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

(11) PI 0702962-4 B1

(22) Data do Depósito: 28/06/2007

(45) Data de Concessão: 21/05/2019

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA DETERMINAR O NÍVEL DE FLUIDO DE UM CARTUCHO CIRÚRGICO

(51) Int.Cl.: A61F 9/00; A61F 9/007; G01F 23/292.

(30) Prioridade Unionista: 28/06/2006 US 11/477,032.

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

(72) Inventor(es): SHAWN X. GAO.

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO DE LEITURA DE NÍVEL CONTÍNUA E NÃO INVASIVA. Modalidades da presente invenção proporcionam um sistema e método para detectar o nível de um fluido em um cartucho cirúrgico ao projetar luz a partir de uma estrutura sensora linear para dentro da parede do cartucho. Dependendo da quantidade de luz refletida ou refratada no cartucho (isto é, em virtude do material de cartucho/interface líquida ou material de cartucho/interface de ar (ou outra interface)), diversas porções de uma estrutura sensora será mais ou menos iluminada. Ao se examinar a iluminação de uma estrutura sensora linear, o nível de fluido na câmara pode ser determinado.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA E MÉTODO PARA DETERMINAR O NÍVEL DE FLUIDO DE UM CARTUCHO CIRÚRGICO".**

Campo Técnico da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a um sistema e métodos cirúrgicos. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um sistema para a leitura de nível de fluidos em um cartucho cirúrgico usado em um sistema cirúrgico oftálmico.

Antecedentes da Invenção

[002] O olho humano pode sofrer de uma série de doenças que provocam de deterioração suave a perda completa de visão. Embora lentes de contato e óculos possam compensar algumas doenças, a cirurgia oftálmica é necessária para outros. Em geral, a cirurgia oftálmica em procedimentos do segmento anterior, tais como cirurgia vitreorretinal, e procedimentos de segmento anterior, tal como cirurgia de catarata. Mais recentemente, procedimentos de segmento anterior e posterior combinados foram desenvolvidos.

[003] O instrumento cirúrgico usado para cirurgia oftálmica pode ser especializado para os procedimentos do segmento anterior ou os procedimentos do segmento posterior ou suportar ambos. Em qualquer um dos casos, a instrumentação cirúrgica com freqüência requer o uso de consumíveis associados tais como os cartuchos cirúrgicos, sacos de fluidos, tubos, pontas de peças manuais e outros consumíveis.

[004] Um cartucho cirúrgico pode proporcionar uma variedade de funções dependendo do procedimento e da instrumentação cirúrgica. Por exemplo, cartuchos cirúrgicos para cirurgias de catarata (por exemplo, procedimentos de facoemulsificação) ajudam a manter a irrigação e fluxos de aspiração para dentro e para fora do campo cirúrgico. Cartuchos cirúrgicos podem também proporcionar suporte para

sacos de fluido, uma tubulação para orientar pressão de vácuo à instrumentação cirúrgica, e outra funcionalidade.

[005] Os níveis de fluido da câmara de infusão/irrigação e a câmara de aspiração de um cartucho cirúrgico são medidas para determinar a quantidade de fluido restante para o procedimento e as características de fluxo de fluido. Os métodos de leitura de nível de fluido da câmara anterior necessitam da coloração de fluido ou o uso de flutuadores para marcar a interface de fluido ar. Entretanto, a adição de cor ao fluido é indesejável na medida em que adiciona elementos químicos adicionais aos fluidos que penetram no olho. O uso de flutuadores é indesejável na medida em que os flutuadores podem aderir à câmara e serem sensíveis à orientação da câmara. Portanto, há uma necessidade de um método e sistema de leitura de nível contínuo e não invasivo que possa reduzir ou eliminar os problemas associados aos sistemas de leitura de nível da técnica anterior.

Sumário da Invenção

[006] Modalidades do sistema e método para a leitura de nível não invasiva contínua da presente invenção foi de encontro às referidas necessidades e a outras. As modalidades da presente invenção proporcionam um aparelho e método para a leitura do nível de fluido em uma câmara cirúrgica. Uma modalidade da presente invenção inclui um sistema de leitura de nível de fluido em uma câmara cirúrgica. Uma modalidade da presente invenção inclui um sistema cirúrgico que compreende um cartucho cirúrgico pelo menos parcialmente formado em um material de cartucho que define uma câmara e compreende uma primeira parede e uma segunda parede e um console cirúrgico que compreende um cartucho receptor para receber o cartucho cirúrgico. O console cirúrgico pode adicionalmente incluir uma pluralidade de fontes de luz verticalmente alinhadas para projetar luz para dentro da primeira parede do cartucho cirúrgico, onde cada um de uma plura-

lidade de fontes de luz é posicionado para projetar um raio de luz correspondente ao longo de um trajeto de luz correspondente que apresente um ângulo de incidência com uma superfície de câmara; de modo que pelo menos a maioria do raio de luz correspondente é refletida se o material de cartucho/primeira interface de fluido (por exemplo, ar), intersecta o trajeto de transmissão correspondente e a maior parte de raio de luz correspondente não é refletida se o material de cartucho/interface de segundo fluido (por exemplo, BSS) intersecta o trajeto de transmissão correspondente. Ademais, o console cirúrgico pode incluir uma estrutura sensora dotada de uma pluralidade de porções verticalmente disposta para receber luz através da segunda parede do cartucho cirúrgico e gerar uma saída que indica uma quantidade de iluminação de cada uma das porções verticalmente disposta.

[007] Outra modalidade da presente invenção inclui um sistema dotado de uma estrutura de luz linear e de uma estrutura sensora linear. A estrutura de luz linear pode compreender uma primeira fonte de luz para projetar o primeiro raio de luz dentro da primeira parede de cartucho ao longo do primeiro trajeto de transmissão onde o primeiro trajeto de transmissão apresenta um ângulo de incidência com a superfície da câmara de modo que pelo menos a maior parte do primeiro raio de luz é refratado se o material de cartucho/primeira interface de fluido intersecta o primeiro trajeto de transmissão; e a segunda de luz disposta ao longo do eixo geométrico vertical com relação à primeira fonte de luz, para projetar o segundo raio de luz dentro da primeira parede de cartucho ao longo do segundo trajeto de transmissão, onde o segundo trajeto de transmissão apresenta um ângulo de incidência com a superfície da câmara de modo que pelo menos a maioria, se não todo o segundo raio de luz é refletido se o material de cartucho/segunda interface de fluido intersectar o segundo trajeto de transmissão. A estrutura sensora linear pode compreender uma primeira

porção posicionada para receber o primeiro raio de luz e uma segunda porção posicionada para receber o segundo raio de luz e produzir um sinal de saída para indicar se cada uma das primeira e segunda porções é iluminada.

[008] Ainda uma outra modalidade da presente invenção inclui um método de determinar o nível de fluido em um cartucho cirúrgico que compreende emitir uma pluralidade de raios de luz em uma parede de um cartucho cirúrgico ao longo de trajetos de transmissão verticalmente espaçados, detectar a quantidade de iluminação das diversas porções verticalmente dispostas de uma estrutura sensora linear posicionada para receber a pluralidade de raios de luz, e determinar o nível de fluido com base na iluminação das diversas porções verticalmente dispostas da estrutura sensora linear.

[009] Ainda uma outra modalidade da presente invenção compreende um sistema dotado de um cartucho cirúrgico pelo menos parcialmente formado a partir de um material de cartucho que define uma câmara e que compreende uma primeira parede e uma segunda parede. O sistema pode adicionalmente incluir um console cirúrgico que compreende um receptor de cartucho para receber o cartucho cirúrgico, uma fonte de luz e um sensor. A fonte de luz pode projetar o raio de luz ao longo do trajeto de transmissão para dentro da primeira parede do cartucho cirúrgico. A fonte de luz é posicionada de modo que pelo menos a maior parte do raio de luz seja refletida se o material de cartucho/primeira interface intersecta o trajeto de transmissão e a maior parte do raio de luz não for refletida se o material de cartucho/segunda interface de fluido intersecta o trajeto de transmissão.

[0010] O sensor é posicionado para receber luz através da segunda parede do cartucho cirúrgico e gerar uma saída que indique a iluminação do sensor.

[0011] Outra modalidade da presente invenção inclui um método

de determinação da presença de fluido em um cartucho cirúrgico que compreende as etapas de emitir um raio de luz dentro da parede do cartucho cirúrgico em um ângulo de incidência para fazer com que a maioria do raio de luz reflita em um material de cartucho/primeira interface de fluido e a maior parte do raio de luz para não refletir no material de cartucho/segunda interface de fluido,e usando uma saída do sensor para determinar a presença ou a ausência de um líquido em um nível particular em uma câmara de cartucho. Dependendo da configuração do cartucho, a luz pode refletir, por exemplo, em um material de cartucho/interface de fluido mas não em um material/interface de ar.

