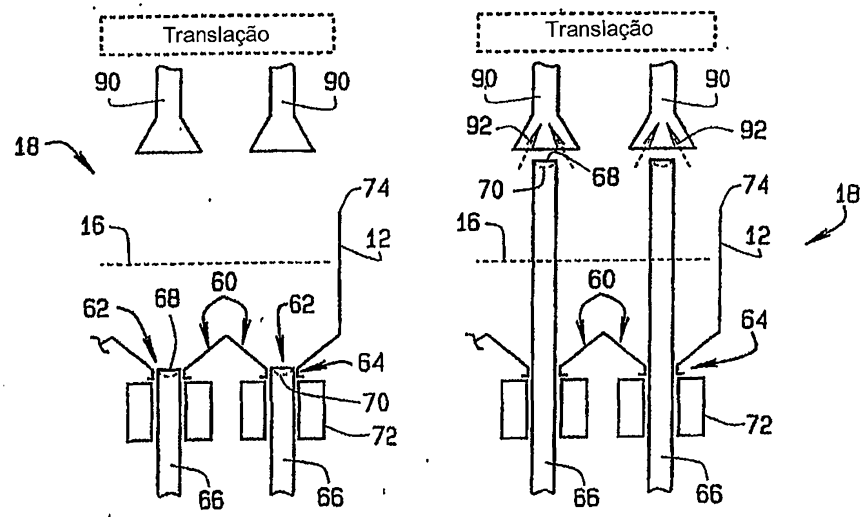


FIG. 2A

FIG. 2B

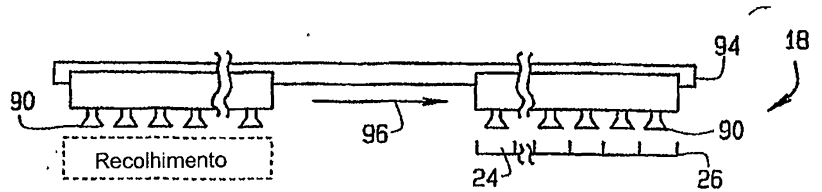


FIG. 3A

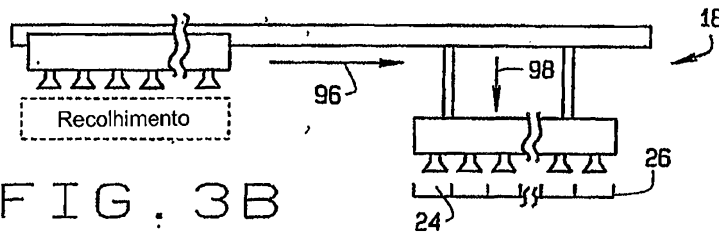


FIG. 3B

