



**IPI**  
INSTITUTO  
NACIONAL DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## **CARTA PATENTE Nº PI 0410159-6**

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 0410159-6

**(22) Data do Depósito:** 10/05/2004

**(43) Data da Publicação do Pedido:** 18/11/2004

**(51) Classificação Internacional:** B65G 19/20; C22C 38/18; F16G 13/02.

**(30) Prioridade Unionista:** NL 1023383 de 09/05/2003.

**(54) Título:** CORRENTE TRANSPORTADORA ARTICULADA

**(73) Titular:** REXNORD FLATTOP EUROPE B.V., Companhia Holandesa. Endereço: Einsteinstraat 1, 2691 GV'S-Gravenzande, HOLANDA(NL)

**(72) Inventor:** STEPHAN DAVID CORNELIS HARTMAN; GIJSBERTUS JOHANNES VERDUIJN.

**Prazo de Validade:** 10 (dez) anos contados a partir de 21/11/2018, observadas as condições legais

**Expedida em:** 21/11/2018

Assinado digitalmente por:

**Alexandre Gomes Ciano**

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

### “CORRENTE TRANSPORTADORA ARTICULADA”

[001] A invenção refere-se ao uso de ligas de aço em pinos de corrente para correntes transportadoras articuladas, em particular às ligas de aço inoxidável em tais pinos de corrente em combinação com elos de corrente fabricados de aço inoxidável.

[002] As correntes transportadoras articuladas de aço inoxidável são normalmente dispostas em aplicações industriais onde, em termos mecânicos, demandas pesadas são feitas sobre as correntes transportadoras. Assim, as correntes transportadoras de aço inoxidável podem ser carregadas consideravelmente mais pesadamente do que as correntes transportadoras de plástico. Também oferecem uma resistência boa às influências externas, particularmente à ação da sujeira e/ou (dos resíduos) de produto a ser transportado, tal como por exemplo à sujeira de rua ou outra sujeira proveniente de ferros-velhos quando ferros-velhos são transportados ou aos fragmentos de vidro (pedaços ou pó de vidro) quando garrafas (reutilizadas) são transportadas, por exemplo, na indústria de bebidas.

[003] Quando objetos são transportados por meio de correntes transportadoras, algumas vezes é importante que os objetos possam deslizar um pouco sobre a superfície da corrente. Isto pode ser conseguido na prática pelo desenvolvimento de correntes transportadoras de aço inoxidável quer lubrificadas quer não lubrificadas.

[004] O termo lubrificado é entendido para significar que, durante o transporte, uma camada de lubrificante é aplicada, normalmente na forma de uma solução aquosa de um lubrificante (sintético), tal como sabão.

[005] Em uma operação não lubrificada, a superfície da corrente necessita ser tão lisa que uma resistência fricativa suficientemente baixa possa já ser alcançada sem lubrificante.

[006] Com ambos os sistemas de corrente transportadora articulada lubrificada e não lubrificada, em uso, desgaste ocorre com o passar do tempo.

Tem sido verificado que este desgaste particularmente afeta os pinos que conectam os elos individuais da corrente uns nos outros. Devido ao desgaste do pino, a corrente transportadora tornar-se mais longa, o que *inter alia* resulta em salto da corrente da engrenagem condutora, de modo que a função transportadora é perdida. Também, a folga mútua entre os elos que resulta do desgaste dos pinos em geral acarretará mais falhas no transporte, por exemplo pelo fato de que, sobre uma corrente transportadora desgastada, os produtos facilmente cairão ou tornar-se-ão em outra maneira danificados. Neste contexto, é observado que as velocidades nas quais as correntes transportadoras são acionadas podem ser muito altas. Em particular se transporte de massa de linha individual for desejado, por exemplo após um fluxo de produto paralelo emergir para dentro de um fluxo serial único (por exemplo em uma aparelhagem de enchimento de garrafas), a velocidade das correntes de linha única pode aumentar consideravelmente, para não menos do que 80 m/min ou maior.

[007] Em adição, demandas elevadas são feitas sobre a duração da vida do equipamento transportador. Para algumas aplicações, uma corrente transportadora necessita ser capaz de operar sem falha por pelo menos seis anos. Para velocidades menores, dez anos é sem exceção.

