



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112019015803-0 B1

(22) Data do Depósito: 09/03/2018

(45) Data de Concessão: 28/03/2023

(54) Título: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA PROCESSAR UMA AMOSTRA CONTIDA EM UM RECIPIENTE DE AMOSTRAS LÍQUIDAS

(51) Int.Cl.: G01N 1/28; G01N 1/31; G01N 35/00; G01N 35/04; G01N 35/10.

(30) Prioridade Unionista: 09/03/2017 US 15/454,819.

(73) Titular(es): HOLOGIC, INC..

(72) Inventor(es): BARRY F. HUNT; RAYMOND JENOSKI; RYAN OLIVA; MICHAEL CORDEIRO; ERIC GRIMES.

(86) Pedido PCT: PCT US2018021879 de 09/03/2018

(87) Publicação PCT: WO 2018/165630 de 13/09/2018

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/07/2019

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras líquidas que inclui um cabeçote de ferramenta automatizada configurado para girar em torno de um primeiro eixo geométrico, e para transladar ao longo de um segundo eixo geométrico diferente do primeiro eixo geométrico, um posicionador de elemento analítico possuindo um retentor de elemento analítico configurado para agarrar de forma liberável um elemento analítico, e um dispositivo de transferência de espécime portado pelo cabeçote de ferramenta, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente uma extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime para obter um espécime de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, e para transferir o espécime obtido para um elemento analítico mantido pelo retentor de elemento analítico, respectivamente, através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA PROCESSAR UMA AMOSTRA CONTIDA EM UM RECIPIENTE DE AMOSTRAS LÍQUIDAS**".

Campo

[0001] A presente descrição refere-se geralmente à preparação de espécimes biológicos, e mais particularmente, a sistemas e métodos automatizados para coletar um espécime biológico a partir de um recipiente de amostras líquidas e distribuir o espécime e um elemento analítico, tal como uma lâmina para espécimes, além de sistemas e métodos automatizados, para obtenção de uma alíquota da amostra para teste adicional.

Antecedentes

[0002] A citologia é uma ramificação da biologia que lida com o estudo da formação, estrutura e função das células. Como aplicada a uma instalação laboratorial, citologistas, citotecnologistas e outros profissionais médicos realizam diagnósticos médicos sobre a condição de um paciente com base em exame visual de um espécime das células do paciente. Uma técnica de citologia típica é um teste de Papanicolau, no qual as células são raspadas do colo uterino da mulher e analisadas a fim de detectar a presença de células anormais, um precursor da instalação do câncer de colo de útero. Técnicas citológicas também são utilizadas para se detectar células anormais e doenças em outras partes do corpo humano.

[0003] Técnicas citológicas são amplamente empregadas devido ao fato de a coleta de amostras celulares para análise ser geralmente menos invasiva do que os procedimentos patológicos cirúrgicos tradicionais, tal como biópsias, onde um espécime de tecido sólido é removido do paciente utilizando-se agulhas especializadas para biópsia, possuindo estiletos transladáveis carregados por mola, cânulas fixas e similares. As amostras celulares podem ser obtidas do paciente por uma

variedade de técnicas incluindo, por exemplo, raspagem de uma área, ou pela utilização de uma agulha para aspirar líquidos corporais da cavidade torácica, bexiga, canal espinhal, ou outra área adequada. A amostra celular adquirida é tipicamente localizada em uma solução de preservação e subsequentemente extraída da solução e transferida para uma lâmina de vidro. Um fixador é aplicado à amostra celular para garantir que as células permaneçam no lugar na lâmina de vidro para facilitar a pigmentação e exame subsequentes.

[0004] É geralmente desejável que as células na lâmina possuam uma distribuição espacial adequada, de modo que células individuais possam ser examinadas. Uma única camada de células é tipicamente preferida. De acordo, a preparação de um espécime a partir de uma amostra de líquidos contendo muitas células (por exemplo, dezenas de milhares) exige tipicamente que as células sejam primeiramente separadas uma da outra por dispersão mecânica, cisalhamento líquido, ou outras técnicas de modo que uma camada única fina de células possa ser coletada e depositada na lâmina. Dessa forma, o citotecnologista pode discernir mais prontamente a presença de quaisquer células anormais na amostra do paciente. As células também podem ser contadas para se garantir que um número adequado de células tenha sido avaliado.

[0005] Determinados métodos e aparelho para gerar uma camada singular fina de células e a partir de um recipiente de amostras líquidas e, então, transferir essa camada fina para uma "lâmina de espécimes" o que é vantajoso para o exame físico, são descritos na Patente U.S. No. 5.143,627, No. 5.240.606, No. 5.269.918, No. 5.282.978, No. 6.562.299, No. 6.572.824 e No. 7.579.190, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade. De acordo com um método descrito nessas patentes, as células do paciente em um líquido de preservação em um recipiente de amostras são distribuídas

utilizando-se um coletor de amostras rotativo disposto nesse local. Um vácuo controlado é aplicado ao coletor de amostras para passar o líquido através de um filtro de tela até que uma quantidade e uma distribuição espacial das células desejadas sejam coletadas contra o filtro. Depois disso, o coletor de amostras é removido do recipiente de amostras e a parte de filtro impressa contra uma lâmina de vidro para transferir as células coletadas para a lâmina em uma distribuição substancialmente igual à distribuição espacial como coletada. O aparelho fabricado de acordo com os ensinamentos de uma ou mais dessas patentes tem obtido sucesso comercial, tal como o processador ThinPrep® 2000 (lâminas de espécimes processadas a partir de amostras de paciente uma vez), e o Processador ThinPrep® 5000 (batelada de lâminas de espécimes processada a partir de amostras de paciente), que são fabricados e vendidos por Hologic, Inc., localizado em Marlborough, Massachusetts. Referência adicional é feita à patente U.S. No. 7.556.777, e 7.771.662, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade.

[0006] Uma vez que uma lâmina de espécime foi preparada, o espécime pode ser visualmente inspecionado por um citotecnologista, tipicamente sob amplificação, e com ou sem várias fontes de iluminação. Ainda ou alternativamente, os sistemas de criação automatizada de imagens de lâminas são utilizados para auxiliar no processo de inspeção citológica. Por exemplo, um sistema de criação automatizado de imagens de lâmina pode capturar uma imagem de todas, ou substancialmente todas, as células capturadas na lâmina, e realizar uma avaliação preliminar das células utilizando técnicas de processamento de imagem a fim de direcionar o citotecnologista potencialmente para as células mais relevantes na lâmina para fins de inspeção próxima. Exemplos de tais sistemas de criação de imagem são descritos nas patentes U.S. Nos. 7.587.078, 6.665.060, 7.006.674 e

7.590.492 e descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade. Seja por inspeção da lâmina real de espécime sob amplificação, ou de imagens amplificadas do espécime, o espécime é tipicamente classificado pelo citotecnologista como "normal" ou "anormal", onde uma amostra anormal normalmente se encontra em uma das categorias principais definidas por The Bethesda System for Reporting Cervical/Vaginal Cytologic Diagnosis, cujas categorias incluem Lesões Intraepiteliais Escamosas de Baixo Grau (LSIL), Lesões Intraepiteliais Escamosas de Alto Grau (HSIL), Carcinoma Celular Escamoso, Adenocarcinoma, células Glandulares Atípicas de Significância Indeterminada (AGUS), Adenocarcinoma in situ (AIS), e Célula Escamosa Atípica (ASC). Informação adicional referente às classificações de espécime celular é amplamente disponível.

[0007] Pode ser desejável se realizar outros tipos de teste de diagnóstico da mesma amostra do paciente, tal como para Papiloma vírus Humano (HPV). Com base na forte correlação entre HPV e câncer de colo de útero, tem sido recomendado o teste de DNA HPV como um teste de triagem para pacientes cujos resultados de lâmina de Papanicolau foram classificados como ASC-US. No caso no qual uma lâmina de Papanicolau com base em líquido é realizada, a mesma amostra utilizada para realizar a análise de Papanicolau pode ser convenientemente utilizada para realizar um teste de DNA HPV "reflexivo", eliminando, assim, a necessidade de uma visita repetida à clínica e um segundo teste Papanicolau. Por exemplo, se um espécime for classificado como positivo para ASC-US, uma "alíquota" (por exemplo, 4 mL) de amostra de líquido pode ser removida do frasco armazenado e enviada para um laboratório de diagnóstico molecular para teste de DNA HPV.

[0008] De forma significativa, os laboratórios que realizam testes DNA HPV estão preocupados com contaminação molecular, um

problema bem conhecido em laboratórios de diagnóstico molecular. Dessa forma, devido ao risco de contaminação cruzada, os laboratórios de diagnóstico molecular podem não aceitar alíquotas que tenham sido retiradas de uma lâmina de Papanicolau com base em líquido já processada por medo de gerar desnecessariamente falsos HPV positivos. Como tal, é desejável se obter e armazenar uma alíquota de cada amostra de paciente antes do processamento da lâmina de espécime a fim de se preservar uma parte da amostra sem exposição à contaminação cruzada. Por meio de exemplo, determinados métodos e aparelho para obtenção de uma alíquota de uma amostra de pacientes antes do processamento da lâmina de espécime são descritos nas patentes U.S. Nos. 7.674.434 e 8.137.289, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade. Exemplos adicionais de obtenção de alíquotas de amostra, em geral, mas não necessariamente em conjunto com a criação de lâminas de espécime, são descritos na patente U.S. No. 9.335.336 e Publicação de Patente U.S. 2017/0052205, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade.

[0009] Além de serem utilizadas para teste de DNA HPV, as alíquotas das amostras de Papanicolau com base em líquido também podem ser utilizadas para teste de DNA para outras doenças sexualmente transmissíveis, tal como *Chlamydia trachomatis* e *Neisseria gonorrhoeae*. No entanto, falsos positivos são um problema especial quando se testa por *Chlamydia trachomatis* e *Neisseria gonorrhoeae*, visto que podem apresentar enormes repercussões familiares e sociais. Dessa forma, os laboratórios de diagnóstico molecular estão ainda mais relutantes em aceitar alíquotas de amostras de Papanicolau com base em líquido já processadas. O teste para outras doenças sexualmente transmissíveis não precisa ser utilizado apenas para triagem de espécimes ACS-US. Na verdade, tal teste deve

ser realizado em paralelo com os testes de Papanicolau por solicitação do médico, alíquotas podem ser retiradas das amostras de Papanicolau antes do processamento, por exemplo, pela pipetagem manual da alíquota através do frasco, minimizando, assim, o risco de contaminação cruzada. No entanto, essa etapa ainda pode não satisfazer as exigências estritas de prevenção de contaminação impostas pelos laboratórios de diagnóstico molecular.

[0010] Em adição aos problemas de contaminação, a pipetagem de uma alíquota a partir de uma amostra de Papanicolau com base em líquido, seja ela realizada antes ou depois da amostra ser processada, e realizada para teste de HPV ou teste de qualquer outra doença sexualmente transmissível, aumenta o custo na forma de trabalho manual que envolve não apenas a pipetagem da alíquota dentro de um frasco adicional, mas também a rotulação do frasco.

[0011] Existe, dessa forma, uma necessidade de se fornecer uma aparelho e métodos aperfeiçoados para obter uma alíquota a partir de uma amostra biológica com base em líquido, tal como uma amostra de Papanicolau, enquanto se minimiza o risco de contaminação cruzada.

Sumário

[0012] As modalidades da presente descrição são direcionadas a sistemas e métodos automatizados aperfeiçoados para processar uma amostra (tal como uma amostra biológica) contida em um recipiente de amostras.

[0013] Em uma modalidade, um sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras líquidas inclui um retentor de recipiente de amostras configurado para reter um recipiente de amostras em um cabeçote de ferramenta automatizado configurado para girar em torno de um primeiro eixo geométrico, e para transladar ao longo de um segundo eixo geométrico diferente do primeiro eixo geométrico, o sistema incluindo ainda um dispositivo de

transferência de espécime portado pelo cabeçote de ferramenta, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente uma extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime para obter um espécime de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, e então para transferir o espécime obtido para um elemento analítico (por exemplo, uma lâmina) mantido em um retentor de elemento analítico, respectivamente, através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e a translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico. Sem limitação, a extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime pode ser configurada para receber um filtro, o filtro compreendendo um corpo tubular que forma uma vedação com a parte de extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime e uma parte de extremidade de membrana porosa, que é configurada para permitir que o líquido passe através da mesma enquanto retém a matéria celular em uma superfície externa da mesma.

[0014] O sistema pode incluir ainda um posicionador de elemento analítico incluindo o retentor de elemento analítico, onde o retentor de elemento analítico é configurado para agarrar de forma liberável o elemento analítico. O posicionador de elemento analítico pode ser configurado para localizar automaticamente um elemento analítico portado pelo posicionador de elemento analítico em um recipiente de fixação mantido no retentor de recipiente de fixador depois que um espécime foi transferido para o elemento analítico. O sistema pode incluir uma plataforma de carregamento de elemento analítico (por exemplo, lâmina) localizada em uma superfície do cabeçote de ferramenta, onde o posicionador de elemento analítico coopera de forma operacional com o cabeçote de ferramenta de modo que o retentor de elemento analítico engate e remova automaticamente um

elemento analítico localizado na plataforma de carregamento, e onde o posicionamento de elemento analítico coopera de forma operacional com o cabeçote de ferramenta para posicionar automaticamente um elemento analítico engatado perto da extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime para transferir o espécime para o elemento analítico engatado.

[0015] O sistema pode incluir ainda um dispositivo de encerramento de recipiente de amostra disposto no cabeçote de ferramenta e configurado para agarrar e liberar de forma controlada uma tampa de um recipiente de amostras mantida no retentor de recipiente de amostras, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o dispositivo de encerramento de recipiente de amostras perto da tampa de recipiente de amostras através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e a translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico, e onde o dispositivo de encerramento de recipiente de amostras coopera de forma operacional com o retentor de recipiente de amostras para remover ou instalar a tampa de recipiente de amostras. Sem limitação, o retentor de recipiente de amostras pode ser configurado para girar automaticamente em uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária, enquanto que o dispositivo de encerramento de recipiente de amostras engata a tampa de recipiente de amostras a fim de remover a tampa de recipiente de amostras do recipiente de amostras, e onde o retentor de recipiente de amostras é configurado para girar automaticamente na outra dentre a direção de rotação horária e a direção de contração anti-horária, enquanto que o dispositivo de encerramento de recipiente de amostras engata a tampa do recipiente de amostras a fim de instalar a tampa de recipiente de amostras no recipiente de amostras.

[0016] O sistema pode incluir ainda um distribuidor de ponta de pipeta e um pipetador portado pelo cabeçote de ferramenta, o pipetador possuindo um elemento de engate de ponta de pipeta configurado para engatar de forma liberável as pontas da pipeta, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta perto do distribuidor de ponta de pipeta para permitir que o elemento de engate de ponta de pipeta engate uma ponta de pipeta mantida pelo distribuidor de ponta de pipeta através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e a translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico. Sem limitação, o distribuidor de ponta de pipeta pode ser montado em um transportador de distribuidor de ponta de pipeta configurado para transladar o distribuidor de ponta de pipeta com relação ao cabeçote de ferramenta, de modo que o distribuidor de ponta de pipeta possa ser seletivamente transladado para um local no qual o cabeçote de ferramenta posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta para engatar uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta. O sistema pode incluir ainda uma câmara de isolamento de distribuidor de ponta de pipeta, onde o transportador de distribuidor de ponta de pipeta é configurado para transladar seletivamente o distribuidor de ponta de pipeta entre a localização na qual o cabeçote de ferramenta posiciona a ponta de pipeta que engata o elemento para engatar uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta e uma segunda localização dentro da câmara de isolamento. Uma lixeira de ponta de pipeta pode ser montada no transportador de distribuidor de ponta de pipeta, onde o transportador de distribuidor de ponta de pipeta é configurado para transladar seletivamente a lixeira de ponta de pipeta para um local no qual o cabeçote de ferramenta posicione a ponta de pipeta engatando o elemento para desengatar uma ponta de pipeta para dentro da lixeira

de ponta de pipeta. Por exemplo, a lixeira de ponta de pipeta pode ser montada no transportador de ponta de pipeta com relação ao distribuidor de ponta de pipeta de modo que, quando a lixeira de ponta de pipeta é transladada para o local no qual o cabeçote de ferramenta posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta para desengatar uma ponta de pipeta para dentro da lixeira de ponta de pipeta, o distribuidor de ponta de pipeta é transladado simultaneamente para dentro da câmara de isolamento.

[0017] Nas modalidades incluindo o pipetador, o sistema pode incluir ainda um retentor de recipiente suplementar configurado para manter um recipiente suplementar, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta em uma posição na qual uma ponta de pipeta engatada ao elemento de engate de ponta de pipeta é inserido em um recipiente de amostras mantido no mesmo retentor de recipiente, e em uma posição na qual a ponta de pipeta engatada é inserida em um recipiente suplementar mantido no retentor de recipiente suplementar, respectivamente, através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico. O recipiente suplementar pode ser um recipiente de alíquota, onde quando o cabeçote de ferramenta e o pipetador cooperam de forma operacional para causar automaticamente o engate do elemento de engate de ponta de pipeta com uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta, retirar uma alíquota de uma amostra de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras utilizando a ponta engatada da pipeta, e distribuir a alíquota de amostras obtida no recipiente de alíquotas, respectivamente. Alternativamente, e sem limitação, o recipiente suplementar pode ser um recipiente de reagente contendo um reagente, e onde, quando o cabeçote de ferramenta e o

pipetador cooperam de forma operacional para automaticamente fazer com que o elemento de engate de ponta de pipeta engate uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta, retira uma alíquota de reagente do recipiente de reagente utilizando a ponta engatada de pipeta, retira uma alíquota do reagente do recipiente de reagente utilizando a ponta engatada da pipeta, e distribui a alíquota de reagente para dentro de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, respectivamente.

[0018] Um dispositivo de encerramento de recipiente suplementar pode ser disposto no cabeçote de ferramenta e configurado para agarrar e liberar de forma controlável uma tampa de um recipiente suplementar mantido no retentor de recipiente suplementar, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o dispositivo de encerramento de recipiente suplementar perto da tampa de recipiente suplementar através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico, e onde o dispositivo de encerramento de recipiente suplementar coopera de forma operacional com o retentor de recipiente suplementar para remover ou instalar a tampa de recipiente suplementar. Por exemplo, o retentor de recipiente suplementar pode ser configurado para girar automaticamente em uma dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária, enquanto o dispositivo de encerramento de recipiente suplementar engata a tampa do recipiente suplementar a fim de remover a tampa de recipiente suplementar do recipiente suplementar, e onde o retentor de recipiente suplementar é configurado para girar automaticamente na outra entre a direção de rotação horária e a direção de rotação anti-horária, enquanto o dispositivo de encerramento de recipiente suplementar engata a tampa de recipiente suplementar a fim de instalar a tampa de recipiente suplementar no

recipiente suplementar. Em algumas modalidades, incluindo ambos um dispositivo de encerramento de recipiente de amostras e um dispositivo de encerramento de recipiente suplementar, os dois dispositivos de encerramento podem ser desviados um do outro no cabeçote de ferramenta de modo que, quando o dispositivo de encerramento de recipiente de amostra está em uma posição para se agarrar e remover a tampa de encerramento de amostra, o dispositivo de encerramento de recipiente suplementar está em uma posição para se agarrar e remover a tampa de recipiente suplementar sem o movimento rotativo adicional da ferramenta.

[0019] O sistema pode incluir ainda uma plataforma de carregamento de elemento analítico (por exemplo, lâmina) localizada em uma superfície do cabeçote de ferramenta, onde o posicionador de elemento analítico coopera de forma operacional com o cabeçote de ferramenta de modo que o retentor de elemento analítico engate e remova automaticamente um elemento analítico localizado na plataforma de carregamento, e onde o posicionador de elemento analítico coopera de forma operacional com o cabeçote de ferramenta para posicionar automaticamente um elemento analítico engatado perto da extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime para transferir o espécime para o elemento analítico engatado.