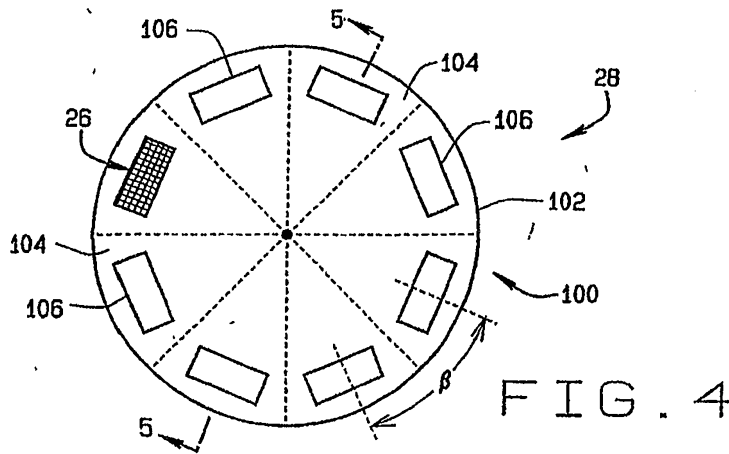


FIG. 4

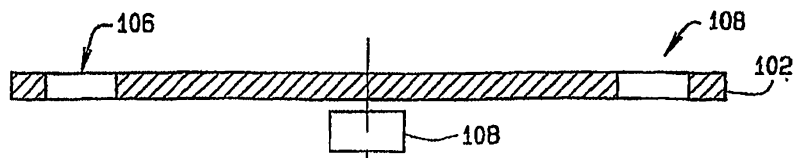


FIG. 5

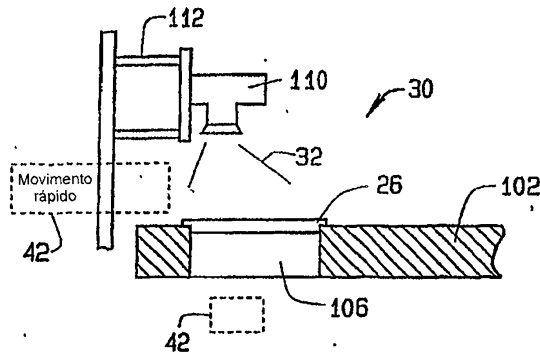


FIG. 6

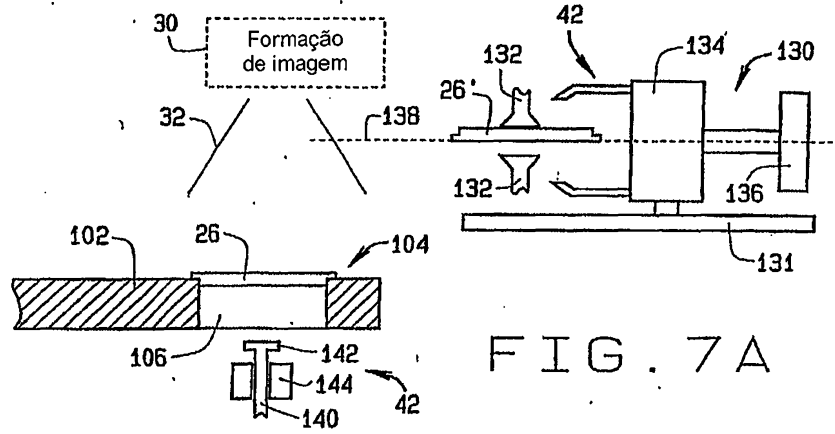