[008] O objetivo da presente invenção é o uso de ligas especiais de aço inoxidável para a fabricação de pinos em correntes transportadoras articuladas de aço inoxidável que evitam ou pelo menos previnem as desvantagens acima mencionadas. Em particular, um objetivo da invenção é proporcionar módulos de corrente (isto é, combinações de elo e pino) por meio dos quais correntes transportadoras articuladas de aço inoxidável podem ser fabricadas, cujas correntes transportadoras mostram menos desgaste em uso do que as correntes transportadoras articuladas de aço inoxidável convencionais.

[009] Após uma pesquisa extensiva, tem sido verificado que o

desgaste dos pinos de correntes transportadoras articuladas de aço inoxidável convencionais em condições práticas é o resultado de desgaste abrasivo, isto é, do desgaste causado pela ação de partículas sólidas, particularmente sujeira, tais como areia, partículas de vidro etc. Isto *inter alia* apareceu dos arranhões observados na direção circular e da superfície polida dos pinos desgastados. Um perito concluiria disto que o remédio para o desgaste excessivo dos pinos pode ser encontrado na escolha do tipo de aço com dureza alta. Isto é normalmente conseguido pela escolha de um tipo de aço com conteúdos elevados de vanádio e/ou de tungstênio, em particular se propriedades anti-corrosivas também forem desejadas (embora aço com conteúdo de carbono elevado possa ter uma dureza melhorada, suas propriedades anti-corrosivas normalmente não são boas).

[0010] Contudo, uma desvantagem dos tipos de aço com conteúdos altos de vanádio e/ou de tungstênio é que não estão ou são apenas dificilmente disponíveis na forma de arame trefilado, que é preferido de um ponto de vista prático e em termos de custos. Isto torna tipos de aço com conteúdos elevados de vanádio e/ou de tungstênio menos adequados na prática.

[0011] Tem sido verificado que, sob a carga específica ocorrendo com as correntes transportadoras articuladas, o denominado desgaste adesivo desempenha um papel importante. Isto significa que o desgaste dos pinos também ocorre se outros mecanismos de desgaste forem eliminados, por exemplo se a operação não ocorrer sob condições abrasivas. Desgaste adesivo é o resultado do denominado emperramento de dois metais. Portanto, a presente invenção refere-se a um transportador de corrente articulada, compreendendo pelo menos dois elos de aço inoxidável ferrítico-perlítico, cujos elos são articuladamente acoplados por meio de pelo menos um pino de corrente de aço inoxidável, com o pino de corrente compreendendo, pelo menos sobre sua camisa externa, uma liga de aço com mais do que 0,6% em peso de carbono e mais do que 12% em peso de Cr.

[0012] Uma tal combinação de tipos de aço é surpreendentemente não ou dificilmente emperrante e resulta, em um arranjo transportador articulado prático, em um desgaste muito suave, em particular em um desgaste adesivo muito suave.

[0013] Devido ao fato de os elos serem fabricados de aço ferrítico-perlítico, ele é magnético, de modo que as correntes podem ser muito adequadamente dispostas em esteiras transportadoras compreendendo segmentos dobrados guias proporcionados com magnetos, em particular as esteiras transportadoras como descritas em EP-A-0.509.605.

[0014] Aço muito adequado para preparar os elos em correntes de acordo com a invenção é o aço com o Número de Material 1.4589. Este aço possui a seguinte composição (em % em peso, o restante sendo ferro):

| <b>C</b> | <b>Si</b> | <b>Mn</b> | <b>P</b> | <b>S</b> | <b>Cr</b> | <b>Módulo</b> | <b>Ni</b> | <b>Ti</b> |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| ≤ 0,08   | ≤ 1       | ≤ 1       | ≤ 0,045  | ≤ 0,030  | 13,0-15,5 | 0,2-1,2       | 1,0-2,5   | 0,3-0,5   |

[0015] Outro aço inoxidável ferrítico-perlítico que é adequado para fabricar os elos de acordo com a invenção é conhecido de DE-A-31.05.891, cuja publicação é entendida para ser aqui inserida como referência. Este aço conhecido possui a seguinte composição (em % em peso, o restante sendo ferro):

| <b>C</b> | <b>Si</b> | <b>Mn</b> | <b>Cr</b> | <b>Mo</b> | <b>Ni</b> | <b>Ti</b> |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ≤ 0,1    | ≤ 1       | ≤ 1       | 13,0-15,8 | ≤ 1,5     | 0,8-3,0   | ≤ 0,6     |

no qual a soma das percentagens de cromo e de molibdênio é pelo menos 14,3% em peso.

