



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

(11) BR 102016008220-0 B1



(22) Data do Depósito: 13/04/2016

(45) Data de Concessão: 01/12/2020

(54) Título: CABEÇOTE PARA DEPOSIÇÃO DE ADESIVO E ESTRUTURAÇÃO DE LAMINADOS, SEU USO E MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE MATERIAIS LAMINADOS

(51) Int.Cl.: B33Y 40/00; B33Y 10/00.

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

(72) Inventor(es): ZILDA DE CASTRO SILVEIRA; JOAQUIM MANOEL JUSTINO NETTO.

(57) Resumo: CABEÇOTE PARA DEPOSIÇÃO DE ADESIVO E ESTRUTURAÇÃO DE LAMINADOS, SEU USO E MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE MATERIAIS LAMINADOS Esta invenção refere-se a um cabeçote para deposição de adesivo e estruturação de laminados projetados para utilização de papéis de escrita e impressão e adesivos líquidos como matérias-primas. Com esse cabeçote, o adesivo é distribuído sobre a superfície superior de uma lâmina da matéria-prima, que pode então receber outra camada de material, possibilitando a sucessiva estruturação de um modelo tridimensional. O cabeçote é destinado a uso em impressora portátil 3D, preferencialmente do tipo low-end, mais preferencialmente do tipo LOM, que tem por objetivo constituir uma ferramenta complementar às técnicas didáticas na área de educação, bem como promover a inclusão digital. Adicionalmente, a presente invenção refere-se a um método de estruturação de materiais laminados utilizando adesivos líquidos e cabeçote tal como proposto pela presente invenção.

**CABEÇOTE PARA DEPOSIÇÃO DE ADESIVO E ESTRUTURAÇÃO DE
LAMINADOS, SEU USO E MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE MATERIAIS
LAMINADOS**

Campo da invenção:

[001] A presente invenção se aplica no campo de operações para processamento de materiais, de forma mais específica na área de impressão 3D e refere-se a um cabeçote para deposição de adesivo e estruturação de laminados projetado para utilização de papéis de escrita e impressão e adesivos líquidos como matérias-primas.

Fundamentos da invenção:

[002] O estado atual da lógica de impressão 3D pode ser traduzido por um conjunto de processos aditivos baseados na construção camada a camada de estruturas tridimensionais físicas, produzidas com base em seus respectivos modelos virtuais gerados inicialmente por meio de *softwares* de CAD e/ou tomografias digitais, resultando em um protótipo físico.

[003] O modelo digital do protótipo por meio de tecnologias tridimensionais computadorizadas com sistemas CAD e/ou tomografias digitais é exportado para um equipamento de manufatura aditiva por meio de um arquivo digital específico, como por exemplo "STL - *STereoLithography ou Standard Tessellation Language*". O modelo é inicialmente fatiado e suas respectivas seções transversais são reproduzidas fisicamente por meio de processos aditivos automatizados de construção camada a camada.

[004] As formas de entrada das matérias-primas comumente utilizadas nesse tipo de manufatura para geração

de protótipos são pó, sólidos, líquidos (fluídicos) ou material pastoso. Essas matérias-primas são fundamentais para a escolha da tecnologia a ser utilizada para imprimir tridimensionalmente o objeto físico por meio de geração camada a camada.

[005] A contribuição diferenciada da manufatura aditiva se refere à obtenção de protótipo físico, seja como um *mock-up* ou protótipo funcional, montados em sua totalidade ou ainda como item ou peça de um subconjunto mecânico ou mecatrônico, ou mesmo como objeto de estudo de ideais de concepção.

[006] Em se tratando de peças ou conjuntos funcionais, a montagem pode respeitar a interação entre peças componentes em condições estáticas ou dinâmicas de funcionamento. Como benefícios, a manufatura aditiva pode contribuir para a eliminação significativa de desperdício de material e reduzir etapas de pós-processamento, com conseqüente redução de custos industriais e melhoria da qualidade dos produtos.

[007] As técnicas aditivas são viáveis devido ao desenvolvimento de processos físicos, químicos e mecânicos que permitem a deposição camada a camada de materiais até a obtenção de um protótipo físico visual ou funcional.

[008] Atualmente, há um conjunto de tecnologias diferenciadas em relação à construção do protótipo, diretamente relacionados com a forma de apresentação física da matéria-prima.

[009] As matérias-primas sólidas para os equipamentos de manufatura aditiva podem ser fornecidas na forma de fio contínuo e fundidas com sistema de

aquecimento; ou fornecidas sob a forma de folhas ou lâminas, que são sequencialmente cortadas e coladas.

[010] As matérias-primas que são fornecidas sob a forma de folhas ou lâminas podem ser de natureza polimérica, metálica ou celulósica. Nessa tecnologia, denominada LOM (*Laminated Object Manufacturing*), a espessura do material determina a altura das camadas segundo as quais o objeto é construído. O processo pode ser classificado de acordo com o mecanismo usado para unir as camadas, sendo possível empregar colagem por adesivo; colagem térmica; prensagem e soldagem ultrassônica.

[011] Na colagem por adesivo, os materiais de construção mais usados são papel recoberto com um adesivo termoplástico. No entanto, a tecnologia LOM apresenta algumas limitações, incluindo a necessidade de tratamento dos objetos feitos de papel para prevenir absorção de umidade e desgaste excessivo, a dificuldade no controle da precisão das dimensões das impressões na direção vertical (z) devido ao enrugamento, inchamento ou variações de outra natureza na espessura dos laminados, a susceptibilidade a danos em pequenos detalhes geométricos na etapa de retirada do material em excesso, além da limitação inerente aos processos de manufatura 3D associados à anisotropia das propriedades mecânicas e térmicas.

[012] Ainda assim, peças produzidas em papel com a tecnologia LOM tiveram aplicação bem-sucedida em indústrias de fundição, para fabricação de moldes de areia; e na criação de mapas topográficos ou maquetes arquitetônicas.

[013] Desse modo, uma vez que a técnica de manufatura aditiva é um conceito relativamente novo e

observando as significativas melhorias dos materiais e sistemas de controle, bem como sua ampliação de uso em diversos segmentos indiretos e da sociedade, torna-se desejável o desenvolvimento de impressoras de pequeno porte e baixo custo, que possam incorporar conceitos de sustentabilidade e com aplicação em áreas sociais e educacional.

[014] Assim, a presente invenção propõe um cabeçote que possibilita a deposição de um adesivo líquido sobre a superfície de materiais laminados para estruturação de modelos tridimensionais (3D).