FIG. 7A

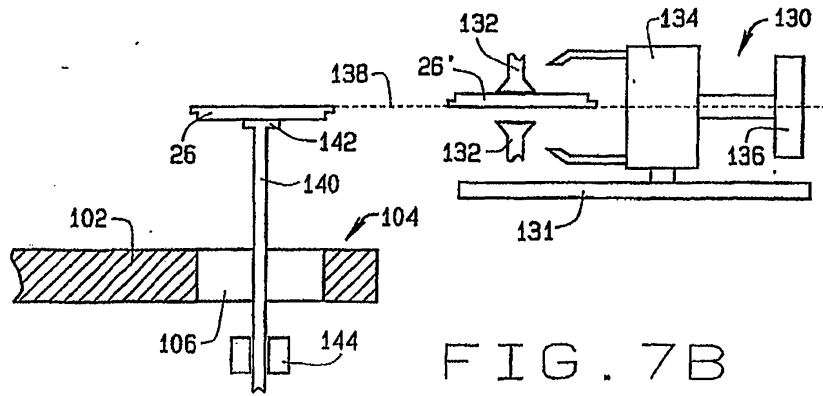


FIG. 7B

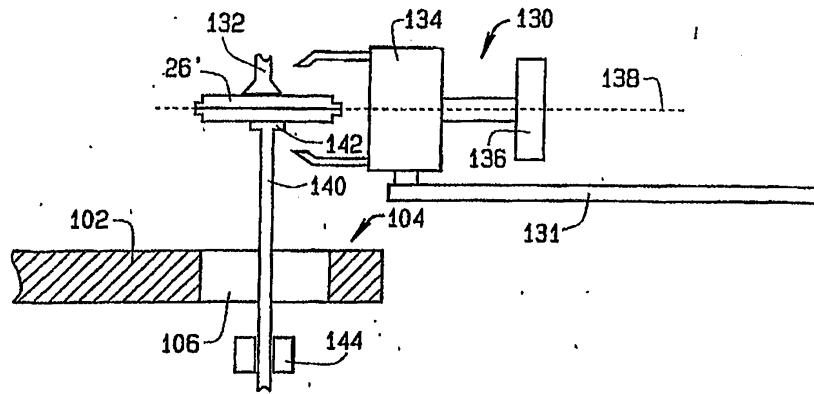


FIG. 7C

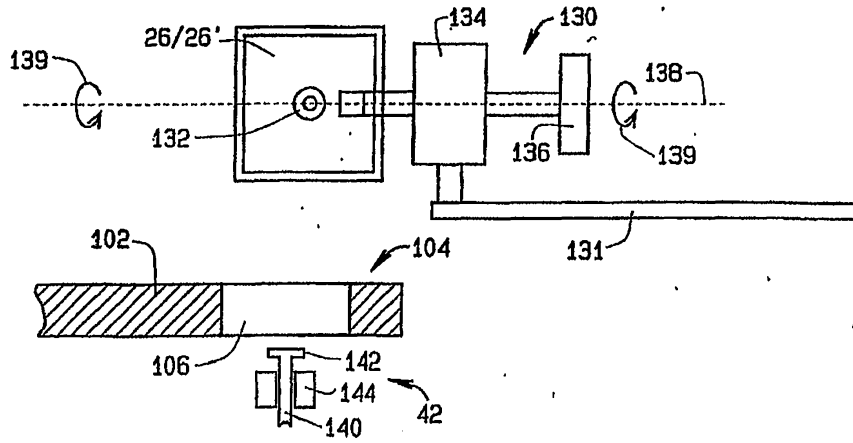


