



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

(21) **PI0620934-3 A2**



(22) Data de Depósito: 21/12/2006
(43) Data da Publicação: 29/11/2011
(RPI 2134)

(51) *Int.Cl.:*
H02K 41/03

(54) **Título:** CONJUNTO DE FABRICAÇÃO PARA A MANIPULAÇÃO DE OBJETOS

(30) **Prioridade Unionista:** 30/12/2005 US 11/323,164, 25/04/2006 US 11/411,060

(73) **Titular(es):** The Gillette Company

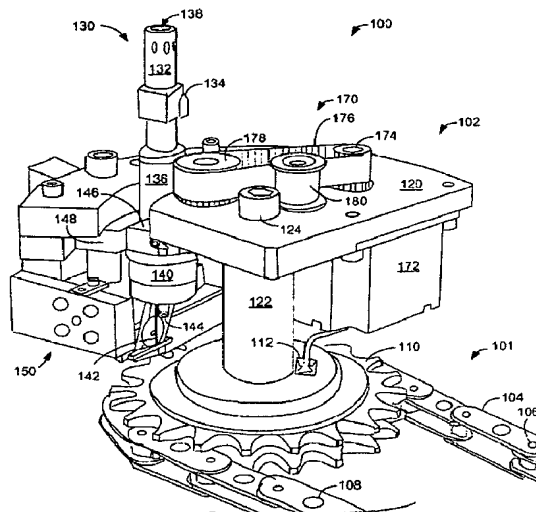
(72) **Inventor(es):** William D. Motherway

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT IB2006055007 de 21/12/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/077509de 12/07/2007

(57) **Resumo:** CONJUNTO DE FABRICAÇÃO PARA A MANIPULAÇÃO DE OBJETOS. O aparelho e os sistemas ou métodos associados incluem uma máquina linear com um elemento de núcleo alongado e axialmente deslizante (isto é, um eixo). Em uma modalidade, o eixo inclui pelo menos uma abertura radial para proporcionar comunicação de um fluido (por exemplo, ar) entre um volume interno de um tubo de enrolamento que contém um ou mais enrolamentos estacionários, e cada extremidade do eixo, através de um lúmen que se estende axialmente por todo o comprimento do eixo. Os enrolamentos estacionários estão espaçados para permitir o fluxo do fluido através de uma pluralidade de aberturas radiais presentes no tubo de enrolamento. Em particular, a circulação de fluido através dos enrolamentos pode proporcionar suficiente resfriamento para aumentar a classificação de corrente máxima da máquina. A circulação de fluido pode, também, oferecer capacidades de processamento pneumático (por exemplo, imobilização por vácuo, expulsão por sopro). Em uma modalidade exemplar, o aparelho pode ser usado para inserir separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria, em altas velocidades.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CONJUNTO DE FABRICAÇÃO PARA A MANIPULAÇÃO DE OBJETOS**".

CAMPO TÉCNICO

As modalidades referem-se, de modo geral, a equipamentos de
5 fabricação, e modalidades específicas referem-se a atuadores para opera-
ções em alta velocidade.

FUNDAMENTOS

Alguns produtos são fabricados em linhas de montagem que
podem usar sistemas de esteira transportadora para transportar artigos entre
10 duas ou mais estações de processamento. Em algumas linhas de monta-
gem, os artigos podem mover-se em um fluxo contínuo, substancialmente
sem paradas. Em algumas outras linhas de montagem, o movimento de arti-
gos pode ser segmentado ou indexado, por exemplo mediante a desacelera-
ção ou a parada em determinadas estações de processamento.

15 Em algumas linhas de montagem, pode ser conferido movi-
mento a objetos para a montagem de um produto. O movimento pode ser
conferido a objetos em vários processos de fabricação, para servir a diver-
sos propósitos. Alguns movimentos podem transportar objetos de um local
para outro, como de uma estação de processamento para outra. Outros mo-
20 vimentos, como agitação ou estampagem, podem ser aplicados para pro-
cessar diretamente um artigo.

Diversos dispositivos mecânicos, pneumáticos e eletromecâni-
cos têm sido usados em processos de fabricação para conferir um movimen-
to que é tanto desejável quanto útil. Os dispositivos mecânicos podem con-
25 verter força em um movimento desejado, mediante o emprego de elementos
como cames, engrenagens, pinhões, correntes ou polias. Os dispositivos
pneumáticos podem conferir movimento mediante o uso de válvulas, pistões
e fluidos hidráulicos. Os dispositivos eletromecânicos (isto é, motores) ge-
ralmente conferem movimento mediante a conversão de energia eletromag-
30 nética em uma força.

Para conferir movimento a um objeto, os motores elétricos po-
dem gerar torque ou impulso. Um motor giratório pode converter a entrada

de energia elétrica em torque rotacional em um eixo. Um motor linear pode converter entrada de energia elétrica em uma força linear (isto é, impulso). Em geral, o torque ou o impulso é uma função da corrente do motor.

5 Em alguns casos, uma classificação de corrente máxima pode ser definida para um motor sob determinadas condições de operação. A classificação de corrente máxima pode determinar um torque ou impulso máximo do motor que pode ser gerado pelo mesmo sob aquelas condições de operação. A classificação de corrente máxima pode, por exemplo, basear-se em parte nas características térmicas do motor. Por exemplo, uma
10 temperatura segura máxima no motor pode ser usada para determinar as classificações de corrente máxima, como a média máxima ou o RMS (root-mean-square, ou valor médio quadrado) da corrente que pode ser aplicada de maneira contínua aos enrolamentos do motor sem que ocorra o superaquecimento do mesmo, e as classificações de corrente máxima podem ser
15 usadas para determinar uma classificação de torque ou impulso máximo.

SUMÁRIO

O aparelho e os sistemas ou métodos associados incluem uma máquina linear com um elemento de núcleo alongado e axialmente deslizante (isto é, um eixo). Em uma modalidade, o eixo inclui pelo menos uma abertura
20 radial para proporcionar comunicação de um fluido (por exemplo, ar) entre um volume interno de um tubo de enrolamento que contém um ou mais enrolamentos estacionários, e cada extremidade do eixo, através de um lúmen que se estende axialmente por todo o comprimento do eixo. Os enrolamentos estacionários estão espaçados para permitir o fluxo do fluido através
25 de uma pluralidade de aberturas radiais presentes no tubo de enrolamento. Em particular, o fluido que é direcionado para fluir entre os enrolamentos pode resfriar suficientemente os ditos enrolamentos e os demais componentes para aumentar a classificação de corrente máxima da máquina. O fluxo de fluidos pode, também, oferecer capacidades de processamento pneumático (por exemplo, imobilização por vácuo, expulsão por sopro). Em uma
30 modalidade exemplar, o aparelho pode ser usado para inserir separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria, a uma velocidade

de de até 500 inserções por minuto, por exemplo.

Os sistemas, bem como os aparelhos, os métodos ou os produtos de programa de computador associados aos mesmos, podem proporcionar a capacidade de executar um ou mais conjuntos de operações de montagem a uma alta taxa de rendimento, como até pelo menos 500 conjuntos de operações por minuto. Em particular, cada operação de montagem pode envolver a execução de uma complexa combinação de sub-operações em um objeto que está sendo montado. Em uma modalidade, o sistema pode incluir um motor linear com um lúmen estendendo-se axialmente através do núcleo, uma ferramenta de extremidade acoplada ao núcleo para executar operações, e um sistema de fluxo de fluidos para circulação de fluidos através do núcleo. Algumas modalidades podem incluir um subsistema para dispensar materiais à ferramenta de extremidade.

Esse tipo de sistema pode executar diversas sub-operações, como acelerar axialmente um mandril para operar sobre uma peça de trabalho, acompanhar uma peça de trabalho e posicionar o mandril para operar na mesma, aplicar uma pressão de vácuo a aberturas presentes no mandril para prender pelo menos um objeto a ser manipulado, e reverter rapidamente o vácuo para uma pressão positiva de modo a liberar o dito objeto em um ponto predeterminado no perfil de movimento. O sistema pode, ainda, executar outras sub-operações, por exemplo, para dispensar, formar e/ou cortar materiais em cooperação com outras operações.

Em um exemplo ilustrativo, as células de bateria podem ser fabricadas mediante o uso de um sistema para inserir rapidamente dois separadores semelhantes a papel nos invólucros de célula de bateria, em uma linha de produção de fluxo contínuo. As modalidades dos sistemas podem ser incorporadas em outras aplicações, como equipamentos robóticos ou braços manipuladores do tipo "pick-and-place".

Algumas modalidades podem proporcionar uma ou mais vantagens. Por exemplo, o sistema pode ser prontamente adaptado e instalado em linhas de produção novas ou existentes para executar um ou mais processos. Desse modo, os equipamentos de fabricação podem ser configura-

dos de maneira flexível, poupando custos e reduzindo a ocorrência de períodos não-operacionais. As modalidades do motor podem proporcionar operações capazes de manter uma alta taxa de rendimento na produção (por exemplo, mais que cerca de 400 peças por minuto, até pelo menos cerca de 500 peças por minuto) em processos indexados ou de fluxo contínuo. As modalidades podem baixar o custo do sistema, requerer manutenção relativamente simples e gerar baixos custos de instalação. As modalidades podem ser adicionadas ou instaladas com pouco ou nenhum período não-operacional na produção. Determinadas operações complexas podem ser executadas a altas taxas de rendimento. A ferramenta de extremidade pode ser facilmente substituída, e pode ser configurada de modo a executar diversas aplicações.

Os detalhes das uma ou mais modalidades da invenção são demonstrados nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Outros recursos, objetivos e vantagens da invenção ficarão evidentes a partir da descrição e dos desenhos, bem como a partir das reivindicações.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um exemplo de sistema de montagem em alta velocidade instalado em uma roda dentada em um exemplo de linha de montagem que pode ser usada para fabricação de baterias.

A Figura 2 é um diagrama de blocos de um exemplo de sistema de controle para o sistema de montagem em alta velocidade da Figura 1.

As Figuras 3A e 3B são vistas explodidas e de montagem de um exemplo de subconjunto de atuador linear da Figura 1.

As Figuras 4A, 4B e 4C são vistas em seção transversal do exemplo de subconjunto de atuador linear das Figuras 3A e 3B.

A Figura 5A é uma vista em perspectiva de um tubo de enrolamento do atuador linear das Figuras de 4A a 4C.

A Figura 5B é uma representação esquemática de uma porção de um eixo que inclui geradores de campo magnético no atuador linear das Figuras de 4A a 4C.

A Figura 6 é uma vista em perspectiva de um exemplo de válvula inercial para o atuador linear das Figuras de 4A a 4C.

5 A Figura 7A é uma vista superior de um exemplo de subconjunto de alimentação, mostrando um separador de papel em forma de tubo sendo enrolado sobre um exemplo de mandril, a partir de uma seção transversal tomada conforme indicado na Figura 4B.

A Figura 7B é uma vista anterior do exemplo de subconjunto para alimentação e corte de papel, a partir de uma seção transversal tomada conforme indicado na Figura 7A.

10 As Figuras de 7C a 7D são vistas em perspectiva de exemplos de modalidades de bandeja destinadas a apoiar e/ou formar o papel separador.

A Figura 8 é uma vista em planta superior mostrando um exemplo de subconjunto de posicionamento do sistema de montagem em alta
15 velocidade da Figura 1.

A Figura 9 é uma vista em perspectiva de uma roda dentada na qual o sistema de montagem em alta velocidade da Figura 1 pode ser instalado em um exemplo de linha de montagem.

20 A Figura 10 é um fluxograma de um método para operação do sistema da Figura 1, destinado a inserir os papéis separadores do tipo tubo-e-quadrado nos invólucros de bateria.

25 As Figuras de 11A a 11J são ilustrações esquemáticas de uma seqüência de operações executadas pelo sistema de montagem em alta velocidade da Figura 1 durante um exemplo de ciclo de inserção de separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em um invólucro de bateria, em uma linha de montagem de fluxo contínuo.

Nos diversos desenhos, símbolos de referência similares indicam elementos similares.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES ILUSTRATIVAS

30 Este documento descreve sistemas e métodos que envolvem atuadores lineares capazes de operação prolongada em alta velocidade. Diversas modalidades de um atuador linear (mencionado, mais adiante nes-

te documento, como "motor linear") permitem um fluxo radial de fluidos em torno e/ou entre os enrolamentos. Quando energizados, os enrolamentos podem gerar impulso em um eixo axialmente deslizante. O eixo inclui um lúmen estendendo-se longitudinalmente através do comprimento do eixo e aberturas adequadamente configuradas. Um fluido de transferência de calor, como ar, pode fluir radialmente entre os enrolamentos e através da abertura no eixo e, então, axialmente através do lúmen. Esse fluxo de fluidos pode remover uma quantidade substancial de calor do interior do motor. Esse resfriamento pode permitir a aplicação de uma corrente mais alta o que, por sua vez, pode resultar em força e aceleração mais altas, necessárias à execução de operações a uma alta taxa de rendimento, como cerca de 500 operações por minuto.

Quando combinado a uma fonte de fluxo de fluido pressurizado, mediante o uso das estruturas e técnicas exemplificadas em algumas modalidades aqui descritas, o resfriamento pode ser intensificado. Além do mais, as operações pneumáticas em alta velocidade, como manipulação de objetos, pode ser integrada ao movimento linear em alta velocidade. Portanto, diversas modalidades podem combinar operações pneumáticas em alta velocidade e acionamento linear em alta velocidade.

Em algumas modalidades, um motor linear e subsistemas associados podem proporcionar a capacidade de executar um ou mais conjuntos de operações de montagem a uma alta taxa de rendimento, como até pelo menos 500 conjuntos de operações por minuto. Em particular, esse tipo de motor pode ser usado para operações de montagem que envolvem a execução de combinações complexas de sub-operações. As combinações de sub-operações podem incluir, por exemplo, perfis de movimento tridimensional, e operações pneumáticas que respondem à pressão do fluido no lúmen do núcleo. Em algumas aplicações, o recurso pneumático pode ser usado para manipular mais de um objeto, como apanhar e liberar múltiplos objetos.

Para auxiliar no entendimento de diversas modalidades, aspectos, recursos e implementações, a maior parte da descrição se refere a um exemplo de operação de fabricação complexa, especificamente inserção de

separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria em uma linha de montagem de fluxo contínuo. Conforme será descrito, um ciclo de inserção de separadores em um invólucro de bateria pode envolver uma seqüência de cerca de 11 sub-operações distintas.

5 No sentido de apresentar o exemplo de aplicação, os separadores semelhantes a papel são, tipicamente, inseridos em invólucros de bateria para separar o ânodo (formado ao longo da parede interna do invólucro) do cátodo (uma pasta fluida que é vertida para dentro do "recipiente" formado pelos separadores). Um tipo de sistema separador é conhecido como "tubo-e-quadrado". Antes da inserção dos separadores no invólucro da
10 bateria mediante o uso desse método, um separador retangular é enrolado em um formato substancialmente cilíndrico, para formar as paredes laterais verticais do recipiente separador, e um separador quadrado é colocado de modo a cobrir a abertura no fundo do cilindro. A extremidade de separador quadrado do conjunto de tubo-e-quadrado é inserida em um invólucro de
15 bateria, como um invólucro para uma célula de bateria do tipo "AA". O separador quadrado do fundo se sobrepõe à extremidade de fundo do separador em forma de tubo, formando assim uma barreira isenta de vãos entre o cátodo e o ânodo. Um outro tipo de sistema separador é conhecido como
20 "transversalmente posicionado". Os separadores transversalmente posicionados tipicamente usam dois retângulos de tamanho similar em posição ortogonal, sendo que ambos se dobram para cima de modo a formar as paredes laterais do recipiente.

 Esses dois métodos podem ter diferentes características elétricas e de fabricação. Os sistemas separadores do tipo tubo-e-quadrado tipicamente requerem menos material separador. Um volume reduzido de material separador pode reduzir a resistência interna e pode permitir que quantidades adicionais de materiais ativos sejam colocadas dentro da bateria, o que pode contribuir para uma vida útil mais longa da mesma. No entanto, o
25 manuseio e o processamento confiáveis de pequenos separadores quadrados semelhantes a papel em um ambiente de fabricação em alta velocidade apresentam algumas dificuldades desafiadoras, as quais podem ser supera-
30

das pelas modalidades aqui descritas.

Embora seja descrito no contexto da aplicação exemplar de inserir separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria em uma linha de montagem de fluxo contínuo, este exemplo tem por intenção auxiliar a compreensão, não se destinando a ser limitante. Outras modalidades podem ser configuradas de modo a executar diferentes operações, como aquelas do tipo "pick-and-place". Outras modalidades podem ser adaptadas para executar operações em artigos outros que não os separadores de papel para invólucros de bateria. Por exemplo, uma ferramenta de extremidade diferente pode ser aplicada para manipular cargas úteis diferentes de separadores semelhantes a papel. Essas cargas úteis alternativas podem incluir, por exemplo, etiquetas de RFID (Radio Frequency Identification, ou identificação por radiofrequência), componentes eletrônicos (por exemplo, circuitos integrados, dispositivos ativos ou passivos em embalagens de montagem na superfície), pequenos objetos (por exemplo, rolamentos de esfera). Além disso, as modalidades podem ser usadas em outras aplicações de fabricação que possam usar sistemas de esteira transportadora diferentes daqueles ilustrados nas modalidades exemplares representadas na presente invenção. Por exemplo, as modalidades podem usar outros sistemas de movimento para direcionar ou guiar o movimento de um artigo a ser processado. Esses sistemas de movimento podem incorporar circulação forçada de ar, esteiras, gravidade, posicionamento manual, manipuladores robóticos, trilhos, guias e similares, destinados a transportar objetos a serem processados pelas modalidades de um sistema de montagem em alta velocidade.

Para facilitar o entendimento das diversas modalidades, a descrição abaixo introduzirá diversos aspectos da aplicação exemplar de um sistema para inserção de separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria, em uma linha de montagem de fluxo contínuo. Após a introdução de alguns subsistemas principais e de um sistema de controle para o sistema exemplar, serão descritos o projeto e a construção de um exemplo de subsistema de atuador linear que oferece um movimento de in-

serção em alta velocidade. Em seguida, são apresentados detalhes de um exemplo de válvula inercial que facilita certos aspectos da operação de inserção em alta velocidade. Em seguida a isso, encontram-se discussões sobre um subsistema para (1) alimentação, enrolamento e corte dos separadores de papel, e para (2) posicionamento preciso do atuador linear. A instalação flexível em uma linha de montagem é descrita a seguir, seguida de uma discussão sobre os métodos para operação do sistema de montagem em alta velocidade, inclusive ilustrações de uma seqüência de eventos em um exemplo de ciclo operacional. Então, serão discutidos recursos adicionais que podem proporcionar funcionalidade aperfeiçoada ao sistema de montagem em alta velocidade.

Sistema de montagem em alta velocidade

A Figura 1 mostra um exemplo de sistema de montagem em alta velocidade 100, que é configurado de modo a inserir separadores de papel de formato quadrado e cilíndrico (isto é, de tubo) em invólucros de bateria com o topo aberto (não mostrados). O sistema 100 inclui um conjunto de esteira transportadora 101 que posiciona os invólucros de bateria sob um conjunto de inserção 102. Neste exemplo, conforme o conjunto de esteira transportadora 101 avança os invólucros de bateria, o conjunto de inserção 102 pode executar operações para inserir um separador de papel com formato quadrado e um separador de papel com formato cilíndrico em cada invólucro da bateria.

