



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

(21) BR 112020006799-7 A2



(22) Data do Depósito: 03/10/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 06/10/2020

(54) **Título:** DISPOSITIVO DE TRANSPORTE, SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E MÉTODO DE REALOCAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE TRANSPORTE

(51) **Int. Cl.:** B65G 35/06; B65G 54/02; B65G 1/04; B65G 1/10; B65G 1/137.

(30) **Prioridade Unionista:** 04/10/2017 GB 1716204.1.

(71) **Depositante(es):** OCADO INNOVATION LIMITED.

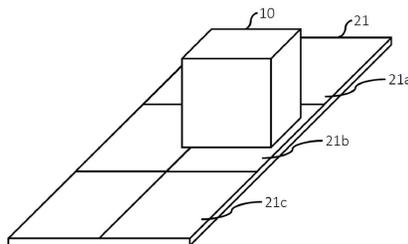
(72) **Inventor(es):** ANDREW JOHN INGRAM-TEDD; DAVID SHARP; JOSEPH ZAMMIT; BEN THOMAS; SEAN CLARK; GRAHAM DEACON.

(86) **Pedido PCT:** PCT EP2018076928 de 03/10/2018

(87) **Publicação PCT:** WO 2019/068775 de 11/04/2019

(85) **Data da Fase Nacional:** 03/04/2020

(57) **Resumo:** A presente invenção tem como objetivo fornecer um sistema de armazenamento que maximiza a capacidade de armazenamento do sistema de armazenamento ao mesmo tempo em que permanece escalável. A presente invenção fornece, portanto, um dispositivo de transporte que é disposto para formar um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. De acordo com a presente invenção é fornecido um dispositivo de transporte disposto para cooperar com uma porção de uma superfície. O dispositivo de transporte é disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com a porção da superfície. A presente invenção fornece também um dispositivo de transporte disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com o pelo menos um outro dispositivo de transporte.(...).



DISPOSITIVO DE TRANSPORTE E SISTEMA DE ARMAZENAMENTO

[0001] Esse pedido reivindica prioridade do Pedido de Patente UK N° 1716204.1 depositado em 4 de outubro de 2017, todo o conteúdo desse pedido sendo incorporado por referência pelo presente documento.

Campo Técnico

[0002] A presente invenção se refere, em geral, ao campo de sistemas de armazenamento robóticos e, mais especificamente, a dispositivos de transporte que são dispostos para formar um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. A presente invenção fornece ainda um método de realocação de um dispositivo de transporte.

Antecedentes

[0003] Algumas atividades comerciais e industriais requerem sistemas que permitam o armazenamento e a recuperação de um grande número de produtos diferentes que podem ser armazenados em contêineres. Os métodos de manipulação de contêineres empilhados em fileiras são bem conhecidos há décadas. Em alguns desses sistemas, por exemplo, conforme revelado na patente US n° 2.701.065 (Bertel), pilhas independentes de contêineres são dispostas em fileiras com a finalidade de reduzir o volume de armazenamento associado ao armazenamento de tais contêineres, mas ainda assim fornecem acesso a um contêiner específico, se requerido. O acesso a um determinado contêiner é possível pelo fornecimento de mecanismos de elevação relativamente complicados que podem ser usados para empilhar e remover determinados contêineres das

pilhas. Os custos de tais sistemas são, no entanto, impraticáveis em muitas situações e têm sido comercializados principalmente para armazenamento e manipulação de grandes contêineres.

[0004] O conceito de usar pilhas autônomas de contêineres e fornecer um mecanismo para recuperar e armazenar contêineres específicos foi desenvolvido ainda mais, por exemplo, como revelado na patente europeia nº 0 767 113 (Cimcorp). Esse documento descreve um mecanismo para remover uma pluralidade de contêineres empilhados, com o uso de um manipulador de carga robótico na forma de um tubo retangular que é abaixado ao redor da pilha de contêineres e que está configurado para poder agarrar um contêiner em qualquer nível na pilha. Nesse sentido, vários contêineres podem ser levantados ao mesmo tempo desde uma pilha. O tubo retangular pode ser usado para mover vários contêineres do topo de uma pilha para o topo de outra pilha, ou para mover contêineres de uma pilha para um local externo e vice-versa. Tais sistemas podem ser particularmente úteis quando todos os contêineres em uma única pilha contêm o mesmo produto. Tais pilhas são conhecidas como pilhas de produto único. No sistema revelado na patente europeia nº 0 767 113, a altura do tubo deve ser pelo menos tão alta quanto a maior pilha de contêineres, de modo que a pilha mais alta de contêineres possa ser extraída em uma única operação. Consequentemente, quando usado em um espaço fechado, como um armazém, a altura máxima das pilhas é restringida pela necessidade de acomodar o tubo do manipulador de carga robótico acima da pilha.

[0005] Um tipo conhecido de sistema para armazenamento e recuperação de itens em várias linhas de produtos envolve organizar caixas de armazenamento ou recipientes em pilhas umas sobre as outras, sendo as pilhas dispostas em fileiras. As caixas de armazenamento são removidas das pilhas e acessadas desde cima por dispositivos de manipulação de carga robóticos, eliminando a necessidade de corredores entre as fileiras e permitindo que mais contêineres sejam armazenados em um determinado espaço.

[0006] A patente europeia nº 1 037 828 (Autostore) revela um sistema no qual pilhas de contêineres são dispostas dentro de uma estrutura de quadro. Os dispositivos de manipulação de carga robóticos podem ser movidos de forma controlável pela pilha em um sistema de trilhos na superfície mais superior da pilha. Outras formas de dispositivo de manipulação de carga robótico são ainda reveladas, por exemplo, na patente norueguesa nº 3 173 66.

[0007] A publicação de patente nº 2 520 104 (Ocado Innovation Limited) revela um dispositivo de manipulação de carga robótico em que cada manipulador de carga robótico cobre apenas um espaço da grade, permitindo maior densidade de manipuladores de carga robóticos e, portanto, maior rendimento de um determinado sistema de tamanho. No entanto, qualquer forma adequada de dispositivo de manipulação de carga pode ser usada.

[0008] No entanto, cada um dos sistemas de armazenamento robóticos conhecidos descritos acima possui uma ou mais das seguintes desvantagens. Em todos os exemplos, uma estrutura de quadro periférico é necessária acima/em torno das pilhas de caixas de armazenamento. A estrutura de quadro suporta

manipuladores de carga robóticos que circulam na parte superior da estrutura de quadro acima das pilhas de caixas de armazenamento. O uso dessa estrutura de quadro reduz a densidade na qual as caixas de armazenamento podem ser armazenadas, porque o espaço é consumido pela estrutura de quadro. Além disso, tal estrutura de quadro não é escalável dinamicamente, porque a estrutura de quadro deve ser construída para acomodar a capacidade máxima prevista, mesmo se essa capacidade for incerta ou no futuro distante.

[0009] Além disso, os manipuladores de carga robóticos também precisam "cavar" em uma pilha de caixas de armazenamento para recuperar uma bandeja de armazenamento selecionada, o que representa uma sobrecarga de tempo e energia ao recuperar uma bandeja de armazenamento. Segue-se também que os sistemas descritos acima requerem manipuladores de carga robóticos, que representam um custo adicional do sistema.

[0010] Além disso, ao coordenar tal sistema, o progresso positivo de um manipulador de carga robótico de um local de partida para um local de destino normalmente exige que o manipulador de carga robótico realize várias etapas desnecessárias, improdutivas e/ou caras, como evitar outros dispositivos de manipulação de carga robóticos com o uso de planejamento de rota e/ou prevenção de colisão. Além disso, quando uma caixa de armazenamento fica presa em uma pilha de caixas de armazenamento, é difícil recuperar as caixas de armazenamento embaixo da bandeja de armazenamento presa. Da mesma forma, quando um manipulador de carga robótico falha, o acesso às caixas de armazenamento abaixo do manipulador de carga robótico fica restrito até que o

manipulador de carga robótico seja removido de seu local acima da pilha de caixas de armazenamento. Adicionalmente, pode ser difícil recuperar um manipulador de carga robótico quando ele falha.

Sumário

[0011] Em vista dos problemas em sistemas de armazenamento conhecidos, a presente invenção tem como objetivo fornecer um sistema de armazenamento que maximize a capacidade de armazenamento do sistema de armazenamento, mantendo-se escalável e evitando os problemas mencionados acima em manipuladores de carga robóticos.

[0012] De acordo com a presente invenção é fornecido um dispositivo de transporte disposto para cooperar com uma porção de uma superfície. O dispositivo de transporte é disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com a porção da superfície.

[0013] A presente invenção fornece também um sistema de armazenamento que compreende uma superfície e uma pluralidade de dispositivos de transporte. Cada dispositivo de transporte é como anteriormente descrito e disposto para cooperar com uma porção da superfície. Além disso, a pluralidade de dispositivos de transporte é disposta em um agrupamento tridimensional com uma topologia física reconfigurável.

[0014] A presente invenção fornece também um dispositivo

de transporte disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com o pelo menos um outro dispositivo de transporte.

[0015] A presente invenção fornece também um sistema de armazenamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte, em que cada dispositivo de transporte é como anteriormente descrito. Além disso, a pluralidade de dispositivos de transporte é disposta em um agrupamento tridimensional com uma topologia física reconfigurável.

[0016] A presente invenção fornece também um armazém que compreende um sistema de armazenamento como anteriormente descrito.

[0017] A presente invenção fornece também um veículo que compreende um sistema de armazenamento como anteriormente descrito.

[0018] A presente invenção fornece também um ambiente de gravidade zero ou baixa gravidade que compreende um sistema de armazenamento como anteriormente descrito.

[0019] A presente invenção fornece também um método de realocação de um dispositivo de transporte disposto em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O método compreende as etapas de fazer com que o dispositivo de transporte coopere com uma porção de uma superfície e realocar o dispositivo de transporte dentro do agrupamento

por meio de interação entre o dispositivo de transporte e a porção da superfície.

[0020] A presente invenção fornece também um método de realocação de um dispositivo de transporte disposto em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O método compreende as etapas de fazer com que o dispositivo de transporte coopere com pelo menos um outro dispositivo de transporte no agrupamento e realocar o dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação entre o dispositivo de transporte e o pelo menos um outro dispositivo de transporte.

[0021] Os recursos revelados no presente documento fornecem um número de vantagens, por exemplo, pelo fornecimento de um agrupamento que compreende um número de dispositivos de transporte, o uso de manipuladores de carga robóticos que atravessam uma estrutura de quadro é, assim, evitado.

[0022] Nesse sentido, o gasto de tempo e despesas associados dos sistemas de armazenamento existentes são evitados. Além disso, a velocidade, densidade e eficiência do aparelho e método da presente invenção são maiores que os sistemas existentes. Adicionalmente, o aparelho e o método revelados no presente documento atenuam os problemas de acesso onde um dispositivo de transporte fica preso/falha. Além disso, são evitadas colisões de dispositivos de manipulação de carga robóticos e o aparelho e método suportam a ejeção de dispositivos de transporte defeituosos do agrupamento. Além disso, tal sistema é escalável pela adição de outros dispositivos de transporte ao agrupamento, com uma necessidade reduzida de

infraestrutura para suportar os dispositivos de transporte adicionais.

Breve Descrição dos Desenhos

[0023] As modalidades da invenção serão agora descritas a título de exemplo apenas com referência aos desenhos anexos, nos quais números de referência semelhantes designam as mesmas partes ou partes correspondentes e nas quais:

[0024] A Figura 1 é um diagrama esquemático de um sistema de armazenamento de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

[0025] As Figuras 2a e 2b são diagramas esquemáticos de um dispositivo de transporte de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

[0026] A Figura 3 mostra um sistema de armazenamento de acordo com a primeira modalidade da presente invenção onde dispositivos de transporte são formados em agrupamentos com uma topologia física reconfigurável.

[0027] As Figuras 4a e 4b mostram detalhes adicionais de um agrupamento de dispositivos de transporte sendo reconfigurados por meio de interação com uma superfície do sistema de armazenamento.

[0028] A Figura 5 mostra mais detalhes de um sistema de armazenamento de dois níveis onde um dispositivo de transporte é movido entre níveis por meio de uma superfície do sistema de armazenamento.

[0029] As Figuras 6a e 6b mostram exemplos diferentes de implementação de uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte e exemplos diferentes de implementação de uma superfície do sistema de

armazenamento.

[0030] As Figuras 7a e 7b mostram exemplos diferentes de implementação de um mecanismo mecânico como uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0031] As Figuras 8a e 8b mostram exemplos diferentes de implementação de um mecanismo magnético como uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0032] As Figuras 9a e 9b mostram exemplos diferentes de implementação de um mecanismo eletromagnético como uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0033] A Figura 10 é um diagrama esquemático de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

[0034] A Figura 11 é um diagrama esquemático de um sistema de armazenamento que compreende um agrupamento, o agrupamento compreendendo uma pluralidade de dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção.

[0035] As Figuras 12a e 12b mostram exemplos diferentes de implementação de uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0036] A Figura 13 mostra componentes compreendidos na implementação de um mecanismo mecânico como uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0037] A Figura 14 mostra componentes compreendidos adicionalmente na implementação de um mecanismo mecânico como uma unidade de realocação em um dispositivo de transporte.

[0038] A Figura 15 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção

em que uma unidade de realocação compreende um mecanismo mecânico.

[0039] A Figura 16 mostra um agrupamento de dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção em que a unidade de realocação compreende um mecanismo mecânico.

[0040] A Figura 17 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, com um primeiro exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0041] A Figura 18 mostra um agrupamento de dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, com um primeiro exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0042] A Figura 19 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, com um segundo exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0043] A Figura 20 mostra um agrupamento de dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, com um segundo exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0044] A Figura 21 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, com um terceiro exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0045] A Figura 22 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção,

com um terceiro exemplo de uma unidade de realocação que compreende um mecanismo magnético/eletromagnético.

[0046] As Figuras 23a e 23b mostram componentes de uma unidade de realocação que compreende um primeiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0047] As Figuras 24a e 24b mostram componentes adicionais de uma unidade de realocação que compreende um primeiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0048] As Figuras 25a e 25b mostram a interação entre dois dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um primeiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0049] As Figuras 26a e 26b mostram a interação entre dois dispositivos de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um primeiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0050] A Figura 27 mostra um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um segundo exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0051] As Figuras 28a e 28b mostram detalhes adicionais de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o segundo exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0052] A Figura 29 mostra um exemplo de uma roda magnética para uso com um dispositivo de transporte de

acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0053] As Figuras 30a e 30b mostram um exemplo de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0054] As Figuras 31a e 31b mostram vistas adicionais de um exemplo de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0055] As Figuras 32a e 32b mostram vistas adicionais de um exemplo de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0056] A Figura 33 mostra uma vista de cima para baixo de um exemplo de um dispositivo de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0057] A Figura 34 mostra uma vista de um agrupamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente

invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0058] A Figura 35 mostra uma outra vista de um agrupamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0059] A Figura 36 mostra ainda uma outra vista de um agrupamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0060] A Figura 37 mostra uma vista adicional de um agrupamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção, em que a unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende o terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0061] A Figura 38 mostra uma vista de uma face de um dispositivo de transporte modificado semelhante a um mostrado na Figura 30a onde uma unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0062] A Figura 39 mostra como o movimento de um dispositivo de transporte é realizado em uma direção X, onde uma unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um terceiro exemplo de um mecanismo

magneto-mecânico.

[0063] A Figura 40 mostra como o movimento de um dispositivo de transporte é realizado em uma direção Z, onde uma unidade de realocação de um dispositivo de transporte compreende um terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0064] A Figura 41 é um exemplo de uma modificação adicional a um dispositivo de transporte semelhante ao dispositivo de transporte que compreende um terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico.

[0065] A Figura 42 é um fluxograma das etapas realizadas por um método para mover um dispositivo de transporte de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

[0066] A Figura 43 é um fluxograma das etapas realizadas por um método para mover um dispositivo de transporte de acordo com a segunda modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades

Primeira Modalidade

[0067] A Figura 1 representa um sistema de armazenamento de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. Em particular, o sistema de armazenamento compreende um dispositivo de transporte 10 e uma superfície 21. O dispositivo de transporte 10 é disposto para cooperar com uma porção da superfície 21 para deste modo mover/ser movido através da superfície 21.

[0068] Embora não mostrado na Figura 1, o dispositivo de transporte 10 pode cooperar com outros dispositivos de transporte 10 de modo a formar um agrupamento de dispositivos de transporte, o agrupamento tendo uma topologia física reconfigurável.

[0069] Embora mostrado como estando por baixo do dispositivo de transporte 10, a superfície 21 pode, em vez disso, ser disposta adjacente a qualquer superfície do dispositivo de transporte 10, por exemplo, para o lado ou acima do dispositivo de transporte 10. Além disso, mais de uma superfície 21 pode ser usada mover o dispositivo de transporte 10 em mais de uma dimensão. Por exemplo, uma superfície 21 disposta por baixo do dispositivo de transporte 10 e uma outra superfície 21 disposta em um lado do dispositivo de transporte 10 como uma parede permite o movimento do dispositivo de transporte 10 em qualquer direção ortogonal para reconfigurar o local do dispositivo de transporte 10.

[0070] A superfície 21 pode compreender células individuais 21a, 21b, 21c, onde o dispositivo de transporte 21 coopera com pelo menos uma célula em qualquer momento. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 pode se mover de célula a célula através da superfície 21. Por exemplo, o dispositivo de transporte 10 pode ser movido da célula 21b à célula 21a para reconfigurar a topologia física de um agrupamento que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte 10. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 pode ser adicionado a ou removido de um agrupamento.

[0071] As Figuras 2a e 2b mostram detalhes adicionais de um dispositivo de transporte 10 de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 2a mostra o dispositivo de transporte 10 desde um ângulo de visão, enquanto a Figura 2b mostra o dispositivo de transporte 10 desde outro ângulo de visão. Embora o dispositivo de

transporte 10 seja representado como um cuboide, será apreciado que qualquer forma e/ou tamanho do dispositivo de transporte 10 estão previstos. Preferivelmente, os dispositivos de transporte 10 enxadrezam de modo a formar um agrupamento de alta densidade quando combinados com outros dispositivos de transporte 10. Nesse sentido, a densidade de armazenamento é maximizada.

[0072] O dispositivo de transporte 10 compreende uma unidade de realocação 11 e um espaço de recebimento de itens 12. A unidade de realocação 11 é disposta para permitir a realocação da posição do dispositivo de transporte 10 na superfície 21. A unidade de realocação 11 consegue isso por meio de interação com pelo menos uma porção da superfície 21, por exemplo, com uma célula 21b da superfície 21. Prevê-se que a unidade de realocação 11 possa ser implementada de várias maneiras envolvendo mecanismos que estão localizados dentro do dispositivo de transporte 10 e/ou que estão localizados em uma face do dispositivo de transporte 10. Por exemplo, a unidade de realocação 11 pode ser implementada com o uso de mecanismos mecânicos como rodas, rodas dentadas, engrenagens, cremalheiras etc. Adicional ou alternativamente por meio de mecanismos magnéticos, como ímãs permanentes, materiais de permeabilidade magnética predeterminada, matrizes de ímãs etc. Adicional ou alternativamente por meio de mecanismos eletromagnéticos, por exemplo, com o uso de motores planos e/ou motores elétricos lineares. Outros mecanismos são previstos, como mecanismos de não contato nos quais o dispositivo de transporte 10 e a superfície 21 não entram em contato, o que minimiza o atrito experimentado pelo

dispositivo de transporte 10.

[0073] O dispositivo de transporte 10 compreende ainda um espaço de recebimento de itens 12. O espaço de recebimento de itens é previsto como sendo um vazio no dispositivo de transporte 10 disposto para receber um item. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 pode ser disposto para armazenar um item. Por exemplo, o espaço de recebimento de itens 12 pode ser um local do dispositivo de transporte 10 disposto para reter os produtos até que sejam embalados e enviados como parte de um pedido feito por um cliente. Alternativamente, o espaço de recebimento de itens 12 pode ser disposto para conter itens para um sistema de inventário.

[0074] Opcionalmente, como representado nas Figuras 2a e 2b, o dispositivo de transporte 10 pode compreender ainda uma unidade de engate 13. A unidade de engate 13 pode ser disposta para engatar o dispositivo de transporte 10 com pelo menos um outro dispositivo de transporte 10. No exemplo mostrado nas Figuras 2a e 2b, a unidade de engate 13 compreende uma saliência do dispositivo de transporte 10 disposta para engatar de maneira liberável com o espaço de recebimento de itens 12 de um outro dispositivo de transporte 10. Nesse sentido, um agrupamento de dispositivos de transporte 10 pode ser estavelmente empilhado um em cima do outro sem risco de colapso da pilha. Em particular, a unidade de engate 13 é disposta para garantir que os dispositivos de transporte estejam localizados correta e precisamente na superfície 21. Embora uma saliência esteja representada nas Figuras 2a e 2b, outra maneira de implementar a unidade de engate 13, como

pontas, ímãs ou outros meios de localização para localizar de maneira confiável um dispositivo de transporte 10 em relação a outro dispositivo de transporte 10.

[0075] A Figura 3 mostra um sistema de armazenamento de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. O sistema de armazenamento mostrado na Figura 3 é semelhante a esse mostrado na Figura 1, mas com outras características opcionais além de um dispositivo de transporte 10 e uma superfície 21. No exemplo mostrado na Figura 3, o sistema de armazenamento compreende dois níveis cada um compreendendo agrupamentos separados 1 de dispositivos de transporte 10. Isso é mostrado por meio de exemplo somente e um sistema de armazenamento pode compreender qualquer número de níveis. Cada nível pode compreender qualquer número de agrupamentos de dispositivos de transporte 10. Além disso, cada nível do sistema de armazenamento compreende uma superfície 21 (referida como uma primeira superfície 21) que atua como um piso de cada nível do sistema de armazenamento. Adicionalmente, cada nível do sistema de armazenamento opcionalmente compreende uma superfície adicional 22 (conhecida como a segunda superfície 22) disposta ortogonal à primeira superfície 21. Ao adicionar a segunda superfície 22, ortogonal em relação à primeira superfície 21, em seguida, dispositivos de transporte 10 podem ser movidos nas três direções ordinais por meio de cooperação entre o dispositivo de transporte 10 e cada superfície. Por exemplo, cada superfície pode compreender mecanismos que podem atuar sobre cada dispositivo de transporte 10 ou cada pilha de dispositivos de transporte 10 ou cada agrupamento de dispositivos de

transporte 10 para mover os dispositivos de transporte 10 em uma direção. Exemplos de mecanismos para alcançar tais efeitos serão descritos mais adiante.

[0076] Qualquer dado nível do sistema de armazenamento pode compreender uma pluralidade de superfícies 21. Além disso, cada superfície da pluralidade de superfícies pode ser disposta em diferentes alturas relativas do piso do nível. Além disso, cada superfície pode ser disposta com uma altura, comprimento ou largura que pode ou não ser um múltiplo de altura, comprimento ou largura (respectivamente) de um dispositivo de transporte 10. Nesse sentido, um agrupamento 1 pode ser operado dentro de um espaço que contém obstáculos tais como pilares verticais e/ou tubos horizontais. Além disso, os limites superiores do espaço que contém um agrupamento 1 podem ser igualmente irregulares e qualquer dado espaço pode conter ou circundar obstáculos fixos ou móveis ou área proibida, em torno da qual o dispositivo de transporte 10 pode se mover livremente.

[0077] A Figura 3 mostra uma disposição potencial de um agrupamento 1 de dispositivos de transporte 10. Em geral, um agrupamento 1 é dois ou mais dispositivos de transporte 10 dispostos em estreita proximidade um do outro, de modo a serem controlados e reorganizados por meio de cooperação com a primeira superfície 21 ou a segunda superfície 22. Por interação do agrupamento 1 com a superfície, o local do dispositivo de transporte individual 10 no agrupamento 1 pode ser alterado e realocado para fornecer desse modo ao agrupamento 1 uma topologia física reconfigurável. É previsto que um agrupamento 1 com uma topologia física

reconfigurável possa ter qualquer tamanho ou forma e/ou ser usado em qualquer tipo de ambiente. Além disso, cada dispositivo de transporte 10 que forma o agrupamento 1 pode ter uma variedade de tamanhos. Tais tamanhos podem (mas não necessariamente) incluir dispositivos de transporte 10 de diferentes larguras, comprimentos e/ou alturas, múltiplos da largura, comprimento e/ou altura (respectivamente) do menor dispositivo de transporte 10 no agrupamento 1. Tal configuração pode permitir, por exemplo, o armazenamento e/ou transporte de itens que, de outro modo, sejam muito grandes ou pesados para um dispositivo de transporte menor ou devido a razões de eficiência energética ou eficiência espacial.

[0078] Em particular, como mostrado na Figura **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, dois agrupamentos 1 são mostrados, um em cada nível do sistema de armazenamento. Em particular, o agrupamento 1 mostrado no nível inferior do sistema de armazenamento compreende seis pilhas de dispositivos de transporte 1. As seis pilhas são dispostas alinhadas ao longo de uma direção X. Cada pilha compreende cinco dispositivos de transporte 10. Como será apreciado, essa configuração do agrupamento 1 é dada a título de exemplo somente. É previsto que tamanho do agrupamento 1 possa ser acomodado, em particular qualquer número de dispositivos de transporte 10 pode ser disposto em cada uma das direções X, Y e/ou Z, desde que a superfície do sistema de armazenamento seja dimensionada para suportar muitos dispositivos de transporte 10. Portanto, por exemplo, o agrupamento 1 pode se estender por qualquer número de dispositivos de transporte 10 em cada

uma da direção X, direção Y e/ou direção Z. Além disso, um agrupamento 1 pode compreender um local vazio em que um dispositivo de transporte 10 pode ser temporariamente movido quando o dispositivo de transporte 10 é para ser realocado no agrupamento 1. Conseqüentemente, ao mover um dispositivo de transporte 1 no local vazio um novo local vazio é formado no agrupamento 1 no local agora desocupado pelo dispositivo de transporte 1. Conseqüentemente, outros dispositivos de transporte no agrupamento 1 podem ser movidos no local vazio fazendo com que o local vazio se mova a um outro local no agrupamento 1. Dessa maneira etapa por etapa, o agrupamento pode ser redistribuído, um dispositivo de transporte 10 de cada vez. Alternativamente, quando o agrupamento 1 não ocupa todo o espaço disponível em um sistema de armazenamento, por exemplo, há um local vazio em uma das direções ordenadas, então tal local vazio é fornecido pelo fato de que todo o espaço do sistema de armazenamento não é ocupado.

[0079] Um agrupamento 1 pode ser formado como uma coleção tridimensional de dispositivos de transporte 10. Em um exemplo, o agrupamento 1 compreende dispositivos de transporte 10 com pelo menos dois dispositivos de transporte 10 dispostos em uma direção X, pelo menos dois dispositivos de transporte 10 dispostos em uma direção Y e pelo menos dois dispositivos de transporte 10 dispostos em uma direção Z.

[0080] No que diz respeito ao controle de dispositivos de transporte individuais 10 dentro do agrupamento 1, a superfície 21 interage com um dispositivo de transporte 10 e/ou uma pilha de dispositivos de transporte 10. Tais

estratégias de controle são tratadas no Pedido de Patente UK N° GB1716201.7 de Ocado Innovation Limited depositado em 4 de outubro de 2017 (Ocado Innovation Limited Número de referência 000164GB), o conteúdo de todo esse pedido é incorporado por referência pelo presente documento. Nesse documento de referência cruzada, o dispositivo de transporte 10 é referido como um navio de transporte e está previsto que esses termos possam ser usados de forma intercambiável.

[0081] Um sistema de armazenamento pode compreender o agrupamento 1. Nesse sentido, o agrupamento 1 pode armazenar pelo menos um item. O sistema de armazenamento pode compreender ainda um controlador (não mostrado) disposto para determinar um caminho para um dispositivo de transporte a partir de um local de partida dentro/sobre/fora do agrupamento 1 para um local de destino dentro/sobre/fora do agrupamento 1. O controlador pode ser disposto ainda para transmitir um sinal a uma unidade de comunicação para fazer com que um dispositivo de transporte se mova de acordo com o caminho determinado. Nesse sentido, o controlador pode determinar o caminho para um dispositivo de transporte e fazer com que o dispositivo de transporte se mova ao longo do caminho determinado. Como será apreciado, o controlador é disposto para evitar colisões e permitir a cooperação dos dispositivos de transporte.

[0082] Por exemplo, o controlador pode ser configurado para avaliar como melhorar as alocações de trabalho, movimentos do produto e posicionamento do produto. O controlador pode ser configurado para agendar quando tipos específicos de movimentos devem ocorrer e em que ordem eles

devem ocorrer, dependendo, por exemplo, da aplicação de várias regras de negócios e/ou prioridade. O controlador pode ser configurado para determinar ambos os fatores de entrada e saída na tomada de decisões relacionadas, por exemplo, à colocação do produto. Por exemplo, o controlador pode estimar o local de entrega do suprimento do produto e a entrega estimada de saída do produto. O controlador pode tomar decisões e envia sinais para execução por um sistema automático e/ou pode alocar tarefas de forma eficiente aos seres humanos (catadores, carregadores etc.).

[0083] O controlador pode determinar qual de um ou mais dispositivos de transporte 10 deve estar envolvido no cumprimento de um pedido ou para qualquer outra finalidade. A ação de um ou mais dispositivos de transporte geralmente pode exigir que os dispositivos de transporte atravessem o agrupamento, e/ou ações de conduta, tais como suportar dispositivos de transporte adjacentes e/ou locomover um dado dispositivo de transporte 10. O controlador pode ser configurado para analisar vários caminhos no agrupamento para determinar um ou mais caminhos potencialmente preferenciais em relação a outros caminhos, considerando um conjunto de restrições e condições. Esses caminhos preferenciais podem ser fornecidos, de uma só vez, periódica e/ou dinamicamente aos dispositivos de transporte 10 para controlar seus movimentos em todo o agrupamento e/ou funções que eles executam dentro do agrupamento 1.

[0084] Um caminho pode ser preferencial por vários motivos, incluindo, mas não limitado a: menor distância percorrida, maior velocidade média esperada dos dispositivos de transporte 10, menor probabilidade de

encontrar tráfego (ou seja, congestionamento), menor tempo total necessário, menor probabilidade de colisão, menos energia usada, facilidade de alternar para caminhos alternativos, capacidade de evitar obstáculos, por exemplo, um dispositivo de transporte quebrado, um caminho quebrado e/ou uma parte do caminho que está sob reparo.

[0085] O controlador pode usar vários algoritmos para identificar, projetar e/ou controlar o movimento de vários dispositivos de transporte aos quais está conectado. O controlador pode ser configurado para otimizar o movimento de dispositivos de transporte através da aplicação de vários algoritmos para determinar rotas potencialmente vantajosas de um local para outro. As vantagens potenciais podem incluir distâncias mais curtas percorridas, menor probabilidade de encontrar congestionamento, menor tempo necessário, menor consumo de energia, coordenação com movimentos de outros dispositivos de transporte, contornar obstáculos como dispositivos de transporte quebrados ou áreas quebradas da superfície ou coordenação com várias operações da estação de trabalho. Em alguns exemplos, o controlador pode ser implementado com o uso de um ou mais servidores, cada um contendo um ou mais processadores configurados para executar um ou mais conjuntos de instruções armazenados em uma ou mais meios legíveis por computador não transitórios. As vantagens potenciais para a implementação em computador incluem, entre outras, escalabilidade, capacidade de lidar com grandes quantidades de complexidade computacional e de processamento, aumento da velocidade de reação, capacidade de tomar decisões rapidamente, capacidade de realizar análises estatísticas

complexas, capacidade de realizar aprendizado de máquina, entre outros.

[0086] O controlador pode ser implementado de várias maneiras, por exemplo, o controlador pode ser implementado como um sistema de computação distribuído. Por exemplo, algumas ou todas as funções do controlador podem ser distribuídas pelos próprios dispositivos de transporte 10. Por exemplo, dados os respectivos destinos, os dispositivos de transporte 10 podem se comunicar com os dispositivos de transporte próximos 10 no agrupamento 1 e com a(s) superfície(s) 21 para coordenar/negociar movimentos e colaboração para que cada um deles alcance seu objetivo.

[0087] A Figura 3 mostra também um segundo agrupamento 1 em um nível superior do sistema de armazenamento. Esse agrupamento 1 é semelhante ao do nível inferior do sistema de armazenamento e é controlado de maneira semelhante. O segundo agrupamento é formado por quatro pilhas de dispositivos de transporte 10, com cada pilha compreendendo cinco dispositivos de transporte 10. Como mencionado anteriormente, isso é apenas a título de exemplo e o segundo agrupamento 1 pode ter qualquer número de dispositivos de transporte 10 em qualquer uma da direção X, direção Y ou direção Z.

[0088] As Figuras 4a e 4b mostram uma operação realizada em um agrupamento 1, mostrando o processo pelo qual um agrupamento 1 pode ser redistribuído e/ou ter um dispositivo de transporte 10 removido do mesmo. Em particular, a Figura 4a mostra o agrupamento 1 referido na Figura 3 tendo agora se dividido em um primeiro agrupamento 1a e um segundo agrupamento 1b. Para conseguir isso, o agrupamento 1

cooperou com a superfície 21 para mover uma pilha do agrupamento 1 para longe do agrupamento 1. Nesse sentido, um primeiro agrupamento 1a e segundo agrupamento 1b são formados. Nesse exemplo, para remover um dispositivo de transporte individual 10 do primeiro agrupamento 1a, o primeiro agrupamento 1a interage com a segunda superfície 22. Em particular, o primeiro agrupamento 1a é afastado do segundo agrupamento 1b por meio de interação com a primeira superfície 21. Por exemplo, a primeira superfície 21 pode atuar na parte inferior do primeiro agrupamento 1a para realocar a pilha de dispositivos de transporte 10 através de um número de células na direção X e na direção Y para aproximar a pilha de dispositivos de transporte 10 com a segunda superfície 22 a partir da qual a segunda superfície 22 e os dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a podem cooperar.

[0089] Em particular, a segunda superfície 22 pode manipular os dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a na direção Y e na direção Z. Portanto, a combinação de manipulação pela primeira superfície 21 e segunda superfície 22 pode manipular os dispositivos de transporte 10 em qualquer uma das três direções ordenadas.

[0090] A Figura 4b mostra um exemplo da reconfiguração física da topologia do primeiro agrupamento 1a por meio da interação da primeira superfície 21, segunda superfície 22 e dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a. Em particular, como mostrado nas Figuras 4a e 4b, quando um determinado dispositivo de transporte 10a deve ser redistribuído dentro do primeiro agrupamento 1a ou removido do primeiro agrupamento 1a inteiramente a primeira e a segunda

superfícies 21 e 22 cooperam com os dispositivos de transporte 10 para alcançar a mudança de topologia física. No exemplo mostrado na Figura 4b, o dispositivo de transporte particular 10a foi movido uma célula na direção Y em relação ao primeiro agrupamento 1a. Para conseguir isso, os dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a são mantidos de maneira segura pela segunda superfície 22. Como na primeira superfície 21, a segunda superfície 22 pode ser subdividida em células, cada uma das quais pode ser controlada individualmente. Por exemplo, a segunda superfície 22 pode utilizar ímãs para manter os dispositivos de transporte 10 contra a segunda superfície 22. No entanto, outros mecanismos podem ser empregados.

[0091] No entanto, a célula da segunda superfície 22 adjacente à posição do dispositivo de transporte específico 10a não é ativada (ou ativada de maneira diferente para permitir o movimento do dispositivo de transporte 10a na direção Y) e, portanto, o dispositivo de transporte específico 10a não é mantido contra a segunda superfície 22. Por outro lado, as células da segunda superfície 22 adjacentes aos dispositivos de transporte 10 (que estão localizados no primeiro agrupamento 1a acima do dispositivo de transporte 10a) são ativadas para segurá-las contra o segundo superfície 22. Portanto, o dispositivo de transporte particular 10a é livre para mover-se sob ação da primeira superfície 21, enquanto os demais dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a são mantidos contra a segunda superfície 22. Portanto, a primeira superfície 21 pode ser ativada para mover o dispositivo de transporte específico 10a uma célula na direção Y para

alcançar o posicionamento mostrado na Figura 4b. Embora o exemplo acima se refira à direção Y, será apreciado que considerações correspondentes se aplicam ao movimento na direção X ou nas direções Z.

[0092] No entanto, outros métodos para alcançar esse movimento podem ser utilizados. Por exemplo, em vez de usar a primeira superfície 21 para mover o dispositivo de transporte 10a particular, a segunda superfície 22 pode ser utilizada. Por exemplo, quando a segunda superfície 22 utiliza ímãs para efetuar o movimento de dispositivos de transporte 10, então, uma operação semelhante a um motor linear pode ser empregada para mover os dispositivos de transporte 10 através da segunda superfície 22. Em outras palavras, o dispositivo de transporte 10a é repellido da célula diretamente abaixo do primeiro agrupamento 1a e atraído em direção a uma célula na direção Y. Embora esse exemplo tenha se baseado em ímãs, será apreciado que outros mecanismos (como mecanismos mecânicos) possam ser usados para efetuar a realocação. Nesse sentido, os dispositivos de transporte individuais 10 podem ser movidos seletivamente, uma célula por vez, para reconfigurar a topologia física de um agrupamento 1.

[0093] Os dispositivos de transporte 10 não precisam mover células inteiras em um movimento, por exemplo, movimentos parciais podem ser feitos. Por exemplo, no exemplo das Figuras 4a e 4b, movimentos parciais podem ser necessários se os dispositivos de transporte 10 utilizarem a unidade de engate opcional 13 mostrada nas Figuras 2a e 2b. Em particular, pode ser necessário desengatar a unidade de engate 13 do item que recebe o espaço 12 antes de mover

o dispositivo de transporte 10a particular. Para conseguir isso, os dispositivos de transporte 10 do primeiro agrupamento 1a podem ser movidos temporariamente na direção Z enquanto deixam o dispositivo de transporte 10a particular estacionário. Esse movimento pode ser apenas o suficiente para desengatar a unidade de engate 13 e, portanto, não precisa ser um movimento celular completo, mas sim um movimento celular parcial. Nesse sentido, a unidade de engate 13 do primeiro agrupamento 1a é desengatada do espaço de recebimento de itens 12 do dispositivo de transporte 10a particular.

[0094] A Figura 5 mostra um exemplo de periféricos que podem ser usados em conjunto com o sistema de armazenamento descrito nas Figuras 3, 4a e 4b. Como anteriormente descrito, o sistema de armazenamento compreende pelo menos um nível onde cada nível do sistema de armazenamento pode compreender um agrupamento 1 de dispositivos de transporte 10 com uma topologia física reconfigurável. No exemplo mostrado na Figura 5, pode ser alcançado o intercâmbio de dispositivos de transporte 10 entre os níveis do sistema de armazenamento. Isso pode ser útil se cada nível do sistema de armazenamento for mantido em diferentes temperaturas, por exemplo, mantimentos que requerem refrigeração (como produtos frescos) podem ser mantidos refrigerados e armazenados no nível mais baixo do sistema de armazenamento, enquanto mantimentos que não exigem refrigeração (como produtos secos) podem ser mantidos à temperatura ambiente no nível superior do sistema de armazenamento. Nesse sentido, a transferência dos dispositivos de transporte 10 entre os níveis pode precisar

ser realizada quando um pedido estiver pronto para despachar a um cliente. Por exemplo, um dispositivo de transporte 10 que compreende os produtos ambientais do cliente pode ser transferido do nível superior para o nível inferior para despacho, enquanto o dispositivo de transporte 10 que compreende os produtos refrigerados pode ser despachado ao cliente diretamente a partir do nível inferior.

[0095] Para realizar a transferência de produtos do nível superior para o nível inferior (ou vice-versa), a Figura 5 mostra uma abertura (que pode ser chamada de via) entre os níveis para permitir a passagem dos dispositivos de transporte 10. Para alcançar a transferência entre os níveis, a segunda superfície 22 deve se estender entre os níveis do sistema de armazenamento, de modo que o controle dos dispositivos de transporte 10 seja mantido alinhado através do espaço entre os níveis. Opcionalmente, um nível do sistema de armazenamento pode compreender ainda mais um mecanismo de condução 31, por exemplo, uma correia transportadora, para remover rapidamente um dispositivo de transporte 10 do sistema de armazenamento. Tal mecanismo de condução 31 pode ser vantajoso para remover rapidamente os dispositivos de transporte 10 do sistema de armazenamento para remessa a um cliente.

[0096] Prevê-se que a abertura entre os níveis possa ser usada bidirecionalmente, isto é, para mover os dispositivos de transporte 10 de um nível inferior para um nível superior e de um nível superior para um nível inferior. Nesse sentido, a transferência efetiva de itens é alcançada. Por exemplo, os dispositivos de transporte 10

podem, assim, ser usados para transferir pessoas e/ou mercadorias (localizadas no dispositivo de transporte 10) de um nível do sistema de armazenamento para outro nível do sistema de armazenamento.

[0097] As Figuras 6a e 6b mostram exemplos particulares para implementar a unidade de realocação 11, a primeira superfície 21 e/ou a segunda superfície 22. Em particular, a Figura 6a mostra um exemplo de implementação da unidade de realocação 11 por meio de um mecanismo mecânico, por exemplo rodas. No entanto, outros mecanismos mecânicos são previstos, tais como roda dentada, coroas, cremalheiras ou engrenagens. A superfície 21 é mostrada implementada por meio de um mecanismo de transporte mecânico semelhante a uma correia transportadora. A esse respeito, prevê-se que a unidade de realocação 11 inclua também uma superfície inferior de um dispositivo de transporte 10 (por exemplo, um fundo plano) que será movido pela ação da superfície 21 no dispositivo de transporte 10. Rodas, rodas dentadas, coroas ou engrenagens podem ser mecanicamente vantajosas e podem reduzir o atrito experimentado entre o dispositivo de transporte 10 e a superfície 21. Em um exemplo, rodas de atrito podem ser usadas com rodas emborrachadas. Nesse exemplo, ímãs podem ser usados para puxar dispositivos de transporte juntos e aumentar a tração experimentada pelas rodas de atrito que podem atuar para mover um dispositivo de transporte.