FIG. 7D

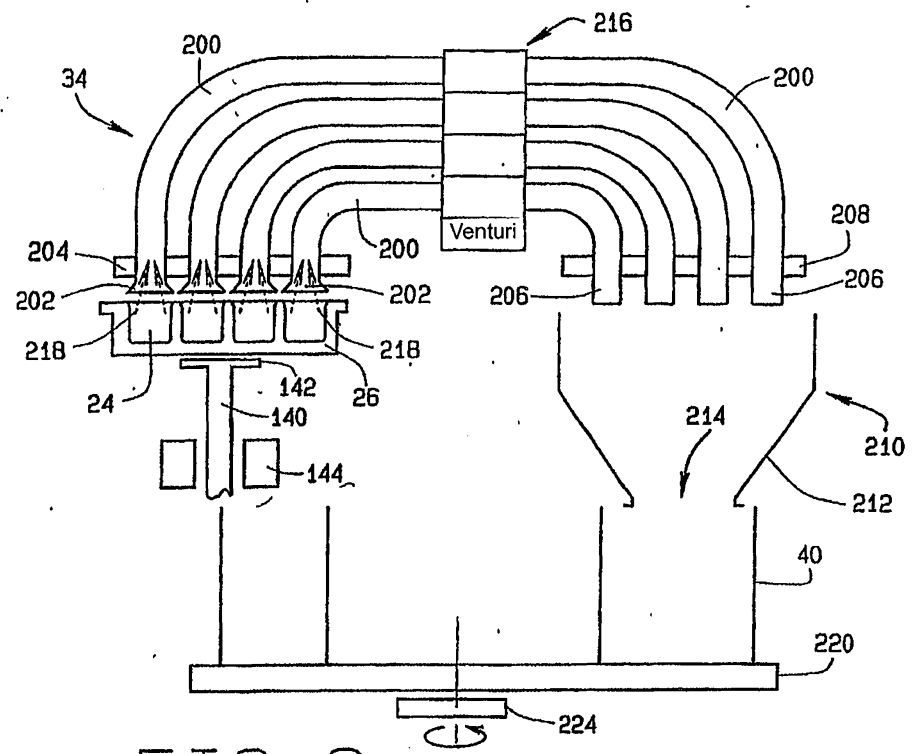


FIG. 8

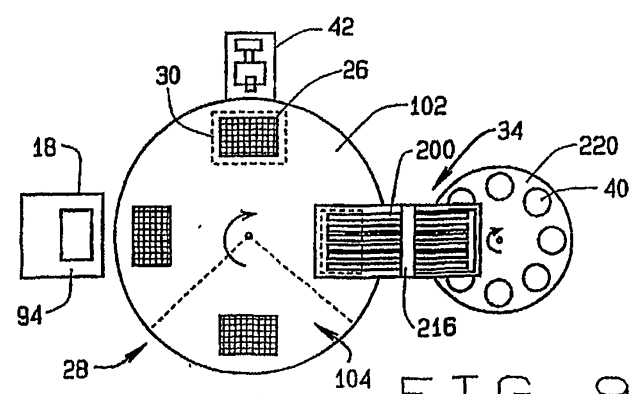


FIG. 9A

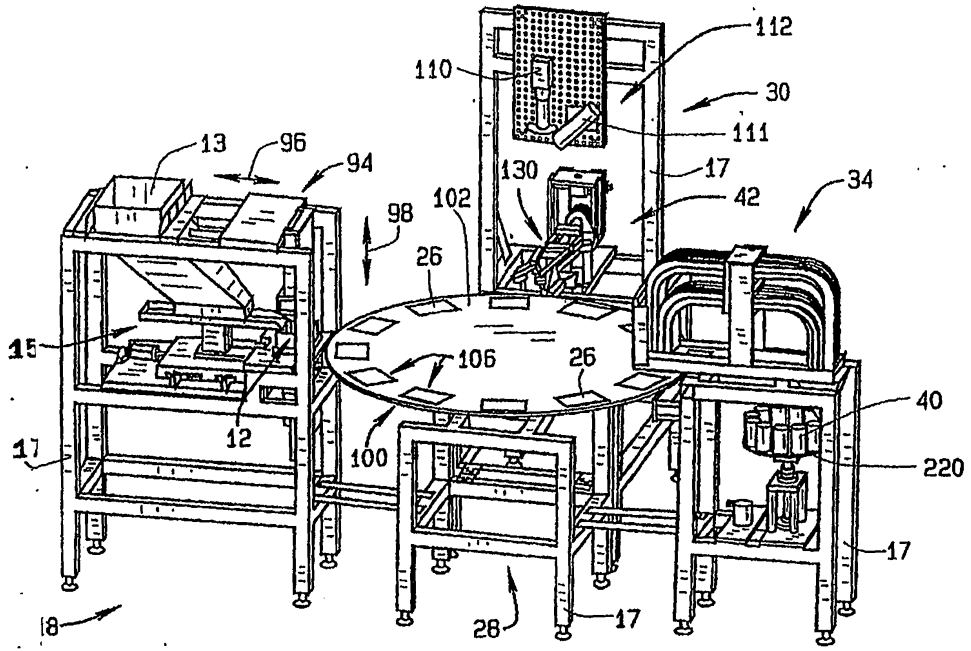


FIG. 9B