[015] Além disso, o cabeçote é acionado de modo puramente mecânico, constituindo um aparato simples (um reservatório e uma bandeja) que possa ser afixado em impressoras 3D baseadas em tecnologia *LOM* de pequeno porte (*desktop*) e de baixo custo, mas não somente e nem prioritariamente nestas, utilizando matérias-primas laminadas.

[016] Ainda, o cabeçote requer pouca ou nenhuma automatização para realizar a estruturação de protótipos ou peças a partir de modelos gerados em programas tipo CAD, para permitir a execução de peças como dos processos de manufatura aditiva, além de promover a deposição de adesivo sobre a superfície da matéria-prima laminada de modo uniforme, para geração de protótipos ou peças funcionais.

[017] Portanto, uma vez que o cabeçote aqui proposto é destinado ao uso em impressora portátil 3D de baixo custo, a presente invenção tem por objetivo constituir uma ferramenta complementar à educação básica e/ou inclusiva.

Estado da técnica:

[018] Alguns documentos do estado da técnica descrevem cabeçotes para impressoras tridimensionais.

[019] O documento WO2014131848A2 descreve um sistema de aplicação de adesivo, podendo ser do tipo jato de tinta, com um ou dois cabeçotes bem como um método para manufatura de objetos laminados por meio da aplicação de dois adesivos diferentes, um deles resultando em força de adesão menor que o outro, a ser depositado em regiões que não constituirão o objeto tridimensional final, sendo retiradas por operações de acabamento.

[020] Diferentemente da presente invenção, além de possuir configurações geométricas diferentes, o dispositivo do documento WO2014131848A2 compreende um elemento de aquecimento, preferencialmente uma placa, que é usado para derreter o primeiro adesivo e consolidar a união formada com a aplicação do segundo adesivo, com temperatura de pelo menos 80°C. Ainda, o sistema de alimentação das folhas é contínuo, e não há menção sobre a reutilização de papel.

[021] O documento US 8287959 B2 apresenta uma das soluções mais utilizadas para impressoras tridimensionais de pequenas dimensões e de aplicação *low-end*. Além disso, há uma variação na ponta do sistema de injeção que aplica uma pressão entre a seringa com o material e o bico injetor. Diferentemente da presente invenção, o dispositivo descrito naquele documento requer a utilização de material de construção líquido ou pastoso, cuja deposição baseia-se na tecnologia de modelagem por deposição de fundido (FDM).

[022] O documento BR 102014005143 apresenta um cabeçote de extrusão projetado para utilização de matéria-

prima em pó, que efetua a deposição de materiais sob a forma de filamentos ou pontos, podendo ser facilmente acoplada em máquinas de manufatura aditiva, especificamente impressoras 3D portáteis. Diferentemente da presente invenção, o dispositivo proposto naquele documento baseia-se na tecnologia de modelagem por deposição de fundido (FDM) com sistema de monorroscas extrusoras que permite o desenvolvimento de novos materiais para impressão 3D.

[023] O documento GB 2455124 (A) apresenta um dispositivo de deposição de adesivo projetado para uso específico em um sistema LOM modificado de prototipagem rápida, denominado laminação por deposição seletiva (*Selective Deposition Lamination*), compreendendo uma roda com recessos circunferencialmente espaçados responsáveis por depositar porções controladas de adesivo em pontos discretos do substrato. Diferentemente da presente invenção, aquele dispositivo de deposição requer alto grau de automatização para controle da rotação e movimentação vertical da roda, bem como para bombeamento do adesivo do reservatório ao preenchedor (*adhesive filler*) acima da roda, implicando, portanto, em custos mais elevados.

[024] Além disso, a deposição de adesivo é feita ponto a ponto, diferentemente da presente invenção, que pretende depositar uma camada de adesivo por toda a área do laminado. Ainda, na presente invenção o próprio conjunto de deposição é empregado para depositar, armazenar e/ou misturar adesivos líquidos e compactar via pressionamento os laminados, enquanto o dispositivo do documento GB 2455124 provê apenas meios para deposição do adesivo.

[025] O documento DE10157757 descreve um material

a ser utilizado na manufatura de objetos laminados, de modo que após a construção do objeto tridimensional possa ser impregnado com resina evitando assim problemas decorrentes do processo, tais como delaminação. Ainda, é descrito a aplicação puntiforme de um adesivo termoplástico nas folhas de papel previamente à utilização no equipamento LOM, para que sob aplicação de calor seja possível unir as camadas de material e ao mesmo tempo formar uma estrutura de canais entre as mesmas, o que facilitaria a impregnação por resina de baixa viscosidade. O material e o método trariam como benefício à obtenção de objetos tridimensionais mecanicamente mais robustos. No entanto, apesar de citar o papel como matéria-prima, este deve ser tratado antes de ser utilizado, por aplicação de adesivo termoplástico em pontos de sua superfície. Além disso, não cita reutilização de papel.

[026] Diferentemente dos documentos aqui citados, o sistema de obtenção do objeto 3-D da presente invenção é feito somente por força de compressão, sem nenhuma outra fonte de energia, puramente mecânico. E ainda, não é citada possibilidade de uso de papéis de impressão (descartados) como fonte de matéria-prima.

[027] Portanto, os documentos do estado da técnica descrevem em sua maioria cabeçotes que aplicam adesivo e/ou material de construção em pontos ou pequenas regiões da área de construção do protótipo, similarmente aos sistemas de jateamento de "tintas". Diferentemente, o sistema da presente invenção controla a liberação de adesivo de modo que toda a área disponível para a construção do protótipo receba uma camada fina e contínua de material aglutinante,

tornando mais simples e rápido o processo de construção dos objetos tridimensionais.

Breve descrição da invenção:

[028] A presente invenção refere-se a um cabeçote de deposição que é composto por um reservatório para o adesivo líquido, com um orifício axial que pode ser fechado por uma haste, que comporta dois anéis de vedação elastoméricos formando um conjunto de válvula ou um tipo de atuador mecânico, responsável pela distribuição do líquido a uma bandeja com superfície interna cônica dotada de canais com um conjunto de furos cônicos, distribuídos equidistantes uns dos outros.

[029] Adicionalmente, a presente invenção propõe um método de estruturação de materiais laminados utilizando o cabeçote aqui proposto, em que percorrendo a trajetória iniciada no furo central superior, o adesivo é direcionado a uma membrana porosa flexível que promove sua distribuição sobre a superfície superior de uma lâmina da matéria-prima, que pode então receber outra camada de material, possibilitando a sucessiva estruturação de um modelo tridimensional.