[0012] As modalidades da presente invenção proporcionam uma vantagem pelo fato de que a fonte de luz e estrutura sensora linear não entra em contato diretamente com o fluido cirúrgico. Ademais, não é necessário dispositivo flutuador dentro da câmara ou coloração do fluido.

[0013] As modalidades da presente invenção proporcionam uma outra vantagem ao proporcionar uma leitura de nível contínuo de alta resolução.

[0014] As modalidades da presente invenção proporcionam uma outra vantagem ao proporcionar determinações de coeficiente de fluxo de alta sensibilidade.

[0015] As modalidades da presente invenção proporcionam uma outra vantagem ao proporcionar um nível de determinação na transição entre pixels de uma estrutura sensora definida em um estado "ligado" e aqueles definidos em um estado "desligado". AS referidas modalidades não são sensíveis à sensibilidade de uma estrutura sensora linear.

Breve Descrição das Figuras

[0016] Um entendimento mais completo da presente invenção e

das vantagens da mesma pode ser adquirido com referência à descrição a seguir, tomada em conjunto com os desenhos anexos nos quais números de referência similares indicam características de referência similares e onde:

[0017] Figura 1 é uma representação diagramática de uma modalidade de um console cirúrgico;

[0018] Figura 2 é uma representação diagramática de uma modalidade de um cartucho cirúrgico;

[0019] A Figura 3 é uma representação diagramática de uma modalidade de um cartucho cirúrgico;

[0020] Figura 4 é uma representação diagramática de uma modalidade de uma vista de topo de uma câmara com uma fonte de luz linear e de uma estrutura sensora;

[0021] Figura 5 é uma representação diagramática de uma outra modalidade de uma vista de topo de uma câmara com uma fonte de luz linear e de uma estrutura sensora;

[0022] Figura 6 é uma representação diagramática de ainda uma outra modalidade de uma vista de topo de uma câmara com uma fonte de luz linear e de uma estrutura sensora;

[0023] Figura 7 é um gráfico de fluxo que ilustra uma modalidade de um método para a leitura de nível; e

[0024] Figura 8 é uma representação diagramática de um cartucho cirúrgico e console que emprega o sensor de nível de fluido da presente invenção.

Descrição Detalhada

[0025] As modalidades preferidas da presente invenção são ilustradas nas figuras, os números similares são usados para se referirem a partes similares e correspondentes dos diversos desenhos.

[0026] As modalidades preferidas da presente invenção proporcionam um sistema para a detecção de nível de um fluido em um cartu-

cho cirúrgico a projetar uma luz a partir de uma fonte de luz linear em uma parede de um cartucho. Dependendo da quantidade de luz refletida ou refratada no cartucho (por exemplo, em virtude do material de cartucho/interface líquida ou material de cartucho/interface de ar), diversas porções de uma estrutura sensora serão mais ou menos iluminadas. Ao se examinar a iluminação de uma estrutura sensora linear, o nível de fluido na câmara pode ser determinado.

[0027] A Figura 1 é uma representação diagramática de uma modalidade de um console cirúrgico oftálmico 100. O console cirúrgico 100 pode incluir um monitor giratório 110 que apresenta uma tela de toque 115. O monitor giratório 110 pode ser posicionado em uma variedade de orientações para quem quer que seja que tenha necessidade de ver a tela de toque 115. O monitor giratório 110 pode oscilar de lado para lado, assim como girar e inclinar. A tela de toque 115 proporciona uma interface de usuário gráfica ("GUI") que permite ao usuário interagir com o console 100.

[0028] O console cirúrgico 100 inclui também um painel de conexão 120 usado para conectar as diversas ferramentas e os consumíveis ao console cirúrgico 100. O painel de conexão 120 pode incluir, por exemplo, um conector de coagulação, receptor de solução salina balanceada, conectores para os diversos tipos de peças manuais e um receptor de cartucho 125. O console cirúrgico 100 pode também incluir uma variedade de características amigáveis ao usuário, tal como um controle de pedal (por exemplo, armazenado atrás do painel 130) e outras características.

[0029] Em operação, um cartucho (não mostrado) pode ser colocado no receptor de cartucho 125. Presilhas no console cirúrgico 100 prendem o cartucho no lugar para minimizar o movimento do cartucho durante o uso. As presilhas podem prender a parte de cima e de fundo do cartucho, os lados do cartucho ou outros prendem o cartucho.

[0030] A Figura 2 é uma representação diagramática de uma modalidade de um cartucho cirúrgico 150. O cartucho 150 pode proporcionar um dispositivo fluídico de sistema fechado que pode ser descarregado seguindo um procedimento cirúrgico. O cartucho 150 pode incluir um corpo de cartucho 155 e porções receptoras de presilha (por exemplo, indicadas em geral nas zonas de grampeamento 160 e 165) que se salientam a partir do corpo de cartucho 155. O cartucho 150 pode ser formado a partir de plástico ABS ou de outro material adequado. Na modalidade mostrada, o cartucho 150 é formado a partir de três seções principais: uma seção de interface interna ou de console cirúrgico 170 que está voltada para o console cirúrgico quando o cartucho 150 é inserido no console cirúrgico 100, uma seção média 175 e uma placa de cobertura 179. As diversas seções do cartucho 150 podem ser acopladas juntas por meio de encaixe de pressão, abas de intertravamento, ligação química, ligação térmica, prendedores mecânicos ou outro mecanismo de fixação conhecido na técnica. Em outras modalidades, o cartucho 150 pode ser formado a partir de uma única peça ou de múltiplas peças.

[0031] A seção de interface de console cirúrgico 170 pode estar voltada para o console durante o uso e proporcionar uma interface para canais de fluxo de fluido (por exemplo, canal de fluxo 177 para a bomba peristáltica proporcionada por uma membrana de bomba elastomérica), válvulas (por exemplo, válvulas de infusão/aspiração), e outras características para manejar o fluxo de fluido. O cartucho 150 pode também se fixar a um saco de fluido (não mostrado) para coletar fluidos durante um procedimento.

[0032] O cartucho cirúrgico 150, de acordo com as diversas modalidades da presente invenção, inclui câmaras para conter fluidos para aspiração e infusão. Por exemplo, o cartucho de câmara 180 pode incluir duas câmaras de infusão 181/182. Uma terceira câmara 185 pode

ser interna ao cartucho 150 no lado oposto do cartucho 150 a partir do cartucho de câmara 180 (por exemplo, no lado do cartucho 150 indicado por 190). De acordo com uma modalidade, o nível de fluido nas câmaras pode ser determinado em uma maneira não invasiva. Como descrito abaixo, a luz pode ser projetada dentro das paredes da câmara usando uma fonte de luz vertical. Dependendo da reflexão ou da refração da luz na câmara, a estrutura sensora vertical detectará ou não a luz nos diversos pontos ao longo do eixo vertical da estrutura. Com base na transição entre as porções iluminadas e não iluminadas da estrutura sensora, o nível de fluido na câmara pode ser detectado.

[0033] A Figura 3 é uma representação diagramática de uma modalidade de um receptor de cartucho 125 sem o cartucho. O receptor de cartucho 125 pode ser dotado de diversos orifícios de entrada e de saída pneumáticos para interfacear com o cartucho cirúrgico. O receptor de cartucho 125 pode adicionalmente incluir uma abertura para permitir que os rolos de bomba peristálticos 191 entrem em contato com o cartucho cirúrgico durante a operação. Uma modalidade da bomba peristáltica e do cartucho complementar é descrita no Pedido de Patente U.S. Nº 6.293.926 para Sorensen, o qual se encontra aqui incorporada por referência em sua totalidade.

