



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

(11) BR 112019016830-3 B1



(22) Data do Depósito: 14/02/2017

(45) Data de Concessão: 07/06/2022

(54) Título: OBJETO IMPRESSO 3D COM DISPOSITIVO DE DETECÇÃO EMBUTIDO

(51) Int.Cl.: B29C 64/00; B33Y 80/00.

(73) Titular(es): HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P..

(72) Inventor(es): WEI HUANG; LIHUA ZHAO; GARY J. DISPOTO.

(86) Pedido PCT: PCT US2017017825 de 14/02/2017

(87) Publicação PCT: WO 2018/151706 de 23/08/2018

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/08/2019

(57) Resumo: De acordo com um exemplo, um objeto impresso tridimensional (3D) pode incluir um corpo formado de um material não condutivo eletricamente. Além disso, um canal condutivo eletricamente, um dispositivo de detecção e um emissor de sinal podem ser embutidos dentro do corpo. O dispositivo de detecção pode ficar em comunicação elétrica com o canal condutivo eletricamente de tal maneira que o dispositivo de detecção é afetado por uma interrupção em uma corrente aplicada ao canal condutivo eletricamente. Além disso, o emissor de sinal pode emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção ser afetado por uma interrupção na corrente aplicada.

OBJETO IMPRESSO 3D COM DISPOSITIVO DE DETECÇÃO EMBUTIDO**ANTECEDENTES**

[001] Aparelhos de fabricação 3D que empregam técnicas de fabricação aditiva para construir ou imprimir partes estão crescendo em popularidade e uso. Algumas técnicas de fabricação aditiva empregam um processo de formação de camadas no qual partículas de material de construção são espalhadas em uma camada e fundidas conjuntamente de forma seletiva. Seguente a esse processo, partículas adicionais são espalhadas em uma outra camada e fundidas conjuntamente. Este processo pode ser repetido por várias vezes para construir uma parte 3D tendo uma configuração desejada.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[002] Recursos da presente revelação estão ilustrados a título de exemplo e não limitados nas Figuras seguintes, nas quais números iguais indicam elementos iguais, em que:

A Figura 1A mostra uma vista isométrica simplificada de um objeto impresso tridimensionalmente (3D) de exemplo em que componentes internos estão representados como sendo visíveis;

As Figuras 1B-1D, respectivamente, mostram diagramas de blocos simplificados para outros objetos impressos 3D de exemplo;

As Figuras 2A e 2B, respectivamente, mostram aparelhos de exemplo que podem ser implementados para fabricar os objetos impressos 3D representados nas Figuras 1A-1D;

A Figura 3 mostra um diagrama de blocos simplificado de um outro aparelho de exemplo; e

A Figura 4 mostra um fluxograma de um método de exemplo

para fabricar um objeto impresso 3D com componentes de detecção embutidos.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[003] São revelados neste documento objetos impressos 3D e métodos e aparelhos para fabricar os objetos impressos 3D. Os objetos impressos 3D revelados neste documento podem incluir um corpo formado de um material não condutivo eletricamente. Embutidos dentro do corpo podem ficar um canal condutivo eletricamente, um dispositivo de detecção em comunicação elétrica com o canal condutivo eletricamente e um emissor de sinal. O dispositivo de detecção pode ser afetado por uma interrupção em uma corrente aplicada por meio do canal condutivo eletricamente e o emissor de sinal pode emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção ser afetado pela interrupção. Também embutido dentro do corpo pode ficar um dispositivo de fornecimento de corrente elétrica tal como uma bateria e/ou um conversor de energia indutiva para energia elétrica. O dispositivo de fornecimento de corrente elétrica pode fornecer corrente para o canal condutivo eletricamente e para o emissor de sinal.

[004] O canal condutivo eletricamente, o dispositivo de detecção, o emissor de sinal e o dispositivo de fornecimento de corrente elétrica podem ser arranjados durante formação aditiva do corpo. Por exemplo, alguns ou todos estes componentes podem ser formados por meio de aplicação e mistura de vários agentes de fusão e/ou condutivos eletricamente com partículas de material não condutivo eletricamente usadas para formar aditivamente o corpo. Em outros exemplos, alguns ou todos estes

componentes podem ser formados antes da introdução no corpo e os componentes formados antecipadamente podem ser colocados em camadas do corpo durante formação do corpo.

[005] Objetos podem falhar como um resultado de ruptura e/ou desgaste. Falha por ruptura pode ser causada por sobrecarga mecânica, fadiga, fissuração por corrosão sob pressão, etc. Para fadiga e fissuração por corrosão sob pressão, uma fratura pode aparecer e pode se propagar antes de o objeto se romper repentinamente. Portanto, identificar fissuras em seus estágios iniciais pode capacitar a prevenção de uma falha por ruptura de objeto, o que pode evitar danos a um sistema total no qual o objeto está incluído. Entretanto, inspeção manual para fissuras não é confiável e difícil, especialmente quando as fissuras são diminutas ou estreitas.

[006] Por meio de implementação dos métodos e aparelhos revelados neste documento, objetos impressos 3D podem ser fabricados com dispositivos de detecção e emissores de sinais embutidos para detectar e informar automaticamente ocorrência de fraturas nos objetos impressos 3D. Por exemplo, quando falhas tais como fraturas ocorrem nos objetos impressos 3D, as fraturas podem causar um rompimento no canal condutivo eletricamente. Os dispositivos de detecção embutidos podem ser afetados pelo rompimento e o emissor de sinal pode emitir um sinal para indicar que um rompimento ocorreu. As fraturas podem ser assim detectadas e localizadas sem destruir os objetos impressos 3D, por exemplo, em um modo não destrutivo, sem inspeção manual para fraturas dos objetos impressos 3D, em tempo real ou de modo intermitente, sem influenciar

substancialmente as propriedades físicas dos objetos impressos 3D, sem serem visíveis no exterior dos objetos impressos 3D, sem limitar substancialmente as geometrias dos objetos impressos 3D, etc.

[007] Antes de continuar é notado que, tal como usado neste documento, os termos "inclui" e "incluindo" significam, mas não estão limitados a isto, "inclui" ou "incluindo" e "inclui pelo menos" ou "incluindo pelo menos". O termo "baseado em" significa, mas não está limitado a isto, "baseado em" e "baseado pelo menos em parte em".

[008] Com referência primeiramente à Figura 1A, está mostrada uma vista isométrica simplificada de um objeto impresso tridimensionalmente (3D) de exemplo 100 em que componentes internos estão representados como sendo visíveis. Deve ser entendido que o objeto impresso 3D 100 representado na Figura 1A pode incluir componentes adicionais e que alguns dos componentes descritos neste documento podem ser removidos e/ou modificados sem divergir de um escopo do objeto impresso 3D 100 revelado neste documento.

[009] O objeto impresso 3D 100 pode ser impresso por meio de qualquer técnica de impressão ou de fabricação 3D aditiva adequada. A técnica de impressão ou de fabricação 3D pode incluir uma técnica de fusão baseada em pó, a qual inclui a aplicação de agente de fusão em áreas selecionadas de partículas de material de construção junto com aquecimento e solidificação subsequente das partículas de material de construção nas quais o agente de fusão tenha sido depositado. Outras técnicas adequadas podem incluir

estereolitografia (SLA), modelagem por deposição fundida (FDM), jateamento de fotopolímero líquido curável (Polyjet), sinterização a laser seletiva (SLS), fusão a laser seletiva (SLM), jateamento de aglutinante 3D ou coisa parecida. Em qualquer consideração, o objeto impresso 3D 100 pode incluir um corpo 102 formado de um material não condutivo eletricamente. O material não condutivo eletricamente pode ser um plástico, uma cerâmica, um polímero ou coisa parecida. O material não condutivo eletricamente está representado como sendo transparente na Figura 1A para o propósito de ilustração, mas deve ser entendido que o material não condutivo eletricamente pode ser transparente ou opaco ou pode incluir seções opacas e transparentes.