[030] Além disso, o referido cabeçote é destinado a uso em impressora portátil 3D, preferencialmente do tipo *low-end*, mais preferencialmente do tipo LOM (*Laminated Object Manufacturing*), que tem por objetivo constituir uma ferramenta complementar à educação.

Breve descrição das figuras:

[031] Para obter total e completa visualização do objeto desta invenção, são apresentadas as figuras as quais se faz referências, conforme se segue.

[032] A Figura 1 é uma representação em perspectiva explodida de uma forma de realização preferida para o mecanismo, objeto desta patente, evidenciando seu conceito de montagem.

[033] A Figura 2 é uma representação em vista frontal em corte de uma forma de realização preferida para o mecanismo, objeto desta patente, evidenciando seu conceito construtivo.

[034] A Figura 3 é uma representação em vista lateral em corte de uma forma de realização preferida para o mecanismo, objeto desta patente, evidenciando seu conceito construtivo.

[035] A Figura 4 é uma representação em vista frontal cortada da mesma forma de realização preferida, do cabeçote de deposição e estruturação de laminados, evidenciando seu conceito operacional.

[036] A Figura 5 é uma representação em vista isométrica do *layout* básico da máquina, evidenciando o posicionamento do dispositivo objeto desta patente.

Descrição detalhada da invenção:

[037] A presente invenção refere-se a um cabeçote para deposição de adesivo e estruturação de laminados, o qual compreende pelo menos:

- um reservatório (2) com tampa (1);
- uma haste (12) com dois anéis de vedação (7);
- uma bandeja (3) com superfície interna cônica, compreendendo um canal helicoidal (13) com um conjunto de furos cônicos (14) regularmente distribuídos e duas guias (15);
- uma membrana porosa flexível (6); e

- arruela (4), parafusos (5) e duas chapas dobradas (8) e de fixação.

[038] O presente cabeçote permite a compactação de matéria-prima laminada, de modo a gerar uma estrutura adequadamente rígida para manuseio, em que a matéria-prima laminada é selecionada do grupo que consiste em materiais em lâminas, principalmente lâminas de celulose, tais como papéis de escrever e imprimir descartados em ambientes escolares, acadêmicos e de escritório. Desse modo, o cabeçote aqui proposto tem o objetivo de reduzir resíduos sólidos gerados nos referidos ambientes.

[039] Vale ressaltar que o presente dispositivo é projetado apenas para promover a adesão e compactação de materiais em lâminas (*Sheet Lamination Process*).

[040] Além disso, o cabeçote apresenta pouco nível de automação, facilitando acesso à reposição de componentes e procedimento de manutenção. Ou seja, em comparação com sistemas comerciais, a solução construtiva conta apenas com a movimentação da plataforma de construção (19), a qual é uma parte básica da impressora sendo automatizada para funcionar (depositar o adesivo e compactar as folhas de papel).

[041] Assim, todas as funcionalidades do cabeçote da presente invenção são desempenhadas apenas por movimentação mecânica dos elementos que constituem o cabeçote, como eixo, guias (15) e conjunto de válvula.

[042] Para melhor entendimento da invenção, a configuração do presente dispositivo será mais bem detalhada a seguir.

- Configuração do cabeçote:

[043] A referida tampa (1) desliza em um conjunto de rasgos na parte superior do reservatório (2) de dimensões que variam de 182x9 a 283x9 mm. O reservatório (2) é destinado a armazenar adesivo líquido, que por sua vez comunica-se com uma bandeja (3) de distribuição por meio de um orifício axial (23) passante, por meio do qual se estende uma haste (12) com ranhuras para comportar dois anéis de vedação (7) que apresentam uma faixa de distância de 20 a 30 mm.

[044] O material dos referidos anéis de vedação (7) é selecionado do grupo que consiste em polímeros elásticos, borracha nitrílica (NBR), Policloropreno ou Neopreno (CR), Etileno Propileno polimerizado, silicone, elastômero flúor-carbono (FKM) e poliacrílico.

[045] A bandeja (3) de distribuição apresenta geometria especialmente projetada, para conduzir o adesivo por meio de um canal helicoidal (13) com um conjunto de furos cônicos (14) passantes equidistantes até uma membrana porosa flexível (6), que tem por objetivo garantir a distribuição uniforme do adesivo sobre a superfície da matéria-prima laminada. Os referidos furos cônicos (14) começam com pelo menos 3 mm de diâmetro e terminam com pelo menos 2,4 mm de diâmetro, com conicidade de pelo menos 0,12.

[046] A referida membrana (6) é fixada à bandeja (3) por parafuso (5) e arruela (4) e todo o conjunto mecânico é fixado ao teto de uma máquina de impressão 3D com pelo menos duas chapas dobradas (8). Ainda, a referida membrana porosa flexível (6) é selecionada do grupo que consiste em espumas de poliuretano de baixa densidade, tais

como as utilizadas em estofamento, preferencialmente do tipo esponja.

[047] Vale ressaltar que foi considerado que o furo realizado na bandeja (3) é rosqueado, portanto, apenas a arruela (4) e o parafuso (5) são usados para fixação da membrana porosa (6). A ideia é ter um método de fixação não permanente para troca/manutenção da membrana porosa (6), que com o uso, pode endurecer ou degradar.

[048] Adicionalmente, o cabeçote compreende um conjunto de válvula ou um tipo de atuador mecânico para liberação controlada do fluxo de adesivo, na bandeja (3) de distribuição de adesivo na membrana porosa flexível (6). O referido conjunto de válvula é formado pela haste (12), folga (11) e rebaixo (10) mostrado na Figura 2 e pelos anéis de vedação (7) mostrados na Figura 1.

[049] Para melhor visualização, a Figura 1 ilustra uma representação explodida do cabeçote de adesivo da presente invenção. Enquanto para melhor detalhamento do cabeçote, a Figura 2 ilustra o interior em corte do reservatório (2) e da bandeja (3). Ainda, é possível visualizar também os anéis de vedação (7), a membrana porosa flexível (6) e as chapas dobradas (8) em corte, além do parafuso (5) e arruela (4).

[050] O interior do reservatório (2) apresenta sua parede inferior com declividade (9) de pelo menos 5° com a horizontal, com a função de aumentar o espaço disponível para a coluna de líquido na região do orifício axial (23), que por sua vez apresenta um rebaixo (10) de diâmetro de pelo menos 45 mm em sua porção superior.

[051] Ainda, é possível notar uma pequena folga

(11) de pelo menos 2 mm de dimensão, entre o orifício (23) e a haste (12) da bandeja (3), ao longo da qual o adesivo pode escorrer quando a haste (12) está devidamente deslocada de sua posição de repouso.