[0016] Aço com o Número de Material 1.4589 tipicamente possui a seguinte composição (em % em peso, o restante sendo ferro):

| <b>C</b> | <b>Si</b> | <b>Mn</b> | <b>P</b> | <b>S</b> | <b>Cr</b> | <b>Mo</b> | <b>Ni</b> | <b>Ti</b> |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0,044    | 0,56      | 0,53      | 0,024    | 0,001    | 13,9      | 0,25      | 1,64      | 0,43      |

[0017] Outros tipos de aço para preparar os elos nas correntes de acordo com a invenção são os tipos de aço ferrítico-perlítico com o Números de Material 1.4016 e 1.4017.

[0018] 1.4016 (AISI 430; X6Cr17) possui a seguinte composição (em % em peso, o restante sendo ferro):

| <b>C</b> | <b>Si</b> | <b>Mn</b> | <b>P</b> | <b>S</b> | <b>Cr</b> |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| ≤ 0,08   | ≤ 1       | ≤ 1       | ≤ 0,045  | ≤ 0,030  | 15,5-17,5 |

[0019] 1.4017 (X6CrNi17-1) possui a seguinte composição (em % em peso, o restante sendo ferro):

| <b>C</b> | <b>Si</b> | <b>Mn</b> | <b>P</b> | <b>S</b> | <b>Cr</b> | <b>Ni</b> |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| ≤ 0,06   | ≤ 1       | ≤ 1       | ≤ 0,04   | ≤ 0,015  | 16,0-18,0 | 1,20-1,60 |

[0020] Ligas de aço para fabricar o pino de acordo com a invenção são ligas de aço com pelo menos 0,6% em peso de carbono e pelo menos 12% em peso de cromo. Tem sido verificado que tais pinos com um conteúdo de carbono relativamente alto usados na presente invenção não são ou dificilmente são sujeitos à corrosão ou ao desgaste corrosivo, o que é surpreendente porque um conteúdo de carbono maior no aço está normalmente ligado às propriedades anti-corrosivas insatisfatórias deste aço. Isto permite que as correntes transportadoras construídas de módulos de acordo com a invenção também sejam dispostas em sistemas de corrente transportadora lubrificada.

[0021] Que a corrosão ou o desgaste corrosivo não seja problema nas correntes transportadoras articuladas de acordo com a invenção é o mais surpreendente visto que os sistemas de corrente transportadora estão normalmente secos quando não estão em operação (por exemplo nos finais de semana), após o qual, subsequente, quando são postos em operação novamente, contatam o meio lubrificante (normalmente aquoso). Uma tal alteração de períodos úmido e seco sob influência contínua do oxigênio do ar em geral muito corrosivo.

[0022] Preferivelmente, o aço do pino de acordo com a invenção compreende mais do que 0,7% em peso de carbono. Em geral, um conteúdo de carbono máximo de 2% em peso é suficiente. Preferivelmente, o conteúdo de carbono é 0,8%-1,6% em peso. O aço do pino de acordo com a invenção compreende pelo menos 12% em peso de cromo, preferivelmente 15%-19% em peso de Cr, com maior preferência 16%-18% em peso.

[0023] Particularmente adequado como aço para os pinos é o aço

contendo, em adição ao Fe, os seguintes elementos (em % em peso):

|    |             |
|----|-------------|
| C  | 0,95-1,2    |
| Cr | 16-18       |
| Mn | $\leq 1$    |
| Mo | $\leq 0,75$ |
| P  | $\leq 0,04$ |
| Si | $\leq 1$    |
| S  | $\leq 0,03$ |

[0024] Tal aço é conhecido pelo Número de Material (de acordo com DIN) 1.4125 e também é designado por 440C (AISI), X105CrMo17 (EN), Z100CD17 (AFNOR) e S44004 (UNS).