[0034] O cartucho cirúrgico, na modalidade da Figura 3, é mantido no lugar por uma presilha dotada de um trilho de fundo 192 e um trilho superior (não mostrado). Cada trilho pode ser dotado de porções de dedos de presilha (por exemplo, dedos de presilha 194) que entram em contato com o cartucho em zonas de presilha correspondentes e porções de dedos de presilha para localizar o cartucho durante a inserção e empurrar o cartucho para fora do receptor de cartucho durante a liberação. Um botão de liberação 196 é pressionado para iniciar a liberação do cartucho a partir da presilha. O receptor de cartucho 125 pode incluir fontes de luz lineares para projetar a luz nas paredes das

câmaras de cartucho e estruturas sensoras para detectar a luz refratada através da câmara (ou refletida a partir da parede da câmara). Cada fonte de luz linear pode incluir uma pluralidade de fontes de luz verticalmente dispostas (isto é, para projetar a luz ao longo de trajetos de transmissão verticalmente espaçados) e posicionados para projetar luz na parede do cartucho. Por exemplo, a fonte de luz linear 200 pode projetar luz dentro das câmaras 181/182. A fonte de luz linear 200 pode conter um primeiro conjunto de fontes de luz alinhado para projetar a luz dentro da câmara 181 e um segundo conjunto de fontes de luz em um ângulo de 90 graus (ou outro ângulo) a partir do primeiro conjunto de fontes de luz para projetar a luz dentro da câmara 182. De forma similar, a fonte de luz linear 202 pode projetar luz dentro das paredes da câmara 185. Estruturas sensoras lineares respectivas podem receber a luz refratada através da câmara ou refletida na superfície da câmara. No presente exemplo, a estrutura sensora 206 (mostrada na Figura 4) pode receber luz a partir da fonte de luz 200 projetada na câmara 181, uma estrutura sensora localizada na parede 208 pode receber luz a partir da fonte de luz 200 projetada na câmara 182 e uma estrutura sensora na parede 210 pode receber luz da fonte de luz 202. Cada estrutura sensora pode incluir porções verticalmente dispostas para receber luz através da parede da câmara de cartucho. As porções verticalmente dispostas, por exemplo, podem ser pixels, sensores separados ou outros mecanismos para a leitura da iluminação.

[0035] A configuração da Figura 3 é proporcionada apenas como exemplo. O fator de forma do receptor de cartucho 125, a colocação e o número de orifícios de entrada/saída e outras características do receptor de cartucho 125 podem depender do console cirúrgico 100, do procedimento cirúrgico sendo realizado ou de outros fatores.

[0036] A Figura 4 é uma representação diagramática de uma vista de topo de uma modalidade da câmara 181 com a fonte de luz 200 e

sensor 206. As paredes 216/218 da câmara 181 que estão voltadas para a fonte de luz 200 e sensor 206, de acordo com uma modalidade, são transparentes ou opacas, de acordo com uma modalidade da presente invenção, a fonte de luz 200 pode ser uma fonte de luz linear (isto é, uma fonte de luz contínua), tal como uma fonte de luz de LED linear, que produz luz em diversos pontos verticais e o sensor 206 pode ser uma estrutura sensora linear (isto é, uma estrutura sensora contínua), tal como um fotodiodo linear, que detecta a luz emitida pela fonte de luz 200 em diversos locais verticais. Um exemplo da estrutura sensora linear 206 é a estrutura sensora linear TAOS TSL208R da Texas Advanced Optoelectronic Systems of Plano, Texas, que apresenta uma resolução de 200 pontos por polegada (DPI). A fonte de luz linear 200 e a estrutura sensora linear 206 são conectadas a um circuito (não mostrado). De acordo com uma modalidade, a fonte de luz linear pode também incluir luzes para projetar luz dentro de outra câmara (por exemplo, a câmara 182 da Figura 2). De forma preferida, a luz produzida pela fonte de luz 200 proporciona raios de luz paralelos e uniformes que apresentam um trajeto de transmissão principalmente horizontal.

[0037] Em operação, a fonte de luz linear 200 aciona um emissor para emitir luz enquanto o sensor linear 206 aciona um receptor. O ângulo de incidência α da luz para a parede da câmara 216 pode ser selecionado de modo que os raios de luz iluminam o sensor 206 quando passam através do ar na câmara, mas proporcionam menos do que uma quantidade limiar de luz quando passam através do fluido BSS na câmara. Como um exemplo, a Figura 4 mostra o comportamento do raio de luz 220 passando através do ar na câmara 181 e 220' passando através do fluido BSS na câmara 181. No primeiro caso, o raio de luz 220 penetra na parede 216, passa através do ar em cima da câmara 181, através da parede da câmara 218 e ilumina as porções da es-

trutura sensora linear 206. Por outro lado, o raio de luz 220' é refratado na superfície 230 quando o mesmo entra no fluido BSS (por exemplo, na interface ABS/BSS). O raio de luz refratado 220' é adicionalmente refletido na superfície 232 quando o mesmo alcança a parede adjacente 218 para perder os pixels da estrutura sensora 206. Com um α apropriado, a reflexão na superfície 232 pode se tornar a reflexão total pelo fato de que o índice de refração do material de cartucho (por exemplo, plástico ABS, acrílico ou outro plástico) é maior do que aquele do ar. Neste caso, a luz é completamente refletida, evitando que o raio de luz alcance as porções da estrutura sensora linear 206 alinhada com o fluido BSS na câmara. Portanto, os pixels alinhados com o fluido BSS serão escuros. Assim, a maior parte da luz não é refletida quando o trajeto de transmissão da luz é intersectado pela interface ABS/ar, mas a maior parte do raio (se não todo) é refletida quando o trajeto de transmissão é intersectado pela interface ABS/BSS.

[0038] O circuito eletrônico pode comparar a saída de porções diferentes da estrutura sensora linear 206 (por exemplo, pixels ou outros elementos sensores) com o limiar para determinar se aquela porção da estrutura sensora linear 206 está "ligada" (associada a ar) ou "desligada" (associada com líquido). A transição entre a porção "ligada" e a porção "desligada" da estrutura sensora linear 206 marca o nível de fluido. Deve, entretanto, ser observado que outros mecanismos de detecção de borda podem ser empregados, tais como a interpolação linear.

[0039] O ângulo de incidência α apropriado da luz é determinado pelo índice de refração do primeiro fluido (por exemplo, ar ou outro fluido) e do segundo fluido (por exemplo, fluido BSS ou outro fluido) e o material de cartucho (por exemplo, plástico ABS ou outro material). De forma preferida, α é selecionado de modo que o raio de luz possa passar através do primeiro fluido para alcançar a estrutura sensora linear

206 mas é completamente refletido quando o mesmo percorre através do segundo fluido. Em outras modalidades nas quais o raio de luz não é totalmente refletido, o limiar predeterminado pode ser ajustado para compensar a quantidade de luz que alcança a estrutura sensora 206 através do segundo fluido. O limiar predeterminado pode ainda ser ajustado para compensar as fontes de luz ambiente, luz proveniente de outras fontes e outros fatores que possam fazer com que uma porção da estrutura sensora 206 emita um sinal de estado "desligado".

[0040] A Figura 5 é uma representação diagramática de uma outra modalidade de uma câmara 310 com uma fonte de luz 312 e sensor 324. As paredes 316/318 da câmara 310 que estão voltadas para a fonte de luz 312 e sensor 314, de acordo com uma modalidade, são transparentes ou opacos. De acordo com uma modalidade da presente invenção, a fonte de luz 312 pode ser uma fonte de luz linear (isto é, uma fonte de luz contínua), tal como uma fonte de luz de LED linear, que produz luz ao longo de um eixo vertical e sensor 314 pode ser uma estrutura sensora linear (isto é, uma estrutura sensora contínua), tal como um fotodiodo linear, que detecta a luz emitida pela fonte de luz 312 ao longo do eixo geométrico vertical. A fonte de luz linear 312 e a estrutura sensora linear 314 são conectadas a um circuito (não mostrado).

[0041] A fonte de luz linear 312 é montada a um lado da camada de iluminação de câmara 310 perpendicular à parede 316. A estrutura sensora linear 314 é montada verticalmente na parede lateral adjacente 318 da câmara. A câmara 310 apresenta um canto em forma de prisma 320 na interseção da parede 316 e 318. O ângulo de incidência a pode ser selecionado de modo que os raios de luz a partir da fonte de luz 312 refletem totalmente a partir da superfície 322 para ir de encontro à estrutura sensora linear 314 quando o raio de luz alcança a superfície 322 em um ponto que apresenta o primeiro fluido no outro

lado (Índice de refração de ABS é de cerca de 1,5, Índice de refração de ar é de cerca de 1,0). Mas a maior parte dos raios de luz refrata na superfície 322 para perder a estrutura sensora linear 314 quando o raio de luz alcança a superfície 322 em um ponto que apresenta um segundo fluido no outro lado (Índice de refração de ABS é de cerca de 1,5, Índice de refração de BSS é de cerca de 1,3). Posto de uma outra forma, uma grande porção de toda a luz refletida na superfície 322 quando o trajeto de transmissão da luz é intersectado pelo material de cartucho/primeira interface de fluido, mas uma pequena porção de raios de luz é refletida se o trajeto de transmissão for intersectado pelo material de cartucho/segunda interface de fluido.

[0042] Como um exemplo, a Figura 5 ilustra o comportamento do raio de luz 330 que reflete principalmente em uma interface de ar/plástico na superfície 322 da câmara 310 e o raio de luz 330' refrata principalmente dentro da câmara 310 na superfície 322. No primeiro caso, o raio de luz 330 penetra na parede 316, passa através do plástico no canto 320, e reflete na interface de plástico/ar da superfície 322. Por outro lado, a maior parte do raio de luz 330' é refratada na superfície 322 na interface de material de cartucho/fluido BSS, embora uma parte dos raios de luz 330' possa também ser refletida. No presente exemplo, a luz fortemente refletida (por exemplo, o raio 330) ilumina a estrutura sensora linear 314 o que indica a presença de ar naquele nível.