[0098] Embora a Figura 6a mostre a superfície 21 sendo subdividida em três células 21a, 21b e 21c, esse mecanismo pode se aplicar igualmente à segunda superfície 22. Embora as células 21a - 21c sejam mostradas dispostas em uma

dimensão, será apreciado que as células podem ser dispostas em qualquer dimensão arbitrária para permitir o movimento de um dispositivo de transporte 10 em qualquer direção. Além disso, embora as células 21a - 21c sejam mostradas com um tamanho semelhante, está previsto que cada célula pode ter qualquer tamanho arbitrário (por exemplo, comprimento arbitrário e/ou largura arbitrária). Como será apreciado, se uma superfície (como a segunda superfície 22) tiver que ser disposta em um plano vertical, o mecanismo implementado compreenderá um mecanismo disponível para resistir à força da gravidade (onde a segunda superfície 22 é utilizada em um ambiente em que a gravidade é aplicável). Por exemplo, um mecanismo de roda dentada pode ser mais aplicável em uma situação em que o engrenamento de rodas/rodas dentadas pode fornecer um mecanismo útil para superar a força da gravidade. Cada célula 21a, 21b, 21c da primeira superfície 21 compreende um mecanismo controlável individualmente que pode ser ativado ou desativado independentemente de outras células na superfície 21. Como mostrado na Figura 6a, cada célula pode compreender um mecanismo de roda/bola disposto para mover a superfície da célula contra a qual as rodas 11 do dispositivo de transporte 10. No entanto, esse é um exemplo de implementação da interface entre o dispositivo de transporte 10 e a superfície 21. Por exemplo, a superfície 21 pode compreender rodas dentadas que se engrenam com rodas dentadas correspondentes no dispositivo de transporte 10. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 pode ser movido em pelo menos uma direção (por exemplo, a direção X ou a direção Y) por meio da ação da superfície 21 no dispositivo de transporte 10.

Preferivelmente, o mecanismo mecânico na superfície 21 é um mecanismo de transporte omnidirecional, como correias transportadoras omnidirecionais, que podem ser dispostas para mover pilhas do agrupamento 1 em uma direção X ou uma direção Y. O mecanismo mecânico está previsto para incluir mecanismos de cremalheira.

[0099] Como será apreciado, os mecanismos implementados em cada uma da primeira superfície 21 e da segunda superfície 22 (que é perpendicular à primeira superfície 21) não precisam ser o mesmo. Por exemplo, se a primeira superfície 21 for implementada como um piso por baixo das pilhas de dispositivos de transporte 10, então a resistência à força da gravidade não precisa ser considerada e, portanto, mecanismos mecânicos mais simples podem ser implementados. Por outro lado, se uma segunda superfície 22 precisar fornecer a função adicional de resistir à gravidade, então um mecanismo diferente pode ser implementado, como meios de travamento/travas de mecanismo, com a finalidade de manter os dispositivos de transporte 10 engatados de maneira liberável com a segunda superfície 22. Adicional ou alternativamente, ímãs e/ou eletroímãs podem ser usados para manter dispositivos de transporte liberáveis contra a segunda superfície 22 e/ou mover dispositivos de transporte 10 através da segunda superfície 22.

[0100] Além disso, a superfície 21 pode compreender ainda uma unidade de comunicação 32 disposta para controlar cada célula 21a, 21b, 21c da superfície 21. Por exemplo, cada célula pode compreender uma unidade de comunicação 32 disposta para receber um sinal de um controlador indicando

se a célula deve ser ativada ou desativada. Além disso, o sinal recebido pode indicar ainda por quanto e em que direção a célula é para ativar. Por exemplo, se a célula deve realocar o dispositivo de transporte 10 em uma direção específica, mas somente por meia célula. Adicionalmente, a unidade de comunicação 32 pode transmitir um sinal para um controlador indicando o status da operação, isto é, se a operação foi concluída, está prestes a começar, seu progresso, outras informações sobre o progresso específico do movimento ou outras informações. Além disso, a unidade de comunicação 32 pode indicar falhas técnicas com uma célula da superfície 21, para que ações corretivas apropriadas possam ser tomadas.

[0101] Alternativamente, uma superfície 21 pode compreender uma unidade de comunicação centralizada 32 que controla uma pluralidade de células. Vantajosamente, isso reduz a necessidade de fornecer uma unidade de comunicação 32 para cada célula, reduzindo a complexidade e o número de peças necessárias. No entanto, requer a conexão de cada célula à unidade de comunicação centralizada 32.

[0102] A Figura 6b mostra outro exemplo de implementação da unidade de realocação 11 por meio de ímãs (como ímãs permanentes e/ou eletroímãs). Nesse exemplo, cada célula 21a, 21b, 21c da superfície 21 compreende um ímã correspondente (como ímãs permanentes e/ou eletroímãs) que são dispostos para serem controlados para mover o ímã 11 do dispositivo de transporte 10 de uma maneira tal que o dispositivo de transporte 10 é movido de uma célula para outra célula (ou um movimento parcial da célula). Embora as células 21a - 21c sejam mostradas dispostas em uma

dimensão, será apreciado que as células podem ser dispostas em qualquer dimensão arbitrária para permitir o movimento de um dispositivo de transporte 10 em qualquer direção. Além disso, embora as células 21a - 21c sejam mostradas com um tamanho semelhante, está previsto que cada célula pode ter qualquer tamanho arbitrário (por exemplo, comprimento arbitrário e/ou largura arbitrária). Tal mecanismo de movimento do dispositivo de transporte 10 pode ser implementado vantajosamente porque o uso de ímãs pode ser facilmente implementado para a segunda superfície 22, a qual pode ser disposta de modo a neutralizar a força da gravidade. Além disso, os mecanismos magnéticos podem usar menos partes móveis do que os mecanismos mecânicos, o que aumenta a confiabilidade de tal sistema. Em um exemplo preferido, o dispositivo de transporte 10 pode ser disposto para levitar sobre a superfície 21 por meio de ímãs opostos no dispositivo de transporte 10 e na superfície 21. Isso fornece a vantagem de desgaste reduzido na superfície 21 devido ao atrito reduzido. Geralmente, essa vantagem pode ser alcançada pelo uso de qualquer mecanismo adequado entre a superfície 21 e o dispositivo de transporte 10 que permita o movimento do dispositivo de transporte 10, mas que não esteja em contato, desse modo uma tolerância no nível entre as células pode ser superada.

[0103] Embora o uso de ímãs tenha sido geralmente descrito, serão descritos mais exemplos de disposições de ímãs que podem ser usadas. Em particular, a unidade de realocação 11 e/ou a superfície 21 podem utilizar uma pluralidade de ímãs permanentes para alcançar os mecanismos magnéticos. Alternativa ou adicionalmente, um material de

uma permeabilidade magnética predeterminada e/ou uma matriz de ímãs pode ser usada para alcançar o movimento do dispositivo de transporte 10.

[0104] Como descrito anteriormente, a superfície 21 pode compreender uma unidade de comunicação disposta para receber um sinal para controlar cada célula da superfície 21 para executar uma ação, como ativar, desativar, mover o dispositivo de transporte 10 em uma direção de movimento, executar uma quantidade de movimento em uma direção etc. Nesse sentido, as células da superfície 21 podem ser coordenadas para mover pelo menos um dispositivo de transporte 10 para reconfigurar a topologia física de um agrupamento. A superfície 21 como um todo pode compreender uma única unidade de comunicação 32, alternativamente, cada célula 21a, 21b, 21c pode compreender uma unidade de comunicação 32.

[0105] As Figuras 7a e 7b mostram esquemas de exemplo de unidades de realocação 11 em um dispositivo de transporte 10. Nesse exemplo, a unidade de realocação 11 é implementada como um mecanismo mecânico, mais especificamente como omni-rodas. Omni-rodas são rodas com elementos em torno de sua circunferência, dispostas perpendicularmente à direção de volta da roda. O efeito é que as omni-rodas podem ser acionadas com força total, mas também deslizam lateralmente. Portanto, elas são usadas preferivelmente em dispositivos de transporte 10, porque permitem a realocação do dispositivo de transporte 10 em qualquer direção sem requerer o direcionamento das rodas no dispositivo de transporte 10. Em particular, a Figura 7a mostra as omni-rodas 11a dispostas a 45 graus para as

extremidades do dispositivo de transporte 10. Em outras palavras, as omni-rodas 11a são dispostas em ângulo para a sua direção de movimento se estão em movimento em uma direção X ou uma direção Y ou uma direção Z. Conseqüentemente, cada uma das quatro rodas representadas na Figura 7a experimenta a mesma carga, viajando em uma direção X ou uma direção Y ou uma direção Z.

[0106] A Figura 7b mostra uma configuração alternativa das omni-rodas 11b às mostradas na Figura 7a. Nessa configuração, pelo menos uma roda está paralela a cada lado do dispositivo de transporte 10. Mais especificamente, duas rodas estão paralelas aos lados do dispositivo de transporte que se estendem na direção X e duas outras rodas estão paralelas aos lados do dispositivo de transporte 10 que se estendem na direção Y. Nesse sentido, quando o dispositivo de transporte 10 é movido, por exemplo, na direção X, duas das rodas são feitas para rodar da maneira normal de uma roda, enquanto as outras duas rodas são feitas para deslizar perpendicularmente à sua direção de volta. Conseqüentemente, as rodas operam em pares, o que altera a força de atrito experimentada pelos pares de rodas quando o dispositivo de transporte 10 é movido em direções diferentes.

[0107] As Figuras 8a e 8b mostram um exemplo de implementação da unidade de realocação 11 como um mecanismo magnético. Nesse exemplo, a unidade de realocação 11 compreende um ímã permanente 11c. Mais especificamente, um ímã permanente 11c está localizado em cada canto do dispositivo de transporte 10. O ímã permanente 11c coopera com a superfície 21 que nesse exemplo compreende uma pista

211 disposta para conter o ímã permanente 11c, mas permite o movimento do dispositivo de transporte 10 em pelo menos duas direções. A superfície 21 compreende ainda uma matriz de ímãs permanentes 212 abaixo da pista. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 é repellido pelo conjunto de ímãs permanentes 212 abaixo da pista 211. O movimento do dispositivo de transporte 10 pode ser realizado pelo movimento da matriz de ímãs permanentes 212. Por exemplo, a matriz de ímãs permanentes 212 pode ser motorizada para se mover em pelo menos uma direção. Nesse sentido, movendo-se a matriz de ímãs permanentes (por exemplo, em uma correia enrolada por baixo da pista 211), o dispositivo de transporte 10 pode ser feito para se mover por meio de atração magnética entre o ímã permanente e as matrizes de ímãs permanentes 212.

[0108] As Figuras 9a e 9b mostram um outro exemplo de implementação da unidade de realocação 11 como um mecanismo magnético, mais especificamente, um mecanismo eletromagnético. Nesse exemplo, a unidade de realocação 11 compreende um ímã permanente 11d. Como nas Figuras 8a e 8b, um ímã permanente 11d está localizado em cada canto do dispositivo de transporte 10. O ímã permanente 11d coopera com a superfície 21. Nesse exemplo, cada célula da superfície 21 compreende um primeiro eletroímã 213, um segundo eletroímã 214 e um ímã permanente 215. A esse respeito, o ímã permanente 215 é disposto para repelir o ímã permanente 11d, de modo que o dispositivo de transporte 10 permaneça afastado da superfície 21. Alternativamente, em algumas situações (por exemplo, quando a superfície 21 é disposta para resistir à força da gravidade), o ímã

permanente 215 pode estar disposto para atrair o dispositivo de transporte 10, de modo que ele permaneça fixo à superfície 21.

[0109] Os eletroímãs 213, 214 são dispostos para controlar a quantidade de atração/repulsão entre os ímãs permanentes 11d, 215 e dispostos para mover o dispositivo de transporte 10 na direção X, Y ou Z. Por exemplo, fazendo-se com que o primeiro eletroímã 213 atraia o ímã permanente 11d e fazendo-se com que o segundo eletroímã 214 repele o ímã permanente 11d, o dispositivo de transporte 10 pode ser levado a se mover na direção do primeiro eletroímã 213 e para longe do segundo eletroímã 214. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 10 pode ser efetivamente movido através da superfície pela ação da superfície 21 no dispositivo de transporte 10.

Segunda Modalidade

[0110] O seguinte descreve uma segunda modalidade da presente invenção. A segunda modalidade, semelhante à primeira modalidade, se refere a um agrupamento de dispositivos de transporte que têm uma topologia física que pode ser reconfigurada. Nesse sentido, o armazenamento, recuperação e re-armazenamento de itens/produtos em um sistema de armazenamento podem ser realizados de maneira mais eficaz. No entanto, diferente da primeira modalidade, a segunda modalidade não depende da interação de uma superfície 21 com um dispositivo de transporte 10 para permitir a realocação. Em vez disso, as interações entre pelo menos dois dispositivos de transporte 10 fornecem o mecanismo necessário pelo qual a reconfiguração do agrupamento é alcançada. Geralmente, mas não limitado a

tal, os dispositivos de transporte 10 da primeira modalidade são passivos, enquanto a superfície 21 assume o papel ativo de mover cada dispositivo de transporte 10. Por outro lado, geralmente, mas não limitativo, os dispositivos de transporte da segunda modalidade são ativos em algumas operações e passivos em outras operações. Em outras palavras, os dispositivos de transporte da segunda modalidade também podem incluir unidades para controlar e se comunicar com um controlador e/ou outros dispositivos de transporte, com a finalidade de gerenciar a mudança da topologia física do agrupamento. Nesse sentido, alguns ou todos os dispositivos de transporte são fornecidos com mecanismos de acionamento para se autopropulsarem ou serem propulsados por outros dispositivos de transporte. O movimento dos dispositivos de transporte, portanto, é realizado desde dentro de ou pelo agrupamento ao contrário de por robôs externos. Nesse sentido, nenhuma armação externa ou periférica é necessária para mover os dispositivos de transporte da segunda modalidade. Além disso, nenhum robô de manipulação de carga externo é necessário.

[0111] A Figura 10 mostra um dispositivo de transporte 40 de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção. O dispositivo de transporte 40 compreende uma unidade de realocação 41 e um espaço de recebimento de itens 42. Opcionalmente, o dispositivo de transporte 40 pode compreender uma unidade de engate 43 e/ou uma unidade de comunicação 44.

[0112] Como na primeira modalidade, embora o dispositivo de transporte 40 seja representado como um cuboide, será

apreciado que qualquer forma e/ou tamanho do dispositivo de transporte 40 estão previstos. Preferivelmente, os dispositivos de transporte 40 enxadrezam de modo a formar um agrupamento de alta densidade quando combinados com outros dispositivos de transporte 40. Nesse sentido, a densidade de armazenamento é maximizada. Preferivelmente, cada dispositivo de transporte 40 é endereçável individualmente a partir do agrupamento. Semelhante à primeira modalidade, a endereçabilidade de cada um dos dispositivos de transporte 40 é distinta do endereçamento físico dos dispositivos de transporte. A endereçabilidade é destinada a ter um esquema de endereçamento utilizável para enviar uma ou mais instruções, por exemplo, instruções de controle de movimento, para dispositivos de transporte individuais 40 ou grupos de dispositivos de transporte 40, com a finalidade de conseguir a translação de um ou mais dispositivos de transporte 40, de modo a realocar um ou mais dispositivos de transporte 40. Em outras palavras, a capacidade de endereçamento de cada dispositivo de transporte 40 (para os propósitos de comunicação com o mesmo) é independente da localização de um dispositivo de transporte 40 dentro do agrupamento 5.

[0113] Na segunda modalidade, ao contrário da primeira modalidade, a unidade de realocação 41 é disposta para permitir a realocação da posição do dispositivo de transporte 40 em relação a pelo menos um outro dispositivo de transporte 40. A unidade de realocação 41 consegue isso por meio de interação com pelo menos um outro dispositivo de transporte 40. Prevê-se que a unidade de realocação 40 possa ser implementada de várias maneiras envolvendo

mecanismos que estão localizados dentro do dispositivo de transporte 40 e/ou mecanismos que estão localizados em uma face do dispositivo de transporte 40. Por exemplo, a unidade de realocação 41 pode ser implementada com o uso de mecanismos mecânicos como rodas, rodas dentadas, engrenagens etc. Adicional ou alternativamente por meio de mecanismos magnéticos, como ímãs permanentes, materiais de permeabilidade magnética predeterminada, matrizes de ímãs etc. Adicional ou alternativamente por meio de mecanismos eletromagnéticos, por exemplo, com o uso de motores planos e/ou motores elétricos lineares. Outros mecanismos são previstos, como mecanismos de não contato nos quais o dispositivo de transporte 40 e outros dispositivos de transporte 40 não entram em contato, o que minimiza, assim, o atrito experimentado pelo dispositivo de transporte 40.

[0114] Em um exemplo, rodas de atrito podem ser usadas com rodas emborrachadas. Nesse exemplo, ímãs podem ser usados para puxar dispositivos de transporte juntos e aumentar a tração experimentada pelas rodas de atrito que podem atuar para mover um dispositivo de transporte.

[0115] O dispositivo de transporte 40 compreende ainda um espaço de recebimento de itens 42. O espaço de recebimento de itens é previsto como sendo um vazio no dispositivo de transporte 40 disposto para receber um item. Por exemplo, o espaço de recebimento de itens 42 pode ser um local do dispositivo de transporte 40 disposto para reter os produtos até que sejam embalados e enviados como parte de um pedido feito por um cliente. Alternativamente, o espaço de recebimento de itens pode ser disposto para conter itens para um sistema de inventário.

[0116] Opcionalmente, o dispositivo de transporte 40 pode compreender ainda uma unidade de engate 43. A unidade de engate 43 pode ser disposta para engatar o dispositivo de transporte 40 com pelo menos um outro dispositivo de transporte 40. No exemplo mostrado na Figura 10 a unidade de engate 43 compreende uma saliência do dispositivo de transporte 40 disposta para engatar de maneira liberável com o espaço de recebimento de itens 42 de um outro dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, um agrupamento de dispositivos de transporte 40 pode ser estavelmente empilhado um em cima do outro sem risco de colapso da pilha. Embora uma saliência esteja representada na Figura 10, são contempladas outras maneiras de implementar a unidade de acoplamento 43, tais como pontos ou outros meios de localização para localizar de maneira confiável um dispositivo de transporte 40 em relação a um outro dispositivo de transporte 40.

[0117] O dispositivo de transporte 40 pode, opcionalmente, compreender ainda uma unidade de comunicação 44 disposta para receber um sinal para controlar cada dispositivo de transporte 40. Por exemplo, a unidade de comunicação 44 pode receber um sinal indicando que o dispositivo de transporte 40 deve ser ativado ou desativado. Adicional ou alternativamente, o sinal pode indicar uma direção no agrupamento na qual o dispositivo de transporte 40 deve se mover e/ou um local no agrupamento no qual o dispositivo de transporte 40 é realocado por si mesmo. Adicional ou alternativamente, o sinal pode indicar que o movimento do dispositivo de transporte 40 deve ocorrer em uma direção específica e a uma certa distância,

por exemplo, uma fração da altura/largura/profundidade do dispositivo de transporte ou um múltiplo da altura/largura/profundidade do dispositivo de transporte 40. Conseqüentemente, a unidade de comunicação 44 pode instruir a unidade de realocação 41 a se mover na direção indicada pelo sinal e a unidade de realocação 41 pode ser ainda disposta para realocar o dispositivo de transporte 40 com base no sinal recebido. Adicional ou alternativamente, a unidade de comunicação 44 pode instruir a unidade de realocação 41 a mover um dispositivo de transporte vizinho 40 para auxiliar no movimento do mesmo. Nesse sentido, os dispositivos de transporte individuais 40 podem se realocar dentro do agrupamento com base em um sinal recebido da unidade de comunicação 44. A esse respeito, cada dispositivo de transporte 40 pode ser endereçável individualmente desde dentro do agrupamento. Adicional ou alternativamente, a unidade de comunicação 44 pode receber instruções de nível superior que podem ser traduzidas em zero ou mais atuações, movimentos, comunicações ou quaisquer outras ações, por exemplo, instruções de redefinição ou autoteste.

[0118] Adicional ou alternativamente, a unidade de comunicação 44 pode ser ainda disposta para transmitir um sinal para um controlador indicando o status da operação de um dispositivo de transporte 40, isto é, se a operação foi concluída, está prestes a começar, seu progresso, outras informações sobre o progresso específico do movimento ou outras informações. Além disso, a unidade de comunicação 44 pode indicar falhas técnicas com um dispositivo de transporte 40, de modo que ações corretivas apropriadas

possam ser tomadas.

[0119] A Figura 11 mostra um agrupamento 5 que forma um sistema de armazenamento de acordo com a segunda modalidade da presente invenção. Em particular, o agrupamento 5 compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte 40 que pode ser disposta em uma topologia física tridimensional. A esse respeito, contempla-se que um agrupamento 5 seja dois ou mais dispositivos de transporte 40 que cooperam em conjunto em uma topologia física que podem ser redistribuída por meio de um dispositivo de transporte 40 que se realoca por si mesmo/a ser realocado no agrupamento 5. Para esse fim, como mostrado na Figura 11, o agrupamento não compreende nenhuma estrutura de suporte, como uma grade, armação etc. Ao contrário da primeira modalidade, o agrupamento 5 também não compreende uma superfície que coopera com um dispositivo de transporte 40 para realizar o movimento/realocação de um dispositivo de transporte 40 no agrupamento. Em vez disso, vantajosamente, cada dispositivo de transporte 40 compreende um mecanismo pelo qual, através da cooperação com outros dispositivos de transporte 40, o dispositivo de transporte 40 é capaz de se realocar por si mesmo dentro do agrupamento 5. Nesse sentido, uma topologia física tridimensional do agrupamento 5 pode ser redistribuída. O agrupamento 5 pode compreender um local que está vazio de um dispositivo de transporte 40. O local vazio pode ser usado durante a redistribuição do agrupamento 5 para permitir um local para a qual um dispositivo de transporte 40 pode ser movido, fazendo com que o espaço vazio seja realocado para o local agora desocupado pelo dispositivo de

transporte movido 40. No entanto, tal local vazio pode não ser necessário se o agrupamento 5 não ocupar todo o espaço em que o agrupamento 5 está operando. Por exemplo, como mostrado na Figura 11 o agrupamento 5 compreende pilhas de dispositivos de transporte 40. Cada pilha está localizada adjacente a uma outra pilha. Os dispositivos de transporte 40 em cada pilha podem cooperar entre si para realizar o movimento de determinados dispositivos de transporte 40 dentro e ao redor do agrupamento 5. Como mostrado na Figura 11, as pilhas de dispositivos de transporte 40 têm uma altura variável e, de fato, o número de pilhas e o número de dispositivos de transporte 40 na pilha podem ser variáveis e não limitadas a um número específico. Além disso, o agrupamento 5 pode se estender por qualquer número de pilhas e/ou dispositivos de transporte 40 em qualquer direção X, direção Y e/ou direção Z. No agrupamento 5 mostrado na Figura 11, espaços vazios estão disponíveis no agrupamento 5 para o movimento dos dispositivos de transporte 40. Por exemplo, se o agrupamento 5 estiver em um local que pudesse conter um agrupamento com uma altura máxima de cinco dispositivos de transporte 40, então o espaço vazio é aparente, porque nem toda pilha de dispositivos de transporte 40 compreende cinco dispositivos de transporte 40. Em particular, duas das nove pilhas compreendem quatro dispositivos de transporte 40, o que é menor do que os cinco dispositivos de transporte 40 possíveis. Além disso, uma pilha compreende três dispositivos de transporte 40. Portanto, um espaço está disponível para o movimento de um dispositivo de transporte 40.

[0120] É previsto que um agrupamento 5 com uma topologia física reconfigurável possa ter qualquer tamanho ou forma e/ou ser usado em qualquer tipo de ambiente. Além disso, cada dispositivo de transporte 40 que forma o agrupamento 5 pode ter uma variedade de tamanhos. Tais tamanhos podem (mas não necessariamente) incluir dispositivos de transporte 40 de diferentes larguras, comprimentos e/ou alturas, múltiplos da largura, comprimento e/ou altura (respectivamente) do menor dispositivo de transporte 40 no agrupamento 5. Tal configuração pode permitir, por exemplo, o armazenamento e/ou transporte de itens que, de outro modo, sejam muito grandes ou pesados para um dispositivo de transporte menor ou devido a razões de eficiência energética ou eficiência espacial. Além disso, o agrupamento 5 pode repousar sobre um piso/superfície que suporta o agrupamento 5, como suportando o peso do agrupamento 5. O piso/superfície pode fornecer informações de localização ou informações de comunicação ao agrupamento 5 por meio de radiofrequência, contatos elétricos ou similares.

[0121] No que diz respeito ao controle de dispositivos de transporte individuais 40 dentro do agrupamento 5, um dispositivo de transporte 40 interage/coopera com pelo menos um outro dispositivo de transporte 40 para realizar a realocação de um ou mais dispositivos de transporte 10 a locais alternativos dentro do agrupamento 5 ou a locais fora do agrupamento 5. Tais estratégias de controle são tratadas no Pedido de Patente UK N° GB1716201.7 de Ocado Innovation Limited depositado em 4 de outubro de 2017 (Ocado Innovation Limited Número de referência 000164GB), o

conteúdo de todo esse pedido é incorporado por referência pelo presente documento. Nesse documento de referência cruzada, um dispositivo de transporte 40 é referido como um navio de transporte e está previsto que esses termos possam ser usados de forma intercambiável.

[0122] Além disso, as características do controlador descritas com referência à primeira modalidade podem ser igualmente empregadas com relação ao controle dos dispositivos de transporte 40 na segunda modalidade.

[0123] Em particular, o sistema de armazenamento pode compreender ainda um controlador (não mostrado) disposto para determinar um caminho para um dispositivo de transporte 40 a partir de um local de partida dentro/sobre/fora do agrupamento 5 para um local de destino dentro/sobre/fora do agrupamento 5. O controlador pode ser disposto ainda para transmitir um sinal a uma unidade de comunicação para fazer com que um dispositivo de transporte 40 se mova de acordo com o caminho determinado. Nesse sentido, o controlador pode determinar o caminho para um dispositivo de transporte 40 e fazer com que o dispositivo de transporte 40 se mova ao longo do caminho determinado. Como será apreciado, o controlador é disposto para evitar colisões e permitir a cooperação dos dispositivos de transporte 40. Adicional ou alternativamente, como na primeira modalidade, o caminho completo de um dispositivo de transporte 40 desde o início até o destino pode não ser determinado previamente. Em vez disso, somente uma ou mais manobras podem ser determinadas no início de uma realocação, ou que o caminho seja recalculado uma ou mais vezes após o início da realocação.

[0124] Por exemplo, o controlador pode ser configurado para avaliar como melhorar as alocações de trabalho, movimentos do produto e posicionamento do produto. O controlador pode ser configurado para agendar quando tipos específicos de movimentos devem ocorrer e em que ordem eles devem ocorrer, dependendo, por exemplo, da aplicação de várias regras de negócios e/ou prioridade. O controlador pode ser configurado para determinar ambos os fatores de entrada e saída na tomada de decisões relacionadas, por exemplo, à colocação do produto. Por exemplo, o controlador pode estimar o local de entrega do suprimento do produto e a entrega estimada de saída do produto. O controlador pode tomar decisões e envia sinais para execução por um sistema automático e/ou pode alocar tarefas de forma eficiente aos seres humanos (catadores, carregadores etc.).

[0125] O controlador pode determinar qual de um ou mais dispositivos de transporte 40 deve estar envolvido no cumprimento de um pedido ou para qualquer outra finalidade. A ação de um ou mais dispositivos de transporte 40 geralmente pode exigir que os dispositivos de transporte atravessem o agrupamento, e/ou ações de conduta, tais como suportar dispositivos de transporte adjacentes e/ou locomover um dado dispositivo de transporte 40. O controlador pode ser configurado para analisar vários caminhos no agrupamento para determinar um ou mais caminhos potencialmente preferenciais em relação a outros caminhos, considerando um conjunto de restrições e condições. Esses caminhos preferenciais podem ser fornecidos, de uma só vez, periódica e/ou dinamicamente aos dispositivos de transporte 40 para controlar seus movimentos em todo o agrupamento

e/ou funções que eles executam dentro do agrupamento 5.

[0126] Um caminho pode ser preferencial por vários motivos, incluindo, mas não limitado a: menor distância percorrida, maior velocidade média esperada dos dispositivos de transporte 40, menor probabilidade de encontrar tráfego (ou seja, congestionamento), menor tempo total necessário, menor probabilidade de colisão, menos energia usada, facilidade de alternar para caminhos alternativos, capacidade de evitar obstáculos, por exemplo, um dispositivo de transporte quebrado, um caminho quebrado e/ou uma parte do caminho que está sob reparo.

[0127] O controlador pode usar vários algoritmos para identificar, projetar e/ou controlar o movimento de vários dispositivos de transporte aos quais está conectado. O controlador pode ser configurado para otimizar o movimento de dispositivos de transporte através da aplicação de vários algoritmos para determinar rotas potencialmente vantajosas de um local para outro. As vantagens potenciais podem incluir distâncias mais curtas percorridas, menor probabilidade de encontrar congestionamento, menor tempo necessário, menor consumo de energia, coordenação com movimentos de outros dispositivos de transporte, contornar obstáculos como dispositivos de transporte quebrados ou áreas quebradas da superfície ou coordenação com várias operações da estação de trabalho. Em alguns exemplos, o controlador pode ser implementado com o uso de um ou mais servidores, cada um contendo um ou mais processadores configurados para executar um ou mais conjuntos de instruções armazenados em uma ou mais meios legíveis por computador não transitórios. As vantagens potenciais para a

implementação em computador incluem, entre outras, escalabilidade, capacidade de lidar com grandes quantidades de complexidade computacional e de processamento, aumento da velocidade de reação, capacidade de tomar decisões rapidamente, capacidade de realizar análises estatísticas complexas, capacidade de realizar aprendizado de máquina, entre outros.

[0128] O controlador pode ser implementado de várias maneiras, por exemplo, o controlador pode ser implementado como um sistema de computação distribuído. Por exemplo, algumas ou todas as funções do controlador podem ser distribuídas pelos próprios dispositivos de transporte 40. Por exemplo, dados os respectivos destinos, os dispositivos de transporte 40 podem se comunicar com os dispositivos de transporte próximos 40 no agrupamento 5 para coordenar/negociar movimentos e colaboração para que cada um deles alcance seu objetivo.

[0129] Semelhante à primeira modalidade, periféricos podem ser usados com o agrupamento 5 para facilitar a adição ou remoção de dispositivos de transporte 40 para o agrupamento 5. Por exemplo, como na primeira modalidade, um mecanismo de transporte pode ser usado sobre o qual os dispositivos de transporte 40 podem estar localizados para serem removidos do agrupamento 5 ou adicionados ao agrupamento 5. Além disso, os agrupamentos 5 podem estar localizados em locais diferentes para funções específicas. Por exemplo, um primeiro agrupamento 5 pode estar localizado no meio ambiente ambiental enquanto que um segundo grupo 5 pode ser localizado em um ambiente refrigerado. Nesse sentido, o primeiro agrupamento 5 pode

compreender dispositivos de transporte 40 que armazenam mantimentos que não requerem refrigeração (como produtos secos), enquanto o segundo agrupamento 5 pode compreender dispositivos de transporte 40 que armazenam mantimentos que exigem refrigeração (como produtos frescos). Um pedido do cliente pode ser atendido extraíndo do primeiro e do segundo agrupamentos os dispositivos de transporte 40 compreendendo mantimentos que requerem refrigeração e mantimentos que não exigem refrigeração que foram solicitados pelo cliente. Será apreciado que isso é fornecido somente a título de exemplo e mantimentos que podem ser refrigerados ou armazenados à temperatura ambiente podem ser igualmente armazenados no primeiro agrupamento ou no segundo agrupamento.

[0130] As Figuras 12a e 12b mostram exemplos de mecanismos que podem estar compreendidos dentro da unidade de realocação 41 de cada dispositivo de transporte 40. Em particular, a funcionalidade descrita acima de cada dispositivo de transporte 40 para se realocar dentro de um agrupamento 5, de modo que o agrupamento 5 tenha uma topologia física reconfigurável pode ser realizada por meio de várias tecnologias diferentes. Mais geralmente, a unidade de realocação 41 pode ser implementada com o uso de um ou uma combinação de mecanismos mecânicos, mecanismos magnéticos, mecanismos eletromagnéticos e/ou mecanismos de não contato entre dispositivos de transporte 40.

[0131] Por exemplo, a Figura 12a mostra dois dispositivos de transporte 40 cada um compreendendo uma unidade de realocação 41 compreendendo um mecanismo mecânico para permitir a realocação de cada dispositivo de

transporte no agrupamento por meio de cooperação entre os dispositivos de transporte 40 para realizar uma realocação física do dispositivo de transporte dentro do agrupamento. Nesse exemplo, cada dispositivo de transporte 40 compreende uma face ativa 41a e uma face passiva 41b. A face ativa 41a de um primeiro dispositivo de transporte 40 pode cooperar com a face passiva 41b de um outro dispositivo de transporte 40 no agrupamento 5. A cooperação realiza o movimento do primeiro dispositivo de transporte 40 em relação ao segundo dispositivo de transporte 40. Por exemplo, como mostrado na Figura 12a, a face ativa 41a pode compreender dois rodas dentadas 411 dispostos na face ativa 41a. A face passiva 41b pode compreender uma pista 412 com espaços em que os dentes de cada roda dentada 411 podem se engatar. Nesse exemplo, cada dispositivo de transporte 40 foi descrito como compreendendo uma face ativa 41a e uma face passiva 41b, no entanto é previsto que qualquer combinação de faces ativa e passiva em um dispositivo de transporte 40 é prevista tal como faces que se engatam seletivamente de uma maneira ativa e/ou passiva com outros dispositivos de transporte 40. Além disso, embora dois rodas dentadas 411 tenham sido descritos, qualquer número de rodas dentadas é previsto. Da mesma forma, embora rodas dentadas tenham sido descritos outros mecanismos mecânicos são previstos tais como engrenagens e/ou coroas. Geralmente, um mecanismo mecânico é previsto o qual permite a realocação do dispositivo de transporte 40 no agrupamento 5.

[0132] No exemplo da Figura 12a, os dentes de cada roda dentada 411 no primeiro dispositivo de transporte 40 se

engatam com as pistas 412 no segundo dispositivo de transporte 40. Conseqüentemente, a rotação das rodas dentadas 411 resulta no movimento do primeiro dispositivo de transporte 40 ao longo da pista. Nesse sentido, o primeiro dispositivo de transporte 40 pode ser movido por meio de interação com o segundo dispositivo de transporte 40. Como será apreciado, as rodas dentadas 411 e a pista 412 podem ser dispostos para permitir o movimento do primeiro dispositivo de transporte 40 em qualquer de uma direção X, direção Y e/ou direção Z. Nesse sentido, a realocação de cada dispositivo de transporte 40 pode ser realizada por um mecanismo mecânico que realiza a realocação de um primeiro dispositivo de transporte 40 por meio de interação entre o primeiro dispositivo de transporte 40 e um segundo dispositivo de transporte 40.

[0133] A Figura 12b mostra um segundo exemplo utilizando elemento magnético e/ou elementos eletromagnéticos para realizar o movimento de dispositivos de transporte 40. Nesse exemplo, a unidade de realocação 41 compreende ímãs e/ou eletroímãs. Nesse exemplo, a face ativa 41a do primeiro dispositivo de transporte 40 compreende eletroímãs 413. Como explicado anteriormente, cada dispositivo de transporte 40 pode compreender uma face ativa 41a e uma face passiva 41b, no entanto outras combinações de face são previstas tal como um dispositivo de transporte 40 com faces ativas 41a somente. O segundo dispositivo de transporte 40 compreende uma face passiva 41b sobre a qual estão dispostos ímãs permanentes 414 dispostos em uma progressão semelhante a pista. Nesse exemplo, energizando-se seletivamente os eletroímãs 413, o movimento do primeiro

dispositivo de transporte 40 pode ser realizado fazendo com que os eletroímãs 413 sejam seletivamente atraídos e repelidos dos ímãs permanentes 414, fazendo com que o primeiro dispositivo de transporte 40 siga a progressão semelhante a pista de ímãs permanentes 414 no segundo dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, a interação entre o primeiro dispositivo de transporte 40 e o segundo dispositivo de transporte 40 provoca o movimento do primeiro dispositivo de transporte 40 dentro do agrupamento e, deste modo, permite a sua realocação.

[0134] A Figura 13 mostra um dispositivo de transporte 40 em que a unidade de realocação 41 compreende um mecanismo mecânico. Mais especificamente, o exemplo mostrado na Figura 13 se refere a componentes de exemplo que podem ser utilizados na implementação de uma face ativa 41a de um dispositivo de transporte 40. É previsto que outros componentes podem ser usados tais como rodas dentadas, rodas ou engrenagens. Nesse exemplo, a face ativa 41a compreende uma roda dentada 51, motor 52 e suporte 53. Contempla-se que a roda dentada 51 e pista correspondente em uma face passiva 41b incluam cremalheiras. Nesse exemplo, o motor 52 e o suporte 53 estão localizados dentro do dispositivo de transporte 40, enquanto a roda dentada 51 se estende do interior do dispositivo de transporte 40, através da sua parede, até a parte externa do dispositivo de transporte 40. Nesse exemplo, a face ativa 41a compreende dois motores cada um acionando uma roda dentada 51 para fornecer movimento bidimensional nessa face. Consequentemente, o dispositivo de transporte 40 é alimentado. O suporte 53 é uma característica opcional que

pode ser usado para manter uma separação estreita entre pista e rodas dentadas. Em particular, o suporte 53 pode ser magnetizado e disposto para ser atraído para um suporte magnetizado correspondente em uma face passiva 41b de um dispositivo de transporte vizinho 40. Nesse sentido, a tração da roda dentada 51 em uma pista correspondente é aprimorada. Além disso, a saída de cada motor 52 pode ser engrenada de modo que um motor não energizado mantenha a posição do dispositivo de transporte 40 contra a força da gravidade. Nesse exemplo, o acionamento de um motor 52 aciona uma roda dentada 51 correspondente. Preferivelmente, cada roda dentada 51 é acionado independentemente de outros rodas dentadas 51 de modo que as torções em uma roda dentada 51 podem ser facilmente corrigidas. A roda dentada 51 se engata com uma pista correspondente em um dispositivo de transporte vizinho 40 para facilitar os movimentos do dispositivo de transporte 40. Embora a roda dentada 51 tenha sido mostrada como um perfil circular é previsto que uma roda dentada com um perfil assimétrico tenha vantagens particulares. Por exemplo, uma roda dentada 51 que compreende um local de uma corda através do perfil da roda dentada 51 resultaria em uma roda dentada 51 que é predominantemente circular em perfil, mas achatada em uma porção da roda dentada 51 resultando em uma roda dentada 51 que se desengata da pista para uma porção da sua rotação. Tal roda dentada 51 seria útil quando for necessário que uma roda dentada 51 se mova perpendicular à sua direção usual de volta desengatando-se com a pista.

[0135] A Figura 14 mostra uma face passiva 41b de um dispositivo de transporte 40 em que a unidade de realocação

41 compreende um mecanismo mecânico. Nesse exemplo, os componentes mostrados são exemplos daqueles que podem ser implementados em uma face passiva 41b do dispositivo de transporte 40. Como na face ativa 41a, esses componentes são dados somente como exemplos e está previsto que outros componentes possam ser utilizados para facilitar o movimento de cada dispositivo de transporte 40. Em particular, a face passiva 41b compreende uma pista 56, uma pista cruzada 57 e uma guia 55. Opcionalmente, a face passiva 41b pode compreender um ímã permanente 54 disposto para ser atraído ao suporte 53. No entanto, os ímãs não são necessários para essa estrutura de retenção (que pode ser disposta para resistir à força da gravidade experimentada pelo dispositivo de transporte 40). Em vez disso, ou adicionalmente, trincos mecânicos podem ser usados para manter um dispositivo de transporte 40 em uma posição fixa. É previsto que os componentes da face passiva 41b estejam localizados na parte externa da face do dispositivo de transporte 40. A guia 55 pode ser empregada ao longo da pista para evitar que uma roda dentada 51 escorregue da pista 56, mantendo assim o alinhamento entre a roda dentada 51 e a pista 56. Em particular, a roda dentada 51 é disposta para se engatar com a pista 56 para permitir o movimento de um dispositivo de transporte 40 um em relação ao outro. Em outras palavras, a pista 56 permite que uma roda dentada 51 carregue em uma superfície da mesma para realizar o movimento na direção de volta da roda dentada 51. Além disso, a roda dentada 51 pode deslizar através da pista em uma direção lateral, isto é, em uma direção perpendicular à direção de volta da roda dentada 51. No

entanto, para permitir o movimento bidimensional de um dispositivo de transporte, uma pista cruzada 57 é fornecida juntamente com lacunas na guia 55 em locais nos quais se espera que um dispositivo de transporte 40 se mova em uma das duas direções. A pista cruzada 57 permite que o deslizamento lateral de uma roda dentada 51 seja em duas direções. As lacunas na guia 55 podem ser fornecidas para serem menores que o diâmetro da roda dentada 51 para evitar torcer. Além disso, a pista 56 se estende lateralmente através de lacunas entre os dispositivos de transporte 40 para permitir que uma roda dentada 51 se reengate com uma pista com torção minimizada ou movimento lateral sem torção. Em outras palavras, uma pista adicional (em uma direção lateral) é fornecida no ponto médio de cada pista 56 ao longo de uma face, de modo que a roda dentada 51 se reconecte facilmente com a pista quando os dispositivos de transporte 40 são movidos através da face passiva 41b de cada dispositivo de transporte 40. Preferivelmente, a pista adicional é fornecida com um perfil em rampa de modo que ocorra o reengate de maneira gradual de uma roda dentada com uma pista. Nesse sentido, quando o reengate de todas as quatro rodas dentadas em uma face ativa é engatado na face passiva de um dispositivo de transporte vizinho 40, a pista 57 impede que as rodas dentadas 51 se torçam. A posição de precisão de cada dispositivo de transporte 40 pode ser alcançada de várias maneiras. Por exemplo, em um primeiro exemplo colocando-se um ímã no centro de cada face passiva 41b para ser detectado por um sensor de Efeito Hall ou similar em cada face ativa 41a. Em um segundo exemplo, colocando-se um ímã no centro de cada face passiva 41b e um

ímã de polaridade oposta no centro de cada face ativa 41a, causando assim a atração, resultando em um alinhamento eficaz. Em um terceiro exemplo, colocando-se um sensor de luz (como um fotodiodo) no centro de cada face passiva 41b com um emissor de luz correspondente (como um LED) no centro de cada face ativa 41a. Como será apreciado, esses são fornecidos somente a título de exemplo e estão previstos outros métodos de posicionamento de precisão, tais como os recursos descritos como estando localizados na face ativa 41a em vez de estarem localizados na face passiva 41b e vice-versa.

[0136] A Figura 15 mostra um exemplo dispositivo de transporte 40 desde um ângulo de visão de modo que é possível ver a face ativa 41a e a face passiva 41b sendo dispostas em faces perpendiculares do dispositivo de transporte 40. É previsto que um dispositivo de transporte 40 compreende duas faces ativas 41a (dispostas nos lados adjacentes) e duas faces passivas 41b (dispostas nos lados adjacentes). Nesse sentido, cada dispositivo de transporte 40 pode ser acionado para se mover em qualquer uma das três dimensões, permitindo também que os dispositivos de transporte adjacentes 40 se movam através do dispositivo de transporte 40.