[0025] Outros tipos adequados de aço compreendem por exemplo o aço com o Número de Material 1.4109, 1.4111, 1.4112 e 1.4535.

[0026] Os pinos de acordo com a invenção podem ser fabricados nas maneiras conhecidas, por exemplo por torção ou obtenção de arame trefilado como material inicial e corte do mesmo. Preferivelmente, os pinos para uso na corrente transportadora de acordo com a invenção são fabricados de arame trefilado, com maior preferência de arame trefilado a frio.

[0027] Os pinos podem ser então endurecidos. Tem sido verificado que o desgaste dos pinos endurecidos é mais do que 30% menor do que aquele de pinos não endurecidos. O endurecimento ocorre em uma maneira conhecida por uma pessoa experiente por intermédio de um tratamento térmico.

[0028] Não é necessário fabricar o pino inteiro de acordo com a invenção a partir do aço acima definido. De acordo com a invenção, um tal aço também pode estar presente como uma camada de camisa externa sobre um pino de um material diferente. Uma tal camada normalmente possui uma espessura de uns décimos de milímetros a uns poucos milímetros, por exemplo 0,5 mm - 1,5 mm, tipicamente aproximadamente 1 mm. Um pino com uma tal camada de camisa pode ser obtido em maneiras conhecidas por uma pessoa experiente, por exemplo ao submeter o pino a um tratamento de superfície.

[0029] Os pinos são introduzidos nos elos na maneira normal, para o propósito de formar a corrente transportadora de acordo com a invenção.

[0030] A invenção agora será adicionalmente elucidada com referência a uma modalidade exemplar mostrada em um desenho, no qual:

Figura 1 mostra uma vista de baixo em perspectiva de numerosos elos sucessivos de uma corrente transportadora articulada;

Figura. 2 mostra uma vista plana de cima diagramática da corrente da Fig. 1;

Figura 3 mostra uma vista em perspectiva de um pino de corrente da corrente das Figuras 1 e 2.

[0031] As Figuras são apenas representações diagramáticas de uma modalidade preferida da invenção e são dadas por meio de modalidade exemplar não limitante. Nas figuras, as partes iguais ou correspondentes são designadas pelos mesmos números de referência.

[0032] Figuras 1 e 2 mostram uma corrente transportadora articulada 1 compreendendo uma série de elos sucessivos 2 de aço inoxidável ferrítico-perlítico. Os elos 2 são, como normal, conectados uns nos outros em uma corrente sem fim. Os elos 2 compreendem, cada um, uma parte de alma substancialmente no formato de placa 3 que forma uma superfície transportadora. Próximo do lado frontal 4, a parte de alma 3 está proporcionada com duas línguas espaçadas à parte 5A, 5B encurvadas para cima para formar alças de articulação. Próximo de um lado posterior 5, a parte de alma 3 está proporcionada com uma língua 5C encurvada para cima para formar uma alça de articulação, cuja posição corresponde ao interespaço livre entre as línguas 5A, 5B sobre o lado frontal 4. As alças de articulação 5A, 5B e 5C de elos sucessivos são articuladamente acopladas por meio de pinos de corrente de aço inoxidável 6 passando através das alças de articulação. Os pinos de corrente 6 são fabricados de uma liga de aço com o Número de Material 1.4125, de modo que o material do pino de corrente seja

substancialmente não emperrante ao aço inoxidável ferrítico-perlítico do elo.

[0033] Figura 3 mostra uma vista em perspectiva de um pino de corrente 6. O pino de corrente 6 compreende uma parte de alma de aço, substancialmente cilíndrica 7 cujas faces extremas 8 estão, ao longo de suas bordas circunferentes 9, substancialmente diretamente conectadas na camisa de cilindro 10.