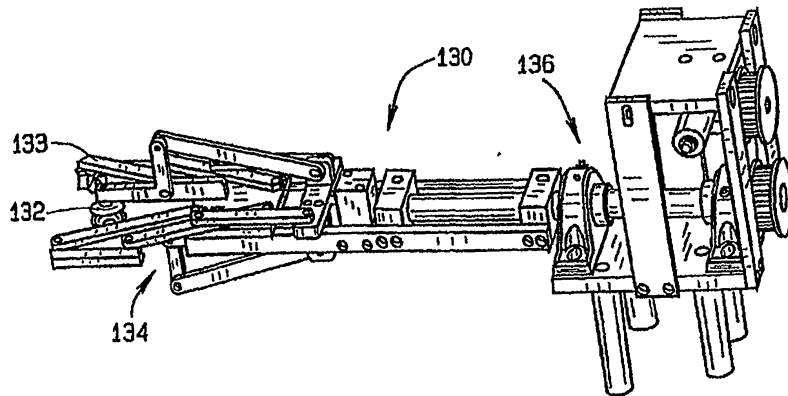


FIG. 9F

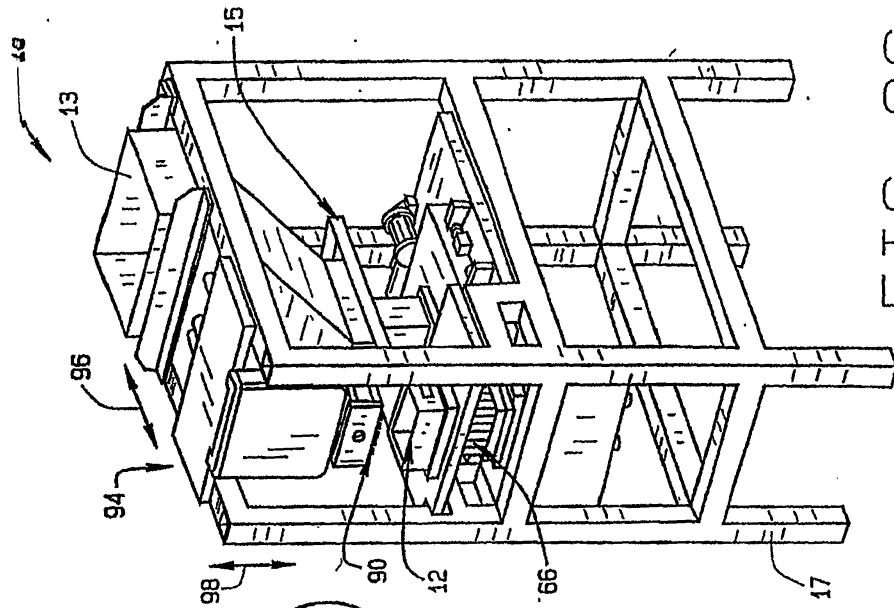


FIG. 90

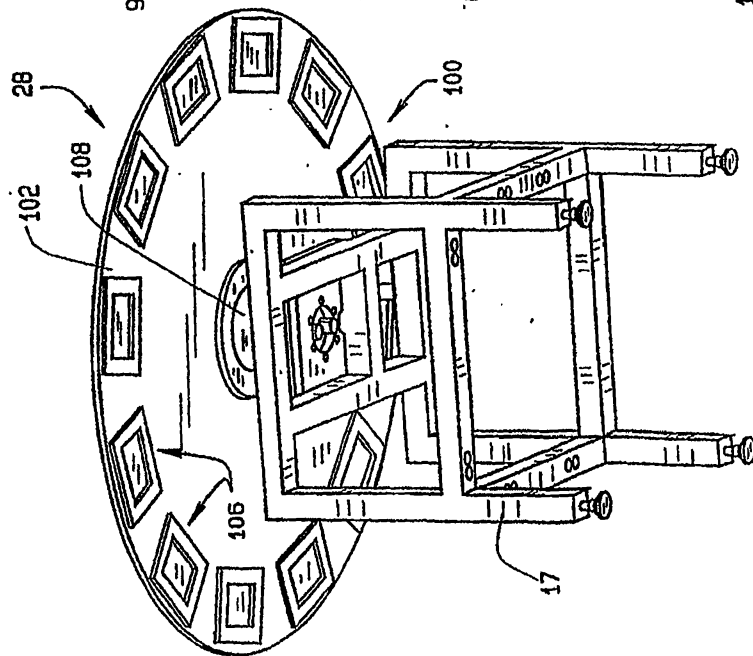


FIG. 9D

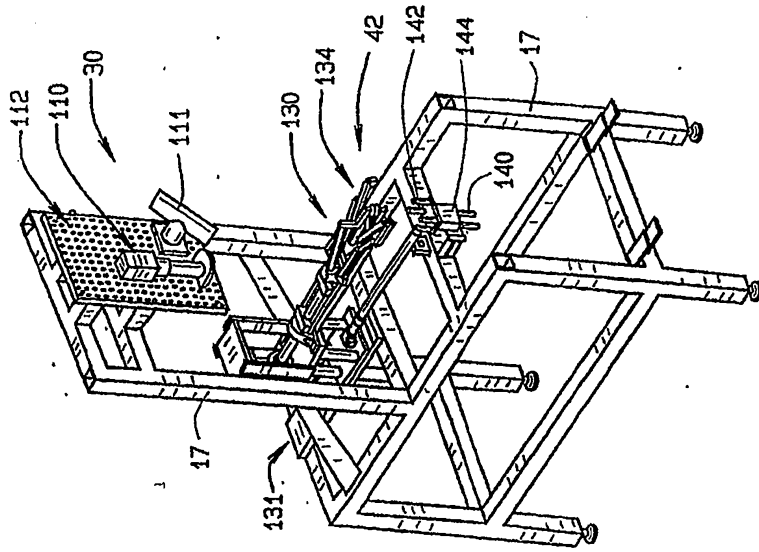


