



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

(21) BR 112020010358-6 A2



(22) Data do Depósito: 30/11/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 10/11/2020

(54) Título: CUBO DE CONSTRUÇÃO DE BRINQUEDO FABRICADO DE MANEIRA ADITIVA

(51) Int. Cl.: A63H 33/08; B29C 64/00.

(30) Prioridade Unionista: 01/12/2017 DK PA201770902.

(71) Depositante(es): LEGO A/S.

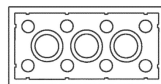
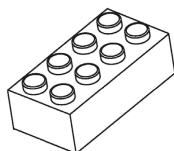
(72) Inventor(es): LOUISE TOSTI JOHANSEN; RAPHAEL SCHLICHTING; RONEN HADAR; RENÉ MIKKELSEN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2018083095 de 30/11/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/106133 de 06/06/2019

(85) Data da Fase Nacional: 25/05/2020

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de um material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva como o processo de fabricação. A presente invenção também se refere a um elemento de construção de brinquedo produzido pelo referido processo de fabricação aditiva.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CUBO DE CONSTRUÇÃO DE BRINQUEDO FABRICADO DE MANEIRA ADITIVA**".

CAMPO DE INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se a um método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de um material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva como o processo de fabricação. A presente invenção também se refere a um elemento de construção de brinquedo que é fabricado pelo dito processo de fabricação aditiva.

ANTECEDENTES

[0002] A fabricação aditiva, também conhecida como impressão 3D, refere-se a processos utilizados para construir um objeto tridimensional, no qual os objetos são construídos de uma forma por sucessivas camadas ou mediante a adição contínua de material para formar o objeto tridimensional. Os objetos tridimensionais podem ser de uma grande variedade de formas e geometrias e são construídos com o uso do software de desenho assistido por computador (CAD) que controla a adição sucessiva de material sobre a parte superior do material recentemente adicionado.

[0003] Os elementos de construção de brinquedo são fabricados e comercializados há muitos anos. Um tipo de elemento de construção de brinquedo pode ser caracterizado como os cubos em forma de caixa tradicionais fornecidos com saliências no lado superior e tubos complementares no lado inferior. Esses cubos em forma de caixa foram divulgados pela primeira vez na US 3.005.282 e hoje são fabricados e vendidos sob os nomes comerciais LEGO® e LEGO® DUPLO®.

[0004] Sabe-se, por exemplo, do YouTube, construir elementos de construção de brinquedo utilizando uma técnica de fabricação aditiva que envolve a técnica de fabricação aditiva baseada na extrusão de

filamentos. Essa técnica, no entanto, é caracterizada por sua baixa precisão dimensional e baixa sensibilidade, de modo que objetos tridimensionais com geometrias complexas não podem ser produzidos pela técnica de fabricação aditiva baseada na extrusão de filamentos. Além do mais, os objetos fabricados por uma impressora utilizando a técnica de fabricação aditiva baseada na extrusão de filamentos possuem uma superfície irregular e as camadas separadas são visíveis a olho nu.

[0005] Portanto, existe uma necessidade de desenvolver e/ou modificar técnicas de fabricação aditiva que possam construir um elemento de construção de brinquedo com precisão dimensional, rugosidade superficial aceitável e aparência visível aceitável.

SUMARIO DA INVENÇÃO

[0006] A presente invenção refere-se a um novo método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo utilizando uma técnica de fabricação aditiva. Os inventores da presente invenção descobriram surpreendentemente que é possível fabricar de modo aditivo elementos de construção de brinquedo com precisão dimensional aprimorada, rugosidade superficial melhorada e aparência superficial visível melhorada, de modo que as adições separadas de material não sejam visíveis a olho nu.

[0007] Em um primeiro aspecto, a presente invenção refere-se a um novo método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva, com a condição de que o elemento de construção de brinquedo não seja construído utilizando um processo de fabricação aditiva que envolva a técnica de fabricação aditiva baseada na extrusão de filamentos.

[0008] Em um segundo aspecto, a presente invenção refere-se a um elemento de construção de brinquedo fabricado de modo aditivo

produzido de um material polimérico, que é construído utilizando uma técnica que não é a técnica de fabricação aditiva baseada na extrusão de filamentos.

BREVE DESCRIÇÃO DA FIGURA

[0009] A Figura 1 mostra uma peça de LEGO® 2*4 tradicional em forma de caixa.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0010] A presente invenção refere-se a um novo método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva com a condição de que o elemento de construção de brinquedo não seja construído utilizando um processo de fabricação aditiva que envolve a técnica de fabricação aditiva à base de extrusão de filamentos.

[0011] O termo "elemento de construção de brinquedo", como aqui utilizado, inclui os elementos de construção de brinquedo tradicionais na forma de cubos em forma de caixa, fornecidos com saliências no lado superior e tubos complementares no lado inferior. Os cubos tradicionais de brinquedo em forma de caixa foram divulgados pela primeira vez na US 3.005.282 e são amplamente vendidos sob os nomes comerciais LEGO® e LEGO® DUPLO®. O termo também inclui outros cubos em forma de caixa semelhantes, os quais são produzidos por outras empresas diferentes da The LEGO Group e, portanto, vendidos sob outras marcas comerciais diferentes da marca comercial LEGO.

