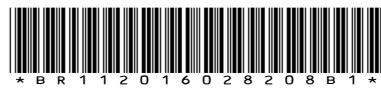




República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016028208-6 B1



(22) Data do Depósito: 10/06/2015

(45) Data de Concessão: 13/10/2021

(54) Título: DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO, E, MÉTODO PARA FABRICAR UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO

(51) Int.Cl.: B29C 65/36; H05B 6/36; B65B 51/22.

(30) Prioridade Unionista: 12/06/2014 SE 1450723-0.

(73) Titular(es): TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE S.A..

(72) Inventor(es): PÄR BIERLEIN; MARTIN ALEXANDERSSON; DANIEL SANDBERG; KARL ISRAELSSON; LOUIS CARLIOZ; VINCENZO DE SALVO; KARL-AXEL JOHANSSON.

(86) Pedido PCT: PCT EP2015062906 de 10/06/2015

(87) Publicação PCT: WO 2015/189253 de 17/12/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/11/2016

(57) Resumo: INSERTO MAGNÉTICO, DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO, E, MÉTODOS PARA FABRICAR UM INSERTO MAGNÉTICO E PARA FABRICAR UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO. Um inserto magnético para intensificar o campo magnético de um dispositivo de aquecimento por indução é provido. O inserto magnético (302) é fabricado através do uso de uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível.

DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO, E, MÉTODO PARA FABRICAR UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO POR INDUÇÃO CAMPO TÉCNICO

[01] A presente invenção refere-se a um dispositivo de aquecimento por indução, e a um inserto magnético para tal dispositivo de aquecimento por indução. Particularmente a presente invenção refere-se a um dispositivo de aquecimento por indução para prover a vedação transversal a embalagens que têm uma camada condutora e a um método para prover o dispositivo de aquecimento por indução.

FUNDAMENTOS

[02] Em acondicionamento de produtos líquidos, por exemplo, em acondicionamento de alimentos líquidos, um material de acondicionamento com base em papelão é frequentemente utilizado para formar os pacotes finais. FIG. 1 mostra um exemplo de um tal sistema. O material de acondicionamento pode ser provido como folhas individuais para criar embalagens individuais em uma máquina de enchimento, ou como uma rede de material que é introduzida em uma máquina de enchimento. A rede de material de acondicionamento é normalmente distribuída em rolos grandes 7, dos quais a máquina de enchimento está configurada para alimentar o material de acondicionamento 3 através de várias estações de tratamento, tais como esterilizadores, seções de formação 8, seções de enchimento 10 e seções de distribuição da máquina de enchimento.

[03] O material de acondicionamento pode ser formado em um tubo de extremidade aberta. O tubo está disposto verticalmente na máquina de enchimento 10 e está sujeito a enchimento contínuo à medida que o material de acondicionamento é transportado através da máquina de enchimento. À medida que o material de acondicionamento, e assim o tubo, se move, as vedações transversais 14 são providas para formar embalagens individuais do tubo. Cada embalagem é separada do tubo por uma garra de vedação 14 que

funciona para prover também um corte transversal na área de vedação e as embalagens individuais 15 são transportadas para permitir que as embalagens subsequentes sejam separadas do tubo.

[04] O tubo é formado pela disposição das extremidades laterais do material de acondicionamento de tal modo que se sobreponem e pela vedação das extremidades laterais uma à outra para criar uma conexão estanque a fluido entre as extremidades laterais.

[05] Os dispositivos de aquecimento por indução para vedação transversal são normalmente constituídos por cinco componentes individuais, como mostrado na Fig. 2. Uma estrutura de base 201 geralmente feita de alumínio suporta um núcleo de montagem 202 que é tipicamente feito de sulfureto de polifenileno (PPS). Um número de insertos 203 de material magnético flexível são providos no núcleo de montagem, para impulsionar localmente o campo magnético do dispositivo de aquecimento por indução e assim aumentar a potência induzida na camada condutora da embalagem levando a um aumento local da potência de aproximadamente 30%. Uma bobina 204 é disposta adjacente aos insertos 203 e, finalmente, uma estrutura de corpo 205 encerra todos os outros componentes. De modo semelhante ao núcleo de montagem 202, a estrutura de corpo 205 pode ser feita de PPS. Normalmente, este dispositivo de aquecimento indutor 20 é fabricado montando a estrutura de base 201, o núcleo 202, o(s) inserto(s) 203 e a bobina 204 juntos em um molde, seguido pela moldagem por injeção da estrutura de corpo 205 sobre os componentes montados. Estado da técnica adicional é refletido pelos documentos patentários EP 1 413 520 A1 e EP 0 212 490 A2.