[0034] Neste exemplo, o pino de corrente 6 possui um diâmetro menor do que 1 cm, preferivelmente de aproximadamente 5 mm - 8 mm, em particular 6,35 mm. O pino de corrente possui um comprimento de aproximadamente 20 mm - 150 mm, dependendo do diâmetro da corrente e do número de alças de articulação a serem acopladas.

[0035] Elos 2 sucessivos podem, cada vez, pivotar um em relação aos outros ao redor de um eixo localizado na ou ao longo da superfície transportadora e se estenderem substancialmente transversalmente na direção de transporte indicada pela seta P. Assim, a corrente 1 pode ser guiada ao redor de uma roda dentada para correntes. Em adição, nesta modalidade exemplar, o pino de corrente 6 está incluído na alça de articulação do meio 5C com folga, enquanto que o pino de corrente 6 está fixado nas alças de articulação externas 5A, 5B. Isto permite que elos 2 sucessivos, cada vez, pivotem um em relação ao outro ao redor de um eixo se estendendo substancialmente transversalmente à superfície transportadora, de modo que a corrente 1 possa ser guiada ao longo de uma dobra em uma superfície plana.

[0036] A invenção não é limitada à modalidade aqui mostrada. Por exemplo, pinos 2 sucessivos podem compreender alças de articulação 5 cooperantes e as partes de alma podem possuir outra forma diferente da mostrada no desenho. Também, o pino de corrente pode possuir um diâmetro variado, por exemplo quando for escalonado ou afilado sobre seu comprimento. O pino de corrente também pode ser fabricado de outro material não emperrante. Em adição, o pino de corrente pode possuir uma

camada com propriedades não emperrantes sobre sua camada de camisa externa.

[0037] Tais variações serão claras para uma pessoa experiente e são entendidas para estarem dentro do escopo da invenção como descrito nas reivindicações anexas.

### Exemplos

[0038] Nos exemplos, os tipos de aço usados são designados por seu Número de Material, a não ser que seja indicado de outro modo.

### Exemplo 1

[0039] Elos de aço 1.4589 foram acoplados uns nos outros por prensagem de pinos (comprimento de 41 mm, diâmetro de 6,35 mm) através das alças de articulação dos elos na maneira normal. A largura dos elos foi de 8,26 cm. Tipos diferentes de aço foram usados para os pinos, como é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1. Condições de teste e resultados do Exemplo 1**

| Material do pino             | Desgaste (mm/ano) |
|------------------------------|-------------------|
| *) 1.4057 (martensítico)     | 0,71              |
| 1.4125 (martensítico)        | 0,48              |
| *) 1.4310 (austenítico)      | 0,62              |
| *) Nitronic 60 (austenítico) | 0,98              |
| *) 1.4401 (austenítico)      | 0,92              |

\*) Exemplo comparativo

**1.4057:** C: 0,14-0,23; Si:  $\leq 1$ ; Mn:  $\leq 1$ ; P:  $\leq 0,045$ ; S:  $\leq 0,030$ ; Cr: 15,5-17,5; Ni: 1,50-2,50.

**1.4310:** C:  $\leq 0,12$ ; Si 1-50; Mn:  $\leq 2$ ; P:  $\leq 0,045$ ; S:  $\leq 0,015$ ; Cr: 16-18; Mo  $\leq 0,80$ ; Ni: 6,00-9,00.

**Nitronic 60:** C:  $\leq 0,10$ ; Si: 3,5-4,5; Mn: 7,00-9,00; 15; Cr: 16,0-18,0; Mo:  $\leq 0,80$ ; Ni: 8,00-9,00; N: 0,08-0,18.

**1.4401:** C:  $\leq 0,07$ ; Si:  $\leq 1$ ; Mn:  $\leq 2$ ; P:  $\leq 0,045$ ; S:  $\leq 0,030$ ; Cr: 16,5-18,5; Mo: 2,00-2,50; Ni: 10,5-13,5.

[0040] Os resultados da Tabela 1 mostram que o aço na corrente transportadora articulada de acordo com a invenção proporciona um desgaste consideravelmente menor.

### Exemplo 2

[0041] O Exemplo 1 foi repetido, mas desta vez em uma localização diferente.