[0012] O termo "elemento de construção de brinquedo" também inclui outros tipos de elementos de construção de brinquedo que fazem parte de um conjunto de construção de brinquedo que tipicamente compreende uma pluralidade de elementos de construção que são compatíveis e, portanto, podem ser interconectados entre si. Esses conjuntos de construção de brinquedo também são vendidos sob a marca comercial LEGO, tal como, por exemplo, peças LEGO®, LEGO®

Technic e LEGO® DUPLO®. Alguns desses conjuntos de construção de brinquedo incluem estruturas de construção de brinquedo tendo tubos complementares no lado inferior, para que a estrutura possa ser conectada a outros elementos de construção de brinquedo no conjunto de construção de brinquedo. Tais estruturas de construção de brinquedo também são incluídas pelo termo "elemento de construção de brinquedo". O termo também inclui elementos de construção de brinquedo semelhantes que são produzidos por outras empresas diferentes da The LEGO Group e, portanto, vendidos sob outras marcas comerciais diferentes da marca comercial LEGO.

[0013] O elemento de construção do brinquedo é produzido pela fabricação aditiva. Pelo termo "fabricação aditiva" ou "fabricado de modo aditivo" conforme aqui utilizado, significa que a peça é construído de maneira aditiva, isto é, através da adição de novo material sobre a parte superior de um substrato ou sobre a parte superior do material recentemente adicionado, mediante a solidificação repetida de uma camada líquida fina ou gotícula em um substrato ou em uma camada líquida ou gotícula previamente solidificada, ou através da impressão repetida com um material polimérico termoplástico em um substrato ou em um material plástico previamente impresso, ou através da soldagem repetida de maneira aditiva de material plástico, por exemplo, pelo uso de laser.

[0014] Em algumas modalidades, a técnica de fabricação aditiva é a fabricação aditiva por fotopolimerização ou fabricação aditiva termoplástica. Exemplos adequados de fabricação aditiva termoplástica incluem fabricação aditiva à base de líquido, fabricação aditiva à base de toner, fabricação aditiva à base de pó e fabricação aditiva à base de granulado.

[0015] A fabricação aditiva por fotopolimerização é um processo no qual as resinas líquidas e/ou fotopolímeros curáveis por energia/ra-

dição reagem à energia. Quando exposto à energia (luminosa, laser, UV etc.), um processo químico é iniciado e a resina se solidifica. Esse processo é repetido para adicionar material e criar uma forma tridimensional. Algumas tecnologias baseadas em fotopolimerização de fabricação aditiva são baseadas em um recipiente cheio de líquido que é seletivamente exposto à energia (laser, luminsas, UV etc.), enquanto que algumas tecnologias são baseadas no jateamento ou deposição de resina e no processo de cura que se segue. Os materiais utilizados nesses processos também podem incluir cargas, fibras, aditivos, etc.

[0016] A fabricação aditiva termoplástica é um processo no qual um polímero se torna flexível ou macio quando aquecido ou liquefeito por produtos químicos, pressão ou qualquer outro meio, de modo que o material alimentado na impressora 3D esteja na forma de um líquido termoplástico. Essas tecnologias podem em primeiro lugar fundir/semi-fundir/liquefazer o material termoplástico e depois depositá-lo seletivamente ou primeiro depositar o material e depois fundir/semi-fundir/sintetizar seletivamente, de modo que o material recém-depositado se ligue dentro da camada e entre as camadas. Depois disso, o material endurece quando esfriado ou os produtos químicos se difundem/evaporam do polímero ou o material é solidificado por qualquer outro meio. O processo de fabricação aditiva é então repetido para adicionar material e criar uma forma tridimensional. Os materiais utilizados nesses processos também podem incluir cargas, fibras, aditivos, etc.

[0017] Pelo termo "fabricação aditiva à base de líquido" conforme utilizado nesta invenção significa que o polímero está no estado líquido antes de depositá-lo em um substrato ou em uma camada líquida ou gotícula anteriormente depositada. O líquido é obtido sem o uso de calor.

[0018] Pelo termo "fabricação aditiva à base de toner", conforme aqui usado, significa que o polímero está em um estado em pó sólido

antes de depositá-lo em um substrato ou em pó anteriormente depositado. O pó tem a forma de partículas muito finas com um tamanho de até 30 μm . Nenhum aditivo químico é necessário para manter o pó nesse estado.

[0019] Pelo termo "fabricação aditiva à base de pó", conforme aqui utilizado, significa que o polímero está em um estado de pó sólido antes de depositá-lo em um substrato ou sobre o pó anteriormente depositado. O pó possui a forma de partículas finas com um tamanho maior do que 30 μm . Não são necessários aditivos químicos para manter o pó nesse estado.

[0020] Pelo termo "fabricação aditiva à base de granulado" conforme utilizado nesta invenção significa que o polímero está em um estado de granulado sólido antes de ser fundido e depois depositado em um substrato ou sobre o granulado anteriormente depositado. Esse estado de granulado sólido também é utilizado na moldagem por injeção. Nenhum aditivo químico é necessário para manter o pó nesse estado.

[0021] No processo de fabricação aditiva, a primeira camada ou gotícula de material é adicionada a um substrato. Nas modalidades típicas, o substrato é uma plataforma de construção que é separada do objeto tridimensional quando o objeto tridimensional final foi obtido. Em outras modalidades, o substrato pode ser um componente que faz parte do objeto tridimensional final. Exemplos adequados de tais componentes podem ser uma placa ou um tubo ou uma caixa ou um elemento de construção de brinquedo moldado por injeção. O componente pode ser produzido de um material polimérico ou o componente pode ser produzido de um material metálico, madeira ou cerâmica.