[06] Até à data, os insertos magnéticos 203 são fabricados sinterizando um material magnético flexível em peças rígidas. O processo de sinterização é um método muito dispendioso, que requer equipamento avançado enquanto restringe a liberdade de concepção para o formato dos insertos 203.

[07] Além disso, dispositivos de aquecimento por indução conhecidos têm uma expectativa de tempo de vida limitada. Ao longo do tempo, a estrutura do corpo torna-se fatigada devido à ação de pressão intermitente no rolo de material de acondicionamento que é necessário para prover a vedação transversal.

[08] Assim, seria vantajosa uma solução melhorada para insertos magnéticos bem como dispositivos de aquecimento por indução utilizando tais insertos magnéticos.

SUMÁRIO

[09] É, portanto, um objetivo da presente invenção superar ou aliviar os problemas descritos acima.

[10] De acordo com um primeiro aspecto, um Inserto magnético para intensificar o campo magnético de um dispositivo de aquecimento por indução é provido. O inserto magnético é fabricado através do uso de uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível.

[11] Em uma modalidade, a matriz de polímero moldável compreende PPS que é um material durável comprovadamente eficiente em aplicações de alta velocidade tais como provendo vedações transversais em acondicionamento de alimentos líquidos.

[12] O material magnético pode compreender ferrita de NiZn. A concentração do material magnético flexível pode ser preferivelmente de 30 a 70 por cento de volume.

[13] Dependendo da aplicação particular, requerendo propriedades diferentes do inserto magnético, o intervalo escolhido permite comprovadamente eficiente fabricação devido à porcentagem relativamente alta da matriz de polímero, enquanto ainda provê a permeabilidade desejada.

[14] A matriz de polímero pode ser preferivelmente moldável por injeção, por formação térmica, e/ ou moldável por transferência. Em outra

modalidade, a matriz de polímero pode ser selecionada como sendo impressa usando impressoras 3D disponíveis.

[15] De acordo com um segundo aspecto, um método para fabricar um inserto magnético para um dispositivo de aquecimento por indução é provido. O método compreende as etapas de prover uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível, e formar a dita composição no dito inserto magnético.

[16] A etapa de formação da dita composição pode ser realizada por moldagem por injeção, formação térmica, moldagem por transferência ou impressão em 3D.

[17] De acordo com um terceiro aspecto, um dispositivo de aquecimento por indução para vedar duas camadas de um material de acondicionamento é provido. O dispositivo de aquecimento por indução compreende uma estrutura de base suportando um inserto magnético de acordo com o primeiro aspecto; uma bobina para induzir um campo magnético e arranjada em um lado do inserto magnético oposto à estrutura de base; e uma estrutura de corpo arranjada para envolver o inserto magnético e a bobina quando montados.

[18] O inserto magnético pode ser moldado por injeção entre a estrutura de base e a bobina.

[19] Em uma modalidade, o inserto magnético se estende sobre uma superfície de topo da estrutura de base confrontando a bobina.

[20] O inserto magnético pode ser formado com um padrão de rebaixo para receber a bobina.

[21] Em uma modalidade preferida, a estrutura de base é feita de aço inoxidável.

[22] O inserto magnético pode ser arranjado com pelo menos uma protuberância arredondada, biselada ou chanfrada em uma superfície de topo do mesmo, e em alguma modalidade, o inserto magnético se estende ao longo

do comprimento da bobina.

[23] De acordo com um quarto aspecto, um método para a fabricação de um dispositivo de aquecimento por indução é provido. O método compreende as etapas de montagem de uma estrutura de base e de uma bobina em um primeiro molde; moldagem por injeção de um inserto magnético de acordo com o primeiro aspecto entre a estrutura de base e a bobina, resultando em um primeiro componente; montagem do dito primeiro componente em um segundo molde; e moldagem por injeção de uma estrutura de corpo no primeiro componente, dessa forma formando o dito dispositivo de aquecimento por indução.

[24] O método pode compreender adicionalmente a etapa de formação da estrutura de base de aço inoxidável.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[25] O que foi citado acima, assim como outros objetivos, características e vantagens da presente invenção, serão melhor compreendidos através da seguinte descrição detalhada ilustrativa e não limitativa de modalidades preferidas da presente invenção, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a FIG. 1 é uma vista esquemática de uma máquina de enchimento de produtos líquidos da técnica anterior;

a FIG. 2 é uma vista esquemática de um dispositivo de aquecimento por indução da técnica anterior para prover uma vedação transversal em uma embalagem;

a FIG. 3 é uma vista esquemática de um dispositivo de aquecimento por indução de acordo com uma modalidade;

a FIG. 4 é uma vista lateral esquemática do inserto magnético sendo provido de protuberâncias arredondadas de acordo com uma modalidade; e

a FIG. 5 é fluxograma de um método de acordo com uma

modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[26] Como um princípio geral, a solução proposta de formar o inserto magnético de uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível resultará em uma série de benefícios em comparação com soluções previamente conhecidas. Para começar, a escolha do material permitirá que insertos magnéticos sejam produzidos por equipamento de alta velocidade, tal como moldagem por injeção, etc. Além disso, não existem restrições quanto à forma e dimensões, pelo que as dimensões dos insertos magnéticos podem ser projetadas livremente.