[010] Durante o processo de impressão 3D aditiva, o objeto impresso 3D 100 pode ser formado para incluir vários componentes de detecção para detectar fraturas, tais como fissuras, rompimentos, etc., no corpo 102. As fraturas podem ocorrer no corpo 102 durante fabricação ou ao longo do tempo após a fabricação do corpo 102 por causa de sobrecarga mecânica, fadiga, fissuração por corrosão sob pressão ou coisa parecida. Tal como mostrado na Figura 1A, os componentes de detecção podem incluir um canal condutivo eletricamente 104 (que também é referido neste documento como um componente condutivo eletricamente) posicionado para se estender através de certas localizações no corpo 102. O canal condutivo eletricamente 104 pode ser um fio ou outro componente através do qual uma corrente elétrica pode ser conduzida a partir de uma bateria ou de outra fonte (não mostrada) tal como discutido com mais detalhes a

seguir. Neste aspecto, o canal condutivo eletricamente 104 pode ser formado como um laço fechado de tal maneira que uma corrente elétrica pode ser aplicada através do canal condutivo eletricamente 104. Adicionalmente, o canal condutivo eletricamente 104 pode ser formado para se estender através de certas áreas do corpo 102 em qualquer direção, incluindo horizontal, vertical, diagonal e outras direções entre elas e múltiplos canais condutivos eletricamente 104 podem ser formados. Ao embutir o(s) canal(s) condutivo(s) eletricamente 104 dentro do corpo 102, o(s) canal(s) condutivo(s) eletricamente 104 pode(m) ser protegido(s) contra ambientes corrosivos e/ou pode(m) aprimorar a forma externa do objeto 3D por causa de o(s) canal(s) condutivo(s) eletricamente 104 ficar(em) oculto(s).

[011] O canal condutivo eletricamente 104 pode se estender através de localizações do corpo 102 que podem ser propensas a fraturamento, localizações do corpo 102 que podem ser críticas e outras mais. A título de exemplo particular, o canal condutivo eletricamente 104 pode ser posicionado para se estender perto de superfícies externas do corpo 102 já que essas áreas podem fraturar mais facilmente do que áreas internas do corpo 102. Em aditamento ou como um outro exemplo, o canal condutivo eletricamente 104 pode ser posicionado para se estender através de partes relativamente finas do corpo 102. Como um outro exemplo, o canal condutivo eletricamente 104 pode ser posicionado para se estender através de partes do corpo 102 que podem ser críticas para o objeto impresso 3D 100, tais como, por exemplo, partes que podem ser críticas para a

operação e desempenho do objeto impresso 3D 100 ou de outros objetos. Em outros exemplos, o canal condutivo eletricamente 104 pode se estender através de outras localizações do corpo 102 que podem não ser críticas. Em qualquer consideração, o arranjo do canal condutivo eletricamente 104 através do interior do corpo 102 pode capacitar detecção de fratura não destrutiva para ser executada no objeto impresso 3D 100.

[012] Um dispositivo de detecção 106 pode ser posicionado para ser afetado por uma interrupção em um fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104. Isto é, corrente elétrica pode fluir através do dispositivo de detecção 106 quando o fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104 não estiver interrompido. Entretanto, quando o fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104 é interrompido, fluxo de corrente elétrica através do dispositivo de detecção 106 também pode ser mudado distintamente ou continuamente. O fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104 pode ser interrompido, por exemplo, quando um rompimento parcial ou completo ocorre no canal condutivo eletricamente 104, tal como pode ocorrer quando uma parte do corpo 102 através da qual o canal condutivo eletricamente 104 se estende é fraturada. O dispositivo de detecção 106 pode incluir um resistor ou outro dispositivo que pode ser afetado por uma interrupção na corrente elétrica aplicada através do canal condutivo eletricamente 104. Em outras palavras, o dispositivo de detecção 106 pode ser qualquer dispositivo adequado que pode ser afetado por mudanças na corrente

elétrica fluindo através de um circuito elétrico contendo o canal condutivo eletricamente 104.

[013] Tal como também mostrado na Figura 1A, o objeto impresso 3D 100 pode incluir um emissor de sinal 108 embutido no corpo 102. De acordo com exemplos, o emissor de sinal 108 pode emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção 106 ser afetado por uma interrupção na corrente elétrica aplicada ao canal condutivo eletricamente 104. Por exemplo, o emissor de sinal 108 pode detectar quando o dispositivo de detecção 106 é afetado por uma interrupção na corrente elétrica fluindo através do canal condutivo eletricamente 104 e pode emitir um sinal sem fio quando uma detecção como esta é feita.

[014] O sinal sem fio pode ser um sinal Bluetooth™, um sinal wifi, um sinal eletromagnético, por exemplo, um sinal de radiofrequência ou coisa parecida. O sinal sem fio também pode ser ou em outros exemplos pode ser um sinal acústico, ótico ou coisa parecida. Nos exemplos nos quais o sinal sem fio é um sinal acústico ou ótico, o corpo 102 pode ser formado para incluir uma abertura através da qual o sinal acústico ou ótico pode ser direcionado para fora do corpo 102. Em alguns exemplos, o emissor de sinal 108 pode emitir um novo sinal sem fio, por exemplo, pode começar a emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção 106 ser afetado por uma interrupção na corrente fluindo através do canal condutivo eletricamente 104. Em outros exemplos nos quais o emissor de sinal 108 já está emitindo um sinal sem fio, o emissor de sinal 108 pode modificar o sinal sem fio.

[015] Em qualquer caso, um dispositivo de leitura (não

mostrado) pode receber o sinal sem fio emitido e uma determinação pode ser feita pelo dispositivo de leitura, por um usuário ou por ambos de que o fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104 foi interrompido. Além disso, a interrupção detectada pode ser interpretada como uma indicação de que uma fratura ocorreu no corpo 102 e que a fratura é de tamanho suficiente para ter interrompido o fluxo de corrente através do canal condutivo eletricamente 104. Uma vez que uma determinação tenha sido feita de que provavelmente uma fratura ocorreu, um dispositivo de rastreamento de fio elétrico que pode empregar eletroímãs pode ser usado para identificar a localização na qual o canal condutivo eletricamente 104 foi fraturado.

[016] Embora o dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 tenham sido representados como sendo elementos separados, de acordo com exemplos, o dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 podem ser um elemento combinado, o qual é discutido como o emissor de sinal 108. O dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 podem ser formados como um elemento combinado (por exemplo, o emissor de sinal 108) antes da colocação no corpo 102 ou podem ser formados como um elemento combinado durante formação do corpo 102. Nestes exemplos, o elemento combinado pode emitir automaticamente um sinal sem fio quando ocorre uma interrupção no fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104. Adicionalmente ou em outros exemplos, o dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 podem ser embutidos no corpo 102 em localizações que podem não afetar

adversamente a integridade estrutural do corpo 102 ou enfraquecer de outro modo o corpo 102. Em outras palavras, o dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 podem ser embutidos em localizações não críticas do corpo 102.

[017] Voltando agora às Figuras 1B-1D, estão mostrados respectivamente diagramas de blocos simplificados dos outros objetos impressos 3D de exemplo 120, 130, 140. Deve ser entendido que os objetos impressos 3D 120, 130, 140 representados nas Figuras 1B-1D podem incluir componentes adicionais e que alguns dos componentes descritos neste documento podem ser removidos e/ou modificados sem divergir dos escopos dos objetos impressos 3D 120, 130, 140 revelados neste documento.

[018] Cada um dos objetos impressos 3D 120, 130, 140 pode incluir um corpo 102 formado de um material não condutivo eletricamente, um canal condutivo eletricamente 104, um dispositivo de detecção 106 e um emissor de sinal 108. Os componentes 102-108 podem ser similares aos respectivos componentes 102-108 representados na Figura 1A e discutidos anteriormente em relação ao objeto impresso 3D 100. Como tal, descrições detalhadas destes componentes 102-108 não são repetidas em relação às Figuras 1B-1D. Entretanto, deve ser notado que o dispositivo de detecção 106 e o emissor de sinal 108 podem ser formados como um elemento combinado tal como discutido anteriormente.