**Tabela 2. Condições de teste e resultados do Exemplo 2**

| <b>Material do pino</b>             | <b>Desgaste (mm/ano)</b> |
|-------------------------------------|--------------------------|
| *) 1.4057 (martensítico)            | 0,69                     |
| *) 1-4462 (duplex)                  | 0,55                     |
| 1.4125 (martensítico)               | 0,30                     |
| 1.4125 (martensítico) <sup>1)</sup> | 0,19                     |
| *) Nitronic 60 (austenítico)        | 1,00                     |

\*) Exemplo comparativo

**1.4462:** C:  $\leq 0,02$ ; Si  $\leq 1,00$ ; Mn:  $\leq 2,00$ ; P:  $\leq 0,030$ ; S:  $\leq 0,020$ ; Cr: 21-23; Mo: 2,5-3,5; Ni: 4,506,50; N: 0,08-0,20.

1) Termicamente endurecido

[0042] Os resultados na Tabela 2 mostram que, de acordo com a invenção, é obtido desgaste consideravelmente menor. O endurecimento térmico melhora os resultados ainda mais.

### **Exemplo 3**

[0043] O Exemplo 1 foi repetido, mas desta vez os pinos com um comprimento de 56 mm foram usados (diâmetro de 6,35 mm).

**Tabela 3. Condições de teste e resultados do Exemplo 3**

| <b>Material do pino</b>      | <b>Desgaste (mm/ano)</b> |
|------------------------------|--------------------------|
| *) 1.4057 (martensítico)     | 1,45                     |
| 1.4125 (martensítico)        | 0,17                     |
| *) Nitronic 60 (austenítico) | 1,21                     |
| *) 1.4462                    | 2,12                     |

\*) Exemplo comparativo

[0044] Os resultados na Tabela 3 mostram que, de acordo com a invenção, é obtido desgaste consideravelmente menor.

## REIVINDICAÇÕES

1. Corrente transportadora articulada (1) compreendendo pelo menos dois elos (2) de aço inoxidável ferrítico-perlítico com Números de Material 1.4589, 1.4016 ou 1.4017, cujos elos são articuladamente acoplados por meio de um pino de corrente (6) de aço inoxidável com Número de Material 1.4125 (martensítico) caracterizada por cada elo (2) compreender uma parte de alma no formato de placa (3) que forma uma superfície transportadora, próximo do lado frontal (4), a parte de alma (3) está proporcionada com duas línguas espaçadas à parte (5A, 5B) encurvadas para cima para formar alças de articulação, próximo de uma lado posterior (5), a parte de alma (3) está proporcionada com uma língua (5C) encurvada para cima para formar uma alça de articulação, cuja posição corresponde ao interespaço livre entre as línguas (5A, 5B) sobre o lado frontal (4); as alças de articulação (5A, 5B, 5C) de elos sucessivos são articuladamente acopladas por meio de pinos de corrente de aço inoxidável (6) passando através das alças de articulação; em que o pino de corrente compreende, pelo menos sobre a circunferência externa, uma liga de aço com Número de Material 1.4125 (martensítico) e com diâmetro externo de 6,5 mm e comprimento de 41 mm a 56 mm.

2. Corrente transportadora articulada, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o pino de corrente (6) compreende uma liga de aço com 15%-19% em peso de Cr.

3. Corrente transportadora articulada, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que a liga de aço está presente como uma camada externa sobre o pino de corrente (6), preferivelmente com uma espessura de camada de 0,5 mm - 1,5 mm.

4. Corrente transportadora articulada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o pino de corrente (6) consiste pelo menos da liga de aço.