[0043] A Figura 6 ilustra uma outra modalidade da leitura de nível de raio refletido. A Figura 6 é uma representação diagramática de uma outra modalidade de uma câmara 350 com uma fonte de luz 352 e sensor 354. As paredes 356/358 do cartucho que estão voltadas para a fonte de luz 352 e sensor 354, de acordo com uma modalidade, são transparentes ou opacas. De acordo com uma modalidade da presente invenção, a fonte de luz 352 pode ser uma fonte de luz linear (isto é,

uma fonte de luz contínua), tal como uma fonte de luz de LED linear, que produz luz ao longo de um eixo geométrico vertical e sensor 354 pode ser uma estrutura sensora linear (isto é, uma estrutura sensora contínua), tal como um fotodiodo linear, que detecta a luz emitida pela fonte de luz 352 ao longo do eixo geométrico vertical. A fonte de luz linear 352 e a estrutura sensora linear 354 são conectadas ao circuito (não mostrado).

[0044] A fonte de luz linear 352 é montada à parede 356. A estrutura sensora linear 354 é montada verticalmente à parede 358. O ângulo de incidência α pode ser selecionado de modo que os raios de luz a partir da fonte de luz 352 refletem totalmente a partir da superfície 362 para alcançar a estrutura sensora linear 354 quando o raio de luz alcança a superfície 362 em um ponto que apresenta o primeiro fluido no outro lado, mas refrata na superfície 362 par perder a estrutura sensora linear 354 quando o raio de luz alcança a superfície 362 no ponto que apresenta um segundo fluido no outro lado em virtude do fato de que ABS apresenta um índice de refração de cerca de 1,5, BSS apresenta um índice de refração de cerca de 1,3 e o ar apresenta um índice de refração de cerca de 1,0.

[0045] Retornando agora ao exemplo de um cartucho ABS dotado de uma câmara 350 que contém ar e fluido BSS, uma vez que a porção de topo da câmara conterá ar, a porção superior da superfície 362 será uma interface ABS/ar, enquanto a porção de fundo da superfície 362 será uma interface ABS/BSS. Assim, na superfície 362, há duas interfaces óticas diferentes. Os raios de luz provenientes da fonte de luz linear 352 chegam à superfície 362 em um ângulo de incidência α. Parte do raio pode ser refletida na superfície 362 e recebida pela estrutura sensora linear 354 enquanto parte pode ser refratada para dentro da câmara 350.

[0046] Como um exemplo, a Figura 6 ilustra o comportamento de

um raio de luz 360 principalmente refletindo na interface ar/plástico na superfície 362 da câmara 340 e o raio de luz 360' principalmente refratando para dentro da câmara 350 na superfície 362. No primeiro caso, o raio de luz 360 penetra a parede 356, passa através do plástico, e reflete na interface plástico/ar da superfície 362. Por outro lado, o raio de luz 360' é refratado na superfície 362.

[0047] A Figura 7 é um gráfico de fluxo que ilustra uma modalidade do método de determinar o nível de fluido na câmara. Uma pluralidade de fontes de luz (por exemplo, LEDs ou outras fontes de luz) projetam luz na parede da câmara (etapa 412) ao longo dos trajetos de transmissão. Se o trajeto de transmissão do raio de luz for intersectado pelo material de cartucho/primeira interface de fluido, a maioria, se não todo, o raio de luz pode ser refletido, enquanto que se o trajeto de transmissão for intersectado pelo material de cartucho/segunda interface de fluido, a maior parte do raio de luz não é refletido. Usando o exemplo da Figura 4, se um raio de luz for intersectado pela interface ABS/BSS (por exemplo, na superfície 230), a maioria, se não todo o raio de luz é refletido na superfície 232. Usando o exemplo das figuras 5 e 6, por outro lado, se o raio de luz for intersectado pela interface ABS/ar, a maior parte se não todo o raio de luz é refletido.

[0048] A estrutura sensora linear recebe alguma porção da luz projetada pelas fontes de luz (etapa 414) e emite um sinal que indica a quantidade de luz recebida em diversas porções da estrutura sensora (por exemplo, em diversos pixels da estrutura) (etapa 416). Na etapa 418, um esquema de detecção de borda é aplicado à saída da estrutura sensora linear para determinar quais porções da estrutura sensora linear são suficientemente iluminadas para indicar a presença/ausência de fluido no nível correspondente na câmara. De acordo com uma modalidade, a saída de diferentes porções do sensor linear é comparada com o limiar para determinar se aquela porção do sensor

linear está em um primeiro estado (por exemplo, associado com ar) ou em um segundo estado (por exemplo, associado com fluido). A transição entre as porções de primeiro estado e de segundo estado da estrutura sensora linear marca o nível de fluido. Deve ser observado, entretanto, que outros mecanismos de detecção de borda podem ser empregados, tais como a interpolação linear.

[0049] As etapas da Figura 7 podem ser repetidas como necessário ou desejado e o nível de informação continuamente atualizado (por exemplo, em cada ciclo de processador, ciclo de alça de instruções ou outro período de tempo). Mudanças no nível de informação podem indicar o fluxo de fluido a partir da câmara. Mais especificamente, o coeficiente de fluxo é proporcional a A*dL/dt, onde A é a área de seção transversal da câmara e dL/dt é a mudança no nível com o tempo. Pelo fato de que apenas um canto da câmara precisa ser utilizado, a área de seção transversal da câmara A da câmara pode ser minimizada. Assim, a sensibilidade da determinação de coeficiente de fluxo é aprimorada. Uma seção transversal reduzida pode ainda reduzir os efeitos de aspersão do fluido na câmara em virtude do impacto do cartucho.

[0050] A Figura 8 é uma representação esquemática de uma vista de topo de um cartucho e console cirúrgicos que empregam o sensor de nível de fluido de acordo com uma modalidade da presente invenção. O cartucho 500 é instalado no console 502. A câmara 504 é parte do cartucho 500. A fonte de luz linear 506 e a estrutura sensora linear 508 são partes do console. A fonte de luz 506 projeta o raio de luz 521 para dentro da parede do cartucho 500 com um ângulo de incidência apropriado. A estrutura sensora linear 508 é posicionada de modo a receber o raio de luz a partir da fonte de luz. Tanto a fonte de luz como a estrutura sensora linear são fixadas ao controlador 510.

[0051] O controlador 510 pode ser qualquer controlador adequado conhecido na técnica incluindo controladores com base em DSP,

ASIC, RISK ou CPU. O controlador 510 pode incluir um conversor de análogo para digital (A/D) 512 para converter sinais análogos provenientes da estrutura sensora linear 508 em sinais digitais. Ademais, o controlador 510 pode incluir um conversor de digital para análogo (D/A) 614 para converter sinais de controle digital em sinais análogos para controlar a intensidade da luz na fonte de luz 506. Um processador 516, tal como um DSP, ASIC, RISK, micro-controlador ou CPU ou outro processador adequado pode acessar um conjunto de instruções 520 e uma memória capaz de ser lida a computador 518. A memória capaz de ser lida a computador pode ser RAM, ROM, armazenamento magnético, armazenamento ótico ou outra memória adequada e pode ser integrada ou ser acessível pelo processador 516. O processador 516 pode executar as instruções 520 para processar entradas digitais para determinar o nível de fluido na câmara como discutido acima. O controlador 510 pode de forma opcional se comunicar com outros componentes do console 502 que proporciona funcionalidade adicional. Outras modalidades da presente invenção podem usar qualquer controlador adequado para determinar o nível de fluido na câmara.