[019] Com referência primeiramente para a Figura 1B, o objeto impresso 3D 120 pode incluir uma bateria 110 em comunicação elétrica com o dispositivo de detecção 106 e com o emissor de sinal 108. A bateria 110 pode fornecer uma

corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104. A bateria 110 também pode fornecer corrente elétrica para o emissor de sinal 108 de tal maneira que o emissor de sinal 108 pode emitir um sinal sem fio 112 em resposta ao dispositivo de detecção 106 ser afetado por uma interrupção na corrente elétrica fluindo através do canal condutivo eletricamente 104.

[020] Com referência agora à Figura 1C, o objeto impresso 3D 130 está representado como incluindo uma bateria removível 114. Isto é, o objeto impresso 3D 130 pode ser formado com uma abertura 116 na qual a bateria removível 114 pode ser inserida, tal como mostrado pela seta 118. Tal como mostrado, o canal condutivo eletricamente 104 pode incluir conexões elétricas que terminam na abertura 116. Embora não mostrado explicitamente, a bateria removível 114 também pode incluir conexões elétricas que respectivamente casam ou entram em contato elétrico com as conexões elétricas dos canais condutivos eletricamente 104 quando a bateria removível 114 é inserida na abertura 116. Em uma consideração, a bateria removível 114 pode ser substituída, por exemplo, uma vez que a bateria removível 114 tenha sido esgotada.

[021] Com referência agora à Figura 1D, o objeto impresso 3D 140 pode incluir um conversor de energia 150 que deve converter energia indutiva em energia elétrica. Particularmente, o conversor de energia 150 pode ser acoplado a uma antena 152 que deve receber energia indutiva. Tal como mostrado na Figura 1D, uma fonte de energia indutiva 160 pode gerar e emitir a energia indutiva 162 na direção do objeto impresso 3D 140. De acordo com um

exemplo, a fonte de energia indutiva 160 pode ser implementada para direcionar a energia indutiva 162 para o objeto impresso 3D 140 quando uma determinação deve ser feita tal como para verificar se fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 140 foi interrompido. Neste aspecto, o objeto impresso 3D 140 pode não incluir uma bateria, mas em vez disso pode ser alimentado tal como desejado.

[022] Quando a energia indutiva 162 é direcionada para o conversor de energia 150, o conversor de energia 150 pode converter a energia indutiva recebida em energia elétrica por meio de quaisquer técnicas de transferência de energia sem fio adequadas. Além disso, o conversor de energia 150 pode fornecer a energia elétrica como uma corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104. O dispositivo de detecção 106 pode ser afetado por uma interrupção no fluxo de corrente elétrica através do canal condutivo eletricamente 104 e o dispositivo de emissão de sinal 108 pode emitir um sinal sem fio 112 em resposta ao dispositivo de detecção 106 ser afetado pela interrupção.

[023] Com referência agora às Figuras 2A e 2B, estão mostrados respectivamente os aparelhos de exemplo 200, 230 que podem ser implementados para imprimir/fabricar qualquer um dos objetos impressos 3D 100, 120-140. Deve ser entendido que os aparelhos 200, 230 representados nas Figuras 2A e 2B podem incluir componentes adicionais e que alguns dos componentes descritos neste documento podem ser removidos e/ou modificados sem divergir dos escopos dos aparelhos 200, 230 revelados neste documento.

[024] Cada um dos aparelhos 200, 230 pode ser uma

impressora tridimensional (3D) e pode incluir formar componentes tais como representados pelo elemento 202. Os componentes de formação 202 podem incluir, por exemplo, vários componentes para imprimir/fabricar aditivamente um corpo 102 de um objeto impresso 3D 100, 120-140. Em um exemplo no qual os aparelhos 200, 230 são impressoras 3D que implementam uma técnica de fusão baseada em pó, os componentes de formação 202 podem incluir um dispositivo de recobrimento, um dispositivo de fusão, um dispositivo de entrega de agente de fusão, etc. Em um exemplo no qual os aparelhos 200, 230 são impressoras 3D de modelagem por deposição fundida, os componentes podem incluir um bico de extrusão, um reservatório para reter o material de fusão, etc. Em qualquer consideração, todos ou alguns dos componentes de formação 202 podem ser varridos tal como denotado pela seta 204 através de um leito de impressão 206 para imprimir/fabricar um corpo 102 de um objeto impresso 3D 100, 120-140.

[025] Os componentes de formação 202 podem ser implementados para formar um corpo 102 a partir de uma pluralidade das camadas 208 de um material de construção no leito de impressão 206. Isto é, por exemplo, os componentes de formação 202 podem incluir componentes para aplicar as camadas 208 do material de construção, o qual pode ser partículas de material não condutivo eletricamente em forma de pó. Além disso, os componentes de formação 202 podem incluir componentes para fundir seletivamente as partículas de material de construção em certas áreas de cada camada para formar o corpo 102. Nas Figuras 2A e 2B, uma parte 210 do corpo 102 está representada como sendo formada em uma

camada mais elevada 208. Deve ser entendido que outras partes do corpo 102 também podem ser formadas em todas ou em algumas das outras camadas 208. De acordo com um exemplo, os componentes de formação 202 podem se deslocar tal como indicado pela seta 204 para formar as partes 210 do corpo 102 nas respectivas camadas. Adicionalmente, o leito de impressão 206 pode se deslocar na direção denotada pela seta 214 para capacitar as partes adicionais 210 do corpo 102 para serem formadas nas múltiplas camadas 208.

[026] Tal como mostrado nas Figuras 2A e 2B, os componentes de formação 202 também podem formar vários componentes para detectar fraturas e sinalizar quando fraturas são detectadas, de tal maneira que os vários componentes são embutidos dentro do corpo 102. Por exemplo, os componentes de formação 202 podem arranjar um canal condutivo eletricamente 216 em uma ou mais das camadas 208. Isto é, o canal condutivo eletricamente 216 pode ser arranjado para se estender através de certas áreas do corpo 102 em qualquer direção, incluindo horizontal, vertical, diagonal e outras direções entre elas. Assim, por exemplo, o canal condutivo eletricamente 216 pode se estender através das múltiplas camadas 208; por exemplo, se estender na direção z além das direções x e y.

[027] De acordo com exemplos, o canal condutivo eletricamente 216 pode ser arranjado por meio de aplicação de material condutivo eletricamente, por exemplo, tinta metálica ou outro material condutivo eletricamente em forma de fluido, nas localizações selecionadas da camada 208 ou das camadas 208. Nestes exemplos, os componentes de formação 202 podem incluir um dispositivo de entrega para

entregar um agente de fusão e um dispositivo de entrega para entregar o material condutivo eletricamente para as camadas 208 das partículas de material de construção de tal maneira que o material condutivo eletricamente pode se misturar com as partículas de material de construção não condutivo eletricamente. Em outros exemplos, o canal condutivo eletricamente 216 pode ser formado antes de ser arranjado na camada 208. Nestes exemplos, os componentes de formação 202 podem incluir um dispositivo para colocar o canal condutivo eletricamente formado 216 na camada 208.

[028] Os componentes de formação 202 também podem arranjar um dispositivo de detecção 218 e um emissor de sinal 220 em uma camada 208 ou através de múltiplas camadas 208. De acordo com exemplos, e tal como mostrado na Figura 2A, os componentes de formação 202 podem formar o dispositivo de detecção 218, o emissor de sinal 220 ou ambos das partículas de material de construção em múltiplas camadas 208. Nestes exemplos, os componentes de formação 202 podem incluir múltiplos dispositivos de entrega de fluidos para entregar tipos diferentes de fluidos ou agentes para as partículas de material de construção, de tal maneira que os tipos diferentes de fluidos ou agentes se misturam com as partículas de material de construção não condutivo eletricamente para formar partes do dispositivo de detecção 218, do emissor de sinal 220 ou de ambos. Em instâncias em que o dispositivo de detecção 218 e/ou o emissor de sinal 220 não podem ser formados por meio de aplicação de fluidos diferentes às partículas de material de construção, os componentes de formação 202 podem incluir adicionalmente um dispositivo para arranjar elementos

formados antecipadamente para um ou outro ou para ambos de o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220 que não podem ser formados por meio de aplicação de vários fluidos. Em qualquer consideração, os componentes de formação 202 podem arranjar o canal condutivo eletricamente 216 para ser conectado eletricamente às localizações apropriadas no dispositivo de detecção 218 e no emissor de sinal 220.