[052] Desse modo, pela simples ação da gravidade, o adesivo flui pela haste (12) da bandeja (3) e atinge a porção central da superfície cônica da bandeja (3), onde é direcionado por meio de um canal helicoidal (13) a um conjunto de furos cônicos (14). Esse conjunto de furos cônicos (14) tem por função permitir o gotejamento de adesivo em diversas regiões da membrana porosa flexível (6).

[053] O funcionamento do cabeçote pode ser mais bem entendido observando a Figura 3, que ilustra as funcionalidades do mesmo.

[054] Conforme evidenciado pela Figura 3, o adesivo líquido mantém-se confinado no reservatório (2) devido à ação oclusiva do anel de vedação superior proporcionada pelo peso da bandeja (3) quando esta se encontra pendente (A).

[055] O referido adesivo líquido é selecionado do grupo que consiste em elementos aglutinantes poliméricos, solventes, emulsões e líquidos, tais como caseína, amido, dextrina, hidroxietil celulose, acetato de celulose, etil celulose, nitrato de celulose, borracha natural, borracha de poliuretano ou nitrílica, Poli álcool vinílico, borracha de neoprene, isocianato com poliéster, PVA, silicatos solúveis e poliacrilato.

[056] A aplicação de uma força ascendente que varia de 65 a 70 kN, que seja maior que o peso da bandeja

(3) para garantir a adesão na superfície inferior da membrana (6), promove o deslocamento vertical do conjunto (membrana porosa (6) e bandeja (3) de distribuição), anulando a vedação de modo que o adesivo possa fluir pela folga (11) entre o orifício (23) e haste (12) (B).

[057] O fluxo persiste até que o anel de vedação inferior encoste-se à borda inferior do orifício (23), selando a folga (11) novamente (C). O referido intervalo de tempo disponível (estimado entre 6,7 s a 2,8 min), para que o adesivo flua bem, como a quantidade de adesivo liberada por folha, de 3,1 a 15,6 ml ou 2,5 a 12,5g podem ser apropriadamente regulados variando-se a distância entre os dois anéis de vedação (7).

[058] Detalhando um componente do cabeçote, a Figura 4 mostra o canal helicoidal (13) e um conjunto de furos cônicos (14) que permitem que o adesivo atinja a membrana porosa flexível (6) que, uma vez embebida no adesivo líquido, é capaz de transferi-lo igualmente por toda a área de construção do protótipo de matéria-prima laminada. Ainda, é possível visualizar duas guias (15) que servem para limitar o movimento da bandeja (3) ao redor de seu eixo.

[059] Adicionalmente, a presente invenção refere-se ao uso do cabeçote aqui proposto para ser acoplado a uma plataforma de impressão 3D portátil, preferencialmente do tipo *low-end*, mais preferencialmente do tipo LOM (*Laminated Object Manufacturing*), como ferramenta de apoio didático à educação básica e/ou inclusiva.

- Detalhamento do posicionamento do cabeçote na plataforma de impressão 3D:

[060] A Figura 5 mostra o bloco de matéria-prima laminada que constitui o modelo em impressão (16) sobre sua respectiva plataforma de construção (19), responsável pela movimentação no eixo Z e o bloco de matéria-prima que constitui o insumo do qual se extraem as folhas para corte e deposição (17) sobre sua respectiva plataforma de armazenagem (18) responsável pela movimentação no eixo Z.

[061] Ainda, são mostradas as guias (15) que fazem parte dos sistemas de movimentação no eixo X (20), eixo Y (21) e o cabeçote responsável pelo corte e transporte das folhas do bloco reserva para o bloco de construção (22).

[062] Vale ressaltar que a Figura 5 é apenas uma exemplificação para facilitar o entendimento e para mostrar o posicionamento do cabeçote da presente invenção (circulado em linhas pontilhadas) na estrutura da máquina impressora. A disposição construtiva mostrada na Figura 5 é comum em plataformas de impressão 3D em que a plataforma de construção (19) se movimenta apenas verticalmente. Em especial, a disposição lado a lado dos dois blocos de matéria-prima laminada é similar àquela utilizada pela impressora comercial que utiliza tecnologia similar à LOM.

[063] Portanto, adicionalmente, a presente invenção refere-se a um método de estruturação de materiais laminados utilizando, preferencialmente, o cabeçote aqui proposto que compreende as etapas de:

- a) Recebimento de uma camada de adesivo líquido;
- b) Posicionamento da 1ª matéria-prima laminada;
- c) Corte da primeira matéria-prima laminada;
- d) Pressionamento da 1ª camada contra uma membrana porosa flexível (6); e

e) Posicionamento da matéria-prima laminada seguinte sobre a anterior.

[064] Na etapa "a", o recebimento de uma camada de adesivo líquido é realizado por meio do pressionamento da plataforma de construção (19) contra a membrana porosa flexível (6) do cabeçote.

[065] O referido adesivo líquido é selecionado do grupo que consiste em elementos aglutinantes poliméricos, solventes, emulsões e líquidos, tais como caseína, amido, dextrina, hidroxietil celulose, acetato de celulose, etil celulose, nitrato de celulose, borracha natural, borracha de poliuretano ou nitrílica, Poli álcool vinílico, borracha de neoprene, isocianato com poliéster, PVA, silicatos solúveis e poliacrilato.

[066] Ainda, a referida membrana porosa flexível (6) é selecionada do grupo que consiste em espumas de poliuretano de baixa densidade, utilizadas em estofamento, preferencialmente do tipo esponja.

[067] Na etapa "b", a primeira matéria-prima laminada é posicionada sobre a plataforma de construção (19) com adesivo e depois, na etapa "c", a primeira camada de matéria-prima laminada é cortada de acordo com contorno da primeira camada do modelo tridimensional virtual.

[068] Vale ressaltar que o posicionamento da matéria-prima é realizado com garra mecânica, e o corte da mesma é realizado com ferramenta de corte a laser ou lâmina metálica. No entanto, ambos os equipamentos não fazem parte da presente invenção.

[069] A referida matéria-prima laminada é selecionada do grupo que consiste em materiais em lâminas,

principalmente lâminas de celulose, tais como papéis de escrever e imprimir descartados em ambientes escolares, acadêmicos e de escritório com o objetivo de reduzir resíduos sólidos gerados nos referidos ambientes.

[070] Uma vez cortada, na etapa "d", é realizado o pressionamento da primeira camada de matéria-prima laminada cortada contra a membrana porosa flexível (6) do cabeçote para que, mediante movimentação vertical da bandeja (3) de distribuição, a superfície do laminado receba nova camada de adesivo líquido ao mesmo tempo em que, mediante resistência ao pressionamento oferecida pelo conjunto, é garantida a compactação da camada anterior de matéria-prima laminada.