[0052] Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência à modalidades particulares, deve ser entendido que as modalidades são ilustrativas e que o âmbito da invenção não está limitado às referidas modalidades. Muitas variações, modificações, adições e aprimoramentos às modalidades acima descritas são possíveis. É contemplado que as referidas variações, modificações, adições e aprimoramentos se encontram inseridos no âmbito da invenção conforme detalhado nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema caracterizado pelo fato de que compreende:

um cartucho cirúrgico (150, 500) definindo uma câmara (181, 182 185, 504) e compreendendo uma primeira parede (216) e uma segunda parede (218), em que a segunda parede (218) é adjacente à primeira parede (216), em que a primeira parede e a segunda parede formam um canto da câmara definindo um ângulo reto entre elas;

um console cirúrgico (100, 502) compreendendo:

um receptor de cartucho (125) para receber o cartucho cirúrgico; e

uma pluralidade de fontes de luz verticalmente dispostas (200, 202, 506) para emitir uma pluralidade de raios de luz paralelos uniformes que possuem uma trajeto de transmissão horizontal principal projetado ao longo de trajetos de transmissão espaçados verticalmente, sendo disposta verticalmente em relação as ditas paredes da câmara (216, 218), e sendo posicionada de modo que o ângulo de incidência (α) dos raios de luz em relação a primeira parede da câmara (216) é selecionado de modo que os raios de luz iluminam uma estrutura sensora linear disposta verticalmente (206), sendo verticalmente disposta em relação as ditas paredes da câmara (216, 218), e sendo posicionada para receber os raios de luz transmitidos através da segunda parede (218) do cartucho cirúrgico (150), ao passar pelo ar na câmara, mas é impedida de alcançar a estrutura sensora linear quando passa por um líquido na câmara, em que o ângulo de incidência apropriado é selecionado de modo que **(i)** um raio de luz (220) penetrando a primeira parede (216), passando por ar na câmara (18), é refratado pela segunda parede da câmara (218) para iluminar partes da estrutura sensora linear (206), de modo que **(ii)** luz (220´) penetrando a primeira parede (216), passando por líquido na câmara (181), é

completamente refletida pela segunda parede de câmara (218) de modo a ser impedido de alcançar a estrutura sensora linear por causa da reflexão total na interface de ar/material do cartucho (232) na segunda parede da câmara (218),

em que a seleção do ângulo apropriado de incidência (α) dos raios de luz da primeira parede da câmara (216) é determinada pelo índice de refração do ar, de líquido na câmara sendo uma solução de sal balanceada tendo um índice de refração de 1,3, do material do cartucho sendo acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS) tendo um índice de refração de 1,5; a estrutura sensora linear (206, 508) sendo adaptada para gerar uma saída que detecta a quantidade de iluminação de várias partes dispostas verticalmente de uma estrutura sensora linear (206, 508) posicionada para receber a pluralidade de raios de luz; e

um controlador (150) operável para determinar um nível de fluido com base na saída da estrutura sensora linear (508) pela determinação da presença ou ausência de um líquido em um determinado nível na câmara de cartucho.

2. Sistema cirúrgico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (510) é ainda capaz de ser operado para:

aplicar um limiar à saída da estrutura sensora linear (508) para determinar quais porções da estrutura sensora linear está em um primeiro estado e quais estão em um segundo estado; e

determinar o nível de fluido com base na transição entre as porções no primeiro estado e as porções no segundo estado.

3. Sistema cirúrgico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o primeiro estado é um estado ligado e o segundo estado é um estado desligado.

4. Sistema cirúrgico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (510) é inda operável para

determinar uma taxa de fluxo com base em uma mudança no nível de fluido no tempo.

5. Método para determinar o nível de fluido de um cartucho cirúrgico (150, 500), caracterizado pelo fato de que o dito cartucho cirúrgico (150, 500) é parcialmente formando de um material de cartucho com um índice de refração maior do que o do ar definindo uma câmara (181, 182, 185, 504) e compreendendo uma primeira parede (216) e uma segunda parede (218), em que a segunda parede (218) é adjacente à primeira parede (216), em que a primeira parede e a segunda parede formam um canto da câmara definindo um ângulo reto entre elas; o método compreendendo as etapas de:

emitir uma pluralidade de raios de luz paralelos uniformes que possuem uma trajeto de transmissão horizontal principal projetado ao longo de trajetos de transmissão espaçados verticalmente a partir de uma pluralidade de fontes de luz verticalmente dispostas (200, 202, 506) em relação às ditas paredes das câmaras, sendo disposta verticalmente em relação as ditas paredes da câmara (216, 218), e sendo posicionada de modo que o ângulo de incidência (α) dos raios de luz em relação a primeira parede da câmara (216) é selecionado de modo que os raios de luz iluminam uma estrutura sensora linear disposta verticalmente (206), sendo verticalmente disposta em relação as ditas paredes da câmara (216, 218), e sendo posicionada para receber os raios de luz transmitidos através da segunda parede (218) do cartucho cirúrgico (150), ao passar pelo ar na câmara, mas é impedida de alcançar a estrutura sensora linear quando passa por um líquido na câmara, em que o ângulo de incidência apropriado é selecionado de modo que **(i)** um raio de luz (220) penetrando a primeira parede (216), passando por ar na câmara (181), é refratado pela segunda parede da câmara (218) para iluminar partes da estrutura sensora linear (206), de modo que **(ii)** luz (220´) penetrando a primeira parede (216), passando

por líquido na câmara (181), é completamente refletida pela segunda parede de câmara (218) de modo a ser impedida de alcançar a estrutura sensora linear por causa da reflexão total na interface de ar/material do cartucho (232) na segunda parede da câmara (218),

selecionar o ângulo apropriado de incidência (α) dos raios de luz da primeira parede da câmara (216) pela determinação da diferenças relativas do índice de refração do ar, de líquido na câmara, e do material do cartucho;

gerar com a estrutura sensora linear (206, 508) uma saída que detecta a quantidade de iluminação de várias partes dispostas verticalmente de uma estrutura sensora linear (206, 508) posicionada para receber a pluralidade de raios de luz; e

determinar um nível de fluido com base na saída da estrutura sensora linear (508) pela determinação da presença ou ausência de um líquido em um determinado nível na câmara de cartucho.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o material do cartucho é acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS).

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o líquido na câmara do cartucho é uma solução de sal balanceada (BSS).

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

aplicar um limiar à saída do sensor (206, 508, 314, 352) para determinar se o sensor está em um primeiro estado ou em um segundo estado; e

determinar a presença de um fluido em um nível determinado com base na determinação se o sensor está no primeiro estado ou no segundo estado.