[029] Em outros exemplos, e tal como mostrado na Figura 2B, os componentes de formação 202 podem arranjar o canal condutivo eletricamente 216 tal como discutido anteriormente em relação à Figura 2A. Entretanto, no aparelho 230 na Figura 2B, os componentes de formação 202 podem arranjar o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220 ao colocar um dispositivo de detecção fabricado antecipadamente 218 e um emissor de sinal fabricado antecipadamente 220 para se estenderem entre múltiplas camadas 208. Nestes exemplos, os componentes de formação 202 podem incluir um dispositivo de manipulação para segurar o dispositivo de detecção fabricado antecipadamente 218 e o emissor de sinal fabricado antecipadamente 220 e colocá-los na camada 208. Em qualquer consideração, os componentes de formação 202 podem arranjar o canal condutivo eletricamente 216 para ser conectado eletricamente às localizações apropriadas no dispositivo de detecção 218 e no emissor de sinal 220 colocados. Além disso, os componentes de formação 202 podem continuar a formar o corpo 102 em volta do dispositivo de detecção 218 e do emissor de sinal 220 colocados. Em qualquer um dos exemplos discutidos acima em relação às Figuras 2A e 2B, os

componentes de formação 202 podem arranjar o dispositivo de detecção 218 e o emissor 220 como um elemento combinado em vez de elementos separados. Além disso, ou em outros exemplos, o dispositivo de detecção fabricado antecipadamente 218 e o emissor de sinal fabricado antecipadamente 220 podem ser colocados manualmente para se estenderem entre as múltiplas camadas 208. Nestes exemplos, as conexões elétricas entre o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220 podem ser arranjadas manualmente ou pelos componentes de formação 202.

[030] Embora não mostrado nas Figuras 2A e 2B, uma bateria 110 ou um conversor de energia 150 (Figuras 1B-1D), ou ambos, também pode ser arranjado para ser embutido dentro do corpo 102 durante fabricação do corpo 102. Isto é, por exemplo, os componentes de formação 202 também podem arranjar um ou outro de a bateria 110 e/ou conversor de energia 150 ou ambos por meio de impressão e colocar os elementos da bateria 110 e/ou do conversor de energia 150 em uma única ou em múltiplas camadas 208 durante fabricação do corpo 102. Em outros exemplos, a bateria 110 e/ou o conversor de energia 150 podem ser arranjados manualmente para serem embutidos dentro do corpo 102. A bateria 110 e/ou o conversor de energia 150 podem ser arranjados durante fabricação do corpo 102 em qualquer um dos modos discutidos anteriormente em relação às Figuras 1B-1D.

[031] Os aparelhos 200, 230 também podem incluir um controlador 222 que deve controlar operações dos componentes de formação 202. O controlador 222 pode ser um dispositivo de computação, um microprocessador baseado em semicondutor, uma unidade central de processamento (CPU),

um circuito integrado de aplicação específica (ASIC) e/ou outro tipo de dispositivo de hardware. O controlador 222 pode ficar em comunicação com um armazenamento de dados 224, o qual pode ser uma Memória de Acesso Aleatório (RAM), uma Memória Somente de Leitura Programável e Apagável Eletricamente (EEPROM), um dispositivo de armazenamento, um disco ótico e outros mais. O armazenamento de dados 224 pode ter armazenado dados relativos a uma parte 3D a ser impressa pelo aparelho 200, 230. Por exemplo, os dados podem incluir as localizações em cada camada 208 nas quais partes do corpo 102, do canal condutivo eletricamente 216, do dispositivo de detecção 218, do emissor de sinal 220, da bateria 110, do conversor de energia 150 ou de coisa parecida devem ser arranjadas.

[032] Com referência agora à Figura 3, está mostrado um diagrama de blocos simplificado de um outro aparelho de exemplo 300. O aparelho 300 pode incluir um controlador 302 que pode controlar operações do aparelho 300 e pode ser um microprocessador baseado em semicondutor, uma unidade central de processamento (CPU), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), matriz de portas programáveis em campo (FPGA) e/ou outro dispositivo de hardware. O aparelho 300 também pode incluir uma memória 310 que pode armazenar as instruções legíveis por máquina 312-320 (que também podem ser denominadas de instruções legíveis por computador) que o controlador 302 pode executar. A memória 310 pode ser um dispositivo eletrônico, magnético, ótico ou outro dispositivo de armazenamento físico que contém ou armazena instruções executáveis. A memória 310 pode ser, por exemplo, Memória de Acesso Aleatório (RAM), uma Memória

Somente de Leitura Programável e Apagável Eletricamente (EEPROM), um dispositivo de armazenamento, um disco ótico e outros mais. A memória 310, a qual também pode ser referida como uma mídia de armazenamento legível por computador, pode ser uma mídia de armazenamento não transitório legível por máquina, onde o termo "não transitório" não abrange sinais de propagação transitórios.

[033] O aparelho 300 pode ser um dispositivo de computação tal como um computador pessoal, um laptop, um smartphone, um computador servidor, um tablet ou coisa parecida. Em outros exemplos, o aparelho 300 pode ser ou formar parte de um dispositivo de fabricação 3D. O controlador 302 pode enviar instruções para um dispositivo de fabricação 3D ou para os componentes de formação 330 por meio de uma rede, através de uma conexão com fio, um barramento ou coisa parecida.

[034] Com referência às Figuras 2A, 2B e 3, o controlador 302 pode recuperar, decodificar e executar as instruções 312 para formar aditivamente um corpo 102 de um material não condutivo eletricamente. Durante formação aditiva do corpo 102, o controlador 302 pode recuperar, decodificar e executar as instruções 314-320. Particularmente, o controlador 302 pode executar as instruções 314 para arranjar material condutivo eletricamente para formar um canal condutivo eletricamente embutido 216 dentro do corpo 102. Além disso, o controlador 302 pode executar as instruções 316 e as instruções 318 para respectivamente arranjar um dispositivo de detecção 218 e um emissor de sinal 220 dentro do corpo 102. O controlador 302 também pode executar as instruções 320 para

arranjar pelo menos um de uma bateria e um conversor de energia dentro do corpo 102.

[035] Vários modos nos quais o aparelho 300 pode ser implementado são discutidos com mais detalhes em relação ao método 400 representado na Figura 4. Particularmente, a Figura 4 representa um fluxograma de um método de exemplo 400 para fabricar um objeto impresso 3D com componentes de detecção embutidos. Deve ser entendido que o método 400 representado na Figura 4 pode incluir operações adicionais e que algumas das operações descritas no mesmo podem ser removidas e/ou modificadas sem divergir do escopo do método 400. A descrição do método 400 é feita com referência para os recursos representados nas Figuras 1A-3 para o propósito de ilustração.

[036] Falando de uma maneira geral, o controlador 302 do aparelho 300 pode implementar ou executar todas ou algumas das instruções 312-320 armazenadas na memória 310 para executar o método 400. Antes ou como parte da execução do método 400, o controlador 302 pode executar instruções (não mostradas) para identificar um objeto impresso 3D 100, 120-140 a ser fabricado. Por exemplo, o controlador 302 pode acessar informação, tal como informação de projeto auxiliado por computador, do objeto impresso 3D 100, 120-140, a qual pode ser armazenada no armazenamento de dados 304. A informação de projeto auxiliado por computador pode identificar as características físicas do objeto impresso 3D 100, 120-140 tais como, por exemplo, as formas e dimensões do objeto impresso 3D 100, 120-140.