[0137] A Figura 16 mostra um exemplo de um dispositivo de transporte 40 que se move dentro de um agrupamento. Nesse exemplo, um dispositivo de transporte central 40 está sendo movido através da ação de rodas dentadas em sua própria face ativa interagindo com pistas nas faces passivas correspondentes 41b. Adicionalmente, ele está sendo empurrado/puxado pela ação de outros dispositivos de

transporte estacionários 40 utilizando os seus próprios rodas dentadas para empurrar/puxar a face passiva 41b do dispositivo de transporte central 40. Nesse sentido, qualquer número de dispositivos de transporte 40 pode ser controlado e realocado dentro do agrupamento.

[0138] A Figura 17 mostra um primeiro exemplo de uma unidade de realocação 41 que compreende ímãs e/ou eletroímãs. Esse princípio é baseado em interações entre eletroímãs e/ou ímãs permanentes. Ao controlar ativamente a corrente em eletroímãs ou mover os ímãs permanentes, três movimentos tridimensionais do dispositivo de transporte 40, bem como levitação, podem ser alcançados. Vantajosamente, a combinação de ímãs permanentes com eletroímãs leva a várias vantagens. Por exemplo, evita-se a interação do ímã permanente para o ímã permanente entre os dispositivos de transporte, porque a força experimentada é difícil de superar, em vez disso, um ímã permanente interage com um eletroímã. Além disso, um eletroímã que interage com um eletroímã pode não gerar força suficiente para levantar um dispositivo de transporte 40. Portanto, verificou-se que eletroímãs que interagem com ímãs permanentes são preferidos para gerar força de propulsão para mover um dispositivo de transporte 40 em qualquer direção. Nesse sentido, a comutação controlada do estado do eletroímã dá origem ao movimento controlável de um dispositivo de transporte 40. Os lados de cada dispositivo de transporte 40 controlam o movimento vertical e horizontal de cada dispositivo de transporte 40 por meio de interação com os lados de outros dispositivos de transporte 40 ao lado de um lado do dispositivo de transporte 40 a ser movido.

[0139] Na Figura 17, nenhum eletroímã ou ímã permanente é colocado na parte superior ou inferior do dispositivo de transporte 40, somente nas laterais do dispositivo de transporte 40. Duas faces adjacentes do dispositivo de transporte 40 compreendem eletroímãs 61 enquanto as outras duas faces adjacentes do dispositivo de transporte 40 compreendem ímãs permanentes 62. Um dispositivo de transporte vizinho 40 compreendendo uma disposição semelhante de ímãs permanentes e eletroímãs interage com ele para gerar a força de propulsão. Como mostrado na Figura 17, cada um dos ímãs permanentes 62 e os eletroímãs 61 são dispostos em um perfil semelhante a um laço de histerese.

[0140] A Figura 18 mostra um exemplo de um movimento levitado de um dispositivo de transporte 40 em um agrupamento. Na Figura 18, são mostrados os lados dos dispositivos de transporte 40 compreendendo ímãs permanentes 62 dispostos em um laço de histerese. Como pode ser visto nessa figura, um dispositivo de transporte central 40 está sendo movido entre dois dispositivos de transporte vizinhos 40. um lado dos dispositivos de transporte 40 compreende ímãs permanentes 62 e coopera com os eletroímãs correspondentes 61 em um dispositivo de transporte vizinho 40. O outro lado do dispositivo de transporte central 40 compreende eletroímãs 61 que cooperam com os ímãs permanentes correspondentes 62 em um dispositivo de transporte vizinho 40. Nesse sentido, os dispositivos de transporte 40 se separam com os lados do ímã permanente dos dispositivos de transporte 40 interagindo com os lados do eletroímã correspondentes de

dispositivo de transporte vizinho 40.

[0141] A Figura 19 mostra um segundo exemplo de um dispositivo de transporte 40 que compreende uma unidade de realocação 41 que compreende um ímã permanente/eletroímã. Nesse exemplo, nenhum ímã está localizado na parte superior ou inferior do dispositivo de transporte 40. No segundo exemplo, cada face do dispositivo de transporte 40 compreende recursos que são idênticos às outras faces do dispositivo de transporte 40. Isso é diferente do primeiro exemplo descrito acima, no qual as faces não eram idênticas, em particular com uma face que compreende ímãs permanentes enquanto outra face compreenderia eletroímãs. Nesse segundo exemplo, todas as quatro faces são idênticas com simetria rotacional. Cada face do dispositivo de transporte 40 compreende eletroímãs 61 e ímãs permanentes 62 dispostos em um padrão alternado em cada face do dispositivo de transporte 40. Em particular, cada face é substancialmente preenchida com tiras. Uma primeira tira compreende somente eletroímãs enquanto uma segunda tira disposta adjacente à primeira tira compreende ímãs permanentes 62 e eletroímãs 61. A segunda pista é então organizada ao lado de outra primeira pista e, assim, o padrão continua. Como mostrado na Figura 19, cada face compreende cinco das primeiras tiras com segundas tiras impressadas entre as primeiras tiras e, assim, cada face compreende quatro segundas tiras. No entanto, isso é fornecido somente a título de exemplo e estão previstos vários padrões diferentes. Os lados de cada dispositivo de transporte 40 controlam o movimento vertical e horizontal do dispositivo de transporte 40.

[0142] Vantajosamente, cada face do dispositivo de transporte 40 é responsável por impulsionar e levantar cada dispositivo de transporte 40.

[0143] A Figura 20 mostra um exemplo de um dispositivo de transporte central 40 sendo movido entre dois dispositivos de transporte vizinhos 40. Como resultado da disposição particular de ímãs descrita anteriormente, vantajosamente, o dispositivo de transporte 40 sendo movido não requer energia para ser movido. Em vez disso, somente os dispositivos de transporte vizinhos 40 que movem o dispositivo de transporte central 40 requerem energia para impulsionar o dispositivo de transporte central 40.

[0144] Uma otimização que pode ser feita ao dispositivo de transporte 40 mostrado no segundo exemplo seria remover/omitir ímãs permanentes 62 e eletroímãs 61 de uma porção central de cada face do dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, seria experimentada menos resistência ao mover um dispositivo de transporte 40.

[0145] As Figuras 21 e 22 mostram um terceiro exemplo de uma unidade de realocação 41 que compreende ímãs. Em particular, semelhante ao segundo exemplo de um mecanismo magnético descrito anteriormente, todas as quatro faces do dispositivo de transporte 40 são dispostas de forma idêntica com tiras compreendendo ímãs permanentes 62 e eletroímãs 61. Semelhante ao segundo exemplo, tiras de eletroímãs 61 são ensanduichadas (em cada face) por tiras de ímãs permanentes 62. Como mostrado, a título de exemplo, na Figura 21, cada face compreende cinco tiras de eletroímãs 61. Entre as tiras de eletroímãs 61 estão localizadas tiras de ímãs permanentes 61, em particular

quatro tiras em cada face. No entanto, ao contrário do segundo exemplo, uma borda superior do dispositivo de transporte 40 compreende ímãs 63. Os ímãs 63 podem compreender ímãs permanentes e/ou eletroímãs. Além disso, uma superfície inferior do dispositivo de transporte 40 compreende ímãs 63. Nesse sentido, os lados do dispositivo de transporte 40 são responsáveis pelo movimento vertical na direção Z, enquanto a parte inferior e superior de cada dispositivo de transporte 40 são responsáveis pela levitação e movimentos laterais na direção X e/ou na direção Y. Vantajosamente, essa disposição resulta em um dispositivo de transporte 40 que não precisa ser alimentado para ser movido. Em vez disso, somente os dispositivos de transporte vizinhos 40 que atuam no dispositivo de transporte 40 a serem movidos requerem energia.

[0146] Nesse exemplo, alguns elementos da primeira modalidade podem ser incorporados com a segunda modalidade descrita no presente documento. Em particular, para os dispositivos de transporte 40 na parte inferior de uma ação de agrupamento da parte inferior do dispositivo de transporte 40 com um piso que compreende ímãs podem ser úteis no fornecimento de levitação do dispositivo de transporte 40.

[0147] Uma otimização que pode ser feita ao dispositivo de transporte 40 mostrado no terceiro exemplo seria remover/omitir ímãs permanentes 62 e eletroímãs 61 de uma porção central de cada face do dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, seria experimentada menos resistência ao mover um dispositivo de transporte 40.

[0148] Além dos exemplos de realocação de unidades 41

descritos acima, outros exemplos estão previstos. Por exemplo, aqueles exemplos relacionados à primeira modalidade mostrada nas Figuras 7a, 7b, 8a, 8b, 9a e 9b podem igualmente ser aplicados à segunda modalidade da presente modalidade descrita no presente documento. Por exemplo, em relação às Figuras 7a e 7b, o dispositivo de transporte 40 da segunda modalidade pode compreender omni-rodas 11 que podem ser acionadas para mover os dispositivos de transporte 40 dentro do agrupamento sem depender dos recursos do piso/parede/superfície ativos utilizados na primeira modalidade. Em vez disso, as omni-rodas podem operar nas partes superior, inferior ou lateral dos dispositivos de transporte vizinhos 40 dentro do agrupamento. Nesse sentido, os dispositivos de transporte 40 podem se mover em pelo menos duas dimensões sem exigir a direção/elevação das rodas.

[0149] Além disso, os exemplos mostrados nas Figuras 8a, 8b, 9a e 9b também podem ser empregados com a unidade de realocação 41 do dispositivo de transporte 40 da segunda modalidade. Nesse exemplo, a pista formada por pelo menos um dos vários componentes magnéticos e estáticos 211, 212, 213, 214, 215 pode estar compreendida na unidade de realocação 41 do dispositivo de transporte 40 da segunda modalidade em vez de em uma superfície como na primeira modalidade. Mais especificamente, com referência às Figuras 8a e 8b, a pista 211 e os ímãs 212 podem ser instalados na borda superior de um dispositivo de transporte 40, de modo que um dispositivo de transporte vizinho 40 compreenda os ímãs permanentes 11. Nesse sentido, os ímãs permanentes 11 são confinados dentro de uma pista física 11, permitindo a

levitação do dispositivo de transporte 40. Desse modo, o dispositivo de transporte 40 pode se mover em pelo menos duas dimensões sem requerer o levantamento físico do dispositivo de transporte 40. Além disso, anexando-se a trilha 211 à parte superior do dispositivo de transporte vizinho 40, então o movimento do dispositivo de transporte 40 pode ser realizado sem o uso de uma armação externa para suportar os dispositivos de transporte 40.

[0150] Da mesma forma, a pista formada pelos ímãs 213, 214 e 215 mostrados nas Figuras 9a e 9b pode igualmente estar compreendida na borda superior de um dispositivo de transporte 40 da segunda modalidade. Nesse sentido, cada ímã permanente 215 é cercado por quatro eletroímãs que atuam para levantar o dispositivo de transporte 40, com o controle da levitação e o movimento suave de cada dispositivo de transporte 40 sendo controlados pela variação da corrente em cada eletroímã 213 e 215. Nesse sentido, um dispositivo de transporte 40 pode cooperar com dispositivos de transporte vizinhos 40 por meio de interação entre o ímã permanente na parte inferior do dispositivo de transporte 11 e a parte superior do dispositivo de transporte vizinho 40 que compreende ímãs 213, 214, 215.

[0151] As Figuras 23a, 23b, 24a, 24b, 25a, 25b, 26a, 26b mostram um exemplo de um dispositivo de transporte 40 que compreende uma unidade de realocação 40 que compreende um mecanismo magneto-mecânico para alcançar a realocação de um dispositivo de transporte 40 dentro de um agrupamento de acordo com um primeiro exemplo. Em particular, cada dispositivo de transporte 40 compreende pelo menos uma roda

magnética que interage com ímãs permanentes dispostos em uma estrutura semelhante a pista (em outras palavras, ímãs permanentes dispostos linearmente) em um dispositivo de transporte vizinho 40.

[0152] A Figura 23a mostra detalhes de uma roda magnética de exemplo 71 disposta para ser acionada por um motor. A roda compreende um eixo e um disco circular. Além disso, a roda magnética 71 compreende ímãs permanentes 72 dispostos em uma periferia da roda magnética 71. É previsto que os ímãs permanentes 72 possam ser substituídos com eletroímãs. Em um exemplo preferido, os ímãs permanentes 72 são dispostos em um padrão de polaridades alternadas com uma polaridade alternada correspondente na estrutura semelhante a pista. No entanto, sem tal padrão, um design eficaz ainda pode ser realizado.

[0153] A Figura 23b mostra uma disposição de exemplo das rodas magnéticas 71 em uma face ativa 41a do dispositivo de transporte 40. Nesse exemplo, quatro rodas magnéticas 71 estão dispostas em padrão na face ativa 41a. Como será apreciado, outros padrões são possíveis.

[0154] A Figura 24a mostra uma disposição de exemplo de ímãs permanentes 73 em uma face passiva 41b de um dispositivo de transporte 40. É previsto que os ímãs permanentes 73 podem ser substituídos com eletroímãs. Nesse exemplo, os ímãs permanentes 73 são dispostos de maneira linear, em forma semelhante a pista, para fornecer uma disposição para a qual os ímãs permanentes 71 são atraídos para mover o dispositivo de transporte 40 de maneira linear. É previsto que os ímãs permanentes 73 estejam dispostos dentro do dispositivo de transporte 73, atrás da

face passiva 41b. Nesse sentido, as faces externas do dispositivo de transporte, tanto as faces ativas quanto as passivas, são suaves. Embora os ímãs permanentes 73 tenham sido mostrados correndo em uma direção, é previsto que cada face passiva 41b pode compreender mais de uma pista de ímãs permanentes 73 dispostos em direções diferentes, de modo que o dispositivo de transporte 40 pode se mover em mais de uma direção.

[0155] É previsto que cada dispositivo de transporte 40 compreende duas faces ativas 41a dispostas nos lados perpendiculares adjacentes do dispositivo de transporte 40 e duas faces passivas 41b dispostas nos lados perpendiculares adjacentes do dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, em uma direção X uma face é ativa enquanto a segunda face é passiva. Da mesma forma, em uma direção Y uma face é ativa enquanto a segunda face é passiva.

[0156] A Figura 24b mostra a face ativa 41a de um outro ângulo de visão mostrando que as rodas magnéticas 71 são dispostas no interior do dispositivo de transporte 40 isto é, atrás da face ativa 41a. Nesse sentido, o campo magnético é transferido através da face ativa 41a para interagir com a face passiva 41b de um dispositivo de transporte vizinho 40. Nesse sentido, os ímãs 72 na roda magnética 71 interagem com os ímãs 73 dispostos linearmente na face passiva do dispositivo de transporte vizinho para causar movimento do dispositivo de transporte 40. As rodas magnéticas 71 podem ser movidas por meio de um motor. Ao dispor as rodas magnéticas 71 dentro do dispositivo de transporte 40, a superfície externa do dispositivo de transporte 40 é lisa, o que pode ser mecanicamente

vantajoso. Além disso, cada dispositivo de transporte 40 é autocontido, sem hardware que se projete para fora do dispositivo de transporte 40. Adicionalmente, as atrações de ímã para ímã são suficientemente fortes para elevar um dispositivo de transporte 40. Ao causar rotação da roda magnética 71, por meio de um motor, pode ser alcançado um movimento lateral e vertical do dispositivo de transporte 40.

[0157] Em particular, como mostrado nas Figuras 25a e 25b, o movimento de um dispositivo de transporte 40 é representado. A vista mostrada é uma vista de dentro de um dispositivo de transporte 40, visualizando a face passiva 41b e além da face ativa 41a de um dispositivo de transporte vizinho 40, juntamente com as rodas magnéticas 71 do dispositivo de transporte vizinho 40. Na Figura 25a, mostra-se que as rodas magnéticas 71 rotacionam no interior do dispositivo de transporte vizinho 40. Nesse sentido, a interação entre os ímãs permanentes 72 da roda magnética 71 e os ímãs permanentes 73 resulta no movimento do dispositivo de transporte 40. Como mostrado, para conseguir o movimento do dispositivo de transporte 40, duas das rodas magnéticas 71 rotacionam no sentido anti-horário, enquanto duas outras rodas magnéticas rotacionam no sentido horário. Conseqüentemente, a face passiva 41b com a estrutura semelhante a pista de ímãs permanentes se move tangencialmente para a rotação das rodas magnéticas 72 em uma direção para cima, realocando assim o dispositivo de transporte 40 para cima. Como será apreciado, a vista mostrada na Figura 25a é a vista de somente um lado do dispositivo de transporte 40. Não são mostradas ações

executadas por uma face do dispositivo de transporte 40 que está paralela à face mostrada na Figura 25a que pode compreender uma face ativa 41a. Nesse exemplo, as rodas magnéticas 40, a face ativa 41a do dispositivo de transporte 40 que está sendo realocado, podem se mover de maneira semelhante às rodas magnéticas 71 do dispositivo de transporte vizinho 40, desse modo, suportando o dispositivo de transporte 40 de duas faces por meio de interação entre uma face passiva 41b e uma face ativa 41a. Nesse sentido, pelo uso da operação simétrica da interação da face ativa 41a com a face passiva 41b através das faces do dispositivo de transporte 40, então a realocação do dispositivo de transporte 40 pode ser alcançada. Além disso, com a disposição da estrutura semelhante a pista de ímãs permanentes sendo disposta em direções X, Y ou Z particulares, então a realocação do dispositivo de transporte 40 em três dimensões é alcançada.

[0158] A Figura 25b mostra o resultado da operação mostrada na Figura 25a. Em particular, o dispositivo de transporte 40 que compreende a face passiva 41b foi movido para cima em relação ao dispositivo de transporte 40 que compreende a face ativa 41a. Como será apreciado, a direção para cima é somente a título de exemplo, dispondo-se a estrutura semelhante a pista de ímãs permanentes em uma direção diferente, então o movimento das rodas magnéticas 71 causaria a realocação do dispositivo de transporte 40 em uma direção diferente.

[0159] As Figuras 26a e 26b são ângulos de visão em perspectiva de um dispositivo de transporte vizinho 40 compreendendo uma face ativa 41a juntamente com detalhes de

uma face passiva 41b de um dispositivo de transporte 40 sendo realocado por meio de ação do dispositivo de transporte vizinho 40. Como foi anteriormente descrito com referência às Figuras 25a e 25b, cada dispositivo de transporte 40 pode compreender uma face ativa 41a e uma face passiva 41b. Na Figura 26a, as rodas magnéticas 71 do dispositivo de transporte vizinho 40 são feitas para virar de maneira a fazer com que a estrutura semelhante a pista de ímãs permanentes no dispositivo de transporte 40 se mova para cima. A interação entre os ímãs permanentes 72 que se movem montados nas rodas magnéticas 71 com os ímãs permanentes 73 da estrutura semelhante a pista provoca o movimento para cima do dispositivo de transporte 40. Na Figura 26b, a posição da face passiva 41b indica a posição do dispositivo de transporte 40 após a operação iniciada na Figura 26a ter sido concluída. Como mostrado, o dispositivo de transporte 40 foi movido para cima pela interação com as rodas magnéticas 71 no dispositivo de transporte vizinho 40.

[0160] A Figura 27 mostra uma vista de topo de um dispositivo de transporte 40 que compreende uma unidade de realocação 41, em que a unidade de realocação 41 compreende um mecanismo magneto-mecânico de acordo com um segundo exemplo. Em particular, a unidade de realocação 41 compreende pelo menos uma roda magnética 81. A roda magnética 81 compreende uma pluralidade de ímãs permanentes 82 dispostos em torno da periferia da mesma. É previsto que outros ímãs podem ser usados para esse propósito, por exemplo, eletroímãs. Nesse exemplo em particular, a ação dos ímãs permanentes 82 é perpendicular ao eixo da roda

magnética 81. Em particular, os polos dos ímãs permanentes 82 são dispostos perpendicularmente à roda magnética 81. Vantajosamente, isso economiza espaço. O eixo da roda magnética 81 é disposto para ser acionado por um motor. Semelhante ao dispositivo de transporte 40 descrito acima utilizando um primeiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico com referência às Figuras 23a e 23b, por meio da ação das rodas magnéticas 81, através de uma face ativa 41a para interagir com ímãs dispostos em/sobre uma face passiva 41b de um dispositivo de transporte vizinho 40.

[0161] A Figura 28a mostra uma vista frontal de um dispositivo de transporte 40 com mais detalhes da face passiva 41b do dispositivo de transporte 40. Em outras palavras, é mostrada uma vista de uma face passiva 41b do dispositivo de transporte 40. A face passiva 41b compreende ímãs permanentes singulares 83 e ímãs permanentes alongados 84. É previsto que eletroímãs possam ser usados em vez de ímãs permanentes. A disposição particular de um ímã permanente singular 83 em torno da face passiva 41b fornece uma estrutura semelhante a pista contra a qual os ímãs permanentes 82 montados na roda magnética 81 são capazes de interagir. Além disso, a adição de ímãs permanentes alongados 83 pode ser usada como uma estrutura de suporte para atrair dispositivos de transporte vizinhos 40 juntos para formar assim uma força de retenção entre os dispositivos de transporte 40.

[0162] A Figura 28b mostra uma vista traseira de um dispositivo de transporte 40 com mais detalhes da face ativa 41a do dispositivo de transporte 40. Em outras palavras, é mostrada uma vista de uma face ativa 41a do

dispositivo de transporte 40. Como descrito anteriormente, a face ativa 41a compreende uma roda magnética 81 e ímãs permanentes 82 montados nela. É previsto que as rodas magnéticas 81 podem ser dispostas atrás de uma superfície externa do dispositivo de transporte 40, de modo que o campo magnético passe através da superfície externa do dispositivo de transporte 40, permitindo ação magnética em um dispositivo de transporte vizinho 40, garantindo, ao mesmo tempo, que uma superfície externa do dispositivo de transporte seja suave. O mesmo pode ser aplicado à face passiva 41b do dispositivo de transporte 40.

[0163] A Figura 28b mostra um exemplo de um esquema de rodas magnéticas 81 dispostas em uma face ativa 41a de um dispositivo de transporte 40. Em particular, duas rodas magnéticas 81 são dispostas para rotacionar em uma orientação vertical enquanto uma roda é disposta para rotacionar em uma direção horizontal. Nesse sentido, por meio de cooperação com outros dispositivos de transporte 40 em um agrupamento, o dispositivo de transporte 40 pode se mover em uma primeira direção e/ou uma segunda direção. Mecanismos correspondentes em duas faces adjacentes do dispositivo de transporte 40 permitem, assim, que o dispositivo de transporte 40 se mova em qualquer uma das três direções. Em particular, por meio de cada roda magnética 82 rotacionando em torno de sua interação de eixo entre os ímãs permanentes 82 na roda magnética 81 e os ímãs permanentes 83 e 84 em um dispositivo de transporte vizinho 40 permitem a realocação do dispositivo de transporte 40. É previsto que outros esquemas das rodas magnéticas 81 no dispositivo de transporte 40 são igualmente aplicáveis para

a realocação de um dispositivo de transporte 40 dentro de um agrupamento.

[0164] As Figuras 29 a 37 mostram um terceiro exemplo de uma unidade de realocação 41 de um dispositivo de transporte 40 que compreende um mecanismo magneto-mecânico. Esse exemplo difere do primeiro e do segundo exemplo em que cada face lateral do dispositivo de transporte 40 compreende uma secção ativa e uma secção passiva, portanto, nenhuma face lateral é totalmente passiva ou ativa, ao contrário dos exemplos anteriores.

[0165] A Figura 29 mostra um exemplo de uma roda magnética 91 para uso com o terceiro exemplo. A roda magnética compreende ímãs permanentes 92 dispostos em torno de uma periferia da mesma. É previsto que os ímãs permanentes 92 ou roda magnética 91 e ímãs permanentes 92 possam ser substituídos com eletroímãs. A roda magnética 91 é disposta para ser rotacionada por meio de um motor em que a roda magnética 91 é disposta para encaixar em um eixo do motor, de modo a ser conectada direta ou indiretamente a um motor. Como mostrado na Figura 29, a circunferência das rodas magnéticas 91 incorporou nela os ímãs permanentes 92. Verificou-se que o uso de ímãs de formato cônico aumenta vantajosamente a força do campo na circunferência da roda magnética 91. No entanto, outras disposições e/ou formas de ímãs permanentes 92 são previstas, por exemplo, o uso de vários ímãs para criar maiores forças combinadas, como combinar um ímã cilíndrico com um ímã em forma de cubo, pode aproximar-se da força de um ímã cônico. Na roda magnética 91, vantajosamente, os polos magnéticos dos ímãs permanentes 92 são dispostos para alternar em torno da

circunferência da roda magnética 91. Por exemplo, o ímã permanente particular 92a pode ser disposto com um polo norte do ímã voltado para fora do centro da roda magnética 91. Conseqüentemente, o ímã permanente 92b pode ser instalado com um polo sul do ímã voltado para fora a partir do centro da roda magnética 91. Portanto, o ímã permanente 92c pode ser instalado com um polo norte voltado para fora enquanto o ímã permanente 92d com um polo sul voltado para fora. Nesse sentido, os polos magnéticos alternam em torno da circunferência da roda magnética 91. Portanto, vantajosamente, a circunferência da roda magnética 91 compreende um número par de ímãs permanentes 91.

[0166] Opcionalmente, a roda magnética 91 pode ser suspensa no dispositivo de transporte 40 por meio de uma mola ou similares. Nesse sentido, uma posição de repouso da roda magnética 91 pode estar dentro do dispositivo de transporte 40 e a roda magnética 91 atinge sua posição engatada, fora do dispositivo de transporte, com o uso de um ímã de um dispositivo de transporte vizinho 40 para atrair a roda, contra o força de mola, para uma posição fora do dispositivo de transporte 40.

[0167] As Figuras 30a e 30b mostram exemplos de faces do dispositivo de transporte 40. Por uma questão de simplicidade, a face mostrada na Figura 30a pode ser chamada de face A, enquanto a face na Figura 30b pode ser denominada como uma face B. Nesse exemplo de um dispositivo de transporte que compreende quatro faces, o dispositivo de transporte 40 é disposto para compreender duas faces A e duas faces B. As duas faces A são dispostas perpendiculares entre si e as duas faces B são dispostas perpendiculares

entre si. Portanto, nos dois cantos do dispositivo de transporte 40, o tipo de face muda de uma face A para uma face B.

[0168] A Figura 30a mostra um exemplo de uma face A. Nesse exemplo, a face A é mostrada estendendo-se nas direções X e Z, embora, como será apreciado, a face A possa se estender em qualquer direção. A face A compreende pelo menos uma roda magnética 91, nesse exemplo, a face A compreende duas rodas magnéticas 91 dispostas ao longo de uma direção X em lados opostos da face A. A face A também compreende uma primeira pista ímã 93 que compreende ímãs permanentes individuais. Como será apreciado, pode haver uma ou mais pistas magnéticas 93 na face A. Os ímãs permanentes individuais nesse exemplo são dispostos linearmente ao longo de uma direção X. No entanto, é previsto que os ímãs permanentes podem ser formados por eletroímãs e podem se estender em qualquer direção. As rodas magnéticas 91 são dispostas montadas em um motor que é disposto dentro do dispositivo de transporte 40. As rodas magnéticas 91 são dispostas para se estenderem através de aberturas no dispositivo de transporte 40. Além disso, a montagem das rodas magnéticas 91 é tal que uma face da roda magnética coplanar com a face A tem uma distância da face A igual às faces permanentes da primeira pista magnética 93. Em outras palavras, a primeira pista magnética 93 compreende dois locais em que nenhum ímã está instalado e se correspondem a aberturas na face A através das quais a roda magnética 91 pode se projetar. No entanto, quando a roda magnética 91 é instalada, esses locais ausentes na primeira pista magnética 93 são preenchidos pelos ímãs da

roda magnética 91 com um espaço mínimo entre a primeira pista magnética 93 e a roda magnética 91. Além disso, a roda magnética 91 é instalada de modo que a superfície da primeira pista magnética 93 e a circunferência da roda magnética 91 estejam alinhadas formando assim uma superfície contínua e relativamente plana de ímãs. Adicionalmente, a roda magnética é instalada de modo a rotacionar em uma direção perpendicular à direção da pista magnética 93.

[0169] A primeira pista magnética 93 é formada por ímãs permanentes cujos polos magnéticos alternam de um ímã para o próximo. Por exemplo, uma seção da primeira pista magnética 93 compreendendo seis ímãs permanentes instalados na face A é identificada como 93a-d e 93e-f. A esse respeito, os ímãs permanentes da roda magnética 91 não são considerados parte da primeira pista magnética 93, mesmo quando instalada a combinação da roda magnética 91 e da primeira pista magnética 93 forma uma extensão de ímãs permanentes ao longo da pista A. No entanto, para esse exemplo, será desenhada uma diferenciação entre os ímãs permanentemente fixados na face A e os que rotacionam como parte da roda magnética.

[0170] A esse respeito, o primeiro ímã 93a na direção X pode ser instalado para ser um polo norte, o segundo ímã 93b para ser um polo sul, o terceiro ímã 93c para ser um polo norte, o quarto ímã 93d para ser um polo sul. Portanto, os polos magnéticos se alternam na face A. O próximo local é a lacuna na primeira pista magnética 93 para a instalação da roda magnética 91, é assumido como se um ímã instalado naquele local fosse de um polo magnético

alternativo. Portanto, o próximo local, o quinto ímã 93e instalado no lado oposto do espaço, tem o mesmo polo do quarto ímã 93d, a saber, um polo sul. O sexto ímã 93f é, portanto, um polo norte e assim por diante na face A.

[0171] Nesse sentido, a primeira pista magnética 93 forma uma pista de polos magnéticos alternados através da face A. Em pelo menos um local na face A é formada uma lacuna na primeira pista magnética 93 que permite que um polo magnético variável (da roda magnética 91) seja rotacionado para a posição na roda magnética para continuar o padrão alternado de polos na primeira pista magnética 93 ou para instalar um polo de ímã idêntico aos dois ímãs de cada lado da roda magnética 91. Por exemplo, se o quarto ímã 93d e o quinto ímã 93e estiverem instalados para ser um polo sul, a roda magnética 91 pode rotacionar para localizar um ímã do polo norte no espaço, continuando assim a pista magnética alternada. Alternativamente, a roda magnética 91 pode ser rotacionada para localizar um polo sul quebrando o padrão alternado, resultando em três polos sul próximos um do outro.

[0172] A Figura 30b mostra um exemplo de uma face B. A face B é semelhante à face A em que compreende pelo menos uma roda magnética 91 e pelo menos uma pista magnética. No entanto, nesse exemplo específico, a face B difere por compreender um total de quatro rodas magnéticas 91 e duas pistas magnéticas 94 e 95. Mais especificamente, cada pista magnética 94 é usada em conjunto com duas rodas magnéticas 91, em que cada uma das duas rodas magnéticas 91 é instalada para rotacionar em uma direção perpendicular à direção da pista magnética 94. Além disso, ao comparar a

face A com a face B, as pistas magnéticas 94 e 95 da face B são instaladas em uma direção perpendicular à direção da pista magnética 93 da face A. Mais especificamente, a pista magnética 93 é instalada em uma direção X enquanto as pistas magnéticas 94 e 95 são instaladas em uma direção Y. Em outros aspectos, as rodas magnéticas 91 e as pistas magnéticas 94 e 95 são instaladas de maneira semelhante à face A. Em particular, cada uma das pistas magnéticas 94 e 95 compreende ímãs permanentes (embora eletroímãs possam ser substituídos ou usados em adição) dispostos com polos alternados ao longo do comprimento de cada pista magnética 94 e 95. Além disso, as pistas magnéticas 94 e 95 sobre a face B possui polos opostos, embora outras disposições possam ser alternativa ou adicionalmente empregadas. Por exemplo, se no primeiro ímã de uma primeira pista magnética 94 estiver um polo norte, o primeiro ímã da segunda pista magnética 95 é um polo sul. As lacunas em cada pista magnética 94 e 95 são tratadas da mesma maneira que para a face A, em que o polo magnético dos ímãs permanentes em ambos os lados da lacuna são os mesmos, continuando assim o padrão de polo magnético alternado através da face B. Como resultado disso, pode ser importante instalar cuidadosamente cada roda magnética 91 para garantir que as rodas magnéticas 91 relacionadas a cada pista magnética 94 estejam na posição correta. Por exemplo, para a primeira pista magnética 94 quando uma primeira roda magnética 91 (ou seja, a roda magnética inferior 91) para essa pista é instalada com inicialmente um ímã do polo norte voltado para fora do dispositivo de transporte 40, em seguida, a segunda roda magnética correspondente 91 (ou seja, a roda

magnética superior 91) também deve ser instalada na mesma orientação com um ímã do polo norte voltado para o exterior, embora outras disposições possam ser empregadas alternativa ou adicionalmente.

[0173] Embora a face A e a face B descritas anteriormente sejam construídas com as pistas magnéticas 93, 94 e 95 na parte externa do dispositivo de transporte 40, juntamente com as rodas magnéticas 91 localizadas em intervalos na face A e na face B, de modo que para coincidir com o nível de cada uma das pistas magnéticas, será apreciado que as pistas magnéticas e as rodas magnéticas 91 podem ser instaladas atrás (ou niveladas com) da superfície externa da face A e da face B, em outras palavras, montadas no interior do dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, a superfície exterior do dispositivo de transporte 40 é lisa, o que pode ser mecanicamente vantajoso.

[0174] As Figuras 31a, 31b, 32a e 32b mostram vistas em torno de cada um dos cantos do dispositivo de transporte 40, mostrando a disposição das faces A e B em um dispositivo de transporte de quatro lados 40. Essas figuras são fornecidas a título de exemplo e outras disposições dos dispositivos de transporte 40 são previstas. Por exemplo, dispositivos de transporte 40 com mais ou menos lados. Preferivelmente, os dispositivos de transporte 40 enxadrezam para maximizar o armazenamento do agrupamento e também para garantir que cada lado do dispositivo de transporte 40 esteja engatado e disposto para interagir com o lado de um dispositivo de transporte vizinho 40.

[0175] A Figura 31a mostra um primeiro canto do

dispositivo de transporte 40 no qual uma face B se liga perpendicularmente a uma face A. Como pode ser visto, as pistas magnéticas 94 e 95, e as rodas magnéticas 91 da face B são dispostas perpendicularmente à pista magnética 93 e às rodas magnéticas 91 da face A.

[0176] A disposição particular das faces A e faces B em torno do dispositivo de transporte 40 garante que, quando os dispositivos de transporte 40 estiverem dispostos em um agrupamento, as faces A de um dispositivo de transporte 40 interajam com a face B dos dispositivos de transporte vizinhos 40 em ambas uma direção X e em uma direção Y. Além disso, as faces B de um dispositivo de transporte 40 interagem com as faces A de dispositivos de transporte vizinhos 40 em uma direção X e em uma direção Y. Tais interações garantem que cada dispositivo de transporte 40 pode ser deslocado em uma direção X, Y e/ou Z por meio de movimento coordenado de rodas magnéticas 91 sobre o dispositivo de transporte 40 a ser deslocado em conjunto com pelo menos uma roda magnética 91 em pelo menos um dispositivo de transporte vizinho 40, nesse sentido, o requisito de energia e hardware em cada dispositivo de transporte é reduzido.

[0177] Mais geralmente, a disposição particular de uma face A e uma face B fornece um movimento em uma direção Z e um movimento em uma direção X ou direção Y. Portanto, a combinação de duas faces fornece a capacidade de movimento em pelo menos duas dimensões.

[0178] A Figura 31a mostra também um motor 96 disposto para rotacionar uma roda magnética 91. O motor pode ser qualquer motor, como um motor de corrente direta ou um

motor de corrente alternada. Em algumas situações, pode ser preferível usar um motor de passo para permitir a volta precisa do motor para garantir o polo do ímã correto exposto na lateral do dispositivo de transporte 40. Alternativamente, outros tipos de motores podem ser usados, tais como motores de Corrente Contínua Sem Escovas. Sensores apropriados, como sensores de efeito Hall, podem ser empregados em um local próximo à roda magnética 91 para detectar adequadamente o estado de rotação atual da roda magnética 91. Como será apreciado, outras unidades de sensor podem ser empregadas para detectar o estado de rotação, incluindo, usando medições Back EMF ou outras medidas de corrente e/ou tensão do motor para determinar o estado de rotação da roda magnética 91 e/ou a posição relativa de outras faces. Sensores ópticos são também previstos. Cada conjunto de rodas magnéticas 91 é mostrado acionado por um motor individual 96, no entanto, outras alternativas são previstas, tais como o uso de um único motor para conduzir todas as rodas magnéticas 91 e usando um mecanismo de embreagem para transferir energia rotacional às rodas magnéticas apropriadas 91. Além disso, como mostrado nessa figura, duas rodas magnéticas 91 na face B são mostradas acionadas por um único motor 96 em um eixo comum. No entanto, são consideradas alternativas tais como acionar individualmente cada roda magnética 91 na face B. O elemento de reforço 97 é mostrado em cada canto superior do dispositivo de transporte 40. Tais elementos de reforço 97 são opcionalmente empregados para aumentar a rigidez ao dispositivo de transporte 40. Em particular, pelo uso dos elementos de reforço 97, paredes de rigidez

reduzida podem ser usadas para o dispositivo de transporte, permitindo assim o emprego de paredes mais finas. Isso tem a vantagem de reduzir o peso do dispositivo de transporte 40, permitindo o uso de ímãs mais fracos. Além disso, os elementos de reforço 97 podem ser usados como a unidade de engate 43. Em particular, a parte inferior de um dispositivo de transporte 40 pode compreender espigões nos seus cantos dispostos para localizar no elemento de reforço 97 dispostos para operar como uma unidade de engate 43. Isso permite a localização precisa de cada dispositivo de transporte 40 ao formar uma pilha. Além disso, os elementos de reforço 97 podem compreender ainda um meio de transferência de energia, como contatos elétricos dispostos para transferir energia elétrica entre os dispositivos de transporte 40 e/ou entre uma fonte de energia elétrica e um dispositivo de transporte 40. Por exemplo, a parte inferior de um dispositivo de transporte vizinho 40 pode compreender contatos elétricos dispostos para entrar em contato com os contatos elétricos correspondentes compreendidos nos elementos de reforço 97. De maneira que a energia elétrica pode ser transferida para/de um dispositivo de transporte 40. Alternativamente, a transferência/comunicação de energia indutiva pode ser usada.

[0179] A Figura 31b mostra uma vista de um dispositivo de transporte 40 a partir de um segundo canto do mesmo. Em particular, em relação à vista da Figura 31a, a vista do dispositivo de transporte 40 foi rotacionada 90 graus no sentido anti-horário em relação ao centro do dispositivo de transporte 40. Nessa vista, são mostradas as duas faces A do dispositivo de transporte 40, dispostas

perpendicularmente entre si. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 40 compreende uma face A em uma direção X, uma face A em uma direção Y, uma face B em uma direção X e uma face B em uma direção Y. Nesse sentido, por exemplo, a face A na direção X interage com uma face B correspondente em uma direção X em um dispositivo de transporte vizinho 40 enquanto a face B na direção X interage com uma face A correspondente na direção X em outro dispositivo de transporte vizinho 40. Da mesma forma, a direção Y é disposta de maneira semelhante.

[0180] A Figura 32a mostra ainda uma outra vista do dispositivo de transporte 40 de um terceiro canto do mesmo. O terceiro canto é onde uma face A encontra uma face B. A vista da Figura 31b foi rotacionada 90 graus no sentido anti-horário para formar a vista da Figura 32a.

[0181] A Figura 32b mostra a vista de um quarto canto do dispositivo de transporte 40. O quarto canto é onde uma face B é disposta perpendicular a uma outra face B. A vista da Figura 32a foi rotacionada 90 graus no sentido anti-horário para formar a vista da Figura 32b.

[0182] A Figura 33 é uma vista de uma parte superior do dispositivo de transporte 40 olhando para o interior do dispositivo de transporte 40. Como será apreciado, o espaço vazio no dispositivo de transporte 40 constitui o espaço de recebimento de itens 42 disposto para receber um item. Pode ser vantajoso formar uma barreira entre cada um dos motores 96 e o espaço de recebimento de itens 42 para impedir que os itens armazenados interfiram com a operação dos motores 96. Os motores 96, rodas magnéticas 91 e pistas magnéticas 93, 94 e 95 estão compreendidos na unidade de realocação

41. O dispositivo de transporte 40 pode compreender ainda uma unidade de comunicação 44 disposta para receber um sinal para controlar a realocação do dispositivo de transporte 40 e/ou uma unidade de controle disposta para controlar a realocação do dispositivo de transporte 40. Além disso, o dispositivo de transporte 40 pode compreender ainda uma fonte de energia, como uma bateria disposta para armazenar carga pela operação dos motores 96 e quaisquer recursos opcionais (como unidade de comunicação e/ou unidade de controle).

[0183] Embora não seja mostrada uma vista do lado de baixo (também referido como a parte inferior) do dispositivo de transporte 40, nesse exemplo do lado de baixo do dispositivo de transporte 40 é uma superfície lisa sem recursos. No entanto, como foi mencionado anteriormente, uma série de recursos opcionais pode ser fornecida na parte inferior, como uma unidade de engate 43 e/ou um meio de transferência de energia. Além disso, outros mecanismos magnéticos podem ser fornecidos na parte inferior para ajudar na realocação de dispositivos de transporte 40, quando apropriado.

[0184] A Figura 34 mostra uma primeira vista de um agrupamento 5 que compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte 40. Nesse contexto, um agrupamento 5 é uma coleção de pelo menos dois dispositivos de transporte 40. No entanto, o fornecimento de mais de dois dispositivos de transporte 40 fornece vantagens em relação à facilidade de movimento do dispositivo de transporte 40, porque cada dispositivo de transporte 40 experimentará mais suporte dos dispositivos de transporte

vizinhos 40 devido às interações entre as faces dos dispositivos de transporte 40. Como pode ser visto na Figura 34, a vista mostra o canto dos dispositivos de transporte na qual a face A encontra outra face A perpendicularmente. A esse respeito, espera-se que, vantajosamente, para o movimento correto dos dispositivos de transporte 40, todos os dispositivos de transporte 40 estejam dispostos na mesma orientação. Em outras palavras, a orientação de um dispositivo de transporte individual 40 em relação à orientação das faces A e B é a mesma para todos os dispositivos de transporte 40 através do agrupamento 5. Nesse sentido, as faces A dispostas em uma direção X positiva interage com as faces B dispostas em uma direção X negativa para enfrentar as faces A. Além disso, as faces A dispostas em uma direção X positiva interage com as faces B dispostas em uma direção X negativa para enfrentar as faces A. Como será apreciado, para outras configurações de face A e face B, essa disposição pode diferir de modo a fornecer faces de um dispositivo de transporte 40 que cooperam entre si para permitir a realocação de qualquer dispositivo de transporte dentro do agrupamento 5. Além disso, quando um dispositivo de transporte 40 é configurado com diferentes tipos de faces, a disposição da orientação de cada dispositivo de transporte 40 dentro do agrupamento 5 pode variar para fornecer uma pluralidade de dispositivos de transporte 40 que interagem para permitir a realocação de dispositivos de transporte 40 dentro do agrupamento 5.