[0022] Para a fabricação de elementos com uma protuberância ou outra geometria complexa uma estrutura de suporte pode ser necessária. Essa estrutura pode ser produzida do mesmo material que o ele-

mento de construção de brinquedo ou pode ser produzida de um material de suporte. O processo de fabricação aditiva é o mesmo para o material de construção, conforme descrito acima. A única diferença é que essa estrutura ou material de suporte precisa ser removido posteriormente. O processo de remoção pode ser feito manualmente, semi-automaticamente em um líquido ou câmara ou mesmo em um processo totalmente automatizado.

[0023] O processo total de fabricação aditiva pode ser dividido em 4 etapas:

- uma etapa de pré-impressão que inclui todos os processos antes da impressão real do elemento de construção de brinquedo e abrange todos os processos relacionados ao manuseio de materiais (tais como controle de temperatura, nível de umidade e similares), preparação da máquina (tal como limpeza, calibração, aquecimento e similares) e preparação de arquivo (tal como corte e posicionamento digital na câmara de construção da impressora),

- uma etapa de impressão que é o processo de realmente construir o elemento de construção de brinquedo utilizando qualquer uma das técnicas mencionadas que cria o elemento de construção de brinquedo,

- opcionalmente, uma etapa de remoção de estrutura ou material de suporte que é o processo de remoção de material de suporte ou estrutura da geometria do elemento de construção de brinquedo, e

- opcionalmente, uma etapa de pós-tratamento que se refere a qualquer processo que cubra um tratamento de superfície de modo a influenciar e/ou melhorar a qualidade da superfície, tal como a rugosidade da superfície.

[0024] Em uma modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva de fotopolimeriza-

ção. Em outra modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva termoplástica. Em mais outra modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva à base de líquido. Em ainda outra modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva à base de toner. Em outra modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva à base de pó. Em ainda outra modalidade, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a fabricação aditiva à base de granulado.

[0025] A presente invenção também se refere a um elemento de construção de brinquedo, o qual é fabricado pelo método de acordo com a presente invenção.

[0026] É uma característica benéfica importante dos elementos de construção de brinquedo de acordo com a presente invenção que a rugosidade da superfície é acentuadamente reduzida em comparação com os elementos de construção de brinquedo da técnica anterior mostrados no YouTube. Por conseguinte, os elementos de construção de brinquedo da presente invenção melhoraram significativamente a aparência da superfície, já que em que cada adição separada de material não é visível a olho nu. Esta aparência superficial melhorada é obtida sem submeter o elemento de construção de brinquedo fabricado de modo aditivo a qualquer tipo de pós-tratamento que tenha um efeito da rugosidade de superfície.

[0027] A rugosidade de superfície dos elementos de construção de brinquedo da presente invenção é medida utilizando o método descrito na ISO 4287:1997. É importante observar que a "rugosidade de superfície" refere-se à rugosidade da superfície conforme determinada após a etapa de impressão e a etapa de remoção de suporte opcional, mas antes de submeter o elemento impresso a uma etapa opcional de pós-

tratamento que pode influenciar ou melhorar a rugosidade de superfície.

[0028] Em algumas modalidades, a rugosidade de superfície dos elementos de construção de brinquedo fabricados de modo aditivo é definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 100 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rq) abaixo de 100 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997. Em outras modalidades, a rugosidade de superfície do elemento de construção de brinquedo é definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 75 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rq) abaixo de 75 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997. Em outras modalidades, a rugosidade de superfície do elemento de construção de brinquedo é definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 50 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rq) abaixo de 50 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997. Em ainda outras modalidades, a rugosidade de superfície do elemento de construção de brinquedo é definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 25 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rg) abaixo de 30 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997.

[0029] O elemento de construção de brinquedo da presente invenção é produzido de um material polimérico compreendendo um fotopolímero ou um polímero termoplástico dependendo da técnica de fabricação aditiva pela qual o elemento foi construído.

[0030] Em algumas modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico que compreende um fotopolímero, em que o fotopolímero é um polímero de base biológica, um polímero de base biológica híbrido ou um polímero à base de petróleo. Em outras modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico que compreende dois ou mais fotopolímeros, em que os referidos fotopolímeros podem ser po-

límeros de base biológica, polímeros de base biológica híbridos, polímeros à base de petróleo ou uma mistura de polímeros de base biológica e/ou polímeros de base biológica híbridos e / ou polímeros à base de petróleo.

[0031] Em algumas modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico compreendendo um polímero termoplástico, em que o polímero termoplástico é um polímero de base biológica, um polímero de base biológica híbrido ou um polímero à base de petróleo. Em outras modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico compreendendo dois ou mais polímeros termoplásticos, em que os ditos polímeros termoplásticos podem ser polímeros de base biológica, polímeros de base biológica híbridos, polímeros à base de petróleo ou uma mistura de polímeros de base biológica e/ou polímeros de base biológica híbridos e/ou polímeros à base de petróleo.

[0032] Em algumas modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e à base de petróleo compreende pelo menos 25% de polímero de base biológica e no máximo 75% de polímero à base de petróleo, tal como pelo menos 50% de polímero de base biológica e no máximo 50% polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 60% de polímero de base biológica e no máximo 40% de polímero à base de petróleo. Em outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e à base de petróleo compreende pelo menos 70% de polímero de base biológica e no máximo 30% de polímero à base de petróleo, conforme pelo menos 80% de polímero de base biológica e no máximo 20% de polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 90% de polímero de base biológica e no máximo 10% de polímero à base de petróleo. Em ainda outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e à base de petróleo compreende pelo menos 95% de polímero de base biológica e no máximo 5% de polí-

mero à base de petróleo, tal como pelo menos 97% de polímero de base biológica e no máximo 3% de polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 99% de polímero de base biológica e no máximo 1% de polímero à base de petróleo.