[037] No bloco 402, o controlador 302 pode executar as instruções 312 para formar aditivamente um corpo 102 de um

material não condutivo eletricamente. Particularmente, por exemplo, o controlador 302 pode executar as instruções 312 para controlar os componentes de formação 202 para formar as partes 210 do corpo 102 em múltiplas camadas 208 tal como discutido anteriormente em relação às Figuras 2A e 2B.

[038] No bloco 404, o controlador 302 pode executar as instruções 314 para arranjar material condutivo eletricamente dentro do corpo 102 para formar um componente ou canal condutivo eletricamente embutido 216 durante formação aditiva do corpo 102. Isto é, por exemplo, o controlador 302 pode executar as instruções 314 para controlar os componentes de formação 202 para arranjar o componente condutivo eletricamente 216 em uma ou mais camadas 208 de materiais de construção tal como discutido anteriormente em relação às Figuras 2A e 2B.

[039] No bloco 406, o controlador 302 pode executar as instruções 316 para arranjar um dispositivo de detecção 218 dentro do corpo 102. O controlador 302 pode executar as instruções 316 para controlar os componentes de formação 202 para arranjar o dispositivo de detecção 218 em uma ou mais camadas 208 de materiais de construção tal como discutido anteriormente em relação às Figuras 2A e 2B.

[040] No bloco 408, o controlador 302 pode executar as instruções 318 para arranjar um emissor de sinal 220 dentro do corpo 102. O controlador 302 pode executar as instruções 318 para controlar os componentes de formação 202 para arranjar o emissor de sinal 220 em uma ou mais camadas 208 de materiais de construção tal como discutido anteriormente em relação às Figuras 2A e 2B. Os blocos 406 e 408 podem ser combinados em uma única operação, por exemplo, em casos

nos quais o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220 são formados como um componente combinado.

[041] Tal como também discutido anteriormente, o controlador 302 pode controlar os componentes de formação 202 para conectar eletricamente o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220 ao componente condutivo eletricamente 216. De acordo com um exemplo, o dispositivo de detecção 218 pode ser afetado por uma interrupção no fluxo de corrente através do componente condutivo eletricamente 216. Isto é, por exemplo, fluxo de corrente através do dispositivo de detecção 218 pode ser interrompido quando fluxo de corrente através do componente condutivo eletricamente 216 é interrompido tal como pode ocorrer quando uma fratura ocorre no corpo 102 em uma localização na qual o componente condutivo eletricamente 216 se estende. Além disso, o emissor de sinal 220 pode ficar em comunicação elétrica com (ou pode ser integrado com) o dispositivo de detecção 218 de tal maneira que, quando fluxo de corrente através do dispositivo de detecção 218 é interrompido, o emissor de sinal 220 pode emitir um sinal sem fio. Isto é, por exemplo, o emissor de sinal 220 pode incluir um componente que emite automaticamente o sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção 218 ser afetado por uma interrupção no fluxo de corrente através do componente condutivo eletricamente 216.

[042] No bloco 410, o controlador 302 pode executar as instruções 320 para arranjar uma bateria 110 e/ou um conversor de energia 150 dentro do corpo 102. O controlador 302 pode executar as instruções 320 para controlar os componentes de formação 202 para arranjar a bateria 110

e/ou o conversor de energia 150 em uma ou mais camadas 208 de materiais de construção tal como discutido anteriormente em relação às Figuras 2A e 2B. O controlador 302 pode controlar os componentes de formação 202 para conectar eletricamente a bateria 110 e/ou o conversor de energia 150 ao componente condutivo eletricamente 216, ao dispositivo de detecção 218 e ao emissor de sinal 220. A bateria 110 e/ou o conversor de energia 150 assim pode alimentar o componente condutivo eletricamente 216, o dispositivo de detecção 218 e o emissor de sinal 220. Em outros exemplos, tal como no exemplo mostrado na Figura 1C, o bloco 410 pode ser omitido e em vez disso o corpo 102 pode ser formado para incluir uma abertura 116 para inserção de uma bateria removível 114 após a fabricação do objeto impresso 3D 130.

[043] Todas ou algumas das operações expostas no método 400 podem ser contidas como utilitários, programas ou subprogramas em qualquer mídia acessível por computador desejada. Além disso, o método 400 pode ser incorporado por meio de programas de computador, os quais podem existir em uma variedade de formas tanto ativas quanto inativas. Por exemplo, eles podem existir como instruções legíveis por máquina, incluindo código fonte, código de objeto, código executável ou outros formatos. Qualquer um dos indicados acima pode ser incorporado em uma mídia de armazenamento não transitório legível por computador.

[044] Exemplos de mídias de armazenamento não transitório legíveis por computador incluem RAM, ROM, EPROM, EEPROM e fitas ou discos magnéticos ou óticos de sistema de computador. Portanto, deve ser entendido que qualquer dispositivo eletrônico capaz de executar as

funções descritas anteriormente pode executar essas funções enumeradas anteriormente.

[045] Embora descritos especificamente na totalidade da presente revelação, exemplos representativos da presente revelação têm utilidade em uma faixa ampla de aplicações, e a discussão anterior não é proposta e nem deve ser interpretada como sendo limitante, mas é oferecida como uma discussão ilustrativa de aspectos da revelação.

[046] O que foi descrito e ilustrado neste documento é um exemplo da revelação junto com algumas de suas variações. As descrições, figuras e termos usados neste documento foram expostos somente a título de ilustração e não são pretendidos como limitações. Muitas variações são possíveis dentro do espírito e escopo da revelação, a qual é planejada para ser definida pelas reivindicações a seguir - e por suas equivalências - em que todos os termos são utilizados com seu sentido razoável mais amplo a não ser que indicado de outro modo.

REIVINDICAÇÕES

1. Objeto impresso tridimensionalmente (3D), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um corpo (102) formado de um material não condutivo eletricamente;

um canal condutivo eletricamente (104) embutido dentro do corpo (102), em que os componentes de formação de uma impressora 3D são para formar o corpo e o canal condutivo eletricamente;

um dispositivo de detecção (106) em comunicação elétrica com o canal condutivo eletricamente, em que o dispositivo de detecção (106) é afetado por uma interrupção em uma corrente aplicada ao canal condutivo eletricamente (104), o dito dispositivo de detecção sendo embutido dentro do corpo (102); e

um emissor de sinal (108) para emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção ser afetado por uma interrupção na corrente aplicada, o dito emissor de sinal sendo embutido dentro do corpo.

2. Objeto impresso 3D, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o canal condutivo eletricamente (104) é formado de uma mistura do material não condutivo eletricamente e um agente condutivo eletricamente.

3. Objeto impresso 3D, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma bateria embutida no corpo, em que a bateria está em comunicação elétrica com o canal condutivo eletricamente (104) e com o emissor de sinal, e em que o canal condutivo

eletricamente, o dispositivo de detecção, o emissor de sinal e a bateria são circundados em todos os lados pelo material não condutivo eletricamente do corpo.

4. Objeto impresso 3D, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma abertura para receber uma bateria substituível, em que o canal condutivo eletricamente (104) inclui conexões que terminam na abertura para ficar em comunicação elétrica com a bateria substituível quando a bateria substituível é inserida na abertura.

5. Objeto impresso 3D, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

um conversor de energia para converter energia indutiva recebida em energia elétrica, o conversor de energia estando em comunicação elétrica com o canal condutivo eletricamente (104) e com o emissor de sinal (108).

6. Objeto impresso 3D, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o canal condutivo eletricamente (104) compreende um laço formando um circuito elétrico com o dispositivo de detecção e se estende através de múltiplas áreas do corpo.