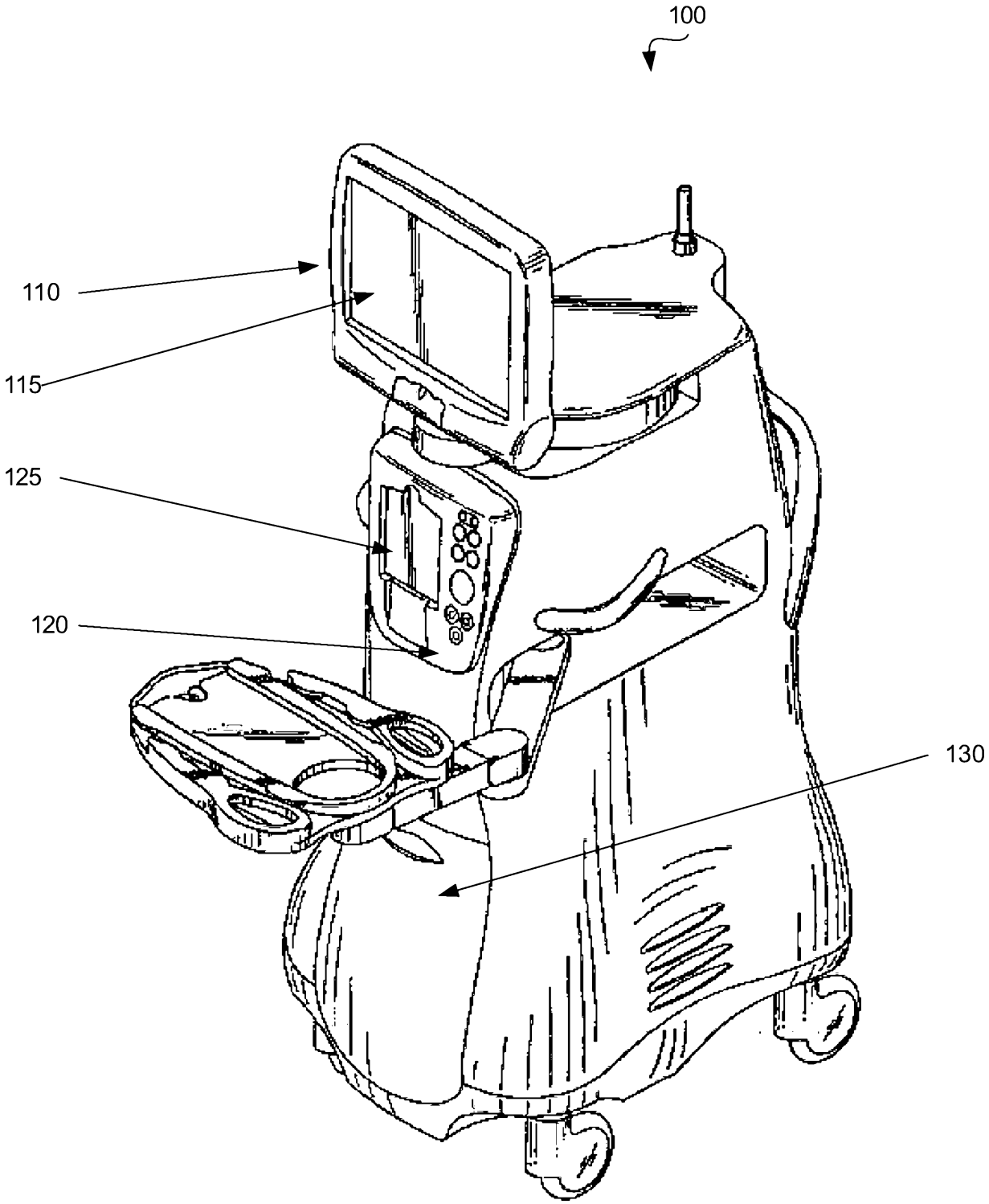


Fig.1

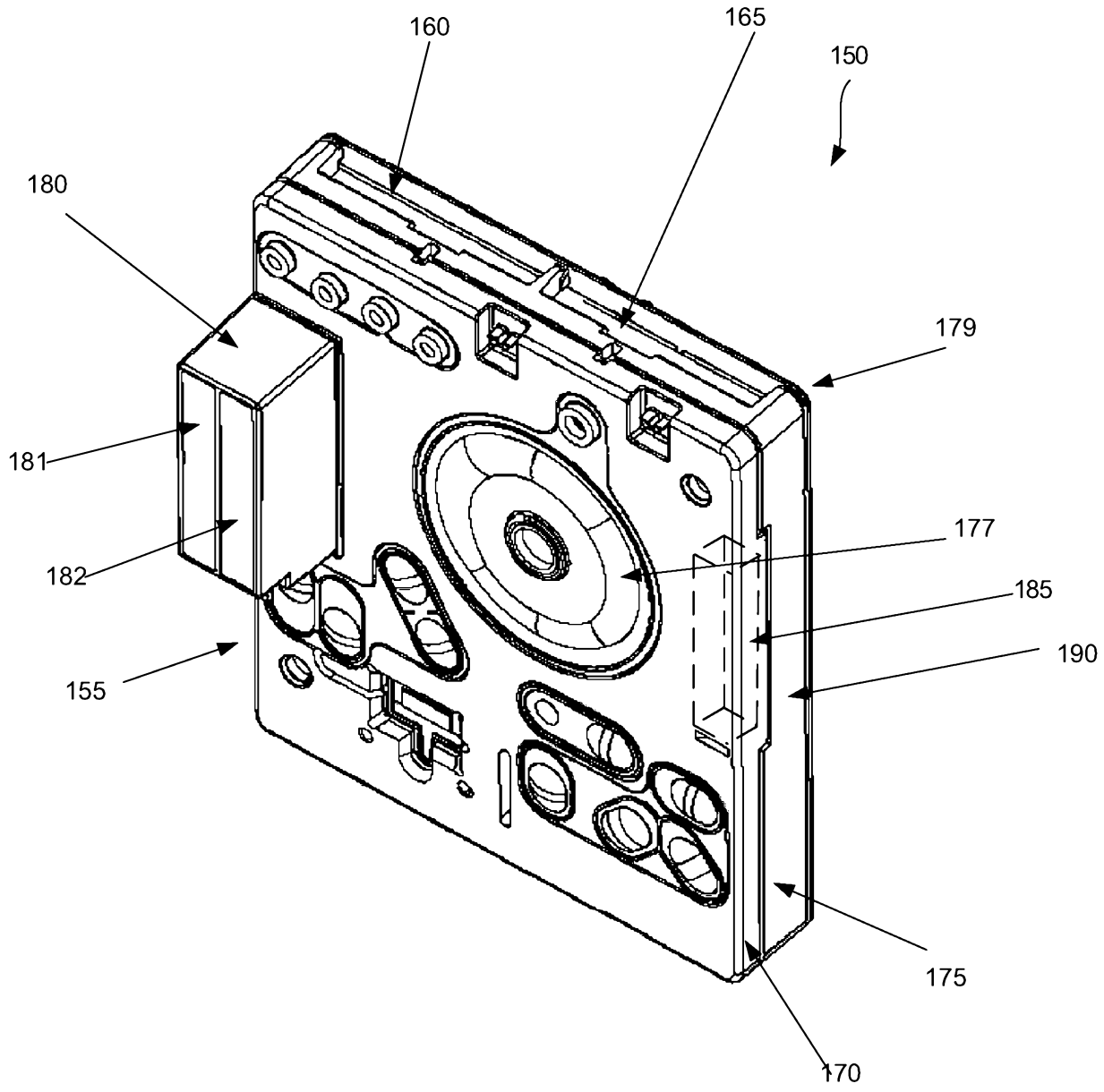


Fig.2

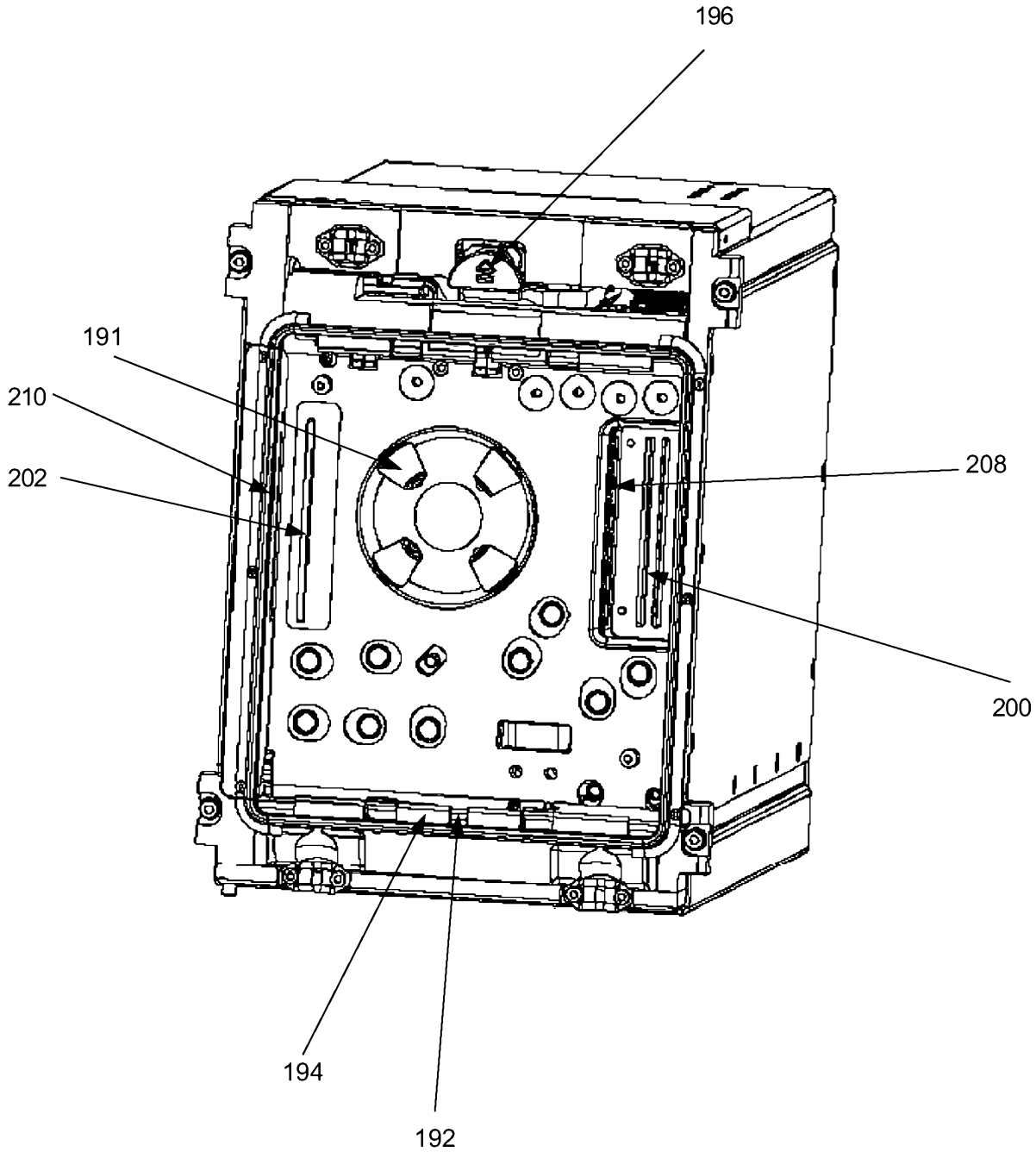


Fig.3