[0185] A Figura 35 mostra uma segunda vista do agrupamento 5 de um segundo canto do agrupamento 5. Em

relação à primeira vista da Figura 34, a segunda vista é mostrada rotacionando-se a vista 90 graus no sentido anti-horário sobre o centro do agrupamento 5. Embora o agrupamento 5 seja mostrado compreendendo um número específico de dispositivos de transporte (em particular, três dispositivos de transporte 40 na direção X, três dispositivos de transporte 40 na direção Y e dois dispositivos de transporte 40 na direção Z) será apreciado que o agrupamento 5 pode compreender qualquer número de dispositivos de transporte 40 em qualquer direção particular, desde que haja espaço para esse agrupamento 5 em um espaço de trabalho. Na segunda vista, o segundo canto é um local no qual uma primeira face A de um dispositivo de transporte 40 encontra, perpendicularmente, uma segunda face A do dispositivo de transporte 40.

[0186] A Figura 36 mostra uma terceira vista do agrupamento 5 de um terceiro canto do agrupamento 5. Em relação à primeira vista do agrupamento 5, a terceira vista compreende uma rotação de 180 graus em torno do centro do agrupamento 5 em torno de um eixo Z. Nesse local, cada dispositivo de transporte 40 compreende uma face A que encontra uma face B perpendicular ao mesmo.

[0187] A Figura 37 mostra uma quarta vista do agrupamento 5 de um quarto canto do agrupamento 5. Nesse local, uma primeira face B de cada dispositivo de transporte 40 encontra uma segunda face B do dispositivo de transporte 40 disposto perpendicularmente ao mesmo. Em relação à primeira vista, essa vista compreende uma rotação de 270 graus em torno do eixo Z.

[0188] Um sistema de armazenamento pode compreender o

agrupamento 5. Nesse sentido, o agrupamento 5 pode armazenar pelo menos um item. O sistema de armazenamento pode compreender ainda um controlador disposto para determinar um caminho para um dispositivo de transporte a partir de um local de partida dentro/sobre/fora do agrupamento 5 para um local de destino dentro/sobre/fora do agrupamento 5. O controlador pode ser disposto ainda para transmitir um sinal a uma unidade de comunicação para fazer com que um dispositivo de transporte se mova de acordo com o caminho determinado. Nesse sentido, o controlador pode determinar o caminho para um dispositivo de transporte e fazer com que o dispositivo de transporte se mova ao longo do caminho determinado. Adicional ou alternativamente, o sistema de controle pode ser disposto para sinalizar outros dispositivos para auxiliar e/ou realizar o movimento. Adicional ou alternativamente, o sistema de controle pode ser organizado para determinar somente a parte inicial do caminho, revendo e estendendo-o conforme as manobras individuais são executadas ou terminadas. Adicional ou alternativamente, algumas ou todas as funções do controlador podem ser distribuídas entre os próprios dispositivos e/ou outros elementos de processamento de dados e/ou comunicação.

[0189] Como está claro, das Figuras 34 a 37 acima, um agrupamento 5 compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte 40. Cada dispositivo de transporte 40 é disposto para interagir com pelo menos um dispositivo de transporte vizinho 40 em uma direção X e/ou uma direção Y. Nesse exemplo, uma face de um dispositivo de transporte 40 está de frente a outro dispositivo de transporte 40 e interage

com o mesmo. Como foi descrito, cada face interage com uma face correspondente. Por exemplo, um dispositivo de transporte 40 com uma face A em uma direção interage com uma face B de um dispositivo de transporte vizinho 40 oposto à face A. Da mesma forma, um dispositivo de transporte 40 com uma face B em uma direção interage com uma face A de um dispositivo de transporte vizinho 40 oposto à face B. Um exemplo dessa disposição pode ser visto na Figura 37 por um esboço de uma primeira pista magnética 98 em um dispositivo de transporte 40 que interage com um esboço de uma segunda pista magnética 99 em um dispositivo de transporte vizinho 40. Por meio de operação de uma roda magnética 91 a realocação de um dispositivo de transporte 40 pode ser alcançada.

[0190] O descrito acima descreve os lados dos dispositivos de transporte 40 e, portanto, o movimento dos dispositivos de transporte 40 em qualquer direção. Conseqüentemente, nessa configuração, não há necessidade específica de meios na parte superior ou inferior dos dispositivos de transporte 40 para facilitar esse movimento, embora uma unidade de engate 43 e semelhante tenha sido descrita para auxiliar na realocação dos dispositivos de transporte 40. Portanto, os dispositivos de transporte 40 mostrados no agrupamento 5 podem ser simplesmente empilhados um sobre o outro sem nenhuma forma de engate entre eles, exceto, por exemplo, a força da gravidade que mantém um dispositivo de transporte mais alto 40 em cima do dispositivo de transporte 40 abaixo dele (embora esse envolvimento não precise ser por gravidade, mas mecânico, magnético, eletromagnético ou similares).

Nesse sentido, a parte inferior de um dispositivo de transporte 40 simplesmente repousa na borda superior do dispositivo de transporte 40 diretamente abaixo dele. Dispositivos de transporte individuais 40 podem ser movidos dentro da pilha ou entre pilhas e entre locais no agrupamento 5. Alternativamente, pilhas inteiras de dispositivos de transporte 40 podem ser realocadas por ação coordenada de várias rodas magnéticas 91. Embora não seja descrito no presente documento nenhum engate direto entre as partes superior e inferior dos dispositivos de transporte 40, em algumas situações (por exemplo, ambientes de baixa gravidade), o engate pode ser vantajoso e pode ser fornecido por uma unidade de engate 43 ou similares que pode compreender ímãs (como ímãs permanentes e/ou eletroímãs) para engatar de maneira liberável uma superfície de topo do dispositivo de transporte 40 a partir de um dispositivo de transporte 40 por cima e/ou engatam de maneira liberável uma parte inferior da superfície do dispositivo de transporte 40 a partir de um dispositivo de transporte 40 por baixo do mesmo.

[0191] A Figura 38 mostra um exemplo de um dispositivo de transporte modificado 40 do terceiro exemplo descrito acima de uma unidade de realocação compreendendo um mecanismo magnético/eletromagnético. Nessa modificação, a face A é modificada para incluir uma segunda pista magnética 931 disposta verticalmente acima da primeira pista magnética 93. Além disso, a adição da segunda pista magnética 931 inclui rodas magnéticas adicionais 93 para operar na segunda pista magnética 931. Em outros aspectos, a face A do exemplo modificado funciona do mesmo modo que a

face A descrita anteriormente. Ao fornecer uma pista magnética adicional 931 e as rodas magnéticas correspondentes 93, é alcançada uma disposição mais estável que é menos provável que incline ao se mover. Em particular, os dispositivos de transporte 40 do terceiro exemplo, às vezes, ficavam presos no topo dos dispositivos de transporte vizinhos 40 quando o dispositivo de transporte 40 era movido. Ao fornecer a segunda pista magnética 931, isso é evitado. A esse respeito, a face A modificada é semelhante a uma face B, mas rotacionada 90 graus.

[0192] No que diz respeito ao controle de dispositivos de transporte individuais 40 dentro do agrupamento 5, um dispositivo de transporte 40 interage/coopera com pelo menos um outro dispositivo de transporte 40 para realizar a realocação de um ou mais dispositivos de transporte 40 a locais alternativos dentro do agrupamento 5 ou a locais fora do agrupamento 5. Tais estratégias de controle são tratadas no Pedido de Patente UK N° GB1716201.7 de Ocado Innovation Limited depositado em 4 de outubro de 2017 (Ocado Innovation Limited Número de referência 000164GB), o conteúdo de todo esse pedido é incorporado por referência pelo presente documento. Nesse documento de referência cruzada, um dispositivo de transporte 40 é referido como um navio de transporte e está previsto que esses termos possam ser usados de forma intercambiável.

[0193] Além disso, os recursos descritos anteriormente do controlador descrito na primeira e segunda modalidades podem ser igualmente empregados com relação ao controle dos dispositivos de transporte 40 nesse exemplo.

[0194] Uma breve descrição será fornecida nesse documento com relação à realocação de dispositivos de transporte 40 de acordo com o terceiro exemplo de uma unidade de realocação 41 compreendendo um mecanismo magneto-mecânico, como mostrado nas Figuras 29 a 37. O seguinte também se aplica ao terceiro exemplo modificado mostrado na Figura 38 com controle adicional para explicar a adição de rodas magnéticas 91 na face A mostrada na Figura 38.

[0195] Para entender os movimentos utilizados para mover um dispositivo de transporte 40, o movimento de um dispositivo de transporte será dividido em movimento em cada uma das direções X, Y ou Z. As Figuras 39 e 40 serão usadas nesse sentido para explicar exemplos de movimentos da roda magnética 91 para realizar os movimentos em cada direção.

[0196] Em particular, e como mostrado na Figura 39, para realizar o movimento de um dispositivo de transporte 40 em uma direção X requer a ativação de rodas magnéticas 91 em uma face B do dispositivo de transporte 40, porque as rodas magnéticas 91 nas faces B do dispositivo de transporte 40 são dispostos horizontalmente, isso é, em uma direção X. A Figura 39 mostra a rotação das rodas magnéticas 91 para realizar um movimento de direção X positivo. Por exemplo, a Figura 32a mostra no lado direito uma face B com rodas magnéticas 91 que são rotacionadas para mover o dispositivo de transporte 40 em uma direção X. Na Figura 39 essa face B é rotulada como B1.

[0197] No entanto, as rodas magnéticas 91 na face B mostrada no lado esquerdo da Figura 31a não são ativadas,

porque as rodas magnéticas 91 mostradas na nessa Figura são dispostas de modo a mover o dispositivo de transporte 40 em uma direção Y, que é mostrada na Figura 39 como a face B rotulada como B2.

[0198] As rodas magnéticas 91 nas faces A do dispositivo de transporte 40 não são ativadas para realizar um movimento na direção X.

[0199] Ao rotacionar as rodas magnéticas 91 na face B B1 em um sentido anti-horário, em seguida, o movimento do dispositivo de transporte 40 em uma direção X positiva pode ser realizado. Da mesma forma, o movimento no sentido horário resulta em movimento em uma direção X negativa. Nesse sentido, a face B B1 mostrada na Figura 32a coopera com a pista magnética 93 em uma face A correspondente de um dispositivo de transporte vizinho 40. Na Figura 39 essa face A é rotulada como A1. Além disso, à medida que o dispositivo de transporte 40 se move na direção X positiva, eventualmente, as rodas magnéticas 91 da face B1 cooperam com a pista magnética 93 no próximo dispositivo de transporte vizinho 40, especificamente, a pista magnética 93 localizada na próxima Face A rotulada como A2. Nesse sentido, as rodas magnéticas 91 da face B B1 rastejam ao longo dos trilhos magnéticos na face A A1 e depois na face A A2.

[0200] Ao mesmo tempo, a face A mostrada no lado esquerdo da Figura 31b é usada para auxiliar o movimento da direção X. Na Figura 39 essa face A é rotulada como A3. Em particular, a face A A3 é disposta em um lado oposto do dispositivo de transporte 40 à face B B1. Conseqüentemente, a face A A3 é usada para suportar o movimento de rodas

magnéticas 91 dispostas na face B B1. Em particular, a pista magnética 93 na face A A3 é disposta para cooperar com as rodas magnéticas 91 em uma face B B3 de um dispositivo de transporte vizinho 40. Portanto, para provocar o movimento do dispositivo de transporte 40 em uma direção positiva X as rodas magnéticas 91 da face B B3 são dispostas para rotacionar em um sentido horário. Dessa forma, as rodas magnéticas 91 da face B B3 efetivamente empurram a pista magnética 93 da face A A3 em uma direção positiva X. Como será apreciado, isso requer a coordenação entre o dispositivo de transporte 40 a ser movido (o qual ativa as suas rodas magnéticas) e pelo menos um dispositivo de transporte vizinho 40 que permanece estacionário (mas que ainda ativa as suas rodas magnéticas). À medida que o dispositivo de transporte 40 se move ainda mais na direção positiva X, as rodas magnéticas 91 da face B B4 também são dispostas para rotacionar no sentido horário para manter a cooperação entre a pista magnética 93 da face A A3 e a pistas magnéticas 93 das faces B B3 e B4. Desse modo, a interação entre essas faces suporta e manobra efetivamente o dispositivo de transporte 40 na direção X. Como será apreciado, a rotação das rodas magnéticas 91 das faces B B3 e B4 no sentido anti-horário não resultaria em um movimento de direção negativa X do dispositivo de transporte 40.

[0201] Será apreciado que, devido à simetria rotacional do dispositivo de transporte 40, a operação na direção Y é semelhante à operação na direção X, exceto que as faces utilizadas são perpendiculares às descritas acima. Por exemplo, as rodas magnéticas 91 usadas na face B B2 são ativadas para provocar o movimento na direção Y, enquanto

as rodas magnéticas 91 na face B B1 não são ativadas para esses movimentos. Nesse sentido, as rodas magnéticas 91 da face B B2 são usadas para atravessar a pista magnética 93 nas faces A dos dispositivos de transporte vizinhos 40. Da mesma forma, as faces B dos dispositivos de transporte vizinhos 40 podem ser ativadas para empurrar contra a pista magnética 93 da face A A4 disposta em uma direção Y.

[0202] O movimento em uma direção Z é descrito com referência à Figura 40. Nessa Figura, a direção Z é mostrada saindo da página da Figura. Para realizar o movimento em uma direção positiva Z se utiliza a rotação das rodas magnéticas 91 em pelo menos uma face A do dispositivo de transporte 40. Nesse exemplo, o movimento em uma direção Z será realizado com o uso das rodas magnéticas 91 na face A A3, portanto, as rodas magnéticas 91 nessa face são ativadas, enquanto as rodas magnéticas 91 na face A A4 não são ativadas. Nesse exemplo, a face A A4 não pode ser usada para realizar um movimento de direção Z porque a face A A4 não está localizada próxima a um dispositivo de transporte vizinho 40 com o qual a roda magnética 91 da face A A4 pode cooperar. No entanto, em um exemplo no qual as faces A A3 e A4 estão cooperando com o dispositivo de transporte vizinho 40, as rodas magnéticas 91 nas faces A e A3 e A4 podem ser usadas para realizar um movimento de direção Z. Nesse sentido, em uma direção Z, é possível que um dispositivo de transporte 40 tenha mais força motriz em comparação com uma direção X ou um movimento de direção Y. No entanto, em muitas situações, somente as rodas magnéticas 91 em uma das faces A3 e A4 podem ser usadas para se mover em uma direção Z para economizar energia.

[0203] Para fazer um movimento na direção positiva Z, as rodas magnéticas 91 na face A A3 são rotacionadas no sentido anti-horário. Desse modo, as rodas magnéticas 91 na face A A3 interagem e sobem nas pistas magnéticas 94 e 95 na face B B3. Embora não mostrado, à medida que o dispositivo de transporte 40 se move acima do topo da face B B3, as rodas magnéticas 91 da face A A3 começam a interagir com as pistas magnéticas 94 e 95 do próximo dispositivo de transporte vizinho 40 disposto acima (ou seja, em uma direção positiva Z) da face B B3. Portanto, o engate das rodas magnéticas 91 transita de uma face B para outra.

[0204] Para suportar o lado oposto do dispositivo de transporte 40, as rodas magnéticas 91 da face A de A1 de um dispositivo de transporte vizinho 40 são utilizadas e interagem com as pistas magnéticas 94 e 95 da face B B1 do dispositivo de transporte 40 para ser movido. Para obter um movimento de direção positiva Z, as rodas magnéticas 91 da face A A1 são levadas a rotacionar em um sentido horário. Desse modo, a interação das rodas magnéticas 91 na face A A1 com as pistas magnéticas 94 e 95 da face B1 causa um empurrão efetivo da face B1 em uma direção positiva Z. Além disso, à medida que a face B1 se move acima do topo da face A A1, as rodas magnéticas 91 do dispositivo de transporte na face A diretamente acima da face A A1 também são rotacionadas no sentido horário para interagir com as pistas magnéticas 94 e 95 da face B B1 para continuar empurrando as pistas magnéticas em uma direção positiva Z. Desta forma, a face B B1 é efetivamente suportada pela ação das rodas magnéticas 91.

[0205] Como será apreciado, o movimento de um dispositivo de transporte 40 em uma direção negativa Z pode ser realizado causando-se a rotação das rodas magnéticas 91 na face A A3 no sentido horário, enquanto a rotação das rodas magnéticas 91 na face A A1 está em um sentido anti-horário. Desse modo, o dispositivo de transporte 40 será levado a se mover em uma direção negativa Z.

[0206] É previsto que um movimento semelhante em uma direção positiva ou negativa Z possa ser realizado com o uso das rodas magnéticas 91 na face A A4 e as pistas magnéticas 94 e 95 na face B B2.

[0207] Para generalizar a discussão acima, em um exemplo, o dispositivo de transporte 40 a ser movido (se em uma direção X, Y ou Z) pode ativar pelo menos um conjunto de suas rodas magnéticas 91 (ou seja, as rodas magnéticas sobre pelo menos uma face do dispositivo de transporte 40 a ser movido). Em um outro exemplo, para mover o dispositivo de transporte 40, um dispositivo de transporte vizinho pode ativar as rodas magnéticas 91 em pelo menos uma das suas faces. Em ainda um outro exemplo, ambos o dispositivo de transporte 40 a ser movido e um dispositivo de transporte vizinho 40 ativam uma roda magnética 91 em pelo menos uma de suas faces. Da mesma forma, um dispositivo de transporte localizado a um espaço na direção X, Y ou Z para o qual o dispositivo de transporte 40 a ser movido está sendo transladado também pode ativar as rodas magnéticas em pelo menos uma de suas faces. Nesse sentido, o dispositivo de transporte 40 se puxa efetivamente em direção ao seu destino alvo e/ou é empurrado em direção ao seu destino alvo.

[0208] Vantajosamente, o movimento em uma direção X ou direção Y pode ser melhorado fazendo com que um movimento na direção incremental Z antes de causar o movimento de direção X ou direção Y necessário. Por exemplo, um movimento de direção positivo Z de um único ímã pode ser realizado antes de causar o movimento de direção X ou Y necessário. Vantajosamente, isso resulta em uma redução no arrasto em um movimento do dispositivo de transporte 40. Em particular, ao causar um único movimento de direção Z de ímã, a chance de os cantos do dispositivo de transporte 40 em movimento colidirem com os cantos do dispositivo de transporte vizinho 40 à medida que o dispositivo de transporte 40 é movido é reduzida. No entanto, tal movimento pode requerer o uso das rodas magnéticas duplas 91 mostradas, por exemplo, no lado direito da Figura 32a. Em particular, quando o dispositivo de transporte 40 move para cima um ímã, a roda magnética inferior 91 engata com uma face A correspondente, enquanto a roda magnética superior 91 de um dispositivo de transporte vizinho engata com uma face A correspondente. Com referência à Figura 39, o movimento de um ímã em uma direção positiva Z pode ser realizado, por exemplo, como descrito com referência à Figura 40. Uma vez que a direção positiva Z tenha sido realizada, pode ocorrer um movimento na direção X ou Y. Nessa configuração, a parte inferior das rodas magnéticas 91 na face B B1 engata com a pista magnética 93 na face A A1. Inversamente, a parte superior das rodas magnéticas 91 na face B B3 engata com a pista magnética 93 na face A A3.

[0209] Além disso, devido ao movimento de direção Z para cima do dispositivo de transporte 40, antes da direção X ou

direção Y, todos os dispositivos de transporte 40 localizados direta e imediatamente acima do dispositivo de transporte 40 a ser movido também devem ser movidos para cima um ímã. Conseqüentemente, precisa ser realizada a cooperação eficaz entre, potencialmente, um grande número de dispositivos de transporte 40 em um agrupamento 5.

[0210] Referindo-se novamente a um movimento de direção positiva X de um dispositivo de transporte 40 mostrado na Figura 39, opcionalmente como o movimento de direção X é realizado, uma "manobra de interrupção" pode ser realizada. Em particular, devido à interação entre as rodas magnéticas 91 localizadas na face B B2 e uma pista magnética 93 em um dispositivo de transporte vizinho (não mostrado), então o movimento na direção positiva X pode ser difícil de iniciar porque a atração magnética a força pode tender a puxar o dispositivo de transporte 40 em uma direção negativa X. Portanto, uma "manobra de interrupção" pode ser realizada para reduzir essa força de atração magnética. Isso é conseguido fazendo com que os dois conjuntos de rodas magnéticas na face B B2 rotacionem no sentido oposto ao realizar uma ação para realocar um dispositivo de transporte 40 na, por exemplo, direção positiva X (em outras palavras, realizar a realocação do dispositivo de transporte 40 na direção comandada). Por exemplo, se as rodas magnéticas mais próximas da face A A3 rotacionarem em um sentido anti-horário, as rodas magnéticas 91 mais próximas da face B B1 rotacionarão em um sentido horário. Em outras palavras, as rodas magnéticas 91 na mesma face B B2 são levadas a rotacionar na direção oposta. Como resultado, o movimento na direção X pode ser mais

facilmente alcançado. Como será apreciado, uma "manobra de interrupção" correspondente se aplica à direção Y. Por exemplo, se for desejado que o dispositivo de transporte 40 se mova em uma direção positiva Y, as rodas magnéticas 91 na face B1 seriam levadas a rotacionar em contrário, isso é, um conjunto de rodas magnéticas 91 rotacionando em uma direção enquanto o outro conjunto de rodas magnéticas na face B B1 rotacionam em uma direção oposta. Isso efetivamente quebra a atração magnética entre as rodas magnéticas 91 e as pistas magnéticas 94 e 95 da face B1 com as rodas magnéticas 91 e a pista magnética 93 da face A A1.

[0211] Na segunda modalidade, os dispositivos de transporte 40 podem requerer uma fonte de energia para realocar dentro do agrupamento 5. É previsto que qualquer fonte de energia apropriada possa ser usada para essa função. Por exemplo, cada dispositivo de transporte 40 pode compreender uma bateria, por exemplo uma bateria recarregável e/ou não recarregável. Adicional ou alternativamente, podem ser dispostos meios de transferência de energia para transferir energia para cada dispositivo de transporte 40 por meio de contatos de transferência de energia dispostos sobre/em cada dispositivo de transporte 40. Além disso, os meios de transferência de energia podem ser usados para transferir informações de e para os dispositivos de transporte 40, tais como informações de comunicação e/ou informações de posicionamento do dispositivo de transporte 40. Nesse sentido, os comandos podem ser enviados e recebidos do dispositivo de transporte 40. Adicionalmente, os meios de transferência de energia podem ser usados para recarregar

uma bateria recarregável. Nesse sentido, os dispositivos de transporte 40 podem ser recarregados em locais predeterminados no agrupamento, onde estações de recarga podem ser fornecidas. Em um outro exemplo, os meios de transferência de energia podem usar técnicas de transferência indutiva para permitir que dispositivos de transporte adjacentes participem de uma rede de distribuição de energia em todo o agrupamento, por exemplo, um dispositivo de transporte pode fornecer energia elétrica a um dispositivo de transporte adjacente.

[0212] Portanto, o exemplo descrito acima da segunda modalidade da presente invenção fornece um sistema que suporta o dispositivo de transporte 40 para se mover em três dimensões. Cada dispositivo de transporte 40 é autocontido, sem a necessidade de uma estrutura ou armação fixa que exista mesmo na ausência de dispositivos de transporte 40.

[0213] A Figura 41 mostra uma modificação no terceiro exemplo de um mecanismo magneto-mecânico descrito acima em relação ao dispositivo de transporte 40 da segunda modalidade. Anteriormente, por simplicidade, uma roda magnética 91 foi descrita com uma única pista de ímãs dispostos em torno da periferia da roda magnética 91. No entanto, isso foi fornecido somente a título de exemplo. Em vez disso, a Figura 41 mostra outro exemplo de uma roda magnética 101 e uma pista magnética 102 que compreendem o terceiro exemplo do mecanismo magneto-mecânico. Como será apreciado, esses também são fornecidos a título de exemplo e são previstas outras maneiras de implementar a roda magnética 101 e a pista magnética 102. Para auxiliar o

entendimento, a roda magnética 101 desempenha substancialmente a mesma função que a roda magnética 91 descrita anteriormente. Da mesma forma, a pista magnética 102 realiza substancialmente a mesma função que qualquer uma das pistas magnéticas 93, 931, 94 ou 95.

[0214] Nesse exemplo, a roda magnética 101 compreende uma pluralidade de ímãs 1011 dispostos lado a lado em torno da periferia da roda magnética 101. Em outras palavras, a roda magnética 101 é disposta para encaixar uma pluralidade de ímãs em toda a largura da periferia, em vez do ímã descrito anteriormente. Nesse exemplo, onde existem dois ímãs dispostos lado a lado, os ímãs de ambos os lados de um ímã central são de polos opostos. Além disso, a pista magnética 102 compreende uma pluralidade de ímãs 1021. Nesse exemplo, a pista magnética 102 é disposta para encaixar uma pluralidade de ímãs ao longo de sua largura.

[0215] Como será apreciado, os exemplos acima das rodas magnéticas 91 e 101 e pistas magnéticas 93, 931, 94, 95 e 102 são dados somente a título de exemplo. São previstas outras disposições de ímãs dentro da roda magnética e da pista magnética. A disposição dos ímãs na roda magnética é disposta para complementar a disposição dos ímãs na pista magnética. Mais especificamente, as rodas magnéticas que acionam em uma primeira direção também formam uma continuação da pista magnética em uma segunda direção diferente. Nesse sentido, quando a roda magnética em um dispositivo de transporte está cara a cara com uma roda magnética em um dispositivo de transporte vizinho, existe, então, a opção de acionar a roda magnética em uma primeira direção e/ou uma segunda direção. Nesse sentido, no ponto

de encontro de duas rodas magnéticas em dois dispositivos de transporte, é possível uma escolha de movimento em mais de uma direção (por exemplo, escolha de se mover em uma direção positiva/negativa X ou em uma direção positiva/negativa Y). Da mesma forma, a polaridade de um ímã não precisa ser disposta perpendicularmente à face de um dispositivo de transporte, pois outras orientações dos ímãs podem fornecer benefícios.

[0216] A Figura 42 mostra um fluxograma das etapas de método S4200 de mover um dispositivo de transporte de acordo com a primeira modalidade. O dispositivo de transporte é disposto em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. Na etapa S4201, um dispositivo de transporte é feito cooperar com uma porção de uma superfície. Como descrito anteriormente em relação à primeira modalidade, os dispositivos de transporte podem ser dispostos em uma superfície. A superfície pode ser formada como uma parede e/ou um piso para permitir a realocação de um dispositivo de transporte e/ou uma pluralidade de dispositivos de transporte em qualquer direção. Por exemplo, ao localizar um dispositivo de transporte na superfície, é alcançada a cooperação entre o dispositivo de transporte e a superfície.

[0217] Na etapa S4202, a realocação do dispositivo de transporte é alcançada por meio de uma interação entre o dispositivo de transporte e a porção da superfície. Como foi descrito anteriormente, a realocação é alcançada com o uso de mecanismos adequados, tais como mecanismos mecânicos, magnéticos ou eletromagnéticos. Nesse sentido, o agrupamento compreendendo uma pluralidade de dispositivos

de transporte pode ser fisicamente reconfigurado por causar a realocação de dispositivos de transporte específicos para outros locais do agrupamento e/ou externos ao agrupamento.

[0218] Opcionalmente, as etapas de método S4200 podem compreender ainda a etapa de receber um sinal e, em resposta ao sinal recebido, realocar o dispositivo de transporte dentro do agrupamento tridimensional. Por exemplo, o sinal pode compreender informações sobre o local para o qual o dispositivo de transporte deve ser movido e, portanto, a superfície pode usar as informações para realocar o dispositivo de transporte. Alternativamente, o sinal pode compreender instruções para a superfície para mover o dispositivo de transporte em uma direção específica. Ao enviar vários sinais para várias células da superfície, um dispositivo de transporte pode ser movido no agrupamento.

[0219] A Figura 43 mostra um fluxograma de etapas de método S4300 de mover um dispositivo de transporte de acordo com a segunda modalidade. O dispositivo de transporte é disposto em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. Na etapa S4301, um dispositivo de transporte é feito cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte. Como descrito anteriormente em relação à segunda modalidade, os dispositivos de transporte podem ser dispostos em um agrupamento. Um agrupamento compreende uma pluralidade de dispositivos de transporte. A pluralidade de dispositivos de transporte coopera entre si.

[0220] Na etapa S4302, a realocação do dispositivo de transporte é alcançada por meio de uma interação entre o dispositivo de transporte e pelo menos um outro dispositivo

de transporte. Como foi descrito anteriormente, a realocação é alcançada com o uso de mecanismos adequados, tais como mecanismos mecânicos, magnéticos ou eletromagnéticos. Nesse sentido, o agrupamento compreendendo uma pluralidade de dispositivos de transporte pode ser fisicamente reconfigurado por causar a realocação de dispositivos de transporte específicos para outros locais do agrupamento e/ou externos ao agrupamento.

[0221] Opcionalmente, as etapas de método S4300 podem compreender ainda a etapa de receber um sinal e, em resposta ao sinal recebido, realocar o dispositivo de transporte dentro do agrupamento tridimensional. Por exemplo, o sinal pode compreender informações sobre o local para o qual o dispositivo de transporte deve ser movido e, portanto, os dispositivos de transporte do agrupamento podem usar as informações para realocar o dispositivo de transporte. Alternativamente, o sinal pode compreender instruções para um dispositivo de transporte específico, instruindo-o a se mover em uma direção específica. Ao enviar vários sinais para vários dispositivos de transporte do agrupamento, um dispositivo de transporte pode ser movido no agrupamento.

[0222] Como um exemplo, o dispositivo de transporte pode ser fornecido com uma primeira face. A primeira face pode compreender uma primeira roda magnética disposta para rotacionar em uma primeira direção. Além disso, a primeira face pode compreender uma primeira pista magnética. Uma segunda face do dispositivo de transporte pode compreender uma segunda roda magnética disposta para rotacionar em uma segunda direção. Além disso, a segunda face pode

compreender uma segunda pista magnética. Nesse exemplo, a primeira direção e a segunda direção são perpendiculares entre si.

[0223] Pela ativação seletiva de cada uma das primeira e segunda rodas magnéticas, a realocação do dispositivo de transporte pode ser realizada. Em particular, a primeira roda magnética pode ser disposta para interagir com uma pista magnética correspondente em uma face de um dispositivo de transporte vizinho e a segunda roda magnética pode ser disposta para interagir com uma pista magnética correspondente em uma face de um dispositivo de transporte vizinho.

[0224] Por exemplo, o movimento em uma primeira direção pode ser realizado executando a etapa de ativação da primeira roda magnética que, por meio de interação com a pista magnética correspondente, causa o movimento do dispositivo de transporte.

[0225] Da mesma forma, o movimento em uma segunda direção pode ser realizado executando a etapa de ativação da segunda roda magnética que, por meio de interação com a pista magnética correspondente, causa o movimento do dispositivo de transporte.

[0226] Opcionalmente, o dispositivo de transporte pode compreender ainda uma terceira face. A terceira face pode compreender uma terceira roda magnética disposta para rotacionar em uma segunda direção. Além disso, a terceira face pode compreender uma terceira pista magnética. Uma quarta face do dispositivo de transporte pode compreender uma quarta roda magnética disposta para rotacionar em uma primeira direção. Além disso, a quarta face pode

compreender uma quarta pista magnética.

[0227] A terceira pista magnética pode ser disposta para interagir com uma roda magnética correspondente em uma face de um dispositivo de transporte vizinho e a quarta pista magnética pode ser disposta para interagir com uma roda magnética correspondente em uma face de um dispositivo de transporte vizinho.

[0228] Portanto, o movimento do dispositivo de transporte também pode ser realizado fazendo com que a roda magnética do dispositivo de transporte vizinho correspondente à terceira pista magnética rotacione. Da mesma forma, o movimento do dispositivo de transporte também pode ser realizado fazendo com que a roda magnética do dispositivo de transporte vizinho correspondente à quarta pista magnética rotacione.

[0229] Ao fazer com que a rotação das rodas magnéticas seletivas no dispositivo de transporte a ser movido em conjunto com a rotação das rodas magnéticas seletivas em dispositivos de transporte vizinhos, em seguida, a realocação eficaz do dispositivo de transporte a ser movido pode ser conseguida. Vantajosamente, o movimento do dispositivo de transporte a ser movido é conseguido pelo próprio dispositivo de transporte (por interação com dispositivos de transporte vizinhos) e, portanto, nenhuma estrutura externa, armação ou dispositivo de manipulação é necessário para alcançar o movimento.

Modificações e Variações

[0230] Muitas modificações e variações podem ser feitas nas modalidades descritas acima, sem se afastar do escopo da presente invenção.

[0231] Os dispositivos de transporte são mostrados compreendendo um alojamento que, nesse exemplo, compreende uma base e quatro paredes laterais, definindo uma cavidade aberta, uma superfície superior do alojamento sendo fechada por uma superfície ou tampa superior. Nesse exemplo, as paredes laterais circundam uma periferia da base e são fixadas à base ou formadas integralmente com a mesma. No entanto, é previsto que outras formas e desenhos de dispositivos de transporte podem ser usados. Além disso, um dispositivo de transporte pode compreender ainda uma tampa para armazenar os itens no espaço de recebimento de itens.

[0232] Embora anteriormente os dispositivos de transporte da primeira e segunda modalidades tenham sido descritos como compreendendo um espaço de recebimento de itens, em aplicações específicas esse espaço de recebimento de itens pode ser omitido do dispositivo de transporte. Em outras palavras, o espaço de recebimento de itens pode ser um recurso opcional. Em particular, é prevista a utilização de dispositivos de transporte para outros propósitos que não o armazenamento e o transporte. Por exemplo, dispositivos de transporte podem ser usados para criar estruturas dinâmicas, como pontes ou plataformas temporárias. Além disso, os dispositivos de transporte podem ser usados para colaborar para transportar um item que é muito maior do que poderia ser transportado por um dispositivo de transporte individual, como um item de maquinaria, um veículo encalhado, um palete de tijolos ou similares. Nesse sentido, a estrutura de cada dispositivo de transporte é utilizada de maneira dinâmica para facilitar a formação de estruturas dinâmicas ou para

transportar itens maiores.

[0233] As faces do dispositivo de transporte foram descritas anteriormente como compreendendo um mecanismo, seja um mecanismo mecânico, um mecanismo magnético, um mecanismo magneto-mecânico ou similares. No entanto, deve ser apreciado que cada face do dispositivo de transporte pode compreender mais de um mecanismo, por exemplo, uma face do dispositivo de transporte pode compreender tanto um mecanismo magnético quanto um mecanismo mecânico magneto-mecânico. Nesse sentido, a vantagem de dois mecanismos pode ser obtida na face de um dispositivo de transporte. Como será apreciado, mais de dois mecanismos podem ser empregados em cada face do dispositivo de transporte.

[0234] Embora os ímãs tenham sido geralmente referidos como ímãs permanentes ou eletroímãs, outros tipos de ímãs podem ser utilizados, por exemplo, ímãs eletropermanentes que vantajosamente têm uma força relativamente alta quando não são operados eletricamente, economizando energia. Além disso, embora os ímãs tenham demonstrado ter uma forma circular/cilíndrica, são previstas outras formas de ímãs. Por exemplo, são previstos ímãs de forma quadrada/cúbica e oferecem a vantagem de permitir uma colocação mais próxima dos ímãs, porque eles enxadrezam. Adicionalmente, material ferromagnético pode ser usado.

[0235] Alternativa ou adicionalmente, a tecnologia de motor plano pode ser empregada no local ou além dos ímãs descritos acima. Por exemplo, o dispositivo de transporte pode compreender motores planos verticais para levantar e/ou realocá-lo para outro local dentro do agrupamento. Adicional ou alternativamente, os motores Sawyer podem ser

usados. Da mesma forma, motores planos eletrodinâmicos podem ser usados. Além disso, podem ser usados motores de acionamento direto.

[0236] Adicional ou alternativamente, outras tecnologias magnéticas podem ser usadas no lugar dos ímãs permanentes e/ou eletroímãs descritos anteriormente. Por exemplo, MagLev (rio/mar magnético) pode ser usado. Em particular, o uso de efeito Lenz/matrizes Halbach (com o uso de ímãs para levitar dispositivos de transporte e mantê-los em uma posição fixa sem torcer) para permitir o movimento de dispositivo de transporte em uma ou mais direções perpendiculares. Da mesma forma, uma matriz Halbach giratória/móvel virtual pode ser usada para obter o mesmo efeito com eletroímãs. Além disso, uma pista de cobre curvada sobre uma borda superior de dispositivo de transporte pode ser usada para proporcionar a auto-estabilização & pilotagem. Também, criando o mesmo efeito com uma mistura de materiais condutores/não condutores. Da mesma forma, diferentes formas de bobinas (bobinas largas etc.), ângulos de bobinas e núcleos, sobreposições de bobinas e espaçamento de núcleos podem ser usados para obter efeitos diferentes, como atração/repulsão aprimorada ou campos magnéticos ideais para o movimento.

[0237] Adicional ou alternativamente, os motores Lineares podem ser usados de uma maneira parecida ao sistema MagLev descrito acima. Nesse sentido, o acionamento e a levitação podem ser fornecidos com o uso de, por exemplo, pelo menos um dos motores lineares síncronos/de indução, uso de abas ferríticas para aprimorar motores lineares, uso de epóxi magnético (pó de ferro em resina

epóxi) para ter um material ferrítico sem corrente parasita, alta permeabilidade e forma adaptável para propósitos específicos. Os ímãs "em forma de c" podem ser usados para aprimorar o campo que fornece acionamento. Adicional ou alternativamente, pode ser usado um trilho de acionamento magnético final com duas fileiras de ímãs/bobinas dispostas horizontalmente com um ímã acima e entre eles.

[0238] Os dispositivos de transporte descritos anteriormente podem compreender rodas/esferas dispostas nos seus lados para fornecer uma força motriz em que as rodas/esferas são atraídas magneticamente para dispositivos de transporte adjacentes. Adicional ou alternativamente, os dispositivos de transporte podem usar rodas convencionais (por exemplo eletromotor) no lado/parte inferior de um dispositivo de transporte, com um pneu emborrachado. Ímãs adicionais podem ser colocados para fornecer a tração entre os dispositivos de transporte que se movem verticalmente. As rodas/bolas podem ser retráteis ou omni-direcionais. A troca de roda pode ser dependente de se o dispositivo de transporte estiver energizado ou não - por exemplo, se o dispositivo de transporte for energizado, as rodas verticais serão engatadas, se ficarem sem energia, as rodas horizontais serão engatadas para interromper o movimento do dispositivo de transporte.

[0239] Além disso, cada dispositivo de transporte pode utilizar motores lineares para uso com uma roda em vez de levitação do dispositivo de transporte. Nessa disposição, os ímãs localizados em uma roda são atraídos ao longo de uma matriz linear de eletroímãs para acionar o dispositivo

de transporte.

[0240] Além disso, os dispositivos de transporte podem utilizar outras tecnologias além dos mecanismos mecânicos/magnéticos para movimento e levitação dos dispositivos de transporte. Por exemplo, correntes de ar podem ser usadas. Semelhante ao popular jogo de *air hockey*, no qual os discos são levitados em correntes de ar, proporcionando pseudo-levitação de baixa resistência. Dessa maneira, os dispositivos de transporte podem ser levitados em correntes de ar e guiados em pistas de estilo *air hockey* com correntes de *air hockey* que são direcionáveis. As correntes de ar podem vir do chão, que podem ser canalizadas através da pilha de dispositivos de transporte para fazer com que um dispositivo de transporte superior tenha um amortecedor de ar em sua parte superior.

[0241] Adicional ou alternativamente, hastes ferríticas, pinos condutores ou variantes dos mesmos podem ser usados para uma série de propósitos com relação à primeira modalidade ou à segunda modalidade que será descrita abaixo. Em particular, os dispositivos de transporte (de acordo com a primeira modalidade ou a segunda modalidade) podem ser suspensos de um teto por tais meios, de modo a ajudar na realocação de dispositivos de transporte. Além disso, tais meios podem ser usados para fornecer uma localização precisa dos dispositivos de transporte dentro de uma grade horizontal. Tais meios podem ser usados para ancorar um dispositivo de transporte e permitir que ele aplique uma força a um dispositivo de transporte vizinho (como arrastar e/ou levantar). Além disso, hastes ferríticas, pinos condutores ou variantes dos mesmos podem

ser usados para transferir energia e/ou comunicações para/de um dispositivo de transporte.

[0242] Os dispositivos de transporte descritos anteriormente podem ter vários usos diferentes e ser usados em muitas situações diferentes. Por exemplo, os dispositivos de transporte e agrupamentos dos mesmos podem ser vantajosamente usados em ambientes de baixa gravidade/gravidade zero. Portanto, a referência no presente documento às direções e planos X, Y e Z é somente exemplar e outros quadros de referência podem ser empregados, dependendo do ambiente e/ou orientação do agrupamento, por exemplo, em um ambiente de gravidade zero, por exemplo, orbitando um planeta, a direção z pode diferir da direção z na superfície de um planeta. Os dispositivos de transporte também podem ser usados em vans/navios/frigoríficos/áticos/guarda-louças/lojas de bairro para armazenar itens em uma configuração reconfigurável. Em um exemplo, os dispositivos de transporte podem ser carregados em uma van. Enquanto a van está se movendo para um local de entrega, os dispositivos de transporte podem reconfigurar sua topologia física para propiciar que esses dispositivos de transporte necessários para a próxima entrega estejam convenientemente localizados, por exemplo, na frente do agrupamento. Os dispositivos de transporte podem ser dispostos ainda na concertina para acomodar outros dispositivos de transporte. A esse respeito, o espaço de recebimento de itens pode abrir em qualquer lado/parte superior conveniente do dispositivo de transporte para permitir fácil acesso ao conteúdo do espaço de recebimento de itens.

[0243] Cada dispositivo de transporte pode ser disposto para armazenar muitas mercadorias diferentes. Cada dispositivo de transporte pode conter mercadorias diferentes em uma única linha ou coluna de dispositivos de transporte. Além disso, os dispositivos de transporte podem ficar vazios enquanto armazenados no agrupamento ou podem conter itens como encomendas ou outros itens para entrega futura.

[0244] Como será apreciado, os dispositivos de transporte são configurados para se mover ao redor do agrupamento e realizar operações. As operações, nesse exemplo, incluem mover um dispositivo de transporte de um local dentro do agrupamento para outro. Os dispositivos de transporte podem ser designados para se comunicar com uma ou mais estações base (não mostradas). Os dispositivos de transporte não são necessariamente todos do mesmo tipo de dispositivo de transporte. A esse respeito, o agrupamento pode compreender diferentes dispositivos robóticos, por exemplo, dispositivos de transporte, com várias formas, designs e propósitos, por exemplo, dispositivos de transporte podem variar em dimensões e volumes ocupados.