O conjunto de esteira transportadora 101 deste exemplo inclui uma corrente de elos 104 conectados uns aos outros por meio de pinos de elo 106 situados nas extremidades opostas de cada elo 104. O centro de cada elo 104 inclui um suporte 108 adaptado para receber um objeto, como um invólucro de bateria. Os elos 104 fazem a volta em redor de uma roda dentada 110. A roda dentada 110 que pode, por exemplo, ser independentemente acionada, sincronizada ou passivamente giratória, tem dentes para engatar-se aos pinos de elo 106. O sistema 100 pode receber informações sobre a posição de um invólucro da bateria em um suporte 108 a partir de um sensor de posição da esteira transportadora 112, o qual pode ser um

codificador, um resolvidor, um sensor de efeito Hall ou outro dispositivo detector de posição que monitore a posição da roda dentada 110. Em uma modalidade, a taxa em que o conjunto de esteira transportadora 101 avança os invólucros de bateria para a inserção de papel separador pode ser variável. Nesse caso, o sensor de posição da esteira transportadora 112 pode oferecer informações sobre a temporização e/ou a posição do invólucro de bateria a um controlador (não mostrado) para o conjunto de inserção 102, o qual pode ter seu tempo de ciclo ajustado para corresponder à taxa de avanço dos invólucros de bateria. Embora o conjunto de esteira transportadora 101 neste exemplo tenha uma corrente passando em redor da roda dentada 110, outras implementações podem usar outros tipos de sistemas de esteira transportadora. Algumas implementações podem transportar os invólucros em uma linha reta, ou oferecer um ângulo de virada diferente daquele mostrado na Figura 1. Em diversas modalidades, o conjunto de inserção 102 pode ser usado com outros tipos de sistemas de esteira transportadora, conforme descrito em outras partes da presente invenção.

O conjunto de inserção 102 inclui uma placa de base 120 que dá suporte aos seguintes subconjuntos componentes: um subconjunto de atuador linear 130, um subconjunto de alimentação e corte (AC) 150, e um subconjunto de posicionamento do atuador 170. Neste exemplo, a placa de base 120 se apóia sobre uma coluna da roda dentada 122. A placa de base 120 é fixada de maneira liberável à coluna da roda dentada 122 por meio de uma presilha 124 de montagem na base. A presilha 124 de montagem na base pode ser, por exemplo, um parafuso com anteparo que facilite a rápida instalação ou remoção do conjunto de inserção 102 da coluna da roda dentada 122. Em diversas modalidades, o conjunto de inserção 102 pode ser montado em posição adjacente ao conjunto de esteira transportadora 101, ou acima do mesmo, e não necessariamente em uma roda dentada.

O subconjunto de atuador linear 130 insere o papel separador nos invólucros de bateria conforme estes são avançados pelo conjunto de esteira transportadora 101. Durante um ciclo operacional do processo de inserção de papel, o subconjunto de atuador linear 130 executa múltiplas

operações, inclusive: 1) recepção de um papel separador orientado verticalmente e um papel separador orientado horizontalmente, 2) formação do papel separador orientado de modo substancialmente vertical em um formato cilíndrico em redor de um mandril cilíndrico, 3) imobilização por vácuo dos papéis separadores junto ao mandril, 4) transporte dos papéis separadores a uma posição acima de um invólucro de bateria, 5) inserção dos papéis separadores no invólucro de bateria, e 6) liberação dos papéis separadores do mandril. Em alguns exemplos, essas operações podem ser repetidas até pelo menos cerca de 500 ciclos por minuto.

O subconjunto de atuador linear 130 inclui uma chaminé 132, um sensor de posição 134 do eixo, um tubo de pressão 136, uma porta de exaustão 138, um motor de enrolamento do pino 140, um pino de enrolamento 142, um eixo 144 (mostrada com o mandril desmontado), um setor de engrenagem 146 e um mancal a ar 148. O conjunto de atuador linear inclui um motor linear para acelerar o eixo 144 na vertical (isto é, na direção do eixo geométrico z). O sensor 134 de posição do eixo pode fornecer retroinformação quanto à posição, para controle do motor e/ou do movimento do eixo 144. Quando um mandril é acoplado ao eixo 144, o motor linear pode acelerá-lo para cima e para baixo para inserir objetos fixados ao dito mandril em um invólucro de bateria com o topo aberto. Em uma modalidade, os objetos podem ser fixados e liberados pelas operações e pelas estruturas do conjunto de atuador linear 130, as quais são projetadas para lidar com um fluido pressurizado.

Em uma breve visão geral, uma modalidade do conjunto de atuador linear 130 lida com fluido pressurizado conforme exposto a seguir. Um fluido pressurizado, como ar pressurizado, é injetado em uma cavidade de pressão formada pelo setor de engrenagem 146 e o mancal a ar 148 em redor do tubo de pressão 136. O fluido pressurizado flui através das aberturas (não mostradas na Figura 1) presentes no tubo de pressão 136 e no eixo 144, sendo ventilado através da porta de exaustão 138 através da chaminé 132. O eixo 144 tem uma porção central oca, com um lúmen estendendo-se axialmente desde sua extremidade de topo até sua extremidade de fundo.

As aberturas no eixo 144 podem criar componentes axiais, tangenciais e/ou radiais ao fluido, para induzir uma rotação conforme o mesmo flui através do eixo. Quando o fluxo de fluidos através da extremidade de topo do eixo 144 e até a chaminé 132 está desobstruído, uma pressão negativa (vácuo) pode se formar na extremidade de fundo do dito eixo 144. Essa pressão de vácuo pode ser usada, por exemplo, para manipular (por exemplo, apanhar ou prender) o papel separador junto ao mandril. Se o fluxo de fluidos através da extremidade de topo do eixo 144 e até a chaminé 132 for rapidamente bloqueado, a pressão negativa na extremidade de fundo do eixo 144 pode rapidamente mudar para uma pressão positiva. Essa rápida inversão de pressão pode ser usada, por exemplo, para liberar rapidamente (isto é, expulsar por sopro) o papel separador do mandril.

Outros recursos do conjunto de atuador linear 130 contribuem para outras funções, como manuseio do papel. Por exemplo, após um comprimento adequado do papel separador orientado verticalmente ter sido dispensado no vão entre o pino de enrolamento 142 e o mandril (não mostrado) fixado ao eixo 144, o motor de enrolamento do pino 140 pode mover o pino de enrolamento 142 em redor do mandril para fazer com que o papel separador se "enrole" em torno do dito mandril, formando assim um tubo com formato cilíndrico adequado para inserção em um invólucro de bateria. Essas operações são executadas em cooperação com o subconjunto AC 150.

As modalidades do subconjunto de atuador linear 130 são descritas com mais detalhes com referência às Figuras de 3 a 6. A operação do subconjunto de atuador linear 130 pode ser obtida mediante entradas elétricas, mecânicas e pneumáticas (não mostradas), e em cooperação com o subconjunto de alimentação e corte (AC) 150 e o subconjunto de posicionamento do atuador 170.

O subconjunto AC 150 maio alimentar duas fitas de papel separador a partir de cilindro de estoque, estando as fitas em orientação substancialmente ortogonal uma em relação à outra. Por exemplo, uma fita pode ser dispensada em uma orientação substancialmente vertical, enquanto a outra fita pode ser dispensada em uma orientação substancialmente horizon-

tal. O subconjunto AC 150 inclui um mecanismo para dispensar um comprimento adequado de cada fita, e um mecanismo de faca para cortar as extremidades das fitas. Os pedaços cortados podem ser manipulados pelo subconjunto de atuador linear 130 para inserção em um invólucro de bateria.

5 As modalidades do subconjunto AC 150 são descritas com mais detalhes com referência às Figuras de 7A e 7B.

O subconjunto de posicionamento do atuador 170 funciona de modo a posicionar o subconjunto de atuador linear 130. Em uma parte do ciclo, o subconjunto de posicionamento do atuador 170 posiciona o subconjunto de atuador linear 130 próximo ao subconjunto AC 150 para receber o papel separador a ser inserido em um invólucro de bateria. Em uma outra parte do ciclo, o subconjunto de posicionamento do atuador 170 posiciona o subconjunto de atuador linear 130 acima de um invólucro de bateria, de modo que o subconjunto de atuador linear possa executar as operações de inserção, liberação e extração. No sistema 100 deste exemplo, o subconjunto de atuador linear 170 oferece a capacidade para alinhar dinamicamente o subconjunto de atuador linear 130 com sistemas de esteira transportadora do tipo com movimento substancialmente constante, sistemas com avanço indexado ou outros sistemas de esteira transportadora. Isso pode promover uma alta taxa de rendimento e a flexibilidade para operação com diversos sistemas de esteira transportadora.

10

15

20

O subconjunto de posicionamento do atuador 170 inclui um motor de posicionamento do conjunto 172, um eixo de acionamento do motor 174, uma esteira 176, um fuso 178 e um tensor da esteira 180. Esses componentes proporcionam o acionamento e a transmissão para posicionamento do subconjunto de atuador linear 130. A transmissão pode engatar-se ao setor de engrenagem 146 no subconjunto de atuador linear 130 usando, por exemplo, uma roda dentada (não mostrada) acoplada ao fuso 178. O motor de posicionamento do conjunto 172 pode ser um motor, por exemplo, um motor de passos, capaz de controlar o posicionamento e/ou a velocidade. Em algumas modalidades, o subconjunto de posicionamento do atuador 170 pode incluir uma ou mais engrenagens. As modalidades do subconjunto

25

30

de posicionamento do atuador 170 são descritas com mais detalhes com referência à Figura 8.

A Figura 2 mostra um exemplo de sistema de controle 200, incluindo sistemas de energia e lógica de controle, para a operação dos diversos subcomponentes do sistema de montagem em alta velocidade 100. O sistema de controle 200 coopera com uma fonte de pressão hidrostática 202 que pode proporcionar, por exemplo, uma fonte de ar pressurizado e/ou outro fluido gasoso. O sistema de controle 200 coopera, também, com um sistema de esteira transportadora de fluxo contínuo 204, como o conjunto de esteira transportadora 101, que pode ser usado para avançar os invólucros de bateria.

Neste exemplo, o sistema de controle 200 inclui uma controladora mestra 206, que pode ser um controlador lógico programável (CLP) ou outro sistema baseado em processador, para orquestrar, supervisionar e/ou monitorar as operações ao longo de um único ciclo e/ou da totalidade de um evento de produção. A controladora mestra 206 está acoplada para receber informações sobre a posição da esteira transportadora a partir de um ou mais sensores de posição da esteira transportadora 208, um exemplo dos quais é o sensor 112. Essa informação pode indicar à controladora mestra 206 a posição do próximo invólucro de bateria, por exemplo. Quando o próximo invólucro de bateria atinge uma posição predeterminada sobre a esteira transportadora 204, por exemplo, a controladora mestra 206 pode dar início às operações para inserir o papel separador naquele invólucro de bateria.

Neste exemplo, a controladora mestra 206 pode dar início às operações mediante a comunicação com uma rede distribuída de controladoras de motor 210, 220, 230, 240 e 250, cada uma das quais pode controlar e monitorar funções específicas em cooperação com a controladora mestra 206, e/ou sob o controle e/ou a supervisão da mesma. Em resposta a comandos e/ou informações de estado provenientes da controladora mestra 206, as controladoras de motor individuais podem executar instruções para controlar as ações dos subconjuntos 130, 150 e 170. A controladora mestra pode comunicar-se com cada uma das controladoras 210, 220, 230, 240 e

250, mediante o uso de interfaces, métodos e/ou protocolos de comunicação ponto a ponto (por exemplo, "backplane", "daisy-chain"), RS-232, barramento CAN, óptico (por exemplo, fibra óptica e/ou infravermelho), token-ring, Ethernet, redes sem fio, ou outra combinação adequada desses ou de outros
5 itens.

A controladora do motor 210 é responsável pelo controle do motor de posicionamento do atuador 172, o qual controla a posição e/ou a velocidade do subconjunto de atuador linear 130 no plano horizontal (isto é, x-y) por meio de um sistema de transmissão 214. Na modalidade da Figura
10 1, o sistema de transmissão 214 incluiria o eixo de acionamento do motor 174, a esteira 176, o fuso 178 e o tensor da esteira 180. Em outra modalidade, o motor de posicionamento do conjunto pode acionar diretamente uma roda dentada que se engata ao setor de engrenagem 146, por exemplo. As informações sobre posição podem ser recebidas de um sensor de retro-
15 informação da posição do conjunto 216, o qual pode estar, por exemplo, acoplado ao fuso 178. Em uma implementação, e durante pelo menos a porção do ciclo em que a controladora 210 está tentando posicionar o subconjunto de atuador linear 130 em alinhamento com o invólucro de bateria, a controladora 210 pode comparar a posição do invólucro de bateria (com base nas informações recebidas do sensor de posição da esteira transportadora 208, por meio da controladora mestra 206) com a posição do conjunto de atuador linear 130 (com base nas informações recebidas do sensor 134) para determinar um sinal de erro.

A controladora do motor 220 é responsável por controlar a posição no eixo geométrico z do eixo de motor linear 144 no subconjunto de atuador linear 130. O motor do atuador linear 222 pode se estender e se re-
25 trair em um movimento substancialmente vertical (isto é, no eixo geométrico z) para inserir rapidamente os papéis separadores em um invólucro de bateria. Por exemplo, um sensor de posição 134 do eixo fornece informações de
30 posição do eixo à controladora do motor do atuador linear 220. A controladora 210 pode usar as informações de posição do eixo para determinar como os enrolamentos de fase precisam ser acionados (isto é, energizados), e

também pode ser usada para controlar o eixo 144 em um laço de controle para impulso, velocidade, posição e/ou outros.

A controladora do motor 230 é responsável por controlar um motor de alimentação do papel 232, o qual dispensa comprimentos adequados de papel separador. Em uma modalidade, o motor 232 está acoplado por meio de engrenagens e/ou por acionamento direto a uma ou mais rodas revestidas em borracha, as quais se engatam na superfície de cada papel no subconjunto AC 150. Em uma modalidade, as engrenagens são usadas para alimentar uma razão substancialmente fixa de papel separador vertical e horizontal, respectivamente. Em outra modalidade, a controladora do motor 230 aciona separadamente dois motores de alimentação de papel, para fornecer comprimentos adequados do papel separador vertical e horizontal.

A controladora do motor 240 é responsável por controlar o motor de enrolamento do pino 140, o qual enrola o papel orientado verticalmente em torno do mandril no eixo, para formar um tubo cilíndrico. Enquanto o papel está sendo dispensado pelo motor de alimentação do papel, ou um pouco depois disso, a controladora 240 pode começar a girar o pino 142 a um ângulo de rotação de cerca de 180 graus até cerca de 360 graus, como entre cerca de 270 graus e cerca de 345 graus, ou o suficiente para que o dito pino 142 gire próximo à extremidade do papel orientado verticalmente, ou um pouco além da mesma. Em algumas modalidades, pode não ser necessário girar completamente até a extremidade do papel enquanto o mandril estiver exercendo uma força de vácuo sobre o mesmo. Em algumas modalidades, e enquanto o papel estiver sendo cortado, ou um pouco depois disso, a controladora 240 pode reverter a rotação do motor de enrolamento do pino 140, de modo que o pino de enrolamento 142 forme a extremidade recém-cortada do papel separador em forma de tubo em redor do mandril. A rotação reversa pode fazer girar o pino 142 em qualquer ângulo de rotação que seja prático, inclusive mais de 360 graus, como entre 1,1 revoluções e até pelo menos 4 ou mais revoluções, de modo a obter múltiplas camadas de enrolamento na formação do tubo. As múltiplas camadas de enrolamento podem ser obtidas em outras modalidades, com ou sem o pino 142, nas

quais o próprio mandril gira para obter a formação do tubo.

A controladora do motor 250 é responsável por controlar um motor da faca 252, o qual aciona pelo menos uma faca destinada a cortar as extremidades do papel separador que foi dispensado pelo motor de alimentação do papel 232. Em uma modalidade, duas facas estão fixadas a uma transmissão linear, a qual pode ser uma engrenagem de acionamento linear ou uma esteira, por exemplo. Uma das duas facas pode ser uma faca circular destinada a cortar o papel orientado horizontalmente, e a outra pode ser uma lâmina vertical destinada a cortar o papel orientado verticalmente. Em outras implementações, uma faca pode, por exemplo, cortar ambos os papéis. O motor da faca 252 pode ser ativado para iniciar o corte depois de o papel ter sido dispensado, e/ou depois de o pino 142 ter prendido uma quantidade suficiente do papel ao mandril.

Na correção de erros de posição ou velocidade, por exemplo, qualquer das controladoras 210, 220, 230, 240 e 250 pode aplicar uma resposta de correção controlada para minimizar o tempo requerido para a obtenção de um erro de posição zero (dentro da janela de tolerância aceitável em que pode ser realizada a operação de inserção). A resposta do controle pode ser caracterizada, por exemplo, como sobre-amortecida, sub-amortecida ou criticamente amortecida, dependendo da melhor solução. Cada controladora pode levar em conta, por exemplo, o perfil de velocidade estimada do invólucro de bateria, como uma função do tempo, bem como a energia disponível a partir do motor correspondente, na geração da melhor resposta de controle. A controladora pode aplicar técnicas de controle digitais e/ou analógicas, dependendo de a informação ser de domínio amostrado, atrasado ou em tempo contínuo.

O sensor de posição 134 do eixo pode ser implementado, por exemplo, mediante a obtenção de uma escala de codificação linear ao longo da dimensão axial do eixo 144. Um codificador óptico montado externamente à chaminé 132 pode detectar os movimentos do eixo mediante o monitoramento da luz refletida através de uma abertura na parede da dita chaminé 132. Em outro exemplo, uma ou mais bobinas e/ou sensores de efeito Hall

analógicos são dispostos em posições ao longo do comprimento do curso dos geradores magnéticos (isto é, magnetos permanentes) no eixo 144. Essas bobinas podem ser monitoradas quanto a tensão induzida que indica movimento do eixo. Essas e/ou outras técnicas, como interruptores de limite ou detecção de tensão terminal, podem ser usadas por si sós ou em combinação para detectar a posição e/ou a velocidade do eixo 144.

Em diversas implementações, qualquer dos motores 172, 232, 140 e 252 pode ser selecionado a partir de qualquer tipo de motor adequado, como CC, CA, magneto permanente, CC sem escovas (BLDC, ou brushless DC), de passo, síncrono ou de indução. Cada motor pode acionar sua carga correspondente através de acoplamento por acionamento direto, ou indiretamente através de engrenagens, esteiras, cames e/ou outros mecanismos de transmissão. Algumas modalidades podem operar um ou mais dos motores 172, 232, 140 e 252 sem retro-informação do sensor, seja mediante o uso de circuitos abertos, de detecção paramétrica ou de outras técnicas (por exemplo, pré-alimentação), e algumas podem incorporar um ou mais sensores de retro-informação, inclusive interruptores de limite, sensores de efeito Hall, resolvedores, codificadores, tacômetros, sensores ópticos (por exemplo, código de barras, interrupção de feixe), ou outros dispositivos de sensor adequados.

A controladora mestra 206 pode, também, implementar funções de controle que se referem ao uso de um meio fluido pressurizado. O controle de fluxo e a regulação de pressão do meio no centro oco do subconjunto de atuador linear 130 pode ser necessário à obtenção de um manuseio correto e/ou mais eficiente do papel separador e do processo de inserção. Adicionalmente, os sensores de retro-informação podem monitorar a temperatura do meio fluido expelido na chaminé 132, por exemplo, para determinar se está ocorrendo um resfriamento adequado do subconjunto de atuador linear 130. As taxas de fluxo, as taxas de rendimento e/ou a pressão do meio fluido podem, então, ser ajustadas de acordo.

As Figuras 3A e 3B ilustram, em uma modalidade exemplar, os detalhes de construção do subconjunto de atuador linear 130. A Figura 3A

mostra a chaminé 132, a câmara de pressão 136, a porta de exaustão 138, o motor de enrolamento do pino 140, o pino 142, o setor de engrenagem 146 e o mancal magnético a ar 148 da Figura 1, e introduz uma porta de entrada de pressão 302. A Figura 3B introduz, ainda, uma cavidade de pressão 304, uma porta de entrada do tubo de pressão 306, e magnetos 310. Conseqüentemente, as Figuras 3A e 3B são usadas para explicar como o subconjunto de atuador linear 130 contribui para pelo menos três funções: 1) manuseio de fluidos pressurizados, 2) formação do papel separador, e 3) posicionamento do subconjunto de atuador linear 130.

Em relação à função de manuseio do meio fluido pressurizado, o mancal a ar 148 inclui a porta de entrada de pressão 302, que pode introduzir fluido pressurizado a partir de uma fonte de pressão, como a fonte de pressão hidrostática 202. O fluido pressurizado pode fluir a partir da porta de entrada de pressão 302 para dentro do tubo de pressão 136, e sair por meio da chaminé 132 através da porta de exaustão 138. Neste exemplo, esse fluxo de fluido pressurizado é manuseado pelo conjunto de atuador linear 130, de modo a tanto resfriar o motor linear como manipular o papel separador para gerar operações de montagem com taxas de rendimento muito altas.