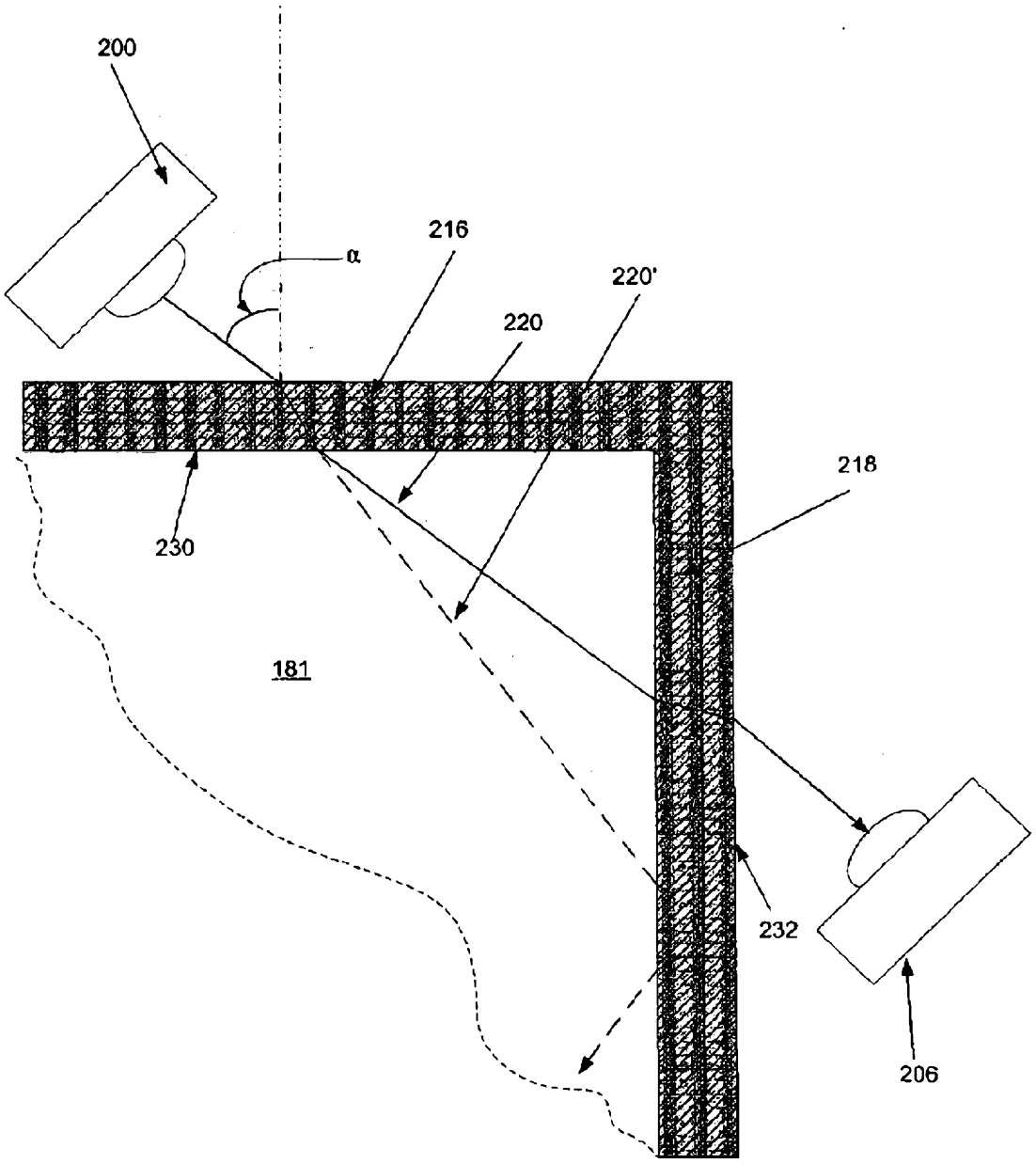


Fig.4

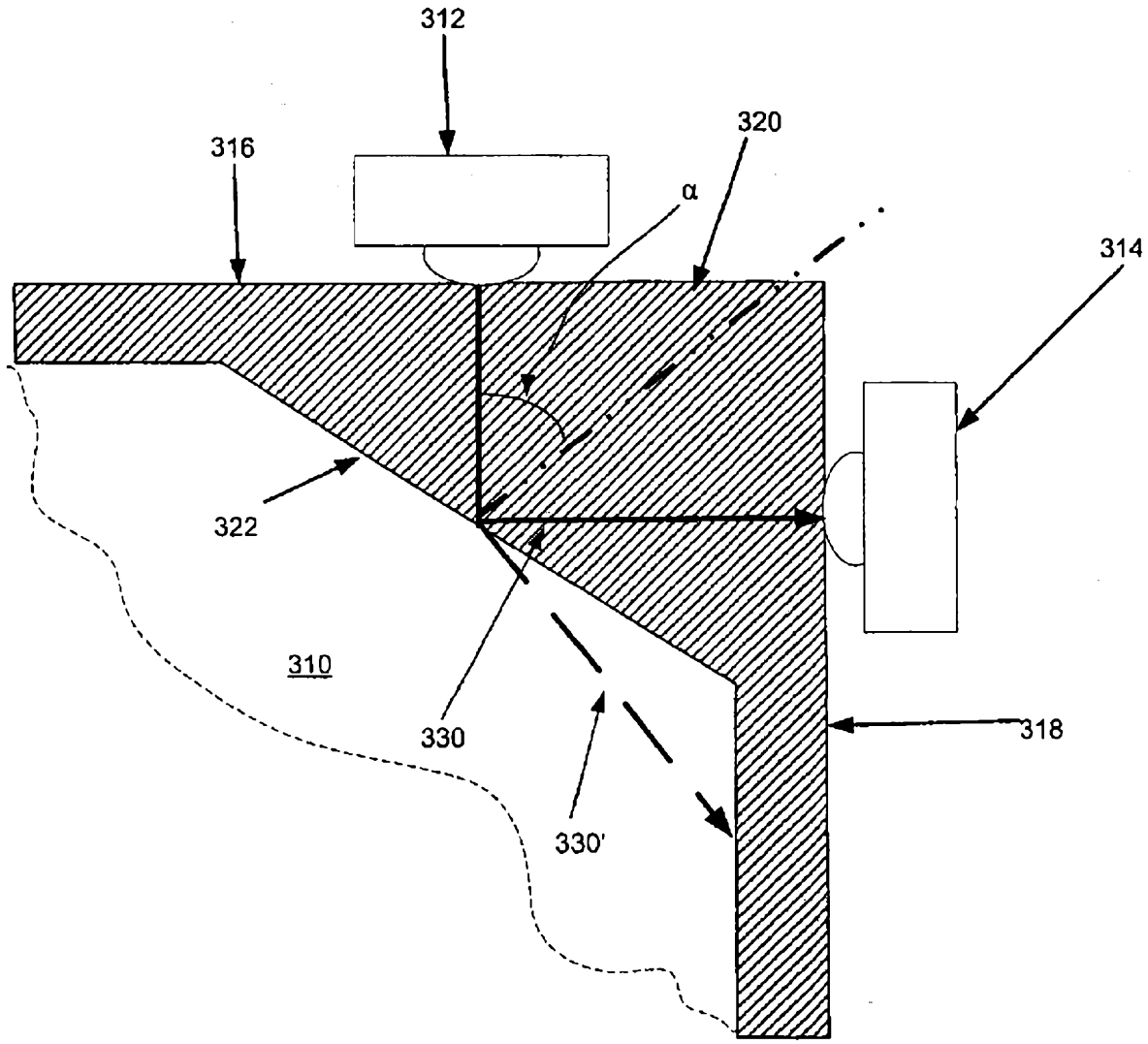


Fig.5

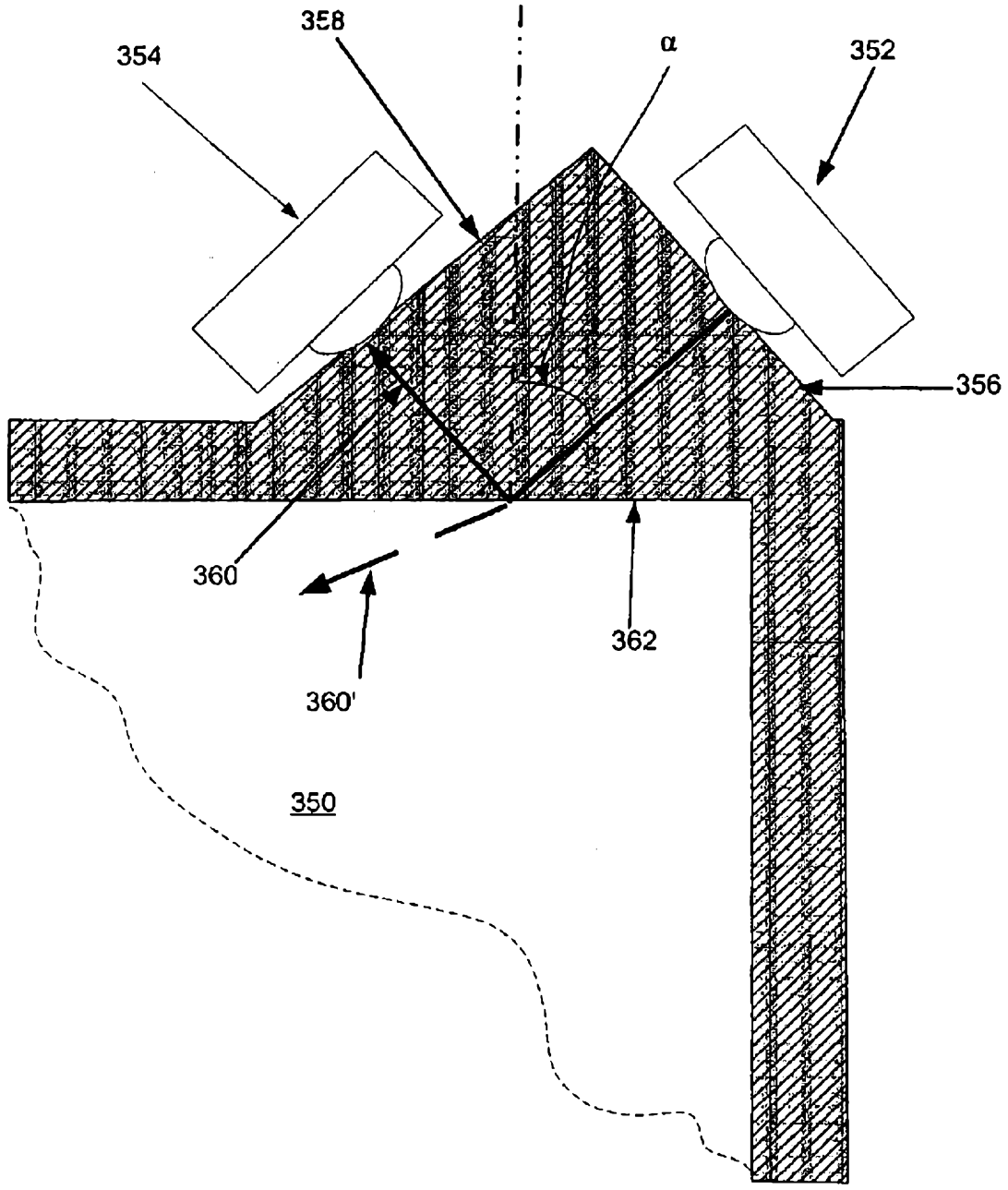


Fig.6

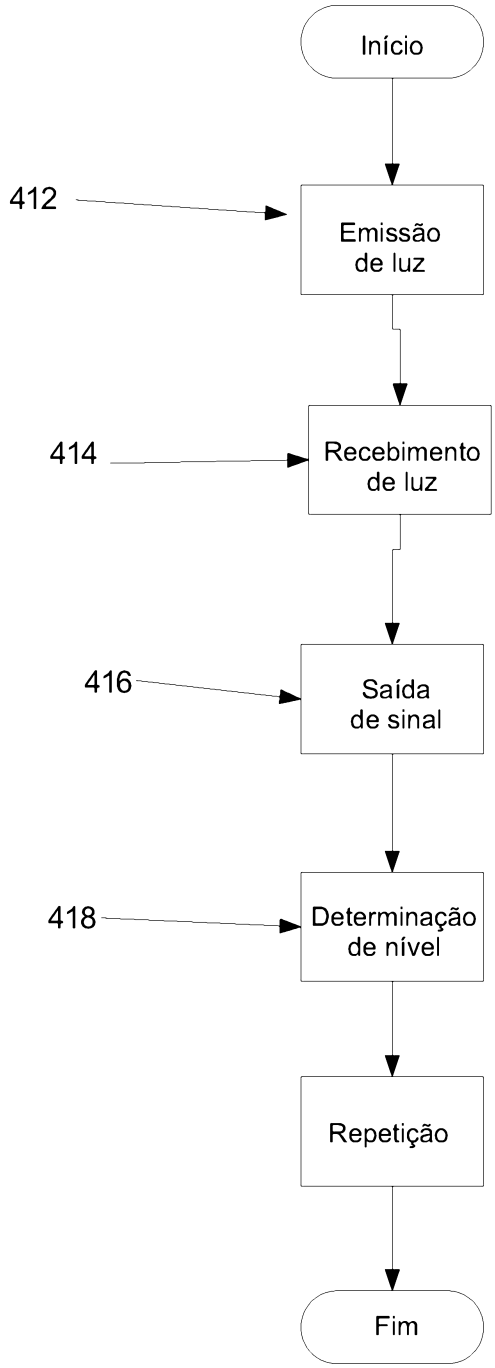