[0033] Em algumas modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e de base biológica híbrido compreende pelo menos 25% de polímero de base biológica e no máximo 75% de polímero de base biológica híbrido, tal como pelo menos 50% de polímero de base biológica e no máximo 50% de polímero de base biológica híbrido, por exemplo, pelo menos 60% de polímero de base biológica e no máximo 40% de polímero de base biológica híbrido. Em outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e de base biológica híbrido compreende pelo menos 70% de polímero de base biológica e no máximo 30% de polímero de base biológica híbrido, tal como pelo menos 80% de polímero de base biológica e no máximo 20% polímero de base biológica híbrido, por exemplo, pelo menos 90% de polímero de base biológica e no máximo 10% de polímero de base biológica híbrido. Em ainda outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica e de base biológica híbrido compreende pelo menos 95% de polímero de base biológica e no máximo 5% de polímero de base biológica híbrido, tal como pelo menos 97% de polímero de base biológica e no máximo 3% polímero de base biológica híbrido, por exemplo, pelo menos 99% de polímero de base biológica e no máximo 1% de polímero de base biológica híbrido.

[0034] Em algumas modalidades, a mistura de polímeros de base biológica híbridos e à base de petróleo compreende pelo menos 25% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 75% de polímero à base de petróleo, tal como pelo menos 50% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 50% de polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 60% de polímero de base biológica híbrido e no

máximo 40% de polímero à base de petróleo. Em outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica híbridos e à base de petróleo compreende pelo menos 70% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 30% de polímero à base de petróleo, tal como pelo menos 80% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 20% de polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 90% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 10% de polímero à base de petróleo. Em ainda outras modalidades, a mistura de polímeros de base biológica híbridos e à base de petróleo compreende pelo menos 95% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 5% de polímero à base de petróleo, tal como pelo menos 97% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 3% de polímero à base de petróleo, por exemplo, pelo menos 99% de polímero de base biológica híbrido e no máximo 1% de polímero à base de petróleo.

[0035] Pelo termo "polímero de base biológica" como aqui utilizado significa um polímero que é produzido através da polimerização química ou bioquímica de monômeros derivados da biomassa. Polímeros de base biológica incluem polímeros produzidos através da polimerização de um tipo de monômero derivado da biomassa, assim como polímeros produzidos através da polimerização de pelo menos dois monômeros diferentes derivados da biomassa.

[0036] Em uma modalidade preferida, o polímero de base biológica é produzido através de polimerização química ou bioquímica de monômeros que são todos derivados da biomassa.

[0037] Os polímeros de base biológica podem ser divididos em três grupos:

1. Polímeros produzidos pela polimerização bioquímica, isto é, por exemplo, pelo uso de microrganismos. Os monômeros são produzidos utilizando biomassa como substrato. Exemplos de tais polímeros incluem poli-hidroxicanoatos, tais como poli-hidroxicvalerato e po-

li(hidroxibutirato-hidroxivalerato).

2. Polímeros produzidos pela polimerização química, isto é, através da síntese química. Os monômeros são produzidos utilizando biomassa como substrato. Exemplos de tais polímeros incluem ácido polilático.

3. Polímeros derivados de plantas. Os polímeros são produzidos por processos bioquímicos dentro da planta, tipicamente durante o crescimento. Os polímeros são isolados e como opção subsequentemente modificados. Exemplos de tais polímeros incluem celulose modificada tal como, por exemplo, acetato de celulose.

[0038] Em algumas modalidades, o polímero de base biológica é produzido através da polimerização bioquímica. Em outras modalidades, o polímero de base biológica é produzido através da polimerização química. Em ainda outras modalidades, o polímero de base biológica é produzido através da polimerização bioquímica ou química. Ainda em outras modalidades, o polímero de base biológica é derivado de plantas.

[0039] Os polímeros de base biológica também incluem polímeros tendo a mesma estrutura molecular dos polímeros à base de petróleo, mas que foram produzidos através da polimerização química ou bioquímica de monômeros derivados da biomassa.

[0040] Pelo termo "polímeros à base de petróleo" como aqui utilizado significa um polímero produzido através da polimerização química de monômeros derivados de petróleo, subprodutos de petróleo ou matérias-primas derivadas de petróleo. Exemplos incluem polietileno, tereftalato de polietileno e polimetilmetacrilato.

[0041] Pelo termo "polímero de base biológica híbrido", conforme utilizado nesta invenção, significa um polímero que é produzido através da polimerização de pelo menos dois monômeros diferentes, em que pelo menos um monômero é derivado da biomassa e pelo menos

um monômero é derivado do petróleo, subprodutos do petróleo ou matérias-primas derivadas de petróleo. O processo de polimerização é tipicamente um processo de polimerização química.

[0042] Os termos "polímeros de base biológica", "polímeros de base biológica híbridos" e "polímeros à base de petróleo" também incluem os polímeros reciclados. Pelo termo "polímeros reciclados" tal como aqui utilizado significa polímeros que foram obtidos mediante a recuperação de detritos ou resíduos de plástico e reprocessando-os em um material polimérico útil.