[27] Tendo em conta estas vantagens, uma ideia é prover um dispositivo de aquecimento por indução que seja mais robusto mecanicamente e que tenha um design flexível. Esta ideia é posta em prática provendo um dispositivo de aquecimento por indução tendo uma estrutura de base com durabilidade melhorada tendo em vista as soluções comuns usando PPS. Uma tal estrutura de base pode ser um material metálico, tal como aço inoxidável.

[28] De modo a não afetar negativamente as capacidades de aquecimento por indução, a estrutura de base metálica é de preferência protegida da bobina por meio de uma blindagem magnética. A blindagem magnética deve, para esta finalidade, estender-se ao longo do comprimento da bobina, de modo que a blindagem forme uma barreira física entre a bobina e a estrutura de base. Devido à nova técnica para prover os insertos magnéticos, verificou-se que tal inserto magnético provido como uma estrutura alongada, pode realmente formar tal blindagem de uma maneira muito eficiente. Os insertos magnéticos propostos, assim, não só permitem uma fabricação mais eficiente, mas também permitem uma base metálica do dispositivo de aquecimento por indução, o que até hoje não foi possível.

[29] De modo a poder prover uma vedação transversal na embalagem utilizando indução, a embalagem é provida com uma camada condutora que interage com o campo magnético criado pelo dispositivo de aquecimento por indução. Esta interação irá gerar correntes de Foucault na camada condutora do material de acondicionamento, o que devido à resistência intrínseca da camada condutora irá aumentar a temperatura no material de acondicionamento localmente na posição da vedação, pelo que o aumento da temperatura é utilizado para fundir as camadas poliméricas do material de acondicionamento para laminar o material de acondicionamento.

[30] Em uma modalidade, de acordo com a Fig. 3, é mostrado um dispositivo de aquecimento por indução 30. O dispositivo de aquecimento por indução compreende uma estrutura de base 301, de preferência formada por um material metálico rígido e durável tal como aço inoxidável. O dispositivo de aquecimento por indução 30 compreende ainda um inserto magnético 302 que está disposto na estrutura de base 301. O inserto magnético 302 é formado por uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível. De preferência, a concentração do material magnético flexível é escolhida de modo a situar-se no intervalo de 30-70 por cento em volume, e em uma modalidade mais preferida entre 50-70 por cento em volume.

[31] Uma bobina 303 está disposta sobre o inserto magnético 302 em um lado oposto ao do material de base, de modo que o inserto magnético 302 atua para blindar a estrutura de base metálica da bobina. Quando a corrente está fluindo através da bobina 303, as propriedades magnéticas do inserto magnético 302, causadas pela provisão do material magnético flexível, aumentarão de fato a eficiência do dispositivo de aquecimento por indução 30. Como o material magnético flexível do inserto magnético 302 afeta a permeabilidade do inserto magnético, uma maior permeabilidade permite que mais campo magnético passe através dele, ou seja, menos campo escapa para

o corpo de aço inoxidável, o que causaria perdas de calor.

[32] Além disso, o dispositivo de aquecimento por indução 30 compreende uma estrutura de corpo 304 que está disposta bastante próxima à bobina 303, e sendo provida para formar um corpo rígido. A estrutura do corpo deve ser preferencialmente feita de um material rígido capaz de suportar carga repetida, tal como o caso quando usado em máquinas de enchimento de alta velocidade. Por conseguinte, a estrutura de corpo 304 pode ser fabricada de um composto compreendendo PPS e fibra de vidro, de preferência por moldagem por injeção do composto em um molde que acomoda a estrutura de base 301, o inserto magnético 302 e a bobina 303.

[33] O inserto magnético 302 compreende um material magnético flexível. O material utilizado para o inserto magnético 302 pode ser escolhido devido a requisitos específicos da aplicação particular. Por exemplo, o inserto magnético 302 pode ser formado de um composto compreendendo PPS e ferrita NiZn, em que a concentração da ferrita NiZn está compreendida entre 30 e 70 por cento em volume, de preferência entre 50 e 70 por cento em volume.