7. Método (400), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

controlar, por um processador, os componentes de formação de uma impressora tridimensional (3D) para formar aditivamente (402) um corpo de um material não condutivo eletricamente;

controlar, pelo processador, os componentes de formação

para arranjar (404) um material condutivo eletricamente dentro do corpo para formar um componente condutivo eletricamente embutido durante formação aditiva do corpo;

controlar, pelo processador, os componentes de formação para arranjar (406) um dispositivo de detecção dentro do corpo, o dito dispositivo de detecção sendo conectado ao componente condutivo eletricamente embutido para ser afetado por uma interrupção em uma corrente aplicada através do componente condutivo eletricamente embutido; e

controlar, pelo processador, os componentes de formação para arranjar (408) um emissor de sinal dentro do corpo, o dito emissor de sinal sendo para emitir um sinal sem fio em resposta ao dispositivo de detecção ser afetado por uma interrupção na corrente através do componente condutivo eletricamente embutido.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo compreende adicionalmente:

controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo em múltiplas camadas; e

controlar os componentes de formação para formar o componente condutivo eletricamente embutido em uma camada das múltiplas camadas ao misturar partículas de material de construção do material não condutivo eletricamente na camada com o material condutivo eletricamente, em que o material condutivo eletricamente é um fluido.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo compreende

adicionalmente:

controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo em múltiplas camadas; e

controlar os componentes de formação para formar o componente condutivo eletricamente embutido para se estender entre uma pluralidade de camadas das múltiplas camadas.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo compreende adicionalmente:

controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo em múltiplas camadas; e

em que controlar os componentes de formação para arranjar o dispositivo de detecção e o emissor de sinal compreende adicionalmente controlar os componentes de formação para misturar partículas de material de construção do material não condutivo eletricamente com agentes de fusão entre uma pluralidade de camadas das múltiplas camadas para formar o dispositivo de detecção, o emissor de sinal ou ambos.

11. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo compreende adicionalmente:

controlar os componentes de formação para formar aditivamente o corpo em múltiplas camadas, em que controlar os componentes de formação para arranjar o dispositivo de detecção e o emissor de sinal compreende adicionalmente colocar o dispositivo de detecção, o emissor de sinal ou

ambos sobre uma camada das múltiplas camadas, e continuar a formar o corpo em volta do dispositivo de detecção, do emissor de sinal ou de ambos colocados.

12. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

arranjar (410) uma bateria, um conversor de energia indutiva para energia elétrica ou ambos dentro do corpo.

13. Aparelho (200, 230), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

componentes de formação (202) de uma impressora tridimensional (3D);

um controlador (222) para controlar os componentes de formação (202) para:

formar aditivamente um corpo de um material não condutivo eletricamente;

durante formação aditiva do corpo,

misturar o material não condutivo eletricamente com um material condutivo eletricamente dentro do corpo para formar um canal condutivo eletricamente embutido;

arranjar um emissor de sinal dentro do corpo, o dito emissor de sinal sendo conectado ao canal condutivo eletricamente embutido para ser afetado por uma interrupção em uma corrente elétrica aplicada ao canal condutivo eletricamente embutido e para emitir um sinal sem fio em resposta ao emissor de sinal ser afetado por uma interrupção na corrente aplicada ao canal condutivo eletricamente embutido.

14. Aparelho (200, 230), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o

controlador (222) deve controlar os componentes de formação (202) para formar aditivamente o corpo em múltiplas camadas e para arranjar o canal condutivo eletricamente e o emissor de sinal a partir, entre, ou ambos, das múltiplas camadas.

15. Aparelho (200, 230), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o controlador (222) deve controlar adicionalmente os componentes de formação para arranjar uma bateria, um conversor de energia indutiva para energia elétrica ou ambos dentro do corpo.