Em relação à função de formação do papel, o subconjunto de atuador linear 130 inclui o motor de enrolamento do pino 140 e o pino de enrolamento 142. O motor de enrolamento do pino 140, quando acionado, pode proporcionar um movimento circunferencial ao pino de enrolamento 142. O movimento circunferencial pode enrolar um dos papéis separadores em torno de um mandril de formato cilíndrico (vide Figura 4A, item 414). Nesse formato cilíndrico (isto é, de tubo), o papel separador pode ser inserido em um invólucro de bateria para formar as paredes laterais do separador de barreira entre o ânodo e o cátodo. Em uma modalidade, o papel separador pode ser enrolado em torno do mandril pelo motor de enrolamento do pino 140 e mantido no lugar por uma baixa pressão (isto é, vácuo) induzida no núcleo do dito mandril pela ação do meio fluido pressurizado.

Em relação à função de posicionamento do atuador linear, o setor de engrenagem 146 e o mancal a ar 148 são acoplados em redor do

subconjunto de atuador linear 130 para formar um exemplo de mecanismo tanto para posicionamento como para suporte do subconjunto de atuador linear 130. O posicionamento pode ser obtido pelo setor de engrenagem 146 engatando-se ao subconjunto de posicionamento do atuador 170. Por exemplo, o setor de engrenagem 146 pode engatar-se a uma engrenagem correspondente no sistema de transmissão 214. O suporte pode ser obtido mediante atração magnética do mancal magnético a ar 148 para uma superfície inferior da placa de base 120. A placa de base 120 pode incluir magnetos, e o mancal magnético a ar 148 pode incluir um material de alta permeabilidade magnética, como aço, ou vice-versa.

A Figura 3B ilustra em uma vista explodida um exemplo de conjunto de atuador linear 130 destinado ao manuseio de um fluido pressurizado para executar o processo de inserção de papel, e para dar apoio ao conjunto de atuador linear 130 até a placa de base 120 com atrito muito baixo em relação ao movimento no plano x-y.

A Figura 3B ilustra como o mancal magnético a ar 148 e o setor de engrenagem 146 podem ser acoplados de maneira a formar a cavidade de pressão 304 em torno de uma porção do tubo de pressão 136. Quando acoplado de maneira vedante ao tubo de pressão, um volume anular dentro da cavidade de pressão 304 pode receber o fluido pressurizado introduzido através da porta de entrada de pressão 302. Esse fluido pressurizado pode sair da cavidade de pressão 304 através da porta de entrada do tubo de pressão 306, e/ou através das trajetórias de vazamento oferecidas no mancal magnético a ar 148. A trajetória para fluidos através da porta de entrada do tubo de pressão 306 será descrita em detalhes com referência às Figuras de 4A a 4C.

As trajetórias de vazamento da cavidade de pressão 304 através do mancal magnético a ar 148 podem, em uma modalidade, formar uma fina camada de fluido entre as superfícies de acoplamento do mancal magnético a ar 148 e a placa de base 120. Mediante a redução ou a substancial eliminação do contato em grande parte da área superficial, o atrito deslizante entre o mancal magnético a ar 148 e a placa de base 120 pode ser reduzido.

Isso permite que o subconjunto de posicionamento do atuador 170 obtenha aceleração e velocidade maiores do subconjunto de atuador linear 130 no plano x-y, e pode reduzir os custos de manutenção e/ou materiais associados aos materiais de superfície. A característica de atrito reduzido pode, também, permitir que o sistema 100 obtenha taxas de rendimento mais altas.

Em algumas modalidades, o mancal magnético a ar 148 pode incluir um ou mais magnetos 310 sobre uma superfície superior que está voltada para a superfície inferior da placa de base 120. Algumas modalidades podem, também, ter um ou mais magnetos na superfície circunferencial (não mostrada) para fornecer força de atração a uma parede vertical curva correspondente da placa de base 120. As trajetórias de vazamento a partir da cavidade 304 podem se estender até uma ou mais das cavidades em que estão instalados os magnetos 310. De acordo com uma modalidade, uma pequena trajetória de vazamento pode ser oferecida junto a pelo menos alguns dos magnetos 310, ou em torno dos mesmos. Em algumas modalidades, as trajetórias de vazamento podem estar distribuídas em diversos locais ao longo do lado superior e/ou circunferencial do mancal magnético a ar 148.

Em um exemplo ilustrativo, o mancal a ar 148 pode ter uma superfície externa curva. Os magnetos permanentes 310 podem estar integralmente montados no mancal a ar 148, e rebaixados sob as superfícies externas revestidas com Teflon do mancal a ar 148. Os magnetos 310 podem estar orientados de modo a oferecer forças de atração magnética que podem ser substancialmente perpendiculares à superfície curva do mancal a ar 148, e/ou substancialmente perpendiculares à superfície superior do mancal a ar 148.

Em uma modalidade, o conjunto de atuador linear 130 pode ser magneticamente apoiado pelos magnetos permanentes 310 até a placa de base 120. Neste exemplo, o subconjunto de atuador linear 130 é montado de modo que as superfícies curva e superior do mancal a ar 148 se encontrem com as superfícies correspondentes na placa de base 120. Os magnetos 310 proporcionam o acoplamento magnético do mancal a ar 148 à placa de base 120, apoiando assim o subconjunto de atuador linear 130 tanto no pla-

no x-y como no eixo geométrico z. A cavidade de pressão 304 do mancal a ar 148 pode conter diversas aberturas penetrando através da superfície diametral da cavidade de pressão 304 e até as superfícies de topo e cilíndrica do mancal a ar 148. Se um meio fluido pressurizado, como ar, for aplicado à porta de entrada de pressão 302, o mesmo fluirá para dentro da cavidade de pressão 304 e, através das aberturas presentes na mesma, para as superfícies externas do mancal a ar 148. A pressão do meio fluido proporciona uma força de repulsão entre o mancal a ar 148 e a placa de base 120, que neutraliza a força de atração magnética dos magnetos 310. As forças opostas podem ser equilibradas de modo que o subconjunto de atuador linear 130 seja suportado, porém fique separado por uma camada de fluido pressurizado em escape. O resultado é uma interface de baixo atrito entre o mancal a ar 148 e a placa de base 120. Em uma modalidade, porções do mancal a ar 148 e/ou da placa de base 120 podem ser revestidas com uma camada de um material de baixo atrito, como Teflon, para auxiliar ainda mais na criação de uma interface de baixo atrito.

Em outra modalidade, o campo magnético pode ser gerado na placa de base 120, de modo a atrair um material de alta permeabilidade no mancal magnético a ar 148. Em uma modalidade como essa, o campo magnético pode ser gerado por magnetos permanentes e/ou correntes de enrolamento, as quais podem ser controladas para produzir um mínimo de atrito deslizante, por exemplo.

A trajetória para o fluido pressurizado que passa através da porta de entrada do tubo de pressão 306 será descrita em detalhes, a seguir, com referência às Figuras de 4A a 4C. Essas vistas ilustram que o fluido pressurizado pode fluir através do subconjunto de atuador linear 130 através de um lúmen central que se estende a partir da porta de exaustão 138 e através da extremidade de fundo do eixo 144. Desse modo, o motor linear 222 e o motor de enrolamento do pino 140 podem ser chamados de motores com "centro oco".

O exemplo de subconjunto de atuador linear 130 (sem setor de engrenagem 146 e mancal magnético a ar 148) é mostrado com mais deta-

lhes na vista explodida em seção transversal na Figura 4A. O subconjunto de atuador linear 130 inclui o eixo 144, a chaminé 132, o tubo de pressão 136 e o motor de enrolamento do pino 140. A Figura 4A introduz um conjunto da válvula inercial 401, um mandril 414, um tubo de enrolamento 422 e seus componentes associados.

O conjunto da válvula inercial 401 inclui uma bala 402, um bloqueio da bala 404, uma gaiola retentora 406 e um apoio da bala 408. A gaiola retentora 406 permite que a bala 402 se mova entre o bloqueio da bala 404 e o apoio da bala 408. O conjunto da válvula inercial 401 é descrito com mais detalhes com referência à Figura 6.

O conjunto da válvula inercial 401 se une ao eixo 144 por meio de um acoplamento 410 que pode ser, por exemplo, um encaixe de pressão ou um acoplamento rosqueado. Nesta modalidade, o eixo 144 contém diversos geradores de campo magnético permanente toroidais (por exemplo, magnetos permanentes) os quais têm um núcleo central oco. Como tal, o eixo 144 (incluindo os magnetos) tem um núcleo central substancialmente oco, e inclui uma ou mais aberturas 412 que se estendem para dentro do centro oco, permitindo que o fluido pressurizado flua para dentro do mesmo.

Montado na extremidade de fundo do eixo 144 encontra-se o mandril 414. O mandril 414 tem um centro oco que está em comunicação fluida com o centro oco do eixo 144. O mandril 414 tem diversas aberturas através da qual os fluidos pressurizados podem fluir. As portas estão distribuídas em torno das paredes laterais e na extremidade de ponta do mandril 414. Em algumas modalidades, o mandril pode estar integrado em uma construção unitária com o eixo 144. Em outras modalidades, o mandril pode ser anexado de maneira removível ao eixo, como por meio de um acoplamento rosqueado, por exemplo. Em algumas aplicações, um mandril movendo-se em alta velocidade pode falhar e romper-se. Os mandris podem ser feitos de plásticos de custo relativamente baixo, aço inoxidável, alumínio ou materiais exóticos, dependendo dos materiais a serem processados e do tipo de operação sendo realizada.

O eixo 144 pode ser inserido através da abertura central de

uma presilha de chaminé 416, da chaminé 132, de um coxim superior 420, de um coxim inferior 421, do tubo de enrolamento 422, do tubo de pressão 136 e do motor de enrolamento do pino 140. A chaminé 132 pode ser um elemento de formato tubular com um conjunto de aberturas disposto de modo a permitir que o fluido pressurizado escape após a passagem através do apoio da bala 408. A presilha da chaminé 416 retém a chaminé 132 no tubo de pressão 136.

O tubo de pressão 136 pode ser um objeto de formato cilíndrico com um núcleo aberto. Uma porção do tubo de pressão 136 tem um diâmetro externo reduzido que pode facilitar a formação de um acoplamento passível de vedação do setor de engrenagem 146 e do mancal magnético a ar 148 em torno do tubo de pressão 136, como pode ser visto na Figura 3B. A porta de entrada do tubo de pressão 306 na porção com diâmetro externo reduzido do tubo de pressão 136 oferece uma via de passagem para que o fluido pressurizado flua a partir da cavidade de pressão 304 e para dentro do tubo de pressão 136.

Os coxins 420 e 421 retêm o tubo de enrolamento 422 no tubo de pressão 136, e podem proporcionar uma superfície de rolamento axialmente deslizante e de baixo atrito para o eixo 144.

Um volume anular pressurizado, que pode ser definido radialmente entre a superfície externa do tubo de enrolamento 422 e a parede interna do tubo de pressão 136, e axialmente entre os coxins 420 e 421, pode ser pressurizado pelo fluido entrando por meio da porta de entrada do tubo de pressão 306. Sob condições normais de operação, todas as aberturas 412 são mantidas dentro desse volume anular pressurizado entre os coxins 420 e 421. A manutenção das aberturas 412 dentro desse volume anular pressurizado permite que a trajetória para fluxo de fluidos através das mesmas permaneça desbloqueada.

O tubo de enrolamento 422 pode ser formado por um tubo de metal delgado (por exemplo, aço) que contém uma série de enrolamentos, os quais formam um estator do motor linear (vide Figura 5A). Os enrolamentos podem ser energizados de maneira controlada pela controladora do mo-

tor 220, para interagir com os campos magnéticos dos magnetos presentes no eixo 144, de modo a conferir uma força linear à mesma. Os enrolamentos podem estar distribuídos por todo o tubo de enrolamento 422, separados por espaçadores que criam vãos entre os enrolamentos. O tubo de enrolamento 5 422 inclui um conjunto de aberturas que permite que um fluido presente no volume anular pressurizado em redor do tubo de enrolamento 422 flua para dentro do volume interno do tubo de enrolamento 422 através dos vãos entre os enrolamentos. O tubo de enrolamento 422 é descrito com mais detalhes com referência à Figura 5A.

10 O motor de enrolamento do pino 140 dessa modalidade inclui, ainda, um retentor da carcaça 424 do motor de enrolamento do pino, um rotor 428, um estator 430 e uma carcaça 432 do motor de enrolamento do pino. O pino de enrolamento 142 é montado no rotor 428. O estator 430 é montado na carcaça 432 do motor de enrolamento. A extremidade de fundo 15 do eixo 144 estende através do centro oco do rotor 428, onde pode estar acoplada de maneira removível ao mandril 414.

Um lúmen contínuo estende através do centro oco do eixo 144, a partir do apoio da bala 408 e até o mandril 414. Em uma modalidade, quando a bala 402 se encontra no apoio 408, a extremidade superior do lúmen 20 está bloqueada. Quando o eixo 144 está estacionário, o fluxo de fluido pressurizado pode ser suficiente para suportar o peso da bala 402, de modo que esta não entre em contato com o apoio da bala 408, deixando desbloqueada a extremidade superior do lúmen. No entanto, quando o eixo se acelera para cima, a inércia da bala 402 pode ser suficiente para fazer com que 25 esta bloqueie a extremidade superior do lúmen.

Conseqüentemente, a trajetória para o fluido pressurizado entrando no tubo de pressão 136 através da porta de entrada do tubo de pressão 136 se estende através do conjunto de orifícios no tubo de enrolamento 422, entre os vãos formados pelos espaçadores entre os enrolamentos, 30 através de uma ou mais aberturas 412, e para dentro do lúmen central no eixo 144. Se o apoio da bala 408 não estiver bloqueado pela bala 402, então o fluido pressurizado pode fluir através do apoio da bala 408 e escapar para

fora através da chaminé 132. No entanto, se o apoio da bala 408 estiver bloqueado pela bala 402, então o fluido pressurizado pode fluir para fora através das aberturas presentes no mandril 414.

5 Uma seção transversal de um subconjunto de atuador linear 130 parcialmente montado (sem o setor de engrenagem 146 e o mancal magnético a ar 148) é mostrada em um estado retraído na Figura 4B, e em um estado estendido na Figura 4C.

Na Figura 4B, o conjunto da válvula inercial 401, o eixo 144 e o mandril 414 podem ser montados e instalados conforme exposto a seguir.

10 Primeiro, os coxins 420 e 421 que têm, cada um, um sulco anular para receber uma extremidade do tubo de enrolamento 422, são instalados no tubo de pressão 136. Em seguida, o conjunto da válvula inercial 401 é colocado dentro da chaminé 132. Esses elementos são, então, inseridos no tubo de pressão 136, e a presilha da chaminé 416 é colocada sobre a chaminé 132 e

15 acoplada ao tubo de pressão 136. O rotor 428 é, então, colocado sobre o mandril 414 e o eixo 144. O estator 430 é colocado dentro da carcaça 432 do motor de enrolamento do pino, que é inserida sobre o eixo 144, onde pode ser presa ao restante do conjunto por meio do retentor da carcaça 424 do motor de enrolamento do pino.

20 Uma vez montados, os coxins 420 e 421 podem proporcionar um encaixe deslizante com o eixo 144, permitindo que esta realize um movimento axial alternativo (por exemplo, no eixo geométrico z) em relação ao tubo de enrolamento 422. O eixo 144 e o tubo de enrolamento 422 podem formar um motor linear que pode ser acionado mediante a energização adequada das bobinas presentes no tubo de enrolamento 422.

25

A Figura 4B mostra o subconjunto de atuador linear 130 em um exemplo de posição com o mandril 414 totalmente retraído. A Figura 4B ilustra, também, como um meio fluido pressurizado presente no núcleo do tubo de pressão 136 pode fluir através da abertura presente no tubo de enro-

30 lamento 422. Esse fluxo pode remover o calor gerado pela corrente dos enrolamentos, por exemplo. Esse resfriamento pode permitir que o motor linear opere acima das classificações de corrente para um motor não-resfriado,

particularmente nos casos em que essas classificações são pelo menos parcialmente baseadas nas características térmicas e/ou em uma elevação máxima aceitável da temperatura.

5 Em uma modalidade, o motor linear pode ser resfriado de maneira eficaz durante o funcionamento, quando o fluido pressurizado oriundo da cavidade de pressão 304 flui através da porta de entrada do tubo de pressão 306 e para dentro do volume anular entre os coxins 420 e 421. O fluido pressurizado flui através da abertura presente no tubo de enrolamento 422 e entre os enrolamentos espaçados. A partir dali, o fluido pressurizado
10 flui através de uma ou mais aberturas 412, as quais podem estar próximas ao coxim superior 420, neste exemplo, e dentro do lúmen central no eixo 144.

Nessa posição retraída, o fluido pressurizado pode fluir para cima, levantando a bala 402, de modo que esta não entra em contato com o
15 apoio da bala 408. Em uma modalidade, o fluxo ascendente pode ser rotacional, pelo menos em parte, como resultado da combinação dos componentes axial, radial e tangencial das uma ou mais aberturas 412. Como outra consequência, em algumas modalidades o fluxo ascendente pode também conferir uma pressão negativa (isto é, vácuo) ao mandril 414. Essa pressão
20 negativa pode ser suficiente para pelo menos manter preso um papel separador de formato cilíndrico, o qual pode ser formado substancialmente em redor do mandril 414.

A Figura 4C mostra o subconjunto de atuador linear 130 em um exemplo de estado estendido. O subconjunto de atuador linear 130 pode
25 estar em estado estendido próximo ao ponto mais baixo do movimento de inserção de papel separador, por exemplo.

Nesse estado estendido, o fluido pressurizado oriundo da cavidade de pressão 304 pode fluir através da porta de entrada do tubo de pressão 306 para dentro do volume anular entre os coxins 420 e 421. O fluido
30 pressurizado pode, então, fluir através das aberturas existentes no tubo de enrolamento 422, e através das uma ou mais aberturas 412 que podem estar próximas ao coxim inferior 421, neste exemplo, e para dentro do lúmen

central do eixo 144.

Quando esse estado estendido ocorre próximo ao ponto mais baixo do movimento de inserção, o fluido pressurizado flui em direção ao mandril 414, pois a bala 402 está bloqueando a abertura central presente no apoio da bala 408. Em uma modalidade, a inércia descendente da bala 402 pode superar a força ascendente do fluido pressurizado escapando através do apoio da bala 408, pois o eixo 144 se desacelera (isto é, tem uma aceleração ascendente), que resulta na bala 402 tendo uma velocidade descendente maior que a do eixo 144. Quando isso ocorre, a bala 402 pode bloquear temporariamente o fluxo de ar ascendente.

Esse bloqueio temporário pode ser vantajoso na aplicação exemplar de inserir papéis separadores em invólucros de bateria. Quando a bala 402 entra em contato com o apoio da bala 408, o fluido pressurizado pode rapidamente reverter de um fluxo ascendente para um fluxo descendente. Isso pode produzir, de maneira eficaz, uma rápida inversão de pressão no mandril 414, fazendo com que o papel, que estava sendo mantido preso por uma pressão de vácuo, seja expulso por um jato de pressão positiva. Esse efeito de "expulsão por sopro" pode facilitar a rápida separação do papel e do mandril, permitindo que o mandril seja rapidamente extraído sem puxar o papel separador para fora do invólucro da bateria.

Portanto, o conjunto da válvula inercial 401 pode reduzir tanto o tempo de extração como os problemas de qualidade que poderiam resultar de movimentos de extração inadequados. Conseqüentemente, pode-se obter alta produtividade e alta taxa de rendimento com uma fonte de pressão constante em combinação com uma válvula inercial.

Um exemplo de modalidade do tubo de enrolamento 422 é ilustrado na Figura 5A. O tubo de enrolamento 422 inclui uma luva 502, que pode ser formada a partir de um material de alta permeabilidade magnética, como níquel, ferro, cobalto, aço ou ligas dos mesmos. A luva 502 contém diversos enrolamentos 504 que são axialmente separados por espaçadores não-condutivos 506. Os espaçadores formam vãos 510 entre cada um dos enrolamentos 504.