[0245] Nesse exemplo, os dispositivos de transporte têm, respectivamente, rádios, processadores de sinais digitais, processadores, controladores em tempo real, baterias e motores, ímãs, sensores e/ou conectores. Alguns deles podem ser opcionais.

[0246] Embora os dispositivos de transporte descritos anteriormente tenham sido ilustrados como formados de bases com paredes dispostas em torno da base, é previsto que o dispositivo de transporte possa ser formado como um

contêiner e/ou um palete. Portanto, o dispositivo de transporte não está limitado a um contêiner de quatro paredes, mas é previsto que assuma outras formas, como uma base somente sem paredes e/ou uma base com paredes com número menor ou maior que quatro.

[0247] No que diz respeito especificamente à primeira modalidade descrita anteriormente, é previsto que o dispositivo de transporte 10 pode operar em um modo ativo enquanto a superfície 21 estiver disposta para ser passiva. Em outras palavras, invertendo a disposição descrita anteriormente de uma superfície ativa 21 que move um dispositivo de transporte passivo 10. A esse respeito, é previsto que os mecanismos descritos com relação à superfície da primeira modalidade podem ser aplicados aos dispositivos de transporte 10 da primeira modalidade, enquanto os mecanismos do dispositivo de transporte 10 são aplicados à superfície 21. Por exemplo, o dispositivo de transporte pode compreender um mecanismo mecânico para mover o dispositivo de transporte na superfície 21. Adicional ou alternativamente, o dispositivo de transporte 10 pode compreender um mecanismo magnético tal como um eletroímã que é seletivamente ativado enquanto a superfície compreende, por exemplo, um ímã permanente. Nesse sentido, a cooperação entre o dispositivo de transporte ativo 10 e a superfície passiva 21 permite a realocação do dispositivo de transporte 10.

[0248] No que diz respeito à primeira modalidade e à segunda modalidade, as implementações acima se prestam bem a um armazém que compreende o agrupamento. A esse respeito, o agrupamento pode ser empregado em um armazém e/ou um

agrupamento ou uma pluralidade de agrupamentos podem constituir armazéns e/ou fazer parte de um armazém maior em um sistema de varejo on-line. No entanto, o técnico deve entender que o sistema acima encontra aplicações em outros ambientes, por exemplo, dentro de um veículo ou em um contexto aeronáutico, por exemplo, no espaço.

[0249] Nesse aspecto, o sistema e o aparelho no presente documento descritos podem ser dimensionados para qualquer tamanho desejado, por exemplo, o agrupamento pode fazer parte de um equipamento doméstico, como um refrigerador, onde um item armazenado no refrigerador é selecionado por meio de uma interface de usuário associada ao refrigerador e o item, por exemplo manteiga, é armazenado em um dispositivo de transporte em um agrupamento no refrigerador e o dispositivo de transporte que carrega o item desejado é instruído a ser transladado para uma porta para fornecimento a um operador, eliminando assim a necessidade de abrir uma porta do refrigerador com muita frequência. Alternativamente, o agrupamento poderia ser muito maior e descartado dentro do chamado sistema de armazenamento e recolhimento de Equipamento de Manuseio de Materiais (*[Materials Handling Equipment]* MHE), que faz parte de uma operação de varejo on-line.

[0250] Em tal exemplo, os dispositivos de transporte do agrupamento do MHE podem conter itens armazenados, como mantimentos, por exemplo, ou podem conter pedidos de clientes aguardando remessa (que podem ser mantidos em outros contêineres conhecidos como contêineres de entrega mantidos dentro dos dispositivos de transporte) ou pode conter contêineres de entrega vazios que compreendem sacos

aguardando que os pedidos dos clientes sejam colocados nele.

[0251] Em um exemplo adicional, poderia haver dois sistemas associados um ao outro, um sistema refrigerado para armazenar mercadorias que requerem armazenamento em condições refrigeradas e um sistema ambiente para armazenar mantimentos que não exigem refrigeração, como cereais, tecidos, água com gás etc. De fato, um sistema congelado pode ser fornecido para armazenar produtos congelados, como sorvete, nele.

[0252] Em outros exemplos, os dispositivos de transporte podem compreender individualmente meios de resfriamento para que todo o agrupamento ou uma região do agrupamento não precise ser resfriado. Isso também permite que diferentes dispositivos de transporte sejam empregados para conter mercadorias que exijam temperaturas específicas de armazenamento. De fato, os dispositivos de transporte podem, adicional ou alternativamente, suportar organismos vivos, por exemplo, plantas e, assim, podem ser dispostos para conter uma membrana crescente e/ou um reservatório de água.

[0253] Adicional ou alternativamente, o agrupamento pode ser empregado para armazenar encomendas e/ou outros pacotes e pode suportar o sequenciamento dos dispositivos de transporte e remessa.

[0254] Como mencionado acima, os dispositivos de transporte podem compreender outros serviços, por exemplo, suas próprias fontes de alimentação para suportar, por exemplo, sistemas de iluminação, meios de computação, meios de aquecimento, meios de refrigeração e/ou meios de

comunicação. Os dispositivos de transporte podem ser capazes de comunicação dispositivo-a-dispositivo através de quaisquer meios adequados.

[0255] Embora em algumas modalidades descritas acima, sejam fornecidas paredes de um ambiente no qual o agrupamento é disposto, o técnico deve compreender que, em algumas modalidades, essas paredes de suporte não são necessárias.

[0256] No exemplo acima, às vezes é desejável mover um dispositivo de transporte para uma porta onde o dispositivo de transporte é "processado" adicionalmente, por exemplo, para escolher um item do dispositivo de transporte ou para o transporte subsequente do dispositivo de transporte, por exemplo, com o uso de um transportador ou outro mecanismo.

[0257] Será apreciado que, embora o sistema descrito acima esteja no contexto de dispositivos de transporte que atravessam um agrupamento, a técnica acima pode ser aplicada a qualquer número de sistemas em que vários itens móveis precisam ser movidos por um volume, por exemplo, mas não exclusivamente, uma estrutura tridimensional sem interferência da maneira mais simples e rápida possível. Também deve ser apreciado que, embora os exemplos acima tenham sido descritos no contexto de realocação de um ou mais dispositivos de transporte dentro do agrupamento, o termo "dentro" se destina a abranger a realocação de um ou mais dispositivos de transporte em uma superfície periférica do agrupamento.

[0258] Os dispositivos de transporte podem ser suspensos no teto com um eletroímã elétrico na base de cada dispositivo de transporte. Os dispositivos de transporte

podem ser suspensos da parede por ter uma atração entre uma borda superior de um dispositivo de transporte e uma porção potencialmente ativa da parede e uma repulsão entre uma borda inferior de um dispositivo de transporte e uma porção potencialmente ativa da parede.

[0259] Também é previsto que os dispositivos de transporte que falhem dentro de um agrupamento podem ser removidos do agrupamento por meio da ação de dispositivos de transporte vizinhos. Por exemplo, os dispositivos de transporte que flanqueiam o dispositivo de transporte atingido podem mover o dispositivo de transporte atingido.

[0260] Nas modalidades descritas anteriormente, alguns dos dispositivos de transporte descritos foram dispostos para seguir uma pista. É previsto que a pista pode ser formada por qualquer meio de RF, magnético, eletrostático ou óptico.

[0261] São previstos outros mecanismos, tais como motores toroidais que compreendem bobinas fixas dispostas em círculo, com ímãs fixos dispostos dentro desse em um círculo. Tal motor pode ser usado em um mecanismo mecânico, por exemplo, rodas dentadas.

[0262] Os dispositivos de transporte podem compreender uma esfera magnética, mantida em um soquete em um dispositivo de transporte, disposta para subir uma escada eletromagnética no lado de um dispositivo/parede de transporte adjacente.

[0263] São previstos outros princípios de movimento para o dispositivo de transporte. Por exemplo, o dispositivo de transporte pode se mover em uma direção, mas deslizar devido a interações magnéticas em outra. O acionamento por

momento pode ser usado pelo qual o princípio de pesos rotativos e seu momento podem ser usados para acionar o movimento nos dispositivos de transporte.

[0264] Além disso, as rodas na parte inferior do dispositivo de transporte podem ser dispostas para transferir energia e/ou dados para que o dispositivo de transporte possa se mover sem que outros dispositivos de transporte estejam próximos. Da mesma forma, as rodas nos cantos do dispositivo de transporte podem ser usadas para transferir energia e/ou dados e que podem rotacionar entre as posições e manter a movimentação através de eixos de acionamento concêntricos.

[0265] Além disso, cada dispositivo de transporte pode compreender um sistema de suspensão magnética (um mancal magnético). Usando tal sistema, a força magnética pode ser ajustada para acomodar a massa específica do dispositivo de transporte. Por exemplo, quanto mais pesado for o item a ser transportado, mais força poderá ser usada para manter a posição do dispositivo de transporte.

[0266] Os dispositivos de transporte e agrupamentos descritos anteriormente podem ser usados como parte de um sistema de atendimento de pedidos de compras de supermercado. Em relação a isso, o agrupamento pode ser utilizado com pelo menos um periférico disposto para realizar uma função em combinação com o agrupamento.

[0267] Por exemplo, o sistema de atendimento pode compreender ainda uma estação de decantação disposta para fornecer um local no qual a remoção manual/automatizada de embalagens de produtos de entrada pode ser realizada com os produtos de entrada colocados em dispositivos de

transporte.

[0268] O dispositivo de transporte pode então ser armazenado no agrupamento até um momento em que eles são solicitados a serem usados no atendimento de um pedido. Para conseguir isso, o agrupamento pode ser usado com uma estação de recolhimento na qual os produtos de armazenamento de dispositivos de transporte são transportados juntamente com os dispositivos de transporte dispostos para armazenar o pedido de um cliente. Em um exemplo, um contêiner removível está localizado dentro do dispositivo de transporte. Em uma estação de recolhimento, meios manuais/automatizados podem ser usados para mover pelo menos um produto de um dispositivo de transporte de armazenamento para um dispositivo de transporte para armazenar um pedido do cliente. Em um exemplo, o pelo menos um produto pode ser movido para um contêiner localizado dentro do dispositivo de transporte. Após a conclusão do processo de recolhimento, o dispositivo de transporte de armazenamento pode ser armazenado novamente no agrupamento, juntamente com o dispositivo de transporte disposto para armazenar o pedido de um cliente.

[0269] Como mencionado, em um exemplo, um contêiner removível pode estar localizado dentro do dispositivo de transporte para uso no recebimento de produtos de um pedido do cliente. Uma estação de carga pode estar localizada adjacente ao agrupamento no qual os dispositivos de transporte são carregados com um contêiner removível vazio e depois carregados no agrupamento.

[0270] O agrupamento pode também ser usado com uma estação de descarga na qual dispositivos de transporte

estão localizados depois de terem sido cheios com um pedido de um cliente particular (um pedido do cliente pode compreender um ou mais produtos diferentes ou quantidades diferentes). Em uma estação de carga, o dispositivo de transporte pode ser carregado em uma estrutura adequada para carregar em uma van. Alternativamente, o dispositivo de transporte pode ser carregado diretamente em uma van para entrega ao cliente. Alternativamente, um contêiner localizado dentro do dispositivo de transporte pode ser removido para carregar em uma van enquanto o dispositivo de transporte retorna ao agrupamento. Adicional ou alternativamente, uma vez que o contêiner localizado dentro do dispositivo de transporte tenha sido removido, o dispositivo de transporte pode ser direcionado para a estação de carga para receber um contêiner removível vazio para receber um pedido do cliente ou o dispositivo de transporte pode ser direcionado para a estação de decantação para receber produtos de entrada a serem armazenados no agrupamento.

[0271] Os dispositivos de transporte também podem ser limpos uma vez retornados do local do cliente. Em uma estação de limpeza, o dispositivo de transporte pode ser esvaziado de qualquer sujeira/sobra e, opcionalmente, limpo com um solvente, por exemplo, água. Após o esvaziamento/limpeza, o dispositivo de transporte pode ser reintroduzido no agrupamento para uso com outro pedido/armazenamento de produtos. Adicional ou alternativamente, uma vez que o dispositivo de transporte tenha sido esvaziado/limpo, o dispositivo de transporte pode ser direcionado para a estação de carga para receber

um contêiner removível vazio para receber um pedido do cliente ou o dispositivo de transporte pode ser direcionado para a estação de decantação para receber produtos de entrada a serem armazenados no agrupamento. Será apreciado que as referências a uma van são previstas para incluir referências a outros meios de transporte, como caminhões de reboque, drones, trens etc.

[0272] A descrição anterior das modalidades da invenção foi apresentada com o propósito de ilustração e descrição. Não pretende ser exaustiva ou limitar a invenção à forma precisa revelada. Modificações e variações podem ser feitas sem se afastar do espírito e escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de transporte **caracterizado por** ser disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável, em que o dispositivo de transporte compreende:

um espaço de recebimento de itens; e

uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com o pelo menos um outro dispositivo de transporte.

2. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 1, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** compreender ainda uma unidade de comunicação disposta para receber pelo menos uma instrução.

3. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo** fato de que a unidade de realocação é disposta para realocar o dispositivo de transporte dentro do agrupamento em resposta a uma instrução recebida pela unidade de comunicação.

4. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** compreender ainda uma unidade de engate disposta para se engatar com o pelo menos um outro dispositivo de transporte.

5. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que a unidade de realocação compreende pelo menos um:

um mecanismo mecânico;

um mecanismo de não contato;

um mecanismo magnético; e
um mecanismo eletromagnético.

6. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo** fato de que o mecanismo magnético compreende pelo menos um de:

uma pluralidade de ímãs permanentes;
uma pluralidade de ímãs móveis;
um material de uma permeabilidade magnética predeterminada; e
uma matriz de ímãs.

7. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo** fato de que o mecanismo mecânico compreende pelo menos um de:

rodas;
rodas dentadas; e
omni-rodas.

8. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que a unidade de realocação compreende:

pelo menos uma roda magnética; e
pelo menos uma pista magnética.

9. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo** fato de que a unidade de realocação compreende:

uma primeira roda magnética em uma primeira face do dispositivo de transporte, em que a primeira roda magnética é disposta para rotacionar em uma primeira direção; e

uma segunda roda magnética em uma segunda face do dispositivo de transporte, em que a segunda roda magnética é disposta para rotacionar em uma segunda direção,

em que a primeira direção e a segunda direção são perpendiculares entre si.

10. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que a primeira roda magnética é disposta para interagir com uma primeira pista magnética em uma face de um primeiro dispositivo de transporte vizinho e a segunda roda magnética é disposta para interagir com uma segunda pista magnética em uma face de um segundo dispositivo de transporte vizinho.

11. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 10, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** compreender ainda:

uma terceira pista magnética em uma terceira face do dispositivo de transporte, em que a terceira pista magnética é disposta na segunda direção; e

uma quarta pista magnética em uma quarta face do dispositivo de transporte, em que a quarta pista magnética é disposta na primeira direção.

12. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo** fato de que a terceira pista magnética é disposta para interagir com uma terceira roda magnética em uma face de um terceiro dispositivo de transporte vizinho e a quarta pista magnética é disposta para interagir com uma quarta roda magnética em uma face de um quarto dispositivo de transporte vizinho.

13. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo** fato de que a primeira face do dispositivo de transporte compreende ainda uma terceira pista magnética, a segunda face do dispositivo de transporte compreende ainda uma quarta pista magnética, a

terceira face do dispositivo de transporte compreende ainda uma primeira roda magnética e a quarta face do dispositivo de transporte compreende ainda uma segunda roda magnética.

14. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser individualmente endereçável dentro do agrupamento.

15. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser disposto para ser acionado desde dentro do agrupamento.

16. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser disposto para se mover em relação ao pelo menos um outro dispositivo de transporte no agrupamento.

17. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser um contêiner.

18. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser disposto para transladar horizontal ou verticalmente dentro do agrupamento.

19. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** ser disposto para transladar em pelo menos uma de uma primeira direção, segunda direção e terceira direção.

20. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo** fato de que a primeira

direção e a segunda direção são substancialmente perpendiculares.

21. Dispositivo de transporte, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo** fato de que a primeira, segunda e terceira direções são substancialmente ortogonais.

22. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** compreender ainda um alojamento que tem uma base e paredes laterais dispostas cerca de uma periferia da base, em que uma parede lateral das paredes laterais e/ou a base é uma face complementar disposta para suportar um acionador para a locomoção do alojamento.

23. Dispositivo de transporte, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, sendo o dispositivo de transporte **caracterizado por** compreender ainda um alojamento que tem uma base e paredes laterais dispostas cerca de uma periferia da base, em que uma parede lateral das paredes laterais e/ou a base é disposta para suportar pelo menos em parte a translação do mesmo, deste modo suportando a locomoção do alojamento.

24. Sistema de armazenamento **caracterizado por** compreender:

uma pluralidade de dispositivos de transporte, em que cada dispositivo de transporte é conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 23,

em que a pluralidade de dispositivos de transporte é disposta em um agrupamento tridimensional com uma topologia física reconfigurável.

25. Sistema de armazenamento, de acordo com a reivindicação 24, **caracterizado por** compreender ainda:

um controlador disposto para determinar um caminho para pelo menos um dispositivo de transporte da pluralidade de dispositivos de transporte desde um local de partida até um local de destino e para causar o movimento do pelo menos um dispositivo de transporte usando o caminho determinado.

26. Sistema de armazenamento, de acordo com a reivindicação 23 ou 25, **caracterizado por** compreender ainda pelo menos um de:

uma estação de recolhimento disposta adjacente ao agrupamento e disposta para se comunicar com o agrupamento;

uma estação de decantação disposta adjacente ao agrupamento e disposta para se comunicar com o agrupamento;

uma estação de carga disposta adjacente ao agrupamento e disposta para se comunicar com o agrupamento; e

uma estação de descarga disposta adjacente ao agrupamento e disposta para se comunicar com o agrupamento.

27. Sistema de armazenamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 26, **caracterizado pelo** fato de que a pluralidade de dispositivos de transporte compreende dispositivos de transporte de tamanhos diferentes.