[0020] O sistema pode incluir ainda uma leitora (por exemplo, uma leitora de código de barras ou digitalizador) posicionada no cabeçote de ferramenta e configurada para ler indícios de recipiente de amostra localizados em qualquer recipiente de amostras. Uma impressora de elemento analítico pode ser fornecida em comunicação com a leitora e configurada para imprimir indícios de elemento analítico correspondentes aos indícios de recipiente de amostra lidos pela leitora em um elemento analítico, que pode ser, sem limitação, uma lâmina. Uma impressora de recipiente de alíquota também pode ser fornecida

em comunicação com a leitora e configurada para imprimir os indícios de elemento analítico correspondentes aos indícios de recipiente de amostra lidos pela leitora em um recipiente de alíquota. Em várias modalidades, a leitora é ainda configurada para ler indícios em outros componentes de sistema e produtos consumíveis, tal como em uma lâmina ou em um filtro utilizado para obter um espécime de amostra.

[0021] As modalidades do sistema podem incluir um controlador para controlar a operação de um ou mais dentre um cabeçote de ferramenta, um pipetador, dispositivos de encerramento, e posicionador de elemento analítico, além de uma interface de usuário acoplada de forma operacional ao controlador e configurada para exibir a situação de sistema e/ou perguntas para um operador de sistema e para receber registros de usuário em resposta à situação de sistema e/ou perguntas exibidas.

[0022] Em uma modalidade, um sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras líquidas inclui um retentor de recipiente de amostras configurado para manter um recipiente de amostras, um cabeçote de ferramenta automatizada configurado para girar em torno de um primeiro eixo geométrico, e para transladar ao longo de um segundo eixo geométrico diferente do primeiro eixo geométrico, um distribuidor de ponta de pipeta, um pipetador portado pelo cabeçote de ferramenta, o pipetador possuindo um elemento de engate de ponta de pipeta configurado para engatar de forma liberável pontas de pipeta, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta perto do distribuidor de pontas de pipeta para permitir que o elemento de engate de ponta de pipeta engate uma ponta de pipeta mantida pelo distribuidor de ponta de pipeta através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e a translação do cabeçote de ferramenta ao longo do

segundo eixo geométrico, onde o distribuidor de ponta de pipeta é montado em um transportador de distribuidor de ponta de pipeta configurado para transladar o distribuidor de ponta de pipeta com relação ao cabeçote de ferramenta, de modo que o distribuidor de ponta de pipeta possa ser seletivamente transladado para um local no qual o cabeçote de ferramenta posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta para engatar uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta; e uma câmara de isolamento de distribuidor de ponta de pipeta, na qual o transportador de distribuidor de ponta de pipeta é configurado para transladar seletivamente o distribuidor de ponta de pipeta entre a localização na qual o cabeçote de ferramenta posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta para engatar uma ponta de pipeta a partir do distribuidor de ponta de pipeta e uma segunda localização dentro da câmara de isolamento.

[0023] Em outra modalidade, um sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras líquidas inclui o retentor de recipiente de amostras configurado para reter um recipiente de amostras, um cabeçote de ferramenta automatizado configurado para girar em torno de um primeiro eixo geométrico, e para transladar ao longo de um segundo eixo geométrico diferente do primeiro eixo geométrico, um distribuidor de ponta de pipeta, um pipetador portado pelo cabeçote de ferramenta, o pipetador possuindo um elemento de engate de ponta de pipeta configurado para engatar de forma liberável as pontas da pipeta, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta perto do distribuidor de ponta de pipeta para permitir que o elemento de engate de ponta de pipeta engate uma ponta de pipeta mantida pelo distribuidor de pontas de pipeta através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do

segundo eixo geométrico, e um retentor de recipiente suplementar configurado para manter um recipiente suplementar, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta em uma posição na qual uma ponta de pipeta engatada é inserida em um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, e em uma posição na qual uma ponta engatada de pipeta é inserida em um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, e em uma posição na qual uma ponta engatada de pipeta é inserida em um recipiente suplementar mantido no retentor de recipiente suplementar, respectivamente, através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico. Sem limitação, o recipiente suplementar pode ser um dentre um recipiente de reagentes e um recipiente de alíquotas.

[0024] Em outra modalidade adicional, um sistema de processamento de uma amostra contido em um recipiente de amostras líquidas inclui um retentor de recipiente de amostras configurado para reter um recipiente de amostras, um retentor de recipiente suplementar configurado para manter um recipiente suplementar, um cabeçote de ferramenta automatizada configurado para girar em torno de um primeiro eixo geométrico, e para transladar ao longo de um segundo eixo geométrico diferente do primeiro eixo geométrico, um primeiro dispositivo de encerramento disposto no cabeçote de ferramenta e configurado para agarrar e liberar de forma controlável uma tampa de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostras, onde o cabeçote de ferramentas é configurado para posicionar automaticamente o primeiro dispositivo de encerramento perto da tampa de recipiente de amostras através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo

geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico, e onde o primeiro dispositivo de encerramento coopera de forma operacional com o retentor de recipiente de amostra para remover ou instalar a tampa de recipiente de amostra, e um segundo dispositivo de encerramento disposto no cabeçote de ferramenta e configurado para agarrar e liberar de forma controlável uma tampa de um recipiente suplementar mantido no retentor de recipiente suplementar, onde o cabeçote de ferramenta é configurado para posicionar automaticamente o segundo dispositivo de encerramento perto da tampa de recipiente suplementar através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramenta em torno do primeiro eixo geométrico e translação do cabeçote de ferramenta ao longo do segundo eixo geométrico, e onde o segundo dispositivo de encerramento coopera de forma operacional com o retentor de recipiente suplementar para remover ou instalar a tampa de recipiente suplementar. O retentor de recipiente de amostras pode ser configurado para girar automaticamente em uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária, enquanto o primeiro dispositivo de encerramento engata a tampa de recipiente de amostra a fim de remover a tampa de recipiente de amostra do recipiente de amostra, e onde o retentor de recipiente de amostra é configurado para girar automaticamente na outra dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária enquanto o segundo dispositivo de encerramento engata a tampa de recipiente de amostra a fim de instalar o recipiente de amostras no recipiente de amostras. O retentor de recipiente suplementar é configurado para girar automaticamente em uma dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária, enquanto o segundo dispositivo de encerramento engata a tampa do recipiente suplementar a fim de remover a tampa do recipiente suplementar do recipiente suplementar, e onde o retentor de recipiente

suplementar é configurado para girar automaticamente na outra dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária, enquanto o segundo dispositivo de encerramento engata a tampa de recipiente suplementar a fim de instalar a tampa de recipiente suplementar no recipiente suplementar. O dispositivo de encerramento de amostra e os dispositivos de encerramento suplementar podem ser desviados um do outro no cabeçote de ferramenta de modo que, quando o dispositivo de encerramento de amostras está em uma posição para agarrar e remover a tampa do recipiente de amostras, o dispositivo de encerramento suplementar está em uma posição para agarrar e remover a tampa de recipiente suplementar sem o movimento rotativo adicional da ferramenta de cabeçote. Sem limitação o recipiente suplementar é um dentre um recipiente de reagente e um recipiente de alíquota.

[0025] Outros aspectos e características das modalidades descritas se tornarão aparentes em vista da descrição detalhada a seguir a ser lida em conjunto com as figuras em anexo.

Breve Descrição dos Desenhos

[0026] Os aspectos acima e outros das modalidades da presente descrição são descritos em maiores detalhes com referência aos desenhos em anexo, nos quais referências numéricas similares se referem a elementos similares e a descrição de elementos similares deve ser aplicável a todas as modalidades descritas sempre que for relevante, e nas quais:

[0027] A figura 1 é uma vista em perspectiva direita e dianteira de um sistema de processamento de amostras biológicas automatizado, de acordo com uma modalidade, incluindo um gabinete de processamento de amostras, uma impressora de lâminas, e uma impressora de recipiente de alíquota;

[0028] A figura 2 é uma vista em perspectiva dianteira direita do

gabinete de processamento de amostras da figura 1, onde as paredes externas do gabinete não são ilustradas a fim de ilustrar melhor os componentes de sistema localizados aqui;

[0029] A figura 3 é uma vista em perspectiva dianteira esquerda do gabinete de processamento de amostras da figura 1, onde as paredes externas e algumas paredes internas e/ou divisórias não são ilustradas a fim de ilustrar melhor os componentes do sistema localizados aqui;

[0030] As figuras 4 a 14 são vistas em perspectiva dianteira esquerda e direita dos componentes de sistema do gabinete de processamento de amostras da figura 1, ilustrando os vários movimentos e operações realizados pelos componentes do sistema durante um procedimento de processamento de amostras;

[0031] A figura 15 é uma vista em perspectiva lateral elevada dos componentes portados por um cabeçote de ferramenta rotativo dentro do gabinete de processamento de amostras da figura 1, onde a cobertura da ferramenta não é ilustrada;

[0032] A figura 16 é uma vista em perspectiva do fundo do gabinete de processamento de amostras da figura 1, onde uma placa de cobertura inferior é removida para revelar os componentes do sistema; e

[0033] A figura 17 é uma vista em perspectiva da parte posterior do gabinete de processamento de amostras da figura 1, onde uma placa de cobertura inferior é removida para revelar os componentes do sistema.

Descrição Detalhada

[0034] Para fins de ilustração, os sistemas e métodos de utilização descritos aqui e ilustrados nas figuras em anexo são direcionados para o processamento de uma amostra de paciente para produzir uma lâmina de espécime citológico tradicional, será apreciado que as modalidades alternativas podem incluir a preparação de diferentes tipos de

espécimes biológicos que são apresentados em tipos diferentes de elementos analíticos (isso é, além de citológicos e além de uma lâmina) são contemplados dentro do escopo das modalidades e reivindicações descritas. Ademais, os sistemas e métodos descritos podem ser utilizados para processar outros tipos de amostras de líquido, incluindo particulados não biológicos e líquidos. Dessa forma, deve-se compreender que as modalidades descritas e ilustradas são apresentadas para fins de ilustração e não de limitação.

[0035] Como utilizados aqui, os termos tal como "espécime", "amostra de espécime", "amostra biológica", "espécime citológico", "amostra celular" e "espécime biológico" podem ser utilizados de forma intercambiável e devem ser compreendidos e considerados de forma similar, a menos que o contexto de sua utilização exija um significado mais específico. Ainda , os termos tal como "alíquota" e "amostra de alíquota" podem ser utilizados de forma intercambiável e devem ser compreendidos e considerados de forma similar. Por exemplo, e sem limitação, os sistemas e métodos descritos aqui podem ser utilizados para processar uma amostra biológica contida em um recipiente de amostras de líquido para produzir um espécime ou uma amostra de espécime, além de uma alíquota ou amostra de alíquota. Ademais, o termo "alíquota" não deve ser considerado limitador, visto que uma "alíquota" é outra forma de expressar "amostra de líquido" ou uma "parte de uma amostra de líquido". Em outras palavras, para se obter uma alíquota ou uma amostra de alíquota de uma amostra biológica significa obter e armazenar uma parte da amostra original em um recipiente separado para avaliação subsequente. Ainda , os termos tal como "recipiente de amostras", "recipiente de amostras de líquido", "recipiente de paciente", "frasco de amostras" e "frasco de paciente", "tubo", "recipiente suplementar" e outras permutas podem ser utilizados de forma intercambiável e devem ser compreendidos e considerados de

forma similar, a menos que o contexto de seu uso exija um significado mais específico; por exemplo, com base no conteúdo mencionado do recipiente.

[0036] Como utilizado aqui, os termos "automaticamente" e "automatizado" significam que um sistema, aparelho, processo e/ou função é realizado sem a intervenção do usuário (por exemplo, operador de sistema), frequentemente, mas não necessariamente sob o controle de um processador programado. Em particular, os sistemas e métodos automatizados descritos aqui reduzem de forma vantajosa o número de etapas manuais necessárias para se preparar uma amostra biológica, por exemplo, para se preparar uma lâmina de espécime citológico e/ou para obter uma alíquota de uma amostra de paciente para teste adicional e/ou processamento adicional de amostra, tal como pela introdução de um reagente em uma amostra antes do processamento adicional.

[0037] A figura 1 ilustra um sistema de processamento de amostras biológicas automatizado 10 que pode ser utilizado para preparar uma lâmina de espécime citológico e/ou uma amostra de alíquota de uma amostra biológica (por exemplo, obtida a partir de uma lâmina de Papanicolau) contida em um recipiente de amostras líquidas. Como será explicado com maiores detalhes abaixo, o sistema 10 pode ser utilizado para tipos adicionais de processamento de amostras, tal como (sem limitação) para adicionar um reagente a um tipo de amostra biológico ou outro.

[0038] O sistema 10 inclui geralmente um gabinete de processamento de amostras 11, uma impressora de lâmina 13 e uma impressora de tubo de alíquota 19. Na modalidade ilustrada, os componentes principais do sistema 10 são alojados (e/ou fixados a) em um gabinete de processamento de amostras 11. Como será ainda descrito abaixo, uma impressora de lâmina 13 e impressora de tubo de

alíquota 15 são acopladas de forma operacional ao gabinete de processamento de amostras através de conexões de comunicação com ou sem fio conhecidas (não ilustradas) sob o controle de um ou mais processadores localizados no gabinete de processamento de amostras 11. Por motivos de simplicidade, os um ou mais processadores são doravante referidos coletivamente como um "controlador de sistema 60" (ainda descrito abaixo em conjunto com a figura 17) que controla os movimentos automatizados e outras operações dos componentes do sistema 10 alojado dentro do gabinete de processamento de amostras 11, além de comunicações com a impressora de lâmina respectiva 13 e impressora de frasco de alíquota 19. Para facilitar ainda mais a descrição do sistema 10, os componentes do gabinete de processamento de amostras respectivo 11, a impressora de lâmina 13 e a impressora de tubo de alíquota 19 são referidos coletivamente como "o sistema" 10, sem considerar onde os componentes específicos podem ser alojados. Deve-se apreciar que, em modalidades alternativas, os vários componentes do sistema 10 podem ser alojados ou de outra forma fornecidos separadamente.

[0039] Por meio de exemplos, e sem limitação, o sistema 10 pode ser configurado para processar os recipientes de amostra, tal como frasco de amostra Thin Prep®, os recipientes de alíquota tal como o frasco Aptima®, que estão ambos disponíveis a partir da Hologic, Inc., Marlborough, Massachusetts (www.hologic.com).

[0040] O gabinete de processamento de amostras 11 é preferivelmente um alojamento ambientalmente encerrado (ou "revestimento") a fim de reduzir a possível contaminação introduzida a partir do ambiente circundante. Na modalidade ilustrada, o gabinete de processamento de amostras 11 é fornecido com uma porta dianteira que pode ser aberta 15 para fornecer acesso aos componentes do sistema. A porta 15 é articulada de modo que oscile entre as posições aberta e

fechada e seja fornecida com uma alça 29. Nas modalidades alternativas, a porta 15 pode ser uma porta deslizante, por exemplo, que desliza lateralmente para abrir e fechar. Na modalidade ilustrada, a porta dianteira 15 possui um painel transparente ou semitransparente de modo que os componentes do sistema alojados no gabinete de processamento de amostras 11 seja visível com a porta dianteira 15 na posição fechada, apesar de não ser uma exigência para a prática das modalidades descritas. Com referência breve também à figura 16, um pé estabilizador 79, que pode ser feito de um material para minimizar o movimento de vibração do gabinete, pode ser fornecido em cada um dos quatro cantos do fundo, onde o gabinete se apoia tipicamente nos quatro pés de uma bancada em um laboratório. Os pés 79 são preferivelmente dimensionados e configurados para permitir algum espaço da superfície da bancada, além de fornecer uma maior estabilidade.

[0041] A impressora de lâmina 13 pode ser qualquer impressora de lâmina disponível, tal como Signature Slide Printer disponível a partir da Primera, Technology, Inc., localizada em Plymouth, Minnesota (<https://www.primera.com/signature-slide-printer>). A impressora de lâmina 13 é carregada com novas lâminas, e envia as lâminas impressas através de uma partição de saída 17 que é utilizada para receber um espécime citológico na mesma como parte do processamento de um recipiente de amostras de paciente respectivo. Em particular, a impressora 13 imprime indícios (por exemplo, um código de barras) em uma parte da lâmina que está ao lado de onde o espécime citológico foi aplicado, onde os indícios impressos na lâmina combinam ou de outra forma correspondem aos indícios lidos no recipiente de amostras sendo processado, como explicado em maiores detalhes abaixo.

[0042] A impressora de recipiente de alíquota 19 é preferivelmente

igual à ensinada na patente U.S. No. 9.724.948 (a patente '948), a descrição da qual é incorporada aqui por referência em sua totalidade. Como explicado pela patente '948, a impressora de recipiente de alíquota 19 é fornecida com uma abertura 21 dentro da qual uma nova alíquota (não impressa) é inserida. A impressora 19 imprime indícios (por exemplo, um código de barras) no recipiente de alíquota que combina ou de outra forma corresponde aos indícios lidos no recipiente de amostras sendo processado, como explicado em maiores detalhes abaixo. O recipiente impresso é, então, ejetado para fora de, ou de outra forma está disponível para recuperação a partir da abertura 21.

[0043] As figuras 2 e 3 apresentam os componentes do sistema 10 que são alocados dentro de ou de outra forma fixados ao gabinete de processamento de amostra 11, onde as paredes de alojamento de gabinete são removidas para facilitar a ilustração. O gabinete 11 compreende um chassi 14 que pode incluir uma pluralidade de pisos, paredes e/ou suportes que fornecem uma estrutura de suporte primário à qual os vários componentes de sistema são instalados/montados.

[0044] Como mais bem observado na figura 3, um retentor de recipiente de amostra cilíndrico 16 é disposto em uma parte central inferior do chassi 14. Como será descrito em maiores detalhes abaixo, o retentor de recipiente de amostra 16 é montado de forma fixa a uma plataforma rotativa configurada para girar um recipiente de amostras 12 (ilustrado na figura 4) mantido no retentor de recipiente de amostras 16 em torno de um eixo geométrico z central do recipiente 12 para misturar a amostra para alcançar uma dispersão substancialmente uniforme do material celular ou outro material em particular contido no recipiente de amostras 12 antes da iniciação do processamento, e também para facilitar a abertura e o novo encerramento do recipiente 112 durante o processamento. Na modalidade ilustrada, o retentor de recipiente de amostra 16 é um receptáculo cilíndrico configurado para receber de

forma justa e manter o recipiente de amostra 12. O retentor de recipiente de amostra 16 possui uma parede externa que se estende até uma altura inferior à altura do recipiente de amostra 12 de modo que uma tampa 43 em um recipiente de amostra mantido no retentor de recipiente de amostra 16 seja completamente exposta a fim de facilitar a mistura, abertura e encerramento respectivos. Em modalidades alternativas, o retentor de recipiente de amostra 16 pode ter qualquer formato adequado para receber o recipiente de amostra particular sendo utilizado com o sistema 10, tal como uma caixa retangular ou outro formato.

[0045] Como também bem ilustrado na figura 3, um retentor de recipiente de alíquota 18 é disposto em uma parte central inferior do chassi 14 diretamente em frente do retentor de recipiente de amostras 16. Como será descrito em maiores detalhes abaixo, o retentor de recipiente de alíquota 18 é montado de forma fixa em uma plataforma rotativa configurada para girar um recipiente de alíquota 20 (ilustrado na figura 5) mantido no retentor de recipiente de alíquota 18 em torno de um eixo geométrico z central do recipiente 20 para facilitar a abertura e novo encerramento do recipiente 20 durante o processamento da amostra. O retentor de recipiente de alíquota 18 é configurado para receber de forma justa e reter o recipiente de alíquota 20 e possui uma parede externa que se estende até uma altura inferior à altura do recipiente de alíquota 20 de modo que uma tampa 45 no recipiente de alíquota 20 mantido no retentor de recipiente de alíquota 18 seja completamente exposta a fim de facilitar a mistura, abertura e encerramento respectivos. Na modalidade ilustrada, o retentor de recipiente de alíquota 18 é dimensionado e configurado para reter um recipiente de formato mais tubular do que o mantido pelo retentor de recipiente de amostras 16. Nas modalidades alternativas, o retentor de recipiente de alíquota pode ser qualquer formato adequado para

receber o recipiente de alíquota em particular sendo utilizado com o sistema 10, tal como uma caixa retangular ou de outro formato. Como é descrito também abaixo o sistema 10 pode ser utilizado para as etapas de processamento de amostra adicionais, tal como para introduzir um reagente no recipiente de amostras. Como tal, deve-se compreender que a referência ao retentor de recipiente de alíquota 18 e ao recipiente de alíquota 20 propriamente dito devem ser compreendidas como sendo ilustrativas e não limitadoras. Por exemplo, os termos "retentor de recipiente suplementar" e "recipiente suplementar" podem ser utilizados de forma intercambiável com o retentor de recipiente de alíquota e recipiente de alíquota.