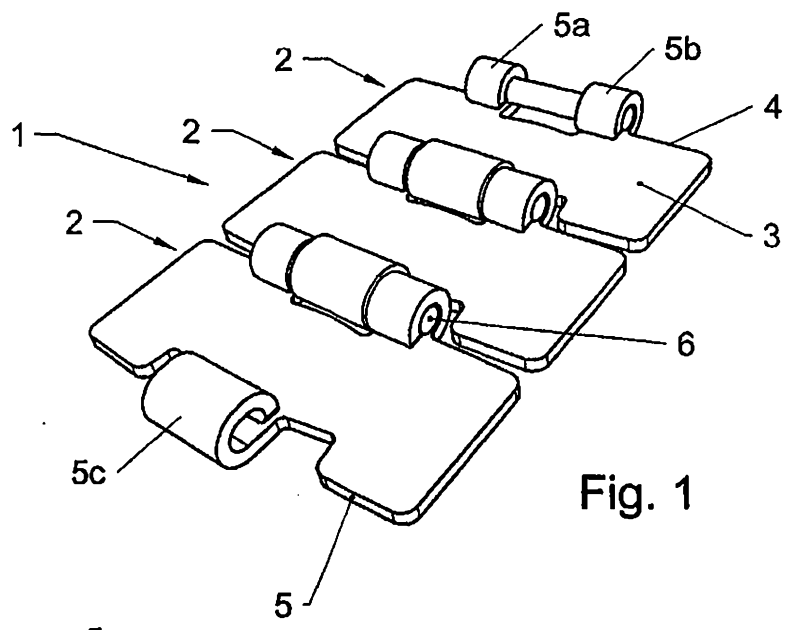


Fig. 1

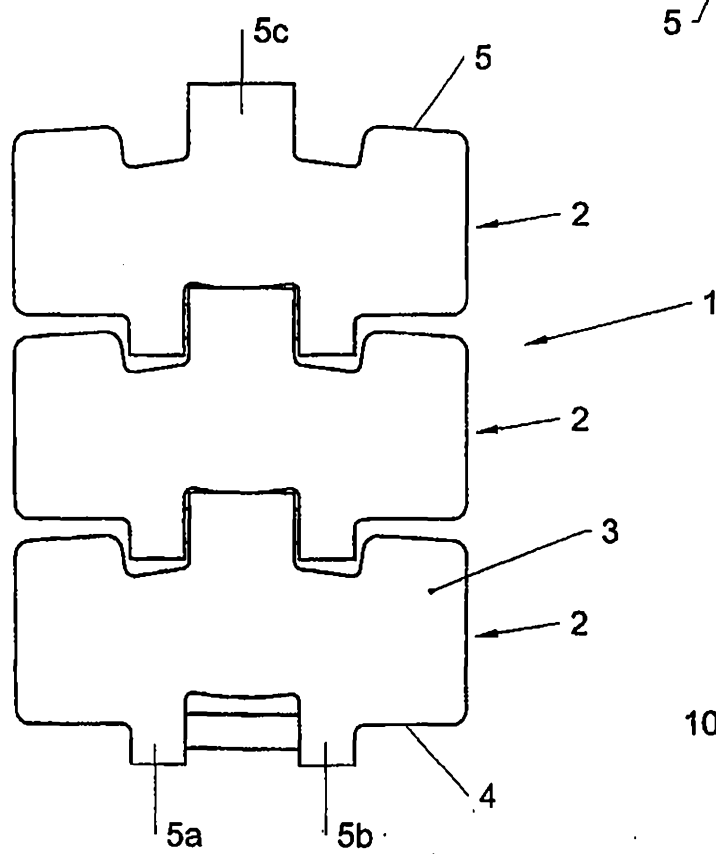


Fig. 2

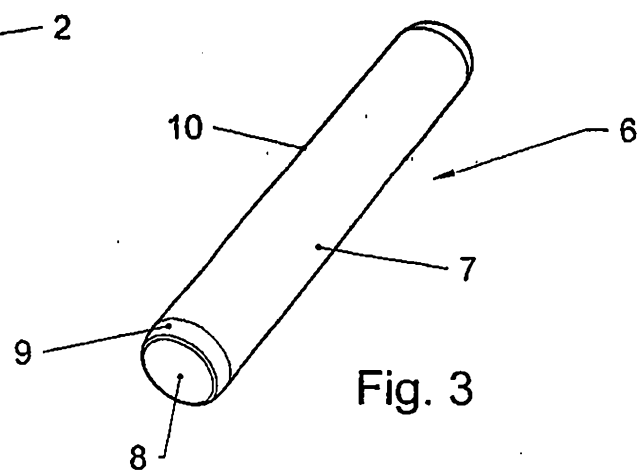


Fig. 3