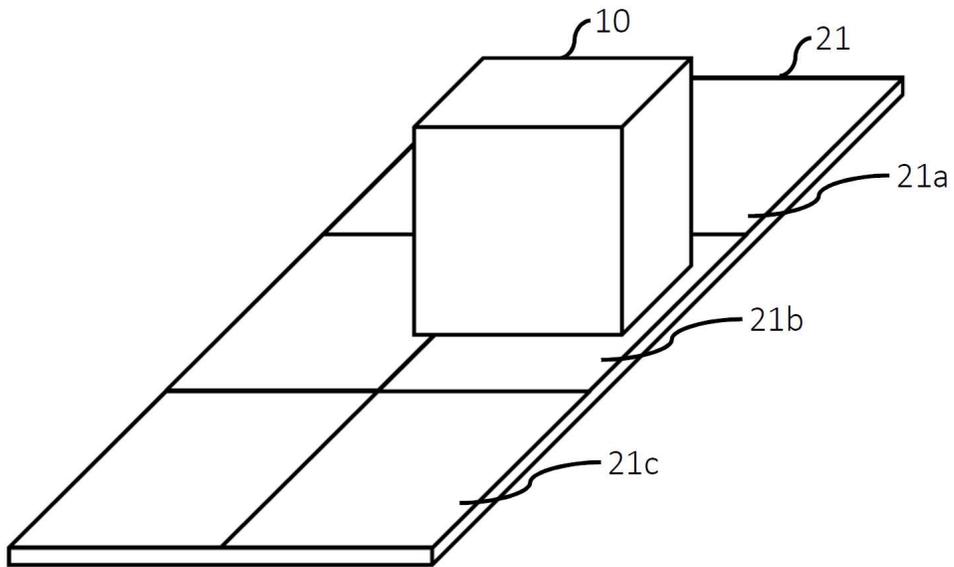


Figura 1

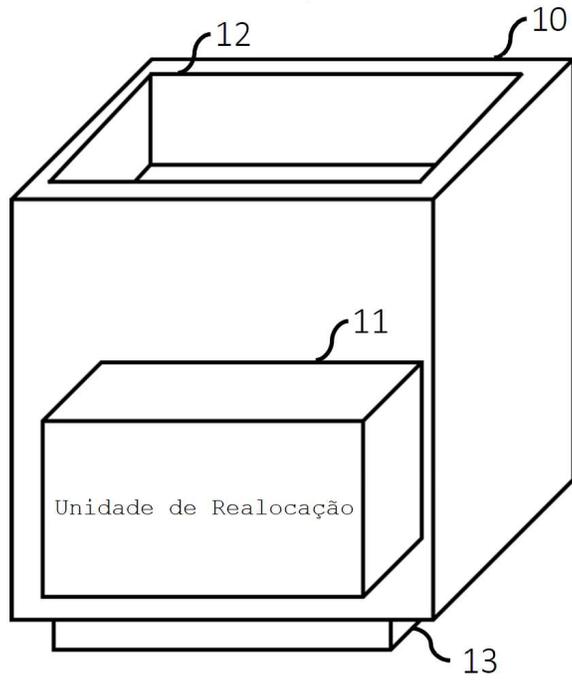


Figura 2a

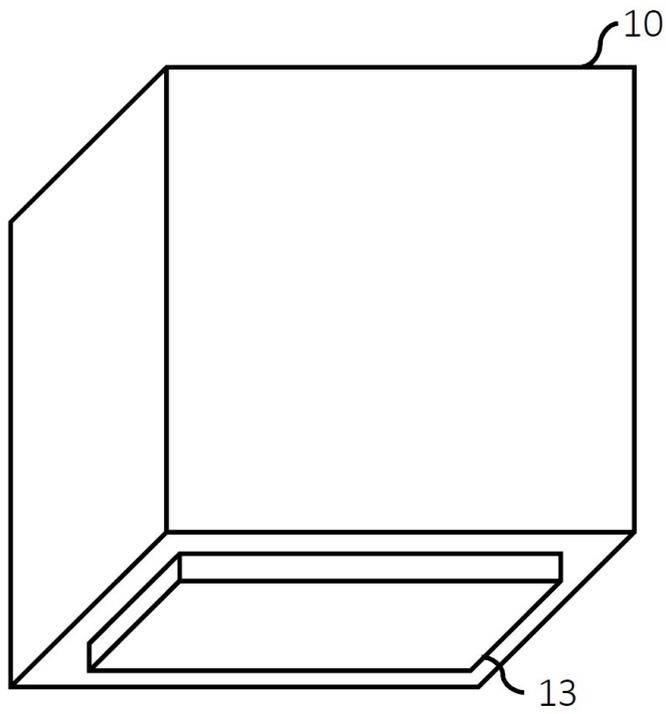


Figura 2b

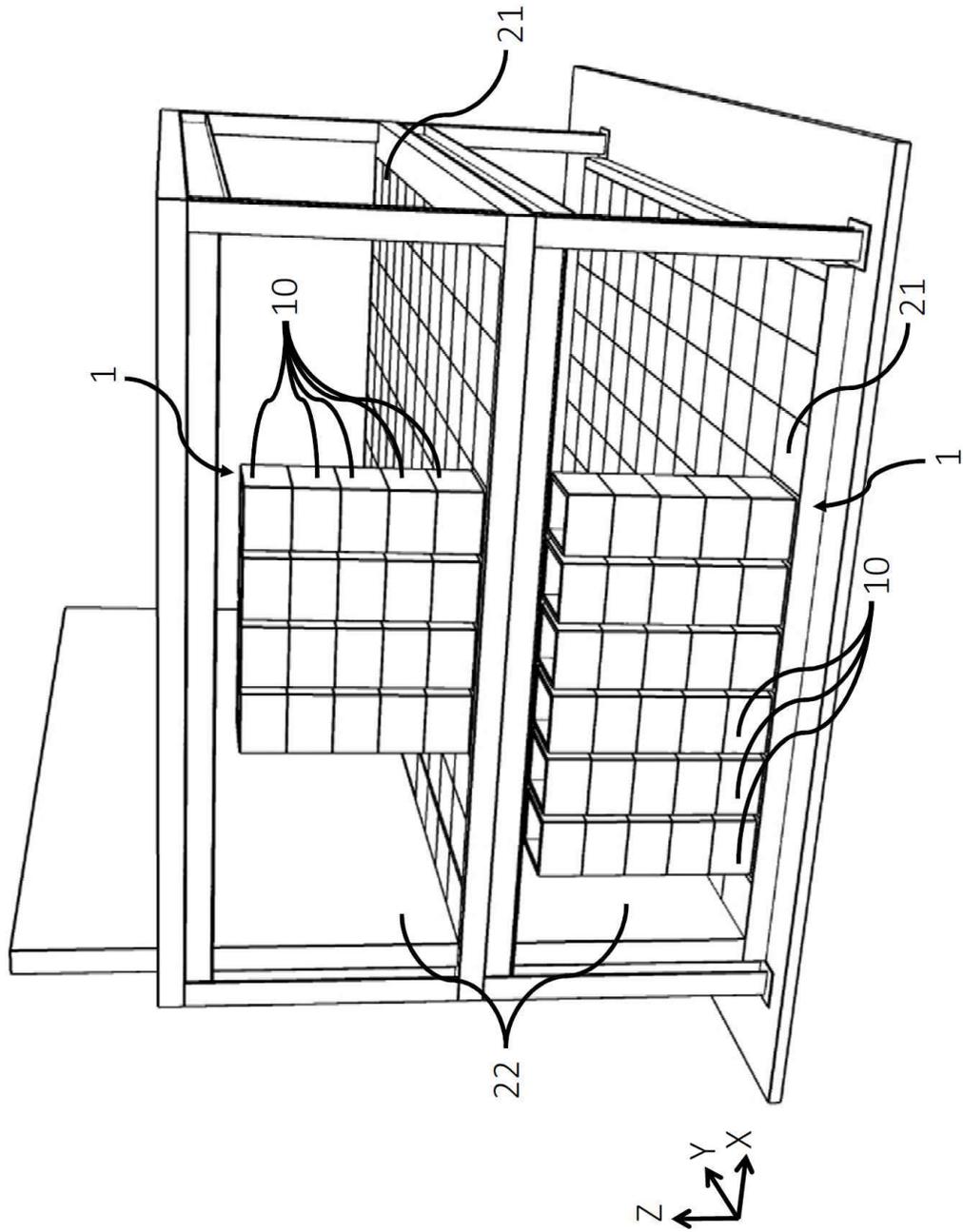


Figura 3

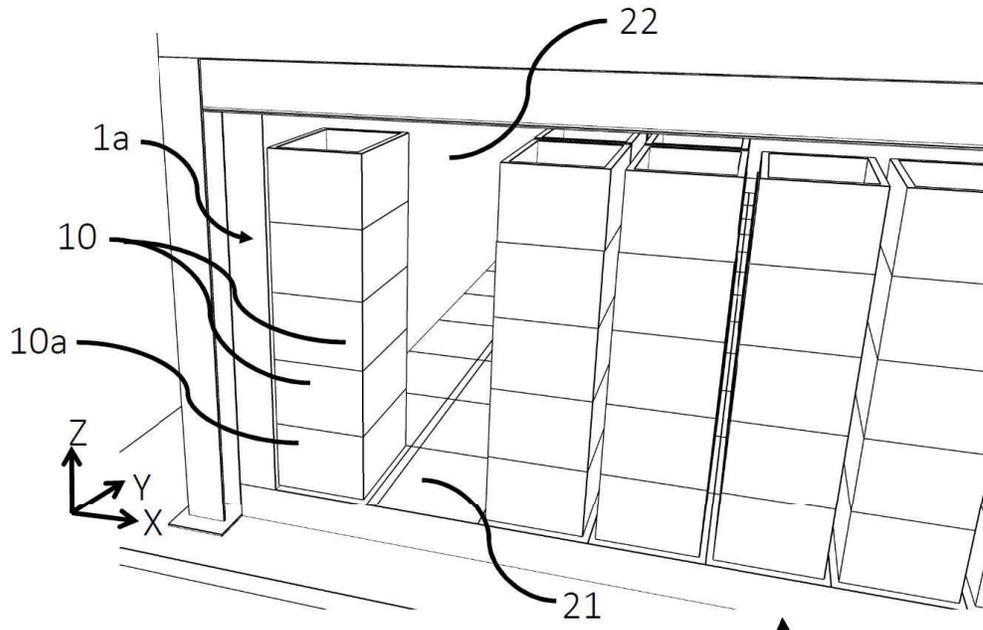


Figura 4a

1b

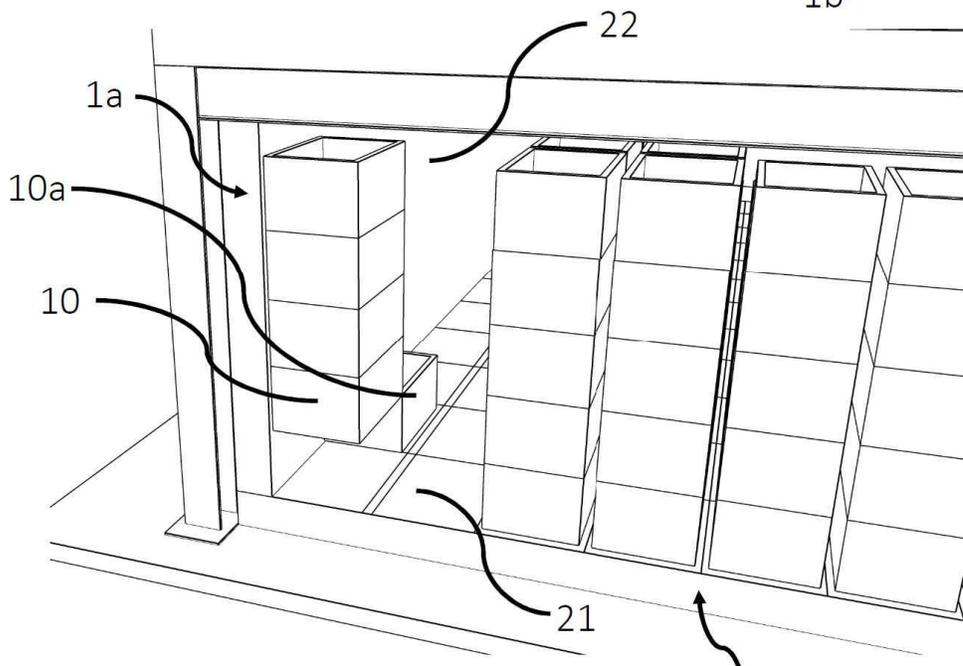


Figura 4b

1b

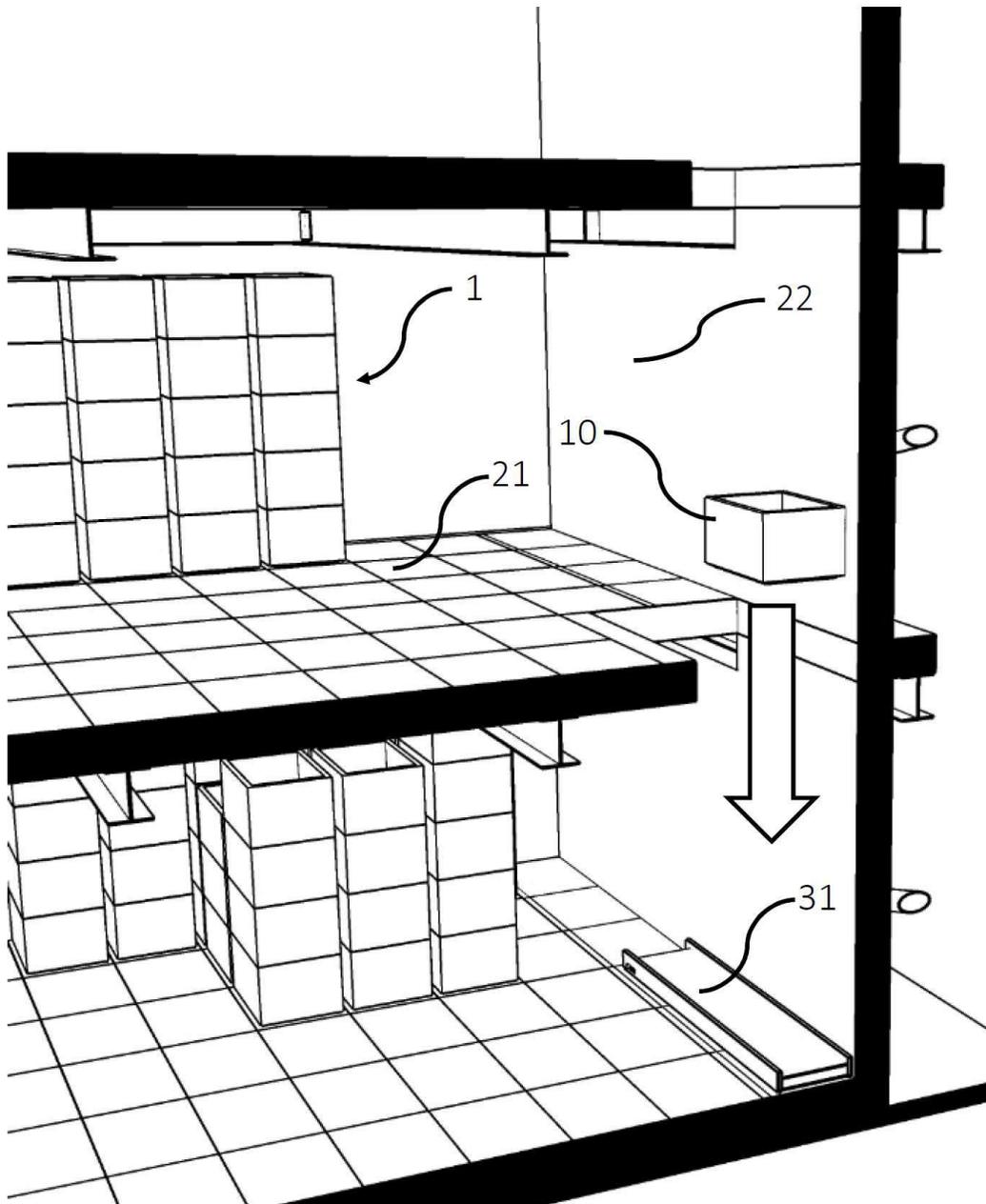


Figura 5

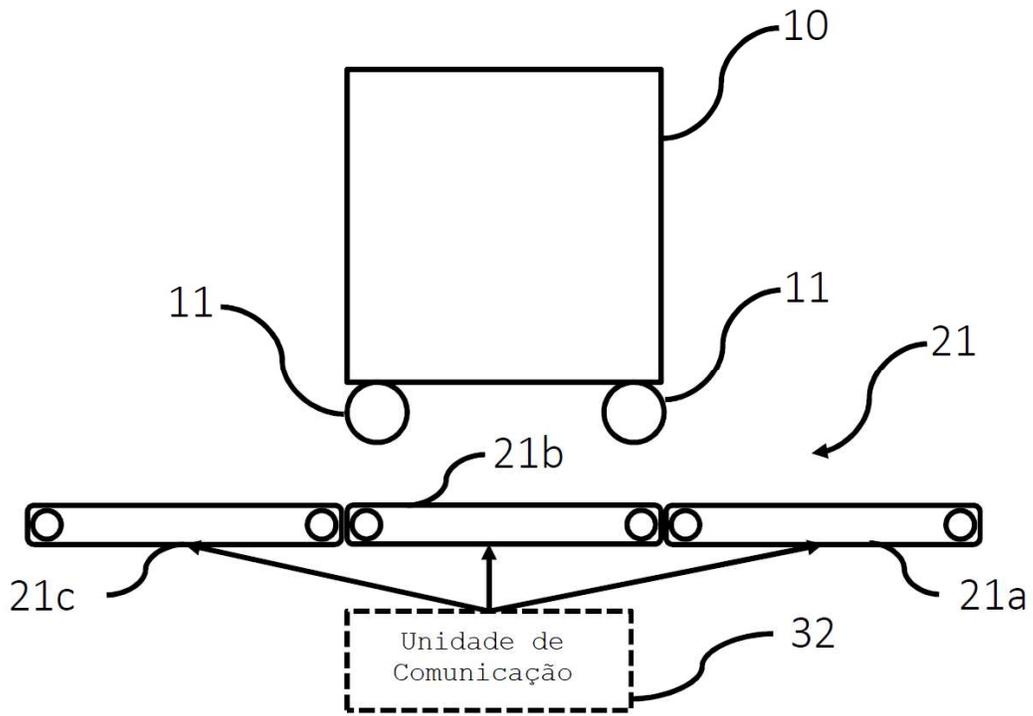


Figura 6a

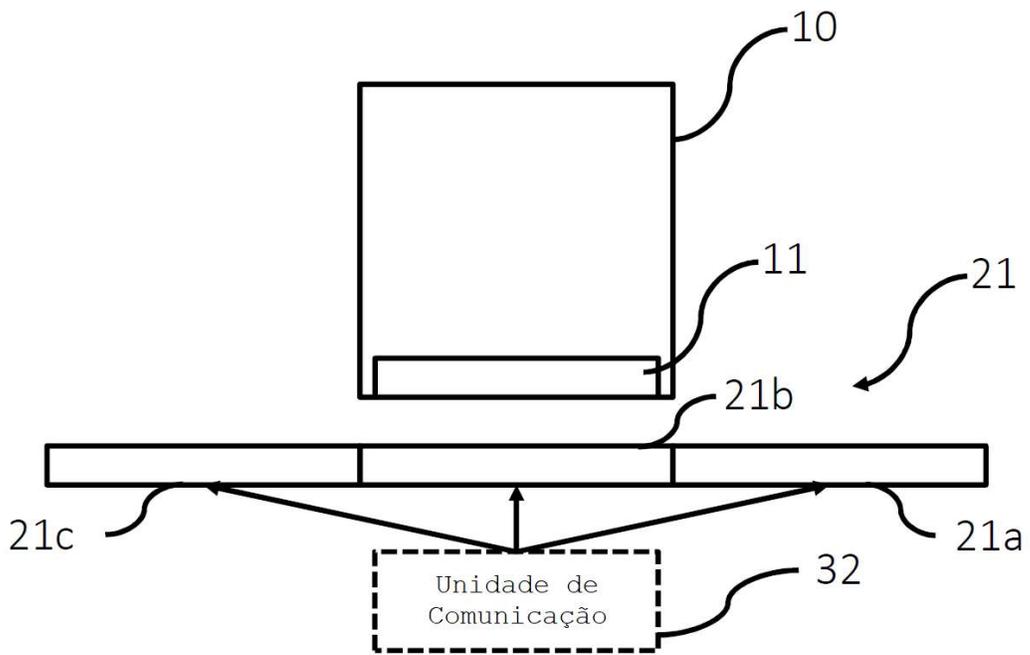


Figura 6b

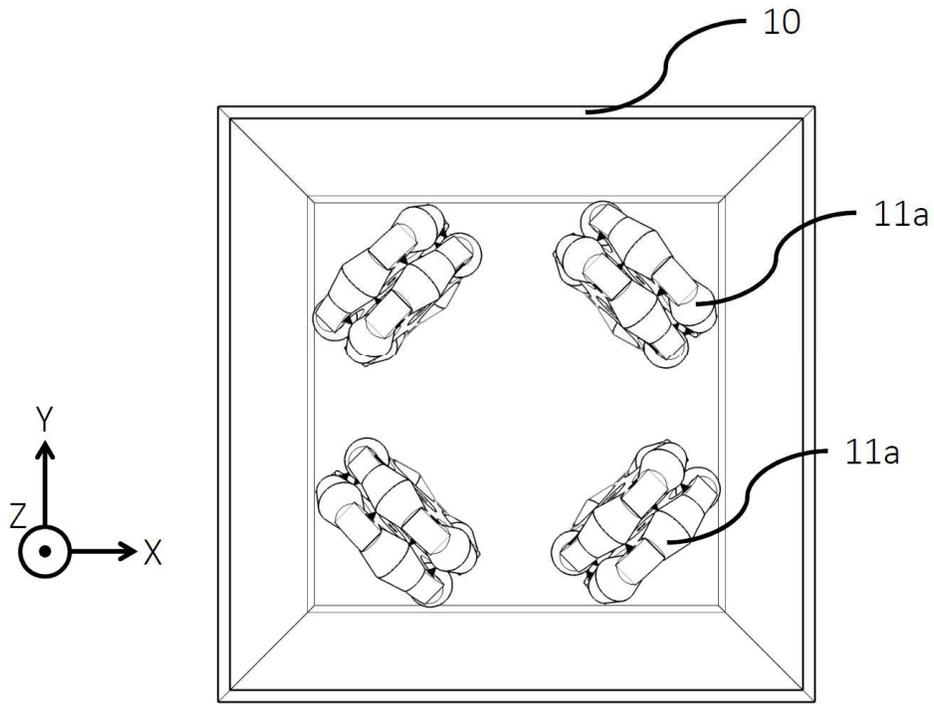


Figura 7a

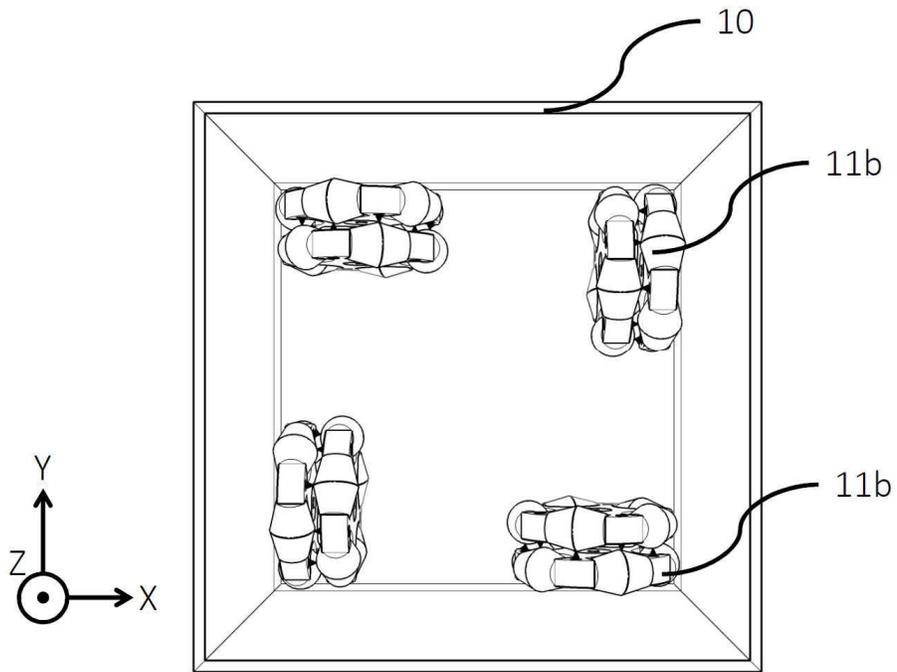


Figura 7b

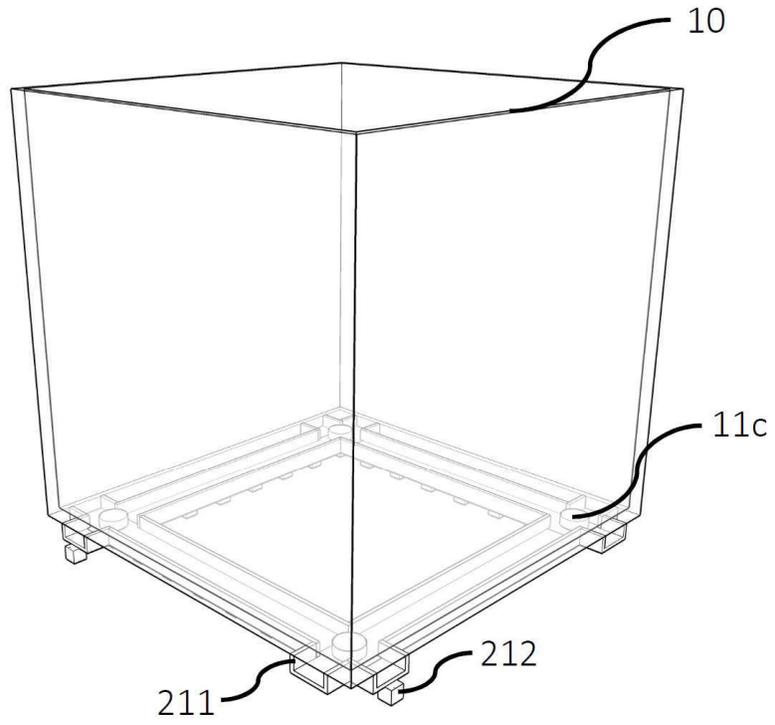


Figura 8a

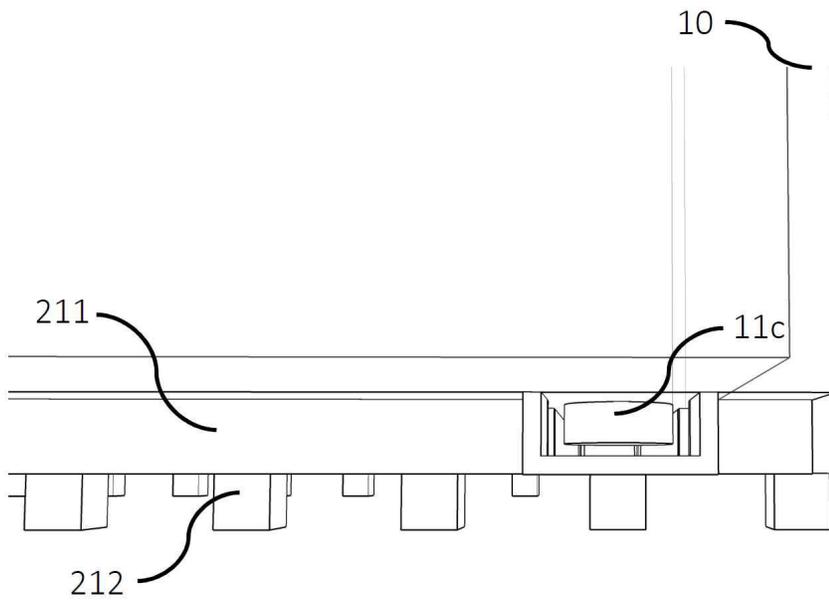


Figura 8b

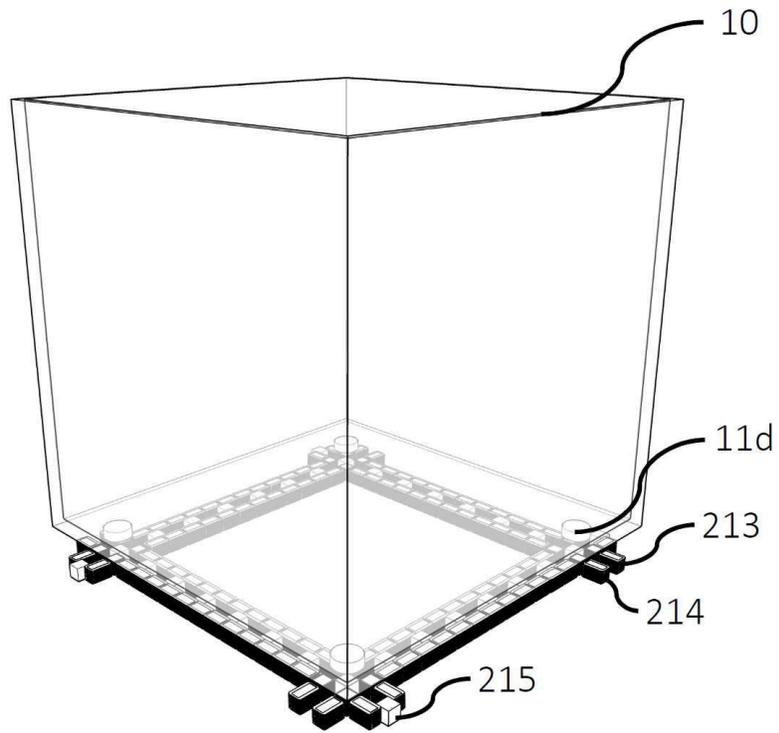


Figura 9a

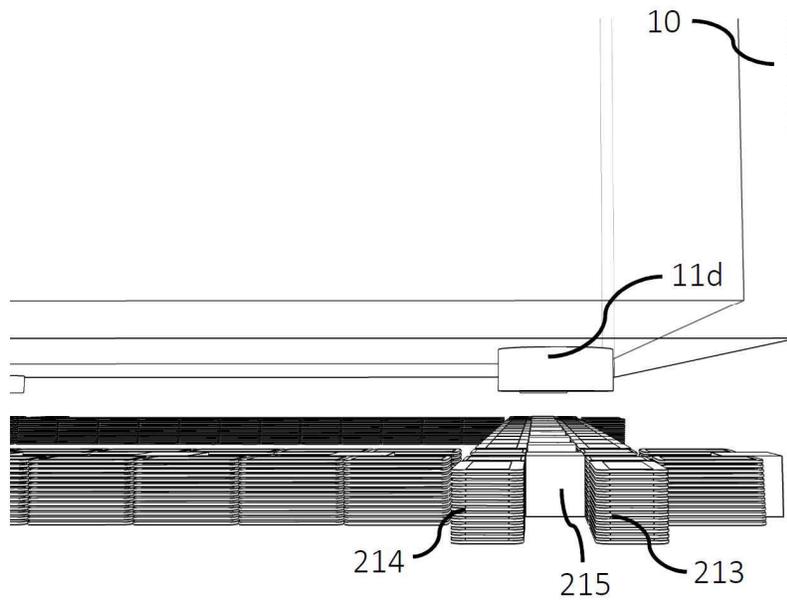


Figura 9b

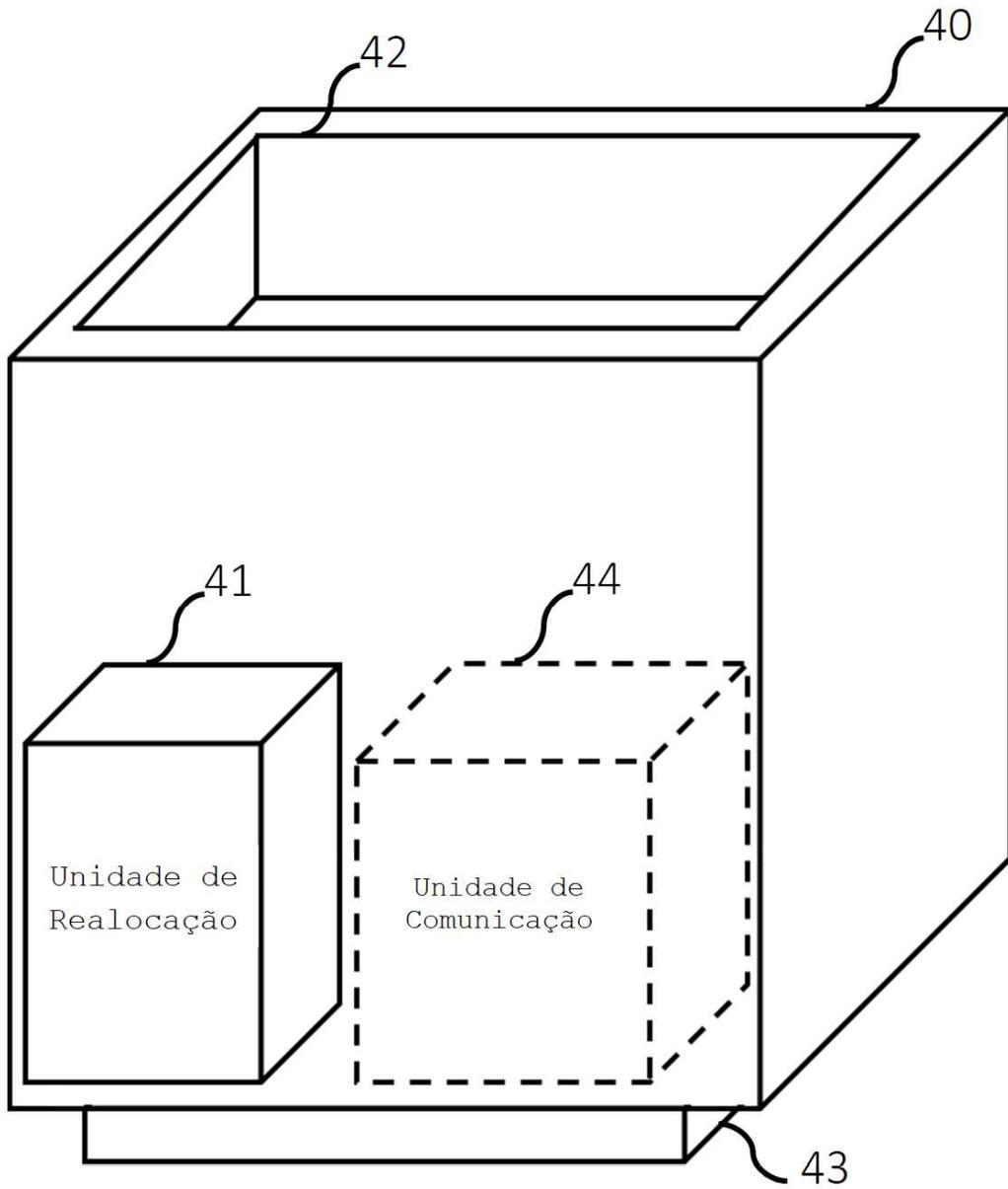


Figura 10

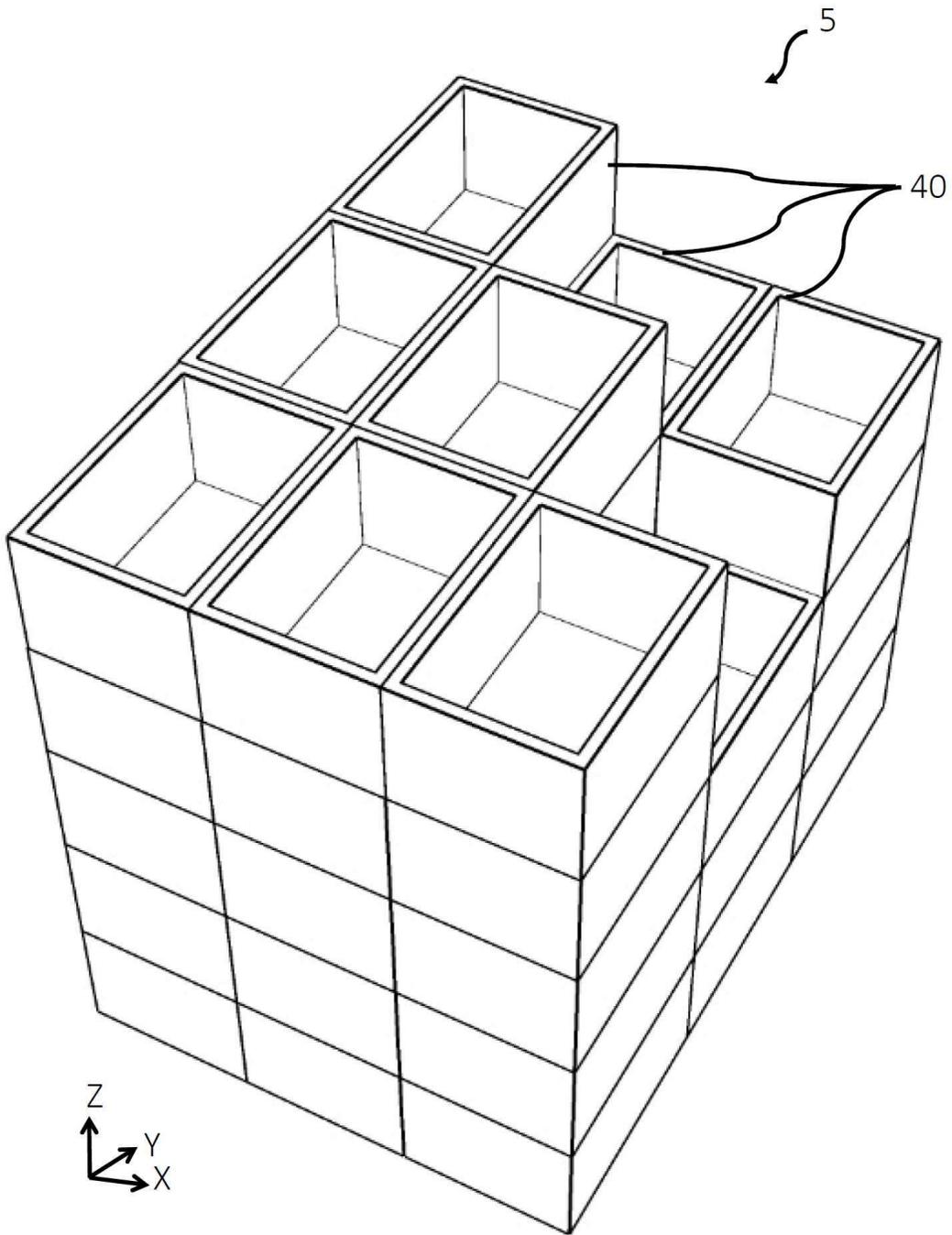


Figura 11

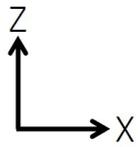
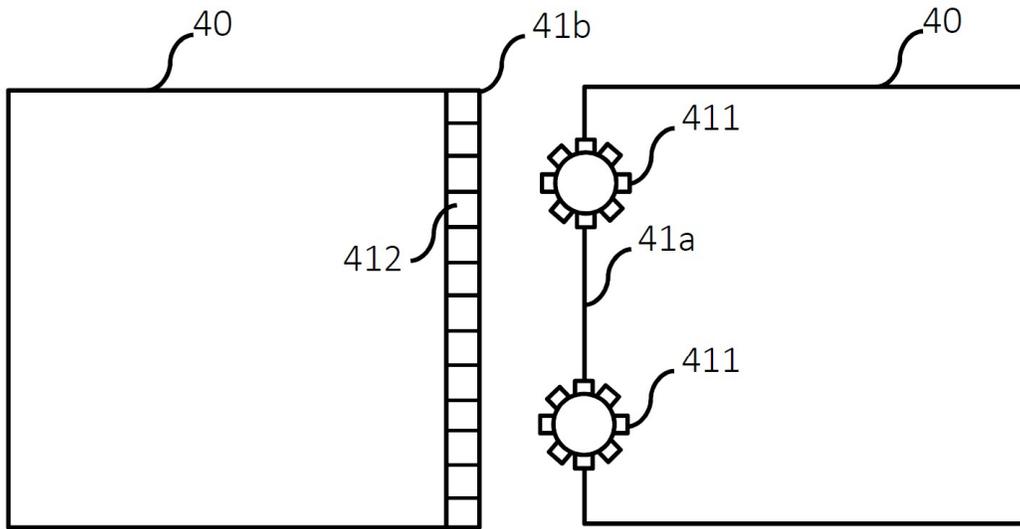


Figura 12a

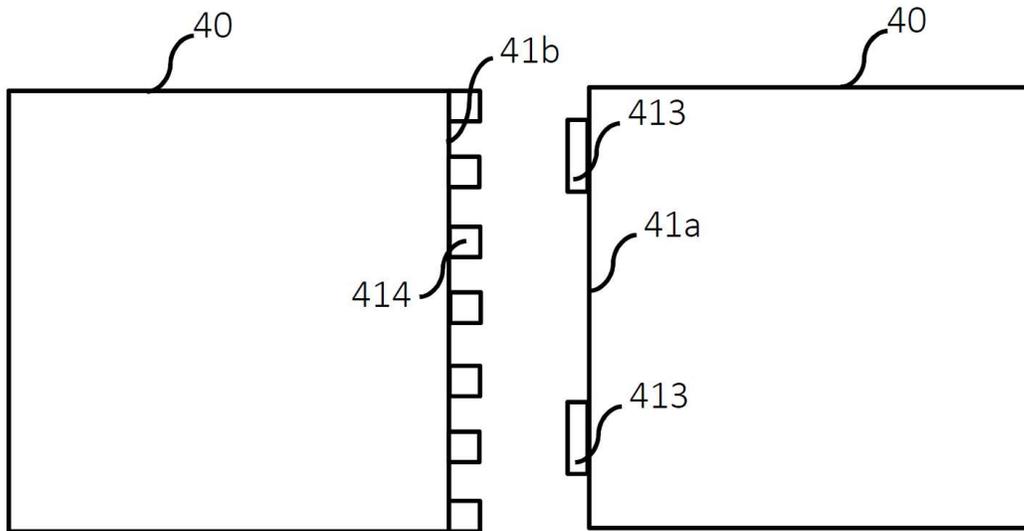


Figura 12b

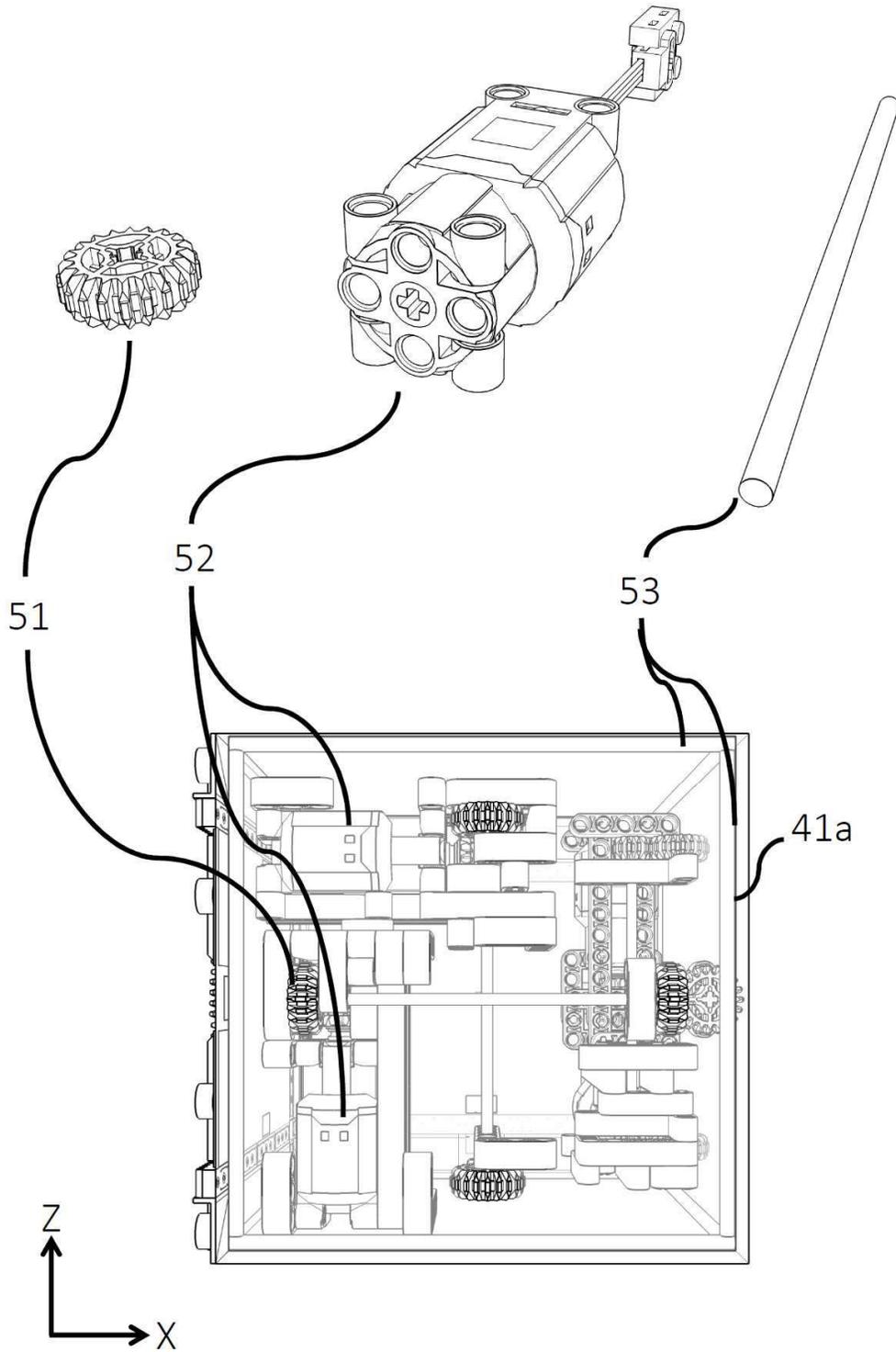


Figura 13

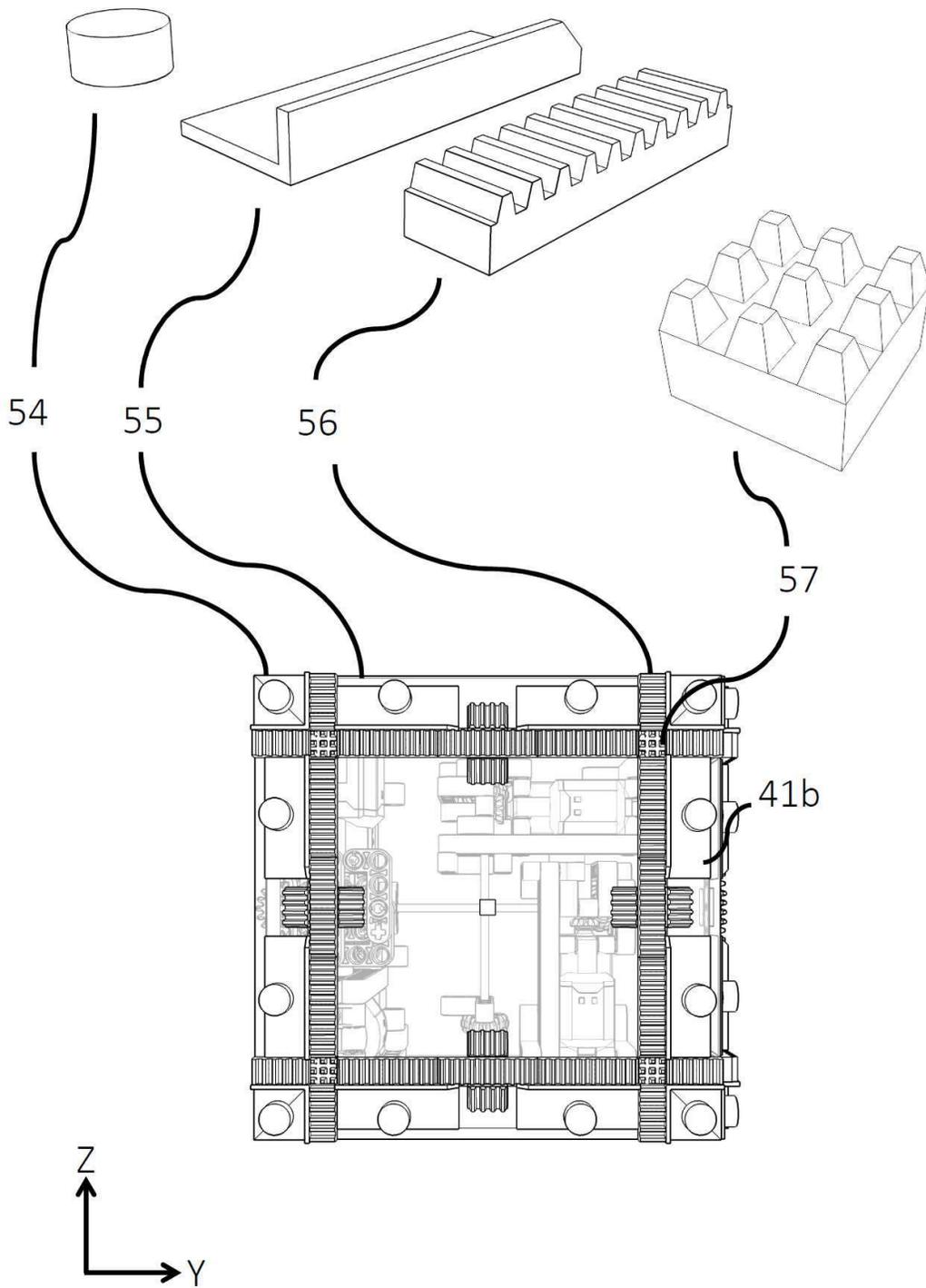


Figura 14

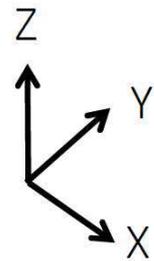
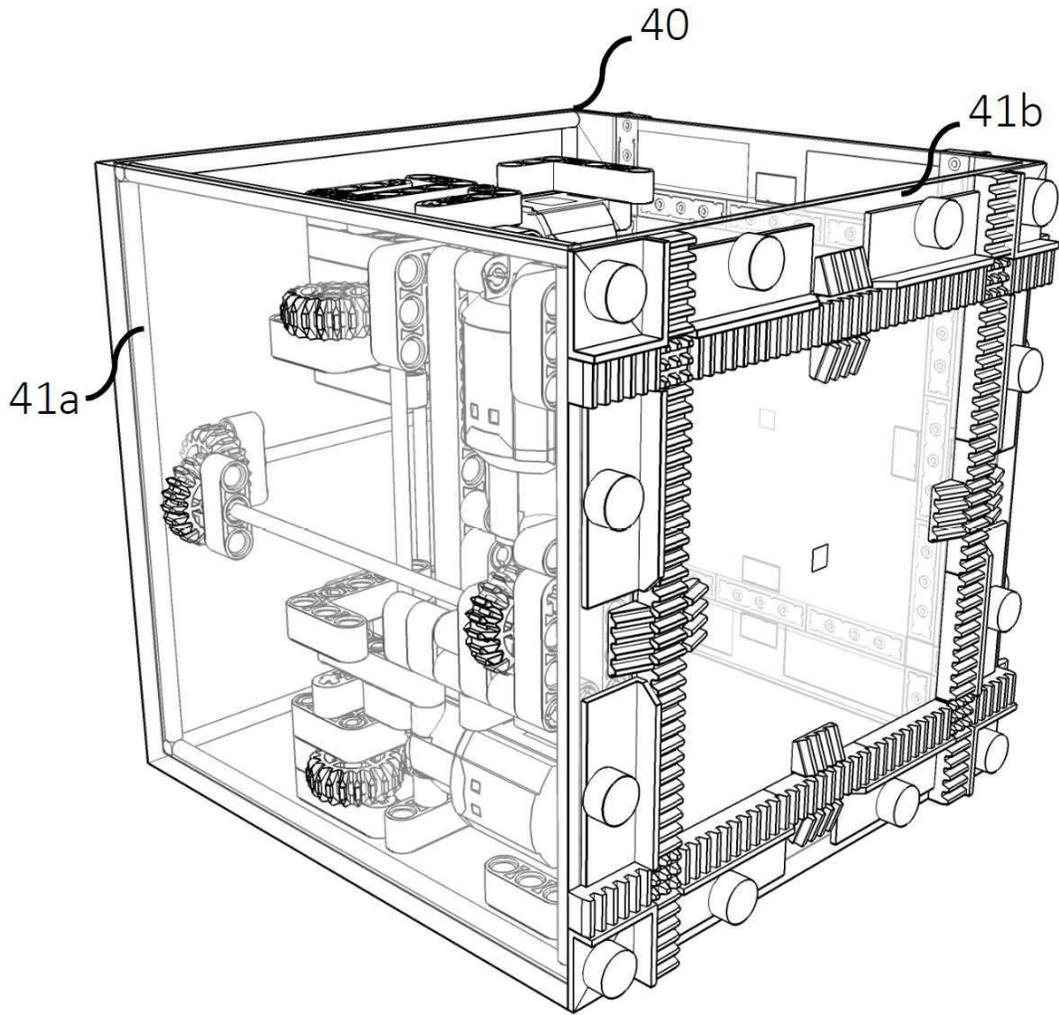


Figura 15

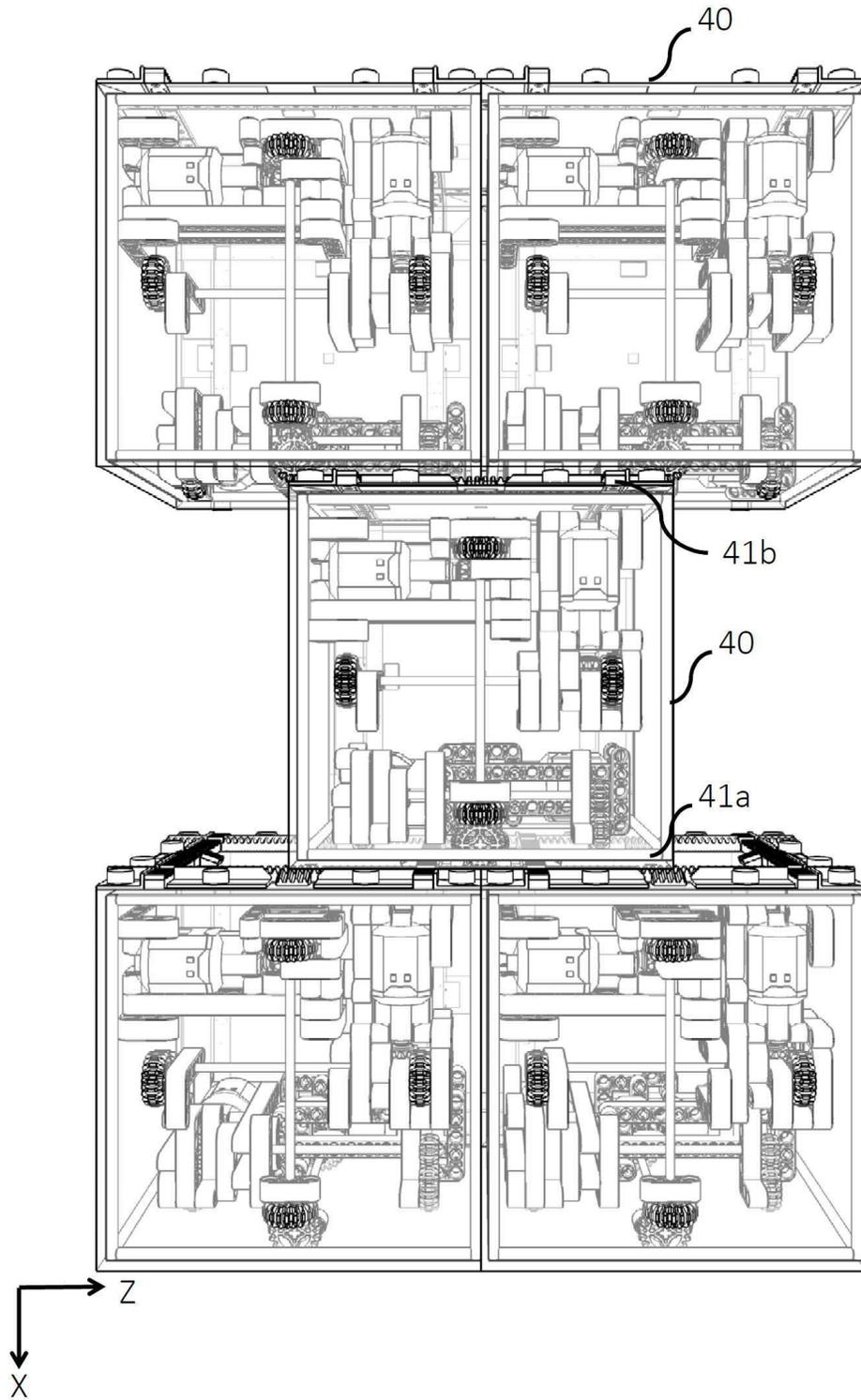


Figura 16

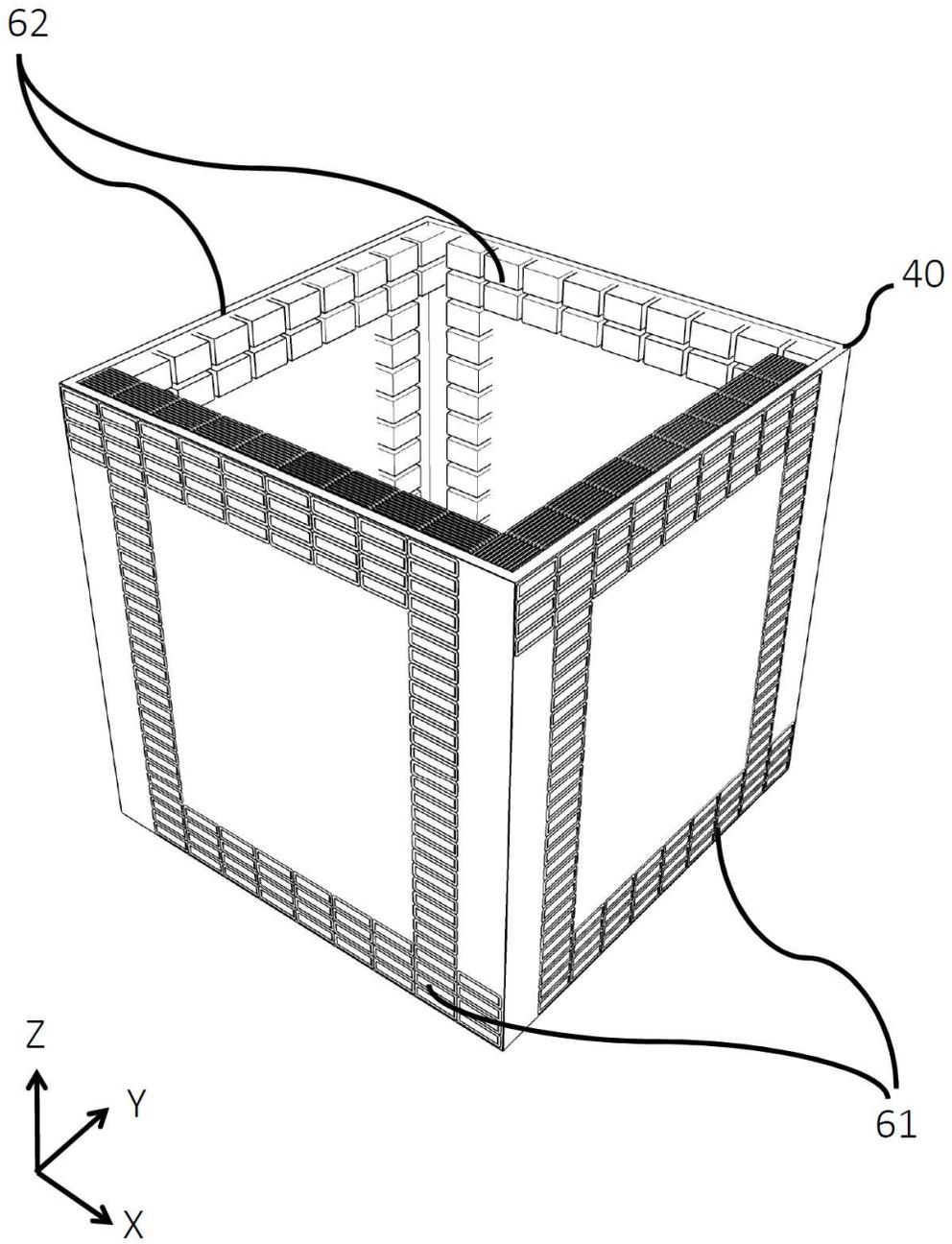


Figura 17

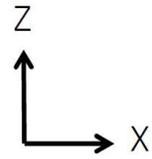
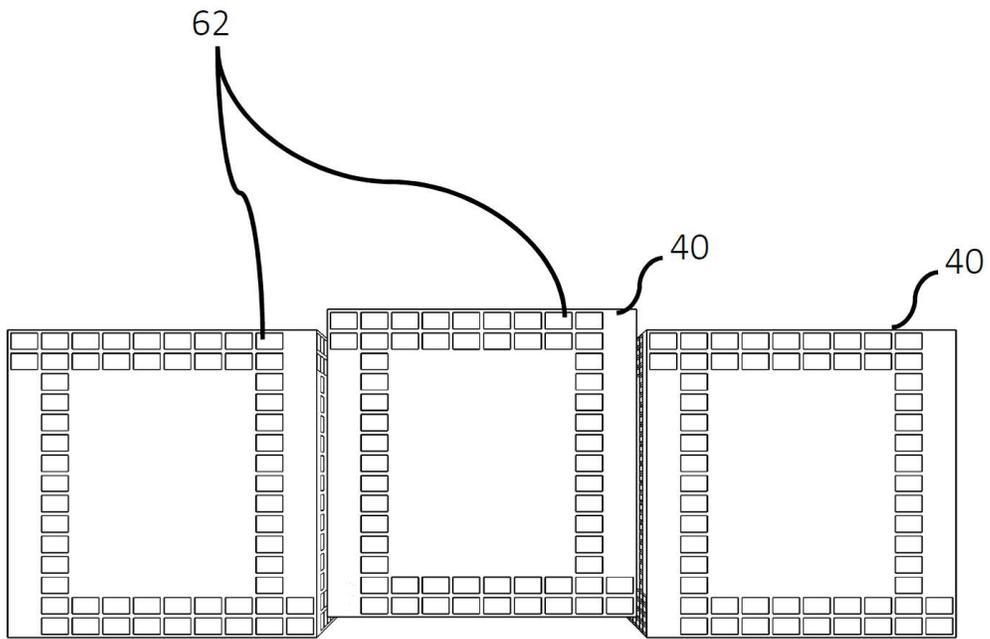