Nesta modalidade, a luva 502 é fabricada com uma fenda para facilitar a conexão de contatos dos enrolamentos a um circuito de acionamento externo, o qual pode ser um circuito eletrônico de potência incluído na controladora do motor 220, por exemplo.

5 Em adição à fenda, algumas aberturas presentes na luva 502 coincidem com os vãos 510, para oferecer uma trajetória para que o fluido pressurizado flua entre os enrolamentos durante o funcionamento.

A Figura 5B ilustra recursos do eixo 144, de acordo com uma modalidade exemplar. Pelo menos uma porção do eixo 144 inclui um tubo
10 512 que contém estruturas magnéticas que podem interagir com as correntes nos enrolamentos 504, para gerar forças axiais (isto é, impulso axial) capazes de acelerar o eixo 144.

O tubo 512 pode ser construído a partir de um material delgado, de baixo peso e não-ferromagnético, como plástico, titânio, alumínio ou
15 aço inoxidável, por exemplo. O tubo 512 pode conter diversos magnetos permanentes toroidais 514 axialmente polarizados. Os magnetos permanentes 514 adjacentes são separados por espaçadores toroidais 516. Em uma modalidade, um diâmetro interno dos espaçadores 516 pode ser substancialmente igual aos diâmetros internos dos magnetos 514, o que resulta em
20 um diâmetro interno substancialmente uniforme quando os magnetos 514 e espaçadores 516 são montados dentro do tubo 512.

Nesta modalidade, os pólos magnéticos semelhantes (isto é, norte-norte, sul-sul) de magnetos permanentes adjacentes 514 ficam voltados um para o outro. Os espaçadores 516 separam magnetos permanentes
25 adjacentes 514, dando assim um formato ao campo magnético. Nesta modalidade, as linhas de fluxo magnético de pólos semelhantes adjacentes podem combinar-se para produzir um componente de fluxo dirigido de maneira substancialmente radial a partir de cada espaçador 516. Quando o eixo 144 é inserida no tubo de enrolamento 422, algumas dessas linhas de fluxo radialmente dirigidas podem passar através de alguns dos enrolamentos 504
30 presentes no tubo de enrolamento 422. A alta permeabilidade magnética da luva 502 do tubo de enrolamento pode proporcionar uma trajetória magnéti-

ca de relutância relativamente baixa, que pode promover e dar formato ao componente radial do fluxo magnético produzido pelos magnetos 514.

Em adição às estruturas magnéticas que permitem que o eixo 144 gere impulso como um motor linear, o eixo 144 também oferece uma trajetória de fluxo para o fluido pressurizado. Nesta modalidade, um dos espaçadores toroidais 516 inclui dois lúmens que proporcionam comunicação fluida entre as aberturas 412 e o lúmen do núcleo central do eixo 144. Em algumas modalidades, os lúmens presentes no espaçador 516 podem incluir componentes radiais, tangenciais e axiais, os quais podem tender a conferir uma rotação ao fluido pressurizado, conforme este flui através do lúmen do núcleo do eixo 144. Outras modalidades podem incluir mais de um espaçador 516 dotado de lúmens, e/ou cada espaçador 516 pode incluir um certo número de lúmens para corresponder ao número de aberturas 412. Os lúmens em pelo menos alguns dos espaçadores 516 podem ser projetados de modo a conferir um padrão de fluxo desejado ao fluido pressurizado, conforme este flui através do lúmen do núcleo do eixo 144.

Em uma modalidade, os magnetos 514 e os espaçadores 516 podem ser montados dentro do eixo 144, mediante a inserção dos mesmos no tubo 512, seguida da consolidação dos mesmos em seus lugares mediante o uso de um adesivo e/ou epóxi. Em outra modalidade, os magnetos 514 e os espaçadores 516 podem ser encaixados por pressão dentro do tubo 512. Em algumas modalidades, os espaçadores 516 podem incluir um sulco no diâmetro externo para a retenção do epóxi, por exemplo. Os magnetos 514 podem estar dispostos no tubo 512 de um modo em que os pólos semelhantes de magnetos 514 adjacentes estejam voltados um para o outro. Depois de os magnetos 514 e espaçadores 516 terem sido inseridos no tubo 512, o diâmetro externo do tubo pode, em algumas modalidades, ser submetido a um torno para aumentar retidão do tubo 512.

A Figura 6 mostra uma vista em perspectiva do conjunto da válvula inercial 401, uma modalidade do qual foi descrita com referência à Figura 4A. O conjunto da válvula inercial 401 inclui a bala 402, o bloqueio da bala 404, a gaiola retentora 406 e o apoio da bala 408. Nesta modalidade, a

bala 406 tem um formato cilíndrico com extremidades afuniladas, sendo oferecida uma ilustração mais clara da gaiola retentora 406, a qual retém a bala 402 dentro do conjunto da válvula inercial 401.

5 O apoio da bala 408 pode apresentar uma porta de abertura central, disposta como uma abertura cilíndrica. O apoio da bala 408 inclui uma chanfradura que se adapta ao formato da bala 402, de modo a bloquear substancialmente a abertura existente no apoio da bala 408 quando a dita bala entra em contato com o mesmo.

10 A bala 402 pode ser construída, por exemplo, a partir de materiais que lhe conferem uma resposta amortecida aos impactos contra o apoio da bala 408 e/ou contra o bloqueio da bala 404. Em outra modalidade, a bala 402 pode implementar um desenho de absorção de choques.

15 Nesse exemplo, a bala 402 tem uma construção em compósito feito de diversos materiais. A região central da bala 402, por exemplo, pode consistir em um material que tem uma densidade relativamente alta, o que pode contribuir para uma fração significativa da inércia da mesma, enquanto as extremidades da dita bala 402 podem consistir em um material com propriedades de alto amortecimento para reduzir substancialmente, ou mesmo eliminar, o ricochete ao atingir a superfície do apoio da bala 408 e/ou do bloqueio da bala 404.

20 Em uma modalidade, a bala pode ser similar a uma almofada, compreendendo uma esfera de uretano substancialmente oca que é parcialmente preenchida com alguns materiais. Os materiais podem incluir, por exemplo, pequenas esferas de plástico ou metal, mas podem também incluir areia, água, óleo ou outros materiais. A esfera de uretano pode ser preenchida entre cerca de 5% e 90% de sua plenitude, como entre cerca de 5% e 25 cerca de 30%, entre cerca de 25% e cerca de 50%, ou entre cerca de 50% e cerca de 75% ou, por exemplo, até cerca de 2/3 de sua plenitude.

30 As Figuras 7A e 7B mostram vistas do subconjunto de alimentação e corte (AC) 150. A Figura 7A é uma vista em seção transversal tomada através do mandril 414 a partir da linha 7A na Figura 4B. A Figura 7B é uma vista anterior do conjunto de alimentação e corte 150 tomada na linha

7B na Figura 7A.

A Figura 7A mostra um comprimento de papel separador quadrado 702, e um comprimento de papel separador em forma de tubo 704, os quais foram dispensados pelo subconjunto AC 150, bem como o pino de enro-
5 lamento 142 e o mandril 414.

Após um comprimento adequado de papel separador em forma de tubo ter sido dispensado, o motor de enrolamento do pino 140 do conjunto de atuador linear 130 pode girar, fazendo com que o pino de enrolamento 142 avance em uma trajetória em redor da circunferência do mandril 414.
10 Esse movimento enrola o papel separador em forma de tubo 704 em torno do mandril 414. Nesse momento, tanto o papel separador quadrado 702 como o papel separador em forma de tubo 704 podem ficar presos ao mandril 414 por meio de uma força de vácuo induzida no núcleo do mandril 414 pela operação do fluxo de fluido pressurizado, conforme descrito acima. Nesse
15 estágio, os papéis separadores 702 e 704 podem ser cortados a um certo comprimento.

Para ilustrar como o subconjunto AC 150 pode cortar os papéis separados, a Figura 7B mostra um papel separador quadrado 702, um papel separador em forma de tubo 704, uma plataforma 706, uma faca para o papel separador quadrado 710, uma faca para o papel separador em forma de
20 tubo 712, um bloco principal 714 e um bloco de extremidade 716. Em um exemplo, as facas 710 e 712 podem ser acopladas a um atuador linear, como um motor de passos (não mostrado) com uma engrenagem de rosca sem-fim situada no bloco principal 714. As facas 710 e 712 podem ser avançadas em direção aos papéis separadores 702 e 704, depois de o papel se-
25 parador quadrado 702 e o papel separador em forma de tubo 704 terem sido dispensados e pelo menos parcialmente capturados pelo mandril 414. Em algumas modalidades, a faca do separador quadrado 710 pode cortar contra uma superfície da plataforma 706. A faca do separador em forma de tubo
30 712 desse exemplo tem um gume inferior anterior que corta em um único ponto de interferência com o bloco 716. Conforme a faca 712 avança, o ponto de interferência se move para cima.

Neste exemplo, o bloco de extremidade 716 pode estar espaçado em relação ao bloco principal 714 por espaçadores (não mostrados), para permitir que o papel separador 704 passe através do vão entre os blocos 714 e 716. Em um exemplo, os blocos de extremidade 716 são mantidos em seu lugar no bloco principal 714 por meio de força de atração magnética (por exemplo, de magneto permanente ou eletroímã) gerada em um ou em ambos os blocos 714, 716. Em algumas modalidades, o bloco de extremidade 716 pode ser removido sem o uso de uma ferramenta, mediante a aplicação de uma pequena quantidade de pressão manual para superar a força de atração magnética. A remoção do bloco de extremidade 716 pode ser desejável, por exemplo, para carregamento dos papéis 702 e 704 no subconjunto de alimentação e corte 150, ou para oferecer acesso para manutenção (por exemplo, limpeza ou lubrificação) do motor da faca 252.

Em algumas implementações, uma superfície horizontal é usada para dar suporte à extremidade dispensada do papel separador quadrado 702. Isso pode promover, vantajosamente, por exemplo uma captura rápida e repetível do papel 702 mediante o uso de força de vácuo pelo mandril. Em uma modalidade da Figura 7A, nenhuma superfície do suporte se situa diretamente sob a ponta do mandril, portanto a captura do papel 702 pode contar, pelo menos em parte, com a rigidez do papel. Nessa modalidade, as bordas do papel separador quadrado 702 podem ser formadas em torno da extremidade do papel separador em forma de tubo 704, conforme este é inserido no invólucro.

Duas modalidades exemplares que podem suportar a extremidade dispensada do papel separador quadrado 702 são ilustradas nas Figuras 7C e 7D.

A Figura 7C mostra um exemplo de disco 740 montado na roda dentada 122. O disco 740 tem uma pluralidade de aberturas 745 que podem ser dimensionadas, em algumas modalidades, para formar as bordas do papel separador quadrado 702, conforme o mandril se estende para baixo a fim de realizar a operação de inserção. Em pelo menos uma porção do curso em redor da roda dentada 122, uma célula destinada a receber um separador do

tipo tubo-e-quadrado é registrada em alinhamento vertical com uma das aberturas 745. Em uma modalidade, o disco 740 gira com a roda dentada 122.

5 A Figura 7D mostra um exemplo de bandeja 750 que é fixado ao conjunto de atuador linear 130, apresentando movimento alternado em relação ao mesmo. A bandeja 750 tem uma abertura 755 que pode ser dimensionada, em algumas modalidades, para formar as bordas do papel separador quadrado 702, conforme o mandril se estende para baixo a fim de realizar a operação de inserção. A bandeja 750 é apoiada pelos membros
10 760 que estão, neste exemplo, rigidamente fixados à carcaça do motor 432.

A Figura 8 mostra uma modalidade do subconjunto de posicionamento do atuador 170 que está montado na placa de base 120. O subconjunto de posicionamento do atuador 170 inclui o motor de posicionamento do conjunto 172, o eixo de acionamento do motor 174, a esteira 176, o fuso 178
15 e o tensor da esteira 180. O fuso 178 pode estar acoplado a uma engrenagem (não mostrada), como uma roda dentada ou uma engrenagem de pinhão, por exemplo, que se encaixa ao setor de engrenagem 146. Neste exemplo, a esteira 176 transfere a rotação mecânica do eixo de acionamento do motor 174 ao fuso 178, formando um sistema de transmissão, sendo que
20 um exemplo deste é o sistema de transmissão 214. Em outros sistemas, podem ser usados sistemas alternativos de transmissão, como aplicações de acionamento direto.

Neste exemplo, a Figura 8 mostra, também, um suporte do invólucro de bateria 108 e um invólucro de bateria 802 movendo-se ao longo
25 do conjunto de esteira transportadora 101 em uma direção de rotação 804 em redor da roda dentada 110. Na modalidade deste exemplo, um tensor 180 é usado para reduzir as variações na tensão da esteira 176. Nesse exemplo específico, o motor 172, o fuso 178, a roda dentada (não mostrada) e o setor de engrenagem 146 podem ser acionados pelo motor 172 para re-
30 sultar em um movimento alternativo que move o subconjunto de atuador linear 130 em um plano x-y (isto é, substancialmente horizontal). Por exemplo, o subconjunto 170 pode mover alternadamente o subconjunto de atua-

dor linear 130 ao longo de uma trajetória em forma de arco no plano x-y. A trajetória pode se sobrepor substancialmente a um trilho em um plano paralelo em que os invólucros de bateria avançam ao longo do conjunto de esteira transportadora 101. Conseqüentemente, ao mover o conjunto de atuador linear 130 ao longo dessa trajetória, em coordenação com o avanço dos invólucros de bateria, o subconjunto de posicionamento do atuador 170 é capaz de alinhar o sistema do conjunto de inserção 102 para executar as operações de inserção do separador de papel com diversos tipos de sistemas de esteira transportadora, inclusive aqueles do tipo de movimento contínuo, por exemplo.

O conjunto de inserção 102 está adaptado para fabricação flexível, e pode ser aplicado ou adaptado a diversas aplicações e a diversas configurações. A Figura 9 mostra uma porção do exemplo de sistema de esteira transportadora 101 em que as modalidades do sistema do conjunto de inserção 102 podem ser instaladas. O sistema de esteira transportadora 101 inclui a roda dentada 122 e o sensor de posição da esteira transportadora 112, exemplos dos quais foram discutidos acima. O exemplo de sistema de conjunto de inserção 102 tem a flexibilidade para ser instalado em sistemas de esteira transportadora existentes, com pouca ou nenhuma interrupção da linha existente. Em um exemplo, o sistema do conjunto de inserção 102 pode ser instalado em qualquer roda dentada disponível e adequada (isto é, que tenha um raio adequado, por exemplo) de uma linha de fluxo de processo, mas pode, também, ser instalado em um tampo de mesa, um suporte ou uma plataforma, ou ser suspenso de uma estrutura de suporte horizontal e/ou vertical, como um teto ou uma coluna de suporte. As modalidades podem acomodar uma ampla gama de tamanhos de roda dentada, por exemplo ao usar um setor de mancal a ar 148 com dimensões e formato adequados, com a correspondente superfície de acoplamento vertical sob a placa de base 120. O sistema do conjunto de inserção 102 pode ser operado e/ou controlado independentemente ou em substancial coordenação com o sistema de esteira transportadora 101 sendo usado para avançar os invólucros de bateria. Em uma modalidade, a única interface direta entre o sistema

de esteira transportadora 101 e o sistema de montagem em alta velocidade 100 pode ser o sensor de posição da esteira transportadora 112.

Em algumas aplicações, mais de um sistema do conjunto de inserção 102 pode ser aplicado em um único conjunto de esteira transportadora 101. Isso pode, por exemplo, oferecer redundância (isto é, equipamento de reserva, como durante a manutenção), ou paralelismo para aumentar a taxa de rendimento. Por exemplo, se dois sistemas do conjunto de inserção 102 são instalados em um único conjunto de esteira transportadora, a capacidade de taxa de rendimento para a operação de inserção pode ser aumentada. Em outro exemplo, duas máquinas do conjunto de inserção na mesma linha de conjunto de esteira transportadora podem ser configuradas de modo a executar diferentes operações, e as operações e configurações associadas podem ser adaptadas para diferentes tipos de produção, produtos e técnicas.

A Figura 10 representa um método exemplar 1000 para o funcionamento do conjunto de inserção 102 para inserir papel separador conforme descrito acima. O método 1000 inclui as operações que podem ser realizadas geralmente pelo conjunto de inserção 102. As operações podem ser realizadas sob o controle, a supervisão e/ou o monitoramento da controladora mestra 206, e/ou das controladoras 210, 220, 230, 240 e 250, ou uma combinação das mesmas. As operações podem, também, ser suplementadas ou aumentadas por outros elementos de processamento e/ou controle que podem ser incorporados pelo conjunto 102. Algumas ou todas dentre as operações podem ser realizadas por um ou mais processadores executando instruções incorporadas de maneira tangível em um sinal. O processamento pode ser implementado mediante o uso de hardware ou técnicas analógicas e/ou digitais, seja por si só ou em cooperação com um ou mais processadores executando instruções.

O método tem início na etapa 1005, quando o sistema 102 pode estar, por exemplo, sendo ligado ou reiniciado e/ou, de outro modo, sendo preparado para a operação de inserção. A fonte de pressão hidrostática 202 pode ser ativada na etapa 1010, por exemplo, mediante a execução de

uma operação para abrir uma válvula controlável, para proporcionar comunicação fluida da fonte de pressão hidrostática à porta de entrada de pressão 302. O mandril 414 pode estar retraído na etapa 1015 a uma posição como a posição retraída descrita com referência à Figura 4B. Na etapa 1020, o motor de posicionamento do atuador 172 pode posicionar o subconjunto de atuador linear 130 no subconjunto AC 150. O motor de alimentação do papel 232, por exemplo, pode dispensar, na etapa 1025, comprimentos adequados do papel separador substancialmente vertical e do papel separador substancialmente horizontal. O motor de enrolamento do pino 140 pode, na etapa 1030, girar o pino de enrolamento 142 para enrolar o papel separador orientado verticalmente em torno do mandril 414. Na etapa 1035, o motor da faca 252 pode acionar as facas 710 e 712 para cortar as extremidades dispensadas dos papéis separadores. Neste exemplo, o motor de enrolamento do pino 140 retorna o pino de enrolamento 142 a sua posição inicial na etapa 1040 e, em algumas modalidades, pode envolver um movimento de enrolamento reverso para formar a extremidade recém-cortada do papel separador em forma de tubo no mandril 414.

Nesse ponto, o separador em forma de tubo foi formado, e os separadores de papel tanto do tipo tubo como quadrado foram cortados do cilindro de estoque e presos ao mandril por meio de pressão de vácuo. A extremidade sobreposta livre do separador em forma de tubo é retida em posição próxima ao mandril 414 pelo pino de enrolamento 142. Com essa carga útil, o mandril 414 pode ser colocado em uma posição para inserir a carga útil em um invólucro de bateria no conjunto de esteira transportadora 101.

Na etapa 1045, o controlador 206 pode verificar o sensor de posição da esteira transportadora 208 para determinar se o próximo invólucro de bateria a receber papel separador está ao alcance para iniciar o acompanhamento. Em alguns exemplos, o controlador 206 pode aguardar antes de acelerar o atuador linear 130 e, em outros exemplos, o controlador 206 pode determinar uma trajetória ótima e enviar um comando, por exemplo, para minimizar a energia e/ou o tempo requeridos para acompanhar o

próximo invólucro de bateria, por exemplo.

Quando o controlador 206 determina que o próximo invólucro de bateria está ao alcance para iniciar o acompanhamento, o atuador linear 130 pode ser acelerado no plano x-y, na etapa 1050, pelo subconjunto de posicionamento do atuador 170. O controlador 206 pode verificar repetidamente se, na etapa 1055, o conjunto do atuador 130 e, especificamente, o mandril 414, estão adequadamente alinhados com o invólucro da bateria. Quando é obtido alinhamento suficiente, o mandril 414 é estendido, conforme descrito com referência à Figura 4C, mediante a ação do motor linear na etapa 1060. Na etapa 1065, a posição do mandril no invólucro da bateria pode ser monitorada, por exemplo, pelo sensor de posição 134 do eixo, e o mandril pode continuar a ser estendido até que a posição desejada seja atingida.