[0046] Mais particularmente, o retentor de recipiente de amostras 16 e o retentor de recipiente de alíquota 18 são, cada um, montados em (ou de outra forma formados integralmente com) as plataformas rotativas subjacentes respectivas (não ilustradas) que são acopladas de forma rotativa e ou perto de um piso do chassi 14. A plataforma rotativa respectiva, e, dessa forma, os retentores de recipiente 16 e 18, podem ser seletivamente girados em torno de um eixo geométrico z central de cada retentor 16 e 18 em uma direção de rotação horária ou uma direção de rotação anti-horária. Em particular, e com referência à figura 16, uma montagem de acionamento de dispersão de amostra é fornecida para realizar a mistura em velocidade relativamente alta do conteúdo de um recipiente de amostras 12 mantido no retentor de recipiente de amostras 16 a fim de distribuir a matéria celular e/ou outra matéria particulada suspensa dentro da amostra de líquido antes do processamento adicional da amostra. A montagem de acionamento rotativo de dispersão de amostra inclui um motor de dispersão de amostras (não observado) montado perto de um piso do chassi 14, o motor de dispersão de amostras possuindo um eixo de saída rotativo que se estende através do piso do chassi para girar uma roda de acionamento

81. A roda de acionamento 81, por sua vez, gira uma roda de acionamento de diâmetro maior 93 através de uma correia de acionamento 88. Uma embreagem de velocidade alta/baixa 82 é acoplada de forma operacional à roda de acionamento 93 para engatar seletivamente a roda de acionamento 93 com a plataforma rotativa respectiva associada com o retentor de recipiente de amostra 16 através de um eixo de acionamento rotativo (não ilustrado) se estendendo de volta através do piso do chassi, para, dessa forma, girar, também, o retentor de recipiente de amostra 16 para realizar a dispersão de velocidade relativamente alta das partículas contidas em um recipiente de amostras 12 mantido nesse local antes do processamento adicional da amostra.

[0047] Com referência adicional continuada à figura 15, o sistema 10 inclui ainda um conjunto de acionamento de encerramento para fornecer a rotação de velocidade relativamente baixa simultânea de ambos os retentores de recipiente de amostra e alíquota, 16 e 18, para remover e reinstalar as tampas respectivas 43 e 45, nos recipientes de amostra e alíquota 12 e 20, mantidos nos retentores de recipiente de amostra e alíquota respectivos 16 e 18, como descrito abaixo em maiores detalhes. A montagem de acionamento de encerramento inclui um motor de encerramento 39 (observado na figura 3) montado em ou perto do piso do chassi 14 em um compartimento de lado inferior 28 do gabinete 11. O motor de encerramento é reversível a fim de fornecer o movimento rotativo em cada uma dentre a direção horária e a direção anti-horária. O motor de encerramento 39 possui um eixo de saída rotativo que se estende através de um piso do chassi 14 para girar uma engrenagem de acionamento 84, que, por sua vez, gira uma engrenagem de acionamento maior 91 através de uma correia de acionamento 85. A embreagem de velocidade alta/baixa 82 é operacionalmente acoplada à engrenagem de acionamento 91 para,

dessa forma, engatar, seletivamente, a engrenagem de acionamento 91 com as plataformas rotativas associadas com o retentor de recipiente de amostra 16 e retentor de recipiente de alíquota 18 através de um eixo rotativo (não ilustrado) que se estende a partir da engrenagem de acionamento 91 de volta através do piso do chassi. Notadamente, uma disposição adicional de uma ou mais engrenagens de acionamento/rodas e correias (não ilustradas) é fornecida em uma parte inferior do chassi, subjacente às plataformas rotativas respectivas do retentor de recipiente de amostra 16 e retentor de recipiente de alíquota 18 a fim de distribuir simultaneamente o movimento rotativo da roda 91 para cada uma das plataformas rotativas. Dessa forma, o acionamento do motor de encerramento gira simultaneamente o retentor de recipiente de amostra 16 e o retentor de recipiente de alíquota 18 em uma velocidade relativamente baixa para remover ou reinstalar as tampas 43 e 45, dependendo da direção de rotação do eixo de saída do motor 39.

[0048] Com referência à figura 4, o sistema 10 inclui um cabeçote de ferramenta automatizado 30 que é montado de forma rotativa em uma montagem de eixo de suporte de carga 34, de modo que o cabeçote de ferramenta 30 seja configurado para articular ou girar para trás e para frente em torno de um eixo geométrico rotativo, indicado por linhas tracejadas 33 na figura 7. Preferivelmente, o cabeçote de ferramenta 30 possui uma faixa de rotação através de um arco de pelo menos 270 graus em torno do eixo geométrico de rotação, apesar de nenhuma quantidade mínima específica de percurso rotativo s ser exigida além do necessário para se realizar as funções da modalidade de sistema em particular. Na modalidade ilustrada, o cabeçote de ferramenta gira pelo menos 270 graus em torno de seu eixo geométrico de rotação 33. A montagem de eixo de suporte de carga 34 inclui preferivelmente suportes rotativos (não ilustrados) para minimizar a fricção entre o cabeçote de ferramenta 30 e um eixo de montagem (não

ilustrado) no qual o cabeçote de ferramenta 30 é posicionado. Um motor de acionamento rotativo de cabeçote de ferramenta 36 é fixado à montagem de eixo de suporte de carga 34, onde um eixo de saída (não ilustrado) do motor 36 é acoplado de forma operacional ao eixo em ou para girar o cabeçote de ferramenta 30 através de uma correia de acionamento 74. O motor de acionamento rotativo 36 é reversível para fornecer seletivamente o movimento rotativo do cabeçote de ferramenta 30 em ambas uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária.

[0049] Com referência continuada à figura 4, o motor 36 é alojado em um alojamento de suporte tipo bloco (também referido como item 36 nas figuras), que é montado de forma enroscada a um parafuso dianteiro vertical 55 (mais bem observado na figura 15) disposto em uma posição traseira do chassi 14. O parafuso dianteiro 55 é acionado por um motor de acionamento linear de cabeçote de ferramenta 32 montado em uma parede traseira (perto do topo) do chassi 14. O motor de acionamento linear de cabeçote de ferramenta 32 é reversível para fornecer seletivamente o movimento rotativo do parafuso dianteiro 55 em ambas uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária. Em particular, a rotação do parafuso dianteiro 55 em uma dentre a direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária faz com que o bloco de motor 36 e, dessa forma, o cabeçote de ferramenta 30 da montagem de eixo de suporte de carga respectiva 34, tenham um percurso linear e ascendente com relação ao chassi 14 ao longo de um eixo geométrico de translação vertical (ou "z") indicado pela linha tracejada 51 na figura 4, e a rotação do parafuso dianteiro 55 na outra direção, dentre a rotação horária e a direção de rotação anti-horária, faz com que o bloco de motor 36, e, dessa forma, o cabeçote de ferramenta 30 da montagem de eixo de suporte de carga respectivo 34, se movam de forma linear descendente com relação ao chassi 14

ao longo do eixo geométrico vertical 51. Com essa disposição mecânica, e como descrito ainda abaixo, o cabeçote de ferramenta automatizada 30 é configurado para girar de forma seletivamente controlada em cada uma dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária em torno do eixo geométrico rotativo 33, e para transladar de forma independentemente seletiva para cima ou para baixo ao longo do eixo geométrico vertical 51, respectivamente, incluindo o movimento de rotação e translação simultâneo. A operação do motor de acionamento rotativo 36 controla a posição de rotação do cabeçote de ferramenta 30 em torno do eixo geométrico rotativo 33, e a operação do motor de acionamento linear 32 controla a posição vertical do cabeçote de ferramenta 30 ao longo do eixo geométrico vertical 51 dentro do interior do gabinete 11.

[0050] Vários dispositivos de processamento de amostra (ou "ferramentas") são dispostos de forma circunferencial em torno do cabeçote de ferramenta 30 e são dispostos de modo que a função respectiva realizada por cada um dos dispositivos possa ser realizada por um ou ambos dentre um ou ambos da rotação do cabeçote de ferramenta em torno de seu eixo geométrico de rotação 33 e da translação do cabeçote de ferramenta 30 ao longo de seu eixo geométrico de translação vertical 51, sem exigir o movimento do cabeçote de ferramenta 30 em uma direção x (isto é, lateralmente com relação ao gabinete 11), ou uma direção y (isto é, de frente para trás com relação ao gabinete 11). Na modalidade ilustrada, esses dispositivos incluem uma leitora de indícios 31 configurada para ler um indicio tal como um código de barras no recipiente de amostras 12; um primeiro dispositivo de encerramento 42 incluindo agarres controlados pneumaticamente configurados para agarrar de forma liberável uma tampa 43 de um recipiente de amostras 12 sendo processado; um segundo dispositivo de encerramento 44 incluindo agarres controlados

pneumaticamente configurados para agarrar de forma liberável uma tampa 45 de um recipiente suplementar 20 (por exemplo, um tubo de alíquota ou um frasco contendo um reagente); um pipetador 37 (mais bem observado na figura 15) possuindo um elemento de engate de ponta de pipeta 38 que se estende para fora a partir do cabeçote de ferramenta 30 e configurado para engatar de forma liberável as pontas da pipeta; um dispositivo de coleta e transferência de espécime (doravante, "dispositivo de transferência de espécime") 40 possuindo uma extremidade de trabalho que se estende para fora a partir do cabeçote de ferramenta 30 e configurado para obter uma amostra de espécime a partir do recipiente de amostra; e uma base ou "plataforma" de carregamento de lâmina 46 configurada para receber uma lâmina 50 para ser distribuída pelo cabeçote de ferramenta 30 para um retentor de lâmina 57 de uma montagem de posicionador de lâmina 56 (como descrito abaixo em maiores detalhes).

[0051] Cada um dos dispositivos 31, 42, 44, 37/38, 40 e 46 é localizado no cabeçote de ferramenta 30 em uma posição e orientação circunferencial e/ou angular diferente em torno do eixo geométrico de rotação 33, de modo que cada um desses dispositivos gire com o cabeçote de ferramenta 30 à medida que o cabeçote de ferramenta é girado em torno de seu eixo geométrico de rotação 33 sob o controle do motor de acionamento rotativo 34, e sejam movidos verticalmente para cima ou para baixo dentro do interior do gabinete 11 ao longo do eixo geométrico vertical 51 do cabeçote de ferramenta sob o controle do motor de acionamento de translação 32. Dessa forma, o acionamento de translação rotativa e/ou vertical do cabeçote de ferramenta 30 posiciona cada um desses dispositivos em uma posição rotativa e vertical relativa dentro do interior do gabinete 11 a fim de realizar suas funções respectivas, como ainda descrito aqui. Deve-se apreciar que cada um dos dispositivos ou ferramentas em particular fornecidos no

cabeçote de ferramenta 30 na modalidade ilustrada não é essencial, nem limitador. Por exemplo, nas modalidades alternativas, mais ou menos dispositivos/ferramentas podem ser portados no cabeçote de ferramenta 30. Por exemplo, apenas um único dispositivo de encerramento (por exemplo, 42 ou 44) pode ser empregado e/ou a leitora 31 pode ser fornecida em um local separado do cabeçote de ferramenta 30, incluindo não estar dentro do gabinete 11. Por meio de exemplo adicional, a plataforma de carregamento de lâmina 46 pode ser omitida em algumas modalidades, onde o operador do sistema carrega as lâminas diretamente em um retentor de lâmina tal como ou similar ao retentor de lâmina 57. Essas e outras variações e permutas do fornecimento de dispositivos/ferramentas no cabeçote de ferramenta 30 também são contempladas dentro do escopo da presente descrição.

[0052] Como observado nas figuras 3 e 4, uma bomba 47 possuindo um cabeçote de bomba 49 supre ar pressurizado que é armazenado em um tanque de alta pressão 71 que supre ar pressurizado para operar vários locais de dispositivos pneumáticos no gabinete 11 através da tubulação de válvulas solenoides 68 e conectores 67. Um tanque de pressão ligeiramente elevado 72 e um tanque de pressão ligeiramente negativo 73, respectivamente, também são fornecidos para a operação do dispositivo de transferência de espécime 40 (descrito abaixo em maiores detalhes). Por motivos de clareza, os percursos de comunicação do ar pressurizado, tal como linhas de tubulação sólida e/ou flexível interconectando a bomba 47 ao tanque 71, e o tanque 71 a vários dispositivos pneumáticos, não são ilustrados a fim de visualizar com maior clareza os componentes do sistema localizados no gabinete 11 sem serem obscurecidos pela tubulação. No entanto, um duto flexível 23 através do qual vários tubos pneumáticos e dutos elétricos são conectados ao cabeçote de ferramenta 30 e os vários dispositivos no mesmo, tal como (sem limitação) os elementos de encerramento 42, 44,

pipetador 37 e dispositivo de transferência de espécime, é ilustrado na figura 2 (apenas). Enfeixar os vários tubos e fios através do duto singular 23 reduz a chance de rasgos e deslocamento de um tubo ou fio de um conector pela operação do braço da ferramenta 30. Notadamente, os comprimentos da tubulação e conexões elétricas que atravessam o duto 23 são suficientemente longos para permitir que o duto 23 possa mover com o cabeçote de ferramenta 30 à medida que o cabeçote de ferramenta 30 translada linearmente ao longo de seu eixo geométrico vertical 51 e gira em torno de seu eixo geométrico rotativo 33.

[0053] Com referência novamente às figuras 2 e 3, a leitora 31 é configurada para ler indícios de identificação tal como (sem limitação) a identificação do paciente e/ou os identificadores de registro médico, uma data, ou estabelecimento médico, que a amostra foi obtida, etc. em qualquer recipiente de amostra 12, recipiente de alíquota 20, lâmina 50 e/ou filtro 54. A leitora 31 pode ser uma leitora ótica ou scanner, tal como para ler códigos de barra, códigos QR, texto alfanumérico legível por máquina e/ou câmera ótica que adquire uma imagem de um rótulo que pode, então, ser lido e/ou reconhecido utilizando-se software de reconhecimento de caractere ótico (OCR), ou uma leitora eletrônica configurada para ler um chip NFC, RFID ou outra indicação eletrônica, ou outra leitora configurada para ler um indício legível. Exemplos de tais técnicas de armazenamento de indícios alternativos para lâminas são fornecidos na patente U.S. No. 7.083.106 e publicação de patente U.S. No. 20070148041, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade. Na modalidade ilustrada, a leitora 31 é configurada entre outras capacidades para ler indícios na forma de um código de barras. Os indícios no recipiente de amostra 12 são lidos pela leitora 31 e transmitidos através do controlador do sistema 60 (descrito abaixo em maiores detalhes) para cada uma dentre a impressão de lâmina 13 e a impressora de recipiente de alíquota 19 para imprimir

indícios coincidentes ou de outra forma correspondentes em uma lâmina respectiva 50 e/ou recipiente de alíquota 20 a ser utilizado em um procedimento de processamento de amostras.

[0054] Com referência (basicamente) às figuras 2 a 5, um guincho ou "transportador" de distribuidor de ponta de pipeta 22 é acoplado ao chassi 14 à frente do retentor de recipiente de alíquota 18. O transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 inclui um retentor de distribuidor de ponta de pipeta 24 configurado para assentar de forma segura um distribuidor de ponta de pipeta 26. O distribuidor de ponta de pipeta é configurado para manter uma pluralidade de pontas de pipeta 48, por exemplo, 8 pontas de pipeta na modalidade ilustrada, onde o distribuidor pode ser suprido como um cartucho de ponta de pipeta. O distribuidor de ponta de pipeta 26 pode ser montado de forma removível ao retentor 24 de qualquer uma dentre várias formas. Na modalidade ilustrada, o distribuidor de ponta de pipeta 26 é acoplado magneticamente ao retentor de distribuidor de ponta de pipeta 24 de uma forma que garanta o posicionamento preciso e previsível do distribuidor 26 com relação ao retentor 24, e que também permita que o controlador de sistema 60 (ainda descrito abaixo) confirme através de um circuito de sensor que o distribuidor 26 está adequadamente fixado e posicionado com relação ao retentor 24. É importante se garantir que o elemento de engate de ponta de pipeta 38 portado pelo cabeçote de ferramenta 30 possa alinhar exatamente com, para dessa forma engatar uma ponta de pipeta 48 mantida em uma partição respectiva do distribuidor durante um procedimento de processamento de amostra.

[0055] Com referência breve também à figura 16, a translação lateral do transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 é realizada por uma correia de acionamento motorizada 87 que gira para trás e para frente em rodas de acionamento 80a e 80b subjacentes a uma superfície inferior do chassi 14. As rodas de acionamento, por sua vez,

giram os eixos respectivos (não ilustrados) que se estendem de volta através do piso do chassi e são mecanicamente acoplados ao transportador 22 para transladar o mesmo para mover lateralmente o retentor de ponta de pipeta 24 e o distribuidor de ponta de pipeta 26 montado no mesmo entre uma posição de armazenamento, na qual o distribuidor de ponta de pipeta está localizado dentro de uma câmara de isolamento 28, como ilustrado na figura 4, e uma posição de carregamento como ilustrado, na qual uma partição do retentor de ponta de pipeta 26 contendo uma ponta de pipeta disponível 48 é alinhada com o elemento de engate de ponta de pipeta 38 no cabeçote de ferramenta 30, como ilustrado na figura 7. Em particular, a posição de carregamento variará dependendo de quais partições do distribuidor 26 são ocupadas pelas pontas de pipeta. Na posição de armazenamento, o retentor de ponta de pipeta respectivo 24, e o distribuidor de ponta de pipeta 26 montado na mesma, são posicionados dentro de uma câmara de isolamento 28 localizada dentro do gabinete de processamento de amostras 11 a fim de reduzir as chances de contaminação de pontas não utilizadas a partir de atividades de processamento de amostra que ocorrem na região interna principal do gabinete 11.

[0056] Como pode ser observado pela comparação da figura 4 e da figura 5, um painel 52 (figura 4) é fixado a um lado do distribuidor de ponta de pipeta 26 e é dimensionado e formatado para fechar uma abertura através da qual o retentor 24 e o distribuidor 26 entram na câmara de isolamento 28. Como observado na figura 3, um sensor de ponta de pipeta 35 localizado na câmara de isolamento 28 monitora as pontas de pipeta 48 mantidas no distribuidor 26 para informar o controlador de sistema 60 sobre as mesmas para movimentar com precisão o transporte de distribuidor de ponta de pipeta 22 para um local no qual uma ponta 48 mantida no distribuidor 26 é alinhada com o elemento de engate de ponta de pipeta 38 no cabeçote de ferramenta

30, e também para garantir que existam pontas de pipeta adequadas disponíveis no distribuidor 26 para realizar o procedimento de processamento de amostra em particular. Se o distribuidor 26 estiver vazio ou de outra forma reter uma quantidade insuficiente de pontas de pipeta 48 para realizar um procedimento de processamento de amostras em particular, então, o sistema 10 pausará e não realizará qualquer procedimento de amostra adicional até que novas pontas de pipeta 48 tenham sido carregadas no distribuidor 26.

[0057] Uma lixeira para pontas de pipetas usadas 25 é montada em uma plataforma/retentor diferente 27 fixado ao transportador de ponta de pipeta 22, onde o transportador de distribuidor de ponta de pipeta é configurado para transladar seletivamente a lixeira de pontas de pipetas 25 para um local no qual o cabeçote de ferramenta 30 posicione o elemento de engate de ponta de pipeta 38 para desengatar uma ponta de pipeta engatada 48 dentro da lixeira 25. Como com o distribuidor de ponta de pipeta 26 e retentor 24, a lixeira 25 é preferivelmente magneticamente acoplada ao retentor 27 para fornecer estabilidade e para permitir que o sistema 10 confirme através de um circuito de sensores que a lixeira foi adequadamente fixada. Em particular, o retentor de lixeira de pontas de pipetas 27 é montado no transportador de pontas de pipetas 22 com relação ao retentor de distribuidor de ponta de pipeta 24 de modo que, quando o distribuidor de ponta de pipeta 26 é trasladado para o local no qual o cabeçote de ferramenta 30 posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta 38 para desengatar uma ponta de pipeta engatada/utilizada 48 na lixeira 25.