[071] Posteriormente, na etapa "e", é realizado o posicionamento da matéria-prima laminada seguinte sobre a anterior que já apresenta camada de adesivo em sua superfície e repetição das etapas (c), (d) e (e) até completar o protótipo.

[072] Portanto, de acordo com o método de estruturação de materiais laminados aqui proposto, o presente cabeçote é acionado de modo puramente mecânico, constituindo um aparato simples (um reservatório e uma bandeja) que possa ser afixado em impressoras 3D baseadas em tecnologia *LOM* de pequeno porte (*desktop*) e *low-end*, mas não somente e nem prioritariamente nestas, utilizando matérias-primas laminadas.

[073] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabeçote para deposição de adesivo e estruturação de laminados **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos:

- um reservatório (2) com tampa (1);
- uma haste (12) com dois anéis de vedação (7);
- uma bandeja (3) com superfície interna cônica, compreendendo um canal helicoidal (13) com um conjunto de furos cônicos (14) regularmente distribuídos e duas guias (15);
- uma membrana porosa flexível (6); e
- arruela (4), parafusos (5) e duas chapas dobradas (8) e de fixação.

2. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de permitir a compactação de matéria-prima laminada, de modo a gerar uma estrutura rígida para manuseio, em que a matéria-prima laminada é selecionada do grupo que consiste em materiais em lâminas, principalmente lâminas de celulose, tais como papéis de escrever e imprimir descartados.

3. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de apresentar automação acionada apenas pela movimentação da plataforma de construção (19), facilitando acesso à reposição de componentes e procedimento de manutenção, em que as funcionalidades do cabeçote são desempenhadas por movimentação de componentes mecânicos do mesmo, como eixo, guias (15) e conjunto de válvula.

4. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a referida tampa (1) deslizar em

um conjunto de rasgos na parte superior do reservatório (2) de dimensões que variam de 182x9 a 283x9 mm, em que o referido reservatório (2) é destinado a armazenar adesivo líquido, que por sua vez comunica-se com uma bandeja (3) de distribuição por meio de um orifício axial passante (23), por meio do qual se estende uma haste (12) com ranhuras para comportar dois anéis de vedação (7).

5. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de o material dos anéis de vedação (7) ser selecionado do grupo que consiste em polímeros elásticos, borracha nitrílica (NBR), Policloropreno ou Neopreno (CR), Etileno Propileno polimerizado, silicone, elastômero flúor-carbono (FKM) e poliacrílico.

6. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de a bandeja (3) de distribuição apresentar geometria projetada para conduzir o adesivo por meio de um canal helicoidal (13) com um conjunto de furos cônicos (14) passantes equidistantes até uma membrana porosa flexível (6), de modo que, uma vez embebida no adesivo líquido, garanta a distribuição uniforme do mesmo sobre a superfície da matéria-prima laminada, em que os referidos furos cônicos (14) começam com pelo menos 3 mm de diâmetro e terminam com pelo menos 2,4 mm de diâmetro, com conicidade de pelo menos 0,12.

7. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de a bandeja (3) compreender ainda duas guias (15) que servem para limitar o movimento da bandeja (3) ao redor de seu eixo.

8. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de a referida membrana (6) ser

fixada à bandeja (3) por parafuso (5) e arruela (4); e todo o conjunto mecânico ser fixado ao teto de uma máquina de impressão 3D com pelo menos duas chapas dobradas (8).

9. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 1 ou 8, **caracterizado** pelo fato de a referida membrana porosa flexível (6) ser selecionada do grupo que consiste em espumas de poliuretano de baixa densidade, preferencialmente do tipo esponja.

10. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de a bandeja (3) de a distribuição de adesivo na membrana porosa flexível (6) compreender ainda um conjunto de válvula ou um tipo de atuador mecânico responsável pela liberação controlada do fluxo de adesivo, em que o referido conjunto de válvula é formado pela haste (12), folga (11), rebaixo (10) e pelos anéis de vedação (7).

11. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o interior do reservatório (2) apresentar sua parede inferior com declividade (9) de pelo menos 5° com a horizontal, com a função de aumentar o espaço disponível para a coluna de líquido na região do orifício axial (23), que por sua vez apresenta um rebaixo (10) de diâmetro de pelo menos 45 mm em sua porção superior.

12. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de entre o orifício (23) e a haste (12) da bandeja (3) compreender uma folga (11) de pelo menos 2 mm, em que ao longo da qual o adesivo escorre quando a haste (12) está devidamente deslocada de sua posição de repouso.

13. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de, pela ação da gravidade, o adesivo fluir pela haste (12) da bandeja (3) e atingir a porção central da superfície cônica da bandeja (3), onde é direcionado por meio de um canal helicoidal (13) a um conjunto de furos cônicos (14).

14. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de o referido conjunto de furos cônicos (14) permitirem o gotejamento de adesivo em diversas regiões da membrana porosa flexível (6).

15. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de o adesivo líquido manter-se confinada no reservatório (2) devido à ação oclusiva do anel de vedação superior proporcionada pelo peso da bandeja (3) quando esta se encontra pendente.

16. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de a aplicação de uma força ascendente que varia de 65 a 70 kN, promover o deslocamento vertical do conjunto (membrana porosa (6) e bandeja (3) de distribuição), anulando a vedação de modo que o adesivo possa fluir pela folga (11) entre orifício (23) e haste (12), em que a referida força é maior que o peso da bandeja (3).

17. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de o fluxo persistir até que o anel de vedação inferior encoste à borda inferior do orifício (23), selando a folga (11) novamente.

18. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de o intervalo de tempo disponível para que o adesivo flua variar entre 6,7 s a 2,8 min; e a

quantidade de adesivo líquido liberada por folha variar de 3,1 a 15,6 ml ou 2,5 a 12,5g sendo regulados variando-se a distância entre os dois anéis de vedação (7), com distância de 20 a 30 mm.

19. Cabeçote, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado** pelo fato de o referido adesivo líquido ser selecionado dos grupos que consistem em aglutinantes poliméricos, solventes, emulsões e líquidos, tais como caseína, amido, dextrina, hidroxietil celulose, acetato de celulose, etil celulose, nitrato de celulose, borracha natural, borracha de poliuretano ou nitrílica, Poli álcool vinílico, borracha de neoprene, isocianato com poliéster, PVA, silicatos solúveis e poliacrilato.