[34] A funcionalidade do inserto magnético é pelo menos dupla. Em primeiro lugar, a estrutura de base metálica 301 é blindada contra a qual é impedida ou pelo menos limitada de afetar negativamente os campos magnéticos associados à bobina em utilização. Em segundo lugar, o material magnético flexível do inserto magnético 302 atua para aumentar o campo magnético da bobina ou, em outras palavras, permitir moldar o campo magnético em uma forma desejada que permite uma funcionalidade de vedação transversal melhorada. Assim, utilizando o inserto magnético 302, não há necessidade de utilizar insertos separados como em soluções conhecidas.

[35] Em uma modalidade, o material magnético flexível do inserto magnético compreende uma matriz de polímero provida com partículas

magnéticas flexíveis. A matriz polimérica pode compreender sulfureto de polifenileno (PPS), enquanto que o inserto magnético 392 pode ser moldável por várias técnicas, tais como moldagem por injeção, formação térmica, moldagem por transferência, impressão em 3D, etc.

[36] Em uma modalidade, o inserto magnético 302 estende-se sobre uma superfície de topo da estrutura de base 301 confrontando a bobina 303.

[37] Em uma modalidade, o inserto magnético 302 está disposto em um formato tal que quando a bobina 303 está disposta no inserto magnético 302, o inserto magnético 302 blinda a bobina 303 da estrutura de base 301 em qualquer direção linear da bobina 303 para a estrutura de base 301.

[38] Em uma modalidade, o inserto magnético 302 tem uma forma com um padrão de rebaixo para receber a bobina 303, em um encaixe preferencialmente apertado. O padrão de rebaixo estende-se de preferência em uma parte central do inserto magnético 302 substancialmente ao longo de todo o comprimento do inserto magnético 302, de tal modo que o padrão de rebaixo pode ser formado moldando o inserto magnético 302 parcialmente em torno da bobina 303.

[39] Em uma modalidade, o inserto magnético 302 é moldável por injeção. Utilizando a moldagem por injeção, o inserto magnético 302 pode ser moldado diretamente na bobina 303, aumentando assim a eficiência do indutor. Em relação às soluções de corrente, o inserto magnético moldado por injeção 302 reduz o número de componentes internos, uma vez que a necessidade de insertos separados é removida. Um número reduzido de componentes internos torna o projeto mais robusto, uma vez que o material moldado por injeção terá um volume mais homogêneo para preencher. Além disso, o tempo de fabricação é reduzido uma vez que a necessidade de montagem manual das inserções é removida. Como resultado da redução do trabalho manual, o risco de erros também é reduzido durante a fabricação.

[40] O inserto magnético 302 pode ser moldado por injeção

utilizando uma ferramenta de moldagem por injeção, na qual a estrutura de base 301 e a bobina 303 estão montadas. Uma vez que o inserto magnético 302 é moldado diretamente durante o processo de moldagem por injeção na ferramenta de moldagem por injeção, os problemas da cadeia de tolerância podem ser evitados.

[41] A moldagem por injeção do inserto magnético 302 também permite uma compensação na vedação de áreas críticas, uma vez que o formato do inserto magnético 302 pode ser escolhido de modo que uma quantidade aumentada de material esteja disposta em posições críticas, por exemplo, nas extremidades laterais, bem como na posição da sobreposição de vedação longitudinal.

[42] Em uma modalidade, a estrutura de base é feita de aço inoxidável. Uma estrutura de base feita de aço inoxidável tem uma expectativa de vida melhor do que as estruturas de base de alumínio normalmente conhecidas. De preferência, a estrutura de base não deve ser magnética uma vez que isso afeta negativamente a eficiência do indutor. Dependendo dos requisitos da aplicação final, um material deve ser escolhido. O alumínio pode muito bem ser totalmente adequado para algumas aplicações onde as condições ambientais são menos severas. Nas soluções da técnica anterior, as inserções de ímã 302 têm transições acentuadas devido à fabricação por processos de sinterização. Tais bordas afiadas são limitantes para o número de opções de concepção, devido ao fato de que tais bordas afiadas podem dar origem a rachaduras e fadiga do material no corpo de polímero 205. Além disso, as bordas afiadas das inserções 203 podem causar distribuição não desejada do campo magnético, onde as perdas ocorrerão.