FIG. 9E

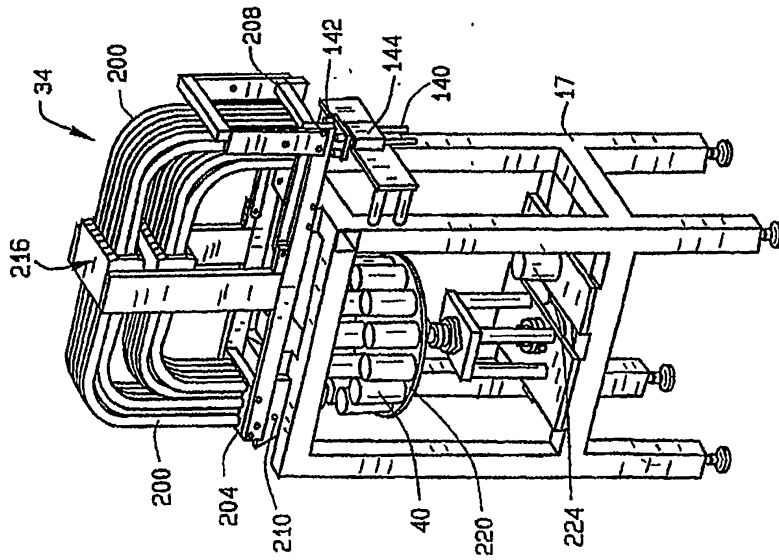


FIG. 9G

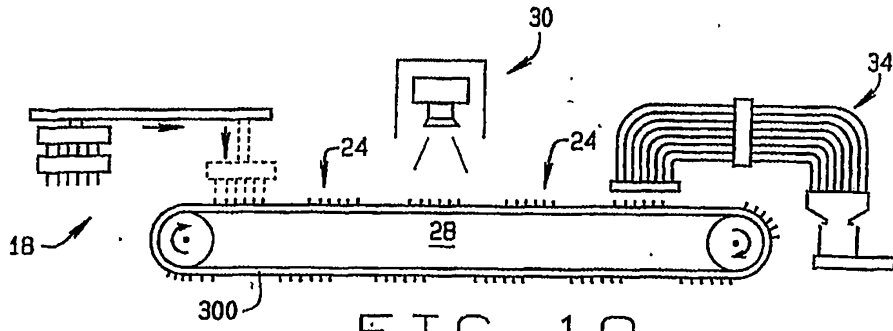


FIG. 10

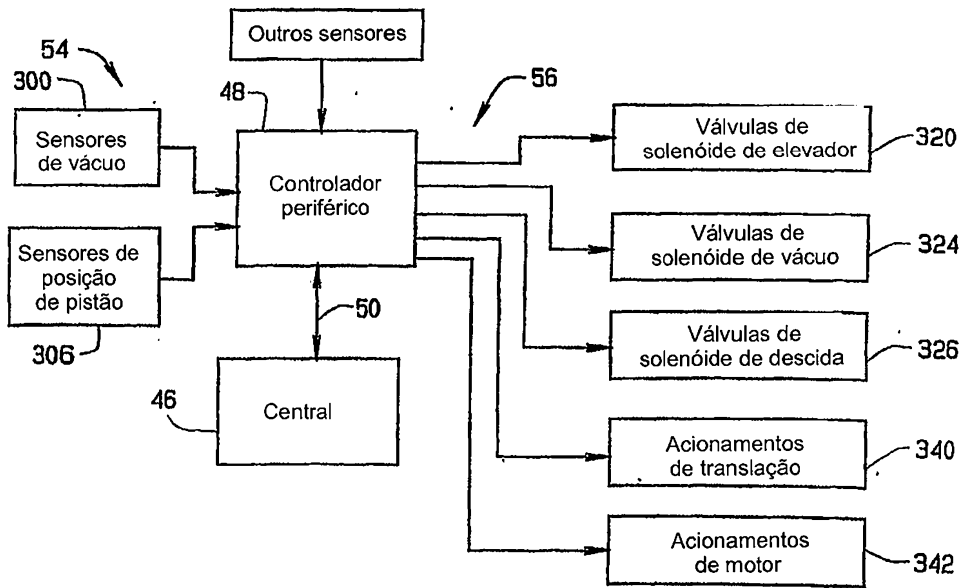


FIG. 11