OBJETO
IMPRESSO 3D
100

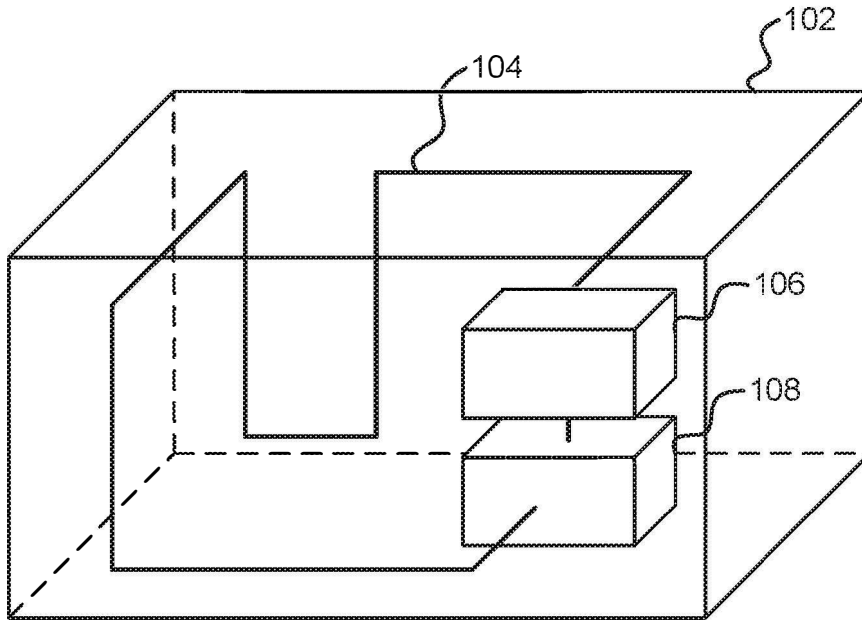


FIGURA 1A

OBJETO
IMPRESSO 3D
120

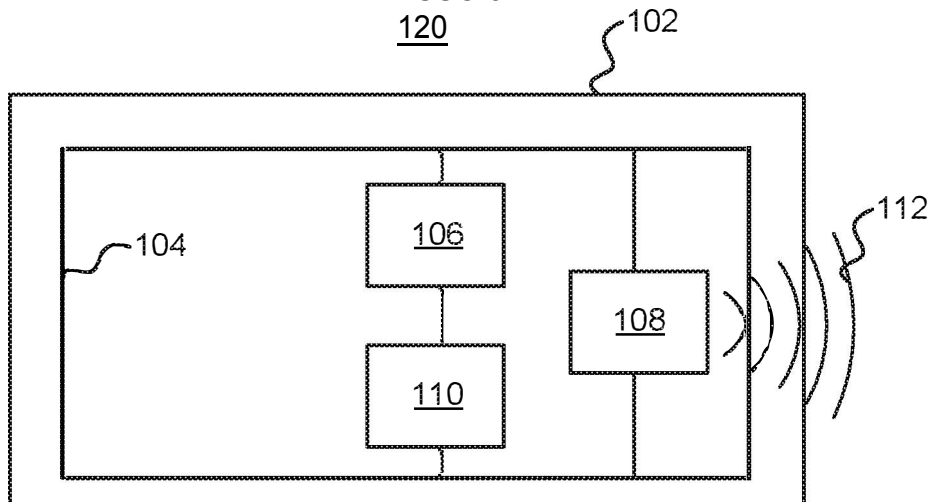


FIGURA 1B

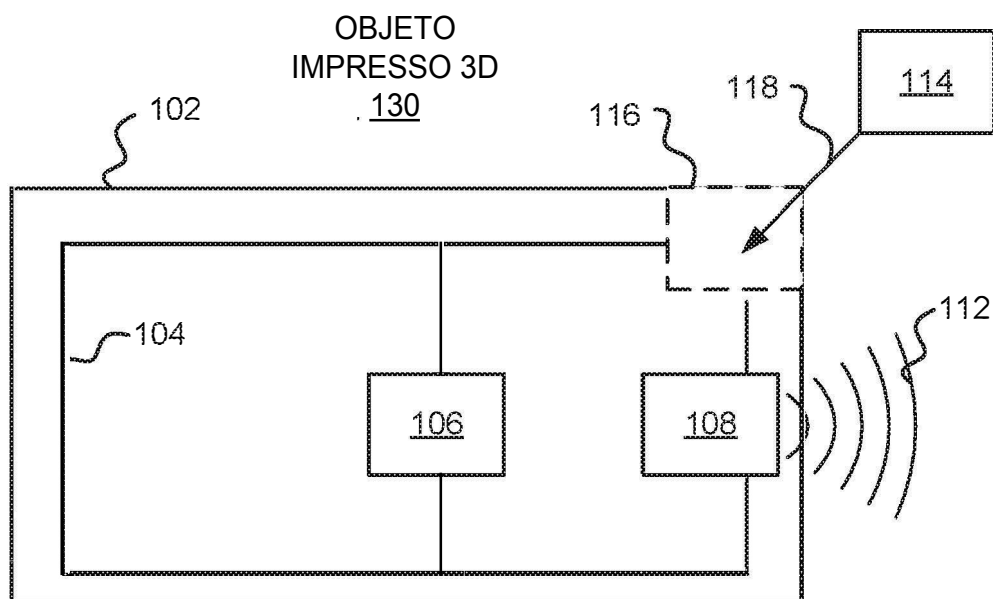


FIGURA 1C

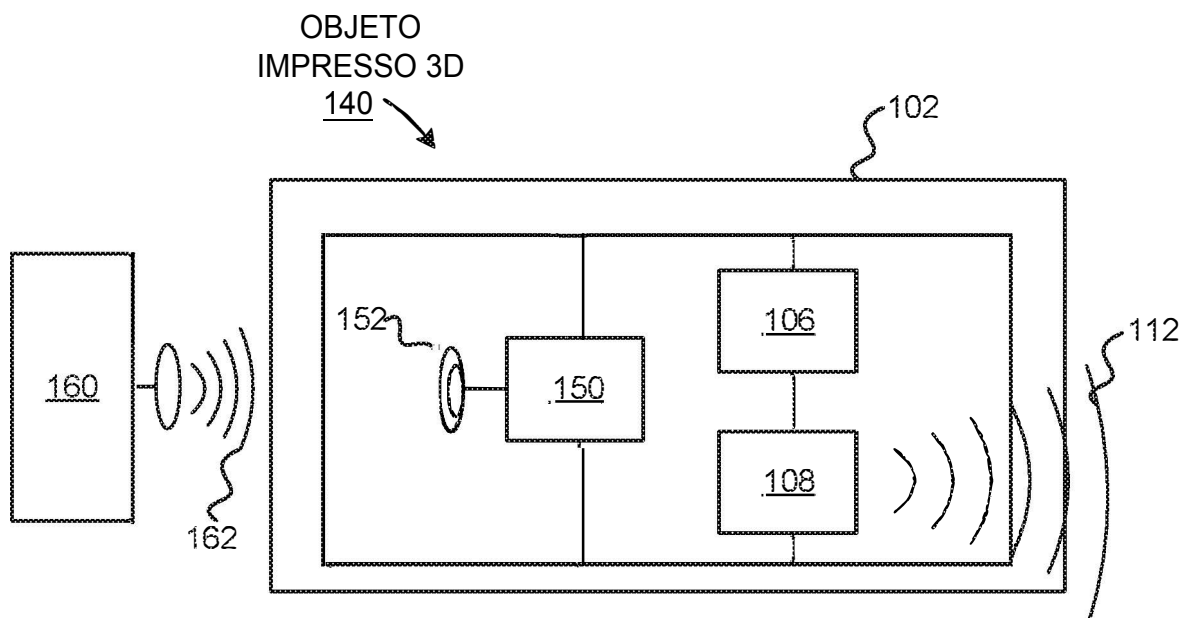