Depois de o mandril 414 ter sido adequadamente posicionado no invólucro da bateria, os papéis separadores são desengatados do mandril 414. Em algumas modalidades, acima descritas, isso pode ser obtido mediante um efeito de "expulsão por sopro" produzido quando a bala 402 dentro da válvula inercial 401 bloqueia o apoio da bala 408. O bloqueio faz com que o fluxo ascendente do fluido pressurizado seja redirecionado para baixo, através do mandril 414. Isso resulta em uma rápida alteração de pressão, de vácuo para pressão positiva no mandril. A pressão positiva libera o papel separador do mandril 414, então na etapa 1075 o mandril 414 pode ser retraído, deixando os papéis separadores do tipo tubo-e-quadrado no invólucro da bateria. Conforme o mandril 414 está sendo recolhido, a controladora 206 pode monitorar o sensor de posição 134 do eixo para determinar quando o mandril 414 foi extraído o suficiente para sair do invólucro de bateria. Quando isso ocorre, a etapa 1020 é repetida, o que requer que o mandril 414 seja retornado ao conjunto de alimentação e corte 150 para preparar-se para a operação seguinte.

Em outra modalidade, como quando não há invólucro envolvido, um objeto pode cair do mandril em vez de ser expulso por sopro. A queda pode ser obtida, por exemplo, mediante a operação do motor de modo

que a força de vácuo exercida sobre o objeto seja substancialmente reduzida. Em uma modalidade, a força de vácuo pode ser reduzida quando os orifícios de jato 412 são substancialmente bloqueados em relação à fonte de fluido pressurizado. Isso pode ser obtido quando os orifícios de jato 412 são substancialmente cobertos, por exemplo, pelo rolamento 421 na posição estendida, ou pelo rolamento 420 na posição retraída. Em outra modalidade, o eixo é operada de modo a mover os orifícios de jato 412 para que não estejam entre os mancais 420 e 421.

As Figuras de 11A a 11G ilustram um exemplo de ciclo que inclui uma seqüência de operações que podem ser realizadas em uma seqüência de inserção de papel. Para os propósitos de ilustração da temporização de um ciclo em uma modalidade, cada uma dessas Figuras inclui um indicador gráfico de tempo. Os indicadores são exemplos de tempos aproximados, e podem corresponder a um exemplo de taxa de rendimento para o sistema de montagem em alta velocidade 100 de cerca de 500 ciclos por minuto.

A seqüência de ilustrações tem início na Figura 11A, com a representação de uma condição exemplar após o posicionamento bem-sucedido de um separador em um invólucro de bateria 1105 mediante o uso do mandril 414. O tempo dessa etapa da seqüência é definido em $t=0$. O mandril 414 é mostrado sendo recolhido do invólucro da bateria 1105 no qual o processo de inserção acaba de se completar. Como o mandril 414 acaba de ser recolhido, está se movendo ao longo de um exemplo de sistema de esteira transportadora de movimento contínuo, à mesma velocidade que o invólucro da bateria 1105. O próximo invólucro de bateria 1110 está avançando ao longo da mesma trajetória tomada pelo invólucro da bateria 1105. A fita de papel separador quadrado 702 e a fita de papel separador em forma de tubo 704 não estão sendo dispensadas pelo subconjunto AC 150 (não mostrado).

A Figura 11B mostra o mandril 414 desacelerando-se no plano x-y. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=6$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11C mostra o mandril 414 acelerando-se em direção ao subconjunto AC 150 (não mostrado). O invólucro da bateria 1110 continua avançando ao longo da trajetória da esteira transportadora. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=22$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11D mostra o mandril 414 desacelerando-se ao se aproximar do subconjunto AC 150. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=38$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11E mostra o mandril 414 em posição no subconjunto AC 150, em preparação para receber os papéis separadores. Uma fita de papel separador quadrado 702 e uma fita de papel separador em forma de tubo 704 foram dispensadas em seus respectivos comprimentos adequados. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=50$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11F mostra o papel separador em forma de tubo 704 sendo envolvido em redor do mandril 414 pelo pino de enrolamento 142 (não mostrado). O núcleo do mandril 414 pode estar aplicando um vácuo que pode atrair e prender as extremidades dispensadas dos papéis separadores 702 e 704. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=62$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

Na Figura 11G, as extremidades dos papéis separadores 702 e 704 foram contadas, e o pino de enrolamento 142 (não mostrado) foi girado de volta e para além de sua posição original, por um ângulo de rotação adicional suficiente para executar um "enrolamento reverso". A operação de enrolamento reverso forma a extremidade de corte do separador em forma de tubo 704 para o mandril. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=74$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11H mostra o mandril 414 acelerando-se para acompanhar o próximo invólucro de bateria 1110. O mandril 414 está carregando um separador quadrado 1115 em sua extremidade, e um separador em forma de tubo 1120 formado circunferencialmente em redor do mesmo. O quadrado 1115 e o tubo 1120 estão presos ao mandril 414 pela força do vácuo

no núcleo do dito mandril 414. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=80$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11I mostra o mandril 414 posicionado para estar substancialmente em alinhamento vertical acima do invólucro da bateria 1110. Nesse ponto, o motor linear acelera o mandril 414 para dentro do invólucro da bateria. O mandril 414 se desacelera conforme se aproxima do fundo do curso descendente, o que faz com que a válvula inercial bloqueie a abertura no apoio da bala 408, o que produz a rápida inversão de pressão no mandril 414, conforme descrito acima. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=100$ milissegundos na seqüência de inserção de papel.

A Figura 11J mostra o mandril 414 sendo extraído do invólucro da bateria 1110 por uma aceleração ascendente do motor linear. Esse estado pode ocorrer a aproximadamente $t=120$ milissegundos na seqüência de inserção de papel. Em um exemplo, o perfil de aceleração pode ser tal que a bala é mantida contra o apoio 408 substancialmente antes e depois de o eixo atingir sua máxima extensão. Como tal, o perfil de movimento pode ser controlado de um modo que reduz substancialmente ou elimina o ricochete da bala em relação ao apoio próximo ao fundo de um movimento de extensão. Em aplicações de inserção de papel, por exemplo, minimizar o ricochete da bala pode vantajosamente reduzir ou eliminar a recaptura inadvertida do papel separador.

Embora algumas modalidades tenham sido descritas, outras modalidades são possíveis. Por exemplo, o atuador linear pode ser operado como um motor (isto é, convertendo energia elétrica em energia mecânica) ou como um gerador (isto é, convertendo energia mecânica em energia elétrica). O atuador linear pode usar diversas configurações de enrolamento, inclusive enrolamentos sobrepostos e/ou não-sobrepostos, e diversos números e espaçamentos de colunas, e os enrolamentos podem ter diversas conexões de fase. As fases de enrolamento, por exemplo, podem ser conectadas em configurações ESTRELA ou DELTA, e podem ou não usar uma conexão de neutro.

O motor linear pode ser controlado mediante o uso de diversos

acionadores que aplicam formas de onda elétricas ao estator, para produzir uma saída mecânica do eixo (por exemplo, impulso) que pode afetar o deslocamento, a velocidade ou a aceleração do eixo. Por exemplo, para um motor linear com um estator que tem N fases, o motor linear pode ser acionado por um inversor de fase N tendo elementos de chaveamento de pelo menos $2N$ (por exemplo, alguma combinação de transistores e/ou diodos). Algumas modalidades podem usar múltiplos acionadores que cooperam uns com os outros para excitar o estator. Os acionadores podem usar diversas topologias de circuito (por exemplo meia-ponte, ponte inteira, ressonante ou quase-ressonante, ou acoplado por transformador), técnicas de transição de chaveamento (por exemplo, chaveamento com tensão zero, chaveamento com corrente zero, chaveamento ressonante ou quase-ressonante), e estratégias de modulação de chaveamento (por exemplo, modulação da largura de pulso, modulação da frequência de pulso, constante no tempo, controlada por fases, etc.).

Cada um dos controladores pode ser de circuito aberto ou de circuito fechado. Os controladores de circuito fechado podem ser configurados de modo a regular um ou mais parâmetro elétrico, mediante o uso de características de resposta do tipo descontínuo (bang-bang) ou outras. Os parâmetros que podem ser regulados pelos controladores podem incluir, por exemplo, um ou mais dentre pico de corrente instantâneo, corrente média, tensão de saída, tensão média e potência na saída, por exemplo. Em algumas implementações, os acionadores podem operar a partir de diversas entradas, as quais podem ser caracterizadas como formas de onda CC (por exemplo, fonte de tensão ligada em CC, ou uma CA retificada e filtrada) ou AC (por exemplo, 50 ou 60 Hz, substancialmente senoidal). Algumas modalidades do acionador podem receber uma tensão de entrada substancialmente CC, gerada por um circuito de correção do fator de potência (PFC, ou power factor correction). O acionador pode gerar a saída de diversas formas de onda de saída, como uma forma de onda substancialmente quadrada (que pode ser filtrada para produzir uma saída substancialmente suave), ou uma tensão substancialmente senoidal.

Em algumas implementações, o acionador pode ser operado de modo a mover o eixo para seguir uma trajetória predeterminada, como uma trajetória de velocidade linear, trapezoidal ou senoidal. Em outras modalidades, por exemplo, o acionador pode ser operado para aplicar ao eixo
5 uma força ou uma aceleração predeterminada ou máxima.

Diversas arquiteturas e implementações de controle podem ser usadas para controlar as operações realizadas pelos atuadores no sistema de montagem em alta velocidade 100. Por exemplo, as controladoras do motor podem ser comandadas diretamente por uma aplicação de controle por
10 computador pessoal, via acionadores seriais (por exemplo, RS-232, RS-485, USB ou I2C), paralelos ou em outros protocolos. Os motores podem, também, ser individualmente controlados por um CLP (controlador lógico programável) mediante o uso de cartões de saída analógicos e/ou digitais distintos, e amplificadores e/ou subsistemas de acionamento eletrônico associa-
15 dos. As seqüências de temporização podem ser implementadas por um programa de controle de CLP, o qual pode ser um programa do tipo lógica de escada ou outros conjuntos montados e compilados de instruções executáveis ou módulos em uma biblioteca de módulos, usando linguagens procedurais (por exemplo, Fortran) ou orientadas a objeto (por exemplo, C++, Java)
20 adequadas. Adicionalmente, pode ser usado um controle por meio de redes do tipo multidrop, como Ethernet, ou de outras redes de controle proprietárias, disponíveis junto aos fabricantes de CLP (por exemplo, Device Net). Um ou mais dos controladores no sistema de controle 200 podem usar um ou mais processadores, como microcontroladoras, microprocessadores, processadores de sinal digital (PSD) ou circuitos integrados para aplicação específica (ASICs), em combinação com uma fonte de instruções executáveis (por exemplo, elementos de memória) e conjunto de circuitos analógicos, digitais e/ou híbridos adequados.
25

Algumas implementações podem usar uma ou mais fontes e/ou
30 sumidouros, induzindo o fluxo de fluidos através da fonte de pressão hidrostática 202. Por exemplo, uma fonte de vácuo pode ser aplicada à porta de exaustão 134 do subconjunto de atuador linear 130, seja por si só ou em

combinação com uma fonte de fluido pressurizado, como a fonte de pressão 202, em comunicação com a cavidade de pressão 304. Os filtros, aquecedores, válvulas, dispositivos de restrição de fluxo, tubulações e/ou outros elementos de controle, distribuição ou suprimento podem ser usados em combinação com algumas modalidades.

Em algumas modalidades, o fluido pressurizado pode ser uma mistura de um ou mais fluidos, fluidos em uma ou mais temperaturas, pressões parciais, e/ou concentrações químicas (por exemplo, concentrações de íons). Os exemplos ilustrativos de combinações fluidas que podem ser usadas no fluxo de fluido pressurizado incluem ar ambiente e resfriado, ar com um gás inerte (por exemplo, argônio, nitrogênio), e ar com um aditivo químico de limpeza ou lubrificação. Em um exemplo, a temperatura do fluido sendo expulso através da chaminé 132 pode ser medida, caso a temperatura de exaustão se desvie de um valor predeterminado, por exemplo, o sistema de controle 200 pode acionar válvulas para misturar ar pré-resfriado (ou outro fluido), de modo a regular a temperatura de exaustão. Para um outro exemplo, uma pequena quantidade de substância para limpeza ou lubrificação pode ser adicionada, seja de maneira contínua em baixos teores, regularmente ou periodicamente, para prolongar o tempo entre ocorrências de manutenção requeridas, ou para reduzir a média de tempo entre falhas.

Em algumas modalidades, uma mistura controlada de uma substância pode ser introduzida, seja de maneira contínua ou em momentos selecionados durante um ciclo operacional, para obter-se um funcionamento otimizado. Por exemplo, um aditivo pode ser injetado na cavidade de pressão 304 para facilitar a liberação do papel separador do mandril, ou para revestir a superfície interna da peça de trabalho. Em algumas modalidades, uma concentração eficaz de um aditivo (por exemplo, catalisador e/ou reagentes) no fluxo de fluido pressurizado pode promover, inibir ou causar uma ou mais reações químicas, como uma reação de oxidação. Os aditivos podem, também, ser adicionados para controlar o tempo de cura (por exemplo, de um epóxi), o acúmulo de eletricidade estática, as propriedades de adesão da superfície, o tempo de secagem ou similares.

Em uma alternativa à modalidade exemplar da Figura 4A, o rotor 428 pode incorporar recursos para formar com o eixo 144 uma relação axialmente deslizante e acoplada rotacionalmente (isto é, em chaveta). Em algumas modalidades, a rotação do rotor 428 pode fornecer uma rotação controlada ao eixo 144, que pode substituir o pino de enrolamento 142 para formar o papel separador vertical em um tubo em redor do mandril 414. Em outras aplicações, o acoplamento em chaveta para fornecer rotação axial ao eixo 144 pode ser usado para manipular e orientar objetos, por exemplo, a taxas altas de velocidade. Isso pode ser benéfico para operações do tipo "pick-and-place", manipulações robóticas ou aplicações por bocal que possam envolver impressão, pintura, revestimento ou aspersão em superfícies tridimensionais, por exemplo. A rotação pode, também, oferecer operações rotacionais que requerem força linear, como a instalação de roscas ou o ajuste de potenciômetros, ou capacitâncias variáveis, por exemplo.

Em outras modalidades, mais de um volume anular pressurizado pode ser definido radialmente entre a superfície externa do eixo 144 e a parede interna do tubo de pressão 136. Por exemplo, um segundo volume anular pressurizado pode ser definido axialmente entre um dos coxins 420 ou 421 e um terceiro coxim. Esse segundo volume anular pode ser pressurizado por fluido pressurizado entrando através de uma segunda porta de entrada do tubo de pressão. Em algumas modalidades, algumas das aberturas 412 podem entrar nesse segundo volume anular pressurizado. Em algumas modalidades, um segundo conjunto de uma ou mais aberturas no eixo 144 pode ser mantido dentro do segundo volume anular pressurizado. Em algumas implementações, o segundo volume anular pode ser pressurizado com um fluido igual ou diferente, que pode ter temperatura, pressão (por exemplo, positiva ou negativa) e/ou concentração química diferentes. Em outro exemplo, um fluido em baixa temperatura pode ser circulado através da segunda câmara anular para proporcionar resfriamento adicional, e uma abertura para dentro do eixo 144 pode ou não ser usada. Algumas modalidades podem incluir dois ou mais volumes anulares que podem ser pressurizados por um ou mais fluidos.

O sistema 100 pode ser implementado, pelo menos em parte, como um sistema de computador que pode ser usado com modalidades da invenção.

5 As diversas modalidades da invenção podem ser implementadas em circuitos eletrônicos digitais, ou em hardware, firmware e software de computador, ou em combinações dos mesmos. Os aparelhos podem ser implementados em um produto de programa de computador incorporado de maneira tangível a um veículo de informação, por exemplo, em um dispositivo de armazenamento legível por máquina ou em um sinal propagado, para
10 execução por um processador programável, e os métodos podem ser realizados por um processador programável executando um programa de instruções para realizar funções da invenção operando com os dados de entrada e gerando uma saída. A invenção pode ser implementada vantajosamente em um ou mais programas de computador que são executáveis em um sistema programável incluindo ao menos um processador programável acoplado de modo a receber dados e instruções de, e transmitir dados e instruções para, um sistema de armazenamento de dados, ao menos um dispositivo de entrada, e ao menos um dispositivo de saída. Um programa de computador é um conjunto de instruções que pode ser usado, direta ou indiretamente,
15 em um computador para executar uma determinada atividade, ou obter um determinado resultado. Um programa de computador pode ser escrito em qualquer forma de linguagem de programação, inclusive linguagens compiladas ou interpretadas, e pode ser implementado de qualquer forma, inclusive como programa de funcionamento independente ou como um módulo, componente, sub-rotina ou outra unidade adequada ao uso em um ambiente de computação.
20
25

Os processadores adequados para a execução de um programa de instruções incluem, por exemplo, microprocessadores genéricos e especializados, e o processador único ou um dentre múltiplos processadores
30 de qualquer tipo de computador. Genericamente, um processador receberá instruções e dados de uma memória só de leitura, de uma memória de acesso aleatório, ou de ambas. Os elementos essenciais de um computador são

um processador para executar as instruções e uma ou mais memórias para armazenar as instruções e os dados. Geralmente, um computador também inclui, ou está acoplado de modo operacional para comunicar-se com, um ou mais dispositivos de armazenamento em massa para armazenar arquivos de dados, esses dispositivos incluem discos magnéticos, como discos rígidos internos e discos removíveis, discos magneto-ópticos e discos ópticos. Os dispositivos de armazenamento adequados para incorporar de modo tangível as instruções e os dados de um programa de computador incluem todas as formas de memória não-volátil inclusive, a título de exemplo, dispositivos de memória baseados em semicondutor, como EPROM, EEPROM e dispositivos de memória flash, discos magnéticos como discos rígidos internos e discos removíveis, discos magneto-ópticos e discos de CD-ROM e DVD-ROM. O processador e a memória podem ser suplementados por, ou estar incorporados a, ASICs (circuitos integrados para aplicação específica).

Para proporcionar interação com um usuário, a invenção pode ser implementada em um computador tendo um dispositivo de exibição, como um monitor de CRT (tubo de raios catódicos) ou LCD (tela de cristal líquido) para exibição de informações ao usuário, bem como um teclado e um dispositivo apontador como um mouse ou trackball, por meio do qual o usuário pode fornecer entradas ao computador.

A invenção pode ser implementada em um sistema de computador que inclui um componente de "back-end", como um servidor de dados, ou que inclui um componente de middleware, como um servidor de aplicações, ou um servidor de Internet, ou que inclui um componente de "front-end", como um computador cliente tendo uma interface gráfica de usuário ou um navegador de Internet, ou qualquer combinação destes. Os componentes do sistema podem ser conectados por qualquer forma ou meio de comunicação de dados analógica ou digital, inclusive mensagens baseadas em pacotes, em uma rede de comunicação. Exemplos de redes de comunicação incluem, por exemplo, uma LAN, uma WAN, redes sem fio e/ou de fibra óptica, bem como os computadores e redes que formam a Internet.

O sistema de computador pode ser implementado sob a forma

de um sistema de computação distribuída, e pode incluir clientes e servidores. Um cliente e um servidor estão, geralmente, afastados um do outro e tipicamente interagem por meio de uma rede. A relação entre cliente e servidor surge devido a programas de computador funcionando nos respectivos computadores e mantendo uma relação de cliente-servidor um com o outro.