Figura 18

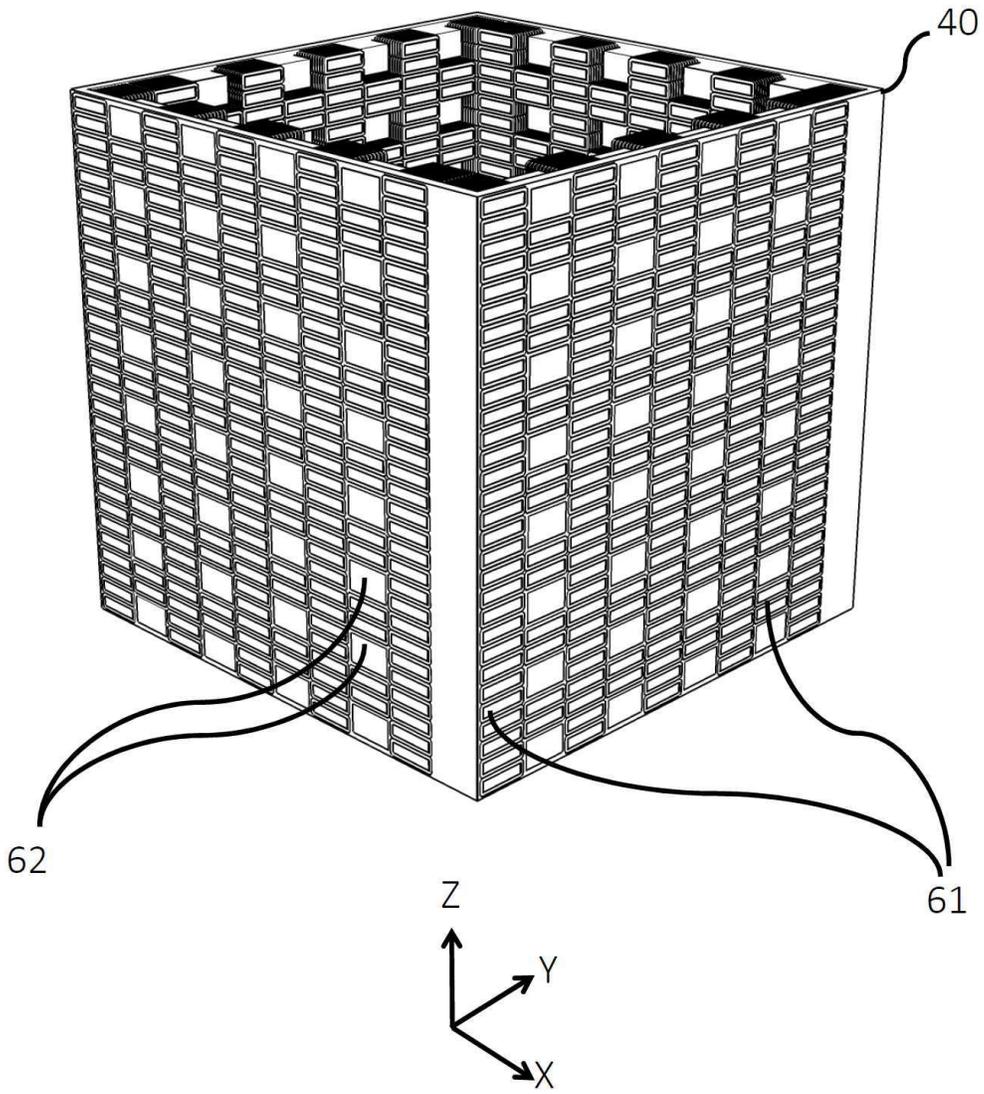


Figura 19

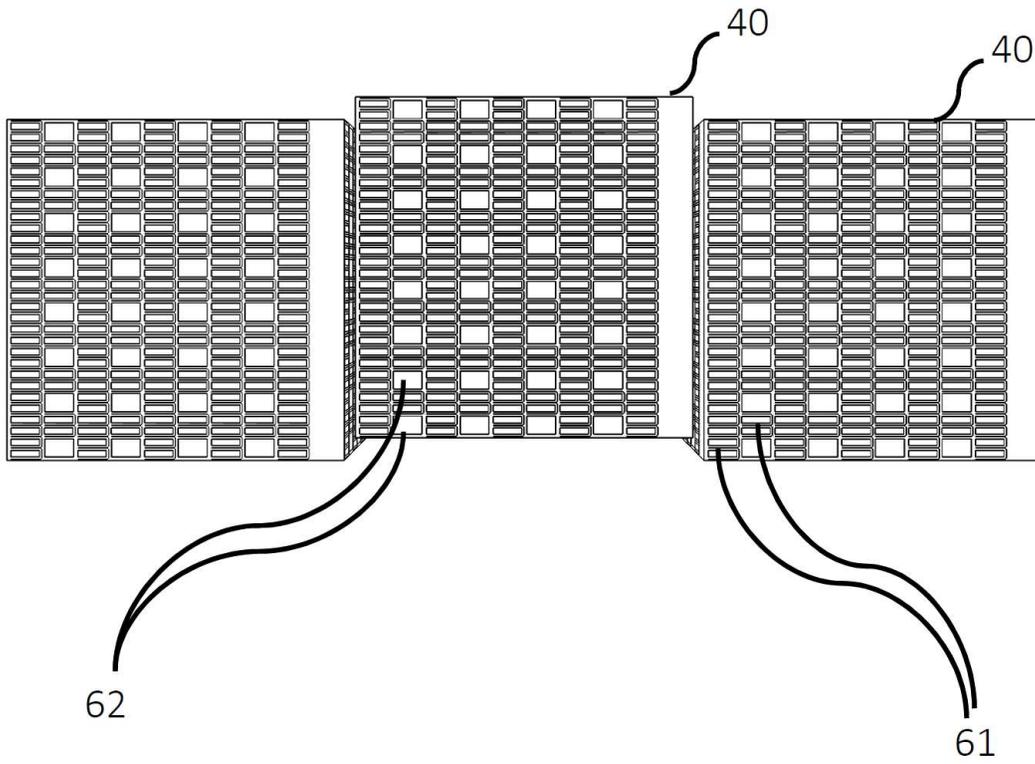


Figura 20

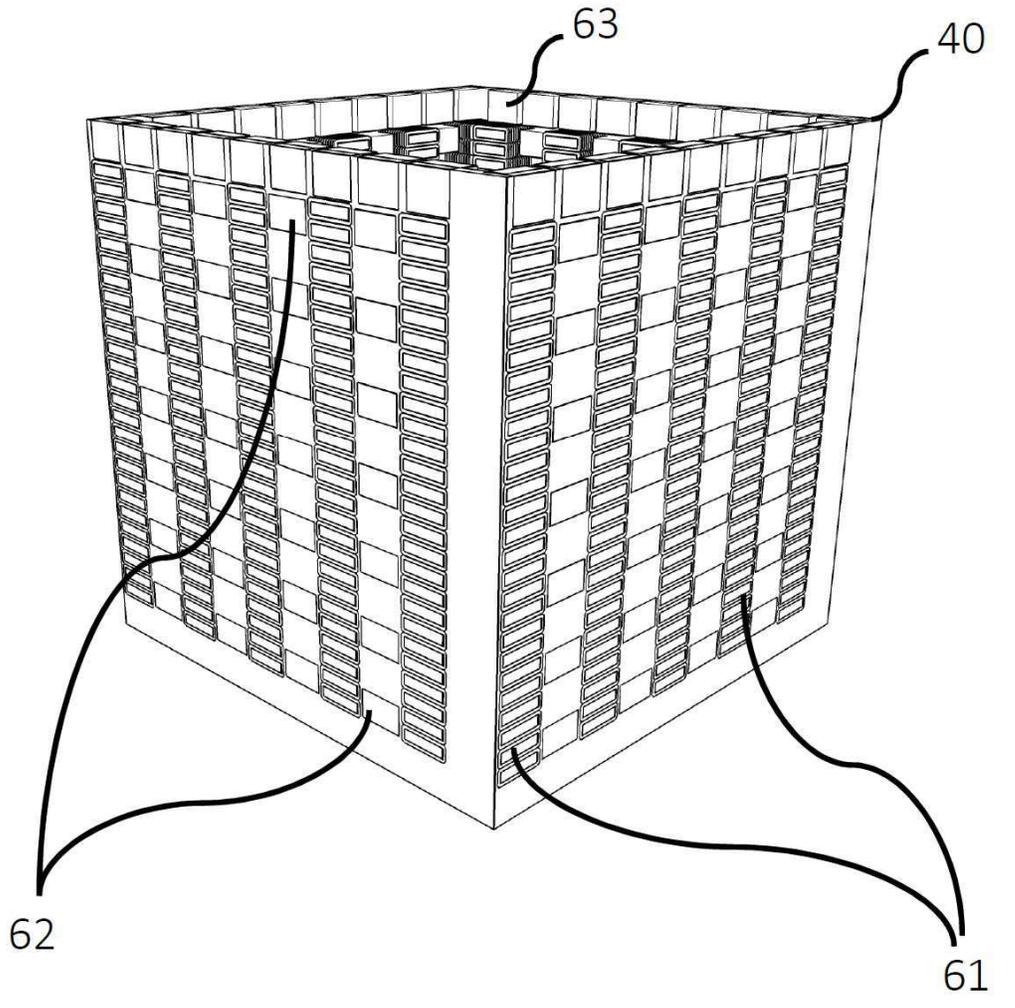


Figura 21

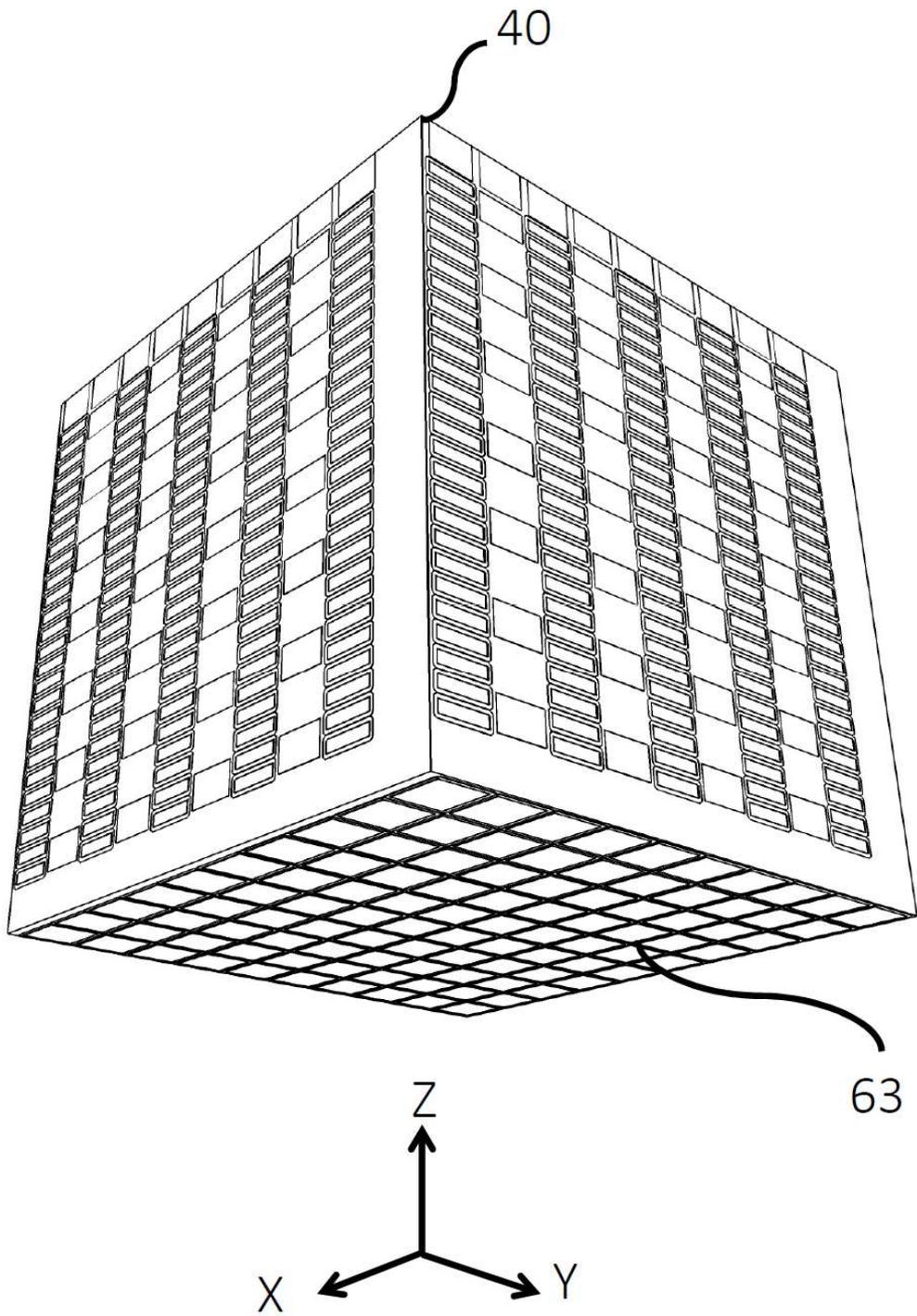


Figura 22

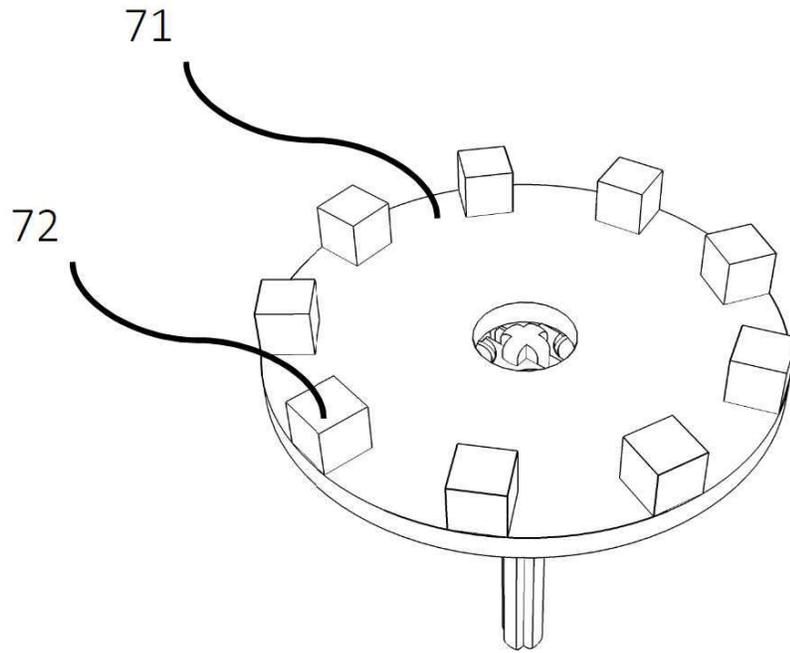


Figura 23a

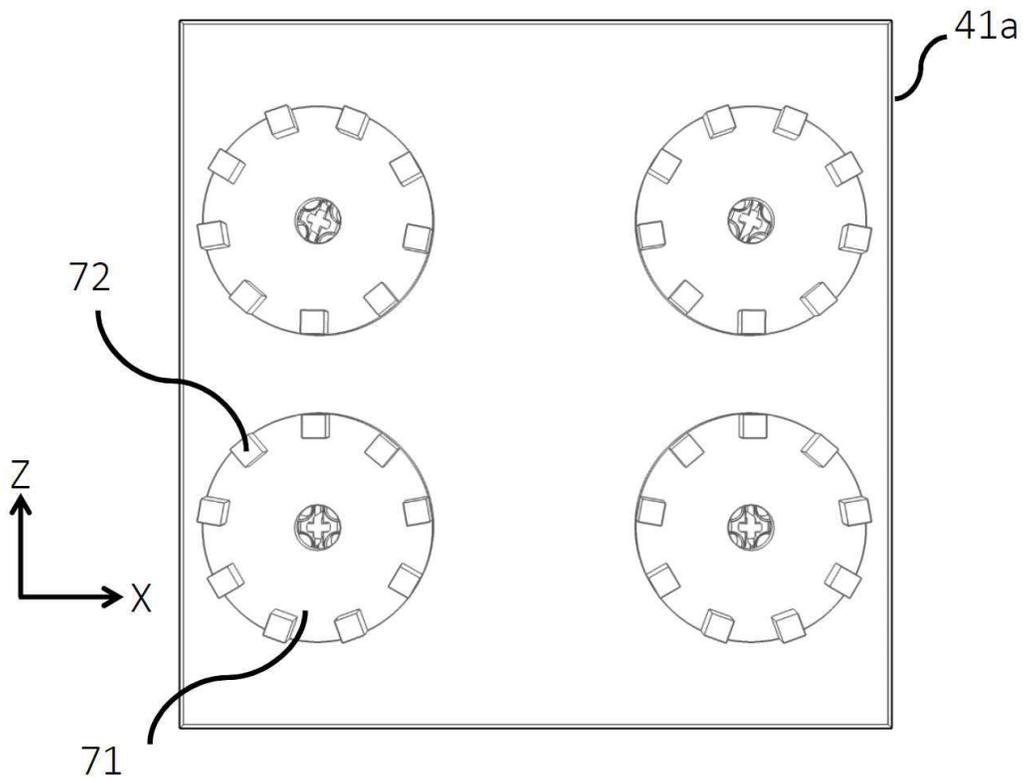


Figura 23b

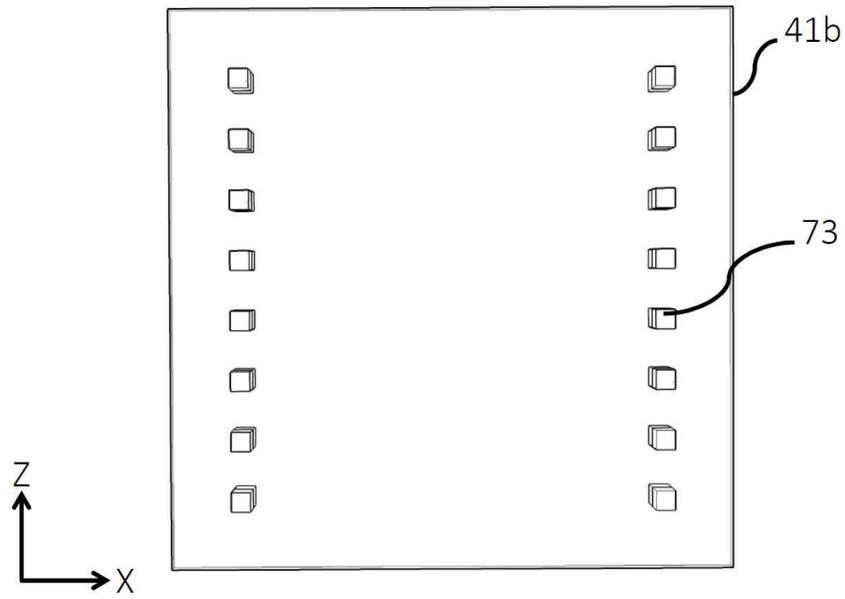


Figura 24a

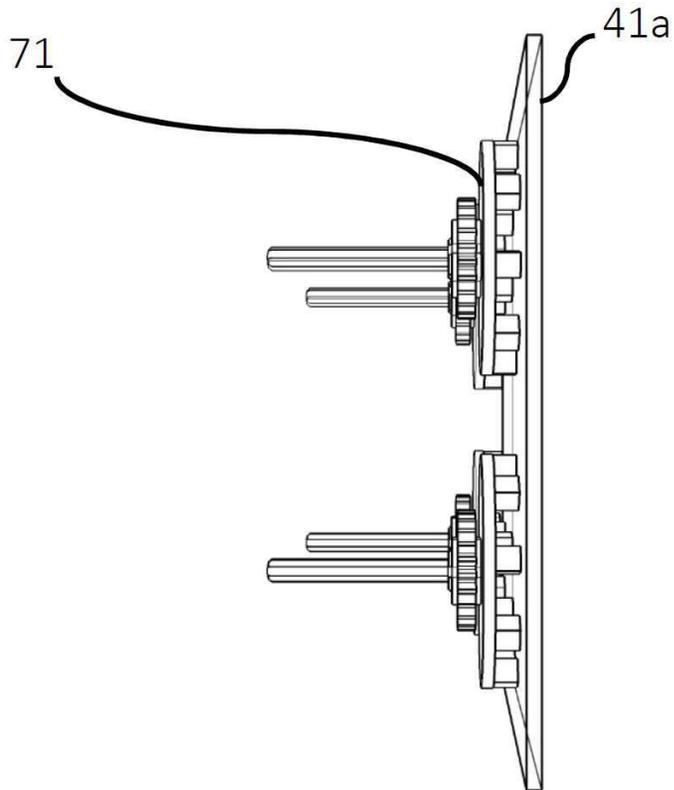


Figura 24b

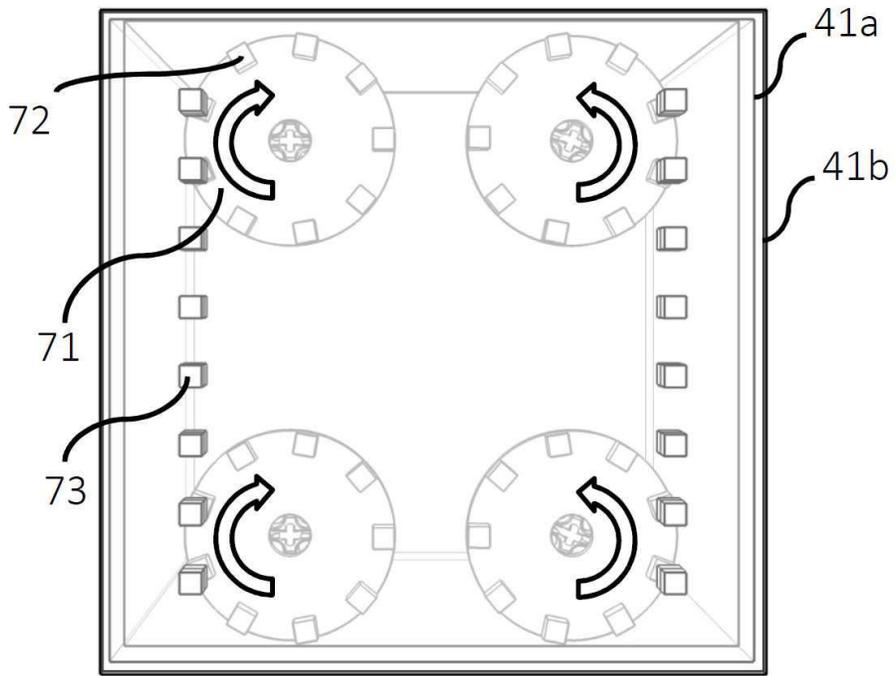


Figura 25a

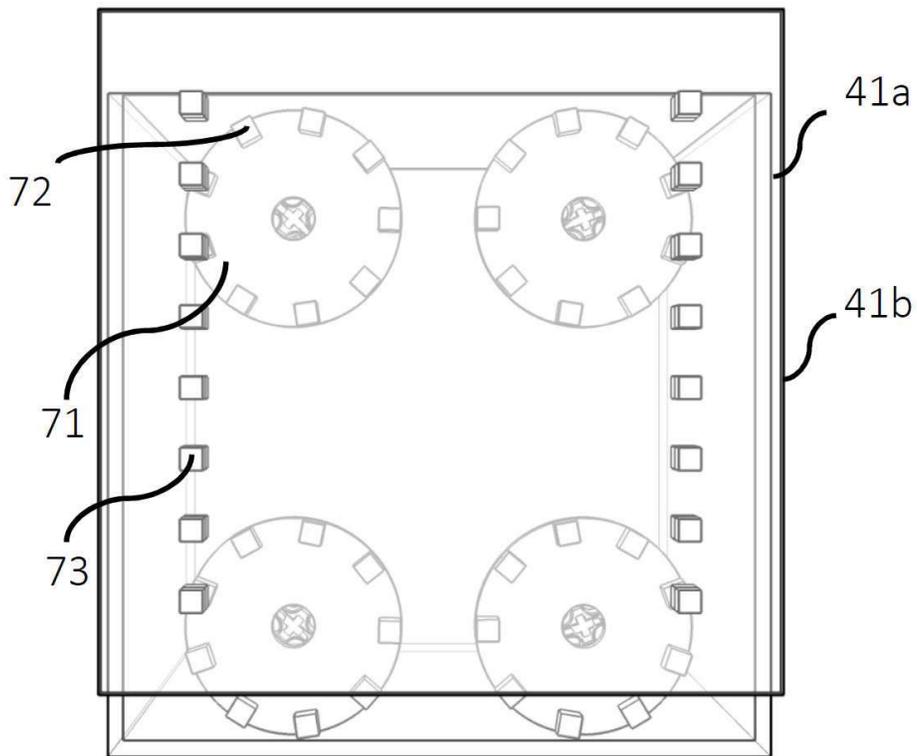


Figura 25b

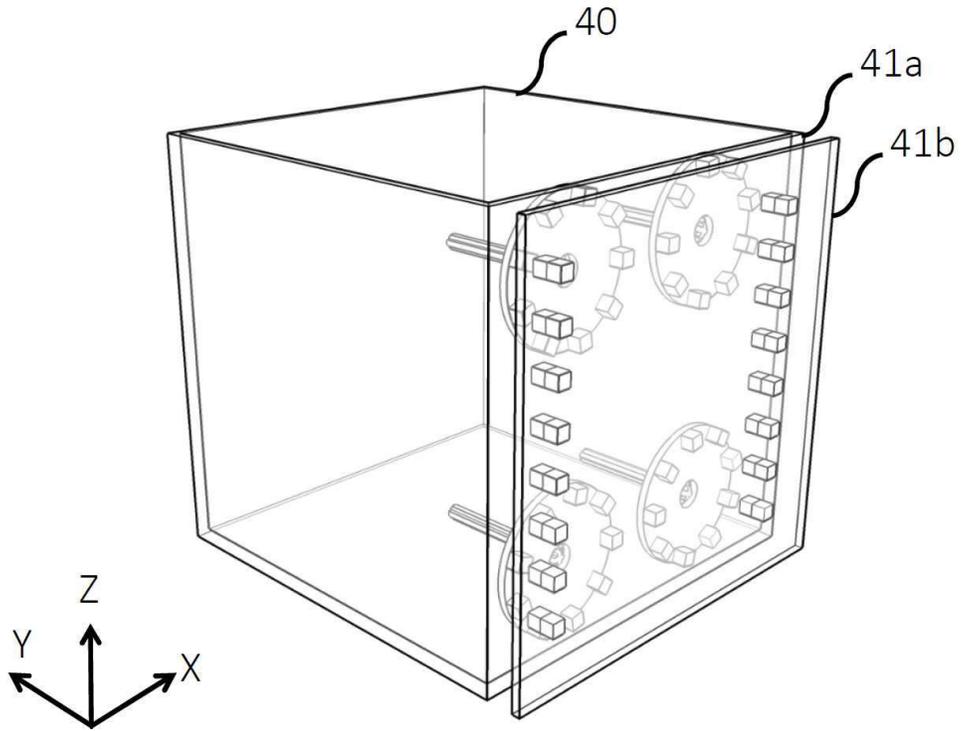


Figura 26a

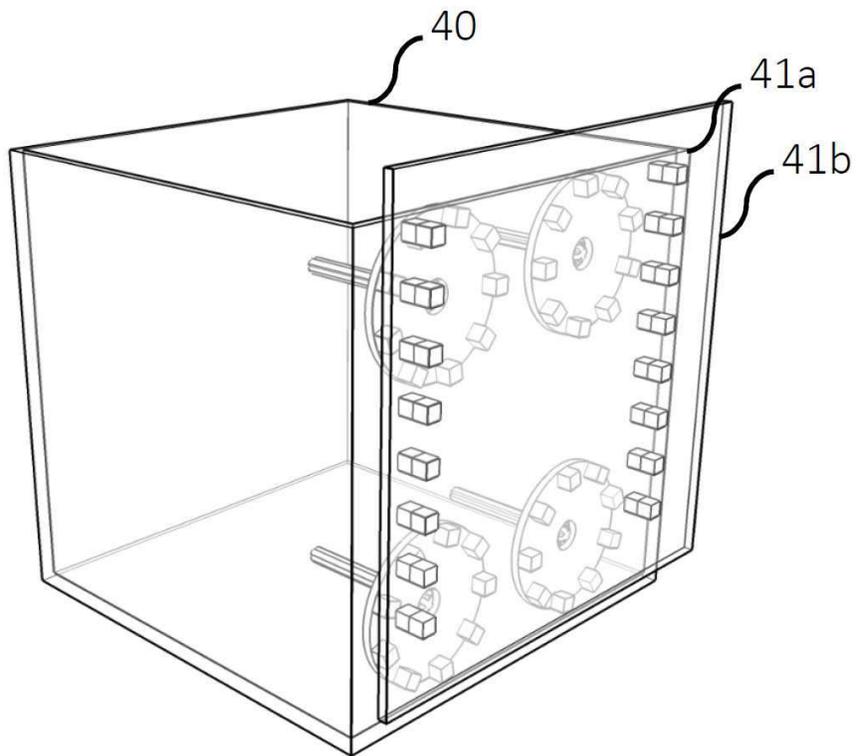


Figura 26b

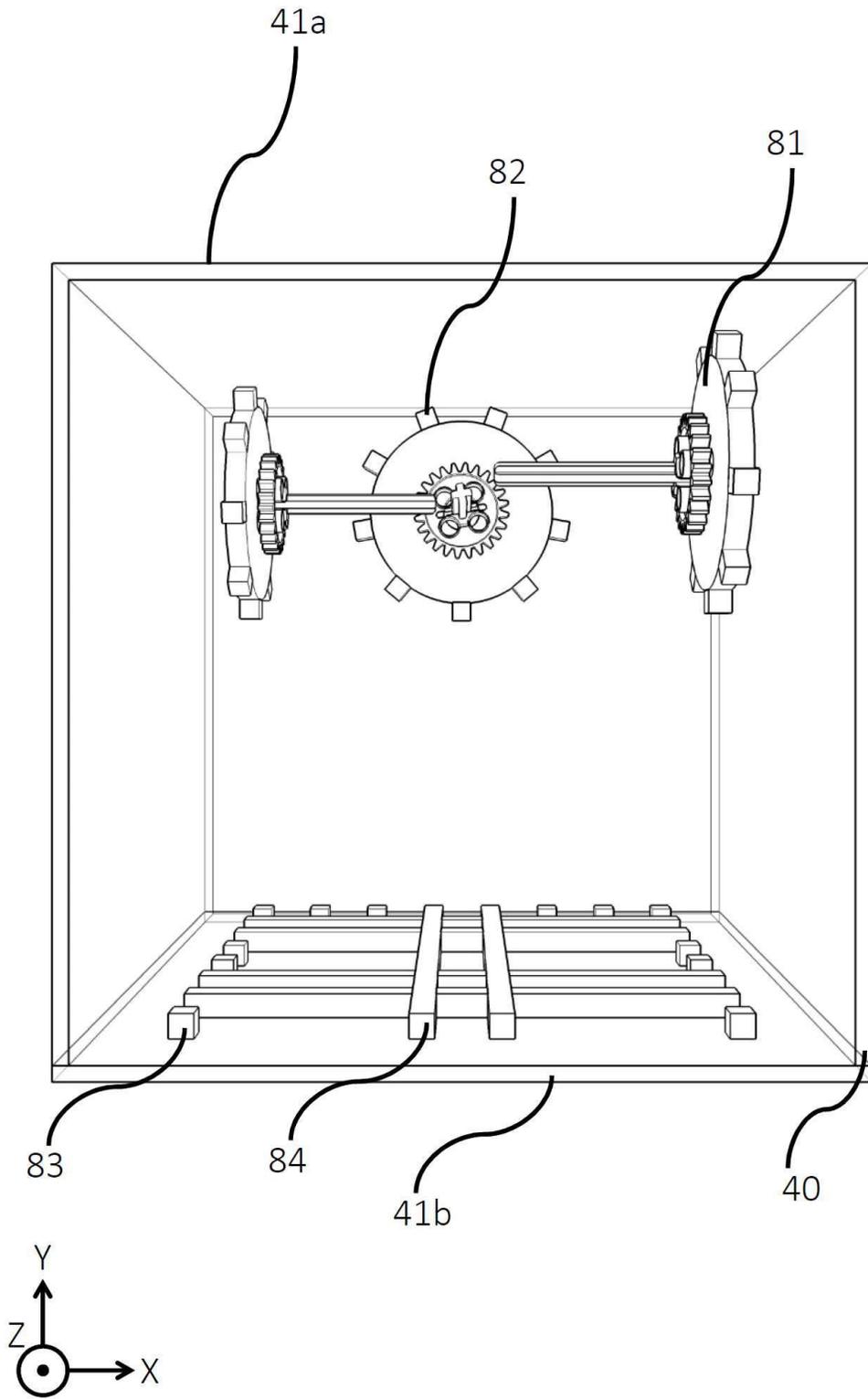


Figura 27

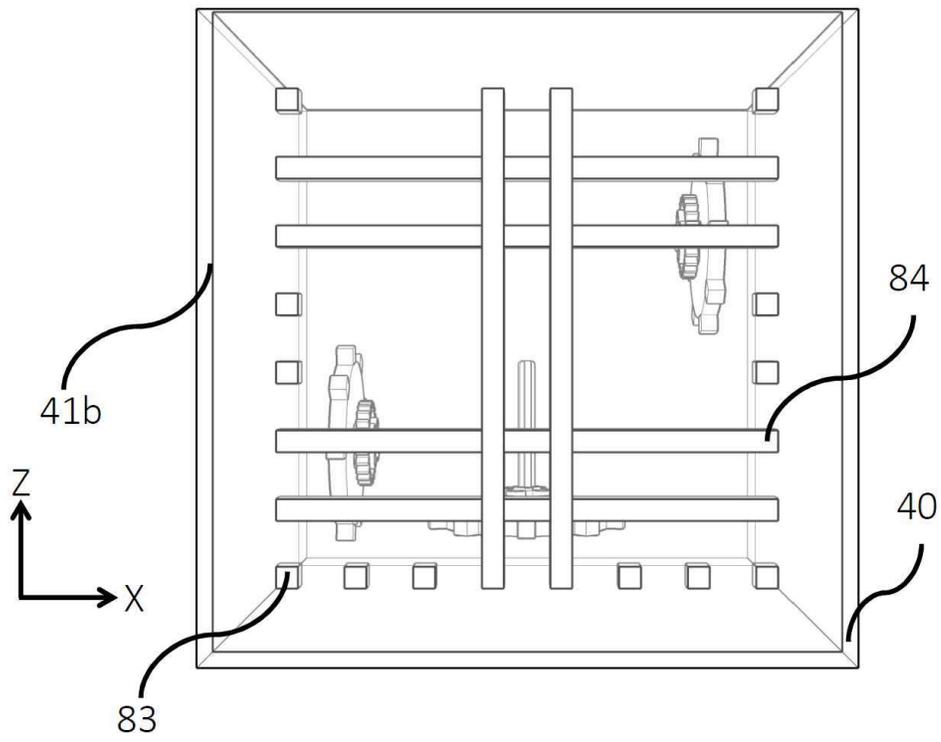


Figura 28a

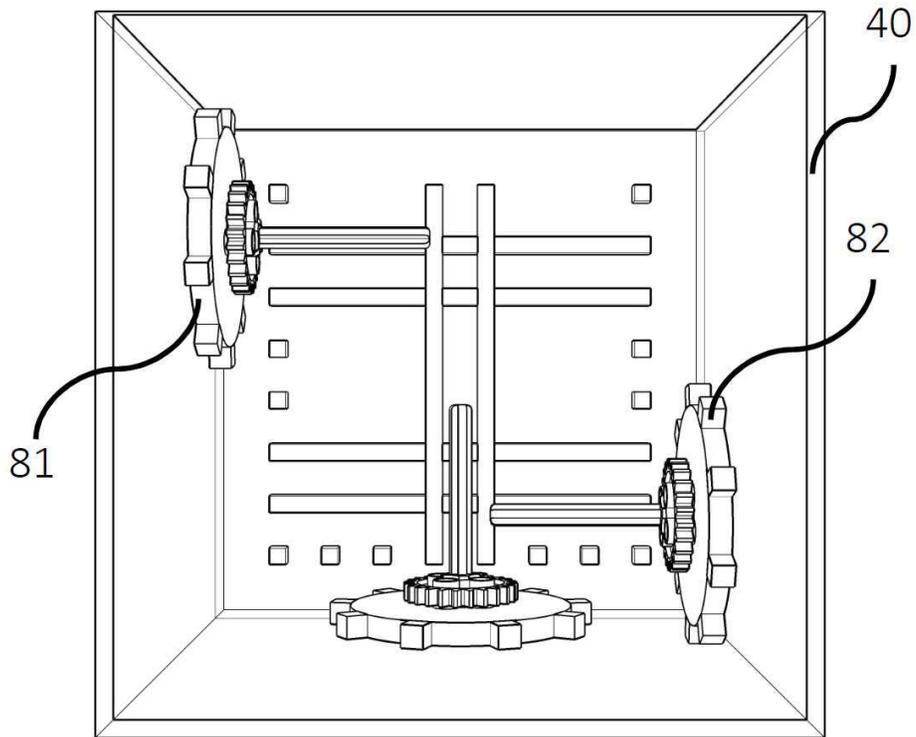


Figura 28b

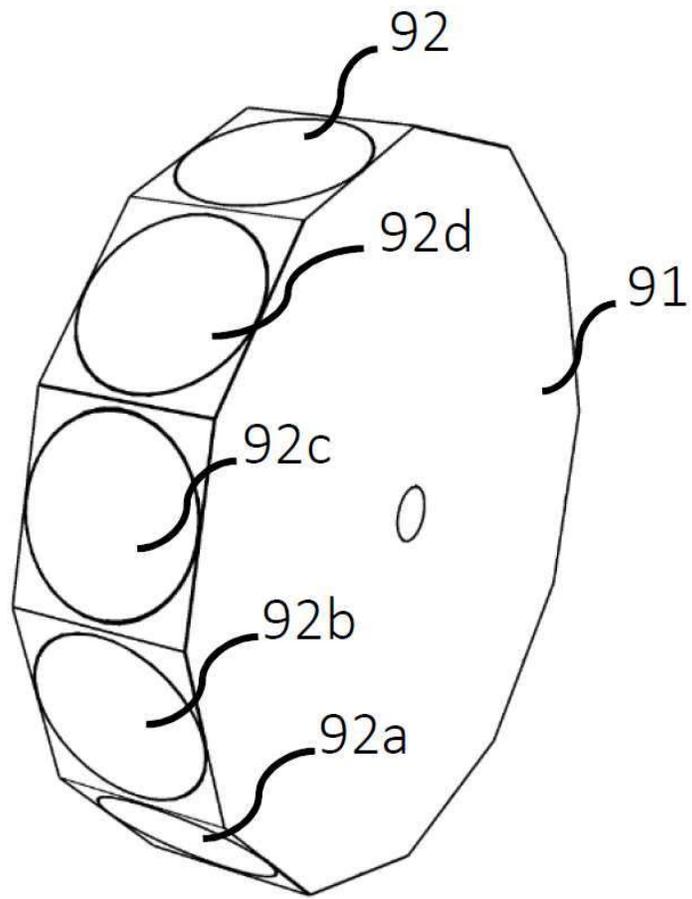


Figura 29

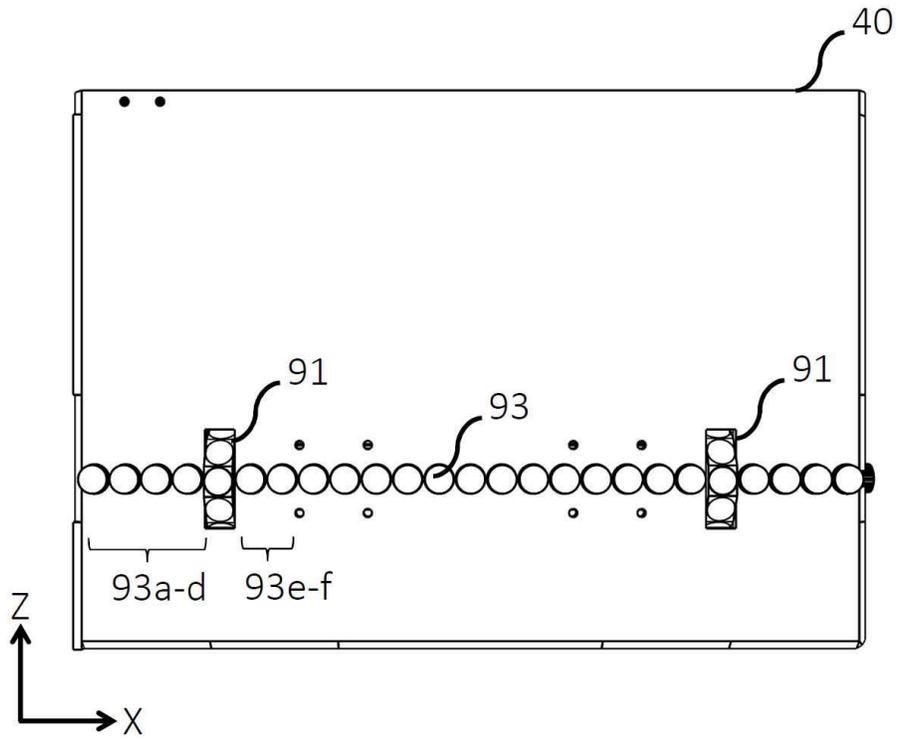


Figura 30a

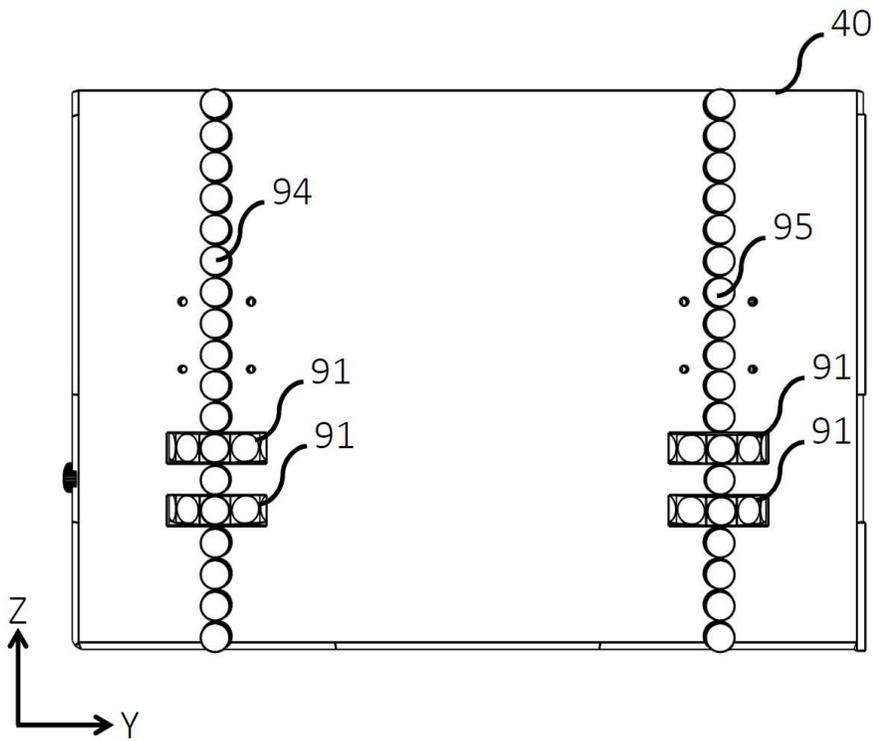


Figura 30b

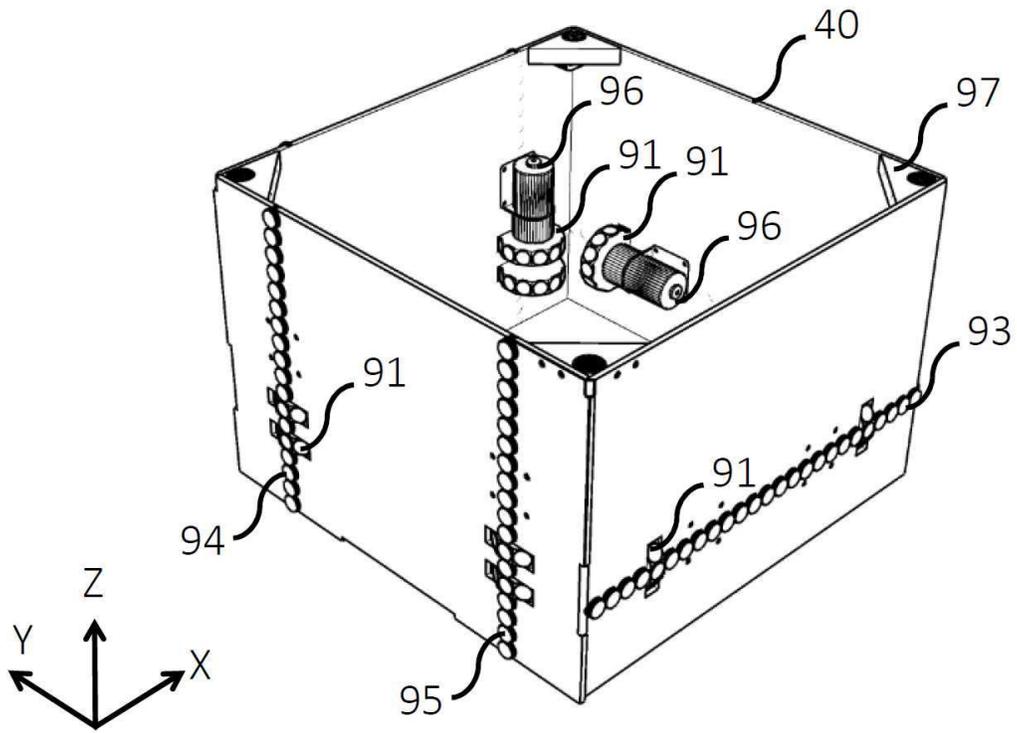


Figura 31a

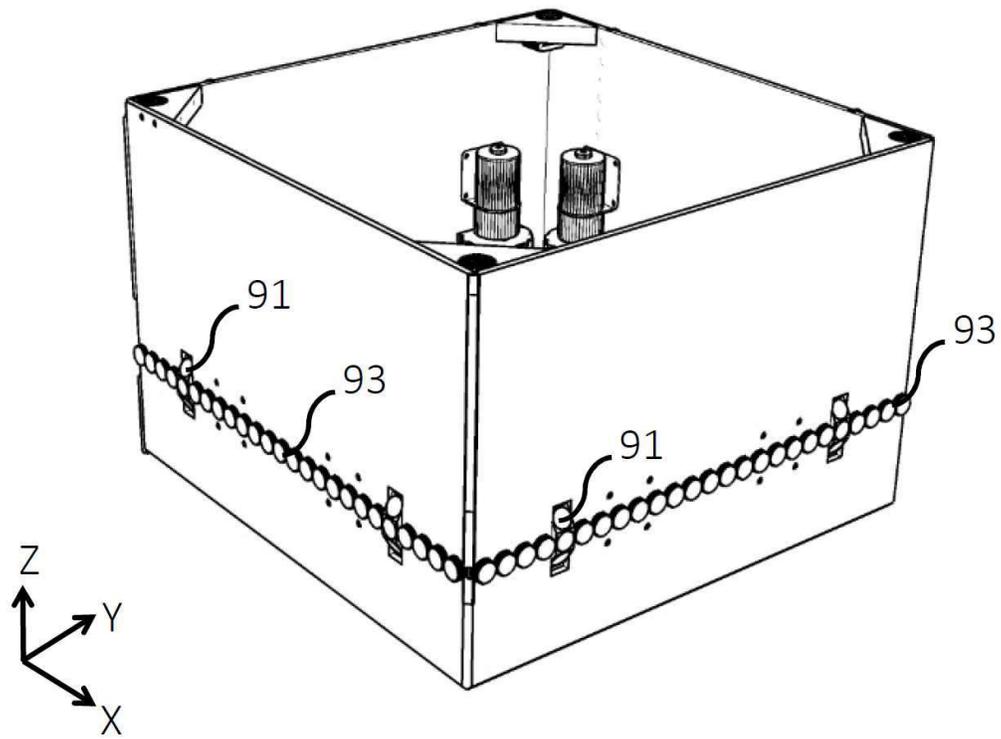


Figura 31b

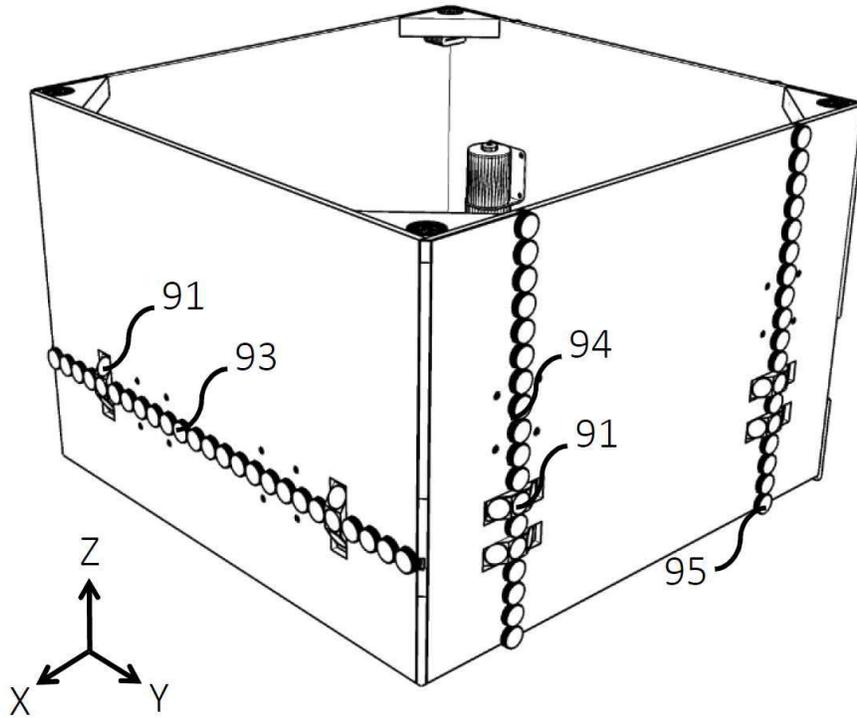


Figura 32a

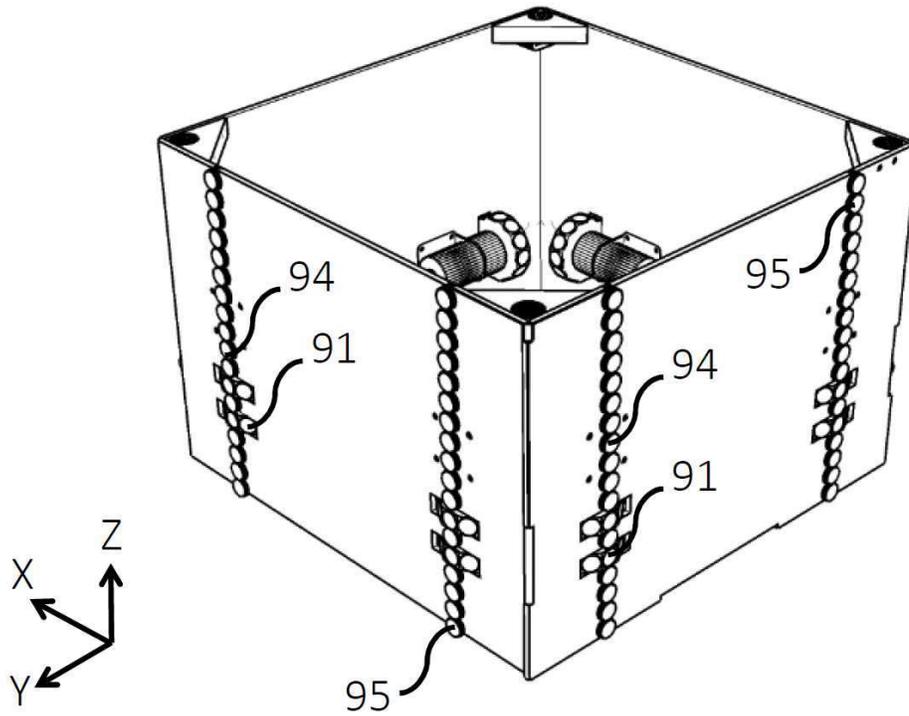


Figura 32b

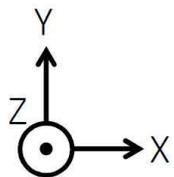
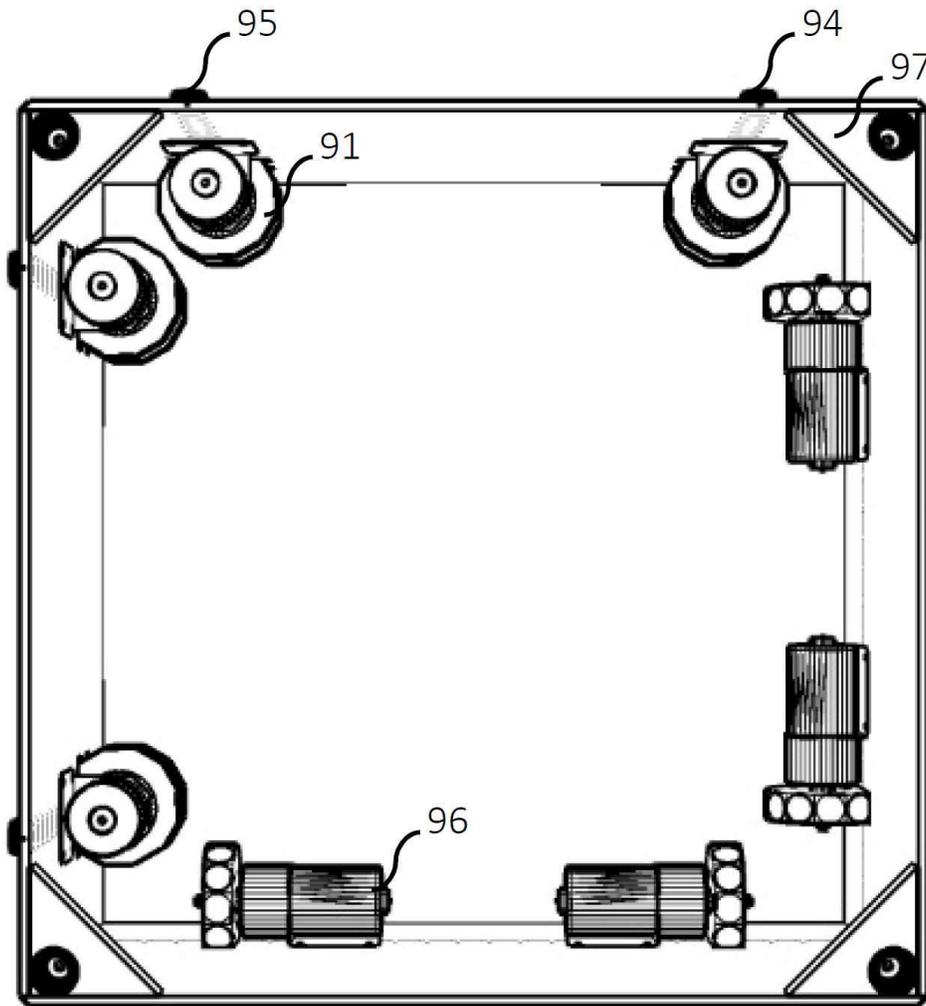


Figura 33

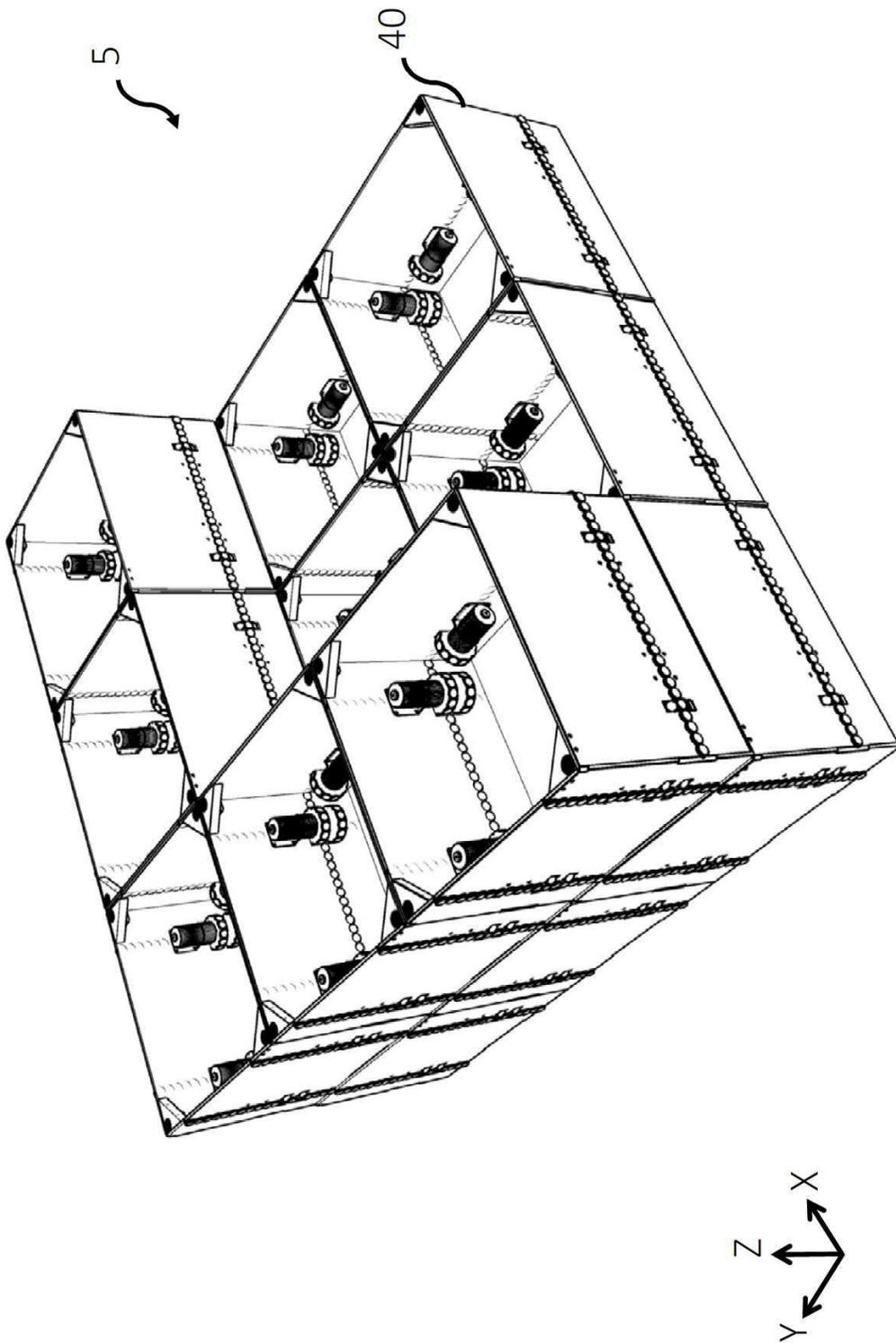


Figura 34

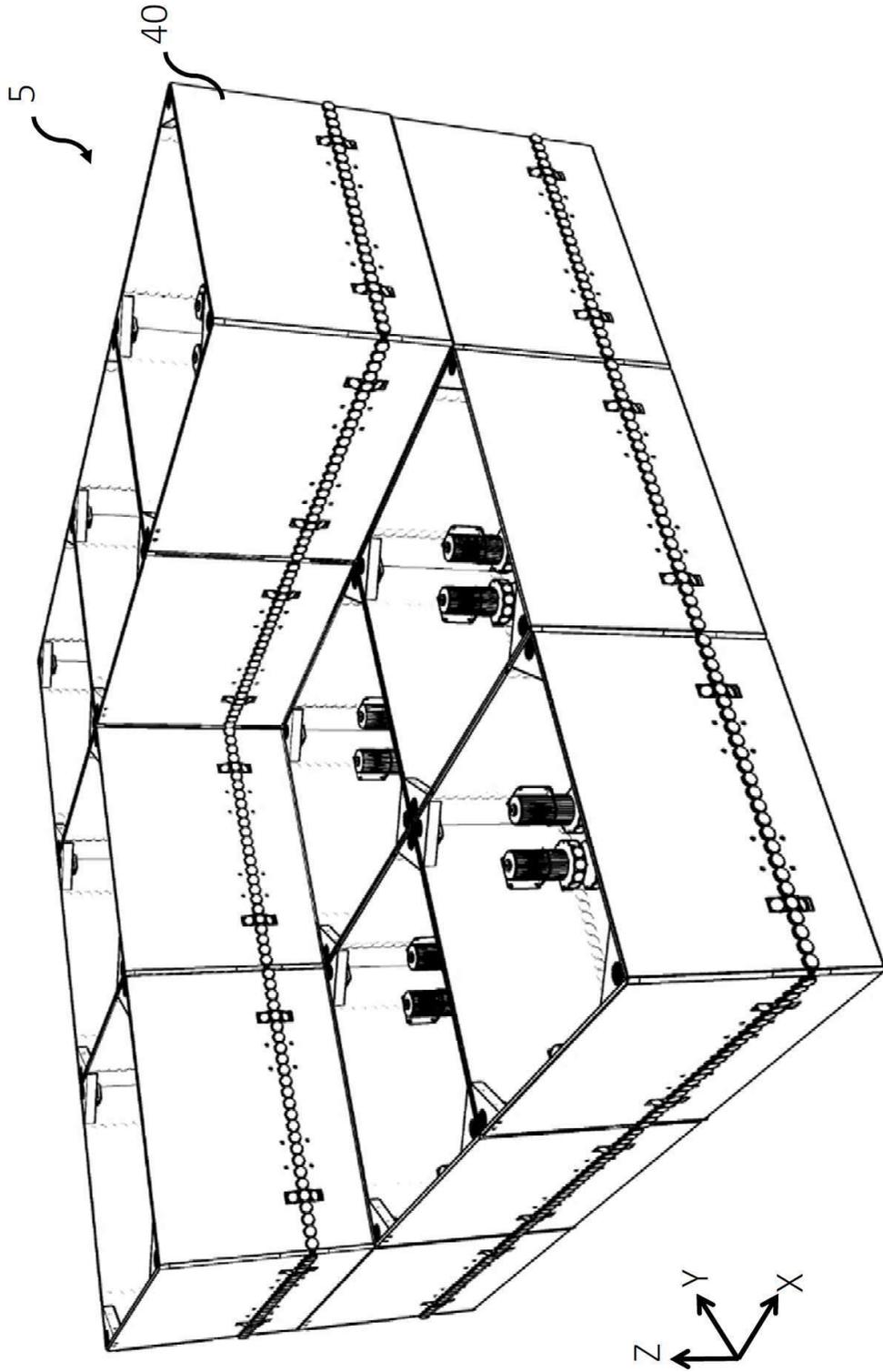


Figura 35

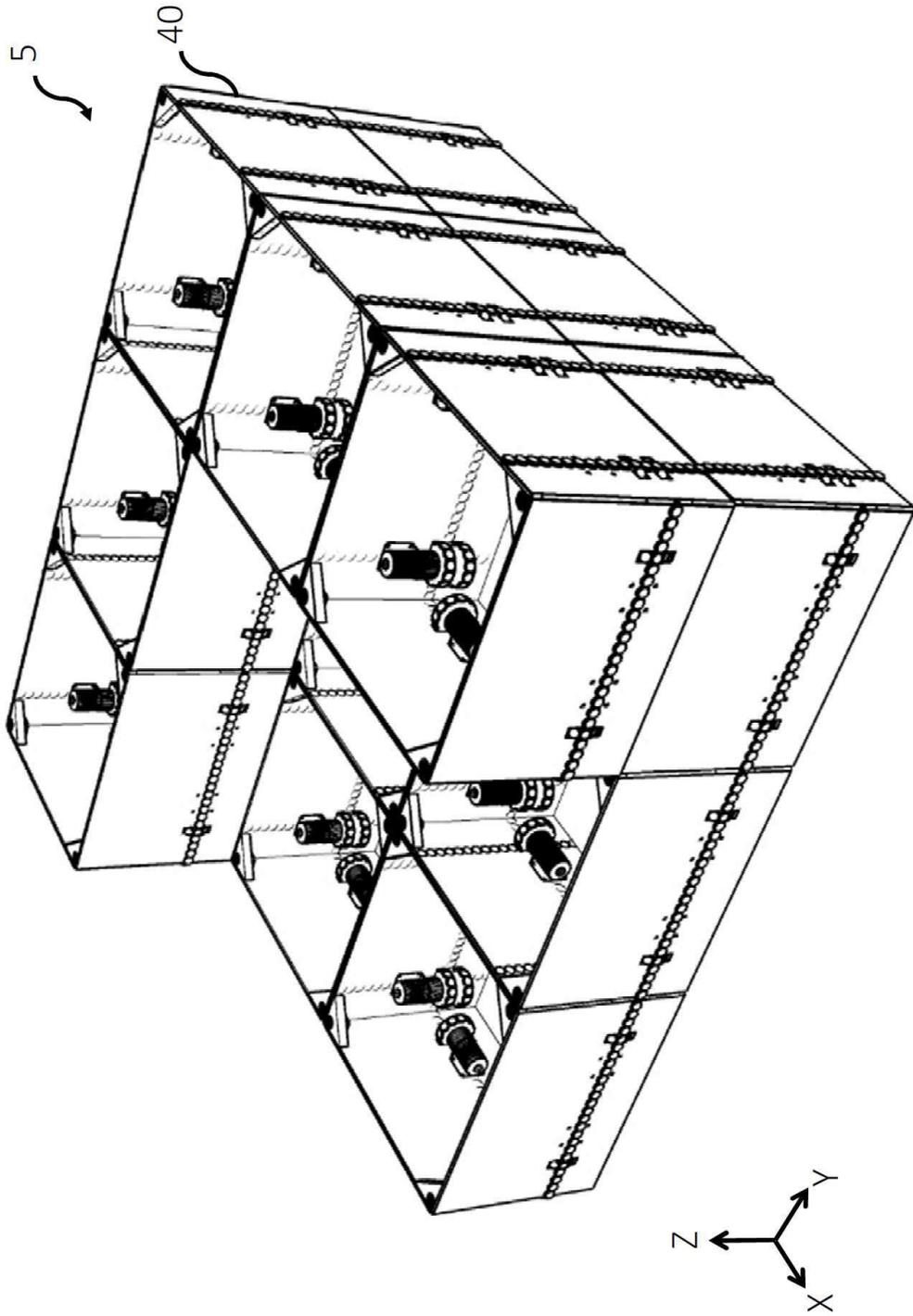


Figura 36

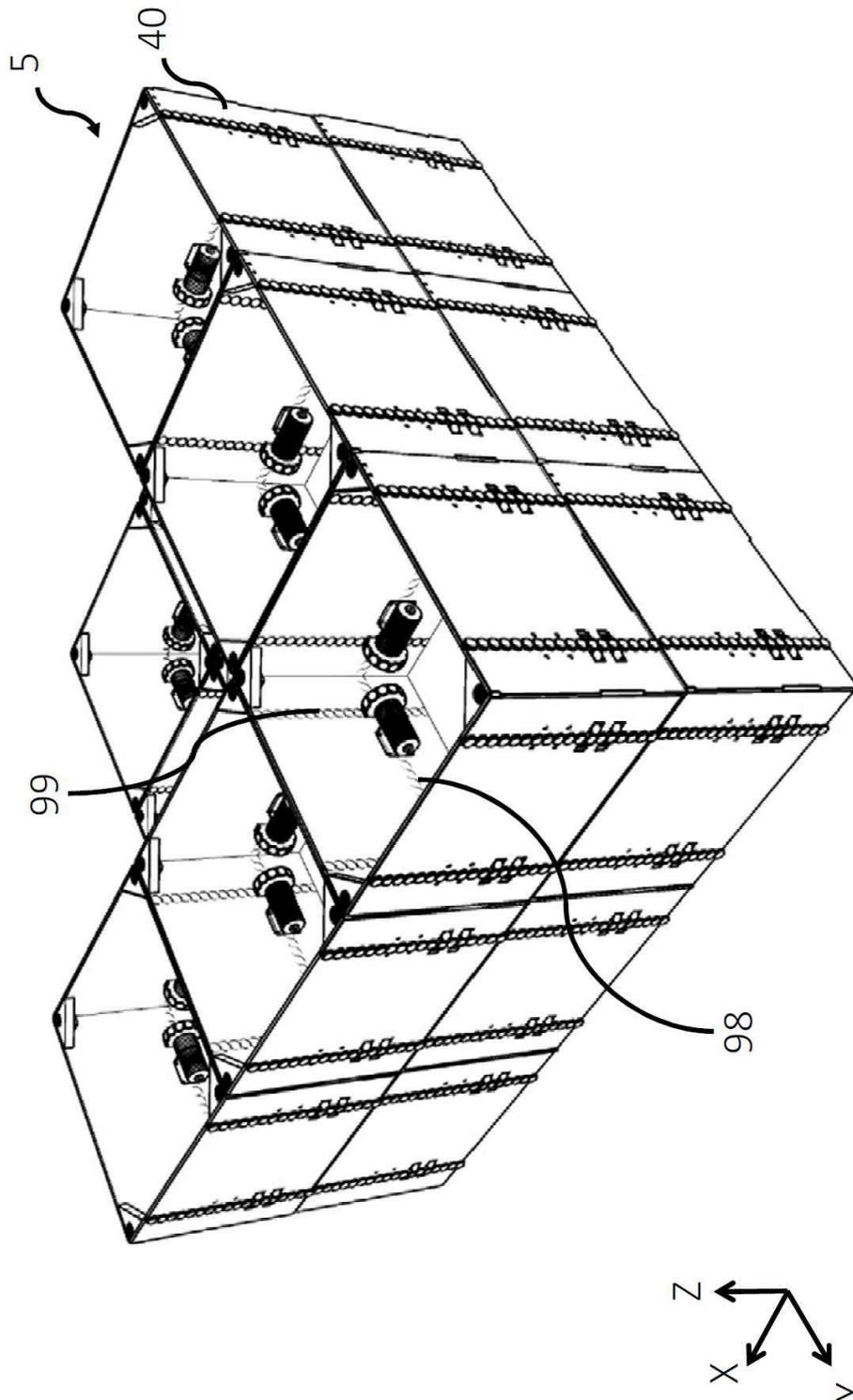


Figura 37