[0043] Os polímeros de base biológica híbridos também podem ser caracterizados pelo seu teor de carbono de base biológica por teor de carbono total. Em algumas modalidades, o teor de carbono de base biológica no polímero de base biológica híbrido é de pelo menos 25% com base no teor de carbono total, tal como pelo menos 30% ou pelo menos 40%. Em outras modalidades, o teor de carbono de base biológica no polímero de base biológica híbrido é de pelo menos 50% com base no teor de carbono total, tal como pelo menos 60%, por exemplo, pelo menos 70%, tal como pelo menos 80%.

[0044] O termo "carbono de base biológica" conforme aqui utilizado refere-se aos átomos de carbono que se originam da biomassa que é utilizada como substrato na produção de monômeros que fazem parte dos polímeros de base biológica e/ou dos polímeros de base biológica híbridos. O teor de carbono de base biológica no polímero de base biológica híbrido pode, por exemplo, ser determinado pelo teor de isótopos de Carbono-14, conforme especificado em ASTM D6866 ou CEN/TS 16137 ou um protocolo equivalente.

[0045] Da mesma forma, a resina que compreende um polímero de base biológica e/ou um polímero de base biológica híbrido e/ou um polímero à base de petróleo, pode ser caracterizada pelo seu teor de carbono de base biológica dentro do teor de carbono total. Em algu-

mas modalidades, o teor de carbono de base biológica na resina é de pelo menos 25% com base no teor de carbono total na resina, tal como, por exemplo, pelo menos 30% ou pelo menos 40%. Em outras modalidades, o teor de carbono de base biológica na resina é de pelo menos 50% com base no teor de carbono total na resina, tal como pelo menos 60%, por exemplo, pelo menos 70%, tal como pelo menos 80%, de preferência pelo menos 90% ou pelo menos 95%.

[0046] Em algumas modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico que compreende pelo menos um polímero de base biológica e uma ou mais cargas. Em outras modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico que compreende pelo menos um polímero de base biológica híbrido e uma ou mais cargas. Em mais outras modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material polimérico que compreende pelo menos um polímero à base de petróleo e uma ou mais cargas. Exemplos adequados de cargas incluem cargas naturais, cargas minerais e cargas metálicas.

[0047] Em algumas modalidades, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a técnica de fabricação aditiva de fotopolimerização. Em tais modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material fotopolimérico compreendendo um fotopolímero selecionado do grupo que consiste em fotopolímeros à base de epóxi e fotopolímeros à base de acrilato e suas misturas. Opcionalmente, o material fotopolimérico também pode compreender cargas e/ou fibras. Exemplos adequados de cargas incluem cargas naturais, cargas minerais e cargas metálicas.

[0048] Em algumas modalidades, o elemento de construção de brinquedo é construído utilizando a técnica de fabricação aditiva termoplástica. Em tais modalidades, o elemento de construção de brinquedo é produzido de um material termoplástico que compreende um

polímero termoplástico selecionado do grupo que consiste em poliamida (PA), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), ácido polilático (PLA), polietileno (PE), polipropileno (PP), furanoato de polietileno (PEF), furanoato de polibutileno (PBF), furandicarboxilato de politrimetileno (PTF), tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de politrimetileno (PTT), tereftalato de polietileno modificado com glicol (PETG), tereftalato de polietileno – copolímero de ácido isoftálico (PET-IPA), tereftalato naftaleno de polietileno (PETN), adipato tereftalato de polibutirato (PBAT), elastômero termoplástico (TPE), poliuretano termoplástico (TPU ou TPE-U), elastômero de poliamida-poliéter (TPA), elastômero de estireno termoplástico (TPE-S ou TPS), elastômero de poliéster termoplástico (TPE, TPE-O ou TPO), plastômeros de poliolefina (POP), elastômeros de poliolefina (POE), copolímeros em bloco de olefina (OBCs), monômero de etileno propileno dieno (EPDM), copolímeros de propileno-etileno, olefina termoplástica modificada (mTPO), estireno-etileno-butileno-etileno (SEBS), estireno butileno estireno (SBS), ácido 5-hidroxiisoftálico (HIPA), policarbonato (PC), polioximetileno (POM), policetona (PK) e acetato de celulose (CA), e suas misturas. Opcionalmente, o material termoplástico também pode compreender cargas e/ou fibras. Exemplos adequados de cargas incluem cargas naturais, cargas minerais e cargas metálicas.

EXEMPLOS

[0049] Nos exemplos abaixo é descrito como um cubo de brinquedo é fabricado através da fabricação aditiva. As peças fabricadas foram subsequentemente analisadas por um "teste de rugosidade da superfície" e por um "teste de montagem de peça" para determinar as características da superfície das peças fabricadas.

Teste de rugosidade da superfície

[0050] As medidas foram executadas com o perfilômetro de contato Taylor Hobson FormTalysurf 50.

[0051] As medidas foram executadas na superfície lateral. A caneta de contato mede um perfil com um comprimento de 5 mm.

Análise:

[0052] A análise das medições foi realizada utilizando o software SPIP versão 6.7.2.

Correção de perfil:

[0053] A correção do perfil foi feita através de uma remoção *line form*.

Filtros:

[0054] Nenhum filtro (λ_s e λ_c – da ISO 13565-1:1996 Geometrical Product Specifications (GPS) -- Surface texture: Profile method; Surfaces having stratified functional properties -- Part 1: Filtering and general measurement conditions) foi aplicado.

Teste de montagem das peças

[0055] Objetivo: Avaliar e pontuar o esforço físico necessário para montar e subsequentemente desmontar as peças LEGO® 2*4 tradicionais (amostra de teste) produzidas em um determinado material.

[0056] Pessoa de teste: A pessoa de teste é um adulto mediano.