FIGURA 1D

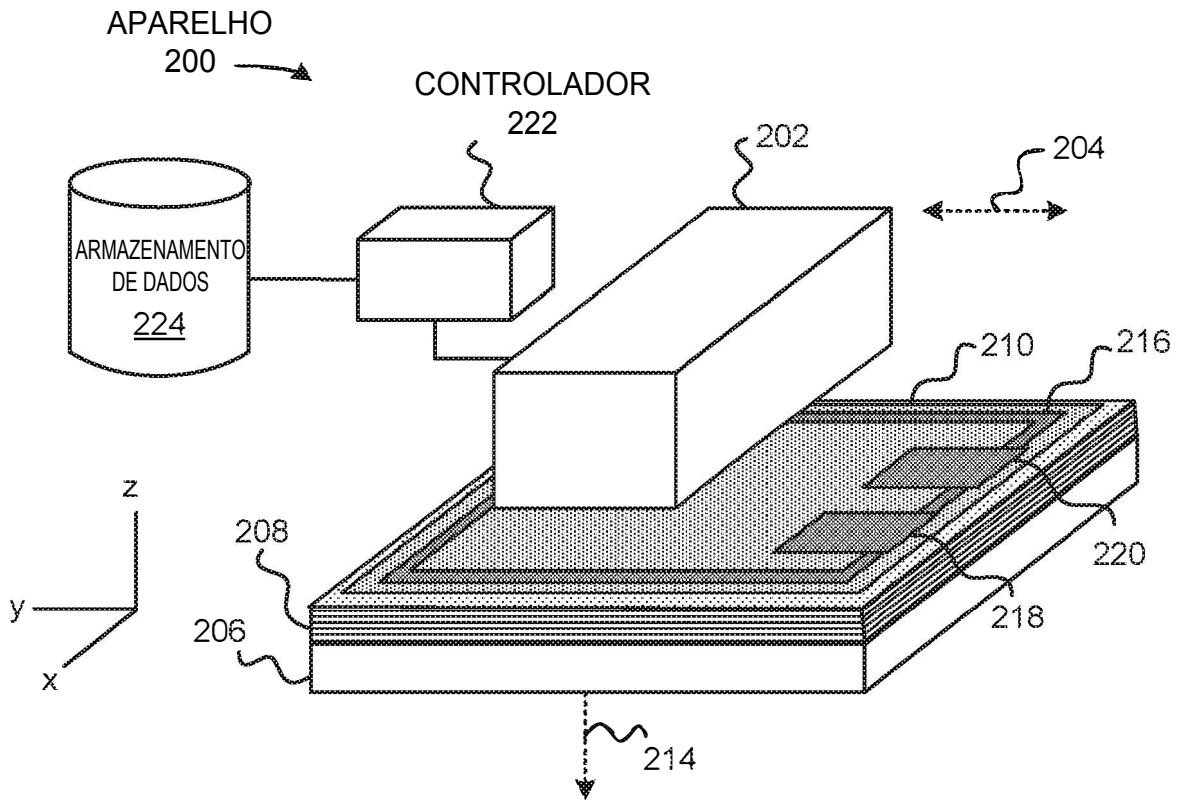


FIGURA 2A

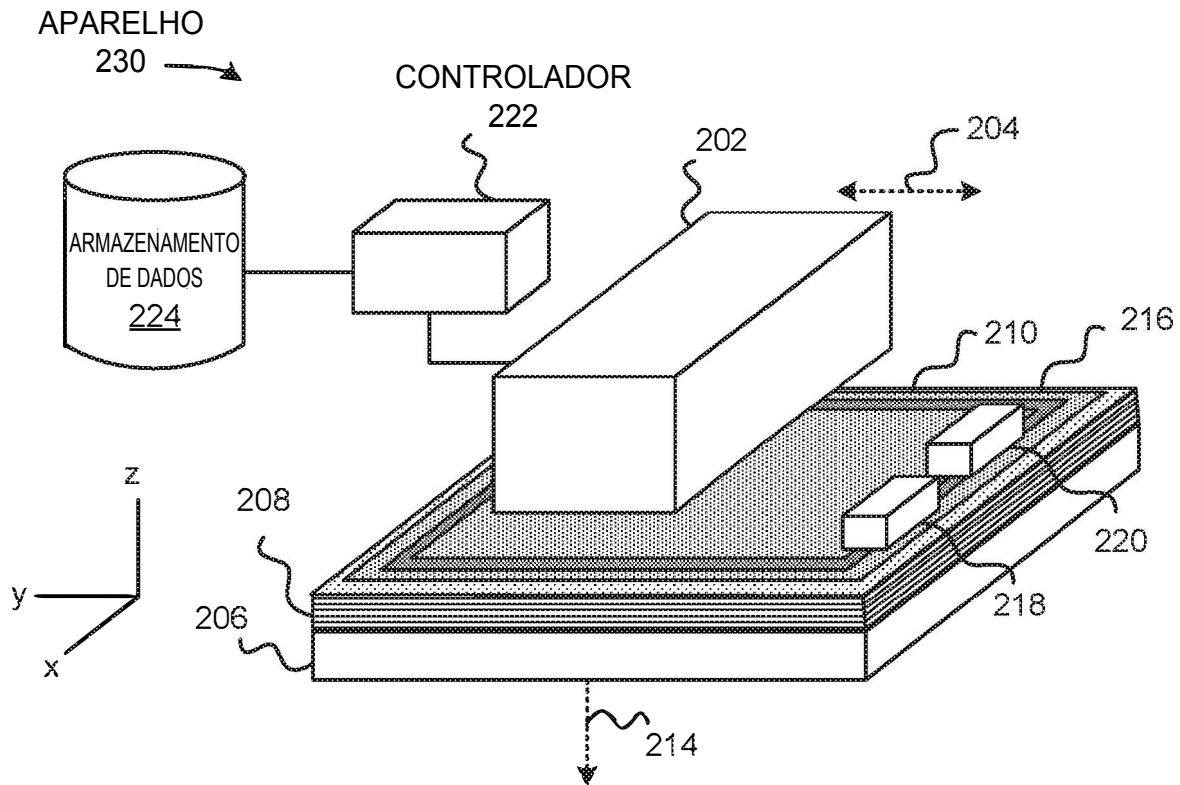


FIGURA 2B

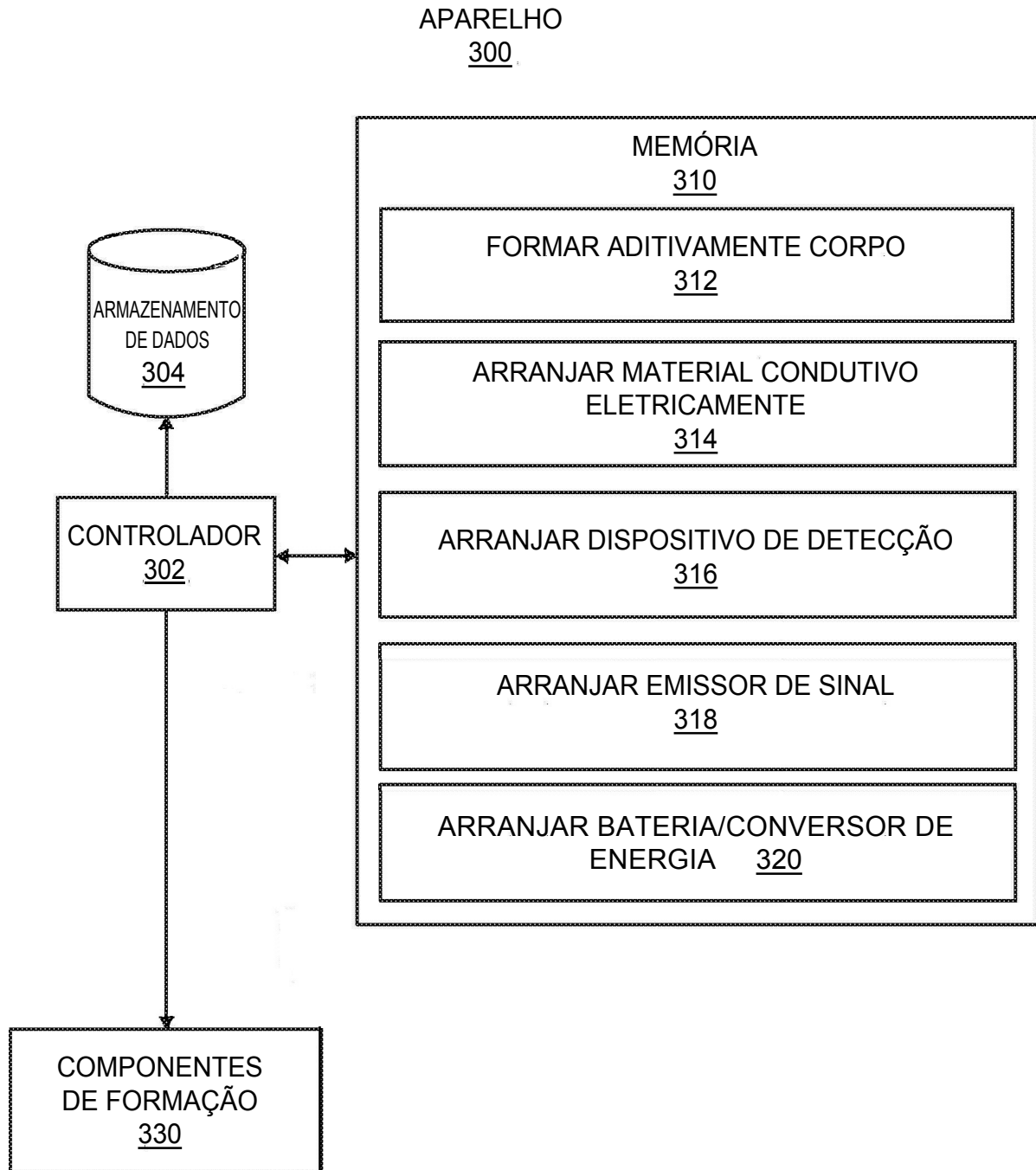


FIGURA 3

400

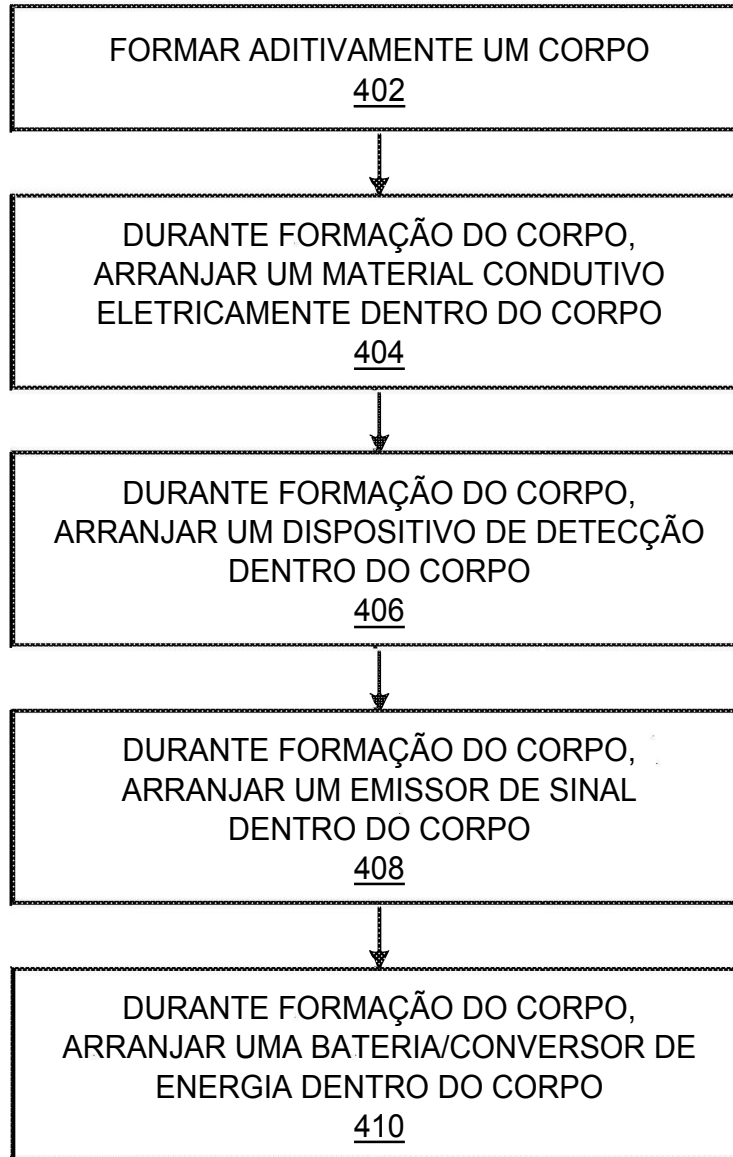


FIGURA 4