[0058] Com referência também à figura 15, o pipetador 37 é disposto no cabeçote de ferramenta de modo que o elemento de engate de ponta de pipeta 38 esteja em um ângulo leve relativo com o distribuidor de ponta de pipeta 26. De forma similar, são ligeiramente angulados de modo que o elemento de engate possa combinar para

dessa forma engatar uma ponta de pipeta 48 mantida em uma das partições por um ou ambos o movimento de rotação e translação do cabeçote de ferramenta 30. O pipetador 37 pode ser, por exemplo e sem limitação, um Cavro® Air Displacement Pipettor (ADP) vendido por Tecan Group Ltd. (www.tecan.com/components), incluindo uma ponta de engate orientada por mola 53 (ilustrada na figura 15) que engata de forma liberável as pontas de pipeta respectivas por um encaixe de compressão da ponta de engate 53 à medida que é inserida no orifício de uma ponta de pipeta respectiva 48. Uma vez que uma ponta de pipeta 48 é engatada (ou instalada) no elemento de engate de ponta de pipeta 38, o pipetador 37 é configurado para retirar seletivamente líquido de um recipiente de amostra 12 para dentro da ponta de pipeta 48, e para distribuir o líquido retirado contido na ponta da pipeta 48 para dentro de um recipiente de alíquota 20, respectivamente.

[0059] Dessa forma, durante um procedimento de processamento de amostra, o pipetador 37 engata uma ponta de pipeta 48 do distribuidor de ponta de pipeta 26. O pipetador é, então, reposicionado pelo cabeçote de ferramenta 30 para posicionar a ponta engatada em um recipiente aberto (por exemplo, um recipiente de amostras aberto 12). De uma forma conhecida, as pontas de pipeta 48 são feitas de um material condutor (tal como um polímero condutor) a fim de utilizar um circuito de sensores de impedância do pipetador 37 para confirmar que a ponta da pipeta 48 esteja submersa no líquido para retirada de uma amostra, por exemplo, uma alíquota do recipiente de amostras, pelo suprimento de um vácuo dentro do orifício da ponta de pipeta 48 para, dessa forma, retirar um volume da amostra para dentro da ponta de pipeta 48. O pipetador 37 distribui a amostra retirada para dentro da ponta de pipeta 48, por exemplo, para dentro de um recipiente de alíquota aberta 20, pela liberação do vácuo permitindo que a amostra seja distribuída a partir da ponta da pipeta 48. O pipetador 37 é

configurado e opera de modo que apenas a ponta da pipeta 48 entre em contato com o material de amostra de modo que o elemento de engate de ponta de pipeta 38 do pipetador 37 não seja contaminado pelo material da amostra. O elemento de engate de ponta de pipeta 38 é configurado para desengatar a ponta de pipeta 48 para dentro da lixeira 25 depois do uso pela manga de deslocamento móvel que empurra a ponta 48 para fora da ponta 53 do elemento de engate de ponta de pipeta 38.

[0060] O dispositivo de transferência de espécime 40 é portado pelo cabeçote de ferramenta 30 e é configurado para coletar uma amostra de espécime a partir da amostra no recipiente de amostras 12 e para transferir a amostra de espécime coletada para uma lâmina 50. Na modalidade descrita, o dispositivo de transferência de espécime 40 inclui uma parte de extremidade de trabalho cilíndrica que se estende para longe do cabeçote de ferramenta 30 e é configurada para formar uma vedação impermeável à pressão em torno de sua circunferência com um filtro 54 que é assentado no mesmo antes de iniciar um procedimento de processamento de amostra, como ilustrado na figura 4. O filtro 54 inclui um corpo cilíndrico oco possuindo uma extremidade proximal aberta e uma membrana abrangendo através de sua extremidade distal possuindo poros de um tamanho selecionado para capturar as células desejadas para a amostra de espécime e para passar as células menores e partículas não celulares e líquidos através da mesma. As modalidades do filtro 54, além das dos dispositivos de coleta e transferência de amostra de espécime e técnicas adequadas para uso com o sistema ilustrado 10 serão descritas e ainda apresentadas na patente U.S. No. 8.119.399, publicação de patente U.S. No. 20050100483 e publicação de patente U.S. No. 20080145887, as descrições das quais são incorporadas aqui por referência em sua totalidade. Quando instalado na extremidade de trabalho do dispositivo

de transferência de espécime 40, o filtro 54 se estende para longe do cabeçote de ferramenta 30 por uma distância suficiente para permitir que o filtro seja inserido no recipiente de amostra 12 para coletar uma amostra de espécime na membrana do filtro 54 sem o líquido de amostra entrar em contato com qualquer parte do dispositivo de transferência de espécime 40, de modo que apenas o filtro entre em contato com o líquido de amostra. Isso garante que o dispositivo de transferência de espécime 40 não esteja contaminado pelo material de amostra quando coleta uma amostra de espécime do recipiente de amostras 12. Uma vez que o dispositivo de transferência de espécimes 40 coleta um espécime no coletor de amostras 54, o mesmo então é manipulado para transferir o espécime do filtro 54 para a lâmina 50, como descrito em maiores detalhes abaixo.

[0061] Em particular, o dispositivo de transferência de espécime 40 e o sistema 10 são configurados para inserir a membrana do filtro na amostra no recipiente de amostras através de um ou ambos o movimento de translação e rotação do cabeçote de ferramenta 30, e para forçar a amostra para trás e para frente através da membrana para coletar a amostra de espécime na membrana por "absorção", que deposita uma camada fina de células na amostra de líquido na superfície externa da membrana. O dispositivo de transferência de espécime 40 pode ser configurado para movimentar um vácuo (e pressão) dentro da extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécimes a fim de forçar a amostra para trás e para frente através da membrana. Ainda, ou alternativamente, o dispositivo de transferência de espécime 40 e o sistema 10 podem ser configurados para mover a membrana para cima e para baixo dentro da amostra a fim de forçar a amostra para trás e para frente através da membrana, a fim de coletar a amostra de espécime na membrana. Os métodos e aparelho para determinar se uma quantidade suficiente, mas não muito,

de células foi coletada na membrana de filtro utilizando esse mesmo "processo de absorção" são descritos na patente U.S. incorporada acima No. 8.119.399. Detalhes adicionais do processo de coleta de espécime em geral, e do projeto e operação do dispositivo de transferência de espécime 40 (e filtro 54) são encontrados na patente U.S. No. 8.137.642, a descrição da qual é incorporada aqui por referência em sua totalidade, além de várias outras patentes incorporadas acima. Com breve referência à figura 17, o líquido de despejo do processo de coleta de espécimes é removido a partir das portas 95 localizadas na parte posterior do gabinete 11.

[0062] O dispositivo de encerramento de recipiente de amostras 42 compreende pontas pneumáticas móveis ou "agarres" configurados para agarrar e reter uma tampa 43 de um recipiente de amostras 12. Como pode ser observado na figura 15, os agarres são acionados por uma força pneumática suprida em um elemento de acionamento 77 para, alternativamente, fornecer um movimento de agarre interno e radial tipo pinça, ou um movimento de liberação radialmente externo. Os dois ou mais agarres são preferivelmente dispostos de forma substancialmente igual em torno da circunferência da tampa de recipiente de amostras 43 e podem ser localizados na posição de "encerramento" ou "abertura" por um ou mais dentre o movimento de translação e de rotação do cabeçote de ferramenta 30. No caso de remoção de tampa 43, o elemento de encerramento 42 agarra a tampa 43 enquanto o retentor de recipiente 16 está girando em uma dentre uma direção horária e uma direção anti-horária, e o cabeçote de ferramenta 30 se eleva ligeiramente e de forma estável para permitir que a tampa 43 se mova ascendentemente à medida que gira nas roscas (não ilustradas) do recipiente 12. No caso de instalação de uma tampa 43 que é mantida pelos agarres de volta ao recipiente 12, o cabeçote de ferramenta 30 posiciona o elemento de encerramento 42 sobre o

recipiente aberto e percorre ligeiramente e de forma estável descendentemente à medida que o retentor 16 gira na outra dentre a direção no sentido horário e direção no sentido anti-horário, enquanto o cabeçote de ferramenta 30 abaixa ligeiramente e de forma estável para permitir que a tampa 43 percorra descendentemente no recipiente 12, à medida que o recipiente é girado pelo retentor 16 com relação à tampa 43. Os agarres utilizados para o dispositivo de encerramento de recipiente de amostra 42, e também para o dispositivo de encerramento de recipiente de alíquota descrito abaixo 44 incluem agarres da série Parallel Style Air Gripper/2 Finger, 3 Finger e 4 Finger, disponíveis a partir da SMC Pneumatics.com.

[0063] O dispositivo de encerramento de recipiente de alíquota 44 opera substancialmente da mesma forma que o elemento de encerramento de recipiente de amostra, incluindo a utilização de duas ou mais pontas ou agarres para agarrar de forma liberável a tampa 45 de um recipiente de alíquota 20 enquanto o retentor de recipiente de alíquota é girado em uma direção horária ou anti-horária para, respectivamente, remover ou instalar a tampa 45 de ou no recipiente 20. Novamente, o cabeçote de ferramenta 30 move de forma estável descendentemente ou ascendentemente para acomodar o movimento da tampa com relação ao recipiente 20 durante o processo. De forma perceptível, visto que menos força de torque é necessária para se abrir e encerrar o recipiente de alíquota 20, como observado na figura 15, a pressão de ar direta suprida através dos fixadores de mangueira 75 é utilizada para energizar os agarres de recipiente de alíquota.

[0064] O dispositivo de encerramento de recipiente de amostras 42 e o dispositivo de encerramento de recipiente de alíquota 44 são preferivelmente posicionados e orientados no cabeçote de ferramenta 30 de modo que ambos os dispositivos de encerramento 42 e 44 estejam na posição adequada para remover as tampas respectivas 43

e 45 sem exigir o reposicionamento do cabeçote de ferramenta 30.

[0065] Deve-se apreciar que, em modalidades alternativas, os elementos de encerramento respectivos 42 e 44 podem ser rotativos, caso no qual o processo de encerramento inclui fazer com que os elementos de encerramento 42 agarrem a tampa 43 e girem enquanto o retentor de amostras permanece estacionário, e o elemento de encerramento 44 agarra as tampas 45 e gira enquanto o retentor de alíquota 18 permanece estacionário, tal como ensinado na patente U.S. No. 9.335.336 e publicação de patente U.S. No. 2017/0052205 incorporadas acima.

[0066] A plataforma de carregamento de lâmina 46 é preferivelmente posicionada no cabeçote de ferramenta 30 em um local conveniente para um operador de sistema carregar uma lâmina 50 antes de um procedimento de processamento de amostra, e é configurada para receber e reter a lâmina 50 quando é carregada. Apesar de a plataforma de carregamento 46, nessa modalidade descrita, ser configurada para receber e reter uma lâmina de microscópio como a lâmina 50, deve-se compreender que a plataforma de carregamento 46 pode ser configurada para receber e reter outros tipos de elementos analíticos além de lâminas, dependendo do tipo de espécime de amostra a ser enviado pelo sistema 10.

[0067] Como mencionado acima, o posicionador de lâmina 56 inclui um retentor de lâmina 57 possuindo agarres pneumáticos 59 configurados para agarrar e remover uma lâmina 50 da plataforma de carregamento 46 (a transferência é observada na figura 5), e para, depois disso, posicionar a lâmina para receber a amostra de espécime obtida pelo dispositivo de transferência de espécime 40. O posicionador de lâmina também move em pelo menos dois graus de liberdade supridos por um motor posicionador de lâmina 63, e vários braços articulados, e é suportado por um contrapeso 64. Depois que a

membrana do filtro 54 é pressionada contra a lâmina 50 para transferir a amostra de espécime (figura 12), o posicionador de lâmina move e gira a lâmina 50 por 90 graus para perto de um recipiente aberto do fixador 58 assentado em um retentor de recipiente de fixador 61, incluindo um posicionador de lâmina 56 que é configurado para agarrar e mover a lâmina 50. Na direção dessa extremidade, o posicionador de lâmina 56 inclui um agarre controlado pneumaticamente 59 configurado para agarrar e dessa forma remover a lâmina 50 da plataforma de carregamento 46, como ilustrado na figura 5. O posicionador de lâmina 56, então, move a lâmina para uma posição de transferência na qual o dispositivo de transferência de espécime 40 pode transferir uma amostra de espécimes do filtro 54 para a lâmina 50 como ilustrado na figura 11, e então para uma posição de fixação na qual o posicionador analítico 50 pode colocar a lâmina 50 dentro de um recipiente de fixador 58 contendo um fixador para fixar a amostra de espécime à lâmina 50. O sistema 10 inclui um retentor de recipiente de fixador 61.

[0068] Com referência à figura 17, o sistema 10 também inclui um ou mais processadores que podem ser coletivamente referidos como um controlador 60 localizado em um painel de fundo do gabinete. O controlador 60 é operacionalmente acoplado a e configurado para comunicar com e para controlar a operação automática de vários componentes do sistema 10, incluindo o cabeçote de ferramenta 30, o acionador de cabeçote de ferramenta 32, o pipetador 37, o dispositivo de transferência de espécimes 40, o primeiro dispositivo de encerramento 52, o segundo dispositivo de encerramento 44, o posicionador de lâmina 56 e a leitora 31. O controlador 60 inclui um processador de computador, interfaces de entrada/saída e outras partes eletrônicas de suporte para comunicar com e controlar a operação dos componentes do sistema. O controlador 60 possui um dispositivo de registro de usuário para permitir que um operador do sistema registre

comandos, dados, etc. no controlador 60. O dispositivo de registro de usuário pode ser uma tela de toque/monitor 62, como descrito abaixo. O controlador 60 também possui software de sistema para programar o controlador 60 para comunicar com e controlar o sistema 10 para realizar o processo de preparação de um espécime de amostra e/ou de uma amostra de alíquota de uma amostra biológica ou outra amostra contida em um recipiente de amostras 12, como descrito aqui. Na modalidade ilustrada, a tela de toque/monitor 62 é fixado ao chassi e preferivelmente integrado ao alojamento de gabinete de modo a ser disposto para permitir que um operador do sistema registre instruções (por exemplo, se avisado pelo sistema 10), e revise a situação dos itens realizados durante um procedimento de processamento de amostras. A tela de toque/monitor 62 é configurado para exibir gráficos gerados pelo controlador 60, incluindo informação referente à operação do sistema 10, tal como situação da operação, dados, etc. A tela de toque/monitor 62 pode ser qualquer monitor adequado tal como um monitor de cristal líquido (LCD), monitor LED, AMOLED, etc.

[0069] Um procedimento de processamento de amostra ilustrativo será descrito agora com referência às figuras 1 a 14 a fim de ilustrar e descrever ainda os vários elementos e componentes do sistema 10. Em particular, o processamento de amostras ilustrativo inclui obter inicialmente uma alíquota da amostra, e, depois disso, processar a amostra para criar uma lâmina de espécime biológico. Esse processo é descrito para fins de ilustração, e não de limitação, e deve-se compreender que outros tipos de processamento de amostras podem ser realizados utilizando-se o sistema descrito e variações do mesmo, enquanto permanece dentro do escopo da presente descrição. Por meio de exemplo e sem limitação, cada um dentre o método de utilização de um sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras apresentado nas reivindicações em anexo deve

ser considerado como procedimentos de processamento de amostra ilustrativos adicionais que podem ser realizados utilizando-se o sistema ilustrado 10.

[0070] Para se iniciar o processamento de um determinado recipiente de amostras de paciente 12, um operador de sistema registra uma instrução no mesmo, por exemplo, contatando um ""botão iniciar" ou símbolo similar na interface de usuário 62. O controlador do sistema 60 faz com que o cabeçote de ferramenta 30 assuma uma posição de "iniciação" (se o cabeçote de ferramenta 30 já não estiver, de outra forma, nessa posição), onde o cabeçote de ferramenta 30 é posicionado e girado dentro do gabinete 11 para posicionar a leitora 31 em um local conveniente para o operador do sistema apresentar o frasco de amostras 12 tal como observado na figura 4.

[0071] Após receber uma confirmação visual do controlador de sistema 60 sobre o monitor de interface e usuário 62, o operador do sistema apresenta o recipiente de amostras 12 para a leitora 31, de modo que um paciente e/ou outros indícios no recipiente de amostras 12 estejam dentro do campo de visão da leitora 31. A leitora 31 lê os indícios no recipiente de amostras 12 e comunica os mesmos (através do controlador 60) para a impressora de lâmina respectiva 13 e a impressora de recipiente de alíquota 19. A impressora de lâmina imprime e envia automaticamente uma nova lâmina (isso é, não utilizada) 50, onde indícios coincidentes ou, de outra forma, correspondentes aos indícios no recipiente de amostras 12 são impressos na lâmina 50. O operador de sistema também insere um novo recipiente de alíquota (isso é, não utilizado) 20 na impressora de recipiente de alíquota, que imprime os indícios no recipiente de alíquota 20 que também combinam ou de outra forma correspondem aos indícios no recipiente de amostras 12.

[0072] O transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 é

movido para a posição de carregamento (figura 2) para expor o distribuidor de ponta de pipeta 26 no caso de pontas adicionais 48 precisarem ser adicionadas. O carregamento do sistema 10 com o recipiente de amostras 12, o recipiente de alíquotas 20, a lâmina 50 e o distribuidor de ponta de pipeta 26 podem ser automatizados utilizando-se a automação tal como robôs, ou podem ser realizados manualmente por um operador de sistema – o último sendo considerado nesse exemplo por motivos de simplificação. Em particular, o operador do sistema, então, carrega o recipiente de amostras (encerrado) 12 para dentro do retentor de recipiente de amostras 16 e carrega o recipiente de alíquotas (encerrado) 20 para dentro do retentor de recipiente de alíquotas 18, em cada caso, após fazer com que a leitora 31 leia e confirme que os indícios de recipiente de amostra e alíquota respectivos combinam. O operador do sistema carrega a lâmina 50 na plataforma de carregamento de lâmina 46 em uma orientação voltada para baixo, isso é, com o lado da lâmina possuindo os indícios impressos e a área de "ponto de célula" para receber a amostra de espécime voltada para baixo dentro da plataforma 46. O operador de sistema carrega um novo filtro 54 na extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime 40, e confirma que existe um número adequado (pelo menos um) de pontas de pipeta não utilizadas 48 no distribuidor de pontas de pipetas 26 e que a lixeira para ponta de pipeta 25 está vazia. Uma vez que todos os produtos de consumo são carregados, o operador do sistema fecha a porta 15 do gabinete 11 e indica, através da interface de usuário, que o procedimento de processamento de amostra pode ser iniciado, assumindo que todas as verificações de sistema estejam completadas.

[0073] De forma perceptível, o sistema 10 não iniciará o procedimento de processamento de amostras a menos que o sensor 35 indique que um número suficiente de pontas de pipeta 48 está no

distribuidor 26, mesmo se isso significar apenas uma, e também que o distribuidor de ponta de pipeta 26 e lixeira 25 estão adequadamente assentados e magneticamente acoplados a suas respectivas plataformas de montagem 24 e 27 no transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22. O dispositivo de transferência de espécime 40 realiza um teste "seco" para verificar a integridade do filtro 54, em particular, para confirmar que a membrana de extremidade distal não foi perfurada (indicando que o filtro 54 foi previamente utilizado) ou de outra forma ocluída ou rasgada. De forma perceptível, uma vez que seja confirmado que existem pontas de pipeta adequadas 48, o transportador de distribuidor de ponta de pipeta é movido pelo sistema de modo que o distribuidor de ponta de pipeta seja localizado na câmara de isolamento 28. A partir daí até que o procedimento de processamento de amostra seja completado, nenhum envolvimento por parte do operador do sistema é normalmente exigido.

[0074] Como ilustrado nas figuras 4 a 6, no começo do procedimento de processamento de amostras, o transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 move o distribuidor de ponta de pipeta para a posição de armazenamento na camada de isolamento 28 (figura 3), e o cabeçote de ferramenta 30 gira ligeiramente para cima e também translada de forma linear ascendentemente de modo que a lâmina 50 possa ser agarrada pelos agarres 59 do retentor de lâmina 57. O cabeçote de ferramenta 30, então, translada linearmente para baixo e gira de modo que os indícios no lado 50 possam ser lidos pela leitora 31 para confirmar que os indícios combinam com os do recipiente de amostra 12 e recipiente de alíquota 20 respectivos. Assumindo-se que a combinação seja verificada, o sistema 10 continua e então realiza um processo automatizado para preparar uma amostra de espécime e uma amostra de alíquota com cada um dos componentes do sistema 10 operado e controlado pelo controlador 60.