[43] Em uma modalidade o inserto magnético 302 está disposto com um em número de protuberâncias 321 em uma superfície de topo do mesmo. As protuberâncias são arredondadas, biseladas ou chanfradas para permitir um melhor desempenho, uma vez que isto permite adaptar o formato

de um campo magnético desejado utilizado para a vedação transversal. Em outras palavras, as protuberâncias são dispostas com transições suaves por duas razões; I) o corpo 304 terá um comprimento de vida aumentado, e ii) o campo magnético gerado pode ter uma eficiência aumentada. Consequentemente, utilizando a moldagem por injeção, o inserto magnético pode ser disposto em uma forma que pode moldar o campo magnético com a quantidade certa de energia em cada ponto ao longo do inserto magnético. O uso de protuberâncias arredondadas, biseladas ou chanfradas reduz ainda mais o risco de rachaduras internas devido à ausência de bordas afiadas, o que aumenta a expectativa de vida útil do inserto magnético. Além disso, tal inserto magnético permite perdas resistivas reduzidas internamente no indutor, de modo que a temperatura interna é reduzida.

[44] Em uma modalidade, o dispositivo de aquecimento por indução é fabricado por um processo de moldagem de dois componentes, em que o primeiro componente compreende moldar o inserto magnético à bobina montada e à estrutura de base, e o segundo componente seria moldar a estrutura do corpo sobre o primeiro componente. Tal processo de fabricação pode ser automatizado a um grau muito mais elevado em comparação com soluções conhecidas.

[45] Em uma modalidade, de acordo com a Fig. 4, é provido um método 50 de fabricação de um dispositivo de aquecimento por indução. O método compreende a etapa 51 de montagem de uma estrutura de base 301 e de uma bobina 303 em um primeiro suporte. O método compreende ainda uma etapa 52 de moldagem por injeção de um inserto magnético 302 entre a estrutura de base 301 e a bobina 303, resultando em um primeiro componente. Além disso, o método compreende uma etapa 53 de arranjar o primeiro componente em um segundo molde e uma etapa 54 de moldagem por injeção de uma estrutura de corpo 304 ao primeiro componente em um segundo suporte, formando assim o dito dispositivo de aquecimento por indução.

[46] Embora a descrição acima tenha sido feita principalmente com referência a um dispositivo de aquecimento por indução para vedação transversal de uma embalagem, deve ser apreciado que o dispositivo de aquecimento por indução descrito pode ser utilizado em muitas outras aplicações de vedação em que é desejada a vedação por indução.

[47] Além disso, a invenção foi principalmente descrita com referência a algumas modalidades. No entanto, tal como é facilmente compreendido por um especialista na técnica, são igualmente possíveis outras modalidades do que as descritas acima no âmbito da invenção, tal como definido nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de aquecimento por indução (30) para vedar duas camadas de material de acondicionamento, compreendendo:

uma estrutura de base (301) suportando um inserto magnético (302) para aumentar o campo magnético do dispositivo de aquecimento por indução;

uma bobina (303) para induzir um campo magnético e arranjada em um lado do inserto magnético (302) oposto àquele da estrutura de base (301);

caracterizado pelo fato de que ainda compreende

uma estrutura de corpo (304) arranjada para envolver o inserto magnético (302) e a bobina (303), quando montados, em que o inserto magnético é fabricado através do uso de uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível, e em que o inserto magnético (302) é moldado por injeção entre a estrutura de base (301) e a bobina (303).

2. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o inserto magnético (302) se estende sobre uma superfície de topo da estrutura de base (301) confrontando a bobina (303).

3. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o inserto magnético (302) é formado com um padrão de rebaixo para receber a bobina (303).

4. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a estrutura de base (301) é feita de aço inoxidável.

5. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o inserto magnético (302) é arranjado com pelo menos uma protuberância

arredondada, biselada ou chanfrada (321) em uma superfície de topo do mesmo.

6. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o inserto magnético (302) se estende ao longo da bobina (303).

7. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a matriz de polímero moldável compreende PPS.

8. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material magnético compreende ferrita de NiZn.

9. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a concentração do material magnético flexível é de 30 a 70 por cento de volume.

10. Dispositivo de aquecimento por indução de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a matriz de polímero é moldável por injeção, formação térmica, e/ ou moldável por transferência.

11. Método (500) para fabricar um dispositivo de aquecimento por indução, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

montagem (51) de uma estrutura de base (301) e de uma bobina (303) em um primeiro molde;

moldagem por injeção (52) de um inserto magnético (302), em que o inserto magnético é fabricado através do uso de uma composição compreendendo uma matriz de polímero moldável e um material magnético flexível, entre a estrutura de base (301) e a bobina (303), resultando em um primeiro componente;

montagem (53) do dito primeiro componente em um segundo

molde; e

moldagem por injeção (54) de uma estrutura de corpo (304) no primeiro componente, dessa forma formando o dito dispositivo de aquecimento por indução.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de formar a estrutura de base (301) de aço inoxidável.