20. Uso do cabeçote conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado** pelo fato de ser para acoplamento do mesmo a uma plataforma de impressão 3D portátil, preferencialmente do tipo *low-end*, mais preferencialmente do tipo LOM (*Laminated Object Manufacturing*).

21. Uso, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de ser para proporcionar apoio didático à educação básica e/ou inclusiva.

22. Método de estruturação de materiais laminados **caracterizado** pelo fato de utilizar preferencialmente o cabeçote conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 19; e compreender as etapas de:

- a) Recebimento de uma camada de adesivo líquido;
- b) Posicionamento da 1ª matéria-prima laminada;
- c) Corte da primeira matéria-prima laminada;
- d) Pressionamento da 1ª camada contra uma membrana

porosa flexível (6); e

e) Posicionamento da matéria-prima laminada seguinte sobre a anterior.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de na etapa "a", o recebimento de uma camada de adesivo líquido ser realizado por meio do pressionamento da plataforma de construção (19) contra uma membrana porosa flexível (6) do cabeçote.

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado** pelo fato de o referido adesivo líquido ser selecionado do grupo que consiste em elementos aglutinantes poliméricos, solventes, emulsões e líquidos, tais como caseína, amido, dextrina, hidroxietil celulose, acetato de celulose, etil celulose, nitrato de celulose, borracha natural, borracha de poliuretano ou nitrílica, Poli álcool vinílico, borracha de neoprene, isocianato com poliéster, PVA, silicatos solúveis e poliacrilato.

25. Método, de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado** pelo fato de a referida membrana porosa flexível (6) ser selecionada do grupo que consiste em espumas de poliuretano de baixa densidade, preferencialmente do tipo esponja.

26. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de na etapa "b", a primeira matéria-prima laminada ser posicionada sobre a plataforma de construção (19) com adesivo e depois, na etapa "c", cortada de acordo com contorno da primeira camada do modelo tridimensional virtual.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** pelo fato de a referida matéria-prima

laminado ser selecionada do grupo que consiste em materiais em lâminas, principalmente lâminas de celulose, tais como papéis de escrever e imprimir descartados.

28. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de na etapa "d", a primeira camada de matéria-prima laminada cortada ser pressionada contra a membrana porosa flexível (6) do cabeçote, em que, mediante movimentação vertical da bandeja (3) de distribuição, a superfície do laminado receba nova camada de adesivo líquido ao mesmo tempo em que, mediante resistência ao pressionamento oferecida pelo conjunto, é garantida a compactação da camada anterior de matéria-prima laminada.

29. Método, de acordo com a reivindicação 22, 26, 27 ou 28, **caracterizado** pelo fato de na etapa "e", a matéria-prima laminada seguinte ser posicionada sobre a anterior, a qual já apresenta camada de adesivo em sua superfície; e ocorrer a repetição das etapas "c", "d" e "e" até completar o protótipo.