[0075] Como ilustrado na figura 6, o cabeçote de ferramenta 30 é girado e movido verticalmente para baixo pelo acionador de cabeçote de ferramenta 34 para posicionar o dispositivo de encerramento de recipiente de amostra 42 sobre a tampa 43 no recipiente de amostras 42 e o dispositivo de encerramento de recipiente de alíquota 44 através da segunda tampa 45 no recipiente de alíquota 20. Os respectivos dispositivos de encerramento 42 e 44 removem e agarram as tampas 43 e 45 em cooperação com a rotação dos retentores de recipiente respectivos 156 e 18.

[0076] Como ilustrado na figura 7, o transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 move para a posição de carregamento para posicionar uma ponta de pipeta 48 contida no distribuidor de pontas de pipeta 26 a ser instalado no elemento de engate de ponta de pipeta 38 do pipetador 37. Ilustrado também na figura 7, o cabeçote de ferramenta 30 gira para posicionar o elemento de engate de ponta de pipeta 38 para instalar a ponta de pipeta 48 pela rotação e translação respectivas do cabeçote de ferramenta 30 para empurrar o elemento de engate de ponta de pipeta dentro da ponta de pipeta 48.

[0077] Como ilustrado na figura 8, o transportador de distribuidor de ponta de pipeta 22 move para trás para a posição de armazenamento. O cabeçote de ferramenta 30 gira e translada verticalmente para colocar a ponta da pipeta 48 no pipetador 37 dentro da amostra no recipiente de amostras 12. O pipetador 37 aplica um vácuo dentro da ponta de pipeta 48 para retirar um volume de amostra (a amostra de alíquota) para dentro da ponta de pipeta 48.

[0078] Como ilustrado na figura 9, o cabeçote de ferramenta 30 gira e translada verticalmente para posicionar a ponta de pipeta 48 no recipiente de alíquota 20. O pipetador 37 libera o vácuo para distribuir a amostra de alíquota para fora da ponta de pipeta 48 e para dentro do recipiente de alíquota 20. Depois que a amostra de alíquota foi

distribuída para dentro do recipiente de alíquota 20, o cabeçote de ferramenta 30 é girado e transladado para posicionar o dispositivo de encerramento de recipiente de alíquota 44 na posição para reinstalar a tampa 45 de volta no recipiente de alíquota 20 (a mesma posição que a ilustrada na figura 6).

[0079] Como ilustrado na figura 10, o cabeçote de ferramenta 30 é girado e transladado para posicionar a ponta da pipeta 48 sobre ou dentro do recipiente de despejo 25. O elemento de engate de ponta de pipeta 38, então, desengata (ejeta) a ponta de pipeta usada 48 para dentro da lixeira 25.

[0080] Como ilustrado na figura 11, o cabeçote de ferramenta 30 é girado e transladado para posicionar o filtro 54 instalado no dispositivo de transferência de espécime 40 em posição para coletar uma amostra de espécime a partir do recipiente de amostras 20 na membrana de filtro de acordo com o processo descrito acima, isso é, forçando a amostra para trás e para frente através da membrana por um ciclo de vácuo e/ou pela movimentação do filtro para cima e para baixo, tal como pela movimentação do cabeçote de ferramenta 30 através do acionador de cabeçote de ferramenta 34. Esse processo permite que uma camada fina ou camada singular de células seja coletada na membrana.

[0081] Como ilustrado na figura 12, o cabeçote de ferramenta 30 é girado e transladado para posicionar a membrana de filtro em posição para transferir a amostra de espécime para a lâmina 50 mantida pelos agarres 59 do dispositivo de retenção de lâmina 57. O dispositivo de transferência de espécime 40 e/ou o posicionador de lâmina 56 são, então, manipulados para contatar a membrana possuindo a amostra de espécime na mesma na lâmina 50. O cabeçote de ferramenta 30 pode ser movido através do acionador de cabeçote de ferramenta 34 para manipular o dispositivo de transferência de espécime 40. A fim de fornecer a transferência da amostra de espécime (por exemplo, uma

camada fina de células) para a lâmina 50 sem perturbar a distribuição espacial, é desejável que a membrana do filtro 54 primeiramente contate a lâmina 50 geralmente em um único local, formando um ângulo de pré-contato pequeno e predeterminado entre a membrana e uma superfície de deposição da lâmina 50, e então, de forma gentil e gradual, entre em contato completo com a lâmina 50. Isso pode ser realizado pela manipulação do dispositivo de transferência de espécime 40 e o posicionador de lâmina 56 em coordenação.

[0082] Como ilustrado na figura 13, o cabeçote de ferramenta 30 é movido descendentemente e também pode ser girado para fornecer espaço para o posicionador de lâmina 56, para colocar a lâmina 50 possuindo a amostra de espécime na mesma em um recipiente de fixação 58 contendo o fixador para fixar a amostra de espécime à lâmina 50. Após transferir a amostra de espécime para a lâmina 50, o cabeçote de ferramenta 30 translada e/ou gira para acionar a membrana de filtro para dentro de um pino 41 (figura 4) a fim de destruir a membrana de filtro para evitar reutilização. Como também ilustrado na figura 13, o posicionador de lâmina 56 é acionado para colocar a lâmina 50 possuindo a amostra de espécime na mesma dentro do recipiente de fixador 58. Uma vez que o procedimento de processamento de amostra é completado, um operador do sistema pode remover a lâmina de espécime 50 da solução de fixador no recipiente 58, ou alternativamente pode remover o recipiente de fixador, incluindo a lâmina de espécime 50, e substituir o recipiente de fixador 58 (ou colocar um novo) no retentor 61 antes de iniciar um novo procedimento de processamento de amostra.

[0083] O cabeçote de ferramenta 30 é girado e movido descendentemente para posicionar o dispositivo de encerramento de recipiente de amostra 42 na posição para reinstalar a tampa 43 de volta no recipiente de amostras 12 (a mesma posição que a ilustrada na figura 4).

[0084] Isso completa o processo automatizado para preparar a amostra de espécime e amostra de alíquota. A lâmina 56 possuindo a amostra de espécime fixada na mesma pelo fixador pode, então, ser removida do recipiente de fixador 58 e utilizada para teste. O recipiente de amostra 12 e o recipiente de alíquota 20 também podem ser removidos do sistema 10 e armazenados adequadamente. O dispositivo de despejo 25 é removido do sistema 10 e depositado em uma lixeira para eliminar a ponta de pipeta usada 48. O compartimento de despejo 25 pode, então, ser colocado de volta na plataforma de compartimento de despejo 27.

[0085] O processo, como descrito, pode ser repetido para recipientes de amostra adicionais possuindo a amostra respectiva contida nos mesmos, como desejado.

[0086] Apesar de modalidades particulares terem sido ilustradas e descritas, deve-se compreender que a descrição acima não deve limitar o escopo dessas modalidades. Enquanto variações de muitos aspectos das modalidades descritas aqui terem sido ilustrados e descritos, deve-se apreciar que a descrição acima é fornecida para fins de explicação e ilustração apenas, e que várias mudanças e modificações podem ser realizadas às modalidades descritas, sem se distanciar do escopo das reivindicações a seguir. Por exemplo, nem todos os componentes apresentados e descritos nas modalidades são necessários, e as modalidades alternativas podem incluir quaisquer combinações adequadas de componentes descritos, e os formatos gerais e tamanhos relativos dos componentes podem ser modificados.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema automatizado para processar uma amostra contida em um recipiente de amostras líquidas, o sistema compreendendo:

um retentor de recipiente de amostras (16) configurado para reter um recipiente de amostra (12);

um primeiro dispositivo de encerramento (42) configurado para agarrar e liberar, de forma controlável, uma tampa (43) do recipiente de amostra (12) mantido no retentor de recipiente de amostras (16);

um posicionador de lâmina (56) possuindo um retentor de lâmina (57) configurado para agarrar de forma liberável a lâmina (50); e

um dispositivo de transferência de espécime (40),

caracterizado pelo fato de que o sistema ainda compreende:

um cabeçote de ferramentas automatizado (30) configurado para girar em torno de um primeiro eixo (33) horizontal e transladar ao longo de um segundo eixo (51) diferente do primeiro eixo (33), e

uma pluralidade de ferramentas de processamento de amostra transportadas no cabeçote de ferramentas (30) e dispostas circunferencialmente em torno do cabeçote de ferramentas (30) nas respectivas posições no cabeçote de ferramentas (30) de modo que a pluralidade de ferramentas de processamento de amostra seja rotativa junto com o cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e transladável junto com o cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), a pluralidade de ferramentas compreendendo o primeiro dispositivo de encerramento (42) e o dispositivo de transferência de espécime (40),

em que o cabeçote de ferramentas (30) é configurado para posicionar automaticamente o primeiro dispositivo de encerramento (42)

próximo à tampa do recipiente de amostra (43) através de um ou ambos os giros do cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e translação do cabeçote da ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), e em que o primeiro dispositivo de encerramento (42) coopera operativamente com o retentor de recipiente de amostra (16) para remover ou instalar a tampa do recipiente da amostra (43) e o cabeçote de ferramentas (30) é configurado para posicionar automaticamente uma extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime (40) para obter um espécime de um recipiente de amostra (12) mantido no retentor de recipiente de amostra (16) e para transferir o espécime obtido para um elemento analítico (50) mantido pelo suporte do lâmina (57), respectivamente, através de um ou ambos de rotação do cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e translação do cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), e em que o posicionador de lâminas (56) é configurado para cooperar de forma operacional com o cabeçote de ferramenta (30) de modo que o retentor de lâminas engate e remova automaticamente uma lâmina disposta na plataforma de carregamento de lâminas (46), e em que o posicionador de lâminas (56) coopera de forma operacional com o cabeçote de ferramenta (30) para posicionar automaticamente uma lâmina engatada perto da extremidade de trabalho do dispositivo de transferência de espécime (40) para transferir o espécime para a lâmina engatada.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o retentor de recipiente de amostra (16) é configurado para girar automaticamente em uma dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária enquanto o primeiro dispositivo de encerramento (42) engata a tampa de recipiente de amostra (43) a fim de remover a tampa de recipiente de amostra (43) do recipiente de amostra (12), e onde o retentor de recipiente de amostra

(16) é configurado para girar automaticamente em uma dentre a direção de rotação horária e a direção de rotação anti-horária, enquanto o primeiro dispositivo de encerramento (42) engata a tampa de recipiente de amostra (43) a fim de instalar a tampa de recipiente de amostra (43) no recipiente de amostra (12).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

a pluralidade de ferramentas de processamento de amostra dispostas circunferencialmente em torno do cabeçote de ferramentas (30) e rotativas junto com o cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e transladáveis juntamente com o cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51) compreendendo ainda um pipetador (37) transportado no cabeçote de ferramentas (30),

o sistema compreende ainda um distribuidor de ponta de pipeta (26), e

o pipetador (37) possuindo um elemento de engate de ponta de pipeta (38) configurado para engatar de forma liberável as pontas de pipeta (48), onde o cabeçote de ferramentas (30) é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta (38) perto do distribuidor de ponta de pipeta (26) para permitir que o elemento de engate de ponta de pipeta (38) engate uma ponta de pipeta (48) mantida pelo distribuidor de ponta de pipeta (26) através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo geométrico (33) e translação do cabeçote de ferramenta (30) ao longo do segundo eixo geométrico (51),

em que o distribuidor de ponta de pipeta (26) é montado em um transportador de distribuidor de ponta de pipeta (22) configurado para transladar o distribuidor de ponta de pipeta (26) com relação ao cabeçote de ferramentas (30) de modo que o distribuidor de ponta de pipeta (26) possa ser seletivamente transladado para um local no qual

o cabeçote de ferramentas (30) posicione o elemento de engate de ponta de pipeta (38) para engatar uma ponta de pipeta (48) a partir do distribuidor de ponta de pipeta (26).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda uma câmara de isolamento (28) de distribuidor de ponta de pipeta, na qual o transportador de distribuidor de ponta de pipeta (22) é configurado para transladar seletivamente o distribuidor de ponta de pipeta (26) entre a localização na qual o cabeçote de ferramentas (30) posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta (38) para engatar uma ponta de pipeta (48) a partir do distribuidor de ponta de pipeta (26) e uma segunda localização dentro da câmara de isolamento (28).

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda uma lixeira de pontas de pipeta (25) montada no transportador de distribuidor de pontas de pipeta (22), em que o transportador de distribuidor de pontas de pipeta (22) é configurado para transladar seletivamente a lixeira de pontas de pipeta (25) para um local no qual o cabeçote de ferramentas (30) posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta (38) para desengatar uma ponta de pipeta (48) para dentro da lixeira de pontas de pipeta (25), em que a lixeira de pontas de pipeta (25) é montada no transportador de ponta de pipeta com relação ao distribuidor de ponta de pipeta (26) de modo que, quando a lixeira de ponta de pipeta (25) é transladada para o local no qual o cabeçote de ferramentas (30) posiciona o elemento de engate de ponta de pipeta (38) para desengatar uma ponta de pipeta para dentro da lixeira de ponta de pipeta (25), o distribuidor de ponta de pipeta (26) simultaneamente transladado para dentro da câmara de isolamento (28).

6. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda um retentor

de recipiente complementar (18) configurado para reter um recipiente complementar (20), onde o cabeçote de ferramentas (30) é configurado para posicionar automaticamente o elemento de engate de ponta de pipeta (38) em uma posição na qual uma ponta de pipeta (48) engatada no elemento de engate de ponta de pipeta (38) é inserida em um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostra (16), e em uma posição na qual a ponta de pipeta engatada (48) é inserida em um recipiente complementar (20) mantido no retentor de recipiente complementar (18), respectivamente, através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo geométrico (33) e translação do cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo geométrico (51).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a pluralidade de ferramentas de processamento de amostra, dispostas circunferencialmente em torno do cabeçote de ferramentas (30) e rotativas junto com o cabeçote porta-ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e transladáveis juntamente com o cabeçote porta-ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), compreende ainda um segundo dispositivo de encerramento (44) disposto no cabeçote de ferramentas (30) e configurado para agarrar e liberar, de forma controlável, uma tampa (45) de um recipiente complementar (20) mantido no retentor de recipiente complementar (18), onde o cabeçote de ferramenta (30) é configurado para posicionar automaticamente o segundo dispositivo de encerramento (44) perto da tampa do recipiente complementar (45) através de uma ou ambas a rotação do cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo geométrico (33) e a translação do cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo geométrico (51), e onde o segundo dispositivo de encerramento (44) coopera de forma operacional com o retentor do recipiente complementar (18) para remover ou instalar a tampa de

recipiente suplementar (45).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o retentor de recipiente suplementar (18) é configurado para girar automaticamente em uma dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária enquanto o segundo dispositivo de encerramento (44) engata a tampa de recipiente suplementar (45) fim de remover a tampa de recipiente suplementar (45) do recipiente suplementar (20), e onde o retentor de recipiente suplementar (18) é configurado para girar automaticamente na outra dentre uma direção de rotação horária e uma direção de rotação anti-horária enquanto o segundo dispositivo de encerramento (44) engata a tampa de recipiente suplementar (45) a fim de instalar a tampa de recipiente suplementar (45) ao recipiente suplementar (20).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **caracterizado pelo fato de que** os primeiro e segundo dispositivos de encerramento (42, 44) são desviados um do outro no cabeçote de ferramentas (30) de modo que, quando o primeiro dispositivo de encerramento (42) está em uma posição para agarrar e remover a tampa de recipiente de amostra (43), o segundo dispositivo de encerramento (44) está em uma posição para agarrar e remover a tampa de recipiente suplementar (45) sem movimento rotativo adicional do cabeçote de ferramentas (30).

10. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda um recipiente de amostra (12) mantido no retentor de recipiente de amostra (16) e um recipiente de alíquota (20) mantido no retentor de recipiente suplementar (18) onde quando o cabeçote de ferramentas (30) e o pipetador (37) cooperam de forma operacional para causar automaticamente o engate do elemento de engate de ponta de pipeta (38) com uma ponta de pipeta (48) do distribuidor de ponta de pipeta

(26), retirar uma alíquota de uma amostra de um recipiente de amostras mantido no retentor de recipiente de amostra (12) utilizando a ponta de pipeta engatada (48), e distribuir a alíquota de amostra obtida para dentro do recipiente de alíquota (20), respectivamente.

11. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda um recipiente de amostra (12) mantido no retentor de recipiente de amostra (16) e um recipiente de reagente contendo um reagente mantido no retentor de recipiente suplementar (18), e onde quando o cabeçote de ferramentas (30) e o pipetador (37) cooperam de forma operacional para causar automaticamente o engate do elemento de engate de ponta de pipeta (48) com uma ponta de pipeta do distribuidor de ponta de pipeta (26), retirar uma alíquota de reagente do recipiente de reagente utilizando a ponta de pipeta engatada (48), e distribuir a alíquota de reagente para dentro de um recipiente de amostras (12), respectivamente.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a pluralidade de ferramentas de processamento de amostra, dispostas circunferencialmente em torno do cabeçote de ferramentas (30) e rotativas junto com o cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e transladáveis juntamente com o cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), compreende ainda:

uma leitora (31) posicionada no cabeçote de ferramentas (30) e configurada para ler os indícios de recipiente de amostra localizados no recipiente de amostras (12); e

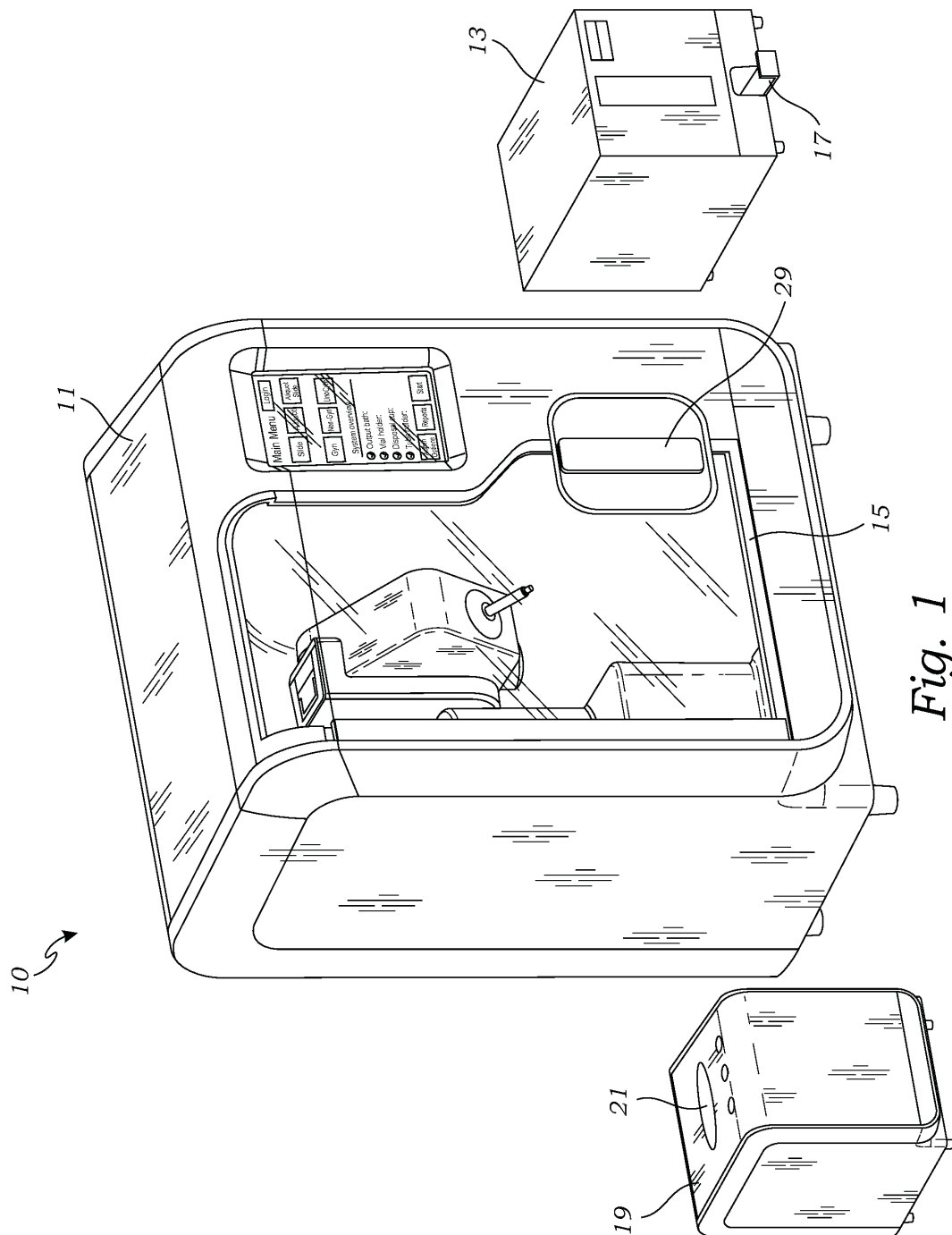
o sistema ainda compreendendo uma impressora de lâmina (13) em comunicação com a leitora (31) e configurada para imprimir os indícios de elemento analítico correspondentes aos indícios de recipiente de amostra pela leitora (31) em um elemento analítico.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a pluralidade de ferramentas de processamento de amostra, dispostas circunferencialmente em torno do cabeçote de ferramentas (30) e rotativas junto com o cabeçote de ferramentas (30) em torno do primeiro eixo (33) e transladáveis juntamente com o cabeçote de ferramentas (30) ao longo do segundo eixo (51), compreende ainda:

uma leitora (31) posicionada no cabeçote de ferramentas (30) e configurada para ler indícios de recipiente de amostra (12) localizados em um recipiente de amostras (12),

o sistema compreendendo ainda uma impressora de recipiente de alíquota (19) em comunicação com a leitora (31) e configurada para imprimir indícios de elemento analítico correspondendo aos indícios de recipiente de amostra lidos pela leitora (31) em um recipiente de alíquota.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda um controlador (60) para controlar a operação de um ou mais dentre um cabeçote de ferramentas (30), pipetador (37), primeiro dispositivo de encerramento (42), segundo dispositivo de encerramento (44), e posicionador de lâmina (56), o sistema compreendendo ainda uma interface de usuário (62) acoplada de forma operacional ao controlador (60) e configurada para exibir a situação do sistema e/ou perguntas para um usuário e para receber registros de usuário em resposta à situação de sistema e/ou perguntas exibidas.