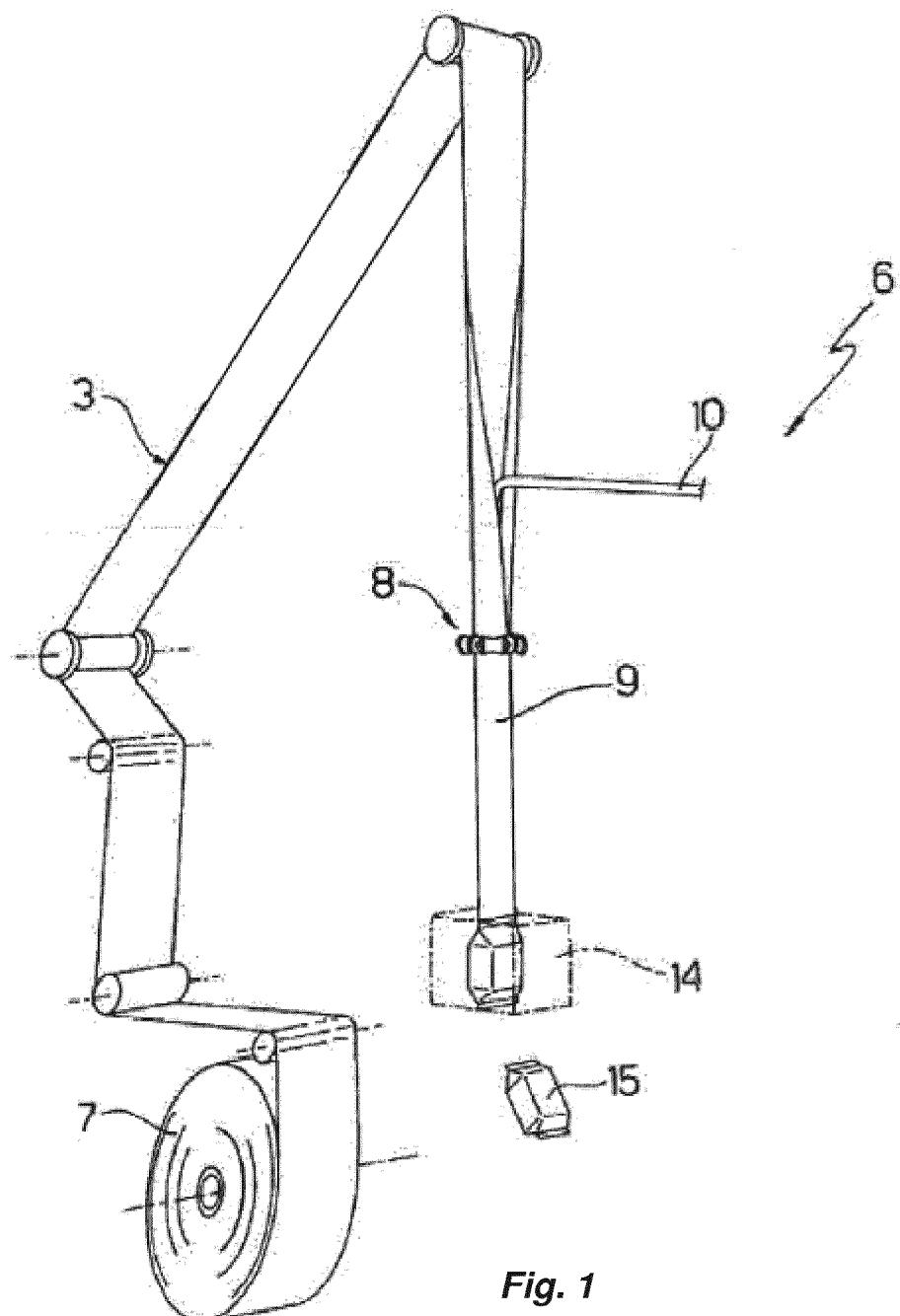


Fig. 1

Técnica anterior

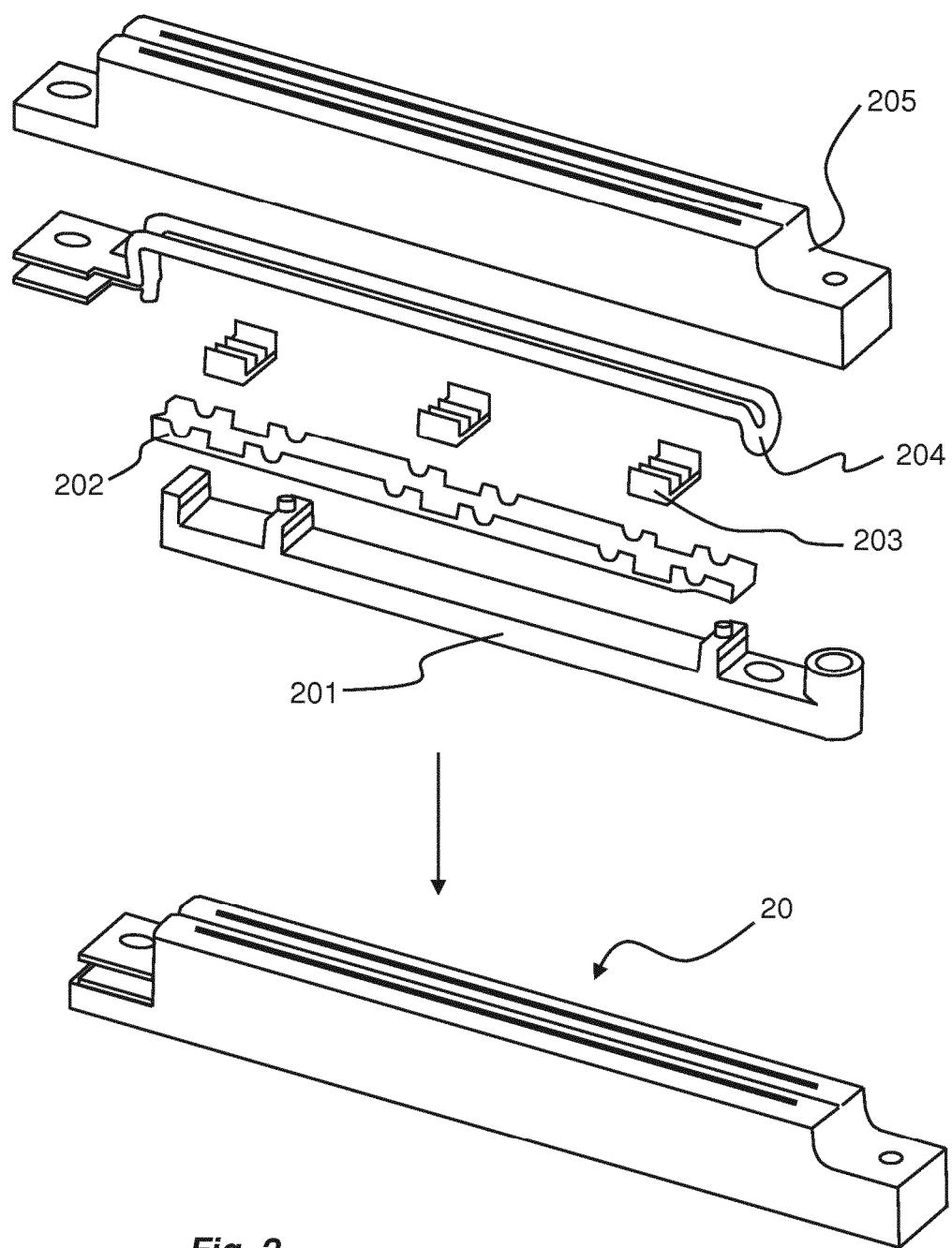