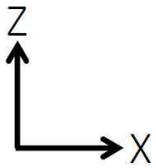
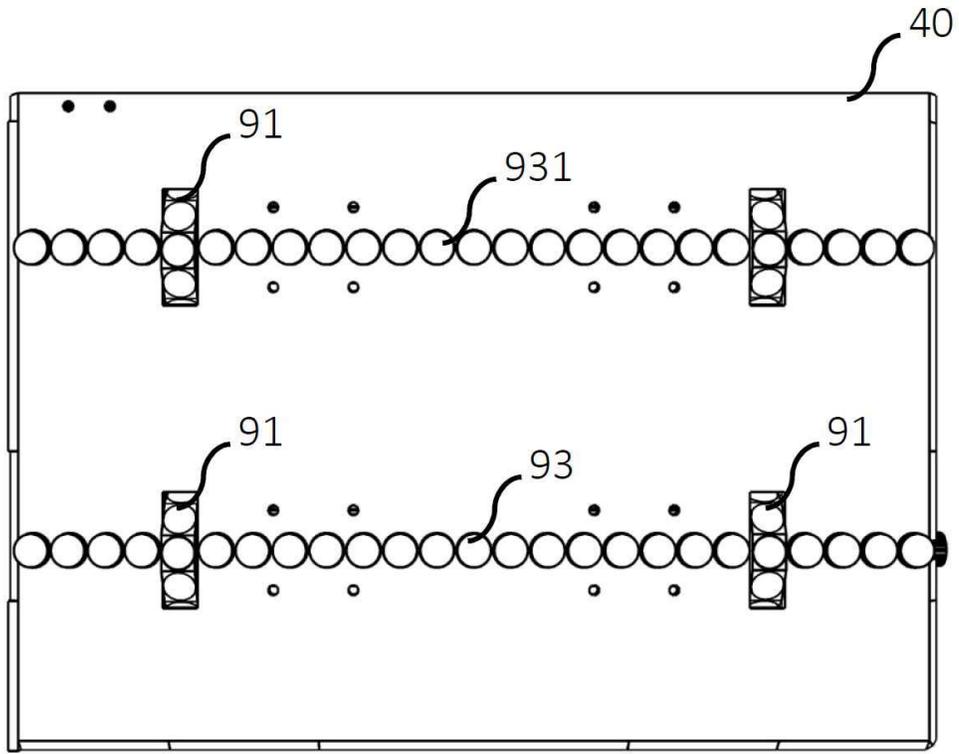


Figura 38

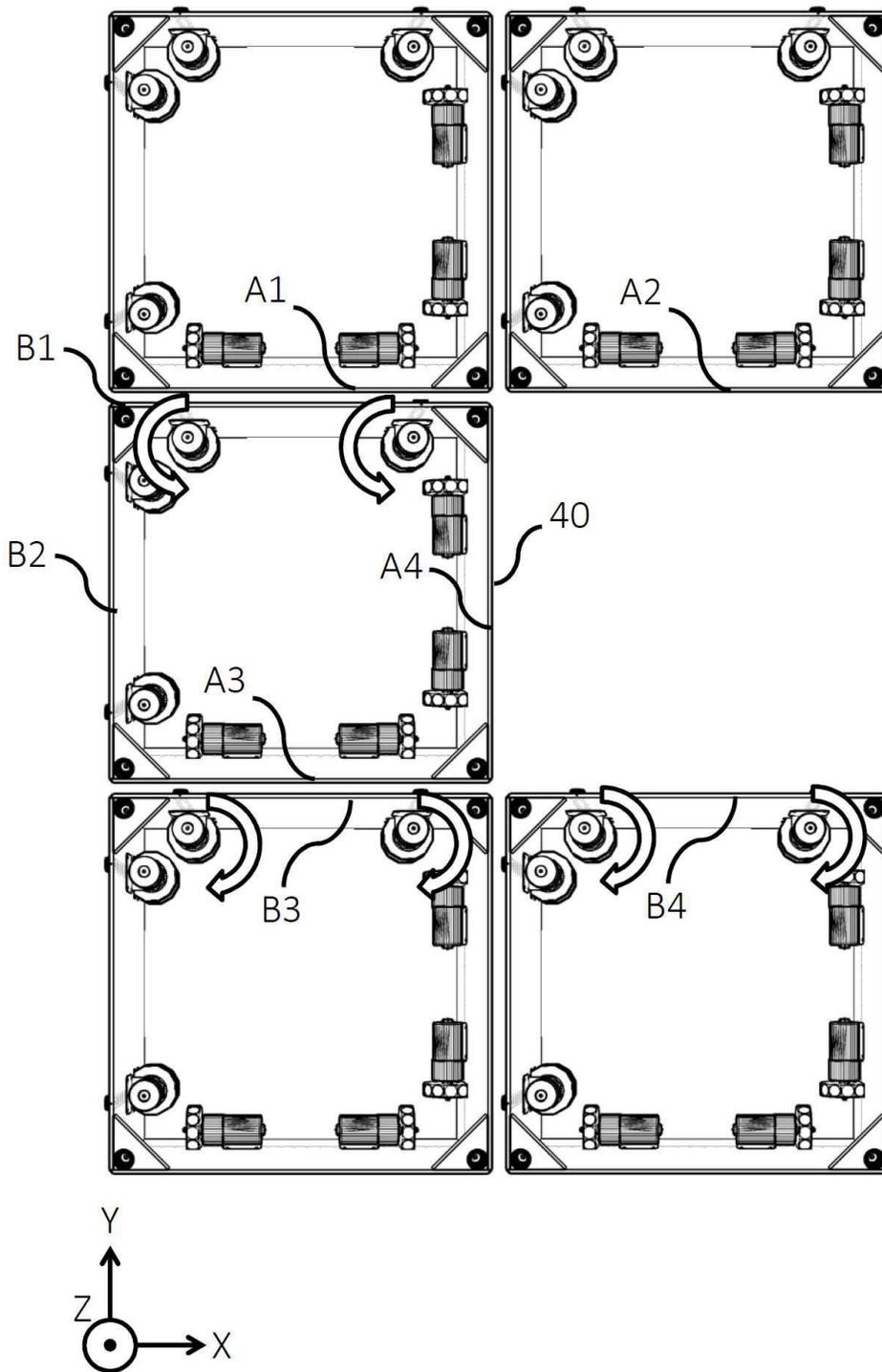


Figura 39

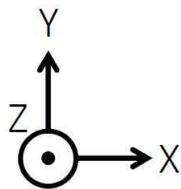
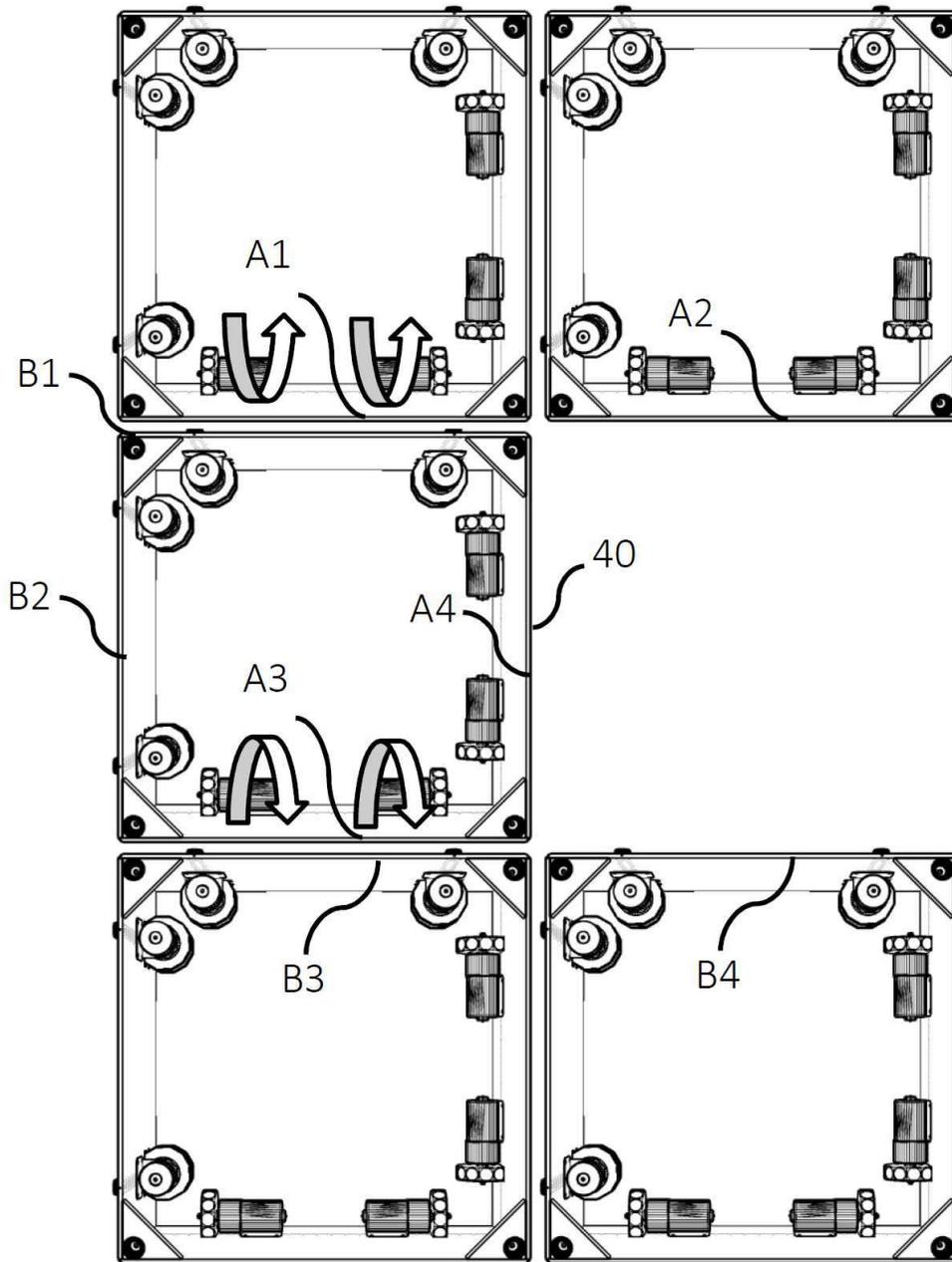


Figura 40

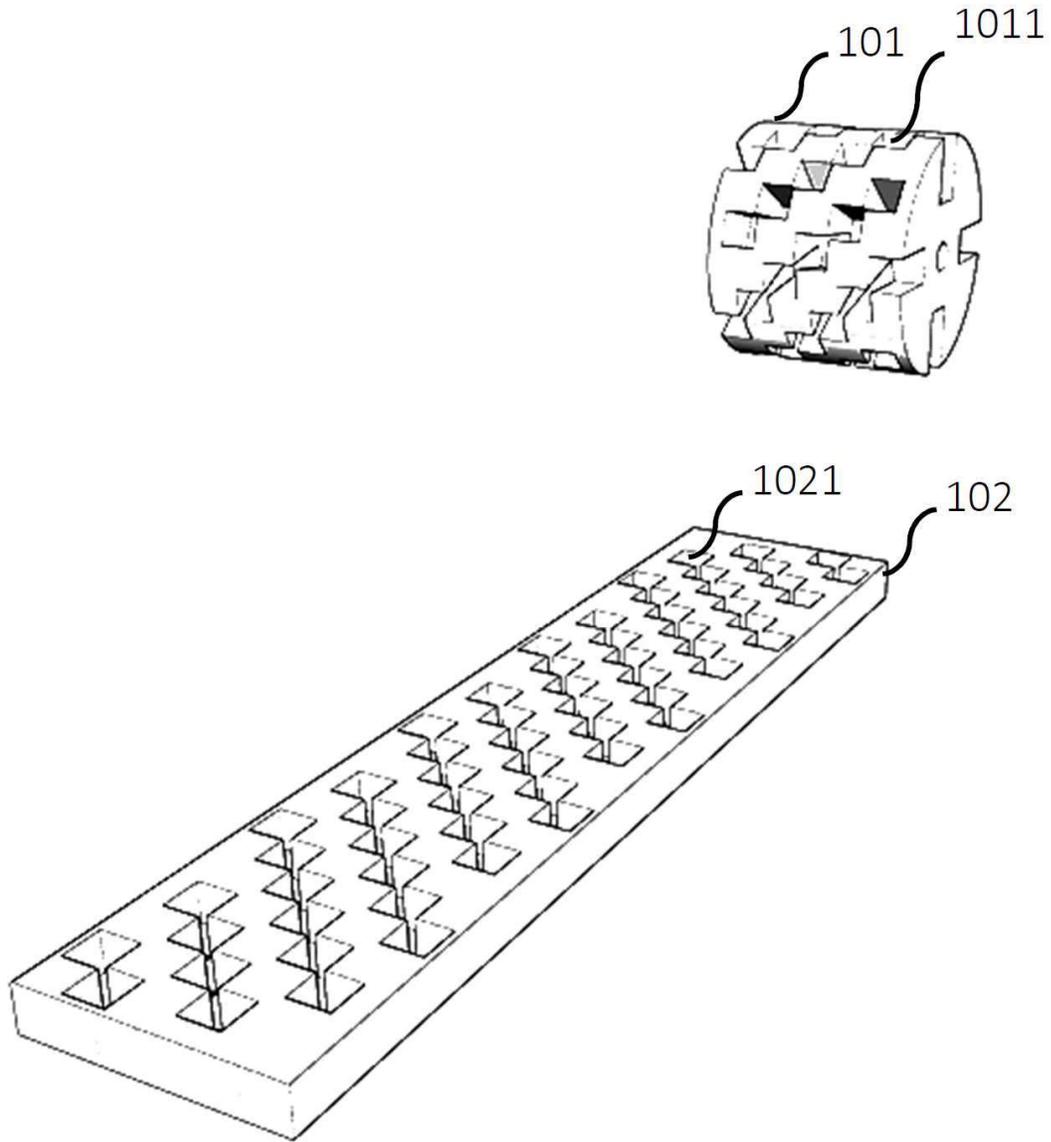
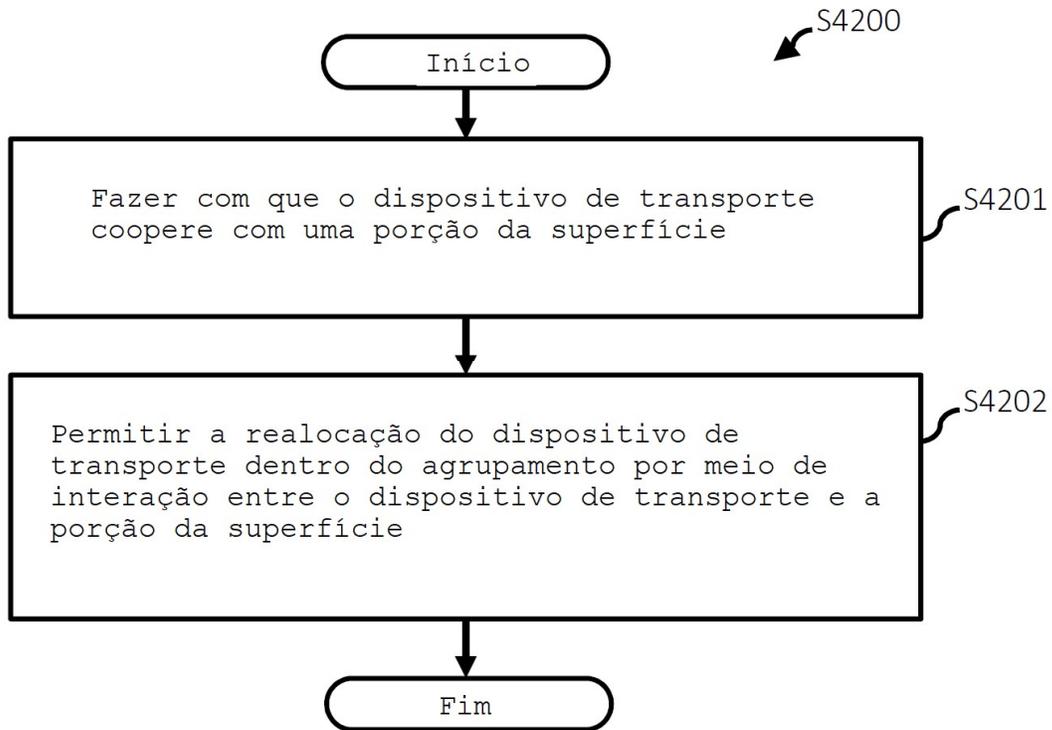


Figura 41

**Figura 42**

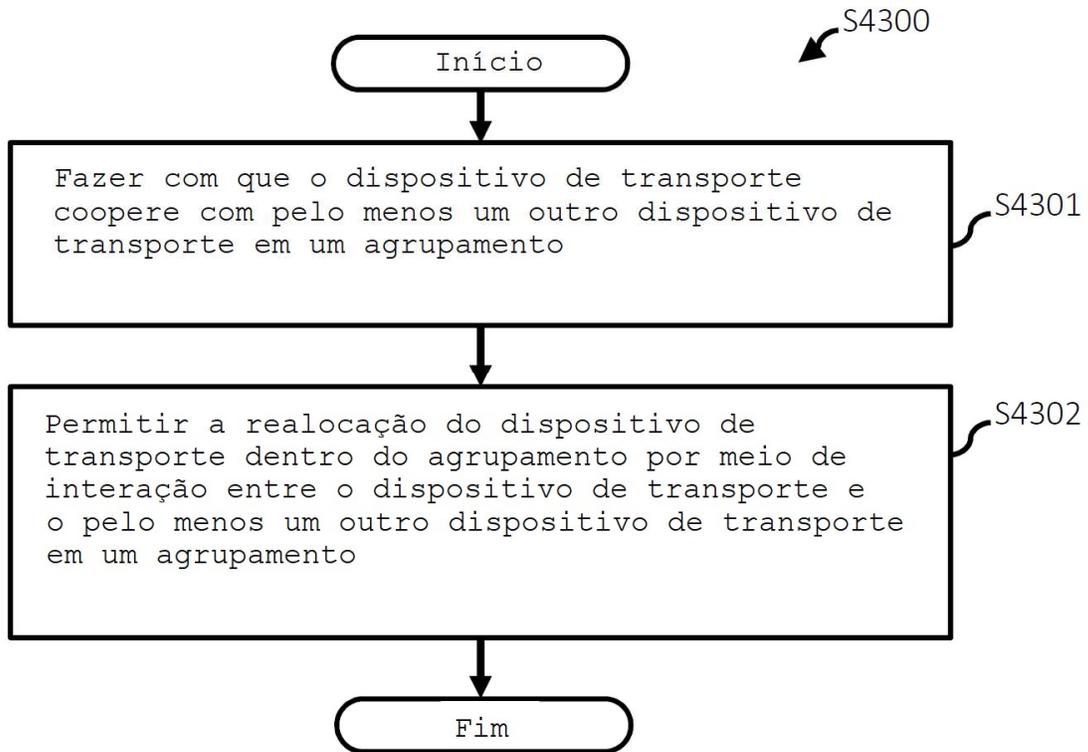


Figura 43

RESUMO**DISPOSITIVO DE TRANSPORTE E SISTEMA DE ARMAZENAMENTO**

A presente invenção tem como objetivo fornecer um sistema de armazenamento que maximiza a capacidade de armazenamento do sistema de armazenamento ao mesmo tempo em que permanece escalável. A presente invenção fornece, portanto, um dispositivo de transporte que é disposto para formar um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. De acordo com a presente invenção é fornecido um dispositivo de transporte disposto para cooperar com uma porção de uma superfície. O dispositivo de transporte é disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com a porção da superfície. A presente invenção fornece também um dispositivo de transporte disposto para cooperar com pelo menos um outro dispositivo de transporte em um agrupamento com uma topologia física reconfigurável. O dispositivo de transporte compreende um espaço de recebimento de itens e uma unidade de realocação disposta para permitir a realocação do dispositivo de transporte dentro do agrupamento por meio de interação com o pelo menos um outro dispositivo de transporte.