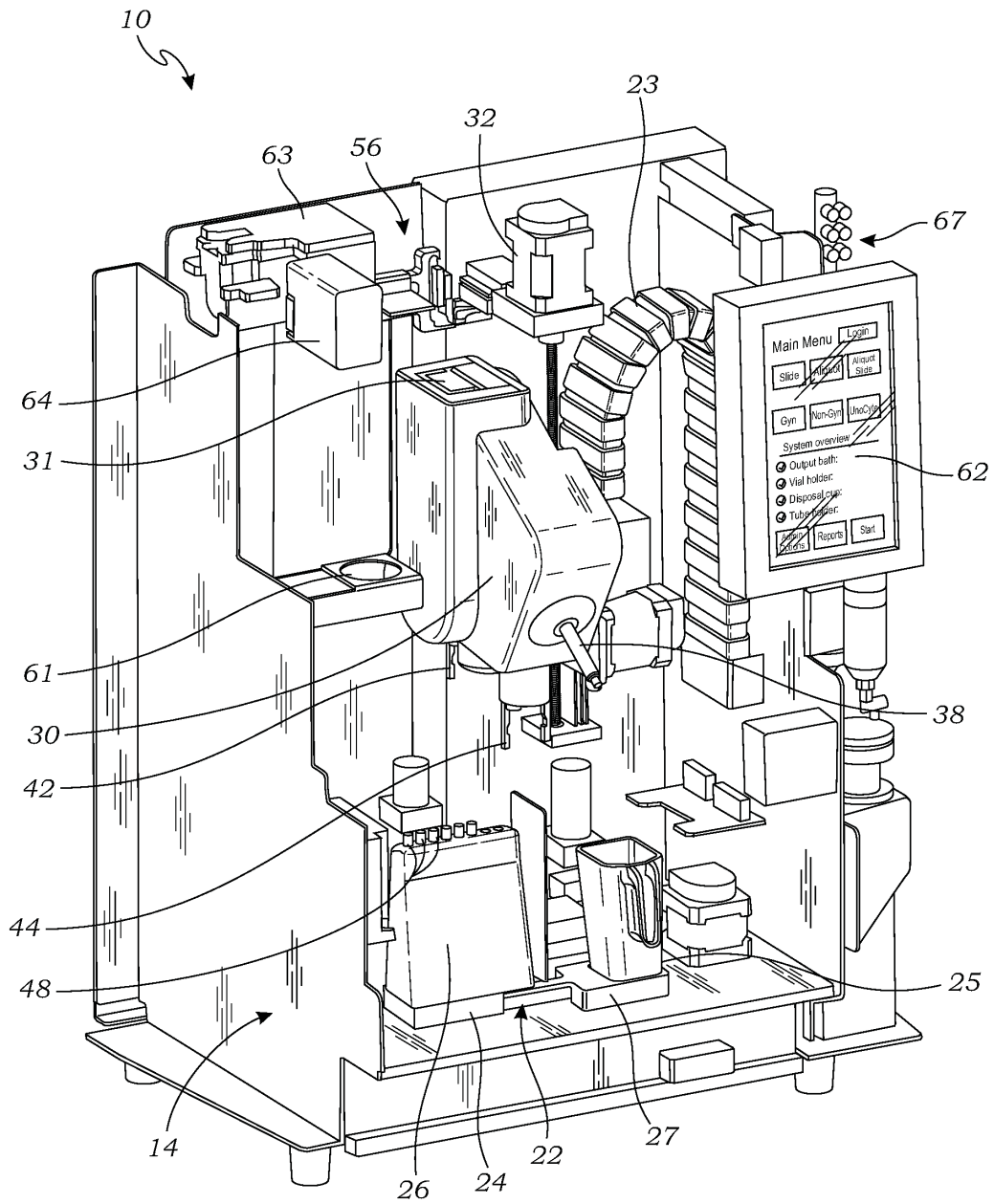


Fig. 2

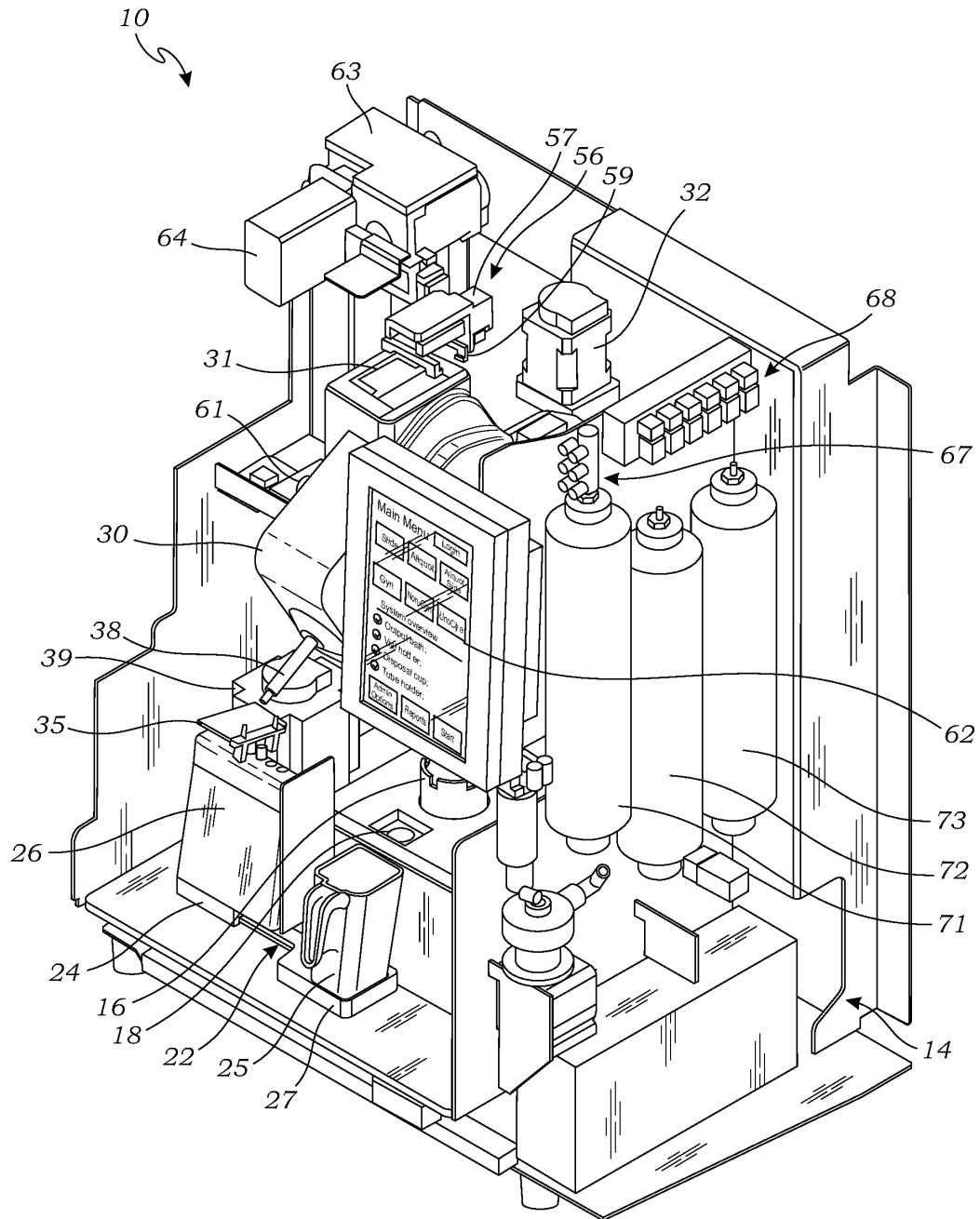


Fig. 3

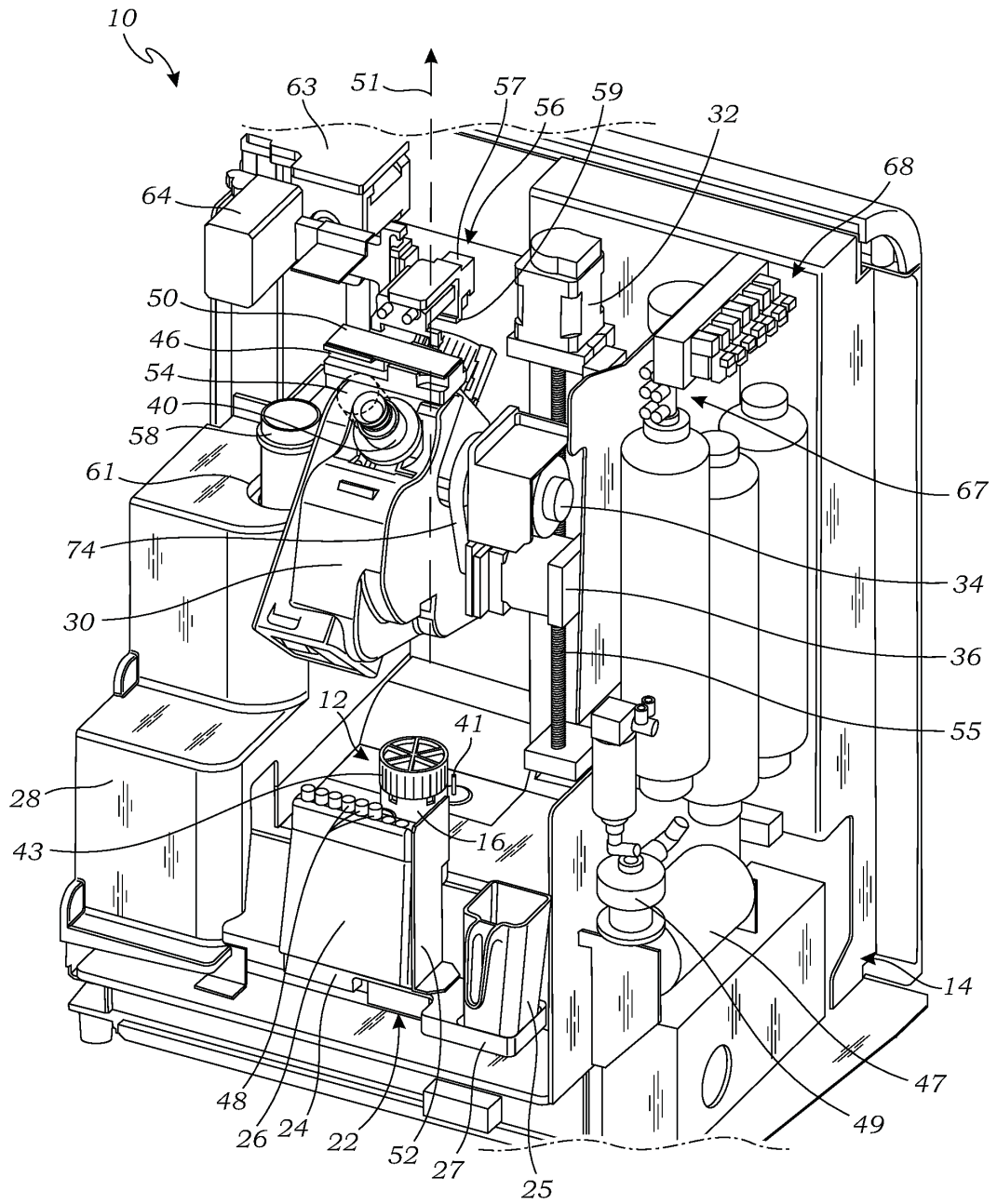


Fig. 4

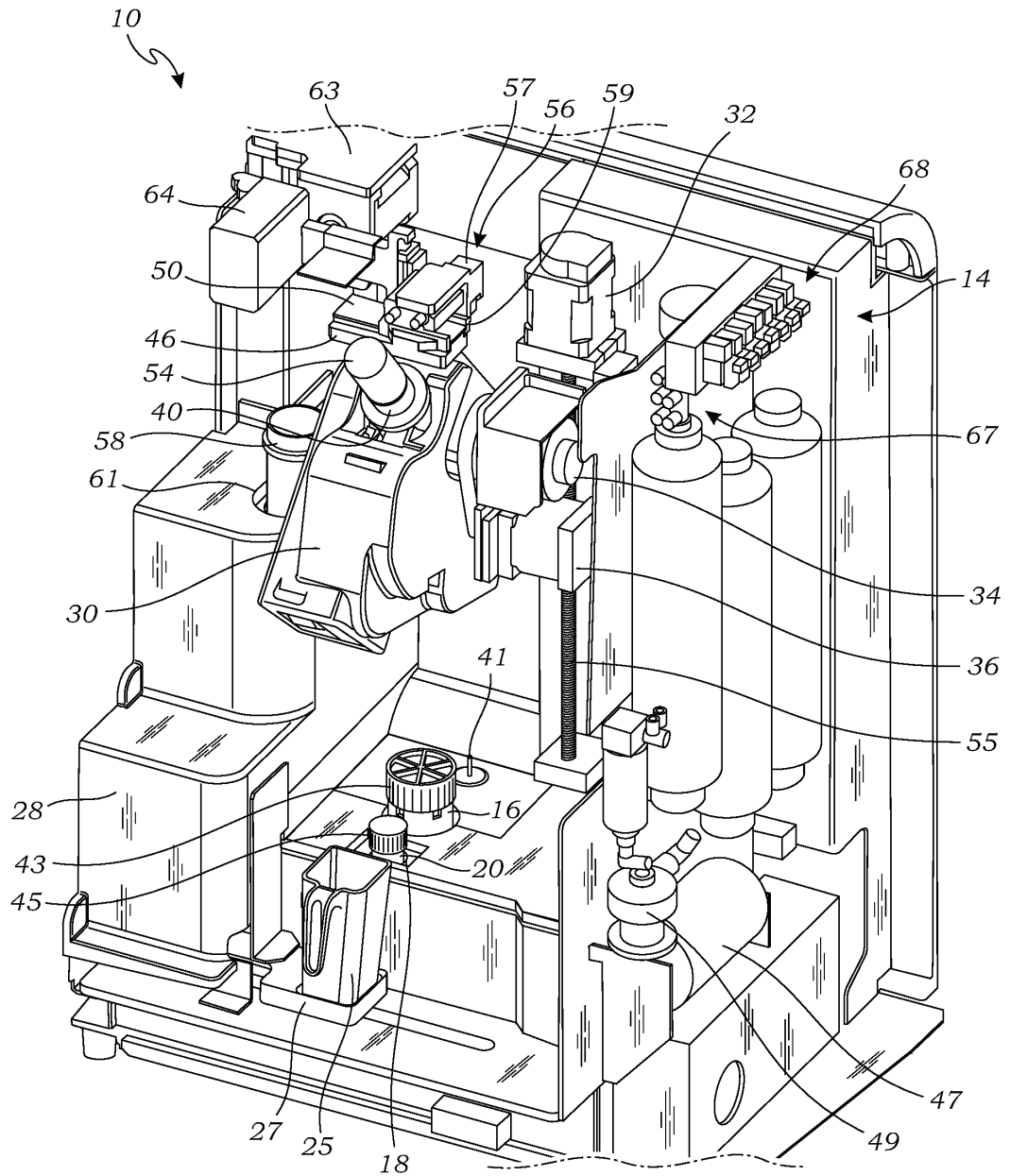


Fig. 5