Fig. 2
Técnica anterior

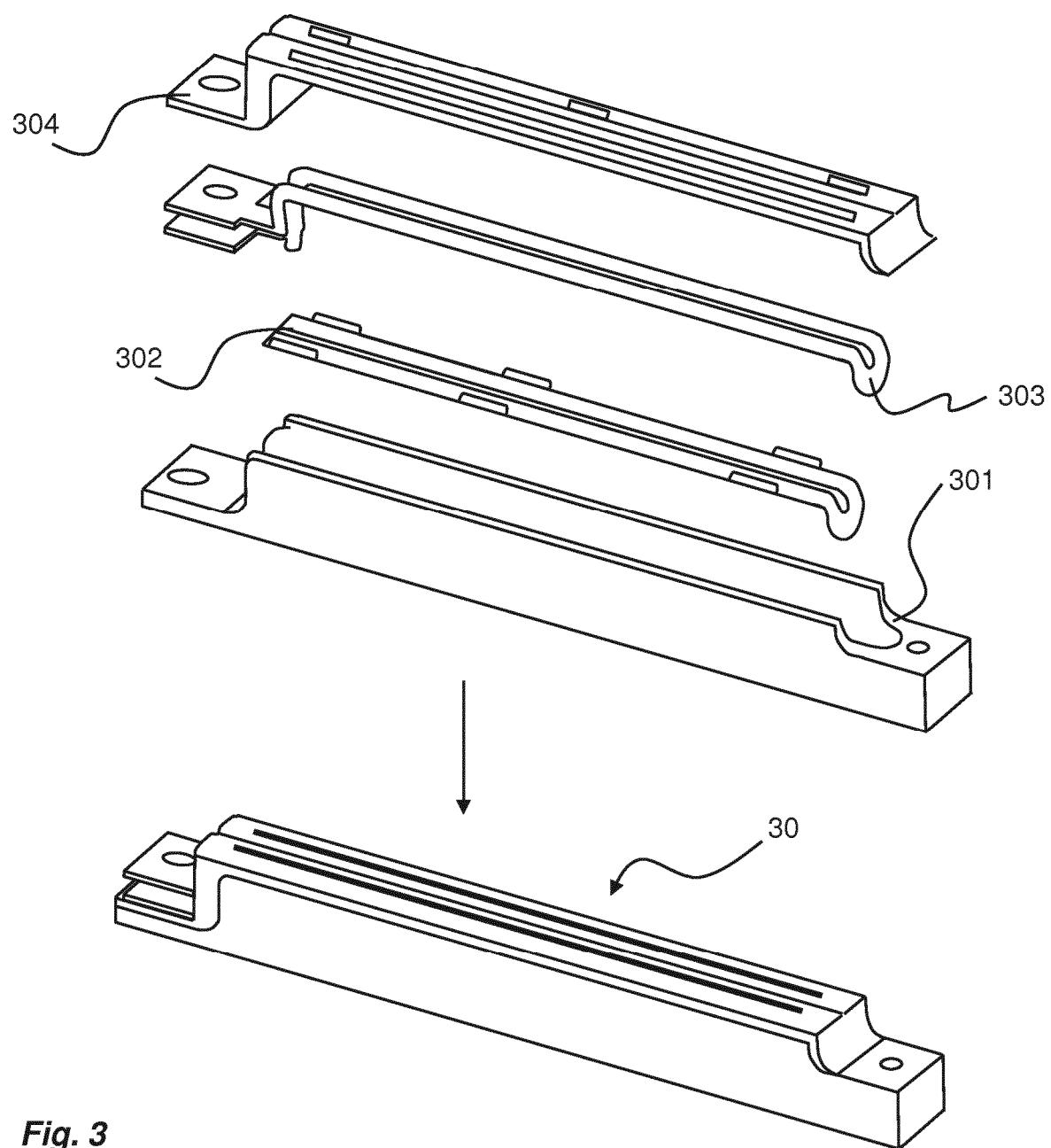


Fig. 3