Diversas modalidades da invenção foram descritas. Todavia, deve-se compreender que várias modificações podem ser feitas sem se afastar do espírito e do escopo da invenção. Por exemplo, resultados vantajosos podem ser obtidos, se as etapas das técnicas apresentadas forem realizadas em uma seqüência diferente, se os componentes nos sistemas apresentados forem combinados de maneira diferente, ou se os ditos componentes forem substituídos ou suplementados por outros componentes. As funções e processos (inclusive os algoritmos) podem ser realizados por meio de hardware, software ou uma combinação dos mesmos, e algumas modalidades podem ser realizadas em módulos ou em hardware que não são idênticos àqueles descritos. Conseqüentemente, outras modalidades estão no escopo das reivindicações apresentadas a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de fabricação para a manipulação de objetos, **caracterizado por** compreender:
 - 5 uma estrutura compreendendo uma câmara de fluido interna com um orifício de entrada de fluido para direcionar fluido entrante na direção de uma abertura de controle; e
 - um conjunto de válvula que compreende:
 - um membro guia; e
 - 10 uma estrutura de bloqueio de abertura que se move livremente em relação ao membro guia, onde a estrutura de bloqueio de abertura normalmente permite que fluido na câmara de fluido interna seja descarregado através da abertura de controle de modo a formar na abertura de controle uma força de sucção para atrair um objeto na direção da câmara de fluido interna, exceto quando o conjunto de válvula é acelerado para criar uma força de aceleração que faz com que a estrutura de bloqueio de abertura suplante as forças de descarga de fluido na abertura de controle e seja forçada ao encontro de e bloqueie a passagem de fluido através da abertura de controle, em cujo caso fluido dentro da câmara de fluido interna se mova para ser descarregado através da abertura controlada para repelir um objeto a partir da câmara de fluido interna.
 - 20 2. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 1, onde a câmara de fluido interna compreende um tubo.
 - 3. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 2, onde a câmara de fluido interna compreende um eixo de um motor linear.
 - 25 4. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 2, onde o membro guia é fixado próximo a uma extremidade da câmara de fluido interna tendo a abertura de controle.
 - 5. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 2, onde, em operação, a câmara de fluido interna é forçada a se movimentar em um movimento alternativo substancialmente ao longo de um eixo geométrico longitudinal do tubo.
 - 30 6. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 1, onde

a abertura de controle compreende uma porção em formato de chanfro para conformar-se com a estrutura de bloqueio de abertura.

5 7. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 1, onde a estrutura de bloqueio de abertura compreende uma porção de absorção de choques.

8. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 7, onde a porção de absorção de choques compreende um ou mais objetos pequenos.

10 9. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 8, onde os ditos um ou mais objetos pequenos compreendem um ou mais recipientes parcialmente cheios com um ou mais materiais selecionados do grupo consistindo de plástico, metal, areia, água e óleo.

15 10. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 8, onde os ditos um ou mais objetos pequenos compreendem recipientes que são cheios com um ou mais materiais até níveis entre cerca de 5% a cerca de 90% de sua capacidade.

20 11. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 1, adicionalmente compreendendo meios para amortecer a estrutura de bloqueio de abertura para atenuar ricochetes quando de qualquer impacto da estrutura de bloqueio de abertura ao encontro de uma periferia da abertura de controle.

12. Conjunto de fabricação de acordo com a reivindicação 1, onde o membro guia forma uma gaiola substancialmente aberta dentro da qual a estrutura de bloqueio de abertura é deslizavelmente disposta.