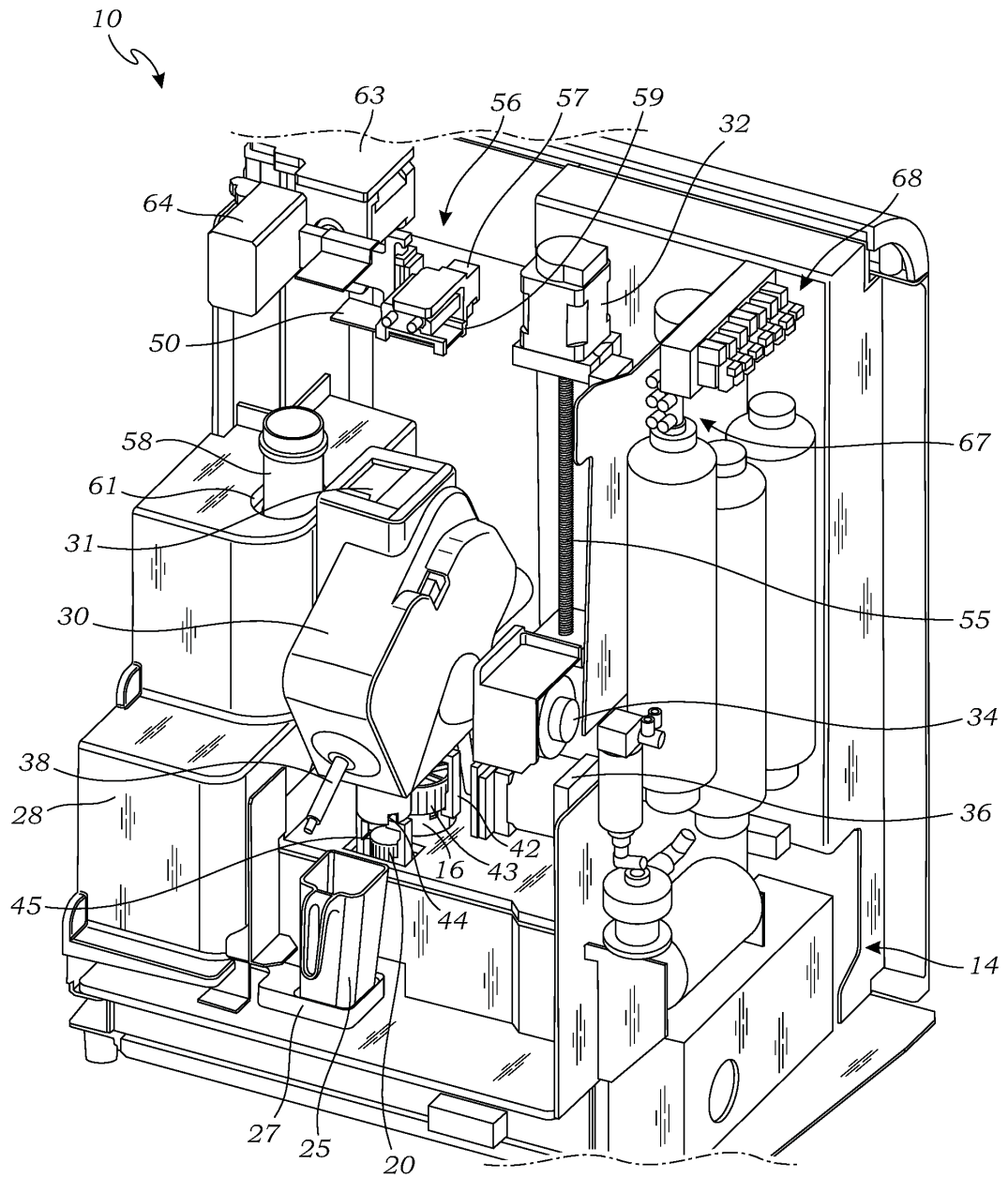


Fig. 6

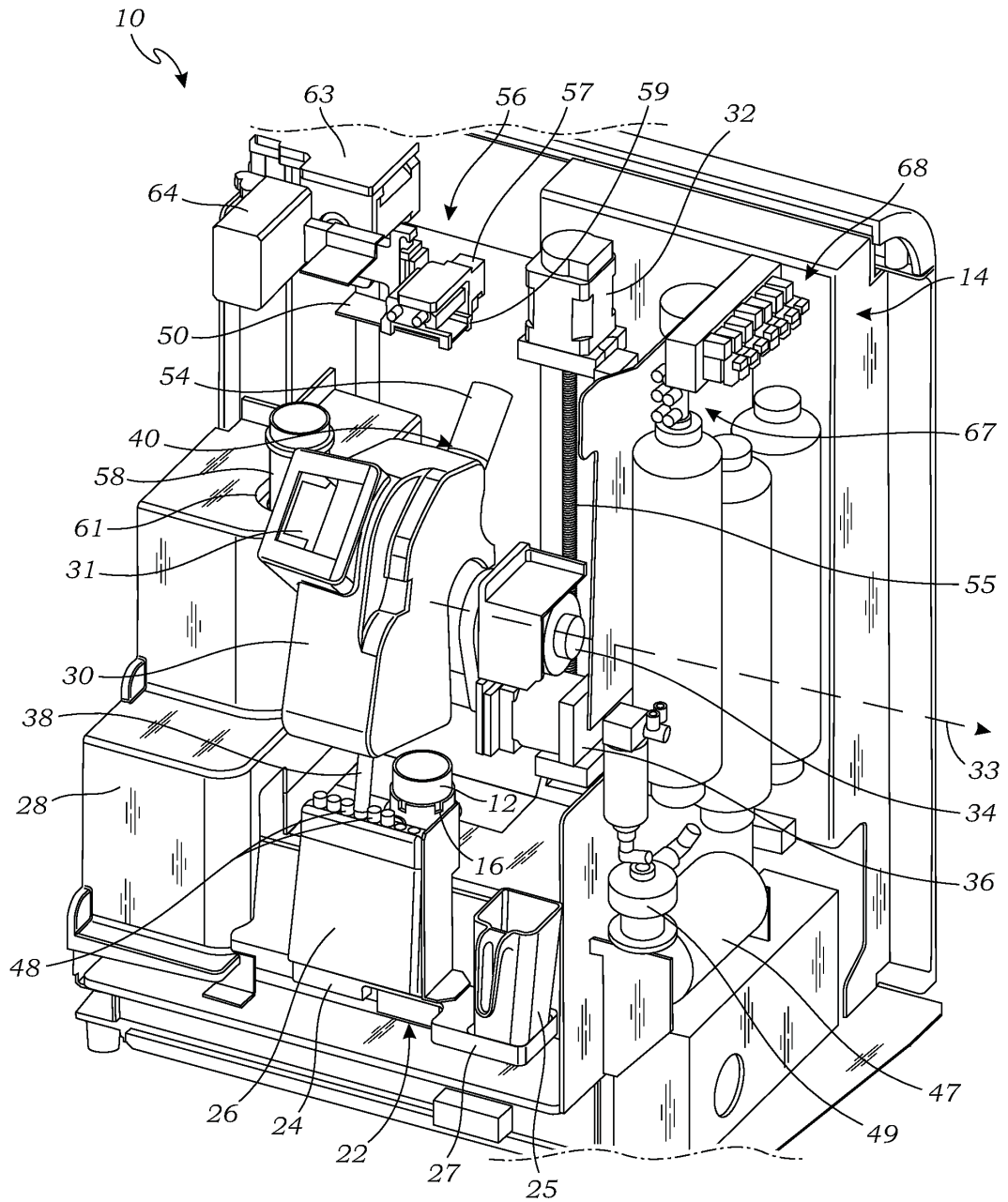


Fig. 7

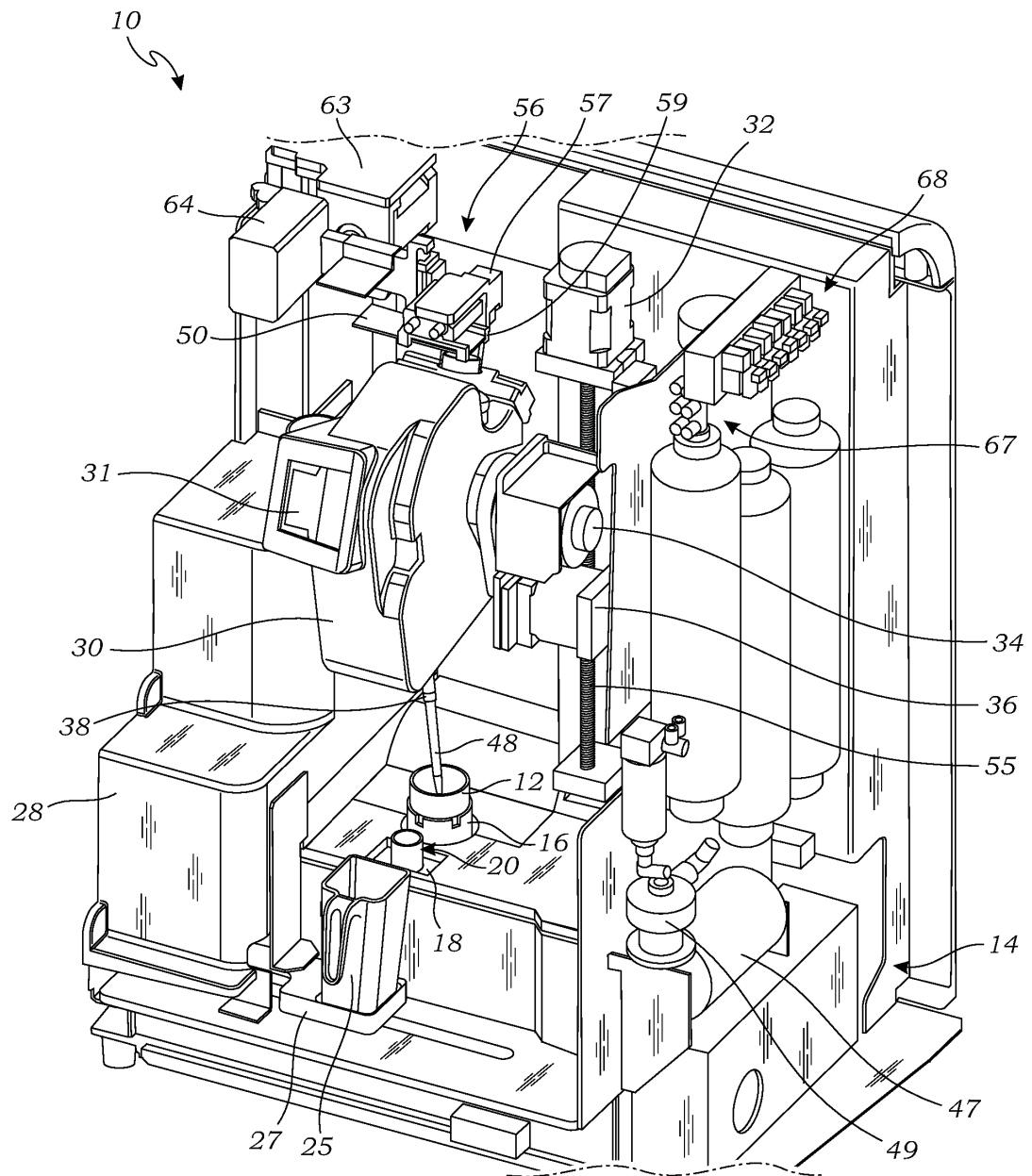


Fig. 8

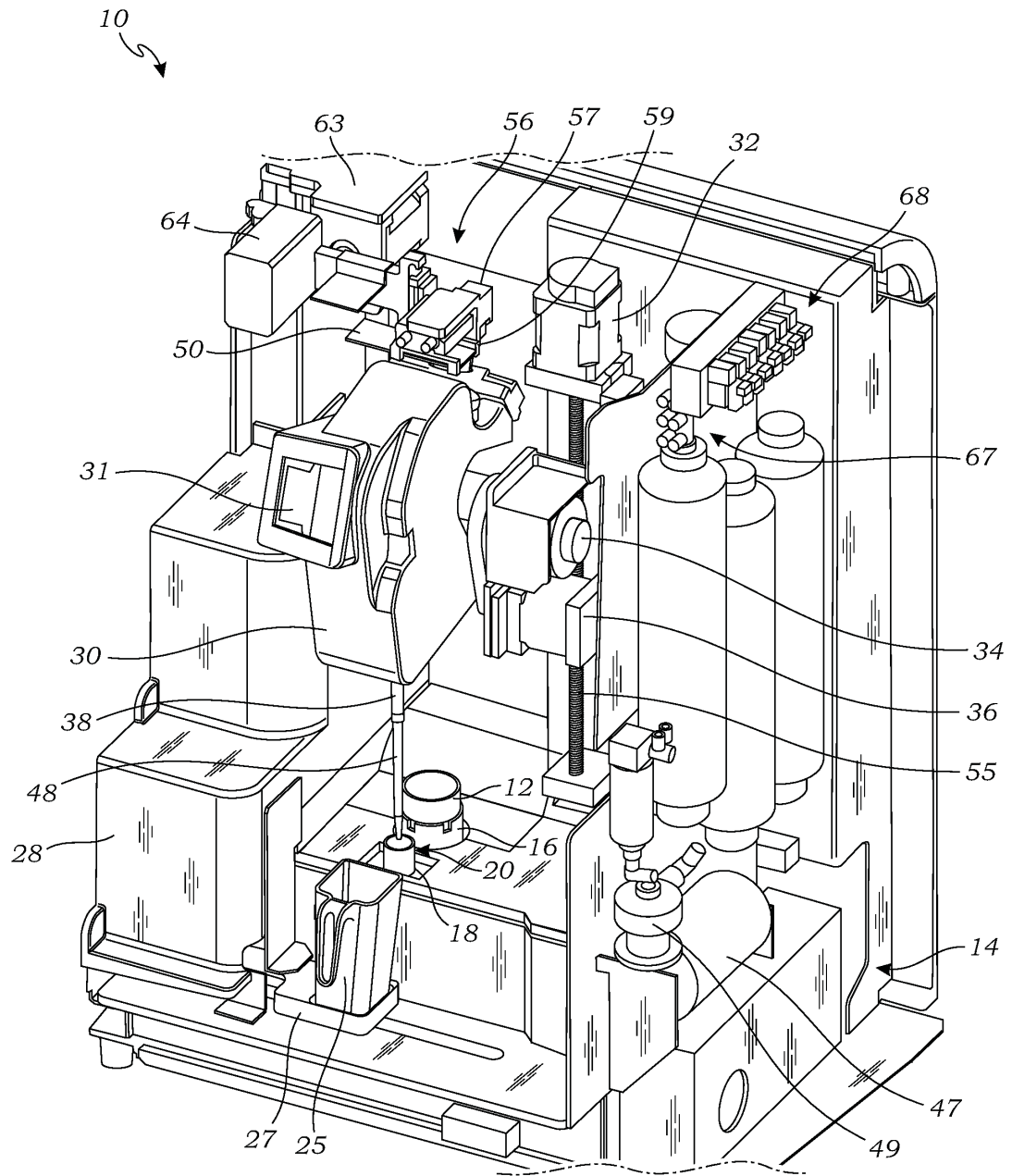
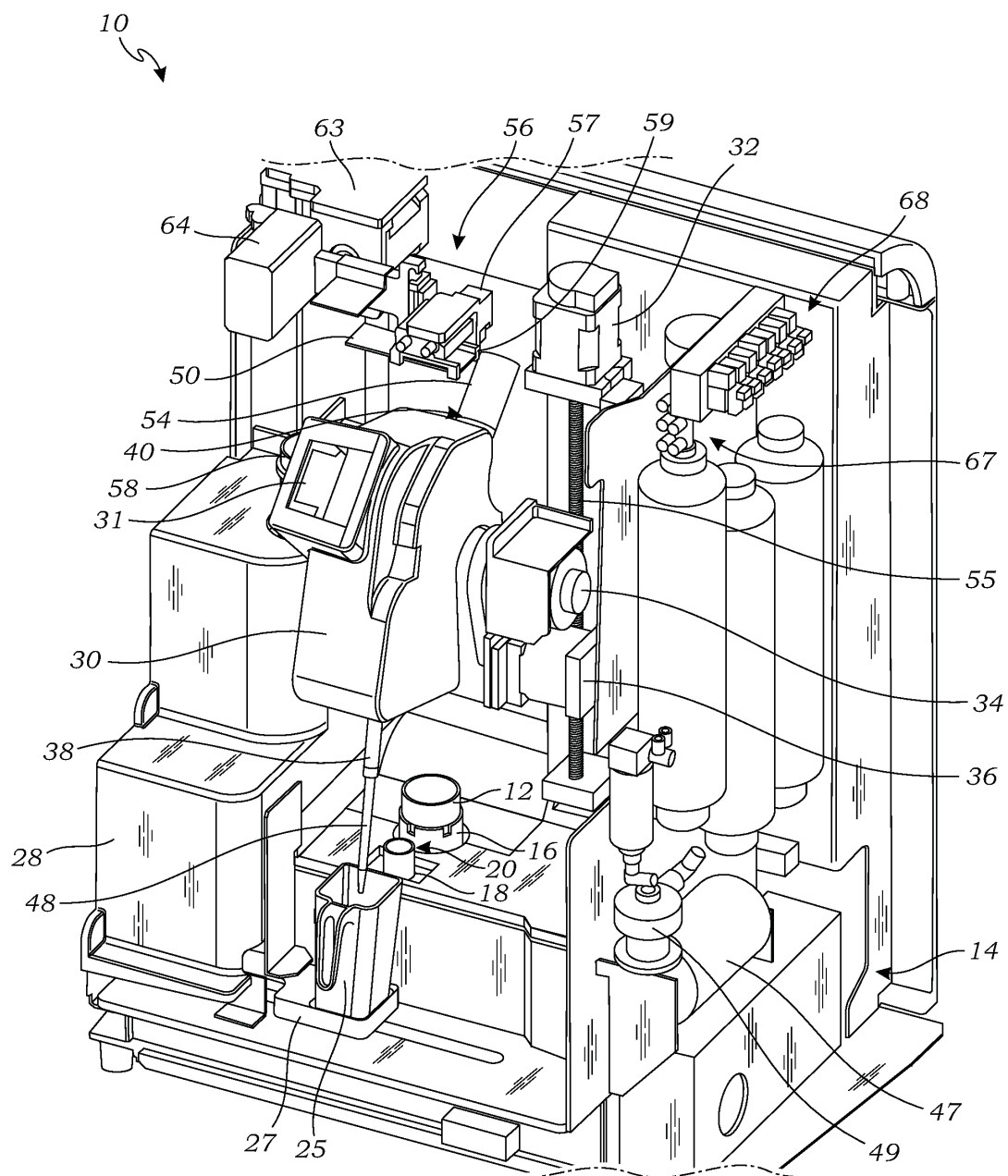