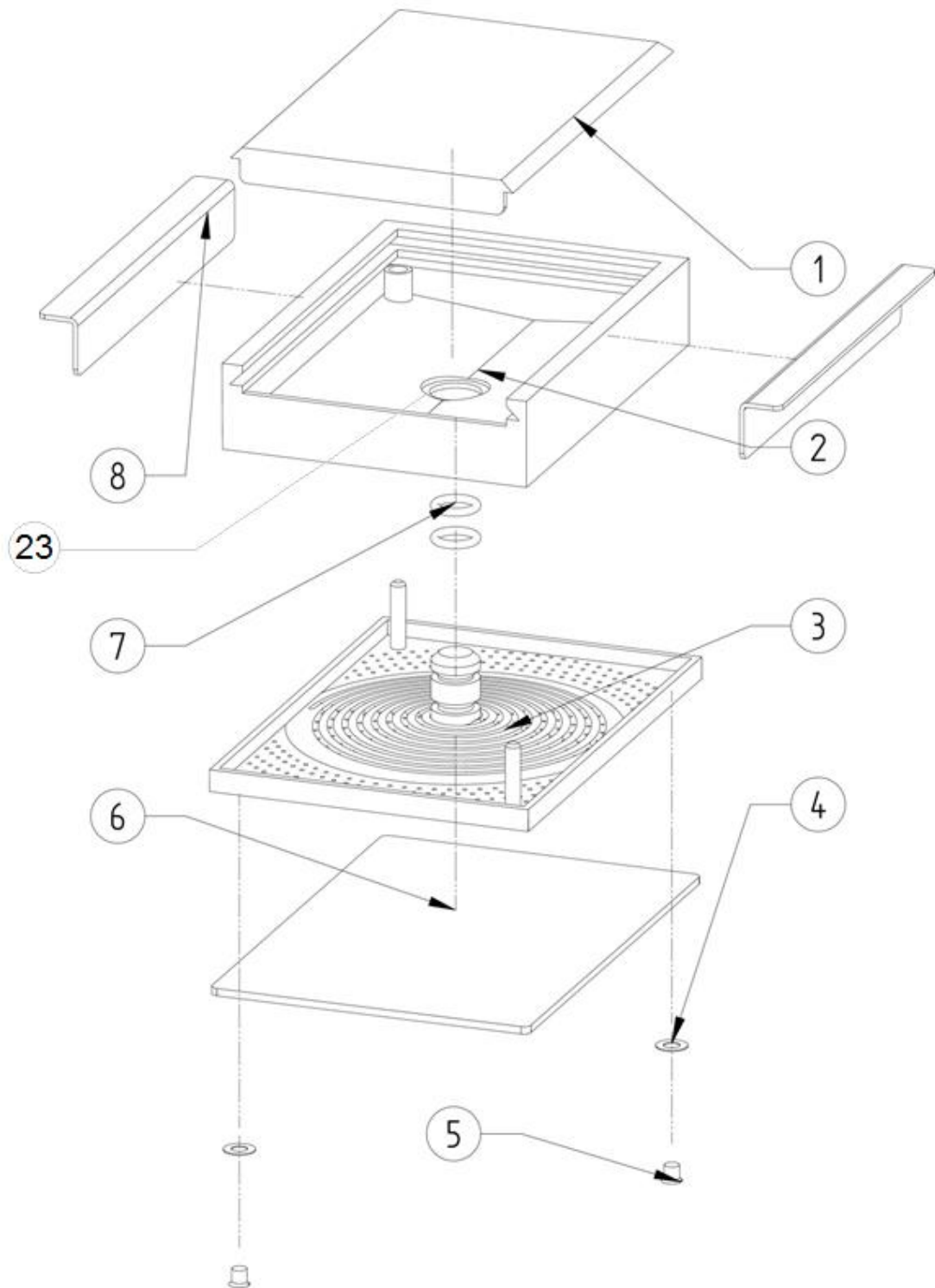


FIGURA 1

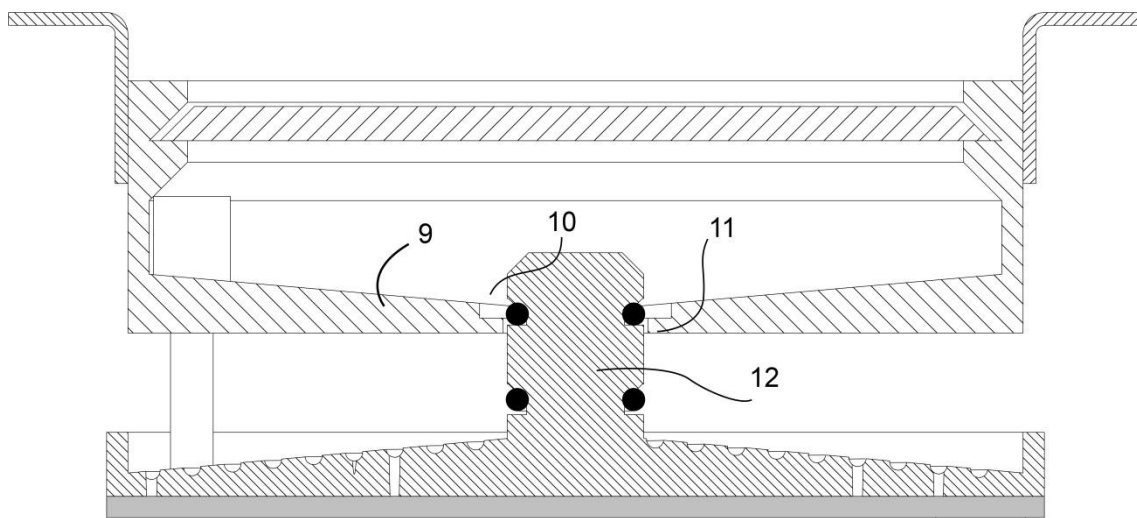


FIGURA 2

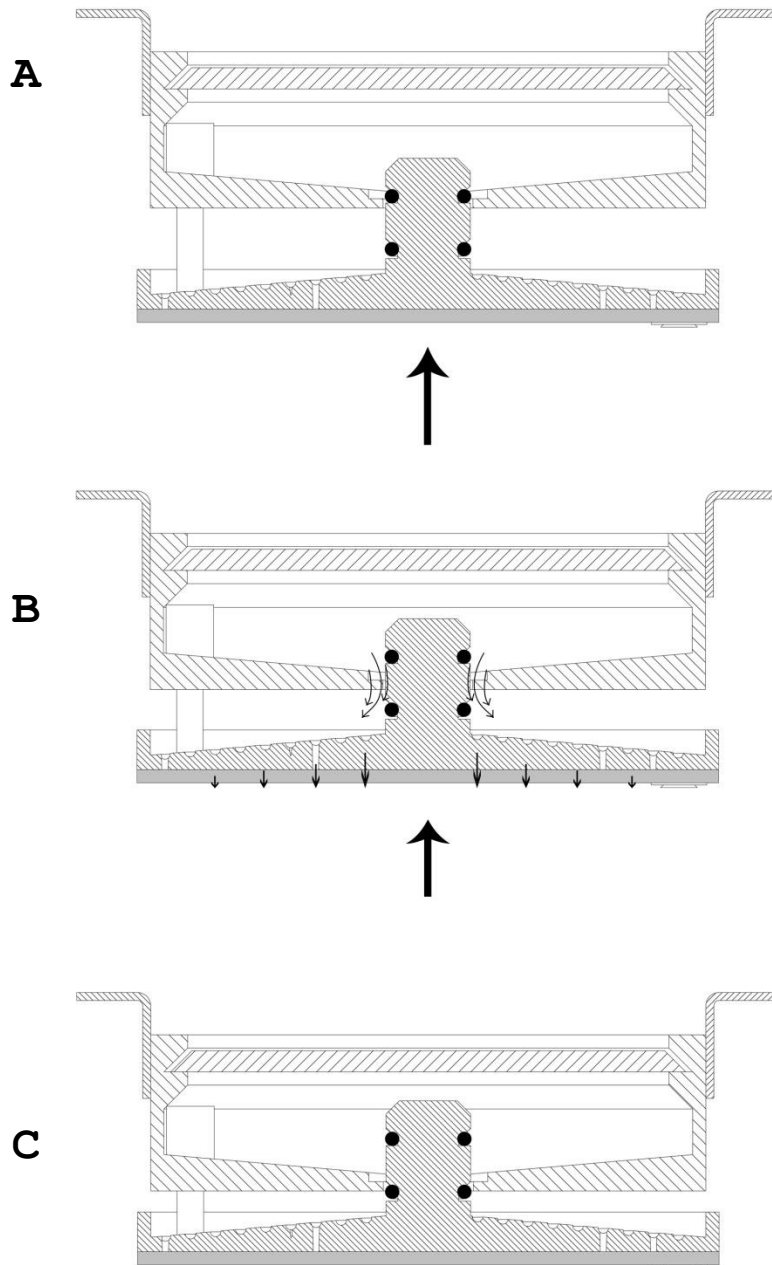