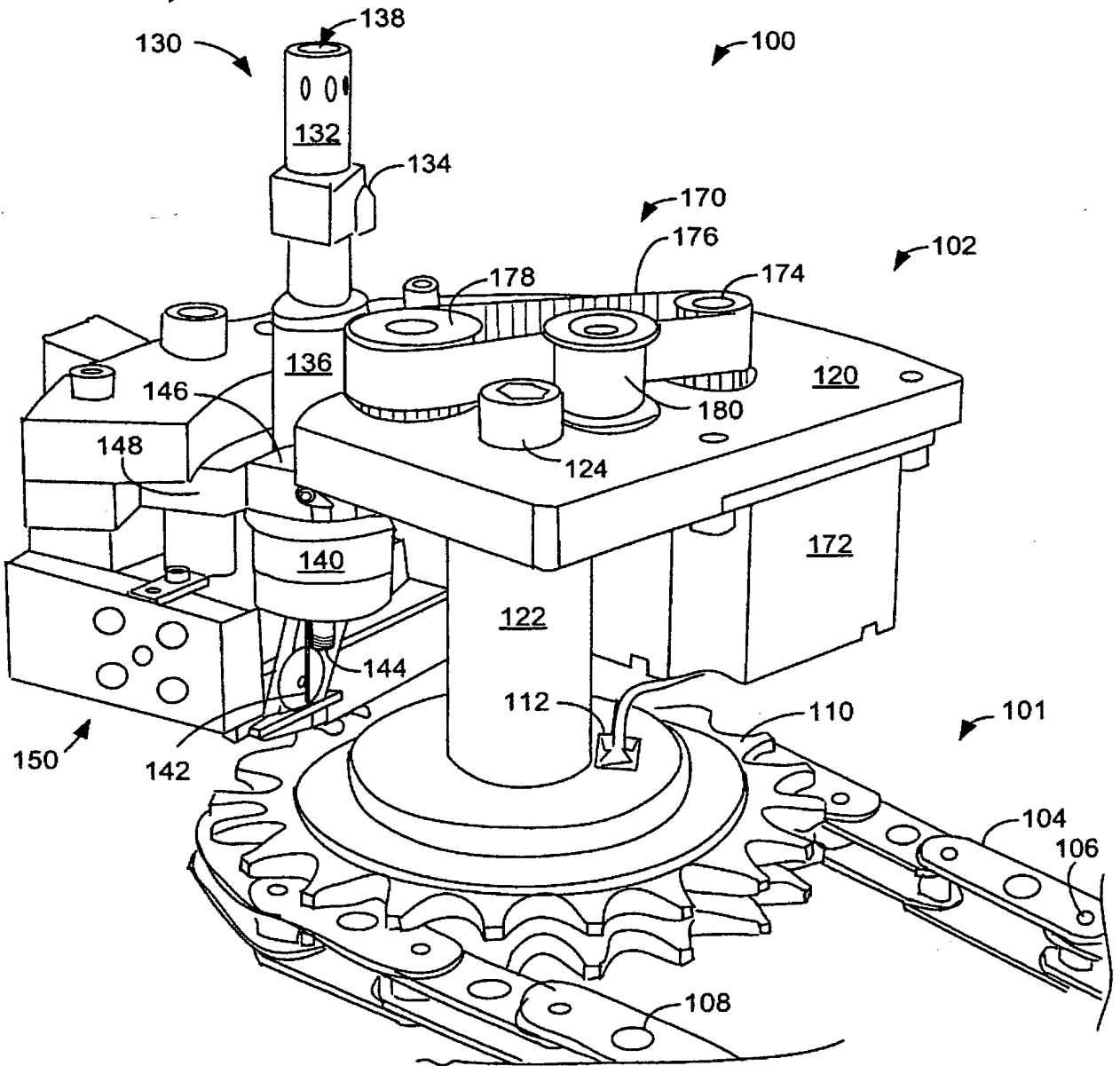


FIG. 1

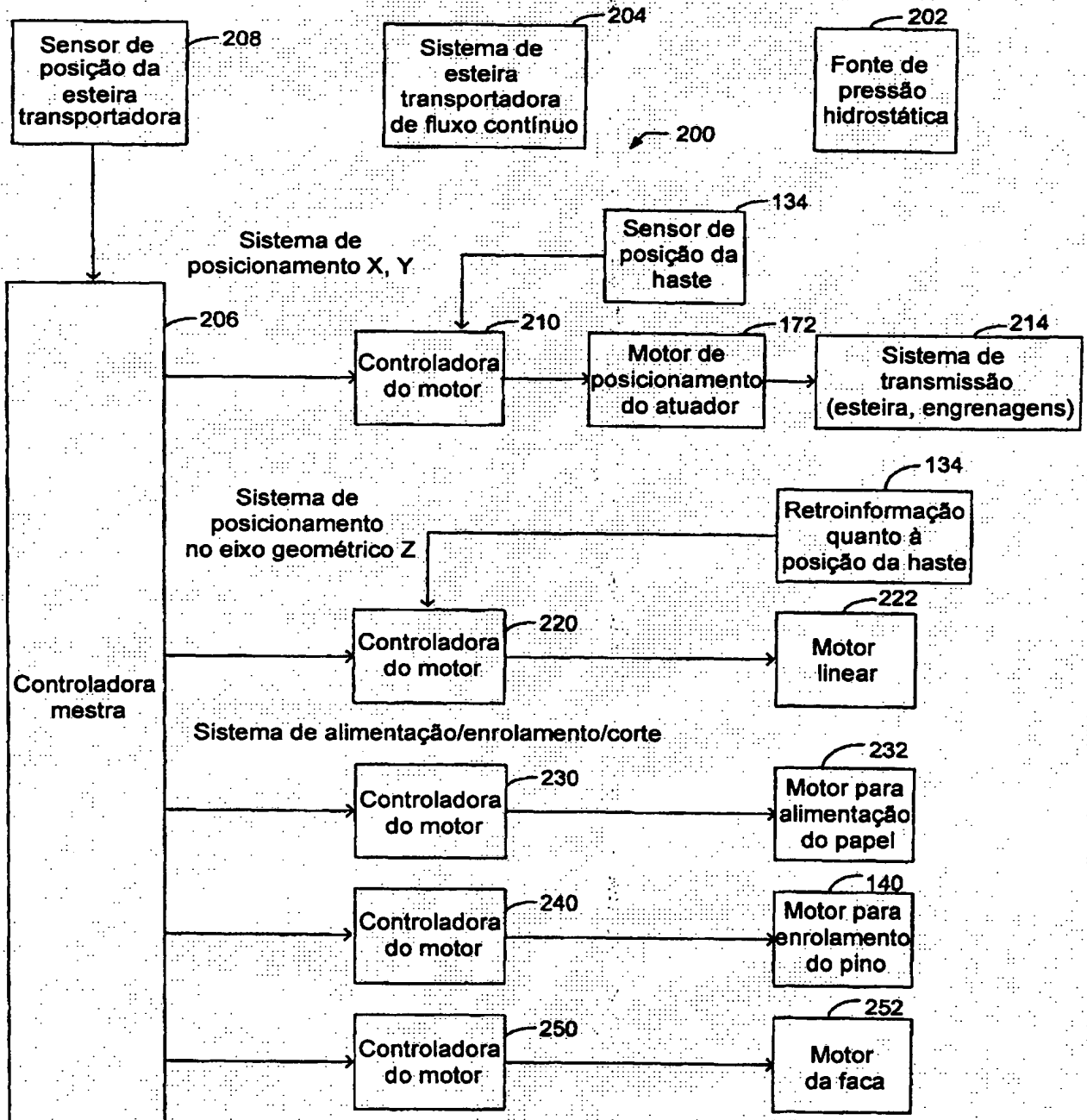


FIG. 2

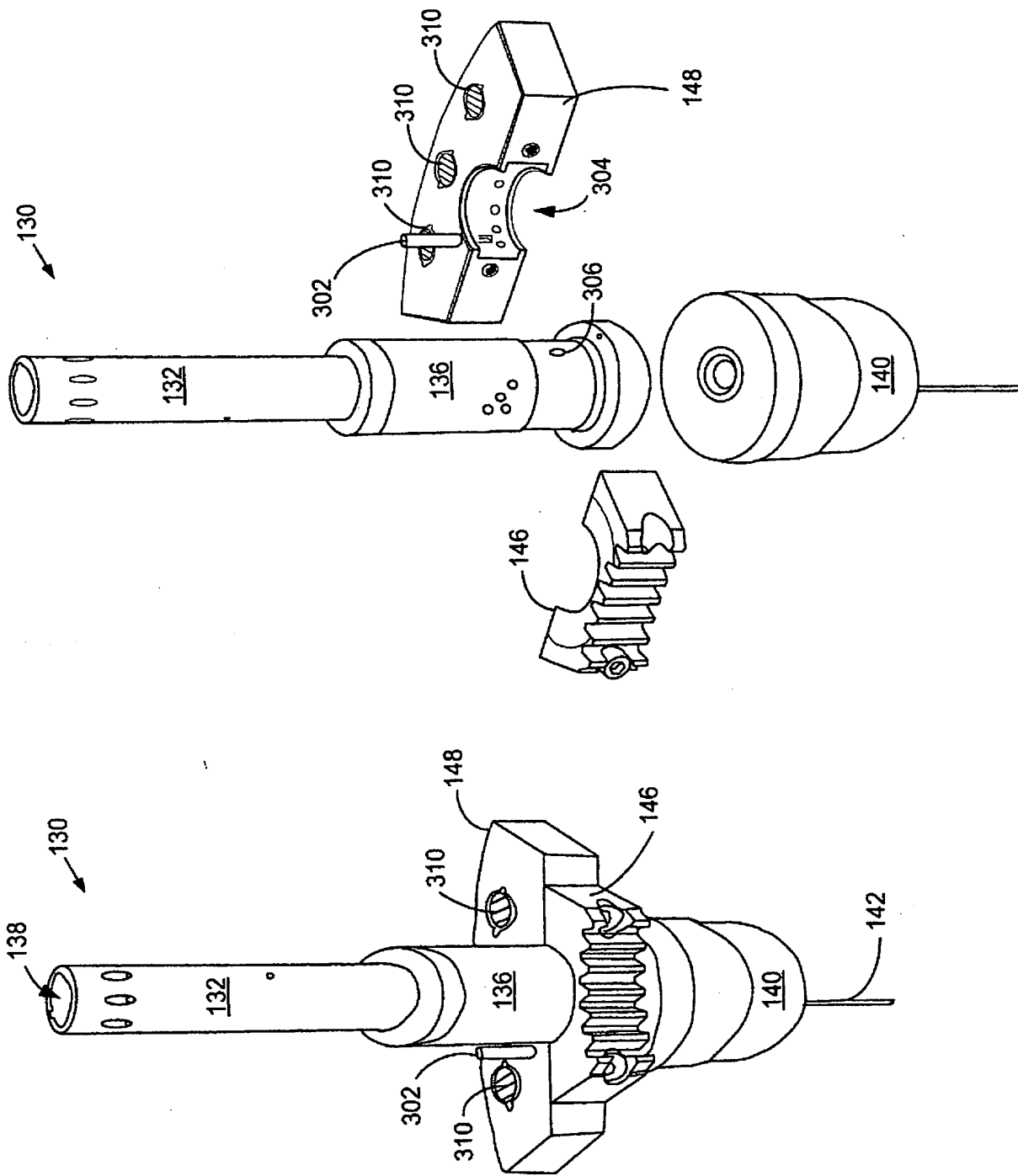


FIG. 3B

FIG. 3A

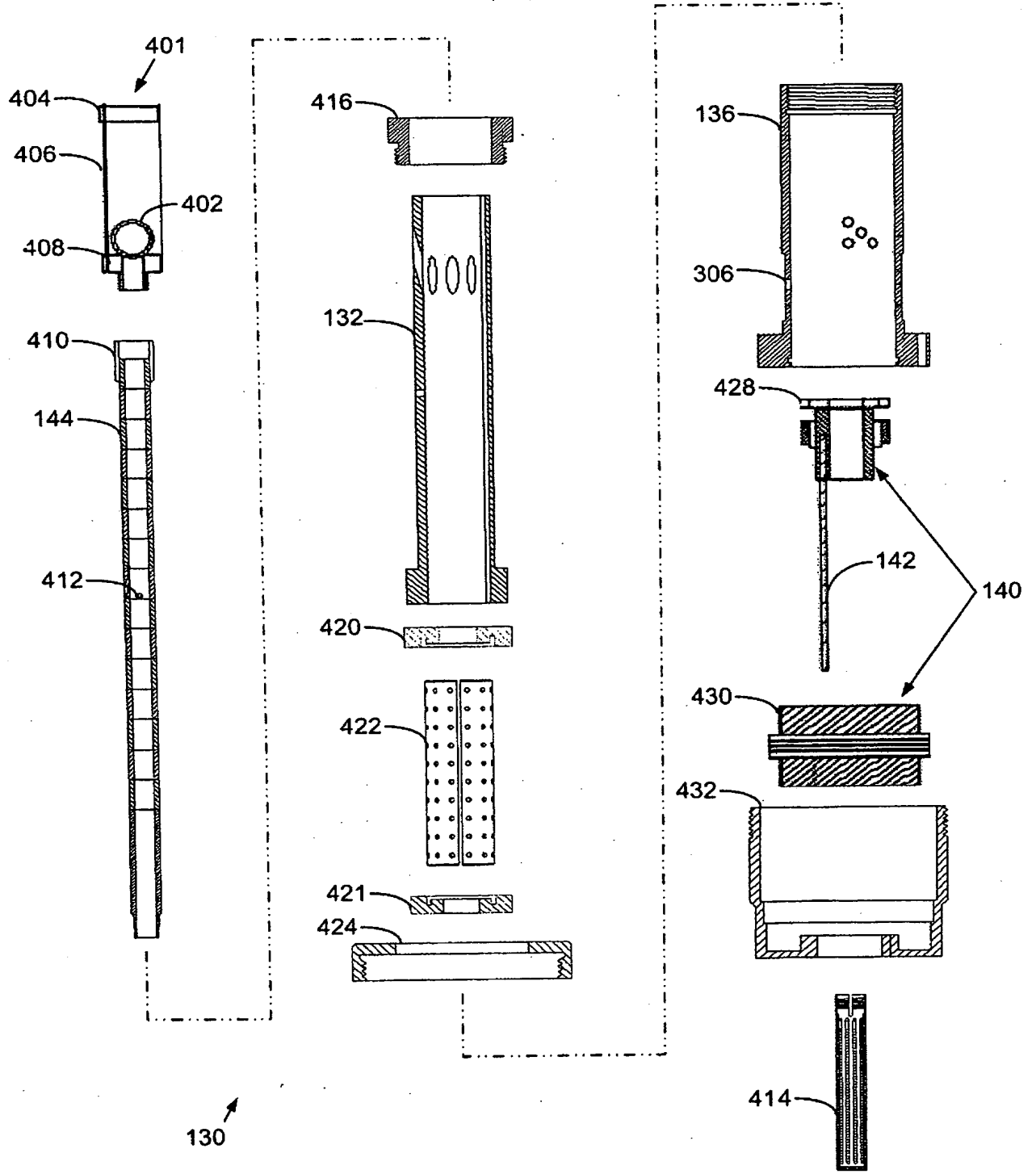


FIG. 4A

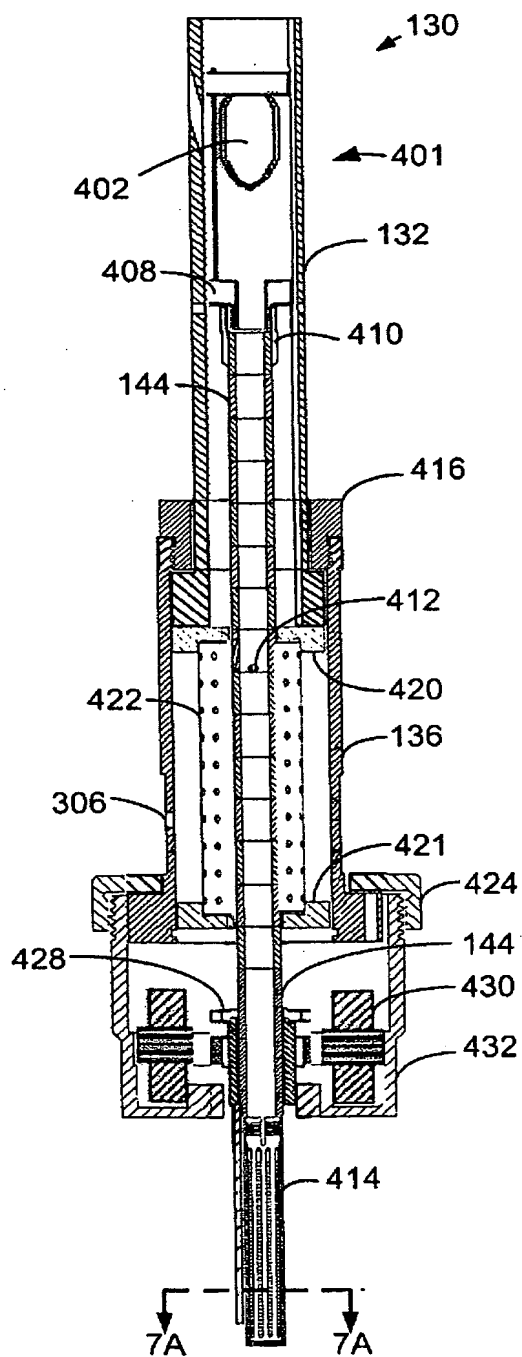


FIG. 4B

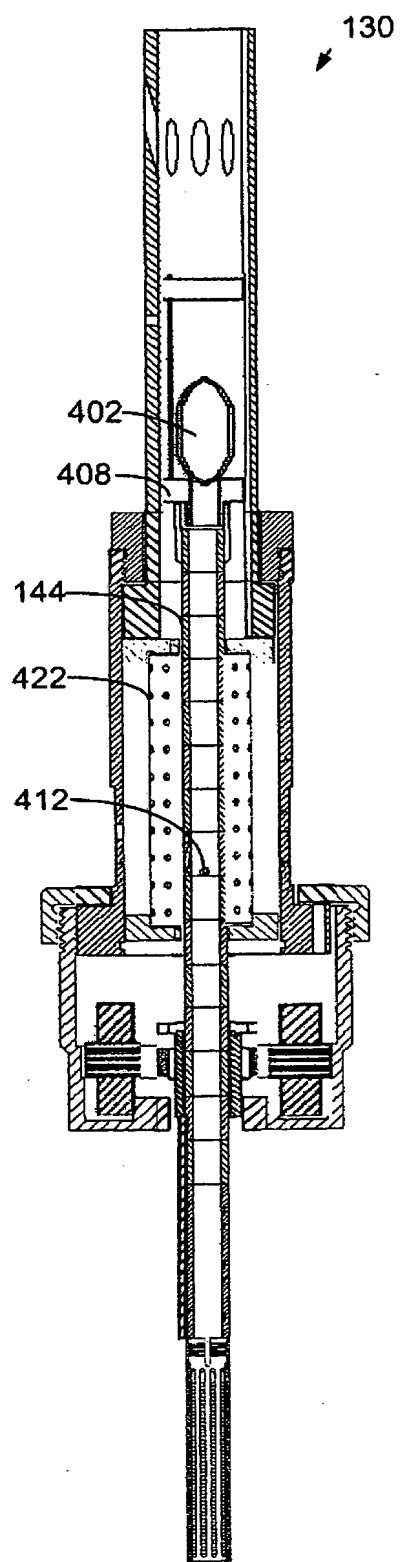


FIG. 4C

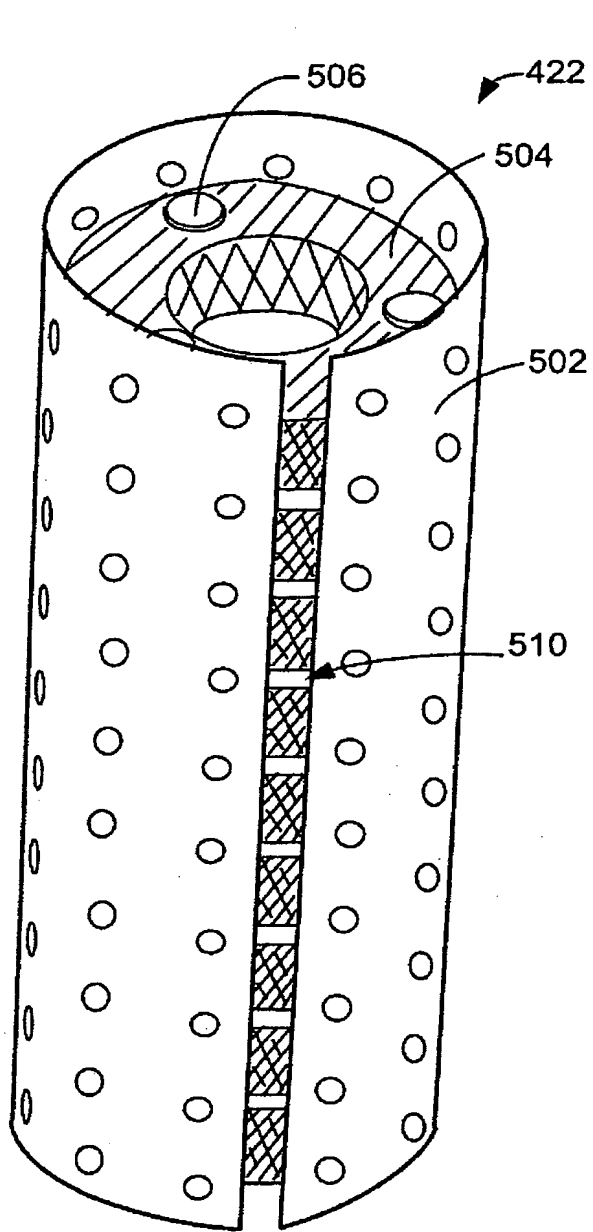


FIG. 5A

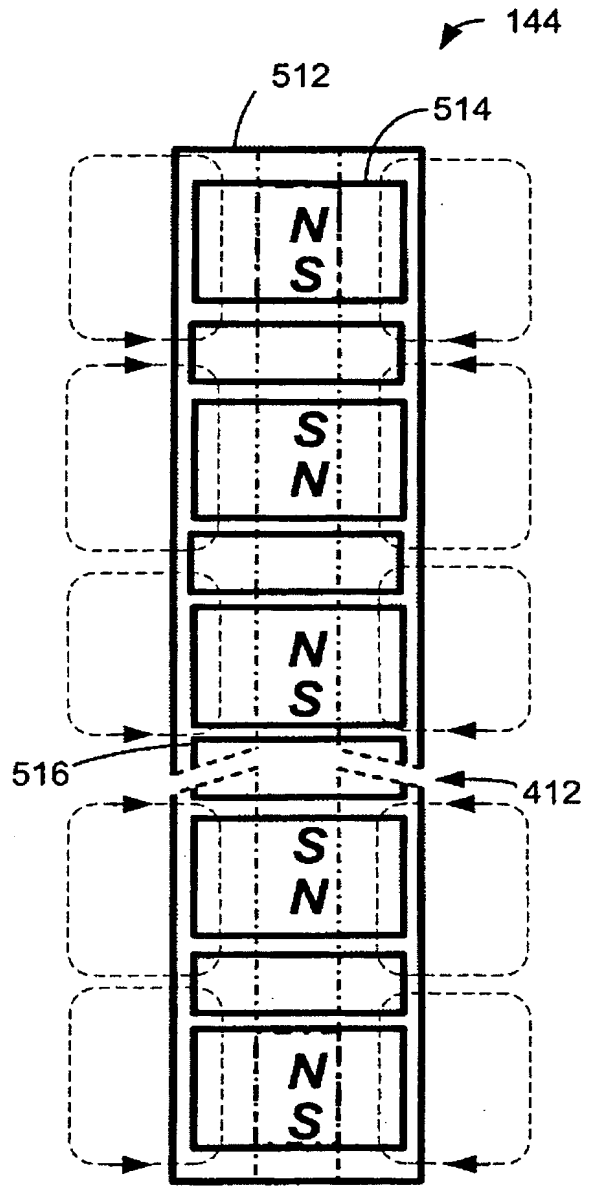


FIG. 5B

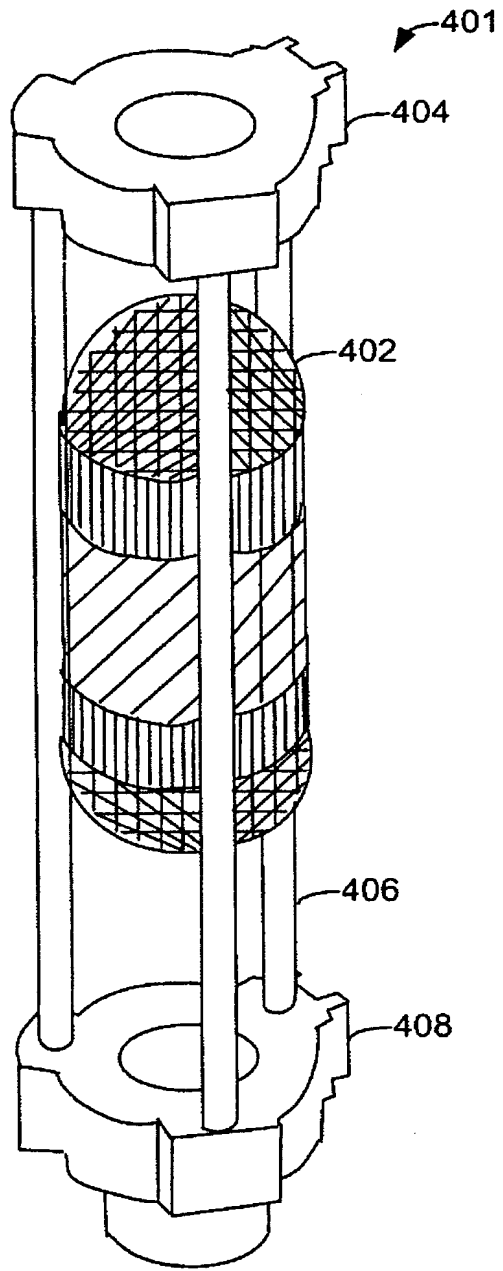
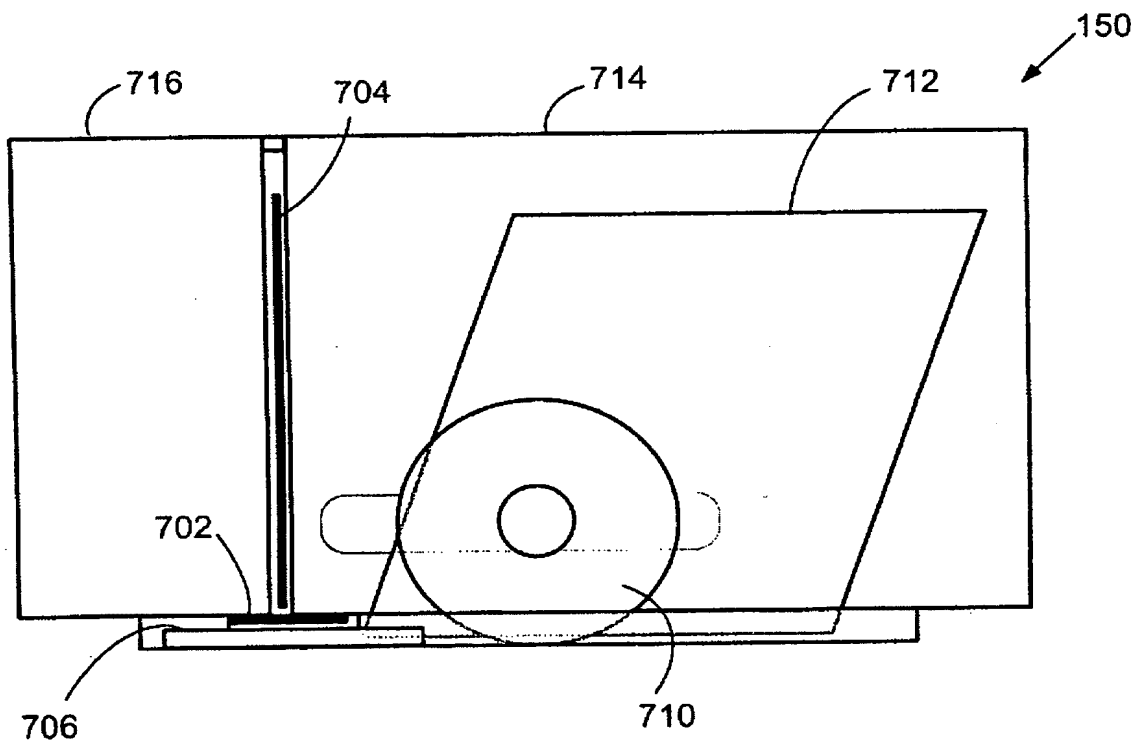
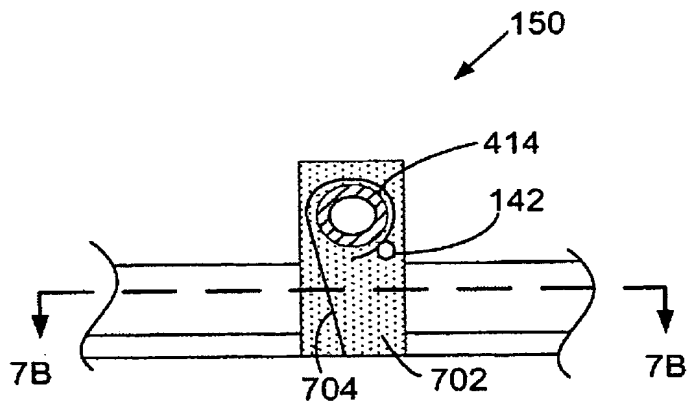