Fig. 9

*Fig. 10*

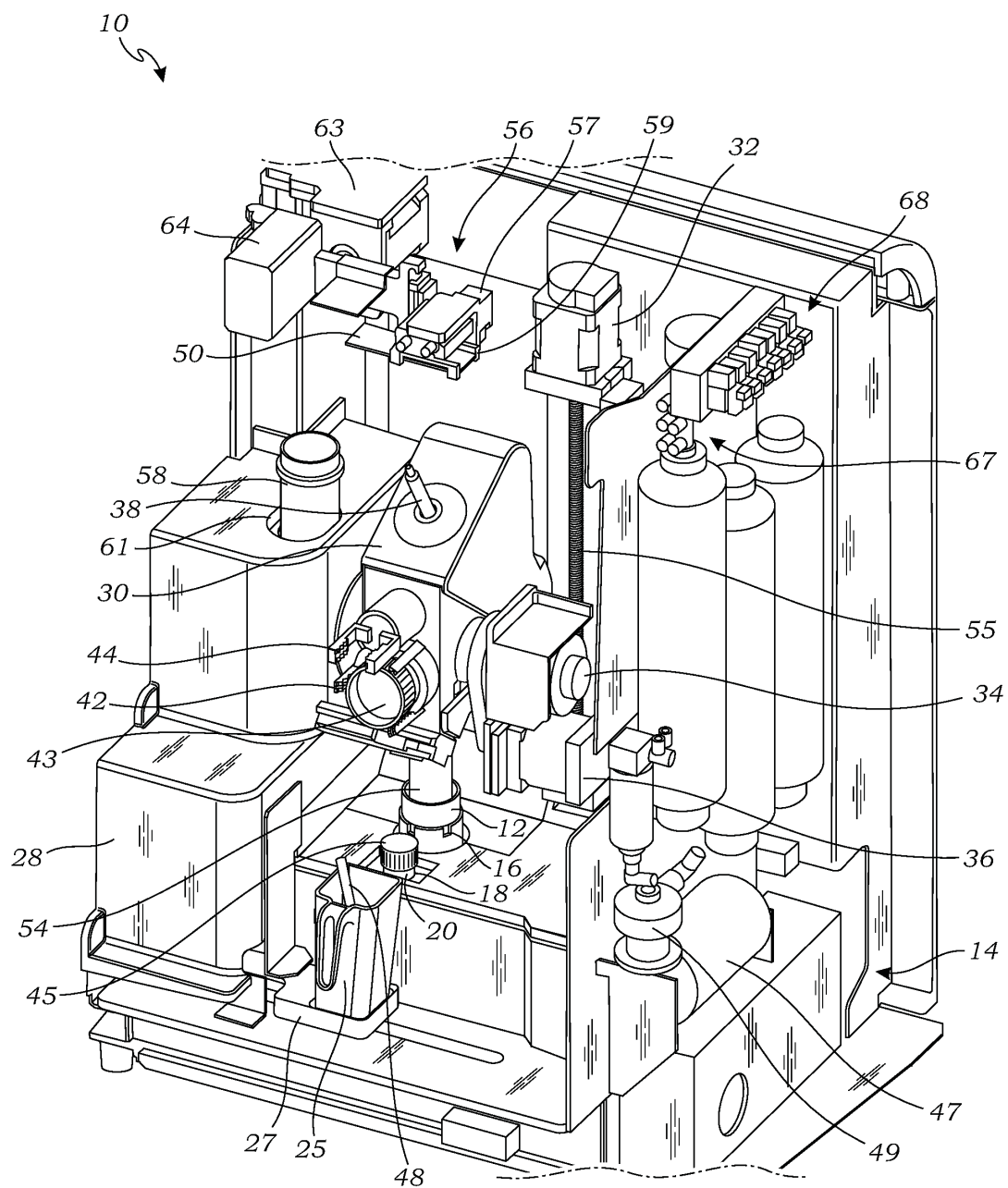


Fig. 11

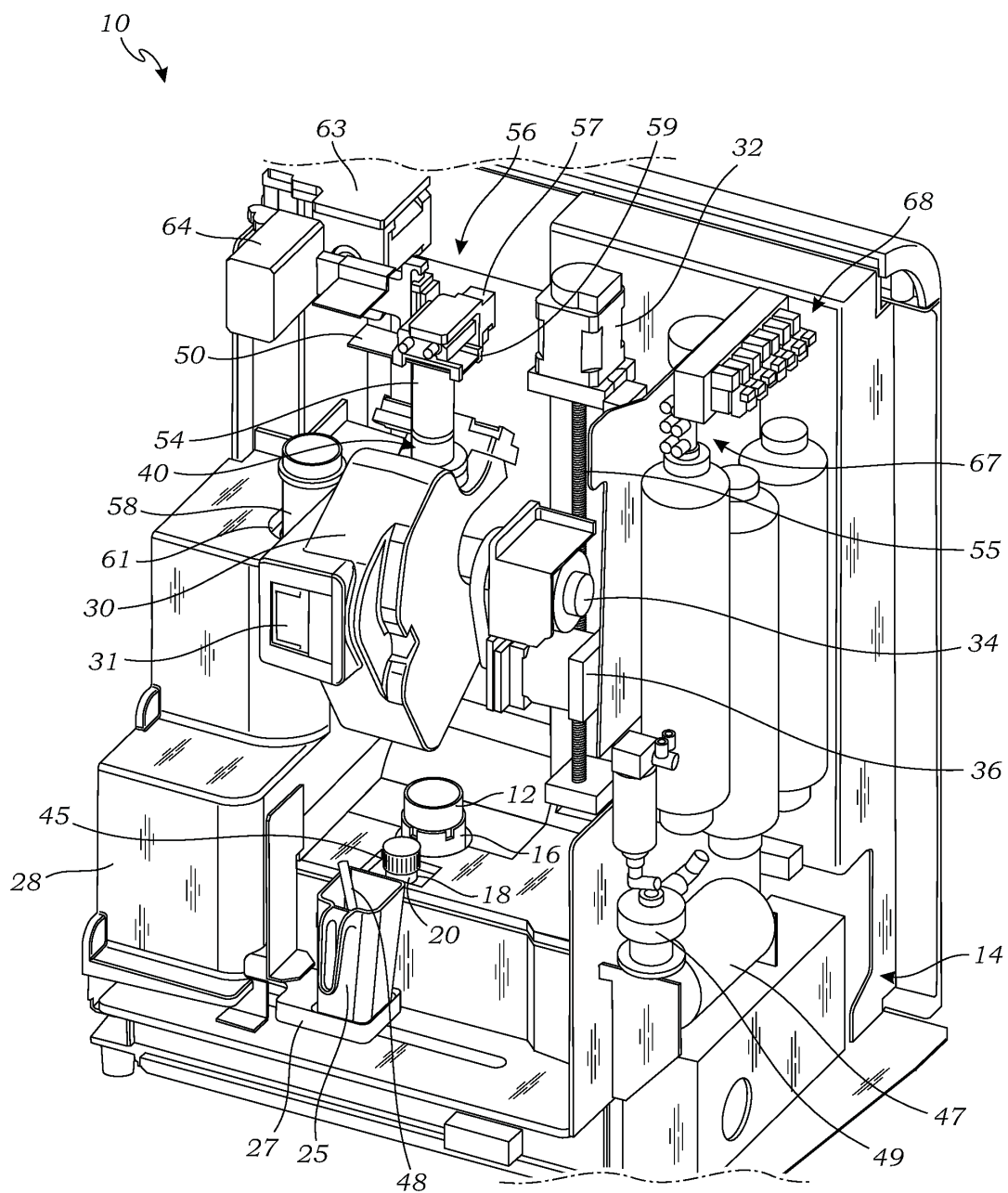


Fig. 12

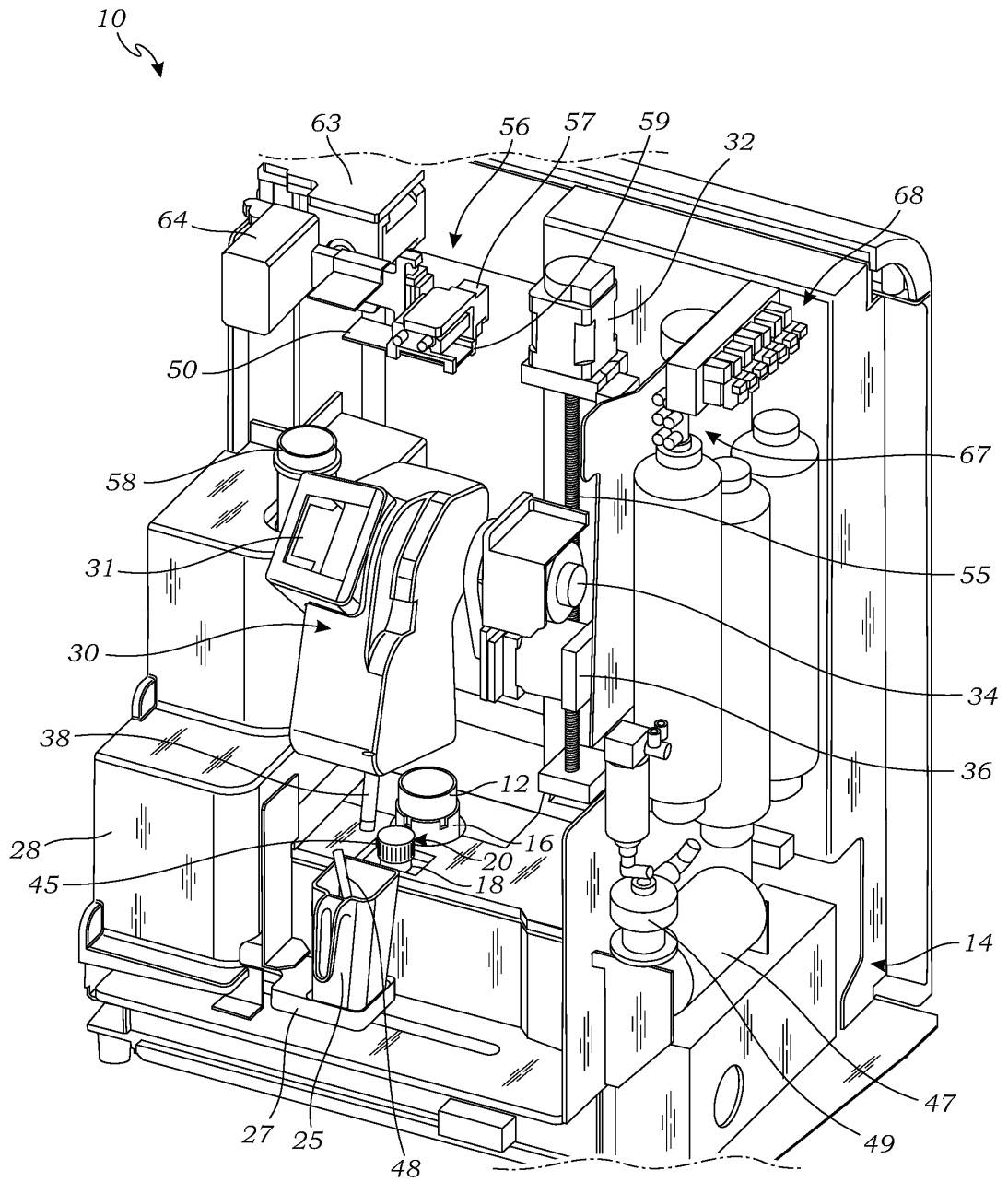
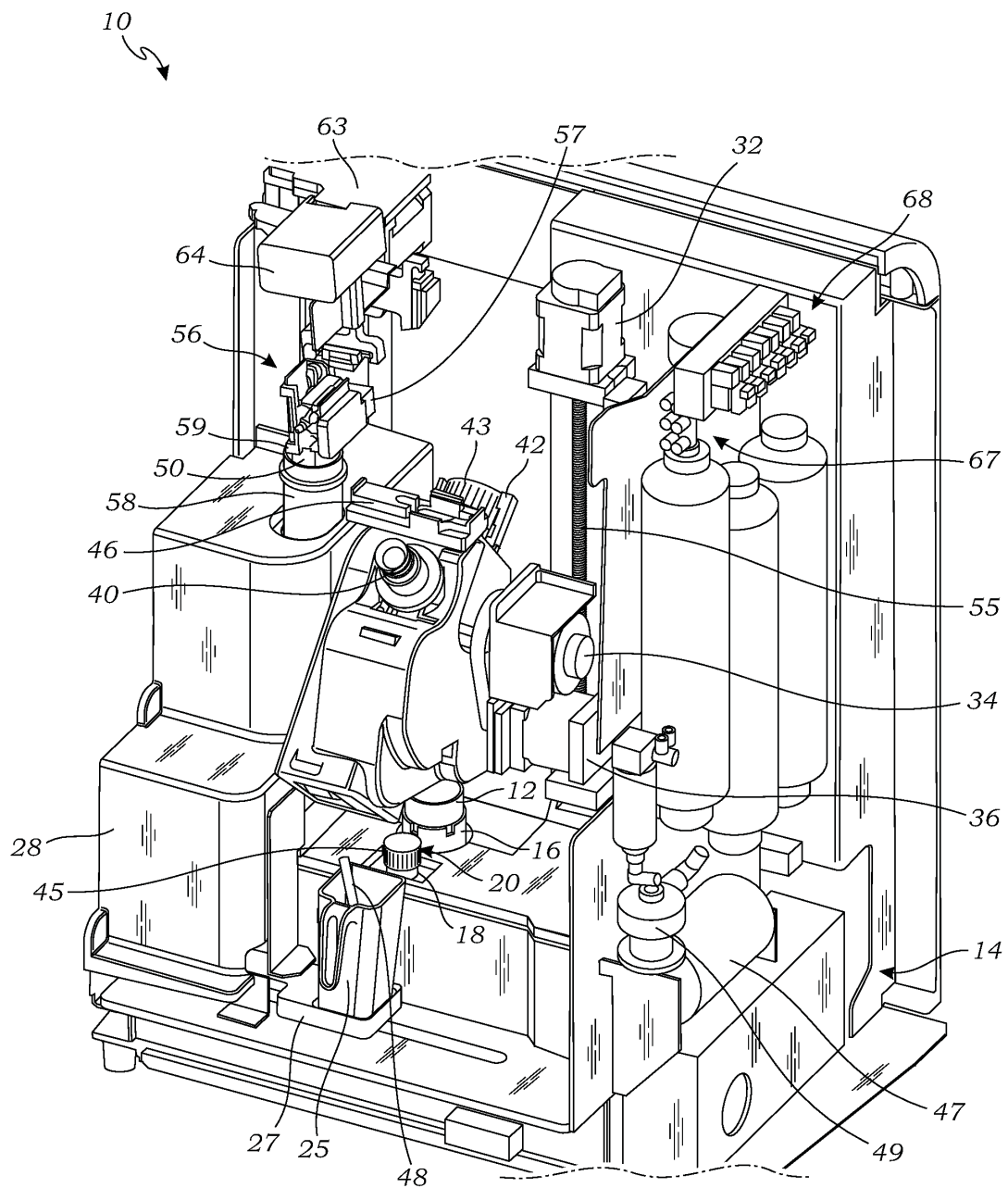
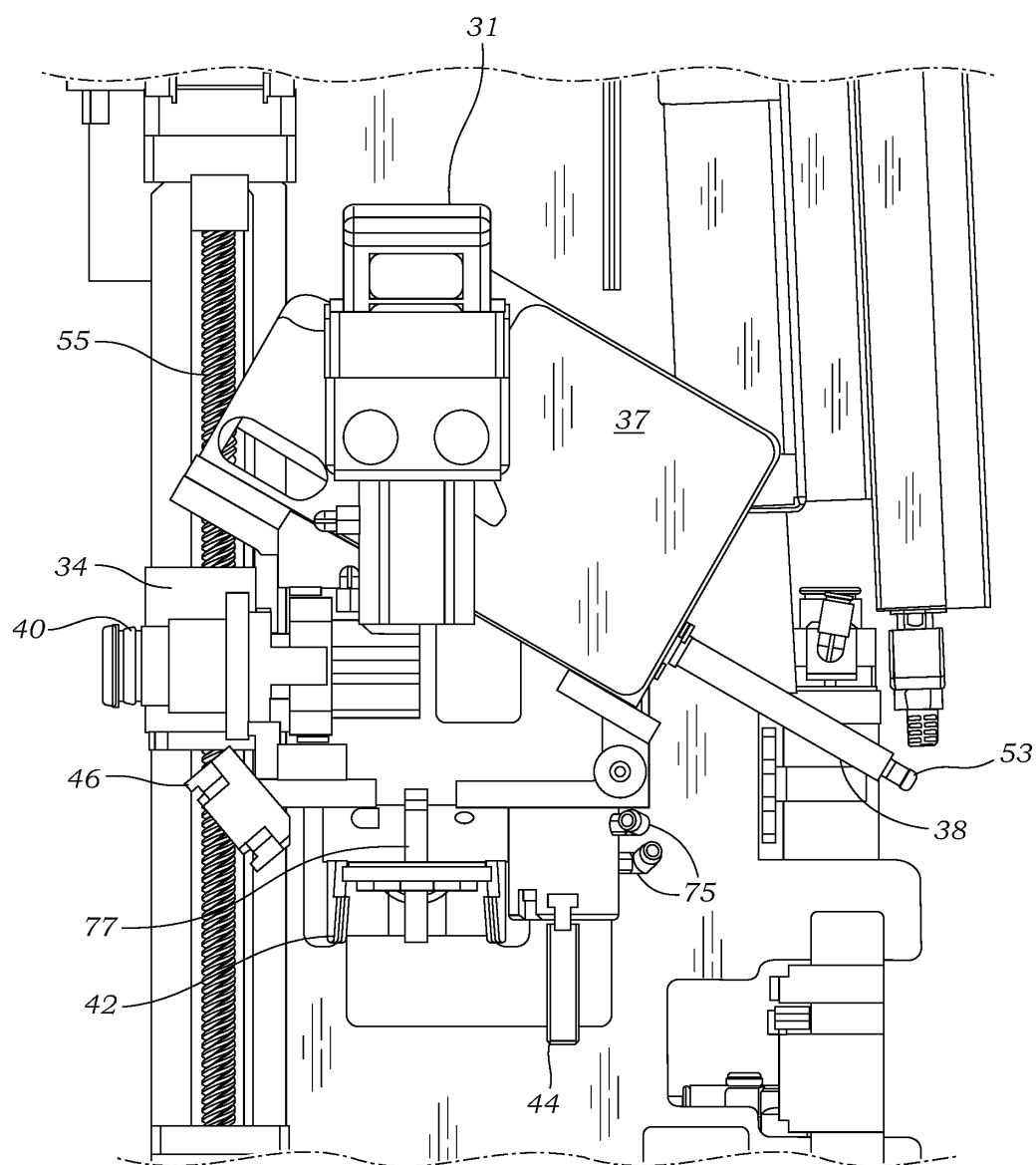
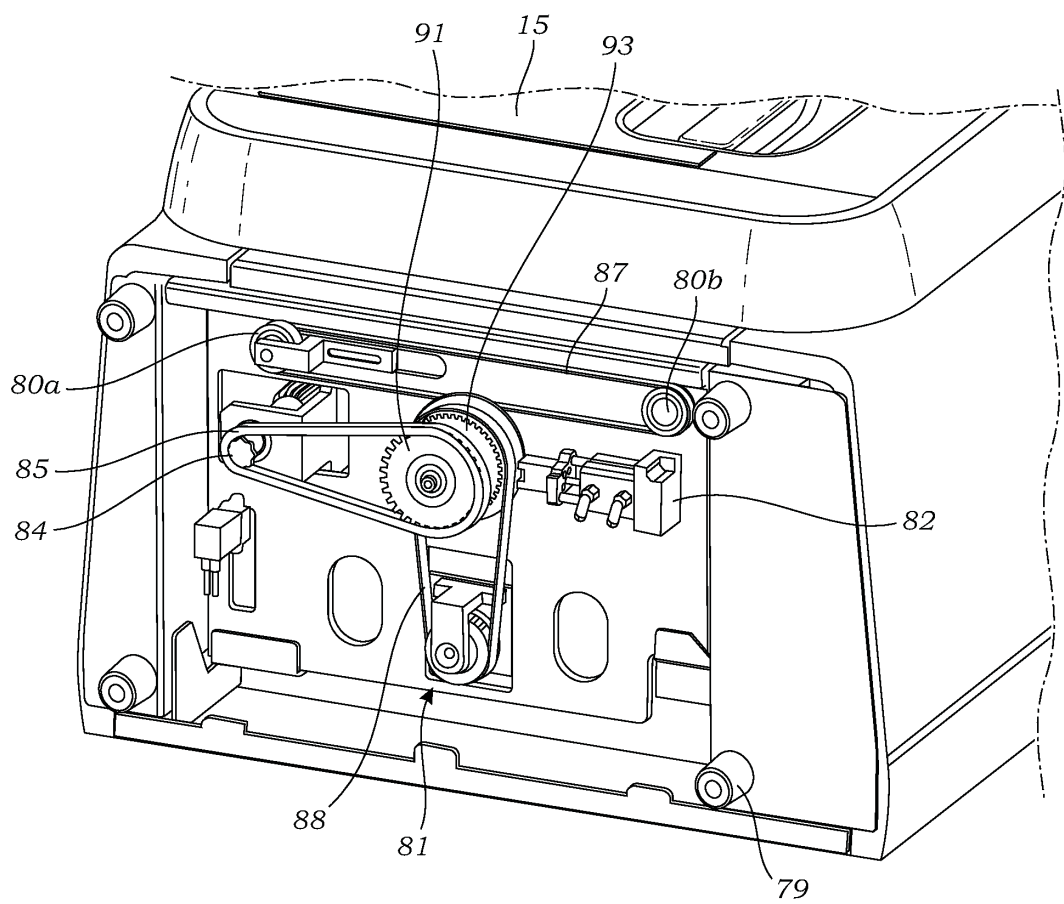


Fig. 13

*Fig. 14*

*Fig. 15*

*Fig. 16*

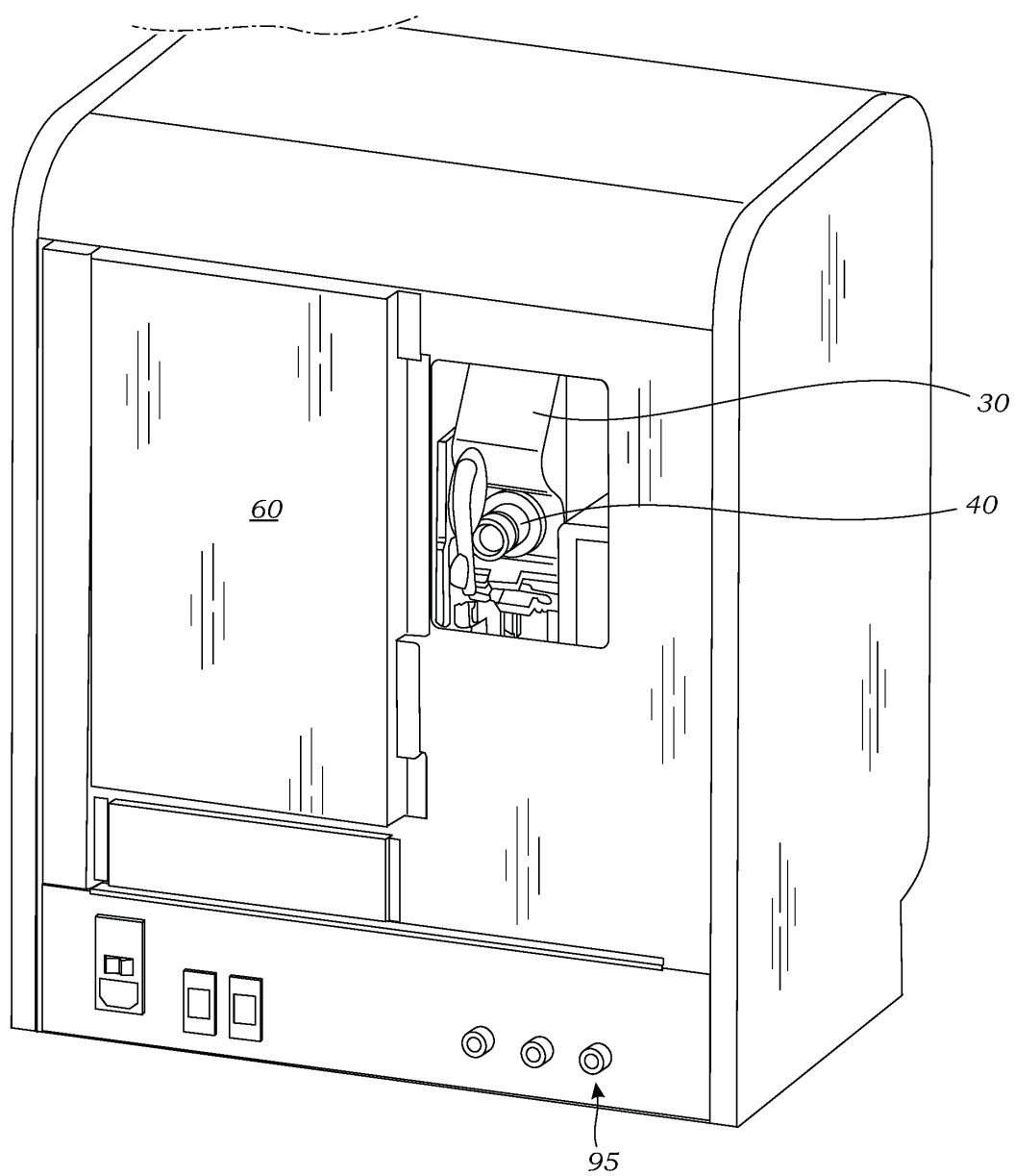


Fig. 17