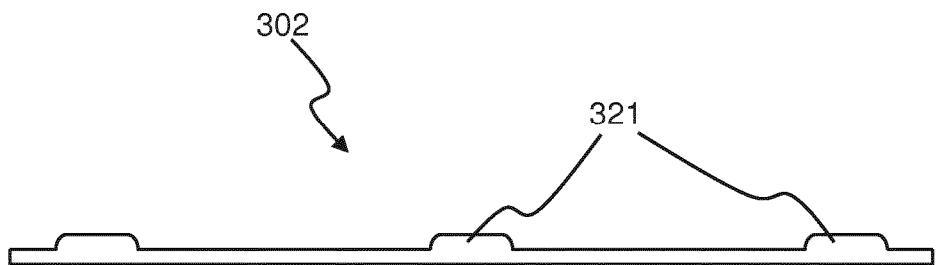


Fig. 4

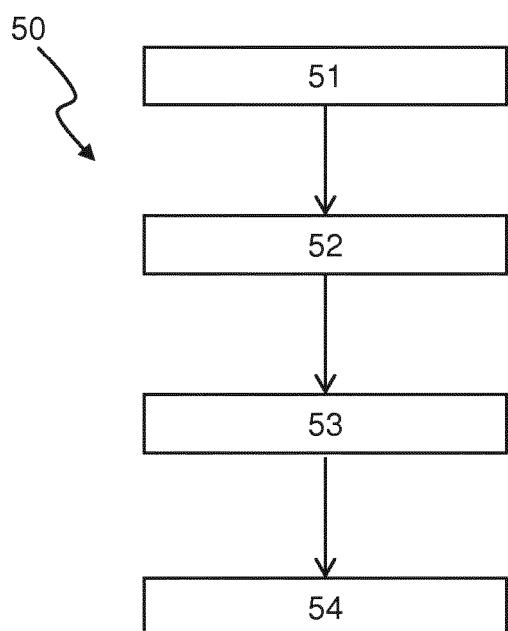


Fig. 5