FIG. 6



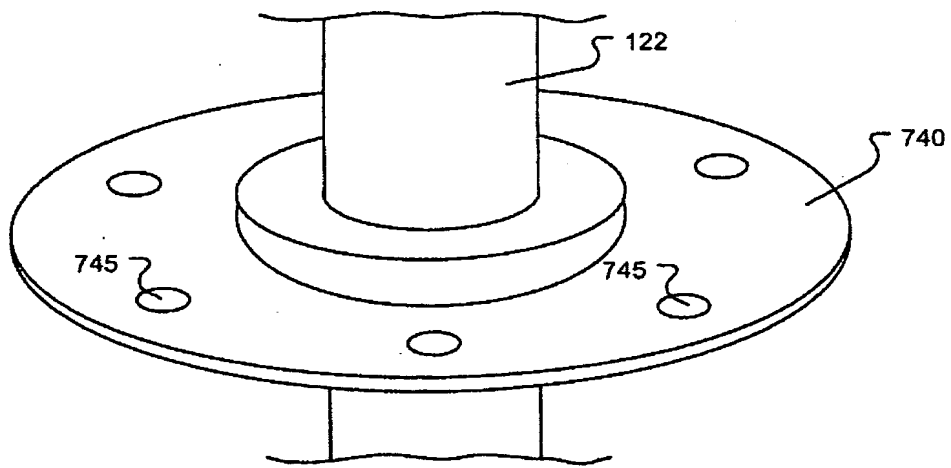


FIG. 7C

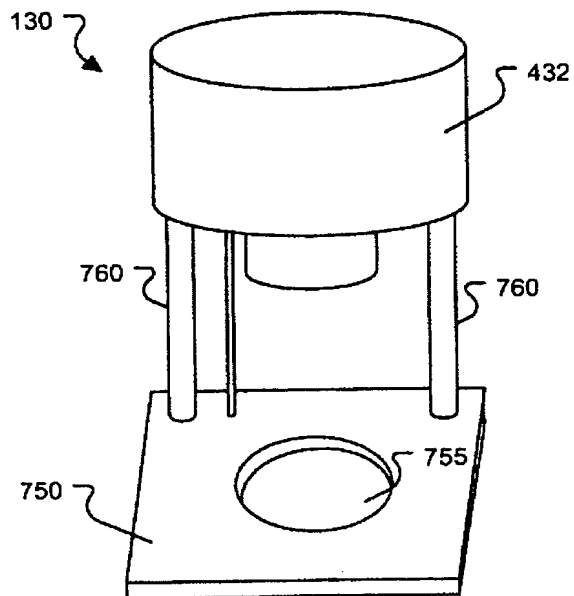


FIG. 7D

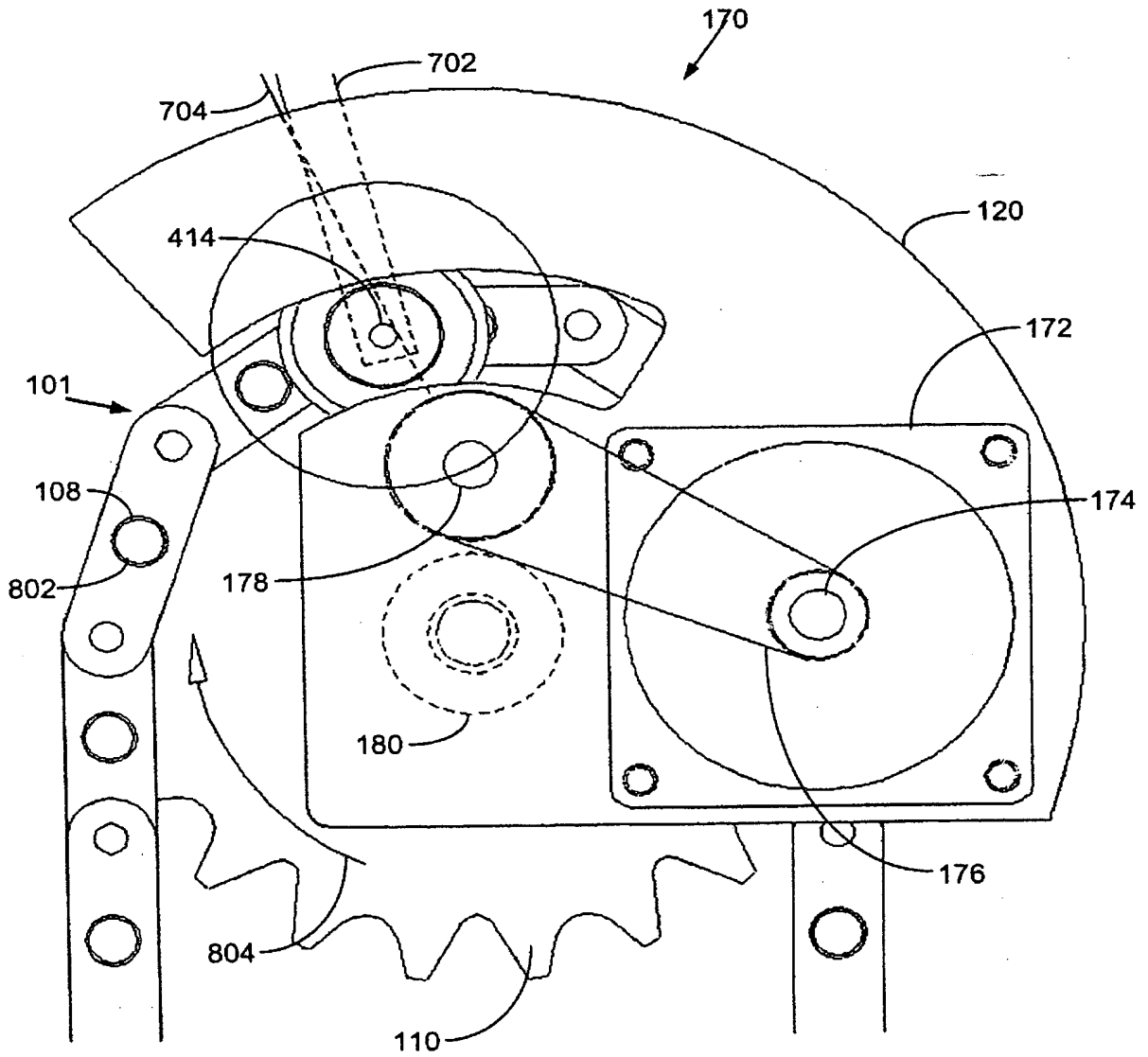


FIG. 8

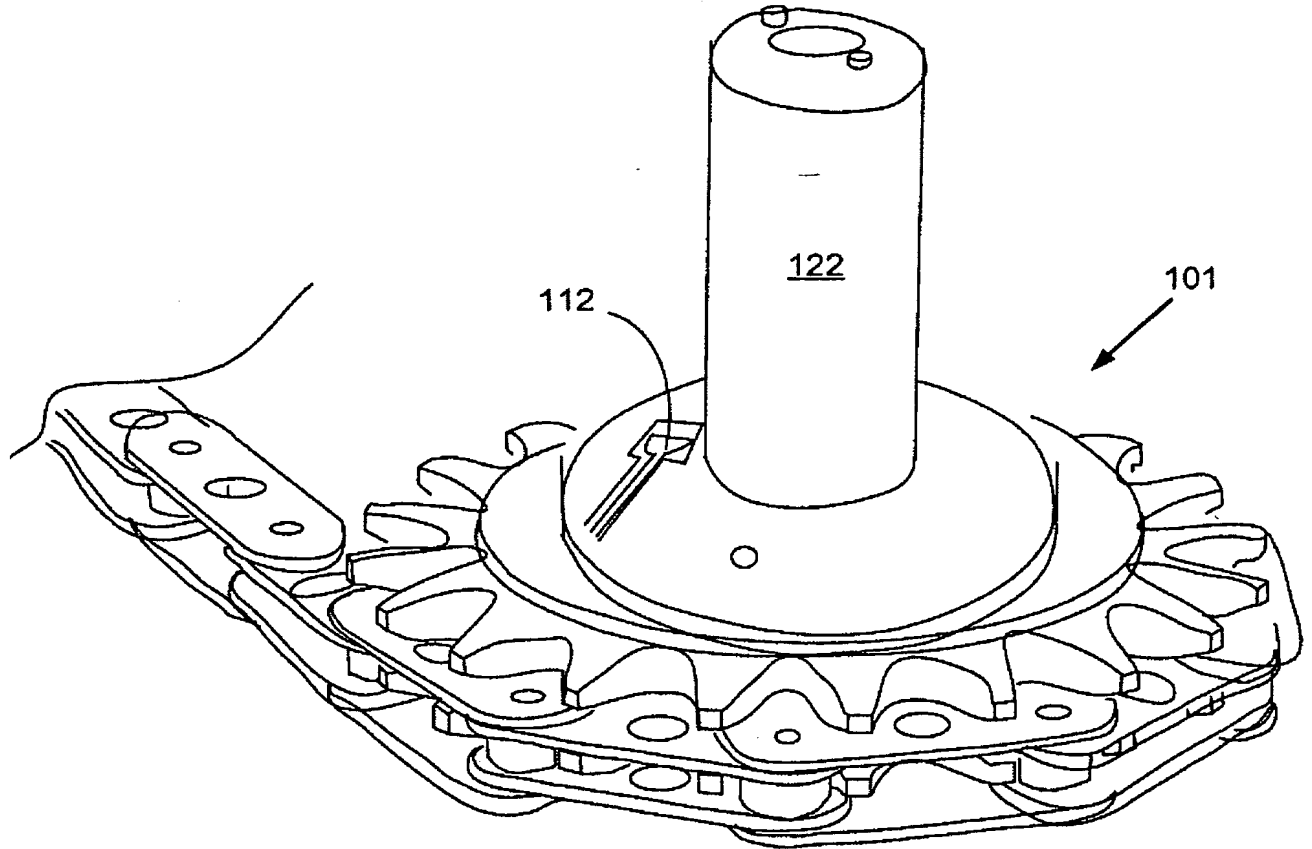


FIG. 9

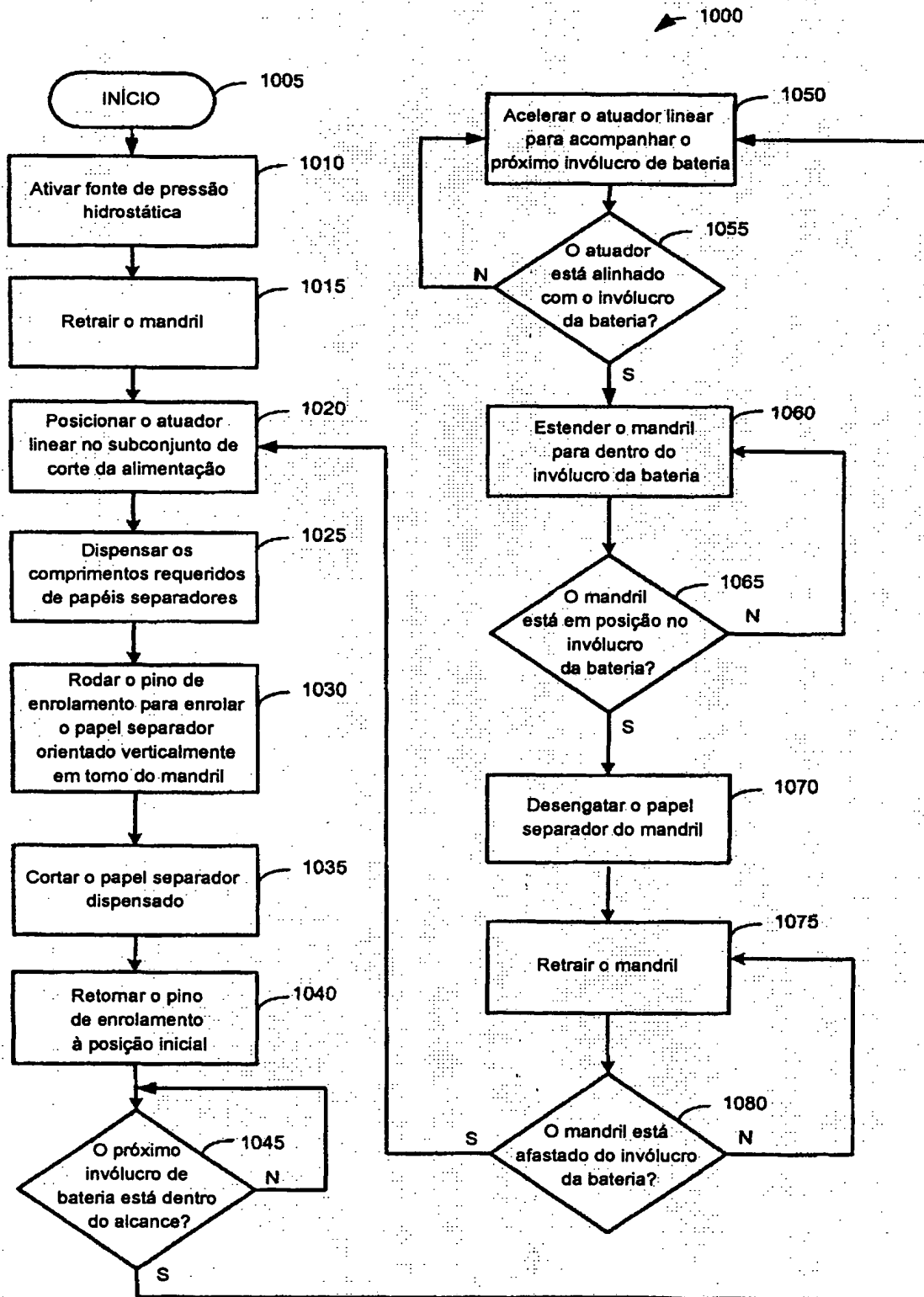


FIG. 10

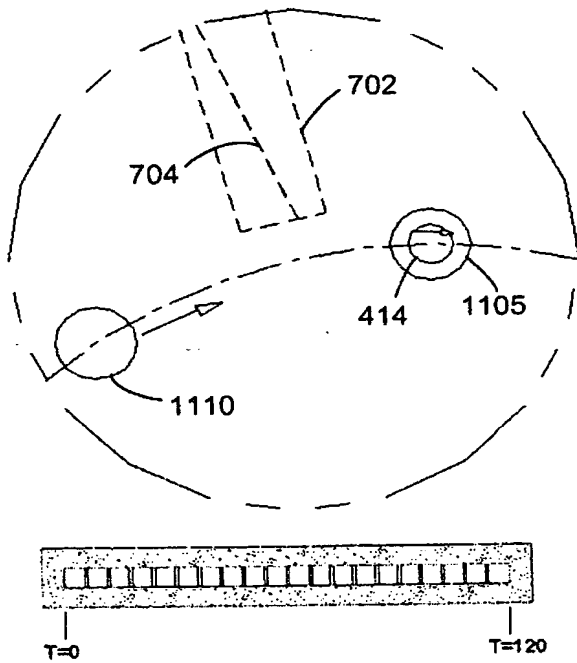


FIG. 11A

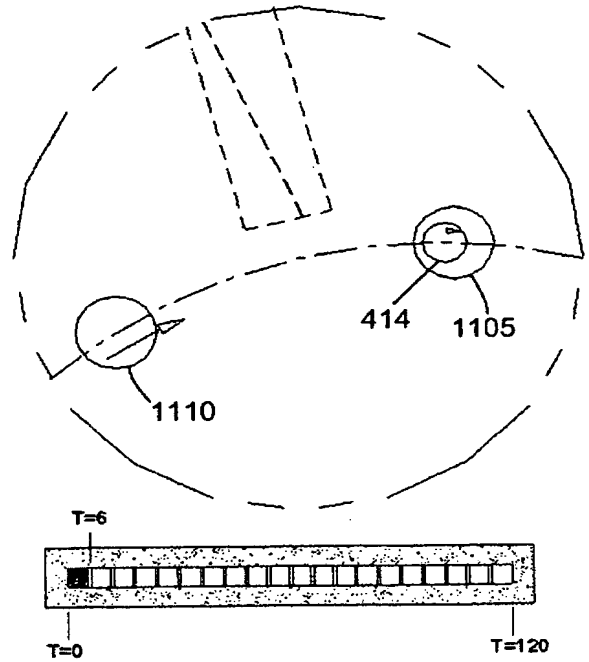


FIG. 11B

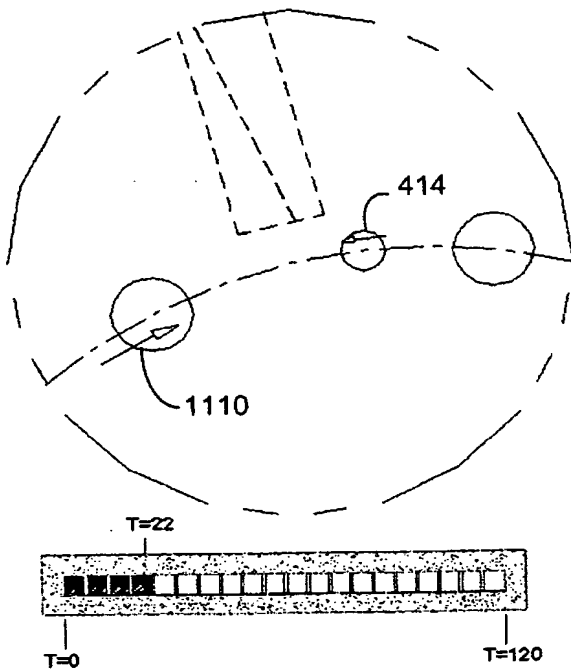


FIG. 11C

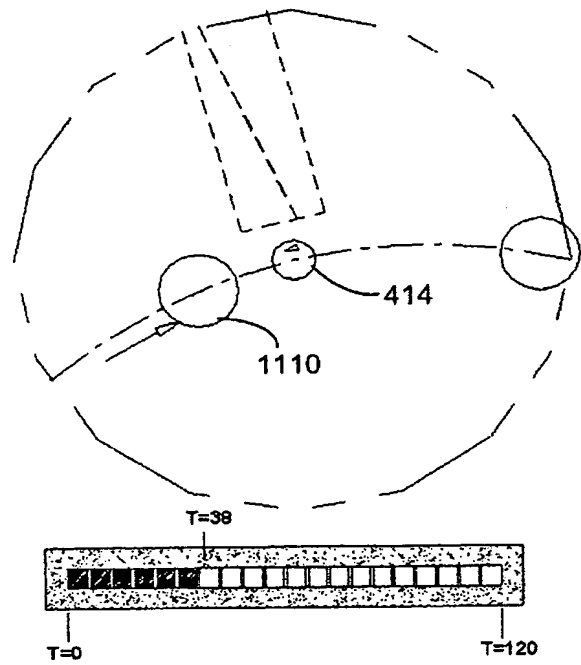


FIG. 11D

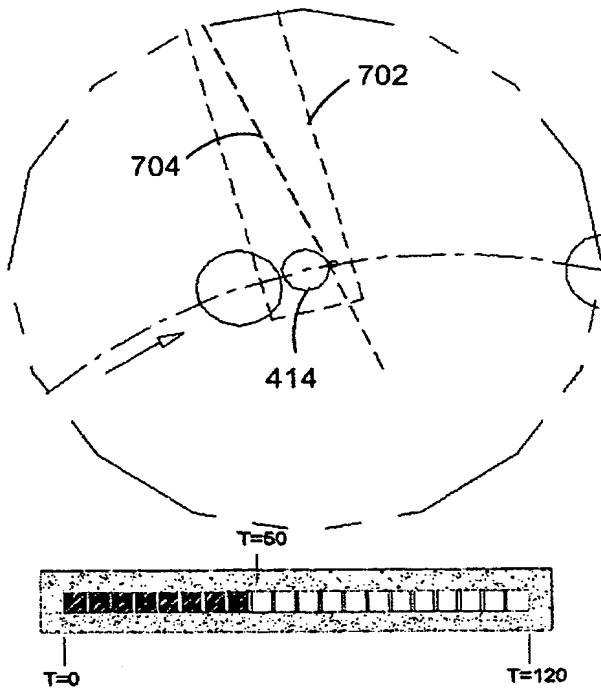


FIG. 11E

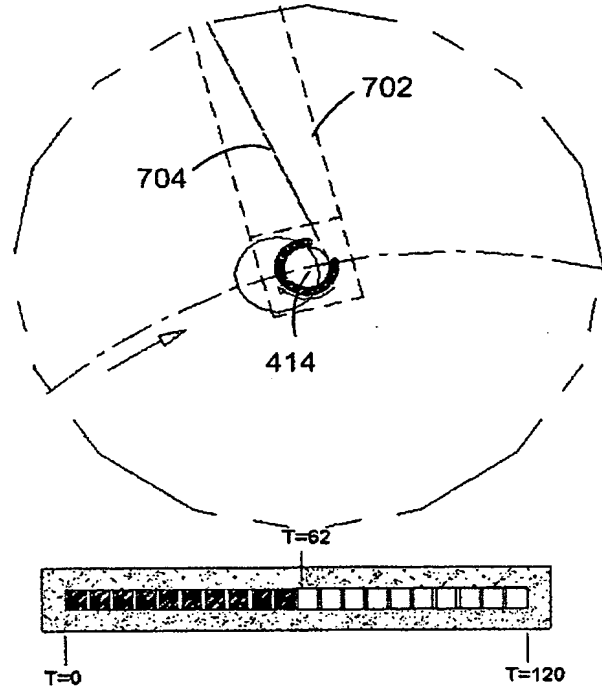


FIG. 11F

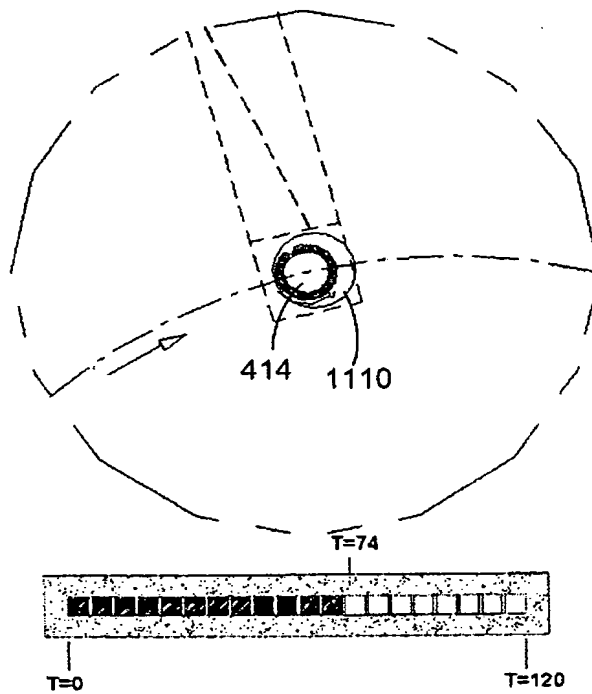


FIG. 11G

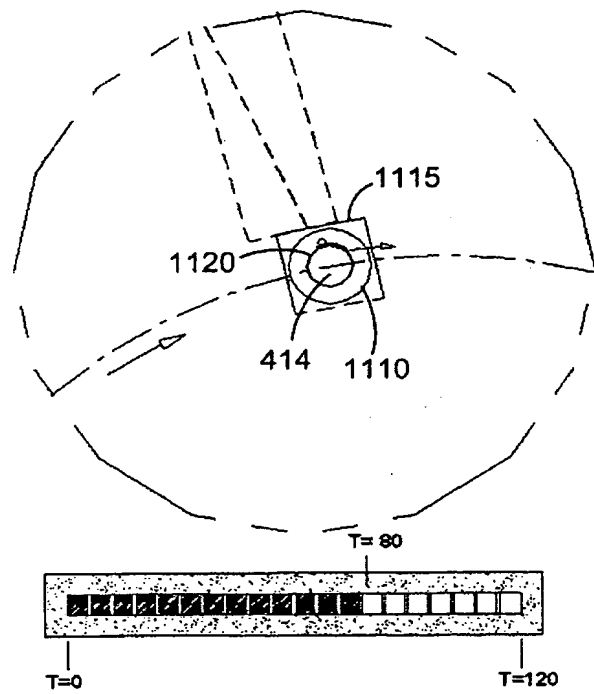


FIG. 11H

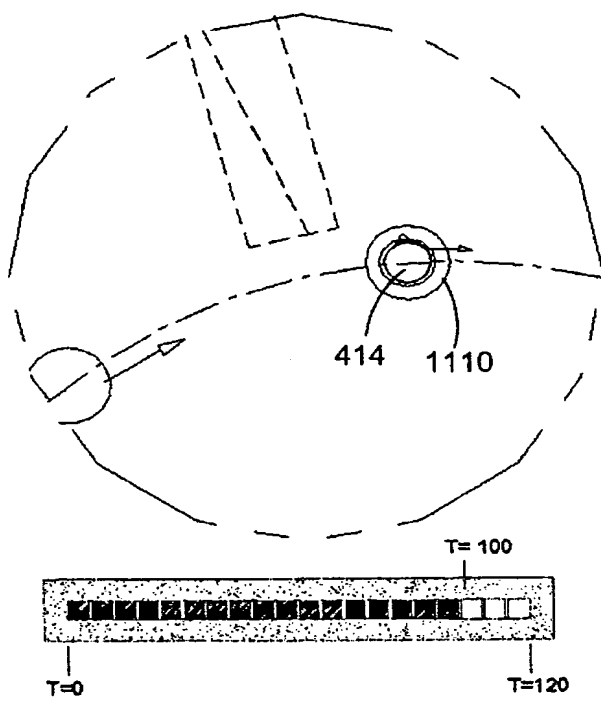


FIG. 11I

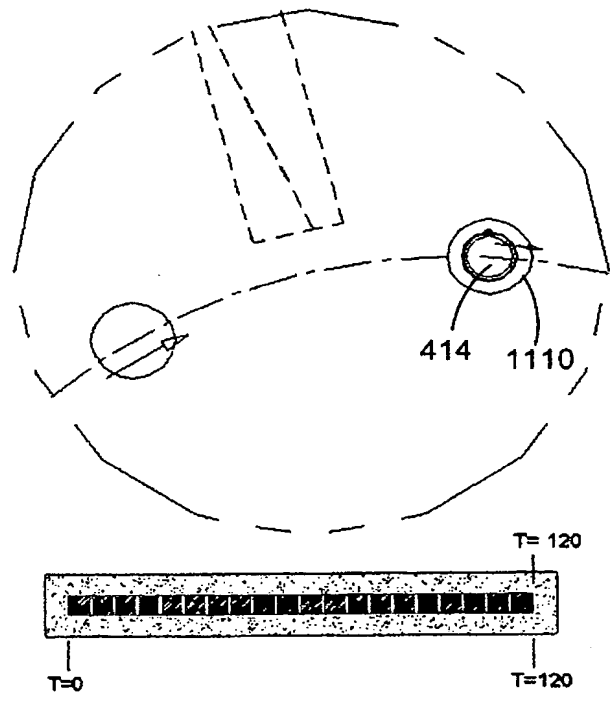


FIG. 11J

PI 0620934-3

RESUMO

Patente de Invenção "CONJUNTO DE FABRICAÇÃO PARA A MANIPULAÇÃO DE OBJETOS".

O aparelho e os sistemas ou métodos associados incluem uma máquina linear com um elemento de núcleo alongado e axialmente deslizante (isto é, um eixo). Em uma modalidade, o eixo inclui pelo menos uma abertura radial para proporcionar comunicação de um fluido (por exemplo, ar) entre um volume interno de um tubo de enrolamento que contém um ou mais enrolamentos estacionários, e cada extremidade do eixo, através de um lúmen que se estende axialmente por todo o comprimento do eixo. Os enrolamentos estacionários estão espaçados para permitir o fluxo do fluido através de uma pluralidade de aberturas radiais presentes no tubo de enrolamento. Em particular, a circulação de fluido através dos enrolamentos pode proporcionar suficiente resfriamento para aumentar a classificação de corrente máxima da máquina. A circulação de fluido pode, também, oferecer capacidades de processamento pneumático (por exemplo, imobilização por vácuo, expulsão por sopro). Em uma modalidade exemplar, o aparelho pode ser usado para inserir separadores de papel do tipo tubo-e-quadrado em invólucros de bateria, em altas velocidades.