[0057] Condições do teste: O teste deve ser executado em ambiente interno com uma temperatura de 20 a 25 graus C e 20 a 65% de umidade relativa.

[0058] Amostra de teste: O teste é conduzido em duas peças LEGO® 2*4 de cores semelhantes que foram produzidos em um material pertinete. Após a produção, as amostras de teste devem ser armazenadas em condições internas em 20 a 25 graus C e 20 a 65% de umidade relativa.

[0059] Teste: O teste é realizado dentro de 2 a 10 dias após a produção. Duas amostras de teste serão utilizadas no teste e a parte superior de uma peça será alinhada com a parte inferior da outra peça e, em seguida, serão montadas e desmontadas utilizando todas as sali-

ências na parte superior e todos os tubos na parte inferior. A pessoa de teste montará e imediatamente desmontará as peças de teste sem torção da mão durante um total de 10 ciclos seguidos. Para cada ciclo, a pessoa do teste anotará uma pontuação do teste, conforme especificado abaixo.

[0060] Pontuação: As pontuações dos dois primeiros ciclos de montagem/desmontagem são desconsideradas. A pontuação final do teste é relatada como a pontuação média obtida para os ciclos 3 a 10.

Pontuação de teste	Descrição
1	Pouco esforço é requerido para montar as peças e as peças parecem frouxamente conectadas. Requer pouco a nenhum esforço para desmontar as peças.
5	Baixo a médio esforço é requerido para montar as peças e as peças parecem bem conectadas. Requer baixo a médio esforço para desmontar as peças.
10	Médio a muito esforço é requerido para montar as peças e assim que completamente montadas parecem muito firmemente conectadas. Requer o máximo de esforço para a pessoa de teste desmontar as peças.

[0061] Se não for possível desmontar manualmente um conjunto de peças montadas, então a amostra de teste receberá uma pontuação de ND no teste.

[0062] Um material aceitável para uso na fabricação de elementos de construção de brinquedo receberá uma pontuação média de teste na faixa de 3 a 7.

[0063] Uma peça de LEGO® 2*4 comercialmente disponível produzida em ABS recebe, por definição, uma pontuação de 5.

Descrição geral. Fabricação de um cubo de brinquedo fabricado de modo aditivo

[0064] Em geral, os elementos de construção de brinquedo podem ser construídos utilizando a seguinte descrição:

O arquivo CAD digital precisa ser salvo em um formato de arquivo como STL, 3MF ou similar, que pode ser lido por uma impressora 3D/máquina de fabricação aditiva (AM). Esse arquivo precisa ser importado para o software de fatiamento da impressora relevante. O arquivo será virtualmente cortado em pequenas camadas horizontais. A espessura dessas camadas/fatias é dependente da resolução da impressora. Os percursos da ferramenta adicionais dentro de uma camada são dependentes da tecnologia AM selecionada. Para tecnologias AM baseadas em gotículas, o percurso da ferramenta é particularmente um padrão de deposição ou matriz de gotículas. As peças tradicionais LEGO® 2*4 serão produzidas camada por camada na respectiva tecnologia AM.

[0065] Para a fabricação de elementos com uma protuberância ou outra geometria complexa, uma estrutura de suporte pode ser necessária. Essa estrutura pode ser produzida do mesmo material ou a partir de um material de suporte. O processo de fabricação/deposição é o mesmo como para o material de construção, conforme descrito acima. A única diferença é que essa estrutura de suporte precisa ser removida posteriormente. O processo de remoção pode ser feito manualmente, semiautomaticamente em um líquido ou câmara ou mesmo em um processo totalmente automatizado.

Exemplo 1. Fabricação de um cubo de brinquedo utilizando uma técnica de fabricação aditiva granulada.

[0066] Para imprimir um cubo de brinquedo LEGO® 2*4 em PLA (3100HP, adquirido da Natureworks) no ARBURG Freeformer, dois tipos de conjuntos de parâmetros precisam ser ajustados. No lado da máquina, o conjunto de parâmetros para um formato de gotícula esférica uniformemente extrudada é necessário. Apesar do Freeformer ser um sistema semiautorregulável em termos de pressão do material e movimento do parafuso, alguns parâmetros precisam ser definidos

manualmente. No lado do software, o elemento de construção de brinquedo precisa ser fatiado com o conjunto de parâmetro correto, a fim de definir o percurso da ferramenta onde o bico deposita gotículas.

Conjunto de parâmetros da máquina:

$T_{\text{câmara}} = 60$ graus C

$T_{\text{bico}} = 200$ graus C

$T_{\text{zona2}} = 180$ graus C

$T_{\text{zona1}} = 155$ graus C

Medida de descarga = 74%

Conjunto de parâmetros de fatiamento:

Extrusão contínua da taxa de alimentação = 40

Extrusão descontínua da taxa de alimentação = 40

Relação do aspecto da gota = 1,04

Número de contornos da borda = 1

Fator de compensação interna = 0,2

Classificação = do avesso

Sobreposição de carga da área com contorno da borda = 50%

Ângulo inicial = 45 graus

Ângulo de incremento = 90 graus

Grau da carga = 95%

Rigidez da superfície:

[0067] A peça fabricada de modo aditivo foi submetida ao teste de rugosidade da superfície e os seguintes resultados foram obtidos.

[0068] Em relação à ISO 4287:1997 (*Geometrical Product Specifications (GPS) - Textura da superfície: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros de textura da superfície*), a altura média aritmética do perfil (Ra) e a altura média quadrática do perfil (Rg) foram calculadas.