Figura 3

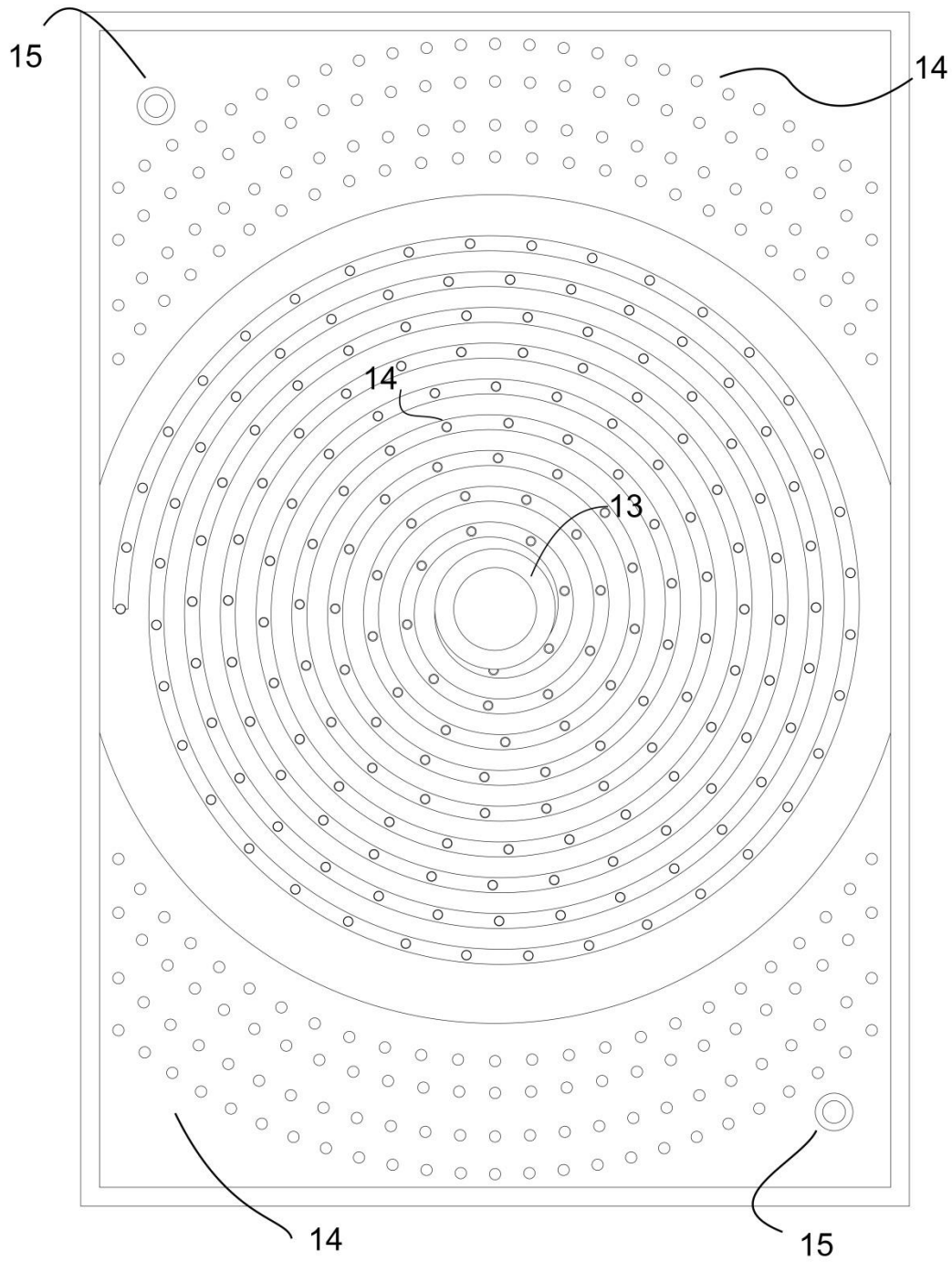


FIGURA 4

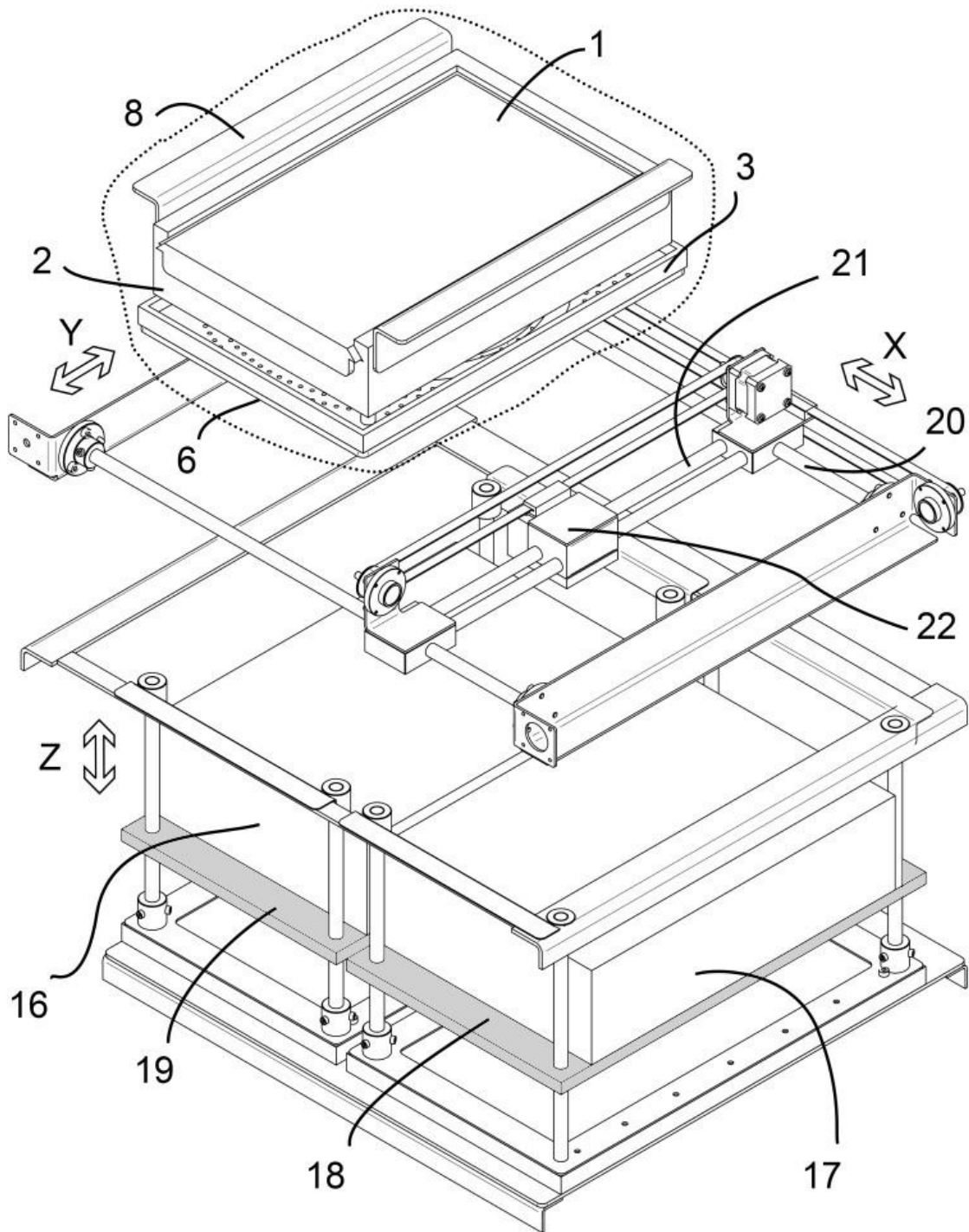


FIGURA 5