Início
412
Emissão de luz
414
Recebimento de luz
416
Saída de sinal
418
Determinação de nível
Repetição
Fim

Fig.7

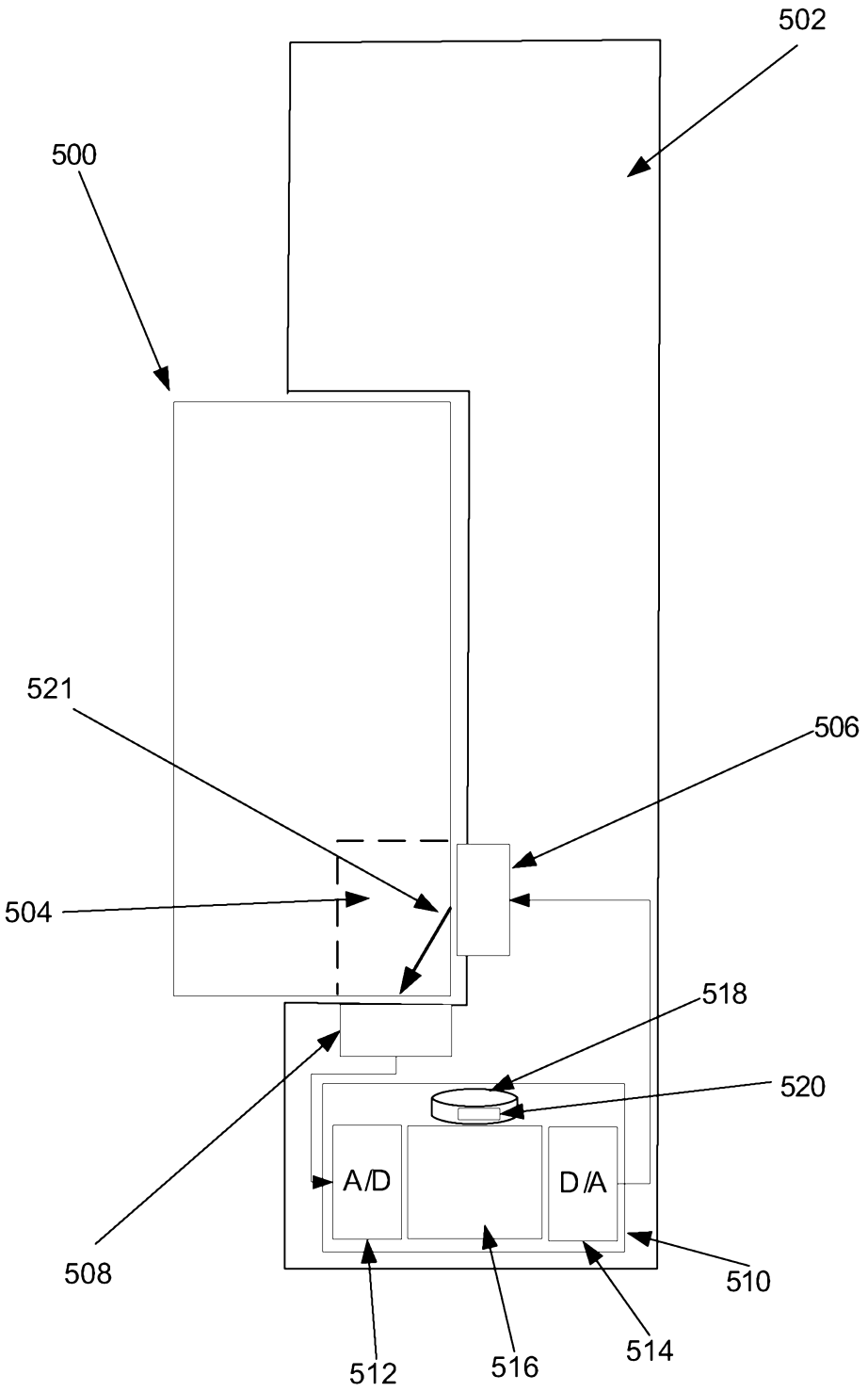


Fig.8