[0069] Os valores de Ra estavam abaixo de 25 μm e os valores de Rq estavam abaixo de 30 μm .

[0070] O resultado mostra que a peça possui rugosidade de superfície aceitável.

Teste de montagem da peça:

[0071] Os cubos 2*4 fabricados foram testados por 5 pessoas de acordo com o procedimento descrito no teste de montagem de peças. A pontuação média no teste foi 2.

[0072] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que as peças podem ser montadas e desmontadas, mas as peças são frouxamente conectadas e requer pouco ou nenhum esforço para desmontá-las.

[0073] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que o atrito da superfície do cubo de brinquedo fabricado é baixo e, portanto, modificações adicionais do PLA testado são necessárias para fabricar elementos de construção de brinquedo tendo atrito de superfície aceitável, de modo que as peças sejam menos frouxamente conectadas.

Exemplo 2. Fabricação de um cubo de brinquedo utilizando a técnica de fabricação aditiva à base de pó

[0074] O cubo de brinquedo LEGO® 2*4 é impresso na impressora EOS Formiga no PA12 (PA2200 da EOS) utilizando as configurações de fatiamento padrão da EOS, com uma espessura de camada de 0,1 mm e espaçamento de hachura padrão de 0,25 mm. O número de contornos é dois. O tipo de exposição é "EOS". A temperatura da câmara é de 169°C. As saliências da peça estão voltadas para cima, enquanto que o lado do tubo está voltado para baixo. O posicionamento da superfície inferior do elemento é alinhado com as camadas de fatiamento, assim começa exatamente com uma camada e não no meio.

[0075] A peça é desembalada e desempoadada, nenhum processamento posterior adicional é utilizado.

Rigidez da superfície:

[0076] A peça fabricada de modo aditivo foi submetida ao teste de

rugosidade da superfície e os seguintes resultados foram obtidos:

[0077] Em relação à ISO 4287:1997 (*Geometrical Product Specifications (GPS) - Textura da superfície: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros de textura da superfície*), a altura média aritmética do perfil (Ra) e a altura média quadrática do perfil (Rq) foram calculadas.

[0078] Os valores de Ra estavam abaixo de 25 μm e os valores de Rq estavam abaixo de 30 μm .

[0079] O resultado mostra que a peça possui rugosidade de superfície aceitável.

Teste de montagem da peça:

[0080] Os cubos 2*4 fabricados foram testados por 5 pessoas de acordo com o procedimento descrito no teste de montagem de peças. A pontuação média no teste foi 1.

[0081] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que as peças podem ser montadas e desmontadas, mas as peças são frouxamente conectadas e requer pouco ou nenhum esforço para desmontá-las.

[0082] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que o atrito da superfície do cubo de brinquedo fabricado é baixo e, portanto, modificações adicionais do PA12 testado são necessárias para fabricar elementos de construção de brinquedo tendo atrito de superfície aceitável, de modo que as peças sejam menos frouxamente conectadas.

Exemplo 3. Fabricação de um cubo de brinquedo utilizando a técnica de fabricação aditiva de fotopolimerização

[0083] O cubo de brinquedo LEGO® 2*4 é impresso na impressora Stratasys Objet 350 Connex 2 com um composto acrílico ("vero blue" da Stratasys) utilizando as configurações High Quality (HQ) com uma espessura de camada de 16 μm . As saliências da peça estão voltadas

para baixo, enquanto que o lado do tubo está voltado para cima.

[0084] O material de suporte é removido por lavagem, sem processamento posterior adicional.

Rigidez da superfície:

[0085] A peça fabricada de modo aditivo foi submetida ao teste de rugosidade da superfície e os seguintes resultados foram obtidos:

Em relação à ISO 4287:1997 (*Geometrical Product Specifications (GPS) - Textura da superfície: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros de textura da superfície*), a altura média aritmética do perfil (Ra) e a altura média quadrática do perfil (Rq) foram calculadas.

[0086] Os valores de Ra estavam abaixo de 25 μm e os valores de Rq estavam abaixo de 30 μm .

[0087] O resultado mostra que a peça possui rugosidade de superfície aceitável.

Teste de montagem da peça:

[0088] Os cubos 2*4 fabricados foram testados por 5 pessoas de acordo com o procedimento descrito no teste de montagem de peças. A pontuação média no teste foi 8.

[0089] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que as peças podem ser montadas e desmontadas, mas as peças são firmemente conectadas e requer muito esforço para desmontá-las.

[0090] A pontuação do teste de montagem de peças mostra que o atrito da superfície do cubo de brinquedo fabricado é alto e, portanto, modificações adicionais do composto de acrílico testado são necessárias, a fim de fabricar elementos de construção de brinquedo tendo atrito de superfície aceitável, de modo que as peças sejam menos firmemente conectadas.

Conclusão

[0091] Nos Exemplos 1 a 3, foi mostrado que os elementos de construção de brinquedo podem ser produzidos em 3 materiais dife-

rentes, utilizando 3 métodos de fabricação aditiva diferentes. Os resultados mostram que é possível produzir elementos de construção de brinquedo de fabricação aditiva com rugosidade de superfície satisfatória. Os resultados também mostram que modificações adicionais dos materiais testados são necessárias para se obter elementos de construção com atrito superficial aceitável que possa satisfazer o teste de montagem da peça.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de um material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva, caracterizado pelo fato de que o elemento é construído de maneira aditiva com a condição de que o elemento de construção de brinquedo não seja construído utilizando uma técnica de fabricação aditiva que envolva fabricação aditiva à base de extrusão de filamentos.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a técnica de fabricação aditiva pela qual o elemento é construído é a fabricação aditiva por fotopolimerização ou a fabricação aditiva termoplástica, tal como a fabricação aditiva à base de líquido, a fabricação aditiva à base de toner, a fabricação aditiva à base de pó ou a fabricação aditiva à base de granulado.

3. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o elemento de construção de brinquedo fabricado de modo aditivo possui uma rugosidade de superfície definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 100 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rq) abaixo de 100 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997.

4. Elemento de construção de brinquedo fabricado de modo aditivo, caracterizado pelo fato de que é fabricado pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 3.

5. Elemento de construção de brinquedo fabricado de modo aditivo, caracterizado pelo fato de que é produzido de um material polimérico e tendo uma rugosidade superficial definida por ter uma altura média aritmética do perfil (Ra) abaixo de 100 μm e uma altura média quadrática do perfil (Rq) abaixo de 100 μm quando medida de acordo com a ISO 4287:1997.

6. Elemento de construção de brinquedo de acordo com a

reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que é fabricado pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 ou 2.

7. Elemento de construção de brinquedo de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 ou 6, caracterizado pelo fato de que o elemento é produzido de um material polimérico que compreende um fotopolímero ou um polímero termoplástico.

8. Elemento de construção de brinquedo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o fotopolímero ou o polímero termoplástico é um polímero de base biológica, um polímero de base biológica híbrido, um polímero à base de petróleo ou uma mistura de polímeros de base biológica e/ou polímeros de base biológica híbrido e/ou polímeros à base de petróleo.

9. Elemento de construção de brinquedo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o fotopolímero é selecionado do grupo que consiste em fotopolímeros à base de epóxi e fotopolímeros à base de acrilato e suas misturas.

10. Elemento de construção de brinquedo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o polímero termoplástico é selecionado do grupo que consiste em poliamida (PA), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), ácido polilático (PLA), polietileno (PE), polipropileno (PP), furanoato de polietileno (PEF), furanoato de polibutileno (PBF), furanodicarboxilato de politrimetileno (PTF), tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de poli-trimetileno (PTT), tereftalato de polietileno modificado com glicol (PETG), tereftalato de polietileno – copolímero de ácido isoftálico (PET-IPA), tereftalato naftaleno de polietileno (PETN), adipato tereftalato de polibutirato (PBAT), elastômero termoplástico (TPE), poliuretano termoplástico (TPU ou TPE-U), elastômero de poliamida-poliéter (TPA), elastômero de estireno termoplástico (TPE-S

ou TPS), elastômero de poliéster termoplástico (TPE, TPE-O ou TPO), plastômeros de poliolefina (POP), elastômeros de poliolefina (POE), copolímeros em bloco de olefina (OBCs), monômero de etileno propileno dieno (EPDM), copolímeros de propileno-etileno, olefina termoplástica modificada (mTPO), estireno-etileno-butileno-etileno (SEBS), estireno butileno estireno (SBS), ácido 5-hidroxiisoftálico (HIPA), policarbonato (PC), polioximetileno (POM), policetona (PK) e acetato de celulose (CA), e suas misturas.

11. Elemento de construção de brinquedo de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 10, caracterizado pelo fato de que o elemento é produzido de um material polimérico que ainda compreende cargas e/ou fibras.

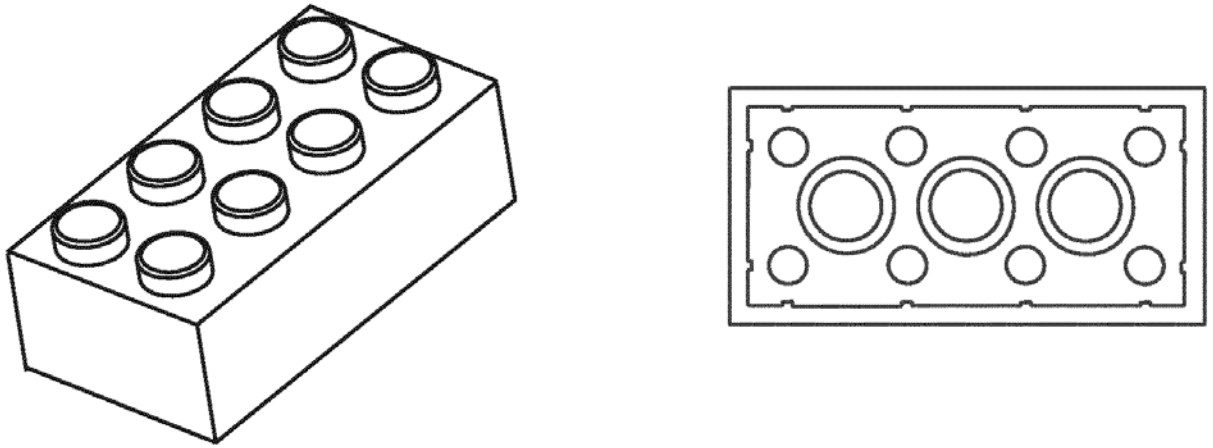


FIG. 1

RESUMO

Patente de Invenção: **"CUBO DE CONSTRUÇÃO DE BRINQUEDO FABRICADO DE MANEIRA ADITIVA"**.

A presente invenção refere-se a um método para a fabricação de um elemento de construção de brinquedo produzido de um material polimérico utilizando uma técnica de fabricação aditiva como o processo de fabricação. A presente invenção também se refere a um elemento de construção de brinquedo produzido pelo referido processo de fabricação aditiva.